



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 359 941**

51 Int. Cl.:

G01D 5/36 (2006.01)

G01D 5/347 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06808419 .3**

96 Fecha de presentación : **06.11.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1946048**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.07.2008**

54 Título: **Sistema de escala y cabeza de lectura.**

30 Prioridad: **07.11.2005 GB 0522651**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.05.2011

73 Titular/es: **RENISHAW Plc.**
New Mills
Wotton-under-Edge
Gloucestershire GL12 8JR, GB

72 Inventor/es: **Howley, Colin, Keith**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 359 941 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

Sistema de escala y cabeza de lectura.

El presente invento se refiere a un sistema de escala y cabeza de lectura. En particular, el invento se refiere a un sistema de escala y cabeza de lectura que tiene un canal de incrementos y un canal de marcas de referencia. El invento proporciona un aparato y un método para calibrar la señal de marca de referencia.

Una forma conocida de aparato de lectura de escala para medir el desplazamiento relativo de dos miembros comprende una escala en uno de los miembros, que tiene marcas de escala que definen un diseño y una cabeza de lectura prevista en el otro miembro. Un aparato óptico de lectura de escala tiene medios para iluminar la escala y medios de detección en la cabeza de lectura que responden a diseños de luz resultantes para producir una medición del desplazamiento relativo de la escala y la cabeza de lectura.

Una escala cuyas marcas adoptan un diseño periódico se denomina escala por incrementos y produce una señal en cuadratura. La escala puede estar provista de una o más marcas de referencia que, al ser detectadas por la cabeza de lectura, permiten determinar la posición exacta de la cabeza de lectura. Con el fin de que una señal de marca de referencia tenga utilidad, debe conocerse su posición con respecto a la escala por incrementos. Así, el centro y la anchura de la señal de marca de referencia son fijos con relación a la escala por incrementos.

En muchos sistemas, es común que el voltaje diferencial de salida del detector de marca de referencia se proporcione con umbrales de voltaje superior e inferior separados en una distancia fija. Cuando el voltaje diferencial se encuentra comprendido entre estos dos valores, se emite como salida una señal de marca de referencia. Típicamente, la señal de marca de referencia se pone en fase con respecto al canal de incrementos ajustando geoméricamente la cabeza de lectura para realinear mutuamente los canales de incrementos y de marca de referencia. Alternativamente, las señales se ajustan electrónicamente para alinear los canales de incrementos y de marca de referencia, por ejemplo puede desplazarse la salida de voltaje del detector de marca de referencia con relación a los umbrales de voltaje superior e inferior.

Este método de utilizar umbrales fijos tiene diversas desventajas. En particular, durante la calibración pueden producirse resultados que no son óptimos si varía la amplitud de la señal de marca de referencia. Este es el caso cuando distintas combinaciones de cabeza de lectura y escala pueden dar como resultado diferentes ganancias del sistema. Además, algunos sistemas de medición utilizan la misma fuente de luz para los canales de incrementos y de marca de referencia. En este caso, primero se calibra el canal de incrementos para obtener una intensidad de señal del 100% y esto puede cambiar los niveles de la luz que incide sobre el detector de marca de referencia, lo que tendrá como consecuencia cambiar la amplitud de la señal de marca de referencia. Tal cambio de amplitud de la señal de marca de referencia tendrá el efecto de cambiar la anchura de la señal entre los umbrales de voltaje superior e inferior.

De acuerdo con el presente invento, se proporciona un método para calibrar un aparato de medición de escala, comprendiendo dicho aparato de escala una

escala que tiene marcas de escala dispuestas para formar un diseño por incrementos y, al menos, una marca de referencia, y en el que la cabeza de lectura comprende medios detectores de incrementos que generan una señal de salida y medios detectores de marca de referencia 45 para generar una señal que tiene un paso por cero, cuyo método comprende los pasos siguientes: (a) mover la cabeza de lectura con relación a la escala; (b) utilizar la salida del detector de incrementos para determinar una fase predeterminada de la señal de salida; (c) utilizar la salida procedente del detector de marca de referencia para determinar el paso por cero; (d) determinar el valor de la señal procedente del detector de marca de referencia correspondiente a la fase predeterminada de la señal de salida del detector de incrementos a cada lado 50 del paso por cero; y (e) utilizar los valores determinados en el paso (d) para definir la anchura de un impulso de marca de referencia.

Preferiblemente, la señal de salida procedente del detector de incrementos es una señal en cuadratura. La magnitud de la fase predeterminada puede ser una posición angular en cada ciclo de cuadratura.

Preferiblemente, dicha al menos una marca de la escala constituye una marca de referencia. La señal procedente del detector de marca de la escala puede ser una señal de voltaje, de preferencia una señal de diferencia de voltaje. El detector de marca de la escala puede ser un detector dividido (de doble célula).

