

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual  
Oficina internacional



(10) Número de Publicación Internacional  
**WO 2013/066143 A1**

(43) Fecha de publicación internacional  
10 de mayo de 2013 (10.05.2013) **WIPO | PCT**

- (51) Clasificación Internacional de Patentes:  
*H03K 3/84* (2006.01)
- (21) Número de la solicitud internacional:  
PCT/MX2012/000108
- (22) Fecha de presentación internacional:  
1 de noviembre de 2012 (01.11.2012)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (30) Datos relativos a la prioridad:  
us 61/554,187  
1 de noviembre de 2011 (01.11.2011) US
- (71) Solicitante: **INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA, AC.** [MX/MX]; Camino a la Presa San José 2055, Col. Lomas 4a Sección, C.P. 78216 San Luis Potosí, S.L.P. (MX).
- (72) Inventores: **CAMPOS CANTON, Eric**; Circuito Andalucía 116, Fracc. Villas de San Lorenzo, C.P. 78433, Soledad de Graziano Sánchez, San Luis Potosí (MX). **CAMPOS CANTON, Isaac**; Av. Hidalgo 49, Col. Mineral de Pozos, C.P. 37910, San Luis de la Paz, Guanajuato (MX). **BARAJAS RAMIREZ, Juan**
- Gonzalo**; Oyamel 405, Int. 101, COL. Industrial Mexicana, C.P. 78309, San Luis Potosí (MX). **FERMAT FLORES, Alejandro Ricardo**; CF Vazquez y Espinosa 120, Col. Viveros, C.P. 78290, San Luis Potosí (MX).
- (74) Mandatarios: **GARCIA CALDERON, Norma Isabel** et al.; Camino a la Presa San José 2055, Col. Lomas 4a Sección, C.P. 78216 San Luis Potosí (MX).
- (81) Estados designados (*a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible*): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Estados designados (*a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: RECONFIGURABLE MULTIVIBRATOR ELEMENT BASED ON CHAOS CONTROL

(54) Título : ELEMENTO MULTIVIBRADOR RECONFIGURABLE BASADO EN CONTROL DE CAOS

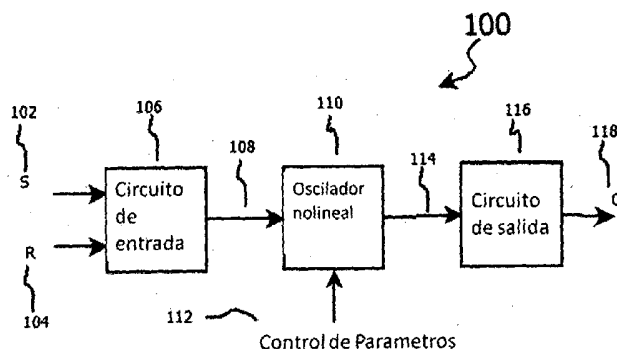


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a reconfigurable element based on (chaotic) nonlinear dynamics, which is designed to be used in three different multivibrator configurations. A nonlinear dynamic system, under parametric modulation control, operates as an adjustable oscillator with different dynamic states which, in turn, produce different multivibrator configurations (monostable, astable and bistable). The reconfigurable multivibrator takes the form of an adjustable circuit including an input stage for receiving at least one input voltage signal and an output stage which produces an electronic digital output signal having two levels. The all-in-one reconfigurable multivibrator, which consists of a nonlinear oscillator electrically coupled to input/output circuitry, is used in, but not limited to, at least three basic applications, namely: an irregular-width-pulse generator, a trailing-edge trigger, and a full bistable SR logic device (flip-flip).

(57) Resumen:

[Continúa en la página siguiente]



WO 2013/066143 A1



CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— *antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones (Regla 48.2(h))*

**Publicada:**

— *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

---

Un elemento reconfigurable basado en dinámica no lineal (caótico) es adaptado para implementar los tres diferentes configuraciones de multivibrador. Un sistema dinámico no lineal, bajo un control por modulación paramétrica, opera como un oscilador ajustable con diferentes regímenes dinámicos, los cuales a su vez producen las diferentes configuraciones de multivibrador (monoestable, aestable, y biestable). El multivibrador reconfigurable se realiza como un circuito ajustable el cual incluye una etapa de entrada para recibir al menos una señal de voltaje de entrada, y una etapa de salida, la cual produce una señal de salida digital electrónica de dos niveles. El dispositivo multivibrador reconfigurable todo-en-uno que consiste de un circuito oscilador no lineal eléctricamente acoplado a una circuitería de entrada/salida es utilizado en al menos, pero no limitado a, tres aplicaciones básicas, estas son, un generador de pulsos con ancho irregular, un disparador de flanco de subida, y un dispositivo lógico RS completo biestable (flip-flop).

**"ELEMENTO MULTIVIBRADOR RECONFIGURABLE BASADO EN CONTROL DE CAOS"****Campo de la invención**

La presente invención se relaciona al campo de las estructuras reconfigurables y, más particularmente, a los dispositivos electrónicos multivibrador reconfigurables. Como un principio subyacente, en esta invención se utiliza la riqueza dinámica de los sistemas no lineales (caóticos) para proveer diferentes alternativas, o realizaciones de multivibradores. Donde un circuito oscilador no lineal, un circuito de entrada simple, y una función de comparador (circuito de salida) son llevados a operar en un modo aestable, monoestable o biestable.

