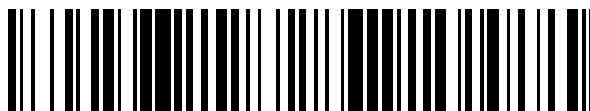


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 768 098**

51 Int. Cl.:

**G01D 5/347** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.04.2010 PCT/GB2010/000714**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.10.2010 WO10116144**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2010 E 10718251 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 2417423**

54 Título: **Aparato codificador de posición**

30 Prioridad:

**08.04.2009 GB 0906257**

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

**19.06.2020**

73 Titular/es:

**RENISHAW PLC (100.0%)  
New Mills Wotton-Under-Edge  
Gloucestershire GL12 8JR, GB**

72 Inventor/es:

**GORDON-INGRAM, IAIN, ROBERT y  
GRIBBLE, ANDREW, PAUL**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 768 098 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

Aparato codificador de posición

5 Esta invención se refiere a un aparato codificador de posición y a un método para el funcionamiento de un codificador de posición.

10 Los codificadores de posición para medir la posición relativa entre dos objetos móviles son bien conocidos. Normalmente, se proporcionan una serie de marcas de escala en un objeto y un cabezal de lectura para leer las marcas de escala en otro. Las marcas de escala pueden formar parte íntegramente del objeto o pueden proporcionarse en una escala que se puede fijar al mismo.

15 Un codificador de posición se clasifica comúnmente como un codificador de posición incremental o como un codificador de posición absoluta. En un codificador de posición incremental, la escala tiene una pluralidad de marcas periódicas que pueden ser detectadas por el cabezal de lectura para proporcionar un conteo incremental ascendente/descendente. Por ejemplo, tal escala se describe en la Solicitud de Patente Europea nº 0207121. Se pueden proporcionar marcas de referencia, junto a las marcas periódicas o insertadas en ellas para definir puntos de referencia. Por ejemplo, tal escala se describe en la Solicitud Publicada de Patente Internacional WO 2005/124282. Un codificador de posición absoluta normalmente mide el desplazamiento relativo por medio de un cabezal de lectura que detecta series únicas de marcas, es decir, códigos y traducir esos códigos en una posición absoluta. Tal escala se describe en la Solicitud de Patente Internacional nº PCT/GB2002/001629. El documento EP1995567 también describe un aparato codificador conocido en el que se obtiene una imagen de un código de escala.

25 Para ciertos tipos de aparatos codificadores, es sabido hacer funcionar el cabezal de lectura de modo que obtenga imágenes instantáneas de la escala para leer las marcas en la escala. Un ejemplo de dicho aparato se describe en los documentos WO2007/030731, US6483104 y JPH01250820. En JPH01250820, el tiempo de exposición  $T_E$  se fija de modo que la velocidad  $M_b = W/T_E$  a la cual la señal de salida del sensor de imagen correspondiente a un patrón de bandas que comienza a apartarse de los niveles máximo y mínimo es mayor que la velocidad de movimiento más alta de la escala ( $W$  es el ancho de las partes negras y blancas de las bandas de la escala).

30 Esta invención proporciona mejoras a los tipos de aparatos codificadores de posición en los que el cabezal de lectura obtiene imágenes instantáneas de la escala para leer las marcas en la escala.

35 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un aparato codificador de posición, que comprende: una escala que comprende una serie de marcas de posición; y un cabezal de lectura configurado para leer la serie de marcas de posición por medio de un proceso de captura instantánea que es ajustable para cambiar i) la duración de la captura de marcas del cabezal de lectura y/o ii) la duración de la emisión de radiación electromagnética ("EMR") emitida por al menos una fuente de radiación electromagnética ("EMR") durante el proceso de captura de instantáneas, dependiendo de la velocidad relativa real medida entre la escala y el cabezal de lectura en función de las lecturas obtenidas por el cabezal de lectura.

45 Por lo tanto, un aparato codificador de posición de acuerdo con la invención puede adaptar el proceso a través del cual captura una instantánea de las marcas de posición de la escala dependiendo de la velocidad relativa de la escala y del cabezal de lectura. Una ventaja particular de la invención es que el proceso de captura de instantáneas se puede adaptar para maximizar la calidad de la instantánea obtenida. Por ejemplo, a bajas velocidades, el proceso de captura de instantáneas se puede adaptar para capturar una señal fuerte sin riesgo de que la instantánea se vea borrosa o distorsionada, mientras que a altas velocidades relativas, el proceso de captura de instantánea se puede adaptar para evitar el desenfoque o la distorsión de la instantánea, pero en el proceso reduce la intensidad de la señal. La reducción en la intensidad de la señal puede significar que existe una relación señal/ruido menos favorable que significa que la extracción de la posición podría ser menos fiable y/o menos precisa. A alta velocidad, la precisión es a menudo menos crítica y, por lo tanto, una reducción en la intensidad de la señal puede ser aceptable.

50 En consecuencia, el proceso de captura de instantáneas se puede adaptar para obtener la instantánea de mayor calidad para la velocidad relativa dada. Esto no solo puede aumentar la eficiencia por la cual la información de posición se puede obtener de la instantánea, sino que también puede permitir que se maximice la precisión de la información de la posición obtenida.

60 Como el proceso de captura de instantáneas se adapta automáticamente dependiendo de la velocidad relativa entre la escala y el cabezal de lectura, el proceso de captura de instantáneas se puede adaptar sin la intervención del usuario.

65 Cualquier ajuste al proceso de captura de instantáneas podría determinarse mediante una unidad externa al cabezal de lectura. Por ejemplo, el aparato codificador de posición podría comprender además un dispositivo procesador en comunicación con el cabezal de lectura. El dispositivo procesador podría determinar el proceso de captura de instantáneas e instruir al cabezal de lectura para funcionar en consecuencia.