De preferencia, las salidas del detector de marca de la escala que corresponden a la fase predeterminada de la señal de salida del detector de incrementos, se almacenan en, por ejemplo, una memoria. La salida previa almacenada puede ser borrada y reemplazada por una salida subsiguiente correspondiente a la fase predeterminada de la señal de salida del detector de incrementos si no se detecta paso por cero entre las salidas previa y subsiguiente. Si se detecta un paso por cero entre las salidas previa y subsiguiente puede ocurrir que la salida previa no sea borrada y reemplazada por una salida subsiguiente correspondiente a la fase predeterminada de la señal de salida procedente del detector de incrementos.

De preferencia, los valores determinados en el paso (d) se emplean para definir el centro del impulso de marca de escala.

Los sistemas de escala y cabeza de lectura no se limitan a los sistemas ópticos. Se conocen otros sistemas, por ejemplo, sistemas de lectura de escala magnéticos, por capacitancia o por inductancia.

Este método de calibración es adecuado para uso con escalas lineales, giratorias y bidimensionales.

También se describe en este documento un aparato para calibrar un aparato de medición de escalas, que comprende:

una escala que tiene marcaciones de escala dispuestas para formar un diseño por incrementos y, al menos, una marca de escala;

una cabeza de lectura que comprende medios detectores por incrementos que generan una señal de salida y medios detectores de marcas de escala para generar una señal que tiene un paso por cero;

un controlador lógico capaz de ejecutar los siguientes pasos cuando la cabeza de lectura es movida con relación a la escala, en cualquier orden adecuado;

(a) utilizar la salida del detector por incrementos para determinar una fase predeterminada de la señal de salida;

(b) utilizar la salida del detector de marcas de escala para determinar el paso por cero;

(c) determinar el valor de la señal procedente del detector de marcas de escala correspondiente a la fase predeterminada de la señal de salida del detector por incrementos a cada lado del paso por cero; y

(d) utilizar los valores determinados en el paso (c) para definir la anchura del impulso de marca de escala.

Se ilustrarán realizaciones preferidas del invento, a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la fig. 1 es una vista en planta de una escala de la técnica anterior;

la fig. 2 es una vista lateral de las ópticas de marca de referencia utilizadas en la escala de la fig. 1;

la fig. 3 ilustra un detector dividido y sus señales de salida;

la fig. 4 ilustra una señal diferencia con umbrales de voltaje;

la fig. 5 ilustra dos señales diferencia con amplitudes diferentes, con umbrales de voltaje;

la fig. 6 ilustra dos señales diferencia con amplitudes diferentes, con umbrales de voltaje que no están a caballo del paso por cero;

la fig. 7 ilustra las salidas del detector por incrementos y del detector de marcas de referencia empleados en el presente invento; y

la fig. 8 es un diagrama de circuito adecuado para el método del presente invento.

En la fig. 1 se ilustra un sistema conocido de lectura de escala. Comprende una escala 10 y una cabeza de lectura 12 desplazables una con relación a otra. La escala tiene dos pistas de escala, una primera pista de escala 14 de las cuales está provista de un diseño por incrementos que comprende un diseño repetitivo de líneas claras 16 y oscuras 18. Esta es conocida como escala de amplitud. Se conocen otros tipos de escalas por incrementos, por ejemplo, una escala de fase que comprende un diseño repetido de líneas de diferente profundidad.

Se proporciona, también, una segunda pista 20 de escala. Esta pista de escala es una marca de referencia y está provista de una marcación de escala 22 que actúa como marca de referencia. Las marcaciones de escala de la escala por incrementos tienen, típicamente, un paso de 20 micras, mientras que la marcación de escala de la marca de referencia tiene, típicamente, una anchura de 200 micras.

Si bien en la fig. 1 la marca de referencia y el diseño por incrementos se muestran en pistas separadas, es posible que estén previstos en la misma pista. En este caso, la marca de referencia está integrada en la pista de escala por incrementos, como se describe en la solicitud de patente internacional núm. WO02/065061.

La cabeza de lectura 12 está provista de un sistema 24 detector por incrementos, para detectar el diseño por incrementos y un sistema 26 detector de marcas de referencia para detectar la marca de referencia. Estos sistemas pueden utilizar una fuente de luz común o fuentes separadas. Un sistema detector por incrementos adecuado se describe en la patente europea núm. EP0543513.

