Aprender a proyectar en tiempos de pandemia: Diseño guiado de un sistema de protección catódica por corriente impresa

Néstor R. Florido-Suarez, Pedro P. Socorro-Perdomo, Héctor R. Díaz-Ojeda and Julia C. Mirza- Rosca*
Laboratorio de Nanociencia y Nanomateriales, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Campus Universitario de Tafira, Ed. Ingeniería, 35017, Las Palmas de Gran Canaria, España

RESUMEN

Una pandemia mundial tiene pocos aspectos positivos, pero para la educación superior ha sido una oportunidad para demostrar que las universidades pueden adaptarse rápidamente. En la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria hemos explorado las oportunidades emergentes que nos permitirán romper con las limitaciones actuales y darnos el poder de reafirmar nuestra relevancia, valor y resiliencia. Por ello, consideramos que debemos adherirnos a cuatro principios clave:1) Adoptar y vivir propósitos orientados al exterior; 2) Aprovechar las tecnologías digitales para replantear las interacciones y experiencias; 3) Ser más abiertas para establecer relaciones verdaderamente estratégicas y no en el último lugar, 4) Diseñar modelos de aprendizaje innovadores para prosperar a partir de la creación de valor compartido. Se trata de aprender a proyectar por medio de las siguientes actuaciones a realizar por los estudiantes: 1) leer atentamente la introducción teórica del tema; 2) conocer los datos necesarios, el modo de trabajo y la aplicación práctica; 3) realizar el diseño guiado en el cual siempre el primer cálculo está hecho por el profesor y los siguientes tienen que efectuarlos los alumnos. De esta forma, el alumno va a adquirir competencia en proyectar y calcular sin problemas un sistema de protección anti-corrosión.

Palabras clave: Proyectar, diseño guiado, corrosion, protección catódica

1. INTRODUCCIÓN

Desde que comenzó su rápida propagación en diciembre de 2019, el virus SARS-CoV-2 ha alterado el panorama de casi todas las empresas del mundo; la enseñanza superior, incluida la ingeniería, no se ha librado [1]. Los retos a los que se enfrentaban las universidades antes de Covid no han desaparecido, pero la pandemia ha demostrado que el sector puede adaptarse a buen ritmo. Una mayor apertura y colaboración puede ayudar a las instituciones a forjar una nueva identidad.

Una pandemia mundial tiene pocos aspectos positivos, pero para la educación superior ha sido una oportunidad para demostrar que las universidades pueden adaptarse rápidamente. Ha sido un desafío al conservadurismo e inercia innatos que se supone que tiene el sector, y se tiene la sensación de que tenemos más capacidad de acción y margen de cambio [2].

Sin embargo, en muchos sentidos, el año pasado ha desviado la atención de los retos fundamentales a los que se enfrentaba el sector antes de la crisis, incluido el cambio hacia la economía de plataformas y formas de trabajo más colaborativas, en lugar de transaccionales. Las universidades deben ponerse al día con las competencias necesarias para prosperar en una economía en red. En lugar de ofrecer un "sello en la frente" a los jóvenes universitarios, las universidades deben centrarse mucho más en el aprendizaje permanente y la recapacitación [3].

En nuestra universidad hemos explorado las oportunidades emergentes que nos permitirán romper con las limitaciones actuales y darnos el poder de reafirmar nuestra relevancia, valor y resiliencia. Por ello, consideramos que debemos adherirnos a cuatro principios clave:1) Adoptar y vivir propósitos orientados al exterior.2) Aprovechar las tecnologías digitales para replantear las interacciones y experiencias.3) Ser más abiertas para establecer relaciones verdaderamente estratégicas y no en el último lugar, 4) Diseñar modelos de aprendizaje innovadores para prosperar a partir de la creación de valor compartido.

Este trabajo incluye un modelo de diseño guiado de un sistema de protección contra la corrosión de una estructura en alta mar.

