

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 910 090**

51 Int. Cl.:

B41F 17/00 (2006.01)

B41F 17/18 (2006.01)

B41F 17/20 (2006.01)

F16D 27/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.11.2017 PCT/EP2017/078035**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.05.2018 WO18083163**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.11.2017 E 17791423 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2022 EP 3535127**

54 Título: **Dispositivo de acoplamiento magnético**

30 Prioridad:

02.11.2016 EP 16196963

02.11.2016 EP 16196961

02.11.2016 EP 16196965

02.11.2016 EP 16196962

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.05.2022

73 Titular/es:

**TONEJET LIMITED (100.0%)
Melbourn Science Park Cambridge Road
Melbourn
Royston, Hertfordshire SG8 6EE, GB**

72 Inventor/es:

**SHARP, JOHN LAWTON;
INGHAM, IAN PHILIP BUTLER;
WOODS, JEFFREY MARK;
EDWARDS, SIMON JOHN;
CLIPPINGDALE, ANDREW JOHN y
HALLS, JONATHAN JAMES MICHAEL**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 910 090 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de acoplamiento magnético

- 5 La presente divulgación se refiere a un sistema para sincronizar la rotación angular de un elemento accionado pasivo con un elemento de accionamiento alimentado de energía usando un acoplamiento magnético.

Antecedentes

- 10 Hay muchos ejemplos de aparatos en los que el momento angular se transfiere selectivamente desde un sistema rotatorio de accionamiento a un sistema rotatorio accionado. En determinados ejemplos simples, los requisitos del mecanismo de acoplamiento requieren solo que los dos sistemas puedan engancharse y desengancharse selectivamente entre sí. Tales sistemas incluyen sistemas de embrague de automóvil que requieren que un árbol accionado se enganche y desenganche selectivamente de un árbol de accionamiento alimentado de energía por un motor.

- 15 En otros aparatos, la relación entre el sistema de accionamiento y el sistema accionado puede ser más compleja, requiriendo, por ejemplo, que el sistema accionado pueda moverse desde las proximidades del sistema de accionamiento o que los grados de rotación relativos de los dos sistemas se fijen en una determinada posición predeterminada.

- 20 Un ejemplo de un sistema complejo de este tipo es un aparato de impresión que comprende una pluralidad de dispositivos de retención que se mueven de estación a estación a lo largo de una pista. Los dispositivos de retención comprenden secciones que pueden rotar pasivas, que se accionan de manera rotatoria por dispositivos de accionamiento posicionados en varias estaciones a lo largo de la pista. En algunos ejemplos de este aparato de impresión, es ventajoso para la orientación (es decir, grado de rotación) del sistema accionado que pueda derivarse a partir de la orientación del sistema de accionamiento; esto permite que el control rotacional del sistema accionado se realice completamente a través del control del sistema de accionamiento.

- 25 Hay varios aparatos conocidos que permiten que se transmita la rotación angular desde un sistema de accionamiento a un sistema accionado pasivo.

- 30 Un ejemplo de un tipo de aparato conocido es el de los sistemas de embrague (por ejemplo, embragues de fricción, embragues de garras, embragues hidráulicos, embragues centrífugos y embragues electromagnéticos). En tales sistemas, generalmente se proporcionan un elemento rotatorio accionado y un elemento rotatorio de accionamiento en posiciones que, aparte de permitir cierto movimiento en la dirección axial de los elementos rotatorios, están fijados uno con respecto al otro; generalmente, no es posible en estos sistemas mover los ejes de los elementos pasivos y de accionamiento fuera de alineación. Otra desventaja de estos sistemas es que los elementos accionado y de accionamiento están diseñados generalmente de modo que pueden engancharse en cualquier orientación rotacional uno con respecto al otro y pueden estar diseñados para deslizarse cuando se enganchan parcialmente; por lo tanto, no hay relación necesaria entre la orientación del elemento de accionamiento y la orientación del elemento accionado.

- 35 Otros ejemplos de sistemas de acoplamiento (por ejemplo, acoplamientos Oldham, articulaciones universales, y acoplamientos de mordaza) permiten cierto grado de desalineación angular y/o traslacional entre los elementos de accionamiento y accionado, pero no permiten que estos elementos se desenganchen entre sí por completo. Tales sistemas no son, por lo tanto, adecuados para su uso en un aparato en el que el elemento accionado va a alejarse de las proximidades del elemento de accionamiento.

- 40 Ejemplos adicionales de sistemas de acoplamiento son sistemas de engranajes, en los que la traslación de un árbol con respecto a otro provoca que los engranajes se engranen entre sí, y acoplamientos de árbol magnético, en el que múltiples pares de imanes norte-sur impulsan a los elementos accionado y de accionamiento a alinearse. Tales sistemas, sin embargo, no tienen una posición enganchada única, de modo que la orientación del sistema accionado no puede derivarse de la orientación del sistema de accionamiento.

- 45 Existe una necesidad, por lo tanto, de un sistema de acoplamiento que puede transmitir movimiento angular desde un elemento de accionamiento rotatorio a un elemento accionado pasivo y que supera las limitaciones descritas anteriormente de dispositivos conocidos.

- 50 El documento DE1075903 se refiere a un acoplamiento de seguridad con imanes permanentes. El documento WO2013/123464 se refiere a un sistema y método de acoplamiento magnético y/o transmisión.

- 55 El documento WO2014/126447 se refiere a un aparato de acoplamiento magnético. El documento WO2014/076704 se refiere a un sistema y método de impresión para imprimir en superficies externas de objetos de una línea de producción. El sistema de impresión descrito en el documento WO 2014/076704 comprende una acción con un elemento de accionamiento y un elemento accionado, en el que el elemento de accionamiento está

acoplado a una entrada de par de fuerzas que provoca que el elemento de accionamiento rote alrededor de un eje de acción y en el que el elemento accionado está configurado para rotar alrededor de un eje accionado.

Sumario de la invención

5

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un sistema de impresión según la reivindicación 1, concretamente, un sistema de impresión que comprende un elemento de accionamiento que está dispuesto en una ubicación estacionaria junto a una pista y un elemento accionado que está configurado para portar un objeto que va a imprimirse y para moverse a lo largo de la pista, en el que: el elemento de accionamiento está acoplado a una entrada de par de fuerzas que provoca que el elemento de accionamiento rote alrededor de un eje de acción, comprendiendo el elemento de accionamiento un primer elemento magnético; el elemento accionado está configurado para rotar alrededor de un eje accionado, comprendiendo el elemento accionado un segundo elemento magnético; en el que tanto el primer elemento magnético como el segundo elemento magnético son susceptibles a un campo magnético, y al menos uno del primer y segundo elemento magnético produce un campo magnético; en el que el elemento de accionamiento y el elemento accionado están configurados de tal manera que, cuando está en una posición de acción en la que el eje de acción está alineado con el eje accionado, una interacción magnética entre el primer elemento magnético y el segundo elemento magnético acopla el movimiento rotacional del elemento de accionamiento y el movimiento rotacional del elemento accionado.

10

15

20

25

Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método según la reivindicación 14, concretamente, un método de funcionamiento del elemento de accionamiento y el elemento accionado del sistema de impresión mencionado anteriormente, comprendiendo el método: hacer rotar el elemento de accionamiento alrededor del eje de acción usando la entrada de par de fuerzas; mover el elemento accionado en una dirección perpendicular con respecto al eje de acción a la posición de acción, provocando de este modo que el movimiento rotacional del elemento accionado se acople con el movimiento rotacional del elemento de accionamiento.

Realizaciones preferidas adicionales se definen en las reivindicaciones dependientes.

30

35

40

En la presente divulgación, se proporciona un sistema para transmitir movimiento rotacional entre un elemento de accionamiento y un elemento accionado, comprendiendo el sistema: un elemento de accionamiento que está acoplado a una entrada de par de fuerzas que provoca que el elemento de accionamiento rote alrededor de un eje de acción, comprendiendo el elemento de accionamiento un primer elemento magnético; un elemento accionado que está configurado para rotar alrededor de un eje accionado, comprendiendo el elemento accionado un segundo elemento magnético; tanto el primer elemento magnético como el segundo elemento magnético son susceptibles a un campo magnético, y al menos uno del primer y segundo elemento magnético produce un campo magnético; en el que el elemento de accionamiento y el elemento accionado están configurados de tal manera que, cuando está en una posición de acción en la que el eje de acción está alineado con el eje accionado, una interacción magnética entre el primer elemento magnético y el segundo elemento magnético acopla el movimiento rotacional del elemento de accionamiento y el movimiento rotacional del elemento accionado.

45

50

55

El sistema que comprende las características anteriores permite un sistema de acoplamiento en el que el elemento de accionamiento y el elemento accionado son completamente separables entre sí y en el que la orientación del elemento accionado puede derivarse de la orientación del elemento de accionamiento.

Preferiblemente, la orientación rotacional predeterminada es una orientación rotacional única del elemento de accionamiento con respecto al elemento accionado en la que los elementos magnéticos primero y segundo están alineados a lo largo de un eje paralelo al eje de acción y al eje accionado.

Preferiblemente, el elemento accionado está montado en un dispositivo portador que puede transportarse a lo largo de una trayectoria, en el que la trayectoria requiere que el dispositivo portador mueva el elemento accionado dentro y fuera de la posición de acción en una dirección sustancialmente perpendicular con respecto al eje de acción del dispositivo de acción.

Preferiblemente, al menos uno del primer elemento magnético y el segundo elemento magnético es un imán permanente.

Preferiblemente, al menos uno del primer elemento magnético y el segundo elemento magnético comprende un material ferromagnético.

60

65

Preferiblemente, el primer elemento magnético está dispuesto en el elemento de accionamiento a una distancia radial, r , desde el eje de acción y el segundo elemento magnético está dispuesto en el elemento accionado a la misma distancia radial, r , desde el eje accionado.

Preferiblemente, al menos uno del primer elemento magnético o el segundo elemento magnético está dispuesto en una cavidad en el elemento de accionamiento o el elemento accionado respectivamente, y, preferiblemente, en el que el segundo elemento magnético se retiene en la cavidad por un elemento de retención que permite que el

segundo elemento magnético se mueva en una dirección paralela al eje accionado, permitiendo de ese modo que el segundo elemento magnético se mueva para ponerse en contacto con la superficie del elemento de accionamiento cuando está en la posición de acción, y, más preferiblemente, en el que el primer elemento magnético se retiene en la cavidad por un elemento de retención que permite que el primer elemento magnético se mueva en una dirección paralela al eje de acción, permitiendo de ese modo que el primer elemento magnético se mueva para ponerse en contacto con la superficie del elemento accionado cuando está en la posición de acción.

