

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 837 082**

51 Int. Cl.:

B41J 2/32 (2006.01)

B41J 2/325 (2006.01)

B41J 25/304 (2006.01)

B41J 25/316 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2017** **PCT/EP2017/084503**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2018** **WO18115495**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2017** **E 17829986 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.12.2020** **EP 3558684**

54 Título: **Impresora**

30 Prioridad:

22.12.2016 GB 201621983

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

29.06.2021

73 Titular/es:

VIDEOJET TECHNOLOGIES INC. (100.0%)
1500 Mittel Boulevard
Wood Dale, IL 60191, US

72 Inventor/es:

MCNESTRY, MARTIN y
WALLEY, GARETH

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 837 082 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

Impresora

- 5 La presente invención se refiere a una impresora. Más en particular, pero no exclusivamente, la presente invención se refiere a una impresora térmica en la que el movimiento de un cabezal de impresión hacia y lejos de una superficie de impresión contra la que va a tener lugar la impresión es provocado, al menos en parte, por la interacción entre un imán permanente y un electroimán.
- 10 Las impresoras de transferencia térmica usan una cinta portadora de tinta. En una operación de impresión, la tinta portada sobre la cinta se transfiere a un sustrato que se va a imprimir. Para efectuar la transferencia de tinta, el cabezal de impresión se pone en contacto con la cinta y la cinta se pone en contacto con el sustrato. El cabezal de impresión contiene elementos de impresión que, cuando se calientan, mientras están en contacto con la cinta, provocan que se transfiera tinta desde la cinta y sobre el sustrato. La tinta se transferirá desde regiones de la cinta que son adyacentes
- 15 a elementos de impresión que se calientan. Una imagen se puede imprimir sobre un sustrato calentando selectivamente elementos de impresión que corresponden a regiones de la imagen que requieren que se transfiera tinta, y no calentando elementos de impresión que corresponden a regiones de la imagen que no requieren que se transfiera tinta.
- 20 Las impresoras térmicas directas también usan un cabezal de impresión térmico para generar marcas sobre un sustrato térmicamente sensible. Un cabezal de impresión se pone en contacto directo con el sustrato. Cuando se calientan elementos de impresión del cabezal de impresión, mientras están en contacto con el sustrato, se forman marcas sobre las regiones del sustrato que están adyacentes a los elementos de impresión que se calientan.
- 25 El movimiento del cabezal de impresión hacia y lejos de la superficie de impresión se efectúa, en algunas impresoras de la técnica anterior, de forma neumática mediante un cilindro de aire que presiona el cabezal de impresión hasta entrar en contacto con la superficie de impresión y cualquier sustrato y cinta (cuando estén presentes) ubicados entre el cabezal de impresión y la superficie de impresión. Una disposición de este tipo es eficaz pero tiene desventajas asociadas. En particular, normalmente no es posible variar fácilmente la presión aplicada por el cabezal de impresión,
- 30 y el uso de la impresora requiere un suministro disponible de aire comprimido. Como alternativa, un cabezal de impresión puede ser movido hacia y lejos de la superficie de impresión por un motor.
- El documento JP H11320855 divulga un dispositivo de registro de inyección de tinta en donde el espacio entre la superficie de boquilla de tinta de un cabezal de impresión de inyección de tinta y un medio de registro se puede ajustar
- 35 y mantener fácilmente con un grado alto de precisión. Un cabezal de registro y un carro son soportados por un eje principal de carro de tal manera que el cabezal se puede mover junto con el carro en una dirección de exploración principal, y el cabezal se soporta de manera pivotante sobre el eje y el carro se soporta sobre el eje con el fin de no pivotar. El cabezal es empujado hacia un medio de registro por un resorte. Se proporciona un primer imán permanente proporcionado en el cabezal en donde un polo magnético alrededor del cual se devanan bobinas electromagnéticas
- 40 está dispuesto en la dirección del medio de registro. Se proporciona un segundo imán permanente que tiene una polaridad de repulsión para el imán y fijado a lo largo del intervalo de exploración principal, y un sensor de distancia que se proporciona cerca del imán y emite señales eléctricas correspondientes a la distancia con respecto al medio. La corriente de las bobinas es controlada por la salida del sensor para mantener constante el espacio entre el cabezal y el medio de registro.
- 45 El documento JP H07329368 divulga una impresora de línea de puntos configurada para obtener una calidad y densidad de impresión estables para muchas hojas en la que se imprimen una pluralidad de hojas mediante una impresión u hojas escalonadas que tienen diferentes espesores parciales de las hojas. Se selecciona un modo de entre una tabla de modos, y se envía una señal a una calculadora de espacios, una calculadora de pulsos y una
- 50 calculadora de periodos de impresión. Se envía una señal desde la calculadora a un motor paso a paso y un sensor de medición de espacio para alterar un valor de espacio. El tiempo de vuelo y la fuerza de impresión de un martillo de impresión se modifican calculando los mismos, generando una anchura de pulsos de accionamiento de un periodo de pulso de accionamiento de corriente de liberación, enviando esta a un transistor y controlando una corriente de accionamiento de martillo alimentada a una bobina electromagnética de liberación.
- 55 Un objetivo de algunas realizaciones de la presente invención es proporcionar una impresora térmica novedosa que obvie o mitigue al menos algunas de las desventajas de las impresoras térmicas de la técnica anterior, ya se hayan expuesto anteriormente o no.
- 60 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona una impresora que comprende un cabezal de impresión configurado para provocar selectivamente que se cree una marca sobre un sustrato proporcionado adyacente a la impresora, estando configurado el cabezal de impresión para presionar el sustrato contra una superficie de impresión durante una operación de impresión. La impresora comprende además un conjunto de accionamiento de cabezal de impresión configurado para provocar el movimiento del cabezal de impresión hacia y lejos de la
- 65 superficie de impresión, comprendiendo el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión un imán permanente y un electroimán. Cuando el electroimán está en una primera condición, se genera una fuerza magnética de atracción

entre el imán permanente y el electroimán. Cuando el electroimán está en una segunda condición, se genera una fuerza magnética de repulsión entre el imán permanente y el electroimán. Cada una de dichas fuerzas magnéticas de atracción y de repulsión está configurada para uno de entre empujar el cabezal de impresión lejos de y hacia la superficie de impresión.

5 El uso de un electroimán y un imán permanente permite que se controle una interacción magnética entre los dos componentes magnéticos, con el fin de generar fuerzas de atracción o de repulsión de diferentes magnitudes. Por ejemplo, se puede permitir que el campo magnético del imán permanente magnetice una porción del electroimán - conduciendo de ese modo a una atracción magnética entre los mismos, incluso cuando el electroimán está
10 desactivado. Además, el campo magnético del imán permanente se puede reforzar mediante un campo magnético generado por el electroimán, con el fin de provocar que se aumente la intensidad de atracción magnética. Como alternativa, si el campo magnético del imán permanente se opone a, e incluso es superado por, un campo magnético generado por el electroimán, se puede producir una repulsión magnética. Más generalmente, la interacción magnética entre los diversos componentes magnéticos se ha de controlar con el fin de controlar las fuerzas que actúan sobre los
15 componentes del conjunto de cabezal de impresión, por ejemplo, para provocar el movimiento del cabezal de impresión durante y entre operaciones de impresión. Además, el uso de un imán permanente en esta configuración permite que se generen algunas fuerzas sin que un electroimán esté activado en todo momento, reduciendo de ese modo el calor generado por un electroimán de este tipo.

20 La fuerza magnética de atracción se puede configurar para empujar el cabezal de impresión lejos de la superficie de impresión. La fuerza magnética de repulsión se puede configurar para empujar el cabezal de impresión hacia la superficie de impresión.

25 La impresora puede comprender un controlador dispuesto para controlar el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión. El controlador se puede disponer para controlar el electroimán. El controlador se puede disponer para controlar una condición de activación del electroimán.

En la primera condición, el electroimán puede estar desactivado. En la primera condición, el imán permanente se puede configurar para provocar que se genere una fuerza de atracción entre el imán permanente y el electroimán. La
30 primera condición es un ejemplo de una condición de activación.

Es decir, en la primera condición, el electroimán se puede configurar con el fin de apagarse. En particular, en la primera condición, el electroimán se puede configurar con el fin de no generar un campo magnético. Sin embargo, el electroimán aún puede ser magnetizado por el campo magnético producido por el imán permanente, dando como
35 resultado que se genere una fuerza de atracción entre el imán permanente y el electroimán. Esto permite que se genere una fuerza de atracción incluso en un estado no alimentado.

En la segunda condición, el electroimán se puede activar en una primera dirección, de tal manera que se genera una fuerza de repulsión entre el imán permanente y el electroimán. Es decir, en la segunda condición, el electroimán se
40 puede configurar para provocar que se genere una fuerza de repulsión entre el imán permanente y el electroimán. La segunda condición es un ejemplo de una condición de activación.

Por ejemplo, el electroimán se puede activar con el fin de provocar que se genere un polo magnético que actúa para repeler un polo magnético correspondiente proporcionado por el imán permanente. El polo magnético correspondiente
45 proporcionado por el imán permanente puede ser adyacente al polo magnético generado.

En una tercera condición, el electroimán se puede activar en una segunda dirección, de tal manera que se genera una segunda fuerza de atracción entre el imán permanente y el electroimán. La segunda dirección puede ser opuesta a la primera dirección.

50 Por ejemplo, el electroimán se puede configurar con el fin de provocar que se genere un polo magnético que actúa para atraer un polo magnético opuesto proporcionado por el imán permanente. La segunda fuerza de atracción puede tener una amplitud mayor que la fuerza de atracción generada por el imán permanente en aislamiento.

55 El electroimán puede comprender un elemento magnético dulce y una bobina. El imán permanente puede comprender un material magnético duro tal como neodimio (por ejemplo, grado N42) o samario - cobalto.

El electroimán se puede activar para generar un campo magnético en una primera dirección y una segunda dirección opuesta a la primera dirección. El electroimán se puede activar provocando que fluya una corriente dentro de la bobina. La bobina se puede asociar operativamente con el elemento magnético dulce de tal manera que un campo magnético
60 generado por la bobina se acopla al elemento magnético dulce, provocando que se forme un polo magnético en una superficie del elemento magnético dulce, dependiendo la polaridad del polo de la dirección del campo magnético generado.

65 La bobina se puede devanar alrededor de al menos una porción de dicho material magnético dulce, de tal manera que, cuando se provoca que fluya una corriente eléctrica en dicha bobina, se genera un campo magnético en dicho

elemento magnético dulce. La dirección del campo magnético puede depender de la dirección del flujo de corriente dentro de la bobina.

El elemento magnético dulce puede ser un elemento ferromagnético.

5 El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión se puede configurar para provocar que el cabezal de impresión presione contra la superficie de impresión durante una operación de impresión. El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión se puede configurar para provocar que el cabezal de impresión presione contra la superficie de impresión durante una operación de impresión con una fuerza de impresión.

10 Durante las operaciones de impresión, el sustrato se puede transportar a lo largo de una trayectoria predeterminada adyacente a la impresora. Se puede provocar que el cabezal de impresión presione el sustrato contra la superficie de impresión durante una operación de impresión.

15 La fuerza de impresión puede ser una fuerza de impresión predeterminada. La fuerza de impresión predeterminada se puede variar basándose en una propiedad de la impresora y/o del sustrato.

El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión puede comprender un elemento de solitación elástico. La fuerza de impresión puede ser generada al menos parcialmente por dicho elemento de solitación elástico.

20 El elemento de solitación elástico puede ser un resorte, tal como, por ejemplo, un resorte helicoidal. La fuerza de impresión puede ser generada, sustancialmente, únicamente por el elemento de solitación elástico.

La fuerza de impresión puede ser generada, al menos parcialmente, por una fuerza magnética.

25 El cabezal de impresión puede ser empujado en una dirección lejos de la superficie de impresión por una fuerza magnética.

30 El cabezal de impresión puede ser empujado en una dirección lejos de la superficie de impresión por una fuerza magnética generada al menos parcialmente por el imán permanente.

El cabezal de impresión puede tener una primera configuración en la que el cabezal de impresión está separado de la superficie de impresión y una segunda configuración en la que el cabezal de impresión se extiende hacia la superficie de impresión. En la segunda configuración, el cabezal de impresión se puede presionar contra la superficie de impresión. En la segunda configuración, el cabezal de impresión se puede configurar para presionar el sustrato contra la superficie de impresión.

40 No se pretende que "presionado contra la superficie de impresión" signifique, ni de hecho se requiere, que el cabezal de impresión esté en contacto directo con la superficie de impresión. Más bien, ello significa que el cabezal de impresión es empujado hacia, y resistido por, la superficie de impresión. Sin embargo, puede haber presente algo de material (por ejemplo, el sustrato y/o una cinta portadora de tinta) entre el cabezal de impresión y la superficie de impresión cuando el cabezal de impresión se presiona contra la superficie de impresión. Además, se apreciará que, en algunas configuraciones (por ejemplo, cuando no están presentes uno o más de una superficie de impresión, un sustrato y una cinta), cuando el cabezal de impresión está en la segunda configuración, este puede no ser resistido por componente externo alguno. Por lo tanto, se puede considerar que la segunda configuración es una configuración extendida en la que el cabezal de impresión estaría en contacto con una superficie de impresión, si está presente una superficie de impresión.

50 La primera configuración se puede denominar configuración de no impresión, en la que el cabezal de impresión se mantiene en una posición que está separada de la superficie de impresión. La segunda configuración (en la que el cabezal de impresión está configurado para presionar el sustrato contra la superficie de impresión) se puede denominar configuración de impresión.

55 El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión se puede configurar para provocar el movimiento del cabezal de impresión entre la primera y la segunda configuraciones. El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión se puede configurar de tal manera que, cuando el cabezal de impresión está en cada una de la primera y la segunda configuraciones, este es retenido en esa configuración por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión cuando el electroimán está en la primera condición, siendo retenido el cabezal de impresión en una de la primera y la segunda configuraciones por dicha fuerza magnética de atracción generada entre el imán permanente y el electroimán.

60 El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión puede comprender además un elemento de solitación elástico. El cabezal de impresión puede ser retenido en la otra de la primera y la segunda configuraciones por una fuerza generada por el elemento de solitación elástico.

65 El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión puede comprender además un segundo imán permanente, estando retenido el cabezal de impresión en la otra de la primera y la segunda configuraciones por una fuerza

magnética de atracción generada entre el segundo imán permanente y el electroimán. Por ejemplo, es decir, se podría usar el segundo imán permanente, en lugar de un elemento de sollicitación elástico, para retener el cabezal de impresión en la otra de la primera y la segunda configuraciones.

5 En la primera condición, el electroimán puede desactivarse o activarse a un nivel suficientemente bajo como para que las fuerzas globales ejercidas sobre el cabezal de impresión por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión provoquen que el cabezal de impresión se retenga en cualquiera que sea de la primera y la segunda condiciones en la que esté el cabezal de impresión.

10 El cabezal de impresión puede ser empujado hacia la primera configuración por el imán permanente.

La magnitud de la fuerza de empuje generada por la acción del imán permanente puede ser dependiente de la posición del cabezal de impresión. La magnitud de la fuerza de empuje generada por la acción del imán permanente puede seguir una relación inversa con la distancia entre el cabezal de impresión y la primera configuración. Por lo tanto, 15 cuanto más cerca esté el cabezal de impresión de la primera configuración, más intensa será la fuerza de empuje generada por la acción del imán permanente para empujar el cabezal de impresión hacia la primera configuración.

El cabezal de impresión puede ser empujado hacia la segunda configuración por el elemento de sollicitación elástico.

20 La magnitud de la fuerza de empuje generada por el elemento de sollicitación elástico puede ser dependiente de la posición del cabezal de impresión. La magnitud de la fuerza de empuje generada por el elemento de sollicitación elástico puede ser en parte inversamente proporcional a la distancia entre el cabezal de impresión y la primera configuración. Por lo tanto, cuanto más cerca esté el cabezal de impresión de la segunda configuración (y cuanto más lejos esté el cabezal de impresión de la primera configuración), más débil será la fuerza de empuje generada por el 25 elemento de sollicitación elástico para empujar el cabezal de impresión hacia la segunda configuración.

La primera y la segunda configuraciones pueden ser configuraciones estables.

30 Es decir, cuando el cabezal de impresión está en una u otra de la primera o la segunda configuraciones, el cabezal de impresión permanecerá en la configuración respectiva, incluso con la impresora apagada, a menos que actúe sobre el mismo una fuerza motriz externa.

35 Cuando el cabezal de impresión está en la segunda configuración, la fuerza de empuje generada por el elemento de sollicitación elástico es mayor que la fuerza de empuje generada por el imán permanente. Cuando el cabezal de impresión está en la primera configuración, la fuerza de empuje generada por el imán permanente puede ser mayor que la fuerza de empuje generada por el elemento de sollicitación elástico.

40 En otras palabras, el cabezal de impresión puede tener dos configuraciones estables, la primera configuración y la segunda configuración. Cuando está en una u otra de las dos configuraciones estables, el cabezal de impresión es empujado hacia esa configuración por una fuerza que supera una fuerza que empuja el cabezal de impresión hacia la otra de las dos configuraciones. Por lo tanto, se puede requerir una fuerza adicional para provocar que el cabezal de impresión se mueva lejos de una de las dos configuraciones estables. Sin embargo, una vez que el cabezal de impresión se ha alejado suficientemente de la configuración estable respectiva (por ejemplo, bajo la influencia de la fuerza adicional), prevalece la fuerza de empuje opuesta, dando como resultado que el cabezal de impresión se mueva 45 a la otra de las dos configuraciones estables y que permanezca en la misma. En algún punto de equilibrio entre la primera y la segunda configuraciones, las fuerzas de empuje en cada dirección están equilibradas, sin embargo, esta es una configuración inestable debido a que, a uno y otro lado de este punto de equilibrio, prevalecerá una u otra de las fuerzas de empuje para tirar del cabezal de impresión hacia la respectiva de la primera y la segunda configuraciones.

50 Por lo tanto, se entenderá que, en una u otra de la primera o la segunda configuraciones, cuando no hay corriente alguna fluyendo dentro de la bobina del electroimán, el elemento de sollicitación elástico se puede configurar para empujar el cabezal de impresión hacia la segunda configuración, y el imán permanente se puede configurar para empujar el cabezal de impresión hacia la primera configuración. Sin embargo, en una u otra de la primera y la segunda 55 configuraciones, se genera una fuerza resultante, siendo la fuerza resultante la diferencia entre las fuerzas generadas por el elemento de sollicitación elástico y el imán permanente. En la primera configuración, la fuerza resultante puede ser negativa y puede actuar para tirar del cabezal de impresión lejos de la superficie de impresión. En la segunda configuración, la fuerza resultante puede ser positiva y puede actuar para empujar el cabezal de impresión hacia la superficie de impresión. La fuerza resultante en la segunda configuración se puede denominar fuerza de impresión.

60 Cuando el cabezal de impresión está en la primera configuración, se puede provocar que el cabezal de impresión se mueva hacia la segunda configuración por una fuerza magnética generada por el electroimán. Es decir, se puede provocar que el cabezal de impresión se mueva desde la primera configuración hacia la segunda configuración por una fuerza generada cuando se activa el electroimán.

65 El electroimán se puede activar cuando se aplica un voltaje al electroimán. El voltaje aplicado puede comprender una

pluralidad de pulsos. El voltaje aplicado se puede modular por anchura de pulsos como es bien conocido en la técnica. El voltaje aplicado puede provocar que fluya una corriente en la bobina. La magnitud de la fuerza generada cuando se activa el electroimán puede depender de la magnitud de la corriente que fluye dentro de la bobina del electroimán.

- 5 La magnitud de la corriente aplicada puede ser suficiente para generar una fuerza que, en combinación con la fuerza producida por el elemento de sollicitación elástico en la primera configuración, es mayor que, y está en una dirección sustancialmente opuesta a, la fuerza de empuje generada por la atracción del imán permanente al material magnético dulce del electroimán.
- 10 La fuerza generada por el electroimán debido a la aplicación de una corriente puede provocar que el cabezal de impresión se mueva suficientemente lejos de la primera configuración como para que la fuerza de empuje generada por el elemento de sollicitación elástico sea mayor que la fuerza de empuje generada por el imán permanente y, por lo tanto, se provoca que el cabezal de impresión se mueva hacia, y que permanezca en, la segunda configuración, hasta o a menos que se actúe sobre el mismo mediante una fuerza contraria.
- 15 Cuando el cabezal de impresión está en la segunda configuración, se puede provocar que el cabezal de impresión se mueva hacia la primera configuración por una fuerza generada por el electroimán.
- 20 La magnitud de la corriente aplicada puede ser suficiente para generar una fuerza que, en combinación con la fuerza producida por el imán permanente, es mayor que, y está en una dirección sustancialmente opuesta a, la fuerza de empuje generada por el elemento de sollicitación elástico en la segunda configuración.
- 25 La fuerza generada por el electroimán debido a la aplicación de una corriente puede provocar que el cabezal de impresión se mueva suficientemente lejos de la segunda configuración como para que la fuerza de empuje generada por el imán permanente sea mayor que la fuerza de empuje generada por el elemento de sollicitación elástico y, por lo tanto, se provoca que el cabezal de impresión se mueva hacia, y que permanezca en, la primera configuración, hasta o a menos que se actúe sobre el mismo mediante una fuerza contraria.
- 30 La fuerza de impresión puede comprender una primera componente de fuerza generada por un elemento de sollicitación elástico y una segunda componente de fuerza generada por el electroimán.
- Por ejemplo, la fuerza de impresión se puede modificar mediante un control adecuado del electroimán, permitiendo que se realice un ajuste a la fuerza de impresión basándose en un número de entradas diferentes.
- 35 La primera componente de fuerza puede comprender una componente fija. La segunda componente de fuerza puede comprender una componente variable.
- 40 Mediante el control apropiado de la corriente suministrada al electroimán, el campo magnético generado por el electroimán se puede controlar con el fin de generar una segunda componente de fuerza que tiene una magnitud predeterminada. De esta manera, la fuerza de impresión global se puede variar con el fin de provocar que una fuerza de impresión predeterminada sea ejercida sobre la superficie de impresión por el cabezal de impresión.
- 45 La fuerza de impresión se puede variar con el fin de lograr una calidad de impresión óptima. Por ejemplo, la fuerza de impresión se puede variar basándose en la realimentación (por ejemplo, realimentación óptica) que proporciona datos indicativos de la calidad de impresión. Alternativa o adicionalmente, la fuerza de impresión se puede variar basándose en las características de una o más de la cinta (por ejemplo, el tipo de cinta, la anchura de cinta), el cabezal de impresión (por ejemplo, la anchura de cabezal de impresión) o el sustrato (por ejemplo, el material de sustrato). Por ejemplo, el controlador se puede disponer para procesar información que indique el rozamiento de la cinta contra el cabezal de impresión y para determinar la fuerza a generar por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión
- 50 en consecuencia.
- 55 Alternativa o adicionalmente, la corriente suministrada al electroimán se puede controlar con el fin de provocar que se genere una fuerza de impresión predeterminada a pesar de las diferentes configuraciones de impresora. Por ejemplo, la corriente suministrada al electroimán se puede variar con el fin de compensar las diferentes posiciones de superficie de impresión.
- La magnitud de la segunda componente de fuerza puede variar basándose en la magnitud de la corriente suministrada al electroimán.
- 60 La dirección de la segunda componente de fuerza puede variar basándose en la dirección de la corriente suministrada al electroimán.
- La fuerza de impresión puede comprender un tercer componente generado por el imán permanente, actuando el tercer componente en una dirección opuesta al primer componente generado por el elemento de sollicitación elástico.
- 65 El electroimán se puede controlar basándose en una posición del cabezal de impresión. Una magnitud de la corriente

suministrada al electroimán se puede controlar basándose en una posición del cabezal de impresión. Una magnitud de la corriente suministrada al electroimán se puede controlar basándose en una velocidad del cabezal de impresión.

5 El electroimán se puede controlar basándose en datos de posición de cabezal de impresión. El uso de datos de posición de cabezal de impresión para controlar el electroimán permite que el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión se controle de una forma de tipo lazo cerrado. De esta manera, el electroimán se puede controlar de tal manera que se asegure que el cabezal de impresión se mueva de una manera controlada y predecible, y de tal modo que se reduzcan las fuerzas en exceso (por ejemplo, debido al impacto entre los componentes del sistema).

10 Dichos datos de posición de cabezal de impresión pueden comprender datos indicativos de una posición del cabezal de impresión.

15 La impresora puede comprender además un sensor de posición de cabezal de impresión configurado para generar una señal de posición de cabezal de impresión. El electroimán se puede controlar basándose en dicha señal de posición de cabezal de impresión.

El sensor puede ser un sensor óptico. El sensor puede comprender un emisor y un receptor.

20 Dichos datos de posición de cabezal de impresión pueden comprender la señal de posición de cabezal de impresión. Dichos datos de posición de cabezal de impresión se pueden derivar de la señal de posición de cabezal de impresión. Dichos datos de posición de cabezal de impresión pueden comprender datos indicativos de una posición del cabezal de impresión con respecto a la superficie de impresión.

25 El sensor de posición de cabezal de impresión se puede configurar para generar una señal indicativa de una separación entre una porción del cabezal de impresión y una ubicación de referencia de impresora, proporcionándose dicha ubicación de referencia de impresora a una separación sustancialmente fija de la superficie de impresión durante los movimientos del cabezal de impresión hacia y lejos de la superficie de impresión. La ubicación de referencia de impresora se puede denominar objetivo.

30 El electroimán se puede controlar basándose en una posición del cabezal de impresión con el fin de generar una fuerza predeterminada. La magnitud de la corriente suministrada al electroimán se puede controlar basándose en una posición del cabezal de impresión con el fin de generar una fuerza predeterminada. Es decir, dependiendo de la posición del cabezal de impresión, el electroimán se puede controlar de tal manera que una fuerza particular (es decir, una fuerza que tiene una dirección y/o magnitud particulares) es ejercida sobre el cabezal de impresión por el aparato de accionamiento de cabezal de impresión.

40 El electroimán se puede controlar con el fin de controlar una fuerza de impacto del cabezal de impresión con la superficie de impresión. La magnitud de la corriente suministrada al electroimán se puede controlar con el fin de controlar una fuerza de impacto del cabezal de impresión con la superficie de impresión. El electroimán se puede controlar con el fin de reducir la fuerza de impacto del cabezal de impresión con la superficie de impresión. La magnitud de la corriente suministrada al electroimán se puede controlar con el fin de reducir la fuerza de impacto del cabezal de impresión con la superficie de impresión. Por ejemplo, se puede aplicar una corriente al electroimán en una primera dirección durante un primer periodo de tiempo, corriente que provoca que el cabezal de impresión comience un movimiento hacia la superficie de impresión. Sin embargo, antes de que la impresora haga contacto con la superficie de impresión (pero después de que el cabezal de impresión pase el punto en el que este volvería a la primera configuración si se retirara la corriente), se puede aplicar una corriente al electroimán en una segunda dirección, opuesta a la primera dirección. La corriente en la segunda dirección puede provocar que el cabezal de impresión se desacelere, de tal manera que, cuando se hace contacto con la superficie de impresión, se reduce la velocidad y, por lo tanto, el impacto. Una reducción de este tipo en el impacto puede prevenir o reducir el daño a los componentes del cabezal de impresión y el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión.

50 El electroimán se puede controlar con el fin de reducir la fuerza de impacto del conjunto de cabezal de impresión con otros componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión. La magnitud de la corriente suministrada al electroimán se puede controlar con el fin de reducir la fuerza de impacto del conjunto de cabezal de impresión con otros componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión. Por ejemplo, la corriente suministrada al electroimán se puede controlar con el fin de controlar la fuerza de impacto entre el imán permanente y el elemento magnético dulce.

60 Una propiedad del cabezal de impresión se puede determinar basándose en una propiedad del electroimán.

65 La propiedad del cabezal de impresión puede ser la ubicación del cabezal de impresión. Por lo tanto, la posición del cabezal de impresión con respecto a otros componentes de la impresora se puede determinar basándose en dicha propiedad del electroimán. El contacto entre diversos componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión o, más generalmente, entre componentes de la impresora y/o componentes de un aparato industrial con el que está asociada la impresora, se puede determinar basándose en dicha propiedad del electroimán. Por ejemplo, el contacto del cabezal de impresión con la superficie de impresión se puede determinar basándose en dicha propiedad

del electroimán. De manera similar, el contacto (incluso un contacto indirecto, por ejemplo, a través de uno o más componentes intermedios) entre el imán permanente y el elemento magnético dulce (por ejemplo, cuando el cabezal de impresión está retraído de la superficie de impresión) se puede determinar basándose en dicha propiedad del electroimán.

5 La propiedad del cabezal de impresión puede ser un movimiento del cabezal de impresión. La propiedad del cabezal de impresión puede ser un movimiento del cabezal de impresión en una dirección sustancialmente perpendicular a la trayectoria del sustrato más allá del cabezal de impresión. Por lo tanto, cualquier movimiento del cabezal de impresión con respecto a otros componentes de la impresora se puede determinar basándose en dicha propiedad del electroimán. Por ejemplo, un movimiento inesperado del cabezal de impresión (por ejemplo, debido al contacto entre el cabezal de impresión y componentes de la impresora y/o componentes de un aparato industrial con el que está asociada la impresora) se puede identificar basándose en dicha propiedad del electroimán.

15 La propiedad del cabezal de impresión se puede determinar durante el movimiento del cabezal de impresión entre la primera configuración y la segunda configuración, y viceversa. La propiedad del cabezal de impresión se puede determinar durante el movimiento del cabezal de impresión en una dirección que es paralela a la trayectoria del sustrato más allá del cabezal de impresión y/o en una dirección que es perpendicular a la trayectoria del sustrato más allá del cabezal de impresión. Como alternativa, la propiedad del cabezal de impresión se puede determinar mientras se espera que el cabezal de impresión esté estacionario en al menos una de la dirección que es paralela a la trayectoria del sustrato más allá del cabezal de impresión y en la dirección que es perpendicular a la trayectoria del sustrato más allá del cabezal de impresión. Por ejemplo, cuando se espera que el cabezal de impresión esté estacionario en la dirección que es perpendicular a la trayectoria del sustrato más allá del cabezal de impresión (por ejemplo, durante un trazo de impresión, cuando el cabezal de impresión se está moviendo en una dirección que es paralela a la trayectoria del sustrato más allá del cabezal de impresión), cualquier movimiento del cabezal de impresión en la dirección perpendicular a la trayectoria del sustrato más allá de la dirección de cabezal de impresión se puede detectar basándose en dicha propiedad del electroimán.

El controlador se puede disponer para supervisar la propiedad del electroimán. La propiedad supervisada puede comprender un componente indicativo de una posición del cabezal de impresión. La propiedad supervisada puede comprender un componente indicativo de un movimiento del cabezal de impresión. La propiedad supervisada puede comprender un componente indicativo de una velocidad del cabezal de impresión. El componente puede comprender una fluctuación en la propiedad supervisada del electroimán. La fluctuación se puede generar por la interacción entre los campos magnéticos del imán permanente y el electroimán. Por ejemplo, la fluctuación puede ser provocada por una fuerza contraelectromotriz (FCEM) inducida en los devanados del electroimán.

La propiedad del electroimán puede ser la corriente que fluye en los devanados del electroimán. El componente puede comprender una fluctuación en la corriente que fluye en los devanados del electroimán. La fluctuación de corriente se puede generar por la interacción entre los campos magnéticos del imán permanente y el electroimán. La fluctuación de corriente puede ser una disminución o aumento transitorio de la magnitud de la corriente que fluye en los devanados del electroimán.

La propiedad del electroimán puede ser el voltaje en los devanados del electroimán. El componente puede comprender una fluctuación en el voltaje en los devanados del electroimán. La fluctuación de voltaje se puede generar por la interacción entre los campos magnéticos del imán permanente y el electroimán. La fluctuación de voltaje puede ser un aumento o disminución transitoria de la magnitud del voltaje en los devanados del electroimán. Por ejemplo, en donde no se espera que fluya corriente alguna en los devanados del electroimán, cualquier fuerza contraelectromotriz inducida en los devanados puede provocar que se genere un voltaje entre los terminales de los devanados, siendo detectado fácilmente el voltaje.

El controlador se puede disponer para generar una señal de control para el electroimán basándose en dicha propiedad supervisada.

El controlador se puede disponer para supervisar dicha propiedad del electroimán durante un primer movimiento del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión. El controlador se puede disponer para generar una señal de control para el electroimán en un segundo movimiento del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión basándose en dicha propiedad supervisada.

De esta manera, el controlador puede supervisar iterativamente la precisión con la que se controla el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión y modificar las señales de control con el fin de mejorar gradualmente el desempeño del sistema.

El controlador se puede disponer para supervisar dicha propiedad del electroimán durante una pluralidad de primeros movimientos del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión y generar una señal de control para el electroimán en un segundo movimiento del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión basándose en dicha propiedad supervisada.

- En un primer movimiento del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión, el controlador puede generar una señal de control que tiene una magnitud nominal. El controlador se puede configurar para modificar la magnitud de la señal de control para un segundo movimiento del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión basándose en dicha propiedad supervisada. Por ejemplo, si se observara que el cabezal de impresión se moviese en un tiempo predeterminado con referencia a la aplicación de una señal de control al electroimán, aumentando la magnitud de la señal de control, es posible que el cabezal de impresión se mueva más rápidamente después de la aplicación de la señal de control.
- El controlador se puede configurar para modificar la magnitud de la señal de control para dicho segundo movimiento del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión basándose en dicha propiedad supervisada y una propiedad de referencia. Por ejemplo, si se desea provocar que el cabezal de impresión se mueva en un tiempo predeterminado con referencia a la aplicación de una señal de control al electroimán, comparando el momento en el que ocurrió el movimiento con un tiempo de referencia (es decir, deseado), es posible mejorar el desempeño en un movimiento posterior modificando la magnitud de la señal de control.
- El controlador se puede disponer para controlar el electroimán. Controlar el electroimán puede comprender controlar una condición de activación del electroimán. Controlar una condición de activación del electroimán puede comprender provocar que fluya una corriente predeterminada dentro de los devanados del electroimán. Provocar que una corriente predeterminada fluya dentro de los devanados del electroimán puede comprender provocar que fluya una corriente que tiene una magnitud y/o dirección predeterminadas. El controlador se puede disponer para controlar la corriente que fluye dentro del electroimán.
- El controlador se puede disponer para generar datos indicativos de la velocidad de cabezal de impresión basándose en dicha señal de posición de cabezal de impresión. Dicho controlador se puede disponer para controlar el electroimán basándose en dichos datos indicativos de una velocidad de cabezal de impresión.
- El controlador se puede configurar para recibir una señal generada por dicho sensor de posición de cabezal de impresión, y para generar dichos datos de posición de cabezal de impresión basándose en dicha señal.
- El controlador se puede configurar para recibir una señal generada por dicho sensor de posición de cabezal de impresión y para generar una señal de control para dicho conjunto de accionamiento de cabezal de impresión basándose en dicha señal.
- El controlador se puede disponer para ajustar la señal de control para dicho conjunto de accionamiento de cabezal de impresión basándose en dicha señal generada por dicho sensor de posición de cabezal de impresión.
- El controlador se puede disponer además para recibir una posición de cabezal de impresión objetivo y para generar una señal de control para dicho conjunto de accionamiento de cabezal de impresión basándose en dicha posición de cabezal de impresión objetivo.
- El controlador se puede disponer además para generar una señal de control para dicho conjunto de accionamiento de cabezal de impresión basándose en una velocidad de cabezal de impresión objetivo.
- El controlador se puede disponer para generar una señal de control para el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión basándose en una señal objetivo de cabezal de impresión y una señal de posición de cabezal de impresión. Dicha señal objetivo de cabezal de impresión puede comprender una señal de posición objetivo de cabezal de impresión o una señal de velocidad objetivo de cabezal de impresión.
- Dicha señal de control para dicho conjunto de accionamiento de cabezal de impresión se puede disponer para provocar que el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión genere una fuerza de salida objetivo.
- El controlador se puede disponer para generar datos indicativos de una fuerza de salida objetivo a generar por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión. Dicha fuerza de salida objetivo se puede determinar basándose en dicha señal objetivo de cabezal de impresión y en datos de posición de cabezal de impresión.
- El controlador se puede disponer para generar datos indicativos de una corriente de electroimán objetivo basándose en dicha fuerza de salida objetivo.
- El controlador se puede disponer además para generar dichos datos indicativos de una corriente de electroimán objetivo basándose en dichos datos de posición de cabezal de impresión.
- El controlador se puede disponer para generar datos indicativos de una corriente de electroimán objetivo basándose en datos de referencia indicativos de una relación entre una corriente de electroimán, una posición de cabezal de impresión y una fuerza de salida de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión.
- La impresora puede comprender además un sensor de corriente configurado para generar una salida indicativa de

una corriente real que fluye en dicho electroimán.

El controlador se puede disponer para generar una señal de control de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión basándose en dichos datos indicativos de una corriente de electroimán objetivo y datos indicativos de una corriente de electroimán real. Dichos datos indicativos de dicha corriente de electroimán real pueden comprender datos derivados de dicha salida del sensor de corriente.

El cabezal de impresión puede comprender una conexión de control de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión configurada para proporcionar una señal de control de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión a dicho conjunto de accionamiento de cabezal de impresión.

La conexión de control de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión se puede configurar para recibir una señal de control de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión desde el controlador. Dicha señal de control de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión se puede proporcionar desde el controlador al conjunto de accionamiento de cabezal de impresión a través de una conexión proporcionada sobre el cabezal de impresión.

El controlador se puede proporcionar en una ubicación fija con referencia a una carcasa de la impresora. El cabezal de impresión y el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión se pueden disponer para moverse en una dirección paralela a la superficie de impresión. Al proporcionar la señal de control al conjunto de accionamiento de cabezal de impresión a través del cabezal de impresión, es posible reducir la complejidad de las conexiones dentro de la impresora. Por ejemplo, las señales de control para el cabezal de impresión (por ejemplo, datos de imagen) se pueden pasar al cabezal de impresión a través de un cable de cinta flexible. Al pasar señales de control para el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión a lo largo del mismo cable de cinta, es posible reducir el número de conexiones separadas entre ubicaciones fijas (con referencia a la carcasa de impresora) y una ubicación móvil.

El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión se puede disponer para provocar que el cabezal de impresión se mueva de la primera configuración a la segunda configuración antes del comienzo de una operación de impresión, y para provocar que el cabezal de impresión se mueva de la segunda configuración a la primera configuración después de dicha operación de impresión.

La operación de impresión puede comprender la creación de una marca sobre el sustrato.

Se puede llevar a cabo una pluralidad de operaciones de impresión en una sucesión rápida (por ejemplo, para imprimir una pluralidad correspondiente de líneas de una imagen), con el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión estando dispuesto para provocar que el cabezal de impresión se mueva desde la primera configuración a la segunda configuración antes del comienzo de una primera de la pluralidad de operaciones de impresión, y para provocar que el cabezal de impresión se mueva desde la segunda configuración a la primera configuración después de una última de dicha pluralidad de operaciones de impresión.

El cabezal de impresión y el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión se pueden disponer cada uno para moverse en una dirección sustancialmente paralela a la superficie de impresión. Tal movimiento en una dirección paralela a la superficie de impresión permite que un trazo de impresión se complete en una así denominada impresión intermitente.

El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión se puede configurar para provocar un movimiento del cabezal de impresión en una dirección sustancialmente perpendicular a la trayectoria del sustrato más allá del cabezal de impresión. Por lo tanto, el cabezal de impresión se puede disponer para moverse en direcciones que son tanto paralelas como perpendiculares a la trayectoria del sustrato más allá del cabezal de impresión.

El sustrato se puede configurar para hacerse avanzar a lo largo de una trayectoria de sustrato adyacente al cabezal de impresión en una dirección de impresión. El cabezal de impresión y el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión se pueden disponer cada uno para moverse en una dirección sustancialmente paralela a la dirección de impresión.

El cabezal de impresión puede comprender una pluralidad de elementos de impresión activables individualmente dispuestos en una agrupación lineal que se extiende en una dirección sustancialmente paralela a la superficie de impresión. La agrupación lineal se puede extender en una dirección sustancialmente perpendicular a la dirección de impresión.

