



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 833**

51 Int. Cl.:
F16F 6/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07747551 .5**
96 Fecha de presentación : **05.07.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2047136**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.04.2009**

54 Título: **Resorte, conjunto de resortes, conjunto de un resorte y de un amortiguador así como un vehículo que comprenda un resorte.**

30 Prioridad: **05.07.2006 PCT/NL2006/000335**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.06.2011

73 Titular/es: **AB SKF
Hornsgatan 1
415 50 Göteborg, SE**

72 Inventor/es: **Encica, Laurentiu;
Paulides, Johannes Jacobus Hubertus;
Lomonova, Elena Andreevna;
Vandenput, André Jean Adolf y
Van Leeuwen, Bernie G.**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 360 833 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

Resorte, conjunto de resortes, conjunto de un resorte y de un amortiguador así como un vehículo que comprenda un resorte

5

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La invención se refiere un resorte y, más en particular, a un resorte en donde se utilizan imanes permanentes en una primera parte y material magnético blando en una segunda parte y cuyas partes presentan una carrera a lo largo de un eje longitudinal una respecto a la otra (véase por ejemplo, el documento FR-A-2.586.462 correspondiente al preámbulo de la reivindicación 1).

10

La invención se refiere, además, a un conjunto de resortes, a un conjunto de un resorte y de un amortiguador y a un vehículo que presenta una rueda y una suspensión de rueda, en donde está integrado un resorte según la invención.

15

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA ANTERIOR

El documento US-5.584.364 da a conocer una unidad magnética utilizada como un amortiguador de choques o nivelador de carga para un vehículo y que presenta una pluralidad de grupos de imanes permanentes dispuestos en una relación adosada.

20

El documento EP-A-0 391.066 da a conocer un sistema de resortes integrado que comprende un resorte convencional, un resorte magnético y un amortiguador. El resorte magnético presenta una parte interior y una parte exterior, provistas cada una de imanes permanentes, en donde las direcciones de los campos de las partes interior y exterior son opuestas, de modo que se obtenga una rigidez negativa del resorte lo que, en combinación con el resorte convencional, proporciona un sistema de resortes con una característica de resorte no lineal. La rigidez del resorte es pequeña alrededor de la posición alineada o neutra y es grande cuando el resorte se comprime más.

25

En ambos documentos US-5.584.364 y EP-A-0 391.066, la fuerza repulsiva entre dos imanes permanentes próximos, que estén orientados en sentidos opuestos, se utiliza para solicitar un efecto de resorte.

30

SUMARIO DE LA INVENCIÓN

Un objetivo de la invención es dar a conocer un resorte que comprende una primera parte con al menos un imán permanente con el que se puede proporcionar una gran fuerza del resorte como respuesta, es decir, un gran incremento o decremento en la fuerza con un desplazamiento relativo y en donde dicha respuesta de fuerza se puede ajustar con rapidez durante la operación del resorte, mientras que el volumen del resorte es relativamente pequeño.

35

Para conseguir dicho objetivo, la invención según se define en la reivindicación 1, da a conocer un resorte que comprende una primera parte y una segunda parte, siendo dichas dos partes desplazables entre sí a lo largo de un eje longitudinal, estando la primera parte provista de al menos un imán permanente y la segunda parte provista de al menos un diente de un material magnético blando que está situado frente a, al menos, un imán permanente, con una superficie enfrentada cuando la primera parte está en una posición alineada con respecto a la segunda parte, en donde el área total de la superficie enfrentada varía cuando la primera parte se desplaza con respecto a la segunda parte, estando la primera y/o la segunda parte provistas, además, de al menos un conjunto de devanados eléctricamente conductores que están conectados a una fuente de alimentación eléctrica con el fin de crear un campo magnético para influir sobre la característica de fuerza-desplazamiento del resorte.

45

Dicho resorte utiliza la, así denominada, reluctancia, fuerza de retenida para solicitar la fuerza del resorte. La fuerza de reluctancia es una manifestación del hecho de que el campo magnético generado por los imanes permanentes prefiere extenderse a través de un trayecto que presenta una permeabilidad máxima. Cuando, por ejemplo, la primera parte sale de la posición alineada relativa a la segunda parte, los imanes permanentes se desalinean con sus dientes correspondientes. En consecuencia, disminuye el área total de las superficies de los imanes permanentes situada frente a las superficies de los dientes y con ello, el área a través de la cual pasa el campo magnético. El campo magnético es ahora forzado a extenderse a través de un trayecto fuera de los dientes que presenta una más baja permeabilidad. Como resultado, la reluctancia o fuerza de retenida solicita a la primera parte y a la segunda parte, de nuevo, a una posición en donde se hace máxima el área de las superficies enfrentadas.

55

Puesto que la reluctancia, o la fuerza de retenida, es una fuerza de magnitud importante, se puede obtener una gran fuerza del resorte dentro de una envolvente de volumen relativamente pequeña. Además, según se describió con anterioridad, un resorte magnético presenta un comportamiento de fuerza del resorte aproximadamente lineal, es decir, una rigidez de resorte constante, incluso en la proximidad alrededor de la posición alineada, o neutra, de las dos partes del resorte. En los resortes mecánicos convencionales, el comportamiento lineal de la fuerza del resorte sólo se observa en los resortes de compresión parcialmente comprimidos o en los resortes de tracción parcialmente extendidos.

65

El resorte, según la invención, proporciona una fuerza en dos direcciones, es decir, el resorte presenta una característica de fuerza-desplazamiento en el primero y tercer cuadrantes de un diagrama de fuerza-desplazamiento. Por lo tanto, la dirección a lo largo del eje longitudinal en donde la primera parte se desalinea con respecto a la segunda parte, es teóricamente poco importante: las fuerzas de reluctancia solicitarán a las dos partes, de nuevo, a una posición alineada sin importar en qué dirección estaba en el desplazamiento inicial. En la práctica, si embargo, es probable que se realicen elecciones de realización que rompan la simetría inherente a una configuración simple.

Un conjunto de devanados eléctricamente conductores, provistos en una parte del resorte y conectados a una fuente de alimentación, se utiliza para crear un campo magnético, cuya magnitud se puede variar, en cualquier momento, ajustando la intensidad de la corriente a través de los devanados. En una forma de realización preferida, los devanados son prácticamente coaxiales. Los devanados provistos en la segunda parte del resorte interactúan con los imanes provistos en la primera parte y viceversa. El campo magnético de los devanados se puede dirigir, en una interacción inmediata, con los imanes permanentes, o en interacción con los imanes permanentes a través de un material magnético blando intermedio. En este último caso, el material magnético blando puede proporcionar un trayecto de alta permeabilidad al mismo tiempo que se refuerza el campo magnético. De una u otra forma, la interacción entre el campo magnético de los devanados provistos de una parte y los imanes provistos en la otra parte, influye sobre la respuesta de fuerza del resorte y de este modo, permite que se ajuste su característica de fuerza-desplazamiento durante la operación.

En una forma de realización de la invención, un eje prácticamente común de al menos un conjunto de devanados se extiende en una dirección casi paralela al eje longitudinal del resorte. En una forma de realización preferida, al menos un imán permanente, provisto en la primera parte, está situado con respecto a los devanados de modo que el imán se desplace a lo largo de los devanados cuando la primera parte salga de la posición alineada con respecto a la segunda parte.

La colocación de los devanados, según se describe, garantiza una interacción apropiada entre los devanados y al menos un imán permanente, es decir, entre la segunda y la primera parte del resorte, respectivamente, durante la operación del resorte. La magnitud de las fuerzas de interacción depende de la magnitud de al menos un imán permanente, del diseño de los dientes y de la intensidad y otras características de la corriente que circula a través de los devanados. Cualquier corriente que circule a través de los devanados es, preferentemente, corriente continua (CC) o corriente alterna rectificadas o no rectificadas (CA) con o sin una compensación con el fin de mantener un campo magnético constante. No obstante, la corriente, en particular su intensidad, puede cambiar para modificar la magnitud de las fuerzas de interacción ajustando, de este modo, el comportamiento del resorte. Los cambios en la corriente se pueden aplicar, en cualquier momento, durante la operación del resorte. De hecho, es la aplicación de los cambios, durante la operación del resorte, la que proporciona al resorte su comportamiento dinámico ventajoso.