Preferiblemente, el elemento de accionamiento y el elemento accionado comprenden cada uno una pluralidad de elementos magnéticos que están dispuestos de tal manera que las posiciones y/o polaridades magnéticas de los elementos magnéticos son asimétricas alrededor del eje de acción y el eje accionado respectivamente, proporcionando de ese modo una orientación rotacional predeterminada.

Preferiblemente, la posición de cada elemento magnético en el elemento de accionamiento se alinea con la posición de un elemento magnético correspondiente en el elemento accionado cuando los elementos accionado y de accionamiento están alineados en la orientación rotacional predeterminada.

Preferiblemente, al menos un elemento magnético adicional se posiciona en al menos uno de los elementos accionado o de accionamiento sin elemento magnético adicional correspondiente en el otro de los elementos accionado o de accionamiento.

Preferiblemente, el elemento accionado es uno de una pluralidad de elementos accionados que son móviles de tal manera que cada elemento accionado se acopla y desacopla secuencialmente con el elemento de accionamiento.

Preferiblemente, el elemento de accionamiento es uno de una pluralidad de elementos de accionamiento, y en el que el elemento accionado puede moverse secuencialmente a posiciones de accionamiento asociadas respectivamente con cada uno de los elementos de accionamiento de tal manera que el movimiento rotacional entre los elementos de accionamiento y el elemento accionado está acoplado en las posiciones de acción respectivas.

Preferiblemente, en el que el elemento de accionamiento comprende un disco de acción en el que está dispuesto el primer elemento magnético, y en el que el elemento accionado comprende un disco accionado en el que está dispuesto el segundo elemento magnético.

En algunas realizaciones, la posición de acción es fija.

En otras realizaciones, la posición de acción puede moverse en una dirección paralela a la trayectoria del dispositivo portador para permitir que el elemento accionado permanezca acoplado al elemento de accionamiento durante parte de su movimiento a lo largo de la trayectoria.

Preferiblemente, el elemento de accionamiento comprende una primera cara que se encuentra sustancialmente en un plano perpendicular con respecto al eje de acción, y el elemento accionado comprende una segunda cara que se encuentra sustancialmente en un plano perpendicular con respecto al eje accionado, y en el que, en la posición de acción, la primera cara y la segunda cara son sustancialmente paralelas y están orientadas en una relación cara a cara.

Preferiblemente, el primer elemento magnético y/o el segundo elemento magnético están magnetizados de tal manera que, cuando el elemento de accionamiento y el elemento accionado están en la posición de acción, los elementos magnéticos primero y segundo se atraen entre sí.

Preferiblemente, al menos uno del primer elemento magnético y el segundo elemento magnético es un electroimán.

También en la presente divulgación, se proporciona un aparato de impresión que comprende al menos una estación de impresión que comprende un cabezal de impresión; y al menos un sistema según el primer aspecto de la invención.

El método anterior proporciona un método para acoplar el sistema del primer aspecto en el que los elementos accionado y de accionamiento se llevan a las proximidades uno con respecto a otro en una dirección perpendicular con respecto a sus ejes rotacionales. Esto permite que las fuerzas entre los elementos magnéticos de los dos dispositivos produzcan un par de fuerzas grande alrededor de los ejes rotacionales y mejoren de ese modo la fiabilidad del proceso de acoplamiento.

La posición de acción puede ser una posición fija o puede ser móvil. La posición de acción puede, por ejemplo, seguir el movimiento del elemento accionado en una dirección perpendicular con respecto al eje de acción a lo largo de un determinado intervalo de movimiento para que el elemento accionado permanezca acoplado al elemento de accionamiento durante parte de su movimiento perpendicular con respecto al eje de acción.

Preferiblemente, el método comprende mover el elemento accionado fuera de la posición de acción en una dirección perpendicular con respecto al eje de acción, desacoplando de ese modo el movimiento rotacional del elemento accionado a partir del movimiento rotacional del elemento de accionamiento; hacer rotar un segundo elemento de accionamiento alrededor de un segundo eje de acción usando la entrada de par de fuerzas; mover el elemento accionado a una segunda posición de acción en la que el eje accionado está alineado con el segundo eje de acción, acoplar de este modo el movimiento rotacional del elemento accionado al movimiento rotacional del segundo elemento de accionamiento.

Preferiblemente, el movimiento del elemento accionado fuera de la posición de acción en una dirección perpendicular con respecto al eje de acción se sincroniza con el movimiento rotacional del elemento de accionamiento de modo que el acto de mover el elemento accionado fuera de la posición de acción imparte una aceleración angular al elemento accionado.

Preferiblemente, antes de mover el elemento accionado fuera de la posición de acción, la rotación del elemento de accionamiento se acelera para impartir una aceleración angular al elemento accionado.

Preferiblemente, la aceleración angular impartida al elemento accionado compensa su desaceleración entre las posiciones de acción debida a arrastre y fricción.

Preferiblemente, el movimiento rotacional se imparte al elemento accionado antes del acoplamiento con el elemento de accionamiento.

Preferiblemente, el movimiento rotacional se imparte por el contacto de rodadura del elemento accionado con una almohadilla o carril estacionario.

Breve descripción de las figuras

La figura 1A muestra un diagrama de bloques esquemático de una realización de la invención en una configuración inmediatamente antes del acoplamiento.

La figura 1B muestra un diagrama de bloques esquemático de la realización de la figura 1A en una configuración acoplada.

La figura 2A muestra una representación esquemática de la posición del elemento magnético en la realización de las figuras 1A y 1B.

La figura 2B muestra una representación esquemática de la disposición de elementos magnéticos en una segunda realización.

La figura 2C muestra una representación esquemática de la disposición de elementos magnéticos en una tercera realización.

La figura 3 muestra una representación esquemática de la disposición de elementos magnéticos en una cuarta realización.

La figura 4 muestra una representación esquemática de la disposición de elementos magnéticos en una quinta realización.

La figura 5A muestra una vista de un disco de acción en algunas realizaciones de la invención.

La figura 5B es una sección transversal de un disco de acción en algunas realizaciones de la invención.

La figura 5C es una sección transversal de un disco de acción en algunas realizaciones de la invención, en la que el elemento magnético está flotando por encima de la superficie del disco de acción.

La figura 6A muestra una vista de un disco accionado en algunas realizaciones de la invención desde una primera perspectiva.

La figura 6B muestra una sección transversal de un disco accionado en algunas realizaciones de la invención.

La figura 7 muestra un diagrama de bloques esquemático de un sistema de impresión que comprende una pluralidad de sistemas de acoplamiento según realizaciones de la invención.

Descripción detallada

La presente divulgación proporciona un aparato en el que la rotación de un elemento accionado se sincroniza con

la rotación de un elemento de accionamiento por una fuerza de acoplamiento entre los elementos respectivos que tiene efecto cuando sus ejes se alinean.

La figura 1A muestra un ejemplo de un sistema de acoplamiento de rotación 100 según una realización de la presente invención en una posición en la que un elemento 110 de accionamiento y un elemento 120 accionado están desacoplados entre sí. La figura 1B muestra un ejemplo del sistema de acoplamiento de rotación de la figura 1A donde el elemento 110 de accionamiento y el elemento 120 accionado están en una posición de acción acoplada. En la posición de acción, la rotación del elemento 110 de accionamiento está acoplada a la rotación del elemento 120 accionado, provocando que los dos elementos roten a la misma velocidad angular. El elemento 110 de accionamiento comprende un árbol 111 de acción que tiene un eje 112 de acción longitudinal alrededor del cual puede hacerse rotar el elemento 110 de accionamiento. El árbol 111 de acción termina en un extremo en un disco 113 de acción. El disco 113 de acción es preferiblemente cilíndrico y tiene una cara 114 que se encuentra en un plano perpendicular con respecto al eje 112 de acción.

El disco 113 de acción comprende un material no magnético. Una cavidad 116 está formada en la cara 114 del disco 113 de acción. La cavidad 116 se extiende una distancia en el interior del disco 113 de acción y termina en una cara 118 rebajada paralela a la cara 114 del disco 113 de acción.

Un elemento 115 magnético está dispuesto en la cavidad 116 en el disco 113 de acción que está posicionado en un desplazamiento radial 117, r , desde el eje 112 de acción. Preferiblemente, el elemento 115 magnético está dispuesto hacia el borde del disco 113 de acción, con el fin de maximizar el par de fuerzas producido por fuerzas que actúan sobre el elemento 115 magnético.

Ejemplos de elementos magnéticos adecuados para su uso en la invención incluyen:

1. Un imán permanente, que genera un campo magnético permanente;
2. Un electroimán, que genera un campo magnético cuando se energiza;
3. Una pieza de material ferromagnético, que experimenta una fuerza de atracción hacia un imán.

Los tres tipos de elementos magnéticos son susceptibles a un campo magnético, es decir, se magnetizan en respuesta a un campo magnético aplicado. Pueden usarse imanes permanentes y electroimanes para producir un campo magnético e inducir la magnetización en materiales ferromagnéticos. De estos tres, el sistema puede comprender solo imanes permanentes, solo electroimanes o tanto imanes permanentes como electroimanes. El sistema puede comprender además elementos de material ferromagnético junto con uno o ambos tipos de imanes.

En la realización mostrada, el elemento 115 magnético es sustancialmente cilíndrico y está magnetizado a lo largo de su eje cilíndrico. El elemento 115 magnético puede estar dispuesto en la cavidad 116 con el polo sur del elemento 115 magnético posicionado hacia la superficie del disco 113 de acción y el polo norte del elemento 115 magnético posicionado hacia la cara 118 rebajada de la cavidad 116, o, alternativamente, con el polo norte hacia la superficie de la cavidad 116 y el polo sur hacia la cara 118 rebajada. El experto comprenderá, sin embargo, que pueden usarse otros tipos de elementos magnéticos en realizaciones de la presente invención, incluyendo elementos magnéticos en los que tanto el polo norte como el polo sur están ubicados en la superficie del disco 113 de acción. El experto también comprenderá que siempre que se especifiquen polaridades magnéticas en cualquier realización, la invención no se alterará invirtiendo las polaridades magnéticas de todos los elementos magnéticos en la realización.

El elemento 115 magnético se retiene en la cavidad 116 usando un elemento de retención (no mostrado) que permite que el elemento 115 magnético se mueva una pequeña distancia axial sobresaliendo de la cara 114 del disco 113 de acción (como se describe con más detalle con referencia a la figura 5C).

Un ejemplo de elementos 115 magnéticos adecuados para su uso en esta realización son imanes de neodimio disponibles comercialmente para una amplia variedad de aplicaciones. La elección del elemento 115 magnético para el acoplamiento depende principalmente del requisito de par de fuerzas de la aplicación. Tales imanes están disponibles en diámetros que varían desde 5 mm a más de 50 mm y grosores desde 2 mm a más de 25 mm. Mientras que el más pequeño de estos imanes desarrolla una fuerza axial de alrededor de 10 N, los imanes más grandes pueden generar una fuerza axial de hasta 1 kN. La fuerza entre dos imanes que se enfrentan entre sí muestra una fuerte dependencia de la distancia entre los imanes, que se aproxima a una ley de potencia inversa. Las versiones están disponibles con orificios de fijación centrales avellanados en una cara para montarse con un único tornillo de cabeza avellanada.

