

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 912**

51 Int. Cl.:

B60L 5/00 (2006.01)
B60M 7/00 (2006.01)
B61B 13/00 (2006.01)
B60L 11/18 (2006.01)
H01F 21/04 (2006.01)
H01F 21/06 (2006.01)
H01F 38/14 (2006.01)
H02J 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.03.2012 PCT/DE2012/100068**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.09.2012 WO12126465**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2012 E 12723364 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2686194**

54 Título: **Dispositivo para la transmisión de energía inductiva**

30 Prioridad:

18.03.2011 DE 102011014521

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

16.08.2017

73 Titular/es:

**INGENIEURBÜRO DUSCHL (100.0%)
Am Schloßpark 4
15848 Tauche-Giesensdorf, DE**

72 Inventor/es:

DUSCHL-GRAW, GEORG

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 629 912 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

Dispositivo para la transmisión de energía inductiva

5 La invención se refiere a un dispositivo para la transmisión de energía inductiva, en el que una vía comprende un sistema primario trifásico y un objeto que rueda o que está en reposo sobre la vía comprende un sistema secundario trifásico que puede acoplarse de manera inductiva con el sistema primario.

10 Los dispositivos para la transformación de energía eléctrica según el principio de transformador tienen el objetivo de transmitir energía con ayuda de tensiones alternas. Esto tiene lugar con ayuda de un circuito magnético, alrededor del cual están bobinados los conductores de unos segundos circuitos. Si se aplica en una bobina primaria de transformador una tensión alterna, entonces se ajusta en la bobina secundaria igualmente una tensión alterna. La relación de las tensiones es proporcional a la relación de los números de espiras de la bobina primaria y secundaria.

15 Por el documento DE 4 236 340 C2 se conoce una disposición de transmisión de energía inductiva, en la que la energía se transmite sin contacto a través de un intersticio de aire. En este caso, es necesario mantener constante el tamaño de intersticio de aire y mantener la vía libre de contaminación.

20 Según el documento WO 2010/057799 A1, se propone una transmisión de energía inductiva que adolece de contacto. La energía eléctrica se transmite a través de una rueda, que rueda sobre una vía o carril conectada(o) a una fuente de tensión. Para evitar un intersticio de aire, la rueda está rodeada con un elastómero magnéticamente conductor.

25 Por el documento DE 33 04 719 A1 se conoce una instalación de transmisión de fuerza trifásica que se basa en el principio de transformador, en la que están bobinadas primeras espiras alrededor de una primera parte de núcleo magnético y están bobinadas segundas espiras alrededor de una segunda parte de núcleo magnético y la primera y la segunda parte de núcleo magnético pueden moverse relativamente entre sí. En este tipo de construcción de transformador (magnéticamente asimétrico) para la transmisión de energía móvil, es necesario debido a las diferentes posiciones del sistema secundario móvil una disposición y alimentación con corriente costosas de espiras auxiliares, para impedir que, durante la alimentación con corriente, se saturen partes del circuito magnético y de este modo se empeore el rendimiento. Además, la aplicación de transformadores asimétricos está unida en la transmisión de energía a un considerable desarrollo de ruidos.

35 La invención se basa en el objetivo de indicar un dispositivo para la transmisión trifásica de energía eléctrica entre una vía y un objeto móvil o que está en reposo sobre la misma, que está configurado de manera sencilla y presenta un alto rendimiento.

40 Según la invención, el objetivo se alcanza con un dispositivo configurado según las características de la reivindicación 1 o de la reivindicación 6.

Perfeccionamientos ventajosos de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

