



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 098 199**

51 Int. Cl.:
G08C 19/06 (2006.01)
G06K 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Número de solicitud europea: **93907341 .7**
86 Fecha de presentación : **10.03.1993**
87 Número de publicación de la solicitud: **0688454**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **27.12.1995**

54 Título: **Sistema de identificación de multimodo.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2008

73 Titular/es: **Avid Identification Systems, Inc.**
3185 Hamner Avenue
Norco, California 92860, US

72 Inventor/es: **Beigel, Michael, L.;**
Polish, Nathaniel y
Malm, Robert, E.

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 098 199 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de identificación de multimodo.

5 **Antecedentes de la invención**

Esta invención se refiere a sistemas cooperativos de identificación (que tuvieron sus comienzos electrónicos en la Segunda Guerra Mundial como sistemas de identificación amigo-enemigo) en los que la agencia identificante y el objeto a ser identificado cooperan en el proceso de identificación según un esquema preestablecido. Más específicamente, la invención se refiere a sistemas que constan genéricamente de un interrogador-responder (o "lector") inductivamente acoplado a un transpondedor (o "etiqueta") donde el lector está asociado con la agencia identificante y la etiqueta está asociada con el objeto a ser identificado.

Tales sistemas se están utilizando o tienen la posibilidad de ser usados para identificar peces, aves, animales, u objetos inanimados tal como tarjetas de crédito. Algunas de las aplicaciones más interesantes implican objetos de tamaño pequeño, lo que significa que el transpondedor debe ser diminuto. En muchos casos es deseable unir permanentemente la etiqueta al objeto, lo que significa implante del dispositivo en los tejidos de seres vivos y en algún lugar debajo de las superficies de objetos inanimados. En la mayoría de los casos, el implante de la etiqueta dentro del objeto elimina el uso de fuentes de alimentación convencionales para alimentar la etiqueta. La luz solar no penetrará en general en la superficie del objeto. Las fuentes químicas, tales como baterías, se gastan y no pueden ser sustituidas fácilmente. Las fuentes radioactivas podrían presentar riesgos inaceptables para el objeto sujeto a identificación. Un acercamiento a alimentar la etiqueta que ha sido puesto en práctica satisfactoriamente durante muchos años es suministrar a la etiqueta potencia del lector por medio de un campo magnético alterno generado por el lector. Este acercamiento da lugar a una etiqueta pequeña altamente fiable de vida indefinida y es actualmente el acercamiento elegido.

Para muchas aplicaciones, la conveniencia y la utilidad exigen que el lector se pueda llevar en la mano, lo que se traduce en el uso de baterías para alimentar la unidad. Sin embargo, el tamaño y el peso de las baterías que tienen la necesaria capacidad para realizar la función de identificación a distancias razonables sin interrupción cuestionan el mismo concepto de portabilidad en la mano. El doble objetivo de facilidad de uso y rendimiento del sistema han sido la materia de un compromiso nada fácil en el pasado. Hay que utilizar los recientes avances tecnológicos en el diseño de sistemas energéticos eficientes con el fin de realizar el pleno potencial de los sistemas de identificación basados en el acoplamiento inductivo.

Con el fin de minimizar el trauma asociado con el implante de la etiqueta en seres vivos y también por razones de de conveniencia y utilidad, la etiqueta deberá ser suficientemente pequeña para ser implantada por medio de un instrumento del tipo de jeringa más bien que mediante cirugía. Este acercamiento ha sido probado en sistemas actuales y probablemente seguirá siendo el procedimiento de implante de opción en el futuro. El tamaño de las etiquetas actuales es razonable en la medida que se refiere a los ejemplares más grandes. Sin embargo, la reducción del tamaño es necesaria si las etiquetas han de ser usadas con los animales más pequeños, aves y peces.

A medida que proliferan los sistemas de identificación de este tipo y se multiplican los usuarios, es importante reconocer este entorno cambiante en el diseño de aparato de identificación de próxima generación. Los nuevos modelos de lectores deberán ser capaces de leer modelos de etiquetas más antiguos. Los intereses de privacidad y seguridad de los usuarios deben ser respetados -un usuario no deberá ser capaz de leer las etiquetas de otro usuario. Y finalmente, en este mundo informatizado, debe ser posible conectar convenientemente los lectores con ordenadores.

El sistema de identificación multimodo se compone de lectores y etiquetas donde un lector situado cerca e inductivamente acoplado a una etiqueta puede interrogar y obtener una respuesta de la etiqueta según un proceso especificado si la etiqueta pertenece a una cierta clase de etiquetas. La respuesta consta de un código de identificación único para la etiqueta juntamente con datos suministrados por sensores incorporados dentro de la etiqueta.

Las etiquetas se componen de condensadores, inductores, transistores, y posiblemente otros dispositivos de estado sólido empaquetados en forma adaptada para unión o implante en objetos animados o inanimados. La configuración básica de una etiqueta consta de un conductor multiespira enrollado en espiral que desarrolla un voltaje a través de sus terminales en respuesta a un campo magnético interrogante inversor producido por un lector y que pasa a través de la bobina; un condensador en paralelo con la bobina, siendo la combinación resonante a alguna frecuencia del campo magnético interrogante; un convertidor CA a CC puenteado a través del circuito resonante que extrae potencia CA del campo magnético y suministra potencia CC a todos los circuitos de la etiqueta; un controlador (o microprocesador) que controla todas las operaciones en la etiqueta; un generador de reloj que utiliza la señal inducida a través del circuito resonante para generar todas las señales de reloj requeridas para las operaciones de la etiqueta; un detector de umbral que proporciona una señal de reseteo al controlador cuando el voltaje de salida del convertidor CA a CC llega a un nivel suficiente para operar toda la circuitería de la etiqueta; memoria no volátil, accesible al controlador, conteniendo el código de identificación de la etiqueta; sensores para medir parámetros medioambientales tales como la temperatura, el choque y la vibración, y en el caso de portadores de etiqueta vivos, nivel de azúcar en sangre y factor PH; un convertidor A/D que puede estar conectado selectivamente a cada uno de los sensores para convertir las salidas analógicas del sensor en representaciones digitales; y unos medios de carga de circuito resonante que permiten al controlador poner una carga variable en el circuito resonante según una corriente de bits serie incluyendo el código de identificación de la etiqueta y los datos medioambientales.

ES 2 098 199 T3

La etiqueta se compone físicamente de un chip semiconductor que incorpora los dispositivos y la circuitería de la etiqueta incluyendo el condensador de sintonización y un conductor multiespira enrollado en espiral que está unido al chip semiconductor, estando sellada la combinación dentro de un tubo de vidrio u otro contenedor apropiado.

5 La versión portátil del lector está adaptada para operación por baterías. Para instalaciones fijas, el lector está adaptado para operación desde una fuente de alimentación de corriente alterna.

Un conductor multiespira enrollado en espiral en el lector proporciona los medios para acoplar inductivamente el lector a la bobina en una etiqueta cuando las dos unidades están una cerca de otra. Unos condensadores están colocados
10 en serie con el par de bobinas para crear un circuito resonante a la misma frecuencia que el circuito resonante en la etiqueta a leer. Se permite la selección casi instantánea de valor de capacitancia o inductancia de la bobina de modo que la frecuencia resonante del lector pueda ser seleccionada para adaptación a la frecuencia resonante de la etiqueta.

El circuito resonante del lector es movido a la frecuencia resonante por un excitador de bobina de doble extremo
15 equilibrado que recibe una señal periódica de frecuencia apropiada por un generador de reloj. El generador de reloj también suministra todas las señales de temporización requeridas en la operación del lector.

Cuando el lector y la etiqueta están cerca e inductivamente acoplados uno a otro, el voltaje a través de la bobina del lector es modulado en amplitud según la configuración de carga aplicada al circuito resonante de la etiqueta cuando
20 la etiqueta responde a una interrogación del lector. Esta variación en amplitud, que es una medida de la potencia absorbida por la etiqueta del campo magnético inverso, es detectada por medio de un detector de envolvente.

La relación de señal a ruido de la señal del detector de envolvente se maximiza por filtración apropiada y la señal es digitalizada posteriormente por un convertidor A/D. La señal digitalizada del detector de envolvente es suministrada a
25 un microprocesador que extrae los datos transmitidos al lector por la etiqueta.

Con el fin de leer etiquetas que transmiten información haciendo que el voltaje a través de la bobina del lector varíe en fase y/o frecuencia así como amplitud, se prefiere otra realización de la invención. El detector de envolvente es sustituido por un filtro de ranura sintonizado a la frecuencia de excitación de la bobina del lector y la señal de salida
30 del filtro de ranura es digitalizada y suministrada al microprocesador que extrae los datos de la señal. La finalidad del filtro de ranura es suprimir la gran señal de excitación que está presente en la señal de la bobina, reduciendo por ello el rango dinámico requerido del convertidor A/D.

El microprocesador interpreta los datos y los pone en una forma adecuada para visualización para el usuario. El
35 microprocesador también suministra señales audio y/o voz artificial destinadas a informar y guiar al usuario en el uso del lector.

El lector puede estar configurado para operar en varios modos por medio de conmutadores de hardware y microprogramas activados por datos de control de modo contenidos en una memoria de lectura solamente dentro del lector. Entre los parámetros que pueden ser controlados por datos de control de modo figuran la frecuencia operativa, protocolos de demodulación, protocolos de control de errores, clases de etiquetas, y secuenciación de búsqueda entre clases de etiquetas.

La clase de etiqueta es un grupo de etiquetas que el lector está habilitado para reconocer. Un código de clase de
45 etiqueta puede identificar etiquetas de un diseño concreto, etiquetas de un fabricante concreto, etiquetas utilizadas por grupos de usuarios concretos, etiquetas utilizadas para la identificación de una especie concreta de objetos, etc. Así, un modo operativo que especifica una sola clase de etiqueta puede restringir el lector a reconocer respuestas de etiquetas de un diseño concreto de un cierto fabricante que son utilizadas por un grupo concreto de usuarios para la identificación de especies concretas.

Los datos de control de modo pueden especificar más de una clase de etiqueta en cuyo caso el lector puede reconocer un grupo ampliado de etiquetas. Si los datos de control de modo especifican más de una clase de etiqueta,
50 el lector interroga todas las clases simultáneamente o procede de una clase a la siguiente en secuencia hasta que todas las clases han sido interrogadas, punto en que se repite el proceso de interrogación.

Al buscar una etiqueta en un objeto, se pasa el lector por la superficie del objeto hasta que recibe una respuesta de la etiqueta o la superficie del objeto donde podría estar situada la etiqueta ha sido explorada completamente. La determinación por parte del lector de que una etiqueta perteneciente a una clase habilitada está respondiendo, tiene lugar dentro de un período de tiempo específico (el tiempo de detección) después de que el lector comienza a transmitir. Si
60 el lector no obtiene una respuesta dentro del tiempo de detección, el lector se apaga con el fin de ahorrar potencia de la batería. El lector se enciende de nuevo y realiza otra interrogación después de haber transcurrido un segundo período de tiempo específico (el tiempo de reposición). Este tiempo de reposición es suficientemente largo para permitir al lector pasar a una nueva posición en la superficie del objeto. Este proceso de encendido-apagado es un medio muy efectivo de ahorrar potencia de la batería en el lector.

65 US 3.859.624 describe una etiqueta de identificación electrónica para un sistema electrónico de identificación, donde la etiqueta tiene todas las características de la porción precaracterizante de la reivindicación 1. En esta etiqueta la señal modulada del transmisor se usa primero para energizar la etiqueta a través de una bobina receptora y circuito

rectificador que carga un condensador. Después de que el condensador está completamente cargado, la etiqueta deja de absorber potencia, y el condensador descarga entonces a la circuitería de la etiqueta con el fin de alimentar la electrónica del transpondedor. Este tipo de sistema se denomina en general un sistema RFID semiduplex. Los sistemas RFID semiduplex, sin embargo, no reciben simultáneamente una señal leída de un interrogador y decodifican la señal de la etiqueta de identificación al mismo tiempo. En cambio, el proceso se repite en pasos alternativos.

US 4.924.210 describe un método de comunicar información entre una etiqueta y un lector de un sistema electrónico de identificación, donde el método realiza los pasos de la porción precharacterizante de la reivindicación 4. Se estudian diferentes protocolos o modos de operación de varios tipos de soportes de datos. Sin embargo, todos los soportes de datos operan en el mismo tipo de señal, y no hay indicación de que los protocolos podrían ser distintos de varias clasificaciones; este tipo de protocolo se refiere más a la naturaleza de cómo se almacenan datos en un dispositivo de memoria, por ejemplo dónde se sitúan los datos en un disco compacto o dentro de un tipo específico de dispositivo de memoria RAM.

Un objeto de la invención es proporcionar una etiqueta para un sistema de identificación incluyendo lectores y etiquetas, donde la etiqueta permite que el lector lea el mensaje de la etiqueta en base a una única transmisión, permitiendo por ello que el lector conserve potencia de la batería apagándose inmediatamente después de la única transmisión. Otro objeto de la invención es proporcionar un método adecuado para ello.

Estos objetos se logran con una etiqueta de identificación electrónica según la reivindicación 1 y un método según la reivindicación 4, respectivamente. Realizaciones ventajosas de la invención son la materia de las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloques funcionales del sistema de identificación multimodo incluyendo lector y etiqueta.

La figura 2 es una vista lateral de una etiqueta diseñada para implante con parte de la envuelta cortada.

La figura 3 es una vista en sección transversal de una etiqueta diseñada para implante en un plano transversal al eje longitudinal de la etiqueta.

La figura 4A es el diagrama de flujo de la rutina de interrupción de la frecuencia “marca” por 4 que es realizada por el microprocesador en el lector.

La figura 4B es el diagrama de flujo de la rutina de interrupción retardada de la frecuencia “marca” por 4 que es realizada por el microprocesador en el lector.

La figura 5A es el diagrama de flujo de la rutina de interrupción de la frecuencia “espacio” por 4 que es realizada por el microprocesador en el lector.

La figura 5B es el diagrama de flujo de la rutina de interrupción retardada de la frecuencia “espacio” por 4 que es realizada por el microprocesador en el lector.

La figura 6A es el diagrama de flujo de la rutina de interrupción de la frecuencia “marca” que es realizada por el microprocesador en una primera realización del lector.

La figura 6B es el diagrama de flujo de la rutina de interrupción de la frecuencia “marca” que es realizada por el microprocesador en una segunda realización del lector.

La figura 7A es el diagrama de flujo de la rutina de interrupción de frecuencia “espacio” que es realizada por el microprocesador en una primera realización del lector.

La figura 7B es el diagrama de flujo de la rutina de interrupción de frecuencia “espacio” que es realizada por el microprocesador en una segunda realización del lector.

La figura 8 es el diagrama de flujo de la rutina de calibración que es realizada por el microprocesador en el lector.

La figura 9 es el diagrama de flujo de la rutina de operación que es realizada por el microprocesador en el lector.

La figura 10 es el diagrama de flujo de la rutina de interrupción de tasa de bits (datos) que es realizada por el microprocesador en el lector.

La figura 11 es el diagrama de flujo de la rutina de recuperación de mensaje que es realizada por el microprocesador en el lector.

ES 2 098 199 T3

La figura 12 es el diagrama de flujo de la rutina de procesado de mensajes que es realizada por el microprocesador en el lector.

La figura 13 es el diagrama de flujo de la rutina de conexión que es realizada por el microprocesador en el lector.

La figura 14 es el diagrama de flujo de la rutina de interrupción T_1 que es realizada por el microprocesador en el lector.

La figura 15 es el diagrama de flujo de la rutina de interrupción de tasa de bits (control) que es realizada por el microprocesador en el lector.

La figura 16 es el diagrama de flujo de la rutina de interrupción apagar bobina que es realizada por el microprocesador en el lector.