Según se indicó anteriormente, el comportamiento de dicho resorte se puede modificar cambiando la corriente que circula a través de los devanados. En la Figura 1 se representa, de forma esquemática, la característica de fuerza-desplazamiento de dicho resorte para diversas corrientes. En la Figura 1, se representa el primer cuadrante de un diagrama de fuerza-desplazamiento, estando la fuerza del resorte F trazada con respecto al desplazamiento relativo d de las dos partes del resorte. La línea recta, etiquetada como A, indica la característica de resorte aproximadamente lineal en caso de que los devanados no transporten ninguna corriente, es decir, el resorte es pasivo. El margen de respuesta de fuerza del resorte se puede variar aplicando una corriente constante o una corriente variable con o sin una componente de corriente continua, con un pequeño rizado para los devanados. En función de la dirección de la corriente que circula a través de los devanados, la relación de fuerza-desplazamiento adoptará la forma de la curva B1 o de la curva B2. Las curvas B1 y B2, así obtenidas, se han encontrado que no son rectas, sino curvilíneas. Esto tiene varias repercusiones. Ante todo, la constante del resorte, es decir, la pendiente de la gráfica, ya no es constante a través del dominio del desplazamiento relativo del resorte. En segundo lugar, puesto que las zonas rayadas, en la representación gráfica, son abarcadas por las curvas B1 o B2, el área operativa no alcanza el objetivo de proporcionar un comportamiento del resorte, dinámico y controlable, alrededor de los extremos del dominio de desplazamientos relativos.

Para resolver este problema, según una forma de realización de la invención, al menos un conjunto de devanados comprende varios subconjuntos de devanados, estando cada subconjunto constituido por devanados adyacentes, con los subconjuntos situados en diferentes posiciones longitudinales a lo largo de la primera o la segunda parte, en donde al menos un parámetro de una corriente que circula a través de los devanados de dicho subconjunto, tal como la dirección o la intensidad de la corriente, es regulable por un control de la fuente de alimentación eléctrica en tanto que sea diferente de un parámetro correspondiente de una corriente que circula a través de otro de dichos subconjuntos.

Con dicha forma de realización, se obtiene una propiedad de controlabilidad incluso alrededor de los extremos del dominio de los desplazamientos relativos.

En otra forma de realización, el control de la fuente de alimentación eléctrica puede hacer que al menos dos subconjuntos transporten corrientes iguales pero de sentido opuesto. Como resultado, las curvas que vinculan el área operativa del resorte pueden adoptar la forma de líneas prácticamente rectas, similares a las curvas C1 y C2 representadas en la Figura 1. De este modo, en una forma de realización preferida, el uso de dos subconjuntos de devanados que transportan corrientes de sentido opuesto permite la ampliación del área operativa del resorte, según se indica con las zonas rayadas, representadas en la Figura 1, en tanto que se mantiene aproximadamente invariable la constante del resorte.

En una forma de realización de la invención, una combinación de devanados que constituyen uno de dichos subconjuntos de devanados es variable durante la operación del resorte.

Para mejorar la controlabilidad del comportamiento del resorte y, de este modo, la característica de fuerza-desplazamiento del resorte, la combinación de devanados que constituyen los subconjuntos de devanados puede ser variable durante la operación del resorte.

La variabilidad se puede obtener en una forma de realización en la que varios devanados adyacentes de dicho conjunto de devanados constituyen una bobina, incluyendo dicho subconjunto de devanados varias de dichas bobinas. En dicha forma de realización, el control de la fuente de alimentación eléctrica puede comprender un conjunto de conmutación, estando cada conmutador conectado a una bobina, estando, a su vez, dicha bobina conectada a dicha fuente de alimentación a través de dicho conmutador, de modo que, en una primera posición del conmutador, la corriente circule a través de la bobina en un primer sentido y, en una segunda posición del conmutador, la corriente circule a través de la bobina en un segundo sentido opuesto al primero. El control de la fuente de alimentación, que controla los conmutadores, determina, a continuación, si una corriente circula, o no, a través de una determinada bobina y si es así, en qué sentido lo hace. En dicha configuración, un subconjunto puede comprender múltiples bobinas adyacentes que comparten las mismas características de la corriente. Si así se desea, el control de la fuente de alimentación puede decidir instantáneamente desactivar una bobina o hacerla parte de otro subconjunto que comparte otras características de la corriente modificando el estado operativo del conmutador.

Según otra forma de realización de la invención, el resorte comprende un dispositivo detector de desplazamientos para proporcionar información sobre la distancia a través de la cual se desplaza la primera parte con respecto a la segunda parte, en comparación con una posición de referencia, estando dicho dispositivo detector de desplazamientos configurado para cooperar con un control de la fuente de alimentación eléctrica.

En una forma de realización preferida, el control de la fuente de alimentación eléctrica está configurado para cooperar con el dispositivo detector de desplazamientos para regular las corrientes, incluyendo su sentido, a través de dichos diferentes subconjuntos de devanados en función del desplazamiento relativo de la primera y de la segunda partes.

Para controlar, de forma óptima, las corrientes que circulan a través de los devanados del resorte, es deseable que la información sobre el desplazamiento relativo actual de las dos partes del resorte esté disponible para el control de la fuente de alimentación eléctrica.

En una forma de realización de la invención, el control de la fuente de alimentación eléctrica garantiza que una corriente circule a través de un subconjunto de dicho conjunto de devanados, cuyo subconjunto está constituido por devanados que están situados directamente frente al imán permanente, se dirija en un primer sentido y que la corriente que circula a través de los restantes devanados se dirija en un segundo sentido opuesto al primero.

Pruebas realizadas han demostrado que, en particular, con dicha forma de realización, las curvas que vinculan el área operativa del resorte pueden adoptar la forma de líneas prácticamente rectas, similares a las curvas C1 y C2 representadas en la Figura 1 y de este modo, permite la ampliación del área operativa del resorte en tanto que mantiene una constante del resorte realmente constante.

La información sobre las posiciones relativas de las dos partes puede, por ejemplo, recogerse mediante sensores de posición mecánicos, eléctricos u ópticos.

Según otra forma de realización de la invención, el control de la fuente de alimentación eléctrica presenta una entrada para un sensor de carga para proporcionar información sobre la fuerza que se aplica al resorte. Preferentemente, el control de la fuente de alimentación eléctrica está configurado para cooperar con el sensor de carga para regular las corrientes, incluyendo su sentido, a través de dichos diferentes subconjuntos de devanados.

Para controlar, de forma óptima, las corrientes que circulan a través de los devanados del resorte, es deseable que la información sobre la fuerza que se aplica al resorte esté rápidamente disponible para el control de la fuente de alimentación eléctrica. Un cambio brusco en la forma aplicada al resorte puede, por ejemplo, exigir una reacción de deriva del control de la fuente de alimentación en la forma de un aumento de intensidad de la corriente con el fin de evitar que el muelle sea comprimido de forma brusca. La información sobre la fuerza aplicada puede, por ejemplo,

recogerse utilizando células de carga comercialmente disponibles o sensores de fuerza de carga en el rodamiento de una rueda soportada por el resorte. Sin embargo, también es factible una forma de realización en la que la célula de carga sea parte del resorte.

5 Según otra forma de realización de la invención el área total de superficie enfrentada es máxima cuando la primera parte está en la posición alineada relativa a la segunda parte y disminuye cuando la primera parte queda desalineada con respecto a la segunda parte.