45 En un dispositivo para la transmisión de energía inductiva entre un sistema primario estacionario trifásico y un sistema secundario trifásico móvil, la idea básica de la invención consiste en la forma constructiva magnéticamente simétrica con trayectorias de flujo magnético de la misma longitud independientemente de la respectiva posición del sistema secundario móvil a través de las espiras primarias y las espiras secundarias de las tres fases y de manera correspondiente una transmisión de potencia aproximadamente constante. Según la invención, las piezas de núcleo de hierro ferromagnéticas estacionarias y móviles están configuradas como triángulo equilátero o como estrella que abre un triángulo equilátero con brazos que discurren con la misma longitud y el mismo ángulo entre sí y postes de soporte que parten de sus extremos así como espiras primarias o secundarias dispuestas a la misma distancia entre sí. Es decir, las espiras primarias y secundarias se encuentran en las esquinas estimadas de un triángulo equilátero. Para la transmisión de energía en el movimiento del objeto que puede rodar, están conectadas en el lado primario dos piezas de núcleo de hierro estacionarias dispuestas de manera distanciada una detrás de otra en los respectivos postes de soporte a lo largo de carriles de vía ferromagnéticos (carriles magnéticos) que se encuentran en el mismo plano, que discurren de manera paralela, sobre los que puede rodar la pieza de núcleo de hierro móvil con ayuda de roldanas ferromagnéticas ubicadas en entalladuras de los postes de soporte móviles o puede colocarse en diferentes ubicaciones.

60 Debido a la forma constructiva simétrica del transformador propuesto en este caso para la transmisión de energía móvil trifásica, las trayectorias del flujo magnético en el núcleo de hierro laminado a través de las espiras primarias y las espiras secundarias son iguales para las tres fases, de modo que en cada posición del sistema secundario móvil se consiguen flujos magnéticos simétricos y por consiguiente (concretamente también actuando conjuntamente con la minimización del intersticio de aire producido por las roldanas ferromagnéticas) un alto rendimiento de la transmisión de energía y se minimizan los flujos de dispersión. Es decir, independientemente de la posición del sistema secundario sobre los carriles magnéticos, se garantiza, debido a la forma constructiva magnéticamente simétrica en la alimentación con corriente simétrica, una distribución de flujo magnético simétrica en las culatas

magnéticas del sistema secundario y una transmisión de potencia relativamente constante y además silenciosa.

5 En la configuración de la invención, dos piezas de núcleo de hierro estacionarias conmutadas en paralelo, dispuestas de manera distanciada y dotadas de espiras primarias forman en conexión con los carriles magnéticos un segmento de vía que puede conectarse a una fuente de tensión. Pueden estar previstos dos o más segmentos de vía unos detrás de otros de manera magnéticamente aislada entre sí.

10 En la configuración de la invención, las espiras primarias y las espiras secundarias están dispuestas en los postes de soporte o en los brazos de las piezas de núcleo de hierro en forma de estrella a la misma distancia de su punto medio o de manera centrada en los brazos de las piezas de núcleo de hierro en forma de triángulo.

En una configuración adicional de la invención, los carriles magnéticos están incorporados en una vía y las piezas de núcleo de hierro estacionarias y las espiras primarias están dispuestas de manera subterránea.

15 En un perfeccionamiento ventajoso de la invención, los carriles magnéticos o las roldanas están revestidos con un material ferromagnético resistente, pero elástico para reducir todavía adicionalmente el intersticio de aire entre el sistema primario y el sistema secundario. Además, se mejoran de este modo las propiedades de rodadura.

20 Según otra característica adicional de la invención, para una transmisión de energía inductiva, en un estado exclusivamente en reposo del objeto que puede rodar, puede prescindirse de una conexión intermedia de los carriles magnéticos y las roldanas. En este caso, la pieza de núcleo de hierro móvil dispuesta en un objeto móvil, pero configurada sin roldanas, se hunde con sus postes de soporte directamente en los postes de soporte de una pieza de núcleo de hierro estacionaria integrada en una vía o superficie de aparcamiento. La pieza de núcleo de hierro estacionaria y móvil están configuradas de nuevo como triángulo equilátero o como estrella fijada como un triángulo equilátero con brazos que discurren con la misma longitud y el mismo ángulo entre sí y postes de soporte que parten de sus extremos así como espiras primarias o secundarias dispuestas a la misma distancia entre sí.

30 El objeto que puede rodar es un vehículo accionado eléctricamente total o parcialmente a través de acumuladores, en el que la pieza de núcleo de hierro móvil desplazable horizontal y verticalmente está dispuesta de manera que puede hundirse sobre los carriles magnéticos o directamente sobre la pieza de núcleo de hierro estacionaria, para recargar los acumuladores en un estado móvil o en reposo del vehículo, estando alimentadas con corriente las espiras primarias del segmento de vía solo en contacto con la pieza de núcleo de hierro móvil.

