



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 318 667**

51 Int. Cl.:  
**G06K 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06111335 .3**

96 Fecha de presentación : **01.06.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1693777**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.08.2006**

54 Título: **Método de arbitraje de colisiones para leer múltiples etiquetas de identificación de radiofrecuencia.**

30 Prioridad: **01.02.2000 US 496227**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.05.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.05.2009**

73 Titular/es: **3M Innovative Properties Company  
3M Center, P.O. Box 33427  
St. Paul, Minnesota 55133-3427, US**

72 Inventor/es: **Doany, Ziyad H.**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 318 667 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

Método de arbitraje de colisiones para leer múltiples etiquetas de identificación de radiofrecuencia.

5 **Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere generalmente a un método para arbitrar colisiones debidas a las transmisiones de datos recibidas simultáneamente, y más particularmente a un método para arbitrar las colisiones debidas a las transmisiones de datos recibidas simultáneamente desde sensores múltiples.

10 Las etiquetas de identificación de RF se usan en muchas aplicaciones, incluyendo, pero sin limitarse a ello, la identificación del personal, los marcadores de línea de servicio, el rastreo de objetos, etc. Cuando se comunica por medios inalámbricos (o un conductor principal común), es necesario arbitrar una colisión potencial o contención que puede surgir de leer simultáneamente unidades múltiples. Cada uno de estos sistemas requiere que una unidad transmisora/receptora principal distinga entre etiquetas potencialmente múltiples. Recibir simultáneamente transmisiones múltiples requiere que la unidad transmisora/receptora principal clasifique las colisiones de transmisión usando reinterrogaciones (es decir, transmisiones) múltiples y procese adicionalmente las señales recibidas.

20 Las líneas de servicios están marcadas frecuentemente con marcadores enterrados para ayudar a identificar sus emplazamientos. Se puede detectar estos marcadores enterrados usando un transmisor de radiofrecuencia (RF) que interroga a los marcadores, los cuales a su vez transmiten una señal de respuesta. Como los marcadores están enterrados próximos uno a otro, el transmisor que interroga recibirá con frecuencia señales múltiples simultáneamente. Cuando se reciben simultáneamente dos señales, esto se conoce como una "colisión". Se han desarrollado técnicas para procesar las señales recibidas a fin de evitar estas colisiones.

25 Un concepto básico en los sistemas transmisores/receptores anticolidión es diseñar el sistema de manera que sólo responda un transmisor (por ejemplo un marcador) cada vez, capacitando de esta forma al receptor que interroga para leer un número de serie del transmisor que responde sin interferencia de otras señales transmitidas simultáneamente. Las señales que ocupan el mismo espacio de tiempo-frecuencia crean ruido para un receptor que intente recibir las señales. Además, una señal similar que tenga velocidades de modulación y de datos similares crea un ruido coherente, en cuya presencia es particularmente difícil recibir otra señal.

30 Se han puesto a punto diversas técnicas en un intento de superar estos problemas. Una técnica asigna una ranura única de tiempo para cada señal de retorno. Esto se conoce como un acceso múltiple por división de tiempo (TDMA). Esta técnica requiere una gran ranura de tiempo para los sistemas que implican muchas señales posibles. Emplear esta técnica para evitar las colisiones en un sistema transmisor/receptor de marcadores de servicios requiere la asignación de muchas ranuras de tiempo, puesto que el transmisor puede no saber que marcadores estará interrogando por adelantado. Por consiguiente, esta técnica se hace impracticable en sistemas en los que existen muchos transmisores potenciales.

35 Otra técnica emplea la división de frecuencias. En este protocolo, llamado Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA), se asigna a cada señal una frecuencia única. Al igual que con el TDMA, el FDMA requiere la asignación de muchas frecuencias, lo cual lo hace por tanto impracticable para su uso en interrogar marcadores de servicios, dado el gran número de marcadores potenciales que se interroga.

40 Otra técnica emplea la división de códigos. En este protocolo, denominado Acceso Múltiple por División de Códigos (CDMA) cada señal usa una clave de código diferente. Esta técnica sufre de las mismas incapacidades que el TDMA y el FDMA para su uso en los sistemas de marcado de servicios.

45 Otra técnica combina aspectos de la división de códigos y de la división de tiempo. Un ejemplo de una técnica de este tipo se establece en el documento GB-A-2 259 227, el cual describe una técnica combinada TDMA/CDMA para procesar señales múltiples. Se establece otro ejemplo en el documento EEUU-A-5.606.322, el cual describe un método y un aparato para generar un código pseudoaleatorio para su uso en evitar las colisiones de RF. Sin embargo, esto reduce simplemente el número de colisiones potenciales, pero no resuelve el problema para grandes números de transmisores potenciales.

50 Otra técnica usa un retraso aleatorio y una división de códigos/frecuencias. Estas técnicas requieren un procesador complejo para generar el retraso aleatorio. Además, todavía son posibles las colisiones en un sistema de este tipo.

55 El documento EEUU-A-4.471.345 describe un sistema aleatorizado de comunicación de etiqueta a portal. En este sistema, se consigue la comunicación entre las unidades de portal y las etiquetas de identificación radiando continuamente una señal de interrogación que consiste en un modelo de código de cada unidad de portal seguido de un intervalo de escucha. Las etiquetas dentro del alcance de una señal de interrogación de este tipo prueban las señales que llegan en cuanto a frecuencia, duración de bits, velocidad binaria, un código de preámbulo y un código de identificación de instalación. Si la etiqueta recibe una señal válida a la cual ha sido preprogramada, esta señal sincroniza e inicia una pluralidad de respuestas de etiqueta dentro de un intervalo general de respuestas y con cada respuesta transmitida durante las ranuras de tiempo seleccionadas aleatoriamente.

## ES 2 318 667 T3

Otra técnica transmite una señal dirigida sólo a marcadores específicos. El que incluye la dirección correcta es el único que responde. Este sistema requiere un conocimiento anticipado de los transmisores potenciales, el cual no siempre está disponible en los sistemas de marcado de servicios.

5 El documento EEUU-A-5.521.601 describe una técnica eficiente en potencia para la discriminación de etiquetas múltiples. Esta referencia proporciona un sistema de identificación de etiquetas y un método para identificar etiquetas dentro del alcance de una estación de lectora en la cual las etiquetas se dividen en grupos más pequeños y se identifican un grupo cada vez, de forma que se ahorra potencia desconectando las etiquetas que no están dentro del grupo que se está identificando en ese momento. Cada etiqueta se sitúa en un grupo realizando unos cálculos a partir de los  
10 parámetros almacenados en la misma y de los parámetros recibidos de la estación lectora. Esta técnica requiere muchas transmisiones y una unidad localizadora compleja.