El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión puede comprender un primer componente y un segundo componente. El primer y el segundo componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión se pueden configurar para moverse uno hacia otro y uno lejos del otro, provocando de ese modo que el cabezal de impresión se mueva hacia y lejos de la superficie de impresión. El elemento de solitación elástico se puede proporcionar entre dicho primer y dicho segundo componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión. El primer componente del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión puede comprender dicho electroimán. El segundo componente del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión puede comprender dicho imán permanente. El

elemento de sollicitación elástico se puede configurar para separar por empuje dicho primer y dicho segundo componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión. El elemento de sollicitación elástico se puede configurar para resistir el movimiento del primer y el segundo componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión uno hacia otro.

5 La impresora puede comprender un conjunto de cabezal de impresión, comprendiendo el conjunto de cabezal de impresión el cabezal de impresión y el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión. El conjunto de cabezal de impresión se puede configurar para moverse en una dirección sustancialmente paralela a la superficie de impresión.

10 El conjunto de cabezal de impresión puede comprender además un primer elemento de soporte configurado para soportar el primer componente del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión, y un segundo elemento de soporte configurado para soportar el segundo componente del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión y el cabezal de impresión.

15 El primer y el segundo elementos de soporte se pueden configurar para rotar alrededor de un pivote. El pivote puede ser un pivote común.

El sensor de posición de cabezal de impresión se puede configurar para generar una señal indicativa de una separación entre dicho primer y dicho segundo componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión.

20 Dicho primer componente puede comprender dicha porción del cabezal de impresión. Dicho segundo componente puede comprender proporcionar dicha ubicación de referencia de impresora.

La impresora puede comprender además un carro de cabezal de impresión. El cabezal de impresión y el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión se pueden montar sobre el carro de cabezal de impresión. El carro de cabezal de impresión se puede disponer para moverse en una dirección sustancialmente paralela a la superficie de impresión.

25 La impresora puede ser una impresora térmica. El cabezal de impresión se puede configurar para activarse selectivamente con el fin de generar calor que provoca que se cree la marca sobre el sustrato.

30 La impresora puede ser una impresora de transferencia térmica. El cabezal de impresión se puede configurar para activarse selectivamente con el fin de provocar que la tinta se transfiera desde una cinta portadora de tinta al sustrato con el fin de provocar que se cree la marca sobre el sustrato. La cinta se puede configurar para hacerse avanzar a lo largo de una trayectoria de cinta adyacente al cabezal de impresión en una dirección de impresión.

35 La impresora de transferencia térmica puede comprender además un primer y un segundo soportes de carrete, estando configurado cada uno para soportar un carrete de cinta; y un accionamiento de cinta configurado para provocar el movimiento de la cinta desde el primer soporte de carrete al segundo soporte de carrete. El cabezal de impresión se puede configurar para transferir selectivamente tinta desde la cinta al sustrato con el fin de provocar la marca sobre dicho sustrato, presionando el cabezal de impresión la cinta de impresión y el sustrato conjuntamente contra la superficie de impresión.

40 El cabezal de impresión se puede configurar para provocar que la marca se cree sobre un sustrato térmicamente sensible.

45 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un controlador para una impresora. La impresora comprende un cabezal de impresión configurado para provocar selectivamente que se cree una marca sobre un sustrato proporcionado adyacente a la impresora, teniendo el cabezal de impresión una primera configuración en la que el cabezal de impresión está separado de una superficie de impresión y una segunda configuración en la que el cabezal de impresión está configurado para presionar el sustrato contra la superficie de impresión durante una operación de impresión.

50 La impresora térmica comprende además un conjunto de accionamiento de cabezal de impresión configurado para provocar el movimiento del cabezal de impresión hacia y lejos de la superficie de impresión entre la primera y la segunda configuraciones, comprendiendo el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión un imán permanente y un electroimán.

60 Cuando el electroimán está en una primera condición, se genera una fuerza magnética de atracción entre el imán permanente y el electroimán y, cuando el electroimán está en una segunda condición, se genera una fuerza magnética de repulsión entre el imán permanente y el electroimán, estando configuradas cada una de dichas fuerzas magnéticas de atracción y de repulsión para empujar el cabezal de impresión lejos de y hacia la superficie de impresión.

65 El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión está configurado de tal manera que, cuando el cabezal de impresión está en cada una de la primera y la segunda configuraciones, este es retenido en esa configuración por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión cuando el electroimán está en la primera condición, siendo retenido el cabezal de impresión en una de la primera y la segunda configuraciones por dicha fuerza magnética de atracción generada entre el imán permanente y el electroimán.

El controlador está configurado para controlar una condición de activación del electroimán con el fin de provocar que el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión provoque el movimiento del cabezal de impresión hacia y lejos de la superficie de impresión; y para provocar que el cabezal de impresión se retenga en cada una de la primera y la segunda configuraciones.

El controlador se puede configurar además para controlar la activación del cabezal de impresión con el fin de provocar que el cabezal de impresión genere calor que provoca que se cree una marca sobre el sustrato.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se proporciona un circuito de control que comprende un controlador para el segundo aspecto de la invención.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, se proporciona un método de funcionamiento de una impresora de acuerdo con el primer aspecto de la invención.

De acuerdo con un quinto aspecto de la invención, se proporciona un método para controlar un conjunto de accionamiento de cabezal de impresión de una impresora. La impresora comprende un cabezal de impresión configurado para provocar selectivamente que se cree una marca sobre un sustrato proporcionado adyacente a la impresora. El cabezal de impresión tiene una primera configuración en la que el cabezal de impresión está separado de una superficie de impresión, y una segunda configuración en la que el cabezal de impresión está configurado para presionar un sustrato contra la superficie de impresión durante una operación de impresión, dicho conjunto de accionamiento de cabezal de impresión está configurado para provocar movimiento del cabezal de impresión hacia y lejos de una superficie de impresión entre la primera y la segunda configuraciones. El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión comprende un imán permanente y un electroimán.

El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión está configurado de tal manera que, cuando el electroimán está en una primera condición, se genera una fuerza magnética de atracción entre el imán permanente y el electroimán y, cuando el electroimán está en una segunda condición, se genera una fuerza magnética de repulsión entre el imán permanente y el electroimán. Cada una de dichas fuerzas magnéticas de atracción y de repulsión está configurada para uno de entre empujar el cabezal de impresión lejos de y hacia la superficie de impresión. Cuando el cabezal de impresión está en cada una de la primera y la segunda configuraciones, este es retenido en esa configuración por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión cuando el electroimán está en la primera condición. El cabezal de impresión es retenido en una de la primera y la segunda configuraciones por dicha fuerza magnética de atracción generada entre el imán permanente y el electroimán.

El método comprende controlar una condición de activación del electroimán con el fin de provocar que el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión provoque el movimiento del cabezal de impresión hacia y lejos de la superficie de impresión. El método comprende además controlar dicha condición de activación del electroimán con el fin de provocar que el cabezal de impresión se retenga en cada una de la primera y la segunda configuraciones. El método comprende además controlar dicha condición de activación del electroimán para provocar que el cabezal de impresión presione el sustrato contra la superficie de impresión durante una operación de impresión.

El método puede comprender generar una primera señal de control para que el electroimán provoque que el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión provoque el movimiento del cabezal de impresión hacia la superficie de impresión, y generar una segunda señal de control para que el electroimán provoque que el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión provoque el movimiento del cabezal de impresión lejos de la superficie de impresión.

La primera señal de control puede provocar que fluya una corriente en un devanado del electroimán en una primera dirección. La primera señal de control puede provocar que el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión genere una primera fuerza de salida. La segunda señal de control puede provocar que una corriente fluya en el devanado del electroimán en una segunda dirección opuesta a la primera dirección. La segunda señal de control puede provocar que el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión genere una segunda fuerza de salida. La magnitud de la primera y/o la segunda fuerzas de salida puede depender de una magnitud de la corriente y/o una dirección de la corriente, y/o una posición del cabezal de impresión.

El método puede comprender generar la primera señal de control antes del comienzo de una operación de impresión.

El método puede comprender generar la segunda señal de control después de la compleción de una operación de impresión.

El método puede comprender generar una tercera señal de control para provocar que el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión controle la fuerza ejercida por el cabezal de impresión sobre la superficie de impresión durante una operación de impresión.

La tercera señal de control puede provocar que el cabezal de impresión presione contra la superficie de impresión con una fuerza de impresión predeterminada

El método puede comprender recibir una señal generada por un sensor de posición de cabezal de impresión y controlar dicha condición de activación del electroimán basándose en dicha salida recibida.

- 5 El método puede comprender recibir una posición de cabezal de impresión objetivo y generar una señal de control para dicho conjunto de accionamiento de cabezal de impresión basándose en dicha posición de cabezal de impresión objetivo.

- 10 El método puede comprender generar datos indicativos de una fuerza de salida objetivo a generar por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión.

El método puede comprender generar datos indicativos de una corriente de electroimán objetivo basándose en dicha fuerza de salida objetivo.

- 15 Dichos datos indicativos de una corriente de electroimán objetivo se pueden basar además en datos de posición de cabezal de impresión.

- 20 El método puede comprender generar datos indicativos de una corriente de electroimán objetivo basándose en datos de referencia indicativos de una relación entre una corriente de electroimán, una posición de cabezal de impresión y una fuerza de salida de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión.

- 25 De esta manera, se pueden tener en cuenta las características del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión. En particular, se entenderá que la fuerza de salida de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión generada variará para una corriente de electroimán particular dependiendo de la configuración actual (por ejemplo, la compresión de resorte y la separación del imán permanente con respecto al electroimán). Tal variación puede ser muy alineal.

El método puede comprender recibir datos indicativos de una corriente de electroimán real que fluye en el electroimán, y controlar dicha condición de activación del electroimán basándose en dichos datos recibidos.

- 30 El método puede comprender generar una señal de control de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión basándose en dichos datos indicativos de una corriente de electroimán objetivo y dicha señal indicativa de una corriente de electroimán real.

- 35 Dichos datos indicativos de dicha corriente de electroimán real pueden comprender datos derivados de una salida de un sensor de corriente.

Por supuesto, se apreciará que las características descritas en el contexto del primer y el segundo aspectos de la invención se pueden combinar con el tercer aspecto de la invención y viceversa.

- 40 De acuerdo con un sexto aspecto de la invención, se proporciona un método para hacer funcionar una impresora. El método comprende controlar un conjunto de accionamiento de cabezal de impresión de acuerdo con un método del quinto aspecto de la invención. El método comprende además provocar que el cabezal de impresión se active selectivamente con el fin de provocar que se cree una marca sobre un sustrato proporcionado adyacente a la impresora durante una operación de impresión.

- 45 El método puede comprender generar una primera señal de control para que el electroimán provoque que el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión provoque el movimiento del cabezal de impresión hacia la superficie de impresión y se presione contra la superficie de impresión. El método puede comprender además, mientras el cabezal de impresión se presiona contra la superficie de impresión, provocar que el cabezal de impresión se active selectivamente con el fin de generar calor que provoca que se cree una marca sobre el sustrato. El método puede comprender además generar una segunda señal de control para que el electroimán provoque que el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión provoque el movimiento del cabezal de impresión lejos de la superficie de impresión.

- 55 El método puede comprender además, mientras el cabezal de impresión se presiona contra la superficie de impresión, generar una señal de control para provocar que el cabezal de impresión se mueva en la dirección paralela a la superficie de impresión para realizar un trazo de impresión. El método puede comprender además, durante dicho trazo de impresión, provocar que el cabezal de impresión se active selectivamente con el fin de generar calor que provoca que se cree una marca sobre el sustrato.

- 60 El cabezal de impresión se puede activar una pluralidad de veces durante dicho trazo de impresión. El cabezal de impresión se puede activar una pluralidad de veces durante dicho trazo de impresión provocando de ese modo que se cree una pluralidad respectiva de marcas sobre el sustrato en una pluralidad respectiva de ubicaciones de sustrato.

- 65 De acuerdo con un séptimo aspecto de la invención, se proporciona un cabezal de impresión para una impresora térmica que comprende una pluralidad de elementos de impresión asociados con una primera superficie del cabezal

- de impresión, estando configurado cada uno de la pluralidad de elementos de impresión para activarse selectivamente con el fin de provocar que se cree una marca sobre un sustrato proporcionado adyacente al cabezal de impresión; y un sensor de posición de cabezal de impresión dispuesto para generar una señal indicativa de una posición del cabezal de impresión, estando asociado dicho sensor de posición de cabezal de impresión con una segunda superficie del cabezal de impresión, siendo dicha segunda superficie generalmente opuesta a dicha primera superficie.
- 5 Proporcionar un sensor de posición de cabezal de impresión de este tipo permite que la posición de cabezal de impresión sea controlada con precisión.
- 10 El sensor de posición de cabezal de impresión se puede configurar para generar una señal indicativa de una separación entre una porción del cabezal de impresión y una ubicación de referencia durante los movimientos del cabezal de impresión hacia y lejos de una superficie de impresión.
- 15 Dicha ubicación de referencia se puede proporcionar a una separación sustancialmente fija de una superficie de impresión. La superficie de impresión puede comprender una superficie contra la que se presiona el cabezal de impresión durante las operaciones de impresión.
- La ubicación de referencia puede ser proporcionada por un componente de un conjunto de cabezal de impresión. La señal indicativa de una separación entre una porción del cabezal de impresión y la ubicación de referencia puede ser
- 20 indicativa de una posición del cabezal de impresión con respecto a la superficie de impresión.
- El sensor de posición de cabezal de impresión puede comprender un receptor dispuesto para recibir una señal desde una ubicación de referencia. La ubicación de referencia se puede denominar objetivo.
- 25 El sensor de posición de cabezal de impresión puede comprender un emisor dispuesto para emitir una señal hacia dicha ubicación de referencia.
- El emisor se puede disponer para emitir radiación, tal como, por ejemplo, radiación infrarroja.
- 30 El receptor se puede disponer para recibir una señal reflejada, reflejada por la ubicación de referencia, basándose la señal reflejada en la señal emitida por el emisor.
- El receptor se puede disponer para detectar radiación, tal como, por ejemplo radiación infrarroja. El receptor y el emisor se pueden seleccionar con el fin de tener capacidades de emisión y de detección complementarias.
- 35 El cabezal de impresión puede comprender además una circuitería dispuesta para generar una salida basándose en una señal recibida por el receptor.
- Dicha circuitería puede comprender un amplificador. El procesamiento de la señal de sensor en el cabezal de impresión permite que se pase a la impresora una señal de una magnitud mayor que la generada por el receptor, aumentando de ese modo la inmunidad al ruido.
- 40 La salida se puede basar en la amplitud de la señal recibida por el receptor.
- 45 Los elementos de impresión pueden ser elementos calefactores que calientan tinta para provocar la transferencia de tinta desde una cinta portadora de tinta al sustrato con el fin de provocar que se cree una marca sobre el sustrato. Como alternativa, los elementos de impresión pueden ser elementos calefactores que generan calor con el fin de provocar que se cree una marca sobre un sustrato térmicamente sensible.
- 50 Los elementos de impresión se pueden disponer como una agrupación lineal de elementos de impresión. Durante el uso, la agrupación lineal de elementos de impresión se puede configurar en una dirección perpendicular a una dirección de movimiento de una cinta y/o sustrato más allá del cabezal de impresión.
- De acuerdo con un octavo aspecto de la invención, se proporciona un cabezal de impresión para una impresora. La impresora comprende un conjunto de accionamiento de cabezal de impresión configurado para provocar el movimiento del cabezal de impresión hacia y lejos de la superficie de impresión, comprendiendo el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión un electroimán. El cabezal de impresión comprende una pluralidad de elementos de impresión asociados con una primera superficie del cabezal de impresión, estando configurado cada uno de la pluralidad de elementos de impresión para activarse selectivamente con el fin de provocar que se cree una marca sobre un sustrato proporcionado adyacente al cabezal de impresión. El cabezal de impresión comprende además una conexión de control de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión configurada para proporcionar una señal de control de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión a dicho conjunto de accionamiento de cabezal de impresión.
- 60 De acuerdo con un noveno aspecto de la invención, se proporciona una impresora que comprende un cabezal de impresión de acuerdo con uno o ambos de los aspectos séptimo y octavo de la invención. La impresora puede ser una impresora térmica. La impresora puede ser una impresora de transferencia térmica. La impresora de transferencia
- 65

térmica puede comprender un primer y un segundo soportes de carrete, que reciben respectivamente un primer y un segundo carretes de cinta portadora de tinta. La impresora de transferencia térmica puede comprender un accionamiento de cinta dispuesto para provocar la transferencia de cinta entre dicho primer y dicho segundo carretes en una primera dirección.

5 La impresora puede comprender además un controlador, estando dispuesto el controlador para recibir una salida desde el cabezal de impresión y controlar una operación de la impresora basándose en la salida recibida.

10 Controlar una operación de la impresora basándose en la salida recibida puede comprender generar una señal de control para controlar una posición del cabezal de impresión basándose en la señal indicativa de una posición del cabezal de impresión.

15 Por supuesto, se apreciará que las características descritas en el contexto de cualquiera de los aspectos anteriores de la invención se pueden combinar con otros aspectos de la invención. Por ejemplo, las operaciones del controlador descritas en el contexto de la impresora del primer aspecto pueden ser realizadas por el controlador del segundo aspecto. De manera similar, las características de los métodos del cuarto, el quinto y el sexto aspectos pueden ser realizadas por el controlador del segundo aspecto, o la impresora del primer aspecto.

20 También se proporciona un controlador dispuesto para llevar a cabo un método de acuerdo con cualquiera del cuarto, el quinto y el sexto aspectos de la invención. Además, los métodos descritos anteriormente se pueden implementar de cualquier forma conveniente. En este sentido, la invención también proporciona programas informáticos que pueden ser ejecutados por un procesador de una impresora con el fin de provocar que la impresora se controle de la manera descrita anteriormente. Tales programas informáticos se pueden almacenar en medios legibles por ordenador tales como medios legibles por ordenador no tangibles y no transitorios.

25 A continuación se describirán realizaciones de la invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

30 la figura 1 es una vista esquemática de una impresora de acuerdo con la presente invención;

la figura 2 es una vista frontal de la impresora de la figura 1 con detalle adicional;

la figura 3 es una vista en perspectiva de la impresora de las figuras 1 y 2 con detalle adicional;

35 la figura 4 es una vista frontal de parte de la impresora de la figura 1 en una configuración estacionada;

las figuras 5a y 5b son vistas frontales en corte parcial de parte de la impresora de la figura 1 con detalle adicional en una primera y una segunda configuraciones respectivamente;

40 las figuras 6a y 6b son vistas en sección transversal esquemáticas de un conjunto de accionamiento de cabezal de impresión de la impresora de la figura 1 en una primera y una segunda configuraciones respectivamente;

45 la figura 7 es una gráfica que muestra fuerzas generadas por componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión de las figuras 5a y 5b;

las figuras 8a y 8b son vistas en sección transversal esquemáticas del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión de la figura 6a en la primera configuración en una primera y una segunda condiciones de activación respectivamente;

50 la figura 9 es una gráfica que muestra fuerzas generadas por componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión de las figuras 6a y 6b en las condiciones de activación mostradas respectivamente en las figuras 8a y 8b;

55 la figura 10 es una gráfica que muestra una fuerza de impresión y unas formas de onda de corriente generadas por componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión de las figuras 6a y 6b;

la figura 11 es una gráfica que muestra una fuerza de impresión y unas formas de onda de corriente de la figura 10 con más detalle;

60 la figura 12 es una gráfica que muestra una fuerza de impresión y unas formas de onda de corriente alternativas;

la figura 13 es una gráfica que muestra una fuerza de impresión y unas formas de onda de corriente alternativas generadas por componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión de las figuras 6a y 6b;

65 la figura 14 es una gráfica que muestra una fuerza de impresión y unas formas de onda de corriente de la figura 13 con más detalle;

la figura 15 es un diagrama de flujo que muestra un algoritmo de control para el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión de la presente invención;

5 la figura 16 es una vista en sección transversal esquemática de un conjunto de cabezal de impresión de acuerdo con una realización alternativa de la invención;

las figuras 17a y 17b son ilustraciones esquemáticas de unas superficies inferior y superior de un cabezal de impresión de acuerdo con una realización de la invención;

10 la figura 18 es una vista esquemática de una circuitería proporcionada sobre el cabezal de impresión mostrado en las figuras 17a y 17b;

15 la figura 19 es una vista esquemática de una circuitería proporcionada para procesar una salida de la circuitería de la figura 18;

la figura 20 es una ilustración esquemática de unas formas de onda de señal de ejemplo generadas por la circuitería de la figura 19;

20 la figura 21 muestra esquemáticamente una disposición de control de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión;

la figura 22 es una gráfica de datos de referencia relacionados con características del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión;

25 la figura 23 muestra esquemáticamente una disposición de control de impresora de acuerdo con una realización de la invención; y

30 la figura 24 es una vista esquemática que muestra fuerzas que actúan sobre un cabezal de impresión de la impresora de la figura 1.

Con referencia a la figura 1, se ilustra una impresora de transferencia térmica 1 en la que la cinta portadora de tinta 2 se proporciona sobre un carrete de suministro de cinta 3, pasa por un cabezal de impresión 4 y es recogida por un carrete de recogida de cinta 5. El carrete de suministro de cinta 3 es accionado por un motor paso a paso 6 mientras que el carrete de recogida de cinta es accionado por un motor paso a paso 7. En la realización ilustrada, el carrete de suministro de cinta 3 está montado sobre un eje de salida 6a de su motor paso a paso 6, mientras que el carrete de recogida de cinta 5 está montado sobre un eje de salida 7a de su motor paso a paso 7. Los motores paso a paso 6, 7 se pueden disponer con el fin de funcionar en modo de empuje - tracción con lo que el motor paso a paso 6 rota el carrete de suministro de cinta 3 para distribuir cinta mientras el motor paso a paso 7 rota el carrete de recogida de cinta 5 con el fin de recoger cinta. En una disposición de este tipo, la tensión en la cinta se puede determinar mediante el control de los motores. Una disposición de este tipo para transferir cinta entre carretes de una impresora de transferencia térmica se describe en nuestra Patente de EE. UU. anterior n.º US 7.150.572.

45 En otras realizaciones, la cinta se puede transportar desde el carrete de suministro de cinta 3 al carrete de recogida de cinta 5 más allá del cabezal de impresión 4 de otras formas. Por ejemplo, solo el carrete de recogida de cinta 5 puede ser accionado por un motor mientras que el carrete de suministro de cinta 3 está dispuesto con el fin de proporcionar resistencia al movimiento de cinta, provocando de ese modo tensión en la cinta. Es decir, el motor 6 que acciona el carrete de suministro de cinta 3 puede no requerirse en algunas realizaciones. La resistencia al movimiento de cinta se puede proporcionar mediante una disposición de embrague deslizante sobre el carrete de suministro. En algunas realizaciones, los motores que accionan el carrete de suministro de cinta 3 y el carrete de recogida de cinta 5 pueden ser motores que no sean motores paso a paso. Por ejemplo, los motores que accionan el carrete de suministro de cinta 3 y el carrete de recogida de cinta 5 pueden ser motores de corriente continua (CC). En general, los motores que accionan el carrete de suministro de cinta 3 y/o el carrete de recogida de cinta 5 pueden ser motores controlados por par (por ejemplo, motores de CC) o motores controlados por posición (por ejemplo, motores paso a paso o servomotores de CC). La cinta distribuida por el carrete de suministro de cinta 3 pasa por un rodillo de guía 8 antes de pasar por el cabezal de impresión 4, y un rodillo de guía adicional 9 y, posteriormente, es recogida por el carrete de recogida de cinta 5.

60 El cabezal de impresión 4 está dispuesto para presionar la cinta 2 y un sustrato 10 contra una superficie de impresión 11 para efectuar la impresión. El cabezal de impresión puede ser, por ejemplo, un cabezal de impresión de transferencia térmica que comprende una pluralidad de elementos de impresión, cada uno dispuesto para retirar un píxel de tinta de la cinta 2 y para depositar el píxel de tinta retirado sobre el sustrato 10. La superficie de impresión 11 puede ser convenientemente un rodillo de impresión (por ejemplo, en modos de impresión continua) o una platina (por ejemplo, en modos de impresión continua o intermitente).

65 El cabezal de impresión 4 es móvil en una dirección generalmente paralela a la dirección de desplazamiento de la

cinta 2 y el sustrato 10 más allá del cabezal de impresión 4, como se muestra mediante una flecha A. Además, el cabezal de impresión 4 es móvil hacia y lejos del sustrato 10, con el fin de provocar que la cinta 2 (cuando pasa el cabezal de impresión) se mueva hasta entrar en contacto y dejar de estar en contacto con el sustrato 10, como se muestra mediante la flecha B.

5 Con referencia a continuación a las figuras 2 y 3, se describe con más detalle la impresora 1. El cabezal de impresión 4 está montado de forma pivotante en un carro de cabezal de impresión 13 para su rotación alrededor de un pivote 14, permitiendo de ese modo que el cabezal de impresión 4 se mueva hacia o lejos de la superficie de impresión 11 (que se muestra solo en las figuras 1 y 2). El pivote 14 es un eje que se extiende en una dirección que es
10 sustancialmente normal al plano de la figura 2, siendo el movimiento de pivote de los componentes alrededor del pivote un movimiento en el plano de la figura 2.

El carro de cabezal de impresión 13 es desplazable a lo largo de una pista lineal 15, que está fija en su posición con respecto a una placa de base 16 de la impresora 1. Un rodillo de guía 12 también está montado en el carro de cabezal de impresión 13, que guía la cinta 2 cuando esta pasa entre el rodillo 9 y el cabezal de impresión 4, y asegura un ángulo de cinta adecuado alrededor del cabezal de impresión 4 durante las operaciones de impresión.

Durante el uso, la cinta se puede montar sobre un casete de cinta (no mostrado). Cuando el casete de cinta está instalado dentro de la impresora 1, los rodillos de guía 8, 9 (como se muestra en la figura 2) son soportados por unos
20 pasadores de soporte 8a, 9a respectivos (como se muestra en la figura 3).

La posición del carro de cabezal de impresión 13 en la dirección del movimiento de cinta (y, por lo tanto, la posición del cabezal de impresión 4 en esa dirección) es controlada por un motor 17 (como se muestra en la figura 3). El motor 17 está ubicado detrás de la placa de base 16 y acciona una rueda de polea 18 que está montada sobre un eje de salida 17a del motor 17. La rueda de polea 18 acciona a su vez una correa de accionamiento de cabezal de impresión 19 que se extiende alrededor de una rueda de polea 20 adicional. El carro de cabezal de impresión 13 se asegura a la correa de accionamiento de cabezal de impresión 19. Por lo tanto, la rotación de la rueda de polea 18 en el sentido de las agujas del reloj (como se ve en la figura 2) acciona el carro de cabezal de impresión 13 y, por lo tanto, el cabezal de impresión 4 hacia la izquierda, mientras que la rotación de la rueda de polea 18 en el sentido contrario a las agujas del reloj acciona el cabezal de impresión 4 hacia la derecha.

La correa 19 se puede considerar una forma de unión flexible. Sin embargo, el término unión flexible no pretende implicar que la correa se comporte elásticamente. Es decir, la correa 19 es relativamente inelástica en una dirección generalmente paralela a la dirección de desplazamiento de la cinta 2 y el sustrato 10 más allá del cabezal de impresión 4 (es decir, la dirección que se extiende entre las poleas 18 y 20). Se apreciará, por supuesto, que la correa 19 se flexionará en una dirección perpendicular a la dirección de desplazamiento de la cinta 2 y el sustrato 10 más allá del cabezal de impresión 4, con el fin de permitir que la correa 19 se mueva alrededor de las poleas 18, 20. Sin embargo, en general, se entenderá que la inelasticidad relativa asegura que cualquier rotación de la rueda de polea 18 provocada por el motor 17 se transmita sustancialmente a, y provoque el movimiento de, el carro de cabezal de impresión 13 y, por lo tanto, el cabezal de impresión 4. La correa 19 puede ser, por ejemplo, una correa de distribución de poliuretano con refuerzo de acero. Por ejemplo, la correa 19 puede ser una correa de distribución AT3 GEN III Synchroflex fabricada por BRECOflex CO., LLC, Nueva Jersey, Estados Unidos.

Como se muestra en la figura 2, el cabezal de impresión 4 está montado sobre un primer lado de un brazo de soporte 21, estando dispuesto el brazo de soporte 21 para pivotar alrededor del pivote 14. El arco de movimiento del cabezal de impresión 4 con respecto al pivote 14 se determina por la ubicación del cabezal de impresión 4 con respecto al pivote 14 que, a su vez, se determina por la longitud del brazo de soporte 21.

El movimiento del cabezal de impresión 4 hacia y lejos de la superficie de impresión 11, y la presión del cabezal de impresión 4 contra la cinta 2, el sustrato 10 y la superficie de impresión 11, se controlan mediante un conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 como se describe con más detalle a continuación.

Diversas operaciones de la impresora 1, tales como, por ejemplo, el movimiento de cinta entre los carretes 3, 5 (por ejemplo, mediante los motores 6, 7), el movimiento del cabezal de impresión hacia y lejos de la superficie de impresión 11 (por ejemplo, mediante el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22) y el movimiento del cabezal de impresión 4 en una dirección paralela a la superficie de impresión 11 (por ejemplo, por el motor 17) son controlados por un controlador 50.

Un primer componente del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 está montado sobre un brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30, que está dispuesto para pivotar alrededor del pivote 14 del carro de cabezal de impresión 13. El primer componente del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 se mueve por lo tanto de acuerdo con una relación bien definida con el pivote 14. Un segundo componente del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 está montado sobre el brazo de soporte 21. El primer y el segundo componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 se pueden configurar para atraerse o repelerse entre sí, con el fin de provocar que el cabezal 4 se mueva hacia y lejos de la superficie de impresión 11 por la acción del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22. Dado el pivote común 14 alrededor del cual está

dispuesto para pivotar cada uno del primer y el segundo componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22, se entenderá que la atracción o repulsión de los dos componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 entre sí provocará el movimiento de al menos uno de esos componentes en un arco alrededor del pivote 14.

5 El cabezal de impresión 4, el brazo de soporte de cabezal de impresión 21, el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 y el brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30 se pueden denominar, conjuntamente, conjunto de cabezal de impresión 51.

10 Un cojinete 31 está montado sobre el brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30. Durante el uso, el cojinete 31 se apoya contra una superficie de cojinete 32, que está unida de forma fija a la placa de base 16 de la impresora 1. Se proporciona un resorte 33 entre el brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30 y el carro de cabezal de impresión 13, y está dispuesto para empujar el brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30 para rotar en el sentido de las agujas del reloj (como se ve en la figura 2) alrededor del pivote 14. Una primera porción 34 de la superficie de cojinete 32 se extiende en una dirección sustancialmente paralela a la pista lineal 15, de tal manera que, durante el movimiento del carro de cabezal de impresión 13 hacia adelante y hacia atrás a lo largo de la pista lineal 15 (como indica la flecha A en la figura 1), el cojinete 31 se apoya contra la primera porción 34 de la superficie de cojinete 32, y provoca que se mantenga la posición angular del brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30 con respecto al pivote 14, de tal manera que el brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30 (y el primer componente del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 que está fijado al mismo) no se mueve hacia o lejos de la superficie de impresión 11.

25 Sin embargo, se apreciará que, durante el movimiento del carro de cabezal de impresión 13 hacia adelante y hacia atrás a lo largo de la pista lineal 15, cualquier extensión o retracción del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión provocará que el cabezal de impresión 4 (que está asegurado al segundo componente del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22) se mueva hacia y lejos de la superficie de impresión 11 respectivamente.

30 La superficie de cojinete 32 comprende además una segunda porción 35 que se inclina lejos de la superficie de impresión 11, segunda porción 35 que está dispuesta en el extremo izquierdo de la superficie de cojinete 32 (como se ve en la figura 2). En este sentido, cuando se provoca que el carro de cabezal de impresión 13 se mueva hacia la izquierda (como se ve en la figura 2), se provoca que el cojinete 31 (bajo la acción de empuje del resorte 33) se apoye contra la superficie de cojinete 32, y que siga la superficie de cojinete 32 cuando esta se inclina lejos de la superficie de impresión 11. Tal movimiento permite que el brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30 rote en el sentido de las agujas del reloj (como se ve en la figura 2) alrededor del pivote 14, provocando de ese modo que el primer componente del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 se mueva lejos de la superficie de impresión 11. Se entenderá que, para cualquier configuración dada del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22, tal movimiento también provocará que el cabezal de impresión 4 se mueva lejos de la superficie de impresión 11. Por lo tanto, cuando se provoca que el carro de cabezal de impresión 13 se mueva hacia la izquierda (como se ve en la figura 2), todos los componentes del conjunto de cabezal de impresión 51 se moverán conjuntamente hacia la izquierda. Además, a medida que el cojinete 31 sigue la superficie de cojinete 32 cuando esta que se inclina lejos de la superficie de impresión 11, todos los componentes del conjunto de cabezal de impresión 51 rotan juntos en el sentido de las agujas del reloj (como se ve en la figura 2) alrededor del pivote 14, provocando de ese modo que el conjunto de cabezal de impresión 51 se mueva lejos de la superficie de impresión 11.

45 Con referencia a continuación a la figura 4, el conjunto de cabezal de impresión 51 se muestra en una configuración en la que el cojinete 31 está acoplado con la segunda porción 35 de la superficie de cojinete 32. Esta configuración se puede denominar configuración estacionada. El brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30 se muestra rotado alrededor del pivote 14, de tal manera que el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 (y, por lo tanto, el cabezal de impresión 2) es elevado lejos de la superficie de impresión 11. Esta posición no se usa durante las operaciones de impresión normales. Sin embargo, durante las operaciones de mantenimiento o, por ejemplo, cuando se cambia una cinta de impresora, esta configuración se puede usar para permitir un acceso fácil a la trayectoria de cinta. En particular, mientras que la cinta de la impresora es guiada habitualmente por el cabezal de impresión 4, cuando el conjunto de cabezal de impresión 51 (y también, por lo tanto, el brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30, el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22, el brazo de soporte 21 y el cabezal de impresión 4) están en la configuración estacionada (como se muestra en la figura 4), el cabezal de impresión 4 no interfiere con la cinta que se extiende entre los rodillos de guía 8 y 9 (que se muestran en las figuras 1 y 2), permitiendo que la cinta se retire y se sustituya con facilidad.

60 Como se muestra con más detalle en las figuras 5a y 5b, el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 comprende un electroimán 23, comprendiendo el electroimán una bobina 24 y un elemento ferromagnético 25. El elemento ferromagnético se forma adecuadamente a partir de un material magnético dulce (por ejemplo, un metal ferroso, tal como hierro o acero dulce). La bobina 24 comprende hilo aislado (por ejemplo, hilo de cobre) enrollado alrededor de una devanadera anular (no mostrada), y se inserta en un rebaje anular dimensionado de forma correspondiente en el elemento ferromagnético 25. El rebaje anular se define entre una porción exterior 25a del elemento ferromagnético 25, que rodea la bobina 24, y una porción interior 25b del elemento ferromagnético 25, que está rodeada por la bobina 24.

Generalmente, la porción exterior 25a y la porción interior 25b son rotacionalmente simétricas alrededor de un eje común A1, y ambas se extienden a lo largo del eje A1 en un grado extensión. Una cara de la porción interior 25b que está orientada generalmente hacia abajo (en la orientación mostrada en las figuras 5a y 5b) se halla en paralelo a, pero ligeramente desviada con respecto a, una cara exterior de la porción exterior 25a. Con más detalle, la cara de la porción interior 25b está retrasada con respecto a la cara exterior de la porción exterior 25a de tal manera que la porción exterior 25a se extiende más lejos a lo largo del eje A1 que la porción interior 25b. Como se describe con más detalle a continuación, se proporciona una placa de retención 36 sobre la cara inferior de la porción interior 25b, de tal manera que la cara inferior de la placa de retención 36 (en la orientación mostrada en las figuras 5a y 5b) se halla muy cerca de un plano común con una cara exterior de la porción exterior 25a.

La naturaleza magnética suave del elemento ferromagnético 25 permite que se intensifiquen los campos magnéticos generados cuando una corriente se hace pasar a través de la bobina 24, fluyendo preferentemente el campo magnético en el material de reluctancia baja del elemento ferromagnético 25. El electroimán 23 está unido al brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30 que, a su vez, está unido (a través del pivote 14) al carro de cabezal de impresión 13 para el movimiento con el mismo. El electroimán 23 define el primer componente del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22.

El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 comprende además un objetivo 26. El objetivo se forma a partir de un material magnético dulce (por ejemplo, un metal ferroso, tal como hierro o acero dulce) y generalmente tiene forma de copa. El objetivo 26 comprende una porción de reborde 26a que se extiende lejos de una porción central plana 26b. La porción central plana 26b tiene generalmente forma de disco, extendiéndose la porción de reborde 26a en una primera dirección desde el disco alrededor de un perímetro del mismo. Generalmente, la porción de reborde 26a y la porción central 26b son rotacionalmente simétricas alrededor de un eje A2, como se ilustra en las figuras 5a y 5b.

El objetivo 26 está montado de forma fija sobre el brazo de soporte 21, sobre un segundo lado del brazo de soporte 21, opuesto al primer lado (sobre el cual está montado el cabezal de impresión 4). La porción de reborde 26a se extiende desde la porción de disco 26b en una dirección lejos del brazo de soporte 21 - extendiéndose hacia el elemento electromagnético 25. Se define un rebaje cilíndrico dentro de la porción de reborde 26a.

El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 comprende además un imán permanente 27. El imán permanente 27 tiene forma de disco y está montado en la porción central plana 26b dentro del rebaje cilíndrico formado dentro de la porción de reborde 26a. El imán permanente 27 está montado de forma generalmente concéntrica dentro de la porción de reborde exterior 26a en la porción central plana 26b (y, por lo tanto, está centrado alrededor del eje A2). La porción de reborde exterior 26a del objetivo 26 rodea el imán permanente 27. La porción de reborde 26a se extiende desde la porción central 26b en una cantidad que es aproximadamente igual al espesor del imán permanente 27. En este sentido, la cara del imán permanente 27 que está más alejada del brazo de soporte 21 se halla en un plano común, o muy cerca de un plano común, con una cara exterior de la porción de reborde 26a.

La porción de reborde exterior 26a tiene un diámetro interno que es mayor que el diámetro externo del imán permanente 27. En este sentido, se forma un rebaje anular entre los mismos.

El diámetro externo del imán permanente 27 también es sustancialmente igual al diámetro de la porción interna 25b del elemento ferromagnético 25. De manera similar, los diámetros interno y externo de la porción exterior 25a del elemento ferromagnético 25 son de dimensiones similares a los diámetros interno y externo correspondientes de la porción de reborde 26a del objetivo 26. En este sentido, los rebajes anulares formados dentro del objetivo 26 (es decir, entre el imán permanente 27 y la porción de reborde 26a) y el elemento ferromagnético 25 (es decir, entre la porción exterior 25a y la porción interior 25b) tienen una extensión radial similar.

El segundo componente del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 está formado por el objetivo 26 y el imán permanente 27.

En una realización, el elemento ferromagnético 25 puede tener, por ejemplo, un diámetro externo de 30 mm y una longitud a lo largo del eje A1 de 20 mm. La bobina 24 puede comprender aproximadamente 330 vueltas de hilo de 0,5 mm de diámetro.

El imán permanente 27 está formado por un material que generalmente retiene la magnetización en ausencia de un campo magnético externo (es decir, un material magnético duro). Un material magnético duro apropiado puede ser, por ejemplo, neodimio de grado N42. Un material magnético duro alternativo puede ser, por ejemplo, samario - cobalto. El material magnético duro se puede seleccionar con el fin de proporcionar un imán permanente con una intensidad magnética alta.

En una realización, el imán permanente 27 puede tener un diámetro externo de 14 mm, un rebaje interno que tiene un diámetro interno de 2 mm y un espesor (en una dirección paralela al eje A2) de 4 mm. El objetivo 26 puede tener un diámetro exterior de 30 mm y un espesor (en una dirección paralela al eje A2) de 7 mm.

