

CONDUCTOMETRIA UTILIZANDO UNA TECNICA OSCILLOMETRICA

L. LEIJA, J.P. MICHAKLY, J.F. STOLTZ, E. YVROUD

RESUMEN:

El principio de operación de una célula conductométrica afectada por una técnica oscilométrica son presentados. Se utiliza la técnica de afectar una inductancia resultante. Finalmente se presenta un prototipo desarrollado con una célula inductiva y al cual se le han agregado ciertas innovaciones técnicas.

1.- TEORIA

1.- Sensor inductivo

La fig. 1a muestra una célula de tipo inductivo. El núcleo de la bobina hace de recipiente para la solución a probar. Tal sistema puede ser reproducido por un circuito eléctrico constituido de la resistencia de la solución, R , de la inductancia de la bobina, L_2 , más la auto-inducción producida por el recipiente y su solución, L . El circuito se reproduce en la fig. 3b.

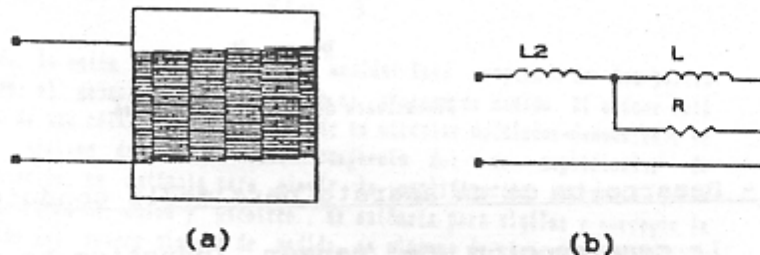


Fig. 1

Célula de tipo inductivo.

- a) célula inductiva compuesta de una bobina y un recipiente de vidrio que es el núcleo de la bobina.
- b) circuito eléctrico equivalente de la célula, donde R representa la solución, L_2 la bobina y L la auto-inducción entre el recipiente y la bobina.

Para esta célula una expresión para el cálculo de R ha sido obtenida.

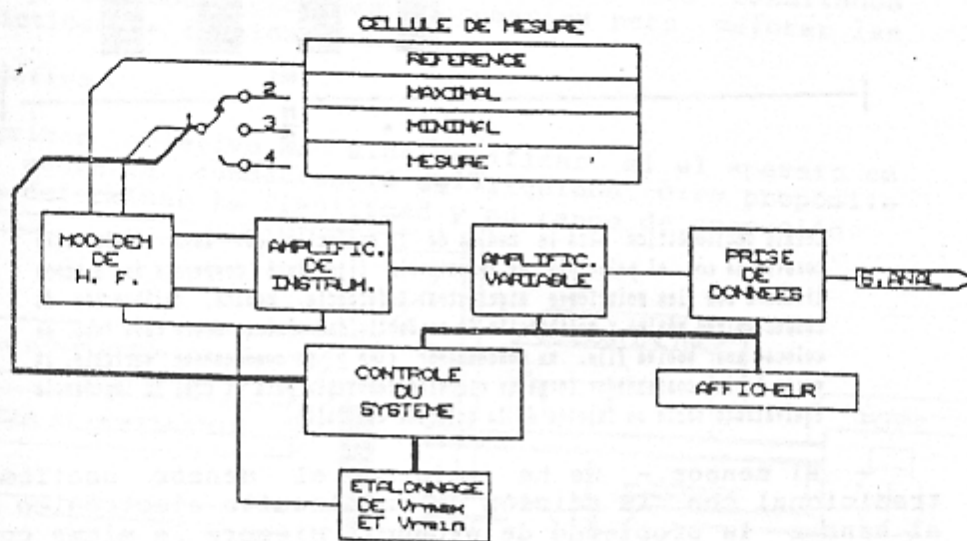


fig. 3.

Esquema de la unión sensor-sistema de medida: Está compuesto de dos partes esenciales: el sensor conductométrico y el sistema de medida. El sensor está compuesto de una célula oscilométrica y de un circuito modulador-demodulador de H.F. El sistema de medida está compuesto de: un amplificador de instrumentación, un autómata para elegir la amplificación necesaria, un sistema de toma de datos y muestreo, un autómata para vigilar y corregir la calibración del sensor-sistema de medida, un sistema de control por coordinar cada parte del instrumento.

