



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 274 147**

⑤① Int. Cl.:
G07D 7/04 (2006.01)
G07D 7/00 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧⑥ Número de solicitud europea: **03015595 .6**
⑧⑥ Fecha de presentación : **07.01.2002**
⑧⑦ Número de publicación de la solicitud: **1353301**
⑧⑦ Fecha de publicación de la solicitud: **15.10.2003**

⑤④ Título: **Lector de hilo magnético.**

③⑩ Prioridad: **08.01.2001 GB 0100451**
11.06.2001 GB 0114212

④⑤ Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2007

④⑤ Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2007

⑦③ Titular/es: **De La Rue International Limited**
De La Rue House, Jays Close, Viables
Basingstoke, Hants RG22 4BS, GB

⑦② Inventor/es: **Buttiant, John;**
Evans, Peter Dilwyn;
Skinner, John Alan;
Potter, Michael;
Pullan, Peter Alan y
Scowen, Barry Clifford

⑦④ Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 274 147 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).

ES 2 274 147 T3

DESCRIPCIÓN

Lector de hilo magnético.

5 La presente invención se refiere a un método y aparato para detectar un hilo de seguridad, por ejemplo para identificar un documento a partir de un código de seguridad que figura en el hilo.

10 Es bien conocido que los documentos seguros, como billetes de banco, están provistos de un hilo de seguridad. Éste puede ser un simple hilo metálico o incluir segmentos de material magnético y segmentos de material no magnético.

15 Es posible disponer los segmentos de material magnético y no magnético de modo que representen un código. Típicamente, los segmentos están dispuestos en elementos de longitud fija de modo que representen una palabra binaria y esta palabra se puede repetir varias veces a lo largo del hilo. Por ejemplo, los elementos de longitud fija pueden tener una longitud de 2 mm, indicando la presencia de material magnético un 1 binario e indicando la ausencia un 0 binario.

20 Este código puede ser leído usando un cabezal magnético o una serie de cabezales. Esto se haría típicamente magnetizando temporalmente el material magnético que constituye un hilo y haciendo que los documentos sean transportados por un mecanismo de transporte de modo que pasen por la serie de cabezales magnéticos, estando el material magnético del hilo en estrecha proximidad al cabezal.

Cuando el código ha sido leído, es posible identificar el documento que lleva el hilo comparando el código con una base de datos de códigos conocidos.

25 GB 2098768B describe un lector de hilo magnético codificado en el que una serie lineal de cabezales magnéticos explora un hilo de seguridad incrustado en un documento y guarda muestras de las señales producidas por los cabezales magnéticos en dispositivos de almacenamiento que son explorados y comparados secuencialmente con un umbral fijo con el fin de producir un flujo de bits binarios correspondiente a la variación de la magnetización a lo largo del hilo.

30 US-A-5889271 describe un método de detectar un hilo codificado usando múltiples canales de lectura para detectar cada segmento de hilo, pero es complejo de implementar.

35 DE19921653 describe un billete de banco con un hilo magnético de seguridad. También describe un cabezal de lectura en el que se produce una señal por el paso del hilo. El código soportado por el hilo puede ser discernido de esta señal.

40 Una desventaja de las técnicas anteriores es que, con el fin de identificar el documento que lleva el hilo, hay que utilizar una técnica que implica girar el código leído del hilo a través de cada posible permutación y comparar cada una de estas permutaciones con cada entrada en una base de datos. Por lo tanto, un código de 16 bits se tendría que girar y comparar 16 veces con cada entrada en una base de datos.

45 Según un aspecto de la presente invención, se facilita un método de identificar un hilo magnético codificado incluyendo generar una representación digital del hilo y comparar la representación digital con una o más representaciones digitales conocidas, caracterizado porque el método incluye además almacenar la representación digital del hilo en una memoria intermedia circular, explorar la representación digital para localizar una secuencia de código predeterminada; girar la representación digital dentro de la memoria intermedia circular para localizar la secuencia de código predeterminada en una posición predeterminada correspondiente a la posición de la secuencia de código predeterminada en una versión almacenada de la o cada representación digital conocida antes de llevar a cabo el paso de comparación.

50 Este método supera la limitación de la técnica de "correlacionador deslizante" antes mencionada. Alineando la representación digital en el mismo formato en el que se almacenan las representaciones digitales conocidas, solamente se requiere una comparación para cada representación digital conocida.

55 Preferiblemente, la representación digital es binaria.

Normalmente, el código es asimétrico y en este caso, la comparación se realiza con versiones invertidas de las representaciones digitales conocidas, determinando por ello la orientación del hilo magnético codificado.

60 Si se mide el desplazamiento lateral del hilo, esta medición puede ser usada para determinar qué cara de un documento en hoja conteniendo el hilo está hacia arriba.

65 Alternativamente, el desplazamiento relativo del hilo de una característica magnética conocida puede ser medido y usado para determinar qué cara de un documento en hoja conteniendo el hilo y característica magnética está hacia arriba.

Preferiblemente, antes de realizar una comparación, en la representación digital se explora al menos una característica que indica la probabilidad de que la representación digital es válida.

ES 2 274 147 T3

Ejemplos preferidos de características que pueden ser exploradas son:

- a) que los bits menos significativo y más significativo están puestos;
- 5 b) que el número de cambios de bit están dentro de límites predefinidos;
- c) que el número de bits puestos está dentro de límites predefinidos;
- 10 d) que la secuencia de código predeterminada está presente y en la posición correcta;
- e) que el código es asimétrico.

15 Normalmente, se aplican diferentes puntuaciones a diferentes características dependiendo de su importancia relativa.

Según un segundo aspecto de la presente invención, se facilita un aparato para identificar un hilo magnético codificado incluyendo un detector de campo magnético, un sistema de procesado para procesar señales generadas por el detector con el fin de generar una representación digital del hilo y para comparar la representación digital con una o más representaciones digitales conocidas, caracterizado porque el sistema de procesado incluye una memoria intermedia circular para almacenar la representación digital del hilo y está adaptado además para explorar la representación digital con el fin de localizar una secuencia de código predeterminada; y para girar una representación digital dentro de la memoria intermedia circular para localizar la secuencia de código predeterminada en una posición predeterminada correspondiente a la posición de la secuencia de código predeterminada en una versión almacenada de la o cada representación digital conocida antes de comparar la representación digital con las representaciones digitales conocidas.

25 Preferiblemente, el sistema de procesado está adaptado además para comparar la representación digital con versiones invertidas de las representaciones digitales conocidas, determinando por ello la orientación del hilo magnético codificado en el caso de que el código sea asimétrico.

30 El aparato puede incluir además un detector para medir el desplazamiento lateral del hilo para determinar qué cara de un documento en hoja conteniendo el hilo está hacia arriba.

35 Normalmente, el sistema de procesado está configurado además para explorar en la representación digital características que indican la probabilidad de que la representación digital sea válida, antes de realizar la comparación.

Según un tercer aspecto de la presente invención, se facilita un aparato según el segundo aspecto de la presente invención para llevar a cabo un método según el primer aspecto de la invención.

40 Ahora se describirá un ejemplo de un lector de hilo magnético codificado y métodos según la invención con referencia a los dibujos acompañantes, en los que:

La figura 1 es una representación esquemática de un lector de hilo magnético codificado según la invención.

45 La figura 2 representa dos billetes de banco conteniendo hilos magnéticos codificados pasando por una serie lineal de cabezales magnéticos, estando sesgado uno de los billetes de banco.

La figura 3 representa un diagrama de bloques de un procesador de señal para procesar señales de una serie de cabezales magnéticos.

50 La figura 4 representa la respuesta generada por un cabezal magnético cuando un elemento magnético pasa por debajo y las señales correspondientes producidas por el procesador de señal.

55 La figura 5 representa la respuesta generada por el cabezal magnético cuando un elemento magnético extendido pasa por debajo.

La figura 6 representa un ejemplo de un código posible mantenido por un hilo magnético codificado después de la reconstrucción por un procesador de señal.

60 La figura 7 representa un diagrama de flujo del software ejecutado por un microprocesador.

La figura 8 representa un cabezal magnético individual que incorpora un imán permanente.

La figura 9 representa una serie alternativa de cabezales magnéticos.

65 La figura 10 es un diagrama de bloques de un procesador de señal alternativo.

La figura 11 ilustra una forma de onda idealizada para características magnéticas de tamaño diferente en un hilo codificado.

ES 2 274 147 T3

Las figuras 12A y 12B ilustran una traza de calibración satisfactoria y fallida.

La figura 13 ilustra el efecto de cambiar el tamaño del núcleo.

5 La figura 14 ilustra diferentes tipos de picos de voltaje.

La figura 15 ilustra diferentes picos refinados,

Y la figura 16 ilustra un código, señales correspondientes al código y datos almacenados resultantes.

10 En la figura 1 se representa una representación esquemática de un lector de hilo magnético codificado adecuado para leer los códigos almacenados en un hilo magnético codificado en un documento en hoja.

15 El lector incluye una serie lineal 1 de doce cabezales magnéticos 2a a 2l, cada uno de los cuales está conectado a un procesador de señal individual 3a a 3l. Señales analógicas generadas por los cabezales magnéticos son convertidas a una forma digital por los procesadores de señales 3a a 3l, que están conectados con un sistema de microprocesador 4.