- 5 Preferiblemente, cualquier ajuste al proceso de captura de instantáneas lo determina el cabezal de lectura. En particular, preferiblemente, el cabezal de lectura está configurado para determinar la velocidad relativa entre la escala y el cabezal de lectura. Más preferiblemente, el cabezal de lectura está configurado para determinar la velocidad relativa entre la escala y el cabezal de lectura basándose en al menos una instantánea obtenida por el cabezal de lectura.
- 10 Como se puede comprender, el cabezal de lectura contará al menos con un detector para detectar las series de marcas de posición. El cabezal de lectura puede comprender al menos un detector sensible a la radiación electromagnética ("EMR"). El al menos un detector sensible a EMR puede ser un detector óptico sensible a EMR. Como se puede comprender, esto puede incluir detectores adecuados para detectar la radiación electromagnética (EMR) en el rango de infrarrojo a ultravioleta. Por ejemplo, el detector podría ser un detector sensible a EMR visible. El cabezal de lectura podría comprender una pluralidad de elementos detectores. Por ejemplo, el cabezal de lectura podría comprender una batería de elementos detectores. La batería podría ser unidimensional o bidimensional.
- 15 La al menos una fuente de EMR puede ser una fuente óptica. Como se puede comprender, esta puede incluir fuentes adecuadas para emitir radiación electromagnética (EMR) en el rango de infrarrojo a ultravioleta. Por ejemplo, la fuente podría ser una fuente EMR visible. Por ejemplo, la fuente podría ser un diodo emisor de luz (LED).
- 20 El proceso de captura de instantáneas puede ser adaptable para cambiar la intensidad de la EMR emitida por al menos una de las al menos una fuente de EMR. Por ejemplo, el proceso de captura de instantáneas puede ser adaptable para cambiar la intensidad de la EMR óptica emitida por al menos una de las al menos una fuente de EMR.
- 25 Preferiblemente, el cabezal de lectura está configurado para limitar la duración máxima que la EMR se emite basándose en la velocidad relativa.
- 30 Cualquier ajuste en el proceso de captura de instantáneas puede tener en cuenta otros factores que la magnitud de la velocidad relativa. Por ejemplo, el proceso de captura de instantáneas también podría ser adaptable en función de la calidad de las instantáneas anteriores, y/o la temperatura del cabezal de lectura. Por ejemplo, si el cabezal de lectura está bastante caliente, el proceso de captura de instantáneas podría adaptarse para minimizar la generación de calor. Por ejemplo, en el caso de disparar una fuente de luz, la duración del destello puede restringirse para minimizar la generación de calor.
- 35 El proceso de captura de instantáneas puede ser adaptable para cambiar la sensibilidad de detección de la marca del cabezal dependiendo de la velocidad relativa entre la escala y el cabezal de lectura. Por ejemplo, si el cabezal de lectura comprende al menos un detector sensible a la EMR óptico, entonces el proceso de captura de instantáneas podría ser adaptable para cambiar la ganancia del sensor de imagen.
- 40 Las series de marcas de posición podrían definir una información incremental. Las series de marcas de posición pueden estar contenidas en una sola pista. Opcionalmente, las series de marcas de posición podrían extenderse a través de múltiples pistas. La escala podría comprender una primera serie de marcas de posición definiendo información incremental y una segunda serie de marcas de posición definiendo información de posición absoluta.
- 45 El aparato codificador de posición puede ser un aparato codificador de posición magnético o inductivo. El aparato codificador de posición puede ser un aparato codificador de posición capacitivo. En estos casos, el proceso de captura de instantáneas podría, por ejemplo, ajustarse cambiando el período de tiempo durante el cual se muestrean las marcas de la escala.
- 50 Opcionalmente, el aparato codificador de posición es un aparato codificador de posición óptico. En este caso, el aparato codificador de posición podría ser transmisor en el que el cabezal de lectura detecta la luz transmitida a través de la escala. Opcionalmente, el aparato codificador de posición podría ser reflectante en el que el cabezal de lectura detecta la luz que refleja la escala. El cabezal de lectura podría comprender una fuente óptica para iluminar la escala.
- 55 Como se puede comprender, hay muchas formas adecuadas en las que se pueden definir las marcas en una escala. Por ejemplo, las marcas se pueden definir mediante marcas que tengan propiedades particulares de radiación electromagnética (EMR), por ejemplo propiedades ópticas particulares, por ejemplo, por la transmisividad óptica particular o reflectividad de partes de la escala. En consecuencia, una marca podría definirse, por ejemplo, por partes de la escala que tengan un valor mínimo de reflectividad o transmisividad. Opcionalmente, una marca podría definirse, por ejemplo, por partes de la escala que tengan un valor máximo de reflectividad o transmisividad. En el caso de un codificador magnético, las marcas se pueden definir mediante marcas que tengan propiedades magnéticas particulares o, por ejemplo, por la presencia o ausencia de material ferro magnético. En el caso de las marcas de escala capacitiva se pueden definir mediante marcas que tengan propiedades capacitivas particulares.
- 60

Las marcas pueden tomar la forma de líneas, puntos u otras configuraciones interpretables por un cabezal de lectura. Las configuraciones preferidas para escalas uni dimensionales pueden comprender líneas que se extiendan por todo el ancho de una pista en una dimensión perpendicular a la dimensión de medición.

5 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un cabezal de lectura codificador de posición para leer una serie de marcas de posición en una escala para determinar la posición relativa entre sí mismo y la escala, en el que el cabezal de lectura está configurado para leer marcas de posición en una escala a través de un proceso de captura de instantáneas que es adaptable para cambiar i) la duración de captura de marcas del cabezal de lectura y/o ii) la duración que la radiación electromagnética ("EMR") es emitida por al menos una fuente de radiación electromagnética ("EMR") durante el proceso de captura de instantáneas, dependiendo de la velocidad relativa entre la escala y el cabezal de lectura.

15 De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se proporciona un método para hacer funcionar un cabezal de lectura codificador de posición que comprende: el cabezal de lectura que lee una serie de marcas de posición en una escala a través de un proceso de captura de instantáneas; y adaptar el proceso de captura de instantáneas cambiando i) la duración de captura de la marca del cabezal de lectura y/o ii) la duración que la radiación electromagnética ("EMR") es emitida por al menos una fuente de radiación electromagnética ("EMR") durante el proceso de captura de instantáneas, dependiente de la velocidad relativa entre la escala y el cabezal de lectura.

