

APLICACIÓN DE UN INSTRUMENTO VIRTUAL PARA EL MONITOREO Y EVALUACION DE LA CORROSION

J.A. Menchaca-Martínez¹, G. Vázquez-Olvera², A. Borunda-Terrazas², J.G. Chacón-Nava²,
A. Martínez-Villafañe², C.G. Nava-Dino¹

¹Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ingeniería. Investigación y Posgrado. Circuito
Universitario Campus II., Campus Universitario 2 Chihuahua, Chih. C.P. 31125. México.
Tel. (52) 614- 442-95-00

²Departamento de Integridad y Diseño de Materiales Compuestos. Centro de Investigación en Materiales
Avanzados. S.C. CIMAV. Miguel de Cervantes No 120 Complejo Industrial Chihuahua, C.P 31109,
Chihuahua, Chih. México.
Tel. 614-4-39-11-45, Fax +52 (614) 439 4823
ndino@uach.mx

RESUMEN.

Se presenta el desarrollo de un sistema que realiza una prueba de deformación a velocidad de extensión constante en materiales. Esta prueba realiza análisis de corrosión asistida por esfuerzo y monitoreo electroquímico de una forma automatizada. El equipo fue construido en laboratorio en base a electrónica análoga, y posteriormente para mejorar su funcionalidad se desarrollo una aplicación con el software LabView versión 7.1, utilizando una tarjeta de adquisición SCB- 68 de National Instruments. Las pruebas efectuadas se llevaron a cabo en barras de la aleación CuZn (Latón), los resultados obtenidos demuestran que el software permite obtener información confiable al ser comparados con otras investigaciones. Para evaluar dicho software se efectuaron análisis de ingeniería de software con análisis de caja negra y caja blanca.

1. INTRODUCCIÓN

Algunos estudios han realizado pruebas para estudiar la susceptibilidad de los metales a la corrosión bajo tensión (CBT). Esto es un fenómeno por el cual un sólido, por acción de cierto tipo de medio ambiente se fractura a valores de tensión muy inferiores a los esperados, es decir, que donde la acción combinada de un esfuerzo de tracción aplicado y de un ambiente corrosivo produce tal fenómeno [1]. Como una herramienta adicional de análisis algunos investigadores han utilizado sistemas de adquisición de datos, para los cuales existen problemas generados por la misma adquisición de esta información. Todo esto ha sido

foco de atención de investigadores, donde algunos señalan las alternativas para una mayor fidelidad en la adquisición de los mismos, así como del uso de diversas técnicas como los son sistemas inteligentes o sistemas expertos [2]. Otros estudios coinciden en la elaboración de equipos para tensión y aceleración usando sistemas donde la adquisición de la señal es obtenida mediante herramientas como labview signal express [3].

En el presente trabajo se realizaron pruebas en barras redondas de latón para comparar las propiedades mecánicas del material y así observar la pérdida o degradación de las mismas, utilizando la técnica de ruido electroquímico [4]. La prueba se efectúa a velocidades lentas que van de 10^{-6} a 10^{-12} cm/seg. Para cuidar el proceso de las pruebas y determinar su comportamiento se desarrollo un software en labview con el objetivo de tener resultados en tiempo real de monitoreo de las muestras. Ciertos estudios han desarrollado pruebas de adquisición para monitorear frecuencias y diversos parámetros [5]. Los instrumentos virtuales implementados en labview han sido utilizados para la obtención de datos precisos inclusive en ambientes médicos donde los resultados han sido exitosos [6].

2. DESARROLLO

2.1. Hardware y software de la máquina de prueba

Se elaboro un sistema para trabajar en conjunto con una maquina conocida como CERT (Constant Extension Rate Test) para lograr realizar la prueba

de corrosión asistida por esfuerzo y el monitoreo electroquímico de una forma automatizada. En la figura 1 muestra el esquema de la maquina CERT, para este sistema el proceso de funcionamiento consiste en que la computadora monitorea los diferentes dispositivos como LVD (transformador diferencial variable lineal), contador, celda de carga y monitoreo electroquímico; los cuales se muestran en la figura 2 y posteriormente en la figura 3 se observa el diagrama del instrumento virtual construido.