20 El software ejecutado por el sistema de microprocesador 4 realiza además procesado en la señal digitalizada con el fin de alinear el código a un formato conocido y compararlo con una base de datos de códigos conocidos. El software también captura las excursiones positivas y negativas máximas de la señal analógica usando convertidores analógico a digital del sistema de microprocesador 4 y calcula umbrales apropiados de estos. Estos umbrales se ponen en el procesador de señales 3a a 3l usando convertidores digital a analógico del sistema de microprocesador 4.

25 La figura 2 representa la serie lineal 1 de cabezales magnéticos 2a-2l y dos documentos en hoja 5, 6 transportados por un sistema de transporte de documentos (no representado) de modo que pasen por la serie 1 de cabezales magnéticos 2a-2l. Cada hoja 5, 6 tiene un hilo magnético codificado 7a, 7b. Cuando las hojas 5, 6 se aproximan a la serie 1 de cabezales magnéticos 2a-2l, un imán permanente, incorporado dentro de la serie 1, magnetiza temporalmente el material magnético que constituye los hilos 7a, 7b.

30 La disposición de uno de los cabezales magnéticos se representa en la figura 8. Incluye un núcleo 60, que puede ser de ferrita, alrededor de cuyos brazos están enrolladas dos bobinas 61a, 61b. El imán permanente 62 proporciona una polarización magnética en el entrehierro del núcleo que hace que el material magnético se magnetice temporalmente.

35 Cuando los hilos 7a, 7b pasan por los cabezales magnéticos 2a-2l, se genera una fuerza electromotriz cuando el flujo producido por el material magnético acopla con las bobinas 61a, 61b de los cabezales magnéticos 2a-2l. Por lo tanto, se genera una señal en los terminales 63 de los cabezales magnéticos según la configuración del material magnético que constituye los hilos 7a, 7b.

40 La hoja 5 es transportada por el sistema de transporte de documentos de modo que el hilo 7a se presente perpendicularmente a la serie lineal 1 de cabezales magnéticos 2a-2l. Se puede ver que el hilo 7a pasará directamente por debajo del cabezal magnético 2f y el código mantenido por el hilo 7a puede ser reconstruido a partir de la señal producida por el cabezal magnético 2f solo.

45 Sin embargo, la hoja 6 es transportada de modo que el hilo 7b esté sesgado. Por lo tanto, aunque el hilo 7b pasará inicialmente directamente por debajo del cabezal magnético 2h, al avanzar pasará por debajo del cabezal magnético 2g, el cabezal magnético 2f y eventualmente el cabezal magnético 2e. Para reconstruir el código hay que combinar de manera apropiada las señales generadas por los cuatro cabezales magnéticos 2e, 2f, 2g y 2h.

50 Ésta es una razón por la que se requiere una serie de cabezales magnéticos. Otra razón es que el desplazamiento lateral del hilo puede ser diferente con diferentes documentos.

55 Una disposición alternativa para la serie 1 de cabezales magnéticos se representa en la figura 9. En esta disposición la serie 1 incluye trece cabezales magnéticos 100a a 100m. Sin embargo, estos cabezales magnéticos 100a a 100m no están configurados de forma lineal. En cambio, están configurados en dos ejes paralelos, estando los cabezales magnéticos 100a a 100g en el primer eje y estando los cabezales magnéticos 100h a 100m en el segundo eje. Claramente, sería factible disponer los cabezales magnéticos 100a a 100m de modo que estuviesen en tres o más ejes.

60 Antes de que las señales desarrolladas por los cabezales magnéticos 100a a 100m puedan ser procesadas, deben ser desplazadas en el tiempo apropiadamente. Las señales producidas por los cabezales magnéticos 100a a 100g que están en el primer eje o las señales producidas por los cabezales magnéticos 100h a 100m que están en el segundo eje o ambas deben ser desplazadas en el tiempo de modo que estén en alineación. Esto se puede hacer usando técnicas de procesado analógico o digital que implican usar la distancia predeterminada entre los ejes primero y segundo y la velocidad de un documento en hoja que pasa por debajo de la serie 1 para determinar la cantidad que las señales producidas por los cabezales magnéticos que están en un eje deben ser desplazadas en el tiempo de modo que estén alineadas con las señales producidas por los cabezales magnéticos que está en el otro eje. Se puede medir directamente la velocidad de este documento en hoja o se puede determinar la velocidad del sistema de transporte de documentos.

ES 2 274 147 T3

Los cabezales magnéticos usados en estos ejemplos son cabezales inductivos, pero se podría usar cabezales magnetorresistivos.

5 El procesador de señales 3a-3l y software incorporan características que permiten la detección del hilo independientemente de su desplazamiento lateral y permiten la reconstrucción del código de la señal generada por varios cabezales magnéticos en el caso de un hilo sesgado.

10 Un canal del procesador de señales 3a a 3l se describirá ahora con referencia a la figura 3. En la descripción siguiente, n se refiere al número de canal relevante y toma un valor entero de 0 a 11.

15 La señal analógica CABEZAL[n] generada por el cabezal magnético forma la entrada a un amplificador parafase 10a, 10b. Las salidas invertida y no invertida del amplificador parafase 10a, 10b están conectadas a las entradas de un par de comparadores 11a, 11b y a las entradas de un multiplexor 2:1 17a, 17b.

20 Los comparadores 11a y 11b comparan las señales salidas del amplificador parafase con umbrales variables separados. Si la salida invertida del amplificador parafase 10a, 10b excede de la entrada umbral del comparador 11a, la salida del comparador 11a se baja que posteriormente baja la salida de la puerta Y 12 y, dado que esta salida está conectada a la entrada libre de retén tipo D 14, la salida Q del retén tipo D14 también es baja. Igualmente, si la entrada CLR[n] del sistema de microprocesador 4 se baja, la salida Q del retén tipo D 14 se bajará en respuesta. Si la salida no invertida del amplificador parafase 10a, 10b excede del umbral del comparador 11b, la salida del comparador 11b se baja. Esta salida es invertida por el inversor 13 y después se conecta a la entrada de reloj del retén tipo D 14. Por lo tanto, dado que la entrada D del retén tipo D 14 está conectada permanentemente alta, la salida Q del retén tipo D 14 también será alta.

25 El valor de los umbrales del comparador 11a y 11b lo determina el sistema de microprocesador 4 mediante la salida DAC[n]. Esta salida es presentada a una memoria intermedia de ganancia unitaria 15 antes de conectarse a la entrada umbral del comparador 11b. La salida de la memoria intermedia de ganancia unitaria 15 también está conectada al divisor de potencial 16 que reduce el umbral presentado a comparador 11a en un factor de dos.

30 Ambos comparadores 11a y 11b incorporan un grado de histéresis para mejorar la inmunidad al ruido y evitar conmutación falsa.

35 El multiplexor 2:1 17a, 17b conecta la salida invertida o no invertida del amplificador parafase 10a, 10b al detector de pico integrante 19. El estado lógico de la señal MUX[n] determina cuál de estas dos salidas está conectada al detector de pico integrante 19. El inversor 18 invierte el estado lógico de la señal MUX[n] de modo que se cierre el interruptor analógico 17a o el interruptor analógico 17b.

40 El detector de pico integrante 19 detecta y guarda el pico positivo de la señal aplicada. Éste es presentado al sistema de microprocesador 4 como pico de señal[n]. El detector de pico integrante 19 puede ser reposicionado haciendo valer la señal RESET[n].

45 En la figura 4 se representa una señal típica generada por un cabezal magnético particular similar a los descritos anteriormente, debido a un elemento magnético de 2 mm que pasa. Cuando el elemento magnético se aproxima al cabezal, se genera un pico negativo 21. Cuando el elemento magnético está debajo del cabezal, la dirección del flujo magnético se invierte y se genera un pico positivo 22. Finalmente, cuando el elemento magnético se aleja del cabezal, el flujo se invierte por segunda vez y se genera un segundo pico negativo 23. Esto representa la señal CABEZAL[n] representada en la figura 4.

50 El procesado de esta señal por uno de los procesadores de señales 3a a 3l se describirá ahora con referencia a la figura 4. Cuando se activa inicialmente la potencia, el sistema de microprocesador 4 hace valer las señales CLR[n] y RESET[n] para que las etapas de procesado de señal 3a a 3l estén en un estado conocido. Los procesadores de señales 3a a 3l realizan entonces una medición de ruido de fondo usando el detector de pico integrante 19. Las señales salidas de éste, PEAK[n], son presentadas a convertidores analógico a digital en el sistema de microprocesador 4 y sus valores se utilizan para determinar umbrales adecuados para los comparadores 11a y 11b. Estos son puestos por un convertidor digital a analógico que envía una señal DAC[n] a las etapas de procesado de señal 3a a 3l. Esta señal es puesta en memoria intermedia por un inversor de ganancia unitaria 15, cuya salida determina un umbral positivo. Esta salida también es dividida potencialmente, por ejemplo por un factor de 2, usando un divisor de potencial 16 que pone un umbral negativo. Por ejemplo, el umbral positivo puede ser puesto a cuatro veces el nivel de ruido máximo, siendo en consecuencia el umbral negativo la mitad de esta magnitud. Estos umbrales pueden ser adaptados posteriormente y pueden ser modificados para cada elemento magnético explorado por el cabezal. Por ejemplo, la media móvil del pico positivo generado por un elemento magnético se podría calcular y usar para determinar un umbral positivo adecuado. El valor de los umbrales se puede guardar en una memoria no volátil de modo que no se pierdan cuando se apague el aparato.

