

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 958 784**

21 Número de solicitud: 202330519

51 Int. Cl.:

G09B 21/00 (2006.01)

H03K 3/037 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

21.06.2023

43 Fecha de publicación de la solicitud:

14.02.2024

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
(100.0%)**

**Avenida de Séneca, 2
28040 Madrid (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**RECAS PIORNO, Joaquín;
GUIJARRO MATA-GARCÍA, María y
BERNÁRDEZ VILABOA, Ricardo**

54 Título: **Dispositivo accesible a personas ciegas para el estudio del funcionamiento de circuitos digitales secuenciales**

57 Resumen:

Dispositivo accesible a personas ciegas para el estudio del funcionamiento de circuitos digitales.

Se describe un circuito impreso de un biestable D síncrono por flanco, formado por una capa de tinta que muestra todas las puertas lógicas necesarias para su funcionamiento, las interconexiones entre ellas y los textos explicativos. La capa de tinta se complementa con una capa de relieve que resalta componentes, interconexiones y traduce a Braille los textos explicativos de la capa anterior para que una persona ciega pueda interpretarlos.

El dispositivo cuenta también con marcas imantadas en las líneas de interconexión en las que se colocan piezas móviles que representan los valores lógicos 1 y 0. Estas marcas, junto con el relieve del circuito y los textos en Braille, permiten usar el dispositivo para enseñar a personas ciegas el funcionamiento de un biestable de este tipo.

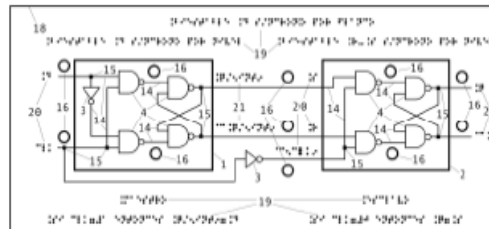


Figura 3

DESCRIPCIÓN

Dispositivo accesible a personas ciegas para el estudio del funcionamiento de circuitos digitales secuenciales

5

SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se encuadra dentro del sector de la tflotecnología en el campo de la electrónica digital. De forma más concreta, la invención describe un dispositivo para el estudio del funcionamiento de un circuito digital secuencial por parte de personas que presentan una discapacidad visual, permitiendo la inclusión de estas personas en el aula.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15

La tflotecnología comprende el estudio y el análisis que las tecnologías tienen sobre las personas ciegas o con discapacidad visual grave, pretendiendo alejar a este colectivo del analfabetismo digital y acortar la brecha digital, aportando soluciones que permiten mejorar la usabilidad y la accesibilidad de los dispositivos o aplicaciones, así como la calidad de vida y la autonomía de estas personas.

20

En este sentido, entender el funcionamiento de circuitos eléctricos resulta muy complicado si no se ve la evolución de las señales eléctricas que se producen en función de las entradas. Existen actualmente pocos estudios centrados en este tema. Un ejemplo de estudio es el *TangibleCircuits* (Davis, J. U. et al. *TangibleCircuits: An Interactive 3D Printed Circuit Education Tool for People with Visual Impairments*. CHI 2020, April 25–30, **2020**, Honolulu, HI, USA), un dispositivo háptico y de retroalimentación por audio que permite a los usuarios ciegos o con discapacidad visual comprender los diagramas de circuitos eléctricos. Para ello, dispone de una herramienta de análisis automático que se traduce en un diagrama de circuito en un modelo 3D que se puede imprimir con una impresora 3D comercial y material PLA conductor. El circuito es táctil y tiene componentes impresos con filamento conductor pudiéndose colocar en un Smartphone permitiendo la interacción táctil para el aprendizaje, de modo que cuando se toca cada componente o cable, los comentarios de audio detallan el nombre del componente, la posición y otros detalles relacionados con su conexión e

