

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 441 597**

51 Int. Cl.:

B41F 33/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.08.2007 E 07805431 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2013 EP 2054229**

54 Título: **Método y dispositivo para controlar la posición de las ruedas numeradoras de un dispositivo numerador**

30 Prioridad:

22.08.2006 EP 06119315

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

05.02.2014

73 Titular/es:

**KBA-NOTASYS SA (100.0%)
AVENUE DU GREY 55 CASE POSTALE 347
1000 LAUSANNE 22, CH**

72 Inventor/es:

**DIEDERICHS, CARSTEN y
BLESS, STEFAN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 441 597 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

Método y dispositivo para controlar la posición de las ruedas numeradoras de un dispositivo numerador

Campo técnico

5 La presente invención se refiere en general a un método y dispositivo para controlar la posición de ruedas numeradoras de un dispositivo numerador tal como se utiliza en prensas de impresión para llevar a cabo la numeración de documentos impresos, especialmente billetes de banco y títulos similares.

10 Más precisamente, la presente invención se refiere a un método y dispositivo para controlar la posición de ruedas numeradoras de un dispositivo numerador del tipo que comprende una pluralidad de ruedas numeradoras impulsadas de manera independiente dispuestas adyacentes entre sí para rotar en torno a un eje de rotación común, comprendiendo el método accionar las ruedas numeradoras entre iteraciones de numeración sucesivas, con lo cual cada rueda numeradora que ha de ser rotada hasta una nueva posición de destino es impulsada a rotar hasta que alcanza su nueva posición de destino.

Antecedentes de la invención

15 En la técnica de impresión de títulos, tales como billetes de banco, cheques y otros objetos similares, un elemento importante que se imprime en dichos títulos es un número de serie. En particular, cada billete de banco impreso recibe típicamente una combinación única de números y caracteres que constituyen el número de serie del billete de banco.

20 Los títulos, en especial los billetes de banco, se imprimen habitualmente en forma de matrices sobre hojas sucesivas o porciones sucesivas de una banda continua, siendo después dichas hojas o porciones de banda preferiblemente alimentadas a una prensa numeradora donde se numeran en una sola pasada todas las posiciones impresas. Las pilas de dichas hojas numeradas o porciones de banda son cortadas por último en billetes de banco individuales al final del proceso de impresión de manera que típicamente se forman fajos de documentos de título individuales.

25 Las prensas numeradoras están provistas por lo general de dispositivos numeradores que comprenden cada uno varias ruedas (o discos) numeradoras tipográficas que tienen símbolos alfanuméricos grabados en relieve sobre su circunferencia, estando dichas ruedas numeradoras dispuestas adyacentes entre sí para rotar en torno a un eje de rotación común. Dependiendo de la configuración de los dispositivos numeradores, el accionamiento de los mismos se puede realizar de acuerdo con sólo uno o con varios procedimientos de numeración, estando dichos procesos de numeración descritos, por ejemplo, en la patente de EE.UU. nº US 4,677,910, la solicitud de patente europea nº EP 0 598 679, o la solicitud internacional nº WO 2004/016433.

30 La solicitud internacional nº WO 2004/016433, describe una estrategia de numeración particularmente ventajosa en la cual las hojas o porciones de banda son numeradas de manera tal que todos los fajos derivados de una pila dada de hojas o porciones de banda numeradas (por lo general cien hojas o porciones de banda consecutivas) corresponden a una secuencia numérica consecutiva completa, es decir, una pila de hojas con M x N impresiones de seguridad produce M x N fajos numerados secuencialmente, o lo que es lo mismo M x N x 100 documentos de seguridad numerados secuencialmente. Así pues, este esquema de numeración permite el denominado tratamiento no cotejante de pilas de hojas o porciones de banda, es decir, la formación de juegos completos de fajos de documentos de seguridad numerados secuencialmente sin que ello requiera un proceso específico de cotejado de fajos para almacenar temporalmente y encadenar los fajos en la secuencia correcta.

40 Los dispositivos numeradores accionados mecánicamente habituales sólo pueden ser accionados de una manera secuencial y requieren medios específicos de accionamiento mecánico. Tales dispositivos numeradores no pueden implementar la estrategia de numeración del documento WO 2004/016433, a menos que se cumplan ciertas restricciones en cuanto al número de impresiones por hoja o porciones de banda. Esto es posible sólo cuando el número de impresiones de títulos en cada hoja es un múltiplo de diez (o de veinticinco) y se diseñan los dispositivos numeradores de una manera específica. Una de estas soluciones se describe en la solicitud internacional nº WO 2005/018945. Otra solución alternativa se describe en la solicitud de patente europea nº EP 1 731 324 (correspondiente al documento WO 2006/131839) a nombre del presente solicitante. Tales soluciones no son aplicables a casos en los cuales las hojas comprenden un número de impresiones de títulos que no es un múltiplo de diez o de veinticinco.

50 Aparte de los ejemplos anteriormente mencionados de dispositivos numeradores accionados mecánicamente, la estrategia de numeración del documento WO 2004/016433 requiere dispositivos que sean completamente flexibles en cuanto a la forma en que se puedan accionar las ruedas numeradoras entre una iteración de numeración y la siguiente.

55 Se describe un dispositivo numerador con ruedas numeradoras ajustables libremente, por ejemplo, en la patente de EE.UU. nº US 5,660,106. Esta patente describe un dispositivo numerador en el cual todas las ruedas numeradoras pueden ser hechas rotar en torno a un eje impulsor común y son impulsables mediante un acoplamiento deslizante con el eje impulsor y en donde se proporcionan trinquetes accionados electromagnéticamente para bloquear

selectivamente cualquiera de las ruedas numeradoras en la posición de destino deseada. Este dispositivo numerador tiene la ventaja de que se pueden formar en cualquier momento números de forma selectiva y arbitraria, incluso no secuencial, lo que permite, en particular, un salto no unitario de números de una iteración de numeración a la siguiente. Este dispositivo numerador puede ser empleado en particular para implementar el esquema de numeración descrito en el documento WO 2004/016433. Para una explicación detallada del funcionamiento de este dispositivo numerador, se remite a la totalidad de la descripción del documento US 5,660,106. Sin embargo, los inconvenientes de este dispositivo numerador residen en el mecanismo de accionamiento relativamente complejo y los costes relacionados, así como en la excesiva acumulación de calor causada por la fricción entre las ruedas numeradoras y el eje impulsor común.

5
10 En la solicitud de patente alemana nº DE 30 47 390 se describe un dispositivo numerador en cierta manera similar, pero más complicado que el descrito en el documento US 5,660,106. Un inconveniente del mismo reside en el hecho de que es lento y sólo permite la rotación de las ruedas numeradoras en una dirección.

15 En la solicitud internacional WO 2004/016433, ya mencionada más arriba, se describe un dispositivo numerador híbrido. En este dispositivo numerador, las ruedas para los dígitos de unidades y de decenas son accionadas de una manera secuencial (es decir, por medios de accionamiento puramente mecánicos), mientras que al menos las ruedas para los dígitos de centenas y millares son accionadas de manera independiente para permitir saltar números durante la numeración. Esta construcción permite llevar a cabo el proceso de numeración específico mencionado más arriba, que permite el tratamiento no cotejado de los fajos.

20 Un inconveniente de los dispositivos numeradores descritos en los documentos US 5,660,106, DE 30 47 390, WO 2004/016433, WO 2005/018945, y EP 1 731 324, mencionados anteriormente, reside en el hecho de que, al igual que ocurre en los dispositivos numeradores mecánicos convencionales, los dispositivos numeradores interactúan mecánicamente con medios de accionamiento que no forman parte de los dispositivos numeradores en sí y que están montados típicamente sobre la máquina numeradora en la cual está dispuesto el dispositivo numerador. En particular, cada dispositivo numerador requiere un elemento de leva de accionamiento para accionar o al menos liberar las ruedas numeradoras, cooperando dicho miembro de leva con una correspondiente superficie de leva situada en la prensa numeradora. En algunas de las soluciones propuestas, la impulsión para que roten las ruedas numeradoras requiere además un acoplamiento mecánico, como la solución descrita en el documento US 5,660,106, que requiere una rueda de engranaje impulsora y un segmento dentado asociado.

25
30 Además, en todas las soluciones de la técnica anterior mencionadas más arriba, se proveen medios de indexación mecánica a fin de detener individualmente cada rueda numeradora una vez que ha sido colocada en la posición de destino deseada. Estos medios de indexación están diseñados habitualmente como mecanismos de carraca en donde una pieza mecánica interactúa con una carraca dispuesta en cada rueda. Durante el accionamiento, se hace actuar un mecanismo de liberación con el fin de liberar las carracas y permitir el giro de las ruedas numeradoras.

35 La patente de EE.UU. nº US 4,843,959 describe, haciendo referencia a las Figuras 3 a 6 de la misma, otro dispositivo numerador híbrido en el cual seis de diez ruedas numeradoras (es decir las ruedas numeradoras para las unidades, decenas, centenas, millares, decenas de millar y centenas de millar) son todas ellas impulsadas por respectivos motores paso a paso a través de engranajes y ejes. Cada motor incorpora un dispositivo sensor de posición, por ejemplo, un codificador de eje para el adecuado control del funcionamiento de los motores, y la retroalimentación desde los dispositivos sensores hacia un ordenador permite al ordenador verificar la configuración de las ruedas numeradoras. Las cuatro ruedas numeradoras restantes llevan los índices individuales para los prefijos o sufijos, y no se proporciona descripción alguna en cuanto a los medios utilizados para impulsar dichas ruedas.

