

Evaluación de datos de ruido electroquímico para el sistema acero – pintura epoxi

Fiora, J. ⁽ⁱ⁾; Iglesias, A.M. ⁽ⁱⁱⁱ⁾; Mahmud, Z.A. ⁽ⁱⁱ⁾; Niño Gómez, A. ⁽ⁱⁱ⁾; Valentini, C. R. ⁽ⁱⁱ⁾

⁽ⁱ⁾INTI-Energía

⁽ⁱⁱ⁾INTI-Procesos Superficiales

⁽ⁱⁱⁱ⁾CNEA-Unidad Química

Objetivo

El objetivo de este trabajo es monitorear el comportamiento de la protección de un acero en condiciones de servicio, para detectar los daños producidos por los procesos de corrosión, mediante el empleo de la técnica de ruido electroquímico (T.R.E.).

Durante el registro de las fluctuaciones de corriente y potencial de ruido, se acoplan señales inducidas por fuentes externas y el ruido intrínseco de la instrumentación, las cuales perturban el análisis del proceso de corrosión, en nuestro caso el sistema acero – pintura epoxi.

Es necesario por lo tanto remover estas derivas, sin eliminar información útil, antes de realizar cálculos estadísticos o en el dominio de las frecuencias.

El análisis de los parámetros de densidad espectral de potencia de potencial, corriente y resistencia de ruido electroquímico, respectivamente en función de la frecuencia, permiten evaluar el comportamiento del esquema de pintura y al mismo tiempo obtener información útil del mecanismo de corrosión.

Método de análisis

Nos limitaremos al tratamiento de los registros de datos de potencial y corriente de la T. R.E. en el dominio de la frecuencia.

Se desarrolló un método de cálculo que remueve las derivas de los datos experimentales, por el método del polinomio. Los gráficos de ruido espectral $R_{sn}(f)$ se obtienen de la relación de los gráficos de densidad espectral de potencia PSD, de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$R_{sn}(f) = \left| \frac{V_{FFT}(f)}{I_{FFT}(f)} \right| = \left| \frac{V_{PSD}(f)}{I_{PSD}(f)} \right|^{1/2}$$

Donde $V_{FFT}(f)$ e $I_{FFT}(f)$ son las transformadas rápidas de Fourier de las fluctuaciones de potencial y corriente, respectivamente y $V_{PSD}(f)$ e $I_{PSD}(f)$ son las densidades espectrales de potencia de las fluctuaciones de potencial y corriente, respectivamente. R_{sn} es un parámetro inversamente proporcional a la velocidad de corrosión.

Parte experimental

Se utilizaron probetas de acero SAE 1010, granalladas hasta metal blanco (grado A Sa 2 1/2 de la norma SIS 05 59 00), pintadas con dos manos de epoxi bituminoso, alcanzando un espesor en película seca de 150 μm . Se dejaron curar durante 20 días a 23 $^{\circ}\text{C} \pm 2$ $^{\circ}\text{C}$ y 60 ± 5 % de humedad relativa.

El área de protección expuesta fue del orden de 160 cm^2 .

Las probetas fueron posicionadas en un soporte, representando un sistema de dos placas paralelas, sumergidas en una solución acuosa de cloruro de sodio al 3,5 % p/p simulando las condiciones de una estructura metálica protegida por un recubrimiento epoxi, expuesta a agua de mar, como situación crítica.

Mediante un circuito electrónico de amplificación, diseñado por los autores, se midió la corriente generada entre las placas durante el proceso de corrosión a lo largo del tiempo.

Con un sistema de adquisición de datos, se registró, la corriente generada en el proceso de corrosión de una placa frente a la otra, actuando alternativamente una como cátodo, al tiempo que la otra actúa como ánodo y en forma simultánea el potencial de una de ellas, frente a un electrodo de referencia de plata / cloruro de plata.

Las mediciones se realizaron durante 21 meses, realizándose registros una vez por semana. Cada registro constaba de 2048 muestras, tomadas a una frecuencia de 2 Hz.

Resultados.

