



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 307 703**

51 Int. Cl.:  
**G01D 5/347** (2006.01)  
**H03M 1/28** (2006.01)  
**G01D 5/249** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02026729 .0**  
96 Fecha de presentación : **30.11.2002**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1329696**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.07.2003**

54 Título: **Dispositivo de medición de la posición para la determinación de la posición absoluta.**

30 Prioridad: **17.01.2002 DE 102 01 496**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.12.2008**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.12.2008**

73 Titular/es: **Dr. Johannes Heidenhain GmbH**  
**Postfach 12 60**  
**83292 Traunreut, DE**

72 Inventor/es: **Mayer, Elmar y**  
**Benner, Ulrich**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

**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 la posición para la determinación de la posición absoluta.

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de medición de la posición para la determinación de la posición absoluta de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Para la determinación de la posición de dos objetos móviles entre sí se conocen dispositivos de medición de la posición incrementales que detectan movimientos relativos de los objetos entre sí en etapas de medición o incrementos determinados. Los dispositivos de medición de la posición incrementales utilizados para esto comprenden, por norma, una escala con una pista con una graduación de medición incremental, que está unida con uno de los dos objetos así como una unidad de exploración que está unida con el otro de los dos objetos. Mediante una exploración óptica, magnética, inductiva o capacitiva se generan de forma conocida señales incrementales periódicas dependientes del desplazamiento.

15 Por lo demás se conocen los denominados dispositivos de medición de la posición absoluta, que comprenden en el lado de la escala una pista con un código secuencial de varias palabras de bits, configurado, por ejemplo, como un código pseudoaleatorio, de cuya exploración se puede determinar la posición absoluta a lo largo del respectivo tramo de medición. El respectivo código secuencial a lo largo del sentido de la medición se compone de una secuencia seleccionada de forma correspondiente de señales lógicas o bits que adoptan, por ejemplo, los valores CERO (0) y UNO (1). Para aumentar la seguridad de detección en tales sistemas se conoce además derivar cada señal lógica individual o cada bit de una palabra de bits a partir de una secuencia predeterminada de dos zonas parciales con diferentes características ópticas. De este modo se corresponde, por ejemplo, la señal lógica CERO (0) a la secuencia de una zona parcial translúcida y una no translúcida, por el contrario, la señal lógica UNO (1) se corresponde a la secuencia de una zona parcial no translúcida y una translúcida en la pista. Una codificación este tipo se denomina codificación Manchester; para esto se hace referencia, por ejemplo, a la Figura 1 en la publicación "Absolute position measurement using optical detection of code patterns", J. T. M. Stevenson, J. R. Jordan, J. Phys. E: Sci. Instrum. 21 (1988), págs. 1140 - 1145.

30 Con el uso de tales codificaciones Manchester en dispositivos de medición de la posición absoluta se producen dos complejos típicos de problemas. En primer lugar se debe garantizar básicamente que las zonas parciales se lean correctamente o que los elementos detectores utilizados para esto se seleccionen de forma correcta para asignar a una secuencia determinada de dos zonas parciales también la señal lógica correcta o el valor de bit correcto CERO (0) o UNO (1). Con referencia a este problema, la publicación que se ha mencionado anteriormente no suministra datos adicionales. Por lo demás, la información de posición absoluta generada por una codificación Manchester no es suficientemente precisa con respecto a la resolución. Esto quiere decir que se prevé por norma combinar la información de posición absoluta con una información de la posición de una medición de posición incremental de mayor resolución. Para generar a partir de la información de código absoluta de resolución más general una información de posición de mayor resolución, que se pueda combinar con la medición de la posición incremental, en la palabra de código recientemente explorada se determina en primer lugar mediante interpolación con arista las transiciones entre diferentes zonas parciales y, por tanto, una posición general en el interior de la respectiva palabra de código, con la que se combina después la información incremental. Un proceder de este tipo también se propone, por ejemplo, en la publicación que se ha mencionado anteriormente. Se considera problemático que la precisión resultante de una interpolación con arista de este tipo se vea influida negativamente por efectos de difracción y por la divergencia posiblemente presente de la fuente de luz, de tal forma que se pueden producir errores durante la determinación de la posición. Esto es particularmente el caso cuando se utilizan dispositivos de medición de la posición de mayor resolución con menores anchuras de las zonas parciales.

50 A partir del documento EP 0 635 700 A1 se conoce un dispositivo de medición de la posición genérico en el que se genera una información de posición absoluta a partir de la exploración de una única pista codificada. Uno de los ejemplos de realización describe una pista codificada con tres zonas parciales diferentes.

55 Un dispositivo de medición de la posición para la determinación de la posición absoluta se conoce adicionalmente a partir del documento GB 2 297 840 A. Para esto se utiliza en paralelo a una pista codificada de manera pseudoaleatoria una pista adicional con tres zonas parciales diferentes.

60 El documento US 4.774.494 describe una variante adicional de una graduación con tres zonas parciales diferentes, donde las mismas presentan colores diferentes. La graduación propuesta, sin embargo, se utiliza en un dispositivo de medición de la posición incremental.

Es objetivo de la presente invención indicar un dispositivo de medición de la posición que sea adecuado para la determinación de la posición absoluta y con el que, a partir de una única pista, se pueda obtener una señal de la posición absoluta legible con una mayor resolución.

65 Este objetivo se resuelve por un dispositivo de medición de la posición con las propiedades caracterizantes de la reivindicación 1.

## ES 2 307 703 T3

Se obtienen realizaciones ventajosas del dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención a partir de las medidas que se indican en las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1.

De acuerdo con la invención se prevé ahora utilizar en el lado de la escala en total al menos tres zonas parciales con diferentes propiedades ópticas en una pista. Para esto, en una primera combinación de dos zonas parciales sucesivas, diferentes, se asigna claramente una primera señal lógica y a una segunda combinación de dos zonas parciales sucesivas, diferentes, se asigna claramente una segunda señal lógica. La primera y la segunda combinación se diferencian entre sí.

Mediante estas medidas se garantiza de aquí en adelante una codificación clara de la posición de palabra de bit recientemente leída sin que se necesiten para esto informaciones adicionales. A esto se añade que de este modo también se puede garantizar una detección de posibles señales leídas de manera errónea.

Debido a la disposición periódica de una de las zonas parciales sobre la escala se puede garantizar mediante correspondientes medidas en el lado de la exploración que además de la información de la posición absoluta también se pueda generar al menos una señal incremental general, a la que se puede recurrir para la formación de un valor de la posición absoluta de alta resolución. En este caso no se requiere una interpolación con arista, como se ha explicado anteriormente, es decir, en base a las consideraciones de acuerdo con la invención ahora también se pueden realizar dispositivos de medición de la posición de alta resolución.

Básicamente se puede disponer cada una de las tres zonas parciales diferentes de forma periódica sobre la escala, es decir, tanto las primeras, las segundas como las terceras zonas parciales.

Con respecto a la configuración de las terceras zonas parciales existen diferentes posibilidades, cuando las primeras y segundas zonas parciales presentan propiedades ópticas complementarias. De este modo, por ejemplo, en una posible variante para las terceras zonas parciales se puede seleccionar una propiedad óptica que se sitúa entre las propiedades ópticas de las primeras y segundas zonas parciales configuradas de forma complementaria. En una variante adicional, las terceras zonas parciales presentan una subestructura periódica a partir de la cual se puede obtener una señal incremental precisa adicional que sirve para el aumento adicional de la resolución durante la determinación de la posición absoluta.

En el lado de exploración se requiere, para la generación de las diferentes señales de exploración debido a las medidas de acuerdo con la invención, en una posible realización solamente un único equipo de detector con varios elementos de detector mediante el que se pueden generar todas las señales de exploración.

La presente invención se puede utilizar, evidentemente, sistemas a trasluz y en sistemas por luz incidente; asimismo también se pueden configurar de acuerdo con la invención dispositivos de medición de la posición lineales y rotatorios. Por lo demás, las consideraciones de acuerdo con la invención también se pueden transferir a sistemas que comprenden en el lado de la escala más de tres zonas parciales diferentes.

Se obtienen ventajas y detalles adicionales de la presente invención a partir de la siguiente descripción de ejemplos de realización mediante los dibujos adjuntos.