35

- implementación. Otro ejemplo de tecnología educativa para el estudio del funcionamiento de circuitos electrónicos por parte de estudiantes ciegos o con discapacidad visual, consiste en un sistema modular basado en modelos impresos en 3D (Domínguez – Reyes et al. *Modular 3-D-Printed Education Tool for Blind and Visually*
 5 *Impaired Students Oriented to Net Structures*. IEEE Transactions on Education, Vol.66, no. 1, February **2023**). Se diseñan y modelan piezas que forman la herramienta educativa mediante CAD (*Computer Aided Design Software*) que posteriormente se imprimen en impresora 3D. Las piezas impresas tienen símbolos eléctricos en relieve y texto en lenguaje Braille que permiten su reconocimiento táctil por parte de alumnos
 10 ciegos. Además, las piezas tienen una forma específica que permiten la combinación de ellas por medio de conectores para construir circuitos eléctricos simples o complejos. La herramienta así diseñada hace posible reconocer las partes de un circuito, conectarlas para construir una estructura de circuito y comprobar su funcionamiento.
- 15 En la presente invención se describe otra alternativa de herramienta educativa para personas con discapacidad visual, diseñada de forma concreta para evidenciar de manera táctil el funcionamiento de un biestable D síncrono por flanco si bien puede extrapolarse al estudio de otros circuitos impresos.

20 **EXPLICACIÓN DE LA INVENCION**

El dispositivo de enseñanza accesible a personas ciegas de la presente invención está ideado para describir el funcionamiento de un biestable D síncrono por flanco sin necesidad de utilizar la vista, pero que puede ser usado por personas con visión.

25

En electrónica, un biestable D o *flip-flop* es un circuito electrónico de dos entradas, normalmente denominadas D y *clk*, que presenta dos estados estables y que se utiliza para almacenar información binaria (1 o 0 lógico). El biestable ofrece la información almacenada en su salida, comúnmente denominada Q, y que puede modificar su estado
 30 interno en función de la variación de las entradas del circuito. Su utilidad consiste en almacenar información y son considerados como la unidad básica de almacenaje, empleándose en circuitos secuenciales.

El término “activo por flanco” se refiere al hecho de que el biestable sólo puede cambiar
 35 su estado cuando se produce un cambio de polaridad en la señal de reloj (entrada *clk*)

conocido como “flanco de reloj”. Cuando el reloj cambia de estado, pasa de 0 a 1 en los biestables activos en flanco de subida (o de 0 a 1 en los activos por flanco de bajada), la entrada del biestable se lee y se almacena en su memoria interna. Esto provoca que el valor que estaba presente en la entrada D en el momento del flanco de reloj se mantenga en la salida Q hasta que se produzca un nuevo flanco de reloj.

Entender el funcionamiento de este tipo de circuitos eléctricos resulta muy complicado si no se ve la evolución de las señales eléctricas en función de las entradas D y *clk*. Para solucionar este problema, la invención presenta una novedosa implementación física del dispositivo biestable anteriormente descrito que, mediante el uso de piezas móviles e imantadas y del lenguaje Braille, permite a las personas ciegas comprender su funcionamiento.

Por otro lado, las personas utilizan el lenguaje de comunicación que ideó Luis Braille en 1825, que consiste en un sistema de puntos en relieve, también conocido como “cecografía”. Para elaborar nuevos productos destinados a la población ciega, es posible la certificación de acuerdo con el documento técnico de la comisión Braille española B13 “Etiquetado en Braille de productos de consumo”. Esta Comisión Braille Española (CBE) fija las normas de uso y desarrollo del sistema de lectoescritura, la simbología en relieve y color aplicable a láminas o cualquier otro producto utilizable por las personas ciegas o con discapacidad visual grave. Existe también una representación Braille de símbolos (documento B9 de la CBE) y circuitos electrónicos, así como documentos relativos a materiales en relieve que establecen los requisitos técnicos que han de tener los elementos más comunes y significativos representados en planos de planta para hacerlos accesibles.

Teniendo en cuenta lo anterior, se ha ideado un dispositivo en relieve homologable para formación de principios básicos en informática. Está formado por un circuito impreso especialmente diseñado para ser entendido por personas ciegas, junto con elementos móviles que facilitan la comprensión del funcionamiento.

