



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 339 386**

51 Int. Cl.:

G01N 29/11 (2006.01)

G01N 29/22 (2006.01)

G01N 29/27 (2006.01)

G07D 7/08 (2006.01)

G01N 33/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06765249 .5**

96 Fecha de presentación : **08.08.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1913377**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.04.2008**

54 Título: **Sistema de inspección de documentos ultrasónico.**

30 Prioridad: **10.08.2005 US 706753 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.05.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.05.2010

73 Titular/es: **DE LA RUE INTERNATIONAL LIMITED**
De La Rue House, Jays Close, Viables
Basingstoke, Hampshire RG22 4BS, GB

72 Inventor/es: **Pellaton, Cyril;**
Blair, Ronald, Bruce;
Edwards, Jerry D. y
Mouser, John

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 339 386 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 inspección de documentos ultrasónico.

5 La invención se refiere a un sistema de inspección de documentos del tipo que incluye un sistema de transporte para transportar documentos a lo largo de un recorrido de transporte a través de una estación de inspección; al menos un aparato de inspección ultrasónica en la estación de inspección, incluyendo el aparato ultrasónico transductores transmisores y receptores dispuestos en lados opuestos del recorrido de transporte, y un sistema de procesado para supervisar señales ultrasónicas recibidas por el transductor receptor.

10 Se usa ampliamente un aparato de este tipo para supervisar documentos de seguridad, como billetes de banco, con el fin de proporcionar una indicación de grosor (como en detección de dobles). También puede ser usado para detección de cinta (es decir, para detectar cinta adhesiva usada para reparar un rasgado en un billete), detección e inspección de filigrana (es decir, detección de la presencia o ausencia de una filigrana y su configuración), detección
15 de rasgado (tanto cerrado donde el rasgado no se extiende al borde como abierto donde el rasgado llega al borde), detección de esquinas dobladas y detección de hilos de seguridad. El principio de operación de estos sistemas es detectar la intensidad del ultrasonido transmitido a través o reflejado por un billete de banco del que se puede deducir cierta información acerca del billete de banco.

20 Con el fin de lograr una cobertura exacta de un billete de banco, generalmente se facilita más de un par de transductores ultrasónicos y receptores, estando dispuestos los pares de transductores lado a lado, típicamente a través del recorrido de transporte de billetes de banco. Un problema que surge en estas situaciones, en particular donde los documentos son transportados a alta velocidad, por ejemplo 10 m/s (equivalente a 1800 billetes/minuto), es que los reflejos ultrasónicos indeseados no tienen tiempo de disiparse y sirven para introducir ruido en la señal recibida.

25 US-B-6407964 describe un intento de resolver este problema inclinando la línea de visión entre el par de transductores en la dirección de movimiento del documento de modo que cualquier ultrasonido reflejado sea alejado del transductor receptor. Un problema de esta disposición es que, en la práctica, a menudo se disponen más pares de transductores hacia arriba y/o hacia abajo en la dirección de transporte y hay riesgo de que el ultrasonido reflejado
30 interfiera con los pares de transductores.

US-A-4612807 describe un sistema de detección acústica con transductores receptores y transmisores en lados opuestos del recorrido de transporte.

35 EP-A-0740154 describe un detector de material laminar incluyendo un transmisor y receptor ultrasónicos.

Según la presente invención, un sistema de inspección de documentos del tipo descrito se caracteriza por un aparato de guía de documentos, incluyendo un par de guías de documento a ambos lados del recorrido de transporte, una asociada con el (los) transductor(es) transmisoras) y la otra asociada con el (los) transductor(es) receptor(es), incluyendo cada guía de documento uno o más carriles que se extienden paralelos con el recorrido de transporte, teniendo
40 cada carril un coeficiente de rozamiento más bajo que el material absorbente, y extendiéndose parcialmente sobre el material absorbente con el fin de evitar que los documentos contacten el material absorbente en la práctica dejando al mismo tiempo el material absorbente expuesto al recorrido de transporte al menos junto a los transductores.

45 En esta invención, introducimos un material absorbente de ultrasonido alrededor de los transductores de modo que todo ultrasonido reflejado sea absorbido por dicho material y no reflejado. Sin embargo, hemos reconocido que un material absorbente de ultrasonidos típico podría inhibir de forma significativa el paso de documentos a lo largo del recorrido de transporte dado que es importante que los transductores y por lo tanto el material absorbente de ultrasonidos estén cerca del recorrido de transporte. Si un documento que pasa a lo largo del recorrido de transporte no se
50 mantiene perfectamente plano, entonces hay un riesgo de que una parte del documento contacte el material absorbente de ultrasonidos que tiene típicamente un coeficiente de rozamiento relativamente alto y se puede producir atasco o al menos retardo de movimiento del documento. Por lo tanto, hemos propuesto disponer un aparato adicional de guía de documentos que se extienda parcialmente sobre el material absorbente con el fin de evitar que los documentos contacten el material absorbente. Naturalmente, el aparato de guía de documentos todavía debe permitir una línea de visión
55 clara entre el par de transductores aunque, en algunos casos, sea posible que la línea de visión quede parcialmente oscurecida. Por ejemplo, esto podría ser aceptable si el ultrasonido tuviese suficiente intensidad.

En la invención, preferiblemente la línea de visión entre los transductores se extiende sustancialmente ortogonal al recorrido de transporte. La línea de visión podría estar en un ángulo no ortogonal, pero es preferiblemente ortogonal
60 para minimizar la posibilidad de que el ultrasonido sea reflejado a lo largo del recorrido de transporte.

El aparato de guía de documentos incluye una guía de documento que tiene uno o más carriles. Esto reduce el riesgo de contacto entre un documento y el material absorbente de ultrasonidos más que en el caso de carriles.

65 El material absorbente se puede hacer de una espuma de poliuretano, típicamente de baja densidad.

Como se ha explicado anteriormente, la invención proporciona una forma de utilizar un material absorbente de ultrasonidos sin impedir el movimiento de documentos y permitiendo una operación a alta velocidad.

ES 2 339 386 T3

El sistema puede incluir además una pluralidad de dichos aparatos de inspección ultrasónica dispuestos en una serie lineal, extendiéndose la línea transversal, preferiblemente ortogonal, al recorrido de transporte. Esta disposición permite entonces inspeccionar toda la anchura, transversal a la dirección de transporte, de un documento.

- 5 Con el fin de aumentar la tasa a la que se puede obtener información de un documento, preferiblemente el sistema incluye además más de una serie lineal indicada, estando dispuestas las series lado a lado en una dirección a lo largo del recorrido de transporte.

- 10 Debido al tamaño físico de cada transductor, dentro de una serie, habrá ciertas regiones entre transductores adyacentes que corresponden a regiones no supervisadas de un documento. Para superarlo, los transductores de una serie están desviados preferiblemente en la dirección de serie con respecto a los transductores de una serie adyacente.

- Algunos ejemplos de sistemas de inspección de documentos según la invención se describirán ahora con referencia a los dibujos acompañantes, en los que:

- 15 La figura 1 es una vista en alzado lateral, parcialmente en sección, de un primer ejemplo del detector.

La figura 2 es una vista en la línea A-A en la figura 1.

- 20 La figura 3 es una vista despiezada de una de las series de sensores representadas en la figura 1.

La figura 4 ilustra esquemáticamente la disposición de transductores y placas de circuito.

- 25 La figura 5 es un diagrama de circuito del circuito generador de señal de transmisor.

La figura 6 ilustra la secuencia de temporización del circuito representado en la figura 5.

Las figuras 7A y 7B son diagramas de bloques de circuitos de procesamiento de transductores receptores.

- 30 Las figuras 8 y 9 ilustran gráficamente la transmisión y recepción de señales de ultrasonido para un solo canal cuando un documento no está presente y está presente respectivamente y sin espuma acústica.

La figura 10 es una vista esquemática de un solo canal que ilustra parámetros críticos.

- 35 Las figuras 11-20 ilustran la amplitud de la señal recibida después del procesamiento obtenida en una secuencia de muestras a lo largo de varios billetes de banco provistos de cintas y agujeros y sin cinta o agujero.

- Las figuras 21-24 ilustran señales recibidas al inspeccionar el mismo billete de banco pero con diferentes tasas de ráfagas de 918 microsegundos, 233 microsegundos, 123 microsegundos, y 109 microsegundos respectivamente.

- 40 La figura 25 ilustra la señal de salida de un billete de banco de 100 DRE con una cinta y rasgado cerrado con los transductores en un ángulo de sensor de 30°, una espaciación de 20 mm y con el billete a 10 mm de cada transductor y una tasa de ráfagas de 918 microsegundos.

- 45 La figura 26 es similar a la figura 25 pero con el ángulo de sensor reducido a 0°.

La figura 27 es similar a la figura 26 pero con la tasa de ráfagas reducida a 223 microsegundos.

La figura 28 es similar a la figura 26 pero con el billete de banco justo a 4 mm de uno de los transmisores.

- 50 La figura 29 representa la respuesta de frecuencia del filtro de paso de banda del circuito receptor de la figura 7.

La figura 30 es una vista esquemática de un segundo ejemplo de un sistema según la invención.

- 55 Y la figura 31 ilustra esquemáticamente un sistema según la invención incorporado en un sistema de desvío de documentos.

- El sistema de inspección de documentos representado en las figuras 1-4 se indica en 10 y está situado junto a una parte de un recorrido de transporte de billetes de banco 12 de un clasificador de billetes de banco (descrito con más detalle más adelante en conexión con la figura 31) en el que los billetes de banco pasan de derecha a izquierda en el dibujo.

