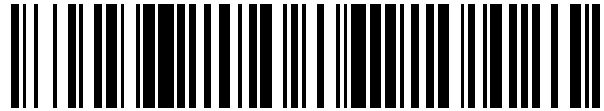


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 388**

51 Int. Cl.:

**G01D 5/244** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2015** E 15178402 (2)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017** EP 3124920

54 Título: **Dispositivo de medición de posición y procedimiento para su funcionamiento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.02.2018**

73 Titular/es:

**DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH (100.0%)  
Dr. Johannes-Heidenhain-Strasse 5  
83301 Traunreut, DE**

72 Inventor/es:

**CABA, COSTICA;  
POMMER, ANDREAS;  
TUTZU, PAUL ANDREI y  
VASILOIU, VICTOR**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 656 388 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo de medición de posición y procedimiento para su funcionamiento

5 **CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a un dispositivo de medición de posición según el preámbulo de la reivindicación 1 y a un procedimiento para su funcionamiento según el preámbulo de la reivindicación 9.

10 **ESTADO DE LA TÉCNICA**

Para la medición de la posición relativa de dos piezas de máquina está dispuesta en una de las piezas de máquina una graduación de medición y en la otra de las piezas de máquina móviles entre sí una unidad de exploración. En la medición de posición, la graduación de medición es explorada por la unidad de exploración y se generan señales analógicas de exploración desfasadas recíprocamente en dependencia de la posición.

15 Dependiendo del uso planificado del dispositivo de medición de posición debe seleccionarse, por una parte, el principio de exploración física como también la división de escala de la materialización de medidas. En los principios de exploración magnética y en los principios de exploración inductiva son realizables, implicados físicamente, solamente divisiones de escala relativamente grandes. Estos principios de exploración tienen la ventaja de permitir tolerancias de montaje relativamente grandes. Sin embargo, en la exploración con una unidad de exploración una  
20 división grande de escala produce señales analógicas de exploración con un periodo de señal de acuerdo a dicha división de escala relativamente grande. Se ha encontrado que estas señales analógicas de exploración tienen una calidad elevada tal que las señales analógicas sintéticas de exploración con periodo de señal variada, en particular con periodo de señal disminuido, pueden generar de las mismas usando medios relativamente sencillos.

25 En el caso de principios de exploración ópticos se pueden realizar divisiones de escala mucho más pequeñas que en el caso de otros principios de exploración, o sea señales analógicas de pequeño periodo de señal. Para sistemas electrónicos subsecuentes, dichos periodos de señal pueden ser demasiado pequeños, de manera que, también en este caso, existe la necesidad de variar de, en este caso, aumentar el periodo de señal.

30 Las señales analógicas de exploración generadas sintéticamente con periodos de señal disminuidos o aumentados respecto de las señales de exploración pueden ser suministradas a los sistemas electrónicos convencionales subsecuentes para su procesamiento subsiguiente.

35 Las soluciones para la generación sintética de señales analógicas de salida de periodo de señal variada se encuentran en el documento EP 1 399 715 B1, el documento EP 0 872 714 A1 y el documento EP 1 606 590 B1.

Según el documento EP 0 872 714 A1 se propone para el periodo de señal una variante en dependencia de la velocidad. Si se supera una velocidad determinada es posible conmutar a la emisión de señales analógicas de salida con un mayor periodo de señal.

40 Nuestra invención se basa en el documento EP 1 399 715 B1.

45 Según el documento EP 1 399 715 B1, la variación – en este caso reducción – del periodo de señal de dos señales sinusoidales analógicas de exploración desfasadas recíprocamente mediante un módulo al que se le suministran las señales analógicas de exploración como señales de entrada y que está adaptado para de ello generar dos señales digitales de posición representativos de la posición y cuya frecuencia es un múltiplo de la de las señales de entrada.

50 Estas señales de posición son una secuencia de palabras de datos de los cuales cada uno representa un valor para las señal SIN o señal COS, respectivamente.

Aguas abajo de este módulo está conectado un convertor digital- analógico diseñado para de estas señales sinusoidales digitales de posición generar y proporcionar en la salida señales sinusoidales analógicas de salida con una frecuencia que es un múltiplo respecto de las señales de exploración.

55 **SUMARIO DE LA INVENCION**

El objetivo de la invención es indicar un dispositivo de medición de posición con el cual se mejora la calidad de las señales sinusoidales analógicas de salida.

60 Este objetivo se consigue mediante el dispositivo de medición de posición indicado en la reivindicación 1.

El dispositivo de medición de posición incluye un módulo para la variación del periodo de señal de al menos una señal sinusoidal analógica de exploración dependiente de la posición. Esta señal de exploración se puede obtener mediante la exploración de una escala o mediante un interferómetro.

65 El módulo nombrado incluye un convertidor, al que se le suministra la señal sinusoidal analógica de exploración, y

que está diseñado para generar de ella al menos una señal sinusoidal digital de salida con periodo de señal variada respecto de la señal sinusoidal analógica de exploración. Además, el módulo incluye un convertor digital- analógico configurado para generar de una señal sinusoidal digital de salida una señal sinusoidal analógica de salida que tiene un periodo variado de señal.

5 El convertidor está diseñado para modificar el modo de funcionamiento en dependencia de la frecuencia de la señal sinusoidal analógica de exploración de tal manera que en el caso de altas frecuencias de la señal sinusoidal analógica de exploración le sea suministrado al convertor digital- analógico la señal sinusoidal digital de salida con una mayor tasa de salida y con una menor longitud de palabra que con bajas frecuencias de la señal sinusoidal analógica de exploración.

