

SISTEMA DE MEDIDA DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA CON SENSORES EN TECNOLOGÍA HÍBRIDA DE CAPA GRUESA.

Luis GIL SÁNCHEZ, Eduardo GARCIA BREIJO, Javier IBÁÑEZ CIVERA.
Laboratorio de Microelectrónica Híbrida. Universidad Politécnica de Valencia
lgil@eln.upv.es Tfo.963877007 ext. 6081. Fax. 963877009

En la presente comunicación se describe un sistema de medida de diversos parámetros físicos y químicos para determinar la calidad del agua: pH, temperatura, potencial redox, conductividad, turbidez y diversos iones. Para ello se ha construido un sistema multisensor empleando la tecnología híbrida en capa gruesa (thick-film) y un sistema de adaptación de señal y registro de las medidas a través de una placa de adquisición de datos y un PC. El sistema posee como características fundamentales: miniaturización, precisión y bajo coste, lo que permite su utilización en el campo docente dentro de asignaturas de instrumentación electrónica.

1. Introducción

El control de la calidad del agua en el medio ambiente se ha realizado tradicionalmente mediante la toma de muestras, su transporte a un laboratorio y posterior análisis. Este desplazamiento supone una serie de inconvenientes, tales como la demora en la obtención de los resultados, escasez de datos, y que algunos parámetros son más fiables si su lectura se realiza en el lugar de la muestra. Además estos métodos suelen ser caros por el diverso tipo de instrumental utilizado.

Muchos de los inconvenientes del análisis se podrían solucionar si se realiza la medida en el lugar donde se encuentra el agua de forma continua y automática. Estos equipos deben de poseer un juego de sensores para cada uno de los parámetros a medir. Los sensores deben de poseer las características de ser poco voluminosos, económico, fáciles de fabricar y capaces de trabajar en condiciones ambientales desfavorables. Estas características se cumplen si se utiliza la tecnología de circuitos híbridos de capa gruesa.

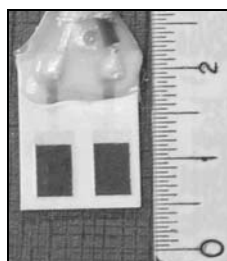
La características de este tipo de sensores también los hacen atractivos para fines docentes, ya que permiten la medida de diversos parámetros físicos y químicos en elementos líquidos que no se suelen realizar por otros medios en las clases de prácticas de instrumentación electrónica.

2. Antecedentes

El empleo de una matriz de sensores teniendo como base la microelectrónica *thick-film* no es nuevo [1]. Como ejemplo, con respecto a la determinación de parámetros relacionados con la calidad del agua, se publica en 1999 un trabajo [2] en el cual se especifica un multisensor

para la temperatura, pH, oxígeno disuelto, redox, conductividad y electrodo de referencia. Este sensor está íntegramente realizado con pastas *thick-film* por lo que ciertos electrodos encarecen el sistema.

3. Tipo de sensores



Medida del pH. La medida del pH se suele realizar mediante el uso de un electrodo de vidrio. Sin embargo, presenta el problema de que es relativamente grande y caro. Una alternativa es fabricar sensores de pH de estado sólido basados en tecnología de *thick-film*. El electrodo se ha realizado con pastas resistivas estándar. Tiene como ventajas su fabricación, precisión, miniaturización y bajo coste.

Fig. 1. Prototipo del electrodo de pH

Medida de la temperatura. Se opta por un sensor de temperatura semiconductor en tecnología de montaje superficial como el sensor LM50D con encapsulado SOT-23, sensibilidad 10mV/°C, rango de temperaturas de -40°C a +125°C. Tiene como ventajas su menor coste y tamaño

Medida de la conductividad. La fabricación de un conductímetro es sencilla pues es suficiente el disponer dos placas enfrentadas y medir la conducción debida a la presencia de iones disueltos en la disolución. Se puede implementar en *thick-film* un sistema en el cual, mediante la inyección de una corriente alterna cuadrada constante genere una caída de tensión proporcional a la conductividad del líquido. Para realizar este multisensor se ha experimentado con sensores de distintos materiales: oro, pastas resistivas de grafito y de oxido de rutenio. La mejor relación calidad de la respuesta - precio se ha obtenido en el sensor de grafito.

Medida de la turbidez. Se realiza mediante una celda con un emisor de luz infrarroja y dos receptores separados 1 cm del emisor (D), uno de los receptores se sitúa enfrente del emisor y recoge la emisión directa de la luz y el otro se ha situado con orientación de 90° con respecto al haz del emisor y recoge la reflejada por las partículas en suspensión. De este modo, se mide la luz dispersada por las partículas en suspensión que pudiera haber en el agua.

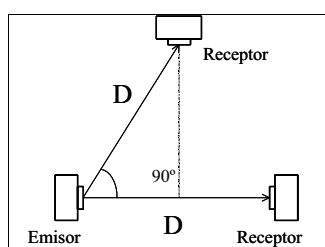


Fig. 2. Posición de emisor y receptores de medida de la turbidez .

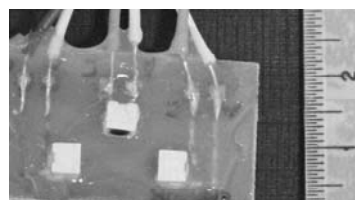


Fig. 3. Prototipo del electrodo de turbidez

El principio de esta técnica es que a mayor dispersión de la luz mayor turbidez del líquido. Para su integración en *thick-film* se han empleado componentes de montaje superficial emisores y receptores de infrarrojos (880nm) (fig. 3).