La fig. 2 ilustra ópticas utilizadas típicamente para detectar las marcas de referencia. Una fuente de luz 28 está prevista en la cabeza de lectura 12 para iluminar la escala 10. La luz reflejada por la escala 10 se

enfoca mediante una lente 30 u otra óptica adecuada, sobre un detector de marcas de referencia, tal como un detector dividido o una célula doble 26. La marca de referencia puede comprender una marca oscura sobre un fondo claro. En este caso, el detector de marcas de referencia detectará una reducción de la intensidad de la luz a medida que la cabeza de lectura se desliza sobre la marca de referencia. Alternativamente, la marca de referencia puede comprender una marca clara sobre un fondo oscuro, en cuyo caso, es cierto lo contrario. Para detectar la marca de referencia pueden utilizarse esquemas ópticos alternativos.

La fig. 3 ilustra el detector dividido 26 y su salida. A medida que la cabeza de lectura se desliza en la dirección mostrada mediante la flecha A con relación a la escala y, por ello, con respecto a la marca de referencia, la luz incidirá primero sobre una mitad K del detector dividido y, luego, sobre la otra mitad J. Las salidas 32, 34 de las dos mitades K, J del detector dividido 26 están mutuamente desplazadas. Estas dos salidas pueden sumarse para obtener una señal suma 36 o pueden restarse para obtener una señal diferencia 38.

La señal suma 36 se utiliza, típicamente, para controlar el punto 39 de paso por cero de la señal diferencia. Una señal suma 36 se compara con un umbral V de voltaje fijo y la señal que supera el umbral es utilizada para determinar el punto de paso por cero.

La fig. 4 ilustra un método de la técnica anterior en el que se genera una señal de marca de referencia por comparación de una señal diferencia 38 con dos umbrales de voltaje V_1 , V_2 próximos al punto 39 de paso por cero. Estos umbrales de voltaje V_1 , V_2 tienen una distancia fija entre ellos. Se emite una señal de marca de referencia como salida cuando el voltaje se encuentra comprendido entre estos valores de umbral V_1 , V_2 .

Cuando se calibra un dispositivo óptico de medición, la señal de marca de referencia es puesta en fase con el canal de incrementos. Esto garantiza que el centro de la señal de marca de referencia se encuentra en una posición determinada con respecto a la salida por incrementos y que la señal de marca de referencia tiene una anchura previamente definida.

Un método de calibrar el aparato de medición consiste en ajustar geométricamente la cabeza de lectura, lo que hace que los canales de marca de referencia y de incrementos sean realineados uno con respecto a otro.

En otro método de puesta en fase de la señal de marca de referencia con respecto al canal de incrementos, la señal diferencia es ajustada electrónicamente. Así, la señal diferencia es desplazada hacia arriba y hacia abajo con relación a los umbrales de voltaje V_1 , V_2 que definen los puntos de cambio de la marca de referencia. En la fig. 4, un segundo grupo de umbrales de voltaje V_1' , V_2' se encuentran en posiciones diferentes con relación a la señal diferencia. La anchura de la señal de marca de referencia W, W' entre los umbrales V_1 , V_2 y V_1' , V_2' se mantiene, respectivamente, sin variar en esencia mientras cambia la fase.

Sin embargo, este método de alinear la señal de marca de referencia con el canal de incrementos tiene varias desventajas. Si la amplitud de la señal diferencia varía, se consiguen resultados que no son óptimos. Por ejemplo, en sistemas de medición abiertos son posibles diferentes combinaciones de cabeza de

lectura y escala y esto puede dar como resultado diferentes ganancias del sistema (es decir, la amplitud de la señal diferencia puede variar cuando se utiliza una cabeza de lectura con diferentes tipos de escala). Algunos sistemas de medición emplean la misma fuente de luz para los canales de incrementos y de marca de referencia. En este caso, se calibra primero el canal de incrementos para obtener una intensidad de señal del 100% a continuación de la instalación. Esto puede hacer que cambien los niveles de luz que inciden sobre el detector dividido, cambiando por ello la amplitud resultante de la señal diferencia.

La fig. 5 ilustra dos señales diferencia 40, 42 procedentes de un detector dividido tomadas a distintas amplitudes de la luz. Para ambas señales se utilizan los mismos umbrales V_1 , V_2 de voltaje. Puede verse que el impulso de marca de referencia tiene diferentes anchuras W , W' para las dos señales. Así, en casos en que la amplitud de la señal pueda variar, no resulta ideal una separación fija de voltaje para los umbrales.

Para reducir al mínimo el desplazamiento de fase entre la señal de marca de referencia y las señales por incrementos con amplitud de señal diferencia variable, los umbrales V_1 , V_2 deben estar tan cerca como sea posible del punto 39 de paso por cero.

Como se ilustra en la fig. 6, los valores de umbral V_1 y V_2 no están a caballo del paso por cero de las señales diferencia 40, 42, lo que tiene como consecuencia impulsos de marca de referencia con anchuras W , W' para las diferentes amplitudes de señal 40, 42 mutuamente desfasados.