El biestable D activo por flanco (Figura 1) es una celda de memoria capaz de almacenar un bit de información. Este circuito está compuesto por un *flip-flop* D síncrono por nivel, llamado maestro (1), y un *flip-flop* R-S síncrono por nivel, llamado esclavo (2), ambos rodeados por un recuadro de trazo grueso y conectados en cascada tras negar la

entrada a la habilitación para el segundo *flip-flop* usando un inversor (3). Estos dos circuitos se pueden estudiar por separado para así ayudar a entender mejor el funcionamiento del sistema completo.

5 El dispositivo se puede implementar usando 4 puertas Nand (4) y un inversor. Este dispositivo es capaz de almacenar un bit de información y ofrecerlo a la salida de forma directa y negada, Q (12) y Q' (13) respectivamente. Pero dispone de tres entradas: la de puesta a 1, llamada S (9); la de puesta a 0, llamada R (10); y la de habilitación *clk'* (11). Las entradas S y R no pueden vale 1 a la vez si se espera que el circuito tenga un
10 comportamiento predecible. Las líneas (14) que interconectan las puertas lógicas (3, 4) representan cables por donde pueden circular las señales eléctricas. Cuando estas conexiones se cruzan solamente están físicamente conectadas cuando aparezca una marca (15) que así lo indique.

15 El uso en cascada de un biestable D síncrono por nivel, seguido de un biestable R-S síncrono por nivel, con entrada de habilitación negada respecto al biestable maestro, da lugar a un dispositivo conocido como biestable D síncrono por flanco, que captura la entrada D en el flanco de bajada y almacena dicha información, colocándola en la salida Q hasta el siguiente flanco de bajada del reloj.

20 Entender el funcionamiento de este tipo de circuito eléctrico resulta muy complicado si no se ve la evolución de las señales eléctricas en función de las entradas D y *clk*. Por ello, el dispositivo del a presente invención utiliza piezas móviles e imantadas combinadas con lenguaje Braille para permitir que personas ciegas comprendan su
25 funcionamiento.

El circuito está impreso en 3D y dispone de dos capas de forma que una capa de tinta sin relieve (Figura 2) se sitúa sobre otra capa de material con relieve transparente (Figura 3), junto con las piezas móviles que facilitan su entendimiento (Figuras 4 y 5).

30 La capa de tinta incluye unos marcadores (16) donde se colocan los elementos móviles que permiten estudiar la evolución de las señales lógicas presentes en las conexiones entre puertas lógicas. Estos marcadores tienen un imán circular encastrado en el dispositivo con polaridad norte hacia la cara superior y polaridad sur hacia la cara
35 inferior. Además, el dispositivo tiene etiquetas (17) que permiten identificarlo así como

un recuadro (18).

La capa de relieve transparente contiene todas las líneas que deben estar resaltadas junto con las etiquetas traducidas a lenguaje Braille: título, etiquetas descriptivas y explicativas sobre el biestable maestro y el biestable esclavo (19), así como sus entradas (20) y salidas (21).

Los elementos móviles que representan el 1 lógico (Figura 4) y el 0 lógico (Figura 5) están compuestos por un cuerpo de plástico macizo (22) que integra un imán circular (23) con polaridad norte hacia la cara superior y polaridad sur hacia la cara inferior. El elemento lógico 1 presenta una pieza plana (24) y maciza en la parte superior, mientras que el elemento lógico 0 presenta una pieza cilíndrica hueca (25).

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

20

Figura 1. Muestra un biestable D activo por flanco de bajada.

Figura 2. Muestra la capa de tinta del modelo final incluyendo los elementos del biestable.

25

Figura 3 Muestra la capa de relieve transparente del modelo final con los elementos del biestable.

Figura 4. Muestra el elemento móvil correspondiente al 1 lógico.

30

Figura 5. Muestra el elemento móvil correspondiente al 0 lógico.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

La presente invención se ilustra mediante el siguiente ejemplo, el cual no pretende ser

limitativo de su alcance.

El biestable D síncrono por flanco (Figura 1) posee un tamaño de 450x250x5 mm y posee dos capas impresas en la parte superior.