65 La señal MUX[n] se pone ahora alta y los procesadores de señales 3a a 3l esperan la llegada de una señal válida generada por un elemento magnético. Cuando el elemento magnético se aproxima a un cabezal magnético, se induce una excursión negativa en la señal CABEZAL[n]. Esta excursión negativa es invertida en la salida invertida del amplificador parafase 10a, 10b y el detector de pico integrante 19 guarda el valor máximo de esta excursión. Cuando el

ES 2 274 147 T3

elemento magnético pasa por debajo del cabezal, la dirección del flujo magnético se invierte y se induce una excursión de señal positiva. Cuando la excursión positiva excede del valor del umbral positivo, se suministra un pulso de reloj al retén tipo D 14 haciendo que la salida Q sea alta. Esto genera una interrupción en el sistema de microprocesador 4, cuyo tiempo se registra. Como resultado de esta interrupción, el valor del pico negativo se registra, el detector de pico integrante 19 se reposiciona, y la señal MUX[n] se baja de modo que el pico positivo pueda ser detectado por el detector de pico integrante 19. Cuando el elemento magnético se aleja del cabezal, la dirección del flujo magnético se invierte por segunda vez y se genera una segunda excursión negativa. Los umbrales se ajustan ahora de modo que el umbral negativo tenga un valor derivado del pico negativo inmediatamente precedente. Cuando la señal excede de este umbral, la señal MUX[n] es alta de modo que el detector de pico integrante 19 supervisa la presencia de un pico negativo y la entrada clara del retén tipo D 14 se hace valer de modo que se borre la interrupción en el sistema de microprocesador 4. El tiempo de este evento se registra y por lo tanto la duración del pulso de interrupción puede ser determinada. La longitud del elemento magnético puede ser derivada de esta duración usando un reloj que es movido por el sistema de transporte. Después de registrar el tiempo del evento, se registra el valor del pico positivo, se reposiciona el detector de pico integrante 19 y la señal MUX[n] es alta de modo que se pueda adquirir el pico negativo siguiente. El valor del pico positivo se usa para determinar cuándo un hilo sesgado ha pasado de un cabezal magnético al adyacente como se describirá posteriormente.

Dado que los umbrales pueden ser ajustados, el sistema puede tolerar una variación amplia de la densidad de flujo del material magnético. Tal variación puede ser producida por la diferente condición de los documentos en hoja que llevan los hilos, la varianza en el desplazamiento entre los cabezales magnéticos y los hilos o el cambio de la velocidad del sistema de transporte de documentos.

Una ventaja significativa de tener umbrales adaptativos positivo y negativo separados es que el sistema puede medir correctamente la longitud de elementos magnéticos más largos. La figura 5 representa una señal típica producida cuando un elemento magnético de 6 mm de longitud pasa por un cabezal magnético. La tasa de cambio del flujo se aproxima a cero cuando un elemento largo como éste está directamente debajo del cabezal. Por lo tanto, la fuerza electromotriz inducida también se aproxima a cero. Esto se puede considerar como la depresión 30 en la figura 5. Se puede ver que, dado que hay umbrales positivo y negativo, la interrupción comienza en el punto 31 y termina en el punto 32 según sea preciso. Sin embargo, si solamente se utilizase un umbral positivo, se generarían dos interrupciones, comenzando la primera en el punto 31 y terminando en el punto 33, y comenzando la segunda en el punto 34 y terminando en el punto 35.

De esta forma, cuando el hilo magnético codificado pasa por debajo del cabezal, los elementos magnéticos son reconstruidos a un código digital. Un posible ejemplo de tal código se representa en la figura 6.

El software en el sistema de microprocesador 4 es responsable de proporcionar las salidas apropiadas al procesador de señales 3a a 3l en el tiempo correcto y en respuesta a sus entradas de modo que los datos leídos del código magnético puedan ser reconstruidos. Para ello, el software está dividido en dos secciones principales. Son seis procesos ejecutados sincrónicamente y tres rutinas de servicio de interrupción.

Un diagrama de flujo del software se representa en la figura 7. La operación de los procesos de software individuales y rutinas de servicio de interrupción se describirá ahora con referencia a la figura 7.

El sistema de microprocesador 4 comienza ejecutando el proceso IDLE 50. Este proceso es responsable de las funciones básicas de inicialización incluyendo verificar si algún fallo ha sido registrado por otros procesos de software, referir estos fallos si es apropiado y verificar si se han producido comunicaciones de no tiempo de ejecución. La ejecución pasa ahora al proceso EJECUCIÓN 51 a petición, a condición de que no haya fallos de corriente.

El proceso EJECUCIÓN 51 realiza otras varias rutinas de inicialización con el fin de que las mediciones de ruido de fondo puedan ser realizadas para poner apropiadamente los umbrales positivos. Por lo tanto, todas las interrupciones están inhabilitadas, la salida MUX[n] es baja de modo que el detector de pico integrante 19 registre valores positivos máximos. Finalmente, las tablas de almacenamiento de los datos de cabezal se inicializan poniendo punteros en su inicio, y si no se han registrado fallos, la ejecución pasa al proceso CALIBRACIÓN 52.

Este proceso es responsable de registrar el ruido de fondo máximo presente en todos los cabezales. Esto se realiza midiendo el ruido máximo de 32 bloques de 1 milisegundo cada uno y promediando el pico detectado para cada uno de estos bloques. Los umbrales digitales se ponen ahora con respecto al ruido medido y si no se han registrado fallos, la ejecución pasa al proceso PONER-CAPTURA 53.

Los tres procesos siguientes, PONER-CAPTURA 53, FUNCIONAMIENTO 54 y CALCULAR-CÓDIGO 55, forman conjuntamente el bucle de ejecución principal durante el que se capturan datos de los cabezales magnéticos 2a-2l. El proceso PONER-CAPTURA 53 comienza haciendo valer la señal MUX[n] de modo que el detector de pico integrante 19 registre valores negativos máximos. Se inicializa la tabla de almacenamiento de códigos y se habilitan las interrupciones. Si no se han registrado fallos, la ejecución pasa al proceso FUNCIONAMIENTO 54.

Los dos procesos restantes FUNCIONAMIENTO 54 y CALCULAR-CÓDIGO 55 cotejan los datos leídos del procesador de señales 3a a 3l, los alinean a un formato conocido y los comparan con una base de datos de códigos

ES 2 274 147 T3

conocidos. Es importante observar que los datos del procesador de señales 3a a 3l son capturados realmente por dos rutinas de servicio de interrupción que son ejecutadas en respuesta a interrupciones generadas por los procesadores de señales 3a a 3l. Una ventaja particular de usar interrupciones es que no hay que explorar toda la serie 1 de cabezales magnéticos 2a a 2l hasta que se detecte una señal válida. Por lo tanto, el sistema de microprocesador 4 puede realizar otras tareas cuando no haya ninguna señal válida. Las rutinas de servicio de interrupción se describirán posteriormente.

El proceso FUNCIONAMIENTO 54 es responsable de construir una secuencia de bits a partir de los datos suministrados por las rutinas de servicio de interrupción y de reconstruir el código si el hilo está sesgado. Este proceso también supervisa en la secuencia de bits la presencia de una sección marcadora y cuando se han capturado bits suficientes y no se han registrado errores, la ejecución pasa al proceso CALCULAR-CÓDIGO 55. Un ejemplo de una sección marcadora de un código posible se representa en la figura 6, siendo la sección marcadora en este caso una configuración de inversión 1010.

Si el hilo está sesgado, el código se reconstruye como sigue:

a) Antes de que el hilo esté en estrecha proximidad a la serie 1 de cabezales magnéticos 2a a 2l, se inhabilitan todas las interrupciones.

b) Cuando el hilo induce una señal en uno de los cabezales magnéticos 2a a 2l, el procesador de señal correspondiente hace una interrupción.

c) Este cabezal magnético se designa el cabezal primario y los dos cabezales inmediatamente adyacentes se designan cabezales secundarios. La máscara de interrupción se modifica de modo que solamente se habiliten las interrupciones de estos tres cabezales.

d) Los valores positivos máximos de las señales inducidas se utilizan para determinar cuándo el hilo ha pasado del cabezal primario a un cabezal secundario. Por ejemplo, cuando el hilo atraviese la serie 1 de cabezales magnéticos 2a a 2l, comenzará a inducir señales en el cabezal primario y uno de los cabezales secundarios. Eventualmente, la señal inducida en el cabezal secundario excederá de la inducida en el cabezal primario.

e) En este punto, el cabezal secundario relevante se designa el cabezal primario y los dos cabezales magnéticos inmediatamente adyacentes se designan los cabezales secundarios. El proceso continúa de esta manera.

Por lo tanto, el software puede reconstruir el código simplemente realizando una operación O lógico en los datos capturados por todos los cabezales que eran primarios o secundarios cuando el hilo pasó por la serie 1 de cabezales magnéticos 2a a 2l. Una ventaja de esto es que solamente hay que almacenar información pertinente; las señales generadas por los cabezales magnéticos que eran no primarios ni secundarios puede ser ignoradas y desechadas.

El proceso CALCULAR-CÓDIGO 55 comienza hallando el inicio y el fin del código capturado. Opera desde el centro del código capturado hacia fuera dado que esto es menos probable que sea corrompido por otras características magnéticas que pueden estar presentes y roturas en el borde de la hoja. Cuando el inicio y el fin del código han sido localizados, el proceso busca una repetición de este código que se usa como una verificación de confianza de que el código es correcto. El código se alinea posteriormente con un formato conocido y compara con una base de datos de códigos conocidos para hallar la mejor coincidencia. Si se halla coincidencia, se pone un señalizador para indicar este hecho al proceso de software relevante. La ejecución vuelve entonces al proceso PONER-CAPTURA 53 de modo que el código siguiente pueda ser capturado.

