

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 721**

21 Número de solicitud: 201700821

51 Int. Cl.:

**G01N 27/416** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**22.12.2017**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**24.06.2019**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. (100.0%)  
Plaza de Santa Cruz, 5, Bajo  
47002 Valladolid ES**

72 Inventor/es:

**SANCHEZ DE CASTRO, Patricia y  
MEDIAVILLA FRECHILLA, Juan Carlos**

54 Título: **Sistema de adquisición de datos en celdas electroquímicas portátil y de bajo coste**

57 Resumen:

Sistema de adquisición de datos en celdas electroquímicas portátil y de bajo coste. El objeto de la presente invención es un sistema portátil y de bajo coste que permite el control de una celda electroquímica. En concreto, la invención comprende el dispositivo potencioestático, y los electrodos de trabajo especialmente diseñados para trabajar con el equipo desarrollado, un módulo de instrumentación electrónica (2) y las herramientas necesarias para la interacción del usuario (3).

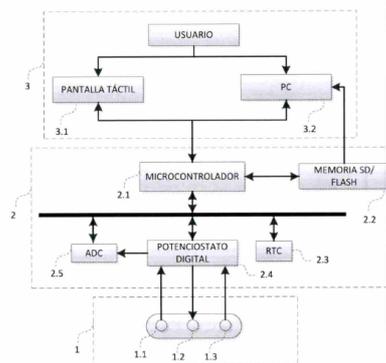


Figura. 1.

## DESCRIPCIÓN

Sistema de adquisición de datos en celdas electroquímicas portátil y de bajo coste.

### 5 Sector de la técnica a la que se refiere la invención

La presente invención consiste en el diseño de la instrumentación y el control de un equipo potencioestático portátil y de bajo coste. Esas son las dos características más importantes de la misma. Se trata de un sistema autónomo ya que cuenta con una pantalla para la configuración de los experimentos.

Este equipo se emplea como medio para controlar una celda electroquímica. A través de él se puede aplicar la tensión necesaria para polarizarla de acuerdo a la técnica voltamétrica que se emplee y a su vez, permite medir la corriente generada debido a las reacciones de oxidación-reducción que tienen lugar.

### Estado de la técnica

Los sensores electroquímicos junto con los biosensores tienen un mercado muy amplio. Hoy en día, muchos de los instrumentos de análisis utilizados en ámbitos como medioambiente, alimentación, industria farmacéutica o laboratorios clínicos son sensores electroquímicos o biosensores. De hecho, en los últimos años se está dando salida al mercado a un gran número de este tipo de sensores. La razón que puede explicar este comportamiento del mercado es que los sensores electroquímicos pueden ofrecer diversas ventajas entre las que se encuentran los bajos límites de detección, un amplio rango de respuesta lineal, y una buena estabilidad y reproducibilidad. Además, los avances recientes que se están dando en este ámbito van a permitir que su uso se extienda hacia el análisis de nuevas sustancias.

Este tipo de sensores se emplean para llevar a cabo, entre otros, procesos electrolíticos que se realizan en celdas electroquímicas. Para llevar a cabo el control de estas celdas es necesario emplear un equipo potencioestático. Luego, como queda patente, el potencioestato es la piedra angular de la investigación electroquímica.

Este tipo de equipos están sufriendo en los últimos años un gran desarrollo debido al incremento de la demanda de los sensores electroquímicos. Sin embargo, hasta ahora ha tenido poca adopción en entornos con recursos limitados, como laboratorios con bajo presupuesto o centros de enseñanza. Un factor importante que ha influido decisivamente es el coste, ya que los compradores de estos equipos suelen pagar entorno a los \$10.000 o más.

En la actualidad, en el mercado se puede encontrar una gran variedad de potencioestatos de bajo coste. Este tipo de instrumentos, está claro que muchas veces no puede competir en prestaciones con un potencioestato de mayores dimensiones y más caros. Sin embargo, hay que destacar que muchas de las características de los instrumentos comerciales más caros son innecesarias. El objetivo con el desarrollo de los potencioestatos de bajo coste es construir instrumentos que con precios bajos sean lo suficientemente versátiles como para generar formas de onda estándar y de esta forma poder ampliar significativamente el uso de la electroquímica en entornos con recursos más limitados.