15 Descripción de la realización preferida

El diagrama de bloques funcionales para un lector 100 y una etiqueta 200 acoplados inductivamente se representa en la figura 1. El lector 100 interroga la etiqueta 200 generando un campo magnético inverso 10 por medio de la bobina 110. La bobina 110 en serie con uno del par de condensadores 120 o 125, seleccionable por medio del par de conmutación SPDT 130, es movida por el excitador de bobina equilibrado de doble extremo 135 con una señal periódica de frecuencia apropiada suministrada por el generador de reloj 140. Típicamente, la frecuencia de excitación es del rango de 100 kHz a 400 kHz.

El generador de reloj 140 se compone de un oscilador controlado por cristal y cadenas divisoras de diseño ordinario. La frecuencia del oscilador se elige de tal manera que todas las frecuencias de excitación requeridas puedan ser obtenidas por divisiones enteras. Otras divisiones enteras de cada frecuencia de excitación proporcionan señales de reloj de onda cuadrada que tienen las frecuencias siguientes: frecuencia "marca" por 4; frecuencia "espacio" por 4; frecuencia "marca"; frecuencia "espacio"; tasa de bits (datos); y tasa de bits (control). Las señales de reloj se obtienen de tal forma que las transiciones de bajo a alto de todas las señales, excepto la señal de tasa de bits (control), coincidan en instantes de tiempo concretos. La transición de bajo a alto de la señal de tasa de bits (control) precede a la de la señal de tasa de bits (datos) al menos un ciclo de la frecuencia de excitación.

El generador de reloj 140 incluye el temporizador de ciclo de trabajo que genera una señal de temporización de onda cuadrada que hace que la bobina del lector 110 sea energizada cuando la señal sea alta. La señal permanece alta durante un tiempo suficientemente largo para recibir la información a comunicar por una etiqueta a la frecuencia de excitación concreta que se use. La señal permanece baja durante un tiempo suficientemente largo para que el lector 100 se desplace a una nueva posición de lectura. El temporizador de ciclo de trabajo envía la señal de interrupción "bobina apagada" al microprocesador 170 cuando la señal de temporización que genera es baja.

La finalidad de operar la bobina del lector 110 con un ciclo de trabajo es conservar potencia de la batería y lograr períodos operativos más largos entre recargas o sustituciones de la batería.

El temporizador de ciclo de trabajo es puesto a bajo por el microprocesador 170 siempre que el microprocesador reconoce una condición que indica fallo del proceso de lectura.

El temporizador de ciclo de trabajo se activa solamente cuando el interruptor de potencia del lector está encendido y el interruptor de disparo de "lectura" activado por el usuario 142 está cerrado. La liberación del disparo de "lectura" no inhabilita el temporizador de ciclo de trabajo hasta que tiene lugar la transición normal de alto a bajo.

En el generador de reloj 140, el tiempo T lo mantiene un contador que cuenta ciclos de la frecuencia de excitación cuando la señal del temporizador de ciclo de trabajo es alta. El contador se resetea cada vez que la señal del temporizador de ciclo de trabajo pasa de alta a baja. El microprocesador 170 puede acceder al contador T por medio del bus de control 187 y el bus de datos 190.

El contador T suministra una señal de interrupción al microprocesador 170 cuando T es igual a T_1 , donde T_1 es el tiempo requerido para que el voltaje de la bobina del lector se acerque, por ejemplo, a 0,1% de su voltaje de estado de régimen. Cuando tiene lugar la interrupción T_1 , comienza el procesado de la señal en el lector.

Un diseño típico para excitadores equilibrados adecuados para excitar la bobina 110 y condensadores 120 o 125 es el circuito integrado S19950DY comercialmente disponible que incluye un par complementario de transistores de efecto de campo de silicio óxido metálico de potencia (MOSFETS de potencia).

Los dos condensadores incluyendo cada par de bobinas tienen iguales capacitancias, eligiéndose la capacitancia de modo que la combinación del par de bobina y condensador constituya un circuito resonante en serie a una frecuencia de excitación deseada.

La etiqueta 200, cuando está cerca de e inductivamente acoplada al lector 100, extrae potencia del campo magnético alterno 10 establecido por la bobina del lector 110 por medio del conductor multiespira enrollado en espiral 210 en

ES 2 098 199 T3

paralelo con el condensador 220, constituyendo la combinación un circuito resonante a una de las frecuencias de excitación del lector. La carga variable 230 se conecta a través de la combinación bobina-condensador para proporcionar por ello un medio para variar la carga en el excitador en espiral equilibrado 135 en el lector 100 resultante del acoplamiento inductivo de las bobinas del lector y la etiqueta. La carga variable 230 es resistiva en la realización preferida, logrando por ello la mayor efectividad posible al absorber potencia del campo magnético inverso y al comunicar con el lector. Otras realizaciones menos deseables podrían usar cargas que son inductivas, capacitivas, o alguna combinación de carga inductiva, capacitiva, y resistiva.

La capacidad de comunicación del lector 100 y la etiqueta 200 son críticamente dependientes de las características de la bobina del lector 110 y la bobina de la etiqueta 210. El número de vueltas de la bobina del lector deberá ser lo más grande que sea posible de modo que el campo magnético creado por la bobina del lector sea lo más grande posible. Por otra parte, la resistencia de la bobina del lector 110 (proporcional al número de vueltas) no debe ser tan grande que sea una desadaptación sustancial a la impedancia de excitación y por ello impida la transferencia de potencia a la etiqueta. La realización preferida de la bobina del lector se enrolla en un núcleo oval de plástico de aproximadamente 117,5 mm (4-5/8 pulgadas) de largo por 95,3 mm (3-3/4 pulgadas) de ancho. La bobina se enrolla con 90 a 100 vueltas de alambre que tiene un diámetro de 0,32 mm (alambre de calibre 28) que produce una bobina con una inductancia aproximada de 2,3 mH y una resistencia aproximada de 7,6 ohmios.

El número de vueltas en la bobina de la etiqueta 210 también deberá ser lo más grande que sea posible con el fin de maximizar el voltaje inductivamente generado a través de la bobina. De nuevo hay que tener precaución al elegir el número de vueltas de modo que la transferencia de potencia entre el lector y la etiqueta no quede afectada adversamente.

El voltaje alterno que aparece a través de la bobina 210 como resultado de estar inductivamente acoplada a la bobina del lector 110 es convertido a corriente continua por medio del convertidor CA/CC y el regulador de voltaje 235 que suministra toda la potencia que precisa la circuitería de la etiqueta. El voltaje alterno que aparece a través de la bobina 210 proporciona una frecuencia de referencia para el generador de reloj 240 que suministra todas las señales de reloj que precisa la circuitería de la etiqueta. Otra realización utiliza el voltaje alterno de la bobina para estabilizar un oscilador controlado por voltaje que entonces actuaría como la fuente para todas las señales de reloj.

El controlador 245 controla todas las operaciones realizadas por la circuitería de la etiqueta. Una señal de reloj para el controlador 245 es suministrada por el generador de reloj 240. El detector de umbral 250 produce una señal cuando el voltaje del convertidor CA/CC y el regulador de voltaje 235 llega al nivel requerido para operación fiable de la circuitería de la etiqueta. La señal del detector de umbral 250 sirve para resetear el controlador que espera un período de tiempo predeterminado (medido por un contador de ciclos de reloj en el controlador) y entonces inicia la transmisión de información al lector. El retardo de transmisión también puede ser realizado con un simple circuito analógico de temporización. El retardo predeterminado de transmisión tiene la finalidad de permitir que el transitorio asociado con la aplicación de un voltaje al circuito resonante del lector 110, 120/125 desaparezca hasta el punto donde la absorción de potencia por la etiqueta pueda ser detectada por el lector. El lector es capaz por ello de extraer información de la señal de absorción de potencia tan pronto como la etiqueta comienza a transmitir haciendo innecesario que el campo magnético del lector sea energizado durante más tiempo que la duración de una transmisión de un solo mensaje y se desactive rápidamente si una etiqueta no puede ser detectada.

El detector de umbral es un simple circuito que usa un diodo zener como un voltaje de referencia.

Un mensaje es transmitido por el controlador aplicando una señal de dos niveles correspondiente a una configuración de bits de mensaje a la carga variable 230. En la realización preferida, un mensaje consta de un código de sincronismo de 10 bits, un código de clase de etiqueta de 24 bits, un código de identificación de 56 bits, un código de detección de errores de 16 bits basado en la suma de verificación de 16 bits estándar CCITT, y finalmente un número predeterminado de palabras de datos de sensor de 8 bits. La suma de verificación permite errores de hasta 16 bit en la porción del mensaje que consta del código de clase de etiqueta y el código de identificación a detectar. Cada una de las palabras de sensor lleva su propio bit de paridad permitiendo por ello la detección de error único en cada una de las palabras de datos del sensor.

El controlador recupera para transmisión todas las porciones de datos del sensor, excepto una, del mensaje de la memoria no volátil 255. En la realización representada en la figura 1 el controlador obtiene los datos del sensor haciendo que el selector del sensor 260 conecte el convertidor A/D 265 secuencialmente primero al sensor de temperatura 270 y posteriormente a un sensor PH 275 u otro sensor deseado.

En la ausencia de una transmisión de mensaje del controlador 245, la carga variable 230 está latente y no carga apreciablemente el circuito resonante 210, 220. Cuando el controlador transmite un mensaje por la línea 238 a la carga variable 230, la carga variable aplica una carga al circuito resonante 210, 220 según una técnica de modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK). Un bit de mensaje "1" hace que se seleccione una señal de frecuencia "marca". Un "0" selecciona una señal de frecuencia "espacio". La selección de la señal de frecuencia "marca" hace que la carga se active o desactive dependiendo de si la señal de frecuencia "marca" es alta o baja. Igualmente, la señal de frecuencia "espacio" hace que la carga se active o desactive dependiendo de los estados alto y bajo de la señal de frecuencia "espacio". Las señales de onda cuadrada de frecuencia "marca" y "espacio" son derivadas de la frecuencia de excitación del lector y suministradas por el generador de reloj 240 a la carga variable 230 por las líneas 242.

ES 2 098 199 T3

Dado que las frecuencias “marca” y “espacio” son de fase coherente con la frecuencia de excitación del campo magnético, el lector puede extraer ventajosamente la información de la señal de absorción de potencia por medio de una técnica de demodulación coherente, realizando por ello la mayor eficiencia de comunicación de modulación por desplazamiento de frecuencia coherente (CFSK) en comparación con modulación por desplazamiento de frecuencia no coherente (NCFSK).

Las frecuencias “marca” y “espacio” se eligen suficientemente pequeñas para que las bandas laterales resultantes de la modulación de amplitud de la señal de frecuencia de excitación no sean atenuadas, por ejemplo, más de 3 dB con respecto a la frecuencia de excitación por el circuito resonante del lector 110, 120/125. La espaciación de las frecuencias “marca” y “espacio” deberá ser idealmente un entero por la tasa de bits donde el entero es preferiblemente igual o mayor que dos. Para una frecuencia de excitación de 400 kHz y una tasa de bits de 5 kHz, los valores típicos para las frecuencias “marca” y “espacio” son 50 kHz y 40 kHz respectivamente. Obsérvese que la diferencia de 10 kHz es igual al entero 2 por la tasa de bits.

Será obvio a los expertos en la técnica que se podría usar otras técnicas de modulación. Por ejemplo, se podría usar manipulación todo o nada (OOK), por lo que la carga variable 230 desactiva la carga cuando se transmite un “0” y activa y desactiva la carga cuando se transmite un “1” (o viceversa) según que una onda cuadrada de frecuencia predeterminada suministrada por el reloj 240 sea alta o baja.

También se podría usar manipulación por desplazamiento de fase (PSK) en las versiones de de coherencia plena (CPSK) o de coherencia diferencial (DCPSK). Se obtendría manipulación por desplazamiento de fase coherente si la carga variable 230 activase o desactivase la carga según que la onda cuadrada antes descrita era alta o baja respectivamente cuando se transmitió un “0” y activase o desactivase la carga cuando la onda cuadrada era baja o alta respectivamente cuando se transmitió un “1” (o viceversa).

Se obtendría manipulación por desplazamiento de fase de coherencia diferencial si la carga variable 230 activase y desactivase la carga de la misma forma que durante el período de bit anterior cuando se transmite un “0” y de la forma contraria cuando se transmite un “1”.

La circuitería de la etiqueta para etiquetas del tipo de implante se empaqueta dentro de una cápsula cilíndrica hecha de un material inerte tal como vidrio. Una vista lateral de la circuitería de la etiqueta colocada dentro de una vista cortada de la cápsula 290 se representa en la figura 2. Una vista en sección transversal de extremo de la etiqueta 200 se representa en la figura 3. El condensador 220 se ha formado en un sustrato que sirve como un soporte para la bobina 210. La bobina 210 se mantiene inmóvil con relación al sustrato del condensador 220 por un material de encapsulado 292 que ocupa el espacio entre la bobina y el sustrato. La circuitería de la etiqueta distinta de la bobina 210 y el condensador 220 es un circuito integrado 280 fijado y conectado eléctricamente al condensador 220 por medio de abombamientos de oro. La circuitería de la etiqueta puede ser amortiguada dentro de la cápsula por un fluido inerte 295.

En una realización alternativa de la etiqueta, la circuitería de la etiqueta 280 y el condensador 220 se fabrican en el mismo sustrato, simplificando por ello el conjunto de la etiqueta.

En otra realización de la etiqueta, la circuitería de la etiqueta 280, el condensador 220, y la bobina 210 se fabrican en el mismo sustrato, siendo la bobina un conductor en espiral que está en la superficie del sustrato.

El voltaje de frecuencia de excitación a través de la bobina del lector 110 es modulado en amplitud por la variación en la absorción de potencia de la etiqueta procedente de la bobina del campo magnético del lector que resulta de la variación de carga del circuito resonante de la etiqueta 210, 220 producida por el mensaje que el controlador 245 envía a la carga variable 230. La modulación de amplitud la quita del voltaje de la bobina del lector el detector de envolvente 145 que consta de un diodo puente, y el ruido que se extiende por encima de las frecuencias de modulación de interés es quitado por medio del filtro de paso bajo 150. La frecuencia de corte del filtro de paso bajo 150 está entre la frecuencia de excitación más baja que el diseño del lector le permite usar y la más alta de las frecuencias “marca” y “espacio”. Las frecuencias de excitación típicas son 400 kHz y 125 kHz. Las frecuencias “marca” y “espacio” típicas para la frecuencia de excitación de 400 kHz son 50 kHz y 40 kHz. En estas circunstancias la frecuencia de corte deberá ser superior a 50 kHz y lo más por debajo de 125 kHz que sea posible, con el fin de obtener la mayor atenuación posible de la frecuencia de excitación, sin hacer una atenuación más grande, por ejemplo, de 1 dB en la frecuencia “marca” de 50 kHz.

La señal de salida del filtro de paso bajo 150 es alimentada a través del cancelador CC 155 al convertidor analógico a digital 165. La finalidad del cancelador CC 155 es quitar el componente CC de modo que los componentes CA puedan ocupar todo el rango de entrada del convertidor A/D 165. El cancelador CC puede ser tan simple como el circuito representado en la figura 1: el condensador 158 conectado a través del interruptor 160 a tierra. El interruptor 160 es controlado por el microprocesador 170. Durante el período inicial de excitación de la bobina del lector 110, el condensador 158 permanece puesto a tierra a través de interruptor 160. Cuando el voltaje de la bobina del lector se aproxima al estado constante, el interruptor 160 se abre y la entrada al convertidor A/D 165 es cero, dado que el voltaje a través del condensador 158 es igual al del filtro de paso bajo 150 y los dos voltajes están conectados ahora en oposición en serie.