10 En la posición alineada, los imanes permanentes quedan directamente frente a sus dientes correspondientes. Por lo tanto, aparte de los efectos causados por las corrientes que circulan a través de los devanados u otros dispositivos de generación de fuerza del resorte, tales como resortes convencionales adicionales y/o imanes permanentes adicionales en la segunda parte, la fuerza del resorte causada por las fuerzas de reluctancia serán las más pequeñas. Cuando las dos partes del resorte quedan desalineadas entre sí y disminuye el área total de la superficie enfrentada, aumenta la fuerza del resorte causada por las fuerzas de reluctancia.

15 Los dientes, en la segunda parte del resorte, están preferentemente interconectados por medio de una base de material magnético blando. Además, los imanes permanentes montados en la primera parte están preferentemente montados sobre una base de material magnético blando. De esta manera, se forma un trayecto cerrado, que es muy permeable al campo magnético, para los fines de obtener un campo magnético cerrado que se extienda a través de dos dientes próximos a través de la base de la segunda parte, los imanes permanentes y la base de la primera parte. La fuerza de detención o reluctancia, solicitada en dicha construcción, cuando las dos partes del resorte quedan desalineadas entre sí es de gran magnitud puesto que el régimen de cambio de la permeabilidad con la posición y la necesidad del campo magnético son también grandes.

20 Además, la invención da a conocer un conjunto de un resorte según cualquiera de las formas de realización precedentes y un resorte convencional para formar un conjunto de resortes.

25 Un resorte, según la presente invención se puede conectar a un resorte convencional, tal como un resorte helicoidal o un resorte de gas, en paralelo o en serie.

30 Colocando los dos resortes en paralelo se obtiene una carga reducida por resorte, al mismo tiempo que se preserva la misma longitud de carrera del resorte según la invención. Disponiendo los dos resortes en serie se obtiene la misma fuerza en ambos resortes, en todo momento, mientras que disminuye la longitud de carrera del resorte según la invención.

35 La invención da a conocer, además, un conjunto de un resorte o un conjunto de resortes, según la invención, y un dispositivo amortiguador, estando el resorte o el conjunto de resortes y el dispositivo amortiguador conectados en paralelo. El dispositivo amortiguador puede ser un dispositivo separado del resorte o puede estar integrado en el resorte.

40 La invención da a conocer, además, un vehículo provisto de, al menos, una rueda y una suspensión, mediante la cual la rueda se une a un bastidor del vehículo, comprendiendo la suspensión al menos un resorte o un conjunto de resortes, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes. Puesto que el resorte es del tipo activo, es decir, comprende una bobina que está controlada por un dispositivo de control para influir sobre la característica del resorte, se puede obtener una suspensión activa con un muy corto tiempo de respuesta, en tanto que el resorte sea bastante simple y robusto, desde un punto de vista constructivo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 La Figura 1 representa el primer cuadrante de un diagrama esquemático de fuerza-desplazamiento de un resorte según la invención.

55 La Figura 2 representa una sección transversal esquemática de una primera forma de realización del resorte.

La Figura 3A representa una sección transversal esquemática de una segunda forma de realización del resorte.

60 La Figura 3B representa, de forma esquemática, un conjunto de conmutación.

La Figura 4 representa, de forma esquemática, un vehículo con una rueda y una suspensión de rueda.

65 La Figura 5 representa, de forma esquemática, dos ruedas de un vehículo con una barra estabilizadora y una forma de realización del resorte según la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 ya se ha descrito antes con detalle.

5 La forma de realización de la Figura 2 ilustra un resorte que presenta una primera parte 1 y una segunda parte 2 que se pueden desplazar entre sí a lo largo de un eje longitudinal L. En esta forma de realización, la primera parte 1 es una unidad motriz y la segunda parte 2 es un estator. La unidad motriz está conducida en una guía que puede estar provista de cojinetes en una forma conocida en esta técnica. Los cojinetes pueden ser de varios tipos, tales como de cojinetes de bolas o cojinetes de soporte de rodillos, cojinetes magnéticos, cojinetes de fluidos, cojinetes deslizantes o rodamientos similares. Entre la primera parte 1 y la segunda parte 2, existe un entrehierro 3. La primera parte 1 está provista de imanes permanentes 4, 4' de un material magnético duro. En esta forma de realización, los imanes permanentes 4, 4' están montados sobre una base 6 de material magnético blando. La segunda parte 2 comprende y se fabrica completamente de material magnético blando. La segunda parte 2 está provista de dos dientes 5, 5', contruidos de un material magnético blando, situado cada uno frente a un imán permanente 4, 4' con una superficie enfrentada 5a, 5a' cuando la primera parte 1 está en una posición alineada en relación con la segunda parte 2. Las superficies de enfrentadas 5a, 5a' de cada diente 5, 5' están dirigidas hacia una superficie enfrentada o polo 4a, 4a' de los correspondientes imanes permanentes 4, 4'. Los imanes permanentes próximos 4, 4' presentan, preferentemente, una dirección magnética opuesta. En la Figura 2, la dirección magnética de cada imán 4, 4' está indicada por una flecha en el imán 4, 4'. El polo norte de los imanes 4, 4' está indicado por N y el polo sur se indica por S. El entrehierro 3 se extiende entre los dos dientes 5, 5' y los correspondientes imanes permanentes 4, 4'. Cuando la primera parte 1 sale de la posición alineada hacia una posición no alineada en relación con la segunda parte 2 a lo largo del eje longitudinal L, varía el área total de las superficies enfrentadas. En la forma de realización ilustrada en la Figura 2, el área total de las superficies enfrentadas es máxima cuando la primera parte 1 está en la posición alineada con respecto a la segunda parte 2 y disminuye cuando la primera parte 1 sale de la posición alineada con respecto a la segunda parte 2 a lo largo del eje longitudinal L.

Cuando la primera parte 1 sale de la posición alineada con respecto a la segunda parte 2, las dos partes 1, 2 serán solicitadas, de nuevo, hacia la posición alineada debido a una reluctancia o fuerza de retenida, que, de este modo, proporciona una fuerza del resorte en una dirección paralela al eje longitudinal L. Para una determinada envolvente de volumen del resorte, la reluctancia o la fuerza de retenida proporciona una característica de fuerza del resorte relativamente alta. El resorte presenta la característica especial que incorpora, a la vez, una característica de resorte de compresión y una característica de resorte de tracción. Dicho de otro modo, en un diagrama de fuerza-desplazamiento, el resorte actúa en el primero y en el tercer cuadrante, en donde la característica de fuerza-desplazamiento del resorte, alrededor de la posición alineada, es lineal en una buena aproximación.

La segunda parte 2 está provista de, y parcialmente rodeada por, una bobina 7, que está conectada a una fuente de alimentación eléctrica variable 8. La fuente de alimentación está regulada por un control 9. La bobina 7 genera un campo magnético de bobina CMF cuando una corriente circula a través de los devanados de la bobina. El campo magnético de la bobina puede presentar la misma dirección que el campo magnético PMF generado por los imanes permanentes 4, 4'. Si es así, la fuerza del resorte aumenta en relación con la configuración pasiva, es decir, ninguna corriente circula a través de los devanados de la bobina. Por el contrario, el campo magnético de la bobina puede presentar una dirección opuesta a la dirección del campo magnético PMF generado por los imanes permanentes 4, 4'. En ese caso, la fuerza del resorte se disminuye en relación con la configuración pasiva. La dirección del campo magnético de la bobina CMF se determina por la dirección de la corriente que circula a través los devanados de la bobina. La densidad del campo magnético de la bobina viene determinada por la intensidad de la corriente en la bobina.

El dispositivo de control 9 está adaptado para controlar continuamente la intensidad de la corriente en la bobina 7 y variarla si así se desea, controlando, de este modo, la fuerza del resorte. En lugar de una característica única, en el diagrama de fuerza-desplazamiento, se obtendría para un resorte pasivo (es decir, no provisto de una bobina), una área de fuerza de resorte completa, en el primero y en el tercer cuadrante del diagrama, referente a un solo resorte. En cualquier momento, en cualquier posición de desplazamiento, la fuerza del resorte ejercida por el resorte se puede ajustar instantáneamente variando la corriente en la bobina 7. Esta operación se puede efectuar con gran rapidez sin prácticamente ningún tiempo de respuesta. De este modo, se obtiene un resorte activo.