40
45 En las solicitudes de patente europea nº 06115994.3, presentada el 23 de junio 2006, y nº 06124403.4, presentada el 20 de noviembre de 2006, a nombre del presente solicitante y tituladas "NUMBERING DEVICE FOR TYPOGRAPHIC NUMBERING" (Dispositivo numerador para numeración tipográfica) (véase también la solicitud PCT nº PCT/IB/2007/052366 presentada el 20 de junio de 2007 que reivindica la prioridad de las dos solicitudes de patente europea mencionadas más arriba), se describe un dispositivo numerador electrónico mecánicamente autónomo, que no requiere ningún medio de accionamiento mecánico para el accionamiento de las ruedas numeradoras. Las figuras 1 y 2 adjuntas a la presente memoria muestran vistas en perspectiva de una realización del dispositivo numerador descrito en la solicitud de patente europea nº 06115994.3 y que será discutida brevemente a continuación, estando previstas otras realizaciones en las solicitudes de patente europea nº 06115994.3 y nº 06124403.4 (así como en la solicitud PCT nº PCT/IB2007/052366).

50
55 Una particularidad de este dispositivo numerador reside en que cada rueda numeradora del dispositivo numerador es impulsada a rotar por su propio mecanismo impulsor independiente y se puede colocar en cualquier posición deseada con independencia de las otras ruedas numeradoras. Esta particularidad requiere que la posición de las ruedas numeradoras sea controlada durante el accionamiento para garantizar que las ruedas se mueven a las posiciones de destino apropiadas antes de la siguiente iteración de numeración. Se ha tenido que concebir para este fin una estrategia de control y accionamiento totalmente nueva, formando dicha estrategia el objeto de la presente solicitud.

Compendio de la invención

Un objetivo de la invención es mejorar los dispositivos numeradores conocidos y métodos de control de los mismos.

5 En particular, un objetivo de la presente invención es proporcionar un método y dispositivo para controlar la posición de las ruedas numeradoras de un dispositivo numerador del tipo mencionado más arriba con ruedas numeradoras impulsadas independientemente, asegurando dichos método y dispositivo un funcionamiento robusto y correcto del dispositivo numerador.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método y dispositivo tales que permitan actuación rápida y control preciso de las posiciones de destino de las ruedas numeradoras.

10 Otro objetivo más de la presente invención es proporcionar un método y dispositivo tales que aseguren que cada rueda numeradora está colocada al final del proceso de accionamiento en la posición de destino correcta y asegura que factores externos, tales como la fricción con ruedas giratorias vecinas, no afectan a la exactitud o corrección de esta posición de destino.

15 Otro objetivo más de la presente invención es proporcionar un método y dispositivo tales que sean eficientes desde el punto de vista del consumo de energía o restricciones aplicadas a los medios impulsores empleados para accionar las ruedas numeradoras.

Estos objetivos se consiguen gracias al método y dispositivo definidos en las reivindicaciones.

20 Se proporciona, por consiguiente, un método para controlar la posición de ruedas numeradoras de un dispositivo numerador, siendo dicho dispositivo numerador del tipo que comprende una pluralidad de ruedas numeradoras impulsadas independientemente dispuestas adyacentes entre sí para rotar en torno a un eje de rotación común, comprendiendo el método accionar las ruedas numeradoras entre iteraciones de numeración sucesivas, con lo cual cada rueda numeradora que ha de ser rotada hasta una nueva posición de destino es impulsada a rotar hasta que alcanza su nueva posición de destino. De acuerdo con la invención, el método comprende además, al menos durante el accionamiento de las ruedas numeradoras, compensar factores externos que actúen sobre las ruedas numeradoras mediante regulación electrónica de la posición de cada rueda numeradora que no es hecha rotar o que ha alcanzado su nueva posición de destino.

25 Se proporciona similarmente un dispositivo para controlar la posición de ruedas numeradoras de un dispositivo numerador, siendo dicho dispositivo numerador del tipo que comprende una pluralidad de ruedas numeradoras impulsadas independientemente dispuestas adyacentes entre sí para rotar en torno a un eje de rotación común, comprendiendo el dispositivo medios de accionamiento para accionar las ruedas numeradoras entre iteraciones de numeración sucesivas, con lo cual cada rueda numeradora que ha de ser rotada hasta una nueva posición de destino es impulsada a rotar hasta que alcanza su nueva posición de destino. Este dispositivo comprende además una unidad electrónica de regulación para compensar factores externos que actúen sobre las ruedas numeradoras, al menos durante el accionamiento de las ruedas numeradoras, mediante regulación electrónica de la posición de cada rueda numeradora que no es hecha rotar o que ha alcanzado su nueva posición de destino.

35 En lo que sigue se entenderá que la expresión "factores externos" se refiere a cualquier factor externo que interfiera con la actuación de las ruedas numeradoras y que podría dar lugar a un cambio en las posiciones deseadas de las ruedas numeradoras. Esto incluye, en particular, la fricción causada por una rueda numeradora vecina que rote, que tendrá tendencia a arrastrar con ella a una rueda numeradora adyacente que no rote y modificar su posición. Esto incluye también perturbaciones que pudieran ser causadas por otros elementos que entren en contacto con la circunferencia de una rueda numeradora.

Preferiblemente, la regulación electrónica de la posición de cada rueda numeradora incluye realizar el seguimiento de la posición de la rueda numeradora y corregir la posición de la rueda numeradora para devolverla a su posición deseada.

45 De acuerdo con un aspecto de la invención, el accionamiento de las ruedas numeradoras incluye (i) una primera fase durante la cual se acelera una rueda numeradora accionada, (ii) una segunda fase durante la cual la rueda numeradora accionada es impulsada a una velocidad sustancialmente constante, y (iii) una tercera fase durante la cual se decelera la rueda numeradora accionada antes de alcanzar la posición de destino. Preferiblemente, el accionamiento de las ruedas numeradoras incluye además (iv) una cuarta fase durante la cual la rueda numeradora accionada es impulsada a una velocidad baja hasta que se alcanzan determinados parámetros de accionamiento que preceden a la parada completa de la rueda numeradora accionada, y (v) una quinta fase durante la cual se lleva a una parada completa la rueda numeradora accionada de acuerdo con una secuencia predeterminada de deceleración. Se prefiere este último principio de accionamiento en cinco fases, ya que permite asegurar que cada rueda numeradora accionada llegue a pararse exactamente en la ubicación de destino, no antes ni después.

55 De acuerdo con otro aspecto de la invención, cada rueda numeradora es impulsada a rotar por un motor eléctrico (preferiblemente un motor de corriente continua sin escobillas con conmutación electrónica) que tiene una pluralidad de pasos por revolución y el accionamiento de una rueda numeradora a una posición de destino comprende (i)

determinar un número de pasos necesarios para que la rueda numeradora alcance la posición de destino desde su posición actual, y (ii) impulsar la rueda numeradora a rotar durante el número determinado de pasos en un tiempo dado. En este contexto, la determinación del número de pasos necesarios para que la rueda numeradora alcance la posición de destino desde su posición actual puede estar basada en una tabla de consulta predeterminada.

5 En el contexto del accionamiento paso a paso indicado más arriba, el número de pasos necesarios para que la rueda numeradora alcance la posición de destino desde su posición actual es ventajosamente un múltiplo de un número dado de pasos correspondiente a un desplazamiento angular de la rueda numeradora de $360^\circ / s$, donde s indica el número de segmentos numeradores de la rueda numeradora.

10 En una realización preferida, el método de accionamiento comprende el paso de determinar, para cada rueda numeradora que ha de ser accionada, un camino más corto hasta la posición de destino, correspondiendo dicho camino más corto a un desplazamiento angular de la rueda numeradora de 180° o menos.

15 De acuerdo con otra realización más, el método comprende además, una vez que todas las ruedas numeradoras accionadas han alcanzado sus posiciones de destino, activar un mecanismo de indexación mecánica para bloquear mecánicamente la posición de todas las ruedas numeradoras y detener la regulación electrónica de la posición de las ruedas numeradoras hasta que se lleve a cabo el siguiente accionamiento. Este mecanismo de indexación mecánica se activa preferiblemente durante una operación de entintado de las ruedas numeradoras y durante una operación de impresión.

Realizaciones ventajosas adicionales de la invención son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

20 Otras características y ventajas de la presente invención se harán más claramente evidentes de la lectura de la siguiente descripción detallada de realizaciones de la invención, que son presentadas exclusivamente a modo de ejemplos no restrictivos y se ilustran mediante los dibujos adjuntos, en los cuales:

la Figura 1 muestra una vista general en perspectiva de una realización de un dispositivo numerador con ruedas numeradoras impulsadas independientemente;

25 la Figura 2 muestra otra vista en perspectiva de la realización de la Figura 1 en la cual se ven parte de los engranajes empleados para impulsar las ruedas numeradoras para que roten;

la Figura 3 es una vista esquemática de la cadena impulsora cinemática entre una rueda numeradora y sus medios impulsores asociados;

30 las Figuras 4a, 4b y 4c son vistas que ilustran una realización de un mecanismo de indexación liberable, para alinear mecánicamente y mantener la posición de las ruedas numeradoras;

la Figura 5 es un dibujo esquemático de dos posibles modos de conexión de los tres devanados parciales de un motor eléctrico empleado para impulsar la rueda numeradora asociada, de acuerdo con una realización de la invención;

35 la Figura 6 es un diagrama esquemático de combinaciones de conmutación detectadas por sensores incorporados del motor eléctrico utilizado para impulsar para que rote una rueda numeradora asociada;

la Figura 7 es un diagrama esquemático que ilustra cómo se suministran los devanados parciales de la Figura 5; y

la Figura 8 es un diagrama que muestra una fase de accionamiento completa de una rueda numeradora para alcanzar su posición de destino pretendida, de acuerdo con una realización preferida de la invención.

40 Descripción detallada de realizaciones de la invención

Tal como ya se ha mencionado más arriba, las Figuras 1 y 2 muestran vistas en perspectiva de una realización del dispositivo numerador descrito en la solicitud de patente europea nº 06115994,3 presentada el 23 de junio de 2006 a nombre del presente solicitante y titulada "NUMBERING DEVICE FOR TYPOGRAPHIC NUMBERING".