Se muestra:

En la Figura 1, una vista esquematizada de un primer ejemplo de realización del dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención con una primera variante de una escala adecuada junto con una unidad de exploración;

En la Figura 2, una vista en alzado sobre una parte de un segundo ejemplo de realización de una escala adecuada junto con un equipo de detector indicado de forma esquematizada;

En la Figura 3a, un primer esquema modular para la explicación del procesamiento de las señales generadas por el equipo de detector en la Figura 2;

En la Figura 3b, un segundo esquema modular para la explicación del procesamiento de las señales generadas por el equipo de detector en la Figura 2;

En la Figura 4, una vista en alzado sobre una parte de un tercer ejemplo de realización de una escala adecuada junto con un equipo de detector indicado de forma esquematizada;

En la Figura 5, un esquema modular para la explicación del procesamiento de las señales generadas por el equipo de detector de la Figura 4;

En las Figuras 6a - 6c, respectivamente las señales generadas de la zona de la escala mostrada en la Figura 4.

En la Figura 1 se representa de forma esquematizada un primer ejemplo de realización de un dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención incluyendo un primer ejemplo de realización de una escala adecuada.

## ES 2 307 703 T3

El dispositivo de medición de la posición, configurado como un sistema a trasluz lineal, comprende una escala 1, cuya configuración concreta se explicará más detalladamente a lo largo de la siguiente descripción, y una unidad de exploración 20 móvil al menos en un sentido de la medición x con respecto a la escala 1. En el lado de la unidad de exploración 20 se dispone una fuente de luz 21, una óptica de colimador 23 así como un equipo de detector 22, que se compone de una pluralidad k de elementos de detector individuales 22.1, 22.2., .... 22.k, que se disponen de forma periódica en el sentido de la medición x. Como fuente de luz 21 se considera en este punto, por ejemplo, un LED, como equipo de detector 22 sirve una serie de fotodiodos con k elementos de detector adyacentes 22.1, ... 22.k.

La escala 1 y la unidad de exploración 20 del dispositivo de medición de la posición están unidas con dos objetos móviles entre sí en el sentido de la medición x, cuya posición relativa se tiene que determinar. Los dos objetos pueden ser, por ejemplo, una herramienta y una pieza a trabajar en una máquina herramienta controlada numéricamente. Con ayuda del dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención se puede generar por una exploración fotoeléctrica de la escala 1 y la combinación posterior de las diferentes señales de exploración generadas, una información de la posición absoluta  $POS_{ABS}$  de alta resolución. Como señales de exploración se producen una señal de posición absoluta ABS, una señal incremental general  $INC_G$  así como una señal incremental precisa  $INC_F$ , lo que se explicará detalladamente a continuación. La combinación de las diferentes señales de exploración hasta formar una información de posición absoluta  $POS_{ABS}$  se puede realizar tanto directamente en el dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención como en una unidad de evaluación posterior, no representada, a la que se suministran las diferentes señales de exploración. Una unidad de evaluación de este tipo puede ser, a modo de ejemplo, un control numérico de maquinaria herramienta.

Para la descripción adicional de un ejemplo de realización concreto de una escala adecuada se hace referencia ahora a la Figura 2, que muestra una vista en alzado sobre una parte de una escala 10 junto con un equipo de detector 2 indicado de forma esquemática, adecuado para la exploración. Como se puede observar a partir de la Figura 2, la escala 10 presenta primeras, segundas y terceras zonas parciales TB1, TB2, TB3 dispuestas a lo largo del sentido de la medición x, que poseen en el sentido de la medición x todas la misma anchura  $b_{TB}$ , sin embargo, propiedades ópticas diferentes. En el presente ejemplo de una escala 10 para un sistema a trasluz, las primeras zonas parciales TB1 están configuradas opacas, las segundas zonas parciales TB2, completamente translúcidas. Por lo demás, de acuerdo con la invención se prevé una tercera categoría de zonas parciales TB3 en el lado de la escala. Las terceras zonas parciales TB3 poseen una propiedad óptica a su vez diferente con respecto a las primeras y las segundas zonas parciales TB1, TB2. En el ejemplo de realización de la Figura 2, las terceras zonas parciales TB3 están configuradas semitranslúcidas y, por lo tanto, poseen una propiedad óptica que se sitúa, con respecto a la característica de transmisión óptica, entre las características de transmisión de las primeras y las segundas zonas parciales TB1 y TB2. Las mismas presentan propiedades ópticas complementarias entre sí debido a la configuración que se ha mencionado opaca o completamente translúcida.

En el ejemplo de la Figura 2, las primeras zonas parciales TB1 se disponen a lo largo del sentido de la medición x de forma periódica sobre la escala 10. Su periodo se indica en lo sucesivo como período de graduación general  $TP_G$  y se corresponde preferiblemente al doble de la anchura  $b_{TB}$  de las zonas parciales TB1, TB2, TB3, es decir,

$$TP_G = 2 * b_{TB} \quad (Ec. 1).$$

La escala 10 representada comprende en principio una denominada codificación Manchester. Esto significa esencialmente que a dos combinaciones diferentes de dos zonas parciales TB3, TB1 o TB2, TB1 diferentes, sucesivas, se asigna respectivamente de forma clara una señal lógica. En el presente ejemplo se asigna a una primera combinación de terceras y primeras zonas parciales TB3, TB1 sucesivas la primera señal lógica UNO (1), a una segunda combinación de segundas y primeras zonas parciales sucesivas TB2, TB1, la segunda señal lógica CERO (0). Por la sección representada en la Figura 2 de la escala 10 se produce, por lo tanto, partiendo desde la izquierda como sucesión de las diferentes señales lógicas, como se indica, la secuencia de bits o la palabra de bit 1; 1; 0; 0; etc. Por una secuencia de este tipo de varias señales lógicas CERO (0) y UNO (1) se puede caracterizar a lo largo de la escala 10 en el sentido de la medición x de forma conocida una posición absoluta clara como palabra de código o se puede generar una señal de posición absoluta ABS. A modo de ejemplo, una secuencia de este tipo de varias señales lógicas se puede corresponder a una codificación pseudoaleatoria, a partir de la que se puede derivar una posición absoluta definida a lo largo de la escala de medición 10.

El caso del sistema a trasluz que se ha explicado, las diferentes propiedades ópticas de las diferentes zonas parciales TB1, TB2, TB3 son translucideces ópticas diferentes; las primeras y segundas zonas parciales TB1, TB2 presentan para esto propiedades ópticas complementarias, lo que a su vez tiene como consecuencia la configuración de las primeras zonas parciales TB1 completamente opacas o las segundas zonas parciales TB2 completamente translúcidas. Alternativamente a la configuración explicada del sistema a trasluz, evidentemente se puede producir la configuración de las zonas parciales TB1, TB2 también a la inversa a la variante explicada como zonas parciales completamente opacas o zonas parciales completamente translúcidas.

Por lo demás es posible aplicar los principios de acuerdo con la invención incluso en un sistema de luz incidente. Esto tendría como consecuencia que las diferentes propiedades ópticas serían entonces diferentes propiedades ópticas de reflexión de las zonas parciales TB1, TB2. A modo de ejemplo, entonces las primeras zonas parciales TB1 estarían

configuradas de forma no reflectante, por el contrario, las segundas zonas parciales TB2 reflectantes, o viceversa. De forma correspondiente, la propiedad óptica de las terceras zonas parciales TB3 se tendría que seleccionar de tal forma que las mismas presentarían una característica de reflexión que se situara entre las de las primeras y segundas zonas parciales TB1, TB2, es decir, a modo de ejemplo, estuvieran configuradas semi-reflectantes.

Por lo demás, en el marco de la presente invención existen posibilidades adicionales para la realización de las diferentes propiedades ópticas de las tres zonas parciales TB1 - TB3. De este modo, las mismas también podrían poseer, por ejemplo, diferentes colores. Además sería posible configurar las mismas con subestructuras de graduación periódicas que presentarían respectivamente proporciones de graduación diferentes, etc.

Además, alternativamente también es posible asignar las señales lógicas CERO (0) y UNO (1) a otras combinaciones de la secuencia de dos zonas parciales sucesivas de las explicadas en anterior ejemplo.

