



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 291 531**

51 Int. Cl.:
G06K 19/067 (2006.01)
G06K 7/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Número de solicitud europea: **02798602 .5**
86 Fecha de presentación : **26.12.2002**
87 Número de publicación de la solicitud: **1472649**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **03.11.2004**

54 Título: **Lector para etiquetas de identificación SAW de alta capacidad de información y procedimiento de utilización de este lector.**

30 Prioridad: **30.01.2002 US 66249**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2008

73 Titular/es: **RF Saw Components, Incorporated**
900 Alpha Drive, Suite 400
Richardson, Texas 75081, US
Clinton S. Hartmann

72 Inventor/es: **Hartmann, Clinton, S.**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 291 531 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

Lector para etiquetas de identificación SAW de alta capacidad de información y procedimiento de utilización de este lector.

5

Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere, en general, a un lector de etiquetas de identificación SAW y, más específicamente, a un lector para uso con etiquetas de identificación de ondas acústicas de superficie (SAW) que tienen un contenido de datos mejorado y a métodos de operarlo y fabricarlo.

10

Antecedentes de la invención

Todo el mundo está familiarizado con los códigos de barras y bandas magnéticas empleadas por las empresas para realizar funciones de identificación y los varios dispositivos usados para leerlos. Generalmente, las bandas magnéticas son leídas pasando una tarjeta que lleva una banda, tal como una tarjeta de crédito, a través de un lector. Las bandas magnéticas también pueden ser leídas por dispositivos de contacto o proximidad donde la tarjeta, tal como una tarjeta de aparcamiento o acceso, se coloca en el lector o se mantiene cerca de él. Los códigos de barras son leídos muy a menudo usando un “cañón de luz” para leer el código e identificar el elemento asociado con dicho código particular. La principal razón por la que los códigos de barras y las bandas magnéticas son los sistemas de identificación elegidos es que son muy baratos.

15

20

Sin embargo, el número de aplicaciones para las que son útiles los códigos de barras y bandas magnéticas es limitado, por la cantidad relativamente pequeña de datos que pueden codificar y sus limitaciones de legibilidad inherentes. Una de tales limitaciones de legibilidad es la distancia a la que pueden ser usados. Son sistemas de corto alcance que requieren que el lector esté en contacto o muy cerca (a pocos centímetros, a lo sumo) del código de barras o la banda magnética, según sea el caso, con el fin de decodificar datos. También están limitados por el hecho de que no puede haber obstrucción entre el lector y el código de barras o la banda magnética para que el lector decodifique exactamente los datos. La orientación del lector con relación al código de barras o la banda magnética también puede ser un problema de legibilidad significativo. Si el dispositivo de lectura no está adecuadamente alineado o se mantiene en un ángulo incorrecto, la información codificada no puede ser leída. Como resultado de estos problemas, cada operación de lectura individual requiere la exploración manual por un operador humano si se necesita una lectura altamente exacta. Las varias limitaciones de los códigos de barras y las bandas magnéticas han evitado su uso en un amplio rango de aplicaciones para etiquetas legibles por máquina que necesitan una lectura altamente fiable y totalmente automatizada a distancias de lectura de hasta varios metros.

15

20

35

La etiqueta de identificación por radio frecuencia “RFID”) es otro dispositivo de identificación de la técnica anterior. Como el nombre sugiere, cuando las etiquetas RFID son interrogadas, reflejan o retransmiten una señal radio que devuelve información de identificación codificada. Las etiquetas RFID tienen muchos usos, que van desde la recogida de peajes de autopistas y puentes hasta estar embebidas en objetos para evitar las falsificaciones. Una ventaja de las etiquetas RFID sobre los dispositivos magnéticos y los códigos de barras es que generalmente pueden ser detectados a una distancia algo más larga sin tener problemas de línea de visión y de orientación tan significativos como los que presentan los sistemas de códigos de barras y bandas magnéticas. Aunque las etiquetas RFID tienen un rango de fiabilidad más amplio que los omnipresentes sistemas de banda magnética y código de barras, el rango al que pueden operar fiablemente todavía es un factor de limitación.

40

45

Los dispositivos de etiquetas RFID de la técnica anterior son de dos tipos básicos: los que contienen un microchip y los que no. Hay una diferencia radical en el costo y el rendimiento entre los dos tipos; hasta tal punto que raras veces compiten uno con otro en cuanto al tipo de uso. Como una regla general, las etiquetas de chip cuestan más por tener una mayor capacidad de datos que las etiquetas sin chip. Las etiquetas con chip, por ejemplo, no están disponibles generalmente a un costo unitario inferior a un dólar aproximadamente cada una cuando se piden en unas cantidades de menos de un millón; mientras que muchas etiquetas sin chip tienen un costo de menos que 20 centavos cada uno, incluso cuando se piden en una cantidad de cien mil.

50

55

Las etiquetas con chip son con mucho las más populares. Una etiqueta de chip consta de cuatro elementos o características: (1) un microchip de ordenador; (2) circuitos para convertir señales radio a señales de datos informáticos y hacerlas volver a señales radio; (3) una antena; y (4) unos medios para suministrar potencia CC a la circuitería del chip. En etiquetas de chip RFID de bajo costo, las dos primeras características están a menudo parcial o totalmente integradas en un solo microchip, integración que requiere ciertos compromisos en el rendimiento de la etiqueta (rango de lectura, número de bits, etc). Esta combinación de características también da lugar a ciertos compromisos de costo y/o diseño del circuito integrado (CI) para acomodar circuitería tanto digital como de radio frecuencia en un solo CI. El impacto de estos compromisos de diseño puede ser parcialmente compensado por el uso de bajas radio frecuencias (RF) operativas que, a su vez, dan lugar a antenas bastante grandes y caras.

60

65

El problema más desalentador de las etiquetas de chip es la necesidad de potencia CC para la circuitería del chip. La combinación de problemas medioambientales acoplados con severas limitaciones de costo, tamaño y peso requiere generalmente que la etiqueta no lleve una batería u otra fuente de alimentación. La única solución utilizable en general es obtener potencia CC convirtiendo la potencia RF recibida de la señal del lector de etiquetas en potencia

CC dentro de la etiqueta. Los expertos en la técnica pertinente denominan a las etiquetas sin batería u otra fuente de potencia etiquetas “pasivas”, mientras que las que contienen una batería u otra fuente se denominan etiquetas “activas”. El método pasivo de suministrar potencia CC a una etiqueta de chip requiere una antena de etiqueta más eficiente (es decir, mayor tamaño y costo) y mayores niveles de potencia transmitida del lector. También requiere componentes añadidos que aumentarán el costo del microchip o el costo de la etiqueta por los componentes eléctricos extra requeridos en la etiqueta, componentes adicionales que también darán lugar a una etiqueta de mayor tamaño. La limitación más importante de etiquetas de chip pasivas, sin embargo, es la severa restricción del rango de lectura de la etiqueta porque una señal suficientemente fuerte para alimentar la etiqueta solamente se extiende una corta distancia de la antena del lector de etiquetas. Así, aunque las etiquetas de chip tienen la parte predominante del mercado RFID, el alto costo y el rango de lectura limitado se combinan para evitar que las etiquetas de chip sustituyan a los códigos de barras o las bandas magnéticas de manera significativa.

Las etiquetas RFID “sin chip” no contienen un microchip, pero, en cambio, dependen de materiales magnéticos o circuitos de película fina sin transistor para almacenar datos. Una ventaja principal de las etiquetas RFID sin chip es su costo relativamente bajo. Las desventajas de las etiquetas sin chip incluyen que son de rango limitado (varios centímetros a lo sumo) y solamente contienen cantidades limitadas de información. La severidad de estos problemas ha evitado su aceptación comercial a pesar de su bajo costo potencial.

En el año 2000, el mercado global corriente de los sistemas y servicios RFID convencionales fue del orden de 500 millones de dólares estadounidenses. Este mercado es en gran parte para etiquetas de chip que cuestan típicamente de aproximadamente un dólar a decenas de dólares cada una. Aunque las etiquetas sin chip no se venden bien, han generado gran interés por parte de varios usuarios potenciales a causa de su bajo costo potencial. Existe un inmenso vacío en el mercado de la identificación automática entre los códigos de barras de muy bajo costo y las etiquetas de chip RFID de mayores prestaciones. El mercado general reclama una solución técnica para llenar dicho vacío. Las características críticas de la nueva tecnología de identificación automática para llenar este ranura son: (1) un costo de entre un centavo y diez centavos por etiqueta cuando se fabrican en grandes cantidades; (2) lectura fiable sin la necesidad de exploración manual por un operador humano; (3) lectura fiable sin una línea de vista entre la etiqueta y lector de etiquetas (es decir, lectura fiable aunque la etiqueta esté rayada o cubierta de suciedad, o en el lado erróneo del paquete, etc); (4) un rango de lectura fiable de al menos uno a dos metros; y (5) una capacidad de datos de la etiqueta de aproximadamente 100 bits. Tales etiquetas son de vital interés para autoridades postales, líneas aéreas y aeropuertos, autoridades de tránsito masivo, criadores de animales, la industria del ganado, empresas de distribución, cualquier negocio con un número significativo de cadenas de suministro, en particular las que mantienen inventario o manejan artículos de consumo en rápido movimiento, etc. Todas éstas son aplicaciones donde una etiqueta de precio alto no es viable, en particular donde la etiqueta es desechable o se venderá con el producto.

Para afrontar y superar las limitaciones de costo, capacidad de datos y rango fiable inherentes a las etiquetas RFID de la técnica anterior, se ha desarrollado un nuevo tipo de etiqueta RFID. Estas etiquetas son las etiquetas de identificación SAW que se describen en detalle en la Solicitud de Patente de Estados Unidos número de serie 10/024.624, titulada “Etiqueta de identificación de ondas acústicas de superficie que tienen un contenido de datos mejorado y métodos de operarlas y fabricarlas”, de Hartmann, del mismo cesionario que la invención. Sin embargo, para las etiquetas de identificación SAW descritas por Hartmann sean de utilidad, es esencial proporcionar un lector fiable capaz de enviar una señal de interrogación y de recibir y decodificar una señal de respuesta para uso con tales etiquetas.

El hecho de que los sustratos piezoeléctricos pueden ser estructurados para que devuelvan una respuesta a una señal de interrogación ha sido reconocido en numerosos casos, pero en ningún caso se ha descrito o sugerido que la cantidad de datos que pueden ser codificados en un sustrato piezoeléctrico puede ser incrementado haciendo que un pulso reflejado sea codificado por la combinación simultánea de posición de fase y la posición de pulso de la posición de un reflector en el sustrato. Véase, por ejemplo, la Solicitud de Patente de Estados Unidos publicada número 2002/0005677A1 de Reindl y colaboradores; la Patente de Estados Unidos número 6.144. 332 de Reindl y colaboradores; la Patente de Estados Unidos número 6.208.062 de Nysen y colaboradores; WO97/26555.

Consiguientemente, lo que se necesita en la técnica es un lector de etiquetas de identificación SAW que pueda interrogar fiablemente una etiqueta de identificación SAW con datos sustanciales codificados en ella y que pueda detectar y decodificar fiablemente la señal de retorno de la etiqueta.

Resumen de la invención

Para resolver las deficiencias antes indicadas de la técnica anterior, la presente invención proporciona un lector de etiquetas de identificación SAW y métodos de operarlo y fabricarlo.

Según la invención se facilita un sistema lector de etiquetas de identificación SAW según la reivindicación 1. Además, según la invención se facilita un método de operar un sistema lector de etiquetas SAW según la reivindicación 13. Además, según la invención se facilita un método de fabricar un sistema lector de etiquetas de identificación SAW.

En una realización, el lector de etiquetas de identificación SAW incluye: (1) un transmisor capaz de enviar una señal de interrogación que excita un transductor SAW situado en un sustrato piezoeléctrico, teniendo el sustrato piezoeléctrico un grupo de ranuras dispuestas por posición de pulso y posición de fase, y un número de reflectores distribuidos

entre las ranuras de tal manera que los reflectores devuelvan al transductor una señal de retorno conteniendo un número codificado por posición de pulso y posición de fase; y (2) un receptor para detectar la señal de retorno y decodificar el número.

5 La presente invención introduce así un lector para uso con etiquetas de identificación SAW donde la etiqueta de identificación SAW se construye para usar posiciones de fase y posiciones de pulso para devolver un número codificado. Usando métodos de codificación de posición de fase y posición de pulso se puede lograr un aumento drástico de la cantidad de datos que una etiqueta de identificación SAW puede contener. Tal aumento permite que una etiqueta de identificación SAW contenga un número globalmente único, permitiendo así que el uso de tales etiquetas identifique
10 de forma única y fiablemente y haga el seguimiento de un número de objetos hasta ahora sin precedentes. La presente invención proporciona un lector para interrogar fiablemente tales etiquetas de identificación SAW y decodificar exactamente un número codificado en la señal de retorno bajo una variedad de diferentes condiciones medioambientales.