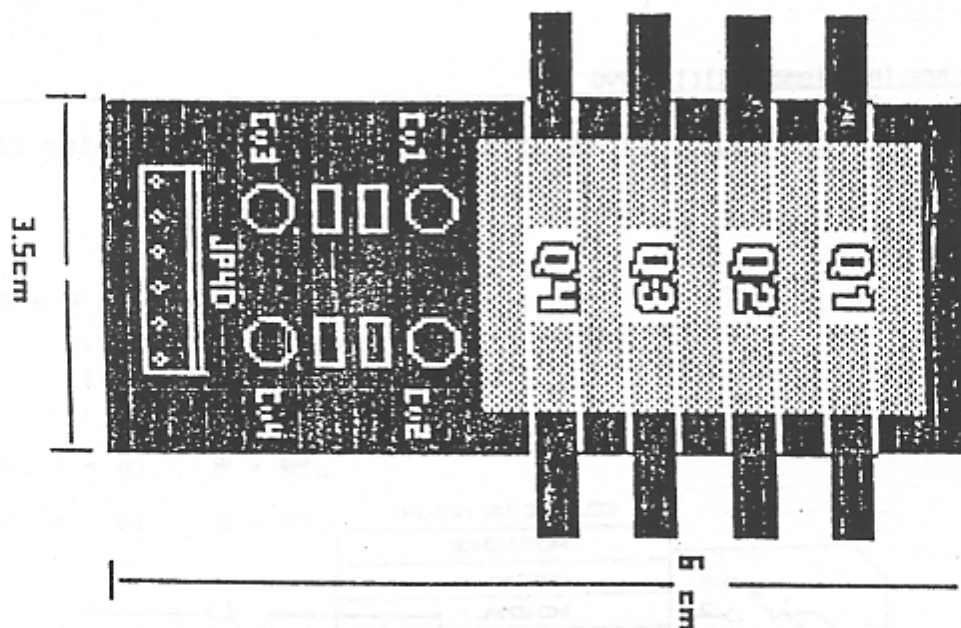


Fig. 4.

Célula oscilométrica para la medida de la conductividad. Esta célula está construida con el principio de inductancia fija. Está compuesta de 4 tubos llenados con las soluciones siguientes: Referencia, medida, calibración de conductividad máxima y calibración de conductividad mínima. Sobre cada tubo, se colocan una bobina fija, un condensador fijo y un condensador variable. La unión bobina-condensador forma un circuito resonante para el cual su impedancia equivalente varía en función de la solución contenida.

- El sensor.- Se ha mejorado el sensor oscilométrico tradicional con la adición de un circuito electrónico que da al sensor la propiedad de producir siempre la misma curva de respuesta. Un circuito nombrado "sistema de calibración" va a reconocer la respuesta del sensor y a actuar de tal forma que el valor obtenido sea constante.

- Sistema de calibración.- Está encargado de seguir y de corregir la calibración del aparato en tiempo real. El rol de los dos tubos es el siguiente: El primero es llenado con una solución de conductancia máxima, mientras que el otro es llenado con una solución de conductancia mínima. Estas dos soluciones serán las soluciones "patrón" que estarán en relación con dos niveles de tensión fijas, V_{max} y V_{min} . En el caso que exista una diferencia entre V_{min} y V_{min} , los circuitos harán las correcciones en cada nivel de voltaje hasta que se obtenga una diferencia de cero a la salida. Las tensiones fijas representan los valores máximo y mínimo de la curva de calibración del sensor; éstas serán las tensiones que se deben encontrar en la salida cuando las soluciones "patrón" estén presentes.

3.- VALIDACION DEL APARATO

Un cofre metálico contiene las cartas electrónicas del sistema de medida. A esto le llamaremos en adelante prototipo conductométrico. En esta parte se habla de las experiencias a las que fué sometido este prototipo. Se hace una breve comparación de nuestro aparato con dos aparatos comerciales. Concluimos con algunas reflexiones sobre los resultados obtenidos y las modificaciones necesarias para mejorar las características de funcionamiento.

3.1.- Objetivo

Nuestro primer objetivo ha sido verificar si el aparato es capaz de medir la conductancia de líquidos. Otro propósito fué el de determinar la fiabilidad y su rango de operación.