Desde un punto de vista constructivo, es preferible que la bobina esté integrada en la parte estacionaria del resorte, en este caso, el estator 2. Sin embargo, la invención cubre, además, las formas de realización en las que la bobina está integrada en la parte desplazable del resorte, en este caso la unidad motriz 1.

La Figura 3A representa una sección transversal esquemática de una segunda forma de realización de un resorte según la invención. El resorte presenta una simetría rotacional alrededor del eje longitudinal M. Una primera parte 11 del resorte está provista de imanes permanentes 14, 14'. Una segunda parte 12 presenta una parte interior 12a y una parte exterior 12b creando, de este modo, dos entrehierros entre la primera parte 11 y la segunda parte 12. La parte exterior 12b de la segunda parte del resorte está provista de dientes 15, 15'. La parte interior 12a de la segunda parte 12 está provista de dientes 15b, 15b'. La segunda parte 12 está también provista de imanes permanentes 16, 16', dos conjuntos de devanados eléctricamente conductores 17, 17' y un tope amortiguador 20.

Las flechas, en el interior de los imanes permanentes 14, 14', 16, 16' indican las direcciones de los campos magnéticos, que apuntan desde sur a norte, aunque la polaridad de todos los imanes permanentes se puede invertir sin consecuencias funcionales en tanto que se mantenga la polaridad relativa entre cualesquiera dos imanes.

5 Para aumentar la fuerza del resorte que se puede ejercer por el resorte, múltiples dientes 15a, 15a', 15b, 15b' están provistos en la segunda parte 12 a lo largo del eje longitudinal, en donde cada diente corresponde a un imán permanente 14, 14' provisto en la primera parte 11. En la posición alineada (no representada), un diente 15a, 15a', 15b, 15b' queda situado inmediatamente frente a su imán permanente correspondiente 14, 14' respectivamente, con lo que se hace mínimas las fuerzas de reluctancia. Será evidente que el resorte puede estar provisto de un número
10 arbitrario de combinaciones de dientes-imanen permanentes, con un mínimo de una.

Los dientes 15a, 15a', 15b, 15b' no tienen formas de bloque como los dientes 5, 5' representados en la Figura 2, sino que están inclinados. En general, el cambio del perfil de la superficie de los dientes influye sobre la característica de fuerza-desplazamiento del resorte y permite personalizar su característica. Los dientes pueden presentar cualquier
15 forma requerida; por ejemplo, pueden adoptar la forma de bloque, inclinada, en diente de sierra o seguir una curva convexa o cóncava.

Para aumentar, todavía más, la fuerza del resorte que se puede ejercer por el resorte, la segunda parte 12 está provista de imanes permanentes 16, 16'. Los imanes permanentes 16 y 16' están situados próximos a los dientes 15b y 15b', respectivamente y están orientados de modo que sus campos magnéticos aumenten cada vez más en oposición a los respectivos campos de los imanes permanentes 14 y 14' provistos en la primera parte 11, a medida que la primera parte 11 sale de la posición alineada con respecto a la segunda parte 12 en la dirección de carrera. Los imanes permanentes 16, 16' pueden servir, además, para proporcionar una característica de fuerza-desplazamiento en un diagrama de fuerza-desplazamiento, en donde un aumento brusco en la fuerza se produce
20 directamente alrededor de la zona de desplazamiento cero, de modo que la característica de fuerza/desplazamiento parezca compensarse verticalmente en el diagrama. En una forma de realización alternativa, los imanes permanentes 16, 16' se pueden sustituir por bobinas o conjuntos ordenados de bobinas, que se pueden conectar a una fuente de alimentación eléctrica para formar electroimanes, de modo que la intensidad magnética y/o la posición efectiva de los imanes se pueda ajustar durante la operación del resorte.
25

La forma de realización del resorte, ilustrada en la Figura 3A, muestra dos conjuntos de devanados eléctricamente conductores 17, 17', comprendiendo cada conjunto varias bobinas 17a, 17a', 17b, 17b', etc., en este caso diecisiete. Los devanados de las bobinas 17a, 17a', 17b, 17b', etc. rodean, en parte, a una zona interior de la segunda parte 12 del resorte. La Figura 3B es una ilustración esquemática de cómo las bobinas de un conjunto 17, 17' están
30 conectadas a una fuente de alimentación eléctrica 18 variable, por intermedio de un conjunto de conmutación 21, estando los conmutadores del conjunto de conmutación 21 controlados por un dispositivo de control de la fuente de alimentación eléctrica 19, que, además, controla la fuente de alimentación 18 propiamente dicha. A continuación se volverá a hacer referencia a la Figura 3B.
35

La segunda parte 12 del resorte se fabrica, en gran medida, de un material magnético blando: mientras que los dientes 15a, 15a', 15b, 15b', las zonas no permanentemente magnéticas de la segunda parte que conectan los dientes 15, 15', y la parte interior de la segunda parte 12 alrededor de la cual se colocan las bobinas, se fabrican de un material magnético blando. El material magnético blando aumenta las fuerzas de interacción dentro del resorte y proporciona una más alta respuesta de fuerzas.
40

Las zonas no permanentemente magnéticas de la primera parte 11 que conectan los imanes permanentes 14, 14' se fabrican también de un material magnético blando, por los mismos motivos.
45

En la posición alineada, los dientes 15a, 15a', 15b, 15b' provistos en la segunda parte 12 se sitúan inmediatamente frente a sus correspondientes imanes permanentes 14, 14', provistos en la primera parte 11, con sus superficies enfrentadas. Cuando la primera parte 11 sale de la posición alineada relativa a la segunda parte 12, disminuye el área total de la superficie enfrentada, es decir, el área total de las superficies de los dientes situada directamente enfrente de las superficies de sus correspondientes imanes permanentes. En la Figura 3A, el área total de la superficie enfrentada ha disminuido a casi la mitad de su valor en la posición alineada.
50

Cuando la primera parte 11 se desalinea con respecto a la segunda parte 12, se solicitan varias, más o menos, fuerzas identificables, por separado, que actúan entre las dos partes de resorte, contribuyendo todas ellas a la fuerza del resorte total. Una primera contribución de fuerza se realiza por las fuerzas de reluctancia o de retenida, solicitadas como una consecuencia directa de la circunstancia de que disminuye el área total de las superficies de los dientes que quedan inmediatamente frente a las superficies de sus imanes permanentes correspondientes. Una segunda contribución de fuerzas se realiza por fuerzas repulsivas, que actúan entre los imanes permanentes 14, 14' provistos en la primera parte y los imanes permanentes 16, 16' respectivamente provistas en la segunda parte. Una tercera contribución a la fuerza del resorte total se realiza mediante las fuerzas de interacción entre los devanados que transportan corriente de las bobinas 17a, 17b, 17a', 17b', etc. provistos en la segunda parte 12 y los imanes permanentes 14, 14' provistos en la primera parte 11.
55
60
65

Los campos magnéticos generados por las bobinas 17a, 17b, 17a', 17b', etc. son variables puesto que dichas bobinas están conectadas a fuente de alimentación eléctrica variable 18 mediante un conjunto de conmutación 21, estando controlados los conmutadores del conjunto de conmutación 21 por un dispositivo de control de fuente de alimentación eléctrica 19, que puede controlar, además, la propia fuente de alimentación 18. En consecuencia, las contribuciones de fuerzas que implican, directa o indirectamente, los campos magnéticos generados por las bobinas 17a, 17b, 17a', 17b' etc., son también variables.