Sin embargo, se apreciará que se pueden usar materiales y dimensiones alternativos según se requiera. Como se ha descrito anteriormente, los dos componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 están dispuestos de tal manera que cada componente está montado sobre uno respectivo del brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30 y el brazo de soporte 21, para su rotación en un plano común (es decir, en el plano de las figuras 5a y 5b) alrededor del pivote 14.

Cuando el cabezal de impresión 4 está en una posición separada de la superficie de impresión 11 - es decir, en una primera configuración (que se muestra en la figura 5a) - los componentes del primer y el segundo componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 están generalmente dispuestos concéntricamente, de tal manera que los ejes A1 y A2 son colineales. Por otro lado, cuando el cabezal de impresión 4 está en una configuración en la que se extiende hacia la superficie de impresión 11 (es decir, una segunda configuración, como se muestra en la figura 5b), el segundo componente del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 se rota con respecto al primer componente, de tal manera que los ejes A1 y A2 estén inclinados entre sí. Sin embargo, se apreciará que la longitud de los brazos 21, 30 (que puede, por ejemplo, estar en la región de 75 mm) y la separación relativamente pequeña entre el primer y el segundo componentes en la segunda configuración (que puede, por ejemplo, estar en la región de 5 mm), asegura que el primer y el segundo componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión todavía estén generalmente alineados entre sí, incluso cuando los ejes A1 y A2 no sean exactamente colineales.

Por supuesto, se apreciará que también son posibles otras disposiciones. Por ejemplo, las posiciones de montaje del primer y el segundo componentes se pueden invertir (es decir, montarse el primer componente en el brazo de soporte 21, y así sucesivamente).

El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 comprende además un resorte 28. El resorte 28 es un resorte helicoidal 28 y está alojado dentro del rebaje anular formado entre el imán permanente 27 y la porción de reborde 26a. El resorte 28 también está alineado y es concéntrico con los ejes A1 y A2 en la primera configuración. El resorte 28 es un resorte de compresión que empuja el primer y el segundo componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 separando uno de otro (como se describe con más detalle a continuación). El resorte puede ser, por ejemplo, un resorte fabricado por Lee Springs, Brooklyn, N. Y., que tiene el número de pieza LC055K01S. En una realización, el resorte puede tener una longitud libre (es decir, no comprimida) de aproximadamente 19 mm. Sin embargo, durante el uso, un resorte de este tipo se puede precomprimir aproximadamente 11 mm antes del ensamblaje del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22. Es decir, en su estado más extendido durante las operaciones normales, el resorte 28 puede seguir estando comprimido con respecto a su estado relajado aproximadamente 11 mm.

El resorte 28 se puede disponer para apoyarse contra una porción de cada uno del primer y el segundo componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22. Por ejemplo, en algunas realizaciones, un primer extremo del resorte 29 se puede recibir en una característica proporcionada en la devanadera de bobina (no mostrada). Un segundo extremo del resorte 29 se puede recibir en una característica proporcionada en un separador anular (no mostrado) que se proporciona alrededor del imán permanente 27.

El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión comprende además un tornillo de límite 37. El tornillo de límite 37 pasa a través del rebaje central dentro del imán permanente 27, y se asegura al objetivo 26 a través de un acoplamiento roscado con un orificio proporcionado en el mismo. El tornillo de límite 37 es generalmente concéntrico con el eje A2. Sin embargo, el tornillo de límite 37 se extiende más allá de la superficie superior del objetivo 26 y el imán permanente 27. En particular, el tornillo de límite se extiende hacia un rebaje proporcionado dentro de la porción interior 25b del elemento ferromagnético 25. El tornillo de límite 37 comprende un cabezal 37a que tiene un diámetro mayor que un vástago 37b. El cabezal 37a se recibe dentro del rebaje dentro de la porción interior 25b, aunque, durante el uso, no hace contacto con las paredes del rebaje. El vástago 37b del tornillo de límite 37 pasa a través de una ranura 36a proporcionada dentro de la placa de retención 36. La ranura 37a tiene una anchura en una dirección fuera del plano de la figura en la orientación mostrada en la figura 5a que es mayor que el diámetro del vástago 37b, pero menor que el diámetro del cabezal 37a. En este sentido, la placa de retención 36 está configurada para evitar que el cabezal 37a del tornillo de límite 37 pase a través de la ranura 36a, evitando de ese modo que el brazo de soporte 21 rote alrededor del pivote 14 más de una cantidad angular predeterminada con respecto al brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30.

En este sentido, el tornillo de límite 37 y la placa de retención 36 cooperan para evitar la sobreextensión del cabezal de impresión 4 lejos del cuerpo de la impresora cuando no hay superficie de impresión 11 alguna en su sitio.

La placa de retención 36 se puede formar, por ejemplo, a partir de un material magnético dulce (por ejemplo, acero dulce) similar al elemento ferromagnético 25 y, por lo tanto, puede actuar para guiar el campo magnético de la misma manera que el elemento ferromagnético 25. Por lo tanto, la placa de retención 36 se puede considerar parte del elemento ferromagnético 25.

El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 comprende además un amortiguador de choques 29, como

se muestra con la mayor claridad en la figura 5b. El amortiguador de choques 29 es un disco de caucho delgado, que se proporciona entre las caras opuestas del imán permanente 27 y la porción interior 25b del elemento ferromagnético 25 (o, más particularmente, la placa de retención 36). El amortiguador de choques 29 evita el contacto directo entre el imán permanente 27 y el elemento ferromagnético 25 y, por lo tanto, mantiene una separación mínima entre los mismos.

Dada la relación conocida entre la magnitud de la fuerza magnética y la separación entre los cuerpos magnéticos atraídos (es decir, siendo aproximadamente la magnitud de la fuerza inversamente proporcional al cuadrado de la separación), se entenderá que, al incluir el amortiguador de choques 29, se evitan unas fuerzas de atracción excesivas entre el imán permanente 27 y el elemento ferromagnético 25. Es decir, en ausencia del amortiguador de choques 29, si se permitiera que el imán permanente 27 y el elemento ferromagnético 25 entraran en contacto directo, la fuerza de atracción entre los mismos podría ser de una magnitud tal que, durante el uso, puede no ser posible superar la atracción. Por supuesto, se pueden usar técnicas y disposiciones alternativas para evitar que se generen fuerzas excesivas, tales como, por ejemplo, alguna otra forma de tope mecánico que previniese el movimiento relativo entre alguna parte del brazo de soporte 21 y el carro de cabezal de impresión 13, o similar. Por lo tanto, el amortiguador de choques 29 no es un componente esencial del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22.

En la disposición ilustrada en la figura 5a, es decir, en donde el cabezal de impresión 4 está en una posición separada de la superficie de impresión 11 (es decir, la primera configuración, o una primera posición), el imán permanente 27, el objetivo 26 y el elemento ferromagnético 25 forman un circuito magnético. El circuito magnético se ilustra además en la figura 6a, que muestra esquemáticamente una trayectoria del campo magnético M1 dentro del imán permanente 27, el objetivo 26 y el elemento ferromagnético 25. En particular, las líneas de campo magnético fluyen desde un polo sur formado en la cara inferior de la porción interior 25b del elemento ferromagnético 25, a través de la porción interior 25b del elemento ferromagnético 25 antes de pasar a la porción exterior 25a del elemento ferromagnético 25. El campo magnético M1 pasa entonces a través de un primer espacio de entrehierro g1 entre la cara inferior de la porción exterior 25a del elemento ferromagnético 25 (que forma un polo norte) y la cara superior de la porción de reborde 26a del objetivo 26 (que forma un polo sur). El campo M1 pasa entonces hacia abajo a través de la porción de reborde 26a del objetivo 26, y a través de la porción central 26b del objetivo 26 hasta la cara inferior del imán permanente 27. Finalmente, el campo magnético M1 pasa a través del imán permanente 27, y entonces a través de un segundo espacio g2 entre la cara superior del imán permanente 27 (un polo norte) y la cara inferior de la porción interior 25b del elemento ferromagnético 25 (un polo sur). Se apreciará que el espacio g2 puede ser llenado sustancialmente por el amortiguador de choques 29. Es decir, el espacio g2 puede no ser un espacio de entrehierro. Sin embargo, el amortiguador de choques 29 puede estar formado por un material que tiene una permeabilidad magnética similar a la del aire.

La provisión del elemento ferromagnético 25 y el objetivo 26, ambos de los cuales se forman a partir de materiales ferromagnéticos, proporciona una trayectoria de permeabilidad magnética relativamente alta (o de reluctancia baja). Esto asegura que el circuito magnético descrito esté completado y que las fuerzas magnéticas estén enfocadas con el fin de producir el efecto deseado (es decir, generar fuerzas magnéticas entre el primer y el segundo componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22). Además, aunque tales fuerzas existirían sin la provisión del objetivo 26 y, en particular, la porción de reborde 26a y la porción exterior 25a del elemento ferromagnético 25, estos elementos proporcionan una trayectoria de retorno de reluctancia baja (es decir, permeabilidad alta) para el campo magnético M1, y fortalecen la interacción magnética entre el elemento ferromagnético 25 y el imán permanente 27, lo que significa que se requiere una intensidad de campo magnético global más baja en comparación con una disposición en la que no se proporcionase trayectoria de retorno alguna para lograr las mismas fuerzas operativas. La formación de un circuito magnético completo permite hacer un uso más eficiente de un campo magnético de una intensidad dada.

Además, la naturaleza bien definida de la trayectoria magnética M1 mejora el contraste que es posible entre la configuración descrita anteriormente (es decir, la primera configuración en donde el cabezal de impresión 4 está en una posición separada de la superficie de impresión 11, y el imán permanente 27 está cerca del elemento ferromagnético 25, como se ilustra en las figuras 5a y 6a) y la segunda configuración (o una segunda posición) en la que el cabezal de impresión 4 está cerca de la superficie de impresión 11 (es decir, el imán permanente 27 está separado del elemento ferromagnético 25), como se ilustra en las figuras 5b y 6b.

En la segunda configuración, hay un circuito magnético de reluctancia baja no tan bien definido formado entre el imán permanente 27 y el elemento ferromagnético 25 y, por lo tanto, la atracción entre los mismos se reduce con respecto a la primera configuración. En particular, en la segunda configuración, el primer y el segundo espacios de entrehierro aumentados g1', g2' contribuyen a un debilitamiento significativo de la interacción magnética entre el imán permanente 27 y el elemento ferromagnético 25. Se muestra una trayectoria magnética M1', sin embargo, se apreciará que los espacios g1' y g2' constituyen una proporción significativa de la trayectoria global M1' (especialmente cuando se compara con la pequeña proporción de la trayectoria M1' que está formada por los espacios g1 y g2).

Se hace notar que, en ambas de las configuraciones mostradas en las figuras 6a y 6b, el electroimán 23 está en una condición desactivada.

Se hace notar además que, en cada una de las configuraciones mostradas en las figuras 5a, 5b, el cojinete 31 está acoplado con la primera porción 34 de la superficie de cojinete 32 (y no con la segunda porción 35) y, por lo tanto, el cabezal de impresión 4 no está en la configuración estacionada. Se apreciará que, como se muestra en la figura 4, cuando el carro 13 es movido con el fin de provocar que el cabezal de impresión se mueva a la configuración estacionada, el cabezal de impresión estará normalmente (aunque no necesariamente) en la primera configuración (es decir, estando el imán permanente 27 cerca del elemento ferromagnético 25).

A continuación se describirá con más detalle un detalle del funcionamiento de la impresora 1. Generalmente, hay dos modos en los que se pueden usar las impresoras de transferencia térmica, que a veces se denominan modo "continuo" y modo "intermitente". En ambos modos de funcionamiento, el aparato realiza una serie de ciclos de impresión que se repiten regularmente, incluyendo cada ciclo una fase de impresión durante la cual la tinta se transfiere al sustrato 10, y una fase adicional de no impresión durante la cual la impresora se prepara para la fase de impresión del siguiente ciclo.

En la impresión continua, durante la fase de impresión, el cabezal de impresión 4 se pone en contacto con la cinta 2, el otro lado de la cual está en contacto con el sustrato 10 sobre el que se va a imprimir una imagen. El cabezal de impresión 4 se mantiene estacionario durante este proceso - el término "estacionario" se usa en el contexto de la impresión continua para indicar que, aunque el cabezal de impresión 4 se moverá hasta entrar en contacto y dejar de estar en contacto con la cinta 2, este no se moverá con respecto a la trayectoria de cinta en la dirección en la que se hace que la cinta 2 avance a lo largo de esa trayectoria. Tanto el sustrato 10 como la cinta 2 se transportan más allá del cabezal de impresión 4, general pero no necesariamente a la misma velocidad.

En la impresión intermitente, el sustrato 10 se hace avanzar más allá del cabezal de impresión 4 de manera escalonada de tal manera que, durante la fase de impresión de cada ciclo, el sustrato 10 y, general pero no necesariamente, la cinta 2, están estacionarios. El movimiento relativo entre el sustrato 10, la cinta 2 y el cabezal de impresión 4 se logra desplazando el cabezal de impresión 4 con respecto al sustrato 10 y la cinta 2. Entre las fases de impresión de ciclos sucesivos, el sustrato 10 se hace avanzar con el fin de presentar la siguiente región a imprimir debajo del cabezal de impresión 4 y la cinta 2 se hace avanzar de tal manera que una sección no usada de la cinta se ubica entre el cabezal de impresión 4 y el sustrato 10. Se usa un transporte preciso de la cinta 2 para asegurar que la cinta no usada esté siempre ubicada entre el sustrato 10 y el cabezal de impresión 4 en el momento en el que el cabezal de impresión 4 se hace avanzar para realizar una operación de impresión.

La impresora 1 está configurada principalmente para llevar a cabo una impresión en modo intermitente. Es decir, la impresión se efectúa sobre el sustrato 10 mientras ese sustrato 10 está efectivamente estacionario con respecto a la impresora 1 y, en particular, el cabezal de impresión 4. Por lo tanto, cada operación de impresión requiere un control coordinado de diversos movimientos del cabezal de impresión 4 y la cinta 2. Sin embargo, se apreciará que la impresora 1 también se puede usar para una impresión en modo continuo.

Durante la fase de impresión, el cabezal de impresión 4 se pone en contacto con la cinta 2, presionando la cinta 2 contra el sustrato 10 y la superficie de impresión 11 con una fuerza de impresión predeterminada. Se apreciará que, para cada conjunto de circunstancias (por ejemplo, tipo de cinta, tipo de cabezal de impresión, tipo de sustrato, velocidad de impresión, tamaño del área de contacto, etc.), la fuerza de impresión óptima puede ser diferente, y que controlar la fuerza de cabezal de impresión tiene un efecto significativo sobre la calidad de impresión. La fuerza de impresión predeterminada puede, para un cabezal de impresión de borde de esquina 4 que tiene una anchura de 32 mm, por ejemplo, ser una fuerza de aproximadamente 1,2 kilogramos-fuerza (kgf). Se apreciará además que la fuerza de impresión también puede depender del ángulo entre el cabezal de impresión 4 y la superficie de impresión 11 (el ángulo de cabezal de impresión). Por ejemplo, se puede usar una fuerza de impresión de aproximadamente 1,2 kgf cuando el ángulo de cabezal de impresión es de 26 grados, pero se puede alterar en diferentes disposiciones (que pueden tener diferentes ángulos de cabezal de impresión).

Después de que se haya establecido la fuerza de impresión predeterminada entre el cabezal de impresión 4 y la superficie de impresión 11 (y la cinta intermedia 2 y el sustrato 10), el cabezal de impresión 4 continúa siendo movido en una dirección paralela a la superficie de impresión 11 con el fin de imprimir una imagen. Tal movimiento del cabezal de impresión en una dirección paralela a la dirección de la trayectoria de cinta más allá del cabezal de impresión 4 se puede denominar trazo de impresión. A medida que el cabezal de impresión 4 es movido a través de la cinta 2 y el sustrato 10, se activan diferentes elementos de impresión con el fin de provocar que diferentes regiones de tinta se transfieran al sustrato 10 en diferentes posiciones, permitiendo que se forme una imagen. Se apreciará que es necesario mantener la fuerza de impresión entre el cabezal de impresión 4 y la superficie de impresión 11 para mantener una calidad de impresión consistente de principio a fin de una imagen.

Una vez que el cabezal de impresión 4 ha recorrido toda la longitud de una imagen impresa (es decir, este ha completado un trazo de impresión), el movimiento se detiene y la fase de impresión está completada. Durante la fase de no impresión que sigue, el cabezal de impresión 4 se retira del contacto con la cinta 2, el sustrato 10 y la superficie de impresión 11, antes de ser movido en una dirección paralela a la superficie de impresión 11 opuesta al movimiento anterior durante la fase de impresión, con el fin de estar listo para imprimir una imagen adicional. Durante esta fase de no impresión, la cinta 2 se hace avanzar una cantidad lineal que corresponde a la longitud de una imagen impresa

de tal manera que una porción nueva y sin imprimir de la cinta 2 esté adyacente al sustrato 10 antes del inicio de la siguiente imagen. El sustrato 10 también se puede hacer avanzar durante esta fase de no impresión (aunque los detalles del movimiento del sustrato no se analizan con detalle en el presente documento).

- 5 El control del movimiento del cabezal de impresión 4 hacia y lejos de la superficie de impresión 11 (y el sustrato 10) se efectúa mediante el control apropiado del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 y, más particularmente, el electroimán 23. En términos generales, el cabezal de impresión 4 es empujado hacia la superficie de impresión 11 por el resorte 28 y lejos de la superficie de impresión por la atracción del imán permanente 27 hacia el elemento ferromagnético 25. Sin embargo, el electroimán 23 permite que el campo magnético en y alrededor del material ferromagnético 25 se controle con el fin de provocar que el cabezal de impresión 4 se mueva desde la primera configuración en donde este está separado de la superficie de impresión 11, a la segunda configuración, en la que este está en contacto con la superficie de impresión 11 como se describe con más detalle a continuación.

- 15 Más particularmente, la disposición del resorte 28 proporciona una fuerza que empuja el cabezal de impresión 4 hacia la superficie de impresión 11. Se apreciará que, de acuerdo con la ley de Hooke, la fuerza ejercida por el resorte 28 varía de manera sustancialmente lineal con respecto a la compresión y extensión del resorte 28. Como se ha descrito con más detalle anteriormente, el resorte está dispuesto de tal manera que haga tope, en el primer extremo, con el elemento ferromagnético 25 y, en un segundo extremo, con el objetivo 26, que está fijado al brazo de soporte 21 y al cabezal de impresión 4. Por lo tanto, durante el movimiento del cabezal de impresión 4 hacia el elemento ferromagnético 25, se comprime el resorte 28 y aumenta la fuerza ejercida por el resorte 28 sobre el cabezal de impresión 4 (hacia la superficie de impresión 11).

- 25 Por otro lado, el movimiento del cabezal de impresión 4 lejos del elemento ferromagnético 25 permite que se extienda (y, por lo tanto, se relaje) el resorte 28 y que disminuya la fuerza ejercida por el resorte 28 sobre el cabezal de impresión 4 (hacia la superficie de impresión). La variación de la fuerza ejercida sobre el cabezal de impresión 4 por el resorte 28 varía de forma sustancialmente lineal con respecto a un cambio en la separación entre el elemento ferromagnético 25 y el imán permanente 27.

- 30 Se apreciará que la variación lineal de la fuerza de resorte está sujeta a una desviación. Es decir, la separación en la que la fuerza de resorte cae a cero está más allá del intervalo operativo del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22. Este es el resultado de la precompresión del resorte 28. En este sentido, en todas las separaciones operativas hay una fuerza de resorte no nula ejercida por el resorte 28 que empuja el cabezal de impresión 4 hacia la superficie de impresión 11. Por lo tanto, en ausencia de cualquier otra fuerza que actúe sobre el cabezal de impresión 4 (y suponiendo que el efecto de la gravedad sea despreciable en comparación con la fuerza del resorte 28), el resorte 28 forzará al cabezal de impresión 4 a estar en contacto con la superficie de impresión 11. La magnitud de la fuerza ejercida por el resorte 28 en función de la separación entre el elemento ferromagnético 25 y el imán permanente 27 (separación que también corresponde a la posición del cabezal de impresión 4) se muestra en la figura 7, indicada por la línea S.

- 40 En la gráfica de la figura 7, las fuerzas positivas corresponden a las fuerzas que actúan para empujar al cabezal de impresión 4 en una dirección hacia la superficie de impresión 11, y viceversa.

- 45 Como se ha descrito anteriormente, en algunas realizaciones el resorte puede tener una longitud libre de aproximadamente 19 mm, y se puede precomprimir aproximadamente 11 mm antes del montaje del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22. Por lo tanto, cuando el cabezal de impresión está en la segunda configuración, el resorte se puede comprimir con el fin de tener una longitud de aproximadamente 8 mm. Por otro lado, cuando el cabezal de impresión está en la primera configuración, el resorte se puede comprimir con el fin de tener una longitud de aproximadamente 5 mm. La fuerza generada por el resorte varía de forma sustancialmente lineal con la compresión del resorte.

- 50 Como se puede ver en la figura 7, cuando la separación entre el elemento ferromagnético 25 y el imán permanente 27 es de aproximadamente 1 mm, la fuerza generada por el resorte es de aproximadamente 40 N. La fuerza de resorte disminuye gradualmente hasta aproximadamente 29 N a una separación de aproximadamente 5 mm.

- 55 Además de la fuerza de resorte que actúa sobre el cabezal de impresión 4, el imán permanente 27 también está dispuesto para generar una fuerza que actúa sobre el cabezal de impresión 4. En particular, el imán permanente 27 ejerce una fuerza de atracción sobre el elemento ferromagnético 25. La fuerza de atracción del imán permanente 27 actúa en la dirección opuesta a la fuerza de resorte descrita anteriormente, por lo tanto estas se muestran en las gráficas como números negativos.

- 60 Como es bien sabido, la magnitud de la fuerza de atracción ejercida por un imán permanente sobre un material ferromagnético es, aproximadamente, inversamente proporcional al cuadrado de la separación entre el imán y el material ferromagnético. En este sentido, la magnitud de la fuerza entre el imán permanente 27 (que se une de forma segura al cabezal de impresión 4) y el elemento ferromagnético 25 aumenta a medida que el imán permanente 27 se acerca al elemento ferromagnético 25, y la separación entre los mismos se reduce. Por lo tanto, la fuerza ejercida por el imán permanente 27 es la más intensa cuando la separación es la más pequeña, y viceversa. Sin embargo, mientras

que la fuerza de resorte (descrita anteriormente) varía linealmente con la separación, la fuerza magnética varía de acuerdo con una relación inversa con la separación. La magnitud de la fuerza ejercida por el imán permanente 27 en función de la posición del cabezal de impresión 4 se muestra en la figura 7, indicada por la línea M.

- 5 Por ejemplo, en la realización descrita anteriormente, cuando la separación entre el elemento ferromagnético 25 y el imán permanente 27 es de aproximadamente 1 mm, la fuerza generada por el imán permanente es de aproximadamente menos 40 N. La magnitud de la fuerza generada por el imán permanente disminuye gradualmente hasta aproximadamente menos 5 N a una separación de aproximadamente 5 mm. Sin embargo, a diferencia del cambio en la fuerza de resorte, la fuerza magnética no varía linealmente dentro de este intervalo, y varía de acuerdo con una relación inversa predeterminada con la separación. Se apreciará que la relación entre la intensidad del campo magnético y la separación dependerá de muchos factores relacionados con los materiales y la geometría, y puede no corresponder estrictamente a una relación de cuadrado inverso. Se pueden usar técnicas tales como el análisis de elementos finitos para modelar el campo magnético. Como alternativa, se pueden usar prototipos físicos para permitir que se realicen mediciones de las fuerzas generadas por los campos magnéticos con ciertos espacios y distancias. Estos modelos o medidas se pueden usar para modificar los parámetros de diseño según se requiera con el fin de proporcionar una fuerza global controlada.

- En ausencia de fuerzas adicionales, se apreciará que la fuerza del resorte 28 actúa para empujar el cabezal de impresión 4 hacia la superficie de impresión 11, y la fuerza del imán permanente 27 actúa para empujar el cabezal de impresión 4 lejos de la superficie de impresión 11. Dado que cada una de esas fuerzas actúa sobre el cabezal de impresión 4 y varía basándose en la posición del cabezal de impresión 4 de una manera diferente (es decir, linealmente frente a una relación de cuadrado inverso), en cada posición del cabezal de impresión 4 habrá una fuerza resultante que depende de la posición. Una fuerza resultante de este tipo se muestra en la figura 7 indicada por la línea R. Se apreciará que la fuerza indicada por la línea R es una suma algebraica de las fuerzas M y S, cada una de las cuales varía como se ha descrito anteriormente.

- Por lo tanto, cuando la separación entre el elemento ferromagnético 25 y el imán permanente 27 es de aproximadamente 1 mm, la fuerza resultante es de aproximadamente 0 N. La fuerza resultante aumenta gradualmente hasta aproximadamente + 22 N a una separación de aproximadamente 3 mm, + 25 N a una separación de aproximadamente 4 mm y + 25 N a una separación de aproximadamente 5 mm. Se apreciará que las fuerzas ilustradas en las figuras 7 son fuerzas estáticas generadas por cada uno de los componentes generadores de fuerza (es decir, el resorte 28 y el imán 27) sin tener en cuenta las fuerzas de reacción generadas por otros componentes de la impresora y el entorno en el que este opera, u otras propiedades del sistema en su conjunto. En este sentido, las fuerzas ilustradas son algo mayores que las que se pueden ejercer sobre la superficie de impresión 11 durante las operaciones de impresión. Por ejemplo, la tensión de cinta puede provocar que se reduzca la fuerza de impresión. De manera similar, la geometría del pivote 14 y el rozamiento entre el cabezal de impresión 4 y la cinta 2 también pueden provocar que varíe la fuerza de impresión (como se describe con más detalle a continuación con referencia a la figura 13).

- 40 Ventajosamente, la variación de la fuerza de impresión resultante con la distancia, como se indica mediante la línea R en la gráfica de la figura 7, tiene una porción sustancialmente plana a una separación entre aproximadamente 3 y 5 mm. Esto significa que se puede lograr una fuerza de impresión sustancialmente constante en un intervalo de separaciones entre el imán permanente 27 y el elemento ferromagnético 25, que corresponden a un intervalo útil de las posiciones de la superficie de impresión 11. Esto es importante, debido a que permite que la impresora imprima de manera consistente en una amplia gama de instalaciones de impresión, permitiendo una cantidad razonable (por ejemplo, 2 mm) de variación en la distancia entre la superficie de impresión 11 y la impresora.

- Como se puede ver en la figura 7, a una pequeña separación (es decir, menos de 1 mm) entre el imán permanente 27 y el elemento ferromagnético 25 (es decir, la primera configuración ilustrada en las figuras 5a y 6a), la fuerza generada por el imán permanente 27 (que es el más grande) es suficiente para superar la fuerza generada por el resorte 28, que actúa en la dirección opuesta. Por lo tanto, cuando la separación es menor que un cierto valor, la fuerza resultante R actúa en una dirección para empujar el cabezal de impresión 4 lejos de la superficie de impresión 11, reduciendo adicionalmente la separación.

- 55 Por otro lado, a una separación grande entre el imán permanente 27 y el elemento ferromagnético 25 (como se ilustra en las figuras 5b y 6b), la fuerza generada por el imán permanente 27 (que está en su valor más pequeño) es superada por la fuerza generada por el resorte 28, que actúa en sentido contrario. Por lo tanto, cuando la separación es mayor que el valor determinado, la fuerza resultante R actúa en una dirección para empujar el cabezal de impresión 4 hacia la superficie de impresión 11, aumentando adicionalmente la separación.

- 60 Se apreciará, por lo tanto, que la fuerza resultante que actúa sobre el cabezal de impresión 4 en una u otra de la primera configuración (es decir, cuando está separado de la superficie de impresión 11, que también se conoce como posición retraída) o la segunda configuración (es decir, cuando está en contacto con o cerca de la superficie de impresión 11, que también se conoce como posición extendida) es de tal manera que el cabezal de impresión 4 es empujado adicionalmente hacia esa configuración, y es empujado lejos de una posición de equilibrio (es decir, una posición en donde las dos fuerzas opuestas se cancelan entre sí). La posición de equilibrio se identifica por el punto

E en la gráfica de la figura 7 y, en el ejemplo ilustrado, corresponde a una separación entre el imán permanente 27 y el elemento ferromagnético 25 de aproximadamente 1 mm. En la figura 7 se muestran sombreados ejemplos de una primera y una segunda distancias de configuración posibles.

Un equilibrio de fuerzas de este tipo da como resultado que el cabezal de impresión 4, una vez en la posición retraída o extendida, permanezca en esa posición de una manera estable a menos que se provoque que se mueva lejos de esa posición por una fuerza adicional. Por lo tanto, existen dos configuraciones estables para el cabezal de impresión 4 - la primera configuración (la posición retraída - como se muestra en la figura 5a) y la segunda configuración (la posición extendida - como se muestra en la figura 5b).

Durante el funcionamiento, una fuerza adicional de este tipo se puede proporcionar mediante el funcionamiento del electroimán 23. Es decir, el electroimán 23 está dispuesto con el fin de poder reforzar o contrarrestar la fuerza generada por el imán permanente 27. Cuando la bobina 24 se activa con el fin de generar un campo magnético en una primera dirección, el campo magnético provoca que el imán permanente 27 sea atraído adicionalmente por el electroimán 23. Sin embargo, cuando la bobina 24 se activa con el fin de generar un campo magnético en una segunda dirección, el campo magnético provoca que el imán permanente 27 sea menos atraído, o incluso repelido, por el electroimán 23. De esta manera, el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 puede modular las fuerzas sobre el cabezal de impresión 4. La interacción de estas fuerzas generadas por el electroimán 23 y las fuerzas generadas por el imán permanente 27 y el resorte 28 se describirán a continuación con más detalle.

La figura 8b muestra el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 en la primera configuración, y con la bobina 24 del electroimán 23 activada con el fin de reforzar la fuerza generada por el imán permanente 27. El circuito magnético es sustancialmente como se ilustra en la figura 6a. Sin embargo, se establece un campo magnético M1" que es más intenso que el de la figura 6a, con contribuciones procedentes tanto del imán permanente 27 como del electroimán 23 que se refuerzan entre sí. Por lo tanto, los campos magnéticos generados por el imán permanente 27 y el electroimán 23 se refuerzan entre sí, dando como resultado que se cree una fuerza de atracción entre el primer y el segundo componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22, que actúa sobre el objetivo 26 (y el cabezal de impresión - no mostrado - que está unido al objetivo) en la dirección D.

La figura 8a, por otro lado, que también muestra el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 en la primera configuración, muestra la bobina 24 del electroimán 23 activada con el fin de contrarrestar la fuerza generada por el imán permanente 27. El circuito magnético está alterado con respecto al ilustrado en las figuras 6a y 8a. En particular, se establece un primer campo magnético M2 dentro del electroimán 23, y se establece un segundo campo magnético opuesto en el imán permanente 27 y el objetivo 26. Como se puede ver, se crean polos norte opuestos a uno y otro lado del espacio g2, con polos sur opuestos creados a uno y otro lado del espacio g1. Por lo tanto, los campos magnéticos generados por el imán permanente 27 y el electroimán 23 se oponen entre sí, dando como resultado que se cree una fuerza de repulsión entre el primer y el segundo componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22, que actúa sobre el objetivo 26 (y el cabezal de impresión - no mostrado - que está unido al objetivo 26) en la dirección C.

La intensidad del campo magnético generado por el electroimán 23 está, en una aproximación, relacionada linealmente con la corriente que fluye a través de la bobina 24. En este sentido, es posible controlar con precisión la magnitud de la intensidad de campo magnético y, por lo tanto, la intensidad de la fuerza magnética, controlando la magnitud de la corriente que fluye a través de la bobina 24 de acuerdo con una relación predeterminada. Además, la dirección del campo magnético generado también corresponde a la dirección de la corriente que fluye a través de la bobina 24, permitiendo que se logre un control direccional. Se apreciará que muchos electroimanes que se usan junto con un elemento magnético dulce permiten solo una atracción magnética. Es decir, un campo magnético en una u otra dirección provoca una magnetización temporal del elemento ferromagnético de tal manera que se produce una atracción. Sin embargo, el uso de un imán permanente permite generar fuerzas tanto de atracción como de repulsión, permitiendo un control mucho mayor de las fuerzas aplicadas al cabezal de impresión 4.

Como se apreciará a partir de la descripción de la fuerza resultante anterior (como se ilustra por la línea R en la figura 7), si la fuerza de atracción o de repulsión generada por el electroimán 23 es suficiente para provocar que el cabezal de impresión 4 se mueva a una ubicación más allá del punto de equilibrio (empezando desde cualquiera que sea de la primera y la segunda configuraciones la que fuera el punto de partida), cuando se retira la corriente aplicada al electroimán 23, el cabezal de impresión 4 se moverá a la otra de la primera y la segunda configuraciones desde el punto de partida. Por lo tanto, todo lo que se requiere del electroimán 23 con el fin de mover el cabezal de impresión 4 de una configuración a la otra configuración es que se genere una fuerza de intensidad suficiente, y con una duración suficiente, para que el cabezal de impresión 4 se mueva más allá del punto de equilibrio E. Después de eso, incluso si el electroimán 23 está desactivado, las fuerzas generadas por el resorte 28 o el imán permanente 27 harán que el cabezal de impresión 4 continúe moviéndose hasta que alcance la primera o la segunda configuración.

Considerando la figura 9, en la cual la línea R muestra la fuerza resultante mostrada en la figura 7, la línea RP muestra una fuerza resultante que es generada por la combinación del resorte 28, el imán permanente 27 y el electroimán 23, cuando la bobina 24 está activada con una corriente de tres amperios en sentido positivo (+ 3 A). Se puede ver que la línea RP es una versión desplazada de la línea R - siendo el desplazamiento un resultado de la fuerza adicional

generada por el electroimán 23 en la dirección C (como se indica en las figuras 5 a 8). Por lo tanto, se apreciará que, cualquiera que sea la posición del cabezal de impresión 4, si se provoca que fluya una corriente de más tres amperios en la bobina 24, la fuerza resultante estará en la dirección C, y provocará que el cabezal de impresión 4 sea empujado hacia la superficie de impresión 11.

5 Como se puede ver en la figura 9, cuando se provoca que fluya una corriente de más tres amperios en la bobina 24, y cuando la separación entre el elemento ferromagnético 25 y el imán permanente 27 es de aproximadamente 1 mm, la fuerza resultante es de aproximadamente + 27 N. La resultante con activación positiva (RP) alcanza un máximo de aproximadamente + 35 N a una separación de aproximadamente 3 mm antes de caer ligeramente a una fuerza de
10 aproximadamente + 32 N a una separación de aproximadamente 5 mm.

Por otro lado, una línea RN muestra una fuerza resultante que es generada por la combinación del resorte 28, el imán permanente 27 y el electroimán 23, cuando la bobina 24 está activada con una corriente de tres amperios en sentido negativo (- 3 A). Se puede ver que la línea REN es una versión desplazada de la línea R - siendo el desplazamiento un resultado de la fuerza adicional generada por el electroimán 23 en una dirección D (como se indica en las figuras
15 5 a 8).

Por lo tanto, cuando se provoca que fluya una corriente de menos tres amperios en la bobina 24, y cuando la separación entre el elemento ferromagnético 25 y el imán permanente 27 es de aproximadamente 1 mm, la fuerza
20 resultante RN es de aproximadamente - 27 N. La resultante con activación negativa (RN) cae a aproximadamente 0 N a una separación de aproximadamente 2 mm antes de elevarse a una fuerza de aproximadamente + 18 N a una separación de aproximadamente 5 mm.

Por lo tanto, se apreciará por las fuerzas ilustradas en la figura 9 que, siempre que el intervalo de separación se mantenga por debajo de aproximadamente 2 milímetros, cualquiera que sea la posición del cabezal de impresión 4, si se provoca que fluya una corriente de menos tres amperios en la bobina 24, la fuerza resultante estará en la dirección
25 D, y será suficiente para provocar que el cabezal de impresión 4 sea empujado lejos de la superficie de impresión 11 (es decir, para retraer el cabezal de impresión de vuelta a su primera configuración). Se apreciará (aunque no se muestra en la gráfica de la figura 9) que, para retraer el cabezal de impresión 4 desde unas distancias de separación superiores a 2 mm, se requerirá una corriente negativa mayor que 3 amperios. Por ejemplo, se puede usar una
30 corriente de aproximadamente - 6 A para retraer el cabezal de impresión 4 desde una distancia de separación de aproximadamente 4 mm.

Se apreciará además que las fuerzas involucradas y los niveles de corriente requeridos dependerán de una configuración particular (por ejemplo, las distancias de separación, las constantes de resorte, el número de vueltas en los devanados del electroimán, las características magnéticas de cada componente en el circuito magnético, etc.), y se pueden modificar en consecuencia.

De esta manera, y siempre que la separación se mantenga dentro de un intervalo convencional de funcionamiento (por ejemplo, entre 2 mm y 4 mm), independientemente de la posición del cabezal de impresión 4, se puede provocar
40 que el cabezal de impresión 4 se mueva entre la primera configuración y la segunda configuración según se requiera.

Se apreciará que el intervalo de funcionamiento convencional se puede controlar con el fin de asegurar el funcionamiento correcto para una disposición particular y una combinación de resistencia de resorte, fuerza magnética y nivel de corriente. Por lo tanto, mientras que el intervalo de funcionamiento admisible es de aproximadamente 2 mm
45 (es decir, entre unas separaciones de 2 y 4 mm) en el ejemplo ilustrado, este intervalo se puede aumentar (o reducir) según se requiera para una aplicación particular. De manera similar, el punto de equilibrio (en este caso, una separación de aproximadamente 1 mm) se puede variar según sea requerido por unas opciones de diseño apropiadas.

Además, mientras que las fuerzas generadas por el imán permanente 27 y el resorte 28 se aplican siempre (y varían basándose en la posición del cabezal de impresión 4), solo se requiere que sean generadas fuerzas por el electroimán 23 durante periodos breves para lograr el control del cabezal de impresión 4. En este sentido, solo se requiere suministrar pulsos cortos de corriente a la bobina 24 del electroimán 23 cuando se requiere un movimiento, permitiendo que el electroimán 23 permanezca frío durante el funcionamiento. Como se describe con más detalle a continuación
50 con referencia a las figuras 10 a 12, se puede requerir que se suministren pulsos de corriente a la bobina 24 del electroimán 23 durante una duración que es corta en comparación con la duración de un ciclo de impresión (por ejemplo, 15 milisegundos), incluyendo cada ciclo de impresión una fase de impresión durante la cual la tinta se transfiere a un sustrato, y una fase adicional de no impresión durante la cual se prepara el aparato para la fase de impresión del siguiente ciclo.
55

Es decir, cuando se usa un electroimán (por ejemplo, un solenoide) para provocar movimiento en un sistema mecánico, es común que un electroimán de este tipo permanezca activado durante periodos de tiempo prolongados, dando como resultado que se genere un calor significativo en las bobinas. Tal calor puede ser perjudicial para el funcionamiento fiable continuado del sistema en cuestión y, por lo tanto, es desventajoso. Sin embargo, la disposición descrita
60 anteriormente hace uso de la interacción entre fuerzas magnéticas y de resorte para someter a sollicitación el cabezal de impresión de una manera biestable, de tal manera que, para el accionamiento, solo se requiere que unos pulsos
65

cortos de fuerza magnética sean generados por el electroimán. Esto posibilita que el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión funcione 'en frío', en el sentido de que el electroimán no necesita estar continuamente activado cuando el cabezal de impresión está en una de las dos configuraciones estables.