Otra técnica clasifica por la potencia recibida, la cual varía según la distancia al receptor. Esta técnica resulta indebidamente compleja.

15 El documento EEUU-A-5.266.925 describe un método de interrogación de etiquetas de identificación. En este método, la señal de interrogación incluye una dirección, la cual solicita una respuesta de cada etiqueta que tenga una dirección mayor o igual que la dirección de la señal. Si se recibe más de una dirección, se bisecciona la dirección de interrogación y se retransmite la señal de interrogación. Se bisecciona sucesivamente la señal de interrogación hasta  
20 que se aísla una única respuesta.

El documento EEUU-A-5.550.547 describe un protocolo de identificación de etiquetas de radiofrecuencia de artículos múltiples. Este protocolo usa un algoritmo de separación de árbol aplicado a las etiquetas de RF. Esencialmente, usando este protocolo se seleccionan grupos de etiquetas y se dejan de seleccionar hasta que no se producen colisiones  
25 adicionales de RF. En el documento EEUU-A-5.521.601 se describe un dispositivo similar que conecta y desconecta la potencia a los grupos hasta que no se producen más colisiones de RF. El documento EEUU-A-5.673.037 describe también una técnica de selección y cancelación de selección de grupos.

El documento EEUU-A-5.515.053 describe un transpondedor y un sistema de comunicación de datos en el cual  
30 el dispositivo de interrogación transmite una señal codificada que contiene entradas de comodín en el código. Si se reciben señales múltiples, el dispositivo interrogador transmite otra señal codificada, pero con menos comodines en el código. Se repite este proceso hasta que sólo se recibe una única señal.

El documento EEUU-A-3.860.922 describe un dispositivo que usa una consigna que depende del tiempo para  
35 responder a una interrogación, a fin de evitar colisiones de RF.

El documento WO-A-98/35327 describe una técnica sin interrogación, de base aleatoria, para evitar las colisiones de RF de etiquetas de RF múltiples.

40 Cada una de las técnicas anteriores son complicadas de realizar, disminuyendo así la fiabilidad del marcador, la cual es de importancia crítica para un dispositivo que se espera que dure más de cincuenta años. Además, la velocidad de datos empleada en los marcadores enterrados es relativamente baja (aproximadamente 125 Hz) para garantizar una recepción apropiada. Por tanto, intentar asignar una ranura de tiempo única a todos los marcadores requiere un plazo de tiempo significativo.

45 El documento EEUU-A-5.539.394 describe un sistema para leer marcadores de radiofrecuencia. Comprende un canal primario de comunicación para difundir parámetros a todos los marcadores presentes en el campo de la interrogación. Se usan unas ranuras de tiempo por las etiquetas para la comunicación con el interrogador. Las ranuras de tiempo respectivas se seleccionan por los marcadores en base a sus números de identificación únicos y en base a los  
50 parámetros recibidos del interrogador de forma que se puedan resolver las colisiones. El documento EP-A-0 495 708 describe un sistema similar en el cual se seleccionan las ranuras de tiempo en base a una parte del número de identificación (ID). En caso de colisiones debidas a la identidad de las partes usadas de las partes de la ID utilizadas, el interrogador ordena que los marcadores que colisionan usen una parte diferente de la ID.

55 El documento de patente US-5 302 954 divulga un sistema de identificación que comprende un transpondedor que tiene medios receptores adaptados para extraer energía de alimentación desde un campo electromagnético circundante, medios trasmisores del transpondedor adaptados para transmitir al menos una señal única desde el transpondedor; medios generadores de frecuencia para generar una pluralidad de frecuencias predeterminadas, estando cada frecuencia adaptada para llevar la señal desde los medios trasmisores hasta unos medios receptores interrogadores adaptados  
60 para recibir dichas señales para conseguir la identificación de dicho transpondedor, transmitiendo dicho transpondedor señales sucesivamente o repetitivamente usando, en cada transmisión sucesiva o repetitiva, una frecuencia nueva seleccionada o conjunto de frecuencias nuevas seleccionadas.

La presente invención se dirige al problema de desarrollar un método y un aparato para arbitrar entre señales que  
65 se transmiten desde etiquetas de identificación múltiples de RF enterradas a lo largo de una ruta de servicio.

## Resumen de la invención

La presente invención resuelve este problema proporcionando un método para comunicar con una pluralidad de transmisores enterrados tal como se define en la reivindicación 1. La materia de las reivindicaciones dependientes se refiere a realizaciones individuales de la invención.

Se describirá la invención con más detalle haciendo referencia a los dibujos.

## Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 representa un diagrama de bloques de una realización a título de ejemplo de un sistema según un aspecto de la presente invención.

La Fig. 2 representa las asignaciones de canal en una realización a título de ejemplo de un método de la presente invención en una primera etapa.

La Fig. 3 representa las asignaciones de canal en una realización a título de ejemplo de un método de la presente invención en una segunda etapa.

La Fig. 4 representa las asignaciones de canal en una realización a título de ejemplo de un método de la presente invención en una tercera etapa.

La Fig. 5 representa las asignaciones de canal en una realización a título de ejemplo de un método de la presente invención en una cuarta etapa.

La Fig. 6 representa las asignaciones de canal en una realización a título de ejemplo de un método de la presente invención en una quinta etapa.

La Fig. 7 representa las asignaciones de canal en una realización a título de ejemplo de un método de la presente invención en una sexta etapa.

La Fig. 8 representa las asignaciones de canal en una realización a título de ejemplo de un método de la presente invención en una séptima etapa.

La Fig. 9 representa una realización a título de ejemplo de un aparato según la presente invención.

## Descripción detallada

La presente invención proporciona un método para leer simultáneamente un número de serie y/u otra información procedente de numerosos marcadores electrónicos o etiquetas de identificación de radiofrecuencia (RF) (denominados aquí RFID) que colisionan. Aunque la presente invención es particularmente adecuada para las limitaciones ambientales severas aplicables a las etiquetas de RFID usadas en los sistemas de marcado de líneas de servicios, la presente identificación es también aplicable a otros sistemas de transmisión y de recepción de datos, incluyendo comunicaciones por satélite, terrestres e informáticas que implican intentos de recibir transmisiones de múltiples fuentes simultáneamente.