35 En una configuración adicional de la invención, están previstos medios para la alimentación de una señal al sistema secundario y medios para el reconocimiento de estas señales en el sistema primario, pudiendo reconocerse la señal en el sistema primario solo cuando existe entre el sistema primario y secundario un circuito magnético cerrado.

40 Evidentemente, también puede concebirse emplear, en una adaptación constructiva de manera correspondiente, en lugar del dispositivo de transmisión de energía trifásico un dispositivo multifásico configurado con más de tres fases según el principio de invención presente.

Un ejemplo de realización de la invención se explica en más detalle mediante el dibujo. Muestran:

45 la figura 1 una representación esquemática de un dispositivo para la transmisión de energía inductiva trifásica entre un segmento de vía configurado como sistema primario y un sistema secundario que puede rodar sobre el mismo, retenido en un vehículo;

50 la figura 2 una vista en perspectiva de un sistema secundario de una pieza de núcleo de hierro móvil, configurada como triángulo equilátero, prevista solo para la transmisión de energía en el estado en reposo; y

la figura 3 una vista en corte esquemática ampliada de un poste de soporte del sistema secundario con roldanas integradas.

55 El segmento 1 de vía que representa un sistema primario de un transformador trifásico está compuesto por tres carriles 2 magnéticos dispuestos en paralelo y en un plano y una primera y segunda parte 3 de núcleo de hierro estacionaria (primera y segunda) configurada en una pieza a partir de tres brazos 3a, 3b y 3c, ferromagnética, conectada con el mismo. Los brazos 3a, 3b, 3c tienen en cada caso la misma longitud y discurren en forma de estrella y simétrica desde un punto Z1, Z3 medio común, formando en cada caso dos brazos (adyacentes) dispuestos en ángulo entre sí en cada caso un triángulo isósceles idéntico. Los puntos de extremo de los brazos 3a, 3b, 3c corresponden a los esquinas de un triángulo equilátero. Un poste 3a', 3b', 3c' de soporte que se apuntala mediante el extremo de cada brazo está conectado en cada caso en el lado inferior de uno de los tres carriles 2 magnéticos y porta en cada caso una espira 4 primaria conectada con una fuente de tensión (no representada). Por consiguiente, las espiras 4 primarias están dispuestas en una pieza 3 de núcleo de hierro estacionaria en forma de estrella, es decir geoméricamente en las esquinas de un triángulo equilátero. Mientras que los carriles 2 magnéticos se introducen esencialmente al ras en una superficie de vía, las dos piezas 3 de núcleo de hierro ferromagnéticas

colocadas de manera distanciada entre sí del segmento 1 de vía están dispuestas de manera subterránea. Las dos piezas 3 de núcleo de hierro estacionarias distanciadas entre sí, conectadas con los carriles 2 magnéticos están conectadas de manera eléctricamente paralela. De este modo, el flujo magnético en los brazos secundarios es en su mayor parte independiente de la posición del sistema secundario sobre los carriles magnéticos. Pueden estar integrados una pluralidad de segmentos 1 de vía aislados magnéticamente entre sí uno detrás de otro en una vía, para crear así un sistema primario estacionario extendido longitudinalmente para la transmisión de energía a un objeto móvil sobre una vía, equipado con un sistema secundario móvil del transformador de rotación trifásico.