ES 2 098 199 T3

El convertidor A/D 165 muestrea la forma de onda de entrada en tiempos correspondientes a las transiciones ascendentes de la frecuencia “marca” por 4 y las señales de reloj 4 de frecuencia “espacio” por 4 suministradas por el generador de temporización 140, produciendo por ello representaciones digitales de 10 bits de las muestras introducidas. Las tasas de muestreo “por 4” proporcionan cuatro muestras durante cada ciclo de las frecuencias “marca” y “espacio”, lo que simplifica las operaciones de procesado posteriores.

Otra realización de la invención se usa cuando las etiquetas a identificar incluyen las que transmiten información haciendo que la fase o frecuencia del voltaje de la bobina del lector varíe. Un ejemplo de tales etiquetas son las que responden a un campo magnético inverso interrogante con una señal FSK o PSK después de apagar el campo. Tales señales no sobrevivirían al detector de envolvente 145 y filtro de paso bajo 150 y, en consecuencia, se precisa un medio de demodulación diferente para recibir estas señales.

En la realización alternativa de la invención, el detector de envolvente 145, el filtro de paso bajo 150, y el cancelador CC 155 son sustituidos por un filtro de ranura sintonizado a la frecuencia de excitación de la bobina del lector 110 y el microprocesador 170 realiza todo el proceso de demodulación de la señal. Mediante programación apropiada del microprocesador, toda la gama de formatos de amplitud, fase y modulación de frecuencia puede estar alejada dentro del lector 100. La finalidad del filtro de ranura es suprimir el componente de frecuencia de excitación del voltaje alterno de la bobina, permitiendo por ello el uso de un convertidor A/D con un menor rango dinámico.

En cualquier realización, el microprocesador 170 obtiene las muestras digitalizadas por el convertidor A/D 165 tan pronto como están disponibles y las guarda en memoria. Los datos de identificación de la etiqueta que derivan de esta información conjuntamente con la información operativa son visualizados visualmente en una pantalla alfanumérica 175. Esta misma información está disponible de forma audible para el usuario en forma de señales audio y/o voz artificial por medio de la interface audio 180 y el altavoz 185. El microprocesador controla e generador de reloj 140, el cancelador CC 155, la pantalla alfanumérica 175, y la interface audio 180 por medio del bus de control 187. Se produce intercambio de datos entre el microprocesador 170 y el generador de reloj 140, el convertidor A/D 165, la pantalla alfanumérica 175, y la interface audio 180 por medio del bus de datos 190.

Un ordenador digital externo 195 puede ejercer control sobre e intercambiar datos con el microprocesador 170 por medio del enlace de datos estándar RS-232 197.

Las rutinas para almacenar los datos del convertidor A/D en la memoria del microprocesador se definen por los diagramas de flujo representados en las figuras 4A y 5A para la primera realización que implica el detector de envolvente. Las rutinas son disparadas por interrupciones del microprocesador que son generadas por las mismas señales de reloj que controlan el muestreo en el convertidor A/D 165.

La rutina representada en la figura 4A es iniciada por la transición ascendente de la señal de reloj “frecuencia “marca” por 4”. El microprocesador realiza la operación de “espera” 310 hasta que esté disponible la muestra digitalizada del convertidor A/D 165 y entonces realiza la operación 320. Hay J celdas de memoria disponibles para almacenamiento de muestras en esta rutina donde J es igual a $4f_r/R$, f_m es la frecuencia “marca”, y R es la tasa de bits. Las celdas de memoria son identificadas aquí por los enteros entre 0 y (J-1). La operación 320 consta de dos pasos. El registro de direcciones de memoria se incrementa 1 con una operación módulo J superior. Entonces la nueva muestra es almacenada en la dirección contenida en el registro de direcciones de memoria donde previamente residía la muestra más antigua.

Se inicia una rutina similar por la transición ascendente de la señal de reloj de “4 x frecuencia “espacio”” según el diagrama de flujo representado en la figura 5A. La rutina de la figura 5A difiere de la rutina de la figura 4A solamente en que implica un espacio de memoria diferente. La rutina de la figura 5A implica K celdas de memoria donde K es igual a $4f_s/R$ y f_s es la frecuencia “espacio”. Las celdas de memoria para esta rutina son identificadas por los enteros 0 a (K-1).

El microprocesador es un procesador digital convencional, tal como Motorota 68030 o Intel 80386, capaz de operar en una tasa de reloj entre 15 y 30 MHz y capaz de realizar las operaciones recién descritas así como las que se describirán posteriormente. La señal de reloj para el microprocesador 170 es suministrada por el generador de reloj 140.

Las muestras almacenadas en la memoria del microprocesador constituyen una representación digital de una señal modulada por desplazamiento de frecuencia si la etiqueta que responde es la realización preferida explicada anteriormente. El paso clave al extraer el contenido de información de la señal, es decir, los bits de mensaje, es calcular estimaciones de las probabilidades relativas de que se transmitió una frecuencia “marca” o “espacio” durante un período de tiempo dado. La forma más efectiva de llevar a cabo esta tarea cuando la señal recibida está contaminada con ruido blanco es establecer una correlación cruzada de la señal recibida con réplicas de las señales de frecuencia “marca” y “espacio” que se recibirán en la ausencia de ruido. Las correlaciones cruzadas son las estimaciones deseadas de las probabilidades relativas.

El microprocesador 170 calcula correlaciones cruzadas según las rutinas de interrupción representadas en las figuras 6A y 7A. La rutina representada en la figura 6A es disparada por las transiciones ascendentes de una señal de reloj de onda cuadrada que tiene una frecuencia igual a la frecuencia “marca”. Los cálculos 350 utilizan los datos almace-

ES 2 098 199 T3

nados en memoria como resultado de la rutina representada en la figura 4A. El resultado de los cálculos 350 es una estimación de la probabilidad relativa de que una frecuencia “marca” sea transmitida durante el período que se extiende desde $t-1/R$ a t , donde t es el tiempo presente. Para facilitar los requisitos de cálculo impuestos al microprocesador 170, se usa una aproximación de onda cuadrada a la réplica de la frecuencia “marca”.

5 La ecuación 352 especifica los cálculos requeridos para obtener la correlación cruzada en fase M_i de la señal recibida con la réplica de onda cuadrada de la frecuencia “marca” que tiene una onda sinusoidal fundamental. La ecuación 354 especifica los cálculos requeridos para obtener la correlación cruzada en cuadratura M_q de la señal recibida con la réplica de onda cuadrada de la frecuencia “marca” que tiene una onda coseno fundamental. La cantidad $m(n)$ en las ecuaciones denota la muestra de señal recibida de frecuencia “marca” guardada en la posición de memoria n . La cantidad $\text{int}(n)$ denota la porción entera de n .

15 La cantidad M_i es una estimación de la probabilidad relativa de que se recibió una réplica de onda cuadrada de “tipo seno”. La cantidad M_q es una estimación de la probabilidad relativa de que se recibió una réplica de onda cuadrada de “tipo coseno”. La ecuación 356 especifica los cálculos requeridos para obtener M , una estimación de la probabilidad relativa de que se recibió una réplica de onda cuadrada de cualquier fase. El factor f_s es a efectos de normalización y se explicará mejor en conexión con la rutina representada en la figura 7A. La cantidad D definida por la ecuación 358 se explicará en conexión con la explicación de la figura 7A siguiente.

20 Después de los cálculos 350, se realiza una determinación 359 sobre si el señalizador “calibrar” se ha puesto como resultado de que el usuario del equipo ha pulsado el interruptor de “calibración” momentánea 144 (figura 1). Si se ha puesto, se realiza la rutina de calibración. De otro modo, se ejecuta la rutina operativa. Estas dos rutinas se explicarán más tarde en conexión con las figuras 8 y 9.

25 El microprocesador 170 calcula las correlaciones cruzadas de la señal recibida con las réplicas de la frecuencia “espacio” por medio de la rutina representada en la figura 7A. La rutina es disparada por las transiciones ascendentes de una señal de reloj de onda cuadrada que tiene una frecuencia igual a la frecuencia “espacio”. Los cálculos 360 dan lugar a una estimación de la probabilidad relativa de que se transmitió una frecuencia “espacio” durante el período que se extiende de $t-1/R$ a t . De la misma manera que las correlaciones cruzadas de la frecuencia “marca”, se usa una aproximación de onda cuadrada a la réplica de la frecuencia “espacio”.

30 Las cantidades S_i , S_q y S definidas por las ecuaciones 362, 364, y 366 corresponden respectivamente a las cantidades igualmente definidas de la figura 6A con la réplica de la frecuencia “marca” sustituida por la réplica de la frecuencia “espacio”. La cantidad $s(n)$ denota la muestra de la señal recibida de frecuencia “espacio” guardada en la posición de memoria n . La cantidad S_i es una estimación de la probabilidad relativa de que se recibió una réplica de onda cuadrada de “tipo seno” que tiene una frecuencia igual a la frecuencia “espacio”. La cantidad S_q es una estimación de la probabilidad relativa de que se recibió una réplica de onda cuadrada de “tipo coseno”. La cantidad S es una estimación de la probabilidad relativa de que se recibió una réplica de onda cuadrada de cualquier fase. En los casos donde las transiciones ascendentes de las señales de reloj de frecuencia “marca” y “espacio” coinciden, la rutina representada en la figura 7A se realiza primero dado que se requieren los datos “S” calculados para realizar algunos de los cálculos representados en la figura 6A.

45 Una correlación cruzada de la frecuencia “marca” implica muestras de señal recibidas $4f_m/R$ mientras que una correlación cruzada de la frecuencia “espacio” implica muestras $4f_s/R$. Con el fin de poner a la misma escala las probabilidades relativas representadas por M y S , los factores f_s y f_m se incorporan en las ecuaciones 356 y 366 de las figuras 6A y 7A. Por ello, ambas cantidades parecen basadas en el mismo número de muestras de señal recibidas – $4f_m f_s/R$.

50 Una cantidad conveniente para hacer valer la probabilidad de que se recibió una frecuencia “marca” más bien que una frecuencia “espacio” es $D = M-S$, la versión de la modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK) de la ecuación 358 en la figura 6A. Si D es mayor que cero, las probabilidades relativas M y S favorecen la conclusión de que se recibió la frecuencia “marca” más bien que la frecuencia “espacio”. Si D es menor que cero, las probabilidades relativas favorecen la conclusión contraria.

55 El lector 100 también puede estar configurado para leer etiquetas que utilizan manipulación todo o nada (OOK) o manipulación por desplazamiento de fase (PSK). La interrupción de frecuencia “espacio” es inhabilitada cuando se están leyendo etiquetas que usan estas dos técnicas de manipulación dado que la información es transportada por una sola frecuencia (que, por razones de conveniencia, se denominará la frecuencia “marca”). Las expresiones apropiadas para D son etiquetadas “OOK” y “PSK” en la ecuación 358 de la figura 6A. La cantidad L es idealmente igual a la mitad del valor de M en ausencia de ruido. Las cantidades U_i y U_q son respectivamente los componentes en fase y cuadratura M_i y M_q durante algún período de bits representativo. Su uso en la ecuación para D da lugar a un D positivo cuando la señal recibida durante un período de bits tiene la misma fase que la señal recibida durante el período de bits representativo. Se obtiene un D negativo cuando la señal recibida durante un período de bits tiene la fase opuesta a la de la señal recibida durante el período de bits representativo.

65 En la realización alternativa del proceso de demodulación (en la que un filtro de ranura sustituye al detector de envolvente 145, el filtro de paso bajo 150 y el cancelador CC de la figura 1), la forma de onda recibida se representa de forma muy conveniente por muestras de valor complejo donde cada valor de muestra consta de una parte real y

ES 2 098 199 T3

una parte imaginaria. Los valores de muestra real se obtienen como se ha descrito previamente en conexión con las figuras 4A y 5A. Los valores de muestra imaginaria se obtienen muestreando la forma de onda recibida un cuarto de ciclo de la frecuencia de excitación después de obtener los valores de muestra real. Los valores de muestra imaginaria se guardan en espacios de memoria separados como se detalla en las figuras 4B y 5B. Las rutinas representadas en las figuras 4B y 5B son idénticas a las representadas en las figuras 4A y 5A, a excepción de que implican espacios de memoria diferentes.

El proceso de correlación cruzada que se usa para extraer el contenido de información de la señal recibida es algo más complicado cuando la señal recibida y las réplicas de las posibles señales recibidas se representan por valores complejos. Las cantidades de interés son las correlaciones cruzadas de la señal compleja y los conjugados complejos de las réplicas.

El proceso se define en la figura 6B para una correlación de la réplica de la frecuencia "marca". Los cálculos utilizan los datos almacenados en los espacios de memoria j y j' como resultado de las rutinas representadas en las figuras 4A y 4B.

La ecuación 372 define la correlación cruzada de la parte real de la señal recibida con la parte real de la réplica de onda cuadrada de la frecuencia "marca". La parte real de la réplica de onda cuadrada de la frecuencia "marca" es una onda cuadrada que tiene una onda sinusoidal fundamental.

La ecuación 374 define la correlación cruzada de la parte imaginaria de la señal recibida con la parte imaginaria de la réplica de onda cuadrada de la frecuencia "marca". La parte imaginaria de la réplica de onda cuadrada de la frecuencia "marca" es una onda cuadrada que tiene un coseno fundamental.

La ecuación 376 define la correlación cruzada de la parte real de la señal recibida con la parte imaginaria de la réplica de onda cuadrada de la frecuencia "marca".

La ecuación 378 define la correlación cruzada de la parte imaginaria de la señal recibida con la parte real de la réplica de onda cuadrada de la frecuencia "marca".

La ecuación 380 define la parte real de la correlación cruzada de la señal compleja con el conjugado complejo de la réplica de onda cuadrada de la frecuencia "marca".

La ecuación 382 define la parte imaginaria de la correlación cruzada de la señal compleja con el conjugado complejo de la réplica de onda cuadrada de la frecuencia "marca".

Las ecuaciones 384 y 386 son las mismas que las ecuaciones 356 y 358 respectivamente de la figura 6A. La porción restante de la rutina de la figura 6B es la misma que la porción correspondiente de la rutina de la figura 6A.

El microprocesador 170 calcula la correlación cruzada compleja de la señal recibida compleja con la réplica de la frecuencia "espacio" compleja según las ecuaciones 390 expuestas en la figura 7B. Los cálculos 390 utilizan los datos almacenados en los espacios de memoria k y k' como resultado de las rutinas representadas en las figuras 5A y 5B.

La ecuación 392 define la correlación cruzada de la parte real de la señal recibida con la parte real de la réplica de onda cuadrada de la frecuencia "espacio". La parte real de la réplica de onda cuadrada de la frecuencia "espacio" es una onda cuadrada que tiene una onda sinusoidal fundamental.

La ecuación 393 define la correlación cruzada de la parte imaginaria de la señal recibida con la parte imaginaria de la réplica de onda cuadrada de la frecuencia "espacio". La parte imaginaria de la réplica de onda cuadrada de la frecuencia "espacio" es una onda cuadrada que tiene un coseno fundamental.

La ecuación 394 define la correlación cruzada de la parte real de la señal recibida con la parte imaginaria de la réplica de onda cuadrada de la frecuencia "espacio".

La ecuación 395 define la correlación cruzada de la parte imaginaria de la señal recibida con la parte real de la réplica de onda cuadrada de la frecuencia "espacio".

La ecuación 396 define la parte real de la correlación cruzada de la señal compleja con el conjugado complejo de la réplica de onda cuadrada de la frecuencia "espacio".

La ecuación 397 define la parte imaginaria de la correlación cruzada de la señal compleja con el conjugado complejo de la réplica de onda cuadrada de la frecuencia "espacio".

La ecuación 398 es la misma que la ecuación 366 de la figura 7A.