- La parte del recorrido de transporte 12 adyacente al detector 10 se define por pares superior e inferior de correas transportadoras 14, 16, siendo visibles en la figura 2 las correas superiores 14, 16 de cada par. Las correas 14, 16 se extienden generalmente a lo largo del centro de un billete de banco cuando es transportado. Cada correa superior 14, 16 es arrastrada alrededor de rodillos 18A, 18B montados en una chapa base 20 mediante ejes 36, 38, mientras que la correa inferior 16 es arrastrada alrededor de rodillos similares también montados en la chapa base 20 mediante otros ejes respectivos.

ES 2 339 386 T3

5 Para transportar billetes de banco a través del detector 10, se facilita un conjunto de cuatro pares alineados, superior e inferior, de juntas tóricas finas lateralmente espaciadas 24A-24D; 26A-26D (26B-26D no representadas) que se extienden a través del detector 10 y son arrastradas alrededor de rodillos respectivos 30A-30D; 32A-32D. Los dos rodillos inferiores de cada conjunto 30A, 30B, 30C, 30D respectivamente están montados de forma no rotativa en los ejes 36, 38 en los que también se montan los rodillos 18, soportándose rotativamente los ejes en la chapa base 20. Las juntas tóricas también se extienden alrededor de rodillos respectivos 30A'-30D'; 32A'-32D'. Las juntas tóricas son movidas por correa 14 produciendo la rotación del eje 36 mediante el rodillo 18A que está fijado al eje 36.

10 Un par de chapas de montaje de sensor 40, 41 están fijadas a la chapa de montaje de rodillo o chapa base 20 y tres pares de series de sensores superior e inferior 42, 44; 46, 48; y 50, 52 respectivamente están montados en las chapas de montaje 40, 41.

15 Cada serie de sensores 42-52 tiene una construcción similar pero con los sensores situados ligeramente de forma diferente y así las series 42, 44 se describirán con detalle.

20 Como se puede ver en la figura 3, la serie de sensores 42 tiene seis posiciones de sensor 60 dispuestas en una línea una junto a otra en un elemento de alojamiento 61. Como se puede ver en la figura 1, el elemento de alojamiento 61 también proporciona posiciones para las otras series de transductores 46, 50. En cada posición está montado un transductor ultrasónico respectivo 62, manteniéndose los transductores en posición por una cubierta trasera 64 fijada con tornillos 66.

25 Cada transductor 62 es un transductor ultrasónico de alta frecuencia, por ejemplo del tipo MA200D fabricado por Murata Manufacturing Co. Ltd. La tabla 1 siguiente expone las propiedades primarias de los transductores 62.

(Tabla pasa a página siguiente)

ES 2 339 386 T3

TABLA 1

	Elementos	Especificación	Nota
5	Frecuencia nominal	220±20kHz	-
10	Sensibilidad general	1,0 a 2,5Vp-p	Señal de accionamiento: ráfaga con 10Vp-p
15			Frecuencia de accionamiento: 220kHz
20			Número de ondas de accionamiento: 5 ciclos
25			Ciclo de accionamiento: 220Hz
30			Tasa de amplificación: 1000 veces
35			Distancia entre el sensor y la chapa reflectora de aluminio: 150 mm
40			Condición del entorno: espacio abierto
45			Punto de medición: Vp-p
50	Directividad	20 grados máx.	A -6dB
	Capacitancia	2300pF±20%	A 1 kHz
	Máx. Continuo	12 Vp-p	El voltaje de accionamiento de onda rectangular
55			
	Rango de temperatura operativa	-20 a 70°C	-
60	Rango de temperatura de almacenamiento	-20 a 70°C	-
65	Resistencia de aislamiento	100 Mohm min.	A 100 Vdc

ES 2 339 386 T3

En el ejemplo preferido, los transductores emiten a longitudes de onda de aproximadamente 1,5 mm correspondiente a una frecuencia de aproximadamente 220 kHz. Sin embargo, se podría usar frecuencias más altas, potencialmente de hasta 10 MHz.

5 Los transductores 62 de las series 42, 46, 50, en este ejemplo, transmiten señales ultrasónicas mientras que los transductores en las series 44, 48, 52 reciben ultrasonido que se origina con los respectivos transductores transmisores. Sin embargo, en otros ejemplos, con el fin de reducir el riesgo de interferencia, los transductores de las series 46, 48 se podrían invertir de modo que el ultrasonido sea transmitido en la dirección opuesta a los otros dos conjuntos de series.

10 Además, en algunos casos, se podría usar un solo canal, es decir, un solo transductor transmisor y un solo transductor receptor correspondiente, en el detector 10 más bien que varias series. Sin embargo, es beneficioso usar series de sensores con el fin de lograr mejor cobertura de los documentos y detectar pequeños rasgados y agujeros que de otro modo pasarían inadvertidos por un solo canal.

15 Al elemento de alojamiento 61 está adherida una capa de espuma acústica 300 que tiene agujeros 302 alineados con el centro de cada transductor transmisor 42, 46, 50 de cada serie.

Se facilita un deflector de transductor transmisor separado 310 maquinado de aluminio y definiendo una porción de guía de chapa 312 y un conjunto de carriles paralelos 314 que se extienden paralelos con la dirección de transporte. 20 La porción de chapa 312 tiene un conjunto de agujeros 316 alineados con los agujeros 302 mientras que los carriles 314 se extienden a ambos lados de las secciones más sensibles 318 de las secciones de transmisión de transductor. De esta forma, el ultrasonido transmitido por los transductores no es inhibido de forma significativa por los carriles 314 o la chapa 312.

25 Otra capa de espuma acústica 320 está adherida a la superficie superior de la chapa 312 y tiene agujeros 322 alineados con los agujeros 302.

La manera en que se montan los transductores receptores 44, 48, 52 de las tres series es similar a la representada en la figura 3 y se ha previsto una chapa de guía 312', carriles 314' y espuma acústica 300 similares a los de los 30 transductores transmisores. Sin embargo, no es necesario en este caso proporcionar una capa adicional de espuma correspondiente a la espuma 320.

Como se puede ver en la figura 1, una línea de visión se extiende entre cada par de transductores 42, 44; 46, 48, etc, como se ha indicado en 350. Esta línea de visión se extiende ortogonalmente al recorrido de transporte en un plano que 35 se extiende en la dirección de transporte como se representa en la figura 1 y en un plano ortogonal a dicha dirección de transporte.

Esto significa que, en el uso, cualquier ultrasonido reflejado por un billete de banco dentro del sistema detector 10 se reflejará de nuevo ortogonalmente hacia el transductor, aunque, debido al movimiento del billete, esta dirección 40 estará ligeramente desviada de la dirección ortogonal. Como consecuencia, algunos ultrasonidos reflejados pueden ser absorbidos por la espuma acústica. Alternativamente, la serie de transductores se puede disponer en un ángulo al transporte del billete, por ejemplo 30°. En este caso, la mayor parte de la energía reflejada será absorbida por la espuma acústica.

45 Los carriles 314 y la porción de chapa 312 evitan que los billetes contacten la espuma acústica.

Como se puede ver en la figura 2, las tres series de transductores están desviadas lateralmente una de otra transversales a la dirección de transporte de modo que todas las regiones de un billete de banco puedan ser inspeccionadas.

50 La figura 4 representa los circuitos para la producción, transmisión, recepción y procesamiento de las señales ultrasónicas. Los transductores transmisores 62 están conectados 80 a la placa de transmisión 70 que también aloja el conector 78 para pasar a procesamiento adicional los datos digitales procesados acabados. El circuito de transmisión 70 está conectado por componentes 72, 74, 76 y 86, 88, 90 al circuito de recepción 84 donde también están conectados los 55 elementos de transductor receptor 82. Los cables entre los conectores 72-76, 86-90 se usan para transmitir las señales siguientes:

- * Suministro de potencia
- * Señal de temporización para el integrador
- * Señal de temporización para el circuito de muestreo y retención
- * Señal procedente del circuito de muestreo y retención filtrado, digitalmente convertido.

65 En el ejemplo representado en las figuras 1 a 4, los transductores están dispuestos en forma compacta como se puede ver más claramente en la figura 2. Como ya se ha mencionado, se podría usar un solo par de transductores (un canal) o alternativamente se podría usar una sola línea de canales como la definida, por ejemplo, por las series 42, 44. El problema con una sola línea de canales es, en el caso del transductor MA200D, que la zona cubierta para detectar

ES 2 339 386 T3

cinta, rasgado o corte es de aproximadamente 6 mm de diámetro. Entre cada transductor, ortogonal a la dirección de transporte, hay una zona ciega donde no se detectan hilo, rasgados... De aproximadamente 12 mm. Mediante la disposición de varias series de transductores desplazadas lateralmente una con relación a otra decaladas en la dirección de transporte como se representa en la figura 2 se puede lograr una cobertura completa de la hoja investigada.

Para mejor rendimiento total del sensor, se podría alimentar las filas de transductores transmisores entre las que se sitúa un billete (seguimiento de billete).

Generador de señal de transductor transmisor

En la PCB 70 para cada transductor transmisor 62 se ha dispuesto un circuito generador de señal de transmisión 100 (figura 5). El circuito incluye un generador de señal digital de pulso 102 que genera un pulso de onda cuadrada de 5 voltios de la frecuencia requerida (220 kHz) que es suministrado a un filtro y amplificador 104, 106 que genera una señal de salida de onda sinusoidal de 20 voltios. La temporización de la operación de los circuitos 104, 106 se representa con más detalle en la figura 6 (traza superior).