20 El método puede comprender además determinar la velocidad relativa entre la escala y el cabezal de lectura en función de las lecturas tomadas por el cabezal de lectura, y adaptar el proceso de captura de instantáneas en función de la velocidad relativa determinada. Adaptar el proceso de captura de instantáneas puede comprender cambiar la duración de la captura de marcas del cabezal de lectura dependiente de la velocidad relativa entre la escala y el cabezal de lectura.

25 El cabezal de lectura puede comprender al menos una fuente de EMR y adaptar el proceso de captura de instantáneas que comprende cambiar la duración que la EMR es emitida por al menos una de las al menos una fuente de EMR durante el proceso de captura de instantáneas.

30 Ahora se describirá una realización de la invención, solo a modo de ejemplo, con referencia a los siguientes dibujos en los que:

35 La figura 1 es una vista lateral esquemática de un aparato codificador de acuerdo con la invención que comprende una escala circular y un cabezal de lectura;  
 La figura 2 es una vista isométrica esquemática del aparato codificador de la figura 1;  
 La figura 3a es un diagrama de bloques esquemático de los diversos componentes ópticos y electrónicos del cabezal de lectura de acuerdo con una primera realización;  
 La figura 3b es un diagrama de bloques esquemático de los diversos componentes ópticos y electrónicos del cabezal de lectura de acuerdo con una segunda realización;  
 40 La figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra una visión general del funcionamiento del cabezal de lectura que se muestra en las figuras 1 a 3;  
 La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra el proceso de ajuste de la duración del impulso del destello;  
 La figura 6a es una vista esquemática en planta de la escala mostrada en las figuras 1 y 2;  
 La figura 6b es una ilustración esquemática de la salida del sensor del cabezal de lectura mostrado en las figuras 1, 2 y 3; y  
 45 La figura 6c es una ilustración esquemática de una palabra de código extraída de la imagen de la escala.

50 Con referencia a las figuras 1, 2, 3a, y 3b se muestra un aparato codificador 2 que comprende un cabezal de lectura 4, una escala 6 y un controlador 7. El cabezal de lectura 4 y la escala 6 están montados en el primer y segundo objeto respectivamente (no mostrados). La escala 6 es giratoria alrededor del eje A (que se extiende perpendicular a la página como se muestra en la figura 1) en relación con el cabezal de lectura. En la realización descrita, la escala 6 es una escala giratoria. Sin embargo, se puede comprender que la escala 6 podría ser una escala no rotativa, como una escala lineal. Además, la escala 6 permite la medición en una sola dimensión solamente. Sin embargo, se puede comprender que esto no tiene por qué ser el caso, y por ejemplo, la escala podría permitir la medición en dos dimensiones.

55 En la realización descrita, la escala 6 es una escala absoluta y comprende una serie de líneas reflectantes 8 y no reflectantes 10 dispuestas para codificar datos de posición únicos a lo largo de su longitud. Como se puede comprender, los datos pueden tener la forma de, por ejemplo, una secuencia pseudoaleatoria o palabras de código discretas.

60 El ancho de las líneas depende de la resolución posicional requerida y está comprendido normalmente en el rango de 1µm a 100µm, y más normalmente en el rango de 5µm a 50µm. En la realización descrita, el ancho de las líneas es del orden de 15µm. Las líneas reflectantes 8 y no reflectantes 10 generalmente están dispuestas de manera alternativa según un período predeterminado. Sin embargo, seleccionar líneas no reflectantes 10 faltan en la escala

65

6 para codificar datos de posición absoluta en la escala 6. Por ejemplo, la presencia de una línea no reflectante puede usarse para representar un bit "1" y la ausencia de una línea no reflectante puede representar un bit "0".

5 Con referencia a las figuras 6a, 6b y 6c, se muestra respectivamente una ilustración esquemática de una vista en planta de una sección de la escala 6 que muestra las líneas reflectantes 8 y no reflectantes 10, la salida 50 del sensor de imágenes de esa sección y el valor binario de una palabra de código completa contenida dentro de la sección de imagen. Como se muestra en la figura 6a, algunas de las líneas no reflectantes 10 se han eliminado para definir palabras de código discretas que codifican datos de posición absoluta. Por ejemplo, las líneas contenidas dentro del cuadro discontinuo 11 definen una palabra de código única de 16 bits. Los bits "1" se definen por la presencia de una línea no reflectante 10 y los bits "0" se definen por la ausencia de una línea no reflectante 8. La figura 6b es una ilustración de la variación de intensidad a través de una imagen obtenida por el sensor CMOS 20. La CPU 24 puede analizar la salida y aplicar un umbral de intensidad  $A_b$  en los puntos donde se espera ver una línea reflectante. La CPU 24 interpreta aquellos puntos donde la intensidad es menor que el umbral  $A_b$  como un "1" y aquellos puntos donde la intensidad es mayor que el umbral  $A_b$  como un "0". La figura 6c ilustra la palabra de código extraída por la CPU 24 aplicando este algoritmo a la salida mostrada en la figura 6b.

10 Se puede usar una serie de grupos de marcas para codificar una serie de palabras de código binarios únicos a lo largo de la longitud de escala que definen una posición única, es decir absoluta, información de posición. En la Solicitud de Patente Internacional n° PCT/GB2002/001629 (publicación n° WO 2002/084223), se describen más detalles de dicha llamada escala híbrida incremental y absoluta, cuyo contenido se incorpora en esta especificación por esta referencia.

25 Como se puede comprender, los datos de posición absoluta podrían codificarse en la escala 6 omitiendo líneas reflectantes 8, así como, o en su lugar, omitiendo líneas no reflectantes 10. Además, los datos de posición absoluta podrían incrustarse en la escala 6 sin la adición u omisión de líneas reflectantes 8 o no reflectantes 10. Por ejemplo, el ancho de líneas, la distancia entre ellas o su color podría variar en el orden para incrustar los datos de posición absoluta en la escala 6. Como también se puede comprender, la invención también podría usarse con escalas incrementales. En este caso, si se desea, se pueden proporcionar marcas de referencia, contiguas o incrustadas dentro de la pista de escala incremental.

