

**“Desarrollo de Mapas de Corrosión a
Través del Análisis de las Señales de Ruido
Electroquímico presentes en un acero AISI
304 en diferentes medios.”**

PRESENTA:

M. EN. C. ARACELI MANDUJANO RUIZ

PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTORADO EN ELECTROQUÍMICA

ASESOR

Dr. Jorge Morales Hernández

Enero, 2018.

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

REALIZADO POR:

M. EN C. Araceli Mandujano Ruiz

DIRIGIDA POR:

Dr. Jorge Morales Hernández

SINODALES

Dr. Yunny Meas Vong
Presidente

Firma

Dr. René Antaño López
Secretario

Firma

Dr. Abraham Ulises Chávez Ramírez
Vocal

Firma

Dr. Héctor Herrera Hernández
Vocal

Firma

Dr. Federico Castañeda Zaldívar
Vocal

Firma

RESUMEN

En el presente trabajo doctoral se muestra el desarrollo metodológico para la obtención de mapas de corrosión a partir de las señales de ruido electroquímico (EN, por sus siglas en inglés), para describir la evolución de diversos tipos de corrosión presentes en el acero inoxidable de grado austenítico SS304. El tratamiento de señales de EN involucra el procedimiento de la transformada Wavelets (WT), el cual permite aportar información en dominio Tiempo-Frecuencia, y que ha sido aplicado a otros materiales, tales como; Aleaciones de Aluminio, Acero al carbono y de los cuales sus mapas de corrosión ya han sido reportados.

El acero inoxidable SS304 es de gran interés debido a su implementación en diversos componentes a nivel industrial y por lo tanto a diferentes ambientes agresivos, por lo cual, se ha propuesto su estudio electroquímico en cuatro soluciones; FeCl_3 , NaCl , H_2SO_4 y $\text{KOH} + \text{NaOH}$ donde se han reportado varios mecanismos de corrosión: picaduras, corrosión uniforme y pasivación con la finalidad de generar un mapa de corrosión que refleje el comportamiento de dicho material en dichos medios.

En el desarrollo experimental de la técnica de EN, se consideró la implementación en paralelo de la técnica de polarización lineal (LPR), como parte fundamental en el cálculo de los parámetros energéticos de la teoría de ruido de disparo tales como; la carga característica del evento (q), la frecuencia característica (f_n) así como la impedancia de ruido (Z_n); parámetros de los cuales se tienen referencia de distinguir de mejor manera entre diversos mecanismos de corrosión.

El análisis estadístico preliminar permitió reconocer que el parámetro de resistencia al ruido (R_n) y el parámetro obtenido del estudio espectral (Z_n), muestran valores similares para todas las soluciones a lo largo de las 24 horas de monitoreo. La descomposición obtenida mediante Wavelets junto con los gráficos de energía de distribución (EDP), permitió determinar que en las soluciones cloradas (FeCl_3 y NaCl) se generó una evolución de picaduras metaestables en las primeras horas de experimento siendo más agresivo el mecanismo de picado en el medio de FeCl_3 mientras que en el medio NaCl se presentó una competencia de dos mecanismos de corrosión: picadura y corrosión uniforme. En el medio H_2SO_4 se reportaron altos valores de f_n y bajos valores de q lo cual coincide con una corrosión uniforme; mientras que el medio $\text{KOH} + \text{NaOH}$ reporta un comportamiento mixto, éste medio en particular presentó la formación de pequeñas burbujas las cuales son causantes de la presencia de un gran número de fluctuaciones en una sola serie de tiempo.

Durante el estudio de dichos parámetros se comprobó que el valor del parámetro q se ve influenciado en gran manera debido al coeficiente de Stern-Geary B cuyo cálculo depende del ajuste de las pendientes de polarización lineal.

Los mapas de corrosión obtenidos reportan que el medio más agresivo para el SS304 fue el medio FeCl_3 , para continuar con los medios NaCl , $\text{KOH} + \text{NaOH}$, y H_2SO_4 respectivamente.

ABSTRACT

In the present doctoral work, the methodological development for obtaining corrosion maps from electrochemical noise signals (EN) is shown, to describe the evolution of various types of corrosion present in stainless steel. austenitic grade SS304. The signal processing of EN involves the Wavelets transform (WT) procedure, which allows to provide information in Time-Frequency domain, and which has been applied to other materials, such as; Aluminum Alloys, Carbon Steel and of which their corrosion maps have already been reported.

SS304 stainless steel is of great interest due to its implementation in various industrial components and therefore to different aggressive environments, which is why it has been proposed to perform electrochemical study in four solutions; FeCl_3 , NaCl , H_2SO_4 and $\text{KOH} + \text{NaOH}$ where several corrosion mechanisms have been reported: pitting, uniform corrosion and passivation with the purpose of generating a corrosion map that reflects the behavior of this material in those media.

In the experimental development of the EN technique, the parallel implementation of the linear polarization technique (LPR) was considered, as a fundamental part in the calculation of the energy parameters of the Shot noise theory such as; the characteristic charge of the event (q), the characteristic frequency (f_n) as well as the noise impedance (Z_n); parameters which are referred to distinguish better between several corrosion mechanisms.

The preliminary statistical analysis allowed to recognize that the noise resistance parameter (R_n) and the parameter obtained from the spectral study (Z_n), show similar values for all the solutions throughout 24 hours of monitoring. The decomposition obtained by Wavelets together with the Energy Distribution Plots (EDP), allowed to determine that in chlorinated solutions (FeCl_3 and NaCl) an evolution of metastable pits was generated in the first hours of the experiment being more aggressive the pitting mechanism in FeCl_3 medium while in the NaCl medium there was a competition of two corrosion mechanisms: pitting and uniform corrosion. In H_2SO_4 medium high values of f_n and low values of q were reported, which coincides with a uniform corrosion; while the $\text{KOH} + \text{NaOH}$ medium reports a mixed behavior, this medium presented the formation of small bubbles which are responsible for the presence of a large number of fluctuations in a single time series.

During the study of these parameters it was found that the value of the parameter q is greatly influenced due to the coefficient of Stern-Geary B , whose calculation depends on the adjustment of the linear polarization slopes.

The obtained corrosion maps report that the most aggressive medium for the SS304 was the FeCl_3 medium, to continue with NaCl , $\text{KOH} + \text{NaOH}$, and H_2SO_4 media respectively.



**Este Trabajo fue realizado en el Centro de
Investigación y Desarrollo Tecnológico en
Electroquímica (CIDETEQ), bajo la
dirección del Dr. Jorge Morales Hernández**

Esta página fue eliminada debido a que su contenido es información clasificada como confidencial de acuerdo con el Artículo 113 Fracción II de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.