Circuito de procesado de transductor receptor

Cada transductor receptor 62 en las series 44, 48, 52 está acoplado con su propio circuito de procesado situado en la placa de circuitos 84. Este circuito se representa en la figura 7A. Las señales del transductor receptor 62, que tienen forma de salida diferencial, son alimentadas a un amplificador de ganancia alta 110 que, en el ejemplo, es un INA103 de Burr Brown que tiene una anchura de banda alta de 100 kHz a $G=1000$ y bajo ruido. La salida diferencial de este amplificador es alimentada a un filtro de paso de banda 112 que tiene las características siguientes:

- * Filtro Bessel de paso de banda
- * 4 polos
- * Frecuencia central: 215 KHz
- * Anchura de banda 3 dB: 50 KHz
- * Ganancia 28 dB
- * Implementación: 2 etapas de paso de banda de segundo orden de realimentación múltiple (MFB)
- * Amp Op: OP162

La respuesta de frecuencia del filtro 112 se representa en la figura 29.

Posteriormente, la señal filtrada es amplificada más por un amplificador 114 y alimentada a un rectificador 116.

La salida del rectificador es alimentada a un integrador 118 y la señal integrada es muestreada por un circuito de muestreo y retención 120 (controlándose la operación del circuito integrador y el circuito de muestreo y retención por respectivas señales de un circuito lógico programable (no representado)). La señal muestreada final se pasa entonces a través de un filtro de paso bajo 122. La figura 6 ilustra un ejemplo de la temporización de operación del integrador 118 y el circuito de muestreo y retención 120.

Cada señal muestreada es digitalizada posteriormente 123 y alimentada con señales digitalizadas de otros sensores a una unidad de preprocesado 124 cuya salida es alimentada a una CPU 125.

En la figura 7B se representa un circuito más simple donde los componentes 116-122 han sido sustituidos por convertidores digital a analógico de alta velocidad y UNA FPGA y CPU con mayor funcionalidad. Este circuito, figura 7B, usa las mismas etapas iniciales de amplificación y filtro de paso de banda 110, 112 y 114, pero después usa convertidores analógico a digital de alta velocidad, pero baja resolución, 115 para convertir las señales analógicas en datos digitales. La rectificación 116, integración 118, muestreo y retención 120 y filtración de paso bajo 122 de la figura 7A se realizan entonces en un FPGA de preprocesado 124B o en una CPU 125B. Esto es ventajoso porque se elimina circuitería analógica costosa, se puede usar el mismo diseño de electrónica analógica de "extremo delantero" para otros sensores diferentes y se gana flexibilidad sustituyendo la electrónica analógica cableada fija por lógica digital configurable. Estas ventajas pueden compensar la desventaja de necesitar un convertidor analógico a digital de alta velocidad más costoso. En el diseño mejorado, figura 7B, los datos se obtienen en el dominio de alta frecuencia que entonces permite la cancelación activa del eco. Además, un dispositivo mecánico subóptimo de bajo costo, que puede crear ecos e interferencia adicionales, se puede mejorar con el procesado sofisticado de señales digitales.

En las figuras 8 y 9 se ilustra la operación de los circuitos de recepción representados en la figura 7 al obtener información acerca de un solo punto de muestreo usando un solo canal. En este ejemplo, no se usó espuma acústica con el fin de demostrar el efecto de los reflejos.

ES 2 339 386 T3

La figura 8 ilustra la situación donde no hay documento entre los transductores transmisores y receptores 62, mientras que la figura 9, que está a mayor escala, ilustra el procesado de señal cuando está presente un documento.

En este ejemplo, el tiempo entre el comienzo de sucesivas ráfagas de ultrasonido procedentes de los transductores transmisores es aproximadamente 900 microsegundos.

Como se puede ver en la figura 8, las ráfagas de ultrasonido son transmitidas en los puntos 130, 132. Después de la transmisión de la ráfaga 130, hay un pequeño tiempo de espera de $60 \mu s$ después del que se genera la señal de habilitación de integrador 134 para habilitar el integrador 118. Mientras el integrador está habilitado, el ultrasonido que ha viajado directamente desde el transductor transmisor al transductor receptor es recibido por el transductor receptor, representándose la señal rectificada en 136, después de lo que se termina la señal de habilitación de integrador 134 de modo que no se procese el ultrasonido recibido posteriormente por el transductor receptor debido a reflejos. La salida del integrador 118 se representa en 138. Se hace notar que en la figura 8 hay un largo tiempo de decadencia para la desaparición de todos los reflejos, teniendo lugar la ráfaga siguiente 132 solamente después de la atenuación de todos los reflejos.

La figura 9 ilustra las señales obtenidas y generadas cuando un documento está presente entre los transductores. Las trazas 130, 134 son las mismas que antes y se indicará que la salida del rectificador 136 es atenuada de forma significativa con relación a la salida cuando no está presente ningún documento. Esto es debido a la absorción por el documento. La traza 138 ilustra el efecto de integrar la señal recibida durante la ventana del integrador.

Operación de canal

La teoría que subyace a la invención se describirá ahora con referencia a la configuración estructural y la operación de un solo canal.

La figura 10 ilustra la configuración de un solo canal y los parámetros que afectan al rendimiento del sensor (anchura de banda, sensibilidad, relación de señal a ruido). El recorrido de transporte 12 se representa conjuntamente con el documento 200. En este diagrama se representa un ángulo de sensor no cero aunque en el primer aspecto de la presente invención este ángulo será cero.

Los parámetros primarios que impactan en el rendimiento del sensor son:

- * Distancia del sensor
- * Posición de transporte
- * Onda emitida, reflejada, absorbida y transmitida
- * Intervalo de transporte
- * Ángulo de sensor
- * Recuento de ráfagas

Distancia del sensor

El tiempo de recorrido de la ráfaga acústica depende de la distancia entre los transductores 62. La tasa de ráfagas es inversamente proporcional a la distancia. Una pequeña distancia permitirá una mayor resolución temporal.

El tiempo entre la primera ráfaga entrante y la ráfaga reflejada siguiente es directamente proporcional a la distancia. Más tiempo permite una mejor separación entre señales necesarias e innecesarias (eco).

Posición de transporte

La posición de transporte entre los dos transductores 62 tiene un impacto en el tiempo de llegada de la reflexión que interferirá con la primera ráfaga. Cuando el recorrido de transporte 12 está en el medio de los dos transductores 62, el eco se puede separar más fácilmente.

Onda emitida

La longitud de onda es alrededor de 1,5 mm. La dimensión de la superficie emisora activa del transductor transmisor 62 es alrededor de 8 mm. Dado que es pocas veces más grande que la longitud de onda, trabajamos efectivamente

ES 2 339 386 T3

con ondas planas. Las ondas planas no tienen ninguna atenuación geométrica. Eso significa que la energía recibida es constante a medida que aumentan las distancias del transductor.

5 *Onda reflejada*

Alrededor del 95% de la onda emitida es reflejada por el billete y/o por el transductor. Las ondas reflejadas van de un lado al otro entre los dos transductores y el documento explorado 200. Se atenúan lentamente. Esta oscilación dura un tiempo específico y no permite generar otra ráfaga de medición dado que se añadirán a la señal interferencias constructivas y/o destructivas. Este efecto disminuye la relación de señal a ruido del sensor. Se evita mediante el uso de espuma acústica como se ha descrito anteriormente.

15 *Onda absorbida*

La absorción acústica está relacionada con la densidad de masa (peso por zona o volumen) del documento 200. Cuanto más denso es el documento, menos energía transmitida pasará a través del documento. Esta propiedad se usa para detección de cinta.

20 *Intervalo de transporte*

El intervalo de transporte deberá ser tan pequeño como sea posible para aumentar la sensibilidad.

25 *Recuento de ráfagas*

Más ráfagas en la onda emitida aumentan la energía recibida (más sensibilidad). Por otra parte, el sistema tiene que tratar más reflejos que pueden reducir la sensibilidad.

Ejemplos

Se han tomado mediciones con el fin de estimar la efectividad del par de transductores 62 al detectar daño del billete en forma de agujeros, cortes con cuchilla, cinta y rasgados manuales. Los rasgados y cortes estaban “cerrados”, es decir, se hicieron de tal manera que no se viese ningún agujero al observarlo a lo largo de una línea perpendicular a la superficie del billete. Las mediciones se hicieron en un billete que avanzaba a una velocidad de 1,85 m/s. Los parámetros del sensor eran los siguientes:

- 40 * Recuento de ráfagas: 2
- * Frecuencia de ráfaga: 218,75 kHz
- * Amplitud de ráfaga 20 V p-p
- 45 * Ganancia RX: 72 dB,
- * Ángulo 30°
- 50 * Distancia del sensor: 20 mm
- * Intervalo de transporte: -2-3 mm
- * Tasa de ráfagas: 918 useg
- 55 * Inicio del integrador: 66 seg
- * Duración de integración: 43,5 useg

60 Se indicará que el ángulo de sensor se puso a 30°, pero con la solución previamente descrita con fijación de espuma acústica, los resultados son similares para un ángulo de sensor de 0°.

En el primer conjunto de ejemplos, figuras 11-16, se examinó el efecto de diferentes tipos de cinta adheridos a documentos diferentes.

La figura 11 ilustra la señal de salida de un solo transductor receptor después de la integración y muestreo y retención en una secuencia de puntos de muestreo a lo largo de la longitud del billete en la dirección de transporte. En

este caso, dado que no había cinta ni otro defecto físico en el billete, la señal recibida era sustancialmente plana. La abreviatura “DRE” se refiere a un billete de prueba.