**Antecedentes de la invención**

Es sabido que el caos es útil. De hecho, bajo ciertas condiciones, es una característica deseable de sistemas y circuitos. La riqueza dinámica del comportamiento caótico tiene aplicaciones potenciales significativas en problemas del mundo real, incluyendo comunicaciones seguras, excitación persistente, procesamiento y encriptamiento de información, por mencionar solo algunas (Ott, 2002 "Chaos in Dynamical Systems (Cambridge University Press, UK); Strogatz, S.H. 2001 "Nonlinear Dynamics, and Chaos: with applications to physics, biology, chemistry, and engineering (Westview Press, USA)); Tam et al., 2007 "Communications with Chaos: Multiple access techniques and performance (Elsevier Science Press, Great Britain)). En particular, la presente invención utiliza teoría del caos para diseñar un elemento multivibrador reconfigurable, de modo que se tienen diferentes configuraciones en un circuito todo-en-uno.

Un circuito multivibrador es un sistema simple de dos estados que tiene solo una de tres posibles configuraciones, estas son:

(i) Multivibrador Aestable, en esta configuración, ambos estados del sistema son inestables. Como consecuencia, la salida del circuito permanece una cantidad dada de tiempo en un estado, y luego en el otro, moviéndose de ida y vuelta de uno a otro en un ciclo repetido continuamente. Usualmente, esta configuración es utilizada para generar secuencias y pulsos con una frecuencia y ancho dados, vea por ejemplo JP53085479, US4191927.

(ii) Multivibrador Monoestable, en esta configuración, un estado del circuito es estable mientras la otra es inestable. De modo que, el sistema puede pasar un tiempo en el estado inestable, pero eventualmente se moverá hacia el estado estable y permanece en ahí en adelante. Esta configuración puede ser utilizada, como una instancia; para definir un periodo de tiempo de actividad medido desde un evento, por ejemplo en JP57044768 y en US4430682 multivibradores monoestables son utilizados para medir tiempos en motores.

(iii) Multivibrador Biestable, en esta configuración ambos estados son estables. Esto implica que el circuito permanece en su estado actual, hasta ser forzado a cambiar al otro estado por un evento o entrada externa. Un sistema multivibrador biestable puede ser utilizado como un bloque de construcción fundamental en un dispositivo de memoria o registrador, por ejemplo en las patentes de EE.UU. 4081840 y 4191927, un multivibrador biestable es utilizado como parte de un dispositivo de conmutación.

Hay gran interés en desarrollar nuevos paradigmas de trabajo para complementar e inclusive reemplazar las configuraciones estáticas actuales. Una de las ideas más nuevas es cómputo caótico, el cual se enfoca en desarrollar dispositivos con arquitecturas lógicas dinámicas y emplea elementos no lineales o caóticos en las operaciones lógicas. Aplicaciones de cómputo caótico requieren el desarrollo de compuertas lógicas dinámicas (también llamadas celdas lógicas) que sean capaces de cambiar sus respuestas de acuerdo con señales umbral de referencia y señales de desfase para producir diferentes compuertas lógicas. Estas compuertas lógicas dinámicas podrán ser base del desarrollo de componentes lógicos para la nueva generación de computadoras. Invencciones recientes relacionadas con las compuertas lógicas explotan las características de los sistemas dinámico no lineales a través de sus implementaciones electrónicas son por ejemplo, patentes EE.UU. 8091062, 7973566, 7924059, 7863937, 7415683, 7096437, 7453285, 7925814, 7925131 y la solicitud de patente 2010/0219858. Estas invenciones hacen uso de arquitecturas de cómputo caótico basadas en elementos no lineales, mientras que la presente invención revela un multivibrador reconfigurable utilizando un oscilador no lineal.

Estructuras reconfigurables basadas en caos han sido investigadas por largo tiempo, con resultados significativos, tales como: [Cafagna, D. & Grassi, G. 2005. "Chaos-based computation via Chua's circuit: Parallel computing with application to the SR flip-flop," Int. Symp. Sign. Circuits Syst. 2, 749-752.] donde el  
5 circuito caótico de Chua es utilizado para obtener dos compuertas lógicas de dos variables de estado, de esa lógica basada en caos ellos implementaron dos compuertas NOR y construyeron un dispositivo estándar digital biestable estándar (flip-flop). Realizaciones alternativas de compuertas lógicas basadas en caos han sido reportadas en [[Sinha, S. & Ditto, W. 1998 "Dynamics based computations,"  
10 Phys. Rev. Lett. 81, 2156-2159.; Murali K., Sudeshna S. 2003 "Experimental realization of chaos control by thresholding", Physical Review E., vol. 68, Jul. 14, 2003; Campos-Cantón E., J. G. Barajas-Ramírez, G. Solís-Perales, R. Femat, 2010, "Multiscroll attractors by switching systems". CHAOS, 20: 013116]]. Con estas compuertas lógicas es posible construir únicamente un multivibrador biestable  
15 estático.

Diferentes métodos para la construcción de multivibradores ha sido descritos, por ejemplo en las patentes EE.UU. 6281732, 4301427, y de Gran Bretaña GB1416931 se describen construcciones de multivibradores estables, monoestables y biestables basadas en amplificadores estabilizantes, mosfets e inversores. Sin  
20 embargo, a diferencia de la presente invención esos multivibradores tienen configuraciones fijas, sin la posibilidad de reconfiguración. En muchas aplicaciones de multivibradores más de una configuración es requerida, por ejemplo en dispositivos de medición y control de temperatura, acústica, y temporización de motores (vea las patentes de EE.UU. US4081840, US731082, y  
25 Japón JP53085479). En estas invenciones es obligatorio combinar más de una configuración de multivibrador. El multivibrador reconfigurable provisto en la presente invención describe un solo dispositivo para obtener un multivibrador todo-en-uno de las tres configuraciones (monoestable, aestable, y biestable).