45 El dispositivo numerador de las Figuras 1 y 2, señalado en general por el número de referencia 1, comprende una carcasa con una parte 2 de bastidor inferior y una parte 3, 3' de bastidor lateral en dos piezas. La parte de bastidor lateral en dos piezas comprende dos partes 3 y 3' de bastidor lateral (la parte 3' de bastidor lateral no es visible en la Figura 1, mientras que ha sido omitida por motivos de explicación en la Figura 2 que muestra el lado opuesto del dispositivo numerador 1) que están fijadas en sus extremos inferiores a la parte 2 de bastidor inferior por medio de tornillos 25 (visibles en la Figura 2). La parte superior del dispositivo numerador 1 está cubierta por un miembro 4 de tapa superior (sólo visible en la Figura 1) que está fijada a las partes 3, 3' de bastidor lateral mediante tornillos superiores 5. El miembro 4 de tapa está provisto de una abertura 4a a través de la cual emerge parte de una unidad numeradora 6 que comprende varias ruedas o discos numeradores 7 dispuestos unos junto a otros para rotar en torno a un eje de rotación común.

55 En esta realización, el dispositivo numerador 1 también está cubierto en sus lados por miembros 8 de tapa lateral protectora montados sobre las partes 3, 3' de bastidor lateral mediante tornillos laterales 9. Aunque sólo son visibles dos tornillos laterales 9 en la Figura 1, se apreciará que se han provisto otros dos tornillos laterales en el lado opuesto del dispositivo numerador 1 con el fin de fijar de manera similar los miembros 8 de tapa lateral en su posición.

En la Figura 2 se han omitido los dos miembros 8 de tapa lateral y el miembro 4 de tapa superior, así como la parte 3' de bastidor lateral con el fin de mostrar mejor la disposición de los componentes situados dentro del espacio interior del dispositivo numerador 1. Tal como se representa en el lado superior del dispositivo numerador 1, la unidad numeradora 6 lleva varias ruedas numeradoras giratorias 7 dispuestas unas junto a otras alrededor de un eje de rotación común. En la realización ilustrada, la unidad numeradora 6 comprende doce ruedas numeradoras 7 y una rueda falsa adicional 7'. El propósito de la rueda falsa 7' es asegurar que la unidad numeradora 6 presente una longitud y simetría determinadas para el posicionamiento adecuado de la unidad numeradora 6 entre las dos partes 3 y 3' de bastidor lateral. Cada rueda numeradora 7 lleva símbolos alfanuméricos tales como una serie de números (típicamente del 0 al 9) y/o una serie de letras (por ejemplo, A, B, C, etc.). Estos símbolos se emplean para numerar títulos impresos (como se ha explicado más arriba de forma detallada). Además de los símbolos antes mencionados, y dependiendo de la aplicación, también se puede proveer a las ruedas numeradoras 7 de un índice de cancelación para imprimir una marca de cancelación y/o un índice vacío para no imprimir ningún símbolo y dejar un espacio vacío durante la impresión. Además, cada rueda numeradora 7 lleva al menos un imán (no mostrado) con fines de calibración, estando cada imán diseñado para cooperar con un correspondiente detector 13 (por ejemplo un detector de efecto Hall) llevado por un miembro 14, 14' de soporte tal como se describe y se explica en el documento EP 06115994,3. En el ejemplo de la Figura 2, el miembro 14' de soporte lleva seis detectores 13, y el miembro 14 de soporte lleva otros seis detectores (no visibles en la Figura 2) (aunque todos los doce detectores 13 podrían estar dispuestos sobre un único miembro de soporte). El propósito de los imanes y detectores 13 es calibrar la posición de cada rueda numeradora 7 en torno al eje de rotación y asegurar que cada rueda numeradora 7 se pueda llevar a cualquiera de las posiciones de numeración deseadas. Los miembros 14, 14' de soporte están montados entre las partes 3, 3' de bastidor lateral y pueden ser hachas girar hacia atrás desde sus posiciones ilustradas alejándose de la unidad numeradora 6 después de haber retirado el miembro 4 de tapa superior, permitiendo así el montaje o desmontaje de la unidad numeradora 6.

Cada rueda numeradora 7 es accionada de manera independiente a través de medios impulsores asociados. Tal como se ilustra en la Figura 2, las ruedas numeradoras 7 están montadas para girar alrededor de un eje común 17 que está apoyado en ambos extremos sobre cojinetes dispuestos en las partes 3 y 3' de bastidor lateral. Las ruedas numeradoras 7 son mantenidas sobre el eje común 17, junto con la rueda falsa 7', mediante un par de anillos 70 de retención (sólo uno es visible en la Figura 2), estando dichos anillos 70 de retención fijados a porciones de extremo roscadas del eje común 17 (señalado por las referencias 17a y 17b en la Figura 4c). Las ruedas numeradoras 7 están montadas de manera que pueden hacerse girar libremente alrededor del eje común 17 entre los anillos 70 de retención. El eje común 17 no rota.

Cada una de dichas ruedas numeradoras 7 es impulsada a rotar por un motor eléctrico 15 acoplado a un conjunto de ruedas de engranajes 19, 20, 21, 22, 23 (mostrado esquemáticamente en la Figura 3). Para ello, cada rueda numeradora 7 está provista de una rueda dentada 16 que está diseñada para rotar junto con la rueda numeradora 7. Por consiguiente, están presentes doce ruedas dentadas 16 entre las ruedas numeradoras 7. En la realización ilustrada, los medios de accionamiento para accionar las ruedas numeradoras 7 comprenden así doce motores 15, doce conjuntos de ruedas de engranajes 19-23 y doce ruedas dentadas 16 (es decir, uno para cada rueda numeradora 7). Preferiblemente, cada motor 15 está asociado a un engranaje reductor 18. El engranaje reductor 18 tiene un eje 19 de salida que lleva un primer piñón 20 que engrana con una rueda dentada 21 montada en un eje intermedio 22, siendo impulsado a rotar dicho eje intermedio 22 por la rueda dentada 21. También está montado sobre el eje intermedio 22 un segundo piñón 23 que engrana con la rueda dentada 16 de la rueda numeradora 7 correspondiente. En consecuencia, cada rueda numeradora 7 es impulsada a rotar por su propio mecanismo impulsor independiente tal como se ha descrito más arriba, y se puede colocar en cualquier posición deseada con independencia de las otras ruedas numeradoras 7.

El conjunto de engranaje de ruedas 19-23 y rueda dentada 16 asociada forma un engranaje de dos etapas tal como se ilustra esquemáticamente en la Figura 3. Este engranaje de dos etapas presenta un factor de reducción determinado que depende de las relaciones entre el número de dientes de los piñones 20, 23 de la rueda dentada 21 y de la rueda dentada 16. Más exactamente, el factor de reducción R_z del engranaje 16, 19-23 de dos etapas está dado por la expresión siguiente, en donde Z_1 , Z_2 , Z_3 , Z_4 son, respectivamente, el número de dientes del primer piñón 20, de la rueda dentada 21, del segundo piñón 23 y de la rueda dentada 16:

$$R_z = (Z_2 * Z_4) / (Z_1 * Z_3) \quad (1)$$

Tal como se ha mencionado antes, cada motor 15 está preferiblemente acoplado al engranaje 16, 19-23 de dos etapas a través de un engranaje reductor 18. Este engranaje reductor 18 proporciona una reducción adicional de la velocidad de salida y un incremento adicional del par de salida del motor 15. El engranaje reductor 18 presenta también un factor de reducción que se denominará R_G . Así, el factor R de reducción global entre la salida del motor 15 y la rueda numeradora 7 asociada será dado por la expresión siguiente:

$$R = R_G * R_z = R_G * (Z_2 * Z_4) / (Z_1 * Z_3) \quad (2)$$

Se apreciará que si se omite un engranaje reductor, el factor R_G de reducción en la expresión (2) precedente se puede reemplazar por el valor "uno". La realización del dispositivo numerador 1 que se ilustra en las Figuras 1 a 3 ha sido diseñado con vistas a alcanzar como mínimo los siguientes tres objetivos principales:

1. una resolución o precisión posicional de las ruedas numeradoras 7 lo mayor posible;
2. un tiempo de conmutación para que las ruedas numeradoras 7 se muevan a las posiciones de destino lo más corto posible;
3. un dispositivo numerador tan pequeño y compacto como sea posible.

5 Preferiblemente, los motores 15 y engranajes reductores 18 son componentes fabricados y comercializados por la empresa Maxon Motors AG de Suiza (www.maxonmotor.com). Más exactamente, los motores 15 son preferiblemente motores de corriente continua sin escobillas, de conmutación electrónica (también conocidos por el acrónimo inglés BLDC), tales como el fabricado por Maxon Motors AG con la referencia EC 6, con una velocidad de rotación de varios miles de revoluciones por minuto (rpm), que está particularmente bien adaptado a la presente solicitud, mientras que los engranajes reductores 18 son preferiblemente engranajes planetarios en miniatura, tales como el fabricado por Maxon Motors AG con la referencia GP 6, que tienen ambos un diámetro del orden de 6 mm. Las ventajas del uso de motores de corriente continua sin escobillas con conmutación electrónica en comparación con otros tipos de motores, por ejemplo motores paso a paso, son múltiples. En primer lugar, los problemas de fricción y desgaste están limitados en gran medida debido a la configuración sin escobillas de tales motores, lo que conduce a un ciclo de vida largo. Además, tales motores pueden ser miniaturizados en una escala sustancial mientras todavía proporcionan una velocidad suficientemente alta y par elevado para satisfacer los requisitos de las aplicaciones de numeración.