Una característica importante de estos imanes es la fuerte fuerza de atracción radial que produce un par de tales imanes de sentido opuesto cuando se enfrentan entre sí, que actúan para alinear sus ejes. Por el contrario, un par del mismo sentido de tales imanes exhibe una fuerte fuerza de repulsión radial cuando se enfrentan entre sí.

El árbol 111 de acción del elemento 110 de accionamiento está acoplado a una entrada de par de fuerzas (no mostrada), tal como un motor eléctrico, que está configurado para proporcionar un par de fuerzas controlable al árbol 111 de acción para provocar que el árbol 111 de acción y el disco de acción roten alrededor del eje 112 de acción.

La forma del elemento 120 accionado es sustancialmente una imagen especular del elemento 110 de accionamiento reflejado en un plano perpendicular con respecto al eje 112 de acción del elemento 110 de accionamiento. El elemento 120 accionado difiere del elemento 110 de accionamiento en que no está acoplado directamente a una entrada de par de fuerzas y, en esta realización, en que el elemento 125 magnético no puede flotar hacia fuera de la cavidad 126. El elemento 120 accionado se describe con más detalle a continuación.

El elemento 120 accionado comprende un árbol 121 accionado que tiene un eje 122 accionado longitudinal alrededor del cual es libre de rotar el elemento 120 accionado. El árbol 121 accionado puede, por ejemplo, montarse en un dispositivo portador (no mostrado) que tiene cojinetes que permiten que el árbol accionado rote libremente con respecto al dispositivo portador.

El árbol 121 accionado termina en un extremo en un disco 123 accionado. El disco 123 accionado es preferiblemente cilíndrico y tiene una cara 124 que se encuentra en un plano perpendicular con respecto al eje 122 accionado. Un elemento 125 magnético adicional está dispuesto en una cavidad 126 en el disco 123 accionado en un desplazamiento radial 127, r, desde el eje 122 accionado. El elemento 125 magnético adicional se retiene en la cavidad 126 usando un elemento de retención (no mostrado) que evita que el elemento 125 magnético adicional se mueva fuera de la cavidad 126 más allá de la cara 124 del disco 125 accionado.

En una realización alternativa, el elemento 115 magnético del disco 113 de acción se retiene de modo que no puede moverse fuera de la cavidad 116, mientras que el elemento 125 magnético del disco 123 accionado se retiene de tal manera que puede moverse una pequeña distancia axial hacia fuera de la cavidad 126 de tal manera que pasa a sobresalir de la superficie 124 del disco 123 accionado. En otra realización alternativa, ambos elementos magnéticos, 115 y 125, se retienen de manera que pueden moverse axialmente hacia fuera de las respectivas cavidades 116 y 126.

Si los elementos magnéticos, 115 y 125, no pueden entrar en contacto entre sí, la fuerza de atracción axial entre los elementos magnéticos puede ejercer una tensión considerable en los montajes del elemento 110 de accionamiento y el elemento 120 accionado. Una ventaja de proporcionar elementos de restricción que permitan que al menos uno de los elementos magnéticos, 115 y 125, se mueva axialmente fuera de una cavidad, es que los elementos magnéticos pueden ponerse en contacto entre sí cuando están en las proximidades uno del otro. Esto elimina la fuerza axial que estaría presente si ambos elementos magnéticos, 115 y 125, estuvieran restringidos sin movimiento y, por lo tanto, reduce las tensiones en el aparato. Otra ventaja importante es que, cuando se permite que entren en contacto entre sí, existe la máxima fuerza magnética posible entre los imanes, lo que a su vez maximiza el par de fuerzas que el acoplamiento puede transmitir.

El elemento 125 magnético adicional tiene polaridad opuesta al elemento 115 magnético en el disco 113 de acción lo que provoca que los elementos magnéticos, 115 y 125, se atraigan uno hacia el otro cuando se posicionan en las proximidades uno del otro. Por lo tanto, cuando el elemento 115 magnético del disco 113 de acción tiene un polo norte en su superficie 114, el elemento 125 magnético del disco 123 accionado tiene un polo sur en su superficie 124 (y cuando el elemento 115 magnético del disco 113 de acción tiene un polo sur en su superficie 114, el elemento 125 magnético del disco 123 accionado tiene un polo norte en su superficie 124).

El desplazamiento radial 117 del elemento 115 magnético desde el eje 112 de accionamiento es sustancialmente igual al desplazamiento radial 127 del elemento 125 magnético adicional desde el eje 122 accionado de tal manera que, cuando el eje 112 de accionamiento y el eje 122 accionado están alineados, los elementos magnéticos, 115 y 125, pueden ponerse en las proximidades uno del otro mediante la rotación de uno de los árboles, 111 y 121, alrededor de su eje.

Cuando uno de los elementos 115 y 125 magnéticos del disco 113 de acción o el disco 123 accionado está formado por un material ferromagnético, el elemento magnético correspondiente en el otro disco es o bien un imán permanente o bien un electroimán. Cuando los discos se alinean entre sí, el material ferromagnético se magnetiza por un campo magnético producido por el imán permanente o el electroimán, provocando que los elementos magnéticos de los dos discos experimenten una fuerza de acoplamiento de atracción.

En la posición mostrada en la figura 1A, el elemento 115 de accionamiento y el elemento 125 accionado están desacoplados. En esta posición, que corresponde a las posiciones relativas del elemento 115 de accionamiento y el elemento 125 accionado inmediatamente antes o después del acoplamiento, el eje 112 de acción del elemento 110 de accionamiento es paralelo al eje 112 accionado del elemento 120 accionado pero está desplazado una distancia perpendicular 132, d. Las caras, 114 y 124, del elemento 110 de accionamiento y del elemento 120 accionado están separados por una separación axial 130, a, que es pequeña en comparación con d. Además, la separación axial 130, a, es normalmente menor que una distancia mínima requerida para que las fuerzas entre los

elementos 115 y 125 magnéticos afecten al movimiento rotacional del elemento 120 accionado; es decir, la separación entre las caras, 114 y 124, del elemento 110 de accionamiento y del elemento 120 accionado.

En esta posición, los elementos magnéticos, 115 y 125, del elemento 110 de accionamiento y el elemento 120 accionado están a una distancia tal entre sí de tal manera que la interacción entre los elementos magnéticos, 115 y 125, es débil y no hay otra fuerza significativa que actúe entre el elemento 120 accionado y el elemento 110 de accionamiento. El elemento 110 de accionamiento y el elemento 120 accionado, por lo tanto, están desacoplados de manera efectiva entre sí.

Debe entenderse que las posiciones relativas anteriores del elemento 110 de accionamiento y el elemento 120 accionado corresponden a posiciones relativas inmediatamente antes y después del acoplamiento. En general, el elemento 110 de accionamiento y el elemento 120 accionado pueden moverse uno con respecto al otro de varias maneras que se determinarán mediante la realización específica en la que se usan. Por ejemplo, cuando el elemento 110 de accionamiento y el elemento 120 accionado están en una separación mayor, el eje 112 de acción y el eje 122 accionado pueden no ser paralelos entre sí y la distancia axial entre las caras, 114 y 124, puede ser arbitrariamente grande.

En la posición mostrada en la figura 1B, el elemento 110 de accionamiento y el elemento 120 accionado se han movido a una posición de acción en la que el eje 112 de acción del elemento 110 de accionamiento está alineado con el eje 121 accionado del elemento 120 accionado. En la posición de acción, el movimiento rotacional del elemento 110 de accionamiento está acoplado al movimiento rotacional del elemento 120 accionado a través de la atracción entre los elementos 115 y 125 magnéticos.

Para llegar a la posición de acción, el elemento 120 accionado se mueve desde la posición mostrada en la figura 1A en una dirección 131 sustancialmente perpendicular con respecto a los ejes, 112 y 122, hasta que los ejes están alineados. En algunas realizaciones, el elemento accionado está montado en un dispositivo portador que puede moverse a lo largo de una pista fija; en tales realizaciones, el elemento 120 accionado se mueve a y fuera de la posición de acción moviendo el dispositivo portador a lo largo de la pista a una posición donde el eje del elemento 120 accionado está alineado con el eje del elemento 110 de accionamiento.

El acoplamiento del movimiento rotacional desde el elemento 110 de accionamiento al elemento 120 accionado se produce espontáneamente (es decir, sin control activo) y automáticamente cuando sus ejes, 112 y 122, se ponen sustancialmente en alineación entre sí con sus caras, 113 y 123, que están separadas con una pequeña distancia axial 130, a. Este proceso se describe a continuación.

A medida que el elemento 120 accionado se aproxima al elemento 110 de accionamiento en una dirección perpendicular con respecto a sus ejes, 112 y 122, la distancia entre los elementos magnéticos, 115 y 125, disminuye y, como resultado, aumenta la fuerza de atracción entre los elementos magnéticos. El elemento 110 de accionamiento puede o no controlarse para rotar en este momento. Si el elemento 110 de accionamiento está rotando, el elemento 115 magnético del disco 113 de acción se aproxima a las proximidades del elemento 125 magnético del disco 123 accionado barriendo a través de una región anular en el radio, r , hasta que se aproxima a la posición en la que está ubicado el elemento 125 magnético del disco 123 accionado. Preferiblemente, la sincronización de la rotación del elemento 110 de accionamiento y la aproximación del elemento 120 accionado está configurada de tal manera que el elemento 125 magnético del disco 123 accionado y el elemento magnético del disco 113 de acción están cerca entre sí en el momento en el que el elemento 120 accionado llega a la posición de acción. Esto aumenta la eficiencia del proceso de acoplamiento, minimizando el tiempo de acoplamiento mientras el elemento 110 de accionamiento busca el elemento 125 magnético del elemento 120 accionado. Si el elemento 110 de accionamiento no está rotando a medida que el elemento 120 accionado se aproxima a la posición de acción, los elementos 110, 120 pueden o no estar acoplados inicialmente. Si el elemento 120 accionado está rotando, por ejemplo, si está en circulación libre después de un desenganche reciente para un dispositivo de acción anterior, el elemento 125 magnético del disco 123 accionado barrerá a través de una región anular en el radio r hasta que se aproxime a la posición en la que se encuentra el elemento 115 magnético del disco 113 de acción, tras lo cual se acoplarán los dos discos 113, 123.

