

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 850**

51 Int. Cl.:

H02K 49/10 (2006.01)

H02K 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.11.2009 E 09752745 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2013 EP 2374202**

54 Título: **Disposición de engranaje magnético**

30 Prioridad:

05.01.2009 GB 0900022

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

25.04.2013

73 Titular/es:

**ROLLS-ROYCE PLC (100.0%)
65 Buckingham Gate
London SW1E 6AT, GB**

72 Inventor/es:

EDWARDS, HUW LLEWELYN

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 401 850 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

Disposición de engranaje magnético.

5 El presente invento se refiere a disposiciones de engranajes magnéticos, en particular a disposiciones de engranajes magnéticos que tienen una relación de transmisión variable.

10 Las cajas de cambios y las disposiciones de engranajes se utilizan en una gran variedad de situaciones para acoplar mecanismos de propulsión. Tradicionalmente, las cajas de cambios se han conformado a partir de ruedas dentadas con números y tamaños de dientes apropiados para proporcionar una relación de transmisión deseada. Sin embargo, estas cajas de cambios tienen varias desventajas. En primer lugar, requieren el uso de aceites lubricantes, los cuales pueden actuar como contaminantes o como fuentes de incendio y pueden demostrarse ineficaces en ambientes cálidos o fríos, en los que varía la viscosidad del aceite, o en un ambiente de baja presión, en el cual el aceite se puede evaporar. Además, las cajas de cambios basadas en ruedas dentadas pueden ser ruidosas, haciéndolas esto inaceptables para entornos de bajo ruido como por ejemplo en hospitales, bibliotecas y zonas residenciales, o para actividades militares clandestinas.

20 Más recientemente, se han proporcionado cajas de cambios magnéticas que comprenden respectivos rotores de engranaje con interpolos situados entre ellos. Los rotores incorporan imanes permanentes, y los interpolos actúan modulando el flujo magnético transmitido entre los rotores de engranaje. Las cajas de cambios magnéticas de este tipo permiten que se proporcione un dispositivo mecánico de cambio de marchas en el cual no existe contacto mecánico entre los ejes de entrada y de salida, evitando de esta forma muchos de los problemas de ruido y desgaste que aparecen en las cajas de cambios que tienen piezas móviles en contacto. El documento WO 2007/107691 es un ejemplo de una caja de cambios magnética.

25 La figura 1 muestra una vista en planta esquemática de una disposición de engranaje magnético típico de la técnica anterior. El disposición 100 de engranaje magnético es una caja de cambios de trenes planetarios y comprende un rotor 120 interior y un rotor 160 exterior. Imanes permanentes 140, 180 están fijados a los rotores 120 interior y 160 exterior. Los imanes permanentes 140 fijados al rotor 120 interior tienen polaridad alternante a lo largo de la circunferencia del rotor. De manera similar, los imanes permanentes 180 fijados al rotor 160 exterior tienen polaridad alternante a lo largo de la circunferencia de ese rotor. Típicamente, un rotor está acoplado mecánicamente a un mecanismo propulsor y el otro rotor está acoplado mecánicamente a un mecanismo propulsado.

30 Los rotores 120 interior y 160 exterior tienen diferentes números de imanes permanentes 140, 180. Típicamente, el número de imanes permanentes fijados al rotor 160 exterior es mayor que el de los fijados al rotor 120 interior.

35 Entre el rotor 120 interior y el rotor 160 exterior se proporcionan elementos 200 de polo y dichos elementos de polo forman un grupo para proporcionar un elemento de acoplamiento con una forma cilíndrica.

40 Cada elemento 200 de polo proporciona un interpolo 200 para modular los campos magnéticos producidos por el rotor 120 interior y el rotor 160 exterior, con el fin de acoplar los dos campos y por lo tanto el movimiento de los rotores. El número de interpolos es un factor en la determinación de la relación de transmisión de la caja de cambios magnética.

45 El movimiento de los rotores 120, 160 puede ser de giro en el mismo sentido o de giro en sentidos contrarios, dependiendo del número de imanes fijados a cada rotor y del número de interpolos.

50 Es deseable proporcionar cajas de cambios en las cuales el número y/o la separación de los interpolos sea ajustable.

En términos generales, el presente invento proporciona una disposición de engranaje magnético en el cual se puede ajustar el número y/o la capacidad de transmisión de par de los interpolos variando la temperatura de los elementos que proporcionan los interpolos.

55 En particular, un primer aspecto del presente invento proporciona una disposición de engranaje magnético que comprende:

60 un primer elemento de engranaje para generar un primer campo magnético,
un segundo elemento de engranaje para generar un segundo campo magnético, y
un dispositivo de acoplamiento que proporciona disposiciones de interpolos entre el primer elemento de engranaje y el segundo elemento de engranaje, acoplando los interpolos los campos magnéticos primero y segundo de tal manera que diferentes disposiciones de interpolos producen diferentes relaciones de transmisión entre los elementos de engranaje primero y segundo;

65 en el cual:

- el dispositivo de acoplamiento comprende una pluralidad de elementos de polo ferromagnéticos, los cuales al menos en parte conforman los interpolos, teniendo cada elemento de polo una temperatura de Curie por la cual el elemento de polo está activo por debajo de su temperatura de Curie e inactivo por encima de su temperatura de Curie, y
- 5 el dispositivo de engranaje magnético comprende además un controlador de temperatura para controlar la temperatura de al menos algunos de los elementos de polo de tal manera que, bajo el control del controlador de temperatura, las temperaturas de los elementos de polo pueden cruzar sus respectivas temperaturas de Curie y de ese modo cambiar de activo a inactivo o a la inversa.
- 10 Preferiblemente, el dispositivo de acoplamiento proporciona una disposición diferente de interpolos cuando los elementos de polo cruzan sus respectivas temperaturas de Curie.
- Por encima de la temperatura de Curie un material ferromagnético se vuelve paramagnético, haciendo inactivo un elemento de polo conformado de dicho material. De esta forma se puede realizar un cambio de marcha simplemente variando la temperatura de los elementos de polo. Mediante “una disposición diferente de interpolos” incluimos también la posibilidad de que cuando las temperaturas de los elementos de polo cruzan sus respectivas temperaturas de Curie, los elementos de polo no formen ningún interpolo, de tal manera que los elementos de engranaje primero y segundo se desacoplen. En este caso el cambio de marcha es desde el acoplamiento en una relación de transmisión concreta a no acoplamiento.
- 15
- 20 Típicamente, el par máximo que puede transmitir el elemento de acoplamiento será diferente para las relaciones de transmisión proporcionadas por los diferentes disposiciones de interpolos. Esto se debe a que uno de los disposiciones tendrá menos elementos de polo activos para transmitir par.
- 25 Efectivamente, cuando los elementos de polo cruzan sus respectivas temperaturas de Curie, el dispositivo de acoplamiento puede proporcionar el mismo disposición de interpolos, pero el número de elementos de polo que conforman esos interpolos se puede modificar. De esta manera se puede variar la resistencia de los interpolos, cambiando el par máximo que puede transmitir el elemento de acoplamiento. Se pueden fijar así diferentes límites de par sobre el mismo disposición de interpolos.
- 30 Preferiblemente, una primera parte de los elementos de polo tiene una primera temperatura de Curie, y una segunda parte de los elementos de polo tiene una segunda temperatura de Curie mayor.
- 35 Proporcionar una disposición de engranaje en el cual el elemento de acoplamiento comprende una pluralidad de elementos de polo magnetizables con diferentes temperaturas de Curie puede permitir estrategias de control de temperatura más sencillas para proporcionar diferentes disposiciones de interpolos.
- Por ejemplo, a temperaturas por debajo de las temperaturas de Curie primera y segunda, todos los elementos de polo de ambas partes se encuentran en un estado ferromagnético. Por lo tanto todos los elementos de polo están activos y pueden contribuir al acoplamiento de los campos magnético primero y segundo. De esta manera, el elemento de acoplamiento tiene un primer disposición de interpolos, de baja temperatura.
- 40
- 45 A temperaturas entre las temperaturas de Curie primera y segunda, sólo los elementos de polo de la segunda parte se encuentran en un estado ferromagnético, es decir, aquellos elementos de polo que tienen una temperatura de Curie mayor que la temperatura del elemento de acoplamiento. En contraste con esto, los elementos de polo de la primera parte se encuentran en un estado paramagnético, es decir, no son capaces de contribuir al acoplamiento de los campos magnéticos primero y segundo. Por lo tanto, a temperaturas entre las temperaturas de Curie primera y segunda, el elemento de acoplamiento comprende algunos elementos de polo activos y algunos elementos de polo desactivados. De esta manera, el elemento de acoplamiento proporciona un segundo disposición de interpolos, de temperatura intermedia.
- 50
- Además, el cambio del primer disposición de interpolos al segundo, y viceversa, se puede efectuar simplemente aumentando o reduciendo la temperatura de todo el elemento de acoplamiento. Es decir, el controlador de temperatura y el dispositivo de acoplamiento se pueden configurar de tal manera que el controlador de temperatura haga variar las temperaturas de todos los elementos de polo del dispositivo de acoplamiento, y todos los elementos de polo se pueden mantener a substancialmente la misma temperatura.
- 55
- El dispositivo de engranaje magnético se puede configurar de tal manera que un cambio desde un primer disposición de interpolos, de baja temperatura, a un segundo disposición de interpolos, de temperatura intermedia, produce una inversión de la dirección de giro del segundo elemento de engranaje con respecto al primer elemento de engranaje. De esta manera, por ejemplo, el dispositivo de engranaje puede funcionar como una disposición de engranaje que gire en el mismo sentido a bajas temperaturas (por debajo de las temperaturas de Curie primera y segunda) y como una disposición de engranaje que gire en sentidos contrarios a temperaturas intermedias (entre las temperaturas de Curie primera y segunda). De forma alternativa, el dispositivo de engranaje puede proporcionar un engranaje que gire en sentido contrario a bajas temperaturas y un engranaje que gire en el mismo sentido a
- 60
- 65

temperaturas intermedias. Sin embargo, en otras realizaciones ambas disposiciones de engranajes pueden girar en el mismo sentido, o ambas disposiciones de engranajes pueden girar en sentidos contrarios.

5 A temperaturas por encima de las dos temperaturas de Curie primera y segunda, todos los elementos de polo se encuentran en un estado paramagnético y por lo tanto están desactivados. Por lo tanto, no hay elementos de polo disponibles para proporcionar interpolos para el acoplamiento de los campos magnéticos primero y segundo, y el elemento de acoplamiento ya no puede transmitir potencia entre los elementos de engranaje primero y segundo.

10 El disposición de engranaje magnético se puede configurar de tal manera que a temperaturas por debajo de las temperaturas de Curie primera y segunda, cuando todos los elementos de polo están activos, cada elemento de polo forme un único interpolo. En este caso, el número de interpolos disminuirá según se va elevando la temperatura por encima de la primera temperatura de Curie y ciertos elementos de polo se desactivan. En este caso, el disposición de engranaje exhibirá típicamente movimiento de giro en sentido contrario de los elementos de engranaje primero y segundo a temperaturas bajas (es decir, por debajo de las temperaturas de Curie primera y segunda) y movimiento de giro en el mismo sentido de los elementos de engranaje primero y segundo a temperaturas intermedias (es decir, entre las temperaturas de Curie primera y segunda).

20 De forma alternativa, el disposición de engranaje magnético se puede configurar de tal manera que al menos un interpolo de una disposición de interpolos puede estar formado por un grupo de elementos de polo activos vecinos. Es decir, el elemento de acoplamiento puede incluir una pluralidad de elementos de polo vecinos que están suficientemente cercanos entre sí de manera que a temperaturas por debajo de las temperaturas de Curie primera y segunda, es decir, cuando todos los elementos de polo están activos, la pluralidad de elementos de polo vecinos proporciona un único interpolo a efectos de controlar la relación de transmisión entre los elementos de engranaje primero y segundo.

25 Cada elemento de polo puede ser una lámina que esté configurada para permitir que sea colocada en un grupo con elementos de polo/láminas vecinos de tal manera que los elementos de polo/láminas estén en contacto a tope o separados a poca distancia. En este caso, por lo tanto, el número de interpolos puede aumentar según se va elevando la temperatura por encima de la primera temperatura de Curie, dado que ciertos elementos de polo de la pluralidad de elementos de polo vecinos se vuelven inactivos. Los elementos de polo inactivos actúan como espaciadores entre elementos de polo activos vecinos, los cuales por tanto proporcionan interpolos independientes. En este caso, el disposición de engranaje exhibirá típicamente movimiento de giro en el mismo sentido de los elementos de engranaje primero y segundo a bajas temperaturas (es decir, por debajo de las temperaturas de Curie primera y segunda) y movimiento de giro en sentido contrario de los elementos de engranaje primero y segundo a temperaturas intermedias (es decir, entre las temperaturas de Curie primera y segunda).

40 El controlador de temperatura puede incluir elementos de calentamiento y/o de enfriamiento para controlar de forma activa la temperatura de todo el elemento de acoplamiento o de parte de él. Típicamente, el controlador de temperatura comprende un elemento de calentamiento, el cual puede ser un elemento de calentamiento por resistencia.

45 La energía para los elementos de calentamiento y/o de enfriamiento puede ser proporcionada por una fuente de energía externa (por ejemplo, la red eléctrica general) o puede ser generada a partir de la propia caja de cambios (por ejemplo, usando bobinas para extraer energía).

El controlador de temperatura puede estar adaptado para mantener la caja de cambios a una temperatura cercana a la temperatura de Curie de los elementos de polo que deben ser activados o desactivados. Esto ayuda a la caja de cambios a cambiar de marcha con rapidez.