10 De manera ventajosa, el convertidor está diseñado para generar una pluralidad de señales digitales de salida en paralelo, presentando pluralidad de señales digitales de salida diferentes tasas de salida y diferentes longitudes de palabra. La pluralidad de señales digitales de salida se suministran paralelos a una unidad de conmutación que está diseñada para en dependencia de la frecuencia de la señal sinusoidal analógica de exploración suministrar al convertor digital- analógico una de dichas señales digitales de salida.

15 Preferentemente, en funcionamiento se le suministra al módulo una pluralidad de señales de exploración de igual frecuencia desfasadas recíprocamente, siendo esta pluralidad de señales sinusoidales analógicas de exploración generada por una pluralidad de detectores de una unidad de exploración. Si mediante la exploración se genera solamente una única señal periódica sinusoidal de exploración, es posible realizar una interpolación de dicha señal sinusoidal de exploración mediante una señal de exploración generada sintéticamente o, alternativamente, usando una señal no sinusoidal de exploración obtenida por exploración.

20 En una configuración preferente, el convertidor del dispositivo de medición de posición incluye

- una unidad de interpolación a la que se le suministran las señales sinusoidales analógicas de exploración desfasadas recíprocamente y que está diseñada para generar de ello una señal digital de posición representativa de la posición en el transcurso de un periodo de señal de las señales sinusoidales analógicas de exploración;
- un multiplicador diseñado para generar de la señal digital de posición una señal digital de posición con periodo variado de señal; y
- un generador de funciones diseñado para generar la señal sinusoidal digital de salida a partir de la señal digital de posición con periodo variado de señal.

25 El objetivo de la invención es, además, indicar un procedimiento mediante el cual se mejora la calidad de las señales sinusoidales analógicas de salida.

Este objetivo se consigue mediante el procedimiento indicado en la reivindicación 9.

30 El procedimiento para el funcionamiento de un dispositivo de medición de posición incluye los siguientes pasos de procedimiento:

- generación de al menos una señal sinusoidal analógica de exploración dependiente de la posición, en particular mediante la exploración de una escala incremental;
  - formación de al menos una señal sinusoidal digital de salida a partir de la al menos una señal analógica de exploración, presentando dicha señal de salida un periodo variado de señal comparado con la señal analógica de exploración sinusoidal;
  - formación mediante un convertor digital- analógico de al menos una señal sinusoidal analógica de salida a partir de la al menos una señal sinusoidal digital de salida;
- en dependencia de la frecuencia de la señal sinusoidal analógica de exploración se modifica el modo operativo del dispositivo de medición de posición de tal manera que en el caso de altas frecuencias de la señal sinusoidal analógica de exploración le sea suministrado al convertor digital- analógico la señal sinusoidal digital de salida con mayor tasa de salida y con menor longitud de palabra que en el caso de frecuencias bajas de la señal sinusoidal analógica de exploración.

35 Preferentemente se forman en paralelo una pluralidad de señales sinusoidales digitales a partir de la al menos una señal analógica de exploración, presentando dichas señales digitales de salida un periodo variado de señal en comparación con la señal sinusoidal analógica de exploración, y presentando la pluralidad de señales digitales de salida diferentes tasas de salida y diferentes longitudes de palabra.

40 Esta pluralidad de señales de salida digitales se suministra en paralelo a una unidad de conmutación que está diseñada para en dependencia de la frecuencia de la señal sinusoidal analógica de exploración suministrar al convertor digital- analógico una de dichas señales digitales de salida recibidas en paralelo.

El dispositivo de medición de posición diseñado de acuerdo con la invención y el procedimiento según la invención tienen la ventaja de que incluso con altas frecuencias de las señales analógicas de exploración se proporcionan en el transcurso de un periodo de señal un número suficiente de valores digitales al conversor digital- analógico, debiendo aceptarse que como contrapartida la longitud de palabra de dichos valores digitales deba disminuir con frecuencia creciente para poder garantizar un funcionamiento óptimo del conversor A/D.

Otras particularidades y ventajas de la presente invención se explican mediante la descripción siguiente de un ejemplo de realización en conexión con las figuras.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Muestran:

- La figura 1, una representación esquemática del dispositivo de medición de posición según la invención;
- la figura 2, un diagrama funcional con detalles de la estructura según la figura 1;
- la figura 3a, dos señales sinusoidales analógicas de exploración desfasadas 90° entre sí;
- la figura 3b, el desarrollo de la señal digital de posición;
- la figura 3c, el desarrollo de la señal digital de posición con una frecuencia que es un múltiplo respecto de la señal de posición;
- la figura 3d, el desarrollo de las señales digitales de salida del convertidor según la figuras 1 y la figura 2;
- la figura 3e, las señales analógicas de salida; y
- la figura 4, la estructura de un ejemplo de realización del generador de funciones de la figura 2.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

A continuación, la invención se explica mediante un ejemplo en el cual la variación del periodo de señal es una reducción del periodo de señal. En funcionamiento del dispositivo de medición de posición, una reducción del periodo de señal tiene por resultado una multiplicación de la frecuencia de la señal de salida comparada con la señal de exploración. A continuación, el factor de multiplicación es designado con k. Por lo tanto, la frecuencia multiplicada es

$$k \times f, \text{ donde } k \in \mathbb{N} \text{ y } f = \text{frecuencias de señales de exploración}$$

Sin embargo, la invención no está restringida a la reducción del periodo de señal; del mismo modo, la variación puede ser también un incremento del periodo de señal. Entonces, el factor k debe ser seleccionado como

$$k \in \frac{1}{\mathbb{N}}, \text{ con } \mathbb{N} > 1$$

El principio de la invención se describe con referencia al diagrama funcional de la figura 1, siendo k = 2.

El dispositivo de medición de posición incluye una graduación de medición 1 con una división de escala incremental mecánica A. Las señales sinusoidales analógicas de exploración SIN y COS de igual frecuencia f desfasadas recíprocamente se generan de la manera conocida mediante la exploración de la graduación de medición 1 periódica mediante la unidad de exploración 2, donde

$$\text{SIN} = A \sin (2\pi X/\lambda)$$

$$\text{COS} = A \cos (2\pi X/\lambda)$$

donde

- A es la longitud del periodo de señal,
- X la posición,
- A la amplitud de señal.