Para la exploración de la escala 10 se proporciona en el lado de la unidad de exploración un equipo de detector 2, que comprende una serie de elementos de detector 2.1 - 2.12 dispuestos de forma periódica en el sentido de la medición x. En el presente ejemplo, el equipo de detector 2 comprende en total doce elementos de detector 2.1 - 2.12 que tienen en el sentido de la medición respectivamente una anchura  $b_{DET} = b_{TB}/2$ , que se corresponde a la mitad de la anchura  $b_{TB}$  de las zonas parciales TB1 - TB3 en la escala 10.

Durante la exploración de la escala 10 se producen para las diferentes zonas parciales TB1 - TB3 en el lado de los elementos de detector 2.1 - 2.12 valores de señal o niveles de señal definidos, donde para la explicación posterior se asignan a las zonas parciales individuales TB1 - TB3 los siguientes niveles de señal en el lado del detector:

TB1: Nivel de señal 0

TB2: Nivel de señal 1

TB3: Nivel de señal 0,5

En el ejemplo representado de la Figura 2, como consecuencia, los elementos de detector 2.1, 2.2 proporcionan el nivel de señal 0,5, los elementos de detector 2.3, 2.4, el nivel de señal 0, los elementos de detector 2.9, 2.10, el nivel de señal 1, etc. A las combinaciones predeterminadas de dos niveles de señal sucesivos en el sentido de la medición x de zonas parciales diferentes se asignan ahora determinadas señales lógicas CERO (0), UNO (1). Para esto se aplican las siguientes normas de asignación:

Nivel de señal 0,5 - Nivel de señal 0  $\Rightarrow$  Señal lógica UNO (1)  
(TB3 - TB1)

Nivel de señal 1 - Nivel de señal 0  $\Rightarrow$  Señal lógico CERO (0)  
(TB2 - TB1)

En este ejemplo, por técnica de conmutación, las normas de asignación se transforman de tal forma que siempre se genera la diferencia de los niveles de señal de zonas parciales adyacentes TB1 - TB3 y la señal de diferencia resultante DIF se asigna de acuerdo con las siguientes directrices claramente a una de las dos señales lógicas CERO (0) o UNO (1):

$0 < DIF < 0,75 \Rightarrow$  Señal lógica UNO (1)  
 $0,75 < DIF < 1,0 \Rightarrow$  Señal lógica CERO (0)

Si se produce una señal de diferencia DIF que se desvía de los dos intervalos de valores que se han indicado, es decir, a modo de ejemplo,  $DIF < 0$ , se interpreta esto como un error durante la selección de los elementos de detector correctos 2.1 - 2.12. De este modo, por ejemplo, la lectura de una primera y tercera zona parcial TB1, TB3 sucesiva suministra una señal de diferencia con el valor  $DIF = -0,5$ , de forma análoga a esto, primeras y segundas zonas parciales TB1, TB2 sucesivas suministran una señal de diferencia con el valor  $DIF = -1$ . En ambos casos, debido a las medidas de acuerdo con la invención, básicamente, por la sola formación de la señal de diferencia DIF sin otra información adicional se puede verificar si los elementos del detector se han seleccionado de forma correcta.

Evidentemente, en el marco de la presente invención se pueden usar, como alternativa a las normas y directrices de asignación explicadas, también normas alternativas.

Debido a la disposición periódica en el lado de la escala de las primeras zonas parciales TB1 con el periodo de graduación general  $TP_G$  es posible, además de la generación de señales de posición absoluta POS generar del modo que se ha explicado, además de esto, incluso una señal incremental general periódica  $INC_G$ . La señal incremental

## ES 2 307 703 T3

general  $INC_G$  posee un periodo de señal  $SP_G$  que se obtiene de forma conocida a partir del periodo de graduación general  $TP_G$  de las primeras zonas parciales  $TB1$  sobre la escala 10. La señal incremental general generada de este modo  $INC_G$  se puede combinar después de forma conocida con la señal de posición absoluta  $POS$  hasta formar un valor de posición absoluta  $POS_{ABS}$  de mayor resolución. Para la generación de la señal incremental general  $INC_G$  no se requiere ningún equipo de detector adicional, para esto se puede recurrir más bien incluso el equipo de detector 2 que se ha explicado anteriormente con los elementos de detector 2.1 - 2.12 dispuestos de forma periódica en el sentido de la medición, que se conmutan después de forma correspondiente y que proporcionan en el lado de salida la señal incremental general  $INC_G$ .

Una posible variante de conmutación para los elementos de detector 2.1 - 2.12 del ejemplo de la Figura 2 se representa de forma esquemática en las Figuras 3A y 3B. Las dos Figuras 3A y 3B muestran respectivamente la conmutación requerida para la generación de la señal incremental general  $INC_G$  así como la conmutación para la generación de la señal de posición absoluta  $ABS$ . La representación de las variantes de conmutación se realizó en figuras separadas solamente por motivos de simplicidad.

Con la referencia 3.1 - 3.4 se indican en la Figura 3A respectivamente elementos de adición que suman las señales de exploración de elementos de detector 2.1 - 2.12 equifásicos hasta las señales de suma  $S1 - S4$ ; con la referencia 4.1, 4.2 se indican elementos de formación de diferencia que, a partir de las cuatro señales de adición  $S1 - S4$ , generan de forma conocida las dos señales incrementales generales  $INC_{G,0}$  o,  $INC_{G,90}$  con desplazamiento de fase entre sí de  $90^\circ$ .

Para la generación de la señal de posición absoluta  $ABS$  se prevé en primer lugar de acuerdo con la Figura 3B suministrar las señales de exploración de los elementos de detector 2.1 - 2.3 a un elemento de adición 3.5 y las señales de exploración de los elementos de detector 2.2, 2.4 a un elemento de adición 3.6, que suministran en el lado de salida las señales de suma  $S5, S6$ . Por lo demás, por los elementos de formación de diferencia  $D1, D2$  se realiza la generación de señales de diferencia  $DIF1, DIF2$  a partir de las señales de exploración de los elementos de detector 2.1, 2.3 así como 2.2, 2.4. Las señales de adición y diferencia  $S5, S6, D1, D2$  se suministran a continuación a cuatro elementos de evaluación  $K1 - K4$ , que están configurados, por ejemplo, como comparadores con umbrales de comparador predeterminados y los que se realizan las asignaciones indicadas. Para la generación de la señal de la posición absoluta  $ABS$  se requiere solamente la evaluación de las señales de diferencia formadas  $DIF1, DIF2$  de acuerdo con las directrices que se han explicado anteriormente. Mediante los dos elementos de evaluación  $K3, K4$  se realiza por tanto la comprobación de si la respectiva señal de diferencia  $DIF1, DIF2$  se sitúa en el intervalo de valores  $0,75 < DIF1, DIF2$  o el intervalo de valores  $0,75 > DIF1, DIF2$  y la asignación o salida correspondiente de la señal lógica UNO (1) o CERO (0) como subseñal de posición absoluta  $ABS', ABS''$ . Ya que en el presente ejemplo por zona parcial  $TB1 - TB3$  se disponen respectivamente dos elementos de detector, se generan dos subseñales de posición absoluta  $ABS', ABS''$  que se continúan procesando en el caso de la lectura correcta como señal de posición absoluta  $ABS$ .

Para comprobar si los elementos de detector se han seleccionado de forma correcta se prevé en el presente ejemplo por lo demás la generación de una o dos señales de error  $F', F''$ . Para esto, las señales de adición  $S5, S6$  se evalúan en los dos elementos de evaluación  $K1, K2$  de acuerdo con las condiciones indicadas y las señales de salida suministradas por los elementos de evaluación  $K1, K2$  se suministran a continuación con las subseñales de posición absoluta  $ABS', ABS''$  de los elementos de evaluación  $K3, K4$  a los elementos de asociación 5.1, 5.2. Después de la asociación XOR que se realiza en ese lugar se producen en el lado de salida las señales de error  $F', F''$ , que puedan adoptar los valores de 0 ó 1. El valor  $F' = 1$  o  $F'' = 1$  se interpreta en este caso como la selección correcta de los elementos de detector, el valor  $F' = 0$  o  $F'' = 0$  como selección errónea de los elementos de detector.