En la Figura 3B se ilustra que el dispositivo de control de la fuente de alimentación 19 ha agrupado las bobinas de cada conjunto 17, 17' en dos subconjuntos. Las corrientes, a través de los dos subconjuntos circulan en sentidos opuestos, lo que causa que se genere dos campos magnéticos orientados en sentidos opuestos. Puesto que el dispositivo de control de la fuente de alimentación 19 está conectado a un sensor de posición 22, que proporciona al dispositivo de control de la fuente de alimentación 19 información sobre las posiciones relativas de las partes 11 y 12, será capaz de garantizar que una corriente a través de un grupo de bobinas 17a", 17b", etc. situado directamente frente a un imán permanente que pasa, es decir, un primer subconjunto, circule en un primer sentido y que la corriente a través de las bobinas restantes, es decir, un segundo subconjunto, circule en un segundo sentido opuesto. Para dicha configuración, la posición representada en la Figura 3A, por ejemplo, corresponde aproximadamente a la situación representada en Figura 3B.

En una forma de realización alternativa, no representada en las figuras, al menos un conjunto de devanados constituye una bobina, en donde los devanados de la bobina están en contacto deslizante con un contacto eléctrico, que se puede conectar a una fuente de alimentación eléctrica, de modo que la dirección de la corriente, a través de un subconjunto de devanados, en un lado del contacto, es opuesta a la dirección de una corriente a través del subconjunto de devanados, en el otro lado del contacto. Los extremos libres de la bobina se pueden conectar a masa y el contacto se puede conectar a una fuente de corriente continua (DC) que presenta un potencial eléctrico por encima de la masa eléctrica, cuyo potencial eléctrico puede ser variable. Dicha conexión da lugar a corrientes opuestas en las dos partes de la bobina.

La Figura 4 representa, de forma esquemática, un vehículo V con una rueda W y una suspensión de rueda T. La suspensión de rueda está provista de un resorte S según la invención. Más en particular, la suspensión está provista de un conjunto 30, que comprende un resorte S según la invención y un amortiguador 31. Aunque se ilustre por separado, el amortiguador 31 se puede integrar en el resorte S. Cuando el resorte S es del tipo activo según se describió anteriormente, la característica del resorte se puede adaptar a las circunstancias de conducción del vehículo V. Por ejemplo, se puede contrarrestar el balanceo en curvas y además, se puede contrarrestar el subviraje del vehículo durante el frenado, así como la característica de fuerza-desplazamiento del resorte se puede adaptar al tipo de carretera, la velocidad y/o la forma de conducir, p.e. deportiva o relajada y confortable. Todas estas variaciones se pueden realizar instantáneamente sin prácticamente ningún tiempo de respuesta por medio del control 19 que controla el nivel de intensidad de la corriente y la dirección de la corriente en las bobinas 17a, 17a', 17b, 17b' etc. del resorte S.

La Figura 5 representa, de forma esquemática, una forma de realización de un vehículo V provisto de una primera y de una segunda rueda W1, W2 y una barra estabilizadora 32. El vehículo comprende un resorte de barra estabilizadora 33 que es una forma de realización de un resorte según la invención y que está conectado en serie con la barra estabilizadora 32 entre las primeras y las segundas ruedas W1, W2. Además, un amortiguador 34 y un resorte convencional 35 o un resorte adicional, según una forma de realización de la invención, se pueden proporcionar para suspensión de cada rueda W1, W2. En particular, cuando el resorte de la barra estabilizadora 33 es del tipo activo, el comportamiento en la rodadura del vehículo se pueden adaptar cuando así se desee, p.e. dependiendo del tipo de carretera, la velocidad y/o la forma de conducir, p.e. deportiva o relajada y confortable. Todas estas variaciones se pueden realizar instantáneamente sin prácticamente ningún tiempo de respuesta. Es evidente que la invención no está limitada a las formas de realización anteriormente descritas. Asimismo, son factibles combinaciones de las diversas formas de realización en tanto que permanezcan dentro del alcance de protección de la presente invención, según se definen por las reivindicaciones adjuntas, por ejemplo, un resorte multi-entrehierro, que presenta más de dos dientes en cada espacio de separación y que dispone de bobinas entre los dientes próximos para crear un campo magnético de la bobina.

Reivindicaciones

1. Un resorte que comprende una primera parte (1) y una segunda parte (2), siendo dichas dos partes móviles una respecto a la otra, a lo largo de un eje longitudinal, estando la primera parte provista de al menos un imán permanente (4, 4'), estando la segunda parte provista de al menos un diente (5, 5') de un material magnético blando, que está situado frente a, al menos, un imán permanente con una superficie enfrentada (5a, 5a') cuando la primera parte está en una posición alineada con respecto a la segunda parte, la primera parte y/o la segunda parte provistas de al menos un conjunto de devanados eléctricamente conductores (7) que están conectados a una fuente de alimentación eléctrica (8) con el fin de crear un campo magnético para influir sobre la característica de fuerza-desplazamiento del resorte, caracterizado porque el área total de la superficie enfrentada varía a medida que la primera parte se desplaza en relación con la segunda parte y porque dicha segunda parte está provista de al menos un diente de material magnético blando.
2. Un resorte según la reivindicación 1, en donde un eje substancialmente común del, al menos, un conjunto de devanados se extiende en una dirección prácticamente paralela al eje longitudinal del resorte.
3. Resorte según la reivindicación 1 o 2, en donde dicho imán permanente previsto en la primera parte está situado, en relación con al menos un conjunto de devanados, de modo que el imán permanente se desplace a lo largo de dicho conjunto de devanados previsto en la segunda parte, cuando la primera parte salga de la posición alineada relativa a la segunda parte.
4. Resorte según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde al menos un conjunto de devanados comprende varios subconjuntos de devanados, estando cada subconjunto constituido por devanados adyacentes, estando estos subconjuntos situados en diferentes posiciones longitudinales a lo largo de la longitud de la primera o de la segunda parte, en donde al menos un parámetro de una corriente, que circula a través de los devanados de uno de dichos subconjuntos, tal como la dirección o la intensidad de la corriente, sea susceptible de control por un regulador de la alimentación eléctrica (9), de modo que sea diferente de un parámetro correspondiente de una corriente que circula a través de otro de dichos subconjuntos.
5. El resorte, según la reivindicación 4, en donde el regulador de la alimentación eléctrica garantiza que una corriente, que circula a través de un subconjunto de dicho conjunto de devanados, cuyo subconjunto está constituido por devanados que están orientados directamente frente al imán permanente, se dirija en una primera dirección y que la corriente, que circula a través de los restantes devanados, se dirija en una segunda dirección opuesta a la primera dirección.
6. El resorte, según la reivindicación 4 o 5, en donde una combinación de devanados, que constituye uno de dichos subconjuntos de devanados, sea variable durante la operación del resorte.
7. El resorte, según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en donde varios devanados adyacentes de dicho conjunto de devanados constituyen una bobina, comprendiendo dicho subconjunto de devanados varias de dichas bobinas.
8. El resorte, según la reivindicación 7, en donde el control de la alimentación eléctrica comprende un conjunto de conmutación, estando cada conmutador conectado a una bobina y estando dicha bobina conectada a dicha fuente de alimentación mediante dicho conmutador, de modo que, en una primera posición del conmutador, la corriente circule a través de la bobina en una primera dirección y en una segunda posición del conmutador, la corriente circule a través de la bobina, en una segunda dirección opuesta a la primera.
9. El resorte, según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, que comprende, además, un dispositivo detector del desplazamiento para proporcionar información sobre la distancia a través de la cual la primera parte se desplaza en relación con la segunda parte comparada con una posición de referencia, estando dicho dispositivo detector de desplazamiento configurado para cooperar con el control de la fuente de alimentación eléctrica.
10. El resorte, según la reivindicación 9, en donde el dispositivo de control de la fuente de alimentación eléctrica está configurado para cooperar con el dispositivo detector del desplazamiento para regular las corrientes, incluyendo su dirección, a través de dichos diferentes subconjuntos de devanados dependiendo del desplazamiento relativo de las primeras y segundas partes.
11. El resorte, según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 10, en donde el control de la alimentación eléctrica presenta una entrada para un sensor de carga para proporcionar información sobre una fuerza que se aplica al resorte.
12. El resorte, según la reivindicación 11, en donde el control de la fuente de alimentación eléctrica está configurado para cooperar con el sensor de carga para regular las corrientes, incluyendo su dirección, a través de dichos diferentes subconjuntos de devanados.