20 El factor de reducción global entre la salida del motor eléctrico 15 y la rueda numeradora 7 correspondiente se selecciona de manera tal que la resolución (o precisión) posicional de la rueda numeradora 7, medida en su periferia, sea del orden de 0,10- 0,15 mm o menos, a fin de garantizar un ajuste suficientemente fino de la posición de las ruedas numeradoras 7. Para ruedas numeradoras 7 que tienen diámetros típicos del orden de 20 a 30 mm, esto implica una resolución de varios cientos de pasos por vuelta (es decir, una resolución angular de menos de 1°). Para un determinado tipo de motor que está adaptado para asumir, por ejemplo, seis posiciones diferentes por revolución (tal como el motor EC 6 de Maxon), esto proporciona un factor de reducción global del orden de cien, siendo posible conseguir fácilmente dicho factor de reducción mediante la combinación del engranaje reductor 18 y el engranaje 16, 19-23 que se ha mencionado más arriba.

30 No se describirá con más detalle la configuración del anterior dispositivo numerador, cuya configuración constituye el objeto de la solicitud de patente europea nº 06115994,3. A efectos de la presente invención es suficiente entender que, tal como se ha mencionado en el preámbulo, una particularidad del dispositivo numerador descrito en la solicitud de patente europea nº 06115994,3 reside en que cada rueda numeradora del dispositivo numerador es impulsada a rotar por su propio mecanismo impulsor independiente y puede ser colocada en cualquier posición deseada, con independencia de las otras ruedas numeradoras. Esta particularidad requiere que la posición de las ruedas numeradoras sea controlada durante el accionamiento de modo que se garantice que las ruedas se mueven a las posiciones de destino apropiadas antes de la siguiente iteración de numeración. Se ha tenido que concebir para este fin una estrategia de control y accionamiento totalmente nueva, estrategia que ahora se describirá.

40 Se entenderá de lo que antecede que, durante el accionamiento de las ruedas numeradoras 7, se producirá fricción entre ruedas numeradoras 7 vecinas. Como consecuencia, cada una de las ruedas numeradoras accionadas tendrá tendencia a modificar la posición de las ruedas vecinas. De acuerdo con la invención, tal tendencia es impedida por la regulación electrónica de la posición de cada rueda numeradora 7 que no está siendo rotada o que ha alcanzado su nueva posición de destino, al menos durante el accionamiento de las ruedas numeradoras 7, a fin de compensar estos factores externos que actúan sobre las ruedas numeradoras 7. Por tanto, se provee una unidad de regulación electrónica para llevar a cabo esta compensación y regulación de la posición de las ruedas numeradoras 7, pudiendo ser implementada ventajosamente dicha regulación electrónica en una denominada matriz de puertas programables sobre el terreno (FPGA).

45 Dentro del alcance de la presente invención, una solución para llevar a cabo tal regulación electrónica podría consistir en actuar directamente sobre el motor eléctrico 15 que impulsa cada rueda numeradora 7 con el fin de crear un elevado par de frenado o de retención que impida el movimiento de la rueda numeradora asociada fuera de la posición de destino deseada. Sin embargo, aunque es posible en el contexto de la presente invención, esta solución no es preferible dado que requiere una corriente elevada, y por tanto una potente alimentación de corriente. Además, esto provocaría problemas térmicos ya que la disipación de energía aumentar con el consumo de corriente. Esta solución también podría conducir a problemas de oscilación.

55 Preferiblemente, la regulación electrónica de la posición de las ruedas numeradoras 7 se realiza mediante el seguimiento de la posición de la rueda numeradora 7 y la corrección de la posición de la misma para devolver la rueda a su posición de destino deseada. En otras palabras, en lugar de impedir cualquier desplazamiento de la rueda numeradora 7 mediante la aplicación de un elevado par de retención, se deja que la rueda numeradora 7 se mueva y después se corrige su posición para devolverla a la posición de destino. Esto permite una reducción del consumo energético en comparación con la solución anterior mencionada más arriba, ya que no se aplica corriente al motor eléctrico 15 cuando se encuentra en la posición de destino, y por lo tanto se evitan problemas de calor.

60 El seguimiento de la posición de la rueda numeradora 7 se realiza siguiendo directamente la posición del motor 15. A este respecto, el motor Maxon EC 6 mencionado más arriba está provisto de sensores integrados (o medios de

seguimiento) para seguir la posición del rotor. Más exactamente, la posición del rotor es detectada por tres sensores Hall incorporados que están dispuestos uno con respecto al otro con un desplazamiento de 120°, proporcionando así seis combinaciones de conmutación diferentes por revolución, tal como se muestra esquemáticamente en la Figura 6. La disposición de devanado en el lado del estator es un devanado rómbico dividido en tres devanados parciales desplazado cada uno en 120°, que pueden estar conectados bien sea en un "circuito en Y" o bien en un "circuito en Δ" tal como se ilustra en la Figura 5, y que se suministran de acuerdo con el diagrama de la Figura 7. Con un imán permanente de dos polos en el lado del rotor, esto proporciona un motor que tiene seis posiciones posibles por revolución, a las que se hará referencia en lo que sigue con el término de "pasos".

Según una posible implementación de los medios impulsores mencionada en lo que antecede, el factor R de reducción global entre la salida del motor 15 y la rueda numeradora 7 asociada se selecciona para que sea igual a 108 (este valor se menciona sólo con fines de ilustración y no debe considerarse como limitante), lo que proporciona en la rueda numeradora 7 una resolución de 648 (= 6 x 108) pasos por revolución. Suponiendo que la rueda numeradora 7 comprenda doce segmentos numeradores distribuidos uniformemente sobre la circunferencia de la rueda numeradora (es decir, un segmento numerador cada 30°), el salto de un segmento numerador a su vecino directo corresponde a 54 (= 648 / 12) pasos. Expresado en términos más generales, esto significa que, para una configuración de rueda numeradora dada con s segmentos numeradores, el número de pasos necesarios para que una rueda numeradora 7 llegue a su posición de destino desde su posición actual es un múltiplo de un número dado de pasos S_U (54 pasos en el ejemplo anterior) que corresponden a un desplazamiento angular de la rueda numeradora de 360° / s.

Una ventaja de la configuración del dispositivo numerador discutida más arriba reside en que cada rueda numeradora puede ser hecha rotar en cualquier dirección deseada. En consecuencia, se puede llegar a una cualquiera de las posiciones de numeración de las ruedas numeradoras dentro de un ángulo de rotación de 180° o menos. Así, el método de control se ha concebido preferiblemente de una manera que incluye además el paso de determinar, para cada rueda numeradora 7 que ha de ser accionada, un camino más corto hasta la posición de destino, correspondiendo dicho camino más corto a un desplazamiento angular de la rueda numeradora 7 de 180° o menos.

Haciendo referencia de nuevo al ejemplo precedente de una rueda numeradora de doce segmentos, esto significa que el número de pasos de accionamiento de la rueda numeradora será n veces S_U, en donde n es un número entero entre 0 y 6. El número de pasos de accionamiento necesarios para hacer rotar una rueda numeradora desde su posición actual hasta su posición de destino deseada se puede resumir así en una simple tabla de búsqueda del tipo que se menciona a continuación, en donde los valores ±n (n = 0, 1, 2, ... 6) indican el múltiplo de veces que se han de realizar S_U pasos para alcanzar la posición de destino:

POSICION ACTUAL \ POSICION DE DESTINO	SEG.	SEG.	SEG.	SEG.									
	1 ("0")	2 ("1")	3 ("2")	4 ("3")	5 ("4")	6 ("5")	7 ("6")	8 ("7")	9 ("8")	10 ("9")	11 ("10")	12 ("11")	
SEG. 1 (p.ej. "0")	0	+1	+2	+3	+4	+5	±6	-5	-4	-3	-2	-1	
SEG. 2 (p.ej. "1")	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	±6	-5	-4	-3	-2	
SEG. 3 (p.ej. "2")	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	±6	-5	-4	-3	
SEG. 4 (p.ej. "3")	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	±6	-5	-4	
SEG. 5 (p.ej. "4")	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	±6	-5	
SEG. 6 (p.ej. "5")	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	±6	
SEG. 7 (p.ej. "6")	±6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	
SEG. 8 (p.ej. "7")	+5	±6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	
SEG. 9 (p.ej. "8")	+4	+5	±6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	
SEG. 10 (p.ej. "9")	+3	+4	+5	±6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	
SEG. 11 (p.ej. "10")	+2	+3	+4	+5	±6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	
SEG. 12 (p.ej. "11")	+1	+2	+3	+4	+5	±6	-5	-4	-3	-2	-1	0	

Por ejemplo, supóngase que la posición actual de la rueda numeradora es el segmento numerador 8 (por ejemplo, para imprimir la cifra "7") y que esta rueda numeradora tiene que ser hecha rotar hasta el segmento numerador 11 (por ejemplo, para imprimir una marca de cancelación "11"), la rueda numeradora debe ser accionada durante n = 3 veces S_U pasos en la dirección positiva, es decir, durante un total de 162 pasos en el ejemplo numérico anterior en el cual S_U = 54 pasos.

En este ejemplo, después de que el motor 15 haya realizado 162 pasos en la dirección positiva (es decir, 27 revoluciones en este ejemplo), la rueda numeradora asociada habrá alcanzado su posición de destino. Al llegar a esta posición de destino, se controla la posición del motor 15 por medio de los sensores Hall incorporados. Si se detectan uno o más pasos en la dirección positiva o negativa (pasos que podrían haber sido inducidos por factores externos, tales como la fricción con una rueda numeradora vecina que gire), se acciona el motor 15 para devolver la rueda numeradora 7 a su posición de destino "añadiendo" o "restando" el número adecuado de pasos correctores.

Además del principio corrección precedente, las ruedas numeradoras debe ser accionadas de manera tal que se garantice lo más rápidamente posible la rotación de las ruedas numeradoras hacia sus posiciones de destino deseadas. En este contexto, el hecho de que cada rueda numeradora pueda ser accionada en dos direcciones, como se ha mencionado en lo que antecede, resulta beneficioso porque cada rueda debe ser hecha rotar en un ángulo de como máximo 180° en el "peor" caso.