Si tanto el elemento 120 accionado como el elemento 110 de accionamiento no están rotando inicialmente, si los dos discos 113, 123 pasan a estar acoplados depende de sus orientaciones relativas y la intensidad de atracción de sus elementos magnéticos, ya que si los elementos 115, 125 magnéticos se acercan lo suficiente a medida que el elemento 120 accionado se aproxima al elemento 110 de accionamiento para llevar el disco 123 accionado a una alineación con el disco 113 de acción. Una vez que el disco 113 de acción se controla para rotar, el acoplamiento exitoso no depende de las orientaciones relativas iniciales del disco 113 de acción y el disco 123 accionado a medida que se aproximan entre sí. Aunque las figuras 1A y 1B indican una orientación particular, cualquier orientación inicial dará como resultado la misma posición acoplada final, aunque detalles del movimiento angular del disco accionado a medida que se captura por el disco accionado variarán dependiendo de las posiciones relativas iniciales, velocidad de rotación y velocidad de aproximación de los dos discos.

Debido a la distancia axial, a , entre los elementos magnéticos es pequeña en comparación con la distancia

perpendicular, d , cuando la fuerza de atracción entre los elementos magnéticos pasa a ser significativa, la fuerza de atracción sobre cada elemento magnético es sustancialmente perpendicular con respecto a los ejes rotacionales del elemento 120 accionado y el elemento 110 de accionamiento (es decir, una componente sustancial de la fuerza de atracción entre los elementos magnéticos, 115 y 125, se encuentra en los planos de las caras 114 y 124 de los discos 113 y 123). Cuando los ejes rotacionales del disco de acción y el disco accionado están sustancialmente alineados, y cuando la distancia entre los elementos magnéticos, 115 y 125, es pequeña en comparación con el radio, r , en el que están posicionados respectivamente desde sus respectivos ejes rotacionales, la separación entre los elementos magnéticos es sustancialmente tangencial con respecto a los ejes rotacionales, 112 y 122. Por lo tanto, en este punto, la fuerza de atracción magnética entre los elementos magnéticos provoca un gran par de fuerzas sobre cada disco alrededor de sus respectivos ejes rotacionales, lo que provoca que el disco 123 accionado rote hacia una posición donde los elementos magnéticos están alineados.

A medida que se alinean los dos elementos magnéticos, 115 y 125, la distancia entre los elementos magnéticos disminuye al orden de la distancia axial, a . En este punto, la fuerza de atracción entre los elementos magnéticos, 115 y 125, tiene una componente axial significativa, lo que provoca que el elemento 115 magnético en el disco 113 de acción flote fuera de la cavidad 116, de tal manera que el elemento 115 magnético se extiende más allá de la superficie 114 del disco 113 de acción. El grado de movimiento axial del elemento 115 magnético permitido por el elemento de retención es suficiente para permitir que la superficie del elemento 115 magnético entre en contacto con la superficie 124 del disco accionado. Esto proporciona una fuerza de acoplamiento de fricción entre el elemento 110 de accionamiento y el elemento 120 accionado además de la fuerza de acoplamiento magnético proporcionada por la atracción entre los elementos magnéticos, 115 y 125. La combinación de la fuerza de acoplamiento de fricción y la fuerza de acoplamiento magnético provoca que el elemento 120 accionado rote en sincronización con el elemento 110 de accionamiento con el elemento 125 magnético en el elemento 120 accionado alineado con el elemento 115 magnético en el elemento 110 de accionamiento.

Debido a que el disco 113 de acción está dotado de un solo elemento 115 magnético y el disco 123 accionado está dotado de un solo elemento 125 magnético, solo hay una alineación entre los discos respectivos en la que los elementos magnéticos pueden acoplarse entre sí; esto ocurre cuando los elementos magnéticos de ambos discos se encuentran en una línea paralela al eje 112 de acción y al eje 122 accionado. Esta orientación relativa se mantiene cuando el disco 113 de acción y el disco 123 accionado se hacen rotar conjuntamente en la misma dirección el mismo ángulo. La orientación absoluta del disco 113 de acción y el disco 123 accionado puede definirse por una posición de inicio arbitraria. Por ejemplo, la orientación de 0 grados de cada disco puede definirse como la orientación en la que el elemento magnético está verticalmente por encima y alineado horizontalmente con el eje de rotación (la posición de "doce en punto"). Otros ángulos de disco pueden definirse por un grado de rotación desde la orientación de 0 grados alrededor del eje de rotación. Las direcciones de rotación de los dos discos deben definirse de manera que un desplazamiento rotacional positivo de ambos discos en una cantidad igual mantenga las orientaciones relativas de los elementos magnéticos. El acoplamiento del disco 113 de acción al disco 123 accionado, por lo tanto, mantiene un desplazamiento angular sustancialmente constante entre los dos discos. Si la orientación rotacional de ambos discos se define de manera que los discos tienen un desplazamiento angular igual en la posición acoplada, el acoplamiento mantiene un desplazamiento angular entre los discos de aproximadamente 0 grados.

En ausencia de un par de fuerzas de carga significativo sobre el disco 123 accionado, el desplazamiento angular entre los discos será de aproximadamente 0 grados. Se producirá un desplazamiento angular si el disco 123 accionado está sometido a un par de fuerzas de carga que excede un primer umbral determinado por la fuerza de fricción estática entre los elementos magnéticos del disco 113 de acción y la superficie del disco 123 accionado. A un par de fuerzas de carga por encima de este umbral, los discos permanecerán acoplados, pero un pequeño desplazamiento angular entre los mismos aumentará con el par de fuerzas de carga hasta un segundo umbral en el que se excede la componente radial de la atracción magnética entre los elementos magnéticos. Este segundo umbral determina el par de fuerzas máximo que puede transmitir el acoplamiento. Siempre que no se exceda el par de fuerzas máximo, los dos discos permanecerán alineados en la orientación rotacional predeterminada, que incluye el intervalo de desplazamiento angular en el cual los discos permanecen acoplados.

Debido a que los elementos magnéticos, 115 y 125, en los dos discos están alineados, un sistema de control que está informado de la orientación del disco 113 de acción (definida, por ejemplo, con respecto a la orientación del elemento 115 magnético) puede inferir la orientación del disco 125 accionado. En aplicaciones donde la orientación del elemento 120 accionado es importante, esto permite que un sistema de control infiera la orientación del elemento 120 accionado a través del control del elemento 110 de accionamiento, en lugar de tener que medir el elemento accionado por separado. En aplicaciones donde es necesario un conocimiento muy preciso de la orientación del elemento accionado en presencia de un par de fuerzas de carga significativo, puede emplearse ventajosamente un sistema codificador angular en el elemento accionado.

El desenganche del elemento 120 accionado del elemento 110 de accionamiento se realiza aplicando una fuerza de cizalladura entre los discos 113 de acción y el disco 123 accionado que es mayor que la combinación de fuerzas magnéticas y de fricción que mantienen los discos alineados. En aplicaciones típicas, esto se proporcionará por un actuador o una etapa de movimiento lineal o similar que transporta el elemento 110 accionado en un plano

ortogonal con respecto a los ejes de los discos.

Dependiendo de la disposición de elementos magnéticos sobre los discos y el ángulo del acoplamiento en el momento del desenganche, el acto de desenganche puede inducir un par de fuerzas adicional sobre los discos. Para una disposición dada de elementos magnéticos, el movimiento de desenganche del elemento 120 accionado puede configurarse para o bien acelerar o bien desacelerar el disco 123 accionado a medida que se desengancha y puede usarse para compensar la desaceleración del disco accionado debida al arrastre y la fricción y el consiguiente deslizamiento de la posición angular entre estaciones de acción.

Alternativa o adicionalmente, la desaceleración del disco 123 accionado entre estaciones de acción puede compensarse acelerando la rotación del elemento 110 de accionamiento antes del desenganche del elemento 120 accionado para impartir una aceleración angular al elemento 120 accionado. La velocidad angular adicional del disco 123 accionado en comparación con la velocidad de rotación en la estación de acción se elige para que coincida con una pérdida prevista de velocidad angular del disco 123 de acción entre estaciones de acción debida a la fricción y la resistencia del aire.

En algunas realizaciones, el disco 113 de acción y el disco 123 accionado están dotados de más de un elemento 115 magnético. Pueden usarse elementos 115 magnéticos adicionales para aumentar el par de fuerzas que puede transmitir el acoplamiento y también pueden aumentar el intervalo de captura y la velocidad de captura del acoplamiento. Las figuras 2A-D muestran una serie de discos de acoplamiento que comprenden uno o más elementos 115 magnéticos. Por simplicidad, los discos mostrados en las figuras 2A-D están etiquetados y descritos como discos 113 de acción. Debe entenderse, sin embargo, que los discos 123 accionados correspondientes comprenden las características mostradas en una imagen especular como se refleja a través de un plano paralelo a la cara de los discos 113. Sin embargo, cuando el elemento 115 magnético se muestra en el disco 113 de acción con una superficie orientada hacia el polo norte 115a, esto debe reemplazarse en el disco 123 accionado con una superficie orientada hacia el polo sur 115b (y viceversa).

La figura 2A muestra un disco 113 de acción que comprende un elemento 115a magnético dispuesto en la cara 114 del disco 113 hacia la periferia del disco 113. Este disco 113 de acción es el mismo que el disco 113 de acción mostrado en la realización de la figura 1.

La figura 2B muestra un disco 113 de acción que comprende dos elementos magnéticos. Un primer elemento 115a magnético está dispuesto hacia el borde del disco en la posición del elemento 115a magnético en las figuras 1 y 2A. Un segundo elemento 215a magnético está dispuesto radialmente hacia dentro con respecto al primer elemento 115a magnético. Ambos elementos magnéticos tienen la misma polaridad. La provisión de dos de tales elementos magnéticos aumenta el acoplamiento magnético entre el disco 113 de acción y el disco 123 accionado, aumentando de ese modo el par de fuerzas transmitido entre los discos y la velocidad a la que tiene lugar la alineación rotacional de los discos.

La figura 2C muestra un disco 113 de acción que comprende dos elementos magnéticos. La disposición de los elementos magnéticos es similar a la de la realización mostrada en la figura 2B, excepto porque las polaridades magnéticas de los dos elementos magnéticos, 115a y 215b, son opuestas entre sí. El campo magnético que resulta de esta disposición de dipolo tenderá a ser más alto y más localizado que para la disposición de la figura 2B, lo que reducirá la distancia que los discos necesitan separarse para desacoplarse entre sí sin reducir la fuerza de acoplamiento cuando están enganchados.

La figura 2D muestra un disco 113 de acción que comprende cuatro elementos magnéticos. Dos elementos magnéticos, 115a y 215a, de la misma polaridad están desplazados radialmente entre sí, como en la realización de la figura 2B. Otros dos elementos magnéticos, 115b y 215b, de la polaridad opuesta se proporcionan en el lado opuesto del disco 113 con respecto a los dos primeros elementos magnéticos. Los cuatro elementos magnéticos se encuentran en un diámetro que pasa a través del eje del disco 113 de acción.