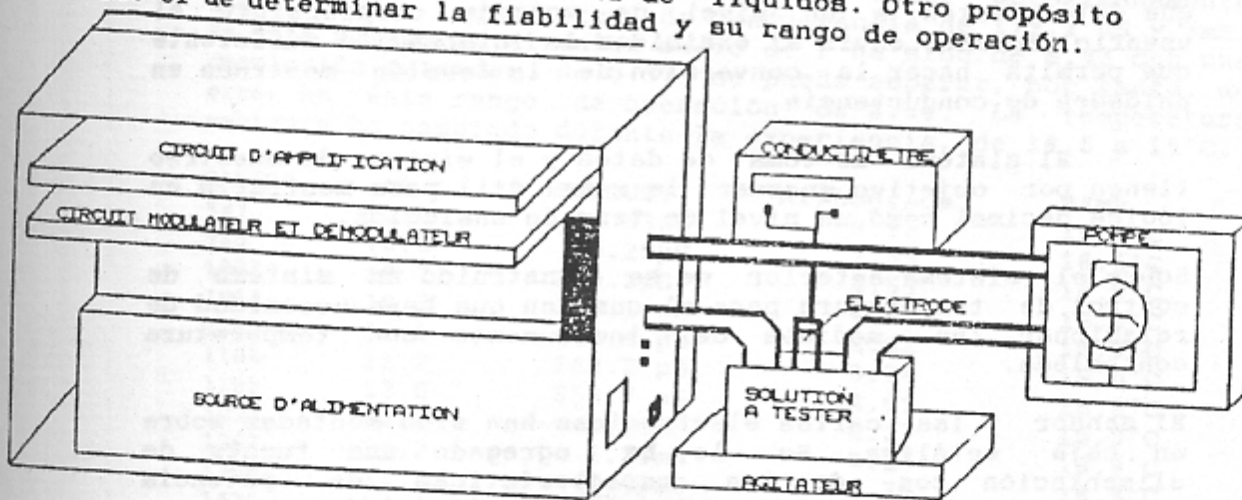


fig. 5
Montaje para determinar la validación del prototipo conductométrico.

- Desarrollo de la experiencia.- las experiencias han sido efectuadas con el montaje de la fig. 5. Como líquido hemos utilizado agua destilada a la que se le ha añadido sal de sodio (NaCl) para cambiarle su conductancia. Un electrodo de tungsteno fué construido para medir, en asociación con un óhmetro, la resistencia eléctrica de la solución en experimentación. Antes de utilizar este electrodo hemos verificado que no existiera polarización sobre él. Con esta prueba nos aseguramos no inducir durante la medición a errores por polarización de electrodo. La velocidad de la bomba y del agitador fué el mismo para cada ciclo de medición. El gasto fué de 25 cl/min y 300 vueltas por minuto para el agitador. La toma de datos se efectuó cada cinco minutos.

- Amplificador de instrumentación.- Establece la relación entre el sensor y el sistema de amplificación automático. En consecuencia, asegura la conversión de la señal diferencial del sensor, en una señal con respecto al común de la fuente de alimentación; en estas condiciones, se facilita el tratamiento posterior de la señal del sensor.

- Controlador.- Es el control del sistema de medida. Es el responsable de la puesta en operación de cada uno de los circuitos del sistema, y el que regula la operación del sistema de medida así como el ciclo de calibración. Le indica al sistema de medida en qué momento debe activar el circuito de muestreo, e indica al exhibidor el grado de amplificación en curso. Se encarga de dar el orden y duración de los ciclos de calibración y de medida. Está compuesto de los circuitos siguientes: 1) generador de las señales de control, 2) selector de amplificación.

- Sistema de amplificación automático.- Amplifica los datos a la salida del amplificador diferencial de tal forma que éstos estén a un nivel de voltaje comprensible al usuario. Además, envía al exhibidor la información suficiente que permita hacer la conversión de la tensión mostrada en unidades de conductancia.

- El sistema de toma de datos y el sistema de muestreo tienen por objetivo guardar la señal útil para mostrarla en lógica decimal como un nivel de tensión analógica.

Sobre el sistema anterior se ha construido un sistema de control de temperatura para el caso en que haya necesidad de relacionar las medidas del instrumento con temperatura controlada.