- 5 13. El resorte, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde al menos un conjunto de devanados constituye una bobina y en donde los devanados de la bobina están en contacto deslizante con un contacto eléctrico que es susceptible de conectarse a una fuente de alimentación eléctrica, de modo que la dirección de la corriente, a través de un subconjunto de devanados, en un lado del contacto, es opuesta a la dirección de una corriente a través del subconjunto de devanados en el otro lado del contacto.
- 10 14. El resorte, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el área total de la superficie enfrentada es máxima cuando la primera parte está en la posición alineada relativa a la segunda parte y disminuye cuando la primera parte sale de la posición alineada relativa a la segunda parte.
- 15 15. El resorte, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la segunda parte está provista de al menos dos dientes, estando dichos dientes interconectados mediante un material magnético blando.
16. El resorte, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un imán permanente está montado en una base de material magnético blando.
- 20 17. El resorte, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la segunda parte está provista de al menos un imán permanente, estando dicho imán situado próximo a un diente y estando dicho imán orientado de modo que su campo magnético se oponga, cada vez más, al de un imán permanente provisto en la primera parte cuando la primera parte salga de la posición alineada relativa a la segunda parte.
- 25 18. El resorte, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los devanados de al menos un conjunto de devanados eléctricamente conductores, de los que está provista la primera y/o la segunda parte del resorte, son prácticamente coaxiales.
- 30 19. Un conjunto de montaje que comprende un resorte, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y un resorte convencional (35), estando estos dos resortes conectados en paralelo.
20. Un conjunto de montaje que comprende un resorte según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18 y un resorte convencional (35), estando los dos resortes conectados en serie.
- 35 21. Un conjunto de montaje de un resorte o de un conjunto de resortes, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y de un dispositivo de amortiguamiento (34), estando este resorte o conjunto de resortes y este dispositivo de amortiguamiento conectados en paralelo.
- 40 22. Un vehículo provisto de al menos una rueda (W1, W2) y de una suspensión mediante la cual la rueda está unida a un bastidor del vehículo, comprendiendo la suspensión al menos un resorte o un conjunto de resortes según cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
- 45 23. Un vehículo provisto de al menos una primera rueda (W1) y una segunda rueda (W2), una barra estabilizadora (32) y un resorte de barra estabilizadora (33), siendo este último un resorte o un conjunto de resortes, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, que está conectado en serie con la barra estabilizadora entre la primera y la segunda rueda.