Las principales empresas que intervienen en la fabricación de potencioestatos portátiles y/o de bajo precio son Metrohm, PalmSens, Ivium Technologies, BioLogic, Digi-Ivy, DropSens entre otros. Los modelos más destacados son el EmStat3 y EmStat de PalmSens, 910 PSTAT mini de Metrohm, PocketStat de Ivium Technologies, PG581 de BioLogic y la familia pSTAT de DropSense, entre otros. Sin embargo, incluso los menos caros como Dagan Chem-Clamp o

DropSens pSTAT 200 tienen un precio por encima de los mil dólares y tienen una funcionalidad bastante limitada.

5 En la patente W02016070083 se expone un equipo potencioestático multicanal para el control de una celda electroquímica. El microcontrolador que tiene integrado permite trabajar con el modo de dos electrodos (electrodo de trabajo y contraelectrodo) o con tres (electrodo de trabajo, contraelectrodo y electrodo de referencia). Además, el microcontrolador también proporciona señales de control para acoplar cada uno de los electrodos de trabajo al circuito correspondiente de medición. Las instrucciones o configuraciones de los experimentos se  
10 tienen que introducir vía ordenador. El display que tiene integrado únicamente es para monitorizar los resultados de salida.

La invención que aquí se presenta tiene una serie de ventajas respecto a los potencioestatos diseñados hasta el momento. La principal diferencia con los diseños anteriores reside en que  
15 se sustituyen los amplificadores operacionales y la referencia de tensión por el circuito integrado LMP91000 de Texas Instruments. Es decir, se pasa de los equipos completamente analógicos a éste que se trata de un sistema mixto con el que se gana mucha versatilidad. Entre las ventajas que ofrece se puede destacar que permite configurar varios parámetros a través del interfaz de comunicación I<sup>2</sup>C. Estos parámetros mencionados son los siguientes:  
20 tensión BIAS, tensión de referencia, ganancia de salida, resistencia de carga del electrodo de trabajo y la salida del sensor o salida del sensor de temperatura. Otro aspecto positivo es que se trata de un equipo totalmente autónomo ya que la pantalla táctil que integra permite configurar y monitorizar los experimentos.

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

El objeto de la presente invención es un sistema portátil y de bajo coste que permite el control de una celda electrolítica. El problema técnico a resolver es construir un sistema con los  
30 elementos adecuados para conseguir el objetivo citado.

En concreto, la invención comprende el dispositivo potencioestático, y los electrodos de trabajo especialmente diseñados para trabajar con el equipo desarrollado.

35 Se trata de un sistema diseñado desde cero y construido aplicando la instrumentación electrónica más novedosa y adecuada para la finalidad que aborda esta invención. Los objetivos han sido reducir al máximo los costes e intentar que ofrezca la mayor flexibilidad en cuanto a portabilidad para el usuario.

40 Además, debido a la gran importancia que tiene el electrodo de trabajo, existe una búsqueda constante de nuevos tipos de electrodos y nuevos materiales para implementarlos en ellos. El uso de nuevos materiales, especialmente los nanomateriales, se ha convertido en una nueva rama de investigación dentro de los sensores electroquímicos. En este caso, se va a recubrir los electrodos con un polímero dopado con nanopartículas. La finalidad es conseguir señales de salida de intensidad más elevadas. Luego como se menciona, uno de los objetivos es  
45 mejorar la señal de intensidad que se mide por medio del electrodo de trabajo. Para ello, previamente en el laboratorio se ha investigado hasta comprobar que si se recubren los mismos con una fina capa de polímero PEDOT:PSS dopado con nanopartículas de oro se consigue el fin buscado, ya que ambos materiales presentan efectos sinérgicos cuando se les combina.