En la práctica, una prensa numeradora está diseñada para funcionar a una velocidad de varios miles de hojas por hora (en inglés, sph), típicamente del orden de 10.000 sph. Tómese, por ejemplo, el caso de una máquina que trabaja a 12.000 sph. A esta velocidad, cada cilindro numerador sobre el cual están montados los dispositivos numeradores realiza una rotación completa en 0,3 segundos. Durante cada revolución se debe accionar cada dispositivo numerador, entintarlo y luego ponerlo en contacto con los documentos a numerar. Esto significa en la práctica que el tiempo de accionamiento para cada dispositivo numerador está limitado a aproximadamente 100 a 120 milisegundos.

Basándose en las consideraciones anteriores, la velocidad de rotación media de cada rueda numeradora 7 debe ser por lo menos del orden de 250 rpm, lo que significa que el motor eléctrico 15 debe ser capaz de alcanzar por lo menos 27.000 rpm debido al factor de reducción existente entre el motor eléctrico 15 y la rueda numeradora 7 asociada ($27.000 \text{ rpm} = 108 \times 250 \text{ rpm}$). En este contexto, los motores y engranajes planetarios de Maxon están perfectamente adaptados a esta aplicación, ya que el motor EC 6 de Maxon, acoplado al cabezal de engranaje planetario GP 6 de Maxon, es capaz de alcanzar aproximadamente 40.000 rpm.

La Figura 8 es un diagrama esquemático que ilustra un principio de accionamiento en múltiples fases preferido que se sigue con el fin de hacer rotar las ruedas numeradoras 7 a sus posiciones de destino pretendidas. En la Figura 8, el eje horizontal representa el número de pasos de accionamiento del motor 15, mientras que el eje vertical representa la velocidad del mismo (entendiéndose que, en consecuencia, la rueda numeradora asociada sigue el mismo perfil de accionamiento).

En términos generales, el accionamiento de las ruedas numeradoras 7 se puede descomponer en tres fases sucesivas, a saber, (i) una primera fase A durante la cual se acelera una rueda numeradora accionada, (ii) una segunda fase B durante la cual la rueda numeradora accionada es impulsada a una velocidad sustancialmente constante, y (iii) una tercera fase C durante la cual se decelera rueda numeradora accionada antes de alcanzar la posición de destino pretendida.

Durante la primera fase, la rueda numeradora accionada es acelerada al llevar el motor eléctrico 15 asociado a una velocidad objetivo V_0 (o bien hasta que se haya alcanzado un número determinado de pasos de accionamiento S_0). A partir de entonces, se hace funcionar el motor eléctrico a velocidad sustancialmente constante durante la fase B hasta que queda un número predeterminado de pasos restantes S_{BREAK} antes de alcanzar el número objetivo de pasos S_{TARGET} . A partir de este punto se desacelera el motor eléctrico (y la rueda numeradora asociada).

En la práctica resulta difícil simplemente decelerar el motor eléctrico de manera que la rueda numeradora asociada llegue a la parada completa exactamente en la posición de destino deseada. De hecho, debido a la alta velocidad de rotación del motor y las tolerancias de medida inherentes, siempre existe el riesgo de que la parada completa de la rueda numeradora se produzca un par de pasos antes o después de que se haya alcanzado la posición de destino deseada, lo que requiere después un paso final de corrección para "sumar" o "restar" el número apropiado de pasos correctores .

Por consiguiente, el accionamiento de las ruedas numeradoras comprende preferiblemente además (iv) un cuarto paso D durante el cual se impulsa a baja velocidad la rueda numeradora accionada hasta que se alcanzan determinados parámetros de accionamiento que preceden a la parada completa de la rueda numeradora accionada, y (v) una quinta fase E durante la cual se lleva a la rueda numeradora accionada a una parada completa de acuerdo con una secuencia de deceleración predeterminada.

Según este principio de accionamiento preferido, el motor eléctrico (y la rueda numeradora asociada) es decelerado durante la fase C hasta que se alcanza una velocidad mínima V_{LOW} (por ejemplo, del orden de 1500 rpm) y, acto seguido, se impulsa a la velocidad mínima V_{LOW} durante la fase D hasta que se alcanza un número fijo de pasos S_{STOP} antes del número de pasos objetivo S_{TARGET} . La velocidad mínima V_{LOW} es la misma para todos los motores eléctricos y, al final de la fase D, la velocidad y el número de pasos que faltan por recorrer son conocidos.

En otras palabras, al final de la fase D, es posible la estimación de los parámetros del motor para la fase final de deceleración E, y se pueden pre-calcular y almacenar en una tabla de búsqueda. Así, durante la fase E, la velocidad de conmutación de los motores eléctricos que impulsan las ruedas numeradoras accionadas es reducida de acuerdo

con una secuencia de deceleración predeterminada hasta que se consigue la parada completa en la posición de destino deseada (es decir, cuando se alcanza el número de pasos objetivo S_{TARGET}).

5 Tal como se ha mencionado más arriba, al llegar a la posición de destino se activa la regulación electrónica de la posición de la rueda numeradora a fin de evitar que factores externos, en particular la fricción de ruedas numeradoras vecinas que rotan, provoquen un cambio de la posición de la rueda numeradora.

10 Como ya se ha discutido más arriba, el dispositivo numerador está provisto preferiblemente de medios de calibración que comprenden, por ejemplo, al menos un imán dispuesto sobre cada rueda numeradora 7 y un sensor 13 correspondiente para detectar el paso de dicho al menos un imán. Estos medios de calibración se utilizan para calibrar periódicamente una posición de referencia de cada rueda numeradora 7 con el fin de garantizar la adecuada correspondencia entre la posición real de cada rueda numeradora 7 y las medidas realizadas a nivel del motor eléctrico 15 asociado.

15 Se pasará ahora a las Figuras 4a a 4c que ilustran esquemáticamente una realización de un mecanismo de indexación liberable para alinear mecánicamente y mantener la posición de las ruedas numeradoras durante una operación de numeración (variante que también constituye el objeto de la solicitud de patente europea nº 06115994.3). Este mecanismo de indexación permite garantizar, en caso necesario, la ubicación exacta de las ruedas numeradoras 7 en sus posiciones de destino. Se entenderá que este mecanismo de indexación sólo se activa después de que todas las ruedas numeradoras hayan sido rotadas a sus posiciones de destino. En la solicitud de patente europea nº 06124403.4 y en la solicitud PCT nº PCT/IB2007/052366 ya mencionadas más arriba se describen realizaciones adicionales de un tal mecanismo de indexación liberable.

20 El mecanismo de indexación liberable funciona básicamente empujando un miembro 50 de indexación móvil que se extiende paralelo al eje de rotación de las ruedas numeradoras 7 en contra de ranuras 7a de indexación provistas en las ruedas numeradoras 7. De acuerdo con la variante de las Figuras 4a a 4c, el miembros 50 de indexación coopera con la circunferencia interior de las ruedas numeradoras 7 en donde están provistas ranuras 7a de indexación internas. Se podrían contemplar otras variantes, por ejemplo un mecanismo de indexación que comprenda un miembro de indexación que coopere con ranuras de indexación externas provistas entre los símbolos numeradores en la circunferencia exterior de las ruedas numeradoras 7.

25 En la variante de las Figuras 4a a 4c, el miembro 50 de indexación está integrado dentro del eje común 17 y se extiende axialmente a lo largo de la periferia del eje común 17. Este miembro 50 de indexación es empujado fuera de las ranuras 7a de indexación internas durante el accionamiento de las ruedas numeradoras 7 (véase la Figura 4b) y es empujado contra estas ranuras 7a de indexación cuando se termina el proceso de accionamiento (véase la Figura 4a).

30 Preferiblemente, el miembro de indexación es accionado por medio de un sistema de accionamiento electromagnético que comprende, por ejemplo, una bobina de excitación estática (no ilustrada) situada dentro del eje común 17 y que rodea al miembro 50 de indexación con el fin de empujar o tirar de este miembro adentro o afuera de las ranuras 7a de indexación. Preferiblemente, se suministra a la bobina de excitación una corriente de bobina que crea una fuerza de reluctancia variable con el fin de mover el miembro 50 de indexación y de este modo liberar las ruedas numeradoras 7. Preferiblemente, el miembro 50 de indexación es llevado a su posición por defecto (es decir, la posición en la cual el miembro 50 de indexación está empujado dentro de las ranuras 7a de indexación) por medio de muelles (tales como muelles de hoja) situados entre el miembro 50 de indexación y el eje 17.

40 Dentro del ámbito de la presente invención, el mecanismo de indexación descrito en lo que antecede sería accionado para bloquear mecánicamente la posición de todas las ruedas numeradoras después de que todas las ruedas numeradoras accionadas hayan alcanzado sus posiciones de destino. Cuando se activa el mecanismo de indexación, la regulación electrónica de la posición de las ruedas numeradoras que se ha descrito más arriba se detiene hasta que se realice un accionamiento posterior de las ruedas numeradoras. Ventajosamente, el mecanismo de indexación mecánica es activado al menos durante una operación de impresión, y preferiblemente también durante una operación precedente de entintado de las ruedas numeradoras.

45 Se entenderá que se pueden efectuar diversas modificaciones y/o mejoras a las realizaciones descritas en lo que antecede, obvias para la persona experta en la técnica, sin apartarse del alcance de la invención definida por las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, aunque se prefiere un mecanismo de indexación mecánica, no se requiere en sí tal mecanismo, y se podría controlar la posición de las ruedas numeradoras durante la impresión y/o el entintado únicamente por medio del proceso de regulación electrónico descrito en lo que antecede.