El sistema secundario móvil previsto para la transmisión de energía en el movimiento de un objeto que puede rodar comprende, tal como muestra la figura 1, una pieza 5 de núcleo de hierro ferromagnético móvil con tres brazos 5a, 5b, 5c orientados entre sí en forma de estrella, de la misma longitud y que parten de un punto Z2 medio en cada caso con el mismo ángulo entre sí y postes 5a', 5b' y 5c' de soporte que se apuntalan mediante sus extremos en la dirección de los carriles 2 de vía. Los puntos de extremo de los brazos 5a, 5b, 5c corresponden a los esquinas de un triángulo equilátero. A una distancia uniforme del punto Z3 medio de la pieza 5 de núcleo de hierro móvil está colocada en los brazos 5a, 5b, 5c en cada caso una espira 6 secundaria conectada a un consumidor en el objeto que puede rodar (no representado). La movilidad del sistema secundario sobre los carriles 2 magnéticos se garantiza mediante roldanas 7 con forma cilíndrica configuradas en los postes 5a', 5b', 5c' de soporte, que están compuestas (como los brazos móviles y los postes de soporte) de un material ferromagnético y están incorporadas en el lado libre, orientado hacia los carriles 2 magnéticos de los postes en entalladuras 8 que liberan un intersticio estrecho. Las roldanas 7 ferromagnéticas, de las cuales, tal como muestra la figura 3, solo sobresale una sección cilíndrica estrecha de la superficie de base de los postes 5a', 5b', 5c' de soporte, son por consiguiente un componente imantado de la pieza 5 de núcleo de hierro, de modo que solo está disponible un intersticio de aire muy reducido entre la pieza 5 de núcleo de hierro móvil y los carriles 2 magnéticos de la pieza 3 de núcleo de hierro estacionaria y por consiguiente las pérdidas en la transmisión de energía condicionadas por el intersticio de aire son reducidas. Para la reducción de las pérdidas de intersticio de aire, también puede concebirse revestir los carriles de vía con un revestimiento elástico, magnéticamente conductor (no representado), por ejemplo un elastómero ferromagnético.

Tal como se representa mediante la línea de trazo y punto en la figura 1 a modo de ejemplo, en la forma constructiva descrita anteriormente de un transformador trifásico, todas las posibles trayectorias de flujo magnético (en este caso por ejemplo de Z1 a Z2 (o de Z3 a Z2) tienen la misma longitud. Es decir, las resistencias magnéticas en los tres circuitos parciales magnéticos de Z1 a Z2 o de Z3 a Z2 son iguales en cada caso, de modo que se obtienen en el caso de una carga eléctrica simétrica en cada caso flujos magnéticos aproximadamente de igual magnitud en el circuito secundario. En la forma constructiva magnéticamente simétrica propuesta en este caso para la transmisión de energía inductiva trifásica, en cada posición de la pieza 5 de núcleo de hierro móvil con respecto a la pieza 3 de núcleo de hierro estacionaria está presente un flujo magnético de igual magnitud, de modo que en la alimentación con corriente simétrica no puede producirse ninguna saturación asimétrica que reduzca el rendimiento en partes del transformador y por tanto se garantiza un alto rendimiento de la transmisión de energía eléctrica entre el sistema primario estacionario y el sistema secundario móvil. Además, se omite la disposición costosa requerida en el caso de la forma constructiva de transformador conocida por el estado de la técnica con características magnéticas asimétricas mediante espiras auxiliares alimentadas con corriente de manera correspondiente. Además, la forma constructiva de transformador trifásica magnéticamente simétrica propuesta en este caso se caracteriza por una formación de ruidos claramente reducida con respecto a la forma constructiva asimétrica conocida.

Del mismo modo, la forma constructiva simétrica del sistema de transmisión de energía se garantiza entonces también cuando, tal como se representa en la figura 2 en el ejemplo de una pieza 9 de núcleo de hierro móvil con forma de triángulo, los brazos 9a, 9b, 9c de la pieza 9 de núcleo de hierro móvil (y/o de una de las piezas de núcleo de hierro estacionarias) están configurados en forma de un triángulo equilátero con postes 9a', 9b', 9c' de soporte que parten de las esquinas de los brazos adyacentes en la dirección de los carriles 2 magnéticos ferromagnéticos. En este ejemplo, las espiras secundarias están dispuestas en los postes 9a', 9b', 9c' de soporte configurados con roldanas 7. Del mismo modo, las espiras primarias o secundarias pueden estar dispuestas también en los brazos. Principalmente, en el mismo dispositivo de transmisión de energía pueden estar combinadas entre sí piezas de núcleo de hierro configuradas con forma de estrella o de triángulo.