5 Además, se puede generar una fuerza de impresión fiable y predecible mediante la selección apropiada del resorte 28. Es decir, una vez que se ha provocado que el cabezal de impresión 4 se mueva desde la posición retraída a la posición extendida (mediante la aplicación de un pulso corto de corriente a la bobina 24 del electroimán 23, como se ha descrito anteriormente), el resorte 28 provocará que el cabezal de impresión 4 sea empujado hacia y, por lo tanto, presionado contra, la superficie de impresión 11 mediante una fuerza que depende de la posición relativa del cabezal de impresión 4 y el elemento ferromagnético 25. Es decir, la fuerza de resorte depende únicamente del grado de extensión o compresión del resorte 28, al tiempo que también es predecible cualquier fuerza contraria generada por el imán permanente 27 (que ejercerá una fuerza de atracción relativamente pequeña sobre el elemento ferromagnético 25). Por lo tanto, la impresora 1 se puede operar para llevar a cabo operaciones de impresión con una fuerza de impresión constante generada por el resorte 28, sin que se requiera aplicar corriente alguna a la bobina 24.

15 Tales operaciones de impresión se pueden realizar mientras el carro de cabezal de impresión 13 se mantiene estacionario con respecto al cuerpo de impresora (es decir, una impresión continua), o mientras se provoca que el carro de cabezal de impresión 13 se mueva con respecto al cuerpo de impresora (es decir, una impresión intermitente).

20 Entonces, cuando se han completado las operaciones de impresión (es decir, después de que se haya imprimido una imagen), el cabezal de impresión 4 se retrae mediante la aplicación de un pulso de corriente a la bobina 24, provocando que se genere una fuerza de atracción entre el electroimán 23 y el imán permanente 27 que es suficiente para superar la fuerza del resorte 28. El cabezal de impresión 4 es movido, por lo tanto, desde la segunda configuración (es decir, la posición extendida) a la primera configuración (es decir, la posición retraída).

25 La figura 10 muestra un ejemplo de forma de onda de corriente y de fuerza, que ilustra el uso de un pulso de corriente aplicado al electroimán 23 para provocar el movimiento de cabezal de impresión como se ha descrito anteriormente. El eje horizontal muestra el tiempo, con el intervalo completo mostrado cubriendo una duración de 200 ms. El eje vertical muestra voltajes que son indicativos o bien de fuerza o bien de corriente, como es indicado por las líneas F e I, respectivamente. En particular, la línea F representa la fuerza aplicada por el cabezal de impresión 4 a la superficie de impresión 11. La línea I representa la corriente aplicada al electroimán 23. Los datos ilustrados se obtuvieron durante las operaciones de impresión de prueba, con los datos de fuerza obtenidos por una célula de carga dispuesta para tomar el lugar de una superficie de impresión.

35 En el ejemplo ilustrado en la figura 10, en el tiempo t_0 la corriente es cero y el cabezal de impresión está en la primera configuración, de tal manera que la fuerza de impresión también es efectivamente cero (aunque hay algo de ruido visible). En el tiempo t_1 se aplica una corriente a la bobina 24 en una dirección positiva, mostrando la corriente I un aumento inmediatamente después, elevándose gradualmente la corriente hasta un nivel máximo. Se apreciará que la naturaleza inductiva de la bobina 24 restringe la velocidad a la que puede subir la corriente. Poco después de que se aplique la corriente a la bobina 24, en el tiempo t_2 , la fuerza de impresión F sube desde cero. La fuerza de impresión F al principio sobrepasa y, entonces, se estabiliza gradualmente a un nivel que corresponde aproximadamente a una fuerza de aproximadamente 1,2 kgf. En un tiempo t_3 , poco después de t_2 , se apaga el pulso de corriente, y el nivel de corriente I en la bobina 24 vuelve a cero. La corriente positiva se aplica durante una duración total de aproximadamente 15 milisegundos (es decir, entre los tiempos t_1 y t_3). Se apreciará que, una vez que se ha aplicado la corriente a la bobina 24 en el tiempo t_1 , se genera una fuerza magnética de repulsión entre el electroimán 23 y el imán permanente 27 que empuja el cabezal de impresión 4 hacia la segunda configuración. Por lo tanto, una vez que esa fuerza es suficiente para invertir la magnetización del elemento ferromagnético 25 provocada por el imán permanente 27, se provoca que el cabezal de impresión 4 se mueva hacia la segunda configuración. Una vez que el cabezal de impresión 4 entra en contacto con la superficie de impresión 11 (y, en este caso, la célula de carga), sube la fuerza de impresión F y cesa el movimiento del cabezal de impresión 4 en la dirección perpendicular a la superficie de impresión 11.

Entonces, durante un periodo de tiempo, la fuerza de impresión F permanece sustancialmente estable a 1,2 kgf, mientras que la corriente I permanece a cero. Este periodo es en el que se realizan las operaciones de impresión. En la impresión intermitente, durante este periodo, el carro de cabezal de impresión 13 es movido a lo largo de la pista lineal 15 provocando que el cabezal de impresión 4 se mueva a lo largo de la superficie de impresión 11, con el fin de realizar un trazo de impresión.

La fuerza de impresión F continúa a aproximadamente 1,2 kgf hasta el tiempo t_4 , cuando se aplica un pulso de corriente negativo a la bobina 24. De nuevo, la magnitud de corriente sube gradualmente hasta un nivel máximo. A medida que aumenta esta corriente, se genera una fuerza de atracción entre el electroimán 23 y el imán permanente 27 que empuja el cabezal de impresión 4 lejos de la posición extendida (es decir, hacia la posición retraída). Una vez que esa fuerza es suficiente para superar la fuerza del resorte 28, se provoca que el cabezal de impresión 4 se mueva hacia la posición retraída. Tal movimiento continúa hasta que el imán permanente 27 hace contacto con el amortiguador de choques 29, después de lo cual cesa el movimiento del cabezal de impresión 4 en la dirección perpendicular a la superficie de impresión 11. Una vez que el cabezal de impresión 4 ha perdido el contacto con la superficie de impresión 11 (o, en este caso, la placa de fuerza), la fuerza de impresión F medida cae rápidamente. Por

lo tanto, en un tiempo t_5 , poco después del inicio de la corriente en t_4 , la fuerza de impresión decrece rápidamente. En el ejemplo ilustrado, se aplica una fuerza durante una duración total de aproximadamente 110 ms, de los cuales aproximadamente 90 ms corresponden a una fuerza de impresión deseada de aproximadamente 1,2 kgf.

- 5 Entonces, la corriente negativa se retira en el tiempo t_6 , después de lo cual la corriente I vuelve a cero y la fuerza de impresión F permanece a cero. La corriente negativa se aplica durante una duración total de aproximadamente 15 ms (es decir, entre los tiempos t_4 y t_6).

- 10 Se hace notar que, antes de la aplicación de corriente en la dirección negativa (en el tiempo t_4), se observa algo de oscilación en la fuerza de impresión. Esto da como resultado que el trazo de impresión sea completando, y que el cabezal de impresión 4 deje de moverse a lo largo de la superficie de impresión 11.

- 15 Se hace notar además que, en la subida de la corriente en las direcciones tanto positiva como negativa, después de los tiempos t_1 y t_4 , es visible una caída en la corriente, como se indica por t_1' y t_4' , respectivamente. Estas caídas corresponden al punto en el que el cabezal de impresión 4 hace contacto con la superficie de impresión (t_1'), y el punto en el que el imán permanente 27 hace contacto con el amortiguador de choques 29 (t_4'). En cada caso, el impacto mecánico y el cambio en las fuerzas experimentadas por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 provocan un cambio en la impedancia eléctrica vista por el circuito que acciona la corriente hacia la bobina 24. Este efecto se puede considerar de naturaleza similar a una señal de fuerza contraelectromotriz (FCEM) que se puede observar en un funcionamiento de motor.

- 25 En particular, la fuerza contraelectromotriz se puede referir a un voltaje inducido en un conductor (es decir, la bobina 24) que se mueve en relación con un campo magnético (o, igualmente, cuando un campo magnético se mueve en relación con un conductor). El voltaje inducido puede ser proporcional a una velocidad de cambio de flujo magnético que, a su vez, corresponde a la velocidad de cambio de posición del imán permanente 27. El voltaje generado en la bobina 24 por el movimiento del imán permanente 27 aparece en la bobina 24 de tal manera que contrarresta el voltaje de accionamiento aplicado a la bobina 24. Se entenderá que, cuando el imán permanente se desacelera repentinamente (por ejemplo, cuando el cabezal de impresión 4 hace contacto con la superficie de impresión 11), se produce un cambio repentino en la fuerza contraelectromotriz. Dependiendo de la naturaleza de la electrónica de accionamiento usada para activar la bobina 24, este cambio en la fuerza contraelectromotriz puede ser, por ejemplo, detectable como o bien una caída en la corriente consumida por la bobina 24 o bien un aumento en el voltaje en la bobina 24, o ambos.

- 35 La figura 11 muestra con más detalle las formas de onda de corriente y de fuerza alrededor de la caída de t_1' . El eje horizontal muestra el tiempo, con el intervalo completo mostrado cubriendo una duración de 100 ms. El eje vertical muestra de nuevo voltajes que son indicativos o bien de fuerza o bien de corriente, como es indicado por las líneas F e I , respectivamente. Se puede ver que la caída corresponde generalmente al punto en el que la fuerza de impresión aumenta rápidamente en el tiempo t_2 .

- 40 Tales características de corriente observables se pueden usar para mejorar el funcionamiento del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22. Por ejemplo, la caída de t_1' mencionada anteriormente se puede usar para identificar el punto en el tiempo en el que el cabezal de impresión 4 hace contacto con la superficie de impresión 11 y, por lo tanto, permite que el pulso de corriente provoque que se finalice ese movimiento. Tal realimentación puede ser de uso particular cuando no se proporciona una célula de carga (u otro sensor) sobre la superficie de impresión 11.

- 45 De forma similar, la caída t_4' mencionada anteriormente se puede usar para identificar el punto en el tiempo en el que el imán permanente 27 hace contacto con el amortiguador de choques 29 y, por lo tanto, permite que el pulso de corriente provoque que se finalice ese movimiento. La subida de fuerza alrededor del tiempo t_2 ocurre aproximadamente 8 ms después de la aplicación de la corriente en el tiempo t_1 . Entonces, la corriente comienza a caer rápidamente aproximadamente 6 ms después de la subida de fuerza alrededor del tiempo t_2 . Se puede ver que la fuerza de impresión se estabiliza aproximadamente 20 ms después de que esta comience a subir en el tiempo t_2 .

- 50 En algunas realizaciones, la corriente que fluye dentro de la bobina 24 puede proporcionar información útil con respecto a errores de funcionamiento o eventos inesperados. Por ejemplo, cualquier movimiento inesperado del cabezal de impresión 4 durante el funcionamiento (por ejemplo, debido a un impacto con un objeto extraño) podría provocar que se genere una señal de fuerza contraelectromotriz, que podría detectarse mediante la supervisión apropiada de la corriente que fluye dentro de la bobina 24, independientemente de si la bobina 24 estaba activada o no.

- 60 Más generalmente, se apreciará que la corriente real que fluye dentro de la bobina 24 puede proporcionar información útil con respecto a la configuración y el funcionamiento del sistema, siendo posible realizar un control posterior basándose en esa información.

- 65 En una de tales formas de control posterior, el momento en el que se observa una señal de fuerza contraelectromotriz característica durante un primer movimiento de cabezal de impresión se puede usar para modificar las señales de control durante un segundo movimiento, posterior, del cabezal de impresión.

Con más detalle, se entenderá que, como se ha descrito con detalle anteriormente, el movimiento del cabezal de impresión hacia y lejos de la superficie de impresión es provocado por la combinación de fuerzas generadas por el imán permanente 27, el electroimán 23 y el resorte 28. En particular, el movimiento desde una posición estable hacia la otra posición estable es provocado por una corriente que fluye en el electroimán, provocando que se genere un

Sin embargo, también se apreciará que estas fuerzas no se generan inmediatamente tras la aplicación de un voltaje en los terminales del electroimán. Más bien, es bien sabido que la corriente que fluye en el electroimán (que tiene una inductancia predeterminada) subirá dependiendo de la magnitud del voltaje aplicado, la inductancia y la resistencia. En particular, en un circuito en el que se coloca una resistencia en serie con un inductor, la corriente que fluye en el inductor en función del tiempo a partir de la aplicación de un voltaje (suponiendo que no fluye corriente alguna en el tiempo cero) se puede calcular como sigue:

$$I(t) = \frac{V}{R} [1 - e^{-Rt/L}]$$

en donde:

$I(t)$ es la corriente que fluye en el inductor en función del tiempo
 V es el voltaje aplicado
 R es la resistencia de la resistencia
 t es el tiempo; y
 L es la inductancia del inductor.

Por lo tanto, suponiendo que la fuerza generada por el electroimán varía en proporción a la corriente que fluye en el electroimán, cuando el electroimán está activado, la fuerza generada subirá de acuerdo con una relación exponencial que tiene una constante de tiempo L/R . Por supuesto, se entenderá que, cuando se usa una señal de accionamiento de PWM para accionar la bobina inductiva, la característica de corriente puede ser una función del ciclo de servicio de la forma de onda aplicada así como del voltaje aplicado.

Durante esta subida en la fuerza, la fuerza subirá en primer lugar rápidamente, y entonces más lentamente a medida que se acerque a la corriente/fuerza máxima. En algún momento durante esta subida, la fuerza generada por el electroimán será suficientemente grande para superar las fuerzas opuestas del imán permanente o del resorte, provocando que el cabezal de impresión se mueva desde cualquiera que sea de las posiciones estables en la que esté este. Este nivel de fuerza puede denominarse fuerza operativa.

Con el fin de proporcionar un grado de insensibilidad a las perturbaciones externas, puede ser deseable configurar el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión de tal manera que la fuerza operativa se logre durante la región relativamente plana de la curva de corriente/fuerza descrita anteriormente. En este sentido, se entenderá que el tiempo exacto después de la aplicación inicial de un voltaje en el que se logra la fuerza operativa, puede variar de una operación a la siguiente. Sin embargo, en términos generales, la fuerza operativa mínima se alcanzará aproximadamente al mismo tiempo después de la aplicación de voltaje durante operaciones de impresión similares.

Además de la subida de corriente descrita anteriormente, la corriente real observada durante una operación del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión será modificada por señales de fuerza contraelectromotriz provocadas durante el accionamiento del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión.

La figura 13 muestra la corriente medida durante una operación de impresión. En el ejemplo ilustrado en la figura 13, la corriente del electroimán se indica mediante una línea de corriente 40, mientras que la fuerza de impresión medida se indica mediante la línea de fuerza 41. Los detalles de la operación de impresión son generalmente similares a los descritos anteriormente con referencia a la figura 10 y, por lo tanto, no se describirán con detalle en el presente documento. Sin embargo, se hace notar que las señales de corriente que se muestran en la figura 13 tienen una dirección opuesta a las de la figura 10. Un pulso de retracción del cabezal de impresión 42 se puede ver en la figura 13, y se analiza con más detalle con referencia a la figura 14.

En particular, la figura 14 muestra con más detalle las formas de onda de fuerza y de corriente 40, 41, a partir del pulso 42. Como se puede ver en el tiempo t_{20} , la corriente comienza a aumentar desde cero. Se puede observar que la corriente muestra evidencia de la conmutación modulada por anchura de pulsos (PWM) a la que se usa para obtener un nivel de corriente deseado en la bobina de electroimán inductiva. La conmutación de PWM se lleva a cabo a una frecuencia de aproximadamente 10 kHz. Sin embargo, se puede ver la forma general del aumento de corriente (ignorando la forma de onda de conmutación de alta frecuencia).

Se observará que, en el tiempo t_{21} , aproximadamente 2 ms después del inicio del aumento de corriente, la fuerza de impresión empieza a disminuir. Se puede entender que, tan pronto como el electroimán comienza a generar una fuerza magnética, esto comenzará a reducir la fuerza aplicada por el cabezal de impresión sobre la superficie de impresión, incluso si la fuerza resultante sigue empujando el cabezal de impresión hacia la superficie de impresión. Por lo tanto,

desde el tiempo t21 hasta el tiempo t22, la fuerza de impresión disminuye gradualmente, hasta que esta es aproximadamente cero. En ese momento (es decir, t22), el cabezal de impresión comienza a perder contacto con la superficie de impresión.

5 También se puede observar que alrededor del tiempo t22, la magnitud de la forma de onda de corriente 40 deja de aumentar y su magnitud comienza a disminuir. Se puede entender que esto es un resultado de la fuerza contraelectromotriz generada por el movimiento del cabezal de impresión 4 (y los componentes asociados del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión) en el campo magnético generado por el electroimán 23.

10 Además, en un tiempo t23, que es de aproximadamente 1,5 ms después del tiempo t22, el gradiente de la forma de onda de corriente 40 muestra una inversión abrupta, de tal manera que la magnitud de la forma de onda de corriente 40 deja de disminuir y su magnitud comienza a aumentar una vez más. Se entiende que este tiempo (es decir, t23) corresponde al punto en el que los componentes de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión móvil (es decir, el imán permanente 27, el objetivo 26) entran en contacto con el amortiguador de choques 29 y detienen bruscamente su movimiento.

Después del tiempo t23, la corriente continúa subiendo durante un periodo de tiempo breve hasta el tiempo t24, momento en el que la corriente del electroimán se apaga abruptamente. Se entenderá que, inmediatamente después del tiempo t23, los componentes de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión móvil pueden rebotar del contacto con el amortiguador de choques 29, provocando aún más desviación en las formas de onda de corriente con respecto a la que se observaría si se observara la corriente del electroimán en aislamiento.

25 Por lo tanto, a partir del análisis anterior de las formas de onda de corriente supervisadas, se puede entender que la forma de onda exhibe rasgos característicos (causados por la interacción de las señales de originadoras de fuerza contraelectromotriz y las corrientes inductivas) durante el accionamiento del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión. Además, como se analiza con más detalle a continuación, es posible ajustar con precisión el control de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión durante las operaciones de impresión posteriores, modificando la magnitud y la temporización del voltaje aplicado, con el fin de influir en el movimiento de impresión.

30 Por ejemplo, se apreciará que se puede seleccionar la duración del pulso de accionamiento de cabezal de impresión (ya sea para mover el cabezal de impresión 'dentro' o 'fuera'). Una selección de este tipo se realiza basándose en el tiempo deseado en el que tiene lugar el movimiento de cabezal de impresión y el tiempo que lleva a la fuerza subir al nivel operativo. Por supuesto, también se puede incluir alguna contingencia, de tal manera que incluso si un cabezal de impresión comienza a moverse más tarde de lo esperado, el cabezal de impresión completará el movimiento previsto antes de que se retire el pulso de corriente.

Es decir, dadas las características de respuesta eléctrica conocidas del electroimán, los pulsos de accionamiento de cabezal de impresión se aplican en un tiempo predeterminado antes del tiempo previsto en el que el cabezal de impresión comenzará a moverse. Además, la amplitud del pulso aplicado se selecciona con el fin de proporcionar la fuerza requerida en el momento apropiado. Por ejemplo, en el ejemplo ilustrado en las figuras 13 y 14, el cabezal de impresión comienza a moverse durante la parte relativamente plana de la característica de corriente, aproximadamente 12 ms después del inicio del pulso de corriente.

45 Sin embargo, se entenderá que, aumentando el voltaje aplicado al electroimán, será posible aumentar la velocidad a la que se establece esta fuerza crítica, provocando de este modo que el movimiento de cabezal de impresión se produzca en un tiempo más corto después de que se aplique el voltaje. A la inversa, reduciendo el voltaje aplicado al electroimán, será posible disminuir la velocidad a la que se establece esta fuerza crítica, provocando de este modo que el movimiento de cabezal de impresión se produzca en un tiempo más grande después de que se aplique el voltaje.

50 Durante el funcionamiento de la impresión, se puede supervisar la corriente. Si, durante tal supervisión, se identifican rasgos característicos asociados con el movimiento de cabezal de impresión, se puede determinar si el cabezal de impresión comenzó a moverse en el momento predeterminado, antes de ese momento o después de ese momento.

55 Entonces, en una operación posterior, la corriente aplicada al electroimán se puede modificar (es decir, aumentar o disminuir) con el fin de intentar que el movimiento de impresión se produzca en el momento predeterminado (o más cerca del mismo). De esta manera, la detección de rasgos característicos asociados con el movimiento de cabezal de impresión se puede usar para proporcionar realimentación, de tal manera que se modifique el funcionamiento de impresora y de tal manera que se pueda lograr más fácilmente un desempeño operativo deseado.

60 Se entenderá que este proceso puede no ser exacto. Es decir, más que estar basado el tiempo de movimiento únicamente en la corriente que fluye en el electroimán, también están presentes cualquier número de fuentes de ruido externas (por ejemplo, vibraciones, posiblemente una distancia variable entre la impresora y la superficie de impresión, variación de temperatura, desgaste mecánico, etc.). Por lo tanto, en lugar de un único momento predeterminado en el que debería comenzar el movimiento, en algunas realizaciones es posible un intervalo de tiempos de movimiento aceptables (por ejemplo, un límite inferior y un límite superior).

De manera similar, el punto exacto en el que comienza el movimiento (es decir, el tiempo t_{22}) puede ser difícil de detectar, dado el rastro de señal ruidosa y el cambio sutil en el nivel de corriente. Sin embargo, se apreciará que también se pueden usar otros puntos característicos, tales como, por ejemplo, el cambio brusco en el gradiente de corriente en el tiempo t_{23} que, a partir de estudios empíricos para una disposición de impresora en particular, puede saberse que ocurre en un tiempo fijo después del tiempo t_{22} .

Sin embargo, se apreciará que no es esencial que un punto en el tiempo particular y la característica de corriente asociada se atribuyan a movimientos particulares del cabezal de impresión. En términos generales, se entenderá que, empíricamente, es posible identificar una característica de corriente y un intervalo de temporizaciones para esa característica que corresponden a un comportamiento de impresión aceptable, y un intervalo de formas de onda de corriente de accionamiento que conducen a tal comportamiento aceptable.

En términos generales, se entenderá que, si la corriente de accionamiento es demasiado baja, el movimiento de cabezal de impresión puede darse demasiado tarde, dando como resultado una impresión mal coordinada. A la inversa, si la corriente de accionamiento es demasiado alta, el movimiento de impresión puede ser demasiado rápidamente y el cabezal de impresión se puede mover más rápidamente entre las posiciones estables, con riesgo de desgaste mecánico y daños.

Por supuesto, se apreciará que, mientras que la realización descrita anteriormente permite que la forma de onda de corriente de accionamiento se vuelva sustancialmente plana antes de que se produzca el movimiento, son posibles otras disposiciones.

Por ejemplo, si se requiere una operación más rápida, se podría usar un nivel de corriente más alto, lo que daría como resultado que la fuerza operativa se generara durante el periodo en el que el nivel de corriente se estuviera elevando abruptamente. En una realización de este tipo, la característica de fuerza contraelectromotriz detectable asociada con el movimiento de cabezal de impresión puede variar con respecto a la descrita anteriormente. Sin embargo, es posible que aún se puedan identificar algunas características del movimiento de cabezal de impresión.

Por supuesto, se entenderá que el nivel de corriente proporcionado al electroimán es una elección de diseño de ingeniería, con un compromiso entre los requisitos de suministro de energía, la geometría del electroimán, la velocidad de funcionamiento, la fiabilidad y el desempeño de mantenimiento, entre muchos parámetros.

Por lo tanto, tras la inicialización de la impresora, durante una primera operación de impresión se puede seleccionar un nivel de potencia predeterminado, seleccionándose el nivel de potencia predeterminado con el fin de superar cualquier nivel de potencia probable requerido durante la operación rutinaria. Entonces, durante la primera operación, se supervisará la temporización de la señal de movimiento, y el nivel de potencia a aplicar durante la segunda operación se modificará en consecuencia. El nivel de potencia seleccionado se puede asentar con el tiempo a un nivel estable. La velocidad a la que se produce este asentamiento puede depender de la magnitud de los cambios aplicados en cada etapa. Sin embargo, puede ser conveniente que se haya establecido un funcionamiento estable después de aproximadamente diez operaciones de impresión. Por supuesto, durante el funcionamiento 'estable', se pueden realizar ajustes menores al nivel de potencia aplicada según se requiera. De esta manera, la realimentación se usa para ajustar continuamente el nivel de potencia durante el funcionamiento.

Además, se entenderá que una configuración o parámetro operativo particular puede variar durante el funcionamiento continuado de una impresora. Por ejemplo, cuando una impresora funciona en una configuración de tracción y arrastre (es decir, tirándose de la cinta a través de una trayectoria de cinta mediante un único medio de accionamiento, mientras se aplica una fuerza resistiva al carrete de suministro), la fuerza resistiva aplicada al carrete de suministro puede variar entre el comienzo de un carrete de cinta (en donde el radio del carrete de suministro es grande) y el final de un carrete (en donde el radio del carrete de suministro es relativamente pequeño). En una disposición de este tipo, es posible que la tensión de cinta aumente en un factor de, por ejemplo, 2 - 3 durante el uso de un único carrete o cinta.

Por supuesto, se entenderá que, cuando el cabezal de impresión se acciona hacia fuera (es decir, hacia la superficie de impresión), se requerirá superar cualquier tensión en la cinta (además de que se requiere que el electroimán y el resorte superen las fuerzas del imán permanente). En este sentido, durante el funcionamiento de una impresora de este tipo, la fuerza requerida para realizar el movimiento de cabezal de impresión puede cambiar gradualmente durante el funcionamiento continuado.

En uno de tales ejemplos de funcionamiento de impresora, el nivel de corriente aplicado al electroimán se dota de un valor indicativo de magnitud que tiene unidades arbitrarias. Suponiendo que una impresora se inicializa para un funcionamiento teniendo un carrete lleno (por ejemplo, 250 m) de cinta, durante una primera operación de impresión, se puede aplicar un nivel de corriente de 2500 (unidades arbitrarias) para provocar un movimiento de salida de cabezal de impresión, y se puede esperar que provoque que el cabezal de impresión se mueva más rápidamente (y con más fuerza) de lo requerido. Se entenderá que, durante las primeras varias operaciones de impresión, se modificará el nivel de corriente, con el fin de provocar que el movimiento de cabezal de impresión se produzca dentro del periodo de tiempo predeterminado. Durante tales operaciones, después de 10 operaciones de impresión, se puede esperar

que el valor estable asociado con el nivel de corriente sea aproximadamente 800 (unidades arbitrarias). El nivel de corriente de 800 (es decir, aproximadamente un tercio del valor máximo) puede representar un valor 'normal' bajo durante el funcionamiento cuando el carrete está casi lleno.

5 Aunque se entenderá que los niveles de corriente reales dependerán de muchos factores de diseño, en algunas realizaciones un valor de corriente de salida de cabezal de impresión I_{PH_SALIDA} de 2500 corresponde a un valor de corriente real de aproximadamente 5 amperios, mientras que un valor de corriente de salida de cabezal de impresión I_{PH_SALIDA} de 800 corresponde a un valor de corriente real de aproximadamente 1,6 amperios.

10 Por supuesto, una impresora se puede iniciar y detener sin un carrete de cinta lleno. Por lo tanto, durante una operación de impresión en la que la impresora se inicializa cuando el carrete de cinta se ha usado aproximadamente a la mitad, durante una primera operación de impresión, se puede aplicar un valor de corriente de salida de cabezal de impresión I_{PH_SALIDA} de 2500. Entonces, durante las primeras varias operaciones de impresión, se modificará el nivel de corriente, con el fin de provocar que el movimiento de cabezal de impresión se produzca dentro del periodo de tiempo predeterminado. Durante tales operaciones, después de 10 operaciones de impresión, se puede esperar que el valor de corriente de salida de cabezal de impresión I_{PH_SALIDA} sea aproximadamente 1300 (en donde hay medio carrete de cinta).

20 De manera similar, durante una operación de impresión en la que la impresora se inicializa cuando el carrete de cinta se ha usado casi completamente, durante una primera operación de impresión, se puede seguir aplicando un valor de corriente de salida de cabezal de impresión I_{PH_SALIDA} de 2500. Entonces, durante las primeras varias operaciones de impresión, se modificará el nivel de corriente, con el fin de provocar que el movimiento de cabezal de impresión se produzca dentro del periodo de tiempo predeterminado. Durante tales operaciones, después de 10 operaciones de impresión, se puede esperar que el valor de corriente de salida de cabezal de impresión I_{PH_SALIDA} sea aproximadamente 1800 (en donde apenas queda la mitad de la cinta en un carrete). Por lo tanto, mientras que se usa un nivel alto por defecto de corriente inmediatamente después de la inicialización, este parámetro se ajusta rápidamente a un nivel de corriente apropiado para la configuración de impresora particular.

30 Se entenderá que el nivel de tensión de cinta puede tener un efecto sobre el nivel de corriente requerido para el movimiento de entrada de cabezal de impresión, aunque es probable que este sea de una magnitud significativamente menor que el efecto descrito anteriormente con referencia al movimiento de salida de cabezal de impresión.

35 Diversas otras variables operativas también pueden tener un efecto sobre el nivel de corriente requerido para el movimiento de cabezal de impresión. Una variable operativa de este tipo es el espacio de platina, que corresponde a la distancia recorrida por el cabezal de impresión 4 durante el tiempo antes y después de cada operación de impresión. Mientras que un espacio de platina nominal se puede especificar como de 2 mm, se pueden usar valores mínimos y máximos de 1,5 y 2,5 mm, respectivamente. Por lo tanto, durante el uso, una impresora se puede configurar para tener un espacio de platina de entre 1,5 y 2,5 mm. Por supuesto, cuando el cabezal de impresión 4 se acciona hacia fuera (es decir, este se pone en contacto con la superficie de impresión 11), solo es necesario que se accione hasta que se alcance el punto de equilibrio, después de lo cual la fuerza de resorte prevalece sobre la fuerza del imán permanente y no se requiere que el electroimán siga contribuyendo al movimiento de cabezal de impresión. Sin embargo, durante la retracción de cabezal de impresión, el espacio de platina exacto puede afectar a la fuerza requerida. Es decir, considerando los niveles de fuerza descritos anteriormente con referencia a la figura 9, aunque la característica resultante (RN) es relativamente plana, sigue habiendo alguna desviación en la fuerza requerida para retraer el cabezal de impresión en un intervalo operativo esperado.

50 Por lo tanto, el nivel de corriente estable requerido para retraer el cabezal de impresión durante el funcionamiento con un espacio de 1,5 mm puede corresponder a un valor de corriente de entrada de cabezal de impresión $I_{PH_ENTRADA}$ de aproximadamente 1100, mientras que el nivel de corriente estable observado durante el funcionamiento con un espacio de 2,5 mm puede corresponder a un valor de corriente de entrada de cabezal de impresión $I_{PH_ENTRADA}$ de aproximadamente 1900. Es decir, para un espacio de platina más grande, se puede requerir un nivel de corriente más alto.

55 Por lo tanto, aunque se puede usar un único nivel alto por defecto de corriente (por ejemplo, 2500) inmediatamente después de la inicialización para los movimientos tanto de entrada y como de salida de cabezal de impresión, este nivel se ajusta rápidamente durante el funcionamiento a los niveles de corriente apropiados para la configuración de impresora.

60 De hecho, se entenderá que el uso de un nivel alto por defecto de corriente inmediatamente después de la inicialización y el refinamiento posterior basándose en señales de realimentación supervisadas permite que se establezca rápidamente un funcionamiento correcto independientemente del estado de cinta y la distancia de platina, así como otras variables operativas (parámetros de los que algunos o todos pueden no ser conocidos por el controlador de impresora 50).

65 Además, el nivel de corriente requerido para mover el cabezal de impresión hacia fuera puede depender de un conjunto de parámetros (por ejemplo, la cantidad de cinta que queda en un carrete), mientras que el nivel de corriente requerido

para mover el cabezal de impresión hacia dentro puede depender de un conjunto diferente (posiblemente superpuesto) de parámetros (por ejemplo, la distancia de platina). Por lo tanto, es probable que el nivel de corriente requerido para la entrada (retracción) del cabezal de impresión sea diferente al requerido para la salida (extensión) del cabezal de impresión en la mayoría de las circunstancias operativas. Ambos valores pueden tener diferentes valores por defecto, diferentes periodos de temporización aceptables, diferentes tendencias durante el funcionamiento continuado y, por lo tanto, pueden usar diferentes rutinas de optimización.

A partir del análisis de las formas de onda mostradas en la figura 14 anterior, se entenderá que el cabezal de impresión 4 se está moviendo entre los tiempos t_{22} y t_{23} , movimiento o 'tiempo de vuelo' que tiene una duración de aproximadamente 2 ms. También se apreciará que, aunque este movimiento primario se finaliza abruptamente en el tiempo t_{23} (aunque puede seguir algo de rebote), el inicio del movimiento es más gradual. De hecho, puede ser difícil determinar con precisión el momento exacto en el tiempo en el que el cabezal de impresión empieza a moverse (incluso con la ayuda de una célula de carga, que no estará presente en la mayoría de las configuraciones operativas). Por lo tanto, dado el efecto del movimiento de cabezal de impresión sobre la forma de onda de corriente incluso después de que haya cesado el movimiento primario (por ejemplo, durante el periodo después de t_{23}), se entenderá que se puede requerir que la forma de onda de corriente para una operación de impresión completa sea sobreatendida para comprender apropiadamente el efecto de la fuerza contraelectromotriz sobre la forma de onda de corriente, o para identificar las características de la forma de onda característica.

Por lo tanto, puede ser difícil realizar cualquier forma de control del movimiento de cabezal de impresión basándose en las características detectadas durante la misma operación de impresión. Por ejemplo, aunque se ha descrito anteriormente que puede ser deseable proporcionar una corriente inversa al electroimán 23 antes del impacto, no solo sería difícil detectar un movimiento hasta que este haya terminado (es decir, detectando el punto de impacto t_{23}), pero dada la naturaleza inductiva de la bobina, sería difícil provocar que una corriente inversa significativa fluyera con suficiente rapidez como para tener un efecto material.

Sin embargo, mediante el uso de las técnicas descritas anteriormente, es posible ajustar los niveles de corriente basándose en los parámetros supervisados en una o más operaciones de impresión para tener una característica operativa deseable basándose en la temporización y la fuerza máxima medida. Por ejemplo, mientras que el nivel de corriente se puede ajustar durante el funcionamiento basándose en las temporizaciones supervisadas, los parámetros de ajuste (por ejemplo, cómo se realizan los ajustes de nivel de corriente basándose en las temporizaciones supervisadas, los niveles de corriente por defecto, etc.) se pueden determinar durante una fase de calibración para un tipo particular de impresora.

Sin embargo, se hace notar que los niveles de corriente se deberían reducir con precaución, dado que el posible resultado de proporcionar un pulso que tiene una potencia (o duración) insuficiente para provocar el movimiento de cabezal de impresión podría ser extremadamente perjudicial para la operación de impresión (es decir, un cabezal de impresión puede no completar un movimiento esperado de 'entrada' o de 'salida', conduciendo posiblemente a una impresión de mala calidad, falta de impresión y/o daños de componentes de la impresora).

A la inversa, los niveles de corriente se pueden aumentar con mucha menos precaución, dado que el resultado posible de proporcionar un pulso que tiene demasiada potencia es que el cabezal de impresión se mueve más rápidamente de lo que es óptimo y el impacto entre los componentes de la impresora excede un intervalo óptimo. Aunque se puede esperar un desgaste por uso un tanto aumentado, es poco probable que se produzcan daños en una escala de tiempo corta (siempre que no se exceda un umbral máximo seguro). Sin embargo, se entenderá que, si se mantienen niveles de corriente de accionamiento en exceso durante un periodo de tiempo prolongado, se pueden producir daños mecánicos (es decir, desgaste acelerado).

La figura 15 proporciona un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de procesamiento llevado a cabo por el controlador de impresora 50 para realizar una técnica de control descrita en términos generales anteriormente. En la etapa S1, se inicializa la impresora (por ejemplo, después arrancarse). El procesamiento pasa entonces a la etapa S2, en donde el valor de la corriente (que es indicativo de la magnitud de la corriente) para los pulsos de salida de cabezal de impresión $I_{PH-SALIDA}$ y los pulsos de entrada de cabezal de impresión $I_{PH-ENTRADA}$ se establecen a unos valores por defecto de 2500 (unidades arbitrarias).

El procesamiento pasa entonces a la etapa S3 (suponiendo que se ha recibido una instrucción de impresión) en donde el controlador 50 provoca que el cabezal de impresión 4 sea accionado hacia fuera hacia la superficie de impresión 11 por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22. Durante este movimiento, se supervisa la corriente que fluye dentro del electroimán 23. La corriente se puede supervisar de cualquier manera conveniente, tal como supervisando un voltaje desarrollado en una resistencia de valor pequeño colocada en serie con el electroimán 23.

El procesamiento pasa entonces a la etapa S4 en donde, basándose en la corriente supervisada, se determina un tiempo de movimiento de salida de cabezal de impresión T_{SALIDA} . Una determinación de este tipo se puede basar en la identificación de una característica dentro de la forma de onda de corriente, por ejemplo, como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 14 (con los cambios necesarios realizados para modificar el proceso para un movimiento de salida de cabezal de impresión, en lugar de un movimiento de entrada de cabezal de impresión).

Por supuesto, la forma de la forma de onda puede diferir para cada una de las operaciones de entrada de cabezal de impresión y de salida de cabezal de impresión. Sin embargo, para cada operación sucesiva de 'entrada' o de 'salida', se espera que la forma de onda de corriente tenga una forma sustancialmente similar, permitiendo que se identifiquen puntos característicos. Tal identificación se puede llevar a cabo empíricamente, por ejemplo, llevando a cabo operaciones mientras se capturan imágenes del movimiento de cabezal de impresión con una cámara de alta velocidad, permitiendo que se establezca una correspondencia entre movimientos físicos y características de forma de onda de corriente particulares.

Por ejemplo, un punto en el tiempo que es, de alguna manera, indicativo del momento en el que el cabezal de impresión comienza a moverse se puede determinar basándose en la corriente supervisada. Se puede determinar entonces que el tiempo de movimiento de salida de cabezal de impresión T_{SALIDA} es el tiempo después de la aplicación del pulso de corriente en el que el cabezal de impresión comenzó a moverse. Por supuesto, se pueden seleccionar diferentes puntos de referencia según se requiera.

Una vez que se ha determinado el tiempo de movimiento de salida de cabezal de impresión T_{SALIDA} , el procesamiento pasa a la etapa S5, en donde el tiempo de movimiento de salida de cabezal de impresión se compara con un valor umbral mínimo aceptable $T_{\text{SALIDA-MÍN}}$. Si el tiempo de movimiento de salida de cabezal de impresión T_{SALIDA} está por encima del valor umbral mínimo aceptable $T_{\text{SALIDA-MÍN}}$, el procesamiento pasa a la etapa S6, en donde el tiempo de movimiento de salida de cabezal de impresión T_{SALIDA} se compara con un valor umbral máximo aceptable $T_{\text{SALIDA-MÁX}}$. Si el tiempo de movimiento de salida de cabezal de impresión T_{SALIDA} está por debajo del valor umbral máximo aceptable $T_{\text{SALIDA-MÁX}}$ (y también por encima del valor umbral mínimo aceptable $T_{\text{SALIDA-MÍN}}$), se considera que el tiempo de movimiento de salida de cabezal de impresión T_{SALIDA} está dentro de un intervalo aceptable y el procesamiento pasa a la etapa S7.

En la etapa S5, si el tiempo de movimiento de salida de cabezal de impresión T_{SALIDA} está por debajo del valor umbral mínimo aceptable $T_{\text{SALIDA-MÍN}}$, el procesamiento pasa a la etapa S8, en donde se reduce el valor de corriente de salida de cabezal de impresión $I_{\text{PH-SALIDA}}$ almacenado (con el fin de que el cabezal de impresión se mueva más lentamente en las operaciones de impresión posteriores). El procesamiento pasa entonces a la etapa S7.

En la etapa S6, si el tiempo de movimiento de salida de cabezal de impresión está por encima del valor umbral máximo aceptable $T_{\text{SALIDA-MÁX}}$, el procesamiento pasa a la etapa S9, en donde aumenta el valor de corriente de salida de cabezal de impresión $I_{\text{PH-SALIDA}}$ (con el fin de que el cabezal de impresión se mueva más rápidamente en las operaciones de impresión posteriores). El procesamiento pasa entonces a la etapa S7.

