



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 258 397**

⑫ Número de solicitud: 200500184

⑬ Int. Cl.:

G01S 13/75 (2006.01)

A63F 3/02 (2006.01)

G06F 3/03 (2006.01)

G06K 7/08 (2006.01)

G06K 19/07 (2006.01)

⑭

PATENTE DE INVENCION

B1

⑮ Fecha de presentación: **02.02.2005**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **16.08.2006**

Fecha de la concesión: **14.02.2008**

⑰ Fecha de anuncio de la concesión: **01.03.2008**

⑱ Fecha de publicación del folleto de la patente:
01.03.2008

⑲ Titular/es: **Universidad de Málaga**
Plaza de El Ejido, s/n
29071 Málaga, ES

⑳ Inventor/es: **Camacho Lozano, Pelegrín**

㉑ Agente: **No consta**

㉒ Título: **Sistema para identificar posición y tipos de piezas sobre tableros de juegos.**

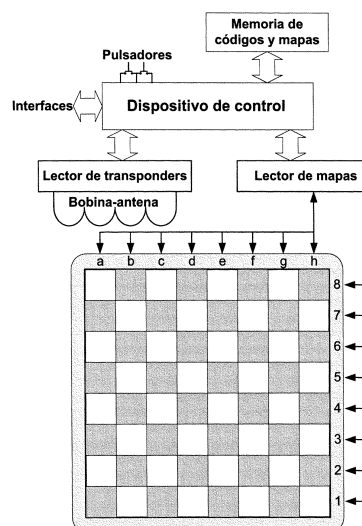
㉓ Resumen:

Sistema para identificar posición y tipos de piezas sobre tableros de juegos.

El objeto de la invención es un sistema electrónico que identifica posiciones y tipos de piezas en tableros de juegos, especialmente de ajedrez.

La invención utiliza y reivindica la aplicación de transponders RFID y lectores RFID de uso genérico, conectados a dispositivos programables que realizan funciones múltiples, extrayendo un código digital único y característico de cada transponder, que identifica inequívocamente las piezas que los incorporan y sus posiciones en tableros con casillas diferenciadas.

Los sistemas digitales obtenibles permiten que códigos y posiciones puedan transmitirse por interfaces apropiadas a dispositivos externos como pantallas gráficas, ordenadores personales o computadores de ajedrez, para obtener respuestas de ellos y establecer sistemas de juego o entrenamiento.



Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Sistema para identificar posición y tipos de piezas sobre tableros de juegos.

5 Sector de la técnica

Computadores de ajedrez. Tableros electrónicos para seguimiento de juegos.

Estado de la técnica

10 Existen numerosos juegos en los que participan al menos dos jugadores moviendo piezas sobre un tablero. En muchos de estos juegos, el avance de la tecnología ha permitido que un sistema electrónico que actúa de acuerdo con las reglas del juego pueda sustituir a uno de los jugadores. Estos sistemas electrónicos tienen una amplia difusión comercial y, por su capacidad de memorización de jugadas correctas y rapidez de respuesta, se utilizan por aficionados y jugadores profesionales como sistemas para disfrutar del juego o para entrenamiento.

El ajedrez es un juego con unas reglas relativamente simples pero, por la enorme variedad de secuencias y combinaciones de juego posibles, exige un notable esfuerzo de preparación y concentración mental de los jugadores. Por el interés que suscitan los torneos de ajedrez, se disponen paneles luminosos que presentan al público los movimientos de piezas realizados por los jugadores que compiten en una partida. La señalización de movimientos y piezas en tales paneles pueden ser gestionadas por una persona que siga atentamente las jugadas, pero la rapidez de algunos movimientos hace difícil esa tarea. La señalización puede ser mejor, más fiable y reproducible posteriormente si las secuencias de movimientos son supervisadas por un sistema electrónico capaz de detectar las jugadas realizadas, es decir, identificar el tipo de piezas y sus movimientos, indicando las casillas del tablero -*escaques* en ajedrez-, de donde las piezas salen y aquellas otras en que se colocan temporalmente. Para hacer identificaciones sin perturbar la concentración mental de los jugadores, es necesario utilizar tableros sensoriales y piezas identificables por esos tableros. Muchos torneos y jugadores profesionales exigen que piezas y tableros cumplan normativas de forma, dimensiones y acabados regulados por alguna Federación de ajedrez. Por otra parte, para evitar el cansancio visual que puede suponer el seguimiento de jugadas en una pantalla y la pérdida de concentración mental derivada de ello, existen tableros que son terminales de entrada y salida de computadores en los que un programa actúa como jugador. Es un factor de mérito que piezas y tablero de esos terminales no difieran de los clásicos de madera empleados tradicionalmente. De lo expuesto se deduce que la operación de los sistemas electrónicos de detección de movimientos y piezas debe ser transparente a los jugadores, sin exigirles cuidados especiales al colocar las piezas o en la velocidad de movimientos. No obstante, en algunos tableros, especialmente los que se emplean para entrenamiento o juego contra computador, existen diodos emisores de luz (LEDs) en los vértices de los *escaques* o pequeños displays de cristal líquido (LCDs) en los marcos del tablero, para indicar mensajes del computador.

Para llegar al mercado a precio razonable, se han desarrollado sistemas electrónicos parcialmente integrados en el tablero y en las piezas de juego compatibles con él. Los condicionantes económicos por una parte y, por otra, el requerimiento de aspecto y acabado de los *escaques* del tablero, hacen que casi todas las alternativas actuales estén basadas en magnetismo o electromagnetismo. Así, la patente US 4981300 se basa en piezas provistas de imanes con polaridades orientadas según el color de las piezas. Al posarse sobre los *escaques* dan lugar a la activación de relés situados bajo el tablero. El cambio de estado de los relés se detecta en un sistema electrónico que indica el movimiento de la pieza, pero sin identificarla, ya que solo puede hacerlo si se ha partido de una situación inicial de juego donde todas las piezas deben ocupar *escaques* determinados por las reglas de juego. Para suplir tal carencia, esos tableros llevan un teclado auxiliar donde se marca el tipo de pieza que se pone en un *escaque*. Así se pueden introducir problemas de ajedrez o continuar partidas interrumpidas. Estos tableros no suelen ser aceptados por las Federaciones de ajedrez o los torneos.

La patente US 3760404 hace referencia a piezas que contienen un circuito resonante sintonizado a una frecuencia distinta para cada pieza con el fin de identificarla y un conjunto de bobinas situadas bajo cada *escaque* del tablero. La excitación secuencial y controlada de estas bobinas por medio de impulsos, causa una transferencia de energía a los circuitos resonantes de las piezas que estén sobre la bobina excitada. La captación de la frecuencia resonante y su análisis en circuitos apropiados permite identificar la pieza y el *escaque* donde se coloca. Las patentes US 5082286 y 5188368 presentan mejoras consistentes en disponer dos bobinas bajo cada *escaque*, una excitadora y otra captadora de la frecuencia de resonancia causada por la excitadora en los circuitos resonantes de las piezas, específicos y diferentes en cada una de ellas.

La patente US 6168158 B1 se basa en el mismo principio de las anteriores, pero incluye bobinas adicionales en el tablero para compensar interferencias entre bobinas del tablero y de piezas. Estos sistemas basados en resonancias de frecuencia diferente tienen como inconvenientes el ajuste de la frecuencia de resonancia en cada una de las piezas, su posible variación con la temperatura, tolerancia y deriva en el tiempo del valor de los componentes resonantes o desajustes por golpes o caídas de las piezas y una relativa lentitud de los sistemas de detección. Por otra parte, para provocar las resonancias es necesario transmitir impulsos estrechos con un nivel de energía y un espectro de señal que pueden causar interferencias electromagnéticas en equipos electrónicos cercanos, por ejemplo, en el computador que actúa como jugador.

La patente US 5129654 utiliza líneas de transmisión en lugar de bobinas excitadoras. En estas líneas se inyectan señales de frecuencias alrededor de 30 MHz, en saltos aproximados de 1 MHz, para hacer resonar circuitos LC situados en las piezas, sintonizados a distintas frecuencias a fin de permitir su identificación. El posible inconveniente de este método puede ser el uso de una banda de radiofrecuencia y el riesgo de captar y causar interferencias en el espacio radioeléctrico.

Las patentes US 5791648 y US 6724198 B2 presentan un enfoque distinto, poniendo en la base de las piezas materiales de distinta forma y conductividad, lo que causa cambios en la permeabilidad magnética de las bobinas bajo el tablero y, por tanto, en sus inductancias, lo que determina cambios en las frecuencias de resonancia asociadas a ellas. No se menciona en ellas su aplicabilidad en ajedrez, probablemente por la dificultad de codificar las 12 piezas distintas que usa este juego.