La rutina de calibración representada en la figura 8 establece cuál es el umbral de ruido de la circuitería de recepción del lector y establece un umbral apropiado para decidir si se está recibiendo una señal de la etiqueta. Esta rutina la ejecuta el microprocesador 170 a la conclusión de la rutina de interrupción de la frecuencia "marca" si el operador del

ES 2 098 199 T3

equipo ha pulsado el interruptor de “calibración” instantánea 144 (figura 1) haciendo por ello que el microprocesador ponga el señalizador “calibrar”. Normalmente, el operador calibraría el equipo cada día antes del uso o al cambiar las posiciones de uso.

5 El microprocesador realiza la prueba 410 para ver si se ha puesto el señalizador “calcular ruido”. Este señalizador se resetea cuando se activa la potencia al lector 100 y cada vez que se resetea el temporizador de ciclo de trabajo. Así, la primera vez hasta la rutina de calibración el microprocesador realiza la operación 420 que consiste en introducir M en el registro M_a y poner el señalizador “calcular ruido”. En pasos posteriores de la rutina de calibración, el microprocesador realiza la operación 430 que después de muchas repeticiones da lugar a un M_a que es una versión
10 alisada de M. El factor 64 establece el período de tiempo en el que se alisan los datos M y el grado de alisado. La finalidad es obtener una estimación del valor medio de la amplitud de ruido que esté, por ejemplo, dentro de 5% del valor real medio.

A continuación, el microprocesador realiza la operación 440 que consiste en leer el tiempo T mantenido por el generador de reloj 140. Si el microprocesador halla mediante la prueba 450 que T es mayor que T_2 , el tiempo requerido
15 para lograr la cantidad deseada de alisado, se lleva a cabo la operación 460. El umbral de detección de señal recibida H se pone a algunos múltiplos del nivel de ruido M_a . El factor 8 que aparece en la ecuación para H limita las detecciones de señal falsas a un número razonablemente bajo manteniendo al mismo tiempo la probabilidad de detección a un valor razonablemente alto.

20 El temporizador de ciclo de trabajo en el generador de reloj 140 se resetea entonces, haciendo que se reseteen todos los señalizadores incluyendo el señalizador “calibrar” y el señalizador “calcular ruido”. El señalizador “calibrar” se resetea con el fin de indicar al microprocesador 170 en la interrupción de la frecuencia “marca” siguiente que se deberá realizar la rutina operativa (véase la figura 6, operación 359).

25 Los números específicos representados en 430 y 460 corresponden a la realización particular de la invención aquí descrita. Otros números, si se eligen con respecto a las directrices dadas anteriormente, también podrían lograr los fines de la invención.

30 Para lograr la mayor exactitud posible al extraer los bits de mensaje de la señal recibida, la correlación cruzada de la señal y réplica recibidas debe implicar muestras de señal solamente de un período de bits. La rutina operativa representada en la figura 9 permite al microprocesador 170 reconocer la presencia de una señal de etiqueta y sincronizar las operaciones de recepción a la temporización de bits establecida por la etiqueta.

35 Un señalizador “señal” denota la presencia de una señal de una etiqueta. El señalizador “señal” se resetea cada vez que la señal del temporizador de ciclo de trabajo en el generador de reloj 140 es baja. Así, el microprocesador 170, al realizar la prueba 500 en la figura 9, halla que el señalizador de señal está parado y realiza la prueba 510. Si el microprocesador determina por la prueba 500 que el valor absoluto de M-S (FSK) o M (OOK o PSK) no excede del umbral de detección H, concluye que no hay señal y realiza la operación 514 de leer T y la prueba 516 de comparar
40 T con un tiempo predeterminado T_3 . Si T es mayor que T_3 , la búsqueda de una etiqueta en la posición particular de la bobina del lector ha tardado más de lo que debería si hubiese una etiqueta en esa posición y se suspende la búsqueda realizando la operación 518. Si la prueba 510 describe la presencia de una señal (y una etiqueta), se realiza la operación 520 de poner el señalizador “señal”.

45 En la interrupción siguiente después de poner el señalizador “señal”, el microprocesador reconoce por la prueba 500 que el señalizador “señal” está puesto y realiza la prueba 530. El señalizador “sync bit” también se resetea cuando la señal del temporizador de ciclo de trabajo era baja y el microprocesador procede a la prueba 535. El señalizador “sigmax” también se resetea cuando la señal del temporizador de ciclo de trabajo era baja y el microprocesador procede a la prueba 540.

50 Es probable que la detección de señales tenga lugar cuando los intervalos de correlación cruzada no estén adecuadamente alineados con los períodos de bit recibidos. La correlación de la señal recibida con la(s) réplica(s) deberá aumentar con cada interrupción sucesiva cuando el intervalo de correlación pase a alineación con el período de bits recibidos y entonces la correlación deberá empezar a disminuir cuando el intervalo de correlación salga de alineación.
55 El microprocesador, por medio de la prueba 540, determina cuándo tiene lugar la alineación de bits (o sincronismo de bits) probando una disminución de la correlación. Cuando el valor absoluto recién medido de M-S (denotado por el subíndice n) es menos que el valor previamente medido (FSK) (denotado por el subíndice n-1) o cuando el valor recién medido de M es menos que el valor previamente medido (OOK o PSK), el microprocesador procede a la operación 545 y pone el señalizador “sigmax”. Las constantes U_i , U_q y L (véase la figura 6, ecuación 358) son los valores dados
60 y se calcula la cantidad W. Las cantidades U_{id} y U_{qd} reciben valores iniciales.

En la interrupción de la frecuencia “marca” siguiente, el microprocesador realiza las pruebas 500, 530, y 535 y llega a la operación 550. Para una señal FSK. La cantidad WD será positiva. Para una señal OOK o PSK, la cantidad D será positiva. Cuando la operación se repita durante futuros pasos por esta rutina de interrupción, las cantidades
65 serán eventualmente negativas. Cuando esto tiene lugar, la interrupción marca la situación de temporización cuando los períodos de correlación cruzada incluyen la mitad de un bit y la mitad del bit siguiente. Esta aparición se marca realizando la operación 555 de poner el señalizador “sync bit”. El registro C también se borra por razones que serán obvias cuando se explique la operación 560 y las operaciones posteriores.

ES 2 098 199 T3

En la interrupción de la frecuencia “marca” siguiente, el microprocesador pasa las pruebas 500 y 530 y realiza la operación 560 de incrementar el registro C que se borró cuando se realizó la operación 555. El microprocesador realiza entonces la operación 570 de probar el valor de C.

5 El señalizador “sinc bit” se puso cuando los intervalos de correlación cruzada se extendían aproximadamente desde la mitad de un período de bits a la mitad del siguiente. Los intervalos de correlación cruzada avanzan 0,02 ms con cada interrupción de la frecuencia “marca” (frecuencia “marca” = 50 kHz). Después de 5 interrupciones, los intervalos de correlación cruzada habrán avanzado la mitad de un período de bits y estarán aproximadamente alineados con los períodos de bit. Así, cuando C llegue a 4, la interrupción de la frecuencia “marca” siguiente marcará el tiempo en
10 que sustancialmente todas las muestras de señal acumuladas corresponden a un período de bits. El microprocesador realiza entonces la operación 580 que consiste en inhabilitar las interrupciones de las frecuencias “marca” y “espacio”, reseteando la señal de reloj de tasa de bits (datos) en el reloj 140 de modo que su transición positiva siguiente coincida con la transición positiva siguiente de la señal de reloj de frecuencia “marca”, y permitiendo la interrupción de la tasa de bits (datos). El registro P, que se usa en la rutina de interrupción de tasa de bits (datos) representada en la figura 10,
15 se borra. Se resetea el señalizador “bit de mensaje” usado en la rutina de recuperación de mensaje representada en la figura 11. El lector está ahora preparado para leer los datos transmitidos por la etiqueta.

El proceso de identificación de bits correspondiente a la configuración del lector representada en la figura 1 se representa en la figura 10. Se dispara por una interrupción generada por la señal de reloj de tasa de bits (datos) que
20 previamente estaba sincronizada con la señal entrante. Los cálculos requeridos 600 son los mismos que los cálculos 350 y 360 explicados previamente en conexión con las figuras 6 y 7, a excepción de que las cantidades U_{id} y U_{qd} , M_i y M_q previamente medidas, proporcionan la referencia de fase al obtener D para manipulación por desplazamiento de fase de coherencia diferencial (DPSK).

25 Si el microprocesador determina por la prueba 610 que D es mayor o igual a cero, realiza la operación 620 que identifica el bit recibido B como un “1”. Si el microprocesador halla que D es menor que cero, identifica el bit como un “0”. Todos los bits recibidos se guardan en memoria para procesamiento posterior.

30 La operación 640 incrementa el registro P, manteniendo por ello un recuento del número de bits recibidos después de tener lugar el sincronismo de bit.

La operación final 650 hace que el microprocesador pase a la rutina de recuperación de mensaje representada en la figura 11.

35 El proceso de identificación de bits correspondiente a la realización del lector que sustituye el detector de envolvente 145, el filtro de paso bajo 150, y el cancelador CC 155 por un filtro de ranura, es el proceso representado en la figura 10 y explicado anteriormente, a excepción de que se usan las ecuaciones de las figuras 6B y 7B en lugar de las de las figuras 6A y 7A.

40 La recuperación del mensaje prosigue según el diagrama de flujo representado en la figura 11. El microprocesador 170 realiza primero la prueba 700 y dado que el señalizador “bit de mensaje” se reseteó en la operación 580 de la rutina operativa representada en la figura 9, pasa a la prueba 705 para ver si el número de bits acumulado es suficiente para el procesamiento. El número de bits requerido para establecer el inicio de un mensaje se indica con el símbolo P_s . Si el recuento P es igual a P_s , se realiza la operación 710 que establece si los bits PS acumulados hasta ahora constituyen un
45 código “iniciar mensaje”. Los símbolos usados en la ecuación de la operación 710 tienen los significados siguientes. La secuencia de “0s” y “1s” que constituye el código “iniciar mensaje” y precede al primer bit de mensaje se representa (en orden inverso de transmisión) por A_p donde p toma los valores de 1 a P_s . El bit más recientemente adquirido se indica con B_n . El bit adquirido m períodos de bit antes se indica con B_{n-m} . Los signos más denotan sumas módulo 2. El signo de producto indica que las cantidades en paréntesis han de ser sometidas a una operación Y conjuntamente. Si
50 X es igual a 1, los bits hasta entonces acumulados constituyen el código “iniciar mensaje”. La cantidad G se iguala a 0 durante la operación 720, lo que significa que los bits recibidos han sido reconocidos adecuadamente como “0s” y “1s”.

55 Si X no es igual a 1, puede ser porque los “0s” y “1s” en la secuencia de bits recibidos han sido intercambiados (dado que puede haber una ambigüedad de fase de π radianes). Para comprobar esta posibilidad, se realiza la operación 725 que es la misma que la operación 710 a excepción de que los bits recibidos son invertidos, como indican las barras sobre B_{n-m} . La prueba 730 se realiza en el nuevo X y, si es igual a 1, se ha recibido el código “iniciar mensaje”, pero los bits recibidos están invertidos. Se realiza la operación 735 de hacer G igual a 1, lo que significa que los bits recibidos están invertidos. Si alguna de las pruebas 715 y 730 es satisfactoria, se realiza la operación 740 que pone el señalizador
60 “bit de mensaje” y borra el registro C.

Si ninguna de las pruebas 715 y 730 es satisfactoria, termina la rutina de interrupción. Durante la interrupción siguiente, se desecha el bit más antiguo, se añade el bit nuevo, y se repiten las mismas pruebas. Este proceso continúa, interrupción a interrupción, hasta que el código “iniciar mensaje” es reconocido. Si el mensaje de inicio no es reconocido dentro de un período predeterminado de tiempo después de la detección de una señal, el campo magnético del lector se puede apagar para ahorrar energía de la batería.

ES 2 098 199 T3

Las interrupciones posteriores al reconocimiento del código “iniciar mensaje” prosiguen por la prueba 700 a la operación 745 donde las inversiones incorrectas de los datos son corregidas añadiendo modulo 2 las cantidades B y G. Los bits de mensaje recibidos son contados en la operación 750 incrementando el registro C. Cuando la prueba 755 muestra que se ha recibido el número apropiado de bits de mensaje, el temporizador de ciclo de trabajo se resetea por la operación 760, quitando por ello el voltaje de la bobina del lector 110. Al microprocesador se le ordena entonces en la operación 765 que vaya a la rutina de procesado de mensajes representada en la figura 12.

Se puede ordenar al lector 100 que consulte un tipo de etiqueta o una variedad de etiquetas por medio de datos de “modo” almacenados en la memoria de lectura solamente en forma de un circuito integrado, una matriz de resistencias, o cualesquiera otros medios para almacenar permanentemente datos binarios. Los datos de modo incluyen frecuencia de excitación, tipo de modulación (es decir, FSK, OOK, CPSK, y DCPSK), frecuencias “marca” y “espacio”, tasa de bits, codificación de datos si la hay (por ejemplo Manchester o técnicas de codificación relacionadas), código “iniciar mensaje”, proceso de detección de errores (por ejemplo, comprobaciones de redundancia cíclica, verificaciones de paridad), tipo de etiqueta, y todas las constantes incorporadas a los microprogramas que controlan las operaciones del lector.

La rutina de procesado de mensajes representada en la figura 12 es de alcance más bien limitado simplemente porque la variedad de etiquetas actualmente en uso es más bien limitado. A medida que aparezcan diseños de etiquetas nuevos y mejorados, los microprogramas, como representa este diagrama de flujo, puede ser expandidos o modificados para incluir estas características nuevas y únicas cuando aparezcan. Así, este diagrama de flujo deberá ser considerado como ejemplar de las posibilidades más bien que una exposición plena y completa de las capacidades de la invención.

El microprocesador 170 realiza la prueba 800 determinando a partir de los datos de modo si los datos tienen codificación Manchester. Si es así, se realiza la prueba 803. Si el número de bits de mensaje recibido C es par, el bit recién recibido B_c es comparado con el bit previamente recibido B_{c-1} , en la operación 804. En codificación Manchester, los dos bits tienen que ser diferentes. Si son los mismos, se ha producido un error de transmisión y el ciclo de “lectura” corriente se termina por la operación 806 de resetear el temporizador de ciclo de trabajo en el generador de reloj 140. Si los bits no son los mismos, se realiza la operación 808 designando el bit (C-1)-ésimo como el bit C/2-ésimo del mensaje.

La prueba 810 se realiza determinando a partir de los datos de modo si el mensaje está encriptado. Si lo está, los datos de modo contienen la información necesaria para desencriptar el mensaje durante la operación 815. Los datos de modo también indicarán a los efectos de las pruebas 820 y 840 si se han de realizar comprobaciones de redundancia cíclica o verificaciones de paridad. Los datos requeridos para hacer estas comprobaciones durante las operaciones 825 y 845 también se suministran en los datos de modo.

Si la verificación de redundancia cíclica o la verificación paridad es incorrecta, la prueba 830 o la prueba 850 respectivamente hacen que el ciclo de “lectura” corriente termine por la operación 806. Si las comprobaciones son satisfactorias, el microprocesador pasa a la prueba 835 y determina, consultando los datos de modo, si el tipo de etiqueta está incluido en el mensaje. Si es así, se determina en la prueba 855 si el tipo de etiqueta está entre los autorizados a ser leídos. Si no lo está, se suspende el ciclo de “lectura” presente mediante la operación 806. En otra realización, el lector podría presentar opcionalmente un mensaje de “detectada etiqueta no autorizada”.

La operación final de la rutina es 860 que da lugar a la visualización del código de identificación de la etiqueta en la pantalla de cristal líquido 175. También se hace que el altavoz 185 emita dos “zumbidos” de un tono.