El dispositivo descrito anteriormente para la transmisión de energía inductiva se usa por ejemplo para recargar las baterías de un vehículo dotado de un accionamiento eléctrico o híbrido. El sistema primario están insertado en una superficie de aparcamiento o una vía, pudiendo estar una pluralidad de los segmentos de vía descritos anteriormente unos al lado de otros de manera magnéticamente aislada entre sí, para poder realizar una transmisión de energía también en el caso de un trayecto más largo y una respectiva alimentación con corriente del sistema primario. El sistema secundario está colocado de manera que puede hundirse debajo del vehículo que va a alimentarse con corriente y puede hundirse en los carriles magnéticos, ferromagnéticos insertados en la vía o superficie de aparcamiento, del sistema primario, tan pronto como el vehículo se mueva a lo largo de los segmentos de vía o se detenga encima de un segmento de vía. Solo se alimenta con corriente el respectivo segmento de vía, encima del cual se encuentra el vehículo en el estado detenido o precisamente en el movimiento.

La pieza 5 de núcleo de hierro móvil representada en la figura 2 no presenta en los postes 5a', 5b', 5c' de soporte, al

contrario que la representación en la figura 1, ninguna roldana, dado que esta se pone en el estado de reposo directamente en los postes de soporte de una pieza de núcleo de hierro estacionaria dispuesta en una vía o superficie de aparcamiento (individualmente y sin carriles magnéticos).

- 5 La alimentación de energía en el respectivo segmento de vía tiene lugar debido a una señal introducida al sistema secundario, que solo se reconoce en el sistema primario cuando existe un circuito magnético cerrado entre la pieza de núcleo de hierro estacionaria y la pieza de núcleo de hierro estacionaria móvil existe. Mediante las señales transmitidas por el sistema secundario al sistema primario se garantiza que solo se alimentan con corriente aquellas espiras del sistema primario, cuyas piezas 3 de núcleo de hierro estacionarias forman precisamente con la pieza 5 de núcleo de hierro móvil un circuito magnético cerrado. La alimentación con corriente dirigida de las bobinas primarias impide junto con el circuito magnético cerrado la formación de campos de dispersión con grandes inducciones de manera inadmisibles para las personas.
- 10

Lista de números de referencia

15

1	segmento de vía
2	carril magnético
3	pieza de núcleo de hierro estacionaria, con forma de estrella o de triángulo
3a, 3b, 3c	brazos estacionarios
3a', 3b', 3c'	postes de soporte estacionarios
4	espira primaria
5	pieza de núcleo de hierro móvil, con forma de estrella o de triángulo
5a, 5b, 5c	brazos móviles
5a', 5b', 5c'	postes de soporte móviles
6	espira secundaria
7	roldanas ferromagnéticas
8	entalladura
Z1, Z2, Z3	punto medio de 3 ó 5