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar la posición de ruedas numeradoras (7) de un dispositivo numerador (1), siendo dicho dispositivo numerador (1) del tipo que comprende una pluralidad de ruedas numeradoras (7) impulsadas independientemente dispuestas adyacentes entre sí para rotar en torno a un eje de rotación común, comprendiendo el método accionar las ruedas numeradoras (7) entre iteraciones de numeración sucesivas, con lo cual cada rueda numeradora (7) que ha de ser rotada hasta una nueva posición de destino es impulsada a rotar hasta que alcanza su nueva posición de destino, caracterizado por que dicho método comprende además, al menos durante el accionamiento de las ruedas numeradoras (7), compensar factores externos que actúen sobre las ruedas numeradoras (7) mediante regulación electrónica de la posición de cada rueda numeradora (7) que no es hecha rotar o que ha alcanzado su nueva posición de destino.
2. El método según la reivindicación 1, en donde dicha regulación electrónica de la posición de cada rueda numeradora (7) incluye realizar el seguimiento de la posición de la rueda numeradora (7) y corregir la posición de la rueda numeradora (7) para devolverla a su posición deseada.
3. El método según la reivindicación 2, en donde el seguimiento de la posición de la rueda numeradora (7) se realiza mediante el seguimiento de la posición de un motor eléctrico (15) asociado, tal como un motor de corriente continua sin escobillas con conmutación electrónica, que impulsa dicha rueda numeradora (7).
4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde dicho accionamiento de las ruedas numeradoras (7) incluye:
- una primera fase (A) durante la cual se acelera una rueda numeradora (7) accionada;
 - una segunda fase (B) durante la cual la rueda numeradora (7) accionada es impulsada a una velocidad (V_O) sustancialmente constante; y
 - una tercera fase (C) durante la cual se decelera la rueda numeradora (7) accionada antes de alcanzar la posición de destino.
- y opcionalmente:
- una cuarta fase (D) durante la cual la rueda numeradora (7) accionada es impulsada a una velocidad (V_{LOW}) baja hasta que se alcanzan determinados parámetros (S_{STOP}) de accionamiento que preceden a la parada completa de la rueda numeradora (7) accionada; y
 - una quinta fase (E) durante la cual se lleva a una parada completa la rueda numeradora (7) accionada, de acuerdo con una secuencia predeterminada de deceleración.
5. El método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde cada rueda numeradora (7) es impulsada a rotar por un motor eléctrico (15) tal como un motor de corriente continua sin escobillas con conmutación electrónica que tiene una pluralidad de pasos por revolución, siendo preferiblemente impulsada cada rueda numeradora (7) por dicho motor eléctrico (15) a través de un engranaje (16, 18-23) con un factor (R) de reducción, y en donde el accionamiento de una rueda numeradora (7) a una posición de destino comprende:
- determinar un número (S_{TARGET}) de pasos necesarios para que la rueda numeradora (7) alcance la posición de destino desde su posición actual; e
 - impulsar la rueda numeradora (7) a rotar durante el número determinado (S_{TARGET}) de pasos.
6. El método según la reivindicación 5, en donde, para una configuración dada de rueda numeradora con s segmentos numeradores, el número (S_{TARGET}) de pasos necesarios para que la rueda numeradora (7) alcance la posición de destino desde su posición actual es un múltiplo de un número dado (S_U) de pasos correspondiente a un desplazamiento angular de la rueda numeradora (7) de $360^\circ / s$.
7. El método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende el paso de determinar, para cada rueda numeradora (7) que ha de ser accionada, un camino más corto hasta la posición de destino, correspondiendo dicho camino más corto a un desplazamiento angular de la rueda numeradora (7) de 180° o menos.
8. El método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además calibrar periódicamente una posición de referencia de dichas ruedas numeradoras (7).
9. El método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además, después de que todas las ruedas numeradoras (7) accionadas hayan alcanzado sus posiciones de destino, accionar un mecanismo (50) de indexación mecánica para bloquear mecánicamente la posición de todas las ruedas numeradoras (7) y detener la regulación electrónica de la posición de las ruedas numeradoras (7) hasta un accionamiento posterior de las ruedas numeradoras (7), siendo activado preferiblemente dicho mecanismo (50) de indexación mecánica al menos durante una operación de impresión e, incluso más preferiblemente, durante una operación de entintado de las ruedas numeradoras (7).
10. Un dispositivo para controlar la posición de ruedas numeradoras (7) de un dispositivo numerador (1), siendo dicho dispositivo numerador (1) del tipo que comprende una pluralidad de ruedas numeradoras (7) impulsadas independientemente dispuestas adyacentes entre sí para rotar en torno a un eje de rotación común, comprendiendo

- dicho dispositivo medios (15, 16, 18-23) de accionamiento para accionar las ruedas numeradoras (7) del dispositivo numerador (1) entre iteraciones de numeración sucesivas, con lo cual cada rueda numeradora (7) que ha de ser rotada hasta una nueva posición de destino es impulsada a rotar hasta que alcanza su nueva posición de destino, caracterizado por que dicho dispositivo comprende además una unidad de regulación electrónica adaptada para compensar factores externos que actúen sobre las ruedas numeradoras (7) al menos durante el accionamiento de las ruedas numeradoras (7), regulando electrónicamente dicha regulación electrónica la posición de cada rueda numeradora (7) que no es hecha rotar o que ha alcanzado su nueva posición de destino, siendo preferiblemente implementada dicha regulación como una matriz de puertas programables sobre el terreno (FPGA).
- 5
11. El dispositivo según la reivindicación 10, que comprende además medios de seguimiento para realizar el seguimiento de la posición de cada rueda numeradora (7) y en donde dicha unidad de regulación electrónica está adaptada para corregir la posición de cada rueda numeradora (7) para devolverla a su posición deseada.
- 10
12. El dispositivo según la reivindicación 11, en donde dichos medios de seguimiento realizan el seguimiento de la posición de un motor eléctrico (15) asociado, tal como un motor de corriente continua sin escobillas con conmutación electrónica, que impulsa dicha rueda numeradora (7).
- 15
13. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en donde dichos medios (15, 16, 18-23) de accionamiento comprenden motores eléctricos (15), tales como motores de corriente continua sin escobillas con conmutación electrónica, para impulsar a rotar las ruedas numeradoras (7) .
- 20
14. El dispositivo según la reivindicación 13, en donde cada rueda numeradora (7) es impulsada por uno correspondiente de dichos motores eléctricos (15) a través de un engranaje (16, 18-23) con un factor (R) de reducción.
15. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, que comprende además medios (13) de calibración para calibrar periódicamente una posición de referencia de dichas ruedas numeradoras (7).
- 25
16. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, que comprende además un mecanismo (50) de indexación mecánica para bloquear mecánicamente la posición de todas las ruedas numeradoras (7) después de que todas las ruedas numeradoras (7) accionadas hayan alcanzado sus posiciones de destino.