5

El circuito está compuesto por un *flip-flop* D síncrono por nivel, llamado maestro (1), y un *flip-flop* R-S síncrono por nivel llamado esclavo (2). Ambos están conectados en cascada tras negar la entrada de habilitación para el segundo *flip-flop*, utilizando un inversor (3).

10

El biestable D síncrono por nivel (1) ha sido implementado usando el inversor (3) y 4 puertas Nand (4). Este dispositivo tiene dos entradas: la entrada de habilitación *clk* (5) y la entrada en dato D (6). Asimismo, dispone de dos salidas: Q_{int} (7) y Q'_{int} (8).

15

El biestable R-S síncrono por nivel (2) está formado por 4 puertas Nand; tiene tres entradas: S (9), R (10) y *clk'* (11); y dos salidas: Q (12) y Q' (13).

20

Las líneas (14) que interconectan las puertas lógicas (3 y 4) representan cables por donde pueden circular las señales eléctricas. Cuando estas conexiones se cruzan, solamente estarán físicamente conectadas cuando aparezca una marca que así lo indique.

25

La primera capa está impresa en tinta y sin relieve apreciable (Figura 2). Esta capa contiene marcadores (16) para los imanes encastrados donde se colocan los elementos móviles y una serie de etiquetas (17) que permiten identificar los *flip-flop* y ayudan al estudio del dispositivo.

30

La segunda capa posee un relieve transparente de 1 mm de altura (Figura 3) tanto para las pistas y los elementos lógicos como para los puntos Braille. En esta capa se han eliminado todas las etiquetas con texto y se han sustituido por su traducción a Braille de 6 puntos.

35

Los elementos lógicos mostrados en las Figura 3 y 4 están fabricados en polietileno imprimible, tienen un tamaño de 20x8x8 mm, con una altura de cuerpo (22) de 15 mm y un grosor para la parte cilíndrica (25) y plan (25) de 1,5 mm.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo accesible a personas ciegas para el estudio del funcionamiento de circuitos digitales que comprende:
 - 5 - Un circuito electrónico
 - Una capa de tinta sin relieve que incluye marcadores imantados y textos explicativos de todos los elementos que forman el circuito y las interconexiones entre ellos
 - Una capa de relieve transparente con los textos de la capa de tinta traducidos a lenguaje Braille
 - 10 - Elementos móviles en función de la evolución de las señales lógicas presentes en las conexiones entre puertas lógicas
2. Dispositivo, según reivindicación 1, donde el circuito electrónico es biestable D
15 síncrono por flanco compuesto por un *flip-flop* D síncrono por nivel y un *flip-flop* R-S síncrono por nivel conectados en cascada tras negar la entrada a la habilitación para el segundo *flip-flop* usando un inversor.
3. Dispositivo, según reivindicación 2, donde el circuito dispone de 4 puertas Nand y un
20 inversor por donde circulan las señales eléctricas.
4. Dispositivo, según reivindicaciones 1 y 2, donde el circuito está impreso en 3D y está compuesto de polietileno.
5. Dispositivo, según reivindicación 1, donde los marcadores de la capa de tienen un
25 imán encastrado donde se colocan los elementos móviles.
6. Dispositivo, según reivindicación 5, donde el imán tiene polaridad norte hacia la cara superior y polaridad sur hacia la cara inferior.
- 30 7. Dispositivo, según reivindicación 1, donde los elementos móviles están formados por un cuerpo de plástico macizo que integra un imán con polaridad norte hacia la capa superior y polaridad su hacia la capa inferior.
- 35 8. Dispositivo, según reivindicación 7, donde unos elementos móviles presentan una pieza plana en la parte superior y otros elementos móviles presentan una pieza

cilíndrica hueca, según representen la el elemento lógico 1 o el elemento lógico 0, respectivamente.