Estas señales sinusoidales analógicas de exploración SIN, COS con el periodo de señal  $\lambda$  son suministradas como señales de entrada a un módulo 3. El módulo 3 está diseñado para generar de estas señales de exploración SIN, COS señales sinusoidales analógicas de salida SINK, COSK desfasadas recíprocamente de frecuencia multiplicada k x f, o sea de una multiplicación de la frecuencia. En este contexto, la multiplicación de frecuencia significa generar una señal analógica de salida SINK, COSK con una frecuencia k veces mayor o bien un periodo de señal  $\lambda$  dividido k veces.

5 El factor de multiplicación o bien multiplicador k es seleccionable. Por ejemplo, ya es seleccionado y especificado permanentemente durante la fabricación del dispositivo de medición de posición. Alternativamente, el dispositivo de medición de posición puede tener la opción para que un usuario pueda seleccionar el factor k a partir de una pluralidad de posibilidades.

10 El módulo 3 incluye un convertidor 4 al cual se le han suministrado señales sinusoidales analógicas de exploración SIN y COS. El convertidor 4 está diseñado para generar de señales analógicas de exploración SIN y COS señales sinusoidales digitales de salida DSINK, DCOSk desfasadas recíprocamente que presenta una frecuencia multiplicada  $k \times f$  en comparación con las señales sinusoidales analógicas de exploración SIN, COS.

15 Por lo tanto, el convertidor 4 tiene, por un lado, la función de realizar una multiplicación de frecuencia y, por otro lado, el cometido de convertir las señales analógicas de exploración SIN, COS en señales digitales de salida DSINK, DCOSk. Las señales sinusoidales digitales de salida DSINK, DCOSk están cada una definida mediante una secuencia de patrones de bits que en su sucesión representan una forma sinusoidal.

20 Las señales digitales de salida DSINK, DCOSk son suministradas a un conversor digital- analógico 5 del módulo 3 que está diseñado para generar de ello las señales sinusoidales analógicas de salida SINK y COSk. La información recibida como datos digitales por el conversor digital- analógico 5 (palabra de datos recibida en paralelo) es convertida en una representación analógica como una corriente o voltaje. Cada patrón recibido de bits de una longitud de palabra determinada tiene asignado un valor analógico discreto de corriente o valor de voltaje, donde

$$SINK = A \sin\left(\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) k\right)$$

$$25 \quad COSk = A \cos\left(\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) k\right)$$

donde

30  $A$  es la longitud del periodo de señal,  
 $X$  la posición,  
 $A$  la amplitud de señal,  
 $k$  el factor de división, respectivamente el factor de multiplicación

35 En este caso se asume que la amplitud de señal  $A$  de las señales analógicas de salida SINK, COSk son idénticas a la amplitud  $A$  de las señales analógicas de exploración SIN, COS. Sin embargo, las amplitudes de señal de las señales analógicas de salida SINK, COSk también pueden diferir de las amplitudes de las señales analógicas de exploración SIN, COS.

40 Como la secuencia de las señales de entrada del conversor digital- analógico 5 representa, en cada caso, una forma sinusoidal, el conversor digital- analógico 5 puede presentar una curva característica lineal de cuantificación. En este sentido existe una relación lineal entre la cantidad de entrada y la cantidad de salida.

45 Según la invención, el convertidor 4 del módulo 3 está diseñado para modificar el modo de funcionamiento en dependencia de la frecuencia  $f$  de la señal sinusoidal analógica  $f$  de la señal sinusoidal analógica de exploración SIN, COS de tal manera que en el caso de altas frecuencias de la señal sinusoidal analógica de exploración SIN, COS le sea suministrado al conversor digital- analógico 5 la señal de salida sinusoidal digital DSINK, DCOSk con una mayor tasa de salida y con una menor longitud de palabra que en el caso de frecuencias más bajas de la señal sinusoidal analógica de exploración SIN, COS.

50 Por lo tanto, en el caso de altas frecuencias de las señales de exploración SIN, COS, la actualización de la información digital que se suministra al conversor digital- analógico 5 se produce a intervalos más cortos que en el caso de bajas frecuencias de las señales de exploración SIN, COS.

55 Adicionalmente, en el caso de altas frecuencias de las señales de exploración SIN, COS, la señal digital de salida DSINK, DCOSk se suministra al conversor digital- analógico 5 con una longitud de palabra más reducida que en el caso de bajas frecuencias. Una menor longitud de palabra significa un número más reducido de bits de datos y, por lo tanto, una resolución reducida.

60 A este fin se suministra al convertidor 4 una señal  $f$  proporcional a la frecuencia de las señales sinusoidales analógicas de exploración SIN, COS. En dependencia de dicha señal  $f$ , la emisión en dependencia de la frecuencia se produce en el conversor digital- analógico 5 conectado aguas abajo.

Para generar dicha señal  $f$  en dependencia de la frecuencia se ha previsto un componente 6 que recibe al menos una de las señales analógicas de exploración SIN, COS. La señal  $f$  en dependencia de la frecuencia puede ser determinada en el componente 6, por ejemplo, determinando el número de periodos de señal por unidad de tiempo o, en el caso de señales simétricas con cero de exploración SIN, COS, por el número de cruces de punto cero por unidad de tiempo. Otra posibilidad consiste en determinar el número de impulsos de reloj de un generador de impulsos en el transcurso de un periodo de señal o en el transcurso de dos cruces de punto cero.

Preferentemente, el módulo 3 forma parte componente de la unidad de exploración 2, por ejemplo integrado a un ASIC.