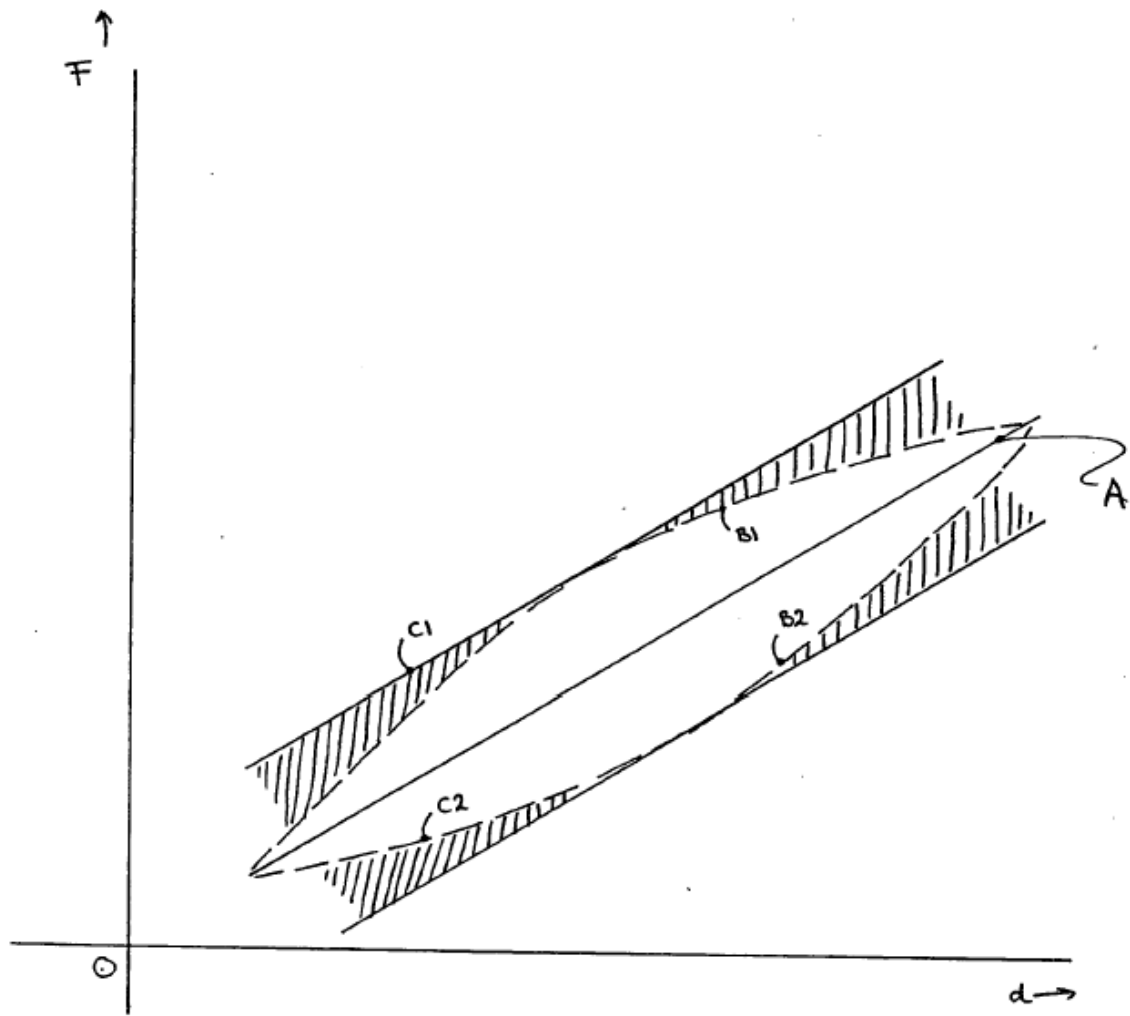


Figura 1

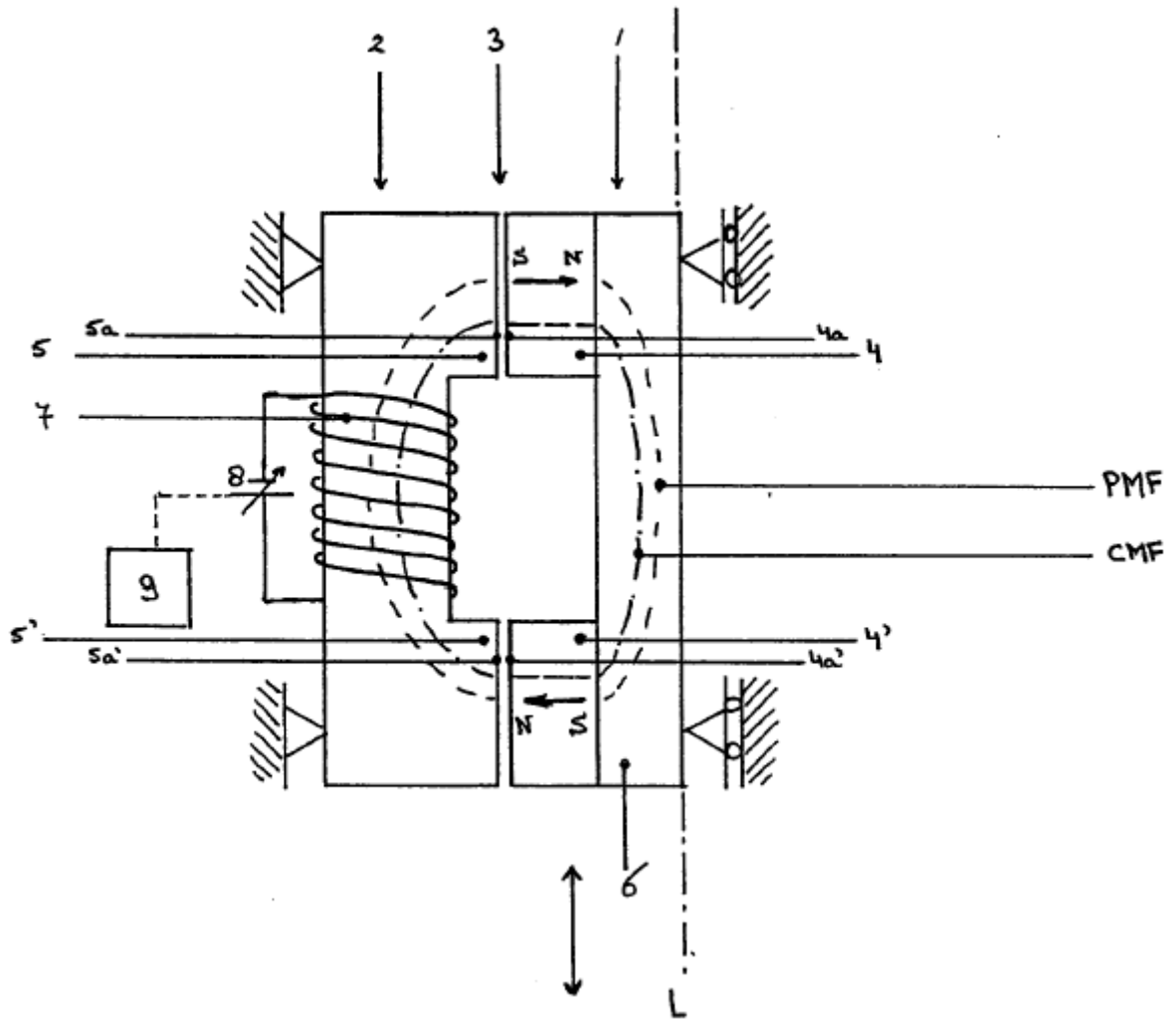


Figura 2

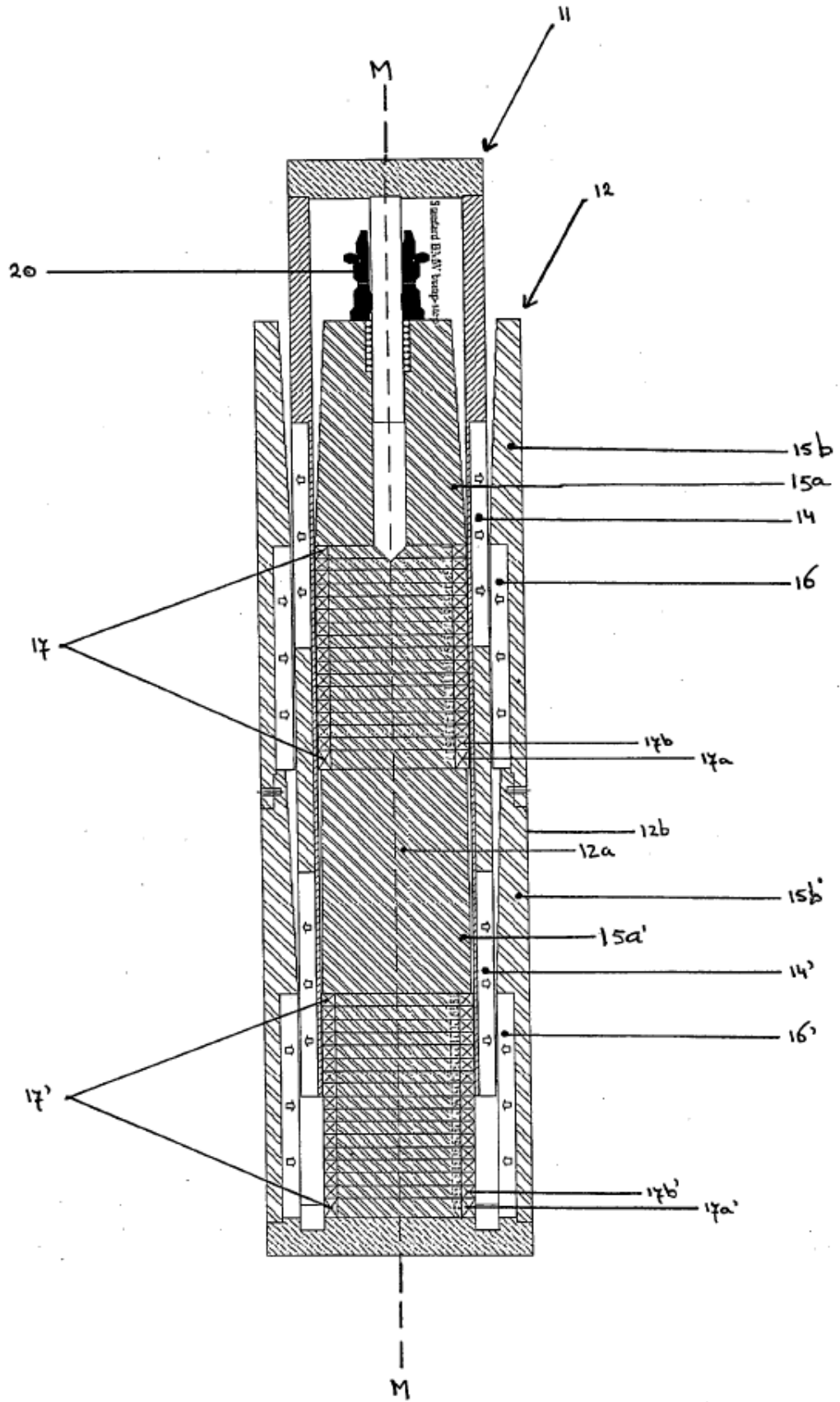


Figura 3A