Finalmente, otra patente relacionada al ajedrez es US 5013047 que utiliza un tablero cuyos escaques están partidos en dos mitades conductoras aisladas. Las piezas tienen en sus bases tres contactos eléctricos unidos a un triángulo de resistencias internas que caracterizan a cada pieza. La identificación se realiza midiendo la impedancia que existe entre las dos mitades del escaque al posarse la pieza sobre ellas. El principal inconveniente de este método es el aspecto partido de los escaques y, tal vez, el cambio de resistencia que puede ocurrir si alguno de los tres contactos o la superficie del tablero tienen partículas que impidan contactos de baja resistencia entre piezas y escaques partidos, lo que provocaría identificaciones erróneas de piezas.

En relación con lo anteriormente expuesto, la presente patente supone diversas ventajas, fundamentalmente la identificación de las piezas por un código digital exclusivo e invariable que no precisa de ningún ajuste, a diferencia de los sistemas analógicos previamente utilizados que precisan de ajustes en su fabricación, siendo susceptibles a variaciones por cambios de temperatura, derivas en el tiempo, golpes por colocación brusca de piezas en el tablero o por caídas al suelo.

Explicación de la invención

La presente invención se refiere a un sistema electrónico para identificar los tipos de piezas y los movimientos de éstas sobre casillas de tableros de juegos, por ejemplo, piezas de ajedrez provistas de una codificación electrónica sobre un tablero de ajedrez compatible con la codificación de piezas. El sistema permite que la identificación de piezas y movimientos se haga en tiempos muy cortos, compatibles con la velocidad a la que las piezas pueden cambiar de posición durante las partidas de juegos.

El sistema se basa en la colocación en las piezas de juego de sistemas electrónicos conocidos como RFID *transponders*. El *transponder*, que en castellano a veces se denomina transpondedor o traspondedor, es un sistema electrónico que, al recibir una llamada o comando activador, responde transmitiendo una señal de frecuencia igual o muy próxima a la de la señal de activación. RFID es un acrónimo de *Radio Frequency Identification Device*, es decir, Dispositivos para Identificación por Radiofrecuencia. La característica particular de los RFID transponders es que responden con una codificación digital que de forma inequívoca identifica al transponder. La tecnología de transponders se usa desde hace tiempo en sistemas electrónicos para identificar aviones y barcos de forma específica, pero recientemente se ha expandido para su utilización en sistemas de bajo coste. Para ello se han emitido estándares, como los ISO 14443 e ISO 15693, que normalizan el uso de transponders asignando bandas del espacio radioeléctrico (125 KHz, 134 KHz, 13,56 MHz y 2,45 GHz) para el uso genérico de ellos. Actualmente los transponders RFID se utilizan en campos tan diversos como sistemas de etiquetado de equipajes, de reses de ganado, en sistemas de seguridad y control de accesos, sistemas antirrobo, identificación de productos comerciales, identificación de animales domésticos, etc.

Un transponder RFID se compone básicamente de un circuito resonante paralelo, con una frecuencia de sintonía determinada por una inductancia conectada a un circuito integrado o chip que incorpora la capacidad necesaria para que el circuito resuene a la frecuencia de su banda, por ejemplo, 125 KHz o 13,56 MHz. Dado que el chip tiene un tamaño poco mayor de 1 mm², el tamaño del transponder viene determinado por la inductancia externa y, por ende, de la frecuencia de la banda de trabajo. El chip incorpora un pequeño bloque de memoria digital que en los tipos comerciales de menor longitud es de 64 bits, lo que permite programar 2⁶⁴ combinaciones que equivalen a algo más de dieciocho trillones de códigos diferentes. Esto hace que los fabricantes de los transponders garanticen que cada uno de ellos tiene un código de identificación exclusivo y diferente de cualquier otro de su familia. Cuando el transponder responde a la llamada de activación, emite de forma consecutiva los bits que contiene en su memoria, a velocidades que dependen de la banda de trabajo. Así, por ejemplo, en la banda de 125 KHz, 64 bits se transmiten en unos 16 milisegundos, y en la banda de 13,56 MHz en menos de 3 milisegundos. Esto permite que, si el sistema de lectura de la ráfaga de bits es apropiado, se puede identificar la pieza o piezas que se han movido en un tiempo inapreciable para los jugadores o seguidores de una partida. El sistema que se presenta en esta patente, como se explica más adelante, es capaz de leer la ráfaga de bits y presentar los datos de la jugada efectuada en intervalos de tiempo mucho menores que el intervalo más corto entre dos jugadas.

Una característica de este tipo de transponders es que son pasivos, en el sentido de que no requieren ningún elemento activo o batería que les suministre de forma directa la energía que precisan para su funcionamiento, ya que la poca energía que consumen en su operación esporádica la captan de la señal de radiofrecuencia que los activa. Por ello, su operación se inicia siempre por un corto intervalo de excitación que es seguido de forma automática por la emisión de la ráfaga de bits de identificación.

ES 2 258 397 B1

El sistema excitador de los transponders, también llamado lector porque realiza las dos funciones, consiste en un circuito resonante serie cuya bobina hace de antena de radiofrecuencia transmisora de llamadas o comandos y de antena receptora de la respuesta de los transponders que estén en su campo de acción. El diseño de estos excitadores o lectores se hace de forma que el factor de calidad “Q” de la bobina sea bajo, normalmente inferior a 10. “Q” se define como

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f} = \frac{\text{frecuencia central}}{\text{Ancho de banda}} \quad [1]$$

Un “Q” bajo indica que el circuito es poco selectivo. Así, si hay pequeñas variaciones en las frecuencias portadoras f_0 de las respuestas de los transponders, el lector puede captarlas porque su ancho de banda es amplio. Por esta razón los transponders no requieren de ningún ajuste. Una gran ventaja respecto a los sistemas que utilizan circuitos sintonizados a frecuencias resonantes distintas para cada pieza.

Otra característica de los excitadores-lectores es que su potencia excitadora puede regularse fácilmente de varias formas. La primera es con el voltaje que alimenta el circuito integrado que excita la bobina-antena. Otra es la inserción de una resistencia en serie con la bobina. El efecto de cualquiera de estas alternativas es controlar la corriente que circula por la antena, regulando el campo electromagnético excitador. El campo B creado a una distancia r por una bobina de N espiras de radio a, por las que circula una corriente I, puede expresarse de forma aproximada por la ecuación

$$B = \frac{\mu I N a^2}{2(a^2 + r^2)^{\frac{3}{2}}} \quad [2]$$

siendo μ una constante cuyo valor depende del medio donde se propaga la señal electromagnética. Otras alternativas son diseñar la bobina con diámetro 2a de espiras apropiado o cambiar el número N de espiras. Cualquiera de estos procedimientos o una combinación de ellos permiten controlar el campo B, y así, el radio de acción del sistema formado por el lector y los transponders que tienen que ser excitados y leídos. La expresión muestra que el campo B decrece inversamente con r^3 , por lo que para bobinas excitadoras de pequeño radio a, los transponders situados más allá de una cierta distancia r no serán excitados y no responderán. Esto se justifica también al entender como se excita el transponder pasivo: El voltaje necesario en el transponder para que arranque el disparo de la ráfaga de bits depende de las características del chip y suele ser alrededor de 5 voltios. Este voltaje se extrae del campo B creado por la señal excitadora y viene expresado de forma aproximada por

$$V = 2\pi f_0 N Q S B \cos \alpha \quad [3]$$

donde S es el área de una espira de la bobina del transponder, N el número de espiras de su bobina y, el ángulo α , el que forman los planos de espira de bobinas excitadoras y de bobinas de los transponders. El acoplamiento es máximo ($\alpha = 0^\circ$) cuando los planos son paralelos. La presente invención y los modos de implementarla, descritos más adelante, se basan en los principios implícitos en las expresiones [1], [2] y [3].

Los transponders RFID tienen dimensiones y formas acordes con la aplicación a la que se destinan. Así, por ejemplo, los destinados a identificación de animales domésticos son cápsulas poco mayores que un grano de arroz, para implantación subcutánea en los animales, mientras que los utilizados para identificar equipajes o productos comerciales son etiquetas circulares o rectangulares, impresas sobre una lámina de plástico con espesor de décimas de milímetro y unas dimensiones similares a un pequeño sello postal. Estos tipos de transponders, así como los chips utilizados en los subsistemas excitadores-lectores, se fabrican por millones de unidades al año, por lo que sus costes son relativamente bajos. Por sus dimensiones, cualquiera de estos transponders se puede colocar convenientemente en una pieza de juego para hacerla identificable. La miniaturización de masa y volumen de los elementos que componen los transponders RFID hacen que sean muy robustos mecánicamente y permiten su uso en las aplicaciones que se han citado como ejemplo. Por ello, las piezas codificadas con transponders son robustas e insensibles a golpes o caídas, a la vez que económicas, por serlo tanto los transponders RFID como los procesos de su fijación a las piezas sin necesidad de ajustes

Descripción de los dibujos

Para complementar la explicación de la invención y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, como parte integrante de esta memoria se incluye un conjunto de dibujos o figuras donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1a: Pieza 1 codificada con transponder-cápsula T1, protegido por fieltro F.

Figura 1b: Pieza 1 codificada con transponder-lámina T2, protegido por fieltro F.