50 El equipo electrónico desarrollado se empleará como medio para controlar una celda electroquímica de tres electrodos. A través de él se podrá aplicar las tensiones necesarias para polarizar una celda de acuerdo con la técnica voltamétrica que se emplee (amperometría, barrido lineal, barrido lineal cíclico, barrido escalón, barrido cíclico escalón u onda cuadrada) y

a su vez, permitirá medir la corriente generada en la celda debido a las reacciones de oxidación-reducción que tienen lugar en la misma. Para su correcto funcionamiento es necesario que se cumplan correctamente las siguientes acciones. La primera es el *control del sensor*, esta etapa consiste en mantener una tensión demandada en cada momento entre el electrodo de trabajo y el de referencia. Para conseguir este objetivo lo que se hace es suministrar intensidad por el contraelectrodo del sensor. La segunda tarea a realizar es convertir la señal de intensidad que proporciona el electrodo de trabajo a una señal de tensión por medio de un circuito de transimpedancia para luego convertirla de una señal analógica a digital mediante un ADC.

Un aspecto fundamental que se ha tenido en cuenta es el control de los niveles de ruido. Este factor puede alterar las señales medidas ya que son valores muy bajos, del orden de los nanoamperios. Por ello, una de las medidas que se ha tomado es reducir al máximo posible la longitud de las pistas, contar con un buen plano de masa y situar el convertidor lo más cerca posible de la salida.

El microcontrolador que el dispositivo tiene integrado es el encargado de controlar todo el proceso que tiene lugar en el dispositivo. El microcontrolador intercambia datos con el reloj en tiempo real (RTC), el equipo potencióstático digital y el convertidor (ADC). El reloj en tiempo real (RTC) permite fechar los experimentos y además tiene función calendario. Luego los experimentos quedan registrados en hora y día. El convertidor de analógico a digital (ADS) convierte el voltaje de salida de la celda electroquímica en un dato digital para que pueda ser leído por el micro. El potencióstato digital se encarga de controlar la celda con los tres electrodos. Se trata de un circuito integrado que permite sustituir todos los amplificadores operacionales que se incluirían en un diseño analógico.

El usuario puede controlar el proceso electrolítico a través de dos medios. Por un lado, el equipo tiene instalado una pantalla táctil que permite configurar los experimentos y monitorizar la respuesta intensidad-tensión de la celda y por el otro, se ha desarrollado un interfaz utilizando el entorno de programación gráfica, que como la pantalla permite la adquisición y representación gráfica en tiempo real de los resultados obtenidos.

Con el fin de poder emplear este equipo de una manera portátil, sin depender de permanecer alimentado a través de una toma de corriente, los datos obtenidos de cada experimento se pueden almacenar en una memoria SD o memoria flash.

Entre las características más destacables que integra este equipo se puede destacar que está diseñado para trabajar con hasta ocho electrodos de trabajo. El diseño está preparado para ser capaz de controlar el multiplexado de las señales.

### **Breve descripción de las figuras**

Se complementa la presente memoria descriptiva, con un juego de figuras, ilustrativas del ejemplo preferente y nunca limitativas de la invención.

La figura 1 representa un esquema del sistema de la invención. Las flechas representan flujos de datos con conexión física.

La figura 2 representa un esquema de la placa que contiene el array de electrodos de trabajo que se ha desarrollado.

La figura 3 representa un voltamograma de barrido lineal realizado en el laboratorio para contrastar que las medidas realizadas por el prototipo son válidas y se ajustan a los resultados obtenidos por un equipo comercial.

## Descripción detallada de la invención

5 **La Figura. 1.** ilustra el esquema que describe los aspectos más importantes de la presente invención. Como se puede observar en la **Figura. 1**, el desarrollo realizado se puede dividir en tres partes. La primera **(1)**, corresponde a la celda electrolítica, el número **(2)** hace referencia al diseño electrónico y la **(3)** representa las herramientas que existen para que el usuario pueda interactuar con el equipo.

10 Para comenzar, se va a explicar la parte **(1)** de la ilustración. Ésta corresponde a la celda electrolítica, donde **(1.1)** es el electrodo de referencia, **(1.2)** el contraelectrodo y **(1.3)** el electrodo de trabajo. En esta invención únicamente se incluye el electrodo de trabajo, el cual ha sido desarrollado exclusivamente para trabajar con el equipo potencioestático que aquí se explica. La **Figura. 2** muestra el esquema del mismo, que como se puede observar está formado por ocho electrodos **(4)** unidos mediante pistas de cobre **(5)** al conector de ocho pines **(6)**. El material de los electrodos es oro depositado en una capa de mieras sobre níquel que a su vez está depositado sobre cobre. El objetivo de disponer así los electrodos es que el equipo pueda trabajar con los ocho electrodos al mismo tiempo multiplexando sus señales. De esta forma se conseguiría identificar varias sustancias, trabajando como lo que se conoce como lengua electrónica. Además, para mejorar la señal de intensidad que se mide en el electrodo de trabajo como ya se ha mencionado anteriormente, éste se va a recubrir con una fina capa del polímero PEDOT:PSS dopado con nanopartículas de oro.