2. OBJETIVO

Se trata de aprender a proyectar por medio de las siguientes actuaciones a realizar por los estudiantes: 1) leer atentamente la introducción teórica del tema; 2) conocer los datos necesarios, el modo de trabajo y la aplicación práctica; 3) realizar el diseño guiado en el cual siempre el primer cálculo está hecho por el profesor y los siguientes tienen que efectuarlos los alumnos.

Esta práctica consiste en el diseño guiado de un sistema de protección catódica por corriente impresa. Para realizar el diseño hay que:

- Leer con atención el texto explicativo de la situación práctica de la estructura a proteger.

- Efectuar los cálculos (hasta el punto 4 del apartado 5- Diseño guiado) en cada línea del proyecto donde hay solamente el resultado, siguiendo el ejemplo de cálculo para cada elemento componente del diseño, prestando atención a cada caso particular. El alumno apunta el resultado obtenido y comprueba si es igual con el que tienes al principio de cada línea.

- Utilizar el sistema internacional de unidades de medida.

- Aplicar en cada caso las condiciones requeridas de la tabla de datos.

- Controlar siempre los resultados obtenidos con los resultados datos para evitar los cálculos equivocados.

3. PARTE PRACTICA

3.1.- Introducción teórica.

El método de la protección por corriente impresa tiene como principio eldesplazamiento del potencial de corrosión hacia valores más bajos, mientras la velocidad de la reacción anódica disminuye, como se muestra en la Fig. 1. En el equilibrio, la velocidad de la reacción anódica es igual a la velocidad de la reacción catódica y el potencial de corrosión establecido tiene el valor E1. Si se polariza el metal de tal manera que la corriente catódica sea i2', la corriente anódica tendrá el valor i2 que es menor que i1, es decir disminuye la velocidad de corrosión del metal. En el mismo tiempo el potencial establecido es E2, menor que E1.

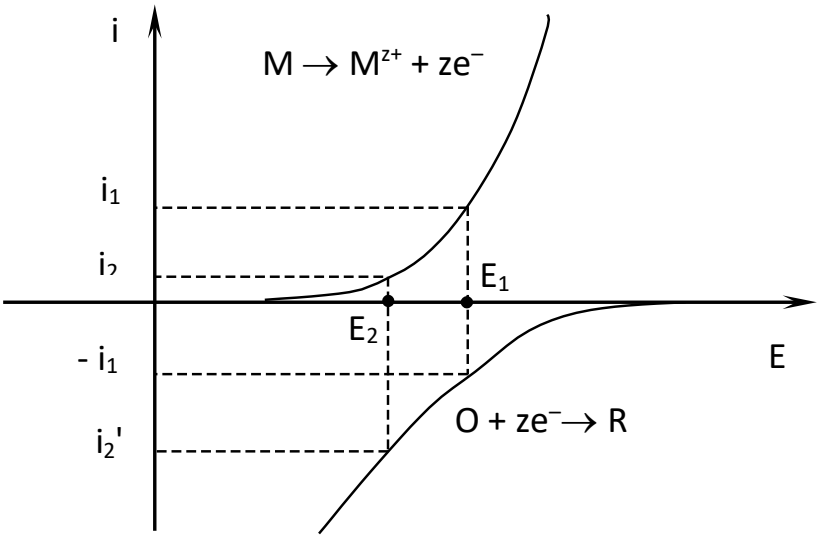

Fig. 1 El principio de la protección anódica por corriente impresa.

ISBN 978-84-09-35708-6

Este método necesita una fuente de corriente eléctrica, lo que aumenta el costo del método. El metal a proteger se conecta al polo negativo de la fuente de corriente mientras que al polo positivo se conecta otro metal sobre el cual tendrá lugar la reacción anódica (Fig. 2)