15 En una realización de la presente invención, el lector se usa para transmitir señales de interrogación a, y detectar y decodificar señales de retorno de, una etiqueta de identificación SAW donde los reflectores están dispuestos de tal manera que dicha posición de fase esté en cuadratura. En otra realización, un reflector de encuadre está situado entre el transductor SAW y el grupo.

20 En una realización de la presente invención, el lector de etiquetas de identificación SAW puede leer una etiqueta de identificación SAW que codifica un número que tiene una longitud de al menos ocho bits. Otra realización proporciona un lector de etiquetas de identificación SAW para uso con etiquetas de identificación SAW que tienen una pluralidad de grupos separados por espacios muertos. En otra realización, el lector de etiquetas de identificación SAW puede leer una etiqueta de identificación SAW que tiene al menos cuatro grupos y codifica un número que tiene una longitud de al menos 32 bits. En otra realización, el lector de etiquetas de identificación SAW puede leer una etiqueta de
25 identificación SAW que tiene al menos doce grupos y codifica un número que es de al menos 64 bits de largo.

Una realización especialmente útil proporciona un lector de etiquetas de identificación SAW que usa una señal de interrogación que tiene una frecuencia de entre dos y tres gigahertzios. Una aplicación especialmente ventajosa de esta realización proporciona una frecuencia de 2,45 gigahertzios.

30 Una realización muy útil del lector de etiquetas de identificación SAW realiza la lectura de una etiqueta de identificación SAW conteniendo datos pertenecientes a un objeto asociado con el número. Esta característica permite que grupos de números estén asociados de forma única con tipos específicos de objetos. Por ejemplo, un cierto bloque predeterminado de números de etiqueta de identificación SAW puede ser asociado con ganado vacuno mientras que otro bloque puede ser asociado con piezas de automóvil.

La utilidad del lector de etiquetas de identificación SAW se mejora con una realización de la invención que tiene se compone además de un ordenador asociado con ella. Otro aspecto de la invención se compone además de la etiqueta de identificación SAW asociado con una red de ordenadores.

40 La presente invención abarca una amplia serie de realizaciones del lector de etiquetas de identificación SAW. En una realización a ilustrar y describir, el lector de etiquetas de identificación SAW se selecciona del grupo que consta de un lector de panel lateral, un lector de estante, un lector de puerta, un lector de carretera, un lector de mano de rango corto, un lector de mano de rango largo, un lector fijo de rango largo, un lector de varilla y un lector de yema del dedo.

45 En lo que antecede se han esbozado, de forma bastante amplia, características preferidas y alternativas de la presente invención de modo que los expertos en la técnica puedan entender mejor la descripción detallada de la invención que sigue. A continuación se describirán características adicionales de la invención que forman la materia de las reivindicaciones de la invención. Los expertos en la técnica deberán apreciar que pueden usar fácilmente las ideas descritas y realización específica como una base para diseñar o modificar otras estructuras para llevar a cabo los mismos fines de la presente invención. Los expertos en la técnica también deberán darse cuenta de que tales construcciones equivalentes no se apartan del espíritu y alcance de la invención en su forma más amplia.

55 Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de la presente invención, se hace referencia ahora a las descripciones siguientes tomadas en unión con los dibujos acompañantes, en los que:

60 La figura 1 ilustra una vista isométrica lateral de una máquina de manipulación de equipajes que se presenta como un ejemplo de una realización de un lector de etiquetas de identificación SAW construido según la presente invención.

La figura 2 ilustra un diagrama de bloques de una realización de un lector de etiquetas de identificación SAW construido según la presente invención.

65 La figura 3 ilustra una vista en planta de una realización de una etiqueta de identificación SAW con una antena configurada para proporcionar una señal de retorno con un número específico codificado en ella por posición de pulso y posición de fase.

ES 2 291 531 T3

La figura 4 ilustra un ejemplo de PPM digital que representa cuatro posiciones de un intervalo de tiempo para transmitir datos usando PPM convencional.

5 La figura 5 ilustra un ejemplo de una realización de la invención que representa posiciones de pulso para una PPM digital de cuatro estados convencional.

La figura 6 ilustra un ejemplo de posiciones de pulso permisibles con solapamiento significativo.

10 La figura 7 ilustra los detalles de una realización de pulsos con un aumento cinco veces superior del número de estados que tiene un margen de detección limitado.

Las figuras 8A y 8B ilustran las partes real e imaginaria de pulsos de solapamiento con un desplazamiento de fase añadido de $+90^\circ$.

15 La figura 9 ilustra una realización de la invención donde un incremento de fase distinto de 90° se usa con discriminación sustancialmente mejorada entre el estado correcto y los estados contiguos donde las espaciaciones de pulsos permisibles son $T_{min}/5$ y se usa una diferencia de fase de $78,5^\circ$ entre estados permitidos adyacentes.

20 La figura 10 ilustra una realización de una regla de espaciación mínima de pulsos que permite usar MPGK junto con PTSK.

La figura 11 ilustra una tabla que representa los 286 estados posibles que hay cuando se usan tres reflectores en un grupo de 21 ranuras que tienen un factor de salto de cuatro.

25 La figura 12 ilustra una tabla que representa los estados para una etiqueta RFID SAW con 10 ranuras, dos reflectores y 36 posiciones posibles.

30 La figura 13 ilustra una tabla que representa un subgrupo de estado de una etiqueta RFID SAW con cuatro reflectores por grupo, 20 ranuras por grupo, un factor de salto de tres, un incremento de fase entre ranuras adyacentes $\pm 90^\circ$ con división en 2 subgrupos y solamente un reflector de cada fase específica por grupo.

Las figuras 14A-14I ilustran varias realizaciones de lectores de etiquetas de identificación SAW construidos según la presente invención.

35 La figura 15 ilustra un diagrama de bloques de un método de operar un lector de etiquetas de identificación SAW.

Y la figura 16 ilustra un diagrama de bloques de un método de fabricar un lector de etiquetas de identificación SAW.

40 Descripción detallada

Con referencia inicialmente a la figura 1, se ilustra una vista isométrica lateral de una máquina de manipulación de equipajes 100, que se presenta como un ejemplo de una realización de un lector de etiquetas de identificación SAW 110 construido según la presente invención. Cada objeto a identificar, tal como equipajes 120, tiene una etiqueta de identificación SAW 130 asociada con él. Para identificar fiablemente el objeto, una etiqueta de identificación SAW 130 debe tener suficiente capacidad de datos para identificar fiablemente un objeto con particularidad. Si la etiqueta de identificación SAW 130 tiene la necesaria capacidad de datos, el lector 110 interrogará la etiqueta 130 transmitiendo una señal de interrogación, detectará una señal de retorno y decodificará el número de identificación globalmente único que está codificado en dicha señal de retorno. Las etiquetas de identificación SAW 130 con suficiente capacidad de datos para codificar un número de identificación globalmente único adecuado para uso con la presente invención se describen en detalle en la Solicitud de Patente de Estados Unidos número de serie 10/024.624, titulada "Etiqueta de identificación de ondas acústicas de superficie que tiene un contenido de datos mejorado y métodos de operarla y fabricarla" por Hartmann, del mismo cesionario que la invención.

55 Una máquina de manipulación de equipajes 100 del tipo ilustrado podría ser usada de forma beneficiosa por una compañía aérea o compañía de autobuses en unión con etiquetas de identificación SAW 130 tal como la descrita en Hartmann. Los expertos en la técnica pertinente reconocerán que se podría construir y usar varias configuraciones de máquinas de manipulación de equipajes 100, y estarían dentro del alcance previsto de la presente invención. Cuando los equipajes 120 son movidos a través del lector 110 en una cinta transportadora 140, un transmisor 150 transmite una señal de interrogación a cada etiqueta de identificación SAW 130 que está asociada con un elemento de equipaje 120. Cada una de las etiquetas de identificación SAW 130 responde a la señal de interrogación transmitiendo una señal de retorno con su propio número de identificación globalmente único codificado en ella. Un receptor 160 en el lector 110 detecta la señal de retorno y decodifica el número que permite al usuario identificar el elemento de equipaje 120 con particularidad.

65 En la mayoría de los casos, el equipaje 120 se colocará en la cinta transportadora 140 con la etiqueta de identificación SAW 130 en una posición donde pueda ser leída por el lector 110. En algunos casos, sin embargo, la etiqueta de identificación SAW 130 estará situada en una posición donde el equipaje 120 constituya un obstáculo entre la eti-

ES 2 291 531 T3

queta de identificación SAW 130 y el lector 110. Aunque un lector 110 puede ser suficiente fuerte para detectar una etiqueta 130 en tal posición, algunos artículos serán inevitablemente tan gruesos o estarán hechos de una sustancia que bloqueen la señal de interrogación o la señal de retorno. Para leer etiquetas 130 bloqueadas de esa forma, la máquina ilustrada 100 proporciona para un lector de proximidad de etiquetas de identificación SAW de reserva 170. El lector de proximidad de etiquetas de identificación SAW 170 genera una señal de interrogación y detecta y decodifica una señal de retorno de una etiqueta de identificación SAW 130. La principal diferencia entre el lector estándar 110 y el lector de proximidad 170 es la forma en que la señal de interrogación es generada y detectada. En el caso de un lector estándar 110, el lector 110 irradia por el aire una señal que es procesada y devuelta por la etiqueta 130 como una señal de retorno que también es irradiada a través del aire. En el caso del lector de proximidad 170, la señal de salida del lector 170 no es irradiada. En cambio, se crean campos eléctricos y magnéticos cerca de los hilos 175 que acoplan a/de una etiqueta 130 solamente cuando la etiqueta 130 está cerca de los hilos 175.

La realización ilustrada de un lector de proximidad de etiquetas de identificación SAW 170 tiene dos hilos 175 situados de modo que abarquen la cinta transportadora 140 por estar situados entre rodillos 145 donde dos secciones se unen conjuntamente. Una corriente eléctrica en los hilos 175 genera un campo eléctrico o magnético circundante suficiente para excitar el transductor en la etiqueta SAW 130 para producir una señal de interrogación cuando la etiqueta 130 cruza los hilos 175. Una señal de retorno es detectada y decodificada posteriormente por el lector de proximidad de etiquetas de identificación SAW 170. Los expertos en la técnica pertinente conocerán fácilmente que hay numerosas aplicaciones adecuadas para usar un lector de proximidad de etiquetas de identificación SAW 170 del tipo descrito, todas las cuales caen dentro del alcance previsto de la invención.

Después de conocer el número de identificación en una etiqueta de identificación SAW 130 asociada con un elemento de equipaje 120, la información es transferida a un ordenador 180 asociado con el lector 110. Esta información puede ser usada entonces para facilitar el manejo el equipaje 120, por ejemplo, generando instrucciones de manejo tales como dirección, carga, descarga o entrega. En otra realización útil de la invención, el lector 110 está asociado con una red de ordenadores 185. Dicha red de ordenadores 185 puede ser una red de área local ("LAN"), una red de área ancha ("WAN"), una intranet, una extranet, Internet o cualquier combinación de las mismas.

En una red de ordenadores típica 185 habrá normalmente al menos un servidor con una base de datos diseñada para realizar tareas específicas, tal como recibir, recuperar, actualizar y diseminar información. La presente invención prevé que se suministre información a la base de datos por un lector 110 que interroga y lee etiquetas de identificación SAW 130. Además de un servidor, la mayoría de las redes de ordenadores 185 tienen varios dispositivos de interface convencionales, tal como ordenadores personales, estaciones de trabajo, sistemas informáticos de oficina y ordenadores portátiles. Además de dispositivos de interface convencionales, las redes de ordenadores 185 también pueden incluir asistentes digitales personales y vehículos individualmente direccionables ("IAV"). Un IAV puede ser cualquier instrumento capaz de ciertas funciones informáticas que se combina con un receptor y/o transmisor inalámbricos y que es direccionable individualmente. Un IAV podría ser usado, por ejemplo, por un manipulador de equipaje en la pista de un aeropuerto para comunicar con la red de ordenadores 185.

Pasando ahora a la figura 2, se ilustra un diagrama de bloques de una realización de un lector de etiquetas de identificación SAW 200 construido según la presente invención. Un transmisor 205 en el lector 200 envía una señal de interrogación 210 que es recibida por un transductor SAW 215 en un sustrato piezoeléctrico 220 de la etiqueta SAW. La interrogación excita el transductor SAW 215 que envía una señal SAW 225 al sustrato 220. Como se describe a continuación con detalle, en la superficie del sustrato 220 hay un grupo de ranuras dispuestas por posición de pulso y posición de fase. Un número de reflectores 230 están distribuidos entre las ranuras y dispuestos por posición de pulso y posición de fase para generar una señal de retorno 240 al transductor 215 con un número 250 codificado en él. Un receptor 260 en el lector 200 detecta la señal de retorno 240 y decodifica el número 250.