50 El disposición de engranaje puede además comprender un sensor para detectar la condición de funcionamiento del elemento de engranaje primero y/o segundo y para comunicar la condición de funcionamiento al controlador de temperatura. Por ejemplo, el sensor puede detectar la velocidad de los elementos de engranaje primero y/o segundo, y/o el par transmitido por ellos. Los datos recogidos por el sensor pueden ser usados a continuación para activar el controlador de temperatura cuando se alcance una condición de funcionamiento predeterminada del disposición de engranaje. De esta manera, la propia acción del controlador de temperatura puede estar determinada por la condición de funcionamiento del elemento de engranaje primero y/o segundo.

60 De forma alternativa, el controlador de temperatura puede ser pasivo. Es decir, el controlador puede ser simplemente una configuración apropiada de la caja de cambios y/o una carcasa para la caja de cambios, para garantizar que los elementos de polo llegan a una temperatura deseada cuando el ambiente en el cual está situada la caja de cambios está a una temperatura predeterminada. Por ejemplo, en una disposición de engranaje situado cerca de un motor, la temperatura del elemento de acoplamiento puede variar según el modo de funcionamiento del motor.

65 El controlador de temperatura y el dispositivo de acoplamiento pueden estar configurados de tal manera que el controlador de temperatura haga variar la temperatura de sólo una parte seleccionada de los elementos de polo del

dispositivo de acoplamiento, y se pueda mantener un diferencial de temperatura entre elementos de polo del dispositivo de acoplamiento. Con una configuración de este tipo, se pueden conseguir las mismas estrategias de cambio de marcha explicadas anteriormente en relación con elementos de polo que tienen dos temperaturas de Curie diferentes simplemente haciendo activos o inactivos a elementos de polo seleccionados. Todos los elementos de polo del dispositivo de acoplamiento pueden tener la misma temperatura de Curie.

Por ejemplo, el controlador de temperatura puede comprender cableado que calienta elementos de polo individuales seleccionados, generándose la corriente de calentamiento en el cableado por el movimiento de los elementos de engranaje con respecto a dicho cableado. El cableado puede incluir los siguientes uno o más conmutadores, por ejemplo conmutadores mecánicos, disyuntores o dispositivos electrónicos de potencia capaces de conmutar. Además o de forma alternativa, el cableado puede incluir una o más impedancias variables. Los conmutadores y/o las impedancias variables pueden ser controlados por un sistema de control descrito anteriormente.

Los elementos de polo no seleccionados también pueden estar aislados térmicamente para protegerlos de la corriente de calentamiento. En contraste con esto, si todos los elementos de polo son calentados por el cableado (es decir, todos los polos están seleccionados), entonces todos los elementos de polo se pueden hacer inactivos para desacoplar los elementos de engranaje primero y segundo. La potencia suministrada al cableado puede variar con, por ejemplo, la velocidad de los elementos de engranaje y/o el par generado por la disposición de engranaje. De esta manera, la propia acción del controlador de temperatura puede estar otra vez determinada por la condición de funcionamiento del elemento de engranaje primero y/o segundo.

El cableado puede estar conectado eléctricamente a uno o más filtros electrónicos, seleccionando los filtros la corriente de calentamiento y suprimiendo componentes de corriente que se generarían si no en el cableado por el movimiento de los elementos de engranaje con respecto al cableado. En este caso, típicamente, el filtro o cada filtro está configurado para seleccionar un componente armónico del campo magnético para proporcionar la corriente de calentamiento. Los componentes armónicos del campo magnético tienden a inhibir el acoplamiento eficiente de los campos magnéticos primero y segundo y así, eliminando estos componentes, los filtros pueden servir también para incrementar la eficiencia de la disposición de engranaje.

De forma alternativa, el calor se puede generar directamente en los propios elementos de polo, por ejemplo, por medio de corrientes de Foucault. Por ejemplo, esto se puede conseguir si los elementos de polo se fabrican a partir de un material intrínsecamente disipativo (por ejemplo, metal poco laminado o no laminado). A continuación los elementos de polo se calientan según va aumentando la velocidad de los elementos de engranaje, lo cual a su vez hace aumentar la magnitud de las corrientes de Foucault. Una configuración apropiada de los elementos de polo puede, por lo tanto, proporcionar otra forma de controlador de temperatura pasivo. Sin embargo, puede ser deseable estabilizar un cambio en la disposición de interpolos inducido por dichas corrientes de Foucault aplicando por ejemplo algo de calentamiento externo en el momento del cambio. Según se van acelerando los elementos de engranaje y va aumentando la magnitud de las corrientes de Foucault, puede no ser necesario el calentamiento de estabilización externo.

Por lo general cada uno de los elementos de engranaje primero y segundo tiene imanes permanentes para generar los campos magnéticos primero y segundo respectivamente. De forma alternativa, los campos magnéticos primero y segundo pueden ser generados por arrollamientos proporcionados sobre los elementos de engranaje primero y segundo.

Típicamente los elementos de engranaje primero y segundo tienen respectivos acoplamientos mecánicos. Estos acoplamientos típicamente conectan un mecanismo propulsor y un mecanismo propulsado.

La disposición de engranaje magnético puede ser una disposición de engranaje en línea o una disposición de engranaje planetario, o puede tener una configuración diferente.

Preferiblemente cada elemento de polo tiene una estructura laminada para reducir la formación de corrientes de Foucault.

El elemento de acoplamiento puede comprender elementos de polo no unidos, mecánicamente independientes. De forma alternativa, los elementos de polo vecinos del elemento de acoplamiento pueden estar unidos por medio de partes no magnetizables del elemento de acoplamiento. En este caso, los elementos de polo unidos y las partes no magnetizables pueden formar por ejemplo un elemento de acoplamiento cilíndrico integral. Las partes no magnetizables pueden proporcionar resistencia mecánica al elemento de acoplamiento. Estas partes pueden servir también para conducir calor entre elementos de polo adyacentes, de tal manera que el elemento de acoplamiento, y por lo tanto la disposición de engranaje, responda con rapidez a cambios en la temperatura externa. Esto puede hacer que se necesiten menos elementos de calentamiento y/o de enfriamiento externos para producir un cambio de temperatura del elemento de acoplamiento. Típicamente, las partes no magnetizables son conductoras de la electricidad y pueden estar laminadas para limitar la formación de corrientes de Foucault. Las partes no magnetizables pueden comprender un metal.