Para satisfacer las limitaciones ambientales severas impuestas a los marcadores de líneas de servicios a desplegar por periodos superiores a cincuenta años, la presente invención requiere una lógica adicional mínima en el chip del RFID, pero proporciona, sin embargo, un esquema de clasificación e identificación potente y rápido que identifica y clasifica rápidamente las colisiones de RF.

La presente invención emplea una combinación de un canal primario de comunicaciones y múltiples canales secundarios. A cada uno de los canales secundarios se le asigna su propia ranura de tiempo única que está retrasada respecto al canal primario. Son posibles otros esquemas de multiplexación en vez del basado en el tiempo en una asignación de canal única. Por ejemplo, se puede usar la frecuencia, una consigna y varias combinaciones de tiempo, frecuencia y consigna para especificar únicamente uno de los canales secundarios.

En una realización a título de ejemplo de un esquema de asignación de canales, se representa por  $C_0$  el canal primario de comunicación. En este esquema,  $C_1$  representa el primero de los canales secundarios,  $C_2$  representa el segundo de los canales secundarios, y así sucesivamente, y  $C_n$  representa el enésimo canal secundario. Usando esta notación, el subíndice representa el retraso en tiempo (o asignación de canal) respecto al canal primario de comunicaciones. Por tanto,  $C_1$  está retrasado una unidad de tiempo del canal primario, y  $C_n$  está retrasado "n" unidades de tiempo del canal primario. La longitud de la unidad de tiempo se selecciona para habilitar que cada señal de RF sea recibida con éxito sin interferencia de las señales de las ranuras de tiempo adyacentes, lo cual se adapta a las características específicas de los esquemas de modulación y de codificación que se emplean, que son independientes de la presente invención.

Según un aspecto de la presente invención, una realización a título de ejemplo de un método para localizar múltiples etiquetas de RFID funciona como sigue. En primer lugar, el localizador o unidad lectora interroga las etiquetas

## ES 2 318 667 T3

de RFID, las cuales responden entonces con una señal de RF. Véase la Fig. 2, la cual muestra señales múltiples (representadas por (1)-(4)) que se reciben en el canal primario 21 de comunicaciones.

Para las etiquetas de RFID cuyas señales pueden ser identificadas sin interferencia, la unidad localizadora manda estas etiquetas de RFID a un grupo dedicado de canales asignado específicamente para ser usado para comunicaciones adicionales. Llamaremos a éstos canales terciarios para establecer una distinción entre el canal primario y los canales secundarios usados para la clasificación. Se hace referencia a la Fig. 3, la cual muestra que las señales (1) y (2) han sido leídas con éxito y sus etiquetas de RFID asociadas se asignan ahora a los canales terciarios G1 ranura "0" 27, y G1 ranura "1" 28.

Al recibir múltiples señales que se interfieren, tales como (3) y (4) de la Fig. 3, el localizador o la unidad lectora manda las etiquetas de RFID asociadas con estas señales enviándolas a una ranura particular de los canales secundarios para la clasificación subsiguiente. Se hace referencia a la Fig. 4, la cual muestra que las señales (3) y (4) son asignadas al grupo G0 ranura "0" 22.

A continuación, se manda a cada etiqueta RFID transmitir otra respuesta, cada una de cuyas respuestas es retrasada respecto al canal primario 21 de comunicaciones en base a una parte de un número único guardado o disponible de otra manera en cada etiqueta de RFID. Una posible realización del número único incluye una combinación de uno o más de los siguientes elementos: un número único de serie, hora del día, sistema de marcado de servicios, datos de sensor a transmitir, etc. Se hace referencia a la Fig. 5, la cual muestra que las señales (3) y (4) responden en los canales secundarios G0 ranura "3" 23 y G0 ranura "4" 24 respectivamente. Mandar las etiquetas de RFID que responden a otros canales secundarios de comunicaciones fuerza a las etiquetas de RFID a clasificar en los canales secundarios de comunicaciones.

Una realización a título de ejemplo de los canales secundarios de comunicaciones consiste en cierto número de ranuras de tiempo (por ejemplo, 16) en base al valor de cualquier parte (por ejemplo, una parte de 4 bits) de su número único. Como cada número de identificación de serie para cada etiqueta es potencialmente único, siempre existe una parte del número de identificación de serie que es diferente de otro marcador. Además, combinar el número de serie con otros datos/números disponibles garantizará además la unicidad de un canal secundario seleccionado.

El lector detecta entonces una palabra de reconocimiento (ACK) en los canales secundarios ocupados. Se hace referencia a la Fig. 6, la cual muestra que las etiquetas de RFID asociadas con las señales (3) y (4) responden a una interrogación con una respuesta ACK en los canales secundarios G0 ranura "3" y G0 ranura "4" 24.

A continuación, la unidad de localización manda que una etiqueta en una ranura o canal particular se mueva al canal primario en el que no hay retraso. Se hace referencia a la Fig. 7, la cual muestra que la etiqueta de RFID asociada con la señal (3) es asignada ahora al canal primario 21 de comunicaciones. Una vez se transmite la señal en el canal primario 21, el lector lee el número de identificación. Si existe colisión adicional, las etiquetas que colisionan se devuelven al canal secundario y se clasifican de nuevo usando una parte diferente de su número de ID, es decir, se repiten las etapas mostradas en las Figs. 4-6. Este proceso continúa hasta que todas las etiquetas son clasificadas e identificadas.

Una vez están clasificadas todas las etiquetas de RFID, se asigna a las etiquetas de RFID todavía otra ranura de tiempo fuera de los canales secundarios que se usan para clasificar, tales como los canales terciarios. Se hace referencia a la Fig. 8, la cual muestra que a la etiqueta de RFID asociada con la señal (3) se le ha asignado el canal terciario G1 ranura "2". Entonces se manda a la etiqueta de RFID asociada con la señal (4) desplazarse al canal primario 21 de comunicaciones, y si se recibe con éxito, se desplaza a continuación a un canal terciario, tal como el G1 ranura "3".

Otro aspecto de la presente invención se refiere a una aplicación mediante la cual las etiquetas de RFID son interrogadas secuencialmente para leer la información que llega a través de sus puertos de serie, cuya información podría estar viniendo de un sensor. En este caso, después de que se han identificado todas las etiquetas, se manda a todas conmutar al modo de "interrogación secuencial", mediante lo cual se asigna a cada una de ellas una ranura de tiempo diferenciada y solo se necesita una orden "read" (leer) para leer secuencialmente todas las tarjetas (o sensores). Un ejemplo de esto es asignar a cada una de las etiquetas identificadas un canal terciario, el cual, cuando es interrogado secuencialmente mientras está asignado al canal terciario origina una respuesta de la información interrogada secuencialmente al lector.