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la transmisión de energía inductiva, en el que una vía comprende un sistema primario trifásico a partir de espiras (4) primarias colocadas en una pieza (3) de núcleo de hierro ferromagnética estacionaria y un objeto que rueda o que está en reposo sobre la vía comprende un sistema secundario trifásico que puede acoplarse de manera inductiva con el sistema primario a partir de espiras (6) secundarias colocadas en una pieza (5) de núcleo de hierro ferromagnética móvil, caracterizado por una forma constructiva magnéticamente simétrica con trayectorias de la misma longitud del flujo magnético a través de las espiras (4) primarias y las espiras (6) secundarias de las tres fases y de manera correspondiente una transmisión de potencia aproximadamente constante en el movimiento, en el que la pieza (3) de núcleo de hierro estacionaria y la pieza (5) de núcleo de hierro móvil están configuradas como triángulo equilátero o como estrella fijada como un triángulo equilátero con brazos (3a, 3b, 3c; 5a, 5b, 5c) que discurren con la misma longitud y el mismo ángulo entre sí y postes (3a', 3b', 3c'; 5a', 5b', 5c') de soporte que parten de sus extremos así como espiras (4) primarias o espiras (6) secundarias dispuestas a la misma distancia entre sí, estando conectadas piezas (3) de núcleo de hierro conmutadas eléctricamente en paralelo, dispuestas de manera distanciada una detrás de otra, en los respectivos postes (3a', 3b', 3c') de soporte a lo largo de carriles (2) magnéticos que discurren de manera paralela, sobre los que puede rodar o puede colocarse la pieza (5) de núcleo de hierro móvil con ayuda de roldanas (7) ferromagnéticas ubicadas en entalladuras (8) de los postes (5a', 5b', 5c') de soporte móviles.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque dos piezas (3) de núcleo de hierro estacionarias conmutadas eléctricamente en paralelo y dotadas de espiras (4) primarias forman en conexión con los carriles (2) magnéticos un segmento (1) de vía que puede conectarse a una fuente de tensión.
3. Dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado porque dos o más segmentos (1) de vía están dispuestos unos detrás de otros de manera magnéticamente aislada entre sí.
4. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque los carriles (2) magnéticos están incorporados en una vía y las piezas (3) de núcleo de hierro estacionarias y las espiras (4) primarias están dispuestas de manera subterránea.
5. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque los carriles (2) magnéticos o las roldanas (7) están revestidos con un material ferromagnético resistente, pero elástico.
6. Dispositivo para la transmisión de energía inductiva, en el que una vía comprende un sistema primario trifásico a partir de espiras (4) primarias colocadas en una pieza (3) de núcleo de hierro ferromagnética estacionaria y un objeto que puede rodar pero que está en reposo sobre la vía comprende un sistema secundario trifásico que puede acoplarse de manera inductiva con el sistema primario a partir de espiras (6) secundarias colocadas en una pieza (5) de núcleo de hierro ferromagnética móvil, caracterizado por una forma constructiva magnéticamente simétrica con trayectorias de la misma longitud del flujo magnético a través de las espiras (4) primarias y las espiras (6) secundarias de las tres fases y de manera correspondiente una transmisión de potencia aproximadamente constante, en el que la pieza (3) de núcleo de hierro estacionaria y la pieza (5) de núcleo de hierro móvil están configuradas como triángulo equilátero o como estrella fijada como un triángulo equilátero con brazos (3a, 3b, 3c; 5a, 5b, 5c) que discurren con la misma longitud y el mismo ángulo entre sí y postes (3a', 3b', 3c'; 5a', 5b', 5c') de soporte que parten de sus extremos así como espiras (4, 6) primarias o secundarias dispuestas a la misma distancia entre sí.
7. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 6, caracterizado porque las espiras (4) primarias y las espiras (6) secundarias están dispuestas en los postes (3a', 3b', 3c'; 5a', 5b', 5c') de soporte o en los brazos de las piezas de núcleo de hierro en forma de estrella a la misma distancia de su punto (Z1, Z2, Z3) medio o de manera centrada en los brazos de las piezas (3, 5) de núcleo de hierro en forma de triángulo.
8. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 6, caracterizado porque el objeto que puede rodar es un vehículo accionado eléctricamente total o parcialmente a través de acumuladores, en el que la pieza (5) de núcleo de hierro móvil desplazable horizontal y verticalmente con las roldanas (7) está dispuesta de manera que puede hundirse sobre los carriles (2) magnéticos o directamente sobre (3) la pieza de núcleo de hierro estacionaria, para recargar los acumuladores en un estado móvil o en reposo del vehículo, estando alimentadas con corriente las espiras (4) primarias del segmento de vía (1) solo en contacto con la pieza (5) de núcleo de hierro móvil.
9. Dispositivo según la reivindicación 8, caracterizado porque están previstos medios para la alimentación de una señal al sistema secundario y medios para el reconocimiento de estas señales en el sistema primario, pudiendo reconocerse la señal en el sistema primario solo cuando existe entre el sistema primario y secundario un circuito magnético cerrado.