#### **Breve descripción de la invención**

30 La presente invención describe y reclama un elemento multivibrador dinámicamente reconfigurable, que comprende: un bloque de entrada acoplado a un sistema no lineal caótico con una entrada de control que ajusta

los parámetros, de modo que se cambie a la configuración de multivibrador deseada y acoplada a un bloque de salida, en donde, el sistema no lineal caótico es un sistema Lineal por partes (PWL) caótico, y en donde el bloque de salida comprende al menos un circuito comparador.

- 5 En dicho elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente el ajuste de los parámetros permite que se obtengan las tres diferentes configuraciones de multivibrador, aestable, biestable, y monoestable. Más aun, en donde el elemento multivibrador reconfigurable se pone en la configuración biestable, se convierte en una modalidad del dispositivo lógico biestable SR completo (flip-flop), tal que este flip-flop SR completo acepta todas las entradas lógicas (S,R) :  
10 (0,0), (0,1), (1,0) y (1,1) y responde con  $(Q_{n+1})$ :  $Q_n$ , 0,1, and  $Q_n$ , respectivamente.

Asímismo, dicho elemento multivibrador reconfigurable, cuando se pone en la configuración aestable se convierte en la modalidad de un generador de pulsos de período irregular, cuando el elemento no lineal oscila caóticamente, o regular  
15 cuando oscila en un ciclo límite.

En una modalidad adicional, dicho elemento multivibrador reconfigurable, cuando es puesto en la configuración monoestable, se vuelve inestable en su estado lógico cero y estable en el estado lógico uno.

Como una modalidad particular dicho elemento multivibrador reconfigurable  
20 comprende un bloque de entrada, un sistema lineal por partes caótico con una entrada de control que ajusta los parámetros tal que cambie a una configuración de multivibrador deseada, y un bloque de salida con al menos un circuito comparador.

También se describe y reclama un dispositivo lógico biestable (flip-flop) SR  
25 completo, que comprende el elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente descrito arriba.

Finalmente un dispositivo generador de pulsos es descrito, que comprende el elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente descrito arriba.

30 **Breve descripción de las figuras.**

FIG. 1 es un diagrama de bloques de un dispositivo multivibrador reconfigurable dinámicamente utilizando un circuito de entrada, un oscilador no lineal y una función de comparador en el circuito de salida.

FIG. 2 es un circuito esquemático del dispositivo multivibrador reconfigurable de la Fig. 1 de acuerdo con una modalidad de la presente invención; los elementos 202, 204, 206, 208, 210, 212, 214, 216, 218, 220, 222, 224, 226, 228, 230, 232 y 234 constituyen el bloque de entrada, el bloque de salida consiste de los elementos 236, 238, 240, 242, 244 y 246, y el oscilador no lineal esta constituido por los elementos 248, 250, 252, 254, 256, 258, 260, 262, 264, 266, 268, 270, 272, 274, 276, 278 y 280.

FIG. 3 es una serie de diagramas de tiempo ilustrando la secuencia representativa de implementaciones de la configuración de multivibrador biestable lograda de acuerdo con los arreglos inventados y descritos en este documento para la generación de un dispositivo digital biestable (flip flop) SR completo.

FIG. 4 es una serie de diagramas de tiempo ilustrando una secuencia representativa de implementaciones de la configuración de multivibrador aestable lograda utilizando el elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente descrito en la presente invención.

FIG. 5 es una serie de diagramas de tiempo ilustrando una secuencia representativa de implementaciones de la configuración de multivibrador monoestable formada de acuerdo con los arreglos inventados que se describen en este documento.

### **Descripción detallada de la invención**

La presente invención comprende un elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente basado en dinámica no lineal (caótica) la cual, a través de un control modulador de parámetros diseñado especialmente, opera como una de las tres configuraciones de multivibrador, específicamente, como un circuito multivibrador aestable, monoestable o biestable. La ventaja del elemento es que un solo dispositivo (todo-en-uno) es capaz de lograr las tres configuraciones sin componentes multivibradores adicionales.

Para el alcance de la invención, el termino elemento debe ser entendido como un circuito que puede ser incorporado a un sistema más grande, el dispositivo o circuito adecuado para los propositos de la invención.

La invención comprende la dinámica no lineal de un sistema lineal por partes (PWL) utilizado para proveer las tres diferentes configuraciones de multivibrador. Estructuralmente los sistemas PWL son muy simples, consisten de descripciones lineales para cada partición de su espacio de estados. Esta simplicidad los vuelve particularmente adecuados para implementaciones electrónicas, e.g. por medio de amplificadores operacionales. Por otro lado, estos pueden producir comportamientos dinámicos que van desde puntos fijos estables a atractores caóticos multienroscados. Como se describe en [Campos-Cantón E., J. G. Barajas-Ramírez, G. Solís-Perales, R. Femat, 2010, "Multiscroll attractors by switching systems". CHAOS, 20: 013116], diferentes regimenes dinámicos pueden imponerse en las soluciones de un sistema PWL ajustando adecuadamente los parámetros del sistema. De esta manera, una analogía entre las tres configuraciones de multivibrador y los regimenes dinámicos de un sistema PWL pueden ser obtenidas como sigue:

(i) Multivibrador Aestable. Aplicando control por modulación de parámetros, un sistema PWL puede ser forzado a tener un atractor caótico de dos enroscados con una región de atracción que cubra por completo su dominio. Asociando a cada enroscado un estado de salida diferente, mientras las trayectorias del sistema se mueven a lo largo del atractor, el estado de salida estará cambiando continuamente de un estado de salida al otro, lo cual corresponde con el comportamiento de un multivibrador aestable. Es de notar que dado que las transiciones entre los estados de salida ocurren conforme la trayectoria se mueve a lo largo del atractor caótico, las transiciones ocurrirán a tiempo irregulares, sin tener un periodo fijo.