Figura 2: Fracción de la parte inferior del tablero utilizado en una realización que utiliza bobinas-antena Bb bajo cada escaque. Conductores apropiados Ca llevan la señal del circuito *excitador-lector* a las bobinas-antena. Los relés Rr seleccionan uno de los conductores apantallados que conectan una fila 1~8 y una columna a~h de las ocho que existen de cada tipo en el tablero para que, como resultado de la combinación de fila y columna, se seleccione una de las bobinas-antena Bb. Se muestran los electroimanes E1~E3 que activan relés Rr de filas 1~3, y los Ea~Ec que activan relés Rr de columnas a~c, y los devanados de los electroimanes excitados por dispositivos de control del tipo FPGA, microprocesador o microcontrolador.

Figuras 3a y 3b: Relacionadas a la Figura 2, muestran realizaciones alternativas en las que, en lugar de tener un único excitador EX, se tienen dos (Figura 3a) o cuatro (Figura 3b), fraccionando el tablero de juego en dos o cuatro subtableros para permitir que el proceso paralelo de datos de los subtableros de tamaño mitad o cuarta parte, reduzca el tiempo de búsqueda de piezas movidas en el desarrollo de juegos.

Figura 4: Estructura de un sistema basado en técnicas RFID para identificar posición y tipos de piezas sobre tableros de juegos. Como ejemplo, se muestra un tablero de ajedrez. El dispositivo de control, tipo FPGA, microcontrolador o microprocesador, inicia sus funciones por pulsadores que indican que se acaba de realizar una jugada, lo que activa de forma sincronizada dos procesos paralelos: El primero para lectura, por uno o más lectores conectados a bobinas-antena, de los transponders alojados en las piezas puestas sobre el tablero, y el segundo, para determinar los escaques en que ha habido cambios por movimientos de las piezas detectadas en el primer proceso. Los cambios de situación de piezas y sus códigos RFID se asocian a mapas de tablero que indican la posición de piezas que existen en él. Los mapas se almacenan en una memoria para que, tras la comparación de mapas sucesivos en el dispositivo de control, se genere información codificada como convenga, que se transmite a través de interfaces a sistemas externos para, por ejemplo, presentar las jugadas en un panel o servir de entrada-salida a programas denominados “motores de ajedrez” ejecutados en ordenadores personales o computadores de ajedrez, que envían por dicha interfaz mensajes indicativos de sus jugadas, movimientos erróneos realizados por el jugador, avisos de jaque al rey, etc. que suelen mostrarse en diodos LEDs o displays LCD.

Figura 5: Muestra una pieza de juego que incorpora un relé reed Rr en su base, conectado en serie con la bobina del transponder T1, de forma que el relé queda horizontalmente en la base de la pieza para que sus láminas sensibles a campos magnéticos queden paralelas y próximas a la superficie del tablero de juego. Bajo cada escaque del tablero se disponen electroimanes independientes Ei que originan los campos magnéticos que provocan la activación de los relés reed de las piezas.

Figura 6: Fracción de la parte inferior del tablero de juego utilizado en una realización que utiliza electroimanes Ei para activar relés reed Rr situados en la base de las piezas. Los electroimanes son excitados por transistores Tr activados desde la FPGA. Se muestra un fragmento de la bobina-antena Bb de tipo perimetral que rodea el tablero de juego en su parte inferior.

Figuras 7a, 7b y 7c: Las Figuras 7a y 7b muestran cortes transversales de piezas tipo 1 en las que se han incrustado transponders de tipo T1 y T2. Las piezas tienen en su base elementos magnéticos con forma de corona Cr o disco Ds. La Figura 7c muestra una fracción del diagrama de una matriz de grupos de reeds en paralelo, puestos en serie con un diodo y colocados bajo el tablero de forma que las áreas de sensibilidad magnética de los grupos de reeds cubran la mayor parte posible de los escaques, para detectar los grupos con algún reed activado por los campos magnéticos de los discos o coronas en la base de las piezas, lo que facilita que pueden ser detectadas incluso aquellas piezas que se hayan puesto alejadas del centro de los escaques.

Figura 8: Muestra la estructura de una realización de la invención que usa una única bobina-antena Bb de tamaño reducido, menor que el perímetro del tablero en cuya parte inferior está inscrita. El tablero tiene bajo sus escaques una matriz de grupos de reeds y diodos del tipo mostrado en la Figura 7c, que en esta Figura 8 se muestran simplificados y como ejemplos de otras posibles configuraciones de los grupos de reeds y diodo. El resto de la estructura corresponde con aquella de la Figura 4.

Descripción de realizaciones preferidas

Una primera realización puede obtenerse incrustando transponders tipo cápsula en la forma que describe la Figura 1a, es decir, de forma que el eje de la bobina del transponder sea vertical al plano de apoyo de la pieza, con lo que se asegura que el plano de las espiras es paralelo a la base de la pieza que será el plano de apoyo sobre el tablero. En el caso de transponders de tipo lámina con bobina impresa, la lámina está alojada en la pieza como indica la Figura 1b, es decir, paralela a la base de la pieza, para asegurar que el plano de la espira sea paralelo al plano del tablero. Por otra parte, bajo cada espacio o casilla del tablero donde pueda ponerse una pieza se coloca una bobina-antena. A modo de ejemplo no limitativo, en el caso de un tablero de ajedrez en el que existen 64 escaques, se colocarán un total de 64 bobinas-antena cuyos centros de espiras estarán aproximadamente dispuestos bajo los centros de los escaques correspondientes, de forma que los planos de las espiras sean paralelos a la superficie de los escaques. Así se asegura que los planos de espiras excitadoras son paralelos a los planos de espiras de transponders de las piezas, para maximizar el acoplamiento entre bobinas citado en la expresión [3]. Así, la separación entre el plano de la espira inferior del transponder y la espira superior de la bobina excitadora correspondiente es la suma del espesor del tablero en cuya parte inferior se adhiere la bobina excitadora y el espesor de la lámina de fieltro que se adhiere en la base de la pieza y que protege al transponder incrustado en ella. Un valor aproximado y conveniente de tal separación es

de unos 3 o 4 milímetros. Al minimizar esta separación se minimiza el valor de la distancia r de la expresión [2] y determina que el campo B definido por ella se maximice. En caso de existir una pieza en un escaque próximo a aquel cuya bobina se excita, la distancia será un orden de magnitud mayor, es decir, 30 milímetros aproximadamente, por lo que el campo B que llega a una pieza situada sobre el escaque próximo será unas 100 veces menor que el que llega a una pieza situada sobre el escaque de la bobina excitada, según la expresión [2]. Esto quiere decir que, diseñando las bobinas excitadoras con radio a apropiadamente pequeño, se puede impedir fácilmente que una pieza sea activada por bobinas que no sean la que está bajo el escaque donde la pieza esté. El requerimiento principal de esta realización es que el diámetro de espiras de bobinas excitadoras sea pequeño, aproximadamente 15 milímetros. Así se consigue que el radio de acción de las bobinas sea unos 10 milímetros, suficiente para activar un transponder situado sobre ellas, pero insuficiente para hacerlo con otros más lejanos.

Las bobinas excitadoras forman una matriz asociada a los escaques donde se colocan las piezas. Para más claridad en la explicación que sigue, se usa la denominación de filas y columnas habitual en ajedrez: Las filas se numeran de 1 a 8, siendo la fila 1 aquella de las figuras blancas al inicio de la partida y la fila 8 la de las figuras negras. Las ocho columnas del tablero se nombran de izquierda a derecha en el lado de figuras blancas, con las letras a, b, c, d, e, f, g, y h, como muestran las Figuras 3 y 4.

Dado que la posición de piezas al inicio de una partida de ajedrez está determinada por las reglas de juego, una exploración secuencial de los escaques permite identificar el código y posición de las piezas al inicio de la partida, obteniendo así un mapa de las piezas que se comparará después de cada jugada para detectar los movimientos de las piezas. Esto permite que se puedan sustituir piezas perdidas por otras nuevas sin que sea necesario recurrir a búsquedas de compatibilidad o ajustes de frecuencias de sintonía de las piezas. Una vez que el código de las distintas piezas queda almacenado en la memoria del sistema, es posible reanudar una partida interrumpida previamente colocando piezas del tipo debido en los escaques correspondientes, sin que importe la pieza concreta que se coloca, ya que el sistema conoce la equivalencia de piezas aunque éstas tengan códigos diferentes. Por ejemplo, se puede colocar cualquier peón blanco en cualquiera de los escaques reservados a ellos, pues aunque todos tengan códigos RFID diferentes, el sistema identifica tipos de piezas a partir de códigos diferentes. Esto es una ventaja importante a la hora de plantear problemas de ajedrez, es decir, considerar como inicio de partida una determinada combinación reducida de piezas situadas en posiciones cualesquiera. Esta situación de inicio puede ser reconocida por el sistema de control del juego, ya que una exploración del tablero asociará los tipos de las piezas que contiene en la memoria a los escaques en que sus códigos sean leídos, sin necesidad de indicar los tipos de piezas colocadas. Esto representa una ventaja respecto a los tableros que requieren un tablero adicional para indicar el tipo de pieza colocada para problemas de ajedrez o partidas interrumpidas.