El presente invento proporciona un método de calibrar una señal de marca de referencia con respecto al canal de incrementos sin las desventajas de los métodos de la técnica anterior.

La fig. 7 ilustra las salidas del canal de incrementos y la señal diferencia procedentes de los detectores divididos de marca de referencia. La salida del canal de incrementos comprende señales por incrementos de seno y coseno 44, 46. La salida de la señal diferencia ilustrada es la parte central de la señal diferencia 48 que puede tratarse como lineal.

En este ejemplo, se desea tener un impulso de marca de referencia que tenga una longitud de 360° y esté centrado en 45° del canal de incrementos. Un impulso de 360° centrado en 45° se inicia a -135° y se extiende hasta 225° .

En el método de calibración, la cabeza de lectura es hecha pasar sobre una sección de la escala que contiene la marca de referencia y se vigilan las salidas de las señales por incrementos y de marca de referencia.

En un primer paso, se vigilan las señales por incrementos de seno/coseno. Cuando las señales por incrementos de seno/coseno están en 225° (esto ocurre cuando seno = coseno y ambos valores son negativos), la salida correspondiente de la señal diferencia es almacenada en memoria. Esto se repite cada vez que la señal por incrementos esté a 225° . Cada vez que se almacena la señal diferencia (correspondiente a 225° en el canal de incrementos), se borra y se reemplaza la señal previa almacenada. Cuando se detecta el paso por cero de la señal diferencia, no se borra y reemplaza la señal de voltaje previa correspondiente a 225° y se almacena la subsiguiente señal correspondiente a 225° . Estos dos valores se almacenan en memoria y son utilizados subsiguientemente como umbrales V_1 y V_2 . Esto genera un impulso con una anchura de 360° centrado a 45° y que está a caballo del punto de paso

por cero de la señal diferencia. Así, en la fig. 7, los valores V_C y V_D se utilizan como umbrales V_1 y V_2 .

Aunque la fig. 7 ilustra el paso por cero con 0 V y los voltajes V_A - V_G como voltajes positivo y negativo, en la práctica los voltajes del punto de paso por cero y V_A - V_G no son, necesariamente, cero, positivos ni negativos, sino que están limitados por las fuentes de alimentación del sistema.

Este método también sirve si se invierte la dirección de desplazamiento de la cabeza de lectura con relación a la escala. En este caso, se elegirán los mismos dos valores para los umbrales.

Este método tiene la ventaja adicional de que la calibración siempre produce un impulso centrado con la anchura deseada (360° en este ejemplo), independientemente del paso de la escala. Por tanto, se diferencia de los métodos conocidos que utilizan desplazamientos de los umbrales de voltaje que dependen de la frecuencia fundamental de la señal. El método permite seleccionar cualquier centro y cualquier anchura del impulso de marca de referencia y no se limita a los señalados en el ejemplo.

El método de calibración es adecuado para cualquier detector de marca de referencia que genere una señal diferencia y no se limita a detectores divididos.

Puede utilizarse cualquier sistema por incrementos que genere una señal en cuadratura. La señal en cuadratura no se limita a una parte de ondas sinusoidales sino que podría estar constituida, por ejemplo, por ondas triangulares.

La fig. 8 ilustra un diagrama de circuito adecuado para uso en este método. Las salidas de las dos mitades del detector 26 dividido son amplificadas mediante los amplificadores 50, 52 y la diferencia es tomada por el amplificador 54 para formar una señal diferencia 56. La señal es hecha pasar a través de un convertidor analógico a digital (ADC) 58 y la señal se almacena en una memoria 60 cuando corresponde a un valor particular de la salida por incrementos. Como se ha descrito en lo que antecede, dos valores de la memoria que están a caballo del punto de paso por cero se utilizan como valores de umbral. Estos valores son emitidos como salida desde la memoria a los convertidores de digital en analógico (DAC) 62, 64, donde forman V_+ y V_- , es decir, umbrales de voltaje de la señal diferente. Los umbrales V_+ y V_- se combinan con la señal diferencia en comparadores 66, 68 para obtener la señal de marca de referencia.

La memoria 60 y los DAC 62, 64 ilustrados en la realización de la fig. 8 pueden ser reemplazados por otros componentes adecuados, tales como un potenciómetro electrónico no volátil (E^2POT). Componentes tales como el ADC 58 de la realización de la fig. 8 pueden preverse en equipos externos, en lugar de en la cabeza de lectura.

La calibración de la marca de referencia del presente invento puede llevarse a cabo en un controlador lógico, por ejemplo un microcontrolador, un microsecuenciador o lógica incorporada en una máquina de estado.