Pasando ahora a la figura 3 se ilustra una vista en planta de una realización de una etiqueta de identificación SAW 300 con una antena 305 configurada para proporcionar una señal de retorno con un número específico codificado en ella por posición de pulso y posición de fase. La etiqueta SAW 300 tiene un transductor 310 en un extremo donde se usa una antena 305 para recibir una señal de interrogación del lector de etiquetas SAW. Se genera una SAW que pasa a la superficie de la etiqueta SAW 300 y encuentra reflectores 320 dispuestos por posición de pulso y posición de fase de modo que la señal de retorno tendrá un número codificado en ella que está asociado de forma única con la etiqueta de identificación SAW interrogada 300.

En la superficie de la etiqueta de identificación SAW 300 se encuentran uno o más grupos 340 de ranuras 330 que están dispuestos por posición de pulso y posición de fase. Naturalmente, también podrían estar dispuestos por posición de pulso, posición de fase y posición de amplitud y todavía estar dentro del alcance previsto de la presente invención. El número de ranuras 330 y su disposición dependen del sistema de codificación que se use. Una realización especialmente útil de la invención proporciona los reflectores 320 a disponer de tal forma que la posición de fase esté en cuadratura. Los expertos en la técnica pertinente entenderán que otras realizaciones de la invención pueden usar diferentes posiciones de fase que requieran diferentes disposiciones de ranuras 330 dentro de un grupo 340 así como un número diferente de ranuras 330 y grupos 340 y todavía estar dentro del alcance previsto de la presente invención.

En una realización de la invención, el lector de etiquetas de identificación SAW se usa con etiquetas SAW 300 que tienen un reflector de encuadre 350 situado entre el transductor 310 y el grupo 340 de ranuras 330. Tal reflector de encuadre 350 se puede considerar el punto de inicio en la señal de retorno donde el lector de etiquetas de identificación

ES 2 291 531 T3

SAW puede empezar a detectar un número codificado de identificación. En otra realización, un reflector de extremo 360 está situado en la etiqueta SAW 300 después del grupo 340 o grupos 340 de ranuras 330. El reflector de extremo 360 conjuntamente con el reflector de encuadre 350, sirven para encuadrar una señal de retorno para el lector de etiquetas de identificación SAW a decodificar. La realización ilustrada también representa un espacio muerto 370 que separa cada grupo 340. Este espacio muerto 370, aunque no necesario para la presente invención, sirve para separar grupos 340 y disminuir la interferencia entre símbolos.

Para entender la disposición de reflectores 320 en una etiqueta SAW 300 y la señal de retorno que tienen un único número codificado, es útil considerar métodos relevantes de modulación de señal. En modulación de posición de pulso (PPM) convencional una corriente de datos puede ser codificada dividiéndola en valores de muestra separados donde se usa un solo pulso para transmitir información contenida en una muestra. El cambio de la posición de tiempo de ese único pulso en un intervalo de tiempo predeterminado sirve para transmitir la información acerca de dicha muestra. Los pulsos únicos en intervalos de tiempo posteriores se usan igualmente para transmitir información sobre valores de muestra posteriores.

Pasando ahora a la figura 4, se ilustra un ejemplo de PPM digital que representa cuatro posiciones de pulso de un intervalo de tiempo donde datos puede ser transmitido usando PPM convencional. En este caso, la muestra a transmitir es digital y tiene uno de cuatro valores posibles. Se representan cuatro formas de onda posibles que constan de formas de onda de pulso único nominalmente idénticas cuyas posiciones de tiempo pueden estar centradas en unas de cuatro posiciones de tiempo o posiciones de pulso. La espaciación de tiempo mínima requerida entre posiciones de pulso para asegurar que el entorno de posiciones de pulso contiguas sea esencialmente cero en el pico de cualquier pulso seleccionado es T_{min} . Naturalmente, se puede usar una espaciación de pulso más ancha que T_{min} sin afectar a la capacidad de demodular una señal PPM; sin embargo, si las posiciones de los pulsos están menos espaciadas que T_{min} , es más difícil distinguir de forma inequívoca una posición de pulso de su contigua. Utilizar un lector para muestrear la forma de onda PPM en cada una de las cuatro posiciones de pulso máximas posibles y seleccionar la más grande da lugar a la demodulación de PPM convencional. Es fácilmente evidente a los expertos en la técnica relevante que el proceso de demodulación debe ser sincronizado usando uno de varios métodos de sincronismo conocidos en la técnica.

Las cuatro posiciones de pulso posibles representan dos bits binarios de datos. Un grupo posterior de cuatro posiciones de pulso ocupadas por un solo pulso puede representar unos dos bits binarios de datos adicionales. Se puede usar tantos grupos secuenciales de cuatro posiciones de pulso como sea necesario para representar una palabra de datos deseada conteniendo muchos bits de información.

La modulación PPM es un método de modulación preferido para las etiquetas RFID basadas en dispositivos SAW, porque (1) un solo pulso puede ser creado fácilmente y programado por un reflector SAW colocado en el sustrato SAW, (2) las varias posiciones de tiempo de pulso se refieren directamente a la posición espacial de posibles reflectores SAW, (3) el número de bits de datos es mayor que el número de pulsos de señal que reduce pérdida por introducción de tarjeta y (4) el número de reflectores SAW permanece constante para todos los posibles números de identificación de etiquetas, lo que da lugar a etiquetas de pérdida razonablemente baja con amplitudes de pulso uniformes para cualquier identificación de etiqueta. Sin embargo, el uso de PPM para las etiquetas RFID SAW también tiene limitaciones incluyendo: (1) la densidad de datos PPM es baja, lo que incrementa el tamaño del chip (y por lo tanto el costo); (2) la baja densidad de datos combinada con tamaños máximos prácticos para chips SAW crea un límite superior del número de bits para etiquetas prácticas; y (3) los reflejos multirrebote entre los varios reflectores en una etiqueta PPM SAW crean pulsos indeseados que pueden interferir con porciones posteriores del tren de pulsos PPM.

En la figura 4, T_{min} se define como una ranura que representa una duración de tiempo centrada en cualquiera de las posibles posiciones de pulso. Un grupo se representa por un grupo de ranuras adyacentes. El ejemplo de la figura 4 representa un grupo con cuatro estados que representa dos bits de datos binarios. Si se usan cuatro grupos de cuatro ranuras, hay 256 estados posibles (o combinaciones) dados por 4 estados X 4 estados X 4 estados X 4 estados = 256 estados. Esto corresponde a ocho bits de datos (o cuatro veces más datos que un solo grupo). Estos 256 estados (ocho bits de datos) ocupan un total de 16 ranuras. Si estas 16 ranuras se combinan en un solo grupo y se usa el método PPM convencional, un pulso ocuparía uno de las 16 ranuras. Los 16 estados disponibles (cuatro bits de datos) son significativamente menos que los 256 estados que resultarían de usar las mismas 16 ranuras en cuatro grupos separados con cuatro ranuras cada uno.

Si se dejan a un lado los conceptos PPM convencionales y se permiten múltiples pulsos en un solo grupo, el número de estados se incrementa de forma significativa. Por ejemplo, si se permite que cuatro pulsos ocupen cualesquiera cuatro posiciones en un grupo de 16 ranuras, existen 1.820 estados que son significativamente más que los 256 estados disponibles usando la PPM más convencional de cuatro grupos de cuatro ranuras (que ocuparían las mismas 16 ranuras). Además, si se usan ocho pulsos en el grupo de 16 ranuras, hay disponibles 12.870 estados, que es una mejora aún mayor. Si se permiten siete, ocho, o nueve pulsos en un grupo de 16 ranuras, son posibles 35.750 estados que corresponden a más que 15 bits de datos en comparación con los ocho bits de datos si se usase PPM convencional en el mismo espacio.

Una vez que se permiten múltiples pulsos en un solo grupo, no es apropiado describir el formato de modulación como PPM. Un nombre más adecuado para este nuevo método es manipulación de múltiples pulsos por grupo (MPGK) donde manipulación es la equivalente de modulación. Hay varias variantes posibles importantes de MPGK.

ES 2 291 531 T3

Este nuevo método se define (1) dividiendo una corriente de datos de manera que sea transmitida a uno o más valores de muestra separados; (2) usando más de un pulso (es decir, múltiples pulsos) para transmitir un valor de muestra dado; (3) transmitiendo el más de un pulso en un intervalo de tiempo que se divide en intervalos de tiempo que están nominalmente pero no necesariamente adyacentes; (4) la serie de los intervalos de tiempo incluyendo el intervalo de tiempo constituye un grupo de ranuras; y (5) distribuyendo los múltiples pulsos entre el grupo de ranuras de manera predeterminada para representar la información contenida en el valor de muestra separado. Los grupos pueden variar en el número de ranuras y/o en el número de ranuras ocupadas. No todas las ranuras tienen que ser idénticas (se permiten desiguales anchuras de ranura, amplitudes de pulso, etc) ni las ranuras tienen que estar necesariamente adyacentes una a otra. Un solo grupo puede ser definido de tal manera que solamente tenga un número fijo de ranuras ocupadas o, alternativamente, se podría permitir un número variable de ranuras ocupadas. Un solo mensaje de datos podría incluir más de un tipo de grupo (por ejemplo una cabecera podría ser un tipo de grupo, los datos reales un segundo tipo de grupo, la sincronización un tercero, y una detección/corrección de errores podría ser un cuarto). Todas estas variantes tienen especial utilidad en etiquetas RFID SAW. Tales variantes caen dentro del alcance de esta invención.

Pasando ahora a la figura 5, se ilustra un ejemplo de una realización de la invención que representa posiciones de pulso para una PPM digital de cuatro estados convencional. En su implementación más simple, el método de modulación cubierto por la presente invención usa un solo pulso por grupo similar a la PPM convencional. El ejemplo en la figura 5 es una representación compacta de las posiciones de pulso permisibles en un grupo con cuatro ranuras, siendo T_{min} la separación de tiempo entre las posiciones de pulso máximas permisibles. En PPM solamente uno de estos pulsos es transmitido en este grupo y si el muestreo de demodulación se realiza en las posiciones máximas permisibles, tres muestras serán esencialmente cero y la muestra correcta tendrá amplitud unitaria. Si el muestreo durante la demodulación no se sincroniza adecuadamente con las posiciones máximas, la amplitud para la posición de "pulso correcto" empezará a disminuir mientras que la amplitud en una posición contigua será mayor que cero. Sin embargo, la señal todavía puede ser correctamente demodulada. Si también hubiese ruido en el sistema, la probabilidad de demodulación incorrecta se incrementará debido a este error de temporización. Sin embargo, si el error de temporización es pequeño, la degradación es despreciable. En principio, si la relación de señal a ruido es suficientemente pequeña, la señal todavía puede ser demodulada satisfactoriamente a condición de que el error de temporización sea menor que $T_{min}/2$.

La capacidad de distinguir satisfactoriamente entre dos posiciones posibles de un solo pulso incluso cuando los pulsos están parcialmente solapados puede ser usada para aumentar la densidad de datos a costa de la sensibilidad de la relación de señal a ruido. Este aumento de la densidad de datos se logra moviendo las posiciones de pulso permisibles más próximas conjuntamente de una manera que la faldilla de una posición de pulso permisible se solape con los picos de las posiciones de pulso contiguas.

Pasando ahora a la figura 6, se ilustra un ejemplo de posiciones de pulso permisibles con solapamiento significativo. La espaciación de pulsos permisible ha sido reducida a una unidad en comparación con las cinco unidades representadas en la figura 5. En este caso, la anchura de ranura es igual a $T_{min}/5$ y así potencialmente representa un aumento cinco veces superior del número de estados. Este método para incrementar la densidad de datos raras veces se usa a causa de la obvia reducción del margen de detección para distinguir posiciones de pulso contiguas.

Pasando a la figura 7, se ilustran los detalles de una realización de pulsos con un aumento cinco veces superior del número de estados que tiene un margen de detección limitado. Para demodular una señal con los pulsos muy solapados representados en la figura 7, habría que muestrear la señal recibida en las posiciones máximas de todas las posiciones de pulso posibles (es decir, en todas las posiciones enteras en el eje horizontal en la figura 7). Como es evidente por la figura 7, la discriminación es especialmente pobre con respecto a las posiciones de pulso adyacentes, pero esta discriminación aumenta con el pulso adyacente siguiente, el tercer pulso adyacente, etc. La presente invención proporciona un nuevo formato de modulación como se describe aquí. Los pulsos permisibles son modificados de tal manera que cada pulso no solamente tenga una posición de tiempo diferente, sino también un paso de fase añadido entre cada pulso adyacente. Por ejemplo, si se añade un paso de fase de $\pm 90^\circ$ entre cada pulso adyacente, entonces el pulso en $t = 0$ (tiempo es igual a cero) podría tener 0° , el pulso en $t = 1$ tendrá $\pm 90^\circ$, el pulso en $t = 2$ tendrá $\pm 180^\circ$, el pulso en $t = 3$ tendrá $\pm 270^\circ$, el pulso en $t = 4$ tendrá $\pm 360^\circ$, etc.