En la figura 12, se adhirió una tira de cinta “Mate” a través del mismo billete de banco que se extiende perpendicular a la dirección de transporte. Se puede ver en la figura 12 que hay más atenuación de la señal de ultrasonido en la región de la cinta, como se representa en 210.

La figura 13 es una vista similar a la figura 12, pero ilustrando el efecto de un tipo de cinta diferente, cinta “Cristal”. De nuevo, tiene lugar más atenuación en la región de la cinta, aunque ésta es ligeramente menor que en el caso del ejemplo de la figura 12.

La figura 14 ilustra la señal obtenida al inspeccionar un billete de banco CHF20 provisto de una cinta y también una microperforación. Como en los ejemplos anteriores, la atenuación 210 tiene lugar en la región de la cinta mientras que en la región de la microperforación hay un aumento sustancial de la amplitud de la señal recibida dado que no hay atenuación, como se representa en 220.

La figura 15 ilustra la señal obtenida de un billete de banco de cinco euros sin cinta, mientras que la figura 16 ilustra el mismo billete pero con cinta adherida en el hilo del billete de banco. Aquí se puede ver una pequeña atenuación en 210 correspondiente a la cinta.

El rendimiento del canal también se comprobó en relación a los cortes, rasgados y agujeros. La figura 17 ilustra la señal recibida al inspeccionar un billete DRE 100 con un corte de cuchilla de 1 cm y se puede ver que hay un aumento significativo de la amplitud de la señal recibida en 230 correspondiente al corte con cuchilla.

La figura 18 ilustra la señal recibida al detectar un rasgado cerrado de 1 cm de longitud como se ha indicado en 240.

La figura 19 ilustra la señal recibida al detectar un agujero de alfiler alineado con el centro del canal, estando formado el agujero de alfiler en un billete DRE 100, representándose en 250 la señal asociada con el agujero de alfiler.

La figura 20 ilustra la misma situación que en la figura 19, pero con el agujero de alfiler dispuesto a un lado del centro del canal.

Con el fin de demostrar el efecto de la variación de la tasa de ráfagas en la calidad de señal, se han llevado a cabo varias pruebas en el mismo documento (DRE 100 con cinta y rasgado cerrado) utilizando diferentes tasas de ráfagas. Los resultados se representan en las figuras 21-24. En cada caso, los transductores estaban dispuestos a un ángulo de sensor de 30° y con una distancia entre los transductores de 2 cm. Se puede ver que para tasas de ráfagas más cortas hay un aumento significativo del ruido y por ello una insensibilidad reducida debido a la incapacidad de excluir reflejos e interferencia.

También se ha inspeccionado el efecto de variar otros parámetros incluyendo el ángulo de sensor y la posición de transporte, y los resultados se representan en las figuras 25-28. De nuevo, se puede ver que reducir el ángulo de sensor (figuras 26 y 27) y colocar el billete en una posición desviada en relación a la espaciación entre los transductores aumenta significativamente el ruido. Sin embargo, cuando se usa espuma acústica como en las figuras 1-3, se evita este problema y se puede usar un ángulo de sensor cero.

Análisis de señales

En la operación, la señal muestreada de cada canal se almacenará en una memoria para producir una serie de señales que se extienden sobre la zona del documento cubierto por el detector 10. Las señales de cada canal serán procesadas adecuadamente de modo que se determine exactamente la posición de cada muestra con relación a otras muestras. Las líneas de transductores segunda y tercera son activadas línea a línea cuando el billete es detectado por la primera fila de sensores, y se desactivan cuando se detecta que el borde de salida del billete pasa por la primera fila de transductores. Los transductores muestrean las salidas a una tasa determinada por el sistema de transporte y esto depende de la velocidad del billete en el transporte y la resolución requerida con el fin de detectar una cinta de tamaño concreto.

Las señales resultantes almacenadas generan efectivamente una serie bidimensional que después puede ser analizada usando una técnica convencional de reconocimiento de formas o formación de umbral para identificar la presencia de rasgados, cintas, agujeros, etc. El resultado de esta detección puede ser realimentado posteriormente a la clasificadora u otra máquina en la que se utilice el detector de modo que la máquina pueda usar dicha información al hacer una decisión acerca de cómo manejar el billete de banco, por ejemplo, aceptarlo o rechazarlo.

El FPGA 124, 124B controla la temporización de los circuitos de activación de transductor, controla los convertidores analógico a digital y maneja la comunicación bidireccional con la CPU 125, 125B. Además, su tarea es sincronizar la salida de la serie de transductores con la velocidad de transporte del billete (es decir, retardar datos procedentes de la serie de transductores que “ve” el billete antes que las series posteriores a lo largo del recorrido del billete).

ES 2 339 386 T3

En el ejemplo antes descrito se utilizó espuma acústica para absorber reflejos ultrasónicos. La figura 30 ilustra una segunda realización en la que el problema se alivia de manera diferente. En este caso, se representan dos canales ultrasónicos incluyendo transductores transmisores 400, 410 y transductores receptores correspondientes 402, 412. Respectivas líneas de visión 404, 414 se extienden entre los pares de transductores y atraviesan un recorrido de documento que lleva un documento, tal como un billete de banco 420 en uso. En este ejemplo, la dirección de transporte es perpendicular al diagrama como indica la cabeza de flecha 430.

Los transductores están dispuestos de tal manera que sus respectivas líneas de visión 404, 414 se extiendan en un ángulo al recorrido del documento, pero en un plano ortogonal al recorrido del documento y la dirección de transporte. Esto significa que cualquier ultrasonido reflejado por un documento, como por ejemplo el indicado por las líneas 432, 434, es reflejado lateralmente de la dirección de transporte y a partes del alojamiento (no representado) que no reflejarán de nuevo el ultrasonido hacia el recorrido del documento. En los ejemplos preferidos, las líneas de visión 404, 414 están situadas a entre 30 y 45° a la normal al recorrido del documento.

Los sistemas de inspección de documentos descritos anteriormente se pueden incorporar a una amplia variedad de aparatos de manejo de documentos, y la figura 31 ilustra un ejemplo simple de un clasificador de documentos. Como se puede ver en la figura 31, los documentos son suministrados a la estación de inspección de documentos 10 mediante transportadores 14, 14' y después son transportados por las juntas tóricas 24A-24D, 26A-26D a través de la estación de inspección de documentos 10 a transportadores situados hacia abajo 16, 16'. Estos transportadores pasan el documento a un desviador 450. El desviador 450 es controlado por un sistema de control 460 que recibe las salidas de la estación de inspección de documentos 10. El sistema de control 460 determina, de la manera descrita anteriormente, si hay un defecto en el documento, tal como una cinta o análogos, y después controla el desviador 450 para pasar el documento a una primera posición para documentos aceptables o a una segunda posición para documentos inaceptables.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de inspección de documentos incluyendo un sistema de transporte para transportar documentos a lo largo de un recorrido de transporte (12) a través de una estación de inspección (10); al menos un aparato de inspección ultrasónica en la estación de inspección, incluyendo el aparato ultrasónico transductores transmisores y receptores (62) dispuestos en lados opuestos del recorrido de transporte, un sistema de procesado (125) para supervisar señales ultrasónicas recibidas por el transductor receptor, y un material absorbente de ultrasonidos (300) dispuesto alrededor de los transductores y mirando al recorrido de transporte para absorber ultrasonido reflejado por un documento; **ca-**
10 **racterizado** por un aparato de guía de documentos, incluyendo un par de guías de documento (314) a ambos lados del recorrido de transporte, una asociada con el (los) transductor(es) transmisor(es) y la otra asociada con el (los) transductor(es) receptor (es), incluyendo cada guía de documento (314) uno o más carriles que se extienden paralelos con el recorrido de transporte, teniendo cada carril un coeficiente de rozamiento más bajo que el material absorbente, y extendiéndose parcialmente sobre el material absorbente (300) con el fin de evitar que los documentos contacten el material absorbente en el uso dejando al mismo tiempo el material absorbente expuesto al recorrido de transporte al
15 menos junto a los transductores.
2. Un sistema según la reivindicación 1, donde una línea de visión entre los transductores (62) se extiende sustancialmente ortogonal al recorrido de transporte (12).
- 20 3. Un sistema según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde el o cada carril (314) no obstruye una línea de visión entre el par de transductores (62).
4. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el aparato de guía de documentos se
25 hace de un metal tal como aluminio.
5. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el material absorbente (300) se hace de espuma de poliuretano de baja densidad.
- 30 6. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, incluyendo una pluralidad de dichos aparatos de inspección ultrasónica dispuestos en una serie lineal (42-52), extendiéndose la línea transversal, preferiblemente ortogonal, al recorrido de transporte (12).
7. Un sistema según la reivindicación 6, incluyendo más de una serie lineal indicada (42-52), estando dispuestas
35 las series lado a lado en una dirección a lo largo del recorrido de transporte.
8. Un sistema según la reivindicación 7, donde los transductores de una serie están desviados en la dirección de serie con respecto a los transductores de una serie adyacente.
- 40 9. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el sistema de transporte incluye al menos un par de juntas tóricas opuestas (24A-24D; 26A-26D) que definen parte (12) del recorrido de transporte entremedio.
10. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el sistema de procesado (125) está adaptado para supervisar la intensidad de señales ultrasónicas recibidas por el o cada transductor receptor.
- 45 11. Un sistema según la reivindicación 10, donde el sistema de procesado (125) está adaptado para comparar la intensidad de las señales ultrasónicas recibidas con un umbral predeterminado para determinar la presencia de un defecto, tal como un agujero o rasgado, sobre o en el documento.
- 50 12. Un sistema según la reivindicación 11, donde el sistema de procesado (125) está adaptado para proporcionar señales de salida apropiadas que indican la presencia o ausencia de un defecto.
13. Aparato de manejo de documentos incluyendo una entrada de documento, una salida de documento, un recorrido de transporte (12) que se extiende entre la entrada de documento y la salida de documento, y un sistema de inspección de documentos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes situado a lo largo del recorrido de
55 transporte de documentos (12).
14. Aparato de manejo de documentos según la reivindicación 12 y la reivindicación 13, incluyendo el aparato de manejo de documentos más de una salida de documento y un desviador para guiar un documento a una salida apropiada en respuesta a dicha señal de salida.
60
- 65

Fig.1.