El código se alinea almacenándolo en una memoria intermedia circular y girándolo hasta que la sección marcadora está en una posición conocida. Esto tiene la ventaja de que solamente se necesita una comparación con cada entrada de base de datos mientras que una técnica de correlación deslizante requiere girar un código de m bits a través de cada una de sus m permutaciones y comparar cada permutación contra cada entrada de base de datos.

El código alineado se compara con las entradas de la base de datos realizando una operación O exclusivamente lógico con cada entrada. El número de bits puestos en el código alineado es dividido por el resultado de esta operación O exclusivo. El valor más pequeño indica la mejor coincidencia.

Además de esta comparación, se puede usar varias técnicas de marcación para determinar la probabilidad de que el código capturado contenga error. Esto se puede hacer buscando ciertas características del código, por ejemplo:

1. Confirmar que los bits más y menos significativos están puestos.
2. Confirmar que el número de cambios de bit y número de bits puestos están dentro de límites permisibles.
3. Confirmar que la sección marcadora está presente y en la posición correcta.
4. Confirmar que el código es asimétrico.

ES 2 274 147 T3

Finalmente, si el código ha sido corrompido y no es posible usar las técnicas de alineación y comparación anteriores, el software intentará adaptar los datos capturados usando una técnica de correlación deslizante. Siguen utilizándose los métodos de marcación.

5 Hay dos rutinas de servicio de interrupción responsables de registrar el código que lleva el hilo magnético. La primera de ellas, RUTINA DE SERVICIO DE BORDE DE ENTRADA DE INTERRUPCIÓN 56, responde al borde de entrada de la interrupción generada por el retén tipo D 14 de los procesadores de señales 3a a 3l mientras que la segunda, RUTINA DE SERVICIO DE BORDE DE SALIDA DE INTERRUPCIÓN 57, responde al borde de salida.

10 Cuando se detecta el borde de entrada de una interrupción, se ejecuta la RUTINA DE SERVICIO DE BORDE DE ENTRADA DE INTERRUPCIÓN 56. Esta rutina registra el valor del pico negativo y este valor se usa para poner el umbral negativo para el pico negativo posterior. El evento también recibe un sello de tiempo y es convertido a desplazamiento del sistema de transporte usando un reloj que es síncrono con el mecanismo de accionamiento del sistema de transporte. El detector de pico 19 se reposiciona entonces y la señal MUX[n] es negada de modo que el
15 multiplexor 17a, 17b presente señales positivas al detector de pico integrante 19.

20 Cuando se detecta el borde de salida de una interrupción, se ejecuta la RUTINA DE SERVICIO DE BORDE DE SALIDA DE INTERRUPCIÓN 57. Esta rutina registra el valor positivo máximo del detector de pico integrante 19. Este valor se usa para comprobar si el hilo está sesgado y pasa de un cabezal magnético a otro. El evento recibe un sello de tiempo de manera similar al borde de entrada de modo que la longitud del elemento magnético puede ser determinada. El valor máximo almacenado en el detector de pico integrante 19 se borra y el multiplexor 17a, 17b se pone para la búsqueda de picos negativos. El señalizador a la serie de almacenamiento avanza al bit siguiente.

25 Una tercera rutina de servicio de interrupción, la RUTINA DE SERVICIO DE AUTOEXPLORACIÓN ADC 58, es responsable de efectuar conversiones regulares de las doce señales PICO[n] de los procesadores de señales 3a-3l usando convertidores analógico a digital del sistema de microprocesador 4. Estas conversiones son disparadas automáticamente por una interrupción de temporizador. Esto se realiza con el fin de reducir la carga del procesador. Los valores convertidos solamente se almacenan permanentemente si es preciso tal como a la detección del borde de
30 entrada o de salida de una interrupción.

Una vez que el código capturado ha sido comparado satisfactoriamente con una entrada de base de datos, puede ser posible determinar cierta información acerca del documento en hoja. Por ejemplo, si el documento en hoja es un billete de banco, puede ser posible determinar su denominación. En base a esto sería posible enviar el billete a un
35 destino deseado, por ejemplo, para dividir una pila de billetes en dos denominaciones. Alternativamente, sería posible parar el transporte del documento si el código del hilo es ilegible o se descubre un billete de denominación incorrecta en una pila de billetes de una sola denominación.

40 Si el código es asimétrico, es posible detectar la orientación de la hoja. Si es posible a detectar la posición de una característica de la hoja desviada de su centro, es posible detectar qué cara de la hoja está hacia arriba. Por ejemplo, usando un detector óptico, es posible determinar la posición lateral del hilo y ésta puede ser usada para determinar qué cara de la hoja está hacia arriba. Alternativamente, se puede determinar la posición de una característica magnética conocida relativa al hilo y ésta puede ser usada para determinar qué cara de la hoja está hacia arriba.

45 La figura 10 ilustra un aparato modificado. En este caso, los cabezales 2a-2l están conectados a un convertidor analógico a digital (ADC) 200 que está conectado a un procesador de señal digital (DSP) 205. La finalidad del DSP 205 es procesar los datos digitalizados y generar una serie de formas de onda digitales que representan el código almacenado dentro de la característica magnética. Estas formas de onda son presentadas al microprocesador 4 donde se aplican algoritmos de coincidencia de configuración para determinar la autenticidad y denominación del billete. Las
50 ventajas clave de este acercamiento son:

- * Flexibilidad de diseño - El DSP y los algoritmos de microprocesador pueden ser modificados y refinados sin afectar a otros componentes del sistema.
- 55 * Carga compartida del procesador - poner las tareas de reducción de datos en el DSP para generar una forma de onda digital relativamente simple significa que el microprocesador tiene capacidad de reserva para algoritmos de coincidencia de configuración más sofisticados que mejorarán el rendimiento de la máquina.
- 60 * Dispositivos fáciles de conectar - el ADC, el DSP y el microprocesador soportan protocolos de comunicación relativamente simples para permitir el intercambio de datos.

En operación, bajo instrucción del DSP 205, por cada cabezal, el ADC 200 muestrea la señal analógica cada 0,25 mm, genera una representación digital y la transmite al DSP. Mientras que el ADC 200 está ocupado en convertir la muestra corriente, el DSP 205 procesa la muestra previa obtenida de un canal adyacente en una estructura de tubo. Este proceso se repite hasta que todos los datos de billete han sido adquiridos, de modo que el procesado se realiza en
65 tiempo real.

ES 2 274 147 T3

El muestreo de un par de canales es controlado por un temporizador de funcionamiento libre en un período fijo de 9,4 μ s. Con el fin de asegurar que cada exploración corresponda a un paso de 0,25 mm, el sistema requiere una medición de la velocidad lineal del billete. Ésta la proporciona una rueda de tiempo que consta de un sensor óptico ranurado (no representado) de manera convencional. Éste proporciona un pulso correspondiente a un recorrido lineal de 4,42 mm. Midiendo el número de pulsos de temporizador producidos dentro de una ranura de la rueda de tiempo, el sistema puede determinar un retardo de muestreo que se introduce para asegurar el paso de muestreo requerido.

El muestreo y procesado de billetes se permite bajo la instrucción del microprocesador 4 y un sensor de rastreo (no representado). El sensor de rastreo es un sensor óptico reflector que proporciona una indicación de la presencia de un billete bajo el detector. Una vez que el microprocesador 4 ha ordenado al DSP 205 que procese billetes, el sistema esperará hasta que el sensor de rastreo indique que ha llegado un billete, y después comenzará el procesado.

El DSP 205 realiza tres tareas de procesado principales:

- * Formación de umbral y detección de pico inicial.
- * Aplicación de un conocimiento *a priori* de las señales deseadas a los datos preprocesados.
- * Generación de una forma de onda digital para el microprocesador.

Formación de umbral y detección de pico inicial

El algoritmo usado para generar una forma de onda digital para el microprocesador 4 incluye detección de pico y acondicionamiento de señal *a priori*. Se usa detección de pico dado que las señales generadas por los cabezales magnéticos inductivos se basan en la tasa de cambio de material magnético por el cabezal. Por lo tanto, se producen transiciones en los límites entre características magnéticas y no magnéticas. En la figura 11 se representan formas de onda idealizadas ejemplares para características magnéticas de diverso tamaño.

Se puede ver en la figura 11 que la detección de pico podría ser usada para determinar la extensión de las regiones magnéticas a lo largo de un solo plano. El problema de usar un detector de pico es que, de forma análoga a cualquier detector de tasa de cambio, es susceptible de ruido de señal. En la práctica, habrá ruido en las señales de entrada y por lo tanto se precisan mecanismos para reducir el efecto de estos artefactos. Se puede usar dos esquemas para proporcionar un nivel de resistencia al ruido; umbrales calibrados y mayor ventana de detección de pico.

Calibración

La calibración se requiere para que el sistema pueda generar un umbral adecuado para cada canal. Estos umbrales se utilizarán para detener el procesado de señales de amplitud baja que, aunque pueden satisfacer al detector de pico, se deben a ruido del sistema más bien que a material magnético válido que pasa a través del cabezal. El esquema de calibración es el siguiente.