Para detectar movimientos de piezas en un tiempo corto, las bobinas excitadoras se activan secuencialmente de forma selectiva, es decir, solo se activan aquellas bobinas que corresponden a escaques en los que la situación del juego permite que alguna pieza pueda colocarse. Por ejemplo, al inicio de una partida de ajedrez, las piezas blancas que inician el juego solo pueden mover los caballos o los peones, que pueden avanzar hasta dos filas por delante de la fila 2 en la que están. Por tanto, tendría poco sentido explorar los escaques situados más allá de la fila 4, lo que hace que el número de escaques a explorar sea 16. En una situación de juego medio, el máximo número de escaques a explorar suele ser de 30 a 35. Es relativamente fácil para un experto en la materia hacer un programa que, de acuerdo con las reglas del ajedrez, active un dispositivo electrónico programable tipo FPGA (*Field Programmable Gate Array*) o un microcontrolador, para determinar a qué escaques se pueden mover las piezas. Estos dispositivos serán los que controlen la exploración secuencial y selectiva de los escaques que pueden recibir piezas y permiten que la definición de tales escaques se pueda realizar en menos de un milisegundo, contado a partir del momento en que cualquiera de los jugadores activa el reloj o cronómetro que controla los tiempos de desarrollo de la partida. Este reloj, normalmente externo al tablero, puede indicar, por ejemplo, con una radiación infrarroja, que uno de los jugadores ha realizado una jugada y que debe iniciarse el proceso de determinación de escaques de interés. Una alternativa al uso de los pulsadores externos, uno para cada jugador, es integrarlos en los bordes del tablero a fin de hacerlo independiente del reloj externo o, lo que es equivalente, integrar el reloj-cronómetro en el tablero. Finalizado el corto intervalo de tiempo necesario para determinar los escaques de interés, se inicia la exploración secuencial activando las bobinas excitadoras que hay debajo de cada uno de ellos. La exploración finaliza cuando se detecta el código digital del *transponder* de una pieza que estaba previamente en otro escaque. De esta forma se determina simultáneamente la pieza movida y el movimiento realizado. El movimiento puede haber sido para ocupar un escaque vacío o para tomar una pieza contraria. En este caso, el código que se leerá es el del *transponder* de la pieza tomadora, en lugar del de la pieza tomada, que habría desaparecido del tablero de juego antes de activar el pulsador de inicio de búsqueda de escaques de interés.

La Figura 2 muestra una fracción de la matriz de bobinas-antena y los elementos que permiten seleccionar qué bobina de la matriz se activa, en el supuesto de que solo exista un único circuito excitador. Dado que la señal de excitación de las bobinas es una corriente de 125 KHz, 134 KHz o 13,56 MHz, se conduce dicha señal por un cable apropiado que se interrumpe por medio de relés reed en los extremos que acceden a las filas y a las columnas de la matriz de bobinas. Los relés reed se activan selectivamente, uno de los ocho de filas y otro de los ocho de columnas, para que solo una de las bobinas se active. Los relés se activan magnéticamente por medio de electroimanes cuyo núcleo es perpendicular al cilindro del reed. Las bobinas de los electroimanes se activan por señales generadas en los mismos dispositivos -FPGAs preferentemente- que determinan los escaques de interés y, por tanto, las bobinas y electroimanes a excitar para llevar a cabo la exploración selectiva de escaques.

Las Figuras 3a y 3b muestran realizaciones alternativas en las que en lugar de tener un único circuito excitador EX, se tienen dos (Figuras 3a) o cuatro (Figuras 3b). El interés de estas realizaciones es para aquellos tableros en que se desee acelerar el proceso de búsqueda de movimientos de piezas. El procedimiento reduce el número de escaques que cada excitador EX debe explorar, pues fracciona el tablero en dos mitades (Figuras 3a) o en cuatro cuartas partes (Figuras 3b). Dado que los circuitos excitadores EX actúan simultáneamente, dos en Figuras 3a y cuatro en Figuras 3b, el tiempo de búsqueda de la jugada realizada, relacionado al número de escaques a explorar, puede reducirse a la mitad o a la cuarta parte del tiempo que llevaría la búsqueda con el único circuito excitador-lector. Según lo descrito, un sistema basado en el uso de transponders RFID tiene la estructura que se muestra en la Figura 4.

Una segunda realización es posible utilizando una única bobina-antena que rodea el conjunto de casillas o escaques que componen el tablero. Ello implica que todas las piezas situadas en el radio de acción de la bobina pueden ser leídas, por lo que se hace necesario arbitrar un procedimiento que permita lecturas selectivas para identificar tanto las piezas que existen en el tablero como sus posiciones en él. Esto se puede conseguir insertando un relé reed en serie con la bobina de cada transponder para activarlo o desactivarlo selectivamente. Los reeds se colocan horizontalmente en la base de las piezas, de forma que queden paralelos al plano del tablero, como indica la Figura 5. Un reed abierto equivale a una capacidad inferior a 0,5 picofaradios, lo que impide la resonancia de las piezas con reed desactivado. El reed cerrado permite que el transponder actúe de modo normal, pues el reed así es un simple cortocircuito. Los reeds abren o cierran selectivamente los circuitos resonantes de los transponders, en función de campos magnéticos generados por electroimanes dispuestos bajo cada escaque, de forma similar a como estaban dispuestas las bobinas-antena de la primera realización, que en esta segunda realización son sustituidas por una única bobina perimetral. Los electroimanes son controlados por corrientes generadas en el dispositivo de control, FPGA o microcontrolador, que hace también la función de determinar escaques de interés, descrita en la primera realización. En la Figura 6 se muestra una fracción de la estructura de activación matricial de electroimanes Ei, en la que se dispone de transistores Tr amplificadores de la corriente de control, uno por cada columna y otro por cada fila del tablero. Las lecturas de escaques de interés se hacen después de activar los electroimanes correspondientes, repitiéndose hasta que un transponder responde con el código de la pieza que se ha colocado sobre el escaque con electroimán activado. El tiempo de lectura de escaques de interés puede reducirse si se activan varios electroimanes a la vez, dos o cuatro preferentemente, hasta encontrar respuesta en un grupo. Después se procede a la búsqueda dentro del grupo, hasta encontrar el escaque concreto que contiene la pieza movida. El algoritmo de búsqueda en tiempo reducido puede implementarse en el mismo dispositivo, FPGA o microcontrolador, que hace las funciones descritas previamente.

Una tercera realización es posible disponiendo bobinas-antena de forma similar a como se ha descrito para la primera realización, pero adhiriendo discos o coronas magnéticas en la base de las piezas, como se muestra en las Figuras 7a y 7b. Estos elementos magnéticos tienen la función de activar reeds situados bajo los escaques del tablero con el fin de detectar la presencia de piezas, lo que simplifica el proceso de detección, al hacer innecesaria la aplicación de algoritmos para buscar escaques de interés. En lugar de aplicar dicho algoritmo, los reeds se configuran como muestra la Figura 7c, formando una matriz en la que se insertan diodos en serie con grupos de reeds en paralelo para permitir que, de forma económica y fácil, pueda explorarse la matriz de reeds en tiempo muy corto. En dicha figura se muestran algunos elementos de la matriz con cuatro reeds en paralelo. El propósito de tal disposición es conseguir que esta realización sea posible con escaques de 5,5 centímetros de lado, típica en tableros de tipo torneo, en los que posicionamientos descentrados de las piezas que no coincidan con la región de activación de un único reed pueden no ser detectados si las piezas o los elementos magnéticos situados en sus bases están fuera del área de sensibilidad de un simple reed. Para evitar esta situación, en tableros con escaques de tamaño grande es conveniente poner dos o más reeds eléctricamente en paralelo, pero geoméricamente separados y colocados de forma que la región de sensibilidad del conjunto de reeds sea lo mayor posible dentro de su escaque. Al estar los reeds en paralelo, hacen que sea indiferente la activación de uno u otro para detectar la pieza.

La matriz de reeds con diodos se explora por filas y columnas en su totalidad, por un procedimiento arbitrado con una FPGA que sucesivamente aplica un 0 lógico a una columna y 1's lógicos al resto de columnas. Mientras se mantiene el 0 lógico en cada columna, se exploran los hilos de señal de todas las filas, conectados a entradas de la FPGA y a resistencias *pull-up* que alimentan los hilos de las filas, para detectar cuáles están a 0 y cuáles a 1. La fila que esté a 0 indica que su escaque de cruce con la columna puesta a 0 contiene una pieza que ha cerrado un reed. El procedimiento es válido si se intercambian los conceptos de filas y columnas utilizados como ejemplo de explicación. Así, después de una exploración completa de la matriz de reeds y diodos, se tiene un mapa de los escaques ocupados por piezas que puede compararse con el mapa anterior y deducir qué piezas se han movido en la jugada realizada. Es obvio que esta realización tercera no precisa hacer una lectura de códigos de piezas después de cada movimiento, ya que la comparación de mapas es suficiente para relacionar las piezas movidas en cada jugada, incluidas las conocidas como "enroques rey-torre" y aquellas que implican tomas de piezas. Sin embargo, sí será preciso realizar lecturas al introducir problemas de ajedrez, para asociar tipos de piezas y escaques de inicio del problema, como se describe para la primera realización.