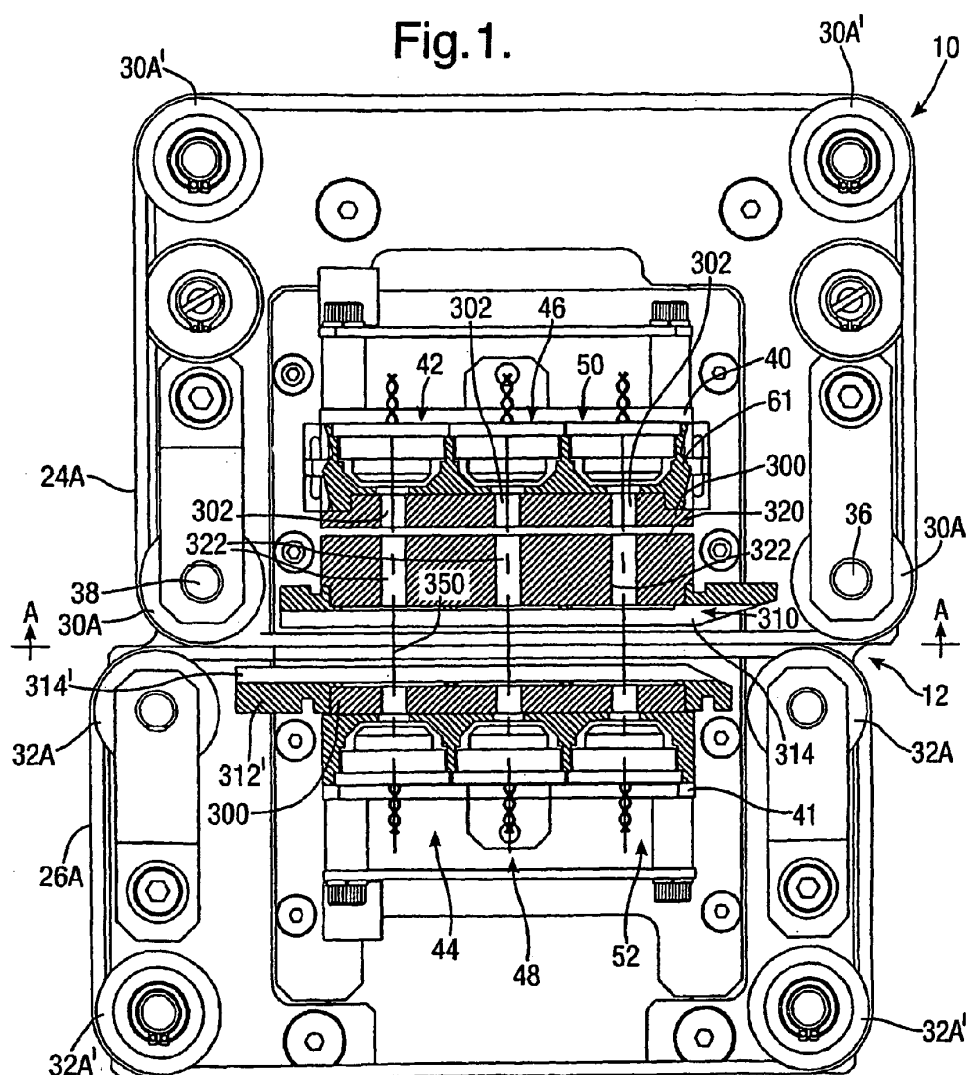


Fig.2.

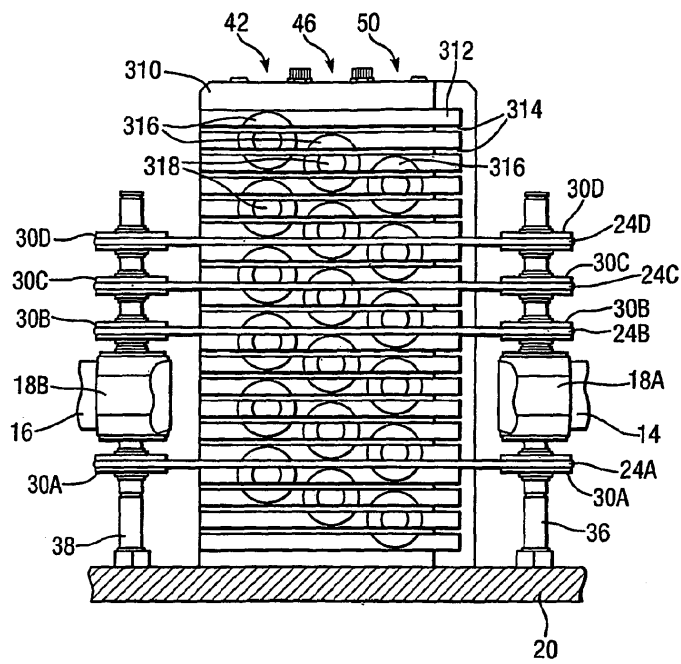


Fig.6.

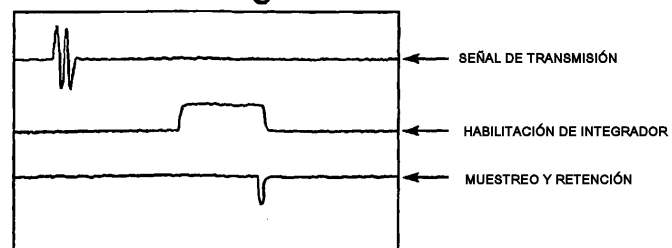
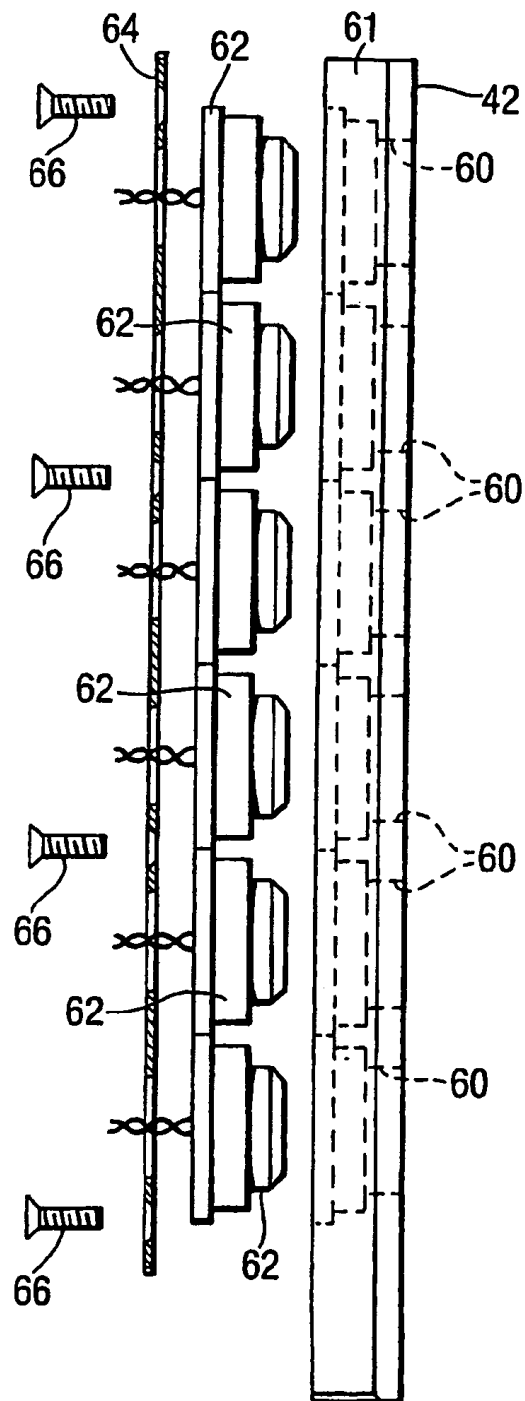


Fig.3.