La rutina ejecutada por el microprocesador cuando el interruptor de potencia del lector es pulsado por el usuario se representa en la figura 13. La operación 900 reposiciona el microprocesador 170 y hace que se lleve a cabo un procedimiento de inicialización. El microprocesador, durante la operación 902, obtiene de la memoria de lectura solamente de datos de modo todos los datos de modo necesarios para configurar el lector 170 para leer las etiquetas que está autorizado a leer. El lector 170 se configura durante la operación 904.

La bobina 110 es energizada durante la operación 906 y el voltaje de batería se compara bajo carga con un voltaje de referencia. Después de la comparación, se apaga el voltaje de la bobina. Si se halla que el nivel de voltaje es bajo durante la prueba 908, la operación 910 produce un mensaje “voltaje bajo” y se visualiza en la pantalla de cristal líquido 175 y un el altavoz 185 emite un tono bajo audible durante un segundo. Si el nivel de voltaje es aceptable, la operación 912 hace que se visualice el mensaje “preparado” y que se emitan dos “zumbidos” cortos. El microprocesador entra entonces en una etapa latente donde espera interrupciones que hacen que realice operaciones de procesado adicionales.

La interrupción rutina T_1 se representa en la figura 14. La interrupción T_1 es producida por el contador T en el generador de reloj 140 cuando el voltaje de la bobina ha alcanzado una condición próxima al estado de régimen después de haberse encendido. La operación 920 da lugar a la apertura del interruptor 160 en el cancelador CC 155. La interrupción de tasa de bits (control) es habilitada por la operación 924, permitiendo por ello que se inicie el proceso de “lectura”.

La rutina de interrupción de tasa de bits (control) se representa en la figura 15. La prueba 930 describe que el señalizador “iniciar correlaciones” no se ha puesto y la operación 932 que consiste en permitir las interrupciones de frecuencia “marca” por 4 y la frecuencia “espacio” por 4 y poner el señalizador “iniciar correlaciones”. En la

ES 2 098 199 T3

interrupción de tasa de bits siguiente (control), el microprocesador pasa por la prueba 930 a la operación 934 y por ello permite las interrupciones de la frecuencia “marca” y la frecuencia “espacio”, la última solamente si los datos de modo indican que la etiqueta que responde utiliza modulación FSK. El señalizador “iniciar correlaciones” se resetea antes del ciclo de “lectura” siguiente y se inhibe la interrupción de tasa de bits (control).

5

La rutina de interrupción apagar bobina se representa en la figura 16. La interrupción apagar bobina se genera cuando la señal del temporizador de ciclo de trabajo en el generador de reloj 140 es baja y apaga el voltaje de bobina. Cuando tiene lugar esta interrupción, el microprocesador inhibe todas las interrupciones, resetea todos los señalizadores, borra todos los registros, y cierra el interruptor 160.

10

El uso del sistema de identificación multimodo comienza con la selección de un diseño físico concreto para las etiquetas que son adecuadas para unión o implante en los objetos de interés. Se fabrica el número preciso de etiquetas y se programa una secuencia de bits incluyendo un único código de identificación en la memoria no volátil de cada etiqueta. Las etiquetas se unen o implantan en los objetos de interés cuando sea necesario.

15

El proceso de identificación consiste en activar la potencia al lector, calibrar opcionalmente el instrumento en términos de nivel de ruido pulsando el interruptor “calibrar” y pulsar el gatillo de “lectura”. El dispositivo está ahora preparado para leer etiquetas.

20

El usuario acciona el disparo de “lectura” y mueve el lector sobre la superficie del objeto cerca de donde esté la etiqueta, si la hay. Si hay una etiqueta y la etiqueta es del tipo autorizado para ser leído, se visualiza e indica de forma audible el código de identificación asociado con el objeto.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Una etiqueta de identificación electrónica (200) incluyendo:

unos medios (255) para almacenar información a comunicar a un lector de identificación electrónico (100);

caracterizada por

unos medios (230) para variar la potencia de absorción de un campo magnético inverso (10) según dicha información almacenada, iniciándose la generación de dicho campo magnético (10) en algún tiempo arbitrario, siendo dicho campo magnético (10) cero antes de dicho tiempo arbitrario y constando de un componente de estado de régimen y un componente transitorio posterior a dicho tiempo arbitrario; y

unos medios (250) para retardar dicha variación en la absorción de potencia durante un período de tiempo predeterminado, siendo dicho retardo tiempo el tiempo requerido para que dicho transitorio asociado con el inicio de la generación de dicho campo magnético inverso (10) disminuya a un nivel donde dicha absorción variable de potencia de dicho campo magnético inverso (10) es distinguible de dicho transitorio.

2. La etiqueta de identificación electrónica (200) de la reivindicación 1, incluyendo una bobina (210), un condensador (220), una carga variable (230), un convertidor de voltaje CA a CC (235), unos medios de retardo (250), y un generador de señal (240); teniendo dicha bobina (210) y condensador (220) terminales de conexión primero y segundo, teniendo dicha carga variable (230), convertidor de voltaje (235), y medios de retardo (250) primeros, segundos, y terceros terminales de conexión, y teniendo dicho generador de señal (240) primeros, segundos, terceros y cuartos terminales de conexión; estando conectados conjuntamente los primeros terminales de todos los dispositivos indicados, estando conectados conjuntamente dichos segundos terminales de dicha bobina (210), condensador (220), carga variable (230), y convertidor de voltaje (235), estando conectado dicho tercer terminal de dicho convertidor de voltaje (235) a dichos segundos terminales de dichos medios de retardo (250) y dicho generador de señal (240), estando conectado dicho tercer terminal de los medios de retardo (250) a dicho tercer terminal de dicho generador de señal (240), y estando conectado dicho cuarto terminal de dicho generador de señal (240) a dicho tercer terminal de dicha carga variable (230); siendo resonantes dicha bobina (210) y condensador (220) a una frecuencia predeterminada, produciendo dicha bobina (210) un voltaje CA a través de sus terminales en respuesta a un campo magnético CA rodeado por dicha bobina (210), produciendo dicho convertidor de voltaje (235) un voltaje CC en respuesta a dicho voltaje CA impreso a través de sus terminales, haciendo dicho voltaje CC que dichos medios de retardo (250) proporcionen una señal de “inicio” después de un retardo predeterminado a dicho generador de señal (240), haciendo dicho voltaje CC en unión con dicha señal de “inicio” que dicho generador de señal (240) suministre una señal a dicha carga variable (230), estando relacionado de forma única dicha señal del generador de señal (240) con dicha información de etiqueta, variándose la magnitud de dicha carga variable (230) según la magnitud de dicha señal suministrada por dicho generador de señal (240), estando la absorción de potencia por dicha carga variable (230) de dicho campo magnético inverso (10) en proporción a dicha magnitud de dicha carga variable (230).

3. La etiqueta de identificación electrónica (200) de la reivindicación 1 o 2, **caracterizada** porque está acoplada con un lector de identificación electrónico (100) capaz de operar en una pluralidad de modos, caracterizándose dichos modos por datos de control de modo, incluyendo dicho lector (100):

unos medios (110) para generar un campo magnético inverso (10);

unos medios (142) para iniciar dichos medios generadores (110);

unos medios (170) para parar dichos medios generadores (110);

unos medios (170) para obtener una medida de la absorción de potencia dependiente del tiempo de dicho campo magnético (10) por una etiqueta de identificación electrónica (200), representando dicha medida de absorción de potencia información comunicada por dicha etiqueta (200); y

unos medios (170) para extraer dicha información de dicha medida de absorción de potencia, siendo capaces dichos medios de extracción de información (170) de operar en una pluralidad de modos de extracción de información, basándose cada uno de dichos modos de extracción de información en una relación funcional específica entre dicha información y dicha absorción de potencia dependiente del tiempo por dicha etiqueta (200), caracterizándose dichos modos de extracción de información por dichos datos de control de modo.

4. Un método de comunicar información en respuesta a la presencia de un campo magnético inverso (10), iniciándose la generación de dicho campo magnético (10) en algún tiempo arbitrario, siendo cero dicho campo magnético (10) antes de dicho tiempo arbitrario y constando de un componente de estado de régimen y un componente transitorio posterior a dicho tiempo arbitrario, incluyendo dicho método el paso de reconocer la presencia de dicho campo magnético inverso (10); **caracterizado** por los pasos de:

ES 2 098 199 T3

esperar un período predeterminado de tiempo, siendo dicho período predeterminado de tiempo el tiempo requerido para que el transitorio asociado con la activación de dicho campo magnético inverso (10) disminuya a un nivel donde una absorción de potencia variable de dicho campo magnético inverso (10) es distinguible de dicho transitorio; y

5 absorber potencia de dicho campo magnético inverso (10) después de que dicho período predeterminado de tiempo expire de tal manera que la variación en dicha potencia absorbida esté funcionalmente relacionada con dicha información a comunicar.

10 5. El método de la reivindicación 4, para recibir información que es comunicada por la absorción de potencia variable de dicho campo magnético inverso (10) por una fuente de posición incierta, estando dicha absorción de potencia variable funcionalmente relacionada con la información comunicada, siendo dicha relación funcional una de una pluralidad de relaciones funcionales, incluyendo dicho método los pasos adicionales de:

15 generar un campo magnético inverso (10) en una región considerada la posición de dicha fuente de comunicación;

obtener una medida de la potencia absorbida, si la hay, de dicho campo magnético inverso (10) en función del tiempo;

20 utilizar la pluralidad de dichas relaciones funcionales que pueden existir entre dicha potencia absorbida variable y dicha información comunicada para determinar a partir de dicha medida de absorción de potencia en función del tiempo si la información está siendo comunicada, y si es así, la relación funcional empleada;

25 omitir los pasos restantes y repetir el método en una posición diferente si no se está comunicando información; de otro modo,

extraer información de dicha medida de absorción de potencia en función del tiempo utilizando dicha relación funcional empleada.

30

35

40

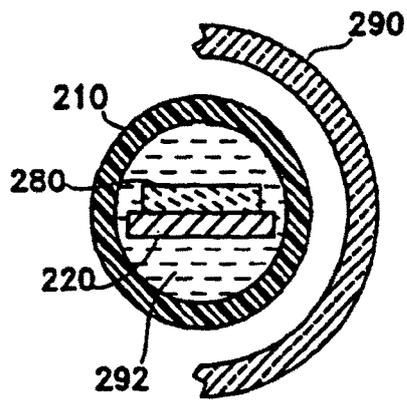
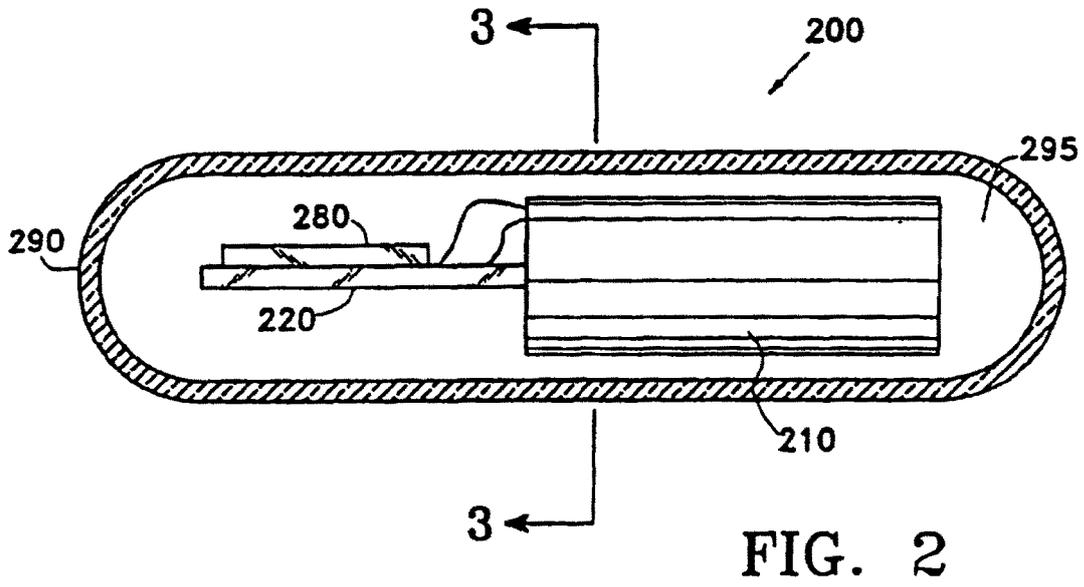
45