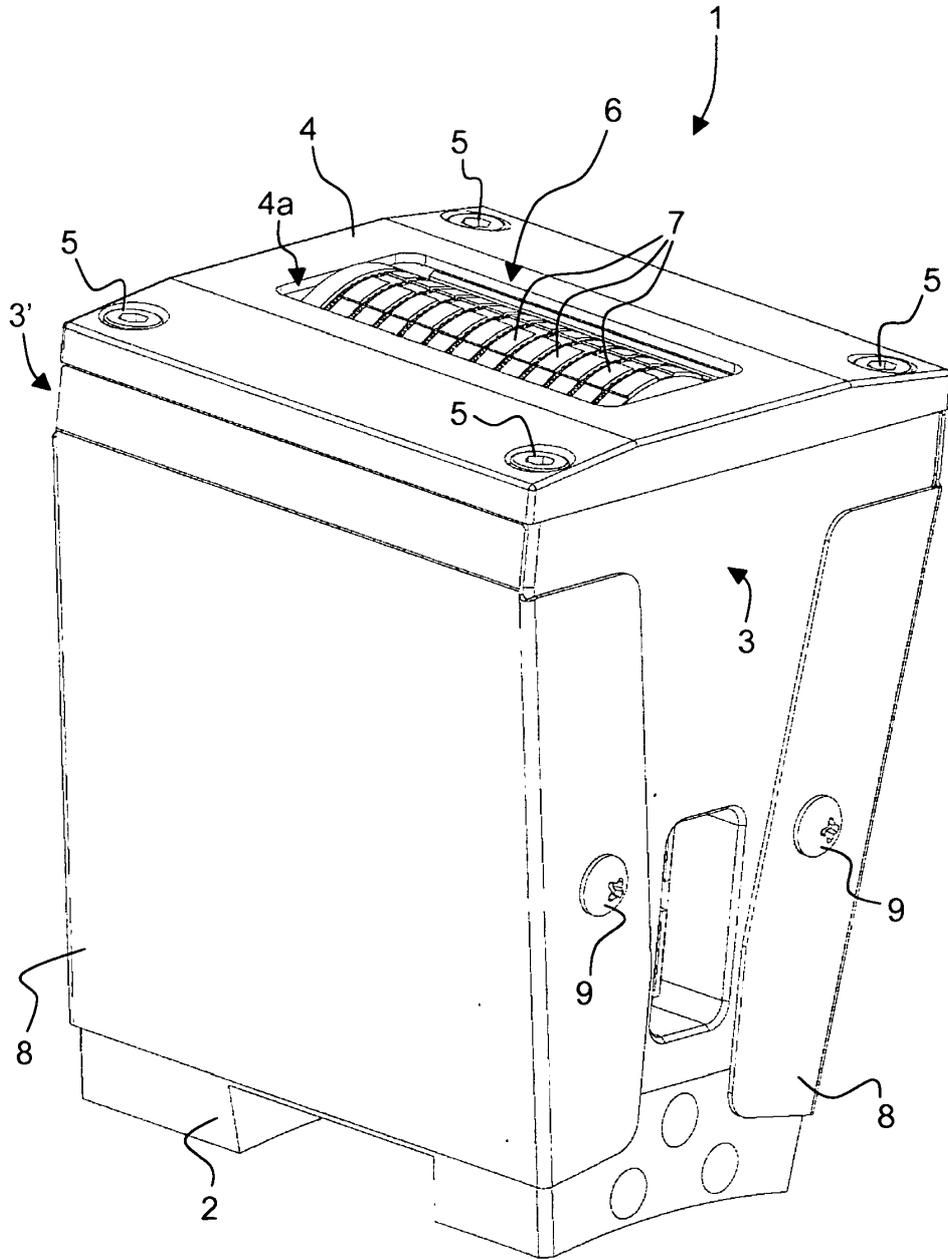


Fig. 1

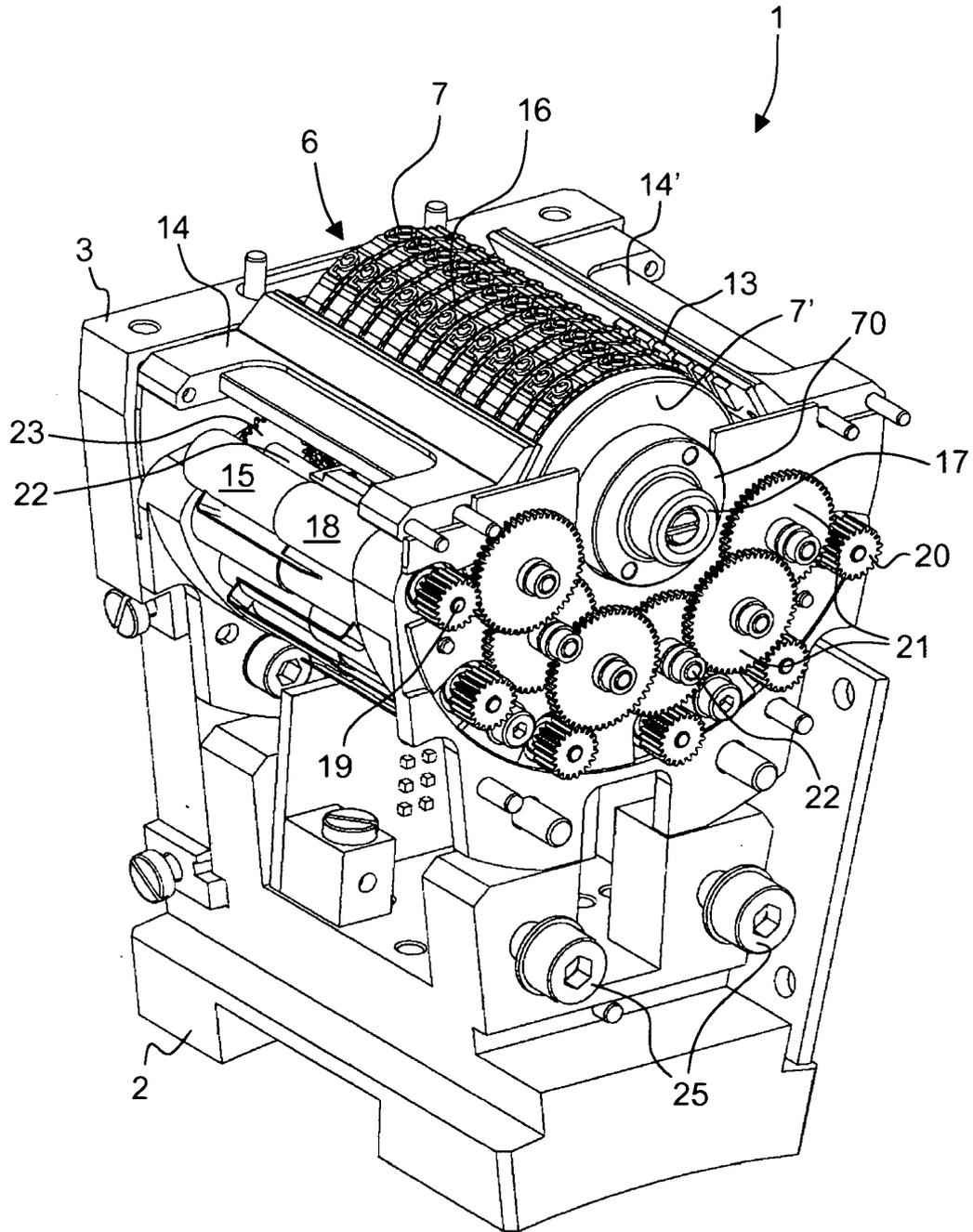


Fig. 2

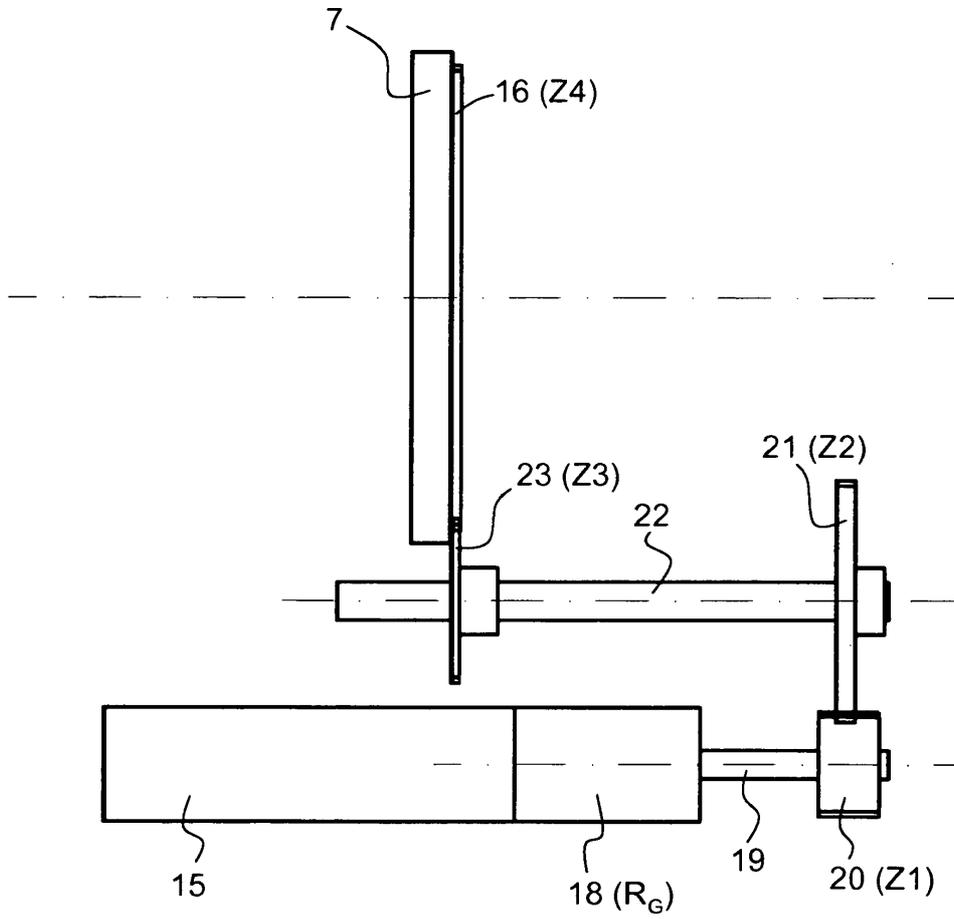


Fig. 3

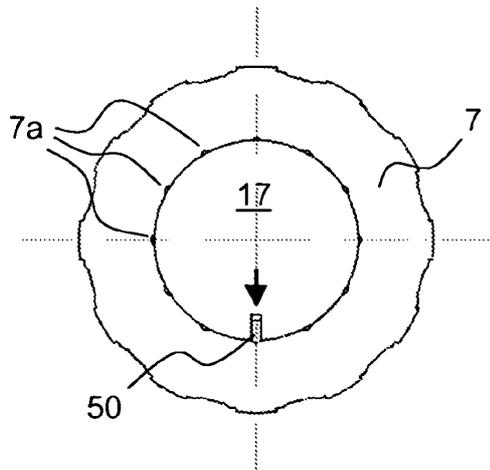


Fig. 4a

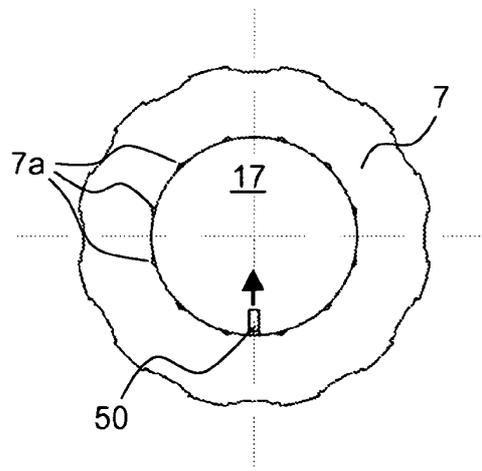


Fig. 4b