(ii) Multivibrador monoestable. Un sistema PWL controlado puede ser forzado a tener un atractor caótico con un solo enroscado para todo su dominio. Dividiendo el dominio a lo largo del eje central con el atractor de un solo enroscado contenido en un lado, es posible asociar un estado de salida a la parte del dominio vacia y el otro estado de salida al atractor caótico con un



enroscado. Entonces, conforme las trayectorias se mueven de la mitad vacía del domino hacia el atractor de un solo enroscado, el estado de salida estará en un valor por un rato, y luego, cuando la trayectoria alcance el atractor caótico, la salida conmutará al otro estado y permanecerá en el de ese momento en adelante. De esta manera, el comportamiento de un multivibrador monoestable es obtenido de un sistema PWL via control de caos.

(iii) Multivibrador Biestable. Bajo un control de modulación de parámetros adecuado un sistema PWL puede ser forzado a tener dos atractores de un enroscado diferente localizado a cada lado del eje central de su domino, cuando se tienen dos atractores caóticos estables y es posible generar solamente uno de ellos dependiendo de las condiciones iniciales, en este caso se dice que el sistema presenta caos biestable. En este caso las trayectorias seguirán solo uno de los atractores de acuerdo con las condiciones iniciales. Esto es, en caos biestable, cada atractor tiene su propia región de atracción. Entonces, asociando cada estado de la salida a cada una de las distintas regiones de atracción de cada atractor caótico de un solo enroscado, si una condición inicial es puesta en uno de los atractores el estado de salida permanecerá en ese valor de ese momento en adelante. Sin embargo, si las condiciones iniciales son puestas en el lado opuesto, el otro valor de salida será presentado en adelante. De tal forma que, el comportamiento de multivibrador biestable es obtenido del sistema PWL controlado.

Así, la presente invención provee un multivibrador reconfigurable que puede ser configurado para funcionar como uno de una variedad de diferentes multivibradores tales como un multivibrador biestable, monoestable y un aestable. La funcionalidad del multivibrador reconfigurable puede ser alterada cambiando uno o más parámetros del oscilador no lineal. El multivibrador reconfigurable puede funcionar, por ejemplo, como un tipo de multivibrador, tal como un multivibrador biestable, y durante su operación puede ser intruido a comenzar a operar como otro tipo de multivibrador, de modo multivibrador aestable o monoestable o combinaciones de estos. Aplicaciones son ilustradas abajo en este documento diseñando un circuito que funciona como un generador de pulsos y un dispositivo lógico biestable (flip-flop) SR completo basados en el elemento multivibrador reconfigurable.

La Tabla 1 presentada abajo ilustra la tabla de verdad de las operaciones básicas. Por ejemplo, la columna 3 ilustra la función de un multivibrador biestable dadas las entradas (S,R), la columna 4 muestra la función de un multivibrador aestable dadas las entradas (S,R), y la columna 5 muestra la función de un multivibrador monoestable dadas las entradas (S,R).

TABLA 1

1	2	3	4	5
S	R	Biestable $Q_n$	Aestable $Q_n$	Monoestable $Q_n$
0	0	$Q_{n-1}$	Corre libremente	Corre libremente
0	1	0	No permitido	No permitido
1	0	1	No permitido	No permitido
1	1	$Q_{n-1}$	Corre libremente	Corre libremente

La figura 1 es un diagrama esquemático ilustrando a nivel de perspectiva la arquitectura del circuito 100 para un multivibrador reconfigurable de acuerdo con la presente invención. Por lo tanto, esta figura 1 describe las características técnicas esenciales de la invención, y deberá ser tomada como el principio fundamental de la misma. Como se muestra, el multivibrador reconfigurable puede incluir un oscilador no lineal 119, un controlador de parámetros 112, un circuito de entrada 106, y un circuito de salida 116. El controlador de parámetros provee unos parámetros ajustables que cambian la estabilidad del oscilador no lineal. El bloque de entrada puede recibir las señales de entrada S 102 y R 104, cuando S y R son iguales la señal 108 es nula, pero cuando son diferentes entonces la señal 108 fuerza al oscilador no lineal 110. El bloque de salida 116 recibe la señal 114 la cual es comparada con la señal de referencia para generar el cero lógico o el uno lógico que son enviados a la salida Q 118.

La operación del oscilador no lineal 110 de acuerdo con la presente invención puede ser descrita mediante el siguiente modelo matemático:

$$\begin{pmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha (x_2 - x_1 - f(x_1)) \\ x_1 - x_2 + x_3 \\ -\beta x_2 + \gamma x_3 \end{pmatrix}$$

Donde  $f(x_1)$  es un resistor negativo no lineal el cual esta descrito por:

$$f(x_1) = \begin{cases} b_1 x_1 - c_1, & \text{if } x_1 > 1; \\ a x_1, & \text{if } |x_1| \leq 1; \\ b_2 x_1 + c_2, & \text{if } x_1 < -1; \end{cases}$$

Con  $c_i = b_i - a, i = 1, 2$ . Entonces, el oscilador no lineal 110 puede ser  
 5 implementado como un circuito de Chua tridimensional. La dinámica dada por  
 $(\dot{x}_1, \dot{x}_2, \dot{x}_3)^T$  corresponde a un dispositivo físico, los valores de los parámetros y  
 condiciones iniciales que satisfacen las condiciones derivadas de la tabla de  
 verdad a ser implementada deben ser determinadas. En cualquier caso, los  
 técnicos en la materia reconocerán que otras funciones también pueden ser  
 10 utilizadas incluyendo, pero no limitándose a, funciones caóticas de tiempo  
 discreto.