Un segundo aspecto del presente invento proporciona un método para hacer funcionar una disposición de engranaje magnético, comprendiendo el método:

- 5 (a) proporcionar una disposición de engranaje magnético que tenga:
 un primer elemento de engranaje para generar un primer campo magnético,
 un segundo elemento de engranaje para generar un segundo campo magnético, y
 un dispositivo de acoplamiento que proporciona disposiciones de interpolos situados entre el primer elemento
 de engranaje y el segundo elemento de engranaje, acoplando los interpolos los campos magnéticos primero y
 10 segundo de tal manera que diferentes disposiciones de interpolos producen diferentes relaciones de
 transmisión entre los elementos de engranaje primero y segundo;

en el cual:

- 15 el dispositivo de acoplamiento comprende una pluralidad de elementos de polo ferromagnéticos, los cuales al
 menos en parte conforman los interpolos, teniendo cada elemento de polo una temperatura de Curie por la
 cual el elemento de polo está activo por debajo de su temperatura de Curie e inactivo por encima de su
 temperatura de Curie; y

- 20 (b) controlar la temperatura de al menos algunos de los elementos de polo de tal manera que las temperaturas
 de los elementos de polo crucen sus respectivas temperaturas de Curie, y de ese modo cambien de activo a
 inactivo o a la inversa.

De esta manera el método corresponde a la disposición de engranaje magnético del primer aspecto y también se
 pueden aplicar al método características opcionales de esa disposición de engranaje magnético.

25 Por ejemplo, el dispositivo de acoplamiento puede proporcionar una disposición diferente de interpolos cuando los
 elementos de polo cruzan sus respectivas temperaturas de Curie. Una parte de los elementos de polo puede tener
 una primera temperatura de Curie, y otra parte de los elementos de polo puede tener una segunda temperatura de
 Curie mayor. Se puede controlar la temperatura para hacer variar las temperaturas de todos los elementos de polo
 30 del dispositivo de acoplamiento, manteniéndose todos los elementos de polo a substancialmente la misma
 temperatura. De forma alternativa, se puede controlar la temperatura para hacer variar las temperaturas de sólo una
 parte seleccionada de los elementos de polo del dispositivo de acoplamiento, manteniéndose un diferencial de
 temperatura entre los elementos de polo del dispositivo de acoplamiento. Se puede controlar la temperatura en
 35 función de la condición de funcionamiento del elemento de engranaje primero y/o segundo, por ejemplo, se puede
 detectar la condición de funcionamiento del elemento de engranaje primero y/o segundo y comunicarla al controlador
 de temperatura. El primer elemento de engranaje puede tener imanes permanentes para generar el primer campo
 magnético y el segundo elemento de engranaje puede tener imanes permanentes para generar el segundo campo
 40 magnético. Se pueden unir entre sí elementos de polo vecinos mediante partes no magnetizables del dispositivo de
 acoplamiento, por ejemplo, las partes no magnetizables pueden estar conformadas de un material conductor de la
 electricidad.

Se describirán ahora realizaciones del invento a modo de ejemplo haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los
 cuales:

- 45 La figura 1 muestra una vista en planta esquemática de una caja de cambios de la técnica anterior.
 La figura 2 muestra una vista en planta esquemática de una caja de cambios de acuerdo con una realización
 del primer aspecto del presente invento.
 La figura 3 muestra una vista en planta esquemática de un elemento de acoplamiento para una disposición de
 engranaje de acuerdo con otra realización del primer aspecto del presente invento.
 50 La figura 4 muestra una vista en planta esquemática de una caja de cambios de acuerdo con una realización
 del segundo aspecto del presente invento.
 La figura 5 muestra una vista en perspectiva esquemática de un elemento de acoplamiento para una
 disposición de engranaje de acuerdo con una realización de cualquiera de los aspectos primero o del
 55 segundo del invento.

La figura 2 muestra una vista en planta esquemática de una disposición de engranaje magnético de acuerdo con una
 realización del primer aspecto del presente invento. La caja de cambios 10 magnética es una caja de cambios de
 trenes planetarios y comprende un rotor 12 interior (es decir, un primer elemento de engranaje) y un rotor 16 exterior
 (es decir, un segundo elemento de engranaje). Imanes permanentes 14, 18 están fijados a los rotores 12 interior y
 60 16 exterior. Los imanes permanentes 14 fijados al rotor 12 interior tienen polaridad alternante a lo largo de la
 circunferencia del rotor. De manera similar, los imanes permanentes 18 fijados al rotor 16 interior tienen polaridad
 alternante a lo largo de la circunferencia de ese rotor. Típicamente, un rotor está acoplado mecánicamente a un
 mecanismo propulsor y el otro rotor está acoplado mecánicamente a un mecanismo propulsado.

65 Los rotores 12 interior y 16 exterior tienen diferentes números de imanes permanentes 14, 18. Típicamente, el
 número de imanes permanentes fijados al rotor 16 exterior es mayor que el de los fijados al rotor 12 interior.