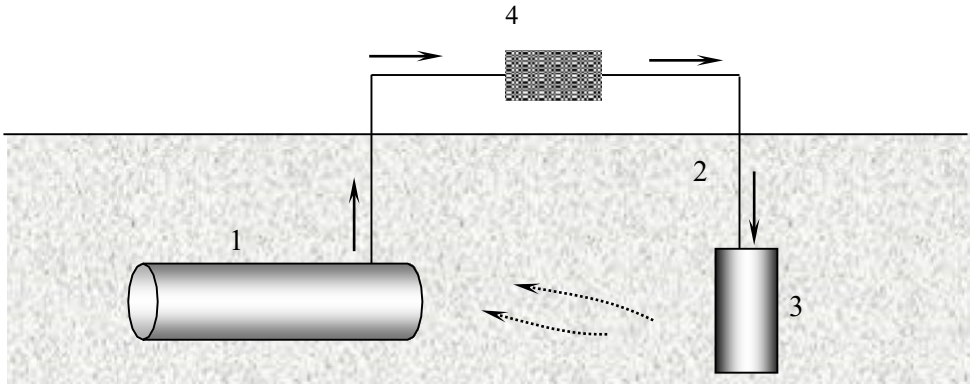

Fig. 2. Esquema de protección catódica por corriente impresa: 1) metal para proteger; 2) hilos eléctricos aislados; 3) ánodo; 4) fuente de corriente

El metal que actúa como ánodo debe tener una buena resistencia frente a lacorrosión [4]. Se usan ánodos de grafito, de metales preciosos, ánodos cerámicos, etc.

3.2.- Datos necesarios.

Tabla 1. Las densidades de corriente necesarias para acero cubierto y descubierto para el agua de mar en movimiento y estancada, y en las zonas de suelo.

Medio	Densidad de corriente, mA/m^2			
	Acero desnudo		**Acero recubierto**	
	Para polarizar	Para mantener	Para polarizar	Para mant ener
Agua de mar en movimiento	375	110	55	15
Agua de mar estancada	275	75	35	10
Suelo	55	15	10	5.5

3.3.- Aplicación práctica.

Una estructura de muelle de 9.15 m de ancho, que se extiende 61 m de la orilladel mar, es sostenida por 20 pilares en H conectados en grupos de 4 pilares. Cada pilar tiene 28 m de altura de los cuales 15.25 m estarán debajo de la zona de dragado, 9.15 m en la zona sumergida, 1.20 m en la zona de marea y 2.40 m en la zona atmosférica. El muelle está localizado en una bahía de agua salada en una zona fuertemente comercial e industrial donde hay contaminación de origen comercial, industrial y químico. Las muestras de agua tomadas en 3 localizaciones diferentes muestran una resistividad de 30 Ω·cm. Una decisión ha sido tomada para revestir los pilares con un revestimiento de 250 µm

de espesor de película seca y para aplicar protección catódica en forma de un sistema por corriente impresa. El sistema CP debeser diseñado para una expectativa de vida de 20 años. Las 10 abrazaderas y los 20 pilares en H tienen una superficie de 2.45 m^2 por metro lineal.

3.4.- Diseño guiado.

1. Cálculo de las áreas de acero expuestas a las zonas especificadas.

a) zona atmosférica.

$A_{atm} = L \cdot n \cdot A$

Donde: L - largo del pilar en la zona.

n - números de pilares.

A – área / m lineal.

$A_{atm} = 2.40 \cdot 20 \cdot 2.45 = 117.6\ m^2$

b) zona de marea.

$A_{marea} = 58.8\ m^2$

c) zona sumergida.

pilares $A_{sum\ 1} = 448.35\ m^2$

abrazaderas $A_{sum\ 2} = 224.18\ m^2$Asum = 672.53 m^2

d) zona de terreno.

$A_{suelo} = 747.25\ m^2$

2. Cálculos de los requisitos de corriente.

Observación 1. Se asume que hay un daño del revestimiento protector durante la instalación de: 5% en la zona de marea, 5% en la zona sumergida y 60% en la zona de terreno. Prácticamente el daño es menor, pero siempre se utiliza estos valores como valores extremos para evitar la insuficiencia.

Observación 2. En general hay dos tipos de requisitos de corriente: uno para polarizar inicialmente la estructura y otro, mucho más pequeño, para mantener la polarización. En la zona de marea, como las condiciones son inestables, hay que aplicar siempre la corriente de polarización (no se puede utilizar la corriente de mantención de la polarización porque esta no se puede mantener).

a) zona de marea.