### EJEMPLOS

Como una realización preferida, que debe ser tomada como un ejemplo de  
 trabajo pero no limitante del alcance de la invención, la Figura 2 representa el  
 15 diagrama esquemático ilustrando un circuito ejemplificador de la  
 implementación de un elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente  
 100 mostrado en la Figura 1. La operación del bloque de entrada de acuerdo a  
 la presente invención puede ser descrita como sigue: hay dos entradas 202 (S) y  
 204 (R) que son introducidas al sistema mediante los resistores 214 (R<sub>9</sub>) y 206 (R<sub>6</sub>).  
 20 La entrada 204 (R) es pasada a través del amplificador inversor dado por el  
 amplificador operacional 210 (U<sub>2</sub>) y el resistor 206 (R<sub>6</sub>) y 208 (R<sub>7</sub>). La salida del  
 amplificador operacional 216 (U<sub>3</sub>) es el voltaje 262 (V<sub>1</sub>) el cual es sumado con la  
 señal de entrada 202 (S) y la salida del amplificador operacional 210 (-R) a través  
 de las resistencias 212 (R<sub>8</sub>), 214 (R<sub>9</sub>), 218 (R<sub>10</sub>) y 220 (R<sub>11</sub>) y el amplificador  
 25 operacional 222 (U<sub>4</sub>) mediante el sumador inversor. De modo que la salida de 222  
 (V<sub>a</sub>) es R-S-V<sub>1</sub> (204-202-262) debido a que todos los valores de resistencia del  
 bloque de entrada son iguales a 1 kΩ, excepto por el resistor 234 (R<sub>14</sub>), el cual  
 esta puesto a 100 kΩ. El voltaje 224 (V<sub>a</sub>) es pasado a través del amplificador

operacional 230 (U<sub>5</sub>), generando el voltaje 232 (V<sub>n</sub>). El voltaje 232 (V<sub>n</sub>) es obtenido de V<sub>1</sub>+S-R, siempre que las entradas 202 y 204 sean iguales (S=R) el voltaje 232(V<sub>n</sub>) es igual al voltaje 262 (V<sub>1</sub>) y la corriente circulando a través del resistor 234 (R<sub>14</sub>) es cero.

- 5 La operación del bloque de salida de acuerdo con la presente invención puede describirse como sigue: el voltaje de entrada para este bloque es 262 (V<sub>1</sub>) que es pasado a través de un amortiguador 236 (U<sub>6</sub>) y después de un filtro pasa bajas conformado por el resistor 238 (R<sub>15</sub>) y el capacitor 240 (C<sub>3</sub>), esta señal es pasada por el amortiguador 242 (U<sub>7</sub>) y un comparador 244 (U<sub>8</sub>), generando la señal de salida 246 (Q).
- 10

El oscilador no lineal tiene la siguiente relación entre los componentes electrónicos en la figura 2 y los parámetros del modelo matemático:

$$\alpha = \frac{C_2}{C_1}, \beta = \frac{C_2 R_0^2}{L}, \gamma = \frac{C_2 R_0 r}{L}, a = -\frac{R_0 R_2}{R_1 R_3}, b_1 = -\frac{R_0 R_2}{R_1 R_3} + \frac{R_0}{R_4}, b_2 = -\frac{R_0 R_2}{R_1 R_3} + \frac{R_0}{R_5}$$

- Donde el capacitor 260 es C<sub>1</sub> = 100nF, el capacitor 254 es C<sub>2</sub> = 1μF, el inductor 250 es L = 67.1 mH, con resistencia interna 248 es r = 2.57 Ω, los resistores 270 (R<sub>2</sub>) y 268 (R<sub>3</sub>) son iguales a 220Ω. Los resistores 258 (R<sub>0</sub>), 272 (R<sub>1</sub>), 276 (R<sub>4</sub>) y 280 (R<sub>5</sub>) son potenciómetros de 5 kΩ. El potenciómetro 258 R<sub>0</sub> esta ajustado a 1003 Ω, los otros de acuerdo a la Tabla 2. El parámetro b<sub>1</sub> esta activo cuando el diodo 274 D<sub>1</sub> esta en su voltaje directo de conducción y el parámetro b<sub>2</sub> esta activo cuando el diodo 278 D<sub>2</sub> esta en su voltaje directo de conducción.
- 15
- 20

TABLA 2

	Biestable	Aestable	Monoestable
R <sub>1</sub> ajustado a	884 Ω	825 Ω	884 Ω
R <sub>4</sub> ajustado a	4.062 kΩ	3.058 kΩ	4.062 kΩ
R <sub>5</sub> ajustado a	4.062 kΩ	3.058 kΩ	3.515 kΩ

La forma biestable del multivibrador ilustrado en la Figura 2 es controlada por las entradas de acuerdo con la Tabla 1 y los potenciómetros 272 ( $R_1$ ), 276 ( $R_4$ ) y 280 ( $R_5$ ) ajustados de acuerdo a la Tabla 2.

5 Cuando el elemento multivibrador es configurado como biestable, se convierte en una parte, por ejemplo, de un dispositivo lógico biestable (flip-flop) SR completo. De modo que, la Figura 3 es una serie de diagramas de tiempo ilustrando las secuencias temporales de la implementación representativa de un multivibrador en configuración biestable formada de acuerdo con las arreglos descritos en una modalidad específica de la invención, la cual genera un  
10 dispositivo lógico biestable (flip-flop) SR completo. Las secuencias temporales del ejemplo de implementación de multivibrador biestable, de arriba abajo, representan: (1) Primera Entrada S; (2) Segunda Entrada R; y (3) la salida Q.