Si bien la descripción y los dibujos se refieren a un sistema que funcione por reflexión, el invento también es adecuado para un sistema que funcione por transmisión.

Este método de calibración es adecuado para escalas lineales, giratorias y bidimensionales.

El método de calibración no se limita a su uso con sistemas de medición ópticos. También es adecuado

para sistemas no ópticos tales como sistemas de medición por capacitancia, inductancia, o magnéticos. Para detectar la señal diferencia, los sistemas de medición magnéticos pueden utilizar, por ejemplo, perceptores Hall diferenciales o perceptores de magneto-resisten-

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

cia. También es adecuado para diferentes tipos de detectores por incrementos y de marca de referencia, por ejemplo un sistema óptico por incrementos y un sistema magnético de marca de referencia, etc.

REIVINDICACIONES

1. Un método para calibrar un aparato de medición de escala, cuyo aparato de escala comprende una escala (10) que tiene marcas de escala (16, 18) dispuestas para formar un diseño por incrementos y, al menos, una marca de referencia (22) y en el que la cabeza de lectura (12) comprende unos medios (24) detectores por incrementos que generan una señal de salida y unos medios detectores (26) de marca de referencia para generar una señal que tiene un paso por cero, cuyo método comprende los siguientes pasos:

(a) mover la cabeza de lectura con relación a la escala;

(b) utilizar la salida del detector (44, 46) por incrementos para determinar una fase predeterminada de la señal de salida;

(c) utilizar la salida procedente del detector (48) de marca de referencia para determinar el paso por cero (39);

(d) determinar el valor de la señal procedente del detector de marca de referencia correspondiente a la fase predeterminada de la señal de salida del detector por incrementos a cada lado del paso por cero; y

(e) utilizar los valores determinados en el paso (d) para definir la anchura de un impulso de marca de referencia.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la señal de salida procedente del detector (44, 46) por incrementos es una señal en cuadratura.

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la magnitud de la fase predeterminada es una posición angular en cada ciclo de cuadratura.

4. Un método de acuerdo con cualquiera de las

reivindicaciones precedentes, en el que la señal procedente del detector de marca de referencia es una señal de diferencia de voltaje.

5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el detector (26) de marca de referencia es un detector dividido.

6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que se almacenan las salidas del detector (26) de marca de referencia que corresponden a la fase predeterminada de la señal de salida del detector por incrementos.

7. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que las salidas del detector (26) de marca de referencia que corresponden a la fase predeterminada de la señal de salida del detector por incrementos se almacenan en una memoria (60).

8. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, en el que, si no se detecta paso por cero entre las salidas previa y subsiguiente, la salida previa almacenada es borrada y reemplazada por una salida subsiguiente correspondiente a la fase predeterminada de la señal de salida del detector por incrementos.

9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que si se detecta un paso por cero entre las salidas previa y subsiguiente, la salida previa almacenada no es borrada y reemplazada por una salida subsiguiente correspondiente a la fase predeterminada de la señal de salida del detector por incrementos.

10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los valores determinados en el paso (d) se utilizan para definir el centro del impulso de marca de referencia.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

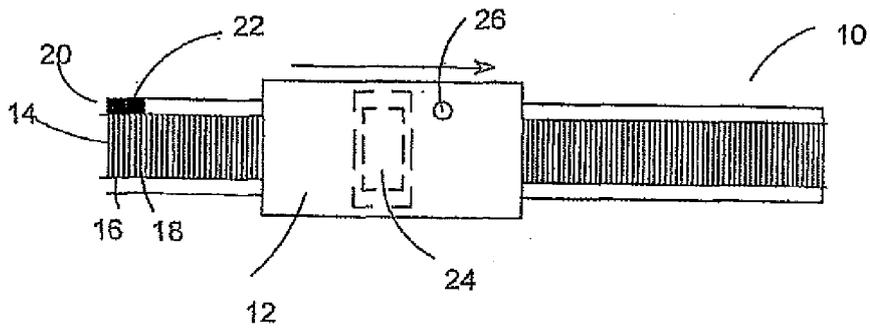


Fig 1 (Técnica anterior)

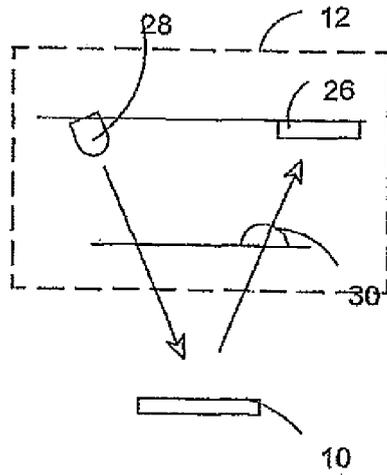


Fig 2 (Técnica anterior)