La figura 2 muestra un diagrama funcional que ilustra detalles de la estructura según la figura 1. En las figuras 3a a 3e se muestran las señales de entrada y señales de salida recibidas en los componentes estructurales.

El convertidor 4 incluye una unidad de interpolación 41 a la que se le suministran las señales analógicas de exploración SIN, COS y que están diseñadas para generar de ello una señal de posición  $P$  que representa una posición absoluta en el transcurso de un periodo  $\lambda$  de las señales sinusoidales analógicas de exploración SIN, COS. La función de la unidad de interpolación 4 es largamente conocida; incluye, por ejemplo, para cada una de las señales de exploración SIN, COS un conversor A/D y un circuito aguas abajo en el cual se genera la señal de posición  $P$  con el periodo  $\lambda$  mediante la formación de la tangente del arco de las dos señales de exploración recibidas.

Las señales de exploración SIN, COS se muestran en la figura 3a en la cual la amplitud  $A$  es ploteada en dependencia del emplazamiento respectivamente posición  $X$ . La amplitud  $A$  puede ser un valor de voltaje a un valor de corriente. La curva de dientes de sierra de la señal digital de posición  $P$  así generada se muestra en la figura 3b, en cuyo caso la curva de amplitud se representa mediante una sucesión de palabras digitales, correspondiéndole en la figura 3b a cada punto una palabra digital.

La señal digital de posición  $P$  se suministra a un multiplicador 42 que genera, a partir de la señal digital de posición  $P$ , una señal digital de posición  $P_k$  con frecuencia multiplicada. La señal de salida  $P_k$  tiene la frecuencia  $k \times f$ , siendo en el ejemplo  $k = 2$ . Por consiguiente, un periodo  $\lambda$  de las señales de exploración SIN, COS es dividido por el factor  $k$ . Aquí también, la señal digital de posición  $P_k$  se muestra en la figura 3c, con lo cual cada punto está definido por una palabra digital.

La señal de posición  $P_k$  se suministra a un generador de funciones 43 que de ella genera señales sinusoidales digitales de salida DSINK, DCOSk. Estas señales de salida DSINK, DCOSk se muestra en la figura 3d. Nuevamente, cada punto está definido por una palabra digital. El generador de funciones 43 tiene en el transcurso del periodo  $\lambda/k$  el cometido de asignar a un valor de posición  $P_k$  un valor digital - o sea una palabra digital - para seno o coseno, respectivamente. Dicha asignación se puede producir de diversos modos. Así, el generador de funciones 43 puede generar las señales sinusoidales digitales de salida DSINK, DCOSk mediante tablas (por ejemplo ROM) o mediante un algoritmo de cálculo. El algoritmo CORDIC o las series de Taylor son algoritmos de cálculo conocidos.

El conversor digital- analógico 5 genera, a partir de las señales digitales de salida DSINK, DCOSk, las señales sinusoidales analógicas de salida SINK, COSk que se muestran en la figura 3e.

En las ilustraciones esquematizadas de las figuras 1 y 2 se muestra solamente un conversor digital- analógico 5. No obstante, en la práctica estará previsto, en cada caso, para cada señal digital de entrada DSINK, DCOSk un conversor digital- analógico separado.

En el ejemplo mostrado, la unidad de interpolación 41, el multiplicador 42 operando digitalmente, el generador de funciones 43 y el conversor digital- analógico 5 operan en conjunto con el mismo sistema de reloj  $T$  de, por ejemplo, 40 MHz especificado por un generador de impulsos 7. Con este sistema de reloj, los valores analógicos de amplitud actuales de las señales de exploración SIN, COS son adoptados por la unidad de interpolación 41, es decir muestreados, convertidos de analógicos a digitales e interpolados. En este sistema de reloj  $T$  se generan también las señales analógicas de salida SINK, COSk en el conversor digital- analógico 5.

El generador de funciones 43 modifica de tal manera el modo de funcionamiento en dependencia de la frecuencia actual de las señales de exploración SIN, COS - o sea en dependencia de la magnitud  $f$  recibida dependiente de la frecuencia - que en el caso de altas frecuencias de las señales sinusoidales analógicas SIN, COS le sean suministrados al conversor digital- analógico 5 las señales sinusoidales digitales de salida DSINK, DCOSk con una mayor tasa de salida y una menor longitud de palabra que con bajas frecuencias de las señales sinusoidales analógicas de exploración SIN, COS.

De tal manera, una tasa de salida mayor significa que al conversor digital- analógico 5 le son suministradas las informaciones digitales a intervalos temporales más cortos, o bien que la actualización de la información digital que

existe en el conversor digital- analógico 5, se produce a intervalos temporales más cortos que en el caso de bajas frecuencias de las señales de exploración SIN, COS.

Adicionalmente, en el caso de altas frecuencias de las señales de exploración SIN, COS, la señal digital de salida DSINK, DCOSk se suministra al conversor digital- analógico con una longitud de palabra más reducida que en el caso de bajas frecuencias. Ello significa que la longitud de palabra se modifica en dependencia de la frecuencia. En la práctica, los bits poco significativos (LSB) de la palabra de datos DSINK, DCOSk son extraídos o bien enmascarados poniéndolos a 0. De esta manera se consigue que los bits del conversor digital- analógico 5 inestables a altas frecuencias, por así decir, no son “vistos” y el conversor digital- analógico puede convertir de modo más estable y preciso.

Con ayuda de la figura 4, la invención se explica con mayor detalle mediante la generación de la señal de salida DSINK. Para ello, el generador de funciones 43 incluye una pluralidad de bloques 43.1, 43.2, 43.3 los que son alimentados cada uno con la señal de posición Pk con una longitud de palabra de, por ejemplo, 14 bits y una tasa de 40 Msps. Msps es el acrónimo para millones de muestras por segundo. En Los bloques 43.1, 43.2, 43.3 están dispuestos paralelo y operan en paralelo. En el ejemplo se muestran tres de estos bloques 43.1, 43.2, 43.3, sin embargo, la traducción no está limitada a esto; en la práctica existirán, por regla general, más de tres bloques 43.1, 43.2, 43.3 de este tipo.