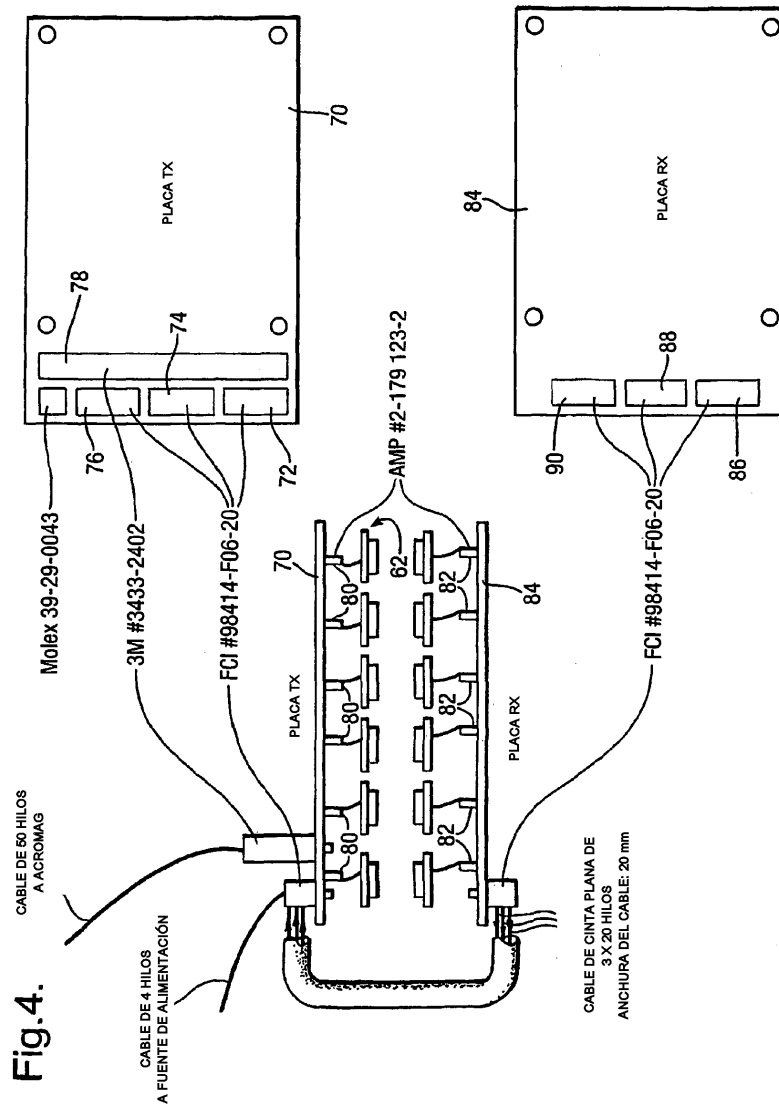
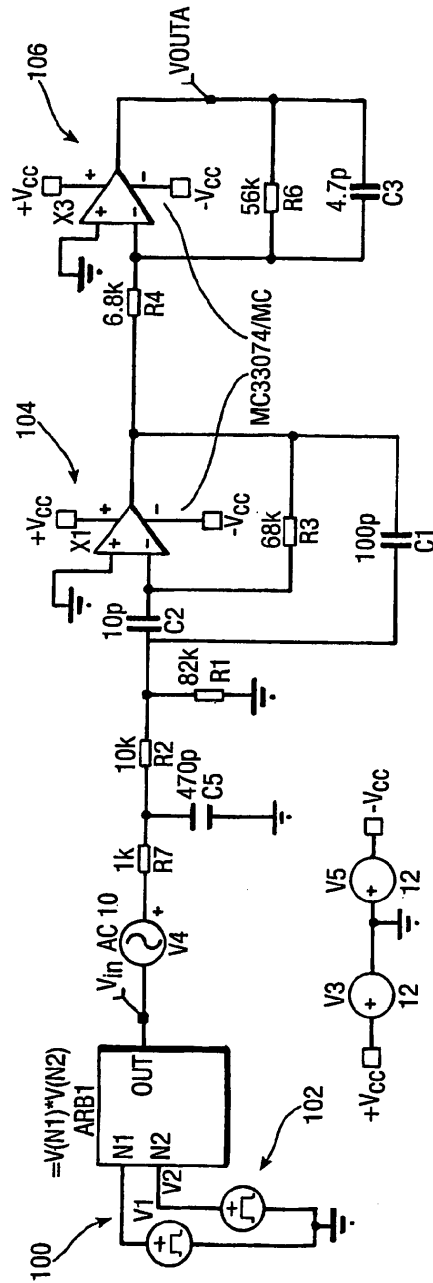


Fig.5.



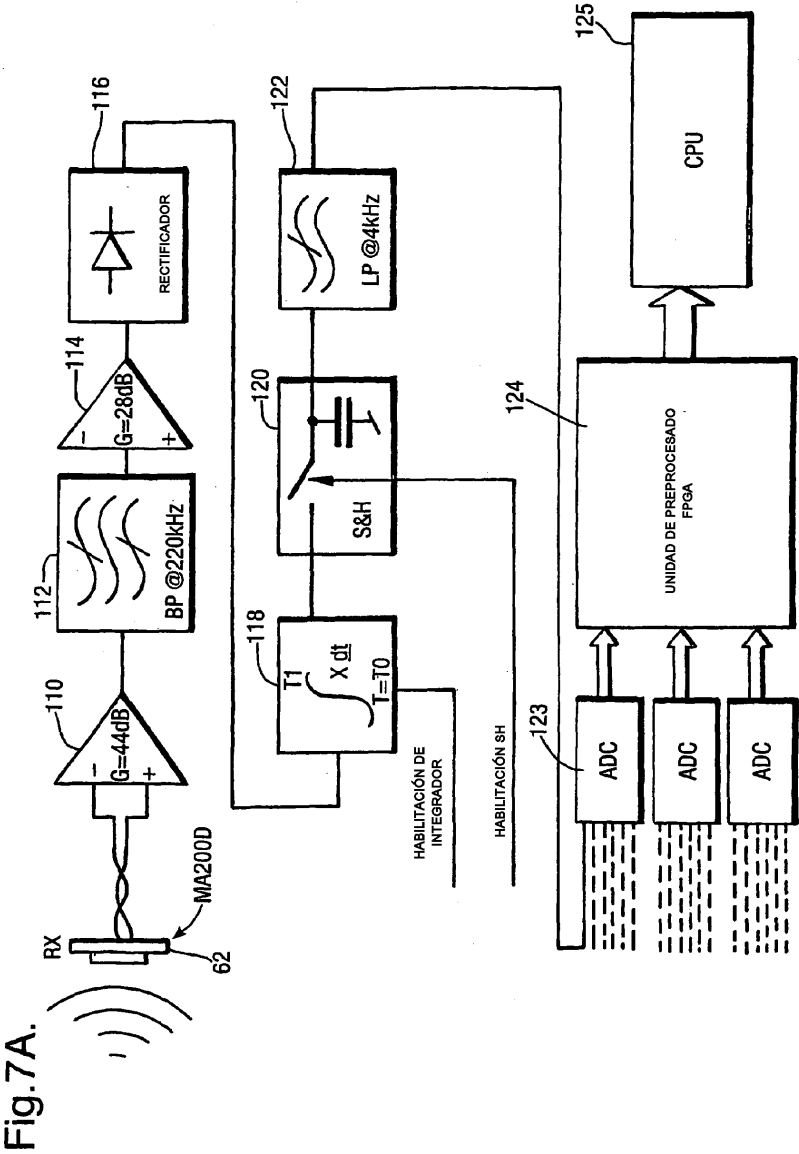


Fig.7B.

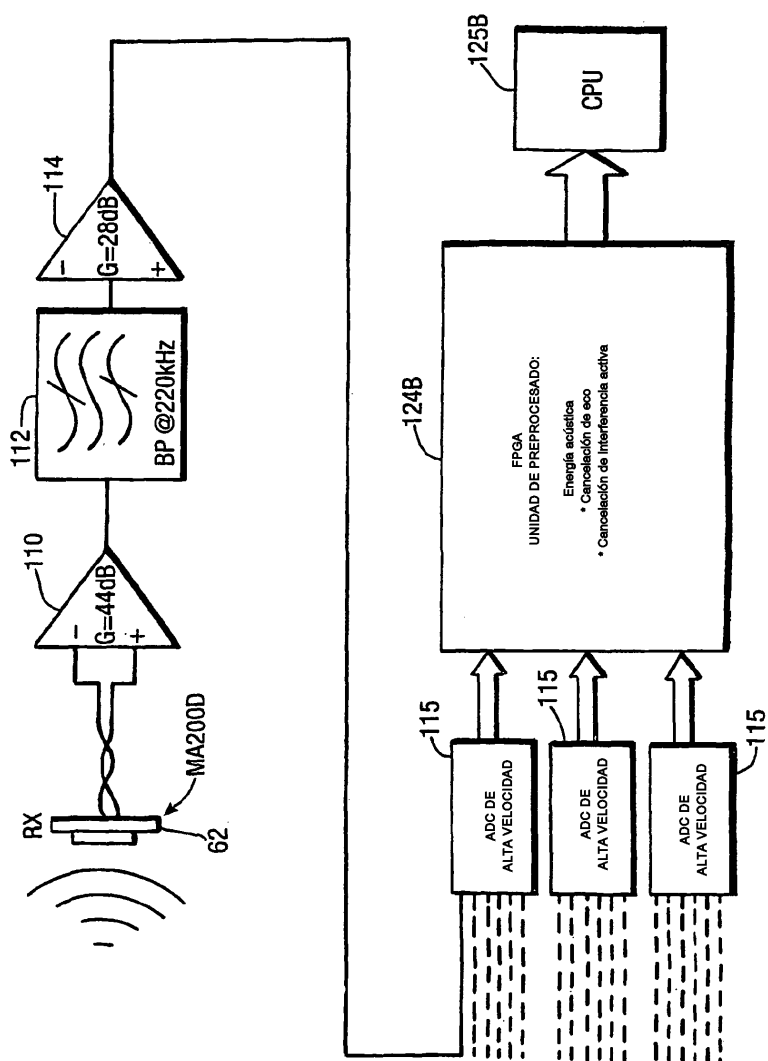


Fig.8.