Pasando ahora a las figuras 8A y 8B, se ilustran las partes real e imaginaria de pulsos de solapamiento con un desplazamiento de fase añadido de $+90^\circ$. Dado que se usan múltiplos de fase de 90° en la realización ilustrada, los pulsos de número impar (1, 3, 5, etc) tienen partes reales iguales a cero y los pulsos de número par tienen partes imaginarias iguales a cero. Se puede usar un amplio rango de ángulos de fase, muchos de los cuales pueden dar igual o mejor rendimiento que este caso particular de 90° . Por ejemplo, un ángulo de inclinación podría variar más que $\pm 20^\circ$ sin degradación significativa.

Para demodular la señal en la figura 8, sería necesario que el lector de etiquetas de identificación SAW muestrease la parte real de la señal recibida en las posiciones máximas ($t = 0, 1, 2, \text{etc}$) además de desplazar la fase de la señal de muestreo de un intervalo de tiempo al siguiente de tal manera que concuerde con la fase esperada de un pulso si se produjese en dichas posiciones de ranura.

Pasando ahora a la figura 9, se ilustra una realización de la invención donde se usa un incremento de fase distinto de 90° con discriminación sustancialmente mejorada entre el estado correcto y los estados contiguos donde las espaciaciones de pulsos permisibles son $T_{min}/5$ y se usa una diferencia de fase de $78,5^\circ$ entre estados permitidos adyacentes. En la figura 9 se eligió un incremento de fase distinto de 90° para ilustrar la discriminación sustancialmente

ES 2 291 531 T3

mejorada entre el estado correcto y los estados contiguos para una amplia variedad de ángulos de fase. Incluso más importante, la figura 9 ilustra una mejora drástica en comparación con la espaciación de pulso permitida idéntica sin desplazamientos de fase como se ilustró anteriormente en la figura 7. Los casos de la figura 7 y las figuras 8 y 9 tienen la mejora cinco veces superior aproximada idéntica del número de estados en comparación con la PPM más convencional con espaciación de pulsos permisible de T_{min} . Pero, sin el desplazamiento de fase (figura 7), el margen de detección mínimo es solamente 0,067 mientras que, con los desplazamientos de fase (figuras 8 y 9) el margen de detección a estados adyacentes es ahora 0,81 que es muy similar a la PPM más convencional que tiene un margen de detección que se aproxima a la unidad.

En otra realización de la presente invención, la modulación de pulso se puede caracterizar por desplazar simultáneamente la fase y la posición de tiempo de una señal de comunicación de pulso de manera conocida. Esta realización se designará en adelante manipulación de desplazamiento simultáneo de fase y tiempo (PTSK) donde manipulación es la equivalente de modulación. Aunque esta explicación solamente considera desplazamientos de tiempo uniformemente espaciados y desplazamientos de fase uniformemente espaciados, los expertos en la técnica pertinente entenderán que una espaciación no uniforme de los desplazamientos de tiempo o fase (o ambos) cae dentro del alcance de la presente invención.

En esta realización, una corriente de datos a transmitir (1) se divide en uno o más valores de muestra separados; (2) se usa al menos un pulso para transmitir un valor de muestra dado; (3) el al menos único pulso es transmitido en un intervalo de tiempo que se divide en intervalos de tiempo que son nominalmente, pero no necesariamente, adyacentes; (4) la serie de intervalos de tiempo incluyendo el intervalo de tiempo constituye un grupo de ranuras; (5) cada ranura tiene un único desplazamiento de fase y una única posición de tiempo; y (6) el al menos único pulso se contiene dentro del grupo de ranuras de manera predeterminada para representar la información contenida en el valor de muestra separado. Los grupos pueden variar en el número de ranuras y/o en el número de ranuras ocupadas y todavía estar dentro del alcance de la presente invención. Además, un solo grupo puede ser definido de tal manera que solamente tenga un número fijo de ranuras ocupadas o, alternativamente, podría permitir un número variable de ranuras ocupadas. Además, un solo mensaje de datos podría incluir más de un tipo de grupo (por ejemplo, la cabecera podría ser un tipo de grupo, los datos reales un segundo tipo de grupo, y una palabra de detección/corrección de errores podría ser de un tercer tipo). Todas estas variantes tienen especial utilidad en las etiquetas RFID SAW y todas caen dentro del alcance previsto de la presente invención.

En otra realización de la presente invención se puede implementar una manipulación de grupos multipulso y manipulación de desplazamiento simultáneo de fase y tiempo combinadas (MPG/PTSK). En MPG se usaron múltiples pulsos en un grupo, pero T_{min} separaba las posiciones de pulso. En PTSK solamente se usó un pulso por grupo (de forma análoga a PPM convencional), pero se permitió que las posiciones de pulso permisibles fuesen significativamente menores que T_{min} . La combinación de los dos tipos requiere atención a ciertos detalles sutiles. En el caso de MPG, dos ranuras adyacentes pueden estar ocupadas porque, como se ha descrito anteriormente, la faldilla de un pulso no solapa el pico de ningún pulso contiguo (lo mismo que para PPM convencional, como se representa en la figura 5). Sin embargo, si se permitiesen que dos ranuras adyacentes o estrechamente contiguos ranuras fuesen ocupadas simultáneamente al usar pulsos de fuerte solapamiento (como en la figura 7), habría posibilidad de fuerte interferencia entre símbolos entre pulsos y podría dar lugar a una cancelación casi total entre los dos donde hay un significativo desplazamiento de fase entre pulsos (por ejemplo, figuras 8 y 9). Esta posible interferencia debe ser afrontada si el método de modulación MPG ha de ser combinado satisfactoriamente con el método PTSK.

Un método primario para resolver el problema de interferencia es imponer una regla de espaciación mínima de pulsos al usar MPG junto con PTSK. Una regla generalmente útil es que mientras que las posiciones de pulso permisibles puede tener separaciones de tiempo significativamente menores que T_{min} , en una forma de onda específica dos pulsos reales cualesquiera incluidos en dicha forma de onda siempre deben tener una espaciación mínima mayor que T_{min} . Pasando a la figura 10, se ilustra una realización de una regla de espaciación mínima de pulsos que permite usar MPG junto con PTSK. En este ejemplo, se selecciona que un pulso en la forma de onda tenga lugar a $t=0$ y, por la regla de espaciación mínima de pulsos, el pulso siguiente es excluido de las posiciones $t = 1, 2, 3,$ y 4 , pero se puede producir en las posiciones $t = 5, 6, 7,$ etc. (Nota: los desplazamientos de fase PTSK entre ranuras de pulso han sido omitidos para mayor claridad). Obsérvese que habría que saltar al menos cuatro ranuras de pulso entre pulsos seleccionados donde T_{min} es igual a cinco ranuras. En un caso más general, si la anchura de ranura es igual a T_{min}/N , se puede definir un factor de salto que será igual a $N-1$. Se puede usar factores de salto más grandes y podrían ser beneficiosos en algunos casos (por ejemplo en entornos operativos con fuerte interferencia exterior). Factores de salto algo menores también podrían ser beneficiosos en otros casos, pero parece que asegurar una espaciación mínima igual a T_{min} será probablemente la mejor opción en la mayoría de las circunstancias.

Otro método de resolver el problema de interferencia potencial de dos ranuras adyacentes ocupadas cuando se combina PTSK con MPG se basa en la ortogonalidad entre ranuras adyacentes que surge si el desplazamiento de fase entre ranuras es $\pm 90^\circ$ (véase el ejemplo dado antes en la figura 7). Si la fase es suficientemente próxima a $\pm 90^\circ$, un pulso en cualquier ranura dada no interferirá con ninguna de las dos ranuras adyacentes. En este caso, todas las ranuras de número impar son totalmente independientes de todas las ranuras de número par. Sin embargo, un pulso puede todavía interferir con su $2^\circ, 4^\circ, 6^\circ,$ etc, más próximos contiguos si la espaciación de estos contiguos es menor que T_{min} . En este caso especial de "vecino ortogonal más próximo", un método útil para analizar las opciones es dividir las ranuras en dos subgrupos entrecruzados (I y Q). Entonces, si es necesario, la regla de la espaciación mínima T_{min} ilustrada en la figura 10 se aplica por separado a cada subgrupo.

ES 2 291 531 T3

Esta realización de la invención de usar PTSK combinado con MPGK se caracteriza generalmente por un solapamiento significativo entre los pulsos en ranuras contiguas. Se puede derivar variantes de esta realización de las descripciones anteriores de PTSK y MPGK. Sin embargo, la combinación de PTSK y MPGK deberá considerar la necesidad de proporcionar unos medios para evitar los posibles efectos de interferencia entre símbolos que puede surgir al usar pulsos que tienen un solapamiento significativo con ranuras contiguas. Dado que este método combina las características de dos realizaciones previamente descritas, se puede denominar apropiadamente MPG/PTSK (es decir, grupos multipulsos combinados con manipulación de desplazamiento simultáneo de fase y tiempo).

Se puede codificar aún más datos si también se usa modulación de amplitud de pulso en combinación con MPG, PTSK, PPM, o MBG/PTSK. Es evidente a los expertos en la técnica pertinente que se ha previsto que la invención aquí descrita cubra realizaciones que incluyan modulación de amplitud de pulso, tanto si se usan solas como en combinación con cualquier otro método de modulación.

Pasando ahora a la figura 11, se ilustra una tabla que representa los 286 estados posibles que existen cuando se usan tres reflectores en un grupo de 21 ranuras que tiene un factor de salto de cuatro. Este es un ejemplo de un solo grupo donde una etiqueta SAW RFID tiene tres reflectores por grupo, con 21 ranuras por grupo, un factor de salto de cuatro, y un incremento de fase entre ranuras adyacentes del orden de 75° a 105°. El incremento de fase entre ranuras adyacentes es el mismo que el antes descrito en unión con las figuras 8 y 9. El solapamiento quíntuplo entre pulsos contiguos requería un factor de salto de cuatro. Es evidente que 286 estados son suficientes para codificar los 256 estados que corresponden a 8 bits de datos. Esta variante particular tiene un tamaño de grupo que es casi idéntico al descrito en la figura 4 con el mismo número de bits de datos. Sin embargo, tiene dos ventajas principales porque solamente usa tres reflectores SAW en lugar de cuatro, y segunda, es menos susceptible a efectos comunes de distorsión de la transmisión tales como transmisión de señales de trayectos cortos y de trayectos múltiples y otros efectos de persistencia de pulsos.

Pasando ahora a la figura 12, se ilustra una tabla que representa los estados para una etiqueta SAW RFID con 10 ranuras, dos reflectores y 36 posiciones posibles. Esta tabla se tomó de una situación donde la etiqueta RFID SAW tenía cuatro reflectores por grupo, 20 ranuras por grupo y un factor de salto de tres y un incremento de fase entre ranuras adyacentes de más o menos 90°, donde el grupo se divide en dos subgrupos. Este ejemplo es bastante similar al ejemplo anterior en el que cuatro estados de fase distintos se dividen en dos subgrupos de diez ranuras cada uno. Cada subgrupo puede ser tratado como que tiene un factor de salto de uno. La tabla da los estados correspondientes a un subgrupo. La única diferencia entre este ejemplo y el ejemplo anterior es que los dos reflectores en fase (+I y -I) puede ser del mismo signo o de signos opuestos. La principal ventaja de este ejemplo es que con 36 estados por subgrupo, se puede obtener un total de 10 bits por grupo, que es mejor que los ocho bits del ejemplo anterior. Las desventajas de este ejemplo son posiblemente peores reflejos espurios que el ejemplo anterior y la sensibilidad general a los efectos de persistencia del pulso.

Pasando ahora a la figura 13, se ilustra una tabla que representa un subgrupo de estados de una etiqueta SAW RFID con cuatro reflectores por grupo, 20 ranuras por grupo, un factor de salto de tres, un incremento de fase entre ranuras adyacentes $\pm 90^\circ$ con división en dos subgrupos y solamente un reflector de cada fase específica por grupo. Esta tabla es del ejemplo anterior en el que se usan cuatro estados de fase distintos que se dividen en dos subgrupos de 10 ranuras cada uno, donde cada subgrupo tiene un factor de salto de uno. Solamente se usa un reflector de cada fase específica en cada grupo.

En una realización de la invención, el lector de etiquetas de identificación SAW detecta una señal de retorno generada por una etiqueta de identificación SAW y decodifica un número que tiene una longitud de al menos ocho bits. En otra realización, el lector decodifica una etiqueta de identificación SAW con cuatro grupos de ranuras y un número codificado que tiene una longitud de al menos 32 bits. En otra realización de la invención, la etiqueta de identificación SAW tiene doce grupos de ranuras y codifica un número de al menos 64 bits de largo. Los expertos en la técnica pertinente entenderán que, independientemente del número de grupos, ranuras o la longitud de bit de un número que puede ser codificado en una etiqueta de identificación SAW, cualquier realización de un lector de identificación SAW del tipo descrito aquí está dentro del alcance previsto de la presente invención.