Una ventaja de la configuración de multivibrador biestable de acuerdo con la presente invención es que todas las entradas son permitidas, i. e., el sistema esta  
15 correctamente determinado particularmente para las entradas  $(S,R)=(1,1)$ ; como se muestra en la Tabla 1.

La forma aestable del multivibrador ilustrada en la Figura 2 esta en operación libre cuando los potenciómetros 272 ( $R_1$ ), 276 ( $R_4$ ), y 280 ( $R_5$ ) son ajustados de acuerdo a la Tabla 2, y las entradas son ajustadas a cero voltios.

20 Cuando el elemento multivibrador es configurado como aestable, se convierte en parte de un, por ejemplo, un generador de ruido. Por lo tanto, la Figura 4 es una serie de diagramas de tiempo ilustrando una implementación representativa de multivibrador en configuración aestable de acuerdo a un ejemplo particular de una modalidad del elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente de la  
25 presente invención y también puede generar una señal de salida con forma de onda rectangular periódica. La circuitería de entrada puede ser omitida, dado que el multivibrador aestable es mostrado en su forma de operación libre, de modo que la línea del resistor 234 al nodo 262 ( $V_1$ ) puede ser cortada.

Una ventaja de la forma aestable del multivibrador de acuerdo con la presente  
30 invención es que provee tiempo de subida y bajada similares en la forma de onda rectangular, así como periodo de encendido/apagado simétricos. Mas

aun, debido a la dinámica no lineal y la posibilidad de inducir caos es posible generar formas de onda rectangulares irregulares o caóticas que pueden ser utilizadas como un generador de ruido.

5 La forma monoestable del multivibrador ilustrado en la Figura 2 esta en operación libre cuando los potenciómetros 272 (R1), 276 (R4) y 280 (R5) están ajustados de acuerdo con la Tabla 2, y las entradas están ajustadas a cero voltios.

En tal configuración monoestable, la figura 5 es una representación del diagrama de tiempo de una implementación representativa del multivibrador monoestable configurado de acuerdo con el elemento multivibrador reconfigurable  
10 dinámicamente descrito arriba.

Como consecuencia, un multivibrador, un conjunto de multivibradores, o todo los multivibradores contenidos en el sistema pueden cambiar de funcionalidad de acuerdo con los detalles provistos en la Tabla 2, de los cuales los parámetros pueden cambiar de acuerdo con la aplicación del elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente utilizando un ejemplo que incorpore  
15 componentes analógicos específicos. Aquellos experimentados en el área podrán reconocer que dichos componentes han sido provistos solo con fines ilustrativos. Por lo tanto, cualquier variedad de diferentes componentes, sean estos equivalentes funcionalmente, variantes, o alternativos de los componentes analógicos o de los componentes de alto nivel (i.e. de la Figura 1) descritos en  
20 este documento, puede ser utilizado y están dentro del alcance de esta invención. Como tal, la invención no esta limitada al uso de los componentes o conjunto de componentes particulares.

A la luz de lo arriba descrito, un elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente es diseñado adicionando modulación paramétrica la cual  
25 modifica las propiedades de estabilidad de los subsistemas lineales. Debido a que la generación de caos es explotada, el elemento multivibrador incorpora características dinámicas en la arquitectura de las compuertas lógicas. Por lo tanto, la estructura lógica dinámica propuesta es más adaptable que las  
30 compuertas lógicas estáticas, de tal modo que es reconfigurable por modulación paramétricas. La reconfiguración nos permite lograr diferentes tareas con el mismo circuito. Esto es, la arquitectura propuesta puede servir como un

componente de propósito general para dispositivos de cómputo con estructura flexible. Como una consecuencia de la modulación paramétrica, diversos enroscados son generados o inhibidos alrededor de los puntos de equilibrio de las secciones continuamente conexas del sistema no lineal PWL (caótico).

**NOVEDAD DE LA INVENCION****REIVINDICACIONES**

1.- Un elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente, caracterizado porque comprende: un bloque de entrada acoplado a sistema  
5 no lineal (caótico) con una entrada de control que ajusta los parametros de modo que cambia a la configuración de multivibrador deseada, y acoplada a un bloque de salida.

2.- El elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque el sistema  
10 no lineal caótico es un sistema lineal por parte (PWL) caótico.

3.- El elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque el bloque de salida comprende al menos un circuito comparador.

4.- El elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque el ajuste  
15 paramétrico permite que se tengan las tres diferentes configuraciones de multivibrador a estable, biestable y monoestable.

5.- El elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque cuando es  
20 ajustado a la configuración biestable se convierte en una modalidad de un dispositivo lógico biestable (flip-flop) SR completo.

6.- El elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente de conformidad con la reivindicación 5, caracterizado además porque el dispositivo  
25 lógico biestable (flip-flop) SR completo acepta todas las entradas lógicas (S,R): (0,0), (0,1), (1,0) y (1,1), respondiendo como  $(Q_{n+1})$ :  $Q_n, 0, 1, y Q_n$ , respectivamente.

7.- El elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque cuando esta  
30 ajustado a la configuración a estable se convierte en una modalidad de un generador de pulsos de periodo irregular cuando el elemento no lineal esta



oscilando caóticamente o de pulsos regulares cuando estan oscilando en un ciclo límite.

8.- El elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque cuando esta  
5 ajustado a la configuración monoestable presenta un estado lógico cero inestable y un estado lógico uno estable.