En el funcionamiento de la máquina para procesar un fajo de billetes, una vez que los motores de transporte hayan alcanzado velocidad, el microprocesador 4 ordenará al DSP 205 que pase a modo de calibración. En esta etapa, el DSP 205 toma 32 muestras y genera un nivel absoluto medio. Se crea y guarda un umbral que es un múltiplo constante del nivel medio. Finalmente, para comprobar si algún canal es especialmente ruidoso o tener una extensión relativamente ancha niveles de señal que no son de billetes, el DSP 205 examina las 32 muestras para ver si alguna excede del umbral calculado. Si es así, se indica que la calibración ha fallado; de otro modo, la calibración es un éxito y puede continuar el procesado de billetes. El proceso se repite con respecto a los canales restantes. Si la calibración ha fallado, el DSP 205 informará al microprocesador 4 de que no está preparado y requiere intervención.

El proceso de calibración se realiza en cada fajo.

Una ilustración de dos ejemplos de calibración se representa en las figuras 12A y 12B.

Núcleo de detección de pico

El segundo esquema para proporcionar un nivel de resistencia al ruido está en la elección del núcleo de detección de pico aplicado a los datos. Más bien que un núcleo de tasa de cambio que considera las diferencias entre valores contiguos directos (tamaño 3), el acercamiento seguido en este diseño es considerar el contiguo más próximo siguiente (tamaño 5). Un ejemplo simple que ilustra el beneficio de un tamaño 5 sobre un tamaño 3 en términos de número de picos detectado se representa en la figura 13.

Una señal cuya amplitud varíe de manera similar al ejemplo anterior, por ejemplo, ruido, producirá gran número de picos con un núcleo de tamaño 3 mientras que el núcleo de tamaño 5 producirá un número sustancialmente reducido. Dado que las transiciones de pico debidas a límites magnético-no magnético tienen lugar en más de tres muestras, el núcleo de tamaño 5 es suficientemente pequeño para rastrear estas transiciones proporcionando al mismo tiempo un nivel de inmunidad al ruido.

ES 2 274 147 T3

5 Para construir una forma de onda digital adecuada para procesado por el microprocesador 4, el sistema aplica el detector de pico de tamaño 5 a datos en tiempo real cuando son adquiridos y añade picos válidos (es decir, un mínimo o máximo local más grande que la banda umbral) a una lista que contiene información acerca de picos hallados en un canal dado. Los datos que se almacenan son la posición a lo largo del billete paralela al borde corto donde se detectó el pico, el tipo de pico detectado (es decir, un pico positivo o negativo) y la posición en la memoria del DSP 205 donde se guardan los datos analógicos brutos del ADC 200 para dicho pico. La ventaja de esto es que se reduce en gran medida la cantidad de datos que posteriormente hay que buscar y procesar. Esto permite flexibilidad adicional para algoritmos más sofisticados dado que el volumen de datos ha sido reducido.

10 En esta etapa, el DSP 205 ha producido (para los 12 canales) un conjunto de eventos que contienen todos los picos que cumplen el criterio de formación de umbral. El proceso siguiente es examinar estos picos y determinar cuáles son válidos e indican verdaderos eventos de transición magnética y que son debidos a artefactos de señal.

15 *Aplicación de conocimiento a priori de las señales deseadas a los datos preprocesados*

Cada uno de estos picos de voltaje es verificado individualmente con criterios más estrictos. Estos criterios abarcan las características clave de transiciones magnéticas válidas, incluyendo comprobaciones de los niveles absolutos de los voltajes inducidos y comprobaciones de la firma del pico de voltaje. Cualquier pico de voltaje que no pase la comprobación de criterios es desechado. La figura 14 lo ilustra mostrando que cada uno de los picos que pasa la comprobación rutinaria a nivel de montaje inicial es clasificado como válido o no válido.

25 Este subconjunto resultante de los picos de voltaje iniciales es procesado para quitar también toda señal errónea. Esto se realiza en parte haciendo valer las relativas posiciones, magnitudes y formas de cada pico con las de otros picos en proximidad espacial estrecha. Esto asegura que los picos que tienen lugar a causa de un aumento del flujo magnético en el detector, coincidan con los picos que correspondan a una disminución del flujo magnético en el detector. A causa de la compleja dinámica de los billetes que tiene lugar cuando un billete pasa por un detector, pueden surgir situaciones en las que hay ambigüedad sobre cómo se unirán los picos. Por ejemplo, se pueden producir dos voltajes máximos sin voltaje mínimo entre ellos. En este caso, dependiendo de los parámetros asociados con estos picos y cualesquiera otros picos que estén en estrecha proximidad espacial, el primer pico, el segundo pico o ambos picos pueden ser despreciados, o se calcula la posición probable del mínimo no detectado. Estas decisiones se hacen en base a criterios conocidos por estudios empíricos y teóricos de las señales detectadas de billetes válidos introducidos en las máquinas. Esta etapa de procesado produce un conjunto refinado de picos para cada canal donde es probable que haya que filtrar una alta proporción de picos erróneos. Este proceso se ilustra en la figura 15. Las posiciones, magnitudes y signos relativos de los picos se representan esquemáticamente por los símbolos "x". Un pico ha sido rechazado porque un pico de borde descendente deberá ir precedido de un pico de borde ascendente correspondiente dentro de una distancia dada (donde la distancia corresponde a la longitud incluyendo una tolerancia de la región magnética más larga esperada). El otro pico ha sido rechazado en base a las propiedades del pico porque hay dos picos de borde ascendente con solamente un pico de borde descendente.

40 Este conjunto refinado de picos es verificado para cerciorarse de que no ha aparecido una región magnética larga formada por dos transiciones magnéticas más cortas. De nuevo, esto se realiza evaluando las propiedades relativas de un grupo dado de picos con las determinadas por estudios empíricos de los billetes.

45 *Generación de forma de onda digital*

Los datos requeridos por el microprocesador 4 son un flujo de bits digitales almacenados en la memoria del DSP para cada canal. Este flujo se descompone en fragmentos que pueden ser almacenados en posiciones de memoria individuales correspondiendo 1 bit a una muestra de 0,25 mm. Por lo tanto, para almacenamiento de 16 bits, cada posición correspondería a 4 mm de billete. Cuando se confirman eventos de transición validados, se forma el flujo de bits para cada canal. Una vez que se han escrito todos los bits de una posición individual, el DSP pasa a la posición siguiente. Se muestra un ejemplo en la figura 16.

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de identificar un hilo magnético codificado incluyendo generar una representación digital del hilo y comparar la representación digital con una o más representaciones digitales conocidas, **caracterizado** porque el método incluye además almacenar la representación digital del hilo en una memoria intermedia circular; explorar la representación digital para localizar una secuencia de código predeterminada; girar la representación digital dentro de la memoria intermedia circular para localizar la secuencia de código predeterminada en una posición predeterminada correspondiente a la posición de la secuencia de código predeterminada en una versión almacenada de la o cada representación digital conocida antes de llevar a cabo el paso de comparación.
- 10 2. Un método según la reivindicación 1, donde la representación digital es binaria.
3. Un método según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde el código es asimétrico.
- 15 4. Un método según la reivindicación 3, donde la comparación se realiza contra versiones invertidas de las representaciones digitales conocidas, determinando por ello la orientación del hilo magnético codificado.
- 20 5. Un método según la reivindicación 4, donde el desplazamiento lateral del hilo se mide y usa para determinar qué cara de un documento en hoja conteniendo el hilo está hacia arriba.
- 25 6. Un método según la reivindicación 4, donde el desplazamiento relativo del hilo de una característica magnética conocida se mide y usa para determinar qué cara de un documento en hoja conteniendo el hilo y la característica magnética está hacia arriba.
- 30 7. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, donde antes de realizar la comparación, en la representación digital se explora al menos una característica que indica la probabilidad de que la representación digital sea válida.
- 35 8. Un método según la reivindicación 7, donde la representación digital es explorada para confirmar que los bits menos significativos y más significativos están puestos.
9. Un método según la reivindicación 7 o la reivindicación 8, donde la representación digital es explorada para confirmar que el número de cambios de bit están dentro de límites predefinidos.
- 40 10. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, donde la representación digital es explorada para confirmar que el número de bits puestos está dentro de límites predefinidos.
11. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, donde la representación digital es explorada para confirmar que la secuencia de código predeterminada está presente y en la posición correcta.
- 45 12. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, donde la representación digital es explorada para confirmar que el código es asimétrico.
- 50 13. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, donde se aplican diferentes puntuaciones a diferentes características dependiendo de su importancia relativa.
- 55 14. Aparato para identificar un hilo magnético codificado incluyendo un detector de campo magnético, un sistema de procesado para procesar señales generadas por el detector para generar una representación digital del hilo y para comparar la representación digital con una o más representaciones digitales conocidas, **caracterizado** porque el sistema de procesado incluye una memoria intermedia circular para almacenar la representación digital del hilo y está adaptado además para explorar la representación digital con el fin de localizar una secuencia de código predeterminada; y para girar la representación digital dentro de la memoria intermedia circular para localizar la secuencia de código predeterminada en una posición predeterminada correspondiente a la posición de la secuencia de código predeterminada en una versión almacenada de la o cada representación digital conocida antes de comparar la representación digital con las representaciones digitales conocidas.
- 60 15. Aparato según la reivindicación 14, donde el sistema de procesado está adaptado además para comparar la representación digital con versiones invertidas de las representaciones digitales conocidas, determinando por ello la orientación del hilo magnético codificado.
- 65 16. Aparato según la reivindicación 14 o la reivindicación 15, donde el aparato incluye además un detector para medir el desplazamiento lateral del hilo para determinar qué cara de un documento en hoja conteniendo el hilo está hacia arriba.
17. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, donde el sistema de procesado está configurado además para explorar en la representación digital características que indican la probabilidad de que la representación digital sea válida, antes de realizar la comparación.