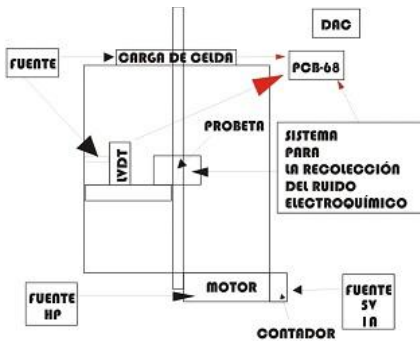


Figura 1. Esquema del funcionamiento de la maquina CERT.



Figura 2. Maquina CERT con pieza de prueba y recipiente para medio de pruebas electroquímicas.

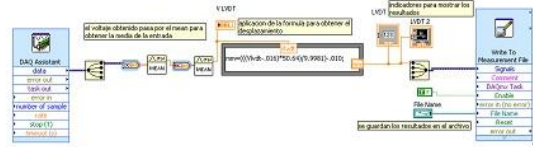


Figura 3. Construcción del instrumento virtual en LabView.

2.2. Pruebas Electroquímicas y de caracterización

Antes de probar el software se realizaron pruebas de caracterización al material, para este caso se utilizó el equipo JEOL 5800-LV de donde se obtuvieron micrografías y análisis de EDS (Espectroscopia de energía dispersiva) con la finalidad de tener muestras idénticas y probarlas con un software obtenido de un proveedor y efectuar las mismas pruebas con el software desarrollado para esta investigación. En la figura 4 se observa el análisis de EDS donde se comprueba que las muestras son de latón. En la figura 5 se observan a las barras de latón utilizadas como muestras en esta investigación.

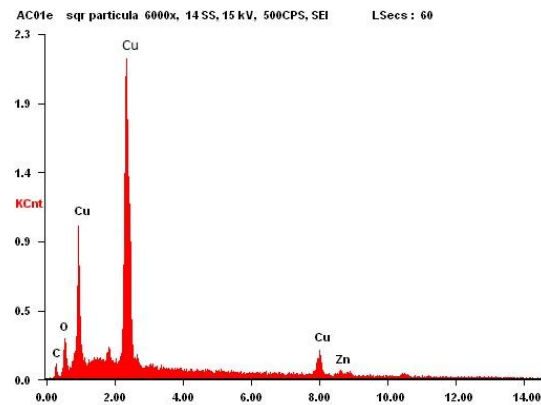


Figura 4. Análisis de EDS en muestras de latón.

La importancia de las aleaciones de cobre radica en que son utilizadas en diversas actividades

industriales, como lo es en la construcción debido a sus beneficios en cuanto a propiedades físicas y mecánicas [8-9]. Las pruebas electroquímicas realizadas, fueron efectuadas con repetividad de 3 utilizando la técnica de ruido electroquímico y de SCC [10-11], utilizando el sistema de 3 electrodos usando un electrodo de calomel (SCE) como referencia y un electrodo de platino como contra electrodo.



Figura 5. Muestras de latón utilizadas para la experimentación.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos al efectuar las pruebas en una maquina con software y características (figura 6) del equipo aprobados bajo los estándares de la (International Corrosion Society) NACE y en el equipo construido en el laboratorio demuestran que se cumple con las expectativas en cuanto a los resultados obtenidos. En la gráfica 1, se observan los resultados promedio de las pruebas efectuadas en 3 medios: glicerina, H₂SO₄ y NaCl. La glicerina fue el medio principal para efectuar las pruebas, debido a su calidad como medio no agresivo.