El primer bloque 43.1 está diseñado para emitir en paralelo palabra de datos con una longitud de 13 bits y una tasa de salida de 1,25 Msps. Ello significa que en la salida existe, en cada caso, una nueva palabra de datos cada 800 ns.

El segundo bloque 43.2 está diseñado para emitir en paralelo palabra de datos con una longitud de 12 bits y una tasa de salida de 2,5 Msps. Ello significa que en la salida existe, en cada caso, una nueva palabra de datos cada 400 ns. Una longitud de palabra de 12 bits significa que el LSB de la palabra de 13 bits es extraído (enmascarado) o puesto permanentemente en 0.

El tercer bloque 43.3 está diseñado para emitir en paralelo palabra de datos con una longitud de 11 bits y una tasa de salida de 5 Msps. Ello significa que en la salida existe, en cada caso, una nueva palabra de datos cada 200 ns. Una longitud de palabra de 11 bits significa que las últimas dos LSB de la palabra de 13 bits son extraídos (enmascarados) o puestos permanentemente en 0.

Las salidas de todos los bloques 43.1, 43.2, 43.3 son suministradas a una unidad de conmutación 8 y, en dependencia de la frecuencia actual de la señal de exploración SIN - o sea en dependencia de la señal f en dependencia de la frecuencia -, una de dichas salidas de los bloques 43.1, 43.2, 43.3 es suministrada al conversor digital- analógico 5.

La unidad de conmutación 8 conmuta, por ejemplo, la salida del bloque 43.1 a la salida del generador de frecuencia 43 a frecuencias de 0 Hz a 5 kHz, la salida del bloque 43.2 a frecuencias de 5 kHz a 20 kHz y la salida del bloque 43.3 a frecuencias mayores que 20 kHz.

Con una longitud especificada de la palabra de datos recibida, la velocidad de conversión del conversor digital-analógico 5 es proporcional a la tasa a la cual se modifica. Mediante la invención se consigue ahora que a mayores frecuencias de la señal de exploración SIN y, por lo tanto a mayores velocidades relativas entre la división de medición 1 y la unidad de exploración 2, la palabra de datos recibida en el conversor digital- analógico 5 se modifica más rápida que a bajas frecuencias. Al mismo tiempo, a mayores frecuencias de la señal de exploración SIN disminuye la longitud de palabra de la palabra de datos recibida en el conversor digital- analógico 5.

Mediante estas medidas según la invención se optimiza, por lo tanto, las características dinámicas del conversor digital-analógico 5, de manera que las señales analógicas de salida SINK, COSk son de alta calidad con todas las frecuencias de las señales de exploración SIN, COS. Mediante la invención se asegura que incluso a altas frecuencias de las señales de exploración SIN, COS se suministran en el transcurso de un período de señal un suficiente número de valores digitales al conversor digital- analógico 5, aceptando que cada uno de estos valores digitales presenta una longitud de palabra relativamente reducida.

De manera no mostrada, el conversor digital- analógico 5 puede tener conectado aguas abajo un filtro para el aplanamiento de las señales analógicas de salida SINK, COSk. El filtro puede ser, por ejemplo, un filtro de paso bajo.

En el ejemplo de realización mencionado, el módulo 3 recibe como señales de entrada dos señales de exploración SIN, COS desfasadas recíprocamente en 90°. No obstante, la invención no está limitada a esto, de modo no mostrado el módulo 3 puede recibir también una única señal sinusoidal de exploración o también más de dos señales de exploración desfasadas recíprocamente, en particular tres señales sinusoidales de exploración desfasadas recíprocamente en 120°.

La invención es aplicable exitosamente a todos los principios de exploración física. La graduación de medición puede estar configurada explorable óptica, magnética, inductiva o capacitivamente.

5 El dispositivo de medición de posición puede estar configurado como dispositivo de medición lineal o como dispositivo de medición angular, representando la posición X de las ecuaciones indicadas anteriormente una longitud de trayecto o un ángulo.



## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de medición de posición con un módulo (3), para la variación del periodo de señal (A) de al menos una señal sinusoidal analógica de exploración (SIN, COS) dependiente de la posición, incluyendo

- un convertidor (4), al que se le ha suministrado la señal sinusoidal analógica de exploración (SIN, COS) y que está diseñado para generar de ella al menos una señal sinusoidal digital de salida (DSINK, DCOSk) con periodo variado de señal ( $\lambda/k$ ) respecto de la señal sinusoidal analógica de exploración (SIN, COS), y
- un conversor digital- analógico (5) configurado para generar de una señal sinusoidal digital de salida (DSINCK, DCOSk) una señal sinusoidal analógica de salida (SINK, COSk) que tiene un periodo variado de señal ( $\lambda/k$ ),

**caracterizado por que** el convertidor (4) está diseñado para modificar de tal manera el modo de funcionamiento en dependencia de la frecuencia (f) de la señal sinusoidal analógica de exploración (SIN, COS) que en el caso de altas frecuencias de la señal sinusoidal analógica de exploración (SIN, COS) le sea suministrado al conversor digital-analógico (5) la señal sinusoidal digital de salida (DSINK, DCOSk) con una mayor tasa de salida y con una menor longitud de palabra que con bajas frecuencias de la señal sinusoidal analógica de exploración (SIN, COS).

2. Dispositivo de medición de posición según la reivindicación 1, en el cual el conversor analógico-digital (5) presenta una curva característica lineal de cuantificación.