Por lo tanto, el procesamiento de las etapas S5 y S6 permite realizar una comparación entre el tiempo de movimiento de salida de cabezal de impresión T_{SALIDA} y un intervalo de referencia ($T_{\text{SALIDA-MÍN}}$ a $T_{\text{SALIDA-MÁX}}$). Si el tiempo de movimiento de salida de cabezal de impresión cae fuera del intervalo de referencia, se realiza un ajuste adecuado al valor de corriente de salida de cabezal de impresión $I_{\text{PH-SALIDA}}$ en una de las etapas S8 o S9.

Sin embargo, se apreciará que este procesamiento se puede llevar a cabo de cualquier forma conveniente. Por ejemplo, el tiempo de movimiento de salida de cabezal de impresión T_{SALIDA} se puede comparar con un único valor de referencia, con ajustes realizados basándose en la diferencia (positiva o negativa) con respecto a ese valor de referencia. De manera similar, los ajustes realizados en el valor de pulso de salida de cabezal se pueden llevar a cabo de cualquier manera conveniente. Por ejemplo, el tamaño de cualquier ajuste se puede basar de alguna manera en la diferencia entre el tiempo de movimiento de salida de cabezal de impresión T_{SALIDA} y el intervalo (o valor) de referencia. Como alternativa, se puede realizar un ajuste fijo (por ejemplo, +/- 100) cada vez que se lleva a cabo el procesamiento de una de las etapas S8 o S9. Además, el ajuste realizado se puede basar en datos relacionados con más de una operación de impresión (por ejemplo, basándose en un valor de error promedio, o valor de error acumulativo), y/o puede tener en cuenta ajustes previos realizados. En algunas realizaciones se puede implementar una forma de control PID.

Como la etapa S7 (una vez que se ha completado la operación de impresión actual), el controlador 50 provoca que el cabezal de impresión 4 sea accionado hacia dentro, lejos de la superficie de impresión 11, por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22. Durante este movimiento, la corriente que fluye dentro del electroimán 23 se supervisa de nuevo.

El procesamiento pasa entonces a la etapa S10 en donde, basándose en la corriente supervisada, se determina un tiempo de movimiento de entrada de cabezal de impresión T_{ENTRADA} . Una determinación de este tipo se puede basar en la identificación de una característica dentro de la forma de onda actual, por ejemplo, como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 14. Por ejemplo, se puede determinar que el tiempo de movimiento de entrada de cabezal de impresión T_{ENTRADA} es el tiempo después de la aplicación del pulso de corriente en el tiempo t_{20} en el que el cabezal de impresión comenzó a moverse (es decir, el tiempo t_{21}).

Una vez que se ha determinado el tiempo de movimiento de entrada de cabezal de impresión T_{ENTRADA} , el procesamiento pasa a la etapa S11, en donde el tiempo de movimiento de entrada de cabezal de impresión T_{ENTRADA}

se compara con un valor umbral mínimo aceptable $T_{ENTRADA-MIN}$. Si el tiempo de movimiento de entrada de cabezal de impresión $T_{ENTRADA}$ está por encima del valor umbral mínimo aceptable $T_{ENTRADA-MIN}$, el procesamiento pasa a la etapa S12, en donde el tiempo de movimiento de entrada de cabezal de impresión $T_{ENTRADA}$ se compara con un valor umbral máximo aceptable $T_{ENTRADA-MAX}$. Si el tiempo de movimiento de entrada de cabezal de impresión $T_{ENTRADA}$ está por debajo del valor umbral máximo aceptable $T_{ENTRADA-MAX}$ (y también por encima del valor umbral mínimo aceptable $T_{ENTRADA-MIN}$), se considera que el tiempo de movimiento de entrada de cabezal de impresión $T_{ENTRADA}$ está dentro de un intervalo aceptable, y el procesamiento vuelve a la etapa S3, en donde puede comenzar una nueva operación de impresión (en un momento apropiado).

Volviendo a la etapa S11, si el tiempo de movimiento de entrada de cabezal de impresión $T_{ENTRADA}$ está por debajo del valor umbral mínimo aceptable $T_{ENTRADA-MIN}$, el procesamiento pasa a la etapa S13, en donde se reduce el valor de corriente de entrada de cabezal de impresión $I_{PH-ENTRADA}$ (con el fin de que el cabezal de impresión se mueva más lentamente en las operaciones de impresión posteriores). A continuación, el procesamiento vuelve a la etapa S3, en donde puede comenzar una nueva operación de impresión.

En la etapa S14, si el tiempo de movimiento de entrada de cabezal de impresión $T_{ENTRADA}$ está por encima del valor umbral máximo aceptable $T_{ENTRADA-MAX}$, el procesamiento pasa a la etapa S9, en donde aumenta el valor de corriente de entrada de cabezal de impresión $I_{PH-ENTRADA}$ (con el fin de que el cabezal de impresión se mueva más rápidamente en las operaciones de impresión posteriores). A continuación, el procesamiento vuelve a la etapa S3, en donde puede comenzar una nueva operación de impresión.

Por lo tanto, en una segunda operación de impresión (o en una posterior), se modifican los valores de corriente de entrada y de salida de cabezal de impresión $I_{PH-ENTRADA}$, $I_{PH-SALIDA}$, permitiendo que el desempeño de impresión se ajuste durante el uso con el fin de lograr una característica de temporización deseable.

Por supuesto, se apreciará que los ejemplos descritos anteriormente se proporcionan solo con fines ilustrativos y no se pretende que sean limitantes. De hecho, son posibles muchas disposiciones y modificaciones alternativas a la impresora descrita anteriormente.

Por ejemplo, aunque se describe que se proporciona un resorte helicoidal entre el objetivo 26 y el elemento ferromagnético, se puede usar cualquier forma de elemento de solitación para proporcionar esta función. Un elemento de solitación de este tipo puede adoptar cualquier forma apropiada (por ejemplo, un resorte de láminas o un resorte de tensión montado en una ubicación diferente). Además, una fuerza de solitación puede ser proporcionada por un mecanismo completamente diferente. Por ejemplo, se puede proporcionar un elemento magnético separado que está asociado con el brazo de soporte de cabezal de impresión 21, y que proporciona una fuerza que actúa en una dirección opuesta a la proporcionada por el imán permanente 27 y el elemento ferromagnético 25.

Además, aunque se incluye un resorte en la realización descrita anteriormente, en algunas realizaciones se puede omitir completamente un elemento de solitación. En tales realizaciones, el cabezal de impresión puede ser atraído lejos de la superficie de impresión por el funcionamiento un imán permanente (como se ha descrito anteriormente), y puede ser empujado hacia la superficie de impresión, cuando se requiera, por la acción del electroimán cuando se activa en la dirección apropiada. Por lo tanto, el movimiento de entrada/salida de cabezal de impresión y el control de posición se pueden lograr sin necesidad de elemento de solitación mecánico alguno. En una disposición de este tipo, la magnitud de la fuerza ejercida sobre la superficie de impresión por el cabezal de impresión está controlada por la intensidad del campo magnético generado por el electroimán (que está relacionada con la corriente aplicada a los devanados del electroimán).

Sin embargo, se apreciará que, en una disposición de este tipo, para que el cabezal de impresión permanezca en la posición extendida, se requerirá que el electroimán permanezca en un estado activado. Esta disposición puede tener una aplicación particular cuando la proporción de tiempo en la que se espera que ocurra la impresión es relativamente pequeña y, por lo tanto, cuando la proporción de tiempo en la que se requiere que fluya una corriente dentro del devanado (tiempo durante el cual se genera calor) también es relativamente pequeña.

Como alternativa, en algunas realizaciones, el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión puede comprender un segundo imán permanente configurado para empujar el electroimán hacia la superficie de impresión. Es decir, en lugar de depender de la fuerza creada por el resorte para empujar el cabezal de impresión hacia la superficie de impresión, se puede usar un segundo imán. El conjunto de accionamiento de cabezal de impresión puede tener dos configuraciones estables como se ha descrito anteriormente. El movimiento del cabezal de impresión hacia y lejos de la superficie de impresión puede ser provocado por una combinación de fuerzas generadas por los dos imanes permanentes y el electroimán. En particular, el movimiento desde una configuración estable hacia la otra configuración estable puede ser provocado por una corriente que fluye en el electroimán, provocando que se genere un desequilibrio de fuerzas y que cambie la posición de cabezal de impresión. Cuando está en cada una de las configuraciones estables, el cabezal de impresión se mantendrá en esa configuración - incluso cuando el electroimán está desactivado (o activado a un nivel bajo) - por una fuerza magnética de atracción generada entre el electroimán y uno de los imanes permanentes.

Por supuesto, en una disposición de este tipo, también se puede incluir un resorte (u otro elemento de sollicitación mecánica) con el fin de proporcionar adaptabilidad o componentes de fuerza adicionales según se requiera. Por ejemplo, el cabezal de impresión se puede acoplar a un componente del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión mediante un resorte con el fin de proporcionar un grado de insensibilidad a las variaciones en la posición de superficie de impresión y/o para proporcionar una fuerza de impresión apropiada.

Aunque el electroimán se ha descrito anteriormente como montado en el brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30, un electroimán se puede proporcionar montado sobre el brazo de soporte de cabezal de impresión 21, con un imán permanente montado en el brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30. Una inversión de este tipo de las posiciones de los componentes no afectaría al funcionamiento de los movimientos de cabezal de impresión como se ha descrito anteriormente. Es decir, el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 se ha descrito anteriormente como que tiene dos componentes que se pueden encapsular para atraerse o repelerse entre sí según se requiera. Cada uno de estos dos componentes se podría montar en uno u otro del carro de cabezal de impresión 13 o el brazo de soporte 21 (con el otro componente montado sobre el otro del carro de cabezal de impresión 13 o el brazo de soporte 21).

Además, mientras que la realización descrita anteriormente usó un carro de cabezal de impresión 13 y un brazo de soporte 21 que está montado de manera pivotante en el carro de cabezal de impresión 13, se pueden usar otras disposiciones mecánicas adecuadas según se requiera. Por ejemplo, el cabezal de impresión 4 se puede montar para moverse a lo largo de una guía de deslizamiento lineal hacia y lejos de la superficie de impresión 11. Todo lo que se necesita es que el cabezal de impresión esté soportado con el fin de poder moverse hacia y lejos de la superficie de impresión bajo el control de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22. De manera similar, el brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30 y la superficie de cojinete 32 se pueden omitir completamente, proporcionándose estructuras alternativas para permitir una configuración estacionada (si es que se proporciona en absoluto una configuración de este tipo).

Se pueden proporcionar disposiciones alternativas adicionales en algunas realizaciones. Por ejemplo, aunque se ha descrito anteriormente una única bobina 24, se pueden proporcionar múltiples bobinas, que están dispuestas para permitir que se genere un campo magnético controlable dentro del elemento ferromagnético 25 del electroimán 23. Además, en lugar de una única bobina que se activa con corriente en diferentes direcciones invirtiendo la conexión a una fuente de alimentación, o invirtiendo la polaridad de la fuente de alimentación, se puede proporcionar una bobina con toma central para permitir que se active un campo magnético reversible generado conectando la toma central al terminal de fuente de alimentación negativo y uno u otro extremo de la bobina a un único terminal de fuente de alimentación positivo.

Por supuesto, se apreciará que se pueden usar diferentes geometrías y disposiciones de electroimán cuando sea apropiado. Por ejemplo, en lugar de un único electroimán, se puede usar una pluralidad de electroimanes. En algunas realizaciones, se dispone una pluralidad de electroimanes para proporcionar fuerzas de atracción o repulsión variables según se requiera. Por ejemplo, cada uno de una pluralidad de electroimanes se podría usar para proporcionar una componente de fuerza diferente, siendo en cada momento la fuerza global que actúa sobre el cabezal de impresión la suma de las diversas componentes de fuerza. En una realización de este tipo, se dispone un único electroimán (maestro) como se ha descrito anteriormente para proporcionar fuerzas tanto de atracción como de repulsión. Sin embargo, se pueden incluir uno o más electroimanes adicionales para proporcionar solo fuerzas de repulsión. Una disposición de este tipo permite que la fuerza aplicada al cabezal de impresión sea proporcionada por múltiples accionadores y que se varíe según se requiera para una aplicación particular.

Además del uso de pulsos de corriente para accionar el cabezal de impresión 4 hacia y lejos de la superficie de impresión (y, en algunos casos, por ejemplo, cuando se omite un resorte, para generar una fuerza de impresión), la corriente suministrada a la bobina 24 del electroimán 23 también se puede usar para ajustar con precisión la fuerza de impresión. Por ejemplo, cuando el cabezal de impresión 4 está en la posición extendida y el resorte 28 está provocando que se ejerza una fuerza de impresión sobre la superficie de impresión 11, se puede aplicar una corriente a la bobina 24 del electroimán 23. Como se ha descrito anteriormente, una corriente de este tipo provocará que el electroimán 23 genere un campo magnético y que se ejerza una fuerza correspondiente sobre el imán permanente 27 y el objetivo 26. Al ajustar la magnitud y la dirección de la corriente, se puede ajustar la magnitud y la dirección de esa fuerza.

Por ejemplo, aplicando una corriente positiva pequeña a la bobina 24 cuando el cabezal de impresión 4 está en la posición extendida, la fuerza ejercida sobre la superficie de impresión 11 durante las operaciones de impresión se puede aumentar una cantidad pequeña. A la inversa, aplicando una corriente negativa pequeña a la bobina 24 cuando el cabezal de impresión 4 está en la posición extendida, la fuerza ejercida sobre la superficie de impresión 11 se puede reducir una cantidad pequeña. La constante de proporcionalidad entre la corriente aplicada y la fuerza generada dependerá de los detalles del sistema, sin embargo la relación es sustancialmente lineal.

El controlador 50 puede procesar información acerca de la fuerza de impresión deseada, y usar esta información para determinar la corriente requerida que se va a provocar que fluya en la bobina 24.

La figura 12 muestra formas de onda de fuerza y de corriente para un ejemplo. El eje horizontal muestra el tiempo, con el intervalo completo mostrado cubriendo una duración de 200 ms. El eje vertical muestra de nuevo voltajes que son indicativos o bien de fuerza o bien de corriente, como es indicado por las líneas F e I, respectivamente. Al igual que con las figuras 10 y 11, la línea F representa de nuevo la fuerza aplicada por el cabezal de impresión 4 a la superficie de impresión 11, mientras que la línea I representa de nuevo la corriente aplicada al electroimán 23. En este ejemplo, se sabe que una corriente de aproximadamente 1 amperio genera una fuerza adicional de aproximadamente 0,4 kgf.

En el ejemplo ilustrado en la figura 12, en el tiempo t10 la corriente es cero y la fuerza de impresión también es efectivamente cero. En el tiempo t11 se aplica una corriente a la bobina 24 en una dirección positiva, mostrando la corriente I un aumento inmediatamente después. Se puede ver que la fuerza de impresión F sube desde cero en el tiempo t12, poco después de t11. En un tiempo t13, poco después de t12, el nivel de corriente se reduce a un valor constante no nulo (aproximadamente 1 A en este caso). A continuación, la fuerza de impresión se estabiliza gradualmente a un nivel que corresponde aproximadamente a una fuerza de impresión de aproximadamente 1,6 kgf.

Entonces, durante un periodo de tiempo, la fuerza de impresión F permanece sustancialmente estable a 1,6 kgf, mientras que la corriente permanece a 1 amperio. Este periodo es en el que se realizan las operaciones de impresión, con una fuerza de impresión aumentada en comparación con la configuración ilustrada en la figura 10.

La fuerza de impresión F continúa a aproximadamente 1,6 kgf hasta el tiempo t14, cuando se aplica un pulso de corriente negativo a la bobina 24. En un tiempo t15, poco después del inicio de la corriente en t14, la fuerza de impresión decrece rápidamente. Entonces, la corriente negativa se retira en el tiempo t16, después de lo cual la corriente vuelve a cero y la fuerza de impresión permanece a cero.

Por supuesto, si se provoca que fluya una corriente mayor en la bobina durante las operaciones de impresión, entonces la fuerza de impresión se aumentará adicionalmente. Por el contrario, si se aplica una corriente negativa durante las operaciones de impresión, se disminuirá la fuerza de impresión.

De manera similar, la corriente que se provoca que fluya en la bobina 24 durante las operaciones de impresión se puede modificar para proporcionar una fuerza de impresión predeterminada incluso cuando hay variación en la posición de superficie de impresión. Por ejemplo, cuando se provoca que fluya la misma corriente dentro de la bobina 24 durante las operaciones de impresión, puede haber alguna diferencia en las fuerzas de impresión establecidas cuando se compara una primera configuración en la que el cabezal de impresión hace contacto con una superficie de impresión cuando la separación es de 3 mm y una segunda configuración en la que el cabezal de impresión hace contacto con una superficie de impresión cuando la separación es de 5 mm. Este es el resultado de la variación en las fuerzas generadas en diferentes separaciones. Se hace notar que, aunque la característica de fuerza es relativamente plana en un intervalo de separaciones (por ejemplo, como se ilustra en la figura 9), la característica no es completamente plana.

En este sentido, la corriente que se provoca que fluya dentro de la bobina 24 se puede modificar con el fin de compensar las diferentes configuraciones de superficie de impresión. Más generalmente, la corriente que se provoca que fluya dentro de la bobina 24 se puede modificar con el fin de provocar que se genere una fuerza de impresión predeterminada a pesar de las diferentes configuraciones de impresora.

Además, además del uso de la variación de corriente para variar la fuerza de impresión, se puede usar la corriente aplicada a los devanados para controlar el movimiento del cabezal de impresión 4. En particular, como se puede observar a partir de la fuerza de impresión F medida ilustrada en las figuras 10 a 12, tras hacer contacto con la superficie de impresión 11, el cabezal de impresión 4 tiende a rebotar, con la fuerza de impresión F sobrepasando en primer lugar la fuerza de impresión deseada y oscilando entonces, antes de asentarse gradualmente a la fuerza deseada. Sin embargo, durante este periodo de inestabilidad, puede que no sea posible realizar operaciones de impresión.

En algunas realizaciones, tal inestabilidad de fuerza se puede reducir mediante el uso de amortiguación activa. Por ejemplo, la forma de la onda de corriente aplicada a la bobina 24 se puede configurar con el fin de amortiguar el movimiento del cabezal de impresión 4. Por ejemplo, aplicando una corriente en la dirección opuesta al pulso de corriente principal después de que haya comenzado el movimiento del cabezal de impresión 4, es posible desacelerar el cabezal de impresión 4 antes de que este haga contacto con la superficie de impresión 11 (o, durante la retracción del cabezal de impresión, antes de que el imán permanente haga contacto con el amortiguador de choques 29) con el fin de proporcionar un 'aterrizaje suave'. Tal amortiguación puede proporcionar un sistema en el que se genera más rápidamente una fuerza de impresión estable, permitiendo una velocidad de funcionamiento aumentada. Además, la reducción de los impactos mecánicos experimentados por los diversos componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 (por ejemplo, el resorte 28) mediante el uso de tal amortiguación puede reducir el desgaste y la fatiga en esos componentes, aumentando la fiabilidad y la vida útil.

Más generalmente, la corriente aplicada a la bobina 24 se puede alterar de diversas formas para controlar el

movimiento de cabezal de impresión. Por ejemplo, se pueden variar la duración de los pulsos de corriente, la magnitud de la corriente aplicada y la forma de cada pulso de corriente aplicado (solos o en combinación) para lograr que se ejerza la fuerza deseada sobre el cabezal de impresión, con el fin de lograr un efecto mecánico deseado.

- 5 En algunas realizaciones, se puede proporcionar un sensor que genera una señal indicativa de una posición del cabezal de impresión 4. Una salida de sensor de este tipo se puede usar para controlar la activación del electroimán 23. Por ejemplo, en lugar (o además) del uso de pulsos de fuerza contraelectromotriz detectados mencionados anteriormente, se puede usar una señal indicativa de una posición del cabezal de impresión 4 para controlar la duración, la magnitud y/o la dirección de los pulsos de corriente aplicados a la bobina 24. Un sensor de este tipo puede ser, por ejemplo, un codificador rotatorio dispuesto para generar una señal indicativa de la rotación del brazo 21 alrededor del pivote 14 (rotación que tiene una relación predeterminada con la posición del cabezal de impresión 4).

- 10 Como alternativa, el sensor puede ser alguna forma de sensor de posición lineal, por ejemplo, que detecta directa o indirectamente una posición del cabezal de impresión 4, o un sensor que detecta una separación entre el primer y el segundo componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 (por ejemplo, un sensor de proximidad). Tales datos de sensor se pueden usar para controlar la corriente aplicada a la bobina 24 para proporcionar amortiguación o para asegurar que se genera una fuerza de impresión predeterminada. En particular, los datos de sensor se pueden usar como entrada para un algoritmo de control (por ejemplo, un algoritmo de control PID) que está dispuesto para controlar la posición del cabezal de impresión 4. Por lo tanto, el controlador 50 puede procesar información que indica la posición del cabezal de impresión 4 y usar esta información para determinar la corriente requerida a suministrar a la bobina 24, y/o la fuerza a generar por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22.

- 15 A continuación se describirá un ejemplo de tal sensor de posición con referencia a la figura 16. La figura 16 muestra un conjunto de cabezal de impresión 60 alternativo que es generalmente similar al conjunto de cabezal de impresión 51 descrito anteriormente. Los componentes del conjunto de cabezal de impresión 60 alternativo que corresponden a los descritos anteriormente se etiquetan usando los mismos números. Las características y ventajas descritas anteriormente con referencia a la primera realización son generalmente aplicables a la segunda realización.

- 20 Además de los componentes descritos anteriormente, se proporciona un sensor 61 sobre una superficie superior del cabezal de impresión 4. Más particularmente, el sensor 61 se proporciona sobre una superficie del cabezal de impresión 4 que, durante el uso, está orientada lejos de la superficie de impresión 11. El conjunto de cabezal de impresión 60 comprende además un objetivo 62, que está dispuesto orientado hacia el sensor 61. El objetivo 62 se puede montar, por ejemplo, desde parte del brazo de conjunto de cabezal de impresión 30. El objetivo 62 se puede unir de forma ajustable al brazo de conjunto de impresión 30, con el fin de posibilitar que se ajuste una posición relativa del objetivo 62 y el sensor 61, por ejemplo, durante una operación de calibración. Durante el uso, el sensor 61 está configurado para generar una señal que varía basándose en la distancia entre el sensor 61 y el objetivo 62.

- 25 Como se ha descrito anteriormente, durante el uso, el cabezal de impresión 4 se mueve hacia y lejos de la superficie de impresión 11 por la acción del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22. Durante tal movimiento, el cabezal de impresión 4, soportado por el brazo de soporte de cabezal de impresión 21, rota alrededor del pivote 14 con el fin de moverse lejos del brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30. Sin embargo, durante tal movimiento del cabezal de impresión 4, el brazo de conjunto de cabezal de impresión 30 y el objetivo 62 que está unido al mismo no se mueven con respecto a la superficie de impresión 11.

- 30 En este sentido, el sensor 61, que está unido al cabezal de impresión 4, se moverá con respecto al objetivo 62, que está unido al brazo de conjunto de cabezal de impresión 30. Por lo tanto, dada una condición inicial conocida, la distancia entre el sensor 61 y el objetivo 62 tiene una relación bien conocida con la posición del cabezal de impresión 4 con respecto a la superficie de impresión 11, y puede proporcionar información útil con respecto a la posición de cabezal de impresión. En particular, la distancia entre el sensor 61 y el objetivo 62 variará de acuerdo con una relación inversa con la distancia entre el cabezal de impresión 4 y la superficie de impresión 11.

- 35 Las figuras 17a y 17b muestran esquemáticamente las superficies superior e inferior del cabezal de impresión 4 (cuando está en la orientación mostrada en la figura 16). El sensor 61 comprende un emisor 63 y un receptor 64. El emisor 63 es una fuente de radiación, tal como, por ejemplo, un LED que emite radiación electromagnética en la gama de infrarrojos. El receptor 64 se proporciona, por ejemplo, mediante un fototransistor. El receptor 64 es adecuado para recibir la radiación emitida por el emisor 63.

- 40 En una realización, el sensor 61 se puede proporcionar de forma adecuada, por ejemplo, mediante un sensor de montaje en superficie QRE1113GR fabricado por Fairchild/ON Semiconductor, Phoenix, Arizona, Estados Unidos. Un sensor de este tipo puede estar alojado en un paquete SMD de factor de forma pequeño y puede tener un intervalo de detección de aproximadamente 5 mm. El sensor 61 se puede denominar sensor de proximidad. En particular, el sensor 61 detecta la proximidad del objetivo 62.

- 45 Por supuesto, se apreciará que se pueden usar disposiciones de detección alternativas según sea apropiado. Por ejemplo, se puede usar un fotodiodo en lugar del fototransistor descrito anteriormente. De forma más general, se

apreciará que se pueden usar emisores y receptores alternativos adicionales, siempre que se seleccione una combinación apropiada de emisor y receptor. Por ejemplo, también se puede usar una fuente de luz de gran angular, una fuente de láser u otras fuentes de LED (por ejemplo, usando luz visible) en lugar del emisor 63. Además, en algunas alternativas se puede usar un emisor y receptor ultrasónico u otras formas de emisor y receptor.

Además, mientras que, en la realización descrita anteriormente, el emisor 63 y el receptor 64 se proporcionan en un sensor integrado 61 montado sobre el cabezal de impresión 4, en realizaciones alternativas el emisor y el receptor pueden ser dispositivos separados, cada uno montado en diferentes ubicaciones sobre el cabezal de impresión 4. Además, se pueden usar diferentes números de sensores integrados, o diferentes números de emisores y receptores discretos, según sea apropiado.

Además, en algunas realizaciones, el sensor puede ser pasivo. Es decir, se puede omitir completamente un emisor. En una realización de este tipo, un sensor está configurado para detectar alguna característica del objetivo. Por ejemplo, el objetivo puede estar dotado de un área magnética que puede ser detectada por el sensor sin la necesidad de un emisor. Como alternativa, el sensor puede ser un sensor capacitivo, o un sensor inductivo, con el objetivo dotado de una región que tiene una característica que se puede detectar. Como alternativa, el sensor y el objetivo se pueden proporcionar en posiciones opuestas (o diferentes) a las descritas anteriormente.

Más generalmente, se apreciará que el sensor 61 está dispuesto para generar una señal indicativa de una posición del cabezal de impresión, y que se puede usar cualquier forma, número o disposición adecuados del sensor o sensores.

Haciendo referencia de nuevo a la realización específica descrita con brevedad anteriormente, como se muestra con la mayor claridad en la figura 17a, que muestra como la superficie inferior del cabezal de impresión 4 (es decir, como se ve mirando hacia arriba desde un punto de vista en la superficie de impresión), el cabezal de impresión 4 comprende una pluralidad de elementos de calentamiento resistivo 65 montados sobre un sustrato cerámico 66 y que se proporcionan en una agrupación lineal unidimensional a lo largo de un primer borde del cabezal de impresión 4. Los elementos de impresión 65 se activan selectivamente basándose en requisitos de impresión (por ejemplo, basándose en datos de imagen). Las señales de control de impresión que se proporcionan a los elementos de impresión 65 se pueden generar dentro de un controlador de cabezal de impresión 67 que está montado sobre una placa de circuito de cabezal de impresión 68. También se proporciona un circuito de interfaz de sensor 69 sobre la placa de circuito de cabezal de impresión 68. La placa de circuito de cabezal de impresión 68 está unida a un disipador de calor 70, que también forma parte del cabezal de impresión 4. El controlador de cabezal de impresión 67 se comunica con el controlador 50 a través de un cable de cinta flexible 71 que se conecta a la placa de circuito 67 a través de un conector 72.

Como se ha hecho notar anteriormente, la superficie del cabezal de impresión 4 que se ve en la figura 17a es la que está orientada en una dirección generalmente hacia abajo como se muestra en la figura 1, y la que está dotada de los elementos de impresión 65. Esta superficie se puede denominar superficie operativa del cabezal de impresión 4. Es decir, la superficie operativa del cabezal de impresión 4, como se muestra en la figura 17a, generalmente está orientada hacia la cinta 2 durante un funcionamiento normal.

Sin embargo, como se ha hecho notar anteriormente, en lugar de ubicarse sobre la superficie operativa del cabezal de impresión 4, el sensor 61 se proporciona sobre la superficie (superior) opuesta del cabezal de impresión (mostrándose, por lo tanto, en líneas discontinuas en la figura 17a). La superficie superior del cabezal de impresión 4 se muestra en la figura 17b. La superficie superior del cabezal de impresión 4 se puede denominar superficie de no impresión. Los componentes visibles del cabezal de impresión 4 son el disipador de calor 70, el sensor 61, la placa de circuito de cabezal de impresión 67 sobre la cual está montado el sensor 61 y el conector 72. El emisor 63 y el receptor 64 se muestran adyacentes uno a otro sobre la superficie superior del cabezal de impresión 4, proporcionándose ambos como parte del sensor integrado 61.

Se entenderá, por lo tanto, que el sensor 61 está montado sobre la superficie del cabezal de impresión 4 que, durante las operaciones de impresión, está dispuesto para orientarse en dirección opuesta a la superficie de impresión 11 y hacia los componentes internos de la impresora, tales como, para ejemplo, los componentes del conjunto de cabezal de impresión 60 y, en particular, el brazo de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 30 y el objetivo 62. Esto da como resultado que el sensor 61 se monte de tal manera que, durante las operaciones de impresión, se disponga orientado en dirección opuesta a la cinta 2.

En términos generales, se entenderá que el sensor 61 se puede montar en el cabezal de impresión de tal manera que se considere que está asociado operativamente con una superficie de no impresión del cabezal de impresión. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el sensor se puede proporcionar debajo de la superficie de no impresión del cabezal de impresión, pero dispuesto para detectar más allá de la superficie de no impresión del cabezal de impresión. Por ejemplo, un sensor óptico puede estar separado de la superficie de no impresión por un material transparente o translúcido mientras sigue estando asociado con la superficie de no impresión. De manera similar, un sensor magnético puede estar separado de la superficie de no impresión mediante un material que es penetrable por un campo magnético, permitiendo que se detecte el objetivo. Como alternativa, el cuerpo del sensor 61 se puede ubicar

sobre la superficie operativa del cabezal de impresión (es decir, la superficie inferior mostrada en la figura 17a), pero disponerse de tal manera que este 'mire' a través de uno o más orificios proporcionados en la placa de circuito de cabezal de impresión 67.

- 5 Se apreciará que, durante los movimientos del cabezal de impresión 4, variará la posición del cabezal de impresión 4 con respecto a la superficie de impresión. El sensor 61 está configurado para generar una salida que permite que el controlador 50 controle el movimiento del cabezal de impresión 4 durante fases de movimiento tales como las descritas con más detalle a continuación.

- 10 La figura 18 muestra el circuito de interfaz de sensor 69 con más detalle. El circuito de interfaz de sensor 69 está dispuesto para accionar el emisor 63 y recibir una señal desde el receptor 64. El circuito de interfaz de sensor 69 está dispuesto además para amplificar la señal recibida y para generar una señal de salida que se puede proporcionar al controlador de impresora 50 a través del cable de cinta 71. Se puede considerar que el circuito 69 de interfaz de sensor comprende un circuito de accionador de emisor 73 y un circuito de receptor 74. Aunque ambos de estos circuitos 73, 74 se muestran en un diagrama de circuito único, se apreciará, por supuesto, que estos son circuitos efectivamente separados, acoplados operativamente por la luz emitida desde el emisor 63 y recibida por el receptor 64, y se pueden modificar independientemente.

- 20 El circuito de accionador de emisor 73 comprende un rail de suministro positivo 75 que está conectado a un suministro de voltaje de + 5 V, un rail de masa 76 que está conectado a un voltaje de masa (0 V), un transistor de efecto de campo Q1, una resistencia R0 y una resistencia R1. El ánodo del emisor 63 está conectado, a través de la resistencia R0, al rail de alimentación 75, con el cátodo conectado de manera conmutable, a través del transistor Q1, al rail de tierra 76. La resistencia R1 está conectada entre la puerta del transistor Q1 y el rail de masa 76. Se proporciona un nodo de entrada 77 en la puerta del transistor Q1. El nodo de entrada 77 es accionado, durante el uso, por una señal de PWM proporcionada por el controlador de impresora 50, a través del cable de cinta 71.

- 30 La resistencia R0 tiene un valor de resistencia de 68 Ω . La resistencia R0 se proporciona con el fin de controlar la corriente que fluye a través del emisor 63 cuando el cátodo del emisor 63 está conectado al rail de masa 76 por el transistor Q1. En la realización descrita, suponiendo una caída de voltaje de aproximadamente 1 V en el emisor 63, se desarrollará una caída de voltaje de aproximadamente 4 V en la resistencia R0. Esta configuración (es decir, un voltaje de 4 V que se desarrolla en una resistencia R0 que tiene un valor de resistencia de 68 Ω) provocará que fluya una corriente de accionamiento de aproximadamente 59 mA a través del emisor 63.

- 35 La resistencia R1 tiene un valor de resistencia de 10 k Ω . La resistencia R1 se proporciona de tal manera que, si el cabezal de impresión no está conectado al cable de cinta (por ejemplo, durante el tránsito), o se activa desde una fuente de conmutación que puede tener tres estados (es decir, un estado de impedancia alta, además de '1' y '0'), entonces no se permitirá que la puerta del transistor Q1 flote y, por lo tanto, será menos susceptible a daños por descarga electrostática.

- 40 El transistor Q1 es un FET de canal n y puede ser proporcionado, por ejemplo, por un dispositivo NX7002AK fabricado por Nexperia, Nijmegen, Países Bajos. El transistor es accionado por la señal de PWM que cambia entre un nivel alto (por ejemplo, 5 V) y un nivel bajo (por ejemplo, 0 V). La señal de PWM enciende y apaga el transistor Q1 y, a su vez, provoca que la corriente fluya en el emisor 63 cuando el transistor está encendido, y provoca que no fluya corriente alguna en el emisor 63 cuando el transistor está apagado.

- 45 El ciclo de servicio de PWM puede ser, por ejemplo, de alrededor del 50 %, con un perfil de onda cuadrada y una frecuencia de modulación de 2 kHz. Por supuesto, se pueden usar otros esquemas de accionamiento de emisor según se prefiera. Por ejemplo, en una realización, el emisor se puede accionar a un ciclo de servicio reducido (por ejemplo, un 30 %) con el fin de limitar la potencia disipada por la resistencia R0. Del mismo modo, la frecuencia de modulación se puede ajustar

- 50 Cuando se activa en el estado 'encendido', el emisor 63 tiene una corriente de accionamiento de aproximadamente 59 mA. El dispositivo emisor descrito anteriormente (es decir, QRE1113) tiene una corriente de diodo continua máxima de 50 mA (a una temperatura ambiente de 25 °C). Por lo tanto, mientras la corriente de accionamiento seleccionada (por ejemplo, 59 mA) está por encima de este nivel continuo permitido máximo, este no se acciona continuamente. Por supuesto, se apreciará que se pueden seleccionar diferentes niveles de accionamiento (y que se puede elegir una resistencia de valor apropiado para la resistencia R0).

- 60 La frecuencia de modulación se selecciona con el fin de proporcionar una respuesta de sensor rápida, al tiempo que no es demasiado alta de tal manera que el receptor y la circuitería asociada no puedan responder (como se describe con más detalle a continuación con referencia al circuito de receptor). Se entenderá que la frecuencia de modulación se puede seleccionar en función de múltiples factores. Por ejemplo, la frecuencia se puede aumentar con el fin de permitir que se tomen unas lecturas de sensor más frecuentes.

- 65 El circuito de receptor 74 también hace uso del rail de suministro positivo 75 y el rail de masa 76. Sin embargo, se apreciará que se pueden proporcionar disposiciones de suministro de energía separadas si se requiere.

El circuito de receptor 74 comprende además el receptor 64 y una resistencia R2 conectada entre el colector del receptor 64 y el raíl de suministro positivo 75. Se forma un nodo 78 entre el receptor 64 y la resistencia R2. El emisor del receptor 64 está conectado directamente al raíl de masa 76. La resistencia R2 tiene un valor de resistencia de 100 Ω . La resistencia R2 y el receptor 14 están por lo tanto conectados en serie, con cualquier fotocorriente generada dentro del fotodiodo fluyendo a través de la resistencia R2 y provocando que se desarrolle una caída de voltaje en la resistencia R2.

El circuito de receptor 74 comprende además un amplificador operacional (AO) OP1. El amplificador operacional OP1 puede ser proporcionado, por ejemplo, por amplificadores operacionales de CMOS con entradas/salidas de raíl a raíl de bajo ruido optimizadas para aplicaciones de suministro único y de baja potencia, tales como un dispositivo NCS20061 fabricado por ON Semiconductor, Phoenix, Arizona, Estados Unidos. Por ejemplo, el amplificador operacional OP1 puede ser adecuadamente un dispositivo NCS20061SN2.

El nodo 78 está conectado a una entrada no inversora del amplificador operacional OP1. El amplificador operacional OP1 está dispuesto para formar un amplificador de corriente, amplificando la corriente que fluye en el receptor 64. Además del amplificador operacional OP1, el amplificador de corriente comprende un condensador C1, resistencias R3, R4 y R5, y un transistor Q2. También se puede considerar que el amplificador de corriente incluye una resistencia adicional (R6) proporcionada alejada de los otros componentes del amplificador, como se describe con más detalle a continuación con referencia a la figura 19.

El condensador C1 está conectado entre la salida del amplificador operacional OP1 y la entrada inversora del amplificador operacional OP1. El condensador C1 tiene un valor de capacitancia de 270 pF y se proporciona para estabilizar el amplificador operacional OP1.

La salida del amplificador operacional OP1 también está conectada, a través de la resistencia R5, a un terminal de base del transistor Q2. El transistor Q2 es un transistor PNP de ganancia alta en el que la corriente de colector y la corriente de emisor son sustancialmente iguales. El transistor puede ser proporcionado, por ejemplo, por un transistor de propósito general BC856B, fabricado por NXP Semiconductors, Eindhoven, Países Bajos. Dada la ganancia alta del transistor Q2, solo fluirá una corriente pequeña hacia la base a través de la resistencia R5. La resistencia R5 tiene un valor de resistencia de 100 Ω . La resistencia de la resistencia R5 se selecciona preferiblemente con el fin de limitar cualquier corriente transitoria fuera del amplificador operacional OP1 si hay un cambio repentino en el nivel de corriente de receptor. Se apreciará, por lo tanto, que este valor no es crítico para el funcionamiento del circuito de amplificador y que el circuito funcionará en un amplio intervalo de valores de resistencia de la resistencia R5.

Un terminal de colector del transistor Q2 está acoplado a un nodo de salida 79 que, a su vez, está acoplado a una entrada del controlador de impresora 50 a través del cable de cinta 71 para el procesamiento posterior (como se describe con más detalle a continuación).

Un terminal de emisor del transistor Q2 está acoplado, a través de la resistencia R4, al raíl de alimentación positivo 75. Se forma un nodo 80 entre el terminal de emisor del transistor Q2 y la resistencia R4. El nodo 80 está conectado, a través de la resistencia R3, a la entrada inversora del amplificador operacional OP1. La resistencia R3 tiene un valor de resistencia de 100 Ω . La resistencia de la resistencia R3 se selecciona con el fin de proporcionar una impedancia de entrada sustancialmente igual a ambas entradas del amplificador operacional OP1, con el fin de negar cualquier desviación de voltaje debido a la corriente de polarización. En la disposición descrita anteriormente, la entrada no inversora del amplificador operacional OP1 está conectada a la resistencia R2 y el receptor 64 y, por lo tanto, solo tendrá una corriente pequeña fluyendo a través de la misma (por ejemplo, unos pocos microamperios). Dado este nivel pequeño de corriente, la adaptación de impedancia de entrada no es crítica, especialmente dada la corriente de polarización baja del amplificador operacional seleccionado.

La resistencia R4 tiene un valor de resistencia de 4,3 Ω . La resistencia de la resistencia R4 se selecciona, en combinación con la resistencia de la resistencia R2, para establecer la ganancia de corriente del circuito de amplificación. En particular, la relación de las resistencias de las resistencias R2 y R4 determina la ganancia de corriente. Por lo tanto, una resistencia de 4,3 Ω para R4, junto con una resistencia de 100 Ω para R2, proporciona una ganancia de corriente de aproximadamente 23.