9.- Un elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente, caracterizado porque comprende un bloque de entrada, un sistema linear por partes (PWL) caotico con entradas de control que ajustan los parametros de  
10 modo que cambie a una configuración de multivibrador deseada, y un bloque de salida con al menos un circuito comparador.

10.- Un dispositivo lógico biestable (flip-flop) SR completo, caracterizado porque comprende el elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente como se reclama en la reivindicación 1.

11.- Un dispositivo lógico biestable (flip-flop) SR completo, caracterizado porque comprende el elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente como se reclama en la reivindicación 9.  
15

12.- Un dispositivo generador de pulsos, caracterizado porque comprende un elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente como el que se  
20 reclama en la reivindicación 1.

13.- Un dispositivo generador de pulsos, caracterizado porque comprende un elemento multivibrador reconfigurable dinámicamente como el que se reclama en la reivindicación 9.

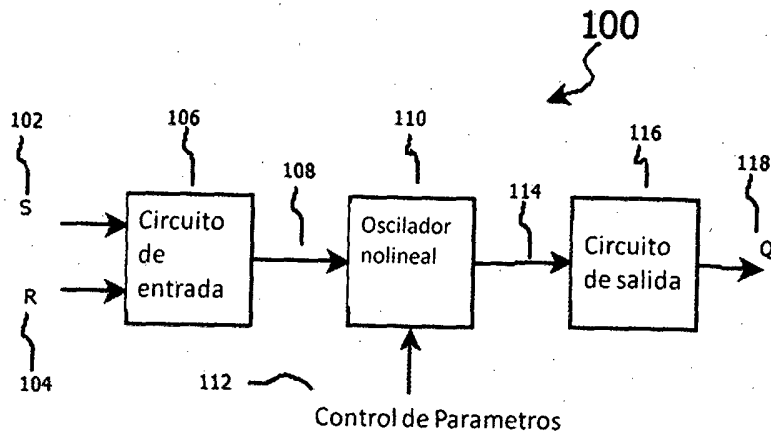


Fig. 1

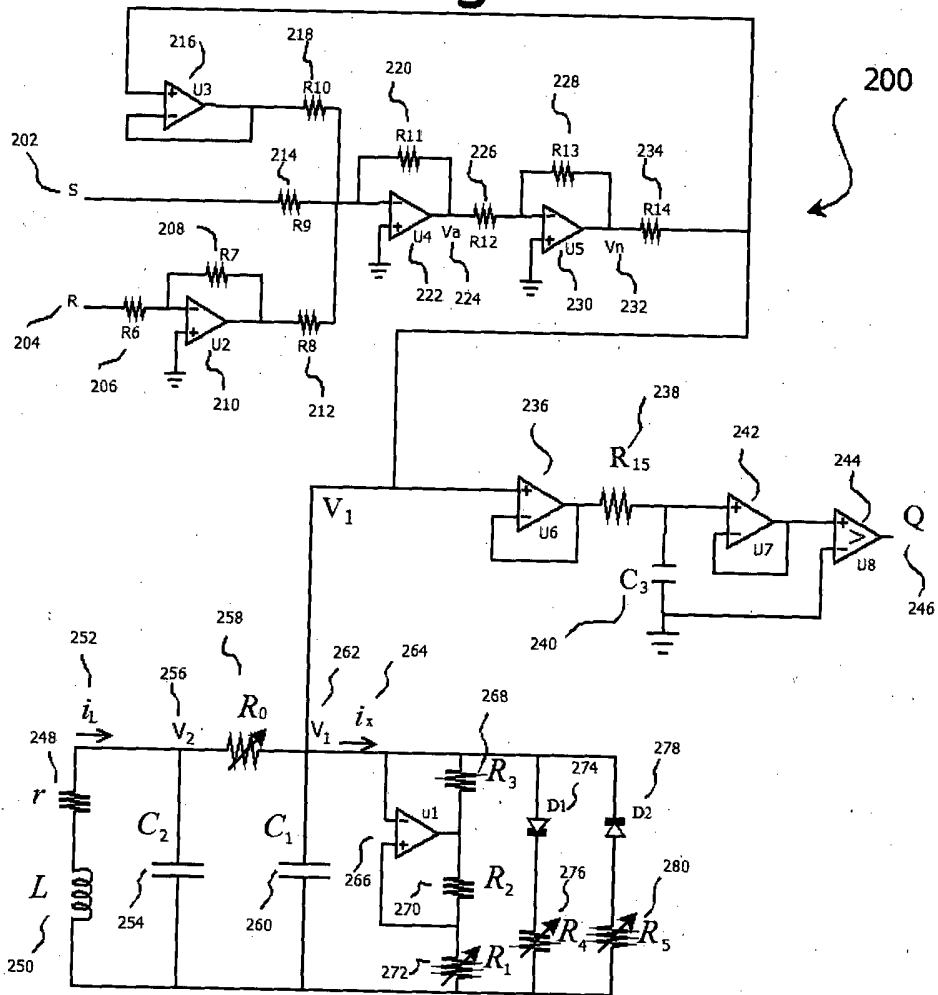


Fig. 2

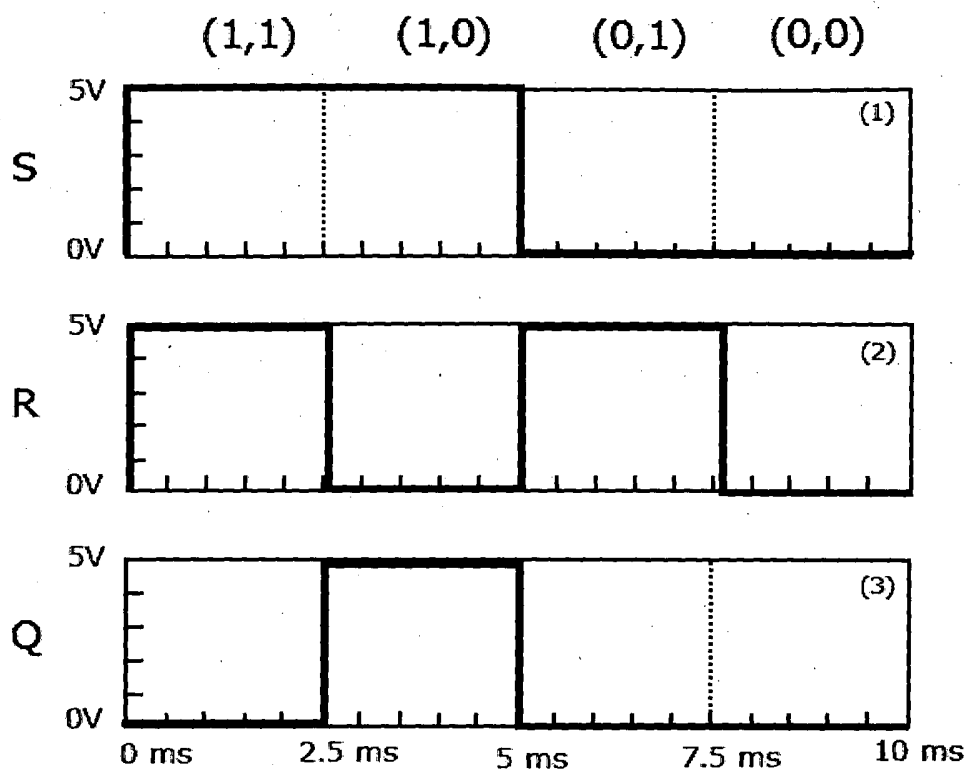


Fig. 3

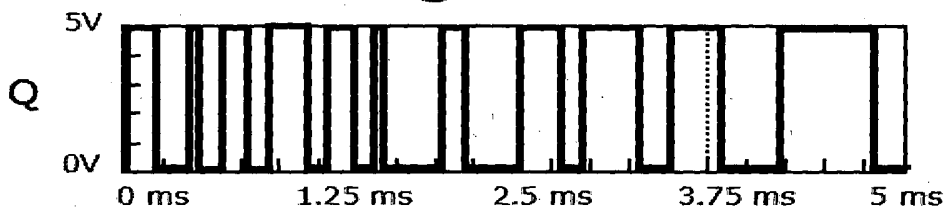


Fig. 4

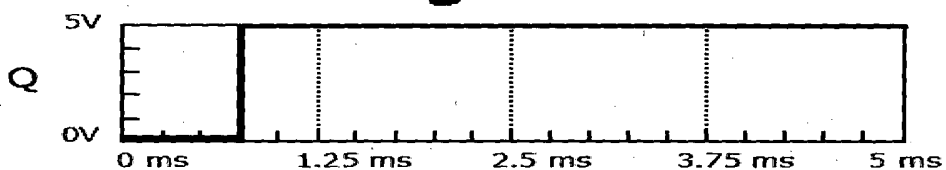


Fig. 5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/MX2012/000108

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

**H03K3/84** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

**H03K**

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**EPODOC, INVENES, WPI, NPL, XPESP, XPAIP, XPI3E, INSPEC.**

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003067336 A1 (CRUZ-ALBRECHT ) 10/04/2003, paragraph [0027] to paragraph [0051]; figures 1A-6B.	1-13
A	DE 102004033596 A1 (TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN ) 09/02/2006, abstract; figures. [on line] [retrieved on 02/04/2013]. Abstract from DataBase EPODOC. Retrieved from EPOQUE.	1-13

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents , such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search  
**19/04/2013**

Date of mailing of the international search report  
**(23/04/2013)**

Name and mailing address of the ISA/

Authorized officer  
J. Botella Maldonado

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS  
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)  
Facsimile No.: 91 349 53 04