3. Dispositivo de medición de posición según una de las reivindicaciones precedentes, incluyendo un componente (6) para la determinación de una señal (f) proporcional a la frecuencia de la al menos una señal sinusoidal analógica de exploración (SIN, COS), en el cual esta señal (f) es suministrada al convertidor (4).

4. Dispositivo de medición de posición según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el convertidor (4) está diseñado para generar en paralelo una pluralidad de señales digitales de salida (DSINK, DCOSk), presentando la pluralidad de señales digitales de salida (DSINK, DCOSk) diferentes tasas de salida y diferentes longitudes de palabra.

5. Dispositivo de medición de posición según la reivindicación 4, en el cual está prevista una unidad de conmutación (8) a la cual se le ha suministrado en paralelo la pluralidad de señales digitales de salida (DSINK, DCOSk) y que está diseñada para, en dependencia de la frecuencia (f), de la señal sinusoidal analógica de exploración (SIN, COS) suministrar al conversor digital- analógico (5) una de dichas señales digitales de salida (DSINK, DCOSk).

6. Dispositivo de medición de posición según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual en funcionamiento se le suministra al módulo (3) una pluralidad de señales sinusoidales analógicas de exploración (SIN, COS) de igual frecuencia (f) desfasadas recíprocamente.

7. Dispositivo de medición de posición según la reivindicación 6, en el cual en funcionamiento se le suministran al módulo (3) dos señales sinusoidales analógicas de exploración (SIN, COS) desfasadas recíprocamente en  $90^\circ$ .

8. Dispositivo de medición de posición según las reivindicaciones 6 o 7, en el cual el convertidor (4) incluye

- una unidad de interpolación (41) a la que se le suministran las señales sinusoidales analógicas de exploración (SIN, COS) desfasadas recíprocamente y que está diseñada para generar de ello una señal digital de posición representativa de la posición en el transcurso de un periodo de señal de las señales sinusoidales analógicas de exploración (SIN, COS); y
- un multiplicador (42) diseñado para generar de la señal digital de posición (P) una señal digital de posición (Pk) con periodo variado de señal ( $\lambda/k$ ), y
- un generador de funciones (43) diseñado para generar la señal sinusoidal digital de salida (DSINK, DCOSk) a partir de la señal digital de posición (Pk) con periodo variado de señal ( $\lambda/k$ ).

9. Procedimiento para el funcionamiento de un dispositivo de medición de posición con los pasos de procedimiento siguientes:

- generación de al menos una señal sinusoidal analógica de exploración (SIN, COS) dependiente de la posición;
- formación de al menos una señal sinusoidal digital de salida (DSINK, DCOSk) a partir de la al menos una señal analógica de exploración (SIN, COS), presentando dicha señal de salida (DSINK, DCOSk) un periodo variado de señal ( $\lambda/k$ ) comparado con la señal sinusoidal analógica de exploración (SIN, COS);
- formación mediante un conversor digital- analógico (5) de al menos una señal sinusoidal analógica de salida (SINK, COSk) a partir de la al menos una señal sinusoidal digital de salida (DSINK, DCOSk),

**caracterizado por que**

- 5 para en dependencia de la frecuencia ( $f$ ) de la señal sinusoidal analógica de exploración (SIN, COS) modificar el modo de funcionamiento del dispositivo de medición de posición de tal manera que en el caso de altas frecuencias de la señal sinusoidal analógica de exploración (SIN, COS) le es suministrado al conversor digital- analógico (5) la señal sinusoidal digital de salida (DSINK, DCOSk) con una mayor tasa de salida y con una menor longitud de palabra que con bajas frecuencias de la señal sinusoidal analógica de exploración (SIN, COS).
- 10 10. Procedimiento según la reivindicación 9, el cual forma en paralelo una pluralidad de señales sinusoidales digitales (DSINK, DCOSk) a partir de la al menos una señal analógica de exploración (SIN, COS), presentando dichas señales digitales de salida DSINK, DCOSk un periodo variado de señal ( $\lambda/k$ ) en comparación con la señal sinusoidal analógica de exploración (SIN, COS), y presentando la pluralidad de señales digitales de salida (DSINK, DCOSk) diferentes tasas de salida y diferentes longitudes de palabra.
- 15 11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el cual la pluralidad de señales digitales de salida (DSINK, DCOSk) es suministrada en paralelo a una unidad de conmutación (8) que, en dependencia de la frecuencia ( $f$ ) de la señal sinusoidal analógica de exploración (SIN, COS), suministra al conversor digital- analógico (5) una de dichas señales digitales de salida (DSINK, DCOSk) recibidas en paralelo.
- 20 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11 el cual genera, dependiente de la posición, una pluralidad de señales sinusoidales analógicas de exploración (SIN, COS) de igual frecuencia desfasadas recíprocamente, y en formando de ello una pluralidad de señales sinusoidales digitales (DSINK, DCOSk) desfasadas recíprocamente que presentan respecto de las señales sinusoidales analógicas de exploración (SIN, COS) un periodo variado de señal ( $\lambda/k$ ).
- 25 13. Procedimiento según la reivindicación 12 en el cual al módulo (3) se le suministran dos señales sinusoidales analógicas de exploración (SIN, COS) desfasadas recíprocamente en  $90^\circ$ , formando de ello dos señales sinusoidales digitales (DSINK, DCOSk) desfasadas recíprocamente en  $90^\circ$  que presentan respecto de las señales sinusoidales analógicas de exploración (SIN, COS) un periodo variado de señal ( $\lambda/k$ ).