### *Realización a título de ejemplo*

Se puede usar la presente invención en cualquier aplicación de etiqueta de RFID o de producto marcador electrónico, en la que pueda producirse una colisión entre unidades, cuya colisión necesite ser resuelta. Una aplicación para la presente invención es el Sistema de Marcado Electrónico (EMS) usado para marcar elementos enterrados, tales como empalmes de cables enterrados, bucles, válvulas de tubos, derivaciones u otras características de los servicios. Los usuarios pueden marcar puntos importantes bajo tierra usando este dispositivo totalmente pasivo y esperar que dure más de cincuenta (50) años.

Añadir la identificación al marcador pasivo permitirá al usuario identificar positivamente un marcador concreto y ligarlo a una base de datos, electrónica o de otro tipo, usando el número de identificación. Se puede almacenar más

## ES 2 318 667 T3

identificación en el circuito integrado del marcador que ayudaría a identificar el propietario de la instalación, el tipo de instalación (por ejemplo, cobre, fibra, etc.). Este aspecto de la presente invención es particularmente útil porque frecuentemente se entierran líneas de servicios múltiples a lo largo de derechos de paso comunes. Por consiguiente, usar marcadores similares para líneas de servicios diferentes puede causar confusión cuando se intenta localizar marcadores específicos. Además, requerir a los distintos proveedores de servicios que coordinen los tipos y emplazamientos de los marcadores a lo largo de un derecho de paso común es demasiado difícil.

Como siempre hay una probabilidad finita de marcadores enterrados con una estrecha proximidad entre sí a lo largo del tiempo de vida (por ejemplo, 50 años) de un marcador, se necesita un método para tratar con los marcadores "colisionados". Además, el método usado debería ser garantizado porque las consecuencias son costosas debido a que implican el desenterramiento del marcador.

La Fig. 1 representa una realización a título de ejemplo de un sistema 10 según la presente invención para uso en identificar las líneas subterráneas de servicios. Como se muestra en ella, las etiquetas de RFID 1, 2 y 3 marcan una línea 7 subterránea de comunicaciones. Las etiquetas de RFID 4 y 5 marcan un oleoducto 8 subterráneo.

Cada una de las etiquetas de RFID incluye un transceptor (no representado), una antena (no representada), un procesador (no representado), y una alimentación de potencia (bien un acoplamiento a una fuente de potencia en la línea de potencia/servicio, o una batería, ninguno de los cuales está representado). En algunas aplicaciones, la RFID es un dispositivo pasivo que usa la potencia de la señal transmitida para alimentar de energía el procesador y el transceptor. Tales dispositivos son bien conocidos en la industria y no necesitan aquí una descripción adicional.

La unidad localizadora 6 incluye también un transceptor (no representado), una antena (no representada), un procesador (no representado) y un suministro de potencia (no representado). Para aumentar la fiabilidad a fin de hacer a las etiquetas de RFID susceptibles de ser empleadas en aplicaciones subterráneas en las que puedan permanecer más de cincuenta años, la etiqueta de RFID debe ser hecha tan simple como sea posible. La técnica de procesamiento de mensajes de la presente invención permite usar un procesador muy sencillo.

La unidad localizadora 6 transmite una señal de interrogación a todas las etiquetas de RFID de su proximidad. Las etiquetas de RFID 1-5 responden, creando por tanto colisiones de RF en el canal primario P21 de comunicaciones. Entonces se manda a las etiquetas de RFID 1-5 por la unidad localizadora 6 que respondan de nuevo usando uno de los canales secundarios  $C_0$  a  $C_{15}$ , cuyo canal es asignado usando una primera parte del número de identificación de serie único de cada etiqueta de RFID.

Por ejemplo, la etiqueta de RFID 1 tiene un número de serie de 1101-0010-0011-1101-0001-1111-1011-1010 (13-02-03-13-01-15-11-10). La etiqueta de RFID 2 tiene un número de serie de 1010-0000-1111-1101-0010-1101-0010-0011 (10-00-15-13-02-13-02-03). La etiqueta de RFID 3 tiene un número de serie de 0011-1111-0000-0101-1101-0001-1111-1011 (03-15-00-05-13-01-15-11). La etiqueta de RFID 4 tiene un número de serie de 0000-0000-1110-0001-1101-0010-0011-1101 (00-00-14-01-13-02-03-13). La etiqueta de RFID 5 tiene un número de serie de 1101-0000-1111-0010-0001-1111-1010-0111 (13-00-15-02-01-15-10-07). Como puede verse, cualquiera de los dos de estos RFID incluye una parte de 4 bits que es única.

En este caso, se manda a la etiqueta de RFID 1 responder en el canal secundario  $C_{13}$  de comunicaciones, se manda a la etiqueta de RFID 2 responder en el canal secundario  $C_{10}$  de comunicaciones, se manda a la etiqueta de RFID 3 responder en el canal secundario  $C_{03}$  de comunicaciones, se manda a la etiqueta de RFID 4 responder en el canal secundario  $C_{00}$  de comunicaciones y se manda a la etiqueta de RFID 5 responder en el canal secundario  $C_{13}$  de comunicaciones.

Puesto que "00" designa el canal primario de comunicaciones, la etiqueta de RFID 4 responde en realidad en el canal secundario  $C_{16}$  de comunicaciones puesto que este canal no es designado por cualquier otra parte de 4 bits. Alternativamente, cada canal podría añadir una a la designación de 4 bits, de manera que 0000 designaría al canal  $C_{01}$  y 1111 designaría al canal  $C_{16}$ .

Continuando con el ejemplo, el canal  $C_{00}$  incluye una señal de la etiqueta de RFID 4, el canal  $C_{03}$  incluye una señal de la etiqueta de RFID 3, el canal  $C_{10}$  incluye una señal de la etiqueta de RFID 2, el canal  $C_{13}$  incluye dos señales de las etiquetas de RFID 1 y 5.

Entonces, la unidad localizadora 6 lee los números de identificación de las etiquetas 2, 3 y 4, puesto que éstos se pueden leer porque no hay colisiones de RF en sus canales secundarios de comunicaciones. Alternativamente, la unidad localizadora 6 asigna a las etiquetas de RFID 2, 3 y 4 uno de un tercer grupo de canales diferente de los canales primario y secundario. Este tercer grupo de canales se usa para leer consecutivamente todas las etiquetas de RFID que responden.