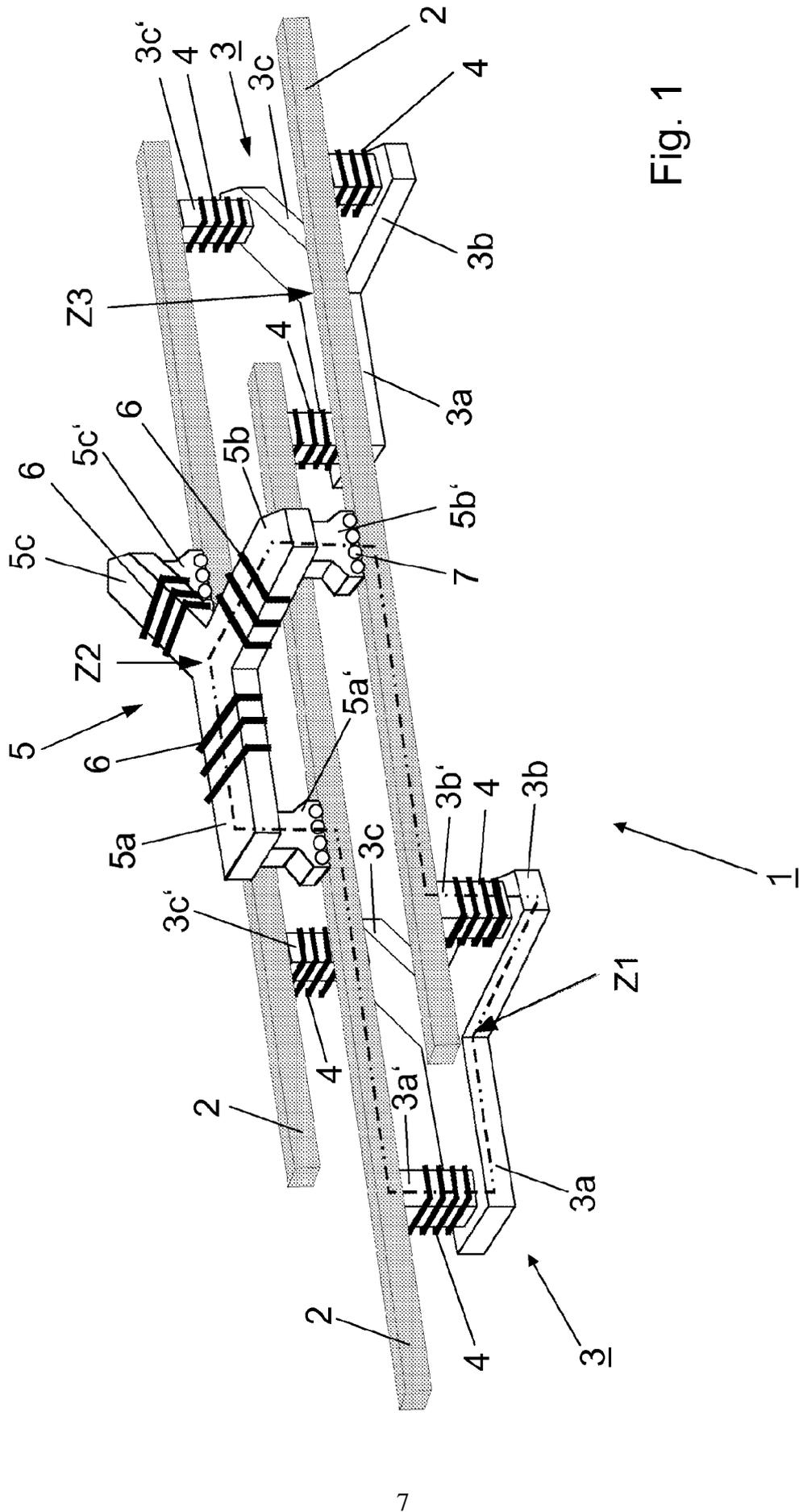


Fig. 1

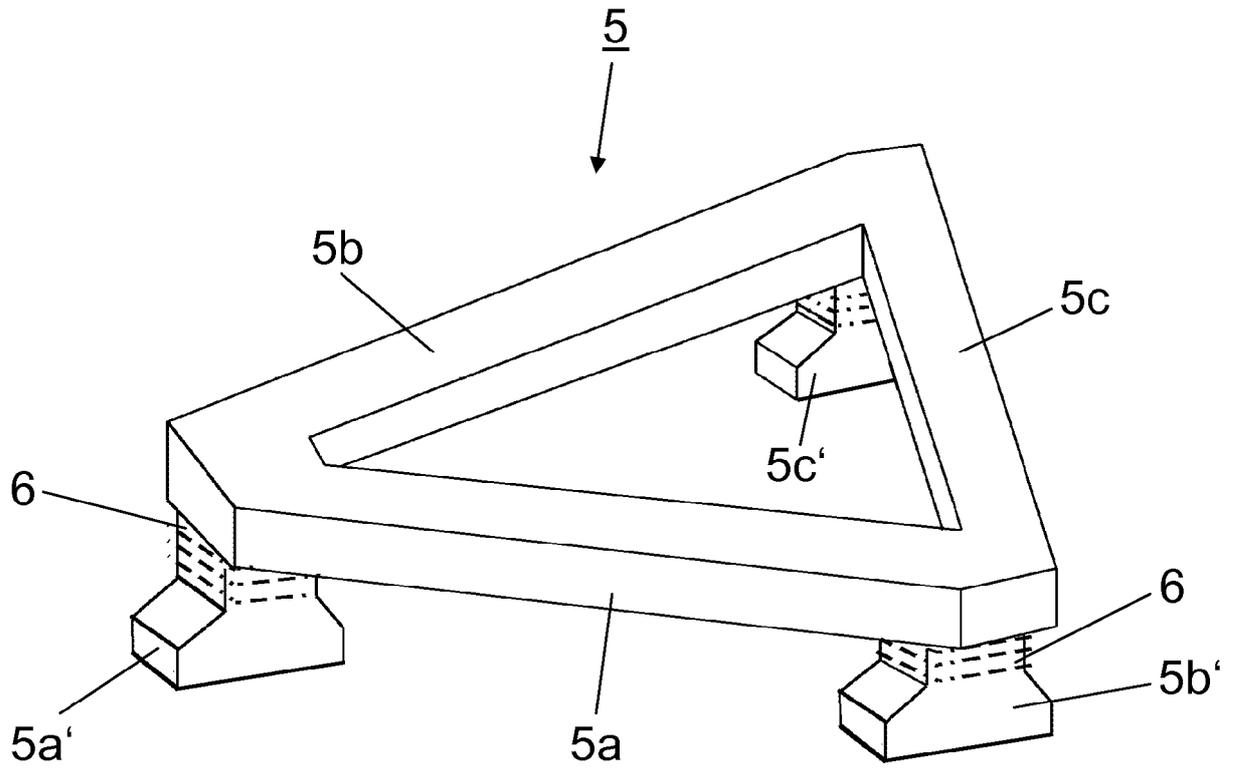