Dado que las normas de ajedrez no fijan modos de mover las piezas en el tablero, es posible que los jugadores deslicen o levanten del tablero las piezas movidas en una jugada. En el caso de piezas que pueden realizar movimientos largos, como la reina, torres o alfiles, al estar provistas de elementos magnéticos en su base, provocan el cierre momentáneo de reeds bajo escaques de paso al deslizar las piezas hacia su posición final. Las indeterminaciones de mapas de piezas por cierres temporales de reeds se evitan estableciendo que las lecturas de mapas se realicen después de activar los pulsadores de reloj citados al explicar la primera realización, ya que los pulsadores se activan después de dejar las piezas en los escaques deseados.

Una cuarta realización derivada de la tercera y la segunda es posible, con la estructura que se muestra en Figura 8, disponiendo de una matriz de reeds-diodos que se activan con discos o coronas magnéticas adheridas en la base de las piezas con transponders RFID, como se describe en la realización tercera, y una única bobina-antena que puede ser perimetral, dispuesta alrededor del tablero como en la realización segunda, o inscrita, es decir, interior al tablero y de dimensiones menores que una perimetral, aprovechando el campo externo del lazo de la bobina-antena. El diseño y tamaño de ésta debe hacerse considerando que las piezas no presentes en el tablero pueden ser leídas si están en el campo de acción de la bobina-antena, lo que llevaría a errores. Existen varias alternativas para evitarlos: la primera es diseñar la bobina-antena para que su alcance se ajuste al tamaño del tablero, la segunda es alejar del tablero las piezas fuera de juego y, la tercera, mantener tales piezas en una caja, por ejemplo, con cubierta o apantallamiento metálico que actúe como blindaje electromagnético.

Esta realización tiene ventajas de tipo económico y operativo, ya que se suprimen las 64 bobinas-antena utilizadas en las realizaciones primera y tercera y se sustituyen por una única diseñada en función del tamaño del tablero. A cambio se introduce una complejidad en el proceso de lectura de transponders. Esta realización cuarta se diferencia de la segunda, también con una única bobina-antena, en que las piezas no contienen reeds, por lo que al realizar una excitación responderán todos los transponders existentes en el tablero. Esto produciría una colisión de los códigos leídos simultáneamente y llevaría a errores de identificación que se evitan al utilizar transponders con “protocolo anticolisión”, que elimina la colisión de códigos al priorizar la lectura de transponders por comandos definidos en el estándar ISO15693. Todos los fabricantes de transponders ofrecen estas familias de dispositivos, que permiten leer hasta 50 transponders por segundo en un solo proceso de lectura.

Para permitir la detección de piezas de forma automática, antes de comenzar el primer juego debe realizarse una única lectura inicial de los códigos de todas las piezas, colocándolas una a una en los escaques que especifican las reglas para el inicio del juego y disparando automáticamente procesos de lectura después de poner cada pieza, para almacenar en la memoria del sistema los códigos de las 32 piezas del juego. Dado que la matriz de reeds cerrados se lee en décimas de milisegundo, al disparar el proceso de lectura de transponders inmediatamente después de conocer un mapa se hace posible que los tipos y códigos de las piezas que se van colocando se asocien al escaque donde se han puesto y, por tanto, se almacenan en la memoria del sistema el código y tipo de cada una de las piezas del juego. El protocolo anticolisión permite comparar un mapa y los códigos leídos con él, con otro mapa inmediatamente posterior en el que existe un escaque adicional y un código nuevo que, obviamente, se asocian a la nueva pieza puesta en el tablero. El proceso puede repetirse si el conjunto de piezas incluye unidades de repuesto o figuras en exceso para permitir las jugadas conocidas como “promociones peón-reina”, por ejemplo. A partir de este momento, la memoria del sistema permite reconocer qué tipo de pieza se coloca en una nueva partida, una partida interrumpida o en un problema de ajedrez, ya que el código y tipo de las piezas permanece en una memoria no volátil, por ejemplo, del tipo conocido como “flash”, que permitirá hacer una asociación automática de códigos y piezas a los escaques donde se coloquen.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para identificar posición y tipos de piezas sobre tableros de juegos, que está **caracterizado** por tener, incrustados o adheridos en las piezas de juego, elementos de identificación por código digital conocidos como transponders RFID y también como transpondedores para identificación por radiofrecuencia, que al ser activados emiten una señal de radiofrecuencia modulada con un código digital exclusivo para cada transponder RFID, sin precisar ningún tipo de ajuste.

2. Sistema para identificar posición y tipos de piezas sobre tableros de juegos, según reivindicación 1, **caracterizado** por tener bajo el tablero de juego uno o más circuitos integrados de radiofrecuencia, conocidos como lectores RFID, conectados a una o más bobinas-antena para realizar las siguientes funciones:

Primera: Activar los transponders RFID situados en las piezas, suministrándoles la energía que requieren para emitir automáticamente, en ráfagas, los códigos digitales que contienen para su identificación inequívoca y exclusiva.

Segunda: Extraer los códigos digitales identificadores de transponders, por recepción de las señales de radiofrecuencia emitidas por los transponders RFID activados.

Tercera: Transmitir los códigos extraídos a un sistema electrónico conectado a salidas de los lectores, con entradas compatibles a las señales y protocolos específicos de las salidas de los lectores utilizados.

3. Sistema para identificar posición y tipos de piezas sobre tableros de juegos, según reivindicaciones 1 y 2, que contiene bajo el tablero un dispositivo electrónico de tipo configurable o programable, como FPGA, microcontrolador o microprocesador, para realizar las siguientes funciones:

Primera: Sincronizar la activación de transponders RFID y la captura de los códigos digitales transmitidos por las salidas de los lectores, siguiendo el protocolo requerido por la interfaz de estos dispositivos.

Segunda: Sincronizar las funciones anteriores con la excitación y lectura de estados de otros elementos eléctricos situados bajo el tablero o en las piezas, para explorar las casillas o escaques donde pueden situarse las piezas con transponders RFID y obtener mapas de tableros que indican los tipos de piezas situadas en ellos.

Tercera: Sincronizar las funciones anteriores con la escritura y lectura de la memoria que contiene en cada momento los mapas de situación de piezas sobre el tablero de juego y los códigos digitales de los transponders RFID que identifican a cada pieza.

Cuarta: Comunicar con sistemas externos, tipo ordenador personal, computador de ajedrez o pantalla de presentación gráfica, a través de una interfaz configurable o programable en señales y protocolos, a fin de transmitir los datos que necesitan tales sistemas externos para interpretar los movimientos de piezas realizados, o para recibir datos de ellos y presentarlos con diodos LEDs o displays LCD situados en el tablero con objeto de informar a los jugadores de circunstancias del juego en curso.

Quinta: Detectar la activación de pulsadores situados en el tablero para conmutar los cronómetros configurados dentro de estos dispositivos o detectar en una interfaz las señales que transmitan los pulsadores usados para conmutar cronómetros externos.

4. Sistema para identificar posición y tipos de piezas sobre tableros de juegos, según reivindicaciones 1, 2 y 3, que contiene en el tablero una memoria que guarda los códigos digitales de los transponders RFID situados en las piezas de juego y los mapas de tablero que indican la posición de piezas en las casillas del tablero de juego, para detectar los movimientos de piezas jugadas por comparación de mapas sucesivos o para iniciar nuevas partidas, reanudar partidas interrumpidas o introducir problemas de ajedrez sin necesidad de indicar los tipos de piezas puestas.

5. Sistema para identificar posición y tipos de piezas sobre tableros de juegos, según reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** por aplicar bajo el tablero una matriz de bobinas y uno, dos o cuatro lectores del tipo indicado en la reivindicación 2, que se conectan a las bobinas a través de reeds colocados en un extremo de las filas y columnas que componen el tablero, siendo activados los reeds según un algoritmo controlado por un dispositivo del tipo citado en reivindicación 3, que selecciona electroimanes de filas y columnas para cerrar los reeds próximos a ellos, a la vez que dirección a la memoria citada en reivindicación 4 para escribir en ella los códigos leídos por las bobinas y la posición en el tablero de las bobinas correspondientes.