Un ejemplo de realización adicional de una escala configurada de forma adecuada incluyendo la exploración prevista de la misma se explica a continuación mediante las Figuras 4, 5 y 6a - 6c. En la Figura 4 se muestra de forma análoga la figura que se ha descrito anteriormente una vista en alzado sobre una parte de una escala  $10'$  junto con un equipo de detector  $22'$  indicado de forma esquemática, que se puede utilizar con un dispositivo de medición de la posición de trasluz lineal. En el lado de la escala se disponen a su vez de acuerdo con la invención tres zonas parciales  $TB1', TB2', TB3'$  con diferentes propiedades ópticas a lo largo del sentido de la medición  $x$ . Las primeras y segundas zonas parciales  $TB1', TB2'$  están configuradas como en el ejemplo explicado anteriormente de forma completamente opaca o completamente translúcida.

Es diferente al anterior ejemplo de realización, por un lado, la configuración de las terceras zonas parciales  $TB3'$  y, por otro lado, el hecho de que ahora las terceras zonas parciales  $TB3'$  se disponen a lo largo de la escala de medición  $10'$  de forma periódica en el sentido de la medición  $x$ . Las terceras zonas parciales  $TB3'$  comprenden en este ejemplo una sub-graduación periódica que se compone a su vez de primeras y segundas sub-zonas parciales  $TB_{SUB1}, TB_{SUB2}$  dispuestas de forma periódica en el sentido de la medición  $x$  con diferentes propiedades ópticas. Las primeras y segundas sub-zonas parciales  $TB_{SUB1}, TB_{SUB2}$  están configuradas en el ejemplo mostrado opacas o completamente translúcidas; el periodo de la disposición de las primeras y segundas sub-zonas parciales  $TB_{SUB1}, TB_{SUB2}$  se denomina en lo sucesivo periodo de graduación preciso  $TP_F$  e indica en el sentido de la medición  $x$  la extensión de las primeras y segundas sub-zonas parciales  $TB_{SUB1}, TB_{SUB2}$  sucesivas. Además de la generación de una señal de posición absoluta  $ABS$  y una señal incremental general  $INC_G$  de forma análoga al anterior ejemplo, esta variante de una escala  $10'$  adecuada permite debido a la selección de la configuración de las terceras zonas parciales  $TB3'$  además la creación de una señal incremental precisa  $INC_F$ , cuya resolución es mayor que la de la señal incremental general  $INC_G$ . La formación del valor absoluto de posición  $POS_{ABS}$  por lo tanto, es posible con una precisión todavía mayor.

## ES 2 307 703 T3

En el caso de este ejemplo se produce junto con determinadas medidas de dimensionado en el lado de exploración que se tienen que explicar a continuación, por lo demás, una denominada exploración de campo único durante la generación de las diferentes señales incrementales  $INC_G$ ,  $INC_F$ . Por esto se tiene que entender una exploración en la que todos los componentes de la señal con desplazamiento de fase de las señales incrementales  $INC_G$  o  $INC_F$  se producen por la exploración de un único periodo de graduación  $TP_G$  o  $TP_F$  sobre la escala  $10'$ . Se tiene considerar una ventaja decisiva de una exploración de este tipo su insensibilidad con respecto a contaminaciones locales de la escala, ya que entonces todas las señales parciales generadas con desplazamiento de fase, que contribuyen a las diferentes señales incrementales  $INC_G$ ,  $INC_F$ , se ven influidas del mismo modo.

Básicamente se tiene que mantener la siguiente relación (2) para la relación del periodo de graduación general  $TP_G$  y el periodo de graduación preciso  $TP_F$  en el lado de la escala  $10'$ :

$$TP_F = 1/n * 1/2 * TP_G \quad (\text{Ec. 2})$$

con  $n = 1, 2, 3, \dots$

Además de la generación de una señal de posición absoluta ABS, la escala, junto con determinadas medidas en el lado de exploración, que se explicarán a continuación, permite como ya se ha mencionado la generación de una señal incremental general  $INC_G$  así como una señal incremental precisa  $INC_F$ . Por simplicidad, en lo sucesivo siempre se hará referencia a una señal incremental general o precisa  $INC_G$  o  $INC_F$ , a pesar de que en la práctica se genera habitualmente respectivamente un par de señales de este tipo que poseen un desplazamiento de fase entre sí de  $90^\circ$ .

La señal incremental general  $INC_G$  se produce como el anterior ejemplo a partir de la exploración de las zonas parciales TB3' dispuestas de forma periódica con el periodo de graduación general  $TP_G$  sobre la escala  $10'$ , donde en este caso se disponen ahora las terceras zonas parciales TB3' de forma correspondientemente periódica. La señal incremental precisa  $INC_F$  se genera por la exploración de la subestructura de graduación en las terceras zonas parciales TB3', donde hay una disposición periódica de sub-zonas parciales con el periodo de graduación preciso  $TP_F$ .

Además de la señal de posición absoluta ABS, en esta variante, por tanto, están disponibles dos señales incrementales  $INC_G$ ,  $INC_F$  con diferente resolución para el procesamiento adicional y la formación de un valor absoluto de posición  $POS_{ABS}$  con gran resolución. En el caso del ejemplo de un periodo de graduación general  $TP_G = 160 \mu m$  seleccionado en el lado de la escala  $10'$  y un periodo de graduación preciso  $TP_F = 20 \mu m$  se producen con una exploración correspondiente señales incrementales generales  $INC_G$  con el periodo de señal  $SP_G = 160 \mu m$  o señales incrementales precisas  $INC_F$  con el periodo de señal  $SP_F = 20 \mu m$ . En este ejemplo, como consecuencia, la magnitud  $n$  se selecciona a partir de la Ec. (2)  $n = 4$ .

Para la generación de las diferentes señales de exploración ABS,  $INC_F$  e  $INC_G$  se requieren en el lado de la unidad de exploración, particularmente junto con la configuración o el dimensionado del equipo de detector 22', determinadas medidas en el dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención, que se explicarán a continuación.

Como se puede observar a partir de la Figura 4, el equipo de detector 22' utilizado comprende en este ejemplo globalmente  $k = 64$  elementos de detector individuales 22.1' - 22.64' que se disponen periódicamente en el sentido de la medición  $x$ .

Para garantizar en este ejemplo la exploración de campo único que se ha mencionado se disponen en el lado de la detección por periodo de graduación general  $TP_G$  globalmente  $N = 16$  elementos de detector. En el caso general de una exploración deseada de campo único, durante la que, por periodo de graduación explorado, se tienen que generar cuatro señales incrementales con desplazamiento de fase de  $90^\circ$ , se tienen que disponer de acuerdo con la siguiente relación

$$N = 4 * n \quad \text{Ec. (3),}$$

con  $n = 2, 3, \dots$

elementos de detector por periodo de graduación general  $TP_G$  en el lado de exploración, cuando la relación del periodo de graduación general y preciso se ha seleccionado de acuerdo con la Ec. (2). Un dimensionado de este tipo garantiza la exploración de campo único durante la generación de las señales incrementales precisas  $INC_F$  y durante la generación de las señales incrementales generales  $INC_G$ .

Básicamente, para garantizar la exploración de campo único durante la generación prevista de cuatro señales de exploración con desplazamiento de fase a partir de un único periodo de graduación, se tienen que disponer como consecuencia al menos cuatro elementos de detector por periodo de graduación. Esto significa que en el caso de la generación única de una señal incremental general  $INC_G$  de acuerdo con el anterior ejemplo, como consecuencia se tienen que disponer al menos cuatro elementos de detector por periodo de graduación general  $TP_G$  o un múltiplo de

## ES 2 307 703 T3

número entero de esto. En el caso de la generación adicional de una señal incremental precisa  $INC_F$  se tiene que garantizar de forma análoga a esto que por periodo de graduación preciso  $TP_F$  se dispongan al menos cuatro elementos de detector en el sentido de la medición o, en un caso dado, un múltiplo de número entero de esto.

En la Figura 5 se ilustra la conmutación de los elementos de detector 22.1' - 22.64' en el interior del equipo de detector 22 del ejemplo de la Figura 4, que se proporcionan para la generación de las diferentes señales de exploración ABS,  $INC_G$ , e  $INC_F$ . Para esto, por motivos de simplicidad solamente se representa una parte de los  $k = 64$  elementos de detector 22.1' - 22.64' utilizados en total para la generación de la señal.