30 Como se ilustra en la figura 3a, el cabezal de lectura 4 comprende un diodo emisor de luz ("LED") 12, un elemento óptico 18, un sensor de imagen de Semiconductor de Oxido Metálico Complementario ("CMOS") 20 y una ventana 22. La luz emitida desde el LED 12 pasa a través de la ventana 22 y cae en la escala 6. La escala 6 refleja la luz a través de la ventana 22 que pasa a través de la lente 18 que a su vez presenta la escala en el sensor de imagen CMOS 20 usando la luz reflejada.

35 En consecuencia, el sensor de imagen CMOS 20 detecta una imagen de una parte de la escala 6. El sensor de imagen CMOS 20 comprende una sola fila de 256 píxeles alargados cuya longitud se extiende paralela a la longitud de las líneas reflectantes 8 y no reflectantes 10 en la escala. La realización mostrada es del tipo reflectante, pero como se puede comprender, la invención puede usarse con un aparato codificador de tipo transmisivo (en el que la luz se transmite a través de la escala en lugar de reflejarse desde ella).

40 El cabezal de lectura 4 también comprende una CPU 24, un dispositivo de memoria 32 en forma de Memoria de Solo Lectura Programable y Borrable Eléctricamente (EEPROM) y un interfaz 38.

45 El LED 12 está conectado a la CPU 24, de modo que el LED 12 puede funcionar bajo control de la CPU 24. El sensor de imagen CMOS 20 está conectado a la CPU 24 de manera que la CPU 24 pueda recibir una imagen de la intensidad de la luz que cae a través del sensor de imagen CMOS 20. El sensor de imagen CMOS 20 también está conectado directamente a la CPU 24, de modo que el sensor de imagen CMOS 20 puede funcionar para tomar una instantánea de la intensidad que caiga dentro de lo solicitado por la CPU 24. La CPU 24 está conectada a la memoria 32 para que pueda almacenar y recuperar datos para su uso en su procesamiento. Por ejemplo, en esta realización, la memoria 32 contiene una pluralidad de tablas de búsqueda. Una de las tablas de búsqueda se utilizará en la determinación de la posición relativa del cabezal de lectura 4 y de la escala 6 como se explica con más detalle a continuación. El interfaz 38 está conectado a la CPU 24 para que la CPU 24 pueda recibir solicitudes de y enviar resultados a un dispositivo externo tal como un controlador 7 (mostrado en la figura 1) a través de la línea 40. La línea 40 también comprende líneas de alimentación a través de las cuales se alimenta el cabezal de lectura 4.

50 El cabezal de lectura ilustrado en 3b es sustancialmente el mismo que el ilustrado en 3a y las partes similares comparten números de referencia similares. Sin embargo, la disposición óptica de la realización mostrada en la figura 3b es ligeramente diferente. En esta realización, el cabezal de lectura 4 comprende una lente de colimación 13, un conjunto divisor de haz 15 que tiene un cara reflectora 17 y una cara divisoria del haz 19, y una lente de imagen 21. La lente colimadora 13 colima la luz emitida desde el LED 12 en un haz 23 que luego se refleja por la cara reflectora 17 del conjunto divisor hacia la cara divisoria del haz 19. La cara divisoria del haz 19 refleja el haz 23 hacia la escala 6 a través de la ventana 22, que luego refleja la luz a través de la ventana 22 hacia la cara divisoria del haz 19 que permite que la luz reflejada pase directamente a través de ella. La luz reflejada luego pasa a través de la lente de imagen 21 que forma una imagen de la escala 6 en el sensor de imagen CMOS 20.

El método de funcionamiento 100 del aparato 2 se describirá ahora con referencia a las figuras 4 y 5. El método comienza cuando se alimenta el cabezal de lectura 4. Como se explica con más detalle a continuación, para seleccionar una duración del impulso del destello apropiada, debe conocerse al menos la magnitud aproximada de la velocidad relativa (es decir, la velocidad) entre el cabezal de lectura y la escala. La velocidad podría ser recibida externamente desde el cabezal de lectura, por ejemplo, desde un segundo cabezal de lectura (no mostrado) o desde un instrumento diferente (no mostrado), por ejemplo, desde un velocímetro que mide la velocidad de la(s) parte(s) móvil(es) y/o desde un controlador de máquina que está accionando el movimiento relativo entre la escala y el cabezal de lectura.

En la realización descrita, el propio cabezal de lectura 4 calcula la velocidad relativa y lo hace obteniendo y procesando al menos dos instantáneas de la escala con objeto de calcular la distancia relativa que la escala y el cabezal de lectura se ha movido dentro de un cierto intervalo de tiempo. En consecuencia, el cabezal de lectura 4, primero debe fijar la duración del impulso del destello para que pueda obtener instantáneas de la escala 6 que puede usar para determinar la posición relativa. Como inicialmente no se conoce la velocidad relativa, el cabezal de lectura 4 fija la duración del impulso del destello en un tiempo mínimo predeterminado. Este tiempo mínimo predeterminado puede ser la duración más corta del impulso del destello que se considera puede proporcionar la información mínima necesaria para obtener imágenes de la escala 6 y obtener información de la posición. Como se puede comprender, el tiempo mínimo predeterminado puede ser diferente para cada combinación dada de escala y cabezal de lectura. El límite de tiempo inferior predeterminado puede fijarse en la memoria 32 del cabezal de lectura 4 o podría recibirse desde el controlador 7 a través de la línea 40. En esta realización, esta duración es de 50 nano segundos. Como se puede comprender, en otras realizaciones, la duración del impulso del destello podría fijarse inicialmente en un valor sustancialmente mayor que el tiempo mínimo predeterminado, y reducido en consecuencia si las imágenes obtenidas son ininterpretables.

En la etapa 104, el cabezal de lectura captura dos instantáneas de la escala 6 en un intervalo de tiempo conocido (es decir, las instantáneas se toman en dos momentos diferentes). La captura de cada instantánea implica que la CPU 24 controla el LED 12 para que emita luz durante del impulso del destello, y también controla el sensor de imagen CMOS 20 para detectar y registrar simultáneamente la intensidad del patrón de luz que cae sobre él.