15 La segunda parte que se muestra en la **Figura. 1** es **(2)**. En este punto se integran todos los componentes electrónicos que se encargan de controlar la celda electroquímica.

25 Un aspecto clave y a tener muy en cuenta es la estabilidad en la tensión de alimentación. Para conseguir esto se emplean condensadores para reducir el rizado o fluctuación de la misma. Sin embargo, por si esto no es suficiente para conseguir un valor estable de tensión se emplea una referencia de tensión de alta precisión y estabilidad. Además, uno de los objetivos que se ha buscado desde un principio es evitar tener que usar una fuente de tensión simétrica. Por ello se emplea una referencia de tensión *LM4120A* de Texas Instruments. Esta referencia se mantendrá a 2,5V que es el valor centrado de la tensión de alimentación que son 5V.

30 Sin embargo claramente, el núcleo central de la instrumentación es el microcontrolador **(2.1)**. Este instrumento electrónico es el que recibe los datos del usuario a través del puerto UART. La programación que tiene implementada le permite interpretar tales entradas y traducirlas en las salidas correspondientes. Se trata del modelo *MSP432P401R* de Texas Instruments. Se trata de un micro con una arquitectura ARM de 32 bit, con interfaz I<sup>2</sup>C, UART y SPI que permiten la comunicación con los periféricos. Otro elemento fundamental es el potencioestado digital **(2.4)**. Éste es el elemento que marca la diferencia con respecto a los equipos potencioestáticos que existen en el mercado o se han desarrollado hasta el momento. Se trata de un equipo mixto, es decir tiene elementos que son puramente analógicos, pero también trabaja con señales digitales que le dan una mayor versatilidad, ya que permiten configurar ciertos parámetros del equipo. Una alternativa muy interesante al diseño analógico es el modelo empleado que es el *LMP91000* del fabricante Texas Instruments.

35 Luego, consiste en un instrumento que integra amplificadores operacionales que controlan las señales analógicas y otros circuitos que proporcionan un bloque funcional configurable. La parte analógica realiza la función de potencioestado, es decir, se encarga de mantener constante y al nivel deseado la diferencia de tensión entre el electrodo de trabajo y el de referencia, aplicando corriente a través del contraelectrodo. Para ello tiene un amplificador operacional con un montaje inversor, como el explicado en el caso anterior. Este montaje tiene una ganancia unitaria, ya que las resistencias entre electrodo de trabajo y electrodo de referencia tienen el mismo valor. Esta parte analógica también se encarga de convertir la intensidad de salida del

electrodo de trabajo en tensión. Este proceso se realiza mediante un amplificador en configuración de transimpedancia. El valor de la tensión de salida es proporcional al valor de la resistencia (ganancia) en realimentación que como se indicará después se trata de un parámetro configurable.

5 Hasta el momento, todos los aspectos mencionados son iguales que en el caso del potencióstato analógico. Sin embargo, a partir de ahora se van a comenzar a enumerar las diferencias existentes.

10 El potencióstato digital consiste en un circuito integrado que permite configurar algunos de sus parámetros. Esta configuración se lleva a cabo a través del microcontrolador que por medio del protocolo de comunicación I<sup>2</sup>C permite variar ciertas características. Los parámetros mencionados son la tensión BIAS, es decir la tensión variable de entrada del contraelectrodo, la tensión de referencia, la ganancia del amplificador de transimpedancia que permite amplificar  
15 la señal de tensión de salida del electrodo de trabajo y la resistencia de carga del electrodo de trabajo que actúa como un filtro de paso bajo.