Como ya se ha mencionado anteriormente, en la práctica se produce respectivamente un par de señales incrementales generales con desplazamiento de fase  $INC_{G,0}$ ,  $INC_{G,90}$ , y señales incrementales precisas  $INC_{F,0}$ ,  $INC_{F,90}$ , que, hasta ahora por simplicidad se han denominado respectivamente señales incrementales generales  $INC_G$  o señales incrementales precisas  $INC_F$ .

Con las referencias 23.1 - 23.17 se indican en el esquema de conmutación de la Figura 5 respectivamente elementos de adición que realizan una suma de las señales presentes respectivamente en el lado de entrada. Por los elementos de formación de diferencia indicados con las referencias 24.1 - 24.5 se realiza una resta o formación de diferencia de las señales presentes en la entrada. Con ayuda de los elementos indicados por las referencias 25.1 - 25.5 ó 26.1 - 26.2 se realiza la respectiva operación aritmética indicada con las señales de entrada presentes.

Para la generación de las diferentes señales de exploración ABS,  $INC_G$  e  $INC_F$  se requieren el presente ejemplo al menos 16 elementos de detector y la correspondiente conmutación de los mismos, a modo de ejemplo, los elementos de detector 22.1' - 22.16'. Los segundos a cuartos bloques previstos por lo demás en el ejemplo con respectivamente 16 elementos de detector adicionales 22.17' - 22.32', 22.33' - 22.48' y 22.49' - 22.64' suministran durante la exploración básicamente la información de exploración idéntica y solamente mejoran la intensidad resultante de la señal durante la exploración. Es decir, cada decimosexto elemento de detector suministra la información de exploración equifásica.

A continuación se explica la generación de la señal de posición absoluta ABS en el presente ejemplo. La generación de las dos señales lógicas CERO (0) y UNO (1) se basan de nuevo en determinadas normas de asignación. A las diferentes zonas parciales TB1' - TB3' se asignan a su vez determinados niveles de señal de acuerdo con

TB1': Nivel de señal 0

TB2': Nivel de señal 1

TB3': Nivel de señal 0,5

A su vez, a ciertas combinaciones predeterminadas de dos niveles de señal sucesivos en el sentido de la medición  $x$  se asignan señales lógicas CERO (0), UNO (1), donde en este ejemplo se aplican las siguientes normas de asignación:

Nivel de señal 0 - Nivel de señal 0,5  $\Rightarrow$  Señal lógica CERO (0)  
(TB1' - TB3')

Nivel de señal 1 - Nivel de señal 0,5  $\Rightarrow$  Señal lógica UNO (1)  
(TB2' - TB3')

Para decidir en esta variante en una escala si los elementos de detector se han seleccionado de forma correcta, además de la formación de una señal de diferencia DIF a partir de las señales de zonas parciales adyacentes se realiza adicionalmente la formación de una señal de adición SUM a partir de las señales de zonas parciales adyacentes. Las señales de diferencia y de adición resultantes se asignan de acuerdo con las siguientes directrices de asignación a las dos señales lógicas CERO (0) y UNO (1).

Señal de diferencia DIF = +0,5  $\Rightarrow$  Señal lógica UNO (1)

Señal de diferencia DIF = -0,5  $\Rightarrow$  Señal lógica CERO (0)

Señal de adición SUM = +1,5  $\Rightarrow$  Señal lógica UNO (1)

Señal de adición SUM = +0,5  $\Rightarrow$  Señal lógica CERO (0)

En el ejemplo de primeras y terceras zonas parciales TB1', TB3' sucesivas se produce la señal de diferencia DIF = -0,5 y la señal de adición SUM = +0,5. De acuerdo con las anteriores directrices se asigna a ambas señales la señal lógica CERO, es decir, la selección de los elementos de detector se realiza de forma correcta. En el caso de terceras y primeras zonas parciales TB3', TB1' sucesivas, por el contrario, se produciría como señal de diferencia



DIF = +0,5 y como señal de adición SUM = +0,5; de acuerdo con las anteriores directrices para la asignación de señales de adición y diferencia, esto significaría para la señal de diferencia DIF la asignación de la señal lógica UNO (1) y para la señal de adición SUM la asignación de la señal lógica CERO (0). A partir de esta discrepancia se puede deducir después una selección, en un caso dado, no correcta de los elementos de detector. Al igual que en el anterior ejemplo, como consecuencia es posible determinar a partir de la exploración de la escala si los elementos de detector se han seleccionado de forma correcta o no.

Para la transformación por técnica de conmutación, en este ejemplo se suman las señales de exploración resultantes de los primeros ocho elementos de detector 22.1' - 22.8' por el elemento de adición 23.1 hasta la señal S1, las señales de exploración de los segundos ocho elementos de detector 22.9' - 22.16' por el segundo elemento de adición 23.2 hasta la señal S2. A partir de las señales sumadas S1, S2 se forma a continuación con ayuda del elemento de formación de diferencia 24.1 la señal de diferencia DIF; con ayuda del elemento de adición 23.17, la señal de adición SUM. La señal de adición SUM y la señal de diferencia se suministran después a un elemento de asociación 27, realizando una asociación XOR de las señales DIF y SUM de acuerdo con las directrices de asignación que se han explicado anteriormente. En la salida del elemento de asociación 27 está entonces la señal de posición absoluta ABS que se puede seguir procesando o los correspondientes valores de bit o señales lógicas.

Para la generación de la señal incremental general  $INC_G$  o del par de señales incrementales generales con desplazamiento de fase  $INC_{G,0}$ ,  $INC_{G,90}$  se prevé una conmutación de los elementos de detector del modo representado en la Figura 5. En este punto, en relación a la variante de conmutación seleccionada se menciona que la selección de los elementos de detector que se tienen que conmutar se realiza de forma conocida dependiendo del periodo de graduación general  $TP_G$  sobre la escala.

Del mismo modo, en el contexto de la generación de la señal incremental precisa  $INC_G$  o del par de señales incrementales precisas con desplazamiento de fase  $INC_{F,0}$ ,  $INC_{F,90}$  se hace referencia a la conmutación de los elementos de detector del modo representado en la Figura 4. También en este caso la selección de los elementos de detector que se tienen que conmutar se basa en el periodo de graduación preciso  $TP_F$  sobre la escala.

Las señales de exploración ABS,  $INC_G$  e  $INC_F$  que se producen a partir de una conmutación de este tipo de los elementos de detector 22.1 - 22.64 o los pares de señales correspondientes  $INC_{F,0}$  e  $INC_{F,90}$ , ABS,  $INC_{G,0}$  e  $INC_F$  se representan en las Figuras 5a - 5c.

En el marco de la presente invención evidentemente se pueden concebir las más diversas modificaciones con respecto a las variantes que se han explicado hasta ahora.

De este modo es posible, por ejemplo, modificar el segundo ejemplo de realización explicado hasta tal punto que en el lado de la unidad de exploración se disponga delante del equipo de detector una rejilla de exploración que está configurada, por ejemplo, como rejilla de fases. Mediante una rejilla de exploración este tipo se puede generar, debido a la interacción resultante con el periodo de graduación preciso sobre la escala en el plano de detección de forma conocida una denominada interferencia de Vernier. A su vez, partir de esta interferencia de Vernier se puede obtener una señal incremental con un periodo de señal definido.

Por lo demás se menciona que evidentemente también se puede variar el equipo de detector, particularmente el número de los elementos de detector utilizados en el marco de las anteriores consideraciones.

Por lo tanto, además de los ejemplos descritos, en el marco de la presente invención existen otras alternativas de realización.

## REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de medición de la posición compuesto por una escala (1; 10; 10') así como una unidad de exploración (20) móvil en un sentido de medición (x) con respecto a la escala (1; 10; 10') que, a partir de la exploración de la escala (1; 10; 10'), determina la posición absoluta de la unidad de exploración (20) con respecto a la escala (1; 10; 10'), donde la escala se compone de una pista que se extiende al menos en un sentido de medición y en la pista se disponen de forma alterna zonas parciales de igual anchura con diferentes propiedades ópticas y en la pista se disponen al menos primeras, segundas y terceras zonas parciales (TB1, TB2, TB3; TB1'; TB2'; TB3') con diferentes propiedades ópticas,

**caracterizado** porque

la unidad de exploración asigna a una primera combinación de dos zonas parciales diferentes sucesivas (TB1, TB3, TB1', TB3') claramente una primera señal lógica (1) y asigna a una segunda combinación de dos zonas parciales diferentes sucesivas (TB2, TB3, TB2', TB3') claramente una segunda señal lógica (0), donde la primera y la segunda combinación se diferencian entre sí.