La unidad localizadora 6 transmite entonces una orden a las etiquetas de RFID del canal  $C_{13}$  de transmitir en otro canal secundario de comunicaciones usando una parte diferente de su número de serie. Se puede usar la parte siguiente de su número de serie, o la parte previa, o una parte seleccionada al azar, o alguna combinación de bits de su número de serie.

## ES 2 318 667 T3

La etiqueta de RFID 1 transmite a continuación una respuesta en un canal secundario  $C_{02}$  de comunicaciones y la etiqueta de RFID 5 transmite una respuesta en un canal secundario  $C_{16}$  de comunicaciones (o  $C_{00}$ , dependiendo del protocolo de numeración de canales).

5 Una vez se han recibido estas respuestas, la unidad localizadora 6 conoce los números de serie de todas las etiquetas de RFID de las proximidades. La unidad localizadora 6 transmite entonces una orden a cada una de las etiquetas de RFID de las proximidades asignándoles canales de comunicación únicos del tercer grupo de canales de comunicaciones, los cuales son diferentes de los canales secundarios de comunicaciones. Las etiquetas de RFID de las proximidades transmiten entonces la información deseada en sus canales de comunicaciones únicos asignados, la cual  
10 es recibida a continuación por la unidad localizadora, la cual es entonces recibida por la unidad localizadora sin error debido a las colisiones de RF.

Aunque este proceso necesitó cuatro transmisiones y cuatro respuestas para obtener la información deseada, cada transmisión y respuesta necesitó muy poca información y un procesamiento relativamente simple en las etiquetas de  
15 RFID. Por consiguiente, se puede fabricar la presente invención de forma que sea altamente fiable usando unas pocas piezas, disminuyendo con ello la probabilidad de fallo.

### *Realización alternativa*

20 En las Figs. 2-8 se representa otra realización de un método según la presente invención. En este ejemplo, se dan los pasos siguientes para clasificar e identificar cuatro marcadores o etiquetas de RFID a distancias variables del localizador o lector. El marcador (1) devolvió una fuerte señal de RF y se identificó sin errores. De manera similar, el marcador (2) fue identificado con éxito en ausencia del marcador (1). Los marcadores (3) y (4) devolvieron señales de RF de magnitud sustancialmente igual y por tanto colisionaron. De este modo, se hace necesario clasificar los  
25 marcadores (3) y (4).

Durante el modo de clasificación, todos los marcadores de los grupos de canales  $G_0$  y  $G_1$  responden a una señal de sólo lectura una señal de reconocimiento (ACK) y sólo durante un tiempo equivalente a un bit. En todos los demás momentos, no hay respuesta de un marcador para evitar causar interferencias con otro marcador que se reciba en ese  
30 momento.

En un modo de interrogación secuencial, los marcadores de los grupos de canal  $G_0$  y  $G_1$  responden con un byte de lectura plena durante su ranura de tiempo asignada.

35 La comunicación en el canal primario es de una longitud de unos 8 bits, es decir, el grupo de canales  $G_0$  se inicia después de 8 bits de tiempo. Las órdenes de lectura son abortadas cuando se recibe una nueva orden, es decir, se reinician los sincronizadores y se detiene la transmisión.

El algoritmo anticolisión realiza la clasificación siguiendo las etapas siguientes:

40 A. Haciendo referencia a la Fig. 2, se lee simultáneamente todos los marcadores del canal primario (P) 21. En este ejemplo, el localizador intenta leer los marcadores (1), (2), (3) y (4) todos a la vez. Se produce la comunicación en el canal primario (P) 21 de comunicaciones, en el cual no existe retraso. En el reinicio, todos los marcadores se ponen a responder en el canal primario (P) 21, con lo cual se habilita una respuesta en el canal primario al ser interrogado en primer lugar.  
45

B. Haciendo referencia a la Fig. 3, en esta etapa se asignan los marcadores (1) y (2) a un tercer grupo de canales 27-31 retrasado respecto al canal primario (P) 21. En este ejemplo, se asigna al marcador (1) el canal  $G_1$  27 en la ranura "0" del tercer grupo de canales, y se asigna al marcador (2) el canal  $G_1$  28 en la ranura "1" del tercer grupo de canales. El marcador (1) tenía la señal más fuerte y fue leída con éxito y enviada al grupo  $G_1$  de canales, en la ranura "0" 27. Entonces se leyó con éxito el marcador (2) y se envió al grupo  $G_1$  de canales, ranura "1" 28. No se podía leer los canales (3) y (4) porque se interferían entre sí.  
50

El grupo  $G_1$  de canales está retrasado respecto al canal primario P 21 en 16 a 32 ranuras de retraso. Cuando se interroga a los marcadores (1)-(4), en esta configuración, responden con un reconocimiento de un único bit durante sus ranuras de tiempo asignadas.  
55

C. Haciendo referencia a la Fig. 4, a continuación, se asignan los marcadores que han colisionado a un canal determinado del primer grupo de canales secundarios  $G_0$ , por ejemplo la ranura "0" del grupo de canales  $G_0$  22, para su clasificación.  
60

D. Haciendo referencia a la Fig. 5, se clasifica los marcadores del grupo  $G_0$  de canales, ranura "0" 22 en base a un cuarteto de 4 bits seleccionado sobre las ranuras 0-15 del primer grupo secundario  $G_0$  22-26 de canales. Así, se asigna al marcador (3) la ranura "3" 23 y al marcador (4) se le asigna la ranura "4" 24 del grupo  $G_0$ .  
65

E. Haciendo referencia a la Fig. 6, se interroga a los marcadores para leer los reconocimientos a fin de determinar las ranuras ocupadas del grupo de canales  $G_0$ .

## ES 2 318 667 T3

F. Haciendo referencia a la Fig. 7, el marcador (3) se desplaza del grupo de canales G0, ranura "3" 23 al canal primario para identificar el marcador.

5 G. Haciendo referencia a la Fig. 8, se identifica el marcador (3) y se desplaza al grupo de canales G1, ranura "3" 29. Se repite entonces la etapa F hasta que se identifica el marcador (4) y se desplaza a una ranura de canal del grupo G1 de canales que no esté ocupada.