- 5 Entre el rotor 12 interior y el rotor 16 exterior se proporcionan elementos 20a, 20b de polo, y forman un grupo que tiene forma cilíndrica. Los elementos de polo activos (es decir, los elementos de polo cuya temperatura queda por debajo de su temperatura de Curie) forman interpolos que modulan los campos magnéticos producidos por el rotor 12 interior y por el rotor 16 exterior, para acoplar los dos campos y por lo tanto acoplar el movimiento de los rotores. El número de interpolos es un factor en el control de la relación de transmisión de la caja de cambios magnética.
- 10 Efectivamente, los elementos de polo son parte de un elemento 20 de acoplamiento que proporciona disposiciones de interpolos para acoplar los campos magnéticos producidos por los rotores 12 interior y 16 exterior. En la realización de la figura 2, cada elemento de polo activo forma un único interpolo del elemento de acoplamiento.
- 15 El movimiento de los rotores 12, 16 puede ser de giro en el mismo sentido o de giro en sentidos contrarios, dependiendo del número de imanes fijados a cada rotor y del número de interpolos.
- 20 El elemento 20 de acoplamiento comprende un primer conjunto de elementos 20a de polo y un segundo conjunto de elementos 20b de polo. Cada uno de los dos conjuntos de elementos de polo está fabricado de material magnetizable, teniendo el material magnetizable del primer conjunto de elementos 20a de polo una temperatura de Curie diferente a la del material magnetizable del segundo conjunto de elementos 20b de polo. De esta forma, el material magnetizable del primer conjunto de elementos 20a de polo cambia su comportamiento de ferromagnético a paramagnético a una temperatura diferente al material magnetizable del segundo conjunto de elementos 20b de polo. Los materiales magnetizables son capaces de modular un campo magnético mucho más fuertemente por debajo de su temperatura de Curie, es decir, cuando están en un estado ferromagnético, que por encima de su temperatura de Curie, es decir, cuando están en un estado paramagnético. Un material magnetizable en su estado paramagnético es de hecho incapaz de contribuir a la modulación de un campo magnético, y es inactivo.
- 25 Cuando se hace funcionar la caja de cambios 10 magnética a temperaturas por debajo la temperatura de Curie de ambos conjuntos de elementos 20a y 20b de polo, cada conjunto de elementos 20a y 20b de polo está activo y forma interpolos para la modulación de los campos magnéticos producidos por los rotores 12 interior y 16 exterior. De esta manera, la relación de transmisión de la caja de cambios magnética está determinada por el número total de elementos de polo situados entre los rotores 12 interior y 16 exterior.
- 30 Cuando la caja de cambios 10 magnética se hace funcionar a temperaturas mayores que la temperatura de Curie de un conjunto de elementos de polo, pero menores que la temperatura de Curie del otro conjunto de elementos de polo, sólo un conjunto de elementos de polo forma interpolos para la modulación de los campos magnéticos producidos por los rotores 12 interior y 16 exterior. En este caso, por lo tanto, el número de elementos de polo activos se divide por la mitad, y también lo hace el número de interpolos. De esta manera, la caja de cambios 10 magnética funciona de acuerdo con una relación de transmisión diferente a la del caso en que todos los elementos 20a, 20b de polo están activos.
- 35 Cuando se hace funcionar la caja de cambios 10 magnética a temperaturas mayores que la temperatura de Curie de cualquiera de los dos conjuntos de elementos 20a, 20b de polo, todos los elementos de polo se desactivan. Es decir, no se forman interpolos para modular los campos magnéticos producidos por los rotores 12 interior y 16 exterior. Por lo tanto la caja de cambios 10 ya no es capaz de acoplar el movimiento de los rotores 12 interior y 16 exterior. De esta forma, la caja de cambios 10 tiene un mecanismo de seguridad integrado que impide su funcionamiento a temperaturas excesivamente altas.
- 40 Este desacoplamiento de los rotores también se puede controlar de forma deliberada, proporcionando un efecto similar al de un embrague. El desacoplamiento completo se puede conseguir calentando todos los elementos de polo por encima de sus temperaturas de Curie. De forma alternativa, se pueden hacer inactivos sólo los elementos de polo seleccionados. Esto puede permitir alterar el par máximo que puede ser transmitido por el elemento de acoplamiento. En otras palabras, se puede cambiar el límite de par del elemento de acoplamiento sin cambiar necesariamente la relación de transmisión.
- 45 Preferiblemente, el material magnetizable de los conjuntos primero y segundo de elementos 20a y 20b de polo es un material metálico. Los metales son generalmente buenos conductores del calor y por lo tanto los elementos de polo que comprendan un material metálico tenderán a reaccionar rápidamente a cambios de temperatura, permitiendo de esta manera que se consigan cambios rápidos en la relación de transmisión o en el modo de funcionamiento de la caja de cambios.
- 50 Típicamente, el material magnetizable del primer conjunto de elementos 20a de polo es acero eléctrico. El material magnetizable del segundo conjunto de elementos de polo normalmente será diferente al del primer conjunto de elementos de polo y puede ser por ejemplo ferrita, aleaciones metálicas, cobalto o níquel. Típicamente, los elementos de polo se laminan para reducir la formación de corrientes de Foucault.
- 55 Una disposición de engranaje magnético como el mostrado en la figura 2 puede funcionar en un modo de giro en sentidos contrarios a bajas temperaturas (es decir, a temperaturas por debajo de la temperatura de Curie de cada
- 60
- 65

conjunto de elementos 20a, 20b de polo) y en modo de giro en el mismo sentido a temperaturas intermedias (es decir, a temperaturas entre las temperaturas de Curie de los dos conjuntos de elementos 20a, 20b de polo).

5 Un controlador de temperatura (no mostrado) controla la temperatura del elemento de polo. El controlador puede ser simplemente un calentador o un enfriador para toda la disposición de engranaje magnético. Más adelante se tratan otras posibles formas del controlador en relación con realizaciones adicionales del invento.

10 La figura 3 muestra una vista en planta esquemática de un elemento de acoplamiento para una disposición de engranaje de acuerdo con otra realización del invento. El elemento de acoplamiento es apropiado para una combinación de parejas polo-rotor de cuatro parejas de polos sobre un rotor y ocho parejas de polos sobre el otro rotor y, como se describe más adelante, puede proporcionar cuatro interpolos espaciados circunferencialmente para un engranaje de giro en el mismo sentido y doce interpolos espaciados circunferencialmente para un engranaje de giro en sentidos contrarios. Típicamente, el elemento 30 de acoplamiento está situado entre los rotores interior y exterior de una caja de cambios magnética de trenes planetarios. De forma alternativa, el elemento de acoplamiento puede formar parte de una caja de cambios magnética en línea. El elemento 30 de acoplamiento proporciona disposiciones de interpolos entre los rotores interior y exterior, para acoplar los campos magnéticos generados por los dos rotores.

20 El elemento 30 de acoplamiento comprende dos conjuntos de elementos 34a, 34b de polo. Cada uno de los elementos de polo comprende un material magnetizable, teniendo el material magnetizable del primer conjunto de elementos 34a de polo una temperatura de Curie diferente a la del material magnetizable del segundo conjunto de elementos 34b de polo.

25 Elementos de polo vecinos están espaciados a distancias suficientemente cortas como para que grupos 32 de elementos de polo vecinos puedan formar un único interpolo con el fin de controlar la relación de transmisión de la caja de cambios, a condición de que todos los elementos de polo del grupo 32 estén a una temperatura menor que su respectiva temperatura de Curie. Es decir, cada elemento de polo representa realmente una lámina dentro de un grupo de láminas espaciadas a corta distancia. De esta manera, a temperaturas menores que las temperaturas de Curie de los conjuntos de elementos de polo primero 34a y segundo 34b, el elemento de acoplamiento de la figura 3 forma cuatro interpolos discretos.

30 A temperaturas mayores que la temperatura de Curie de un conjunto de elementos de polo (por ejemplo, el primer conjunto de elementos 34a de polo), pero menores que la temperatura de Curie del otro conjunto de elementos de polo (por ejemplo, el segundo conjunto de elementos 34b de polo), sólo un conjunto de elementos de polo es capaz de modular activamente el campo magnético generado por los rotores interior y exterior de la caja de cambios (es decir, en este ejemplo, el segundo conjunto de elementos 34b de polo). El conjunto de elementos de polo restante (en este ejemplo, el primer conjunto de elementos 34a de polo) está desactivado y no puede contribuir al acoplamiento de los campos magnéticos de los rotores interior y exterior.

40 En estas condiciones, el elemento 30 de acoplamiento proporciona doce interpolos discretos, formando cada elemento de polo activo un interpolo. De esta manera, la caja de cambios funciona a una relación de transmisión diferente a la del caso en que todos los elementos 34a, 34b de polo del elemento 30 de acoplamiento están activos.

45 A temperaturas mayores que la temperatura de Curie de ambos conjuntos primero y segundo de elementos 34a 34b de polo, todos los elementos de polo están desactivados, es decir, los dos conjuntos de elementos 34a y 34b de polo no forman ningún interpolo para acoplar los campos magnéticos generados por los rotores interior y exterior de la caja de cambios, y de esta forma no se transmite ninguna fuerza mecánica entre los rotores a través de los elementos 34a, 34b de polo.