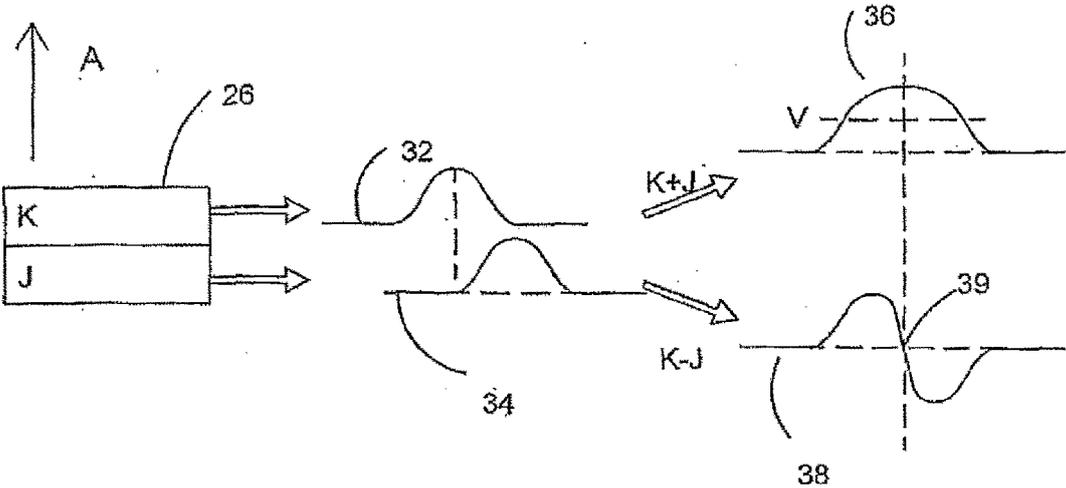


Fig 3

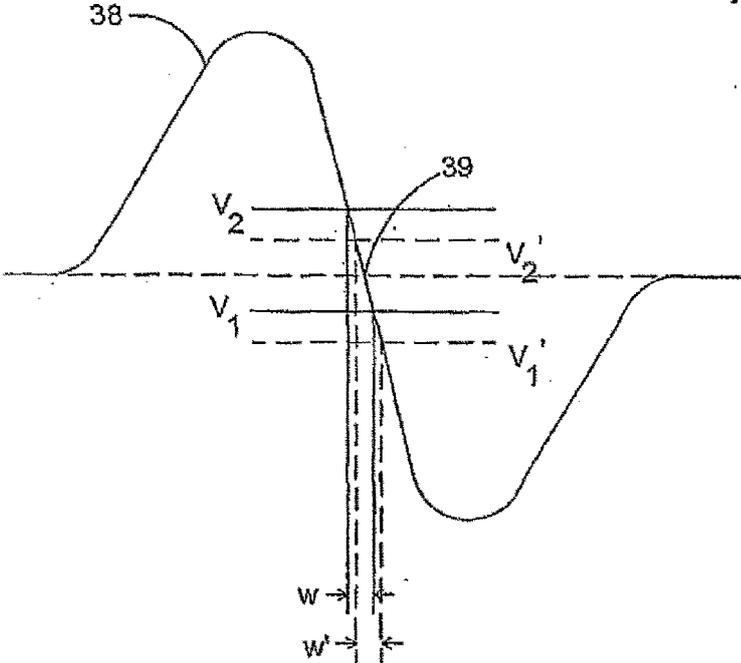


Fig 4