50

55

60

65



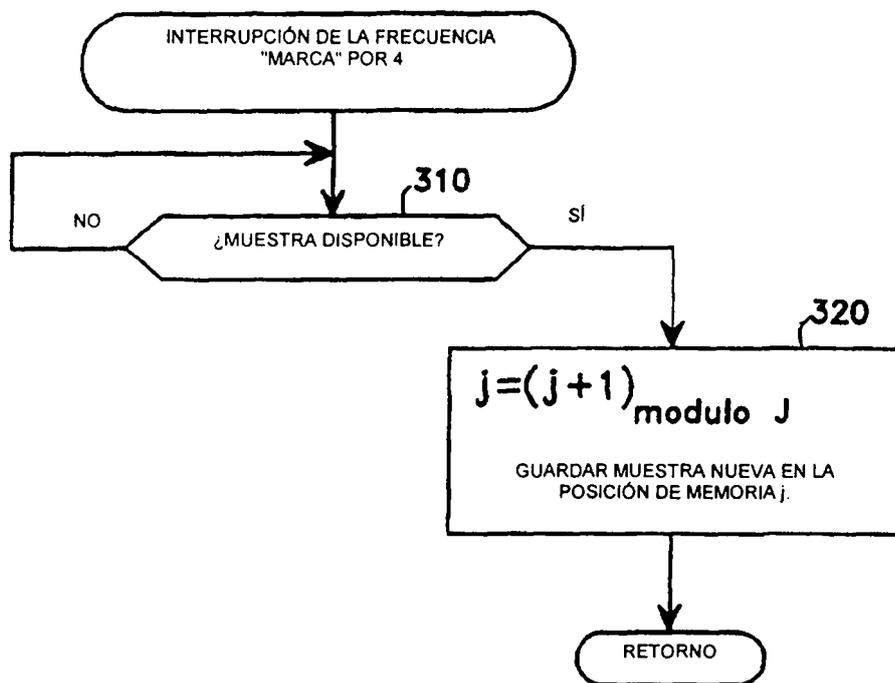


FIG. 4A

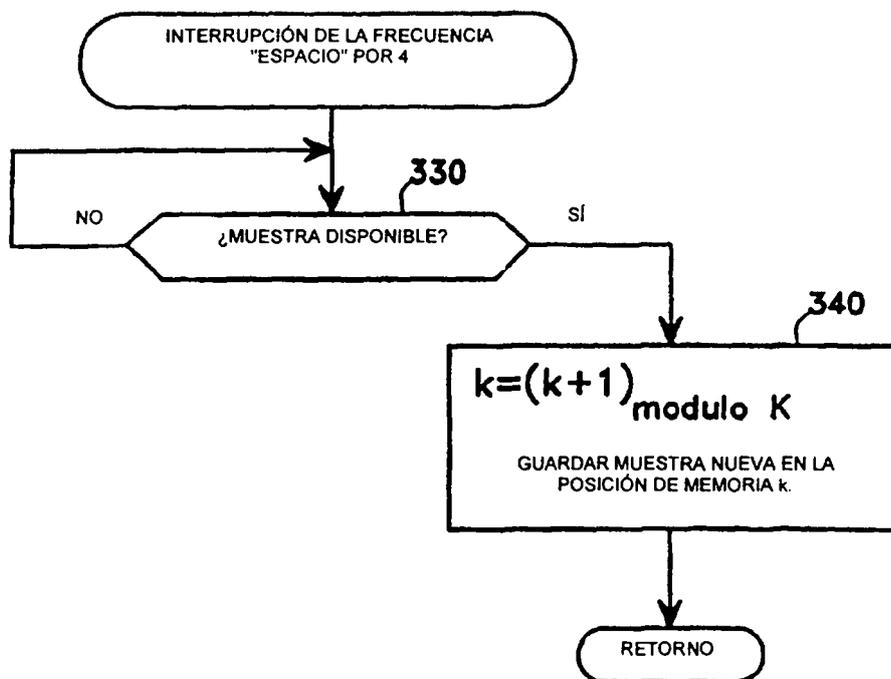


FIG. 5A

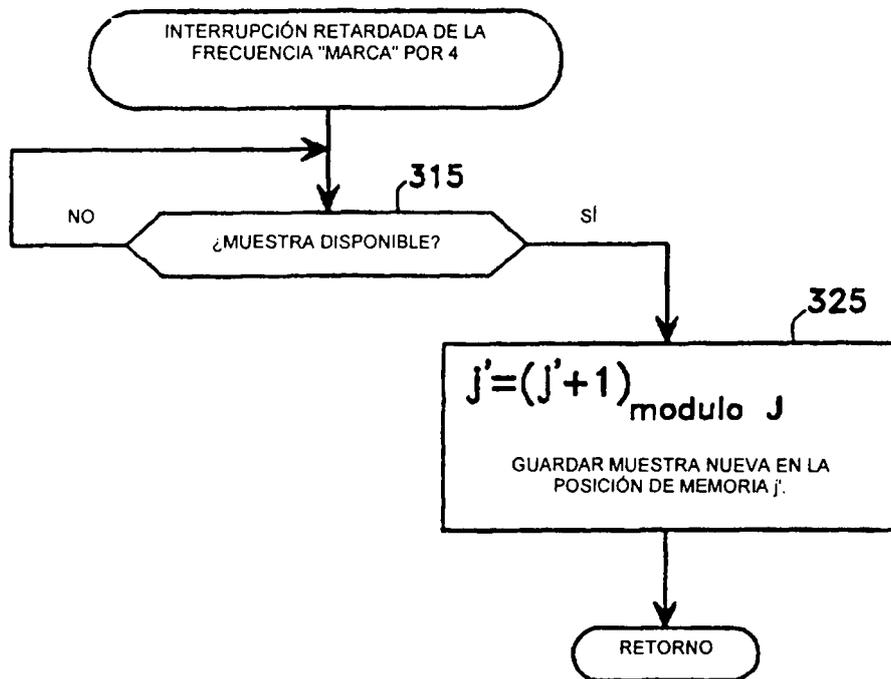


FIG. 4B

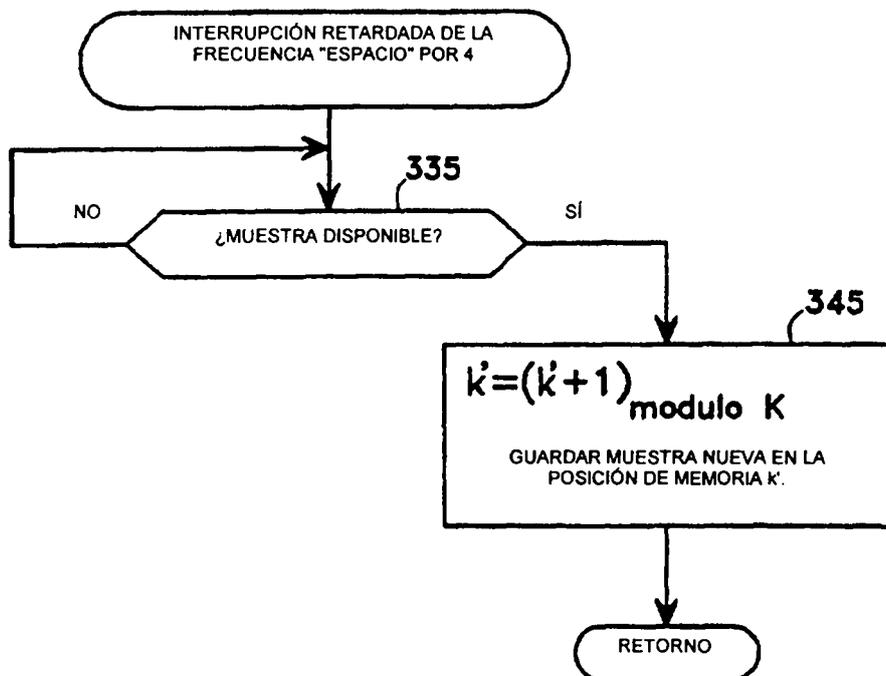


FIG. 5B

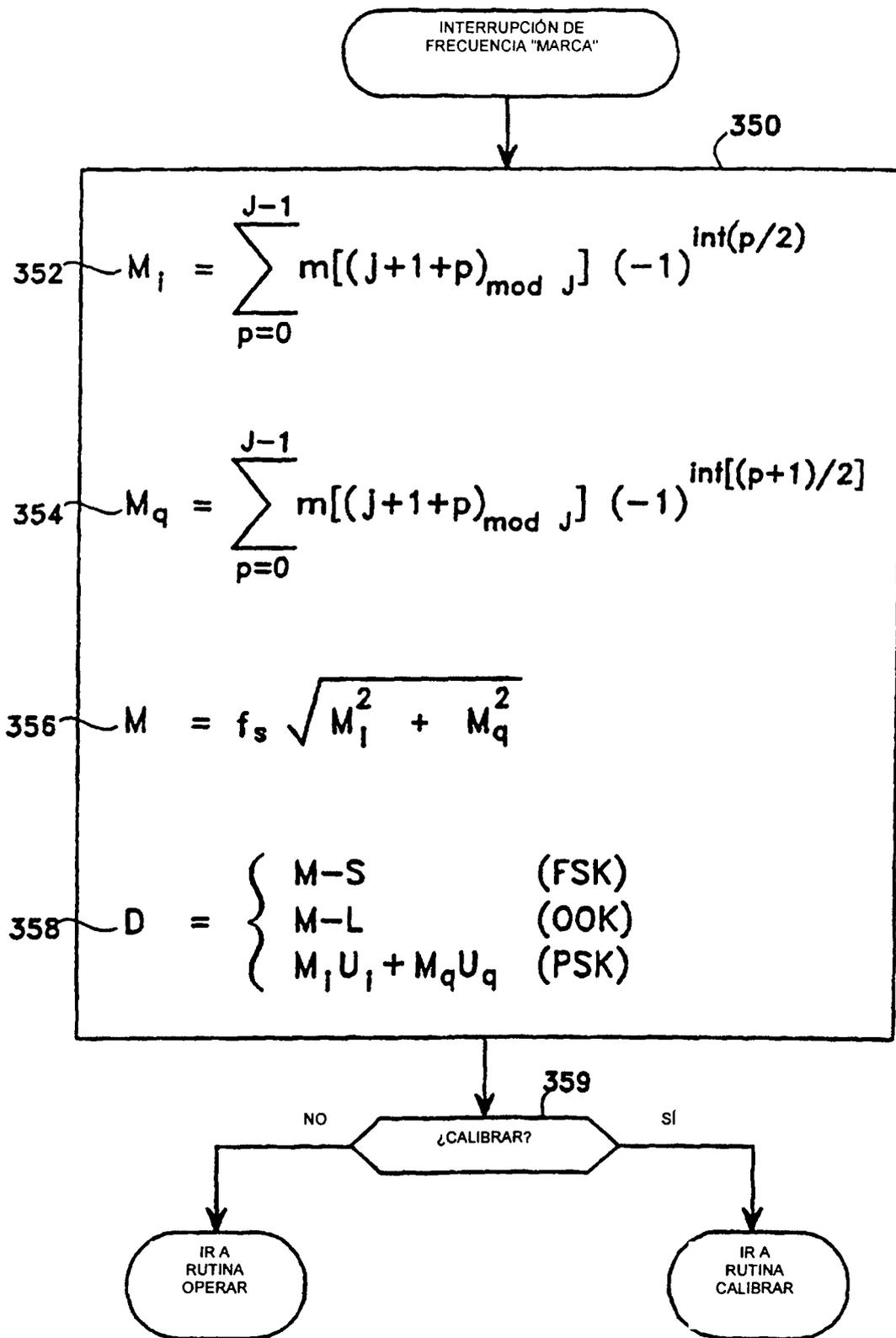
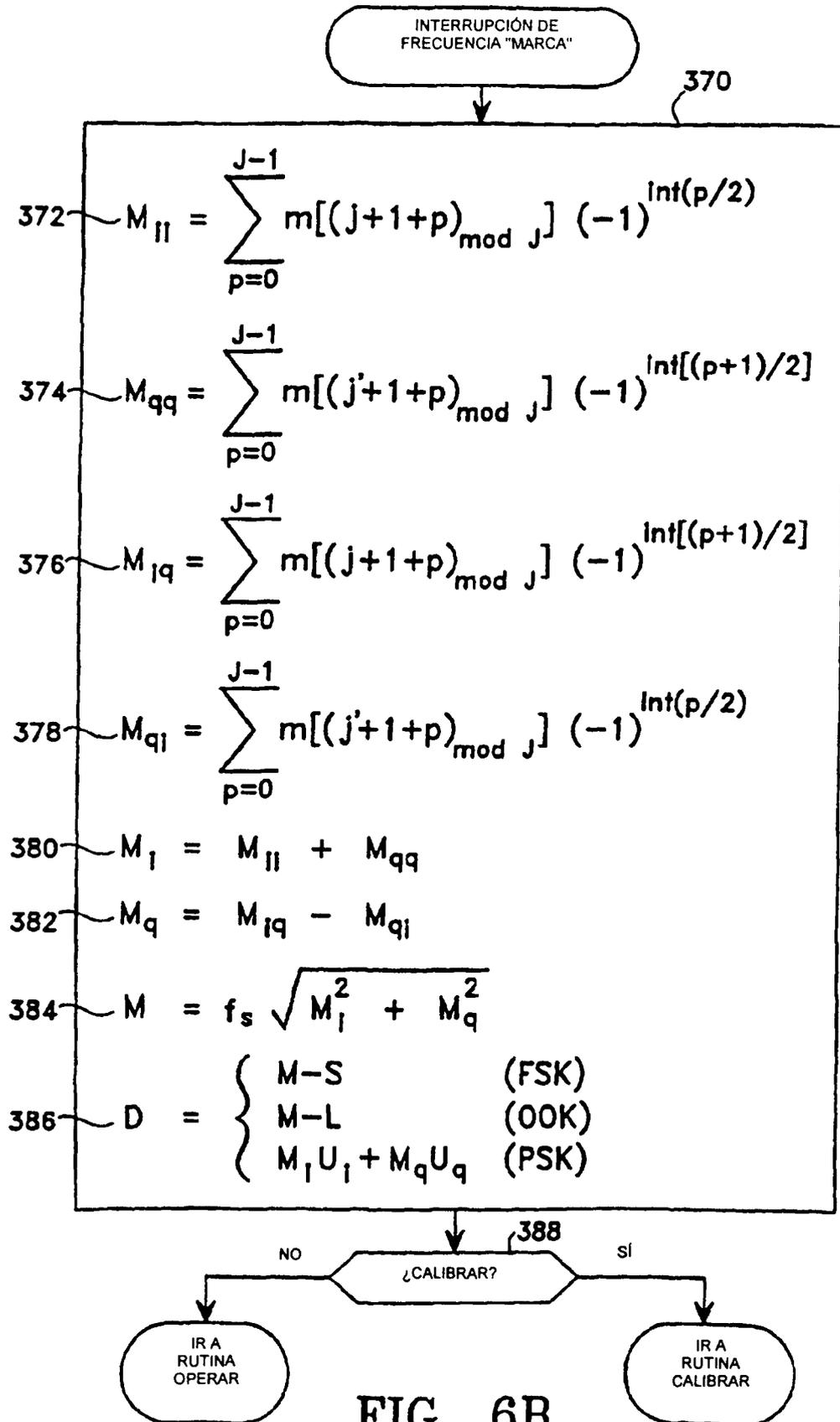