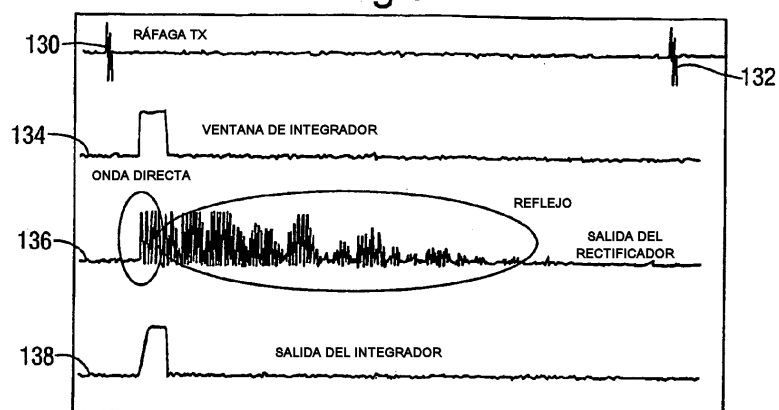


Fig.9.

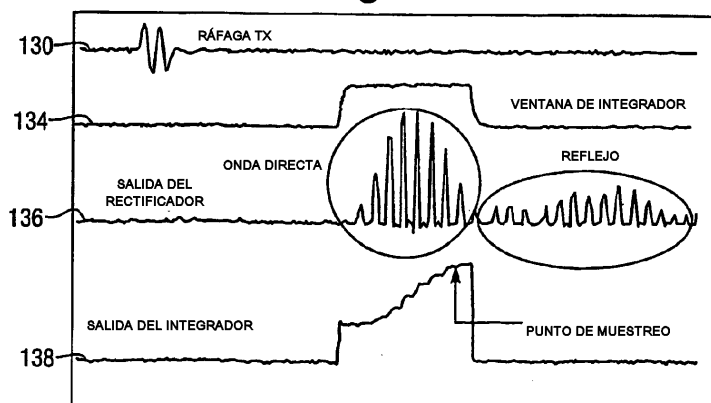


Fig.10.

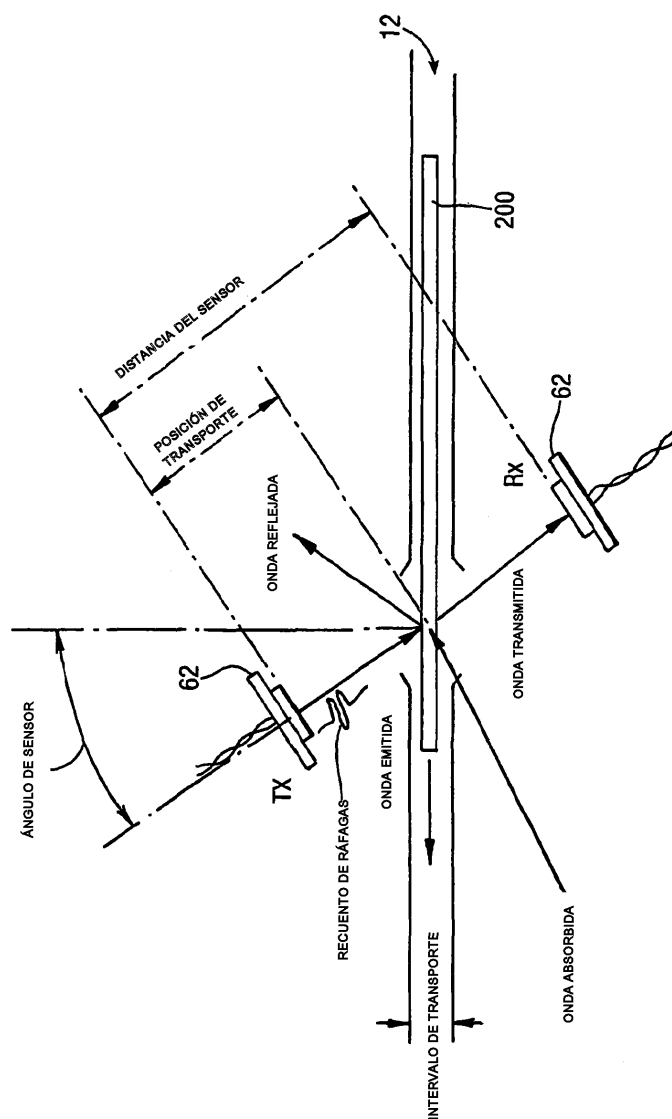


Fig.11.

DRE 100 - SIN CINTA

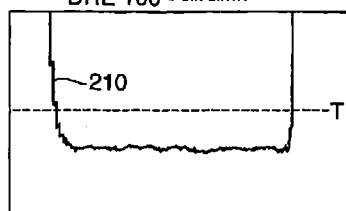


Fig.12.

DRE 100 -CINTA MATE

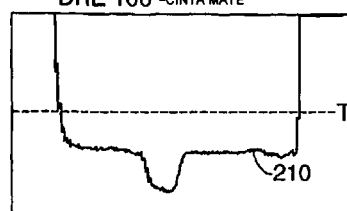


Fig.13.

DRE 100 - CINTA CRISTAL

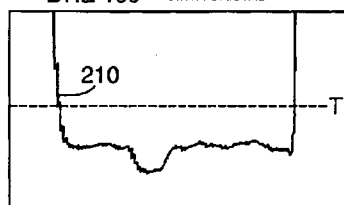


Fig.14.

CHF 20 - CINTA Y
MICROPERFORACIÓN

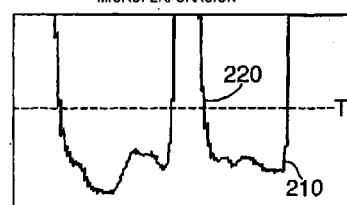


Fig.15.

EUR 5 - SIN CINTA

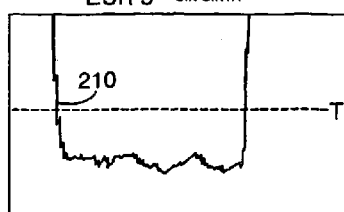


Fig.16.

EUR 5 - CINTA EN HILO

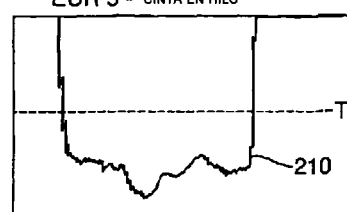


Fig.17.

DRE 100 - CORTE CON CUCHILLA DE 1 CM

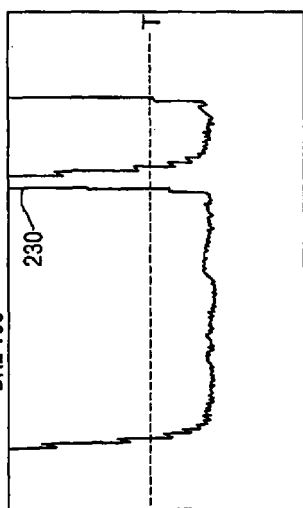


Fig.18.

DRE 100 - RASGADO CERRADO DE 1 CM

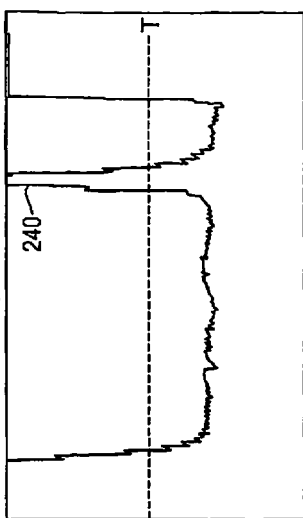


Fig.19.

DRE 100 - AGUJERO DE ALFILER EN CENTRO DEL SENSOR

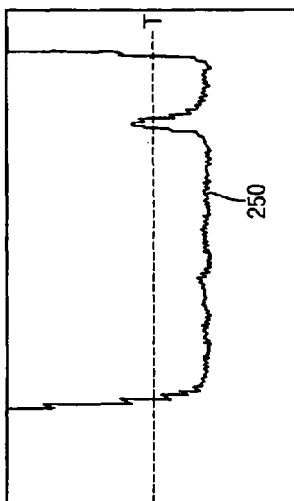


Fig.20.