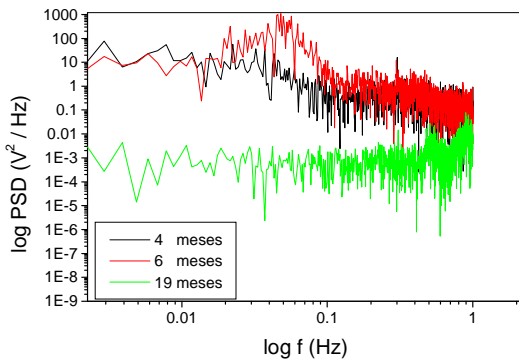


Figura N°1: log PSD de potencial de ruido vs frecuencia

En la figura N ° 1 se observa que los potenciales, en el caso de cuatro y seis meses de exposición, son dependientes de la frecuencia, mientras que a los 19 meses el potencial es prácticamente independiente de la frecuencia.

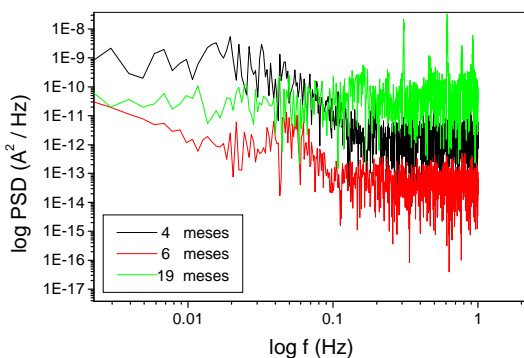


Figura N°2: log PSD de corriente de ruido vs frecuencia

En la figura N ° 2 se observa que entre 0.1 y 1 Hz (región donde ocurren los procesos de corrosión) la corriente decrece para tiempos de inmersión del orden de 6 meses para luego incrementarse por sobre los valores primitivos.

En la figura N ° 3 se observa que los valores de resistencia de ruido espectral para 4 y 6 meses de exposición, son similares y dependientes de la frecuencia, mientras que para 19 meses de exposición la resistencia presenta valores varios ordenes de magnitud menores. Esta disminución se atribuye a la permeación a través de la película de la pintura, la cual permite el ingreso de soluciones salinas que originan el proceso de corrosión. Esto se corrobora por el hecho de que la resistencia a los 19 meses de exposición, se vuelve independiente de la frecuencia.

La resistencia de ruido espectral vs frecuencia tiene una pendiente cercana a cero (comportamiento gobernado por un proceso resistivo), y en concordancia con los datos de bibliografía, es característico de que el recubrimiento de pintura se ha deteriorado. Esto se ha verificado con las probetas donde se desarrollaron ampollas y puntos de corrosión del metal base, luego de 19 meses de exposición.

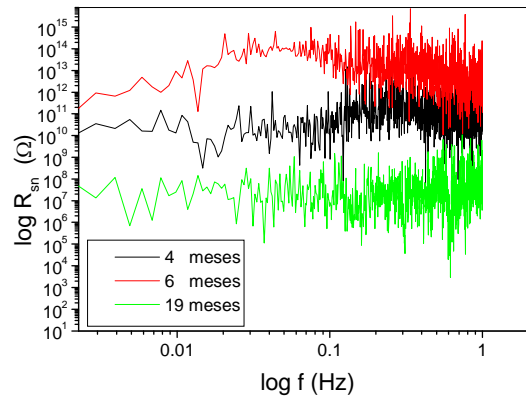


Figura N°3: log de resistencia espectral de ruido vs frecuencia

Conclusiones

—En los primeros meses los resultados son muy aleatorios, debido a los efectos fuertemente capacitivos del recubrimiento actuando como aislante eléctrico.

—Luego de 19 meses de exposición, la degradación de la pintura se manifiesta, primero como formadora de caminos resistivos (pequeños canales en la película). Una señal es el ampollado de las probetas. Este efecto permite el ingreso de sales a las cercanías del metal y permite el comienzo del proceso de corrosión, lo cual se manifiesta en una disminución gradual de la resistencia eléctrica de la película.

—El efecto resistivo predomina finalmente sobre el efecto capacitivo, dando una respuesta de valor constante independiente de la frecuencia, es decir no solamente es varios órdenes de magnitud menor que la resistencia (de tres a seis), sino que se vuelve independiente de la frecuencia, indicando que el proceso de corrosión está gobernado en forma resistiva.

Para mayor información contactarse con:
Cristóbal Valentini cvalenti@inti.gov.ar