FIG. 6A



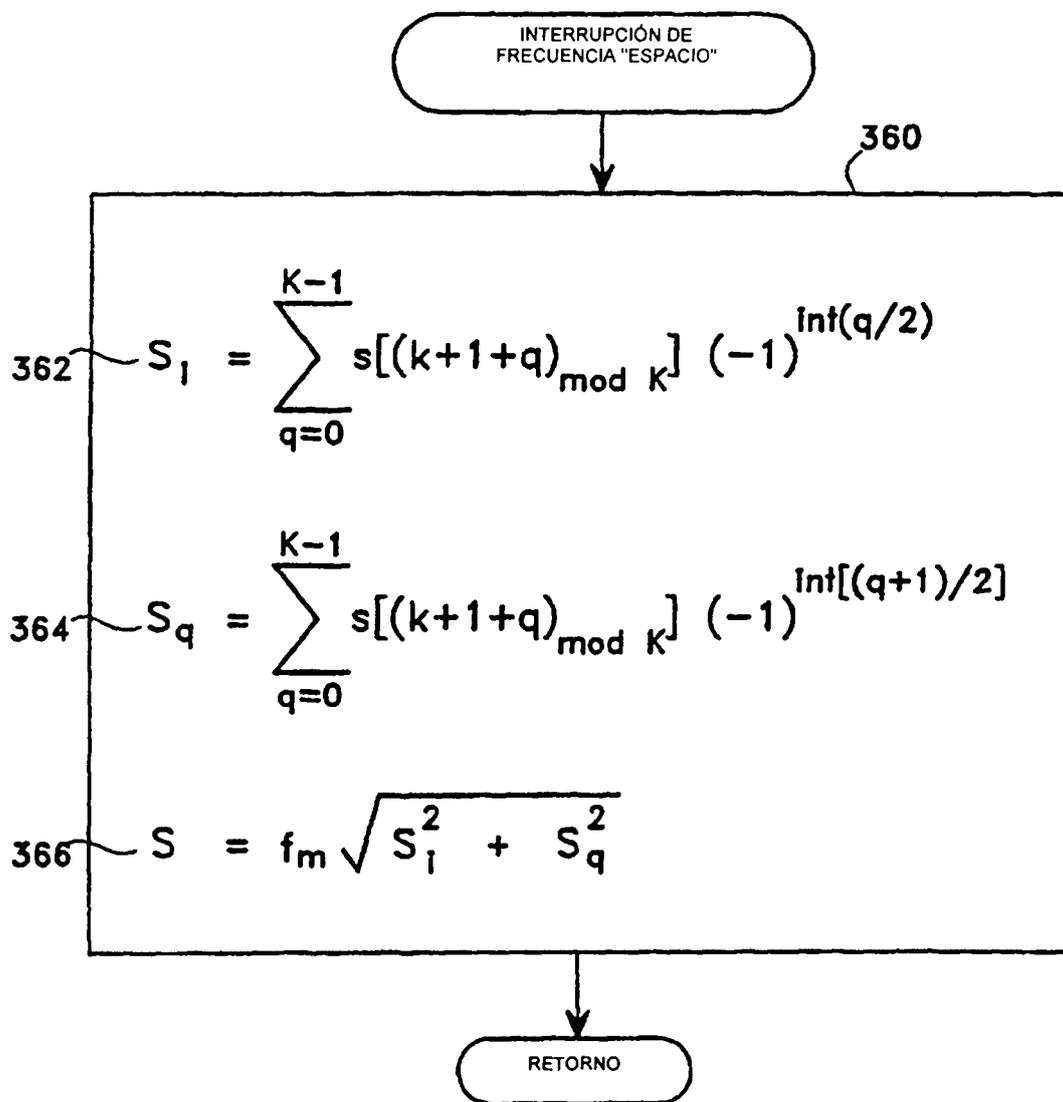


FIG. 7A

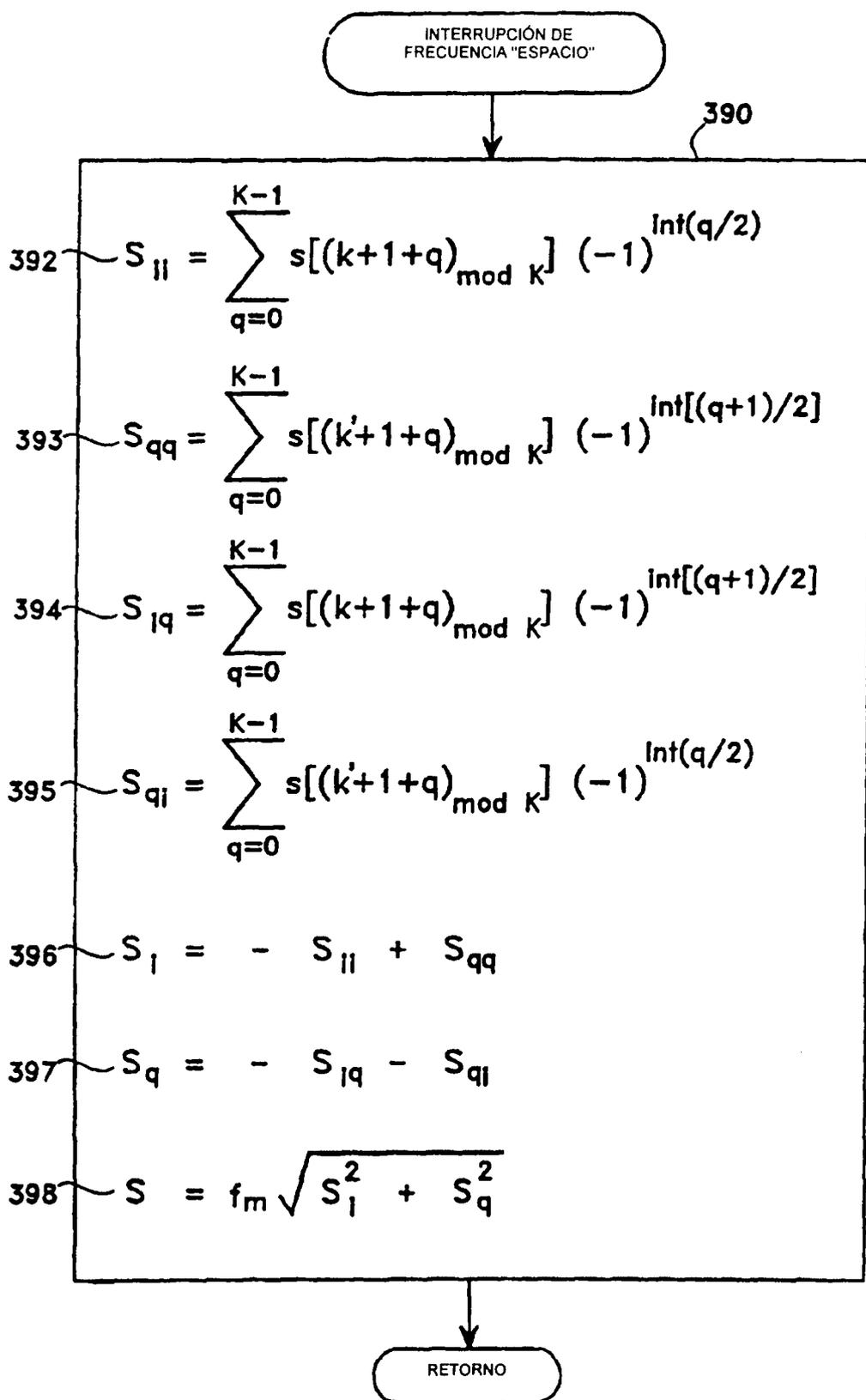


FIG. 7B

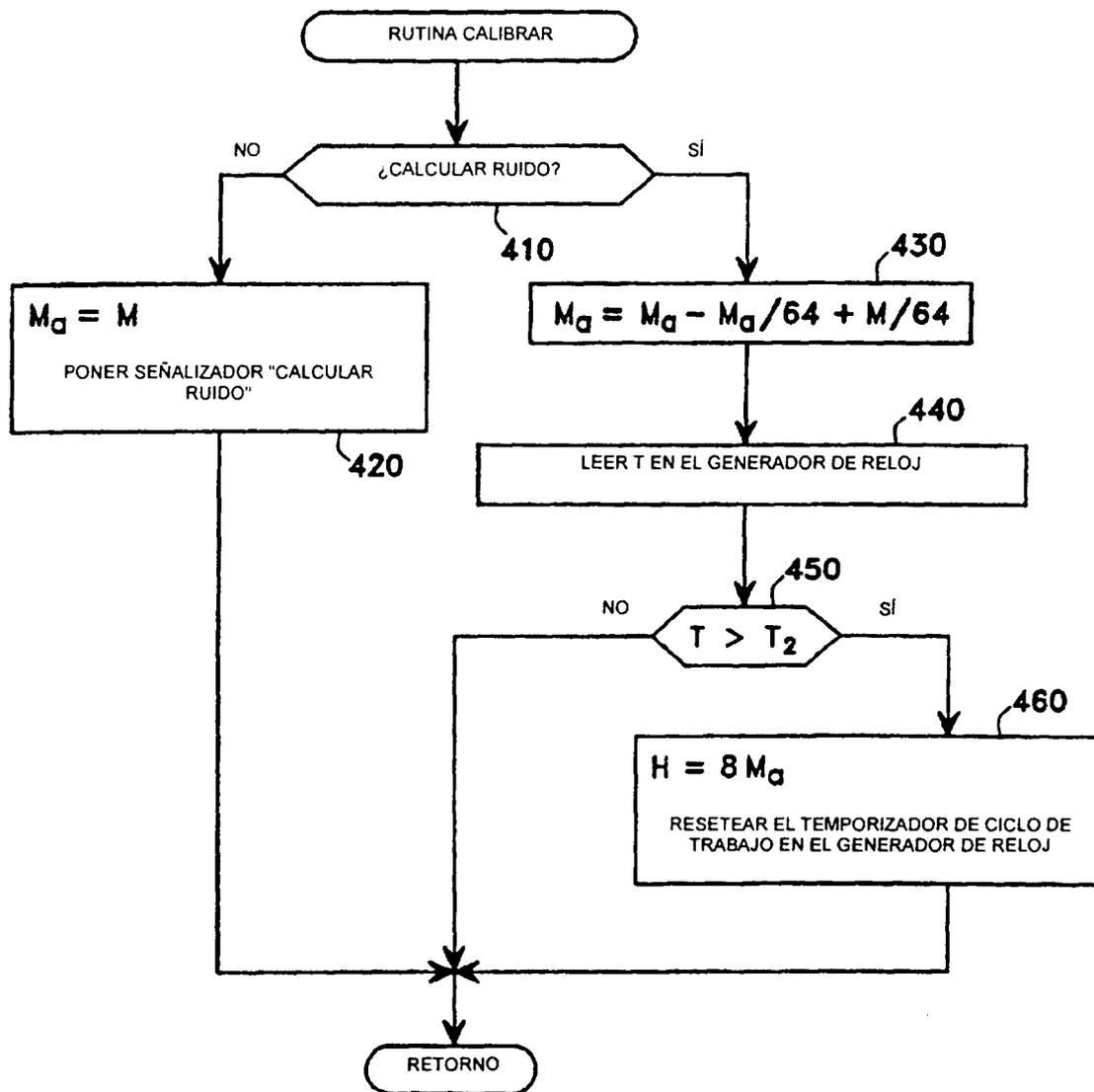


FIG. 8

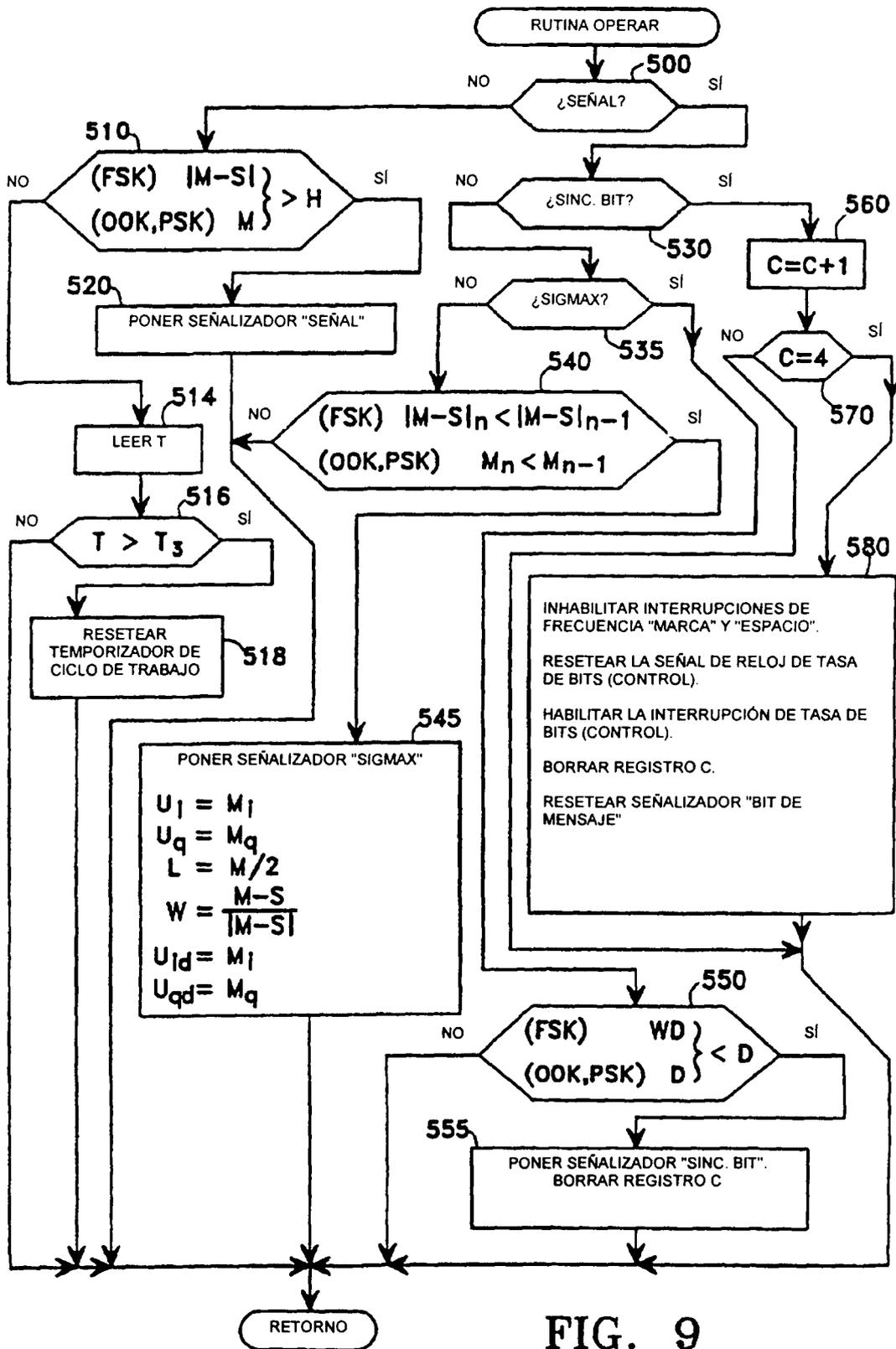


FIG. 9

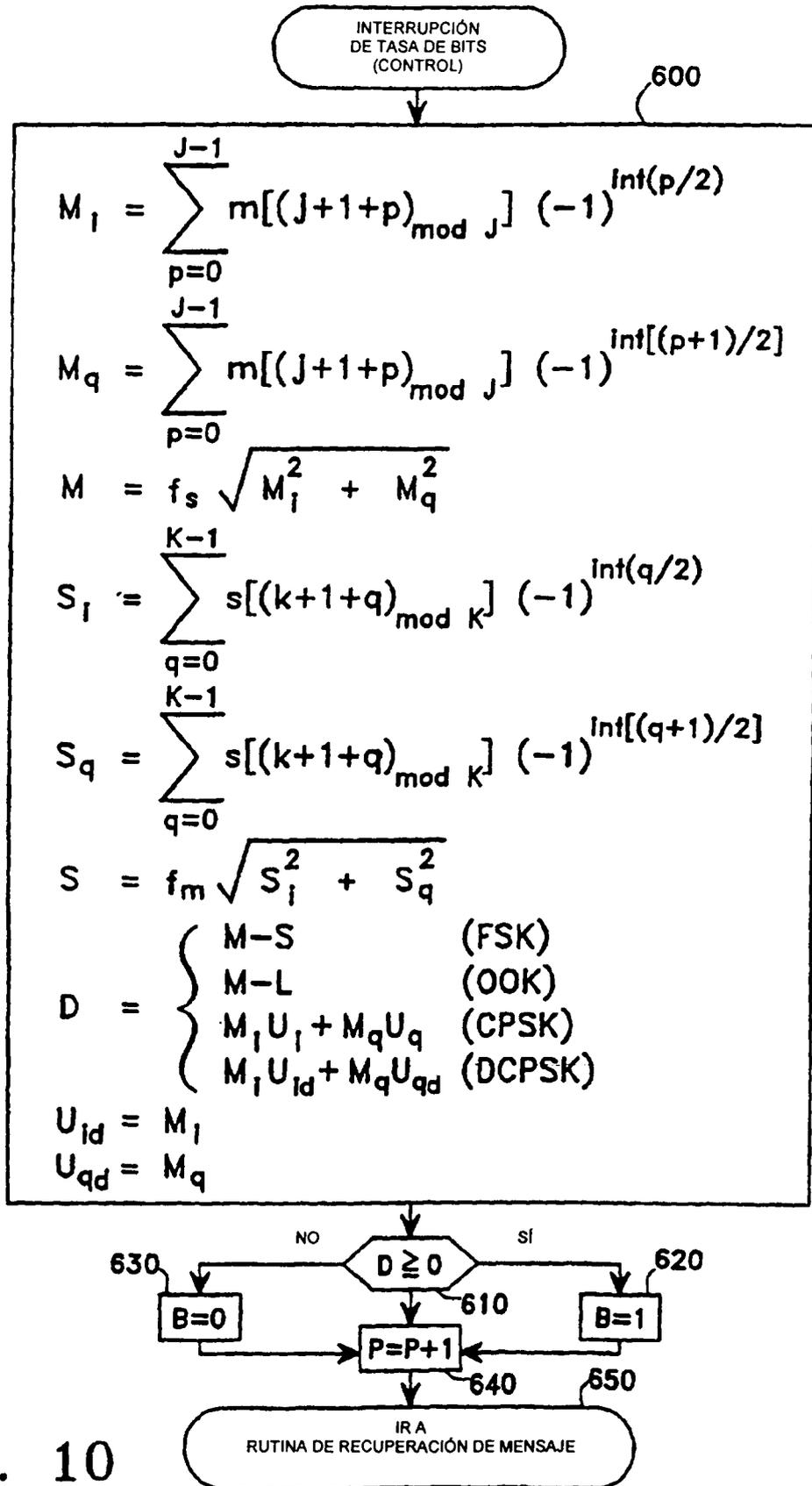


FIG. 10