50 Preferiblemente, la separación circunferencial de los grupos 32 de elementos de polo vecinos es equivalente al arco definido por un elemento de polo. En este caso, si el primer conjunto de elementos 34a de polo están desactivados mientras que el segundo conjunto de elementos 34b de polo permanecen activos, los elementos 34b de polo activos, que forman cada uno un único interpolo, estarán espaciados uniformemente en dirección circunferencial alrededor del elemento de acoplamiento. Se ha observado que interpolos uniformemente espaciados favorecen un acoplamiento eficiente del movimiento de los rotores primero y segundo.

55 Dado que el elemento 30 de acoplamiento de la figura 3 tiene grupos 32 de elementos de polo vecinos, cada uno de los cuales forma un único interpolo a temperaturas por debajo de la temperatura de Curie de ambos conjuntos primero y segundo de elementos 34a y 34b de polo, el número de interpolos proporcionado por el elemento 30 de acoplamiento aumenta cuando la temperatura se eleva por encima de la temperatura de Curie de uno de los conjuntos de elementos de polo. En comparación con ello, en la caja de cambios mostrada en la figura 2, el número de interpolos disminuye cuando la temperatura se eleva de esta forma.

60 Típicamente, el disposición de engranaje magnético mostrado en la figura 3 funciona en un modo de giro en el mismo sentido a bajas temperaturas (es decir, a temperaturas por debajo de la temperatura de Curie de cada

conjunto de elementos 34a, 34b de polo) y en un modo de giro en sentidos contrarios a temperaturas intermedias (es decir, a temperaturas entre las temperatura de Curie de los dos conjuntos de elementos 34a, 34b de polo).

Se necesitan diferentes disposiciones de interpolo para diferentes combinaciones de parejas polo-rotor. En general, es deseable que el disposición de baja temperatura sea el engranaje de giro en el mismo sentido. Esto se debe a que un engranaje de giro en el mismo sentido requiere menos interpolos. Por lo tanto, los interpolos pueden ser más anchos (es decir, se pueden extender más en dirección circunferencial en el caso de un elemento de acoplamiento para dos rotores) y existen menos huecos entre interpolos. El disposición de interpolos para el engranaje de giro en sentidos contrarios de mayor temperatura tiene más interpolos y por consiguiente más huecos entre interpolos, pero suele ser más fácil dar cabida a huecos adicionales que cerrar huecos existentes (que es lo que se necesitaría si el disposición de menor temperatura fuera de giro en sentidos contrarios y el disposición de mayor temperatura fuera de giro en el mismo sentido). En algunos casos (es decir, como en las figuras 2 y 3) los huecos adicionales pueden estar distribuidos de forma simétrica. En otros casos, sin embargo, esta simetría puede no poderse conseguir, y puede ser necesario funcionar con uno o más interpolos incompletos, o puede incluso que falte un interpolo, en una disposición o en los dos. Sin embargo, siempre que la mayoría de los interpolos estén en la posición angular correcta para ambos disposiciones de interpolos, el engranaje debería funcionar correctamente.

Las cajas de cambios del presente invento, por ejemplo la caja de cambios de la figura 2 o las cajas de cambios que tienen el elemento de acoplamiento de la figura 3 se pueden hacer funcionar de acuerdo con uno de tres modos de funcionamiento:

- (i) funcionamiento a baja temperatura, en el cual todos los elementos de polo están activos;
- (ii) funcionamiento a temperatura intermedia, en el cual un conjunto de elementos de polo está activo y otro conjunto está desactivado;
- (iii) funcionamiento a alta temperatura, en el cual ningún elemento de polo está activo y no se transmite ninguna fuerza entre los rotores interior y exterior a través de los elementos de polo. Este modo de funcionamiento puede proporcionar una característica de seguridad a la caja de cambios para impedir el funcionamiento a temperaturas excesivamente altas.

En general, la capacidad de transmisión de par de la caja de cambios depende del área de interpolo en una vuelta completa alrededor del elemento de acoplamiento. Según se va perdiendo área de interpolo cuando los elementos de polo se vuelven inactivos, es típicamente deseable tener la velocidad que requiere la mayor capacidad de transmisión de par como la velocidad de baja temperatura.

El modo de funcionamiento de la caja de cambios se puede cambiar por medio de un controlador de temperatura proporcionado por la caja de cambios y que comprende por ejemplo elementos de calentamiento y/o enfriamiento.

De forma alternativa, el modo de funcionamiento de la caja de cambios puede cambiar como resultado de cambios de temperatura en el entorno en el cual está situada, por ejemplo, la temperatura de una caja de cambios situada en el interior de un motor o contigua al mismo cambiará durante el funcionamiento del motor. En este caso, el controlador de temperatura puede ser pasivo. Esto es, el controlador puede ser simplemente una configuración apropiada de la caja de cambios (es decir, de las propiedades térmicas de sus componentes, tales como la conductividad térmica, la capacidad calorífica y el coeficiente de transmisión de calor) y/o de una carcasa para caja de cambios, para garantizar que los elementos de polo alcanzan una temperatura deseada cuando el entorno está a una temperatura predeterminada.

Si la caja de cambios está provista de un controlador de temperatura activo, éste puede ser alimentado usando energía externa. De forma alternativa, el controlador de temperatura puede ser alimentado usando energía tomada de la caja de cambios. Por ejemplo, se puede arrollar cableado alrededor de elementos de polo individuales o grupos de elementos de polo y se puede usar la corriente eléctrica inducida en el cableado por los campos magnéticos cambiantes para alimentar al controlador de temperatura. En este caso, el cableado se puede conectar a uno o más filtros electrónicos que extraen componentes de la corriente que tienen una frecuencia o rango de frecuencias predeterminados, por ejemplo componentes armónicos de la corriente, para su uso en la alimentación del controlador de temperatura.

El concepto de usar temperatura para regular el modo de funcionamiento de una caja de cambios magnética también se puede aplicar a cajas de cambios en las cuales todas las partes magnetizables del elemento de acoplamiento tienen la misma temperatura de Curie. La figura 4 muestra una caja de cambios 50 que tiene rotores 52 interior y 56 exterior que tienen imanes permanentes 54 y 58 respectivamente. Entre los rotores 52 interior y 56 exterior se proporcionan elementos 60 de polo. En la realización mostrada en la figura 4, cada elemento 60 de polo activo forma un interpolo. Todos los elementos 60 de polo están fabricados a partir del mismo material, es decir, tienen la misma temperatura de Curie. A temperaturas por encima de la temperatura de Curie de los elementos de polo, todos los elementos de polo están inactivos, así que no hay ningún interpolo disponible para transmitir energía entre los rotores 52 interior y 56 exterior.