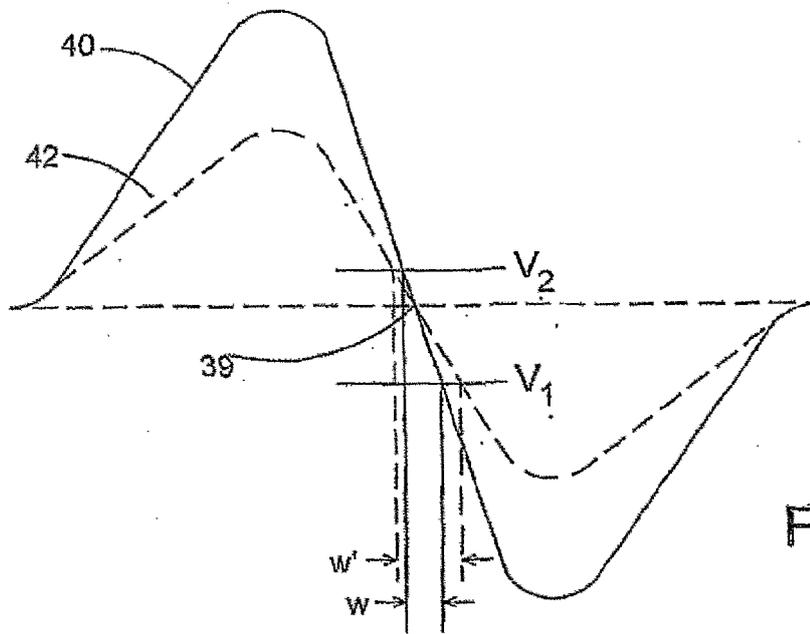


Fig 5

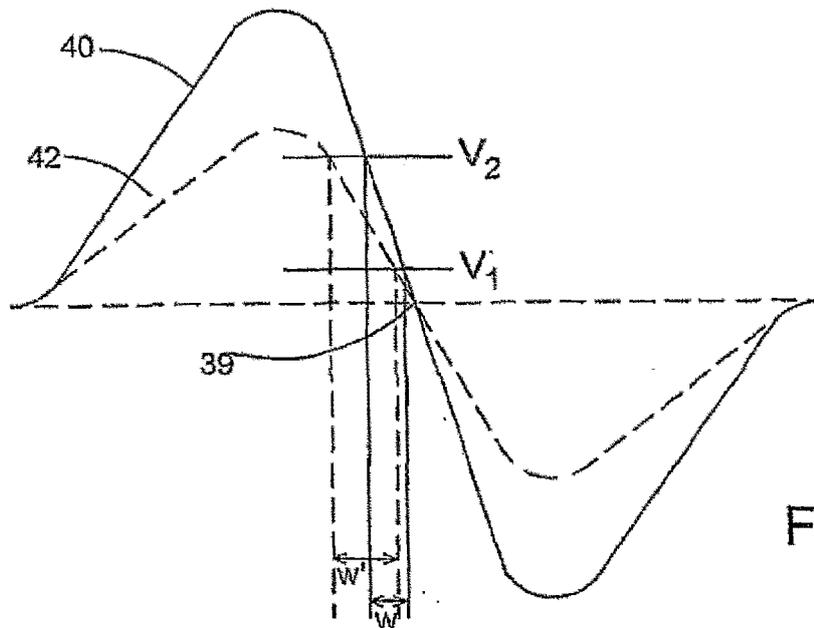


Fig 6