La provisión de cuatro elementos magnéticos proporciona una fuerza de acoplamiento más fuerte que realizaciones que comprenden menos elementos magnéticos de la misma intensidad. Una ventaja adicional de esta disposición se produce cuando los ejes del disco 113 de acción y el disco 123 accionado se llevan a alineación mientras los discos están a 180 grados de desplazamiento rotacional entre sí. En este caso, los elementos magnéticos que se atraen mutuamente sobre los dos discos se posicionan lo más lejos posible entre sí con los ejes, 112 y 122, de los discos estando alineados. La fuerza de acoplamiento entre los elementos magnéticos no solo es mínima debido a su separación, sino que la dirección de la fuerza de acoplamiento pasa a través de los ejes, 112 y 122, de los discos, 113 y 123, y, por lo tanto, no produce un par de fuerzas de rotación. Al proporcionar elementos magnéticos adicionales de la polaridad opuesta posicionados radialmente opuestos a los dos primeros elementos magnéticos, se obtiene un fuerte acoplamiento rotacional entre los discos, incluso cuando los discos se hacen rotar 180 grados entre sí, debido a la fuerza repulsiva inestable entre los elementos magnéticos de la misma polaridad sobre los dos discos.

Cada una de las realizaciones mostradas en las figuras 2A-D comprende ventajosamente una disposición de

elementos magnéticos que no tiene simetría rotacional (distinta de a través de un número entero de revoluciones completas). Si se proporcionan elementos magnéticos en una disposición que tiene simetría rotacional, proporcionando dos elementos magnéticos de la misma polaridad sobre lados radialmente opuestos del disco 113, por ejemplo, será posible que el disco 113 de acción y el disco 123 accionado se acoplen en más de una orientación, siendo igual el número de orientaciones posibles al orden o simetría rotacional presente en la disposición de elementos magnéticos. Si hay más de una orientación en la que el disco 110 de acción y el disco 120 accionado pueden acoplarse entre sí, no es posible derivar la orientación del disco 120 accionado a partir de la orientación del disco 110 de acción. Al proporcionar disposiciones de elementos magnéticos sin simetría rotacional, cada una de las realizaciones mostradas en las figuras 2A-D permite sistemas de acoplamiento en los que la orientación del disco 123 accionado puede derivarse a partir de la orientación del disco 113 de acción.

Las figuras 3 y 4 muestran realizaciones adicionales de la presente invención que comprenden un disco 313 de acción y un disco 323 accionado en donde los elementos magnéticos están dispuestos en un patrón ventajoso.

El solicitante ha descubierto que el intervalo de captura (es decir, la desviación rotacional entre el disco de acción y el disco accionado en la que las fuerzas magnéticas pueden sincronizarse) del acoplamiento y el tiempo de establecimiento (el tiempo necesario para que el disco de acción y el disco accionado logren la sincronización cuando están en la posición de acción) del acoplamiento están muy influenciados por la disposición de elementos magnéticos en los discos. Una disposición de elementos magnéticos que es tanto rotacionalmente asimétrica como reflectantemente asimétrica, como se muestra en la figura 3, se ha encontrado que es beneficioso llevar el acoplamiento a alineación rotacional cuando la posición del disco 323 accionado se aproxima al disco 313 de acción en una posición de retraso, es decir, estando la orientación rotacional del disco 323 accionado detrás de la del disco 313 de acción en la dirección de rotación.

En la figura 3, el disco 313 de acción comprende un primer elemento 115a magnético y un segundo elemento 215a magnético de la misma polaridad posicionados a lo largo de una línea radial. Un tercer elemento 315b magnético de polaridad opuesta está dispuesto en una posición por delante (en la dirección de rotación del disco cuando se acciona) de los elementos magnéticos primero y segundo. La disposición de elementos magnéticos en el disco 323 accionado es un reflejo del disco 313 de acción en el plano paralelo a la cara del disco estando invertidas las polaridades de los elementos magnéticos.

Cuando el disco 323 accionado en esta realización se aproxima al disco 313 de acción en una posición de retraso, el tercer elemento 325b magnético del disco 323 accionado experimenta una fuerza de repulsión desde los elementos magnéticos primero 115a y segundo 215a del disco 313 de acción. Esta fuerza de repulsión puede proporcionar un par de fuerzas de rotación adicional en la dirección de rotación en comparación con otras disposiciones, permitiendo de ese modo que el disco 323 accionado alcance el disco 313 de acción.

Una disposición similar se muestra en la figura 4, en la que un cuarto elemento 335b magnético se posiciona sobre el disco accionado por delante del tercer elemento 325b magnético y que tiene la misma polaridad que el tercer elemento 325b magnético. Se ha encontrado que esta disposición es beneficiosa en el aparato de impresión descrito más adelante con referencia a la figura 7. Esto proporciona una fuerza de atracción desde el elemento 315b magnético del disco de acción hacia 335b del disco accionado que retarda el rebasamiento de la posición del disco accionado y reduce el tiempo de establecimiento en este método de funcionamiento particular.

Las figuras 5A-C muestran un ejemplo del disco 113 de acción de la figura 1 desde diferentes perspectivas.

La figura 5A muestra el disco 113 de acción en planta.

En esta realización, el disco 113 de acción tiene una sección transversal circular y comprende un disco de aluminio mecanizado de diámetro, w, 57 mm y grosor, t, 10 mm. El disco tiene un buje formado integralmente y se perfora a través de su centro con un orificio 511 pasante de 10 mm de diámetro y un tornillo prisionero para fijar el disco 113 de acción a un árbol 111.

En otras realizaciones, el disco 113 de acción puede tener una sección transversal no circular, tal como una sección transversal elíptica o una sección transversal rectangular. En algunas realizaciones, el disco 113 de acción puede estar formado de un material distinto del aluminio. Preferiblemente, el disco 113 de acción está formado de un material no magnético. El experto entenderá que las dimensiones del disco 113 de acción pueden elegirse según los requisitos de la aplicación en la que se usa la invención.

Las figuras 5B y 5C muestran el disco 113 de acción de la figura 5A desde una vista lateral en sección, desde la cual puede verse más claramente la posición del elemento 115 magnético.

El elemento 115 magnético está dispuesto en una cavidad 116 establecida en la cara 114 del disco 113 de acción. En este ejemplo, el elemento 115 magnético tiene un diámetro de 10 mm y un grosor de 5 mm. En algunos ejemplos, el elemento magnético tiene un diámetro de 20 mm. El elemento 115 magnético comprende una perforación avellanada central para proporcionar el montaje del elemento 115 magnético dentro de la cavidad 116

usando un elemento 119 de restricción. En este ejemplo, el elemento de restricción es un único tornillo 119.

La cavidad 116 está dimensionada de tal manera que se extiende al interior de la cara 114 del disco 113 de acción para alojar el elemento 115 magnético con un ajuste de holgura. La cavidad 116 tiene una profundidad aproximadamente igual al grosor del elemento 115 magnético, de modo que la superficie exterior del elemento 115 magnético está sustancialmente a ras con la cara 114 del disco 113 de acción cuando se inserta completamente en la cavidad 116 (como se muestra en la figura 5B).

El tornillo 119 de retención está adaptado para asegurar el elemento 115 magnético en la cavidad, pero permite que el elemento magnético se mueva axialmente fuera de la cavidad 116 aproximadamente 1 mm para sobresalir hasta 1 mm de la cara 114 de disco (como se muestra en la figura 5C).

En otras realizaciones, el elemento 115 magnético puede estar limitado de tal manera que puede moverse fuera de la cavidad 116 una distancia axial diferente. Preferiblemente, el elemento 115 magnético puede moverse una distancia suficiente para ponerse en contacto con un elemento 125 magnético en un disco accionado cuando está alineado en una posición de acción.

Uno o más resortes (no mostrados) pueden estar dispuestos entre el elemento 115 magnético y la superficie trasera de la cavidad para desviar el elemento 115 magnético hacia el interior de la cavidad a una posición de reposo en la que la superficie delantera del elemento magnético no sobresale de la superficie del disco 114. Esto garantiza que el elemento 115 magnético no choque con el disco accionado a medida que se aproximan entre sí.

El experto entenderá que el disco 113 de acción anterior puede adaptarse para comprender más de un elemento 115 magnético, tales como los mostrados en las figuras 2B-D, 3 y 4.

En una variante del disco 113 de acción que se muestra en la figura 5, tres elementos magnéticos están dispuestos en el disco 113 de acción estando separados por igual 120° con respecto a los otros dos elementos magnéticos. Cada elemento magnético es independientemente flotante y con resortes. El disco accionado normal (que tiene un elemento magnético) puede engancharse con el mismo en una de las tres posiciones correspondientes respectivamente al elemento magnético del disco accionado que está alineado con cada uno de los elementos magnéticos del disco 113 de acción. En este ejemplo, la posición de alineación única es sencilla a favor de un enganche más rápido. Esta realización es ventajosa en el aparato de impresión descrito más adelante con referencia a la figura 7, en determinadas estaciones de procesamiento en las que no es necesaria una posición de alineación única, la velocidad de acción es más lenta que en las estaciones de impresión y los discos accionados se aproximan con una orientación no controlada, tal como una estación de inspección de cámara o una estación de sobrecubrimiento.

Las figuras 6A y 6B muestran un ejemplo del disco 123 accionado de la figura 1 desde diferentes perspectivas.

El disco 123 accionado es sustancialmente una imagen especular del disco 113 de acción como se refleja a través de un plano paralelo a la cara 114 del disco 113. El disco 123 accionado difiere del disco de acción en que el elemento 125 magnético se retiene en la cavidad 126 con su posición axial fija de modo que no puede flotar por encima de la superficie.

La polaridad del elemento 125 magnético se elige para ser opuesta a la del elemento 115 magnético correspondiente sobre el disco 121 de accionamiento.

El elemento 125 magnético en el disco 123 accionado se posiciona a ras o simplemente casi a ras con la cara 124 de disco y se asegura con un tornillo 129 para que no pueda flotar en la cavidad 126. Se añade un compuesto de impregnación sobre y alrededor del elemento 125 magnético en la cavidad 126 para llenar cualquier hueco o hendidura, y la superficie del disco 123 solapada con un acabado uniforme formando una superficie plana 124.

El experto comprenderá que el disco 123 accionado anterior puede adaptarse para comprender más de un elemento 125 magnético, tales como los mostrados en las figuras 2B-D, y la figura 3. Además, el disco 123 accionado también puede comprender un número diferente de elementos 125 magnéticos con respecto al disco 113 de acción, tal como en el ejemplo mostrado en la figura 4.

En algunas realizaciones, el disco 123 accionado comprende una capa de superficie de un material que cubre la cara 124 del disco accionado que se orienta hacia el disco 113 de acción. El material puede ser un material de pastilla de freno, tal como FTL175 suministrado por Friction Technology Ltd. El material aumenta la fricción entre el disco 123 accionado y el imán del disco 113 de acción, lo que mejora la estabilidad del acoplamiento y también reduce el desgaste de las superficies.