El sensor y las cartas electrónicas han sido montadas sobre un caja metálica. Se le ha agregado una fuente de alimentación con de las características de potencia suficientes. Se obtiene la información de dos maneras, analógica y numérica. Los datos numéricos son presentados sobre un exhibidor de $3\frac{1}{2}$ dígitos en BCD. Se tiene acceso a los datos analógicos por intermedio de un conector montado con este propósito.

El prototipo descrito constituye el primer prototipo de un aparato conductométrico sobre el cual quedan aún por hacer modificaciones en función de la aplicación prevista. El instrumento ha sido construido de tal forma que resulta fácil tener acceso a las diferentes partes que lo componen.

3.2.- Experiencia

En esta experiencia, se siguen los cambios de conductancia de la solución. Hemos agregado desde un inicio fracciones de gramo de NaCl en el agua destilada, cuando la conductancia del agua es más sensible. Una vez pasada esta zona sensible las cantidades de sal agregadas han sido más grandes para hacer los cambios en conductancia medibles. Los resultados se muestran en el cuadro 1 y sus gráficas en la fig. 6. La constante de linealidad P tiene un valor aproximadamente lineal entre los valores de conductancia de 179.2 μ S y 5mS. En esta situación el valor medio de P ha sido de 4.43 con una desviación estandar de 0.37. se puede esperar, por tanto, un error en este rango de operación de 8.3%. La temperatura ambiente ha cambiado durante la experiencia, de 18.6 a 19°C.

SALIDA	A1	CONDUCT	A1/Log ₁₀ Cm	TEMP.
987	10.0	13.33 μ S	8.92	18.6°C
985	10.0	23.25 μ S	7.35	18.6°C
1003	10.2	179.2 μ S	4.53	18.8°C
1014	10.3	340.1 μ S	4.071	18.8°C
1095	11.1	446.4 μ S	4.02	18.8°C
1104	11.2	662.2 μ S	3.94	19.0°C
1188	12.0	854.7 μ S	4.09	18.8°C
1237	12.6	1.05mS	4.17	18.9°C
1297	13.2	1.23mS	4.27	18.9°C
1359	13.8	1.49mS	4.34	18.9°C
1426	14.4	1.66mS	4.47	18.8°C
1450	14.7	1.87mS	4.49	18.8°C
1525	15.5	2.4 mS	4.58	18.8°C
1598	16.3	2.6 mS	4.76	18.7°C
1728	17.7	3.38mS	5.01	18.7°C
1893	19.3	5.00mS	5.23	18.8°C

cuadro 1

Resultados cuando se ha controlado los cambios en conductancia en 200 cl de agua destilada.

4.- CONCLUSION

De los resultados obtenidos se deduce que:

- El prototipo desarrollado trabaja entre los valores de conductancia de 30 μ S a 5mS.
- Los cambios de temperatura ambiente no lo afectan.
- La repetibilidad de la medida a una variación de 8.3%.
- La sensibilidad cambia en función de la amplitud de la conductancia a medir. Esta varía de 2mV a 2 μ V.

Estos resultados pueden mejorarse con las proposiciones siguientes:

- a) Si la fuente de alimentación de las células de medida es a corriente fija.
- b) si la fuente de alta frecuencia tiene su propia fuente de alimentación y si además se le blindo.
- c) se mejorará la linealidad si se elige una frecuencia en función de la solución a medir.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

- (1) ASCH G
Les capteurs en instrumentation industrielle.
Editors Dunod, Paris (1987)
- (2) BROWING D.R.
Chromatographie.
Editors Masson y Cie, Paris (1971).
- (3) EWING G.W.
Instrumental Methods of Chemical analysis.
Editors McGraw Hill Book Company Inc. (1960)
- (4) KAMOUN P.
Appareils y méthodes en biochimie.
Editors Flammarion Paris (1987)
- (5) KLUG O., LOPATIN B.A.
New Development in Conductimetric and Oscillometric analysis.
Editors G. Svehla, Leovier Science Publisher B.V., Amsterdam (1988).
- (6) LEIJA L.
Etude de capteurs utilisables en conductimétrie et électronique associé. Applications à des solutions biologiques.
(Thèse de Doctorat). Université de Nancy I. 1989.
- (7) PUNGOR E.
Oscillometry and Conductometry.
Editors A. Townshend. Pergamon Press (1965).