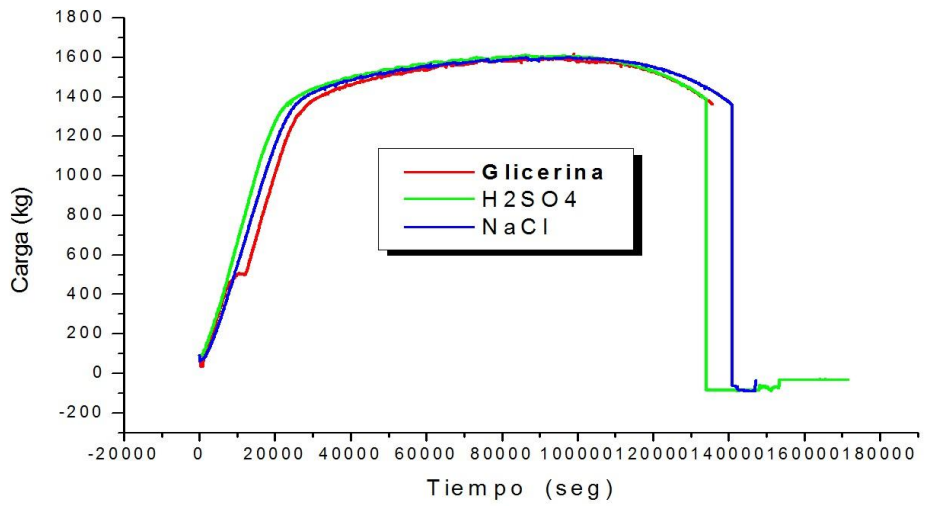


Figura 6. Equipo construido bajo los estándares de NACE.

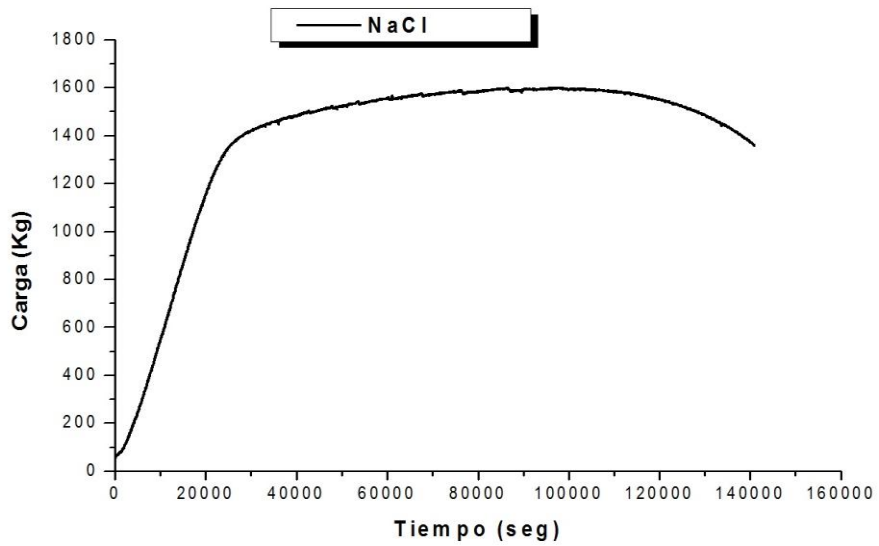
Tabla 1. Valores obtenidos de pruebas de ruido electroquímico y SCC

Medios	EN Índice de localización (IL)	SCC –Carga (valores promedio)
Glicerina	0.0628	1200
NaCl	0.0712	1250
H ₂ SO ₄	0.0692	1300

Gráfica 1. Pruebas de glicerina, H₂SO₄ y NaCl en equipo estándar.



Gráfica 2. Pruebas de glicerina, H₂SO₄ y NaCl en equipo construido en laboratorio.



CONCLUSIONES

El comportamiento observado en las gráficas demuestra junto con los valores de la tabla 1, que el software desarrollado es funcional ya que iguala los resultados obtenidos en los 3 medios distintos en ambos equipos. Entre la gráfica 1 y 2 se hace hincapié en los resultados del medio NaCl debido a que este tiende a ser de los más corrosivos y así es más claro observar que el equipo responde de manera similar al que se encuentra aprobado por los estándares. Una de las formas de comparar los resultados producidos por software son los análisis de caja negra y caja blanca [14-15].

Las pruebas de caja blanca se efectuaron sobre cada modulo del programa que a su vez se relaciona con las partes de hardware mencionadas en la figura 1. Las respuestas del equipo en relación al análisis de caja negra fueron favorables y es comparable con los resultados de las pruebas electroquímicas observadas tanto en las gráficas 1 y 2 como en la tabla 1.