- 5 También se proporciona un controlador 68 de temperatura que tiene elementos de calentamiento y/o de enfriamiento. El controlador de temperatura proporciona en realidad un conmutador para cambiar el modo de funcionamiento de la caja de cambios, por ejemplo, desde un modo totalmente operacional, por debajo de la temperatura de Curie de los elementos de polo, hasta un modo de alta temperatura en el cual no se transmite energía entre el rotor interior y el exterior.
- 10 El cableado 62 está arrollado alrededor de los elementos 60 de polo y la corriente eléctrica inducida en el cableado 62 por el campo magnético cambiante de la caja de cambios se usa para alimentar al controlador 68 de temperatura.
- 15 En este caso, el cableado puede estar conectado a uno o más filtros electrónicos que extraen componentes del campo magnético que tienen una frecuencia o rango de frecuencias predeterminados para su uso en la alimentación del controlador de temperatura.
- 20 Preferiblemente, el filtro o los filtros electrónicos se configuran para extraer componentes del campo magnético (usándolos para generar corriente en una espira) que de otra forma tenderían a reducir la eficiencia del acoplamiento de los elementos de engranaje primero y segundo. Estos componentes del campo magnético se pueden usar entonces en la alimentación del controlador de temperatura.
- 25 La figura 5 muestra una vista en perspectiva esquemática de un elemento de acoplamiento de una caja de cambios de acuerdo con otra realización del invento. En el elemento 40 de acoplamiento, los elementos 42 de polo están unidos por medio de un elemento 46 de unión, de tal manera que las capas de los elementos 42 de polo y del elemento 46 de unión en conjunto proporcionan un cuerpo cilíndrico integral. El elemento 46 de unión está conformado a partir de un material no-magnetizable, es decir, es magnéticamente inactivo y no modula los campos magnéticos generados por los rotores interior y exterior.
- 30 De nuevo un controlador de temperatura (no mostrado) controla la temperatura de los elementos de polo, y por lo tanto de la disposición de interpolos formado por los elementos de polo. El elemento 46 de unión comprende preferiblemente un material con alta conductividad térmica, como por ejemplo un metal, con el fin de permitir que los elementos 42 de polo se calienten o se enfríen rápidamente y de manera uniforme.
- 35 El elemento 46 de unión puede ser conductor de la electricidad. Típicamente, el elemento 46 de unión se lamina con el fin de reducir la formación de corrientes de Foucault hasta un nivel predeterminado.
- Aunque se ha descrito el invento en conjunto con las realizaciones de ejemplo descritas anteriormente, muchas modificaciones y variaciones equivalentes resultarán evidentes para aquellas personas con experiencia en la técnica cuando se les de esta explicación. Por consiguiente, se considera que las realizaciones de ejemplo del invento descritas anteriormente son ilustrativas y no limitativas. Se pueden hacer diferentes cambios a las realizaciones descritas sin apartarse del alcance del invento.

REIVINDICACIONES

1. Una disposición (10) de engranaje magnético que comprende:

5 un primer elemento (12) de engranaje para generar un primer campo magnético,
 un segundo elemento (16) de engranaje para generar un segundo campo magnético, y
 un dispositivo (20) de acoplamiento que proporciona disposiciones de interpolos entre el primer elemento de
 engranaje y el segundo elemento de engranaje, acoplando los interpolos los campos magnéticos primero y
 10 segundo de tal manera que diferentes disposiciones de interpolos producen diferentes relaciones de
 transmisión entre los elemento de engranaje primero y segundo;

en el cual:

15 el dispositivo de acoplamiento comprende una pluralidad de elementos de polo (20a, 20b) ferromagnéticos,
 los cuales al menos en parte conforman los interpolos, teniendo cada elemento de polo una temperatura de
 Curie por la cual el elemento de polo está activo por debajo de su temperatura de Curie e inactivo por encima
 de su temperatura de Curie, y
 20 **caracterizado porque** el disposición de engranaje magnético comprende además un controlador (68) de
 temperatura para controlar la temperatura de al menos algunos de los elementos de polo de tal manera que,
 bajo el control del controlador de temperatura, las temperaturas de elementos de polo pueden cruzar sus
 respectivas temperaturas de Curie y de ese modo cambiar de activo a inactivo o a la inversa.

25 2. Una disposición de engranaje magnético de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el dispositivo de
 acoplamiento puede proporcionar una disposición diferente de interpolos cuando los elementos de polo cruzan sus
 respectivas temperaturas de Curie.

30 3. Una disposición de engranaje magnético de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el cual una parte de los
 elementos de polo tiene una primera temperatura de Curie, y otra parte de los elementos de polo tiene una segunda
 temperatura de Curie mayor.

35 4. Una disposición de engranaje magnético de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual
 el controlador de temperatura y el dispositivo de acoplamiento están configurados de tal manera que el controlador
 de temperatura hace variar las temperaturas de todos los elementos de polo del dispositivo de acoplamiento, y todos
 los elementos de polo se pueden mantener a substancialmente la misma temperatura.

40 5. Una disposición de engranaje magnético de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual el
 controlador de temperatura y el dispositivo de acoplamiento están configurados de tal manera que el controlador de
 temperatura hace variar las temperaturas de sólo una parte seleccionada de los elementos de polo del dispositivo de
 acoplamiento, y se puede mantener un diferencial de temperatura entre elementos de polo del dispositivo de
 acoplamiento.

45 6. Una disposición de engranaje magnético de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual
 la propia acción del controlador de temperatura está determinada por la condición de funcionamiento del elemento
 de engranaje primero y/o segundo.

50 7. Una disposición de engranaje magnético de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además un sensor
 para detectar la condición de funcionamiento del elemento de engranaje primero y/o segundo y comunicar la
 condición de funcionamiento al controlador de temperatura.

8. Una disposición de engranaje magnético de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual
 el controlador de temperatura comprende un calentador que calienta los elementos de polo.

55 9. Una disposición de engranaje magnético de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual el controlador de
 temperatura comprende cableado (62) que calienta elementos de polo individuales seleccionados, generándose
 corriente de calentamiento en el cableado por el movimiento de los elementos de engranaje con respecto al
 cableado.

60 10. Una disposición de engranaje magnético de acuerdo con la reivindicación 9, en el cual el cableado está
 conectado eléctricamente a uno o más filtros electrónicos, seleccionando los filtros la corriente de calentamiento y
 suprimiendo dichos filtros componentes de la corriente que se generarían si no en el cableado por el movimiento de
 los elementos de engranaje con respecto al cableado.

65 11. Una disposición de engranaje magnético de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual
 el primer elemento de engranaje tiene imanes permanentes para generar el primer campo magnético y el segundo
 elemento de engranaje tiene imanes permanentes para generar el segundo campo magnético.