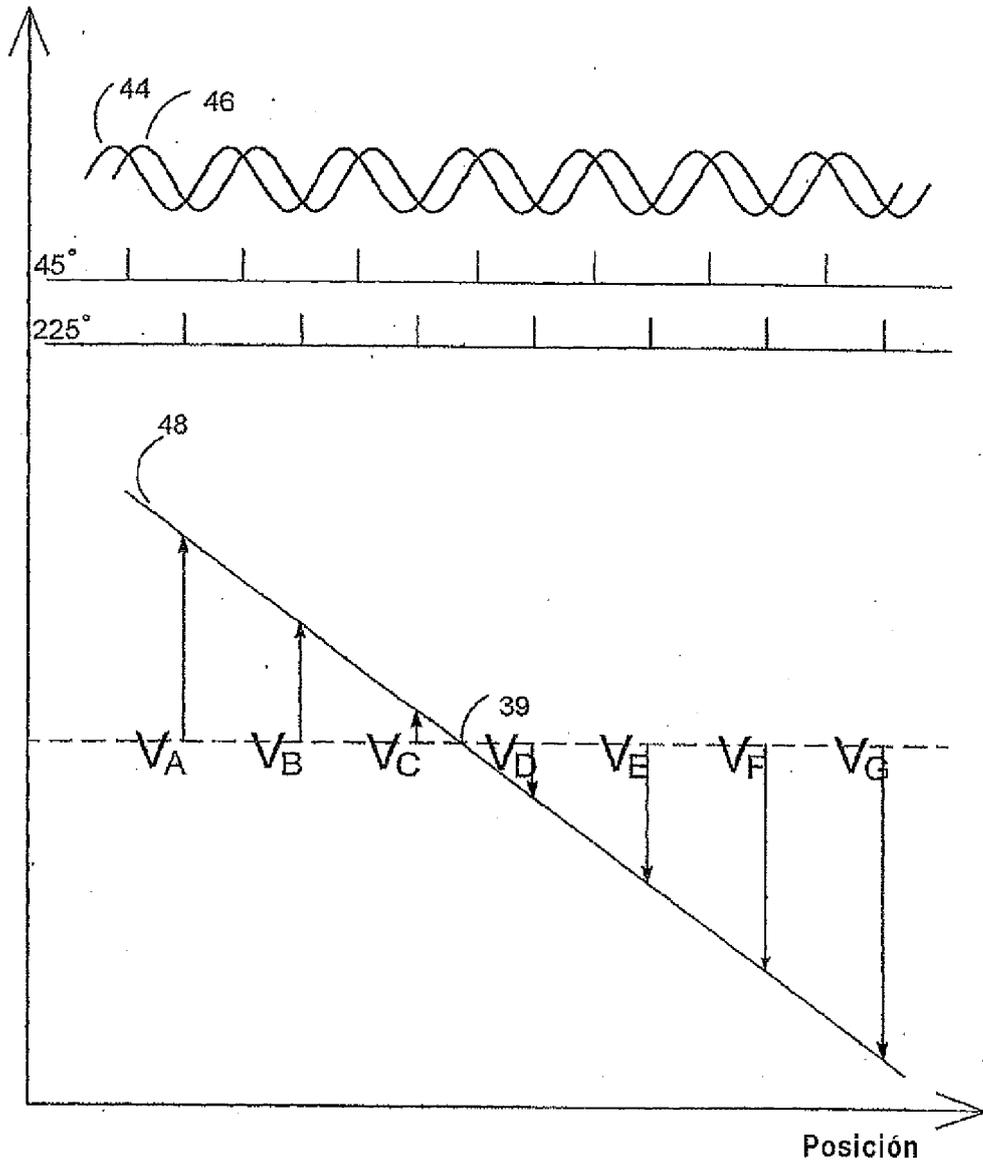


Fig 7

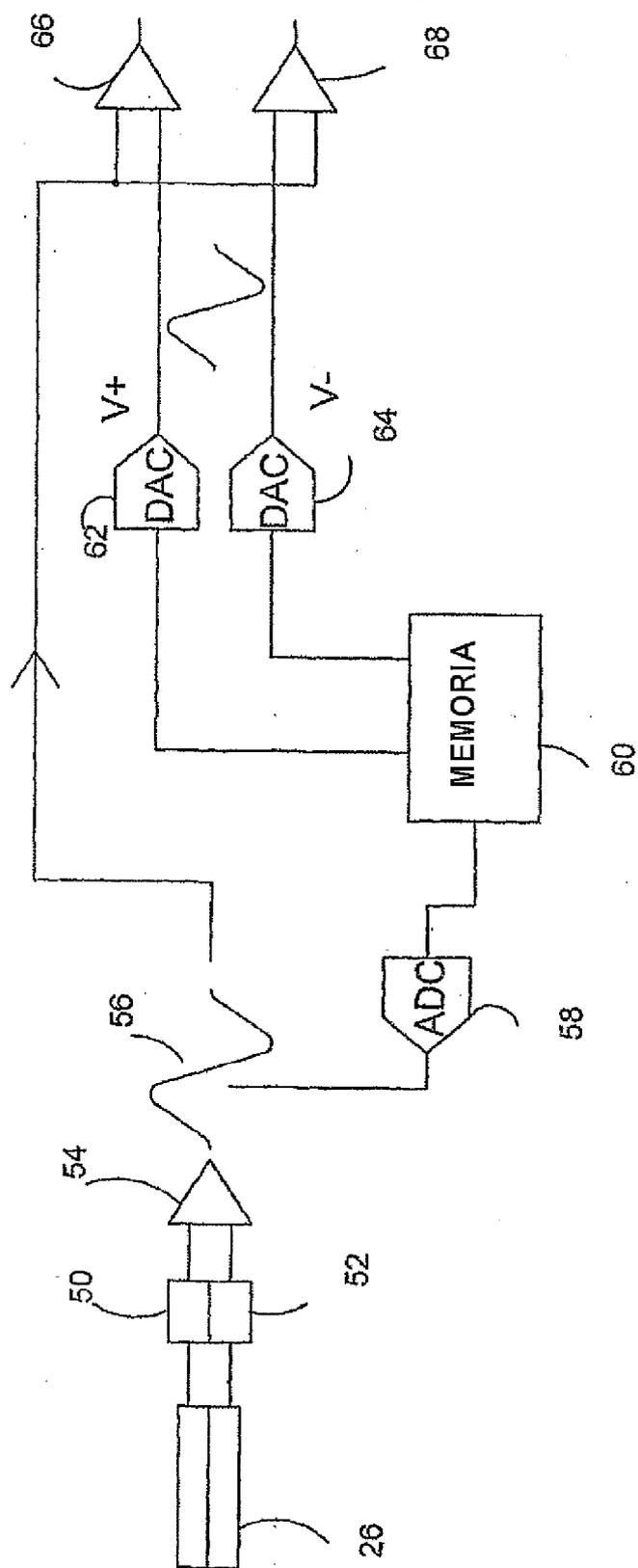


Fig 8