El experto también comprenderá que las formas del elemento de accionamiento y el elemento accionado no están limitadas a discos circulares. Aunque se ha descrito un disco en este ejemplo, otras posibilidades caen dentro del alcance de la invención para uno o ambos del elemento de accionamiento y el elemento accionado. Estos incluyen

cualquier forma que pueda soportar los elementos magnéticos en la disposición deseada, e incluyen uno o más brazos radiales, un triángulo, cuadrado u otro polígono, un óvalo, elipse, o una forma más compleja. Los elementos de accionamiento y accionado pueden incluir regiones sin material, por ejemplo, perforaciones o huecos y/o su grosor pueden reducirse selectivamente, por ejemplo, para reducir la masa. Los elementos de accionamiento y accionado pueden tener diferentes formas. Puede usarse una amplia gama de materiales para la fabricación de los elementos de accionamiento y accionado, incluyendo metales no magnéticos, polímeros, materiales compuestos, etc.

La figura 7 muestra un ejemplo de un sistema de impresión 700 para recipientes cilíndricos que comprende cuatro de los aparatos de acoplamiento magnético 100 de una realización de la presente invención.

En este sistema de impresión, el elemento 120 accionado pasivo está adaptado para sostener un recipiente que va a imprimirse en 708. Los elementos 120 accionados se transportan a lo largo de una pista 702 en las proximidades de los cabezales de impresión 703 configurados para imprimir sobre las superficies de los recipientes 108. Dispuesta a lo largo de la pista 703 hay una serie de elementos 110 de accionamiento que se acoplan a los elementos 120 accionados en las proximidades del cabezal de impresión 703, que permiten que los recipientes 108 roten mientras que se imprime sobre los mismos.

Cada elemento 120 accionado está adaptado para portar un recipiente 708 de tal manera que el eje longitudinal del recipiente 708 es paralelo al eje accionado del elemento 120 accionado. Cada elemento 120 accionado está montado en un dispositivo de carro móvil respectivo 704 a través de cojinetes 705 que permiten que el elemento 120 accionado rote libremente alrededor de su eje central con respecto al carro 704. La rotación del elemento 120 accionado provoca que un recipiente 708 unido alrededor de su eje central.

Cada dispositivo de carro móvil 704 está montado a través de un sistema de cojinetes lineal (no mostrado) en la pista 702. La pista 702 forma una trayectoria cerrada alrededor de la cual un carro 704 se mueve libremente, y que guía el movimiento de cada carro 704 con alta precisión.

Los carros 704 se accionan a lo largo de la pista 702 por un sistema de motor lineal magnético. Los carros 704 portan imanes permanentes (no mostrados) que se acoplan magnéticamente a un sistema de electroimanes separados alrededor de la pista 702. Los electroimanes en la pista 702 se accionan eléctricamente para impulsar los carros 704 a lo largo de la pista 702. Un sistema de detección de posición mide la posición de cada carro 704 sobre la pista 702 y se usa un dispositivo de control para controlar independientemente la posición, la velocidad y la aceleración de cada carro 704 en la pista 702. Un ejemplo de una pista 702 de este tipo es la iTRAK, que se produce comercialmente por Rockwell Automation.

Los carros 704 y los elementos 710 de accionamiento están configurados de tal manera que, cuando un carro 704 se mueve a una posición en la que puede imprimirse sobre un recipiente 708 mediante un cabezal de impresión 703, el eje 122 accionado del elemento 120 accionado del carro 704 se pone en alineación con el eje 112 de acción de un elemento 110 de accionamiento rotatorio. El elemento 110 de accionamiento se acopla rotacionalmente al elemento 120 accionado como se describe en las secciones anteriores de la descripción, permitiendo de ese modo que la posición rotacional del recipiente 708 se controle mediante el elemento 120 de accionamiento.

El aparato de impresión 700 comprende cuatro estaciones de impresión, cada una de las cuales comprende al menos un cabezal de impresión 703, en el que se imprimen separaciones de color individuales de una imagen sobre la superficie del recipiente 708. El proceso de impresión en cada estación de impresión implica una o más revoluciones completas del recipiente 708, tiempo durante el cual el recipiente 708 se hace rotar a una velocidad angular constante mediante el elemento 110 de accionamiento a través del acoplamiento magnético. Puede imprimirse una pluralidad de recipientes 708 en paralelo. En algunas realizaciones, un recipiente 708 está ubicado en cada estación de impresión durante la impresión. La rotación de cada recipiente 708 en cada estación de impresión se sincroniza de tal manera que el tiempo de inicio del proceso de impresión es sustancialmente el mismo en cada estación de impresión. De manera similar, el tiempo de finalización del proceso de impresión (es decir, el momento en el que el recipiente ha sufrido la una o más revoluciones) es sustancialmente el mismo en cada estación de impresión. La acción rotatoria en las estaciones de impresión se proporciona desde un único motor 710 conectado a través de las correas 709 al elemento 110 de accionamiento de cada acoplamiento rotatorio 100 en las respectivas estaciones de impresión.

Durante el tiempo que un carro 704 está ubicado en una estación de impresión, la posición angular del recipiente se mide a partir de un anillo de codificador óptico de alta resolución unido al elemento accionado por un cabezal de lectura óptico sin contacto separado montado en la estación de impresión. Esto proporciona señales de sincronización para controlar la sincronización de eyección del cabezal de impresión ubicado en la estación de impresión.

Al final del uno o más procesos de impresión por revolución, cada carro 704 se traslada a la siguiente estación de impresión donde se imprimirá la siguiente separación de color, superponiéndose en la misma posición que la separación previa. Durante esta traslación, los acoplamientos rotatorios 100 se desenganchan a medida que los

discos 113 de acción y los discos 123 de acoplamiento de los respectivos acoplamientos están separados por el movimiento de los carros 704 ortogonales con respecto a los ejes de los discos. La acción rotatoria 710 continúa rotando a la misma velocidad angular constante, mientras que la rotación de un recipiente 708 comienza a desacelerar una vez que se desengancha su acoplamiento.

Con el fin de maximizar el rendimiento del aparato de impresión 700, es preferible que la traslación entre estaciones se complete dentro de una rotación del elemento 110 de accionamiento y que un recipiente 708 se vuelva a sincronizar con el elemento 110 de accionamiento al llegar a la segunda estación sin perder una revolución con respecto al elemento 110 de accionamiento. Esto requiere que el ángulo rotacional del disco 123 accionado con respecto al disco 113 de acción a medida que se aproxima a la segunda estación esté dentro del intervalo de captura del acoplamiento, y que pueda recuperarse el deslizamiento en posición, y se estabilice la velocidad, por el tiempo del inicio de la impresión en la segunda estación.

El deslizamiento en posición resultante de la desaceleración del recipiente 708 entre los elementos 110 de accionamiento puede compensarse controlando la sincronización entre la posición rotacional de los discos y la traslación lineal de los carros 704 para proporcionar cierta aceleración angular a medida que se desengancha el acoplamiento. Tal aceleración angular resulta si la traslación lineal produce un par de fuerzas sobre el disco 123 accionado en la misma dirección que los discos 113, 123 están rotando en el momento del desenganche. El par de fuerzas resulta si la fuerza de atracción combinada entre los elementos magnéticos de los dos discos 113, 123 actúa en una posición que está desviada con respecto al eje central de rotación 112, 122 de los discos 113, 123 con una componente que es perpendicular con respecto a la dirección de traslación lineal en el momento del desenganche. Esto produce un par de fuerzas que acelera o desacelera el disco 123 accionado, dependiendo de en qué lado del eje central 112, 122 y el punto en el que actúa la fuerza de atracción combinada. Además, la magnitud del par de fuerzas (así como su dirección) depende de la orientación de los discos 113, 123 acoplados en el momento del desenganche, ya que esto afectará la magnitud de dicha componente perpendicular. Se ha encontrado que la rotación del disco 113 de accionamiento puede sincronizarse con la traslación del carro 704 de tal manera que la orientación en el momento del desenganche siempre es tal que acelera el disco 123 accionado en una cantidad que equilibra sustancialmente la desaceleración del recipiente 708 que ocurre mientras se mueve el carro 704 entre estaciones.

Alternativa o adicionalmente, la desaceleración del disco accionado entre estaciones de acción puede compensarse acelerando la rotación del elemento de accionamiento antes del desenganche del elemento accionado para impartir una aceleración angular al elemento accionado.

Antes de la primera estación de acción, el elemento accionado puede rotarse previamente de modo que se haga rotar en la dirección requerida a medida que se aproxima a la primera estación de acción. Esto acelera el proceso de acoplamiento del elemento accionado al primer elemento de accionamiento en la estación de acción. La rotación previa puede realizarse enganchando la superficie circunferencial del disco accionado tangencialmente con una almohadilla o carril fijo a medida que el carro se mueve a lo largo de la pista hacia la estación de acción, provocando que el elemento accionado rote alrededor de su eje.

La disposición específica de elementos magnéticos en el disco 113 de acción y el disco 123 accionado es la misma que la mostrada en la figura 4. Se ha encontrado que esta disposición proporciona un buen rendimiento en las pruebas del aparato de impresión prototipo, en bloqueo a una velocidad de rotación de acción de 300 rpm (la velocidad nominal del aparato de impresión) tanto desde una parada como cuando se mueve entre elementos 110 de accionamiento adyacentes separados 125 mm en menos de 200 ms.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de impresión que comprende un elemento (110) de accionamiento que está dispuesto en una ubicación estacionaria junto a una pista y un elemento (120) accionado que está configurado para portar un objeto sobre el que va a imprimirse y para moverse a lo largo de la pista, en el que:

el elemento (110) de accionamiento está acoplado a una entrada de par de fuerzas que provoca que el elemento (110) de accionamiento rote alrededor de un eje (112) de acción, comprendiendo el elemento (110) de accionamiento un primer elemento (115) magnético;

el elemento (120) accionado está configurado para rotar alrededor de un eje (122) accionado, comprendiendo el elemento (120) accionado un segundo elemento (125) magnético; en el que

tanto el primer elemento (115) magnético como el segundo elemento (125) magnético son susceptibles a un campo magnético, y al menos uno del elemento magnético primero y segundo (125) produce un campo magnético; en el que

el elemento (110) de accionamiento y el elemento (120) accionado están configurados de manera que, cuando están en una posición de acción en la que el eje (112) de acción está alineado con el eje (122) accionado, una interacción magnética entre el primer elemento (115) magnético y el segundo elemento (125) magnético acopla el movimiento rotacional del elemento (110) de accionamiento y el movimiento rotacional del elemento (120) accionado.