Este dispositivo puede ser alimentado a través de una pila recargable o mediante una batería recargable tipo PowerBank. Con el objetivo de que se pueda variar la tensión de alimentación en función de los elementos que se utilice se emplea un regulador de tensión (modelo *MCP1802T33* de Microchip). Además, también puede variar según la tensión que requiera cada instrumento. Se trata de un regulador lineal que, aunque tiene una peor eficiencia comparado con un regulador conmutado, introduce mucho menos ruido al circuito.

25 Por otro lado, los datos digitales procedentes del microcontrolador para realizar la voltametría es necesario convertirlos a datos analógicos para ello se cuenta con un convertidor digital a analógico (DAC). Luego consiste en el equipo a través del cual el microcontrolador manda el nivel de tensión BIAS que se desea mantener entre el electrodo de trabajo y el de referencia de forma digital y éste lo convierte a una señal analógica de entrada al potencióstato. El modelo elegido es el *DAC8574* de Texas Instruments.

El dispositivo cuenta además con una memoria flash (modelo empleado *AT25SF041* de Adesto Technologies) y una memoria microSD (modelo elegido *47579-0001* del fabricante Molex) **(2.2)** las cuales se comunican con el microcontrolador mediante un puerto SPI. Estas memorias permiten al dispositivo una total autonomía ya que pueden almacenar toda la experimentación llevada a cabo. Luego en el caso en el que el equipo no esté conectado a un PC que permita guardar los datos existe esta segunda opción. La memoria SD se puede extraer del equipo para transferir los datos al ordenador. Una función elemental que se debe tener en cuenta es que a la hora de guardar toda la experimentación realizada es necesario referenciarla en hora y día. Por ello, se cuenta con un reloj en tiempo real (modelo *DS3231* de Maxim Integrated) con función de calendario **(2.3)** que transmite los datos al microcontrolador por puerto I<sup>2</sup>C bidireccional. Se trata de un reloj de bajo coste que es capaz de compensar las desviaciones por temperatura. El dispositivo cuenta con batería lo que le permite mantener el cronometraje cuando la alimentación se interrumpe. Está construido empleando tecnología MEMS (micro electromecánico) y los elementos que lo integran tienen un tamaño del orden de los nanómetros. Los motivos para la elección de este modelo han sido su bajo error de deriva temporal y también que dispone de alarma. Otro aspecto a su favor es que posee un oscilador interno y esto simplifica el diseño.

50 Para el multiplexado de las señales de los ocho electrodos de trabajo se ha empleado los relés que ofrece el fabricante TE Connectivity, en concreto el modelo *Miniature PCB Relay PCJ*. Este modelo de relé permite el montaje en una placa PCB mediante orificio pasante. Uno de los problemas que pueden surgir es que la corriente o la tensión que se suministran no sean suficientes para activar el relé. Por ello, en múltiples ocasiones, en este tipo de aplicaciones se

emplean transistores que permitan controlarlos de una manera cómoda aprovechando su función de *switch*. Se ha empleado un el array de ocho transistores NPN *ULN2803A* de Texas Instruments. Cuando el circuito tiene una entrada con un nivel de tensión de 5V se sobrepasa la tensión umbral de la base del transistor de forma que pasa corriente entre base y masa. La  
5 conducción de corriente provoca que el transistor pase al estado de conducción, cerrando el circuito de la bobina del relé ya que lo activa.

Para la correcta interpretación de los datos que se obtienen en un proceso electroquímico de estas características, éstos se representan en diagramas voltamétricos. Este tipo de diagramas  
10 representa en el eje de ordenadas la corriente que fluye por el electrodo de trabajo y en abscisas la diferencia de potencial entre el electrodo de trabajo y el de referencia o tensión bias. Para poder interpretar estos datos por el microcontrolador es necesario convertirlos de analógico a digital a través del ADC **(2.5)**.

El último punto en el que se divide la **Figura. 1**. es el **(3)** que representa cómo interacciona el usuario con el equipo. Como se puede observar hay dos herramientas posibles, una pantalla táctil **(3.1)** o un interfaz desarrollado a través de un lenguaje de programación gráfica **(3.2)**. Ambas herramientas son completamente independientes y permiten controlar y monitorizar cualquier experimento que se desee realizar. Entre otros parámetros del sistema, el usuario va  
15 a poder determinar con cuantos electrodos de trabajo quiere realizar el análisis. El sistema está diseñado para trabajar con un máximo de ocho electrodos, y sus señales están multiplexadas para poder trabajar con el/los que se desee.