10 En una realización a título de ejemplo del número usado para clasificar los marcadores, el número es un cuarteto de 4 bits de una página de memoria de 8 bytes. Esta memoria de 64 bits puede contener un número de serie único más otra información de identificación, tal como tipo de marcador, subtipo, servicio, frecuencia, propietario, etc.

15 Los marcadores que tienen un valor igual en el cuarteto seleccionado para la clasificación continuarán colisionando hasta que se seleccione un cuarteto que sea diferente para cada marcador que colisiona. Como cada marcador tiene un código de número único, los marcadores se clasificarán eventualmente en diferentes silos y de este modo se identificarán. La capacidad de dar direcciones a un grupo de marcadores y cambiar sus ranuras de tiempo y clasificarlos en un único número permite la clasificación y la identificación de un gran número de marcadores o etiquetas.

### *Realización de un marcador de ID a título de ejemplo*

20 Volviendo a la Fig. 9, en ella se muestra un diagrama de bloques de un marcador de ID para uso en los métodos anteriores a título de ejemplo. El marcador de ID 90 recibe una señal del localizador y lector 91, el cual a su vez es acoplable a un ordenador personal o a un sistema global de posicionamiento 92. Las señales recibidas desde el localizador y la unidad de lectura 91 son señales de radiofrecuencia que excitan una red 93 de inductancia-condensador, la cual modula la señal transmitida por la unidad lectora con información proporcionada por una parte 94 de procesamiento del marcador 90.

25 La parte 94 de procesamiento incluye un circuito integrado 94d específico de aplicación, un almacenamiento 94a de datos de identificación, un almacenamiento 94b de datos de usuario y una interfaz 94c de programación de sistema y una alimentación de potencia 94e. La interfaz 94c de programación de sistema es acoplable a un dispositivo externo 95, el cual incluye un segmento 95a de ensayo y control y un sensor 95b.

30 El almacenamiento de datos de identificación guarda el número disponible para el marcador de ID 90 para su uso en determinar que canal desplazar durante el proceso de clasificación. Esto puede incluir un número de serie único asignado al marcador de ID 90 durante el proceso de fabricación. Los datos de usuario almacenados en el marcador de ID 90 se pueden combinar con los datos de ID para formar un número general a partir del cual se eligen partes durante el proceso de clasificación, como se describió anteriormente.

35 Se ha descrito la realización anterior a título de ejemplo con respecto a los canales de comunicación primarios y secundarios que se pueden distinguir entre sí en base a un esquema de multiplexación de tiempos. Son posibles otras diferenciaciones de canales, tales como frecuencia, consigna, o se pueden usar diversas combinaciones de tiempo, frecuencia y consigna para crear canales que se puedan distinguir entre sí, y que se puedan seleccionar en base a un número único asignado a cada marcador.

40 Aunque se ha descrito la presente invención con respecto a una realización a título de ejemplo, el objeto de la invención se define en las reivindicaciones anexas.

50

55

60

65



REIVINDICACIONES

1. Un método de comunicación con una pluralidad de transmisores (1-4) enterrados, que comprende las etapas de:

- a) transmitir una señal de interrogación que solicita que todos los transmisores enterrados que reciban la señal de interrogación respondan por un canal primario (21);
- b) asignar a cada transmisor enterrado cuya señal de respuesta sea recibida con éxito (1, 2) un canal único dedicado (27, 28) en un primer grupo de canales (G1, 27-31);
- c) asignar a todos los transmisores enterrados cuya señal de respuesta no sea recibida con éxito (3, 4) un primer canal (22) en un segundo grupo de canales (G0, 22-26);
- d) dar la orden de que todos los transmisores enterrados actualmente asignados al primer canal (22) en el segundo grupo de canales (G0, 22-26) se muevan a uno de los canales en el segundo grupo de canales (G0, 22-26), basado en porciones de números disponibles respectivamente a cada uno de los transmisores enterrados;
- e) detectar un acuse de recibo de cada transmisor enterrado que indica qué canales, de entre los del primer y segundo grupo de canales (G1, 27-31; G0, 22-26) están ocupados;
- f) dar la orden de que, uno a uno, esos transmisores enterrados asignados a cada uno de los canales en el segundo grupo de canales (G0, 22-26) en la etapa d) transmitan una señal en el canal primario (21);
- g) dar la orden de que aquellos transmisores enterrados cuyas señales sean recibidas con éxito en la etapa f) se muevan a un canal único dedicado en el primer grupo de canales (G1, 27-31); y
- h) repetir las etapas c) a g) hasta que todos los transmisores enterrados estén asignados a un canal único dedicado en el primer grupo de canales (G1, 27-31).

2. El método según la reivindicación 1, en el que la parte del número disponible respectivamente a cada uno de la pluralidad del transmisor enterrado incluye una parte de un número formado a partir de una o varias de los siguientes elementos: un número de serie único, tipo de marcador, subtipo, servicio, frecuencia, propietario, y hora del día.

3. El método según la reivindicación 1 o 2, que comprende además la etapa de interrogar secuencialmente cada uno de la pluralidad de transmisores enterrados asignado a un canal dedicado usando una única orden y recibir secuencialmente, en respuesta a la solicitud de interrogación secuencial, datos de cada uno de la pluralidad de transmisores enterrados de un canal dedicado.

4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que cada uno de la pluralidad de un primero y un segundo grupo de canales (G1, 27-31, G0, 22-26) está retrasado respecto al canal primario (21) un intervalo de tiempo predeterminado.

5. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que cada uno de los canales en el primero y en el segundo grupo de canales (G1, 27-31; G0, 22-26) es asignado a un espacio de tiempo-frecuencia único respecto al canal primario (21) de comunicaciones y a todos los demás canales en el primero y en el segundo grupo de canales (G1, 27-31; G0, 22-26).

6. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que a cada uno de los canales en el primero y en el segundo grupo de canales (G1, 27-31; G0, 22-26) es asignado un espacio de consigna única de tiempo-frecuencia respecto al canal primario (21) de comunicaciones y a todos los demás canales en el primero y en el segundo grupo de canales (G1, 27-31; G0, 22-26).