6. Sistema para identificar posición y tipos de piezas sobre tableros de juegos, según reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** por insertar un reed en serie con la bobina del transponder RFID alojado en las piezas de juego como indica la reivindicación 1, de forma que el reed colocado horizontalmente en la base de las piezas, al ser activado por electroimanes colocados bajo el tablero y controlados por dispositivos citados en la reivindicación 3, permite leer los códigos de las piezas ubicadas en posiciones concretas del tablero utilizando una única bobina-antena perimetral en el tablero y un único lector RFID del tipo mencionado en la reivindicación 2, identificando a la vez posiciones y códigos de piezas, que se escriben en la memoria de reivindicación 4.

ES 2 258 397 B1

7. Sistema para identificar posición y tipos de piezas sobre tableros de juegos, según reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** por utilizar bajo el tablero de juego matrices de grupos de reeds eléctricamente en paralelo, conectando cada uno de esos grupos en serie con un único diodo, con objeto de poder utilizar piezas de tamaño pequeño provistas de discos o coronas magnéticas en su base y detectarlas, por medio de dispositivos citados en la reivindicación 3, en tableros de casillas o escaques de tamaño grande en comparación al de la base de las piezas, lo que permite leer selectivamente el código de éstas con lectores del tipo indicado en la reivindicación 2 y escribir su códigos y posiciones en la memoria citada en la reivindicación 4.

8. Sistema para identificar posición y tipos de piezas sobre tableros de juegos, según reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** por utilizar transponders RFID que obedecen protocolos y comandos anticolidión que son generados a través de lectores específicos del tipo mencionado en la reivindicación 2, bajo el control de los dispositivos indicados en la reivindicación 3, para permitir que en un solo proceso de lectura se puedan identificar todas las piezas en juego y almacenar sus códigos y posiciones en la memoria citada en la reivindicación 4.

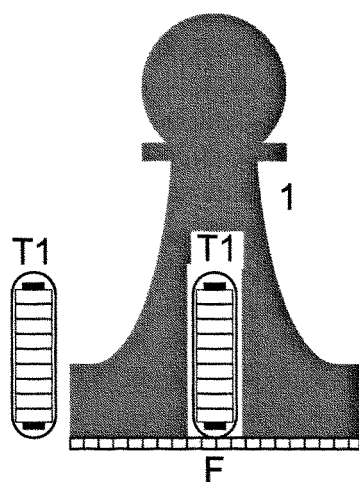


Figura 1a

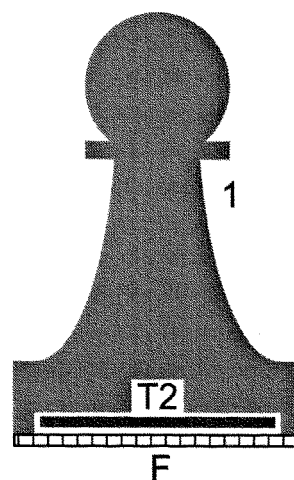
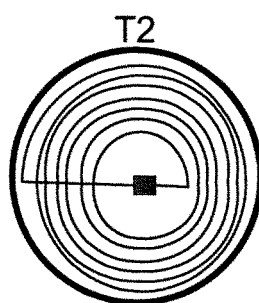