La presente invención ha introducido un lector de etiquetas de identificación SAW para uso con etiquetas de identificación SAW sobre las que se pueden codificar datos sustanciales, en gran parte porque se puede devolver una señal que tiene un número codificado usando modulación de posición de fase y posición de pulso. Esta capacidad drásticamente incrementada de transporte de datos permite que las etiquetas de identificación SAW tengan un número codificado globalmente único. Dado que en ellas se puede codificar un número globalmente único, las etiquetas de identificación SAW pueden ser usadas para identificar fiablemente y rastrear un número sin precedentes de objetos únicos. En una realización, el número de la etiqueta de identificación SAW contiene datos pertenecientes a un objeto asociado con el número. Esto permite, por ejemplo, que una autoridad centralizada de asignación de números asigne un grupo de números a una industria específica de modo que la industria pueda asignar tales números a aplicaciones específicas dentro de dicha industria. A la industria del automóvil se le puede asignar, por ejemplo, todos los números donde los dígitos tercero y cuarto son un nueve y un uno. La industria del automóvil puede asignar entonces más números después del quinto número como dicten sus propias normas. Independientemente de cómo son asignados los números por la industria del automóvil, cualquier objeto que tenga una etiqueta de identificación SAW identificada por un lector de etiquetas de identificación SAW, como se describe aquí, que tiene un nueve como el tercer dígito y un uno como el cuarto dígito será identificado como asociado con la industria del automóvil.

ES 2 291 531 T3

En otra realización de la invención, el número de la etiqueta de identificación SAW incluye una porción de detección de errores. La porción de detección de errores también puede ser capaz de corregir errores al menos en cierta medida. Naturalmente, la detección o la corrección de errores no se precisan en el amplio alcance de la presente invención.

5

En otra realización de la invención, el lector de etiquetas de identificación SAW usa una señal de interrogación con una frecuencia de entre dos y tres gigahertzios. Una aplicación especialmente ventajosa de esta realización permite que el lector de etiquetas de identificación SAW use una frecuencia de 2,45 gigahertzios.

10 Pasando ahora a las figuras 14A-14I, se ilustran varias realizaciones de lectores de etiquetas de identificación SAW contruidos según la presente invención. La figura 14A ilustra un lector de panel lateral 1410 que puede ser instalado, por ejemplo, en un torniquete admitir clientes a un evento deportivo o en paneles laterales en puertas de almacén. El lector de panel lateral 1410 puede leer entonces el número de la etiqueta de identificación SAW en una etiqueta de identificación SAW embebida en o asociada con un ticket de entrada para determinar la validez del ticket de un cliente
15 o al llegar o salir carga para seguir la pista del contenido de un almacén.

La figura 14B ilustra un lector de estante 1420 apropiado para instalación en posiciones donde el espacio prohíbe el uso de un lector más grande o donde un lector más grande sería inapropiado. Por ejemplo, un lector de estante puede ser usado en una clínica para hacer el seguimiento de archivos de pacientes con etiquetas de identificación SAW asociadas. Un lector de estante 1420 puede tener varios nodos 1425 de modo que un lector 1420 puede ser usado para supervisar zonas diferentes, tal como un sistema de seguridad donde los nodos 1425 se usan para supervisar múltiples puertas, pero se puede usar un solo lector 1420 en una posición centralizada.
20

La figura 14C ilustra un lector de puerta 1430. Un lector de puerta 1430 puede estar instalado en varias posiciones. Una posición sería en una posición de trabajo donde solamente ciertos empleados tienen acceso a ciertas posiciones. El lector de puerta 1430 podría ser usado para supervisar dicha posición leyendo etiquetas de identificación SAW 14A-14I embebidas en distintivos de identificación que lleven tales empleados.
25

La figura 14D ilustra un lector de carretera 1440. Tal lector 1440 sería útil si las etiquetas de identificación SAW estuviesen asociadas con placas de matrícula de vehículo. Entonces se podría instalar un lector de carretera 1440 en posiciones apropiadas y usar para cosas como recuento del tráfico. Un lector de carretera 1440 podría también ser usado para la recogida del peaje de manera similar a la forma en que las etiquetas de peaje se utilizan actualmente.
30

La figura 14E ilustra un lector de mano de rango corto 1450 útil para un número de aplicaciones tales como, por ejemplo, realizar inventario o recuento de piezas. Un lector de mano de rango corto económico 1450 también sería útil para un sistema de identificación de etiquetas SAW domésticas para hacer el seguimiento de comestibles, herramientas, libros, coleccionables, etc.
35

La figura 14F ilustra un lector de mano de rango largo 1460. Tal lector 1460 sería útil donde el usuario no pueda aproximarse a un objeto. Tal uso podría ser, por ejemplo, la lectura de una etiqueta de identificación SAW en un objeto situado en un entorno peligroso.
40

La figura 14G ilustra un lector fijo de rango largo 1470 apropiado para instalación en una posición fija. Tal lector 1470 sería apropiado para instalación en una línea de montaje para identificar piezas y hacer el seguimiento de las piezas, por ejemplo.
45

La figura 14H ilustra un lector de varilla 1480. Tal lector 1480 puede ser utilizado de forma útil para identificar artículos que están oscurecidos o a ellos no puede llegar ningún otro tipo de lector. Podría ser usado para identificar, por ejemplo, una pieza situada dentro de una máquina que no se podría identificar de otro modo sin desmontar toda la máquina, tal como una pieza de avión.
50

La figura 14I ilustra un lector de yema del dedo 1490. Tal lector 1490 puede ser útil para que los operarios identifiquen elementos de piezas. También se podría emplear de forma útil en una máquina de montaje por toma y colocación para identificar piezas.
55

Numerosas empresas diferentes que tienen que identificar objetos específicos con particularidad considerarán útil alguna realización de la presente invención. Se ha previsto que todos los lectores de etiquetas de identificación SAW, aquí descritos o no y tanto si ahora son conocidos como si se descubren posteriormente, caen dentro del alcance de la presente invención. En resumen, independientemente de diferencias de lectores o diferencias en el diseño de las etiquetas de identificación SAW, los expertos en la técnica entenderán que el alcance previsto de la presente invención cubre todas las configuraciones de lectores de etiquetas de identificación SAW contruidos según los principios aquí expuestos.
60

Pasando ahora a la figura 15, se ilustra un diagrama de bloques de un método 1500 de operar un lector de etiquetas de identificación SAW. El método comienza con un paso inicial 1510. En un paso de transmisión 1520 se transmite una señal de interrogación para excitar un transductor SAW situado en un sustrato piezoeléctrico que tiene un grupo de ranuras dispuestas por posición de pulso y posición de fase. En un paso de hacer 1530, se hace que la SAW se refleje de un número de reflectores situados en el sustrato piezoeléctrico y distribuidos entre las ranuras encima de tal manera
65

ES 2 291 531 T3

que se genere para el transductor una señal de retorno que tenga un número codificado en ella por posición de pulso y posición de fase. En un paso de detección 1540 el lector detecta la señal de retorno con un receptor. En un paso de decodificación 1550 el lector decodifica el número de la etiqueta de identificación SAW. El método 1500 concluye con un paso final 1560. Naturalmente, cualquier tipo de transmisión de señal de interrogación que genere una respuesta de una identificación SAW cae dentro del alcance de la presente invención. Otros tipos pueden incluir, sin limitación, un segundo transductor en un sustrato que detecta una señal y genera una señal de retorno en respuesta a ella.

Otras varias realizaciones de un método de operar un lector de etiquetas de identificación SAW caen dentro del alcance previsto de la presente invención. Las descripciones de las varias realizaciones de un lector de etiquetas de identificación SAW aquí expuestas son suficientemente detalladas para que los expertos en la técnica pertinente puedan entender y llevar a la práctica otras realizaciones de un método de operar un lector de etiquetas de identificación SAW.

Pasando ahora a la figura 16, se ilustra un diagrama de bloques de un método 1600 de fabricar un lector de etiquetas de identificación SAW. El método 1600 comienza con un paso inicial 1610. En un paso de proporcionar un transmisor 1620, se facilita un transmisor que es capaz de enviar una señal de interrogación para excitar un transductor SAW situado en un sustrato piezoeléctrico para crear una SAW. El sustrato piezoeléctrico tiene un grupo de ranuras que están dispuestas por posición de pulso y posición de fase. El sustrato piezoeléctrico también tiene un número de reflectores distribuidos entre las ranuras por posición de pulso y posición de fase. Estos reflectores proporcionan al transductor una señal de retorno que tiene un número codificado en ella por posición de pulso y posición de fase. En un paso de proporcionar un receptor 1630, se facilita un receptor para detectar una señal de retorno y decodificar el número codificado en ella. El método 1600 concluye con un paso final 1640.

Otras varias realizaciones de un método de fabricar un lector de etiquetas de identificación SAW caen dentro del alcance previsto de la presente invención. Las descripciones de las varias realizaciones de un lector de etiquetas de identificación SAW aquí expuestas son suficientemente detalladas para que los expertos en la técnica pertinente puedan entender y llevar a la práctica otras realizaciones.

Aunque la presente invención se ha descrito con detalle, los expertos en la técnica deberán entender que pueden hacer varios cambios, sustituciones y alteraciones sin apartarse del alcance de la invención definido en las reivindicaciones anexas.

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un sistema lector de etiquetas de identificación de ondas acústicas de superficie, SAW., incluyendo una etiqueta SAW de identificación (300) que tiene un sustrato piezoeléctrico (220), e incluyendo además un lector de etiquetas de identificación SAW (200) que tiene un transmisor (205) capaz de enviar una señal de interrogación (210) que excita un transductor SAW (215) situado en el sustrato piezoeléctrico (220) de la etiqueta de identificación SAW (300) y un receptor (260) para detectar y decodificar un número codificado en una señal devuelta a dicho transductor, **caracterizándose** dicho sustrato piezoeléctrico por:
- un grupo (340) de ranuras (330) dispuestas por posición de pulso y posición de fase, y un número de reflectores (320) distribuidos entre dichas ranuras de tal manera que dichos reflectores devuelvan a dicho transductor una señal de retorno (240) conteniendo un número codificado por una combinación de posición de pulso y posición de fase.
2. El sistema lector de etiquetas de identificación SAW expuesto en la reivindicación 1 donde dichos reflectores están dispuestos de tal manera que dicha posición de fase esté en cuadratura.
3. El sistema lector de etiquetas de identificación SAW expuesto en la reivindicación 1 incluyendo además un reflector de encuadre situado entre dicho transductor SAW y dicho grupo.
4. El sistema lector de etiquetas de identificación SAW expuesto en la reivindicación 1 incluyendo además una pluralidad de dichos grupos separados por espacios muertos.
5. El sistema lector de etiquetas de identificación SAW expuesto en la reivindicación 1 donde dicho número tiene una longitud de al menos ocho bits.
6. El sistema lector de etiquetas de identificación SAW expuesto en la reivindicación 4 donde dicha pluralidad de grupos es al menos cuatro y dicho número tiene una longitud de al menos 32 bits.
7. El sistema lector de etiquetas de identificación SAW expuesto en la reivindicación 4 donde dicha pluralidad de grupos es al menos doce y dicho número es al menos 64 bits largo.
8. El sistema lector de etiquetas de identificación SAW expuesto en la reivindicación 1 donde dicha señal de interrogación tiene una frecuencia de entre dos y tres gigahertzios.
9. El sistema lector de etiquetas de identificación SAW según la reivindicación 1 donde dicho número contiene datos pertenecientes a un objeto asociado con dicho número.
10. El sistema lector de etiquetas de identificación SAW expuesto en la reivindicación 1 incluyendo además un ordenador asociado con dicho lector de etiquetas de identificación SAW.
11. El sistema lector de etiquetas de identificación SAW expuesto en la reivindicación 1 incluyendo además una red de ordenadores asociada con dicho lector de etiquetas de identificación SAW.
12. El sistema lector de etiquetas de identificación SAW expuesto en la reivindicación 1 donde dicho lector de etiquetas de identificación SAW se selecciona del grupo que consta de:
- un lector de panel lateral,
 - un lector de estante,
 - un lector de puerta,
 - un lector de carretera,
 - un lector de mano de rango corto,
 - un lector de mano de rango largo,
 - un lector fijo de rango largo,
 - un lector de varilla, y
 - un lector de yema del dedo.
13. Un método de operar un sistema lector de etiquetas de identificación de ondas acústicas de superficie, SAW, incluyendo:

ES 2 291 531 T3

transmitir una señal de interrogación para excitar un transductor SAW situado en un sustrato piezoeléctrico para crear una SAW, teniendo dicho sustrato piezoeléctrico un grupo de ranuras dispuestas por posición de pulso y posición de fase;

5 hacer que dicha SAW se refleje de un número de reflectores situados en dicho sustrato piezoeléctrico, estando distribuido dicho número de reflectores entre dichas ranuras de tal manera que dicho reflector devuelva a dicho transductor una señal de retorno conteniendo un número codificado por una combinación de posición de pulso y posición de fase;

10 detectar dicha señal de retorno con un receptor; y

decodificar dicho número.

