

REAL-TIME ELECTROCHEMICAL CORROSION MEASUREMENTS: POTENTIOSTAT DESIGN

I. Masmitjà⁶, J. del Río³, J. J de Damborenea²⁸, A. Conde²⁹

Abstract—Corrosion due to seawater studies are urgently required for a safe technology development. Some studies demonstrated that the corrosion rates for most alloys could be four times less than surface corrosion rates. A device for continuous electrochemical measuring of corrosion in real time and underwater is shown in this paper. Therefore, this equipment allows improving the knowledge about long-term materials behavior in this aggressive environment for the scientific community. Also, it has been designed to allow the connection to underwater observatories such as OBSEA.

Keywords— Potentiostat; corrosion; electrochemical; real-time;

I. INTRODUCCIÓN

Los estudios de corrosión realizados en el mar son muy interesantes para la comunidad científica para poder desarrollar tecnologías cada vez más seguras. Existen lagunas de conocimiento sobre el comportamiento de materiales durante tiempos prolongados en este tipo de entornos tan agresivos. No obstante, algunos estudios han demostrado que la relación de corrosión de la mayoría de aleaciones puede ser hasta cuatro veces menor en el fondo del mar que en la superficie [1]. Además, esta corrosión varía en función a la profundidad, tal y como se puede ver en [2].

Es bien conocido que la cantidad de oxígeno disuelto en el agua marina tiene una gran influencia en la corrosión. Pero hay otros factores, como la temperatura, la salinidad, la velocidad de las corrientes, el biofouling entre otras [1] [2]. No obstante, no existen mediciones de estos fenómenos in situ y en tiempo real. La posibilidad de medir el potencial de corrosión, realizar curvas de polarización o hacer otros test abre nuevos horizontes en las medidas electro-químicas en el fondo del mar que nunca antes se habían podido contemplar. Por este propósito, un nuevo concepto de potenciostat se ha diseñado con capacidad de conexión con observatorios submarinos como el OBSEA.

II. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

En la figura 1 a), se muestra el diagrama de bloques del potenciostat. La base principal del cual es un convertidor corriente-tensión utilizando la topología ZRA (Zero Resistance Ammeter) y un lazo de control de tensión (PLC). Este es el esquema típico de un potenciostat de tres electrodos [3]. A demás se ha introducido un sistema de ajuste de la ganancia del ZRA mediante un banco de resistencias controladas con un multiplexor. Todo el sistema es controlado mediante un micro controlador de Luminary.

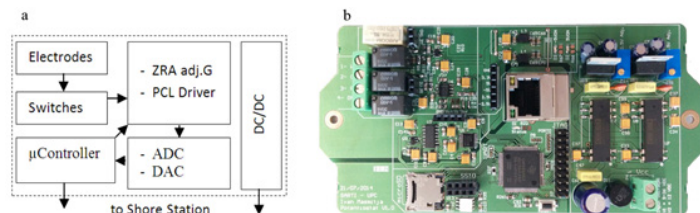


Fig. 1. a) En esta figura se muestra el diagrama de bloques del potenciostat diseñado. b) En esta figura se muestra una fotografía real del dispositivo.

Este mediante una etapa de convertidores analógico/digitales y digitales/analógico adquiere las señales bajo estudio y las envía como tramas UDP por Ethernet a través del OBSEA. A su vez, el observatorio proporciona la alimentación necesaria al dispositivo. En la figura 1 b), se muestra una imagen real del dispositivo.

III. SISTEMA ANALÓGICO

En la figura 2 se muestra como se ha implementado el ZRA i el PLC. El primero mediante un amplificador operacional (AO) y un banco de resistencias controladas por un multiplexor para poder seleccionar distintas ganancias en

función a los requisitos de la prueba. El segundo se ha realizado mediante dos AO, uno como generador de la corriente y el otro (en configuración seguidor) actúa en la rama del lazo cerrado negativo, ajustando la tensión entre el electrodo de referencia y el de trabajo al mismo tiempo que evita la circulación de corriente por el electrodo de referencia.

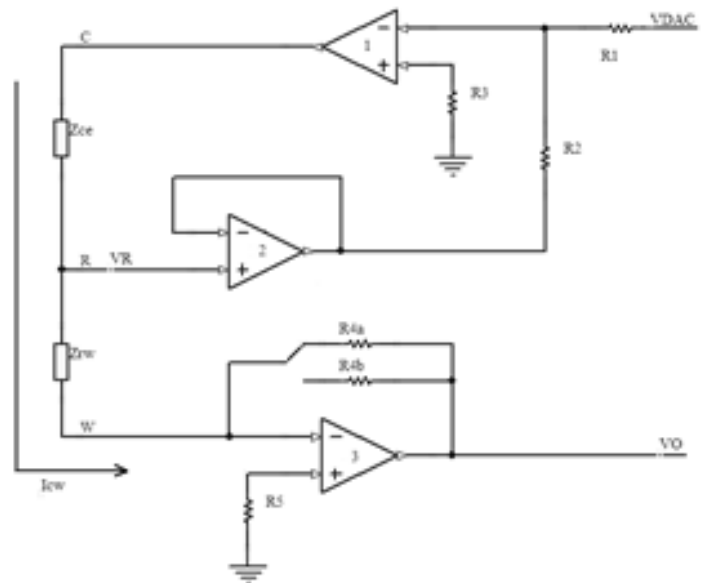


Fig. 2. Esquema electrónico de la parte analógica del potenciostat. El ZRA formado por el AO 3 y el PLC formado por los AO 1 y 2.

En la ecuación (1) se muestra el valor de la tensión de salida $V_o = -I_{cw} \cdot R_4$ en función a la tensión de control VR y los distintos errores de offset (V_{os}) y de fugas de corriente (I_B) de los AO y los errores de las resistencias (ϵ).

$$V_o = -V_R \left(\frac{R_4 \cdot (1 + \epsilon_4)}{Z_W} \right) + \left(1 + \frac{R_4 \cdot (1 + \epsilon_4)}{Z_W} \right) \cdot V_{os3} + \left[R_4 \cdot (1 + \epsilon_4) / Z_W \right] \cdot I_{B3} - R_5 \cdot (1 + \epsilon_5) \cdot I_{B3}$$

IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Pruebas preliminares en el laboratorio han demostrado el buen funcionamiento del sistema. Han sido llevados a cabo una serie de test para validar el sistema ZRA, estos han sido realizados mediante dummy cells. Observando la corriente y la tensión medida durante un barrido de tensión en la entrada se ha obtenido una alta linealidad, alrededor de $R^2=0.999$.

En trabajos futuros se ara el despliegue del dispositivo en el OBSEA gracias a la financiación del proyecto Europeo fixO3.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo ha sido realizado en parte gracias al proyecto FixO3. Fixed Point Open Ocean Observatories Network FP7 Capacities/Research Infrastructures Programme Number 312463.

REFERENCIAS

- [1] Saleh A. Al-Fozan; Anees U. Malik "Effect of seawater level on corrosion behavior of different alloys" International Desalination Association (IDA) World Congress Conference. Singapore 2005. DOI: 10.1016/j.desal.2007.08.007.
- [2] Kuroda, T.; Takai, R.; Kobayashi, Y.; Tanaka, Y.; Hara, S. "Corrosion Rate of Shipwreck Structural Steels under the Sea". OCEANS 2008 – MTS/IEEE Kobe Techno-Ocean. 2008. Page(s): 1-6. DOI: 10.1109/OCEANSKOB.2008.4531052.
- [3] Bard, A.; Faulkner, L.; "Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications" Wiley. 2001.