REFERENCIAS

- [1] Pilar De Tiedra, Óscar Martín, Effect of welding on the stress corrosion cracking behaviour of prior cold worked AISI 316L stainless steel studied by using the slow strain rate test, *Materials and Design* 49 (2013) 103–109
- [2] G. V. Rybina and A. O. Deineko, Distributed Knowledge Acquisition for the Automatic Construction of Integrated Expert Systems, *Scientific and Technical Information Processing*, (2011), Vol. 38, No. 6, pp. 428–434.
- [3] Floran Pierre, Giana Almeida, Fracoise Huber, Philippe Jacquin, Patrick Perr, An original impact device for biomass characterisation: results obtained for spruce and poplar at different moisture contents, *Wood Sci Technol* (2013) 47:537–555.
- [4] C. A. Loto, Electrochemical Noise Measurement Technique in Corrosion Research, *Int. J. Electrochem. Sci.*, 7 (2012) 9248 - 9270
- [5] Michael Voith, Gerald Luckeneder, Achim Walter Hassel, In situ identification and quantification in a flow cell with AAS downstream analytics, *J Solid State Electrochem* (2012) 16:3473–3478
- [6] A. M. Gataullin, and A. V. Ovchinnikov, Application of LabView Software for Improving the Quality of Evaluation of Electroencephalographic Parameters, *Biomedical Engineering*, Vol. 46, No. 4, November, (2012), pp. 145_148.
- [7] Huixia Zhang, Xiaodong Wang, Ruiling Jia, Jian Hou, Weimin Guo, Investigation on Stress Corrosion Cracking Behavior of Welded High Strength Low Alloy Steel in Seawater Containing Various Dissolved Oxygen Concentrations, *Int. J. Electrochem. Sci.*, 8 (2013) 1262 – 1273.
- [8] S.A. Fernández, M.G. Alvarez, Passivity breakdown and stress corrosion cracking of a-brass in sodium nitrate solutions, *Corrosion Science* 53 (2011) 82–88.
- [9] S. Goidanich, J. Brunk, G. Herting, M.A. Arenas, I. Odnevall Wallinder, Atmospheric corrosion of brass in outdoor applications Patina evolution, metal release and aesthetic appearance at urban exposure conditions, *Science of the Total Environment* 412-413 (2011) 46–57.
- [10] X.S. Du, Y.J. Su, J.X. Li, L.J. Qiao, W.Y. Chu, Inhibitive effects and mechanism of phosphates on the stress corrosion cracking of brass in ammonia solutions, *Corrosion Science* 60 (2012) 69–75.
- [11] X.S. Du, Y.J. Su, C. Zhang, J.X. Li, L.J. Qiao, W.Y. Chu, W.G. Chen, Q.S. Zhang, D.X. Liu, Pre-strain enhances film rupture to promote SCC of brass in Mattsson's solution –A proposal for a film-rupture-induced SCC mechanism, *Corrosion Science* 69 (2013) 302–310.
- [12] M. Blanco, J.T.C. Barragan, N. Barellia, R.D. Nocea, C.S. Fugivaraa, Fernández, A.V. Benedetti, On the electrochemical behavior of Cu–16%Zn–6.5%Al alloy containing the ϵ -phase (martensite) in borate buffer, *Electrochimica Acta* 107 (2013) 238–247.
- [13] Jenn-Ming Song, Yong-Sheng Zou, Chia-Chen Kuo, Shi-Ching Lin, Orientation dependence of the electrochemical corrosion properties of electrodeposited Cu foils, *Corrosion Science* 74 (2013) 223–231.

[14]K.Krishna Mohan, A.K.Verma and A. Srividya, Software Reliability Estimation Through Black Box and White Box Testing at Prototype Level, 2010 2nd International Conference on Reliability, Safety & Hazard (ICRESH-2010).

[15]Christian Wiederseiner, Shahnewaz A. Jolly, Vahid Garousi, and Matt M. Eskandar, An Open-Source Tool for Automated Generation of Black-Box xUnit Test Code and Its Industrial Evaluation,

L. Bottaci and G. Fraser (Eds.): TAIC PART 2010, LNCS 6303, pp. 118–128, 2010. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010.

AGRADECIMIENTOS

Al Lic. Jair Lugo Cuevas, M.I. Perla Cordero, Dr. Raúl Sandoval Jabalera, M.I. Javier González Cantú y M.I. Raúl Acosta Chávez. Por su asistencia técnica.