14. El método según la reivindicación 13 donde dichos reflectores están dispuestos de tal manera que dicha posición de fase esté en cuadratura.

15 15. El método según la reivindicación 13 incluyendo además hacer que dicha SAW se refleje de un reflector de encuadre situado entre dicho transductor SAW y dicho grupo.

20 16. El método según la reivindicación 13 incluyendo además una pluralidad de dichos grupos separados por espacios muertos.

17. El método según la reivindicación 13 donde dicho número tiene una longitud de al menos ocho bits.

25 18. El método según la reivindicación 16 donde dicha pluralidad de grupos es al menos cuatro y dicho número tiene una longitud de al menos 32 bits.

19. El método según la reivindicación 16 donde dicha pluralidad de grupos es al menos doce y dicho número es al menos 64 bits de largo.

30 20. El método según la reivindicación 13 donde dicha SAW tiene una frecuencia de entre dos y tres gigahertzios.

21. El método según la reivindicación 13 donde dicho número contiene datos pertenecientes a un objeto asociado con dicho número.

35 22. El método según la reivindicación 13 incluyendo además asociar un ordenador con dicho lector de etiquetas de identificación SAW.

40 23. El método según la reivindicación 13 incluyendo además asociar una red de ordenadores con dicho lector de etiquetas de identificación SAW.

24. El método según la reivindicación 13 donde dicho lector de etiquetas de identificación SAW se selecciona del grupo que consta de:

45 un lector de panel lateral,

un lector de estante,

un lector de puerta,

50 un lector de carretera,

un lector de mano de rango corto,

55 un lector de mano de rango largo,

un lector fijo de rango largo,

un lector de varilla, y

60 un lector de yema del dedo.

25. Un método de fabricar un sistema lector de etiquetas de identificación de ondas acústicas de superficie, SAW., incluyendo:

65 proporcionar un transmisor capaz de enviar una señal de interrogación que excita un transductor SAW situado en un sustrato piezoeléctrico para crear una SAW, proporcionar dicho sustrato piezoeléctrico que tiene un grupo de ranuras dispuestas por posición de pulso y posición de fase, y proporcionar un número de reflectores distribuidos entre

ES 2 291 531 T3

dichas ranuras de tal manera que dichos reflectores devuelvan a dicho transductor una señal de retorno conteniendo un número codificado por una combinación de posición de pulso y posición de fase; y

proporcionar un receptor para detectar dicha señal de retorno y decodificar dicho número.

5

26. El método según la reivindicación 25 donde dichos reflectores están dispuestos de tal manera que dicha posición de fase esté en cuadratura.

10

27. El método según la reivindicación 25 incluyendo además formar un reflector de encuadre entre dicho transductor SAW y dicho grupo.

28. El método según la reivindicación 25 incluyendo además formar una pluralidad de dichos grupos separados por espacios muertos.

15

29. El método según la reivindicación 25 donde dicho número tiene una longitud de al menos ocho bits.

30. El método según la reivindicación 28 donde dicha pluralidad de grupos es al menos cuatro y dicho número tiene una longitud de al menos 32 bits.

20

31. El método según la reivindicación 28 donde dicha pluralidad de grupos es al menos doce y dicho número es al menos 64 bits de largo.

32. El método según la reivindicación 25 donde dicha SAW tiene una frecuencia de entre dos y tres gigahertzios.

25

33. El método según la reivindicación 25 donde dicho número contiene datos pertenecientes a un objeto asociado con dicho número.

34. El método según la reivindicación 25 donde dicho lector de etiquetas de identificación SAW se selecciona del grupo que consta de:

30

un lector de panel lateral,

un lector de estante,

35

un lector de puerta,

un lector de carretera,

40

un lector de mano de rango corto,

un lector de mano de rango largo,

un lector fijo de rango largo,

45

un lector de varilla, y

un lector de yema del dedo.