Telephone No. 91 3495382

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/MX2012/000108

Information on patent family members

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US2003067336 A1	10.04.2003	US6552588 B1	22.04.2003
----- DE102004033596 A1 -----	----- 09.02.2006 -----	----- NONE -----	-----  -----

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

PCT/MX2012/000108

## A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

**H03K3/84** (2006.01)

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

## B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H03K

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

EPODOC, INVENES, WPI, NPL, XPESP, XPAIP, XPI3E, INSPEC.

## C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
A	US 2003067336 A1 (CRUZ-ALBRECHT ) 10/04/2003, de párrafo [0027] a párrafo [0051]; figuras 1A-6B.	1-13
A	DE 102004033596 A1 (TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN ) 09/02/2006, resumen; figuras. [en línea] [recuperado el 02/04/2013]. Resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE.	1-13

En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos  Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

<p>* Categorías especiales de documentos citados:</p> <p>"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.</p> <p>"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.</p> <p>"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).</p> <p>"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.</p> <p>"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.</p>	<p>"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.</p> <p>"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.</p> <p>"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.</p> <p>"&amp;" documento que forma parte de la misma familia de patentes.</p>
--	--

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.  
**19/04/2013**

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional.  
**23 de abril de 2013 (23/04/2013)**

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)

Nº de fax: 91 349 53 04

Funcionario autorizado

J. Botella Maldonado

Nº de teléfono 91 3495382

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional n°

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

PCT/MX2012/000108

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
US2003067336 A1	10.04.2003	US6552588 B1	22.04.2003
----- DE102004033596 A1 -----	----- 09.02.2006 -----	----- NINGUNO -----	-----  -----