Diseño de sensores ión-selectivos. Existen electrodos comerciales selectivos para bastantes iones comunes como amoniaco, cloruros, etc. Esto se puede realizar mediante tecnología de *thick-film*. Se está probando, en la actualidad, un ionóforo para la determinación de detergentes sobre electrodos de pasta polimérica de grafito.

Medida del potencial redox. Para la medida del potencial redox se puede emplear un electrodo a base de pasta de platino o de oro utilizándose en ese caso pasta de oro.

Electrodo de pseudoreferencia. Se está empleando como referencia el electrodo de Ag/ClAg empleando para ello pastas polímeras *thick-film* a base de plata (ESL1109-S), para posteriormente realizar la reducción, en presencia de cloruros, del ánodo del electrodo empleando disolución 1M de KCl en régimen potencioestático a +1V(Ag/ClAg).

4. Multisensor

El sistema final se ha diseñado como un substrato de alúmina de 2"x1" donde por una de las caras se disponen los sensores para determinar la conductividad, pH, iones y el electrodo de referencia y por la otra cara los semiconductores sensores de temperatura y turbidez (fig. 5).

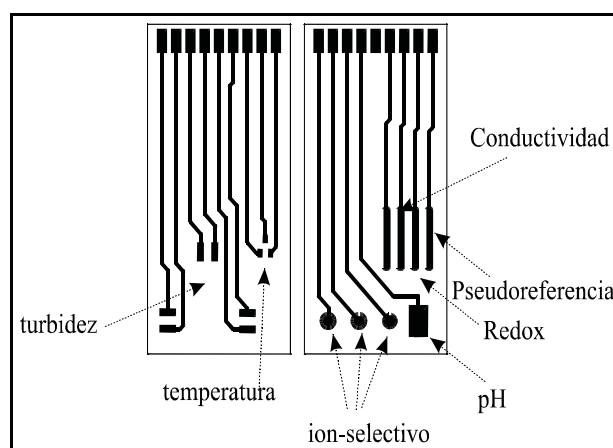
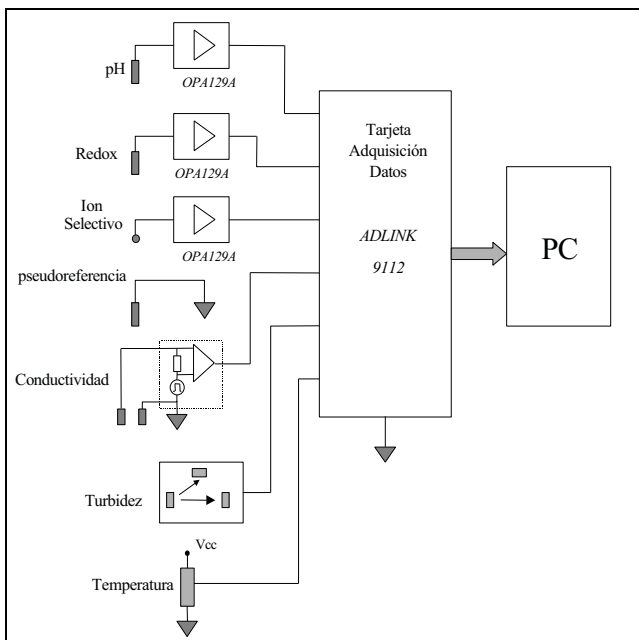


Fig. 4. Esquema del multisensor

El sistema de medida está formado por los sistemas electrónicos básicos de adaptación de cada sensor y el procesamiento de cada señal se realiza con una tarjeta de adquisición de datos ADLINK 9112 empleando el software Lab-View-5.

Como los sensores potenciométricos poseen una impedancia de salida elevada es necesario incorporar un circuito de adaptación de la señal que posea de muy alta impedancia de entrada.



Se ha utilizado el C.I. OPA129. Para eliminar los ruidos eléctricos se conecta un anillo de guarda a la entrada del amplificador.

Mediante el programa Labview 5.1 se realiza lectura de los canales de la tarjeta en intervalos de tiempo prefijados representando los resultados en tiempo real y almacenando los datos en ficheros en código ASCII.

La figura 6 muestra el panel frontal del programa donde se representa un panel de visualización donde se muestra los resultados en tiempo real de las medidas en forma de trazas de la tensión de cada una de las sondas con respecto al tiempo.

Fig. 5. Esquema de bloques del sistema de medida



Se ha incluido, como actuador, un botón de arranque del programa (marcha). Y como visualizadores, una ventana donde se muestra las trazas de cada una de las entradas seleccionadas de la tarjeta en función del tiempo. Así como otros indicadores auxiliares con medida de la temperatura.

Fig. 6. Panel frontal de Labview

5. Conclusiones

Se ha presentado un sistema integrado donde en una superficie pequeña se implementa diversos electrodos para la captación de parámetros físicos y químicos de sustancias líquidas con aplicaciones tanto industriales como docentes.

Referencias

- [1] D.H. Craston, C.P. Jones. "Microband electrodes fabricated by screen printing processes: application in electroanalysis", *Talanta*. 1991, vol. 38, No. 1, pp. 17-26.
- [2] J.K. Atkinson, A.W.J. Cranny. "An investigation of the performance characteristics and operational lifetimes of multi-element thick film sensor arrays used in the determination of water quality parameters", *Sensors and Actuators B*, 1999, vol. 54, pp. 215-231.