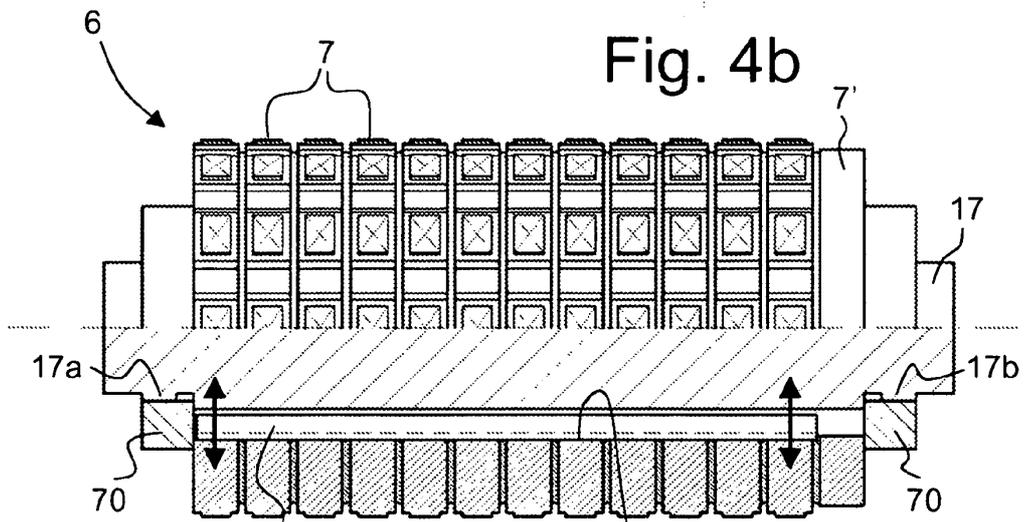


Fig. 4c

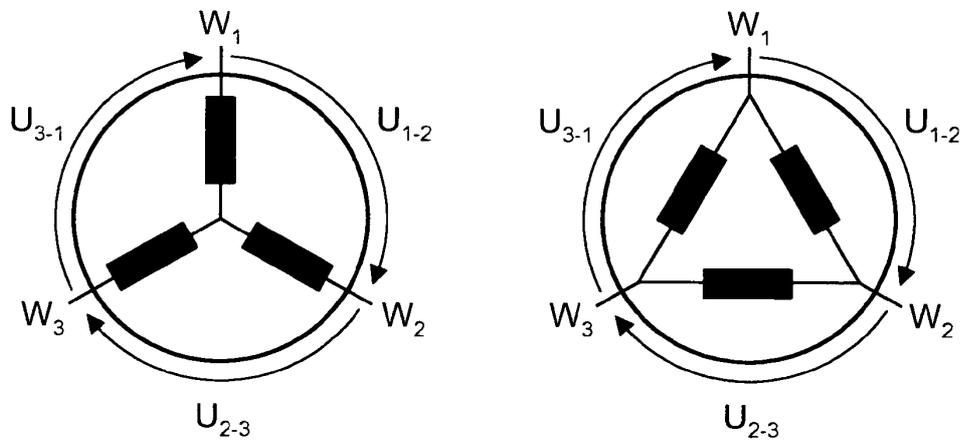


Fig. 5

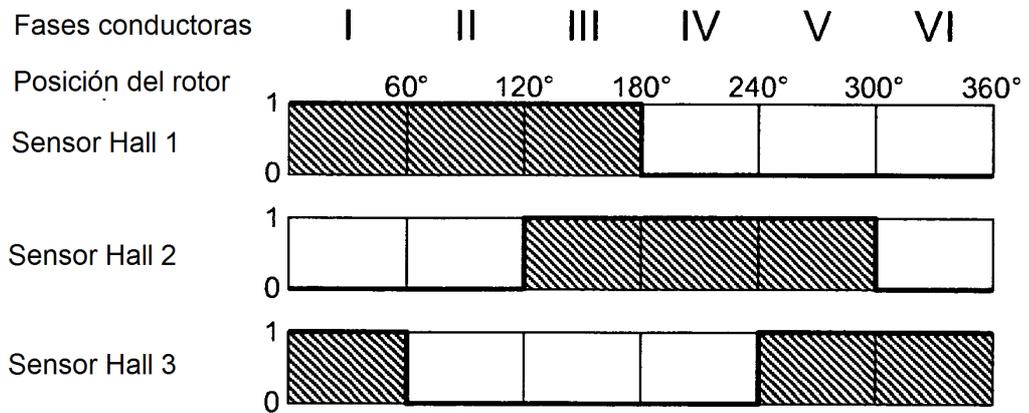


Fig. 6

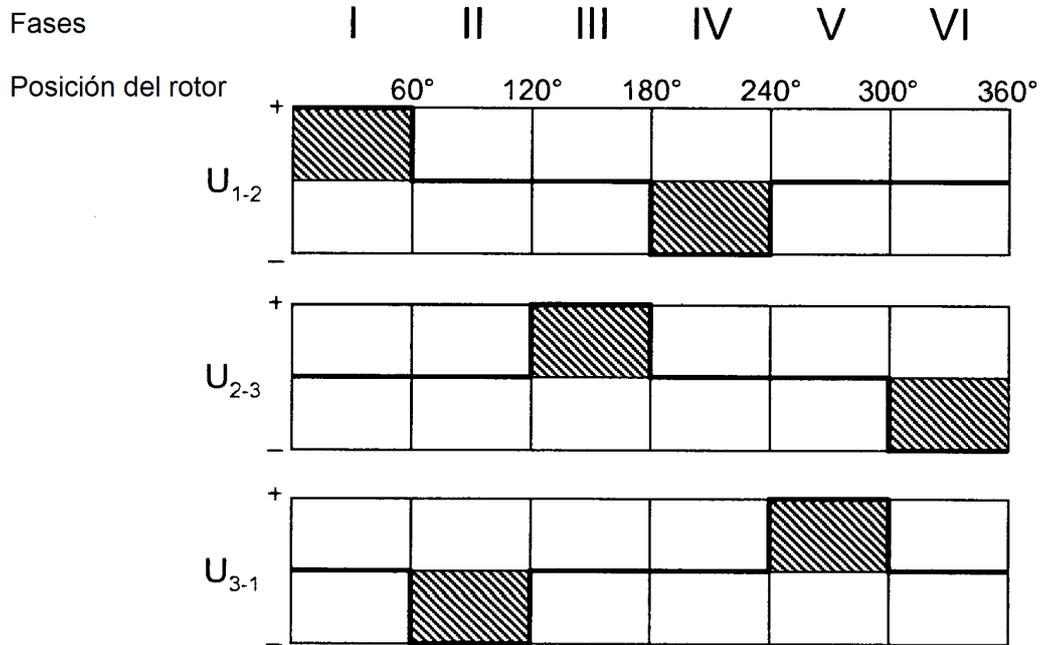


Fig. 7

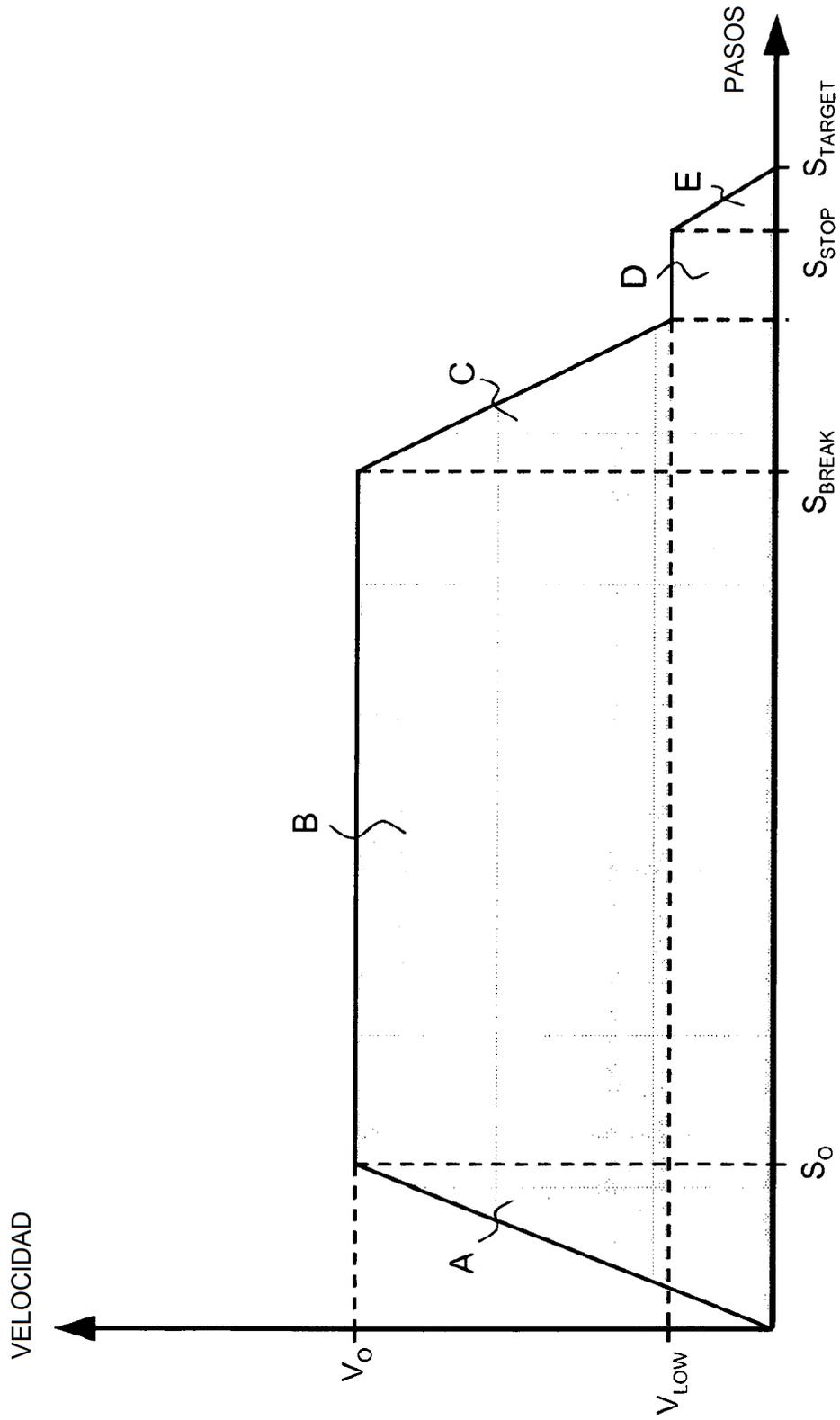


Fig. 8