En la etapa 106, se calcula la velocidad relativa del cabezal de lectura 4 y de la escala 6. Esto se puede hacer calculando la posición relativa del cabezal de lectura 4 y de la escala 6 en cada instantánea (extrayendo la palabra de código de cada imagen y buscando la posición correspondiente a esa palabra de código en una tabla de búsqueda almacenada en la memoria 32), determinando el cambio en posición entre cada instantánea y dividiendo este cambio de posición por el tiempo entre las instantáneas. Como se puede comprender, en la realización descrita, la velocidad relativa calculada será una velocidad angular relativa, pero en el caso de una escala lineal, la velocidad relativa calculada será una velocidad lineal relativa.

En la etapa 108, la duración del impulso del destello se ajusta dependiendo de la velocidad relativa calculada, y este proceso se describe con más detalle a continuación con referencia a la figura 5. En general, cuanto mayor es la velocidad relativa, menor es la duración del impulso del destello y viceversa.

En la etapa 110, el cabezal de lectura 4 obtiene otra instantánea de la escala 6. Como antes, esto implica que la CPU 24 controla el LED 12 para que emita luz el tiempo del impulso del destello calculado en la etapa anterior 108, y también controla el sensor de imagen CMOS 20 para detectar y registrar simultáneamente la intensidad del patrón de luz que cae sobre él. La etapa 110 se realiza al recibir una solicitud de posición del controlador 7. Sin embargo, si no se recibe una solicitud de posición del controlador 7 dentro de un límite de tiempo máximo predeterminado, el cabezal de lectura 4 inicia la etapa 110. Esto asegura que la velocidad relativa se actualice continuamente y por lo tanto, se pueda obtener una buena imagen de la escala cuando el controlador eventualmente solicite información de posición.

En la etapa 112, la CPU 24 usa la imagen de la escala 6 para calcular la posición relativa absoluta entre el cabezal de lectura 4 y la escala 6. Esto implica que la CPU 24 analice la imagen recibida del sensor de imagen CMOS para extraer una palabra de código de la imagen. La posición relativa absoluta correspondiente a esta palabra de código es determinada entonces por la CPU 24 usando una tabla de búsqueda almacenada en la memoria 32. Si la etapa 110 se inició en respuesta a una solicitud de posición del controlador 7, la posición relativa absoluta se envía al controlador 7.

La posición relativa entre la escala y el cabezal de lectura se puede ajustar con precisión determinando el desfase relativo entre las marcas en la escala y el sensor de imagen CMOS 20. Como se ilustra en la figura 6 (b), el desfase relativo se puede determinar calculando la fase entre la señal 50 emitida por el sensor de imagen CMOS 20, y las formas de onda de SENO y COSENO que tengan el mismo período fundamental que la señal 50 emitida por el sensor de imagen CMOS 20. Solo la forma de onda de referencia SENO 52 se muestra en la figura 6 (b) en aras de la claridad. Las formas de onda de referencia tienen una posición predeterminada con respecto al sensor de imagen CMOS. Por ejemplo, con respecto a la forma de onda de referencia SENO 52, el punto 54 en el que la onda SENO cruza el punto cero de positivo a negativo está en el centro del sensor de imagen CMOS 20. Como se puede ver en el ejemplo ilustrado, la forma de onda SENO 52 y la señal 50 emitida por el sensor de imagen CMOS están aproximadamente desfasadas 90°. Los métodos para extraer la fase son conocidos y se describen, por ejemplo, en W02004094957.