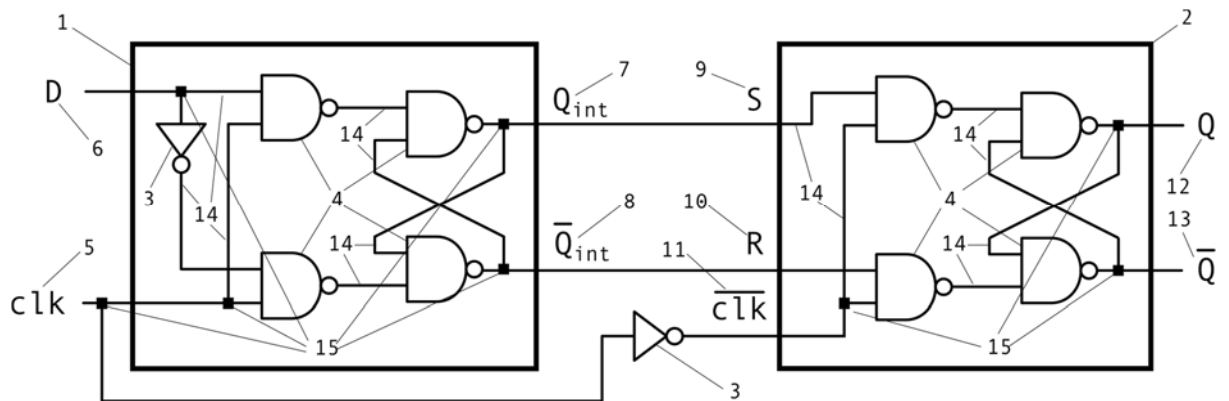


Figura 1

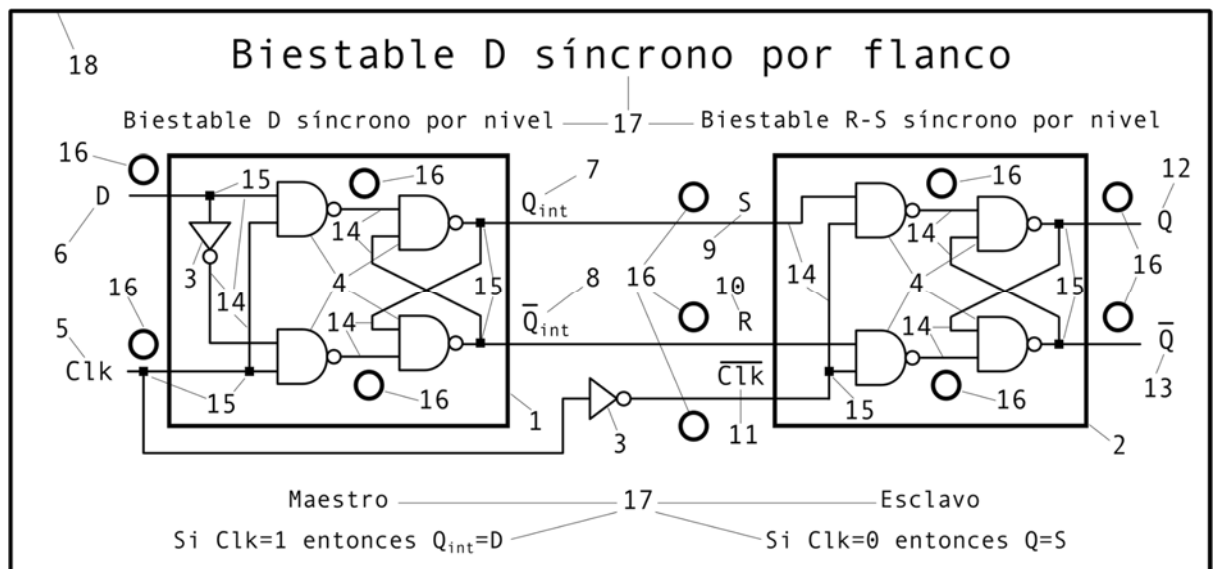


Figura 2

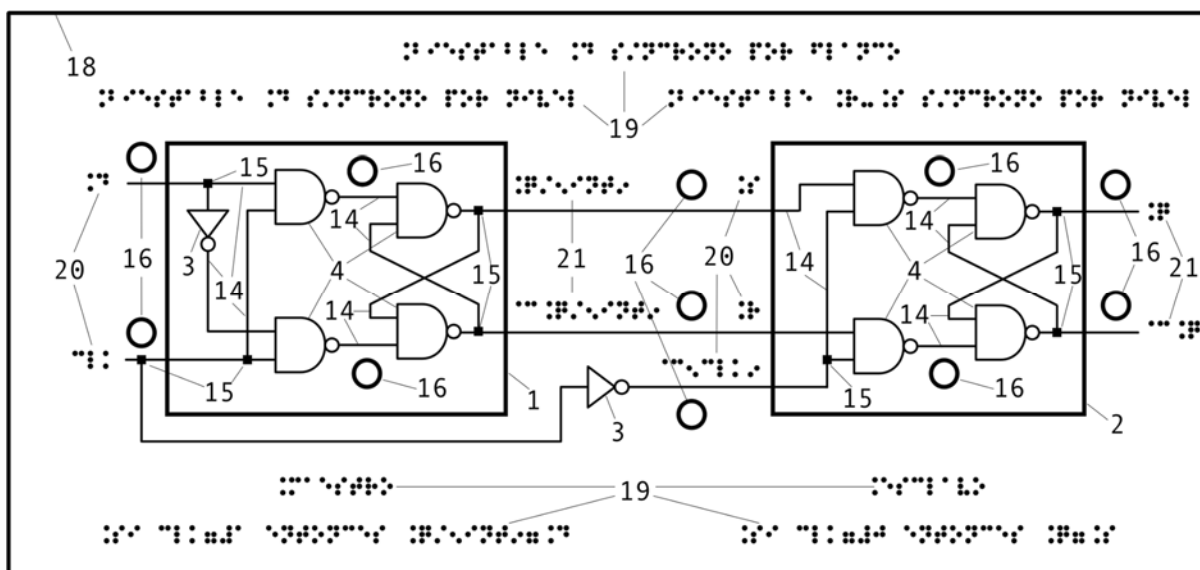


Figura 3

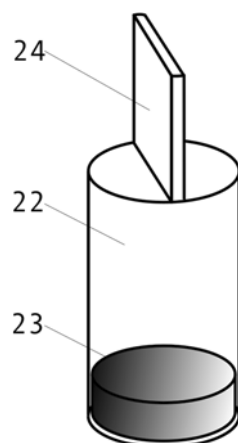


Figura 4

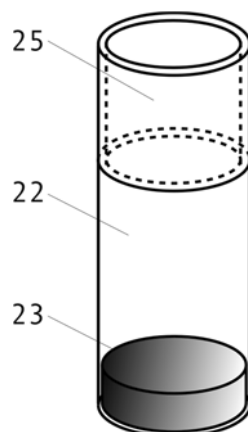


Figura 5



21 N.º solicitud: 202330519
22 Fecha de presentación de la solicitud: 21.06.2023
32 Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

51 Int. cl.: **G09B21/00** (2006.01)
H03K3/037 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	56 Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	ES 2734391 A1 (UNIV MADRID CARLOS III) 05/12/2019, pág. 10, líns. 31-33; pág. 14, líns. 15-17; pág. 16, líns. 12-19; figuras 5 - 9.	1-8
X	PENDER, E. C. et al.: "Accessible Circuit Diagrams". 2022 33rd Irish Signals and Systems Conference (ISSC), IEEE, 09/06/2022, p.1-6 [en línea] [recuperado el 02-02-2024], <DOI: doi:10.1109/ISSC55427.2022.9826152>, sección IV; figuras 5 - 6.	1-8
A	US 2021288633 A1 (KUENEMUND, THOMAS et al.) 16/09/2021, resumen; figura 2.	2-3

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 02.02.2024	Examinadora E. Pina Martínez	Página 1/2
--	---------------------------------	---------------

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

G09B, H03K

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

INVENES, EPODOC, WPI, INSPEC, XPAIP, XPESP, XPI3E, XPI3ES, XPIEE, XPMISC, XPOAC