Además, la resistencia R4 se selecciona con el fin de garantizar que, en un intervalo operativo del receptor 64, la caída de voltaje en la resistencia R4 se mantenga dentro de un intervalo determinado por el nivel de suministro de voltaje (por ejemplo, 5 V). Esto asegura que la salida del amplificador no esté saturada. La resistencia de la resistencia R4 es suficientemente pequeña para que se genere un nivel de corriente de salida conveniente para la detección en el controlador de cabezal de impresión 50.

Por ejemplo, si se espera un nivel de salida de corriente de 20 mA, se apreciará que esto corresponde a una caída de voltaje de 86 mV a través de la resistencia R4, y permite que se desarrolle una caída de voltaje de aproximadamente 4,8 V en la entrada a la siguiente fase de procesamiento (suponiendo un voltaje de colector - emisor en el transistor Q2 de aproximadamente 0,1 V).

El amplificador operacional OP1 está dotado de conexiones de suministro de energía positivas y negativas desde los raíles positivo y de masa 75, 76 respectivamente. Se puede proporcionar un condensador (por ejemplo, 0,1 μF , no mostrado) entre los terminales de la fuente de alimentación con el fin de proporcionar un desacoplamiento de la fuente (es decir, para reducir el ruido de la fuente).

El amplificador operacional OP1 está configurado de tal manera que, si el voltaje en el nodo 80 (que está conectado, a través de la resistencia R3, a la entrada inversora) excede el voltaje en el nodo 78, la salida del amplificador operacional OP1 se accionará a valor bajo. Provocar que la salida del amplificador operacional OP1 sea baja provocará que se encienda el transistor Q2 (que es un transistor PNP). Esto, a su vez, provocará que fluya una corriente a través de la resistencia R4 y que se desarrolle una caída de voltaje en la resistencia R4. Por lo tanto, caerá el voltaje en el nodo 80, hasta que este sea el mismo que el del nodo 78. La corriente que se provoca que fluya a través de la resistencia R4 varía basándose en la fotocorriente, pero su magnitud es significativamente mayor que la de la fotocorriente (es decir, la fotocorriente se amplifica).

De esta manera, el circuito de receptor está dispuesto para amplificar una fotocorriente, permitiendo que la señal de receptor sea proporcionada al controlador 50 de impresora a través del cable de cinta 71. Tal amplificación mejora significativamente la inmunidad al ruido.

Antes de convertirse en una señal digital para su procesamiento posterior por el controlador de impresora 50, la señal de corriente amplificada puede ser procesada adicionalmente por un amplificador 90 proporcionado sobre una PCB principal (no mostrada) sobre la que está montado el controlador 50. Un ejemplo de un amplificador 90 de este tipo se muestra en la figura 19. El amplificador 90 comprende un segundo amplificador operacional (AO) OP2. El amplificador operacional OP2 puede ser proporcionado, por ejemplo, por un amplificador operacional de CMOS con entradas/salidas de rail a rail tal como un dispositivo NCS20062DMR2G fabricado por ON Semiconductor, Phoenix, Arizona, Estados Unidos.

La señal de corriente amplificada (como está presente en el nodo 79 y proporcionada a lo largo del cable de cinta 71) se proporciona a una entrada no inversora del amplificador operacional OP2. La entrada no inversora también está conectada a una masa local 91 a través de una resistencia R6. La resistencia R6 tiene un valor de 130 Ω y permite que la señal de corriente amplificada se convierta a un nivel de voltaje para su amplificación por el amplificador operacional OP2.

El amplificador 90 también comprende una resistencia R7 proporcionada entre una salida del amplificador operacional OP2 y una entrada inversora del amplificador operacional OP2. El amplificador 90 también comprende una resistencia R8 proporcionada entre la entrada inversora del amplificador operacional OP2 y la masa local 91. Como es bien conocido en la técnica, la ganancia del amplificador 90 se determina por la relación de la suma de los valores de las resistencias R7 y R8 y el valor de la resistencia R8.

En una realización preferida, las resistencias R7 y R8 se pueden proporcionar cada una mediante un potenciómetro digital DP. El potenciómetro digital DP está conectado con el fin de proporcionar una resistencia configurable entre la salida del amplificador operacional OP2 y la entrada inversora del amplificador operacional OP2, y una resistencia configurable adicional entre la entrada inversora del amplificador operacional OP2 y la masa local 91. De esta manera, el potenciómetro digital DP está configurado para provocar que el amplificador 90 tenga una característica de ganancia variable. El potenciómetro digital DP puede ser proporcionado, por ejemplo, por un dispositivo tal como la pieza MCP4013T-103E/CH fabricada por Microchip Technology Inc., Chandler, Arizona, Estados Unidos. En una realización, el potenciómetro digital DP (y, por lo tanto, los valores de las resistencias R7 y R8) se pueden controlar mediante una señal de control de ganancia generada por el controlador 50. La ganancia del amplificador 90 se puede ajustar durante un proceso de calibración con el fin de tener en cuenta las variaciones esperadas en el desempeño del sensor, u otros factores.

Por ejemplo, en una realización, durante la prueba de un cabezal de impresión, las lecturas de sensor se pueden tomar con un objetivo proporcionado a una o más distancias predeterminadas del sensor (por ejemplo, a distancias que corresponden a las separaciones nominales del cabezal de impresión desde una superficie de impresión de 0 mm y 4 mm), y la ganancia del amplificador se ajusta con el fin de proporcionar un nivel de salida de señal predeterminado. Tal calibración permite usar una única lectura de sensor para normalizar todos los valores de salida del sensor posteriores. Por supuesto, se pueden usar técnicas de calibración alternativas cuando sea apropiado. Por ejemplo, se puede obtener una única lectura de sensor, o se puede obtener una pluralidad de lecturas de sensor con diferentes distancias objetivo y generarse una curva de calibración.

En algunas realizaciones, el sensor puede recalibrarse con más frecuencia que la descrita anteriormente. Por ejemplo, el sensor puede recalibrarse antes de cada trazo de impresión (por ejemplo, durante el periodo en el que el cabezal de impresión está retraído de la superficie de impresión). Se entenderá que las características de diversos componentes del circuito sensor (especialmente el emisor y el receptor) pueden variar significativamente en función de la temperatura. En este sentido, modificar regularmente la ganancia del amplificador para compensar tales variaciones puede proporcionar un funcionamiento más fiable.

En algunas realizaciones, la ganancia del sensor se puede ajustar por referencia a una tabla de consulta. Por ejemplo, se puede usar una lectura de temperatura del cabezal de impresión para indexar una tabla de consulta que almacena valores de ganancia (o valores de señal de control de ganancia) apropiados.

Como alternativa, la ganancia se puede ajustar para proporcionar una señal de salida predeterminada desde el amplificador 90 en una configuración conocida. Por ejemplo, la ganancia se puede ajustar entre cada trazo de impresión con el fin de proporcionar una señal de salida de 3,2 V cuando el cabezal de impresión está en la posición retraída.

El ajuste frecuente de la ganancia también puede reducir la probabilidad de que la suciedad presente en el sensor 61 (o el objetivo 62) interfiera con el funcionamiento correcto. En algunas realizaciones, la rutina de calibración se puede configurar para proporcionar información útil a un usuario. Por ejemplo, si se requiere un valor de ganancia que exceda un intervalo normal para lograr un nivel de señal de salida objetivo, esto se puede usar para generar una alerta para un usuario de que se necesaria limpiar el sensor y/o el objetivo.

La salida del amplificador operacional OP2 está conectada a un convertidor analógico a digital ADC1. El nivel de voltaje de la salida del amplificador operacional OP2 es muestreado por el controlador de impresora 50. Muestreando el voltaje proporcionado al controlador 50 por el ADC1, se puede obtener una medida de la corriente de receptor.

Como se ha hecho notar anteriormente, el emisor 63 es accionado habitualmente por una señal de PWM. La figura 20 muestra una forma de onda de ejemplo de la señal recibida en el controlador 50 desde el receptor 64 (a través del amplificador 90) durante un ciclo de PWM. Se puede ver que alrededor del tiempo t30 la señal comienza a subir rápidamente desde un nivel de 'apagado' (LED_{APAGADO}) a un nivel de 'encendido' (LED_{ENCENDIDO}), en donde la señal se estabiliza durante un pulso de 'encendido'. Este pulso corresponde a que se accione la activación del emisor 63. Entonces, en el tiempo t31, la corriente cae desde el nivel de LED_{ENCENDIDO} al nivel de LED_{APAGADO} (de nuevo, bajo el control de la señal de PWM). En un tiempo t32, la corriente sube de nuevo. De esta manera, la señal recibida en el controlador 50 desde el receptor 64 'pulsa' y 'deja de pulsar' de acuerdo con que se haga que la corriente de emisor pulse y deje de pulsar, lo que, a su vez, provoca que la radiación emitida por el emisor 63 pulse y deje de pulsar.

Como se puede ver en la figura 20, la subida de señal en el tiempo t30 no es instantánea. En particular, la señal sube rápidamente al principio, antes de estabilizarse gradualmente en el nivel LED_{ENCENDIDO}. Entonces, en el tiempo t31, cuando la señal cae del nivel LED_{ENCENDIDO} a un nivel LED_{APAGADO}, la caída comienza rápidamente antes de que la velocidad de disminución se ralentice y el nivel de señal se estabilice con el tiempo al nivel LED_{APAGADO}. Se puede ver que el tiempo de subida (es decir, el tiempo que lleva subir de LED_{APAGADO} a LED_{ENCENDIDO}) es más corto que el tiempo de caída (es decir, el tiempo que lleva caer de LED_{ENCENDIDO} a LED_{APAGADO}).

Se entenderá que el nivel de señal LED_{ENCENDIDO} es indicativo de la intensidad de la radiación recibida en el receptor 64. La radiación recibida comprende radiación que se origina en el emisor 63 y es reflejada por el objetivo 62 y que entonces incide sobre el receptor 64. La radiación recibida también puede comprender radiación ambiental que incide sobre el receptor 64. Se apreciará que el nivel de radiación ambiental variará entre diversas configuraciones de impresora.

El nivel de señal LED_{APAGADO} es indicativo de la intensidad de la radiación recibida en el receptor 64 y representa un estado 'apagado'. Es decir, el nivel de señal LED_{APAGADO} corresponde a que solo la radiación ambiental sea incidente sobre el receptor 64, y no incluye radiación reflejada alguna que se origine en el emisor 63 (a través del objetivo 62).

Para determinar una medida precisa del nivel de corriente de receptor (y, por lo tanto, una indicación de la intensidad de la radiación incidente), el nivel de corriente se debería muestrear hacia el final de cada ciclo, en donde el nivel de corriente es sustancialmente estable. Además, para aumentar la inmunidad al ruido, el nivel de señal se puede muestrear una pluralidad de veces y tomarse un promedio.

En una realización, el nivel de señal se muestrea ocho veces durante cada pulso de 'encendido' durante el periodo en el que el nivel de señal es sustancialmente estable en LED_{ENCENDIDO}. Durante un pulso de 'apagado', el nivel de señal se muestrea cuatro veces cuando el nivel de señal es sustancialmente estable en LED_{APAGADO}. El número reducido de muestras durante la fase de 'apagado' tiene en cuenta el tiempo de caída más largo del circuito de receptor descrito anteriormente (y por lo tanto, el periodo más corto en el que el nivel de señal es estable). Por supuesto, se pueden adoptar diferentes estrategias de muestreo según sea apropiado para una configuración de circuito particular.

Por lo tanto, se provoca que el ADC1 muestree el nivel de señal dentro de una porción relativamente plana y estable de la forma de onda actual, permitiendo obtener una representación precisa del nivel de corriente durante cada estado 'encendido' y 'apagado'. Este proceso puede repetirse durante cada ciclo de PWM.

De esta manera, el controlador 50 es capaz de obtener medidas de nivel de señal que son representativas de la fotocorriente que fluye dentro del receptor 64. Restando el valor de señal representativo de LED_{apagado} del representativo de LED_{ENCENDIDO}, es posible obtener un valor LED_{dif} que es representativo de una fotocorriente recibida

en el receptor 64 como resultado de la reflexión de la radiación emitida por el emisor 63 (valor que excluye el efecto de la radiación ambiental).

El valor LED_{dif} varía basándose en la proximidad del objetivo 62 al sensor 61 y, por lo tanto, se puede considerar que son datos de posición de cabezal de impresión. El valor LED_{dif} se puede procesar entonces para identificar la distancia del objetivo 62 desde el sensor 61, y, a partir de esto, calcular la posición del cabezal de impresión con respecto a la superficie de impresión (como se describe con más detalle a continuación).

La frecuencia de PWM de 2 kHz usada en este ejemplo es también la frecuencia con la que se obtienen los valores LED_{dif} (la frecuencia de muestreo del ADC se determina basándose en la frecuencia de PWM). Se entenderá que la frecuencia de muestreo también determinará la velocidad a la que se pueden obtener y actualizar los datos de posición de cabezal de impresión y, por lo tanto, el retraso en el control de la impresión basándose en estos datos.

El uso de una frecuencia de PWM de 2 kHz se ha descrito anteriormente. Esto puede ser adecuado para una disposición particular, sin embargo, como se puede entender a partir de las formas de onda mostradas en la figura 20, si el tiempo de subida es de tal manera que, durante un periodo de 'encendido' o 'apagado', la corriente no ha alcanzado un valor estable, puede ser necesario reducir la velocidad de pulsos en consecuencia. El tiempo de respuesta está, en cierto grado, controlado por las características (incluidas las condiciones de polarización) del fototransistor que forma el receptor 64.

Por supuesto, se entenderá que la circuitería descrita anteriormente proporciona una implementación posible. Sin embargo, el experto apreciará fácilmente que se pueden usar circuitos de accionador de emisor y de receptor alternativos según sea apropiado para una aplicación particular, o para dar cabida a una disposición de sensores alternativa.

Además, en algunas realizaciones, por ejemplo, cuando hay una radiación ambiental despreciable, el emisor se puede accionar constantemente, en lugar de ser pulsado. En una disposición de este tipo, el ADC puede muestrearse a cualquier frecuencia conveniente. Además, el ADC se puede proporcionar como un dispositivo separado al controlador 50, o como parte del controlador 50. También se entenderá que, aunque la circuitería descrita anteriormente proporciona accionamiento y amplificación para un único sensor (es decir, un único emisor y un único receptor), se pueden proporcionar múltiples circuitos o sensores según se requiera.

Como se ha descrito anteriormente, el sensor 61 está configurado para generar una señal indicativa de la posición del cabezal de impresión con respecto a la superficie de impresión. Sin embargo, se apreciará que la amplitud de la señal puede no variar en proporción directa a la posición del cabezal de impresión. Por ejemplo, cuando el emisor 63 emite radiación en un haz ancho, se puede esperar que la porción de radiación emitida por el emisor 63 que incide sobre el objetivo 62 varíe de acuerdo con una relación de cuadrado inverso con la separación entre el sensor 61 y el objetivo 62 (es decir, $1/r^2$). Además, la distancia recorrida por la radiación es el doble de la separación entre el sensor 61 y el objetivo 62.

En este sentido, las lecturas de sensor promediadas obtenidas por el controlador 50 se pueden linealizar de acuerdo con la siguiente relación:

$$r_{real} = \frac{1}{2 \sqrt{Q_{sensor}}} \quad (1),$$

En donde r_{real} es la lectura linealizada; y

Q_{sensor} es la lectura de sensor sin procesar.

De esta manera, se pueden tener en cuenta las características geométricas de la disposición de sensores particular. Por supuesto, se pueden realizar ajustes alternativos según se requiera para una disposición particular. Como alternativa, se puede usar una tabla de consulta para convertir la lectura de un sensor en una intensidad aparente o un valor de referencia de posición adecuado.

Se puede considerar que la lectura de sensor linealizada obtenida de esta manera son datos indicativos de la posición de cabezal de impresión y, por lo tanto, se pueden denominar datos de posición de cabezal de impresión. Por supuesto, también se entenderá que la señal de corriente de receptor, la señal de salida producida por el amplificador 90 o la señal de salida promediada (u otros elementos de datos derivados de una o más de esas señales) también se pueden considerar y/o denominarse datos de posición de cabezal de impresión.

En algunas realizaciones, los datos de posición aparente del cabezal de impresión también se convierten en un valor de velocidad. Estos datos se pueden denominar datos de velocidad de cabezal de impresión y se pueden usar para controlar la posición y/o velocidad de cabezal de impresión. Sin embargo, se entenderá que los datos de velocidad de cabezal de impresión se pueden considerar datos de posición de cabezal de impresión, y viceversa.

Como se ha descrito con brevedad anteriormente, el controlador 50 puede procesar información que indica la posición del cabezal de impresión 4 y usar esta información para determinar la corriente requerida a suministrar a la bobina 24, y/o la fuerza a generar por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22. La figura 21 ilustra una de disposición de control de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión posible de este tipo. Se apreciará que los bloques de control identificados en la figura 21 no necesitan ser realizados por un único componente. De hecho, como se ha descrito anteriormente, algunas de las funciones de control son realizadas por hardware dedicado, mientras que otras pueden ser realizadas por el controlador 50. Como alternativa, se puede considerar que el controlador 50 abarca todas las funciones de control descritas con referencia a la figura 21 que no sean las realizadas por los dispositivos ubicados en el propio cabezal de impresión.

Un controlador de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 100 comprende tres bloques de control fundamentales. Estos son un bloque de control de corriente de electroimán 110, un bloque de datos de posición de cabezal de impresión 120 y un bloque de control de posición y de velocidad 130.

El bloque de datos de posición de cabezal de impresión 120 comprende un bloque de sensor óptico 121. En una realización, el bloque de sensor óptico 121 comprende el circuito de interfaz de sensor 69 descrito con detalle anteriormente (que incluye el circuito de accionador de emisor 73 y el circuito de receptor 74).

La salida del bloque de sensor óptico 121 se proporciona a un bloque de amplificador 122 que, en la realización descrita, comprende el circuito de amplificador 90 descrito con detalle anteriormente. La señal de salida amplificada se proporciona desde el bloque de amplificador 122 a un bloque de ADC 123 que, en la realización descrita, comprende un ADC1. La salida del bloque de ADC 123 se muestrea y se promedia (como se ha descrito anteriormente) mediante un bloque de promediado 124 con el fin de minimizar los efectos del ruido y la radiación ambiental. Se puede proporcionar una señal de control de ganancia GC desde el bloque de promediado 124 para controlar la ganancia variable del bloque de amplificador 122. Se puede proporcionar una señal de control de PWM 'PWM' desde el bloque de promediado 124 para controlar las señales de PWM aplicadas al emisor 63 por el circuito de accionador de emisor 73 dentro del bloque de sensor óptico 121.

Como se ha descrito con detalle anteriormente, la señal de salida de ADC promediada (como es generada por el bloque de promediado 124) se pasa a un bloque de linealización 125, en donde la señal se ajusta de acuerdo con la ecuación 1. La salida linealizada se pasa a un bloque de calibración 126, en donde se realiza cualquier ajuste a escala para proporcionar un nivel de señal apropiado (por ejemplo, basándose en datos de calibración).

La salida del bloque de calibración 126 se proporciona como una salida de datos de posición real Preal que se proporciona al bloque de control de posición y de velocidad 130. La salida desde el bloque de calibración 126 también se proporciona a un bloque de convertidor de posición a velocidad 127, que proporciona como salida una salida de datos de velocidad real Vreal, que también se proporciona al bloque de control de posición y de velocidad 130.

El funcionamiento del bloque de control de posición y de velocidad 130 se describirá a continuación con más detalle. El cabezal de impresión 4 se puede controlar en función de una posición objetivo en algunos momentos, mientras que, en otros momentos, se controla en función de una velocidad objetivo. Por ejemplo, el control de posición se puede usar para retraer el cabezal de impresión 4 de la superficie de impresión 11 después de una operación de impresión. Por otro lado, cuando la posición final del objetivo puede no conocerse con exactitud, por ejemplo, cuando se acciona el cabezal de impresión 4 hacia fuera hacia la superficie de impresión 11 (la posición de la cual puede variar), se puede usar el control de velocidad. Por lo tanto, en una realización, el bloque de control de posición y de velocidad 130 puede recibir una entrada de posición de cabezal de impresión objetivo Pobjetivo y una entrada de velocidad de cabezal de impresión objetivo Vobjetivo, cada una de las cuales se puede proporcionar y usarse solo en momentos apropiados.

Un sumador de velocidad 131 recibe la entrada de velocidad de cabezal de impresión objetivo Vobjetivo y la salida de datos de velocidad real Vreal y resta la salida de datos de velocidad real Vreal de la entrada de velocidad de cabezal de impresión objetivo Vobjetivo para generar una señal de error de velocidad Verror. Esto se pasa a un bloque de control PID de velocidad 132 que, en la realización ilustrada, comprende un bloque de ganancia proporcional 133 (que aplica una ganancia proporcional Kp-velocidad) y un bloque de ganancia derivativa 134 (que aplica una ganancia derivativa Kd-velocidad). Las dos señales de error modificadas se combinan en un bloque de sumador de ganancia de velocidad 135 antes de pasarse a un selector de modo de control 136.

En paralelo, un sumador de posición 137 recibe la entrada de posición de cabezal de impresión objetivo Pobjetivo y la salida de datos de posición real Preal y resta la salida de datos de posición real Preal de la entrada de posición de cabezal de impresión objetivo Pobjetivo para generar una señal de error de posición Perror. Esto se pasa a un bloque de control PID de posición 138 que, en la realización ilustrada, comprende un bloque de ganancia proporcional 139 (que aplica una ganancia proporcional Kp-posición), un bloque de ganancia integral 140 (que aplica una ganancia integral Ki-posición), y un bloque de ganancia derivativa 141 (que aplica una ganancia derivativa Kd-velocidad). Las tres señales de error de posición modificadas se combinan en un bloque de sumador de ganancia de posición 142 antes de pasarse al selector de modo de control 136.

Como se ha hecho notar anteriormente, el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión se puede controlar en

función de la posición o la velocidad. El selector de modo de control 136 selecciona una u otra de la señal de posición o la señal de velocidad para un procesamiento adicional dependiendo de una entrada de modo de control (no mostrada).

- 5 El control de posición se puede usar para controlar la posición de cabezal de impresión cuando se acciona a una posición objetivo conocida (por ejemplo, retraído de la superficie de impresión). Los términos de ganancia proporcional, integral y derivativa se pueden configurar para provocar que el cabezal de impresión se retraiga de la superficie de impresión de una manera controlada. Por ejemplo, el algoritmo de control se puede ajustar con el fin de intentar provocar que el cabezal de impresión se mueva hacia la posición retraída y completar el movimiento con un aterrizaje
10 'suave', en lugar de provocar que los componentes del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 colisionen con una fuerza significativa.

La ganancia integral se puede usar para proporcionar un mecanismo a prueba de fallos, con el fin de asegurar que el cabezal de impresión regrese a la posición retraída incluso si el uso de un término de ganancia integral provoca que el
15 cabezal de impresión se retraiga con más fuerza de la que es óptima. En algunas realizaciones, se puede supervisar la contribución del término integral al algoritmo de control de PID global. Por ejemplo, el uso significativo del término integral se puede considerar indicativo de algún error sistemático en el algoritmo de control como, por ejemplo, un sensor 63 sucio o degradado. En algunas realizaciones, el uso excesivo del término integral se puede usar para desencadenar una acción correctiva apropiada tal como, por ejemplo, una o más de: una indicación al usuario para
20 limpiar el sensor durante un tiempo de inactividad programado y una recalibración del sensor. En algunas realizaciones, el uso excesivo del término integral se puede usar para desencadenar el ajuste o el autoajuste de otros valores de ganancia o parámetros de control.

Por supuesto, se apreciará que cada uno de los bloques de control PID descritos anteriormente puede omitir uno o
25 más de los términos P, I y D. La naturaleza del control proporcionado puede depender de las características particulares de otros componentes del sistema, tales como, por ejemplo, la capacidad de respuesta de los sensores y controladores.

Como se ha hecho notar anteriormente, el control de velocidad se puede usar para controlar la posición de cabezal
30 de impresión cuando no se conoce la posición objetivo exacta, por ejemplo cuando el cabezal de impresión 4 se acciona hacia fuera hacia la superficie de impresión 11 cuando no se conoce la posición de la superficie de impresión 11. Los términos de ganancia proporcional y derivativa se pueden configurar para provocar que el cabezal de impresión se mueva hacia la superficie de impresión de una manera controlada. Por ejemplo, el algoritmo de control se puede ajustar con el fin de intentar provocar que el cabezal de impresión se mueva hacia la superficie de impresión a una
35 velocidad objetivo sin sobreimpulso o retraso significativo. Una vez que se ha establecido la posición de la superficie de impresión 11 (por ejemplo, supervisando la posición de cabezal de impresión máxima), se puede usar un control de posición para operaciones de salida de cabezal posteriores.

La señal de posición o velocidad seleccionada se pasa a un bloque de función de transferencia 143. El bloque de
40 función de transferencia 143 también recibe una entrada que indica la posición actual del cabezal de impresión desde el bloque de calibración 126. La señal de control de posición o velocidad generada por los bloques de control PID 132, 138 comprende una señal indicativa de una fuerza que se requiere que sea aplicada por el conjunto de control de cabezal de impresión 22 al cabezal de impresión 4 para provocar que el cabezal de impresión 4 se mueva de la manera deseada. Esta señal se puede considerar una señal de fuerza objetivo Fobjetivo. Sin embargo, como se ha descrito
45 con detalle anteriormente, la característica de fuerza de posición del conjunto de control de cabezal de impresión 22 es muy alineal. Es decir, como se describe con detalle anteriormente con referencia a la figura 9, la respuesta mecánica del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 a un nivel de corriente particular en el electroimán 23 depende de la posición del cabezal de impresión 4.

Por ejemplo, cuando el cabezal de impresión 4 está en una posición cerca de la superficie de impresión, la fuerza
50 generada por el resorte 28 superará la fuerza magnética proporcionada por el imán permanente 27, de tal manera que, en ausencia de corriente alguna que fluya en la bobina 24 del electroimán 23, el cabezal de impresión será forzado adicionalmente hacia la superficie de impresión 11. Por otro lado, cuando el cabezal de impresión 4 está en una posición separada de la superficie de impresión 11, la fuerza generada por el imán 27 superará la fuerza
55 proporcionada por el resorte 28, de tal manera que (de nuevo, en ausencia de cualquier flujo de corriente en la bobina 24 del electroimán 23), el cabezal de impresión 4 será forzado más lejos de la superficie de impresión 11.

Por lo tanto, con el fin de generar una señal de control apropiada para el electroimán 23 con el fin de provocar un
60 movimiento deseado, se tiene en cuenta la característica de posición - fuerza del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 en la posición actual del cabezal de impresión. El bloque de función de transferencia 143 está configurado, por lo tanto, para generar una señal de corriente objetivo Iobjetivo basándose en la señal de fuerza objetivo Fobjetivo, y la señal de posición de cabezal de impresión real Preal.

El bloque de función de transferencia 143 puede generar la señal de corriente objetivo Iobjetivo de cualquier forma
65 conveniente. Por ejemplo, en una realización, el bloque de función de transferencia 143 puede hacer referencia a una tabla de consulta que almacena un nivel de corriente apropiado para una pluralidad de combinaciones de posición y

fuerza (usándose la interpolación según sea necesario para proporcionar puntos de datos intermedios). Las características almacenadas se pueden obtener mediante análisis empírico de un conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 particular con diferentes niveles de corriente aplicados al electroimán 23.

La figura 22 muestra un conjunto de características de referencia obtenidas tomando medidas de la corriente requerida (eje y) para provocar que una pluralidad de niveles de fuerza predeterminados sean ejercidos por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 ejerza en una pluralidad de posiciones de cabezal de impresión diferentes (eje x). El intervalo de posición estudiado fue un intervalo de movimiento típico para un cabezal de impresión (0 - 4 mm), mientras que las fuerzas (en la fuerza de cabezal de impresión, en kgf) variaron de -3,5 kgf a 3,5 kgf.

Cuando se indica una fuerza positiva, esto provocará que el cabezal de impresión sea empujado hacia la superficie de impresión 11. Por otro lado, cuando se indica una fuerza negativa, esto provocará que el cabezal de impresión sea empujado lejos de la superficie de impresión 11. Cuando se provoca que fluya una corriente positiva en el electroimán, esto provoca que la fuerza generada se vuelva más negativa, y viceversa. Por supuesto, la dirección de la corriente y la fuerza se pueden invertir según se requiera.

Se puede considerar que las características ilustradas adoptan la forma de una "función de transferencia". Por ejemplo, para una posición dada del cabezal de impresión, se puede derivar una expresión que describa una relación entre la fuerza deseada f y la corriente requerida para generar una fuerza de este tipo de la forma $I = mf + c$, en donde los coeficientes m y c se almacenan en una tabla de consulta.

Se entenderá que las características particulares de fuerza-corriente-posición dependerán de la implementación particular y pueden, por ejemplo, obtenerse mediante estudios empíricos o modelado teórico según sea apropiado. Además, el efecto de las características de fuerza - corriente - posición se puede aplicar al sistema de control de formas que no sean las descritas anteriormente. Sin embargo, en términos generales, se entenderá que los datos de posición de cabezal de impresión (que pueden incluir datos de velocidad de cabezal de impresión) se pueden usar, junto con una señal de movimiento deseada, para generar una señal de control apropiada para el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión.

Como se ha hecho notar anteriormente, la salida del bloque de función de transferencia 143 es una señal de corriente objetivo lobjetivo. Esta señal se proporciona como entrada al bloque de control de corriente de electroimán 110. El bloque de control de corriente de electroimán 110 comprende un sumador de corriente objetivo 111, un bloque de control de corriente PID 112 que, en la realización ilustrada, comprende un bloque de ganancia 113 proporcional (que aplica una ganancia proporcional K_p -corriente) y un bloque de ganancia 114 derivativa (que aplica una ganancia derivativa K_d -corriente).

Las salidas de los dos bloques de ganancia 113, 114 se combinan en un bloque de sumador de ganancia de corriente 115 antes de pasar a un bloque de control de PWM 116. El bloque de control de PWM 116 genera una señal de PWM y una señal de dirección de la corriente para controlar la magnitud y dirección de la corriente que fluye dentro de la bobina 24. Las señales de PWM y de dirección se pasan a un accionador de puente en H 117 de tipo convencional, que comprende dispositivos de conmutación (no mostrados) dispuestos para conectar los terminales de la bobina 24 del electroimán 23 con una fuente de alimentación adecuada (no mostrada) con el fin de provocar que la magnitud deseada de corriente fluya en la dirección deseada. La corriente real que fluye en la bobina 24 del electroimán 23 es supervisada por un sensor de corriente 118, que genera una señal indicativa de la corriente de bobina real.

El sensor de corriente 118, puede comprender, por ejemplo, una resistencia de bajo valor (no mostrada) colocada en serie con el accionador de puente en H y la fuente de alimentación, y un monitor de voltaje (no mostrado) dispuesto para supervisar el voltaje desarrollado en la resistencia cuando la corriente fluye a través de la resistencia.

Esta señal de voltaje es digitalizada por un ADC 119 antes de pasarse al sumador de corriente objetivo 111 como una señal de corriente real lreal. El sumador de corriente objetivo 111 recibe la señal de corriente objetivo lobjetivo y la señal de corriente real digitalizada lreal y resta la señal de corriente real lreal de la señal de corriente objetivo lobjetivo para generar una señal de error de corriente lerror. Esto se pasa al bloque de control PID de corriente 112 y se procesa adicionalmente como se ha descrito anteriormente.

El uso de un controlador de corriente de lazo cerrado de este tipo permite que se mitigue el impacto de las señales de fuerza contraelectromotriz inducidas en el electroimán. Se entenderá que el movimiento relativo entre los diversos componentes del conjunto de cabezal de impresión 60 y, en particular, el movimiento del imán permanente 27 y el objetivo 26 a través del campo magnético creado por el electroimán 23 provocará que se induzca una señal de fuerza contraelectromotriz en el electroimán. Esta señal de fuerza contraelectromotriz puede tener el efecto de reducir la corriente que fluye a través de la bobina 24, lo que, a su vez, reduciría la magnitud de la fuerza generada por el electroimán 23. Sin embargo, con el fin de compensar este efecto, la señal de realimentación de corriente posibilita que el bloque de control de corriente 110 aumente la señal de voltaje (por ejemplo, provocando que el bloque de control de PWM 116 ajuste la señal de control de PWM) para superar la señal de fuerza contraelectromotriz.

Más generalmente, esta forma de control de corriente de lazo cerrado también permite que la fuerza de electroimán

se controle con precisión con el fin de entregar una fuerza controlable tanto durante los movimientos de cabezal de impresión hacia y lejos de la superficie de impresión 11 como durante la operación de impresión (por ejemplo, aumentando o disminuyendo la fuerza de impresión).

Además, el uso del control de corriente de lazo cerrado también permite que los cambios en la corriente de accionamiento de electroimán deseada (y, por lo tanto, la fuerza generada) se logren de una manera rápida y precisa. Se entenderá que la velocidad de cambio de la corriente que fluye dentro de la bobina 24 del electroimán 23 está limitada por la inductancia de la bobina. Sin embargo, al supervisar estrechamente la corriente de bobina real, es posible ajustar las señales de activación para optimizar la velocidad de cambio de la corriente.

Sin embargo, se entenderá que el control de lazo cerrado del conjunto de accionamiento de cabezal de impresión (usando realimentación de corriente, o realimentación de posición, o ambas) no es esencial. En particular, el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión descrito anteriormente se puede operar sin una o ambas de las formas de realimentación descritas anteriormente.

Por supuesto, se entenderá que algunos bloques de los controladores 110, 120 y 130 se pueden implementar como componente de hardware (por ejemplo, el sensor de corriente 118, el ADC 119) mientras que otros componentes se pueden implementar como rutinas de software que se ejecutan en un procesador (por ejemplo, una CPU o una FPGA). Estos componentes pueden formar conjuntamente parte del controlador 50.

Las comunicaciones entre diversos componentes del sistema en algunas realizaciones se describirán a continuación con más detalle con referencia a la figura 23. Por ejemplo, como se muestra esquemáticamente en la figura 23, el controlador 50 está conectado a los diversos componentes del conjunto de cabezal de impresión 60 a través de un cable de cinta flexible 71. Se ha descrito anteriormente que los componentes proporcionados sobre la placa 68 de circuito del cabezal de impresión y, en particular, el controlador de cabezal de impresión 67, se comunican con el controlador 50 a través del cable de cinta flexible 71 que se conecta a la placa 68 de circuito a través del conector 72. El cable de cinta 71 puede portar habitualmente señales relacionadas con las imágenes a imprimir por el cabezal de impresión 4. Además, como se ha descrito anteriormente con detalle con referencia a las figuras 17a y 17b, el controlador 50 recibe señales del sensor 61 (y el circuito de interfaz del sensor 69), que se proporcionan sobre la placa de circuito de cabezal de impresión 68 a través del cable de cinta flexible 71.

Sin embargo, en algunas realizaciones, el cable de cinta 71 también puede portar señales de control para el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 y, en particular, la bobina 24. Se pueden proporcionar hilos flexibles conectados a los terminales de la bobina 24 entre los terminales de la bobina 24 y la placa de circuito de cabezal de impresión 68, con una conexión realizada en la placa de circuito de cabezal de impresión 68 entre esos hilos e hilos proporcionados en los componentes del controlador 50 a través del cable de cinta flexible 71.

Como se ha descrito anteriormente, el controlador 50 también es operativo para controlar los motores 6, 7 para provocar que la cinta 2 avance entre los carretes 3, 5, y para provocar que el motor 17 provoque que el carro de cabezal de impresión 13 se mueva en una dirección paralela a la superficie de impresión 11.

Se ha observado que, en lugar de proporcionar conexiones separadas entre el controlador 50 (que está en una posición fija dentro de la carcasa de impresora - no mostrada) y cada uno del cabezal de impresión 4 y el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22, puede ser beneficioso proporcionar una única conexión al conjunto de cabezal de impresión 60, proporcionándose una conexión (flexible) adicional que son los componentes internos del conjunto de cabezal de impresión 60 (es decir, entre el cabezal de impresión 4 y el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22). Por lo tanto, el cabezal de impresión 4 puede estar dotado de un conector de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión para permitir que se realice esta conexión adicional.

Diversas operaciones de la impresora se han descrito anteriormente como provocadas por que se provoca que fluya corriente eléctrica en la bobina 24 del electroimán 23. Se puede considerar que tal corriente provoca que el electroimán quede activado. En este sentido, cuando se provoca que fluya una corriente de una magnitud y dirección particulares en la bobina 24, se puede considerar que el electroimán está en una primera condición de activación. De manera similar, cuando se provoca que fluya una corriente de una magnitud y/o dirección particulares diferentes en la bobina 24, se puede considerar que el electroimán está en una segunda condición de activación. Por lo tanto, en términos generales, en cualquier momento particular se puede provocar que el electroimán 23 esté en una de un número de condiciones de activación diferentes. Se hace notar que la ausencia de corriente fluyendo dentro de la bobina 24 se puede considerar una condición de activación.

La aplicación de una corriente de más 3 amperios a la bobina 24 con el fin de provocar que el cabezal de impresión 4 se mueva desde la primera configuración a la segunda configuración se puede considerar un ejemplo de que el electroimán 23 está en una primera condición de activación. De manera similar, la aplicación de una corriente de menos 3 amperios a la bobina 24 con el fin de provocar que el cabezal de impresión 4 se mueva desde la segunda configuración a la primera configuración se puede considerar un ejemplo de que el electroimán 23 está en una segunda condición de activación. Además, la aplicación de una corriente de más 1 amperio a la bobina 24 con el fin de provocar que el cabezal de impresión 4 presione contra la superficie de impresión 11 con una presión aumentada mientras está

en la segunda configuración se puede considerar un ejemplo de que el electroimán 23 está en una tercera condición de activación. Además, la no aplicación de corriente a la bobina 24, con el fin de provocar que el cabezal de impresión 4 permanezca en cualquiera que sea de la primera y la segunda configuraciones en la que esté este, se puede considerar que es un ejemplo de que el electroimán 23 está en una cuarta condición de activación. Se apreciará que hay un gran número de condiciones de activación posibles y que, al cambiar el electroimán entre varias de estas condiciones de activación, se puede lograr el control del cabezal de impresión 4.

Cuando se ha descrito anteriormente que se provoca que fluya una corriente de, por ejemplo, +3 amperios en la bobina 24, se apreciará que esta corriente se puede proporcionar de cualquier forma conveniente, mediante cualquier fuente de alimentación adecuada. Además, dada la naturaleza inductiva de la bobina 24, los cambios en la corriente no ocurrirán instantáneamente. En algunas realizaciones, se puede usar un suministro de voltaje modulado por anchura de pulsos para provocar que una corriente deseada fluya dentro de la bobina 24. Por ejemplo, se puede aplicar un voltaje fijo (por ejemplo, 24 V) a la bobina 24 de forma pulsada, con el ciclo de servicio de pulso (por ejemplo, la duración de cada pulso, en donde los pulsos se aplican a una frecuencia fija) haciéndose variar con el fin de asegurar que la corriente promedio que fluye dentro de la bobina es sustancialmente igual a la corriente deseada. Se apreciará que, cuando se describe que se aplica una corriente a la bobina, se quiere decir que se provoca que fluya una corriente dentro de la bobina. La forma de conseguirlo dependerá de la naturaleza de la fuente de alimentación. Además, la detección de corriente y la realimentación se pueden usar para controlar la fuente de alimentación, con el fin de lograr una corriente deseada (con el fin de lograr una condición de activación deseada). La fuente de alimentación se puede operar bajo el control del controlador 50.

Aunque se ha descrito anteriormente que se puede usar una fuerza de impresión de aproximadamente 1,2 kgf en una realización particular, se entenderá que la fuerza de impresión óptima puede ser diferente en diferentes realizaciones, y que el control de la fuerza de impresión puede tener un efecto significativo en la calidad de impresión. También se apreciará que el rozamiento entre el cabezal de impresión 4 y la cinta 2 puede afectar a la fuerza de impresión generada. En particular, para una fuerza predeterminada generada por el resorte 28, se pueden generar diferentes fuerzas entre el cabezal de impresión 4 y la superficie de impresión 11 basándose en la geometría y las propiedades de los materiales.