Figura 1b

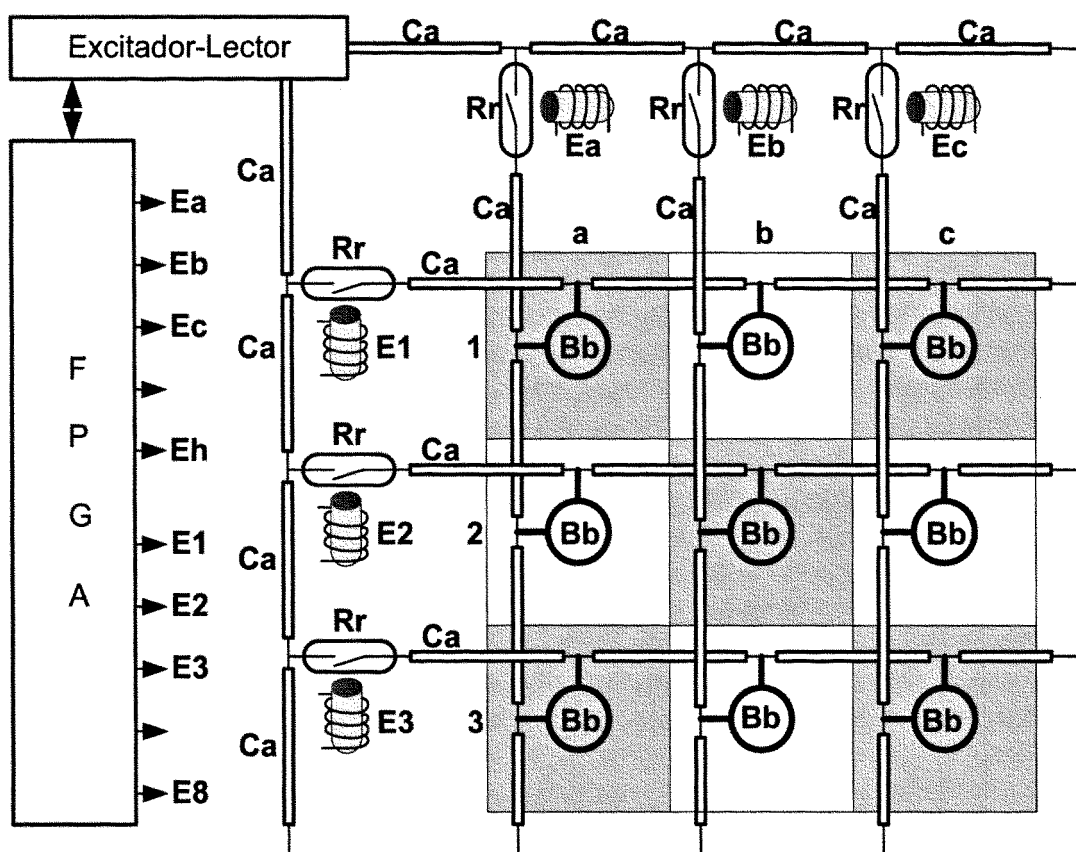


Figura 2

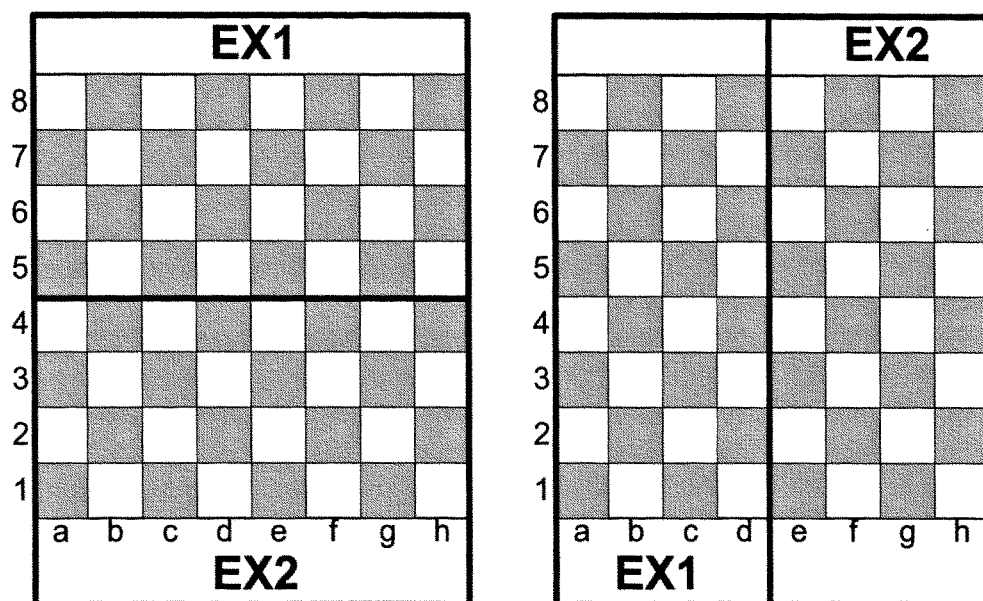


Figura 3a

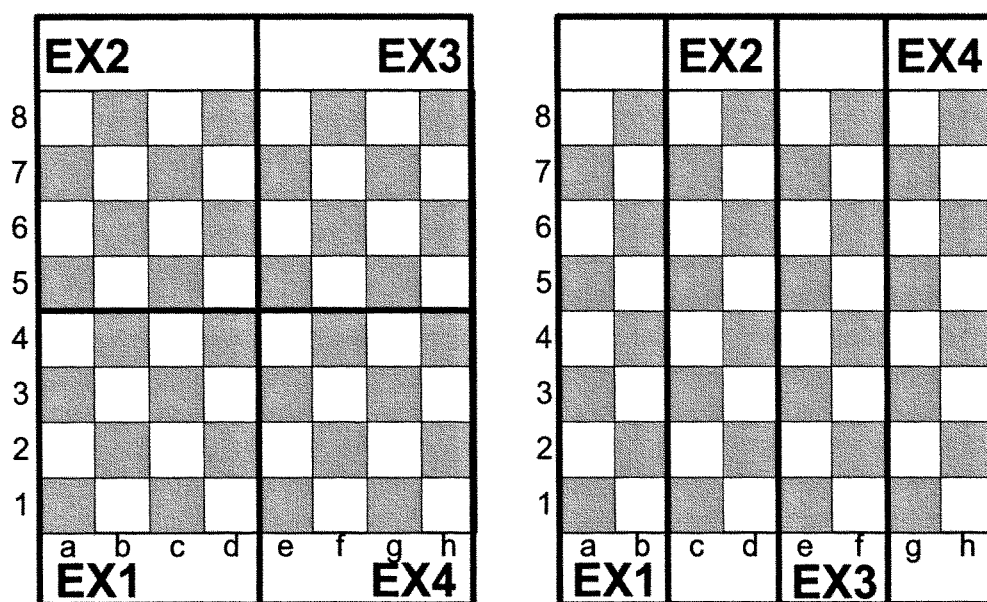


Figura 3b

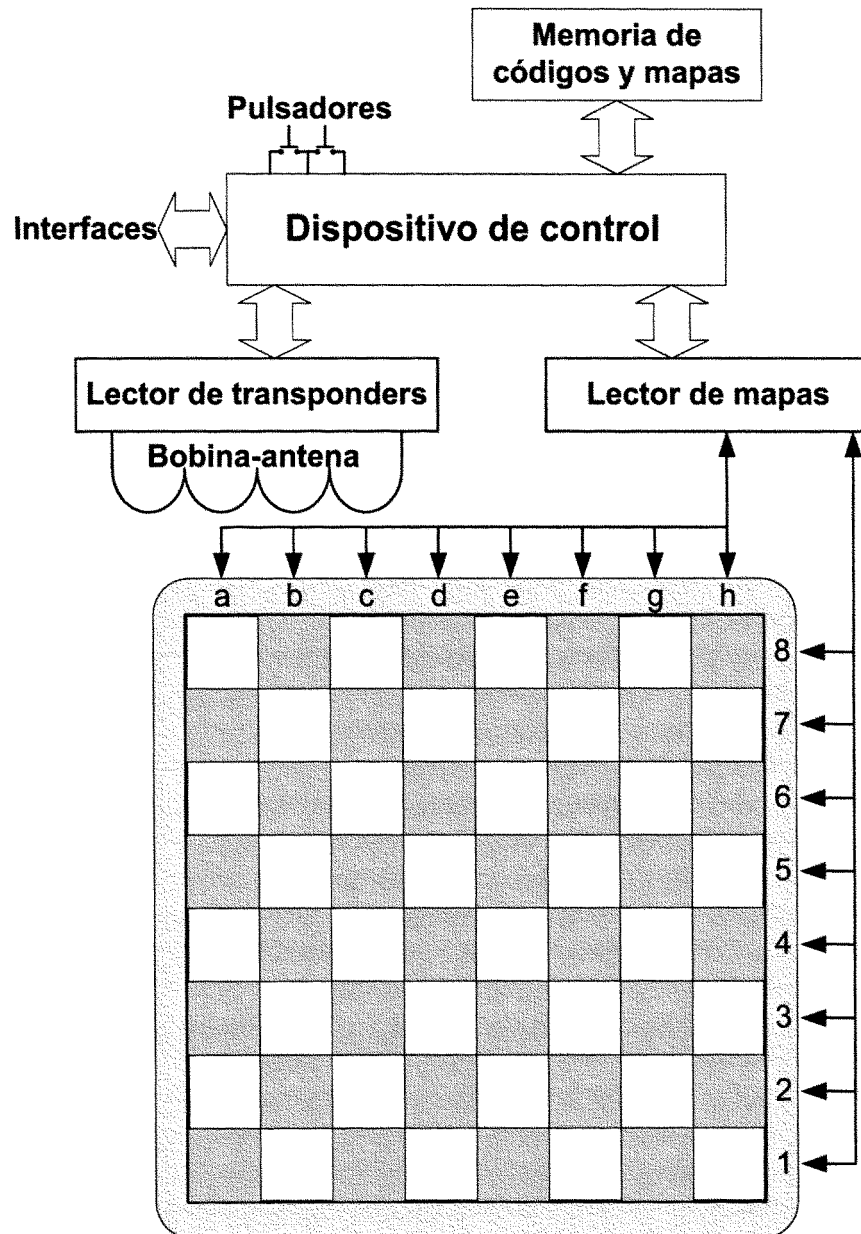


Figura 4

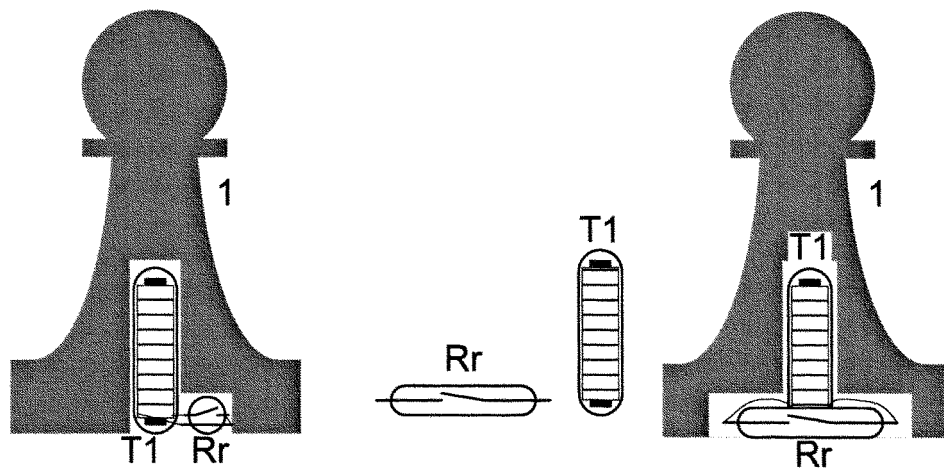


Figura 5

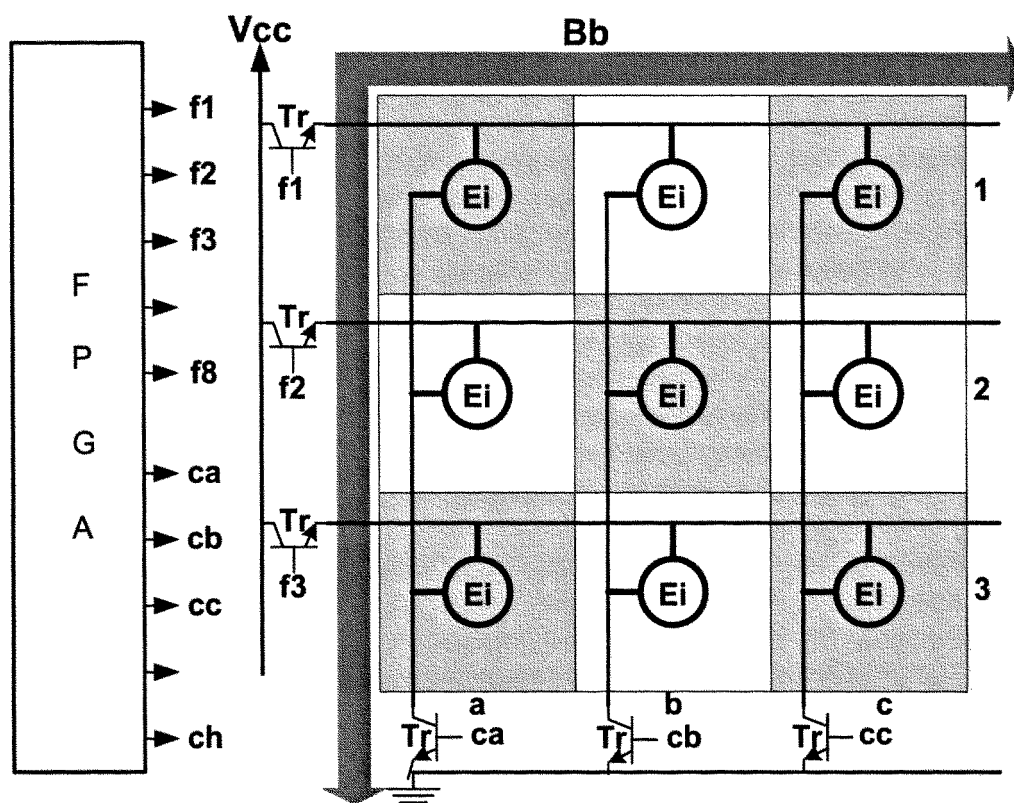


Figura 6

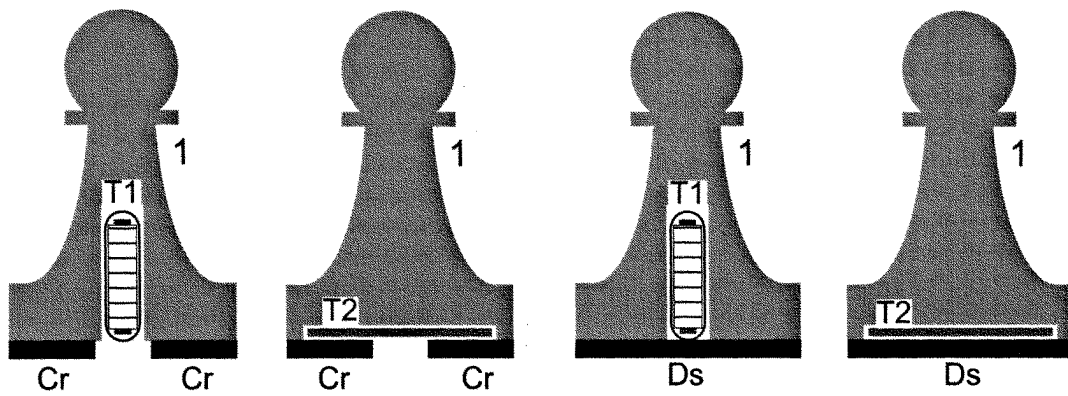


Figura 7a

Figura 7b

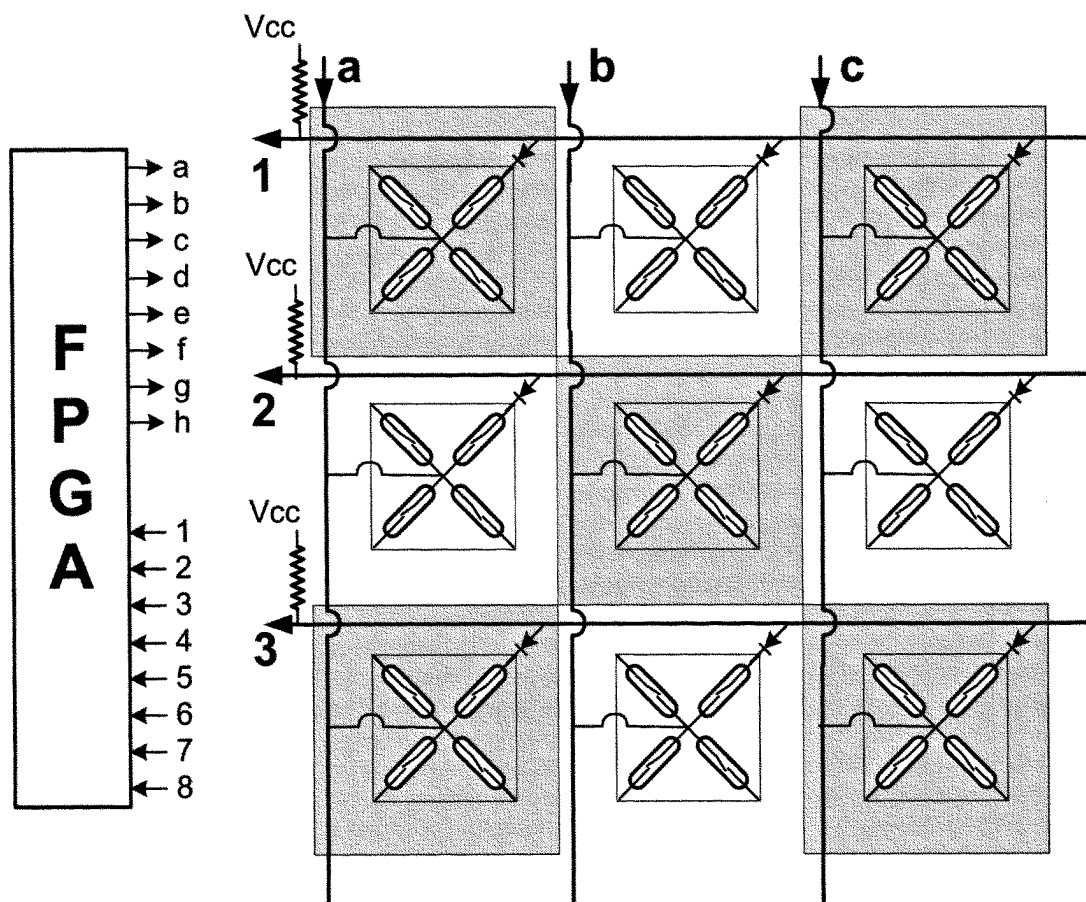


Figura 7c

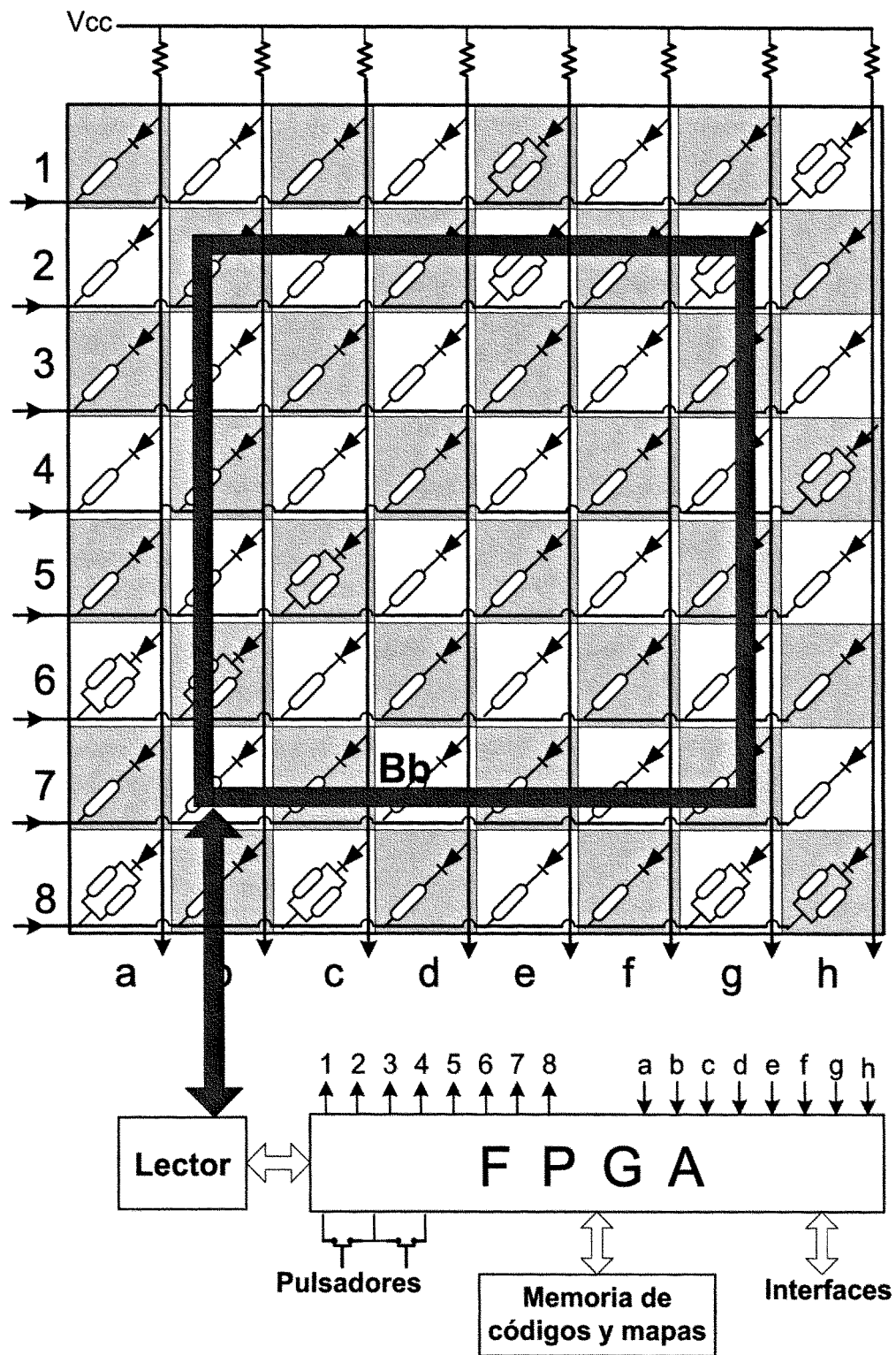


Figura 8



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 258 397

⑫ Nº de solicitud: 200500184

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 02.02.2005

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 9526790 A1 (HASBRO INT INC; C21 TECHN LTD; WILES IAN MICHAEL) 12.10.1995, todo el documento.	1-5
Y		6-8
X	WO 9603188 A1 (SUPER DIMENSION INC; GILBOA PINHAS) 08.02.1996, páginas 19-22,26-29; figuras 9-18.	1-5
Y		6-8
X	GB 2103943 A (SCISYS W LIMITED) 02.03.1983, página 3, línea 29 - página 6, línea 38; dibujos.	1-4

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

16.06.2006

Examinador

P. Tauste Ortiz

Página

1/2

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

G01S 13/75 (2006.01)

A63F 3/02 (2006.01)

G06F 3/03 (2006.01)

G06K 7/08 (2006.01)

G06K 19/07 (2006.01)