Fig. 2

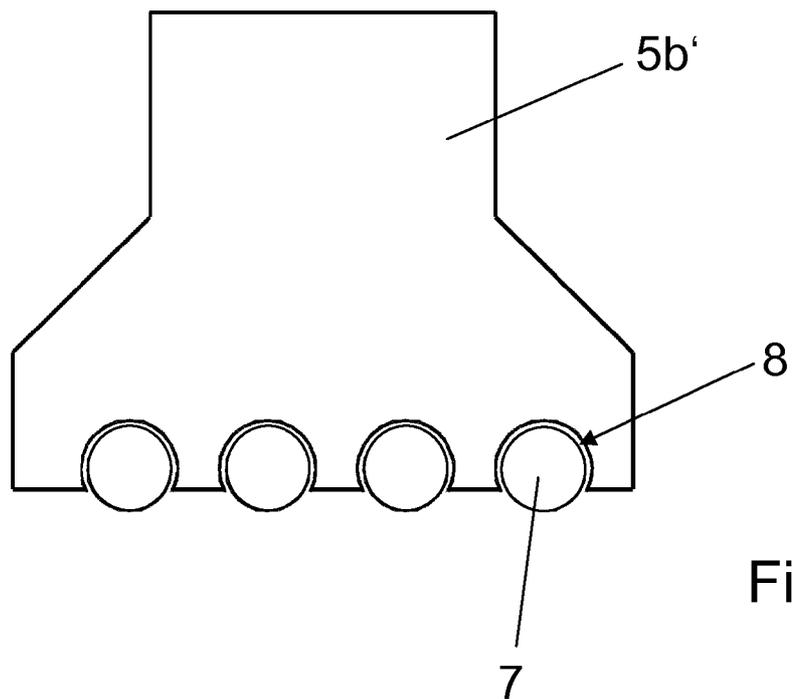


Fig. 3