- 5 Como se puede comprender, la precisión de la extracción de fase y, por lo tanto, la precisión a la que se puede determinar la posición relativa absoluta se ve afectada por la relación señal/ruido de la señal 50 obtenida por el sensor de imagen CMOS. En consecuencia, a velocidades más bajas en las que más señal de escala se obtiene, la relación señal/ruido es más favorable que a velocidades más altas y, por lo tanto, se puede obtener información de la posición más precisa a velocidades más bajas.
- 10 El control del flujo regresa a la etapa 106, en cuyo punto la velocidad relativa se actualiza basándose en las dos últimas lecturas de posición. Este bucle continúa hasta que el cabezal de lectura 4 se desconecte.
- 15 El proceso de ajuste de la duración del impulso del destello se describirá ahora con más detalle con referencia a las figuras 5 y 6. El proceso comienza en la etapa 200 que comprende determinar la intensidad de la imagen a partir de la imagen inmediatamente anterior de la escala 6. En referencia de nuevo a la figura 6b, la etapa 200 puede realizarse identificando y tomando una media de los cuatro valores de intensidad más altos emitidos por el sensor CMOS 20. Los cuatro valores más altos de intensidad se identifican en la figura 6b por una "x" y su media se ilustra en la línea  $A_a$ .
- 20 En la etapa 202, la intensidad media  $A_a$  se compara con un valor de intensidad objetivo (ilustrado por la línea  $A_t$ ) para determinar la diferencia entre ambas. El valor de intensidad objetivo es la intensidad media óptima para la combinación dada de escala y cabezal de lectura. La intensidad no tiene que ser demasiado baja o demasiado alta, ya que esto puede dificultar la identificación de las marcas y, por lo tanto, complica extraer la palabra de código de la imagen. La intensidad media puede verse afectada por una serie de factores, incluyendo la reflectividad de la escala (que puede verse afectada por el grado de suciedad de la escala), el brillo del LED 12, la duración durante la cual el LED 12 está activado y la sensibilidad/ganancia del sensor de imagen CMOS.
- 25 En la etapa 204, la CPU 24 calcula una duración provisional del impulso del destello, que es la longitud del destello estimada para alcanzar la intensidad objetivo en la siguiente imagen. Este valor es solo provisional ya que también es necesario tener en cuenta la velocidad relativa del cabezal de lectura 4 y de la escala 6. Por ejemplo, puede determinarse en la etapa 204, en la que el LED 12 debe activarse durante 500 nano segundos para alcanzar la intensidad objetivo, pero la velocidad relativa del cabezal de lectura 4 y de la escala 6 pueden ser de 50 m/s. Si el LED 12 estuvo activado durante este período de tiempo, entonces debido a la alta velocidad, la imagen sería demasiado borrosa y no sería posible extraer la palabra de código. La duración del impulso del destello, por lo tanto, debe reducirse en consecuencia, por ejemplo a 100 nano segundos.
- 30 La CPU 24 puede hacer frente a una cierta cantidad de movimiento entre el cabezal de lectura 4 y la escala 6 durante una captura de instantánea, es decir, puede hacer frente a una cierta magnitud de desenfoque. En consecuencia, cada cabezal de lectura tiene un "umbral borroso" que puede almacenarse en la memoria del cabezal de lectura 32 o puede ser proporcionada por el controlador 7. El umbral borroso es la distancia máxima movida, entre el cabezal de lectura 4 y la escala 6 durante una instantánea, a la que el cabezal de lectura puede hacer frente. El alcance del desenfoque al que puede hacer frente y, por lo tanto, el valor del umbral borroso, depende de varios factores, incluidos el período de la escala y el tamaño de la marca. Para la realización descrita, el umbral borroso se encuentra generalmente en la región de 5  $\mu\text{m}$  a 10  $\mu\text{m}$ .
- 35 En la etapa 206, el valor del umbral borroso se divide por el cálculo más reciente de la velocidad relativa del cabezal de lectura 4 y de la escala 6 para obtener la duración máxima del destello permitida sin arriesgarse a obtener una imagen borrosa. En la etapa 208 la duración provisional del destello se compara con la duración máxima del destello. Si la duración provisional del destello es mayor que la duración máxima del destello, entonces la duración real del pulso del destello se fija en la etapa 210 para que sea la duración máxima del destello (para evitar el desenfoque). De lo contrario, la duración real del impulso del destello se fija en la etapa 212 para que sea igual a la duración provisional calculada del destello.
- 40 En la realización descrita la duración del impulso del destello se ajusta para compensar la velocidad relativa del cabezal de lectura 4 y de la escala 6. El tiempo de exposición del sensor también se puede ajustar en consecuencia si se desea. De lo contrario, el tiempo de exposición del sensor podría fijarse en una duración igual o mayor que la duración máxima del impulso del destello. En lugar de, o además de ajustar la duración del impulso del destello, también sería posible cambiar otros parámetros del proceso de captura de instantáneas. Por ejemplo, si el sensor CMOS 20 dispone de una variedad de configuraciones de la sensibilidad, entonces la sensibilidad del sensor CMOS 20 podría ajustarse en consecuencia. Por ejemplo, la sensibilidad podría incrementarse a medida que aumenta la velocidad relativa. Además, el tiempo que el sensor CMOS 20 registra la intensidad de la luz que cae sobre él podría reducirse a medida que aumenta la velocidad.
- 45 Como se puede comprender, el patrón de la escala se puede formar a través de mecanismos distintos de las marcas que tengan diferentes propiedades ópticas. Por ejemplo, como es bien sabido, pueden usarse marcas que tengan diferentes propiedades magnéticas, capacitivas o inductivas para codificar la información de la posición en una escala. En estos casos se proporcionará una adecuada disposición de sensor magnético, capacitivo o inductivo en lugar de la lente 18 y del sensor de imagen CMOS 20 en el cabezal de lectura 4. Además, en estos casos, en lugar de ajustar la duración del impulso del destello, se pueden ajustar otros factores para compensar la velocidad relativa. Por ejemplo,
- 50 se pueden ajustar la duración de la detección y/o la sensibilidad de la disposición del sensor magnético, capacitivo o inductivo.
- 55
- 60
- 65

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un cabezal de lectura del codificador de posición (4) para leer una serie de marcas de posición (8, 10) en una escala (6) para determinar la posición relativa entre el propio cabezal y la escala, estando configurado el cabezal, para leer marcas de posición en una escala a través de un proceso de captura de instantáneas que se adapta automáticamente para cambiar al menos uno de i) la duración de captura de marcas del cabezal de lectura y ii) la duración que la radiación electromagnética ("EMR") es emitida por al menos una fuente de radiación electromagnética ("EMR") (12) durante el proceso de captura de instantáneas, dependiendo de la velocidad relativa medida real entre la escala y el cabezal de lectura basándose en lecturas obtenidas por el cabezal de lectura.
- 10 2. Un cabezal de lectura del codificador de posición (4) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el cabezal de lectura (4) está configurado para determinar la velocidad relativa entre la escala (6) y cabezal de lectura (4).
- 15 3. Un cabezal de lectura del codificador de posición (4) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el cabezal de lectura (4) comprende al menos un detector sensible a la radiación electromagnética ("EMR") (20).
- 20 4. Un cabezal de lectura del codificador de posición (4) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el al menos un detector sensible a EMR (20) es un detector óptico sensible a EMR.
- 25 5. Un cabezal de lectura del codificador de posición (4) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la al menos una fuente EMR (12) es una fuente óptica.
- 30 6. Un cabezal de lectura del codificador de posición (4) de acuerdo con la reivindicación 1 o 5, en el que el proceso de captura de instantáneas es adaptable para cambiar la intensidad de EMR emitida por al menos una de las al menos una fuente de EMR (12).
- 35 7. Un cabezal de lectura del codificador de posición (4) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el proceso de captura de instantáneas es adaptable para cambiar la sensibilidad de detección de marcas del cabezal de lectura dependiendo de la velocidad relativa entre la escala (6) y el cabezal de lectura (4).
- 40 8. Un cabezal de lectura del codificador de posición (4) como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, en el que la serie de marcas de posición (8, 10) define la información de la posición absoluta.
- 45 9. Un aparato codificador de posición (2), que comprende:  
una escala (6) que incluye una serie de marcas de posición (8, 10); y  
un cabezal de lectura (4) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
- 50 10. Un método para hacer funcionar un cabezal de lectura del codificador de posición (4) que comprende:  
el cabezal de lectura que lee una serie de marcas de posición (8, 10) en una escala (6) mediante un proceso de captura de instantáneas;  
y adaptar automáticamente el proceso de captura de instantáneas cambiando al menos uno de i) la duración de captura de marcas por el cabezal de lectura y ii) la duración que la radiación electromagnética ("EMR") es emitida por al menos una fuente de radiación electromagnética ("EMR") (12) durante el proceso de captura de instantáneas, dependiendo de la velocidad relativa real medida entre la escala y el cabezal de lectura basándose en las lecturas obtenidas por el cabezal de lectura.
11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además cambiar la sensibilidad de detección de marcas del cabezal de lectura (4) dependiendo de la velocidad relativa entre la escala (6) y el cabezal de lectura.
12. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además cambiar la intensidad de la EMR emitida por al menos una de las fuentes de EMR (12).