12. Una disposición de engranaje magnético de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual elementos de polo vecinos se unen entre sí mediante partes (46) no-magnetizables del dispositivo de acoplamiento.
- 5 13. Una disposición de engranaje magnético de acuerdo con la reivindicación 12, en el cual las partes no-magnetizables están conformadas de un material conductor de la electricidad.
14. Un método para hacer funcionar una disposición de engranaje magnético, comprendiendo el método:
- 10 (a) proporcionar una disposición (10) de engranaje magnético que tenga:
- un primer elemento (12) de engranaje para generar un primer campo magnético,
un segundo elemento (16) de engranaje para generar un segundo campo magnético, y
un dispositivo (20) de acoplamiento que proporciona disposiciones de interpolos entre el primer
15 elemento de engranaje y el segundo elemento de engranaje, acoplando los interpolos los campos magnéticos primero y segundo de tal manera que diferentes disposiciones de interpolos producen diferentes relaciones de transmisión entre los elementos de engranaje primero y segundo;
- en el cual:
- 20 el dispositivo de acoplamiento comprende una pluralidad de elementos de polo (20a, 20b) ferromagnéticos, los cuales al menos en parte conforman los interpolos, teniendo cada elemento de polo una temperatura de Curie por la cual el elemento de polo está activo por debajo de su temperatura de Curie e inactivo por encima de su temperatura de Curie; y **caracterizado por**
- 25 (b) controlar la temperatura de al menos algunos de los elementos de polo de tal manera que las temperaturas de elementos de polo crucen sus respectivas temperaturas de Curie, y de ese modo cambien de activo a inactivo o a la inversa.
- 30 15. Un método de acuerdo con la reivindicación 14, en el cual el dispositivo de acoplamiento proporciona una disposición diferente de interpolos cuando los elementos de polo cruzan sus respectivas temperaturas de Curie.

Fig.1
Técnica anterior

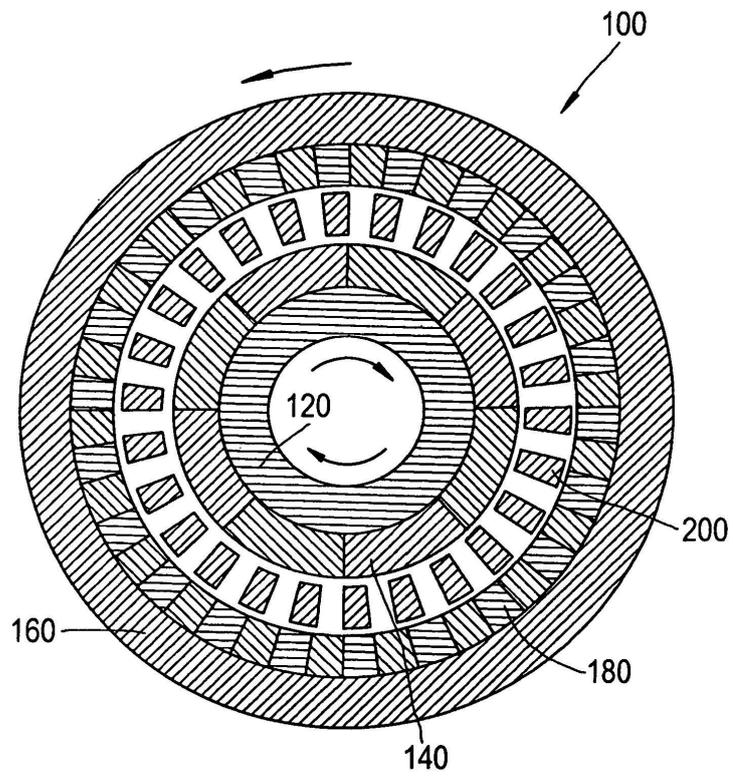


Fig.2

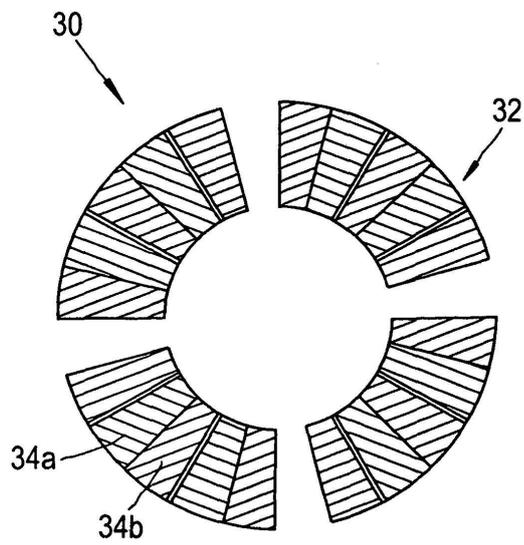
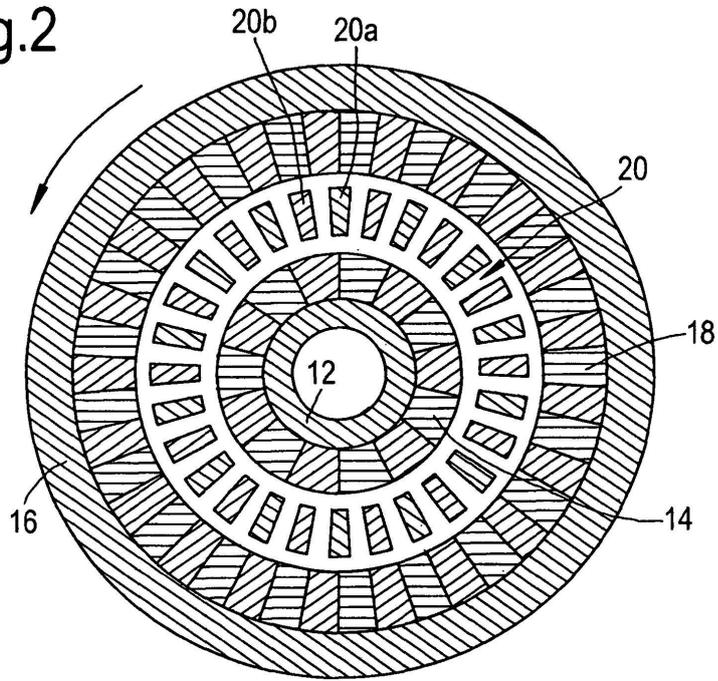


Fig.3

Fig.4

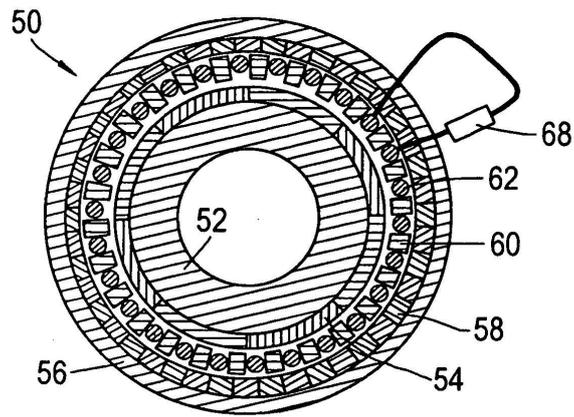


Fig.5