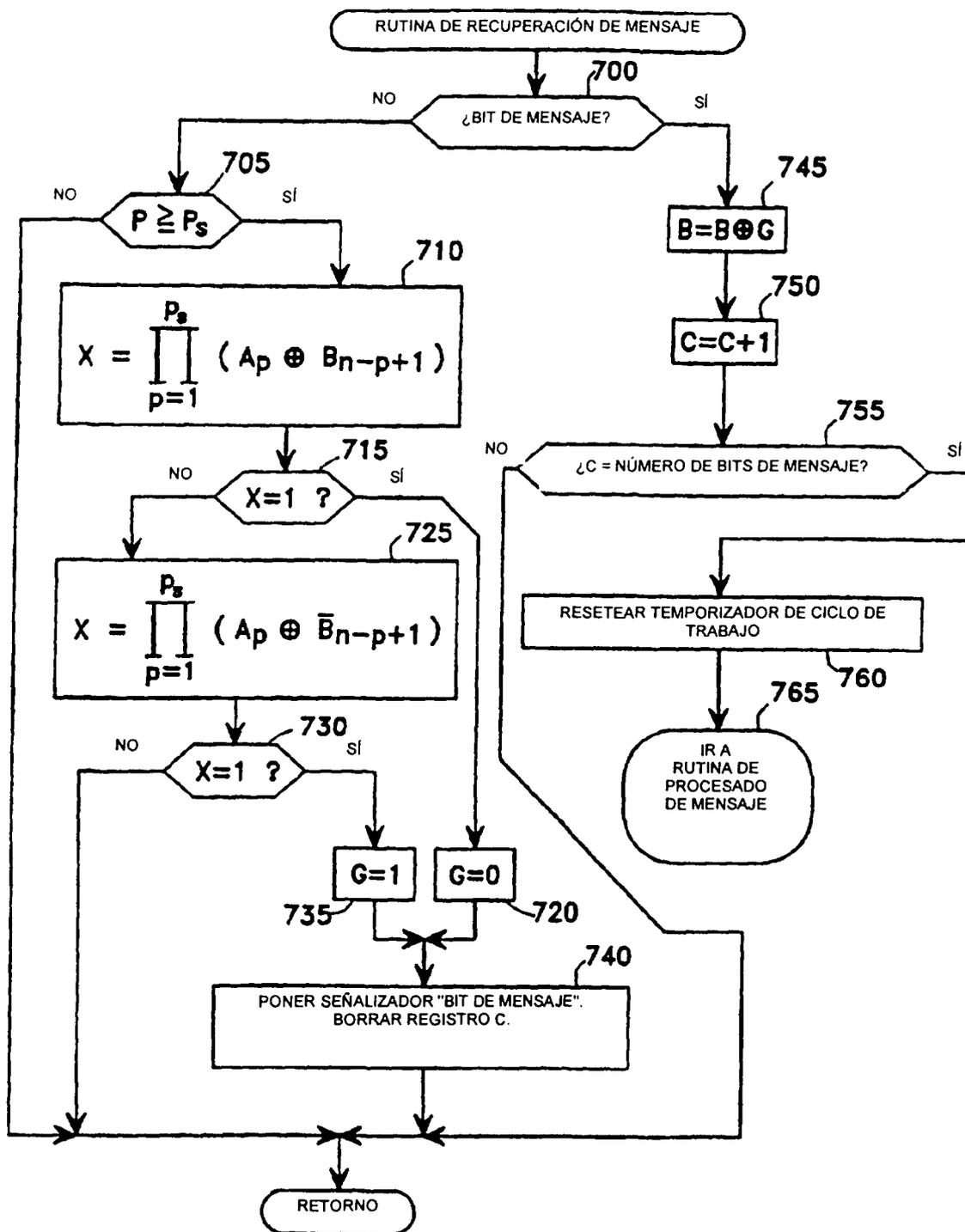
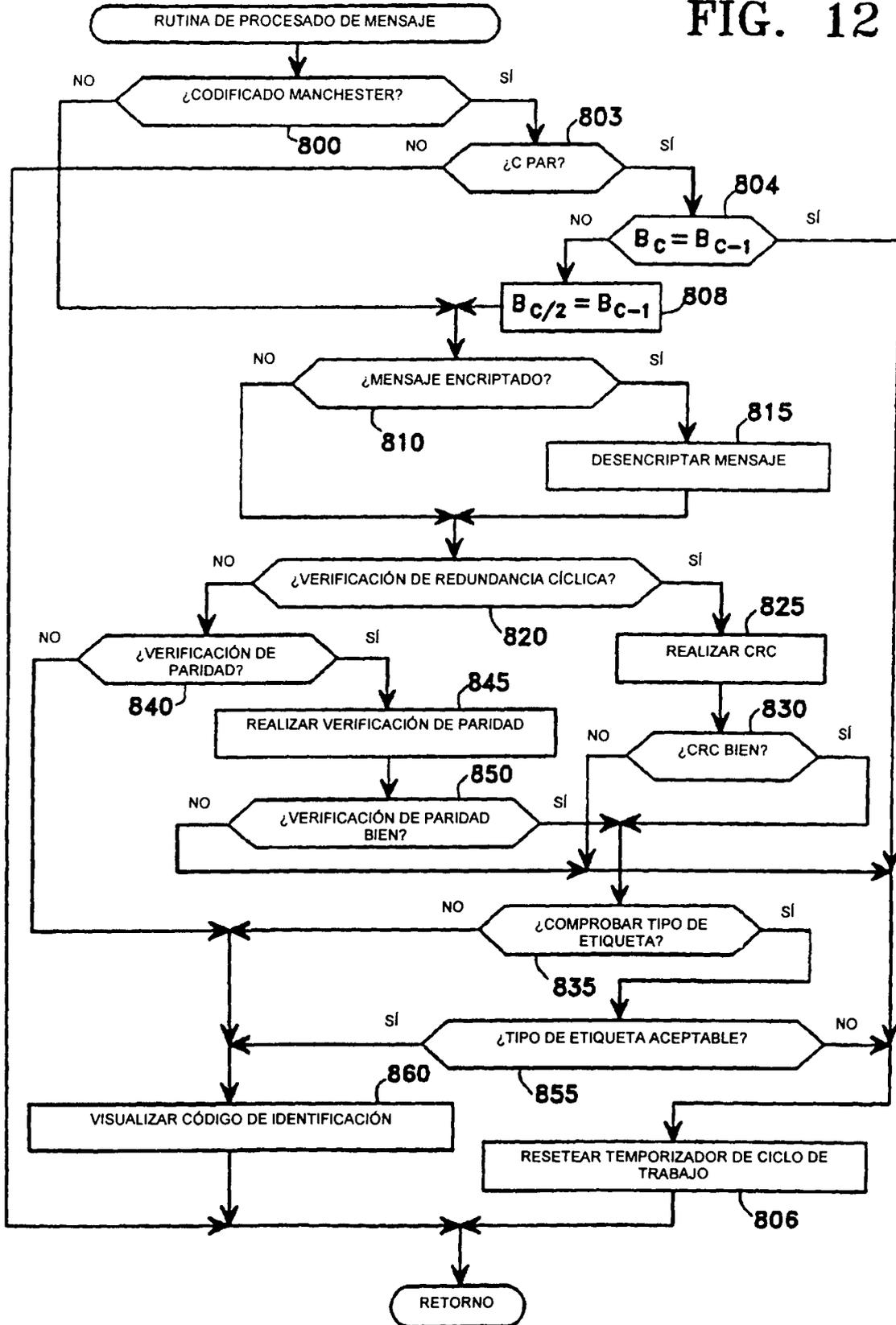


FIG. 11

FIG. 12



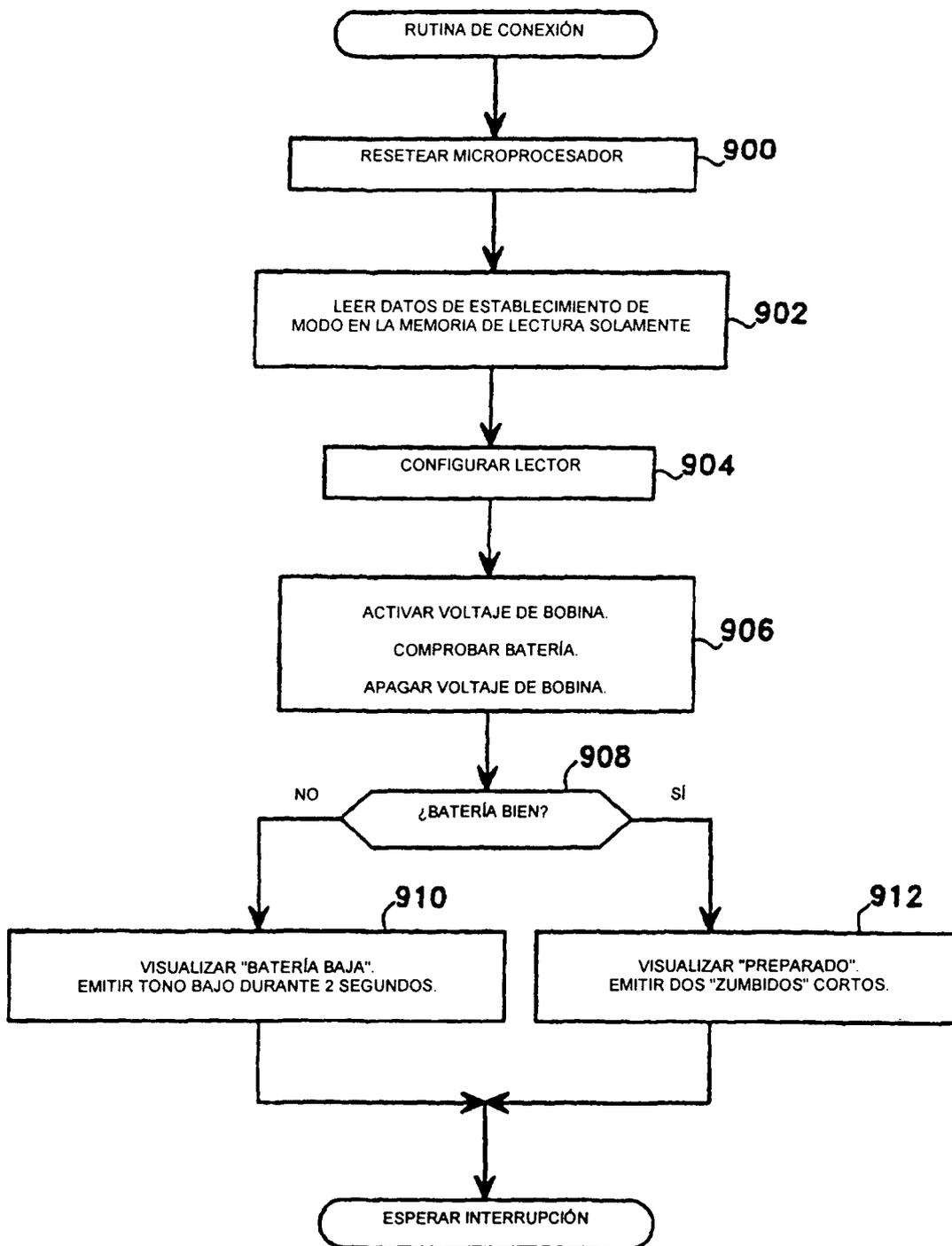


FIG. 13

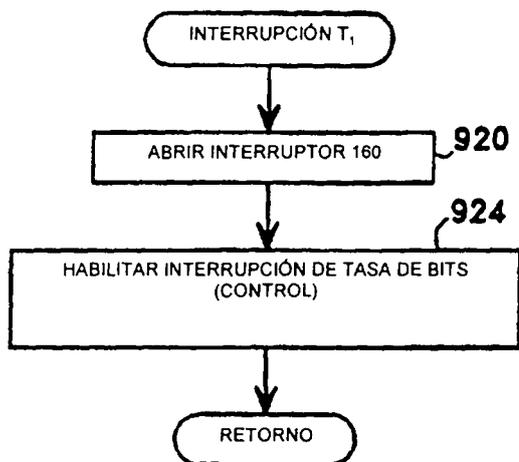


FIG. 14

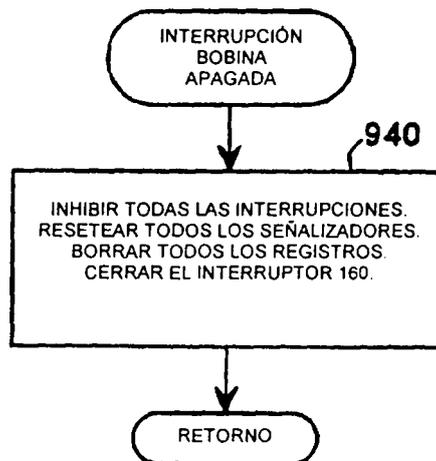


FIG. 16

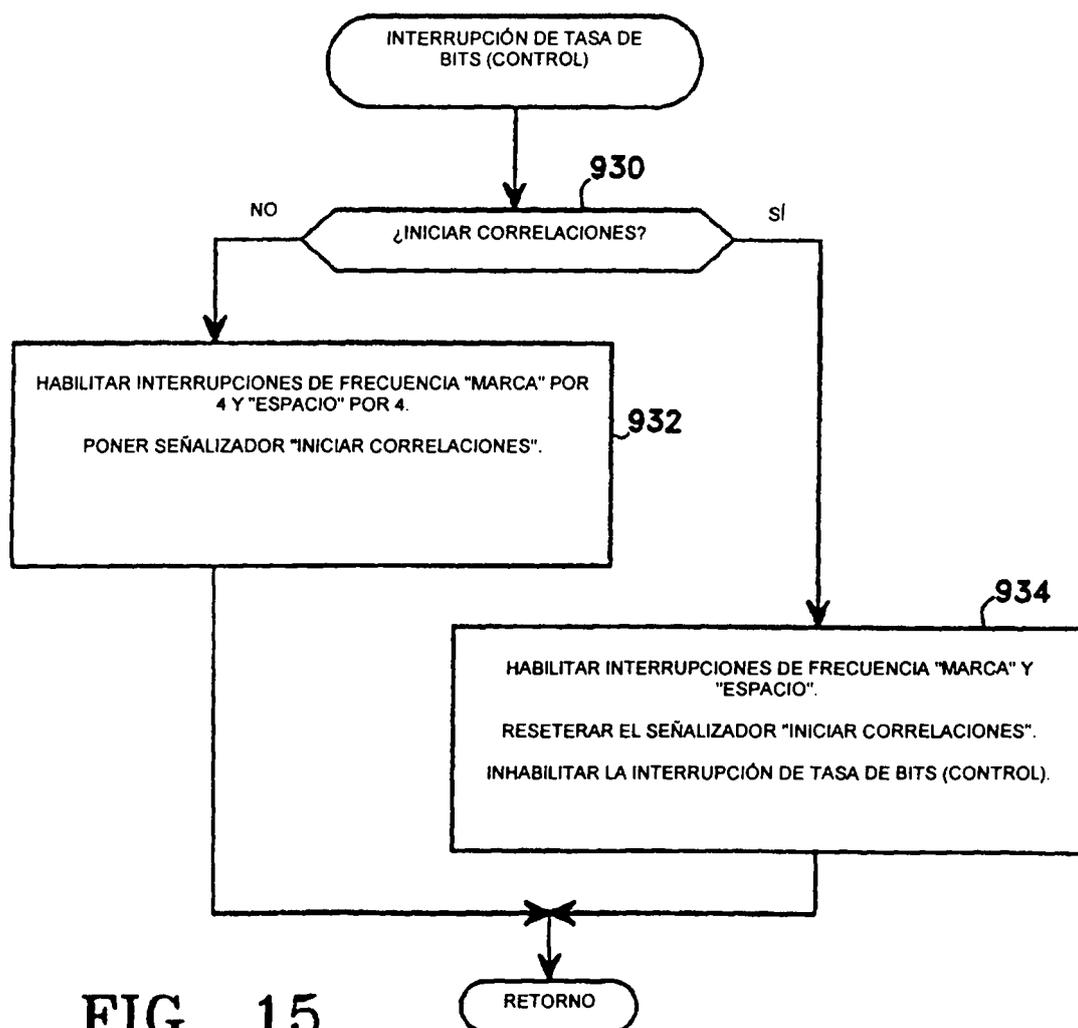


FIG. 15