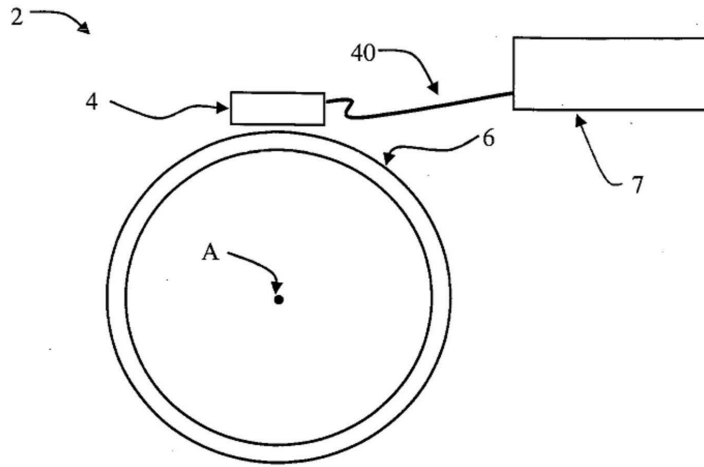


Fig 1

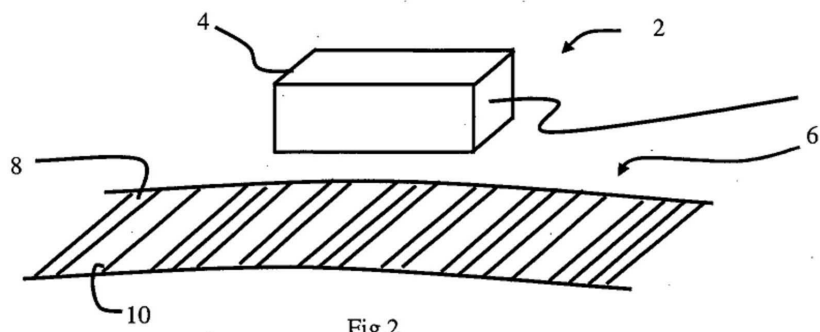


Fig 2

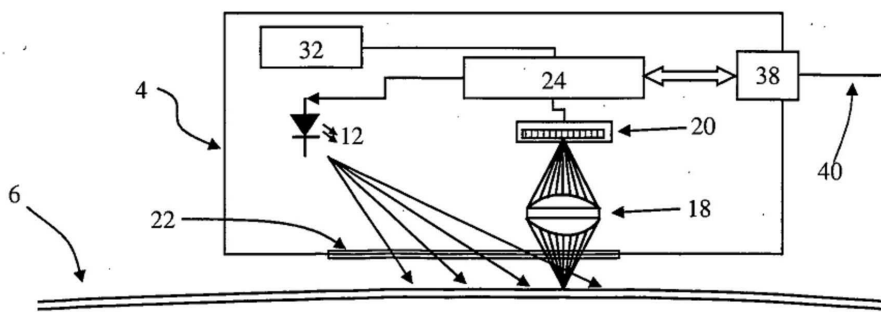


Fig 3a

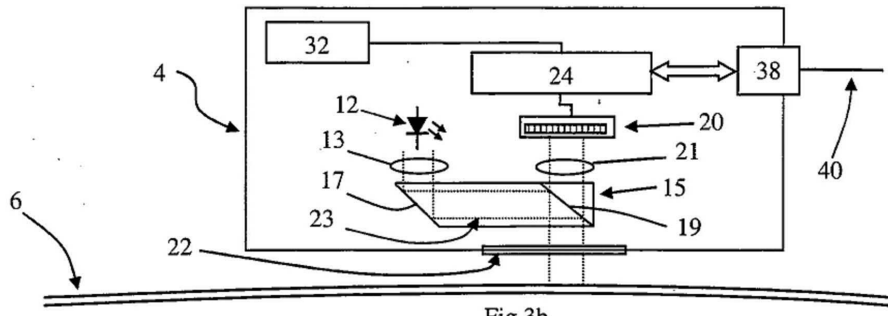