2. El dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque una de las zonas parciales (TB3; TB3') se dispone con un período de graduación general (TP<sub>G</sub>) sobre la escala (10) de forma periódica en el sentido de la medición (x).

3. El dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque el periodo de graduación general (TP<sub>G</sub>) se corresponde al doble de la anchura (b<sub>TB</sub>) de las zonas parciales (TB1, TB2, TB3, TB1', TB2', TB3') con diferentes propiedades ópticas.

4. El dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque las primeras y segundas zonas parciales (TB1, TB2, TB1', TB2') tienen propiedades ópticas complementarias entre sí.

5. El dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque a las primeras y terceras zonas parciales sucesivas (TB1, TB3, TB1', TB3') se asigna la primera señal lógica (1) y a las segundas y terceras zonas parciales sucesivas (TB2, TB3, TB2', TB3') se asigna la segunda señal lógica (0).

6. El dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque una secuencia de varias señales lógicas (0, 1) caracteriza una posición absoluta clara a lo largo del sentido de la medición (x).

7. El dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque las terceras zonas parciales (TB3) poseen una propiedad óptica que se sitúa entre las propiedades de las dos propiedades complementarias de las primeras y segundas zonas parciales (TB1, TB2).

8. El dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado** porque las terceras zonas parciales (TB3) están configuradas semitranslúcidas.

9. El dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque las terceras zonas parciales (TB3) comprenden una sub-graduación periódica con un periodo de graduación preciso (TP<sub>F</sub>), que se compone de sub-zonas parciales dispuestas de forma periódica (TB<sub>SUB1</sub>, TB<sub>SUB2</sub>) con diferentes propiedades ópticas.

10. El dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado** porque las sub-zonas parciales (TB<sub>SUB1</sub>, TB<sub>SUB2</sub>) poseen propiedades ópticas complementarias entre sí.

11. El dispositivo de medición de la posición de acuerdo con las reivindicaciones 3 y 9, **caracterizado** porque el periodo de graduación preciso (TP<sub>F</sub>) se selecciona de acuerdo con la relación

$$TP_F = 1/n * 1/2 * TP_G$$

con n = 1, 2, 3, ...

12. El dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 4 ó 10, **caracterizado** porque las propiedades ópticas complementarias entre sí se seleccionan del siguiente modo:

- opaca/completamente translúcida o
- reflectante/no reflectante.

## ES 2 307 703 T3

13. El dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la unidad de exploración (20) comprende al menos una fuente de luz (21) así como un equipo de detector (2; 22; 22') para la exploración de la escala (1; 10; 10'), donde el equipo de detector (2; 22; 22') sirve tanto para la generación de una señal de posición absoluta (ABS) como de una señal incremental general (INC<sub>G</sub>).

14. El dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el equipo de detector (2; 22; 22') comprende una disposición periódica en el sentido de la medición (x) de elementos de detector individuales (22.1 - 22.k; 2.1 - 2.6; 22.1' - 22.64').

15. El dispositivo de medición de la posición de acuerdo con las reivindicaciones 13 y 14, **caracterizado** porque en el sentido de la medición (x) por periodo de graduación general (TP<sub>G</sub>) se disponen al menos cuatro elementos de detector (2.1 - 2.12).

16. El dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado** porque el equipo de detector (22') sirve adicionalmente para la generación de una señal incremental precisa (INC<sub>F</sub>).

17. El dispositivo de medición de la posición de acuerdo con las reivindicaciones 14 y 16, **caracterizado** porque en el sentido de la medición (x) por periodo de graduación preciso se disponen al menos cuatro elementos de detector individuales (22.1' - 22.64').

18. El dispositivo de medición de la posición acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado** porque en la unidad de exploración se dispone delante del equipo de detector una rejilla de exploración.