ES 2 274 147 T3

18. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17 para llevar a la práctica un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig.1.

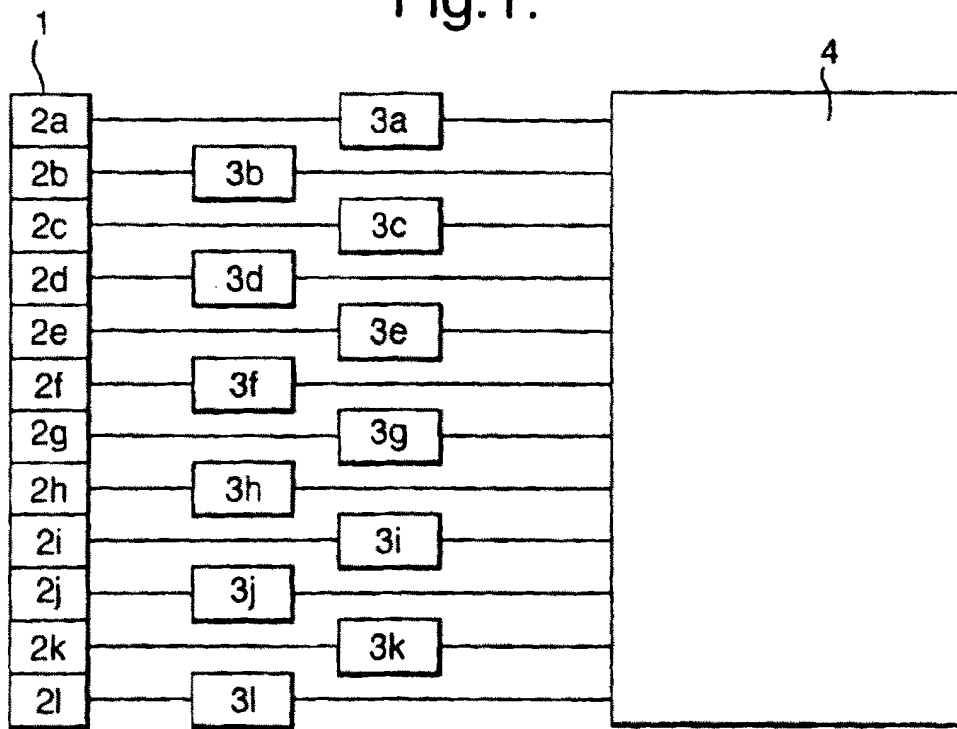


Fig.2.

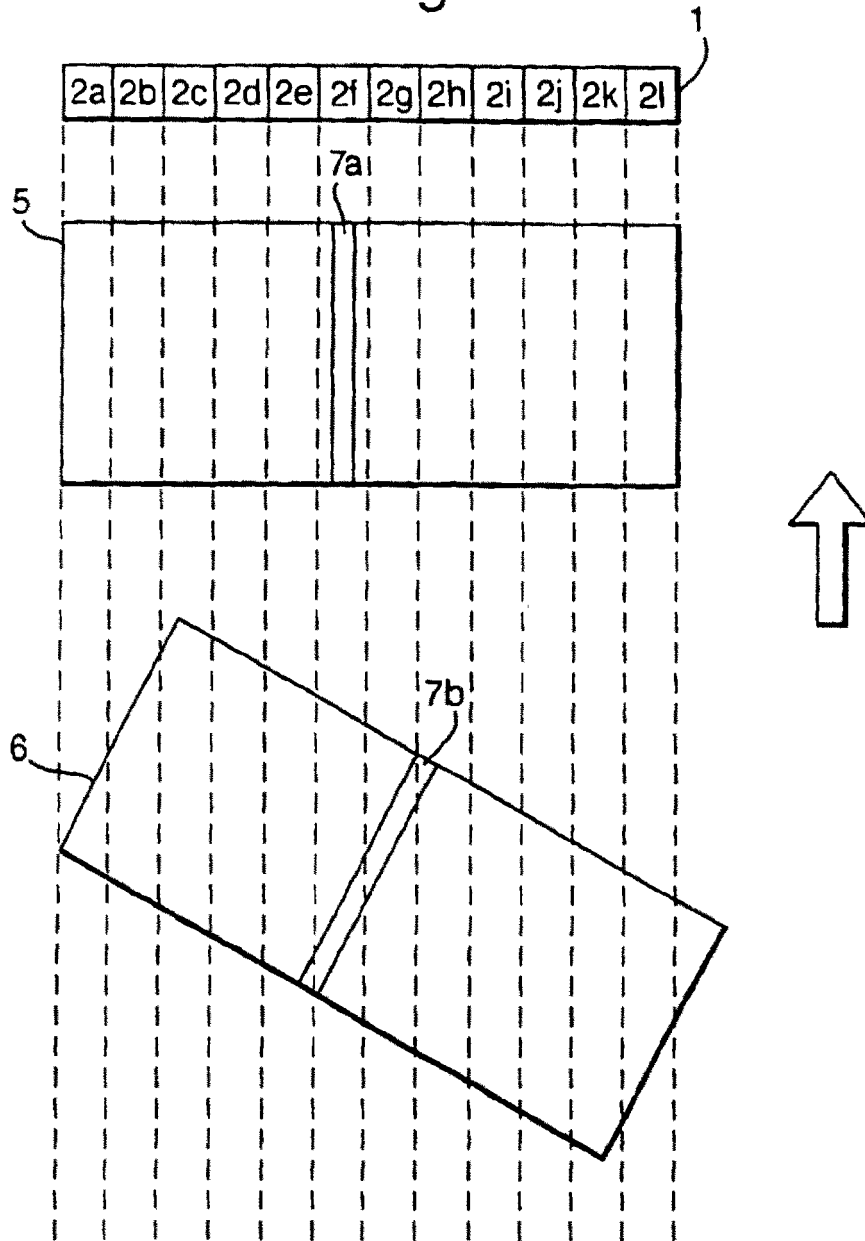


Fig.3.

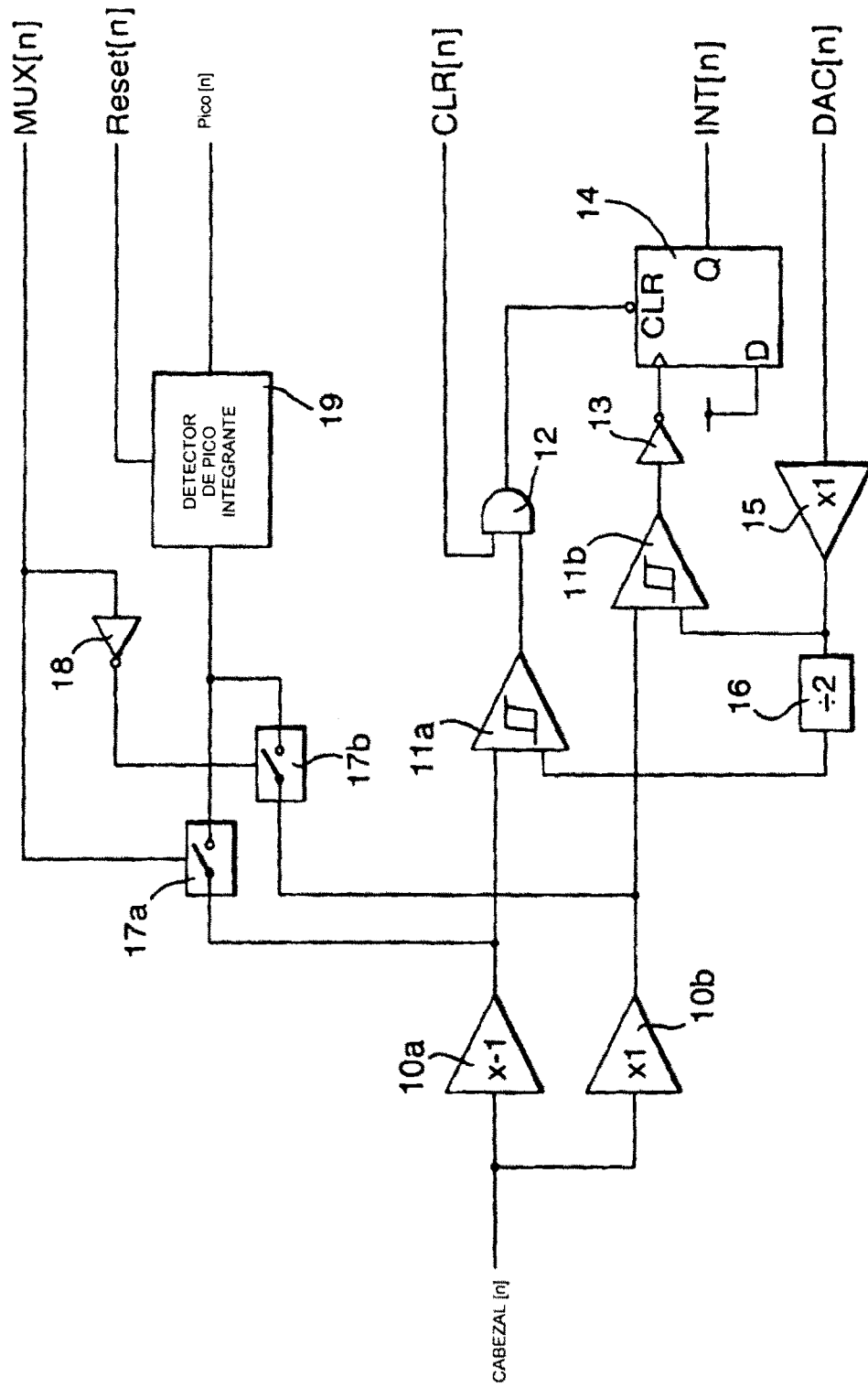


Fig.4.