La figura 24 ilustra algunas de las fuerzas que actúan sobre el cabezal de impresión 4 cuando este interacciona con la superficie de impresión 11. Una fuerza F_m es generada sobre el cabezal de impresión 4 por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 (fuerza que puede ser generada, por ejemplo, por el resorte 28 y/o el electroimán 23). Esta fuerza actúa a lo largo de una línea mostrada por la flecha F_m , que es perpendicular al brazo de soporte 21, y coincide con el eje A2 que se halla a lo largo del centro del objetivo 26.

Cuando una fuerza de impresión es ejercida por el cabezal de impresión 4 sobre la superficie de impresión 11, una fuerza de impresión de reacción igual y opuesta F_p es generada por la superficie de impresión 11. En la figura 24 solo se muestra esta fuerza de reacción. La fuerza de impresión F_p es normal a la superficie de la superficie de impresión 11 en el punto de contacto entre el cabezal de impresión 4 y la superficie de impresión 11.

Dada la naturaleza dinámica del contacto entre el cabezal de impresión 4 y la superficie de impresión 11, y la cinta 2 y el sustrato 10 dispuestos entre los mismos, también se genera una fuerza de rozamiento F_f . Es decir, durante la impresión intermitente, el cabezal de impresión 4 se mueve con respecto a la cinta 2 (o viceversa en la impresión continua) en una dirección indicada por la flecha G. La fuerza de rozamiento F_f actúa en una dirección opuesta a la dirección de movimiento de impresión, y es proporcional a la fuerza de impresión F_p , con una constante de proporcionalidad igual al coeficiente de rozamiento μ entre el cabezal de impresión y la superficie contra la que se mueve este. Es decir, la fuerza de rozamiento está relacionada con la fuerza de impresión como se muestra en la ecuación 2:

$$F_f = \mu F_p \quad (2)$$

Además, aplicando el equilibrio de momentos a las fuerzas que actúan sobre el cabezal de impresión 4 alrededor del pivote 14, se puede entender que la acción de la fuerza de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión F_m , que actúa a un radio r desde el pivote 14 en el sentido contrario a las agujas del reloj, se ha de equilibrar mediante la suma de las fuerzas que actúan sobre el cabezal de impresión en el sentido de las agujas del reloj alrededor del pivote 14. Esas fuerzas son la fuerza de impresión F_p , que actúa a una distancia x del pivote 14, y la fuerza de rozamiento F_f , que actúa a una distancia y del pivote 14. Estas fuerzas se pueden equiparar de acuerdo con la ecuación 3:

$$F_m r = F_p x + F_f y \quad (3),$$

Sustituyendo F_f usando la ecuación 2:

$$F_m r = F_p x + \mu F_p y \quad (4),$$

Que se puede reorganizar como sigue:

$$F_m r = F_p(x + \mu y) \quad (5),$$

Reorganizando para F_p :

$$F_p = \frac{F_m r}{x + \mu y} \quad (6)$$

Por lo tanto, se puede determinar la relación entre la fuerza F_m generada por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22 y la fuerza de impresión F_p , permitiendo tener en cuenta el rozamiento y la geometría del sistema cuando se seleccionan componentes apropiados y se determina la corriente apropiada con la que accionar el electroimán. El controlador 50 puede procesar adicionalmente información que indica el rozamiento de la cinta 2 contra la que presiona el cabezal de impresión 4 y usar esta información para determinar la fuerza requerida a generar por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22. Por supuesto, cuando no hay presente cinta alguna (por ejemplo, en una impresora térmica directa), se puede tener en cuenta el rozamiento entre el cabezal de impresión y el sustrato (en lugar de la cinta).

En algunas partes de la descripción anterior, se ha hecho referencia a un campo magnético que tiene polos norte y sur. Por supuesto, se apreciará que los campos magnéticos descritos se pueden disponer de manera diferente, de tal manera que cada polo norte sea sustituido por un polo sur y viceversa. De manera similar, cuando se hace referencia a corrientes positivas y negativas, se apreciará que se puede provocar que las corrientes fluyan en una dirección diferente a la descrita.

En algunas partes de la descripción anterior, se ha hecho referencia a la fuerza de impresión. Cuando la superficie contra la que presiona el cabezal de impresión tiene un área constante, se apreciará que la fuerza y la presión generadas como resultado de esa fuerza son directamente proporcionales, de tal manera que la presión se puede definir en la práctica en términos de la fuerza aplicada. Sin embargo, la presión aplicada dependerá de la anchura de la superficie de impresión 11 (es decir, la dimensión que se extiende en el plano del papel en la figura 2) contra la cual el cabezal de impresión 4 aplica presión. La presión - para una fuerza dada generada por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22, es mayor cuanto más estrecha es la superficie de impresión 11, y así es también el grado de compresión de la superficie de impresión 11, y viceversa. La impresora puede prever varias posiciones de montaje para el cabezal de impresión 4 y la capacidad de variar la anchura del cabezal de impresión 4 o la superficie de impresión 11. En este sentido, el controlador 50 puede procesar adicionalmente información que indica la anchura de la superficie de impresión 11 contra la que presiona el cabezal de impresión 4 y usar esta información de anchura para determinar la fuerza requerida a generar por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión 22.

En la descripción anterior se ha descrito un controlador 50. Por supuesto, se apreciará que las funciones atribuidas al controlador 50 pueden ser llevadas a cabo por un único controlador (por ejemplo, como se muestra en la figura 23) o por controladores separados. Se apreciará además que un controlador puede, en sí mismo, ser proporcionado por un único dispositivo controlador o por una pluralidad de dispositivos controladores. Cada dispositivo controlador puede adoptar cualquier forma adecuada, incluidos ASIC, FPGA o microcontroladores que lean y ejecutan instrucciones almacenadas en una memoria a la que está conectado el controlador.

Aunque las realizaciones de la invención descritas anteriormente se refieren generalmente a la impresión por transferencia térmica, se apreciará que, en algunas realizaciones, las técnicas descritas en el presente documento se pueden aplicar a otras formas de impresión, tales como, por ejemplo, la impresión térmica directa. En tales realizaciones no se requiere cinta portadora de tinta alguna y un cabezal de impresión se activa cuando está en contacto directo con un sustrato térmicamente sensible (por ejemplo, un papel sensibilizado térmicamente) con el fin de crear una marca sobre el sustrato. Por supuesto, se apreciará que, en tales realizaciones, se pueden hacer, según se requiera, ajustes en el funcionamiento de las realizaciones descritas en el presente documento para dar cabida a un cambio de este tipo.

Aunque se han descrito anteriormente diversas realizaciones de la invención, se apreciará que se pueden hacer modificaciones a esas realizaciones sin apartarse del alcance de la presente invención como se define en las reivindicaciones adjuntas. Además, se apreciará que diversas realizaciones y alternativas descritas en el presente documento se pueden usar en combinación con otras alternativas y realizaciones cuando sea apropiado.

REIVINDICACIONES

1. Una impresora (1) que comprende:

un cabezal de impresión (4) configurado para provocar selectivamente que se cree una marca sobre un sustrato (10) proporcionado adyacente a la impresora, teniendo el cabezal de impresión una primera configuración en la que el cabezal de impresión está separado de la superficie de impresión (11) y una segunda configuración en la que el cabezal de impresión está configurado para presionar el sustrato contra una superficie de impresión durante una operación de impresión; y

un conjunto de accionamiento de cabezal de impresión (22) configurado para provocar el movimiento del cabezal de impresión hacia y lejos de la superficie de impresión entre la primera y la segunda configuraciones, comprendiendo el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión un imán permanente (27) y un electroimán (23);

caracterizada por que

cuando el electroimán está en una primera condición, se genera una fuerza magnética de atracción entre el imán permanente y el electroimán y, cuando el electroimán está en una segunda condición, se genera una fuerza magnética de repulsión entre el imán permanente y el electroimán, estando configuradas cada una de dichas fuerzas magnéticas de atracción y de repulsión para empujar el cabezal de impresión lejos de y hacia la superficie de impresión; y

el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión está configurado de tal manera que, cuando el cabezal de impresión está en cada una de la primera y la segunda configuraciones, este es retenido en esa configuración por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión cuando el electroimán está en la primera condición, siendo retenido el cabezal de impresión en una de la primera y la segunda configuraciones por dicha fuerza magnética de atracción generada entre el imán permanente y el electroimán.

2. Una impresora de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión (22) comprende además un elemento de solitación elástico (28), estando retenido el cabezal de impresión en la otra de la primera y la segunda configuraciones por una fuerza generada por el elemento de solitación elástico.

3. Una impresora de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde:

en la primera condición, el electroimán (23) está desactivado y el imán permanente (27) está configurado para provocar que se genere una fuerza de atracción entre el imán permanente (27) y el electroimán (23);

y/o

en la segunda condición, el electroimán (23) está activado en una primera dirección, de tal manera que se genera una fuerza de repulsión entre el imán permanente (27) y el electroimán (23);

y/o

en una tercera condición, el electroimán (23) está activado en una segunda dirección, de tal manera que se genera una segunda fuerza de atracción entre el imán permanente (27) y el electroimán (23).

4. Una impresora de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión (22) está configurado para provocar que el cabezal de impresión (4) presione contra la superficie de impresión durante una operación de impresión y, opcionalmente:

en donde el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión está configurado para provocar que el cabezal de impresión presione contra la superficie de impresión (11) durante una operación de impresión con una fuerza de impresión, y además, opcionalmente:

en donde:

la fuerza de impresión es generada al menos parcialmente por un elemento de solitación elástico (28); y/o

la fuerza de impresión es generada, al menos parcialmente, por una fuerza magnética.

5. Una impresora de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde:

el cabezal de impresión (4) es empujado en una dirección lejos de la superficie de impresión por una fuerza magnética;

y/o

el cabezal de impresión (4) es empujado en una dirección lejos de la superficie de impresión por una fuerza magnética generada al menos parcialmente por el imán permanente (27);

y/o

el cabezal de impresión (4) es empujado hacia la primera configuración por el imán permanente (27);

y/o

el cabezal de impresión es empujado hacia la segunda configuración por un elemento de solitación elástico.

6. Una impresora de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la primera y la segunda configuraciones son configuraciones estables y, opcionalmente:

en donde el cabezal de impresión (4) es empujado hacia la primera configuración por el imán permanente (27), y el

cabezal de impresión es empujado hacia la segunda configuración por un elemento de sollicitación elástico (28), y además, en donde:

- 5 cuando el cabezal de impresión está en la segunda configuración, la fuerza de empuje generada por el elemento de sollicitación elástico (28) es mayor que la fuerza de empuje generada por el imán permanente (27); y
cuando el cabezal de impresión está en la primera configuración, la fuerza de empuje generada por el imán permanente (27) es mayor que la fuerza de empuje generada por el elemento de sollicitación elástico (28).

10 7. Una impresora de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde:

- cuando el cabezal de impresión (4) está en la primera configuración, se provoca que el cabezal de impresión se mueva hacia la segunda configuración debido a una fuerza magnética generada por el electroimán (23);
y/o
15 cuando el cabezal de impresión (4) está en la segunda configuración, se provoca que el cabezal de impresión se mueva hacia la primera configuración debido a una fuerza generada por el electroimán (23).

8. Una impresora de acuerdo con la reivindicación 4 o cualquier reivindicación dependiente de la misma, en donde la fuerza de impresión comprende una primera componente de fuerza generada por un elemento de sollicitación elástico (28) y una segunda componente de fuerza generada por el electroimán (23); y opcionalmente en donde:

- la primera componente de fuerza comprende una componente fija;
y/o
25 la segunda componente de fuerza comprende una componente variable, y además, opcionalmente en donde la magnitud de la segunda componente de fuerza varía basándose en la magnitud de la corriente suministrada al electroimán (23).

9. Una impresora de acuerdo con cualquier reivindicación anterior:

- 30 en donde se controla el electroimán (23) con el fin de controlar una fuerza de impacto del cabezal de impresión (4) con la superficie de impresión (11);
y/o
en donde se controla el electroimán (23) basándose en una posición del cabezal de impresión (4);
y/o
35 en donde se controla el electroimán (23) basándose en datos de posición de cabezal de impresión;
y/o
que comprende además un sensor de posición de cabezal de impresión (61) configurado para generar una señal de posición de cabezal de impresión, siendo controlado el electroimán (23) basándose en dicha señal de posición de cabezal de impresión y, opcionalmente, en donde el sensor es un sensor óptico.

40 10. Una impresora de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además un controlador (100) dispuesto para controlar el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión (22), en donde:

- 45 la impresora comprende además un sensor de posición de cabezal de impresión (61) configurado para generar una señal de posición de cabezal de impresión, y el controlador está configurado para recibir la señal de posición de cabezal de impresión y para generar una señal de control para dicho conjunto de accionamiento de cabezal de impresión basándose en dicha señal de posición de cabezal de impresión, y opcionalmente el controlador está dispuesto además para recibir una posición de cabezal de impresión objetivo y para generar una señal de control para dicho conjunto de accionamiento de cabezal de impresión basándose en dicha posición de cabezal de impresión objetivo;
50 y/o
el controlador (100) está dispuesto para generar datos indicativos de una fuerza de salida objetivo a generar por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión, y opcionalmente el controlador está dispuesto para generar datos indicativos de una corriente de electroimán objetivo basándose en dicha fuerza de salida objetivo y, además,
55 opcionalmente dicho controlador está dispuesto además para generar dichos datos indicativos de una corriente de electroimán objetivo basándose en dichos datos de posición de cabezal de impresión;
y/o
dicho controlador (100) está dispuesto para generar datos indicativos de una corriente de electroimán objetivo basándose en datos de referencia indicativos de una relación entre una corriente de electroimán, una posición de
60 cabezal de impresión y una fuerza de salida de conjunto de accionamiento de cabezal de impresión.

11. Una impresora de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además un sensor de corriente (118) configurado para generar una salida indicativa de una corriente real que fluye en dicho electroimán y, opcionalmente:
65 que comprende además un controlador (100) dispuesto para controlar el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión (22), en donde el controlador está dispuesto para generar una señal de control de conjunto de accionamiento

de cabezal de impresión basándose en dichos datos indicativos de una corriente de electroimán objetivo y datos indicativos de una corriente de electroimán real.

12. Una impresora de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la impresora es una impresora térmica y en donde el cabezal de impresión está configurado para activarse selectivamente con el fin de generar calor que provoca que se cree la marca sobre el sustrato (10) y, opcionalmente:

en donde la impresora es una impresora de transferencia térmica, y el cabezal de impresión está configurado para ser activado selectivamente con el fin de provocar que la tinta se transfiera desde una cinta portadora de tinta (2) al sustrato con el fin de provocar que se cree la marca sobre el sustrato.

13. Un controlador (100) para una impresora (1), comprendiendo la impresora:

un cabezal de impresión (4) configurado para provocar selectivamente que se cree una marca sobre un sustrato (10) proporcionado adyacente a la impresora (1), teniendo el cabezal de impresión una primera configuración en la que el cabezal de impresión está separado de una superficie de impresión (11) y una segunda configuración en la que el cabezal de impresión está configurado para presionar el sustrato contra la superficie de impresión durante una operación de impresión; y

un conjunto de accionamiento de cabezal de impresión (22) configurado para provocar el movimiento del cabezal de impresión hacia y lejos de la superficie de impresión entre la primera y la segunda configuraciones, comprendiendo el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión un imán permanente (27) y un electroimán (23), en donde:

cuando el electroimán está en una primera condición, se genera una fuerza magnética de atracción entre el imán permanente y el electroimán y, cuando el electroimán está en una segunda condición, se genera una fuerza magnética de repulsión entre el imán permanente y el electroimán, estando configuradas cada una de dichas fuerzas magnéticas de atracción y de repulsión para empujar el cabezal de impresión lejos de y hacia la superficie de impresión; y

el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión está configurado de tal manera que, cuando el cabezal de impresión está en cada una de la primera y la segunda configuraciones, este es retenido en esa configuración por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión cuando el electroimán está en la primera condición, siendo retenido el cabezal de impresión en una de la primera y la segunda configuraciones por dicha fuerza magnética de atracción generada entre el imán permanente y el electroimán;

estando configurado el controlador (100) para controlar una condición de activación del electroimán (23) con el fin de provocar que el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión provoque el movimiento del cabezal de impresión hacia y lejos de la superficie de impresión (11); y para provocar que el cabezal de impresión se retenga en cada una de la primera y la segunda configuraciones.

14. Un método para controlar un conjunto de accionamiento de cabezal de impresión (22) de una impresora (1), comprendiendo la impresora:

un cabezal de impresión (4) configurado para provocar selectivamente que se cree una marca sobre un sustrato (10) proporcionado adyacente a la impresora, teniendo el cabezal de impresión una primera configuración en la que el cabezal de impresión está separado de una superficie de impresión (11), y una segunda configuración en la que el cabezal de impresión está configurado para presionar un sustrato contra la superficie de impresión durante una operación de impresión, estando configurado dicho conjunto de accionamiento de cabezal de impresión para provocar el movimiento del cabezal de impresión hacia y lejos de una superficie de impresión entre la primera y la segunda configuraciones, comprendiendo el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión un imán permanente (27) y un electroimán (23) y estando configurado de tal manera que:

cuando el electroimán está en una primera condición, se genera una fuerza magnética de atracción entre el imán permanente y el electroimán y, cuando el electroimán está en una segunda condición, se genera una fuerza magnética de repulsión entre el imán permanente y el electroimán, estando configuradas cada una de dichas fuerzas magnéticas de atracción y de repulsión para empujar el cabezal de impresión lejos de y hacia la superficie de impresión; y

cuando el cabezal de impresión está en cada una de la primera y la segunda configuraciones, este es retenido en esa configuración por el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión cuando el electroimán está en la primera condición, siendo retenido el cabezal de impresión en una de la primera y la segunda configuraciones por dicha fuerza magnética de atracción generada entre el imán permanente (27) y el electroimán (23); comprendiendo el método:

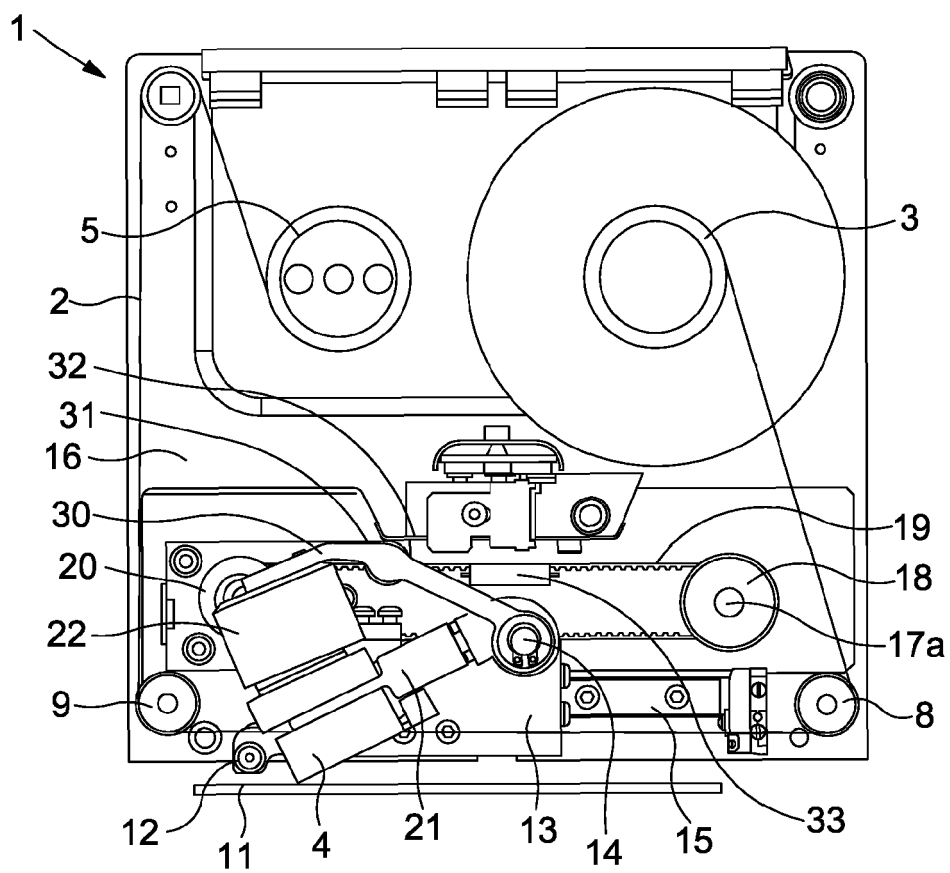
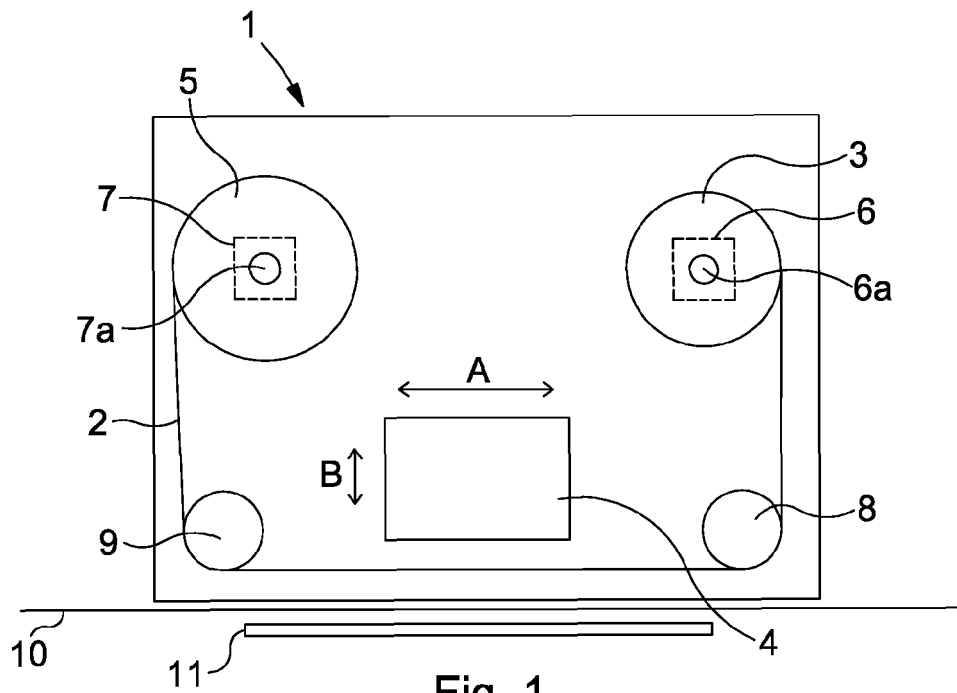
controlar una condición de activación del electroimán con el fin de provocar que el conjunto de accionamiento de cabezal de impresión provoque el movimiento del cabezal de impresión hacia y lejos de la superficie de impresión;

controlar dicha condición de activación del electroimán con el fin de provocar que el cabezal de impresión se retenga en cada una de la primera y la segunda configuraciones; y

controlar dicha condición de activación del electroimán para provocar que el cabezal de impresión presione el sustrato contra la superficie de impresión durante una operación de impresión.

15. Un medio legible por ordenador que porta un programa informático que comprende instrucciones legibles por ordenador, **caracterizado por que** las instrucciones legibles por ordenador están dispuestas para provocar que una impresora realice un método de acuerdo con la reivindicación 14.

5



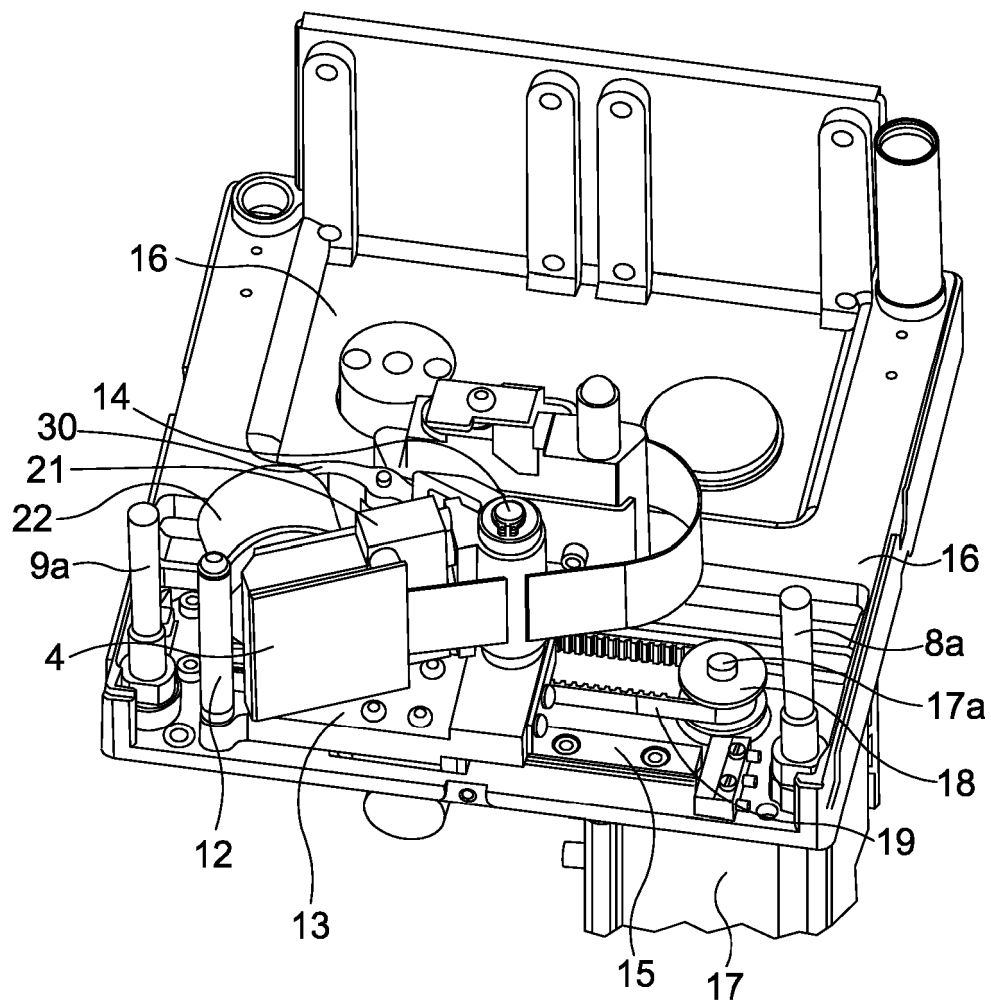
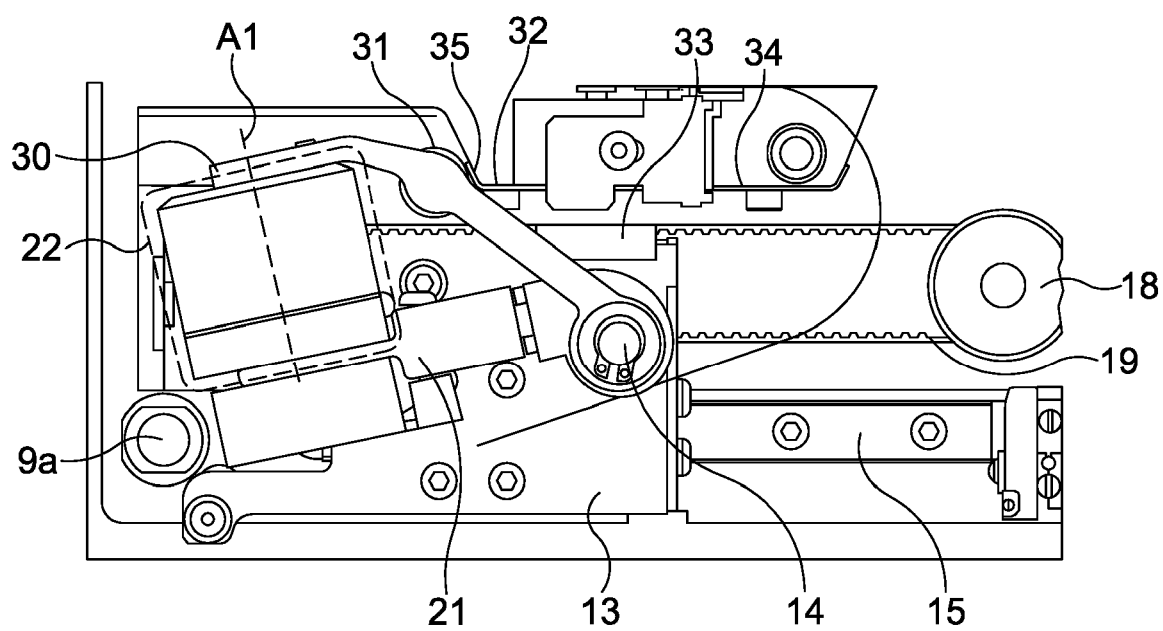


Fig. 3



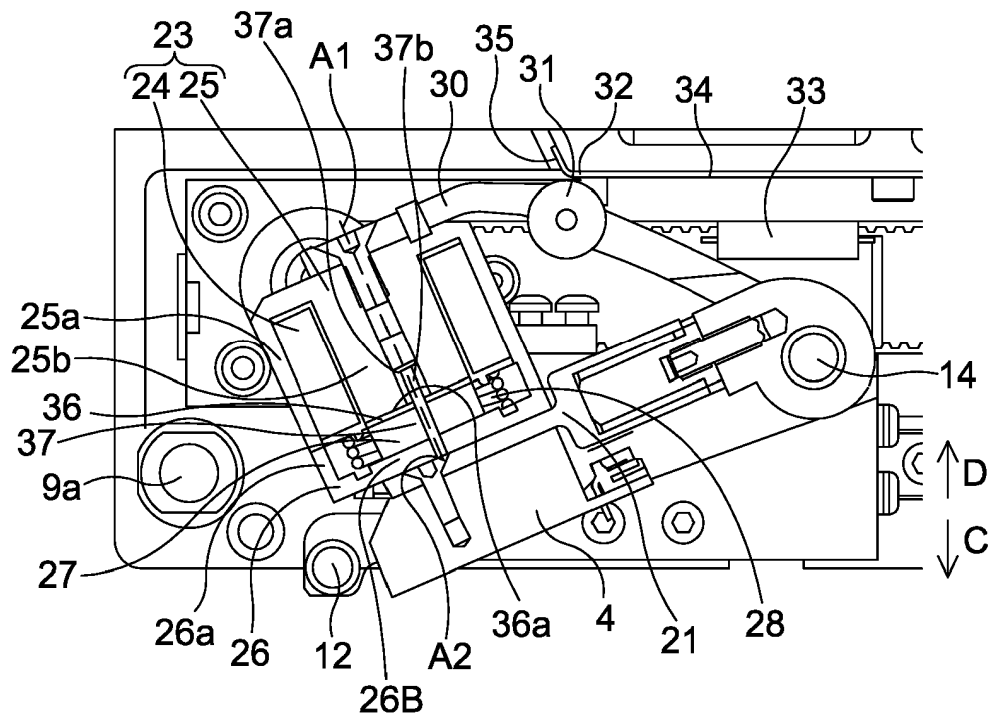


Fig. 5a

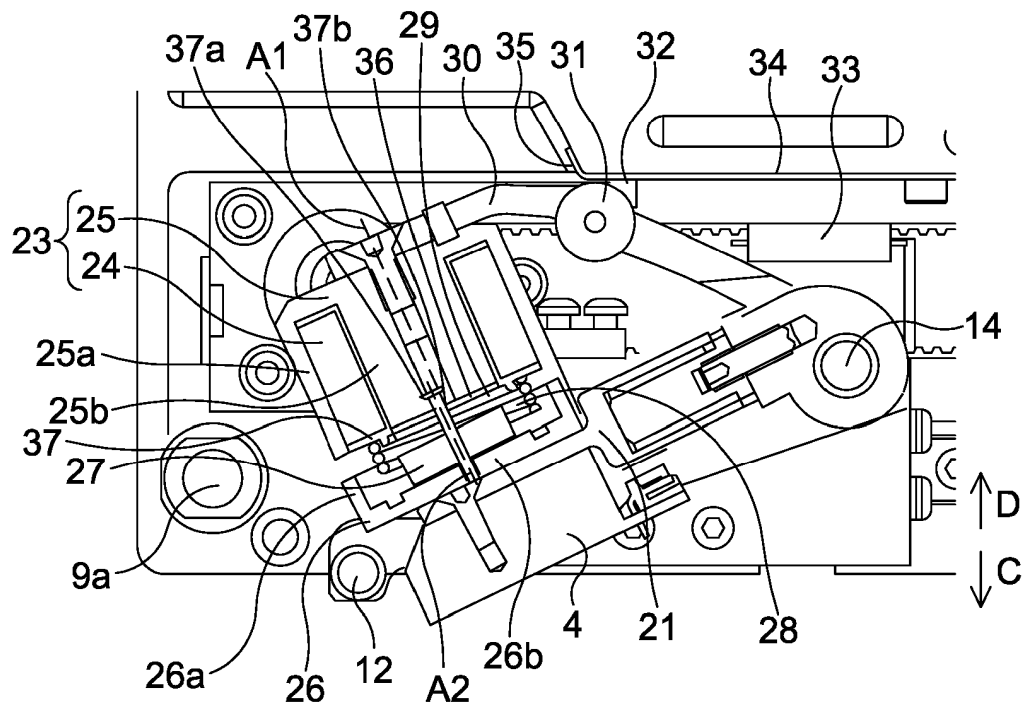


Fig. 5b

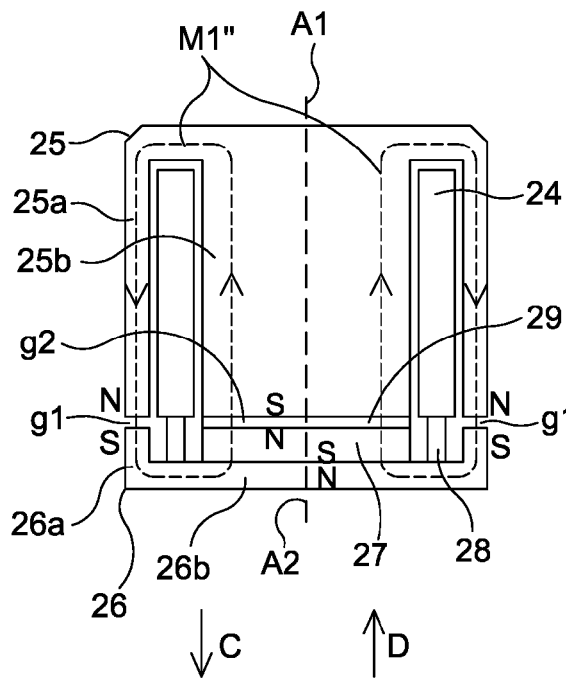


Fig. 6a

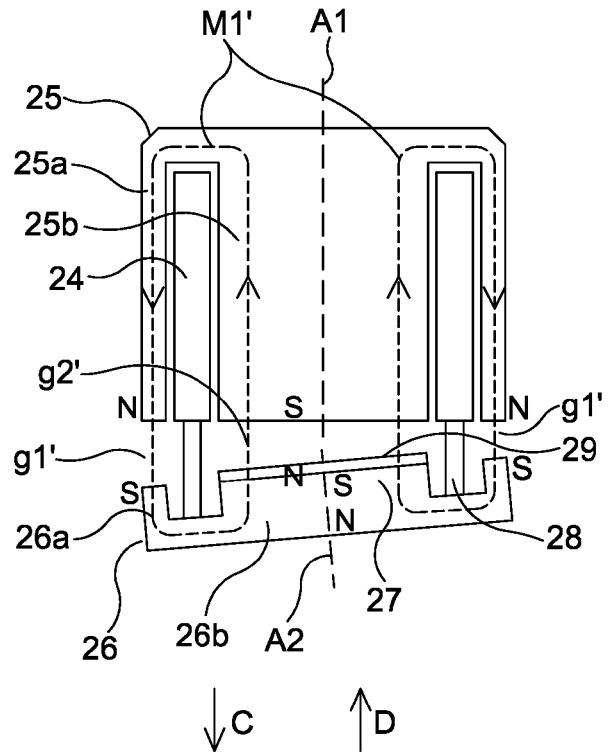


Fig. 6b

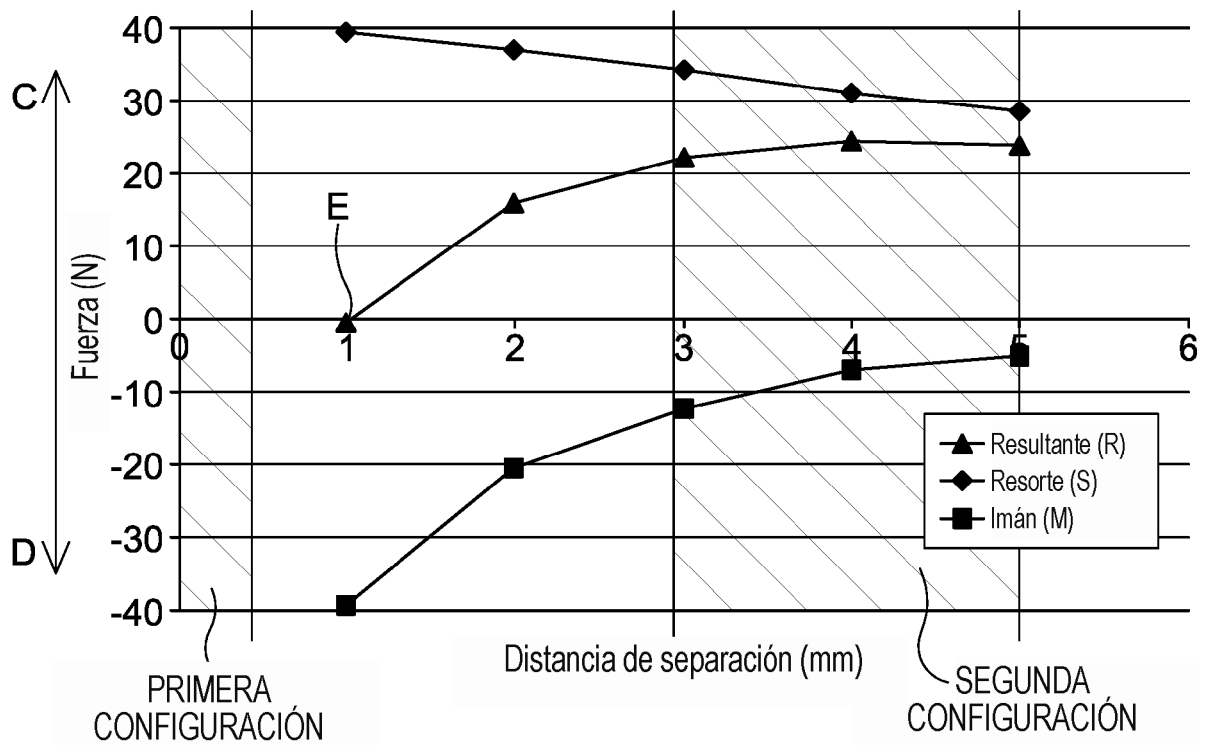


Fig. 7

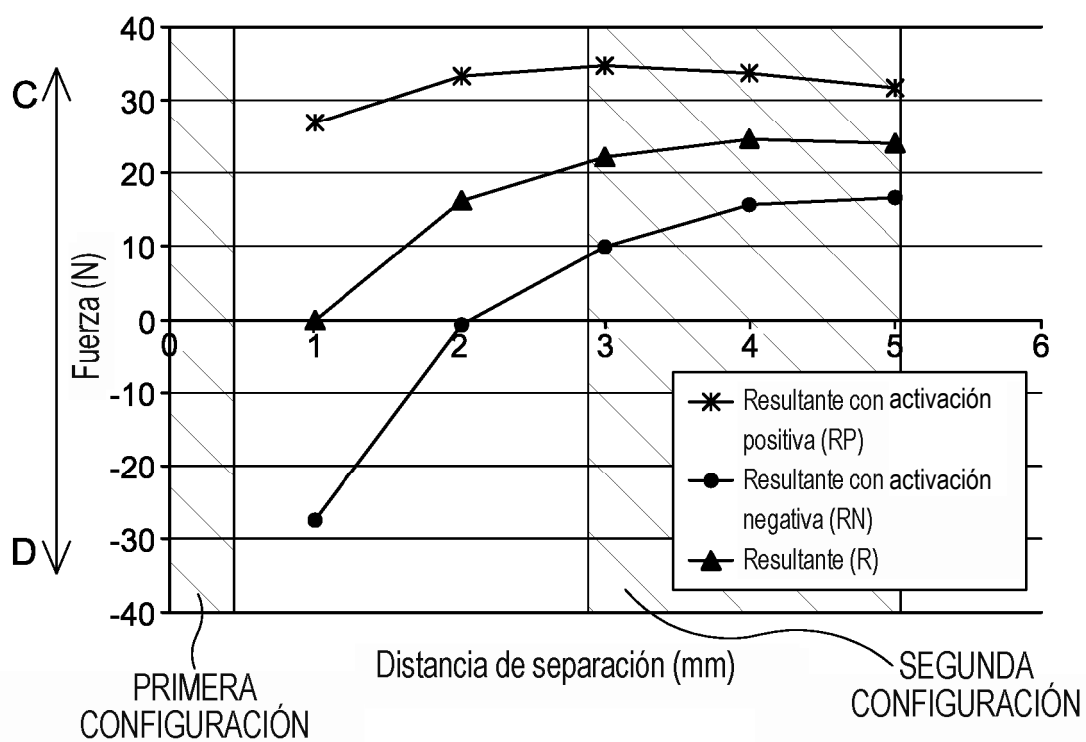
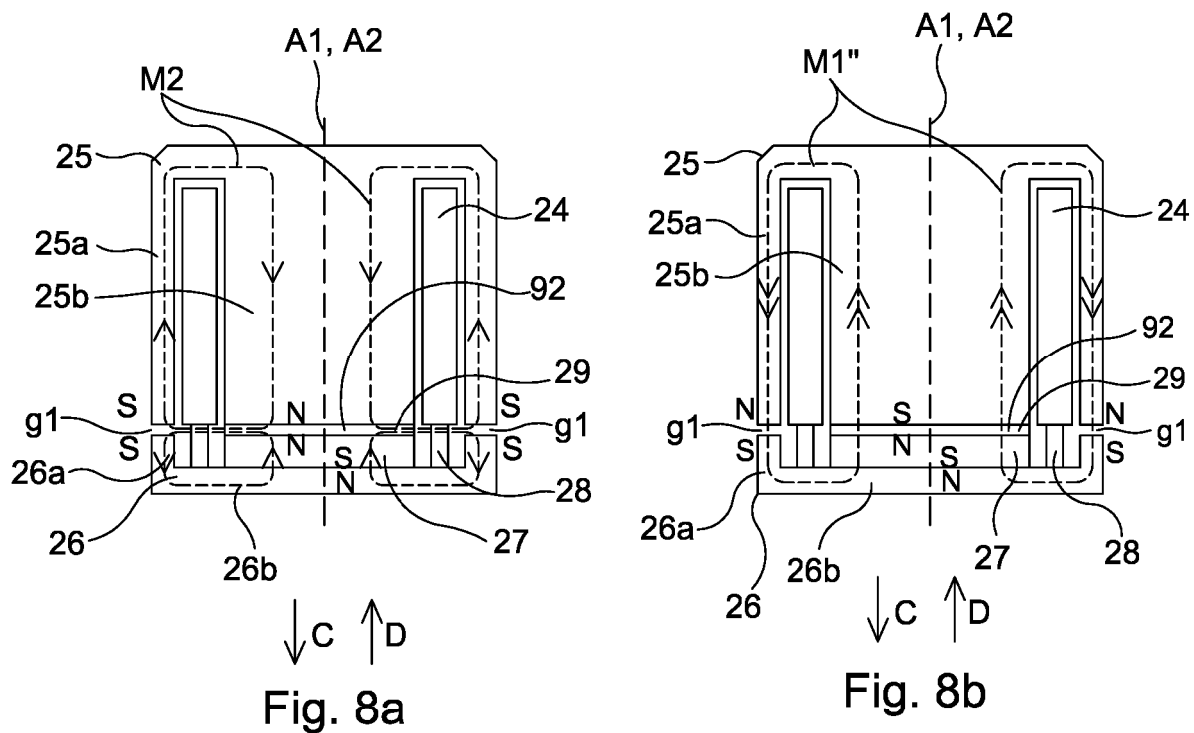