50

55

60

65

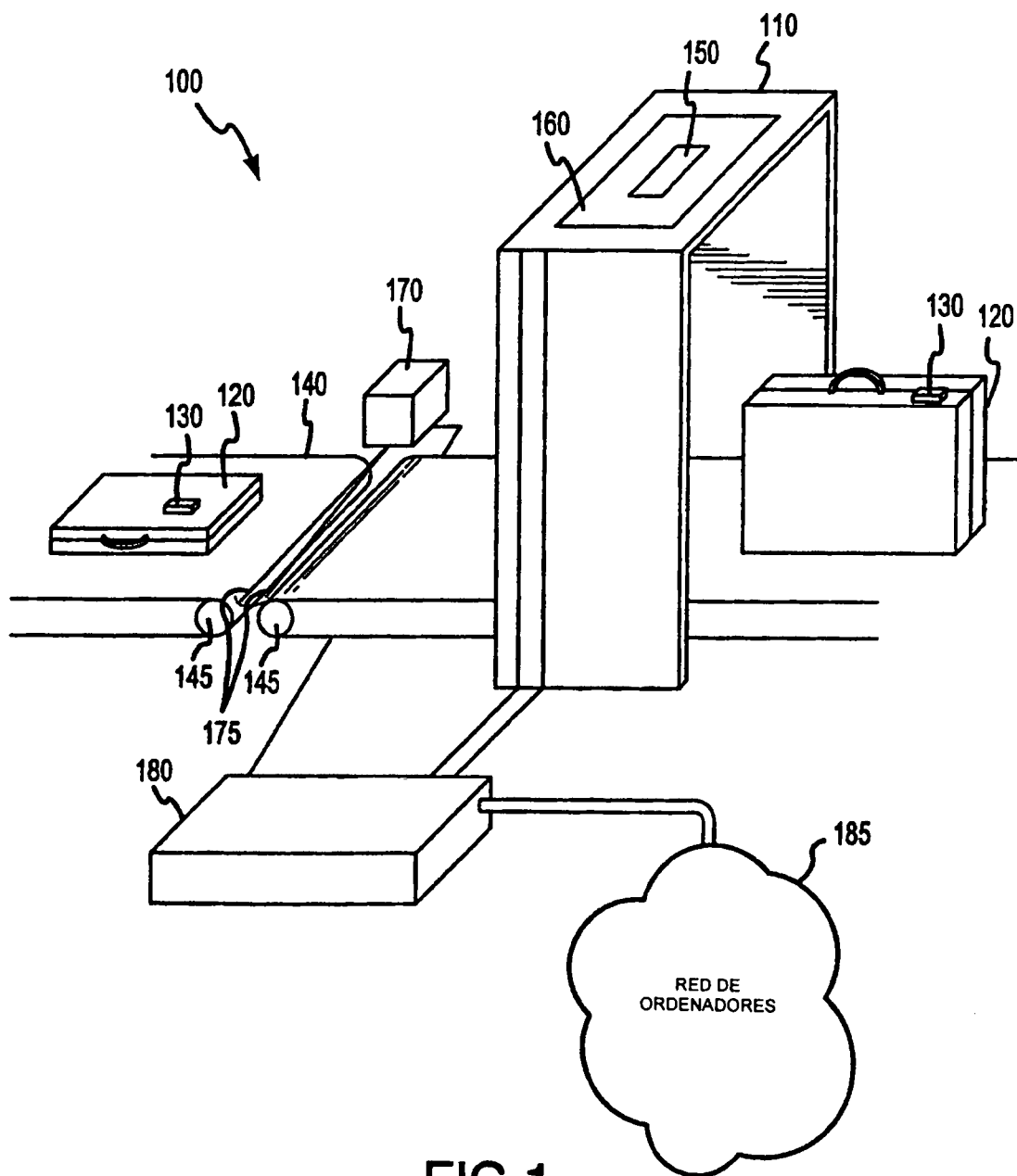


FIG.1

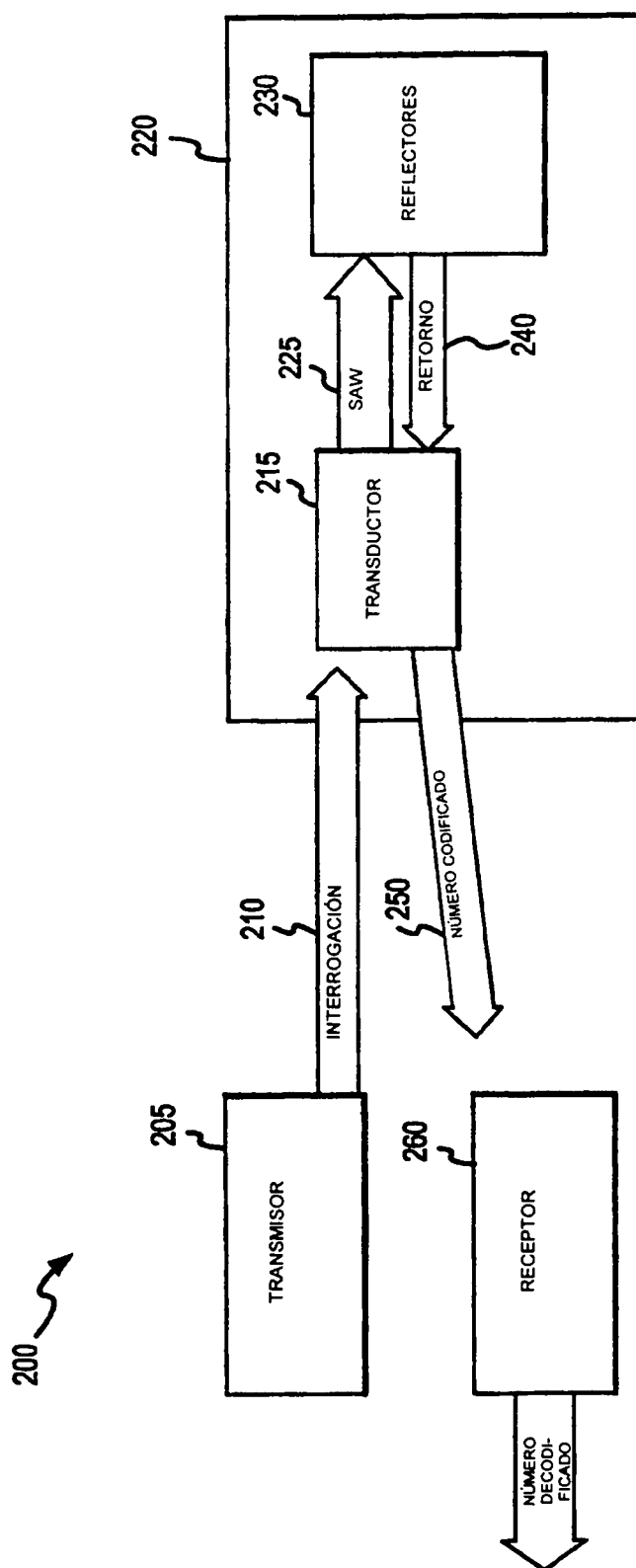


FIG.2

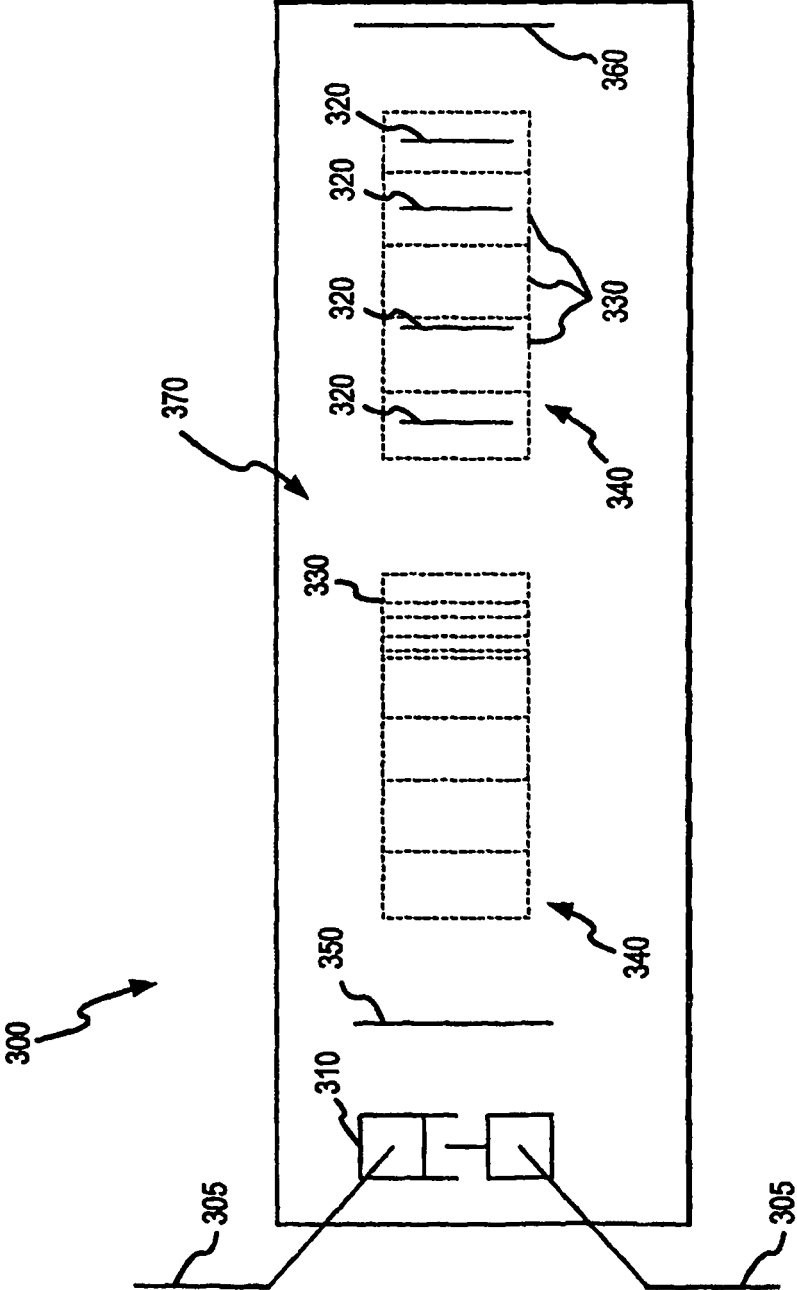


FIG.3A

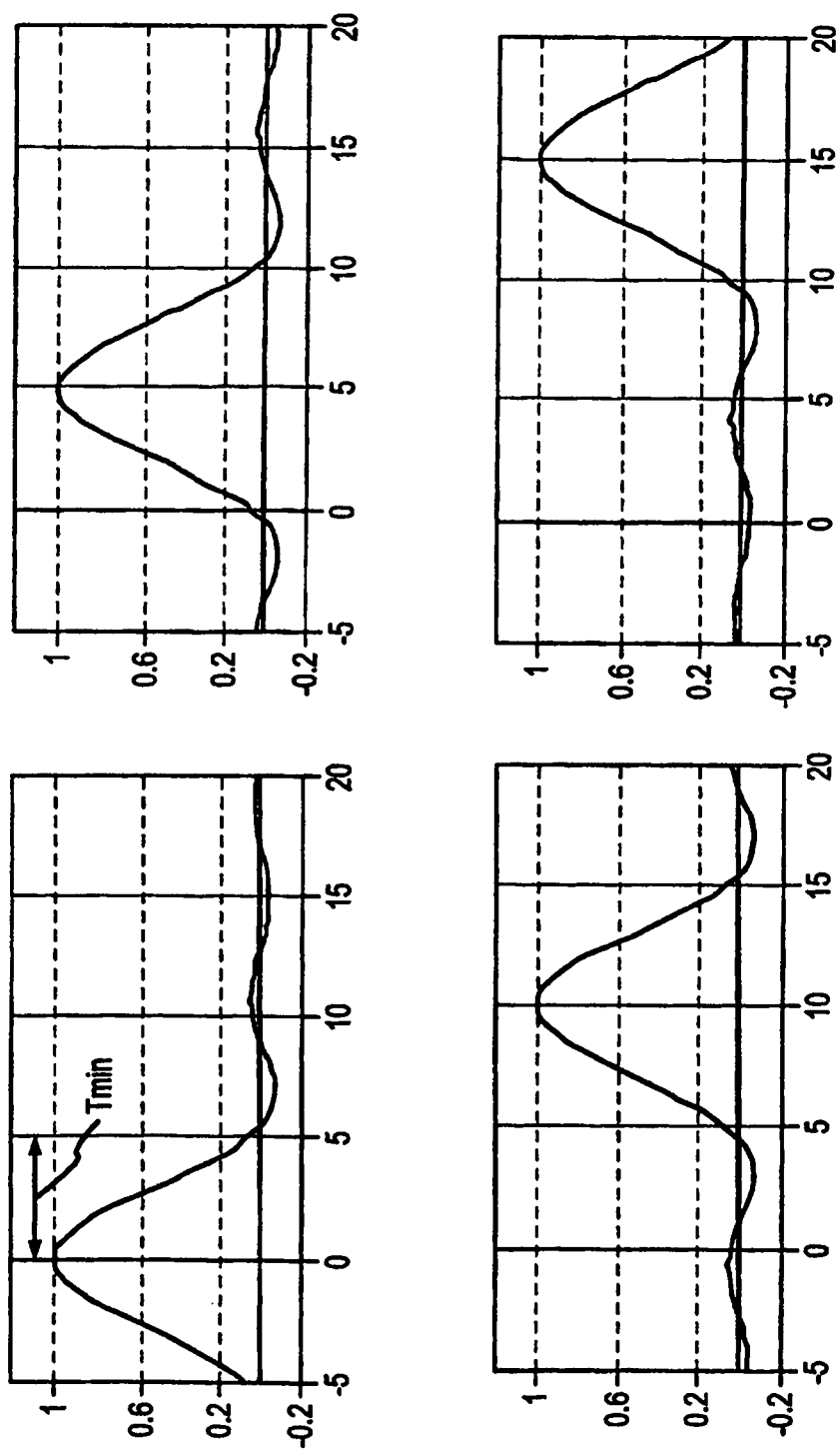


FIG.4

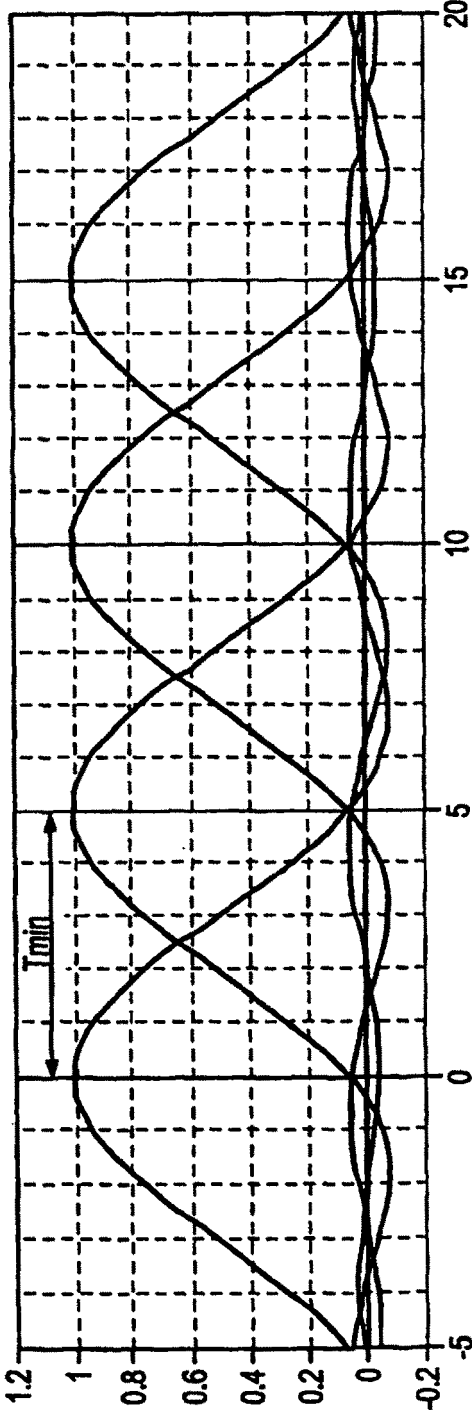


FIG.5

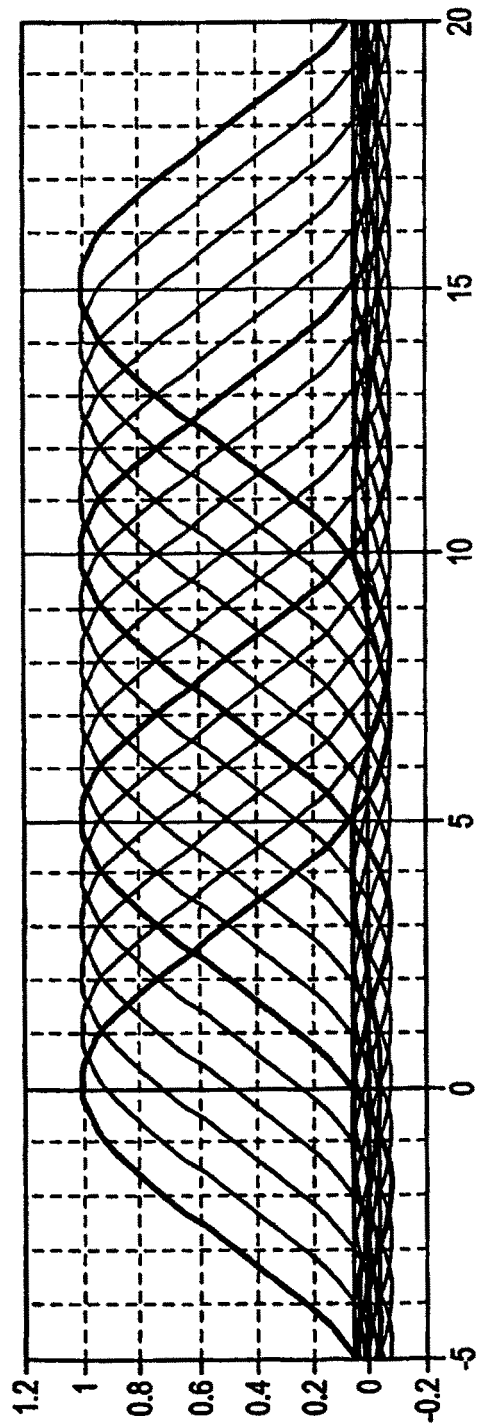


FIG.6

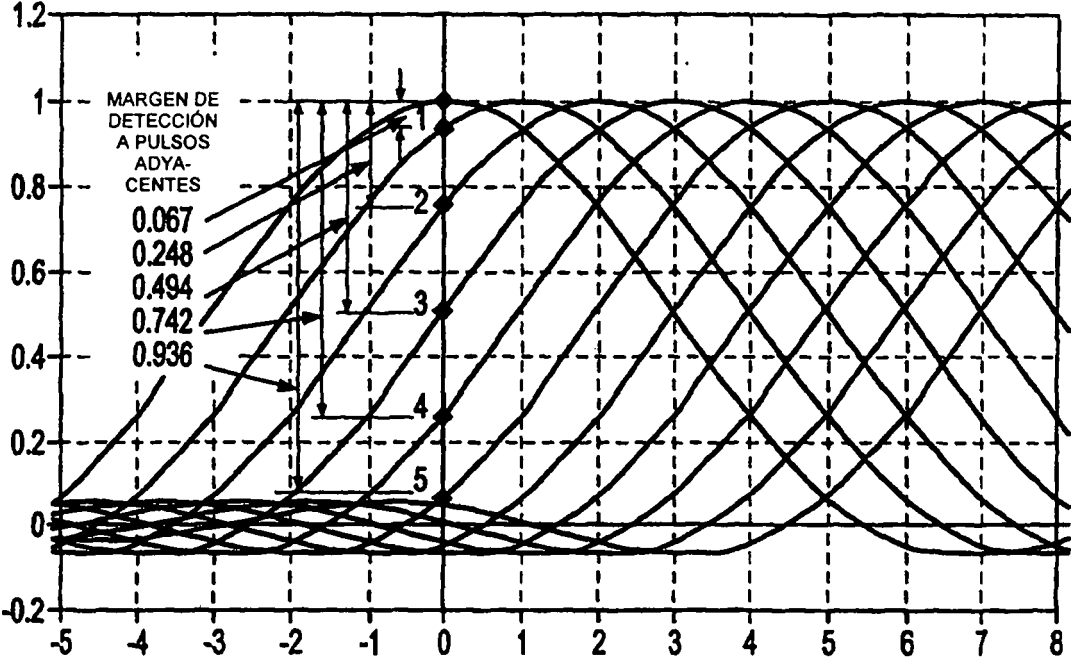


FIG.7

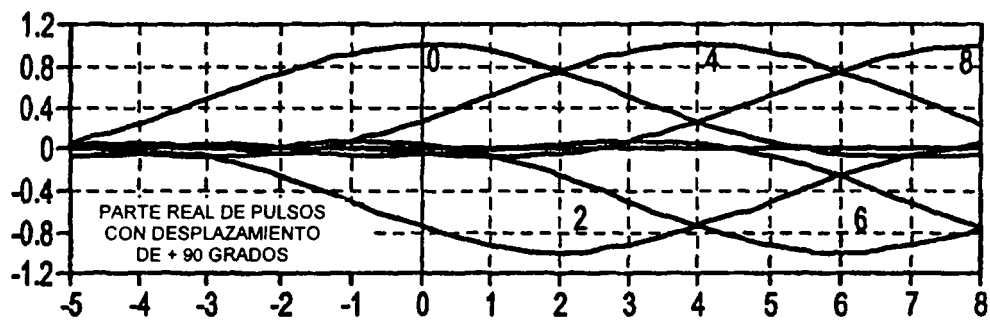


FIG.8A

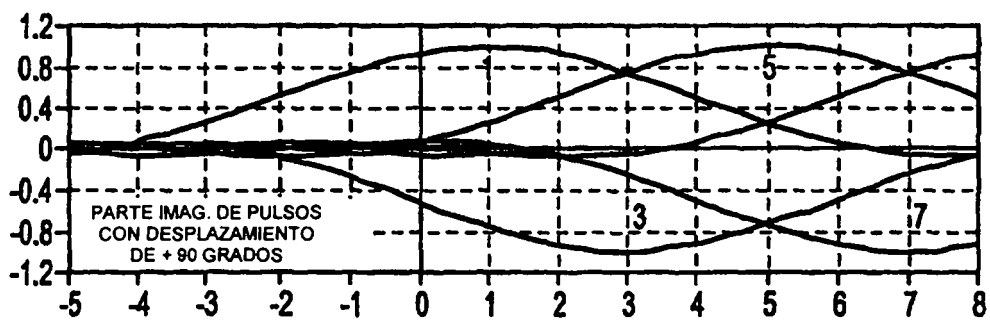


FIG.8B

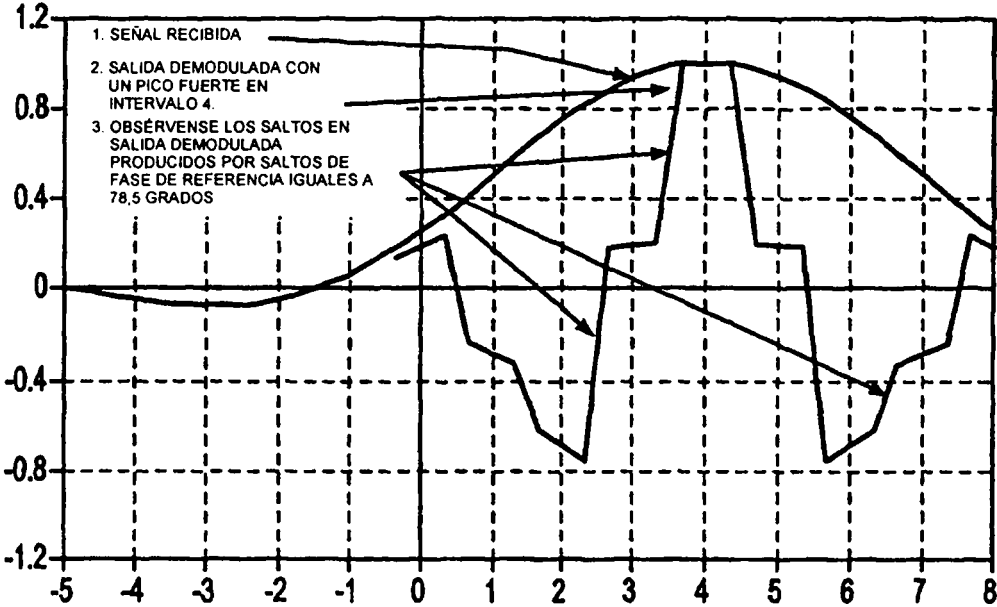


FIG.9

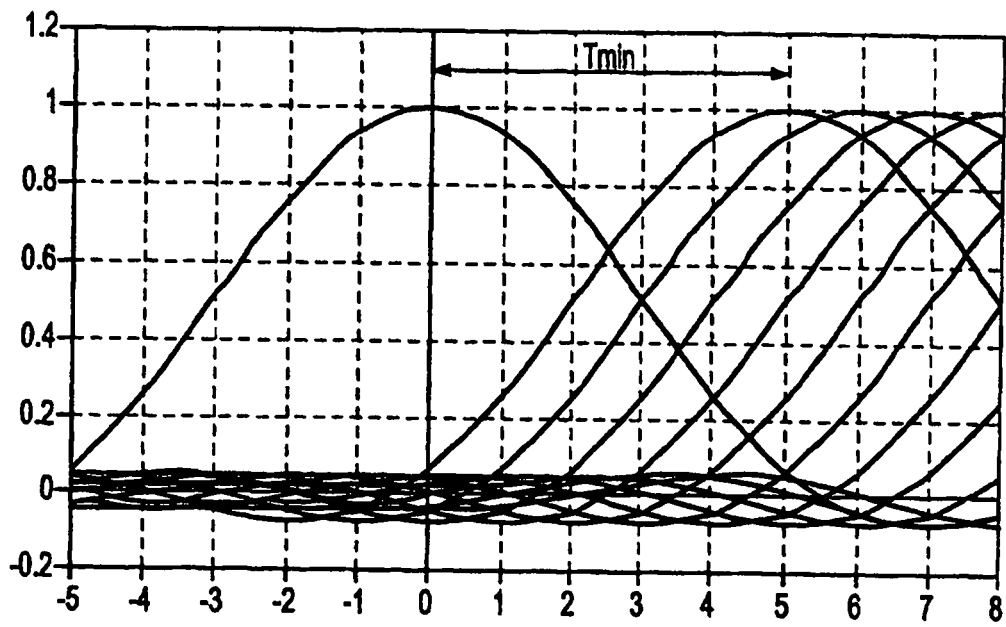


FIG.10

EN 10 RANURAS, DOS REFLECTORES CON SEPARACIÓN MÍNIMA DE 2 RANURAS TIENEN 36 POSICIONES POSIBLES

ESTADO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	X		Y							
1	X			Y						
2	X				Y					
3	X					Y				
4	X						Y			
5	X							Y		
6	X								Y	
7	X									Y
8		X		Y						
9		X			Y					
10		X				Y				
11		X					Y			
12		X						Y		
13		X							Y	
14		X								Y
15			X		Y					
16			X			Y				
17			X				Y			
18			X					Y		
19			X						Y	
20			X							Y
21				X		Y				
22				X			Y			
23				X				Y		
24				X					Y	
25				X						Y
26					X		Y			
27					X			Y		
28					X				Y	