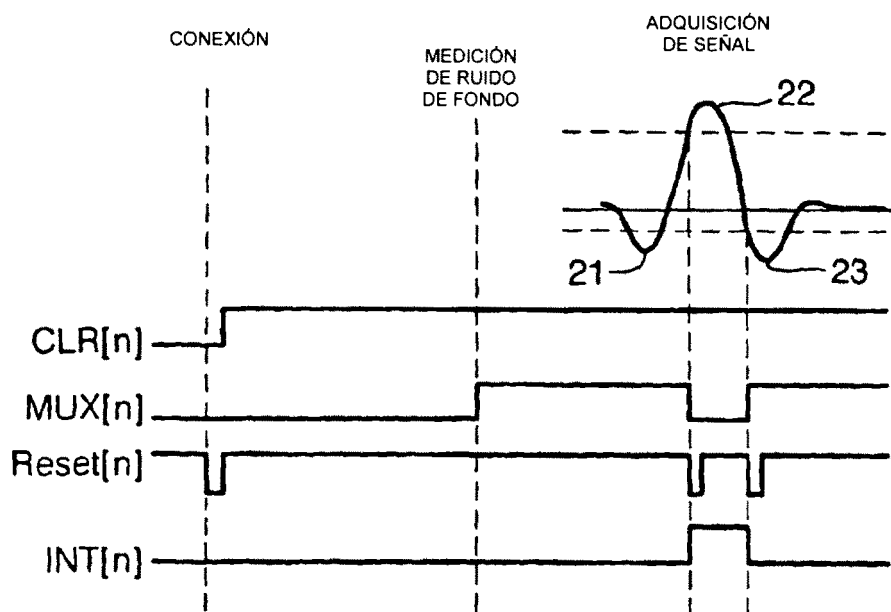


Fig.5.

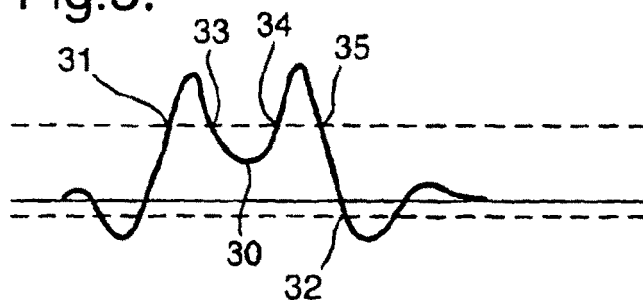


Fig.6.

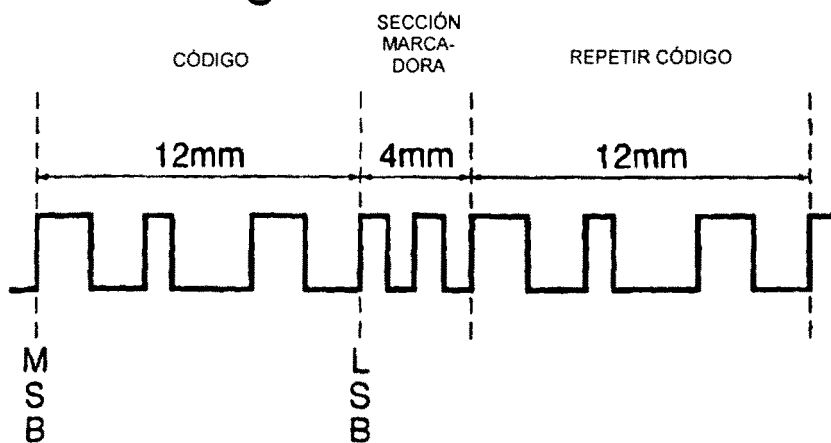


Fig.7.

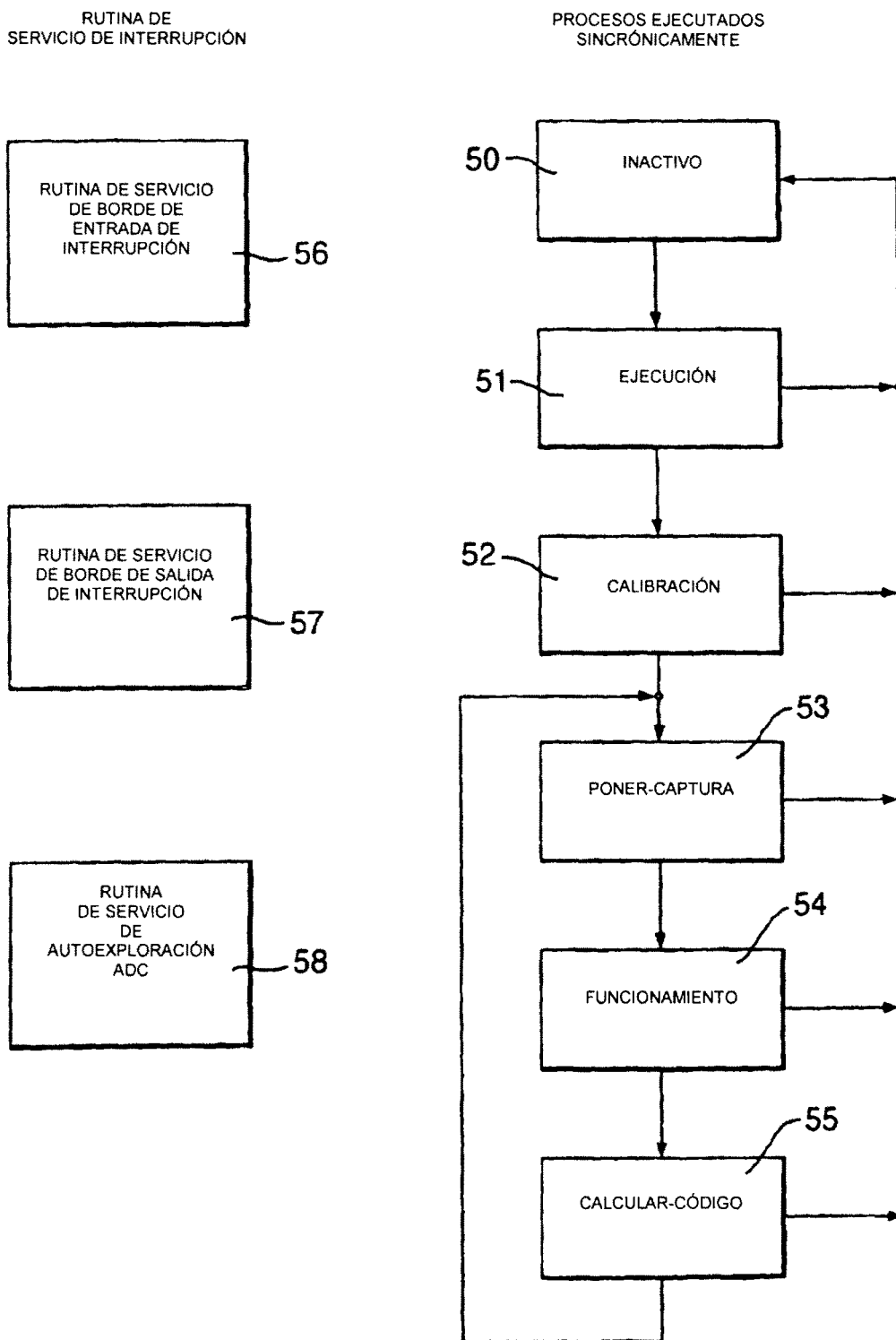


Fig.8.

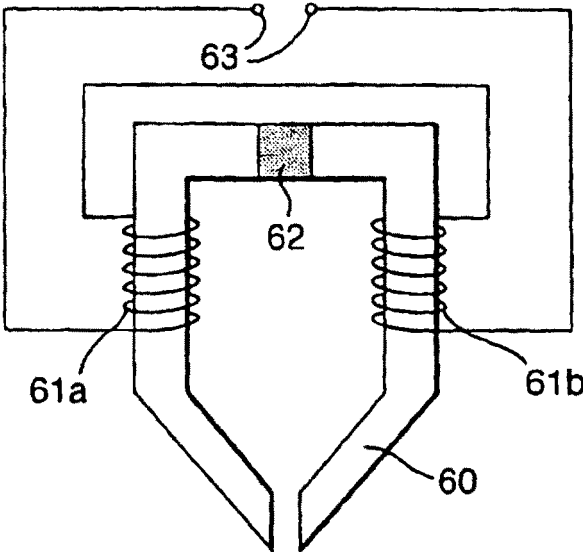


Fig.9.

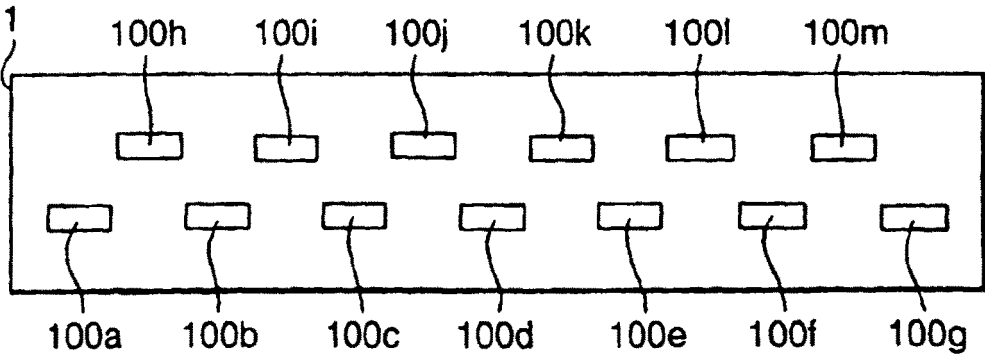


Fig.10.