Fig. 9

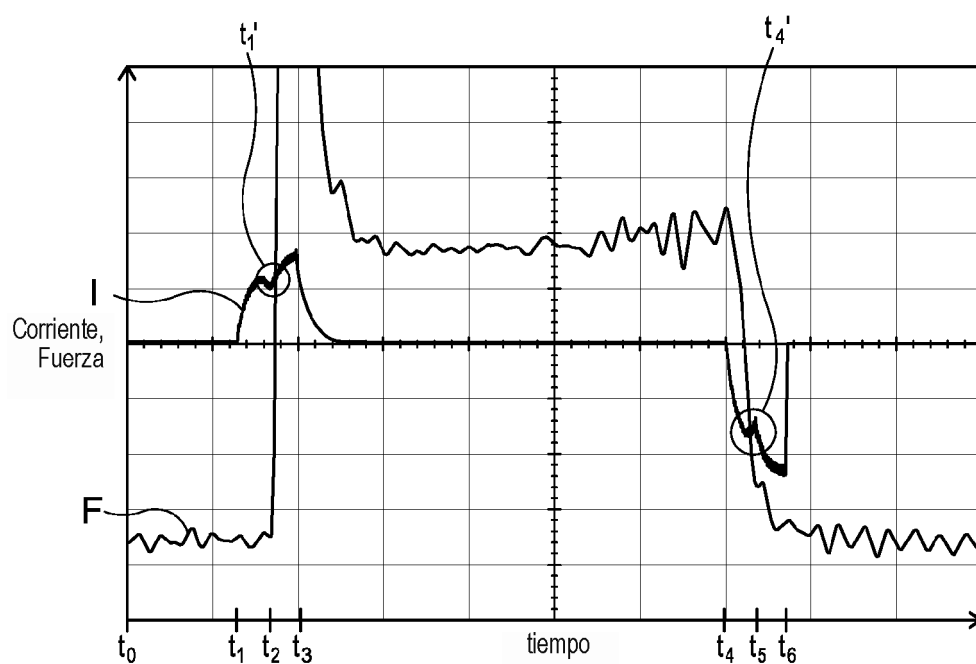


Fig. 10

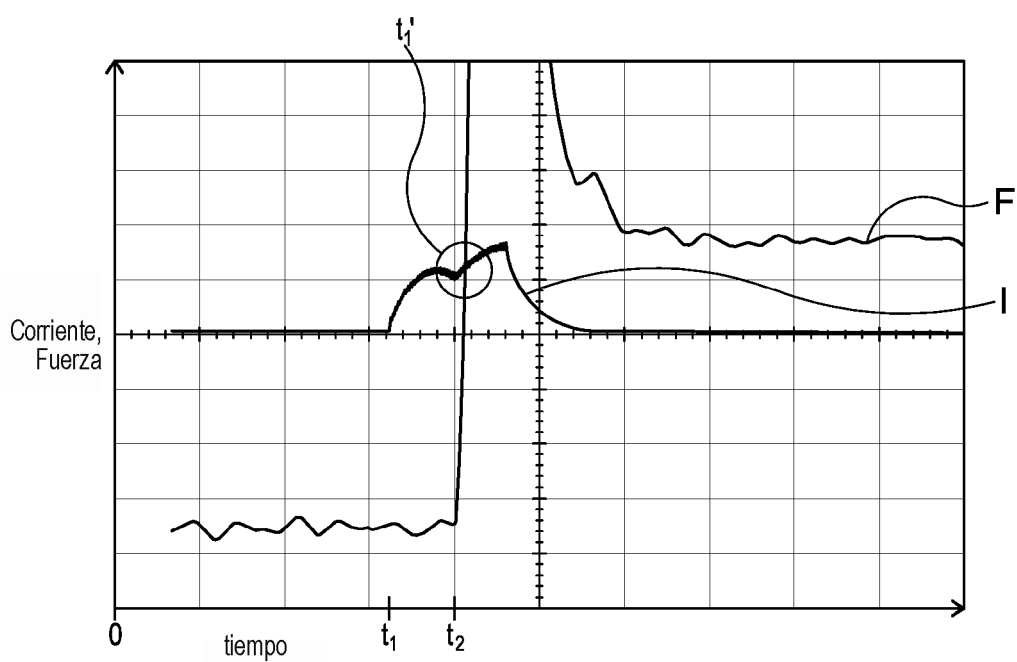


Fig. 11

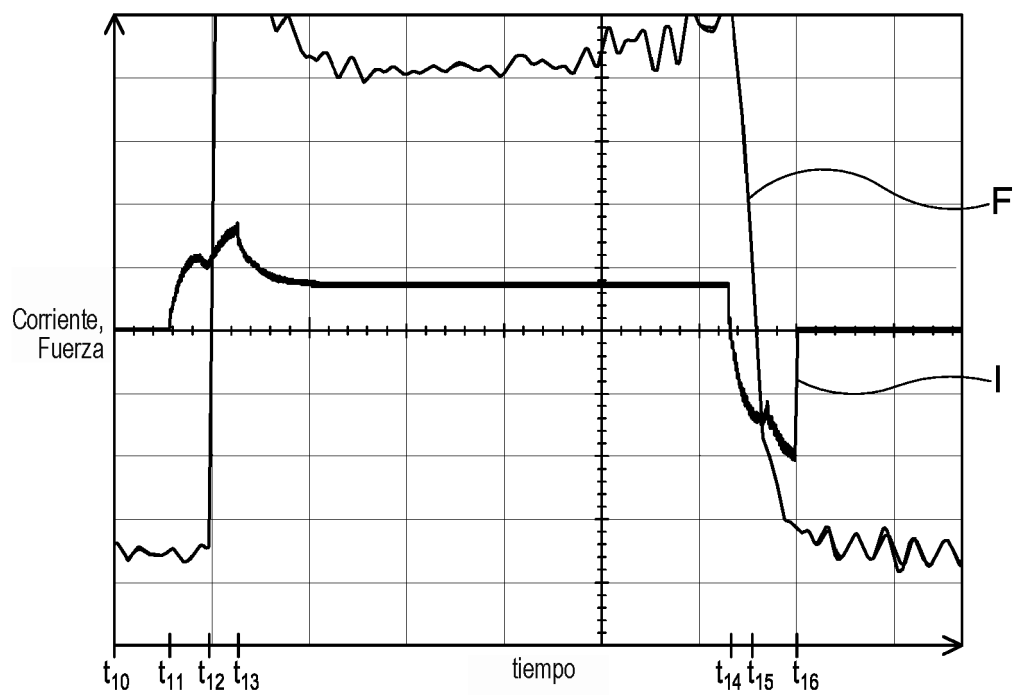


Fig. 12

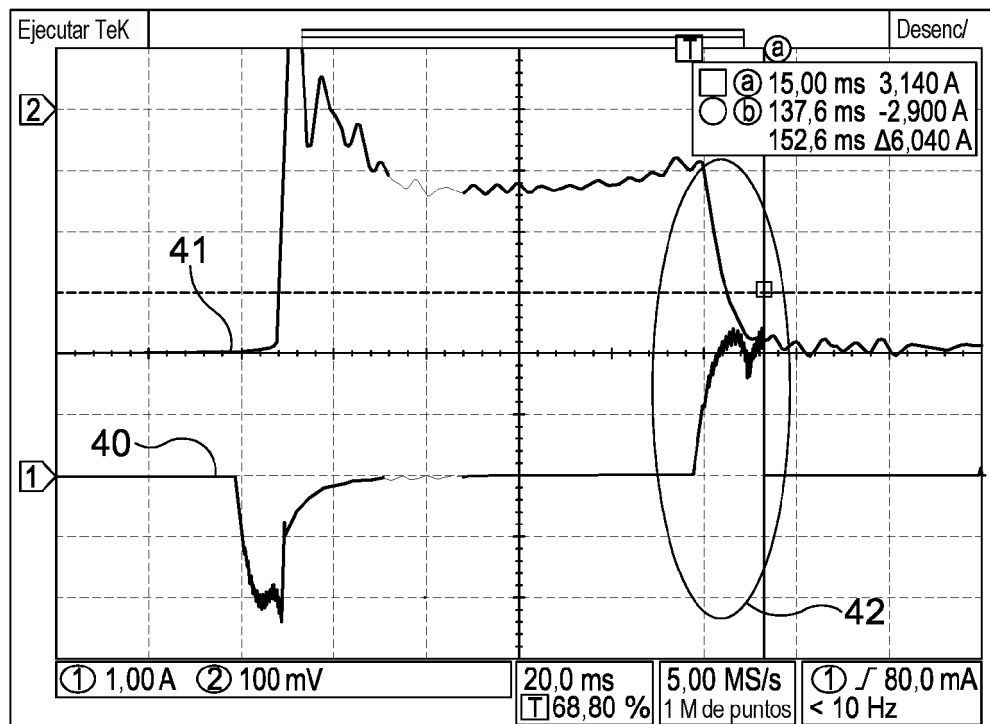


Fig. 13

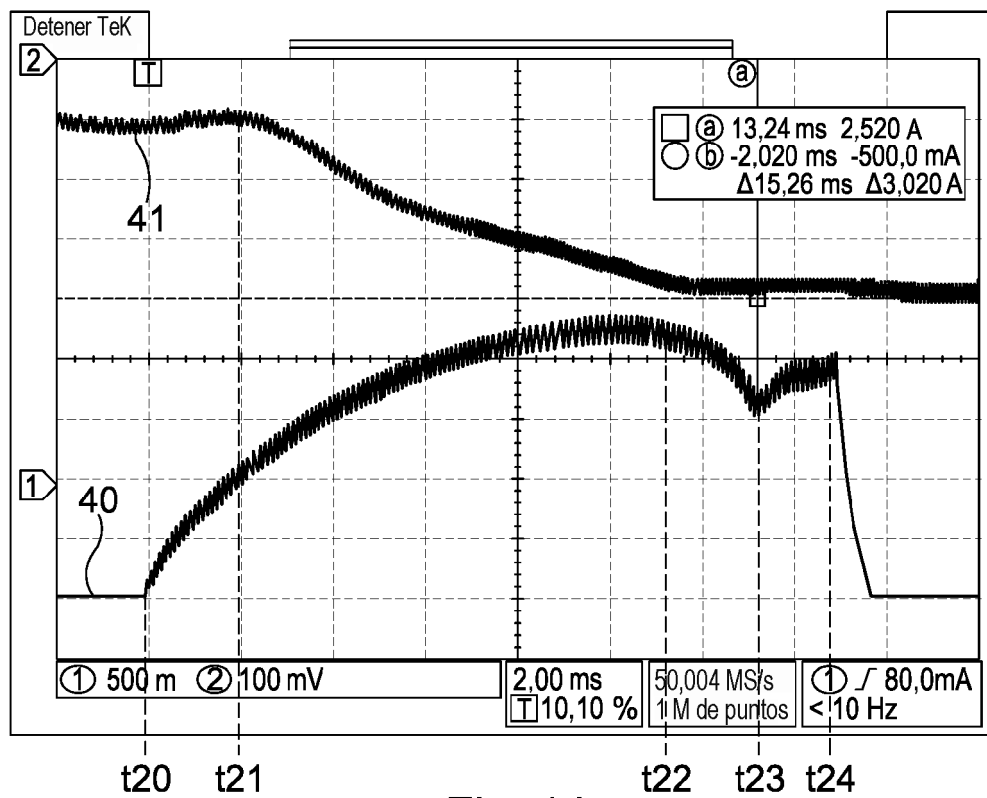


Fig. 14

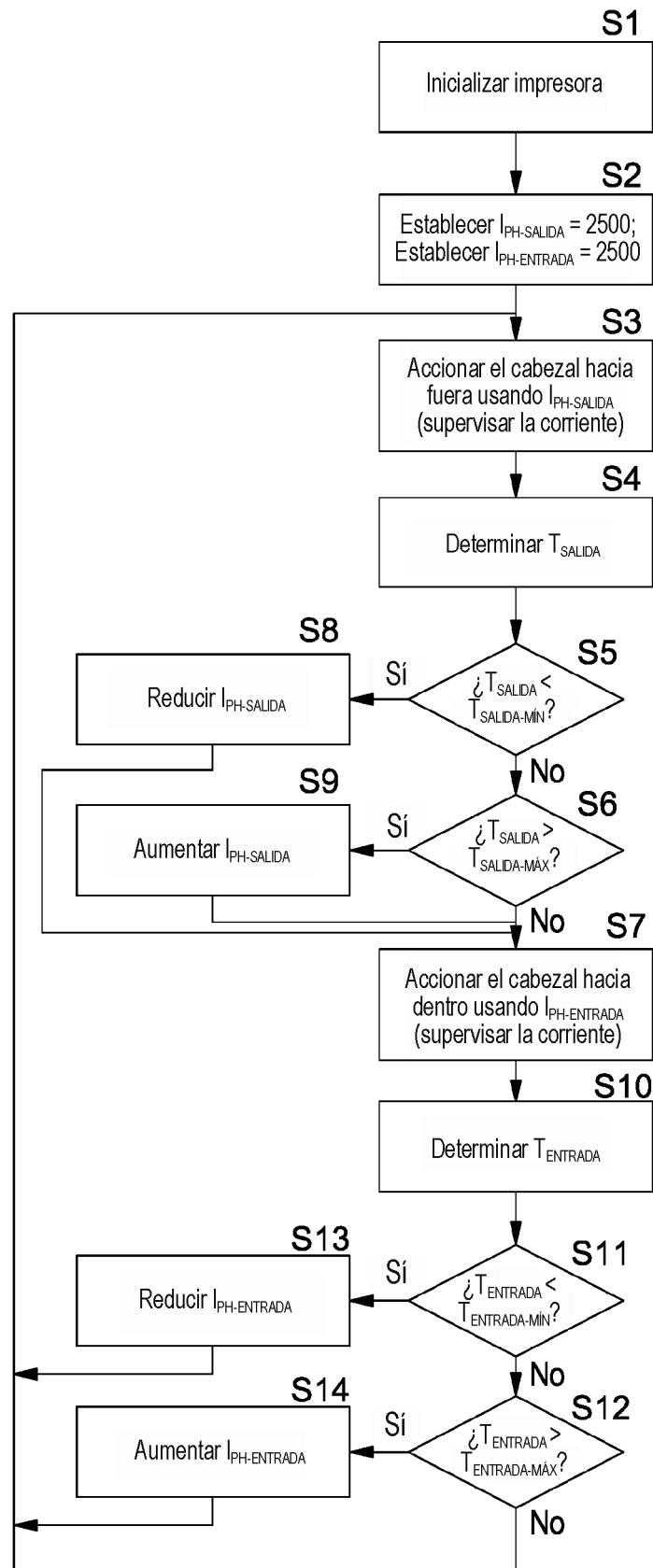
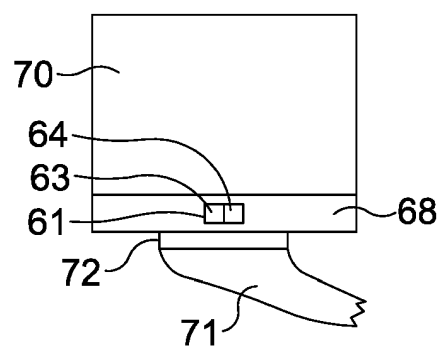
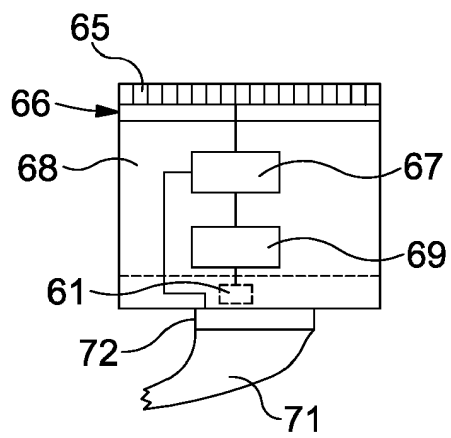
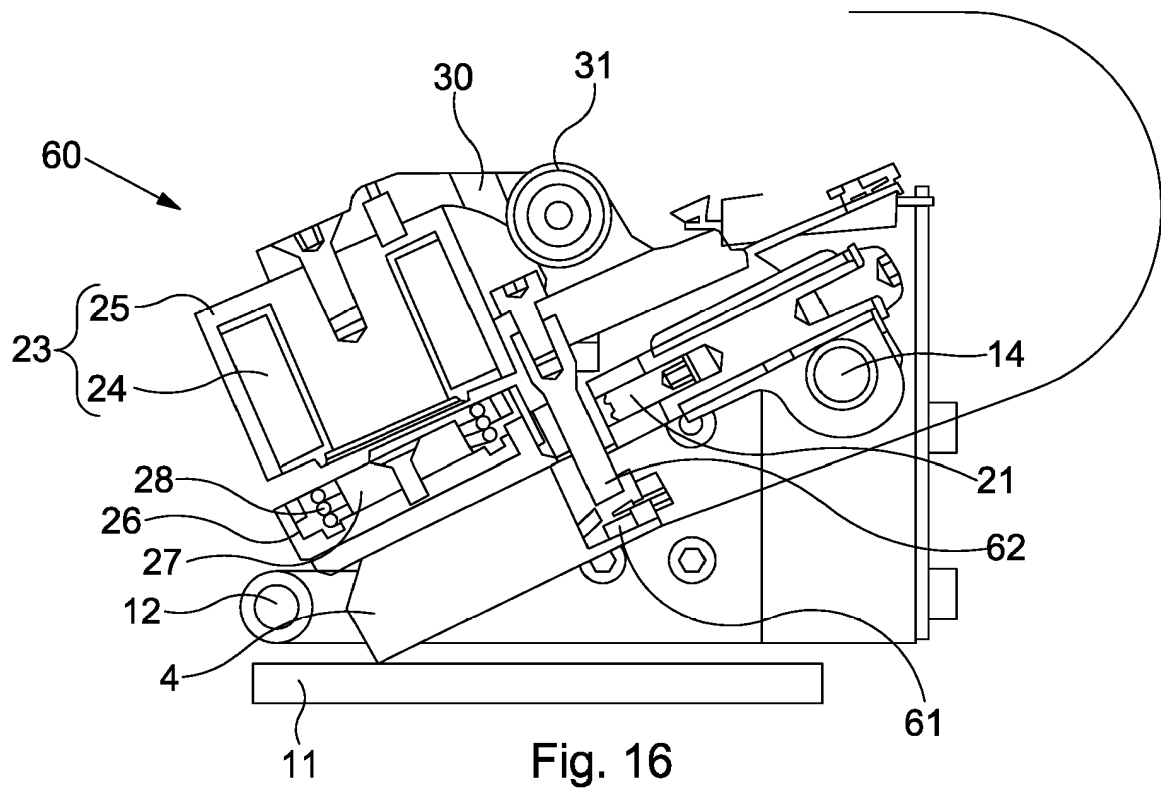


Fig. 15



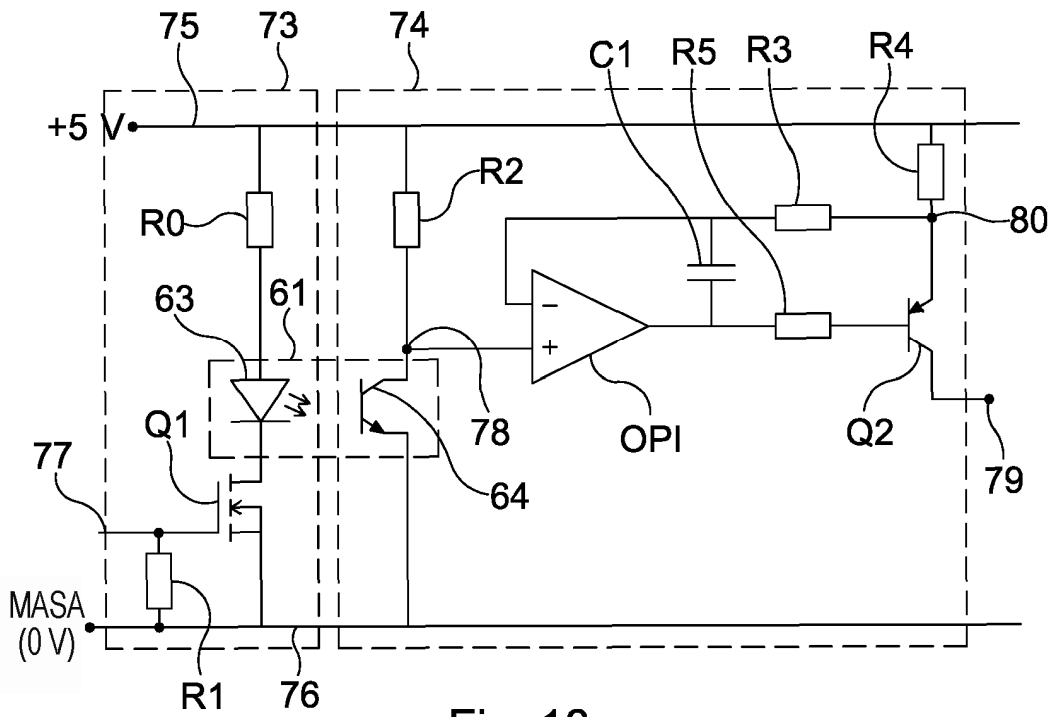


Fig. 18

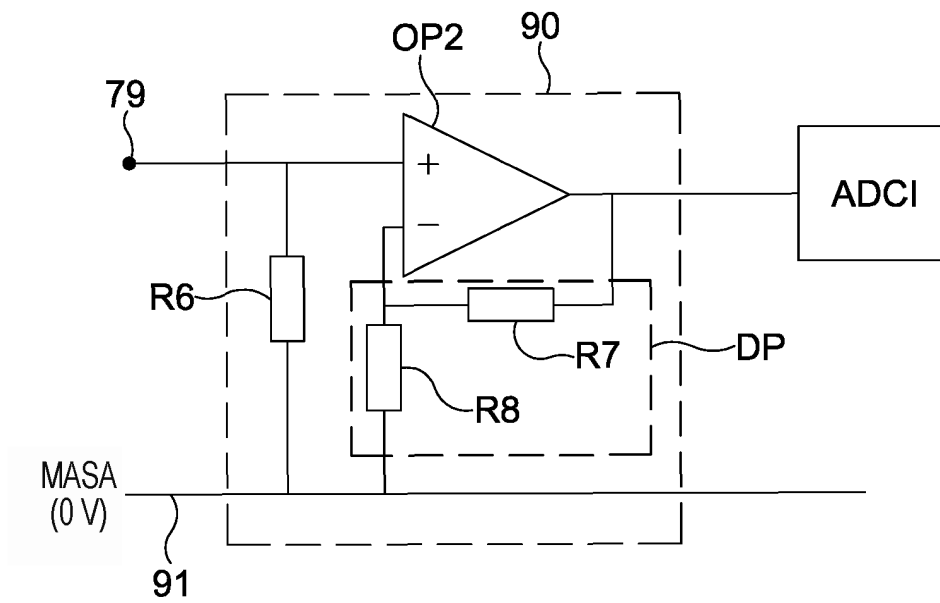


Fig. 19

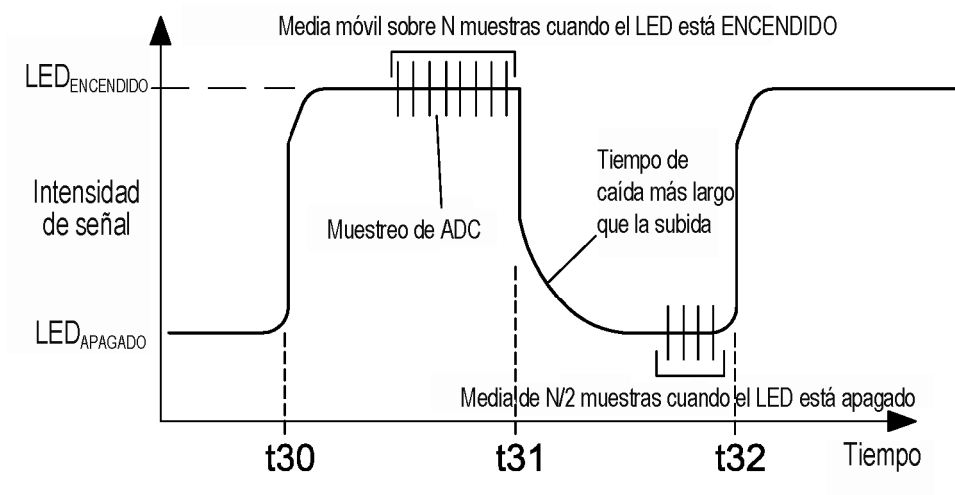


Fig. 20

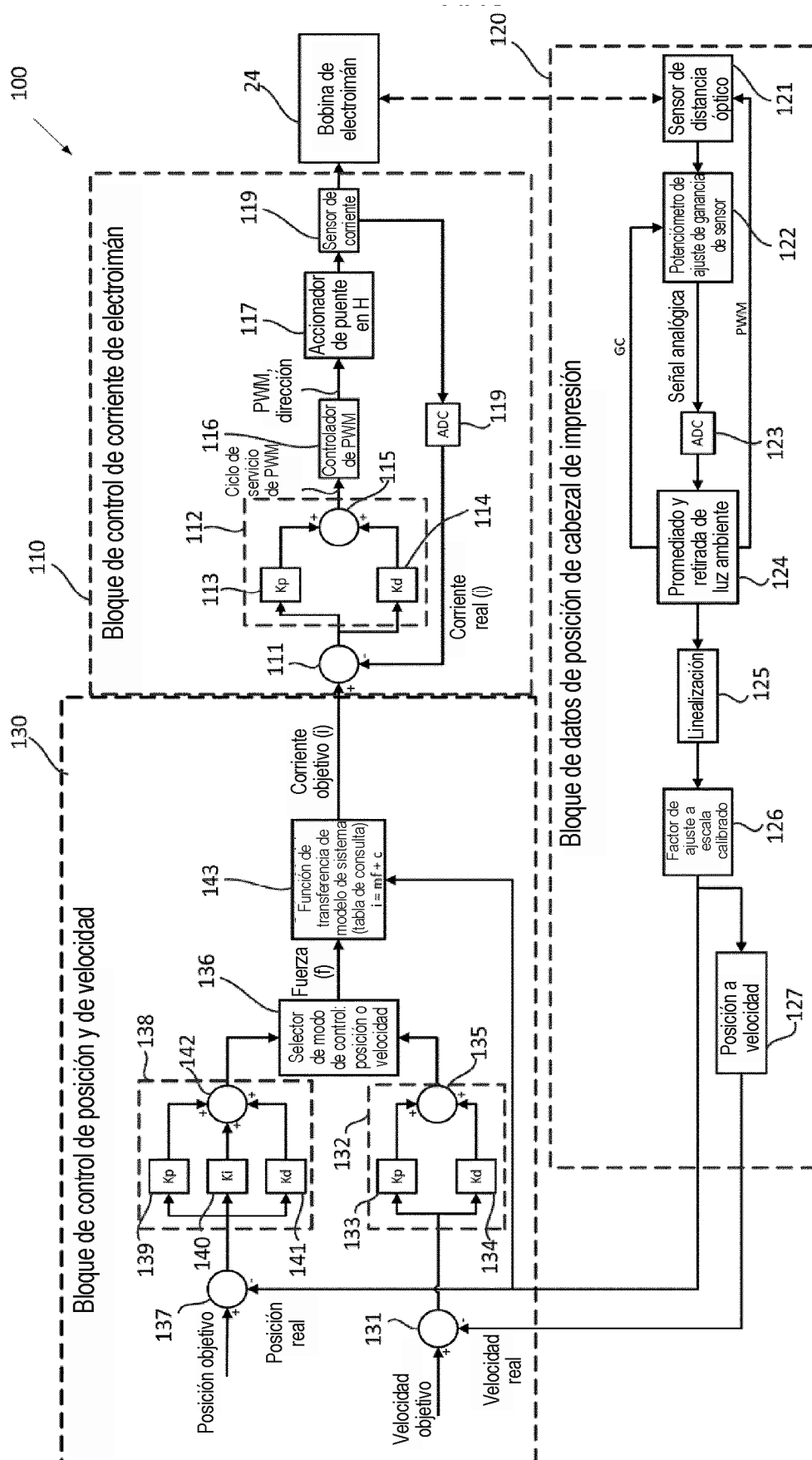


Fig. 21

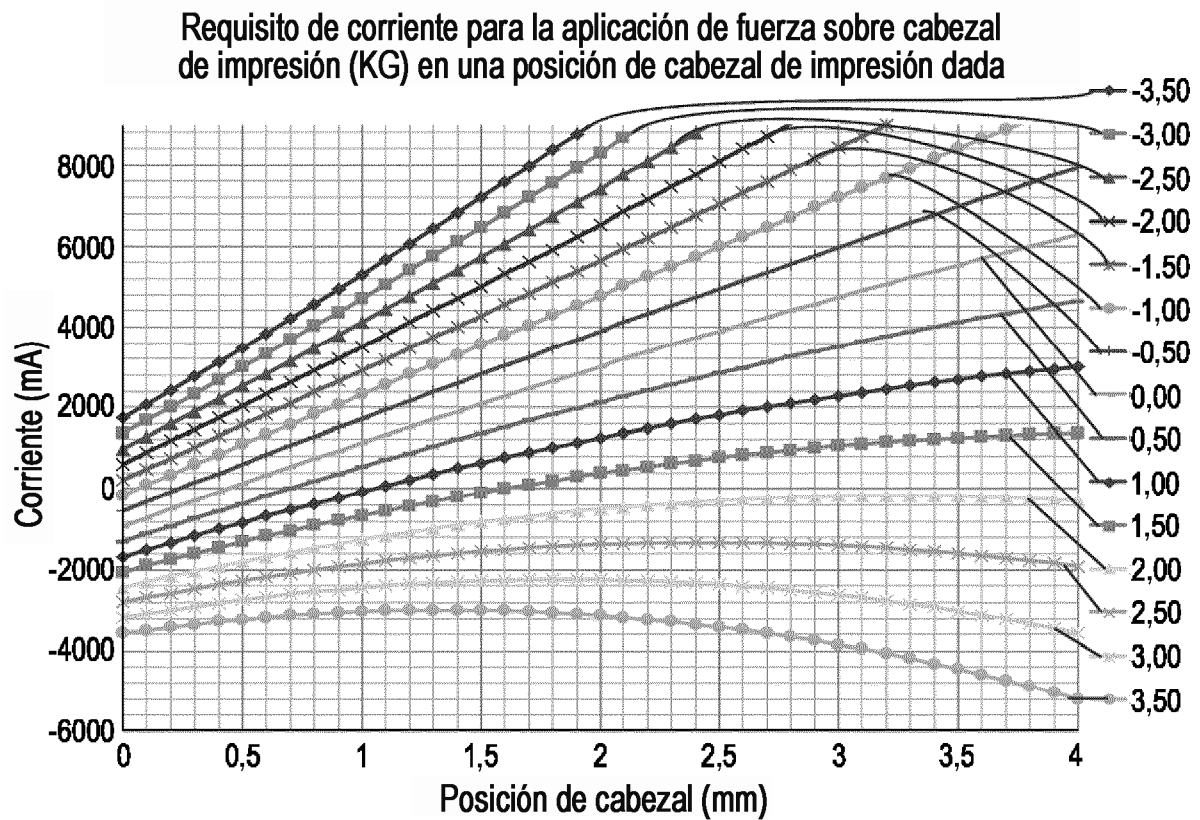


Fig. 22

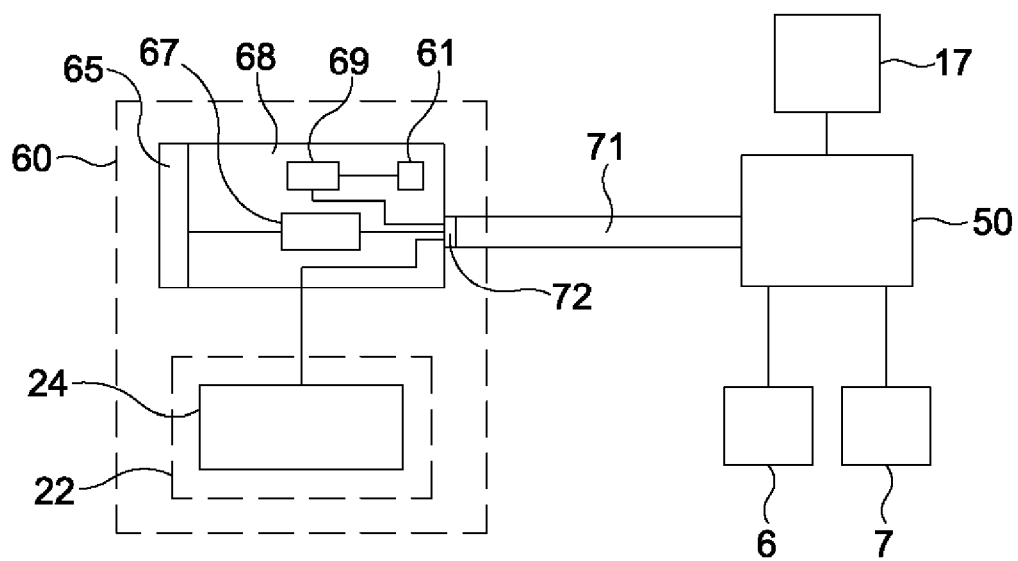


Fig. 23

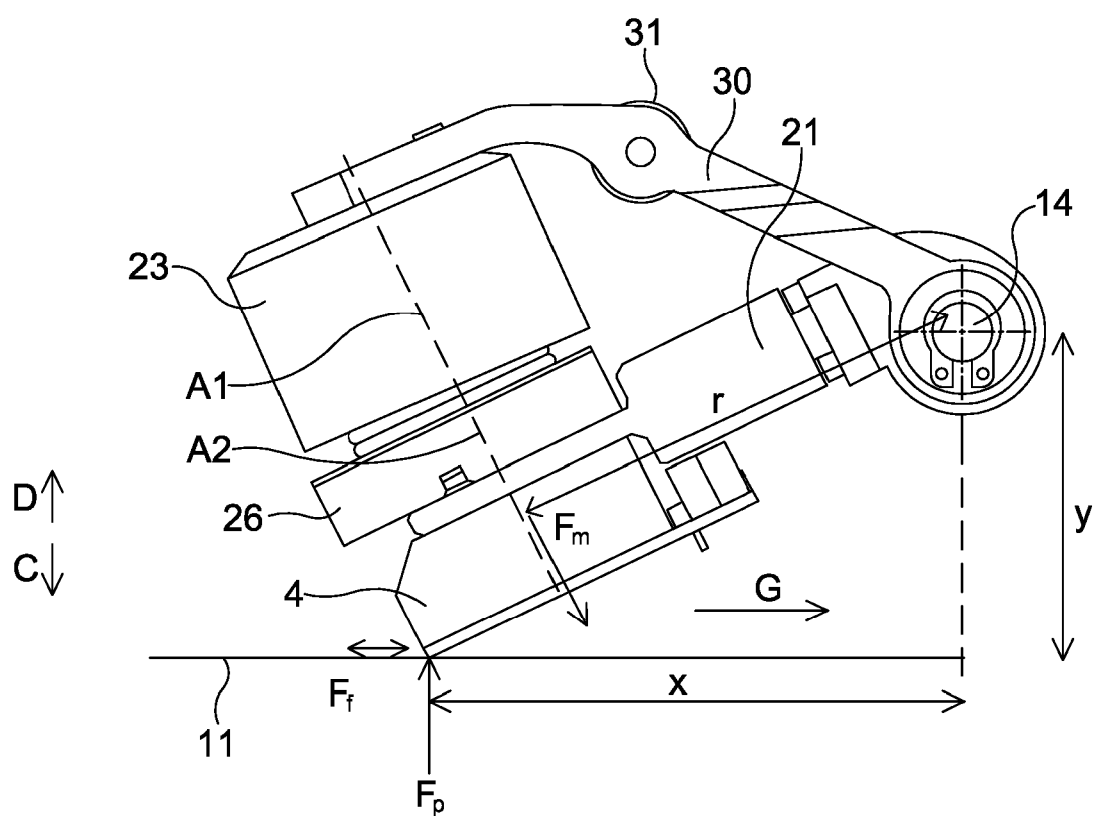


Fig. 24