En tercer lugar, la **Figura. 3** muestra el resultado de una prueba analítica realizada con buffer fosfato a una concentración 0,01M y muestra los resultados obtenido con el prototipo SADChem (línea naranja) contrastado con el PGSTAT128N (línea azul). Consiste en una voltametría cíclica lineal entre los límites 1,2V y -0,6V. Como se puede apreciar la señal del equipo SADChem está más afectada por el ruido. Sin embargo, a pesar de esta ligera distorsión generada por el ruido eléctrico, este es lo suficientemente bajo como para que no se produzca una distorsión de la forma de onda.  
25  
30

Uno de los aspectos cruciales que tiene que cumplir un buen prototipo electroquímico es que los picos de oxidación y reducción se den al mismo nivel de tensión que los del equipo de laboratorio. Esto se debe a que las sustancias están asociadas a un potencial de oxidación-reducción, lo que nos permite reconocer qué sustancia está reaccionando en cada momento.  
35 En este caso, en términos generales las señales en cuanto a niveles de tensión e intensidad son parecidas al equipo de laboratorio. Luego cumple con el objetivo que se buscaba.

### Exposición detallada de un modo de realización

  
40

La invención se aclara con detalle a continuación, a la luz del ejemplo y figura.

#### Ejemplo 1

#### 45 *Electroquímica aplicada al análisis de vino*

Las propiedades electroquímicas de los compuestos fenólicos del vino pueden ser analizadas mediante voltametría cíclica. El procedimiento que normalmente se lleva a cabo para el análisis de estos compuestos fenólicos es el conocido como "modelo de la disolución del vino".  
50 Típicamente formado por ácido tartárico al 0.033M en una solución al 12% de etanol con un pH en el rango entre 3.3 a 3.6.

Las técnicas voltamétricas permiten dar a conocer los picos de oxidación-reducción de los vinos, una vez éstos han sido diluidos lo suficiente como para obtener corrientes de pico que

5 cambien linealmente con la dilución. En el caso de los vinos blancos esta dilución está en torno a 10 veces, mientras que los vinos tintos requieren una dilución de 400 veces su concentración. Uno de los compuestos que más interés despierta es el catecol el cual se detecta mediante un pico anódico de oxidación a los 400 mV. Los vinos tintos, por lo general, muestran su pico principal alrededor de 650 mV, asociado a la malvidina que se trata de una antocianina que no está presente en los vinos blancos.

10 La figura 3 muestra el voltamograma típico que se obtiene al llevar a cabo un barrido lineal en una muestra de vino tinto y vino blanco cuando se realiza a una velocidad de barrido de 100 mV/s. En este caso el vino blanco corresponde a la curva inferior y está diluido 10 veces su concentración. La curva superior corresponde al vino tinto que está diluido 400 veces.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema potencioestático para el control de una celda electrolítica caracterizado porque comprende:

- 5
- Unos electrodos de trabajo (1.3)
  - Módulo de instrumentación electrónica (2) que a su vez comprende un microcontrolador (2.1), memorias (2.2), reloj en tiempo real con función de calendario (2.3), potencioestato digital (2.4) y un convertidor analógico digital (2.5).
  - Herramientas necesarias para la interacción del usuario (3) que comprenden una pantalla táctil (3.1) y un interfaz para el PC (3.2) para configuración y monitorización de la experimentación.