FIG.1

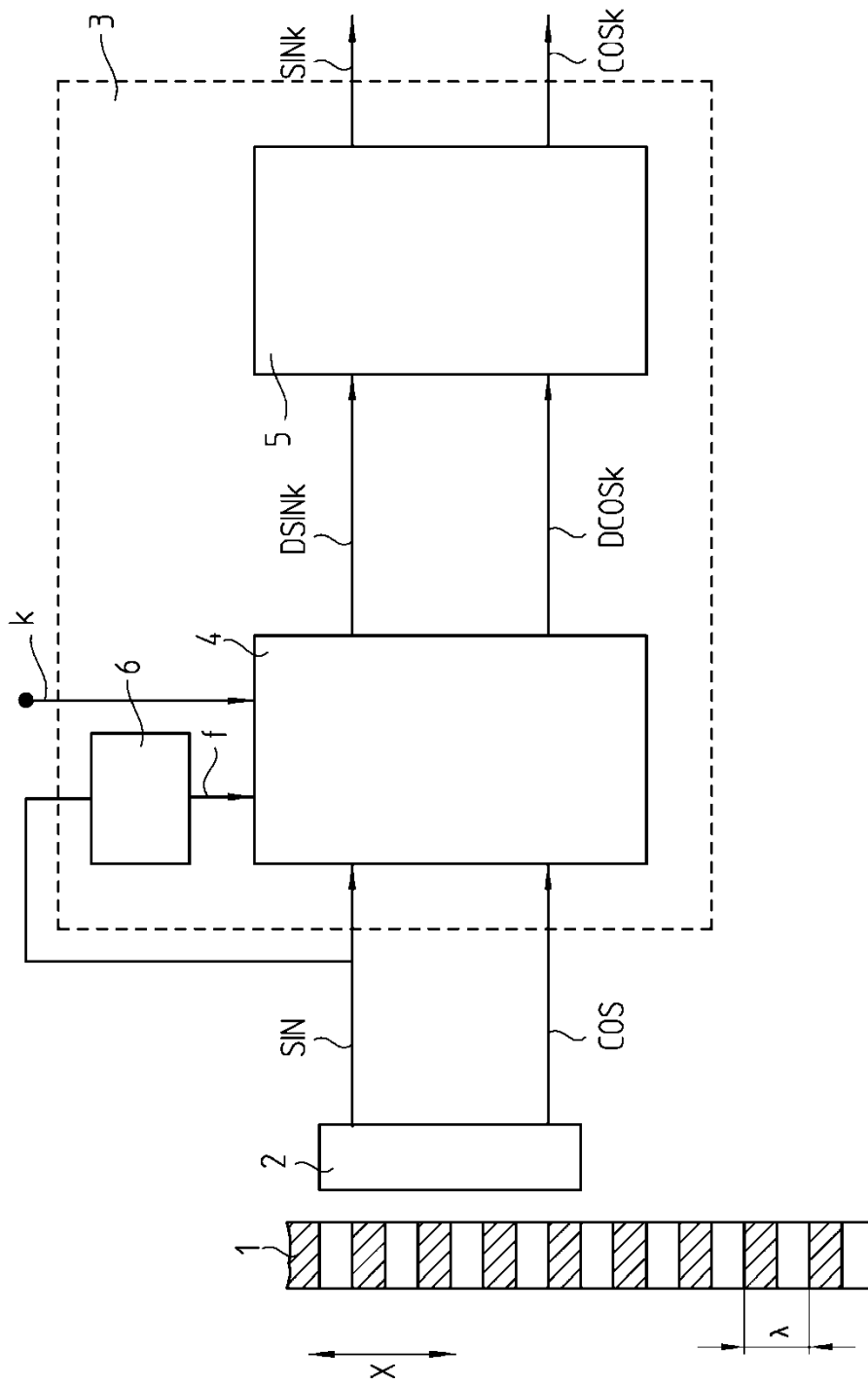
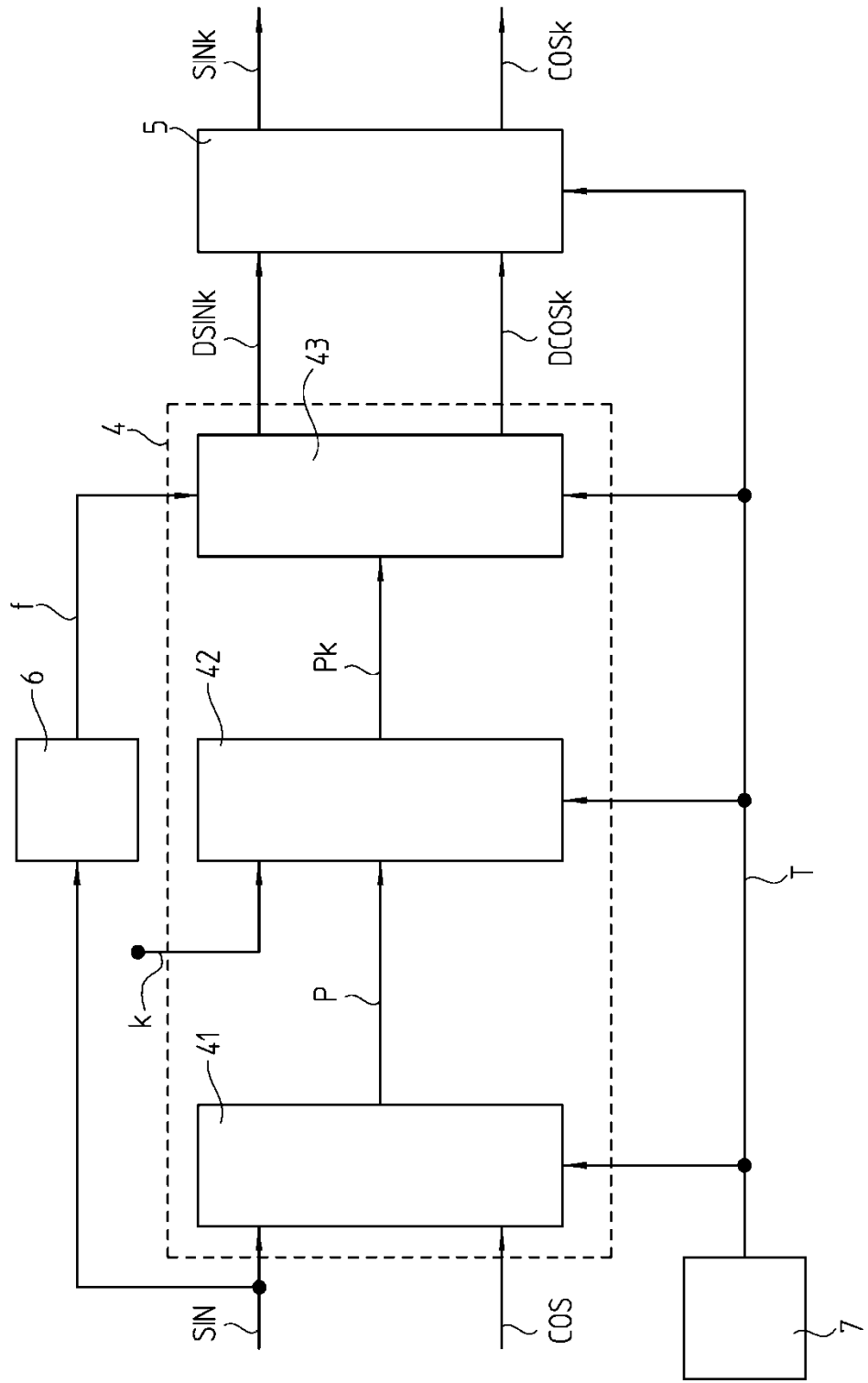