FIG. 1

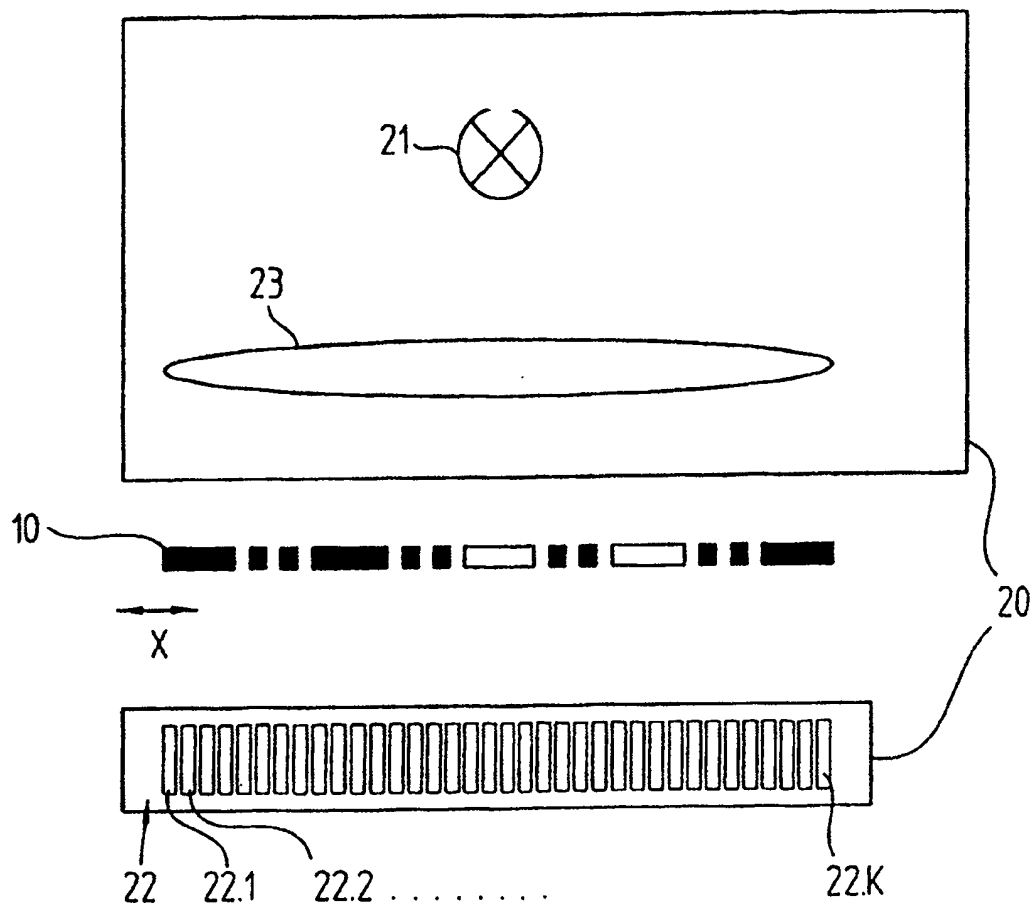


FIG. 2

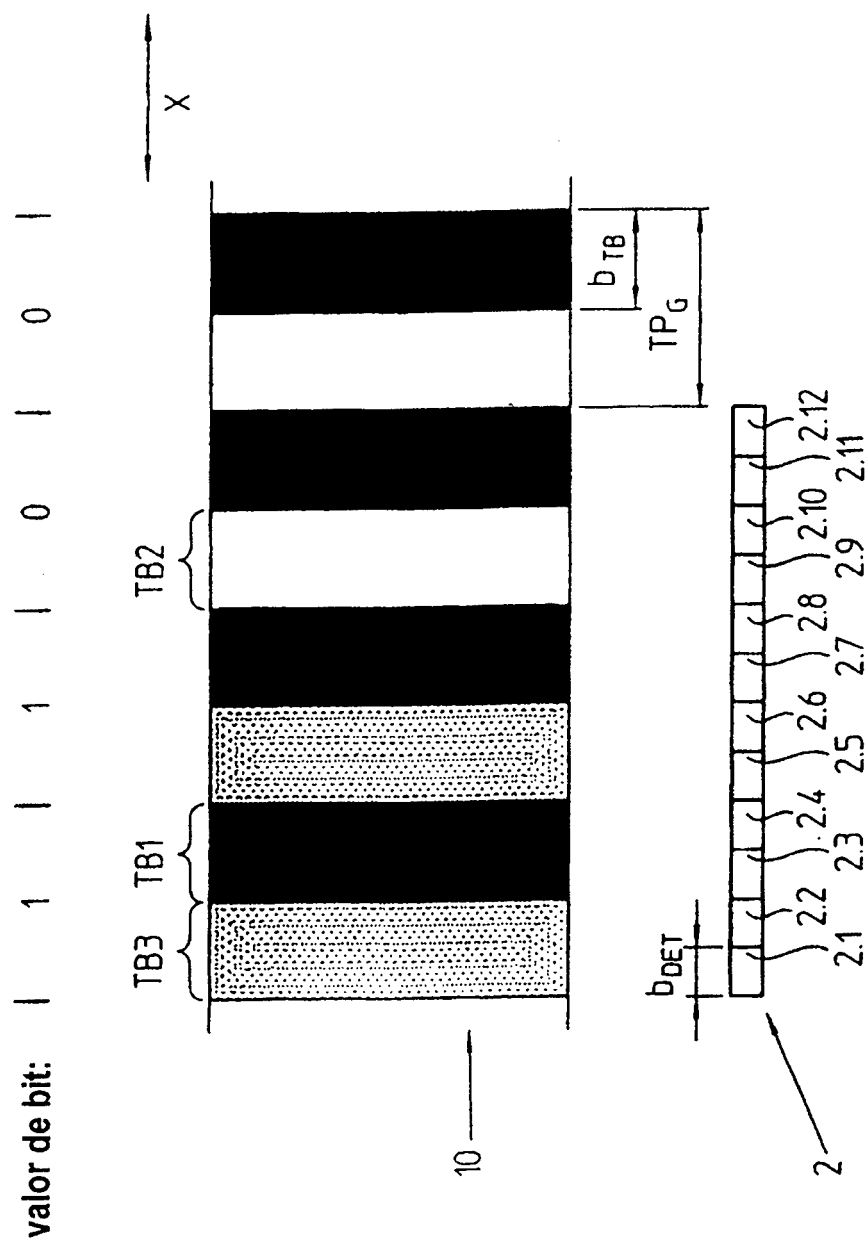


FIG. 3a

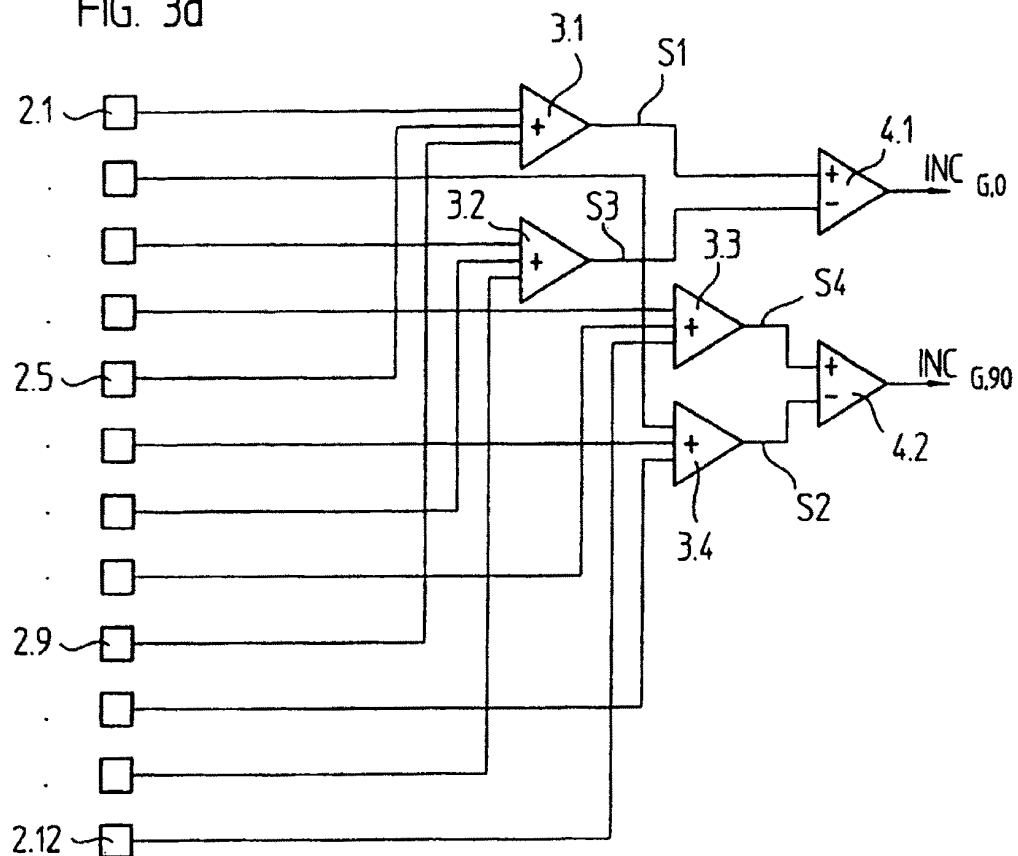


FIG. 3b

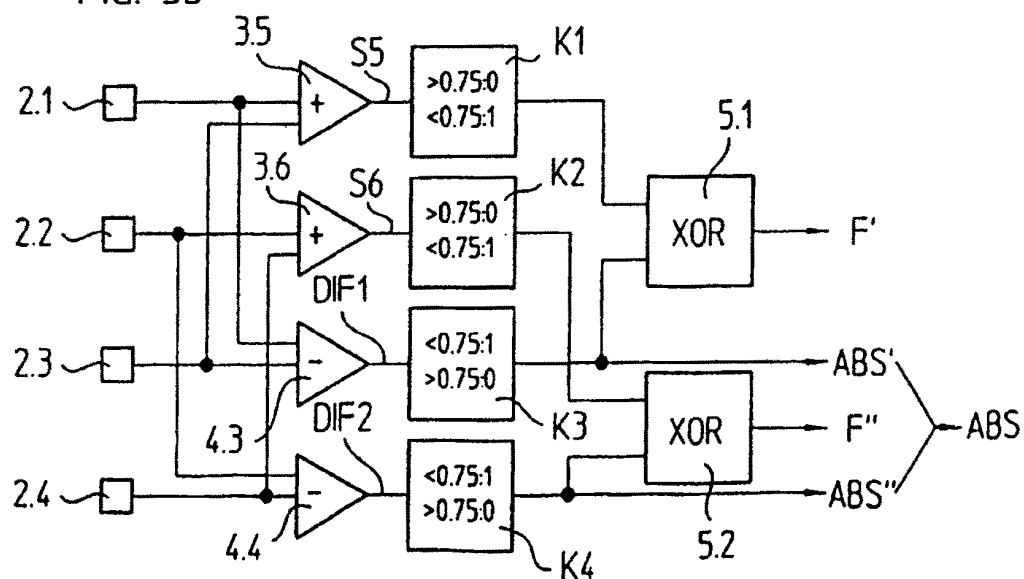


FIG. 4