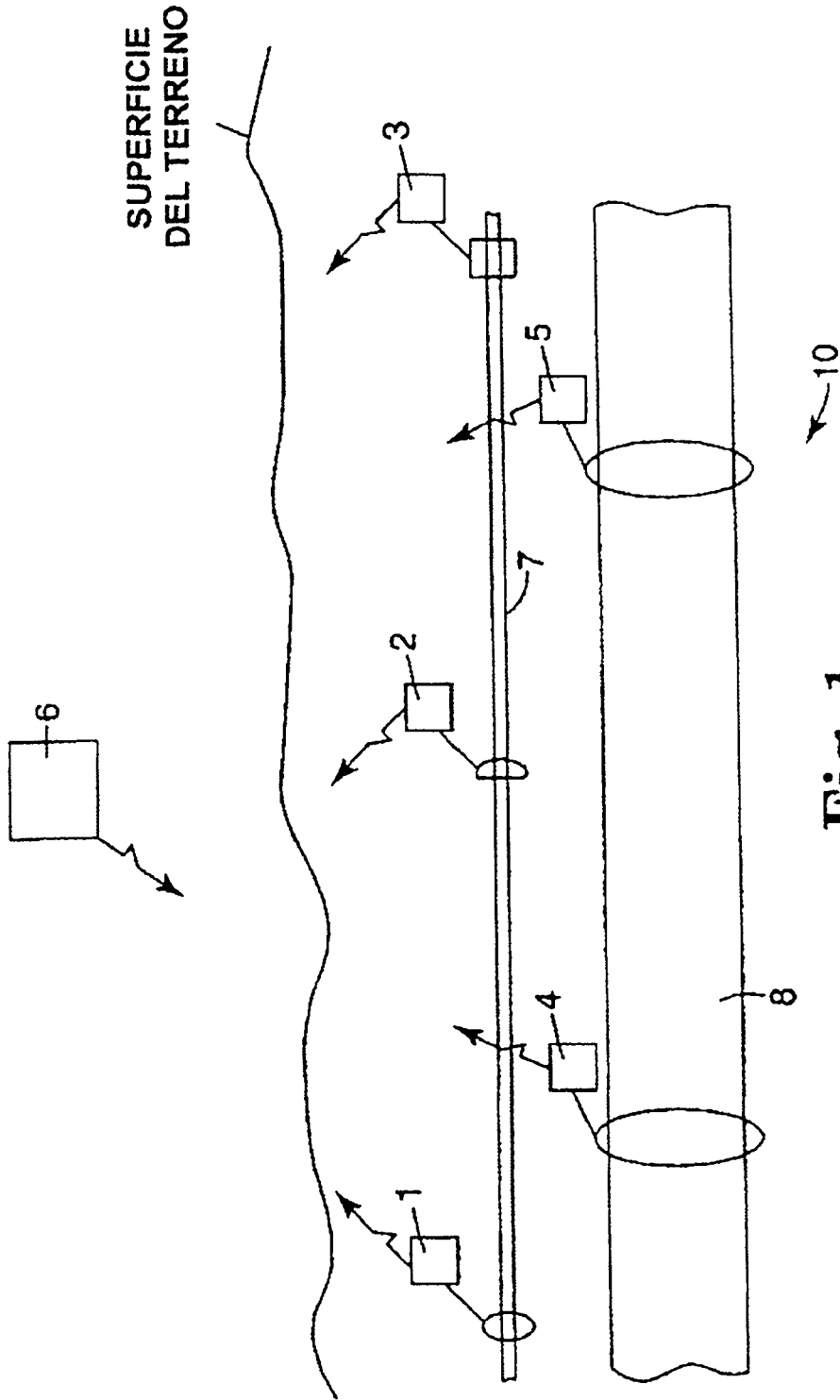
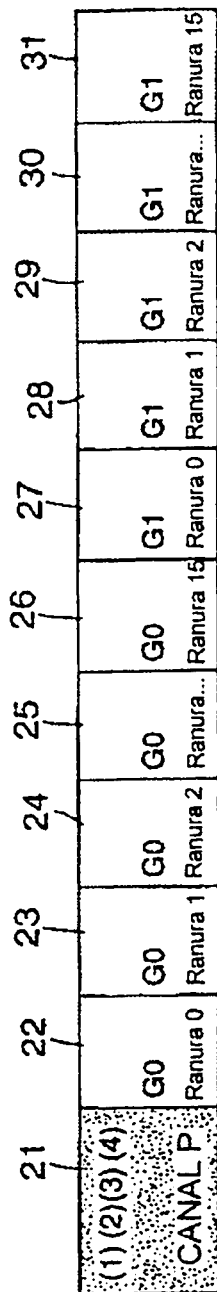
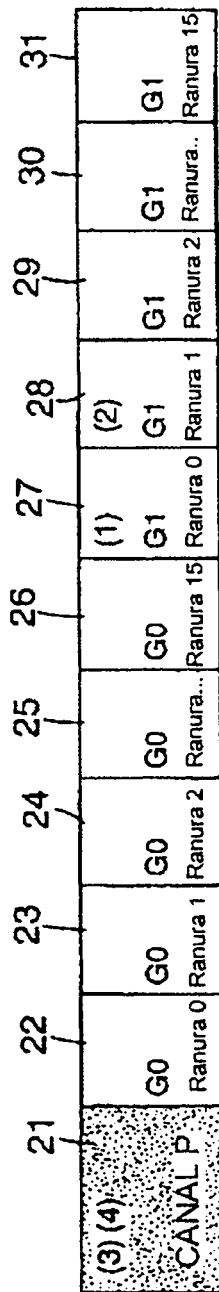