29					X					Y
30						X		Y		
31						X			Y	
32						X				Y
33							X		Y	
34							X			Y
35								X		Y

FIG.12

EN 10 RANURAS, DOS REFLECTORES CON
SEPARACIÓN MÍNIMA DE 3 RANURAS Y QUE
PERMITEN SOLAMENTE UNA RANURA DE NÚMERO
PAR Y UNO NUMERADO PROPORCIONAN 16
ESTADOS POSIBLES

ESTADO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	X			Y						
1	X					Y				
2	X							Y		
3	X									Y
4		X			Y					
5		X					Y			
6		X							Y	
7			X			Y				
8			X					Y		
9			X							Y
10				X			Y			
11				X					Y	
12					X			Y		
13					X					Y
14						X			Y	
15							X			Y

FIG.13

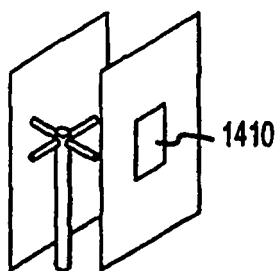


FIG. 14A

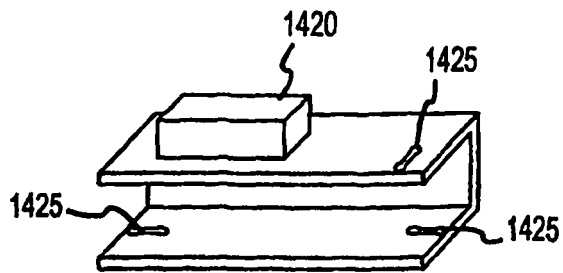


FIG. 14B

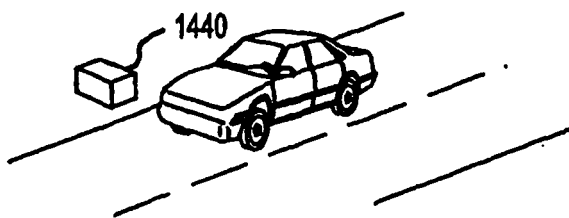


FIG. 14D

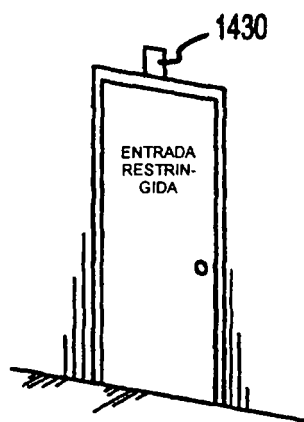


FIG. 14C

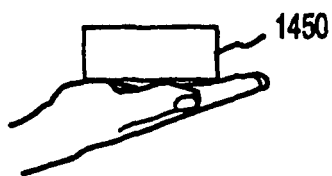


FIG. 14E

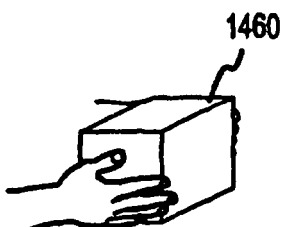


FIG. 14F

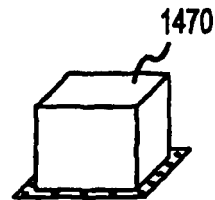


FIG. 14G

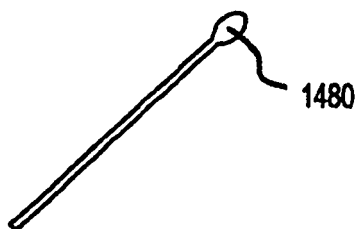


FIG. 14H

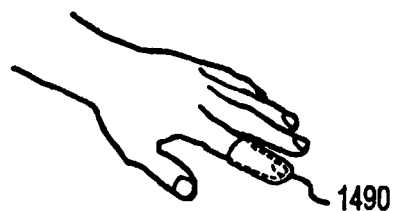


FIG. 14I

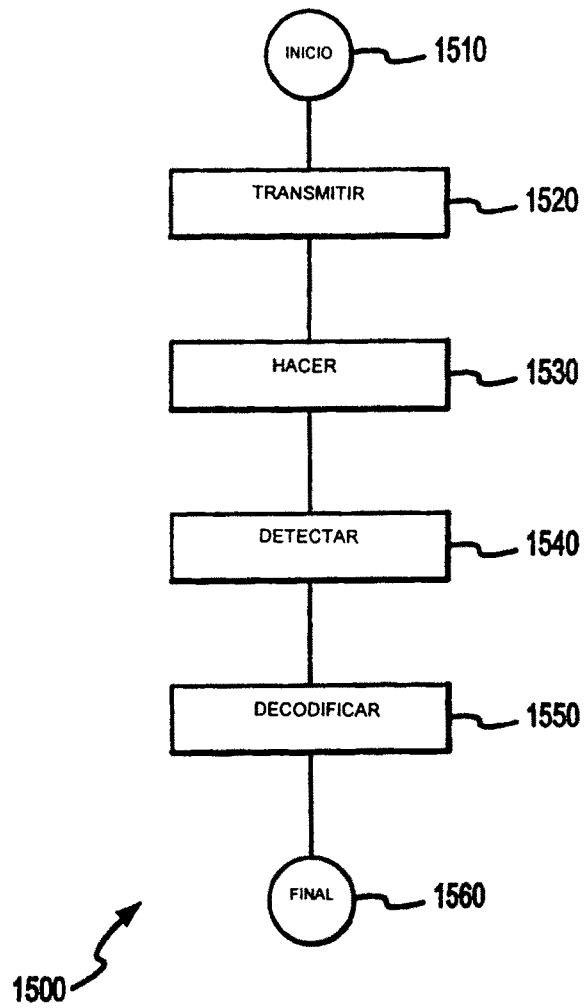


FIG.15

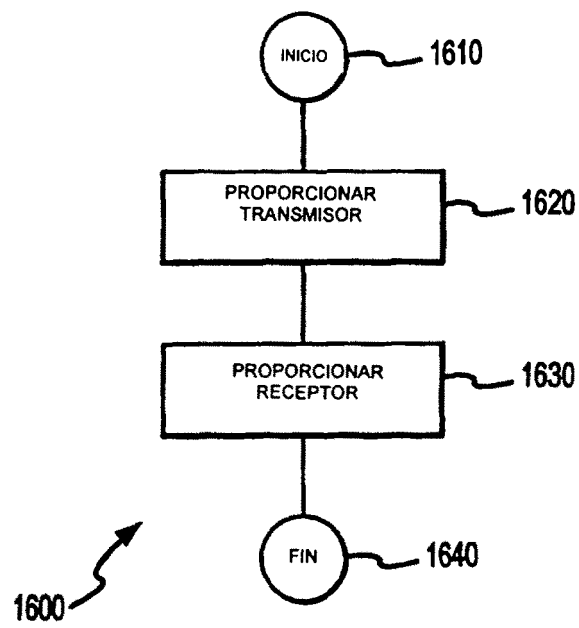


FIG.16