DRE 100 - AGUJERO DE ALFILER EN LADO DEL SENSOR

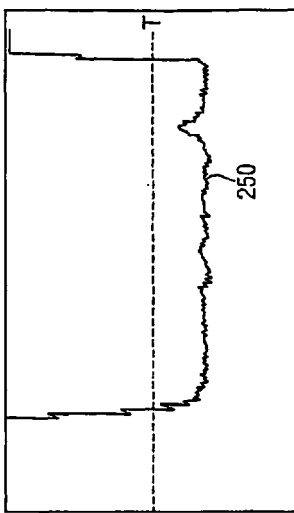


Fig.21.
TASA DE RÁFAGAS: 918 μ s, 30°, 2cm

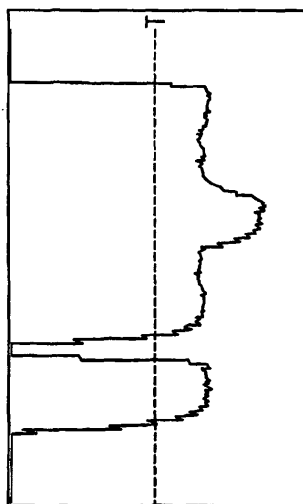


Fig.22.
TASA DE RÁFAGAS: 233 μ s, 30°, 2cm

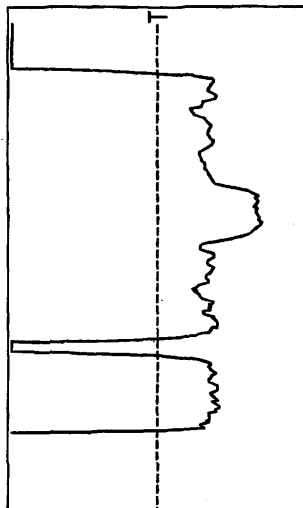


Fig.23.
TASA DE RÁFAGAS: 123 μ s, 30°, 2cm

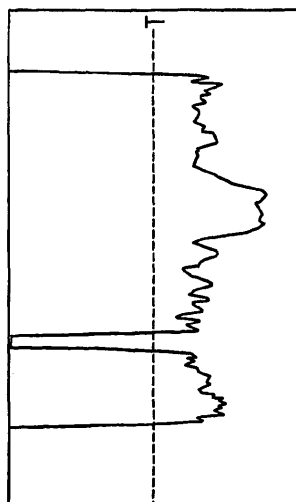


Fig.24.
TASA DE RÁFAGAS: 109 μ s, 30°, 2cm

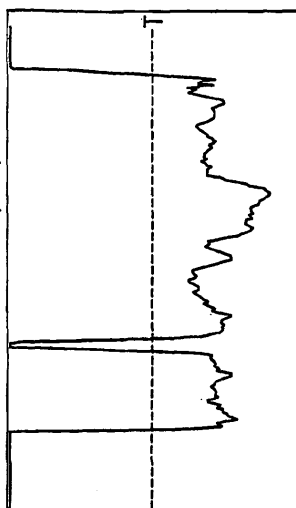


Fig.25.
TASA DE RÁFAGAS: 918 us
ÁNGULO: 30°
DISTANCIA: 20 mm
POS. TRANS.: 10 mm

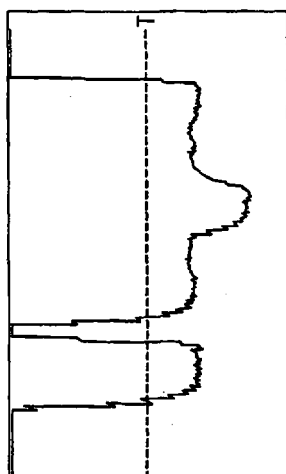


Fig.26.

TASA DE RÁFAGAS: 918 us
ÁNGULO: 0°
DISTANCIA: 20 mm
POS. TRANS.: 10 mm

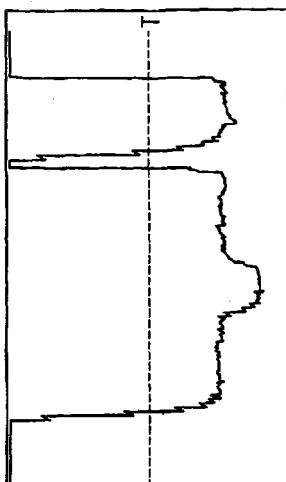


Fig.27.
TASA DE RÁFAGAS: 233 us
ÁNGULO: 0°
DISTANCIA: 20 mm
POS. TRANS.: 10 mm

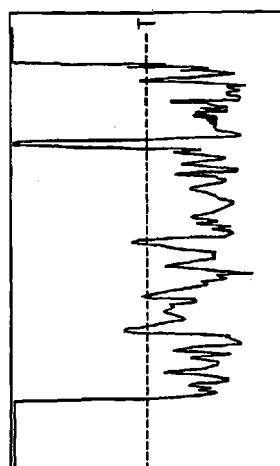


Fig.28.

TASA DE RÁFAGAS: 918 us
ÁNGULO: 0°
DISTANCIA: 20 mm
POS. TRANS.: 4 mm

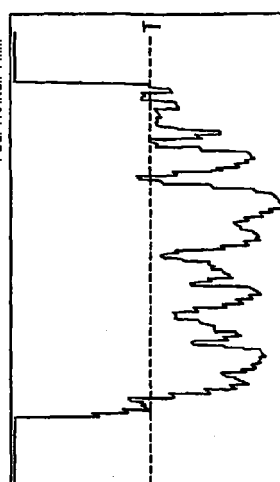


Fig.29.

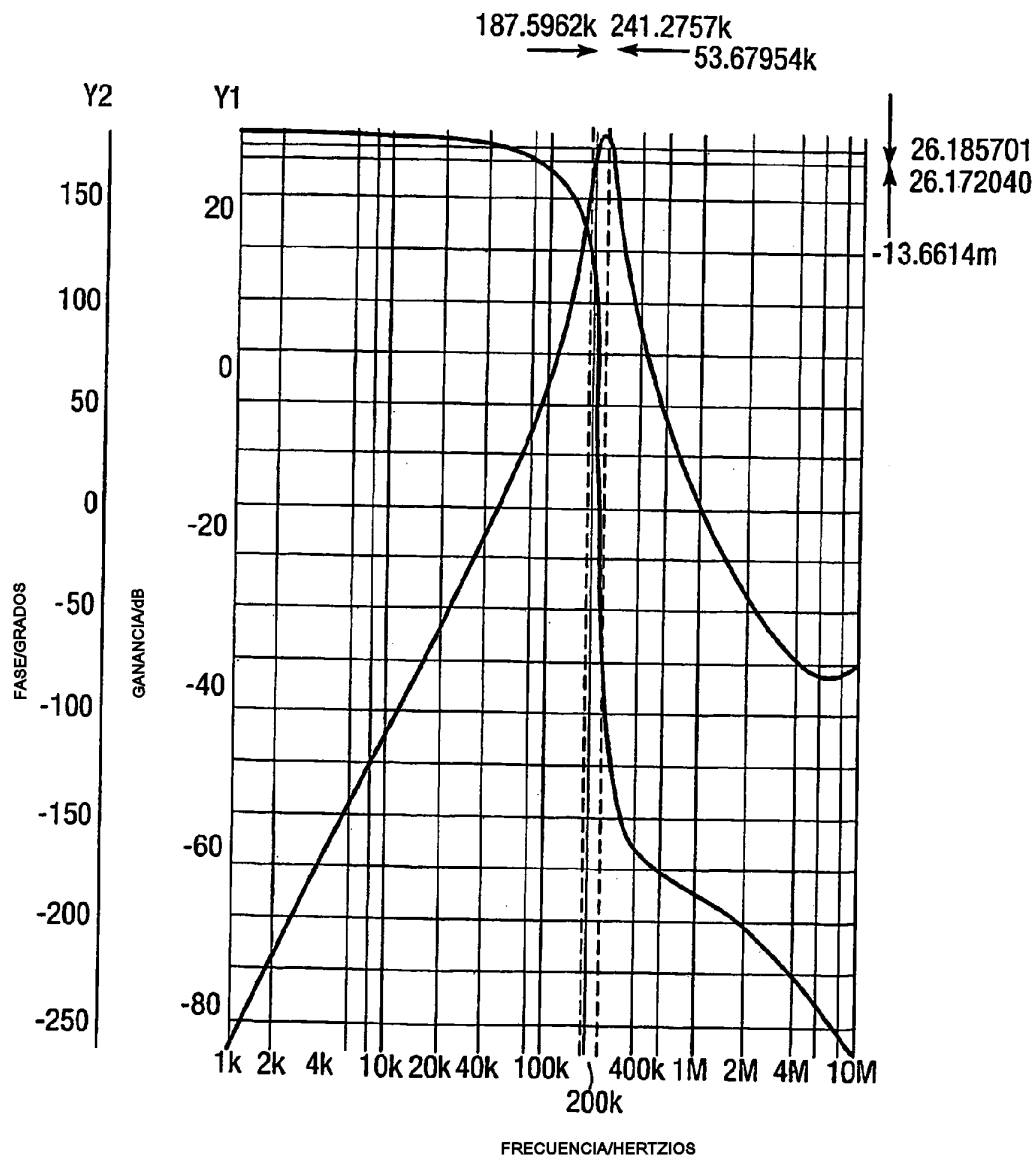


Fig.30.

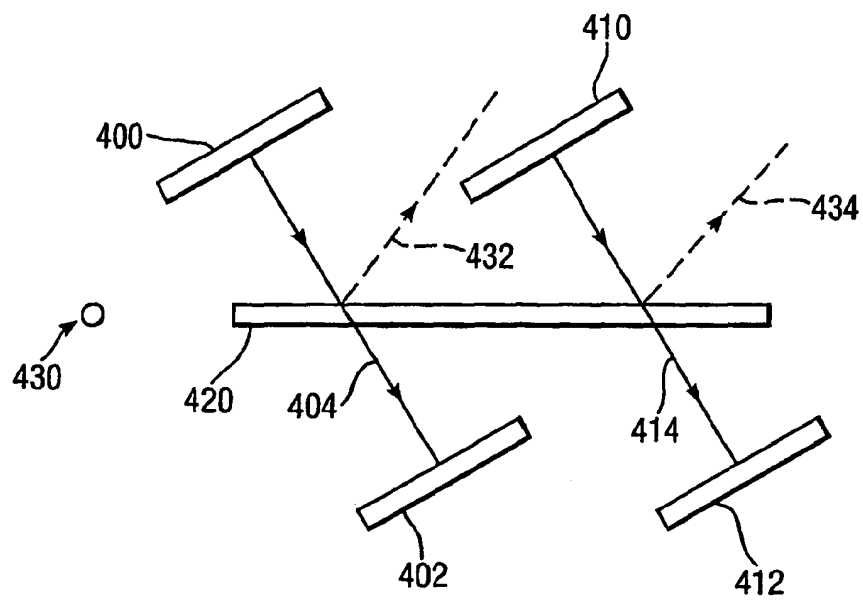


Fig.31.