2. Sistema de impresión según la reivindicación 1, en el que el acoplamiento entre el elemento (110) de accionamiento y el elemento (120) accionado provoca que los elementos de accionamiento y (120) accionado se acoplen en una orientación rotacional predeterminada entre sí.

3. Sistema de impresión según la reivindicación 2, en el que la orientación rotacional predeterminada es una orientación rotacional única del elemento (110) de accionamiento con respecto al elemento (120) accionado en la que los elementos (115, 125) magnéticos primero y segundo están alineados a lo largo de un eje paralelo con el eje (112) de acción y el eje (122) accionado.

4. Sistema de impresión según la reivindicación 2 o 3, en el que al menos uno del primer elemento (115) magnético y el segundo elemento (125) magnético es un imán permanente.

5. Sistema de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que al menos uno del primer elemento (115) magnético y el segundo elemento (125) magnético comprende un material ferromagnético.

6. Sistema de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el que el primer elemento (115) magnético está dispuesto en el elemento (110) de accionamiento a una distancia radial, r , desde el eje de acción y el segundo elemento (125) magnético está dispuesto en el elemento (120) accionado a la misma distancia radial, r , desde el eje (122) accionado.

7. Sistema de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el que al menos uno del primer elemento (115) magnético o el segundo elemento (125) magnético está dispuesto en una cavidad (116; 126) en el elemento (110) de accionamiento o el elemento (120) accionado respectivamente, y, preferiblemente, en el que el segundo elemento (125) magnético se retiene en la cavidad (116; 126) por un elemento de retención que permite que el segundo elemento (125) magnético se mueva en una dirección paralela al eje (122) accionado, permitiendo de ese modo que el segundo elemento (125) magnético se mueva para ponerse en contacto con la superficie del elemento (110) de accionamiento cuando está en la posición de acción, y, más preferiblemente, en el que el primer elemento (115) magnético se retiene en la cavidad (116; 126) por un elemento de retención que permite que el primer elemento (115) magnético se mueva en una dirección paralela al eje (112) de acción, permitiendo de ese modo que el primer elemento (115) magnético se mueva para ponerse en contacto con la superficie del elemento (120) accionado cuando está en la posición de acción.

8. Sistema de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, en el que el elemento (110) de accionamiento y el elemento (120) accionado comprende cada uno una pluralidad de elementos magnéticos que están dispuestos de tal manera que las posiciones y/o polaridades magnéticas de los elementos magnéticos son asimétricas alrededor del eje (112) de acción y el eje (122) accionado respectivamente, proporcionando de ese modo una orientación rotacional predeterminada, y, preferiblemente, en el que la posición de cada elemento (115) magnético en el elemento (110) de accionamiento se alinea con la posición de un elemento (125) magnético correspondiente en el elemento (120) accionado cuando los elementos (110, 120) de accionamiento y accionado están alineados en la orientación rotacional predeterminada, y preferiblemente en el que al menos un elemento magnético adicional se posiciona sobre al menos uno de los elementos (120) accionado o de accionamiento sin elemento magnético adicional correspondiente en el otro de los elementos (120) accionado o de accionamiento.

9. Sistema de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, en el que el elemento (120) accionado es uno de una pluralidad de elementos (120) accionados que son móviles de tal manera que cada elemento (120) accionado se acopla y desacopla secuencialmente con el elemento (110) de accionamiento.

10. Sistema de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, en el que el elemento (110) de accionamiento es uno de una pluralidad de elementos (110) de accionamiento, y en el que el elemento (110) accionado puede moverse secuencialmente a posiciones de acción asociadas respectivamente con cada uno de los elementos (110) de accionamiento de tal manera que el movimiento rotacional entre los elementos (110) de accionamiento y el elemento (120) accionado está acoplado en las respectivas posiciones de acción.

11. Sistema de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 10, en el que el elemento (110) de accionamiento comprende un disco de acción en el que está dispuesto el primer elemento (115) magnético, y en el que el elemento (120) accionado comprende un disco accionado en el que está dispuesto el segundo elemento (125) magnético.

12. Sistema de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 11, en el que el elemento (110) de accionamiento comprende una primera cara que se encuentra sustancialmente en un plano perpendicular con respecto al eje (112) de acción, y el elemento (120) accionado comprende una segunda cara que se encuentra sustancialmente en un plano perpendicular con respecto al eje (122) accionado, y en el que, en la posición de acción, la primera cara y la segunda cara son sustancialmente paralelas y están orientadas en una relación cara a cara, y preferiblemente en el que el primer elemento (115) magnético y/o el segundo elemento (125) magnético están magnetizados de manera que, cuando el elemento (110) de accionamiento y el elemento (120) accionado están en la posición de acción, los elementos (115, 125) magnéticos primero y segundo se atraen entre sí.

13. Sistema de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 12, en el que al menos uno del primer elemento (115) magnético y el segundo elemento (125) magnético es un electroimán.

14. Método de funcionamiento del elemento (110) de accionamiento y el elemento (110) accionado del sistema de impresión según cualquier reivindicación anterior, comprendiendo el método:

hacer rotar el elemento (110) de accionamiento alrededor del eje (112) de acción usando la entrada de par de fuerzas;

mover el elemento (120) accionado en una dirección perpendicular con respecto al eje (112) de acción a la posición de acción, provocando de este modo que el movimiento rotacional del elemento (120) accionado se acople con el movimiento rotacional del elemento de accionamiento.

15. Método según la reivindicación 14, en el que el movimiento rotacional del elemento (120) accionado está acoplado con el movimiento rotacional del elemento (110) de accionamiento al menos durante una operación de impresión.

16. Método según la reivindicación 14 o 15, que comprende además:

mover el elemento (120) accionado fuera de la posición de acción en una dirección perpendicular con respecto al eje (112) de acción, desacoplando de este modo el movimiento rotacional del elemento (120) accionado del movimiento rotacional del elemento (110) de accionamiento;

hacer rotar un segundo elemento (110) de accionamiento alrededor de un segundo eje (112) de acción usando la entrada de par de fuerzas;

mover el elemento (120) accionado a una segunda posición de acción en la que el eje (122) accionado está alineado con el segundo eje (112) de acción, acoplado de este modo el movimiento rotacional del elemento (120) accionado al movimiento rotacional del segundo elemento (110) de accionamiento.

17. Método según la reivindicación 16, en el que el movimiento del elemento (120) accionado fuera de la posición de acción en una dirección perpendicular con respecto al eje (112) de acción se sincroniza con el movimiento rotacional del elemento (110) de accionamiento de modo que el acto de mover el elemento (120) accionado fuera de la posición de acción imparte una aceleración angular al elemento (120) accionado, y preferiblemente en el que la aceleración angular impartida al elemento (120) accionado compensa su desaceleración entre las posiciones de acción debida a arrastre y fricción.

18. Método según la reivindicación 14, en el que se imparte un movimiento rotacional al elemento (120) accionado antes del acoplamiento con el elemento (110) de accionamiento, y preferiblemente en el que el movimiento rotacional se imparte por el contacto de rodadura del elemento (120) accionado con una almohadilla o carril estacionario.