15

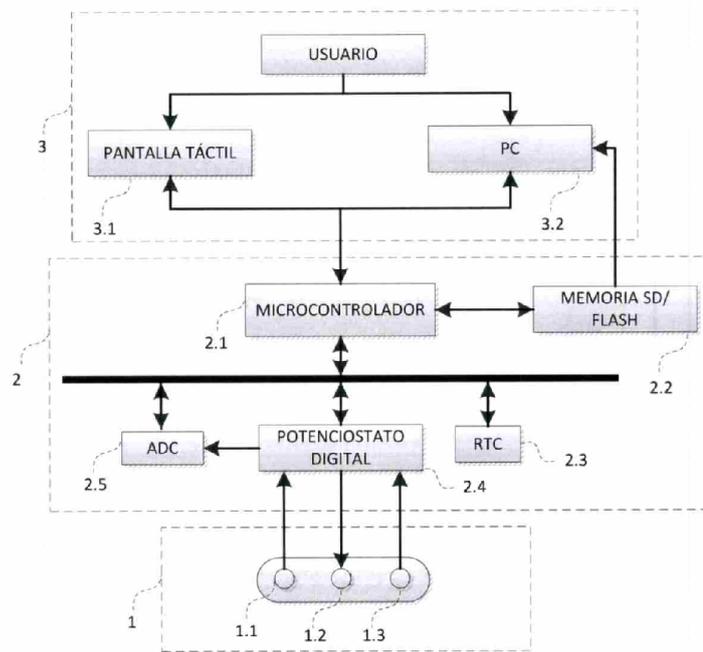


Figura. 1.

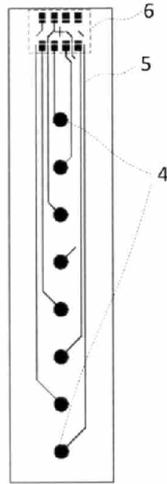


Figura. 2.

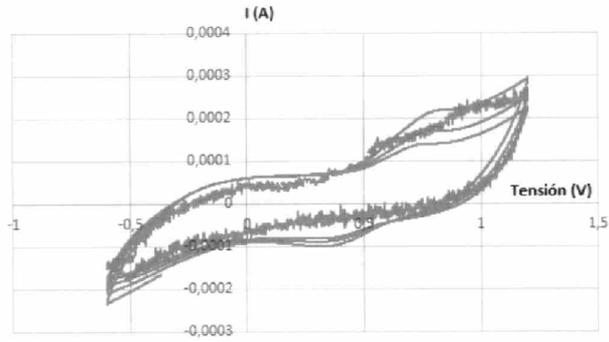


Figura. 3.



- ②<sup>1</sup> N.º solicitud: 201700821  
 ②<sup>2</sup> Fecha de presentación de la solicitud: 22.12.2017  
 ③<sup>2</sup> Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤<sup>1</sup> Int. Cl.: **G01N27/416** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ <sup>6</sup> Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	HEBBAR, S. et al. Smart handheld platform for electrochemical bio sensors. 20th International Symposium on VLSI Design and Test (VDAT 2016), 12/10/2017, Páginas 1 - 2, <DOI: 10.1109/ISVDAT.2016.8064906>	1
Y	DIAZ CRUZ, A. F. et al. A low-cost miniaturized potentiostat for point-of-care diagnosis. Biosensors and Bioelectronics, 30/06/2014, Vol. 62, Páginas 249 - 254, ISSN 0956-5663 (print), <DOI: 10.1016/j.bios.2014.06.053>	1
A	PIC32 Family Reference Manual [en línea] Microchip Technology, Inc., 2007-.2012, Páginas 29-2 [recuperado el 20-06-2018]. Recuperado de Internet <URL: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/61125F.pdf>	1
Y	JEANNERET, S. et al. GalvaPot, a custom-made combination galvanostat/potentiostat and high impedance potentiometer for decentralized measurements of ionophore-based electrodes. Sensors and Actuators B: Chemical, 29/10/2014, Vol. 207, Páginas 631 - 639, ISSN 0925-4005, <DOI: 10.1016/j.snb.2014.10.084>	1
Y	BEZUIDENHOUT, P. et al. A low-cost potentiostat for point-of-need diagnostics. 2017 IEEE AFRICON, 07/11/2017, Páginas 83 - 87, <DOI: 10.1109/AFRCON.2017.8095460>	1
A	PHONGPHUT, A. et al. A disposable amperometric biosensor based on inkjet-printed Au/PEDOT-PSS nanocomposite for triglyceride determination. Sensors and Actuators B: Chemical, 11/01/2013, Vol. 178, Páginas 501 - 507, ISSN 0925-4005, <DOI: 10.1016/j.snb.2013.01.012>	1

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 20.06.2018	Examinador A. Figuera González	Página 1/2
--	-----------------------------------	---------------

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

G01N

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, TXTE, BIOSIS, COMPENDEX, EMBASE, INSPEC, MEDLINE, XPAIP, XPESP, XPI3E, XPIEE, Internet