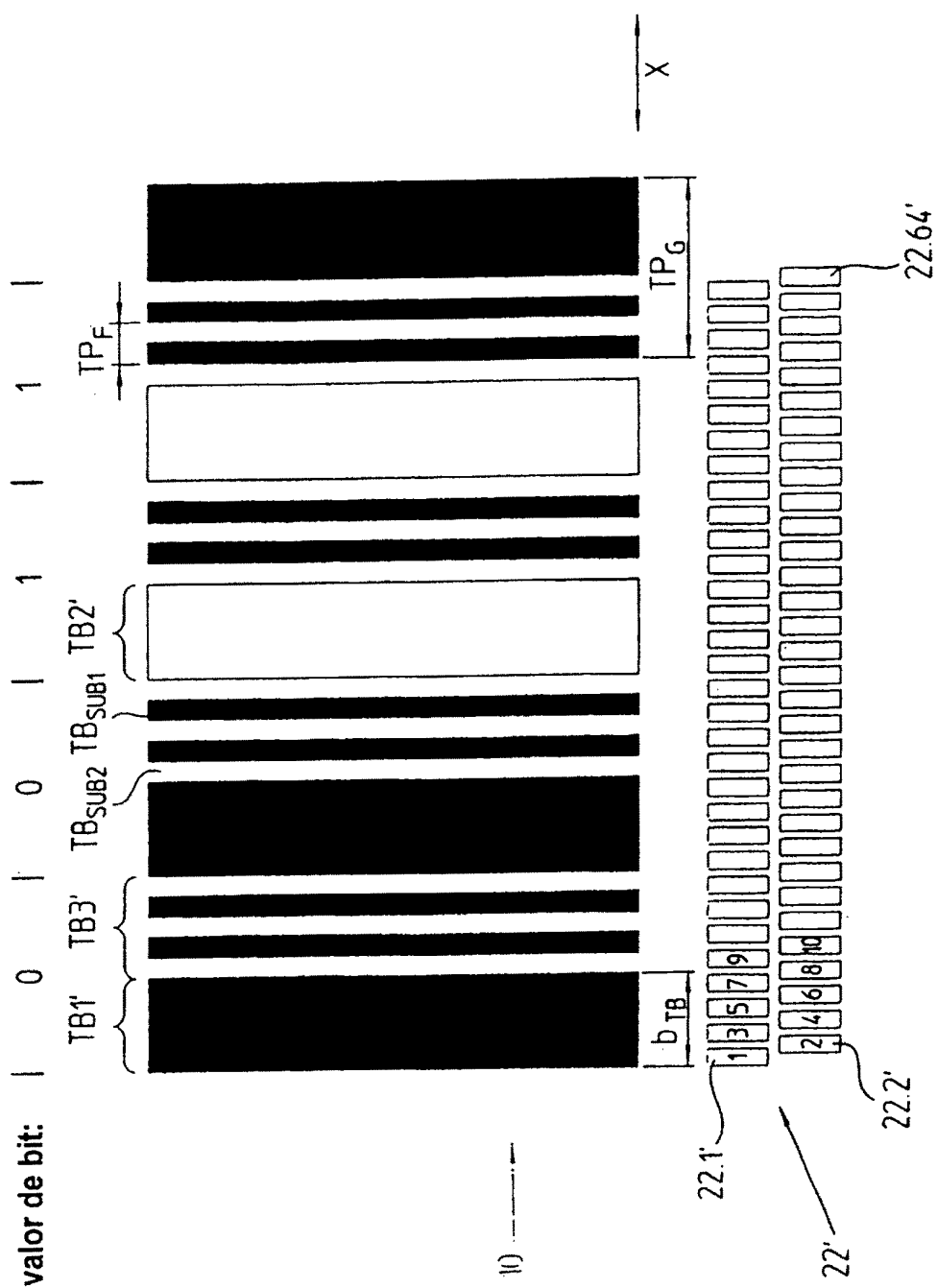


FIG. 5

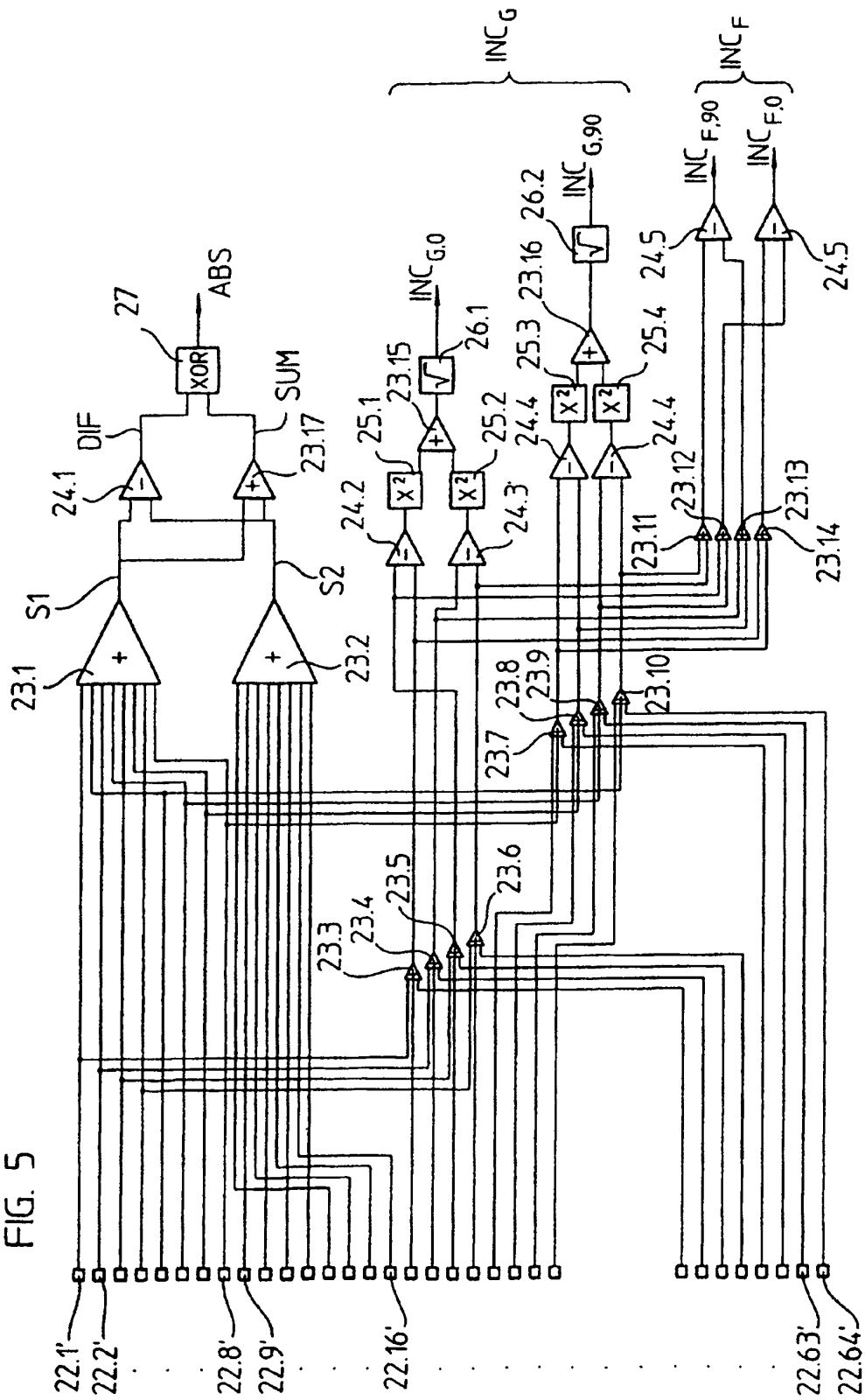




FIG. 6a

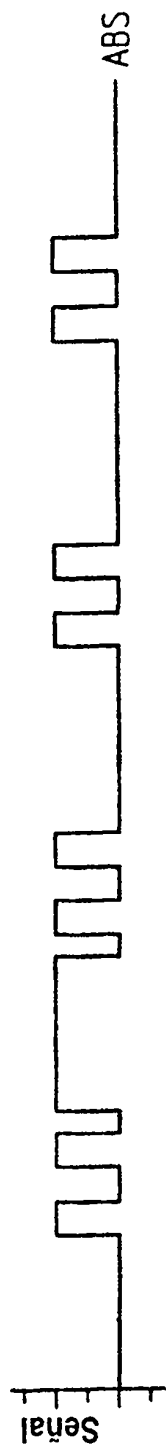


FIG. 6b

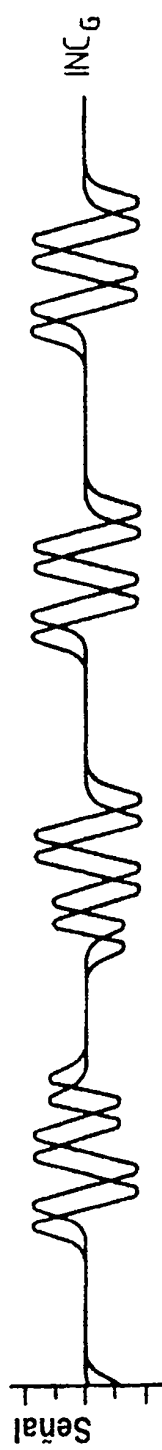


FIG. 6c