FIG.2



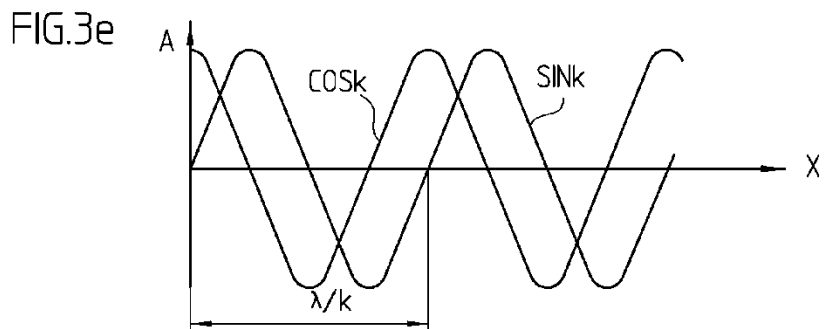
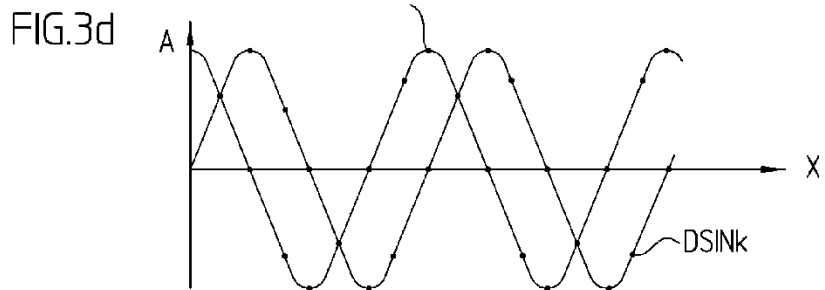
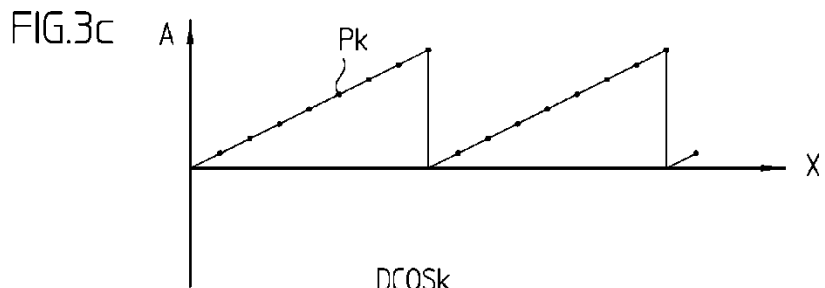
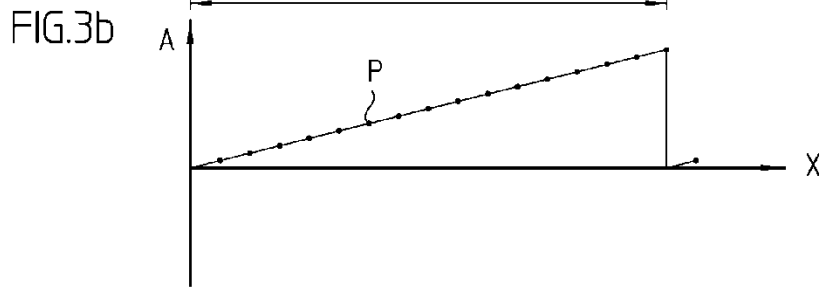
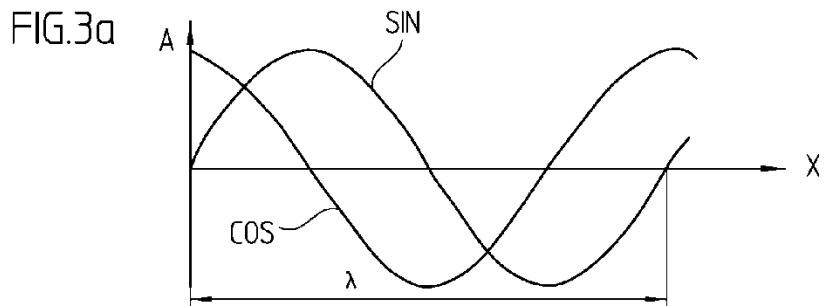


FIG.4