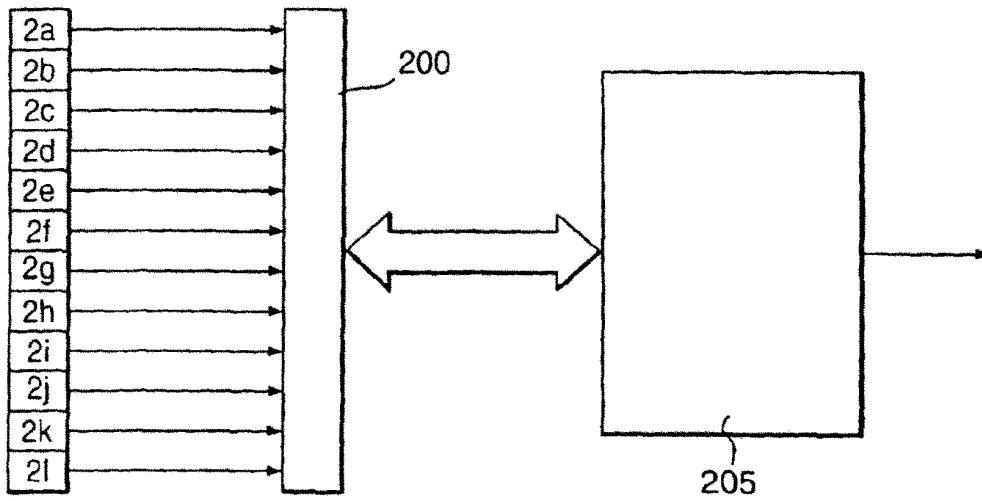


Fig.11.

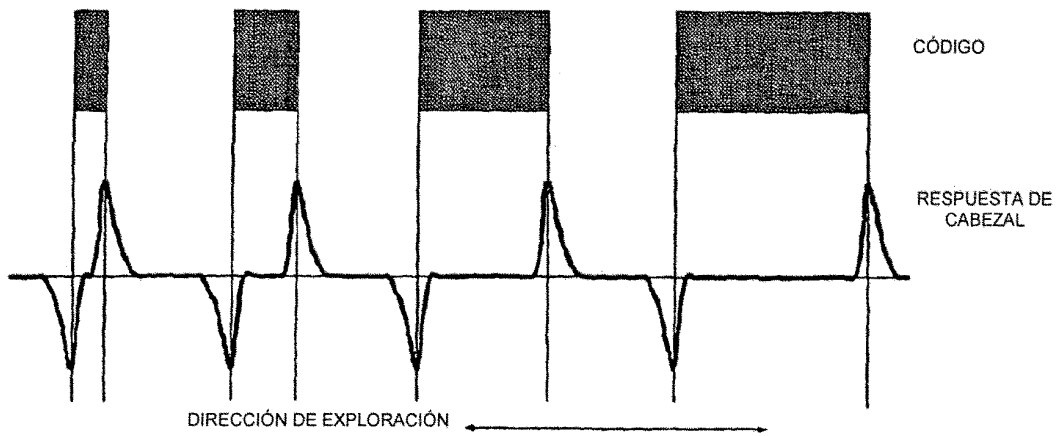


Fig.12(A)

CALIBRACIÓN: PASA

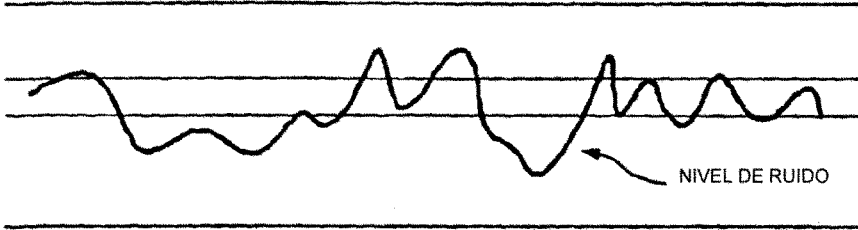


Fig.12(B)

CALIBRACIÓN: FALLO

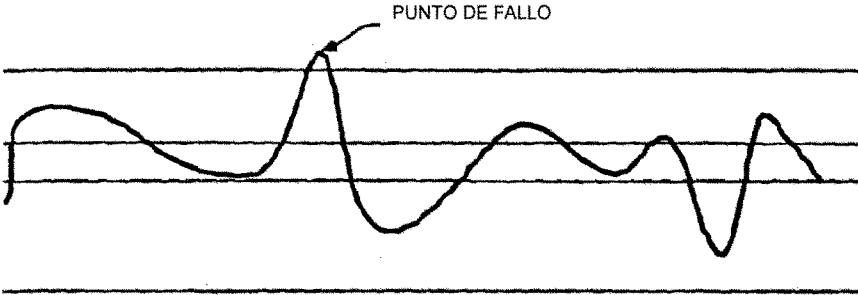


Fig.13.

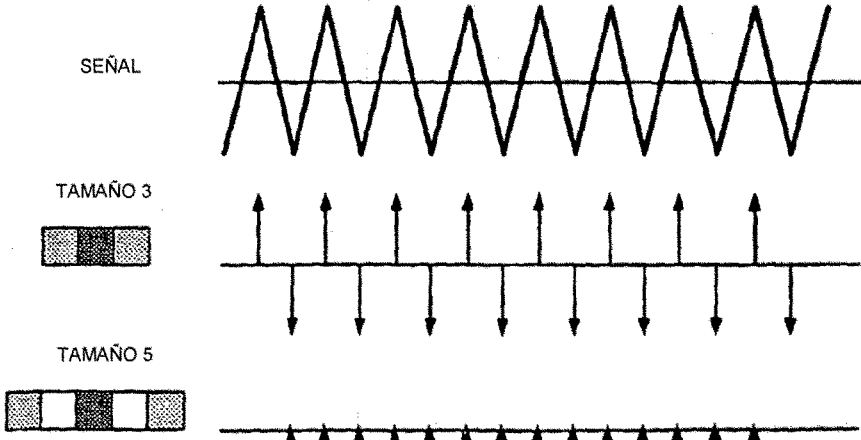


Fig.14.

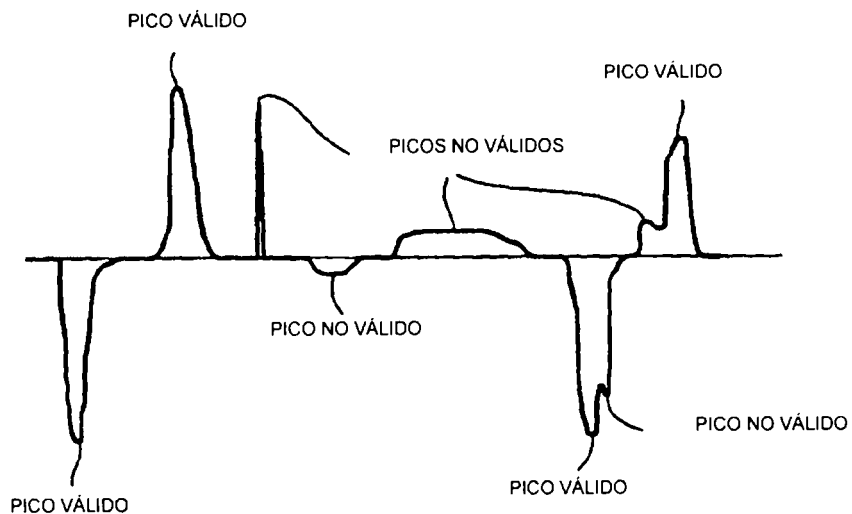


Fig.15.

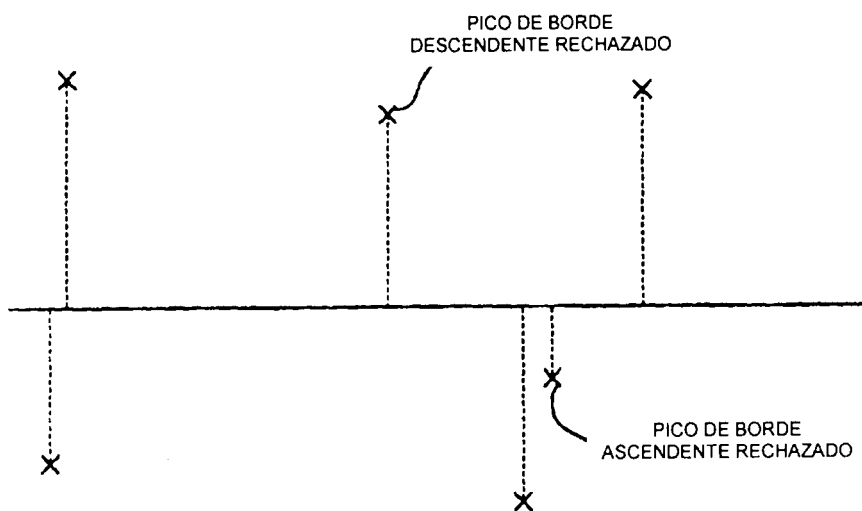


Fig.16.