Figura 1A

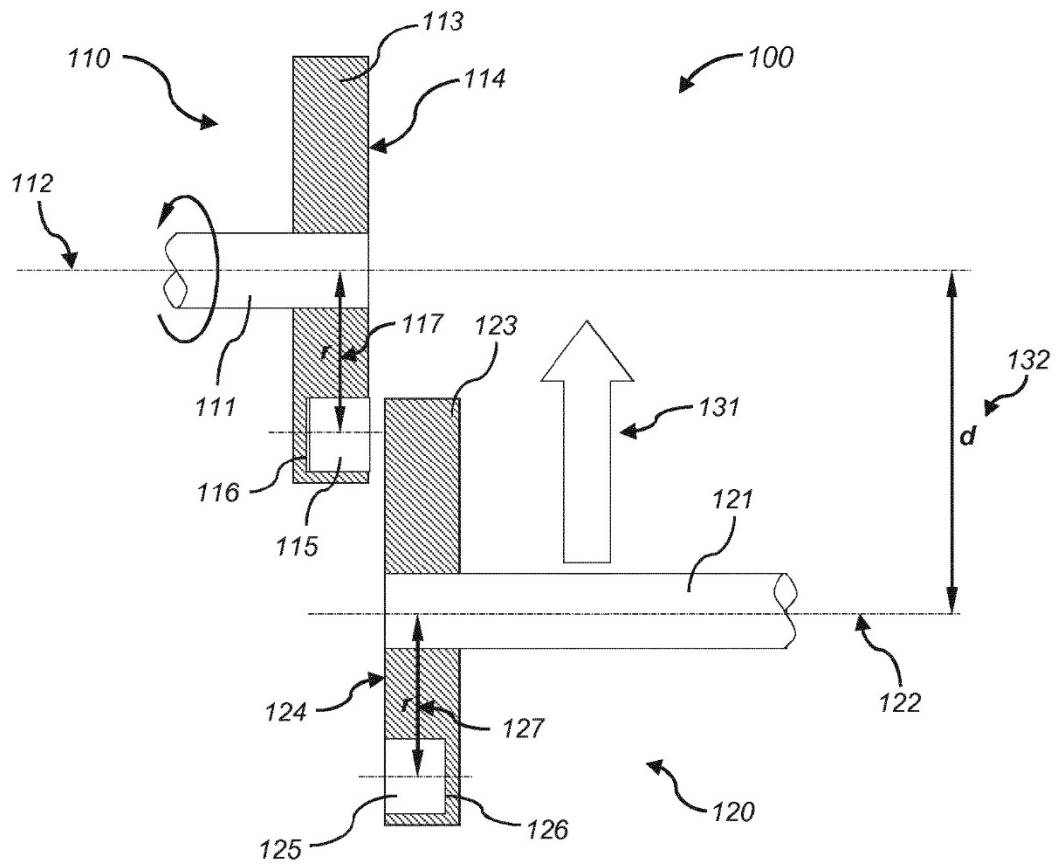


Figura 1B

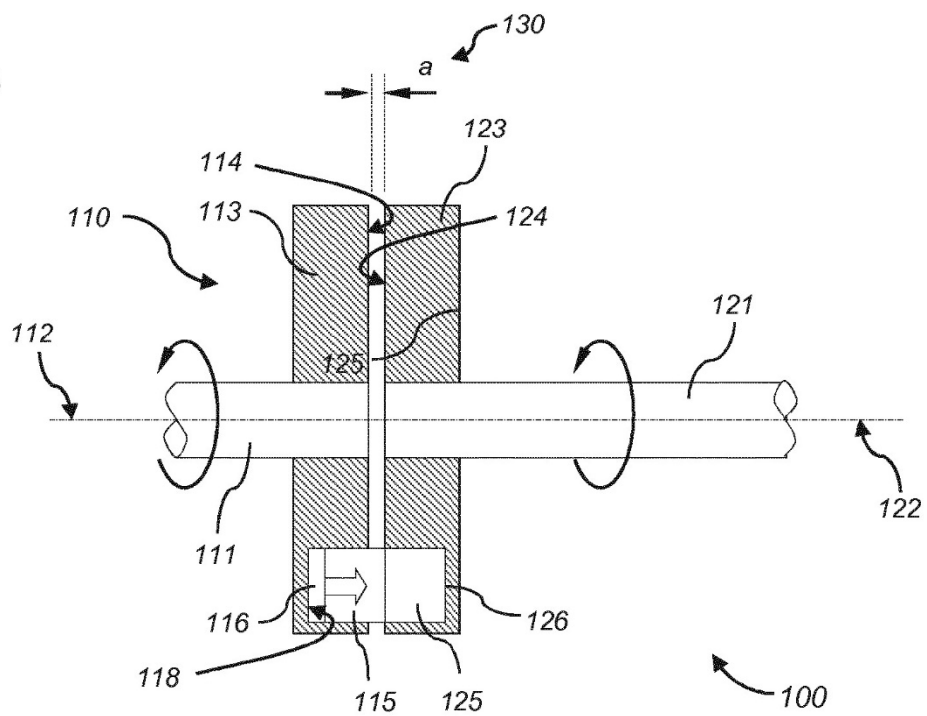
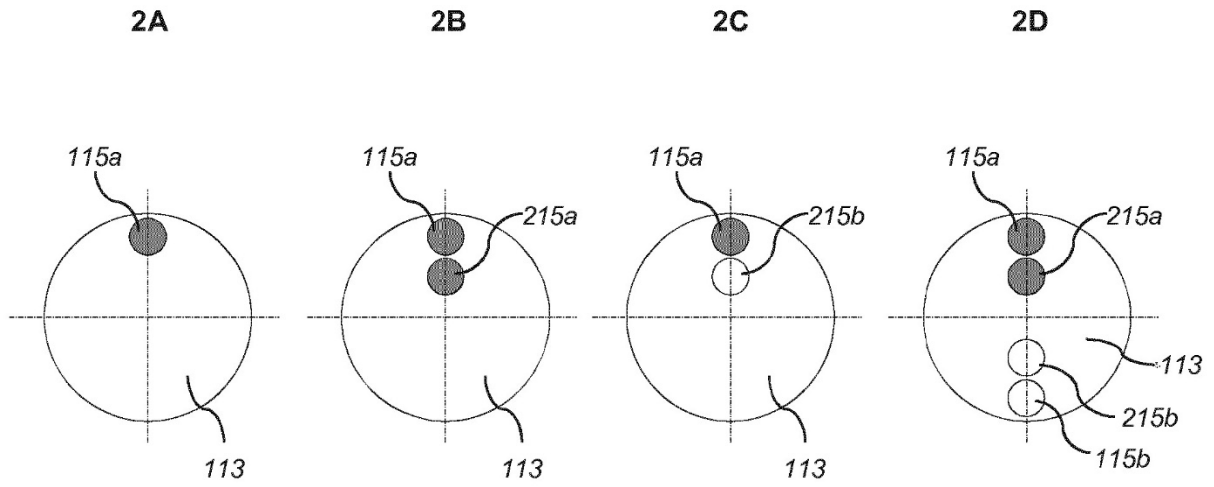
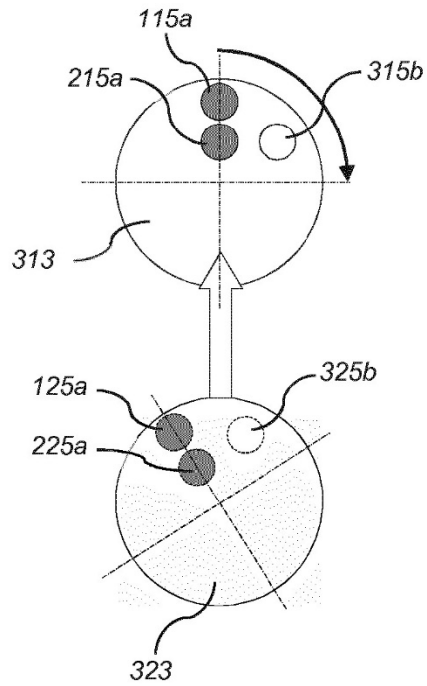


Figura 2



Disco de acción mostrado. El disco accionado es imagen especular

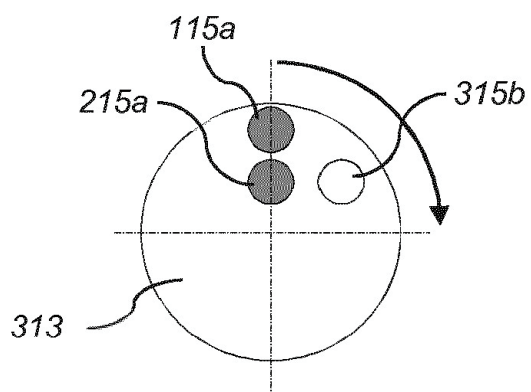
Figura 3



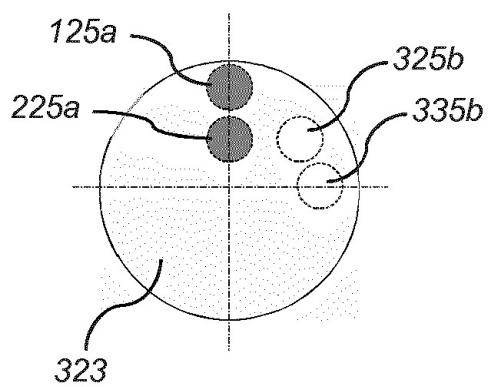
Disco de acción
visto desde la
parte delantera

Disco accionado
visto desde la
parte trasera

Figura 4



Disco de acción
visto desde la
parte delantera



Disco accionado
visto desde la
parte trasera

Figura 5

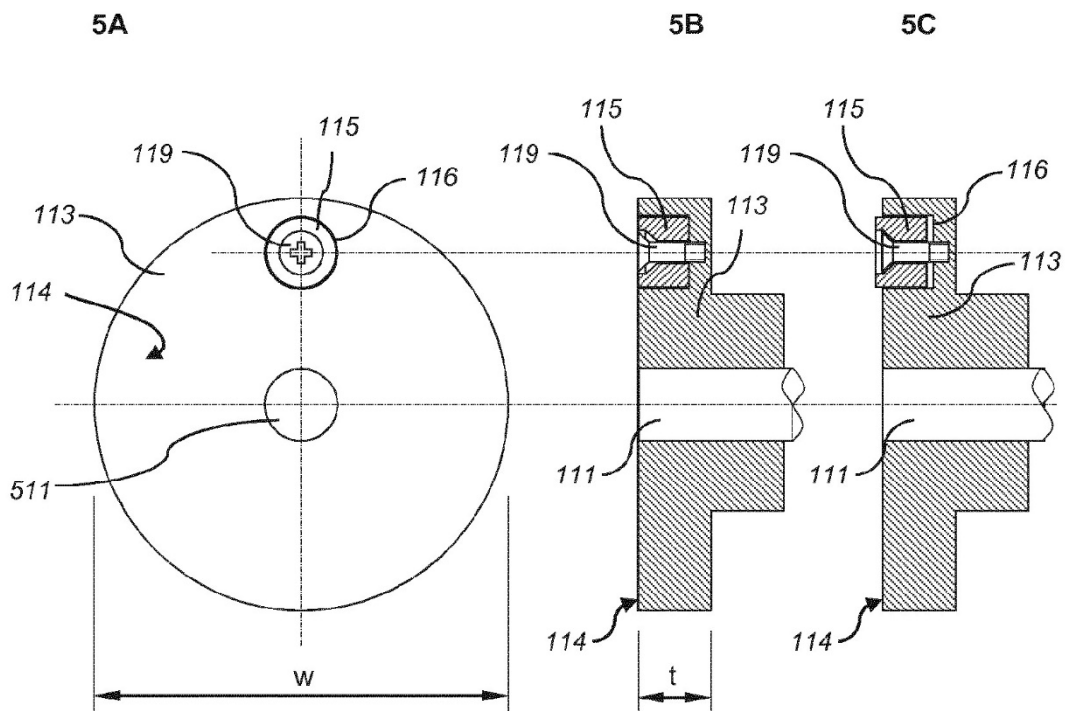


Figura 6

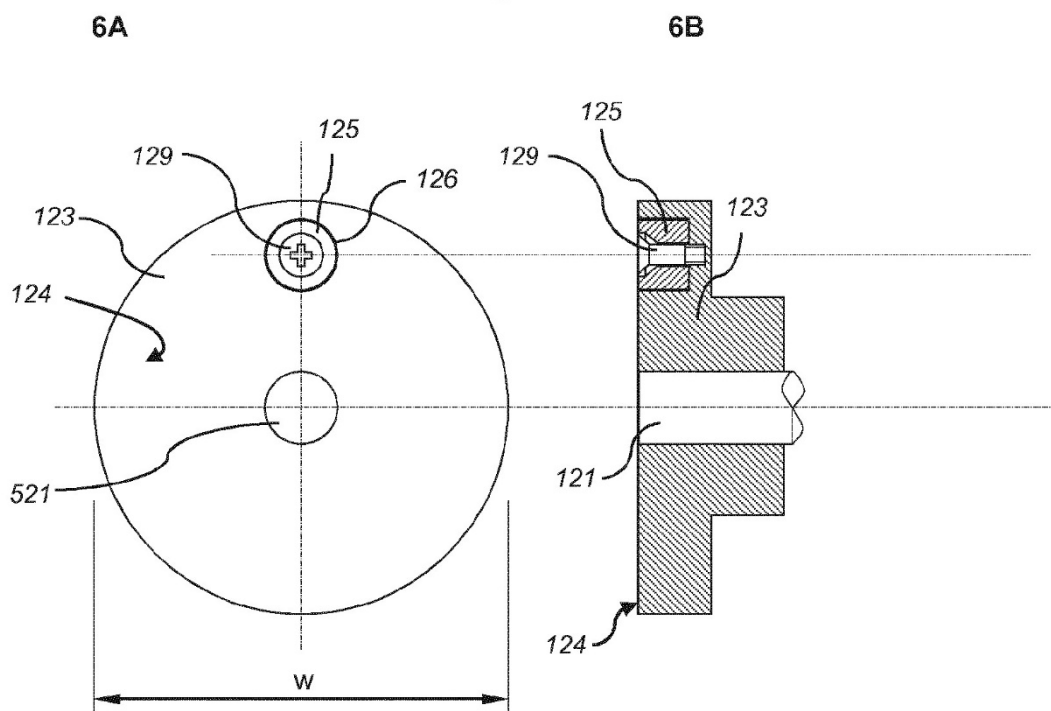


Figura 7