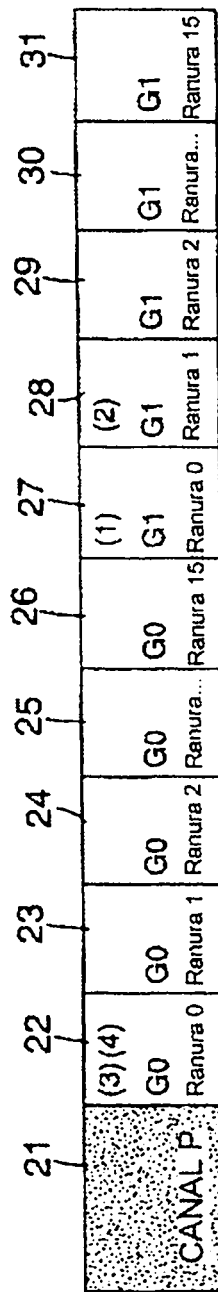
Fig. 1



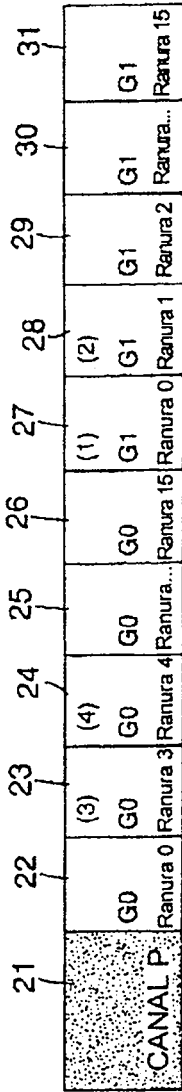
**Fig. 2**



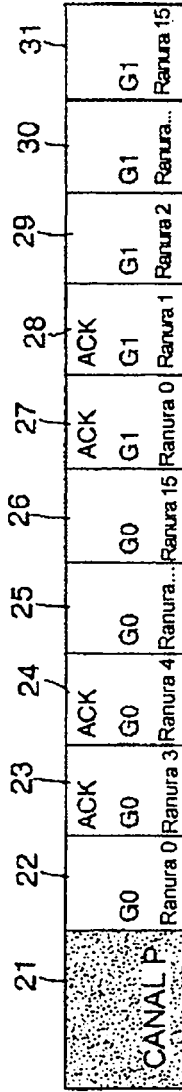
**Fig. 3**



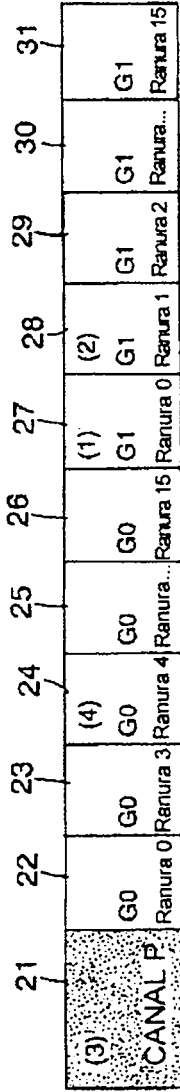
**Fig. 4**



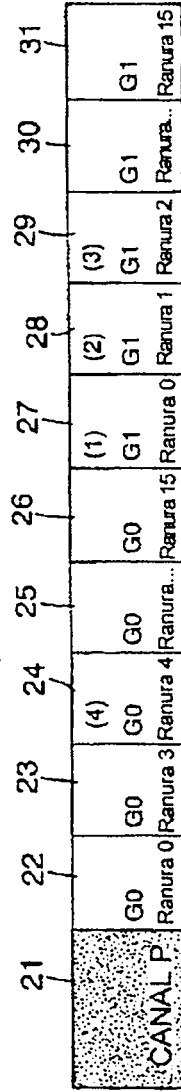
**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**

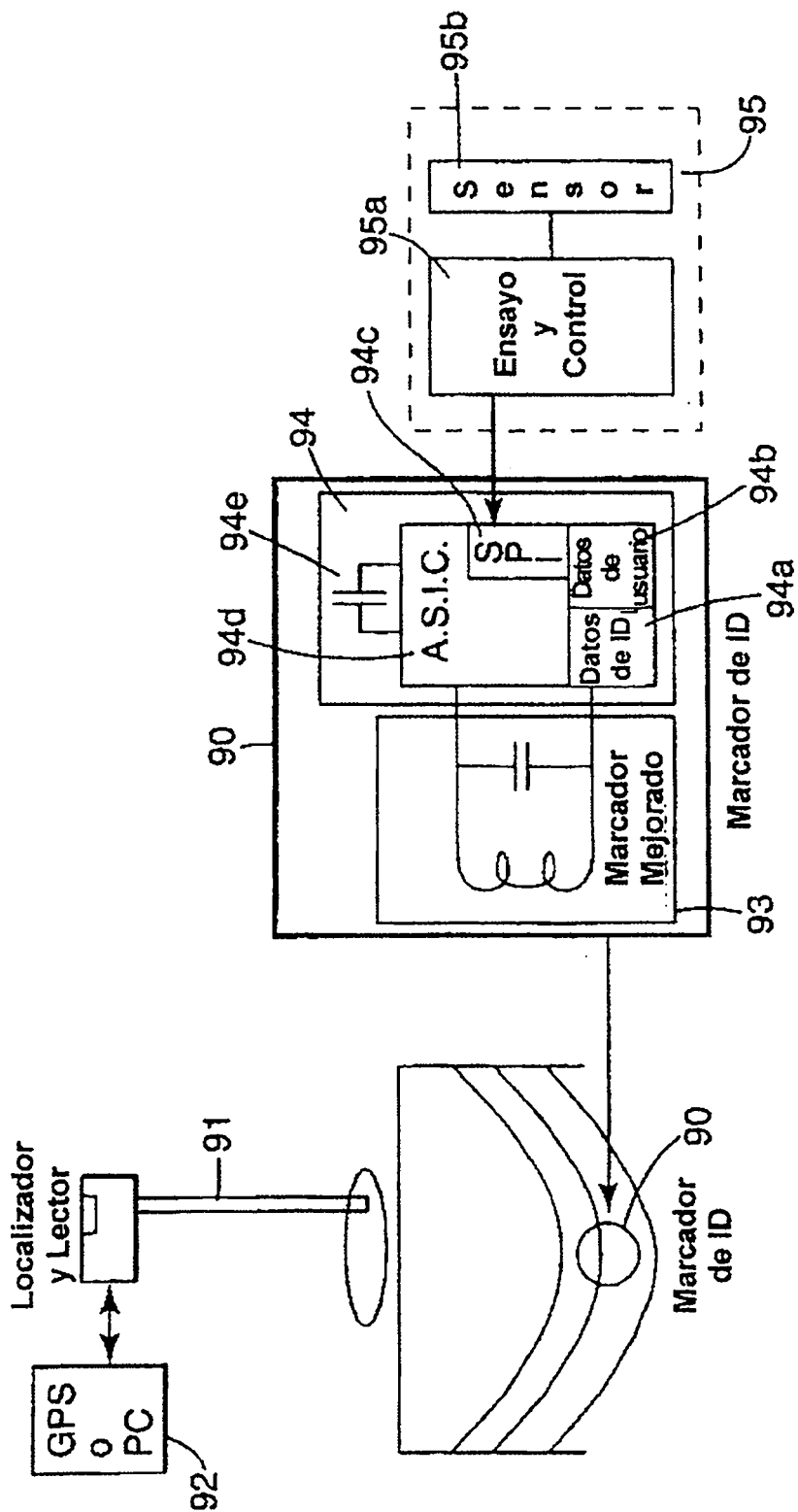


Fig. 9