Fig 3b

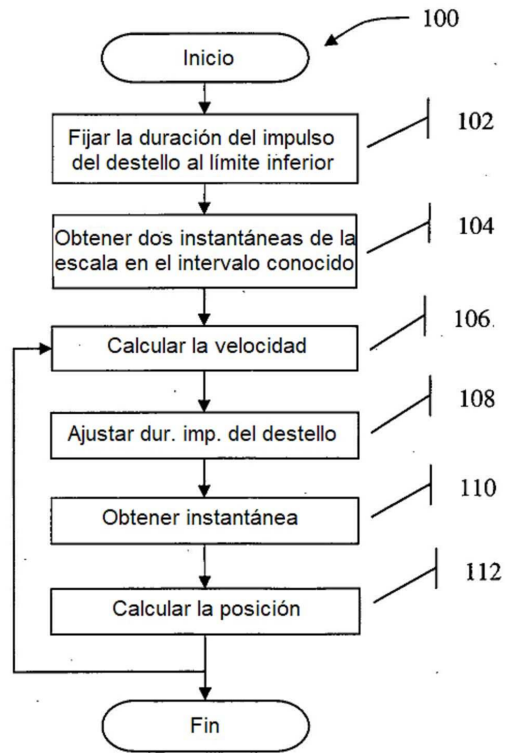


Fig 4

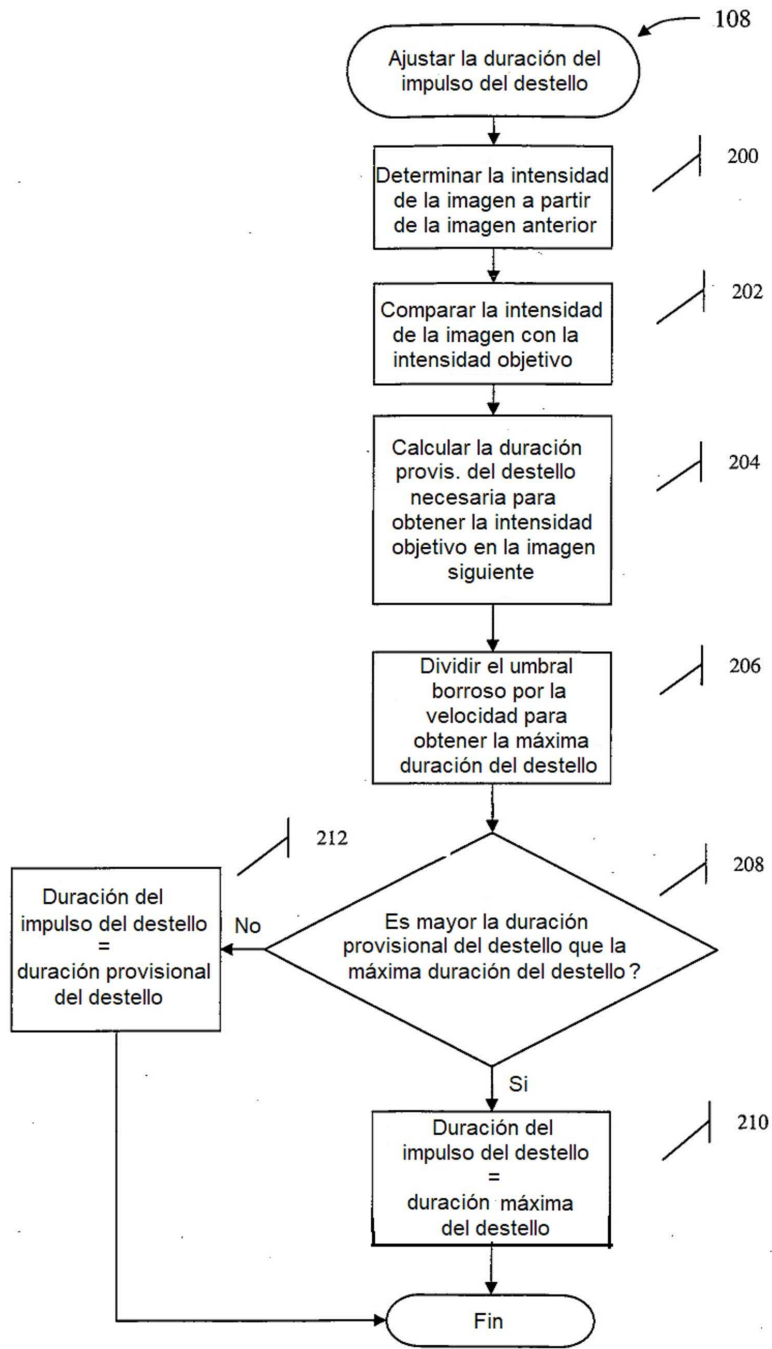


Fig 5

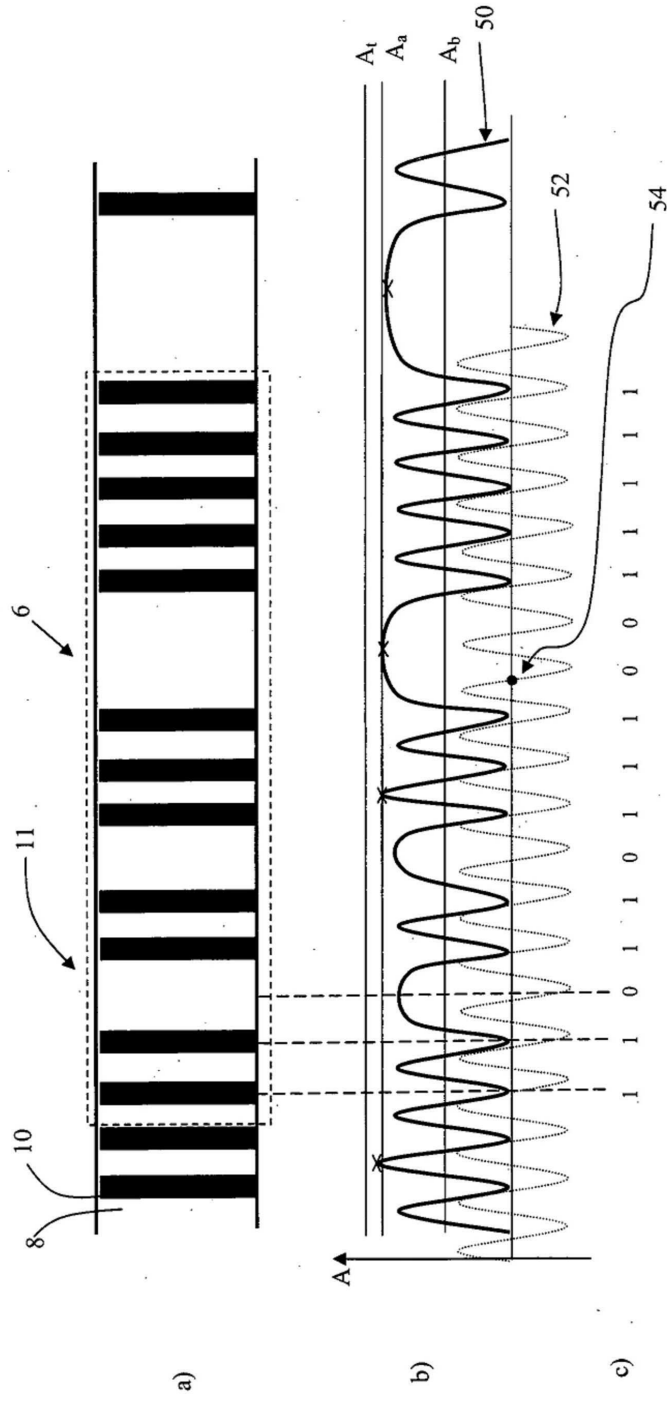


Fig 6