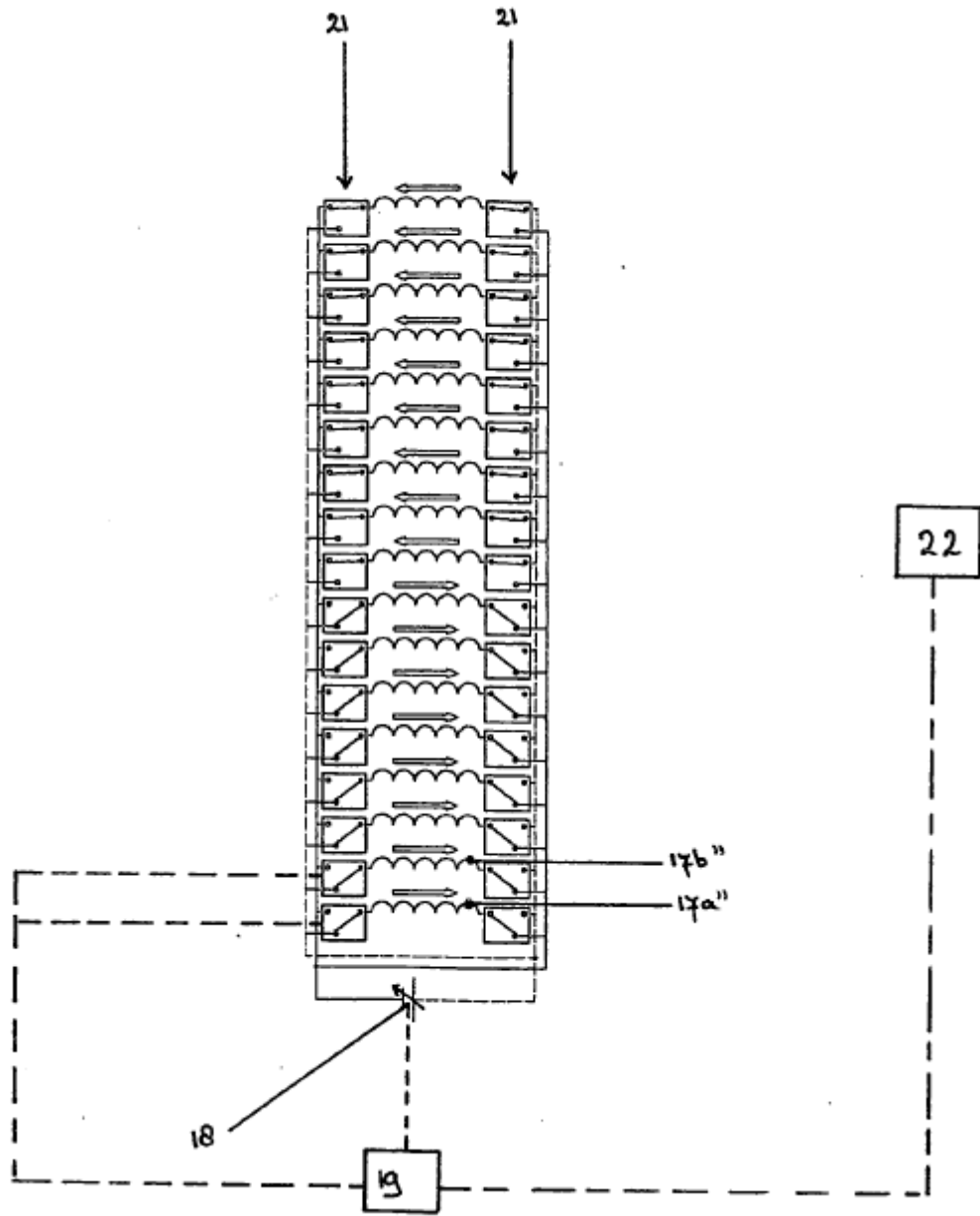


Figura 3B

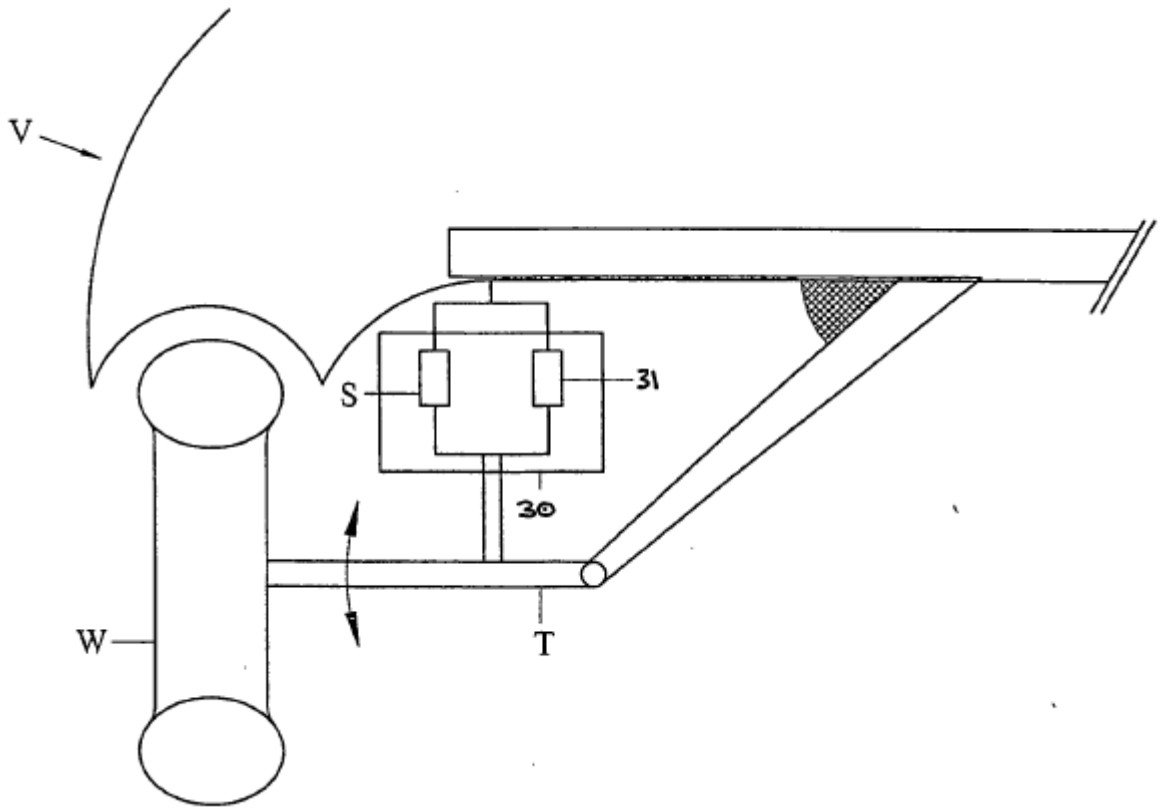


Figura 4

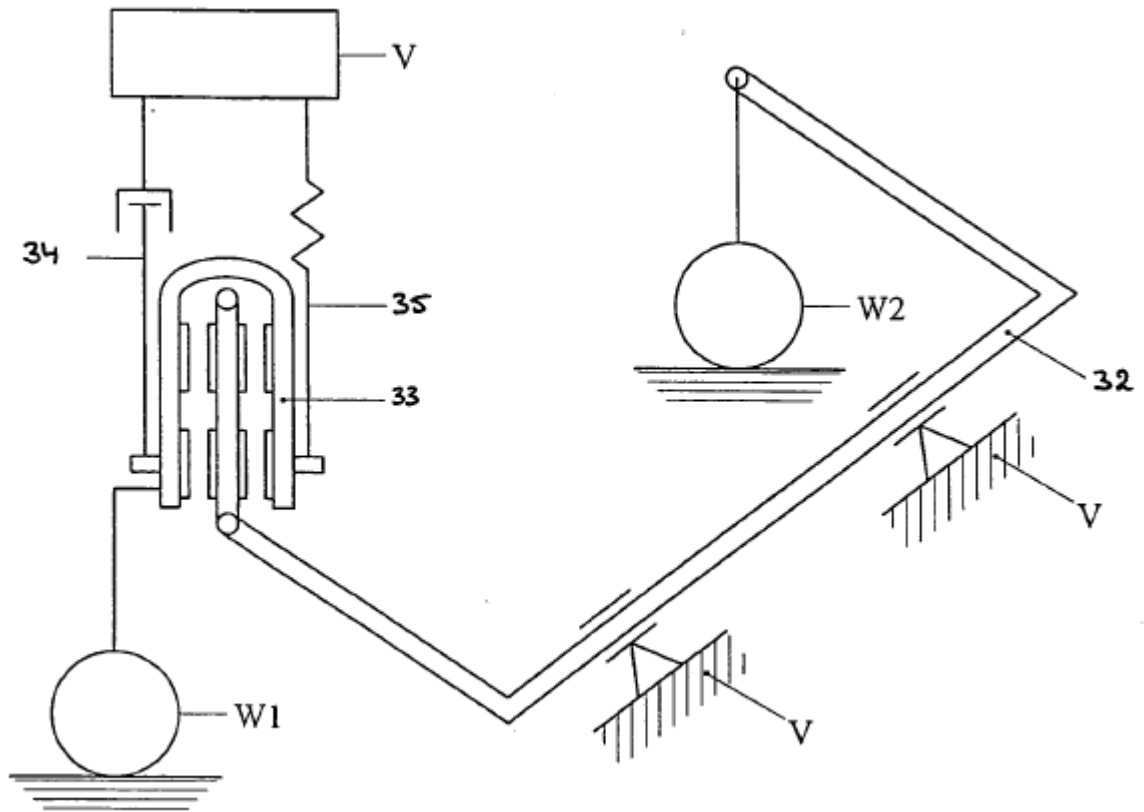


Figura 5