Área del acero desnudo: $A_d = 58.8 \cdot 0.05 = 2.94\ m^2$

Área del acero revestido: $A_r = 58.8 \cdot 0.95 = 55.86\ m^2$

$I_{pol\ d} = 2.94 \cdot 375 = 1102.5$ mA = 1.1 A
$I_{pol\ r} = 55.86 \cdot 55 = 3072.3$ mA = 3 A
$I_{pol} = 1.1 + 3 = 4.1$ A
b) zona sumergida (efectuar los cálculos según la zona de marea):

$A_d = 33.63\ m^2$
$A_r = 638.90\ m^2$
$I_{pol\ d} = 12.6$ A
$I_{pol\ r} = 35.1$ A
$I_{pol} = 47.7$ A

Una vez la estructura polarizada, para mantener la polarización el requisito de corriente es:

$I_{man\ d} = 33.63 \cdot 110 = 3699.3$ mA = 3.7 A

 ISBN 978-84-09-35708-6

$I_{man\ r}$ = 9.6 A
I_{man} = 13.3 A

c) zona de terreno (efectuar los cálculos según la zona de marea):Ad = 448.35 m^2

A_r = 298.9 m^2
$I_{pol\ d}$ = 24.7 A
$I_{pol\ r}$ = 3 A
I_{pol} = 27.7 A
I_{man} = 8.3 A
Requisitos de corriente totales:

I_{pol} = 79.3 A
I_{man} = 25.7 A

3. Requisitos de corriente totales después de 20 años de servicio.

Se asuma un deterioro del recubrimiento de 2% por año en la zona de marea, 1% por año en la zona sumergida y 0.5% por año en la del suelo.

a) zona de marea después de 20 años.

- revestimiento intacto: 95%inicial – 20·2% deterioro = 55%

$I_{man\ d}$ = 58.8·0.45·375 = 9922.5 mA = 9.9 A
$I_{man\ r}$ = 58.8·0.55·55 = 1778.7 mA = 1.8 A
I_{man} = 9.9 + 1.8 = 11.7 A

b) zona sumergida después de 20 años (efectuar los cálculos según la zona de marea).

$I_{man\ d}$ = 18.5 A
$I_{man\ r}$ = 7.6 A
I_{man} = 26.1 A

c) zona de terreno después de 20 años (efectuar los cálculos según la zona de marea).

$I_{man\ d}$ = 7.9 A
$I_{man\ r}$ = 1.3 A

El requisito de corriente total es:

$I_{man\ 20}$ = 47 A

4. CONCLUSIONES

Este diseño guiado ha tenido muy buena aceptación por parte de los estudiantes del Grado en Ingeniería Mecánica. En la encuesta realizada, el 98.8% (494 alumnos de los 500 matriculados) han considerado que le ha sido muy útil, que les ha enseñado como utilizar la normativa de aplicación de la corriente y, además, el hecho de que a cada cálculo realizado tengan de antemano el resultado que tienen que obtener, les ha aumentado la confianza en ellos mismos a medida que conseguían lo mismo.

Con la aplicación de este diseño guiado, los alumnos han demostrado que son capacitados:

- para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad y razonamiento crítico
- para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- para aplicar los principios y métodos de calidad.

Los alumnos han hecho uso solvente de los recursos de información, gestionando la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de la protección contra la corrosión y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

También, los alumnos han detectado deficiencias en el propio conocimiento de la protección contra la corrosión y las han podido superar mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

5. BIBLIOGRAFIA

[1] Jesús Salinas, Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria, Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento, Vol.1, pp. 1-14. (2004).

[2] Arancibia, M. L., Cabero, J. y Marín, V., Creencias sobre la enseñanza y uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en docentes de educación superior. Formación universitaria, 13(3), 89-100. (2020) https://doi.org/10.4067/s0718- 50062020000300089.

[3] Tapia, H., Campaña, K. y Castillo, R., Análisis comparativo de las asignaturas tic en la formación inicial de profesores en Chile entre 2012 y 2018. Perspectiva Educacional, 59(1), 4-29. (2020) http://dx.doi.org/10.4151/07189729

[4] ASM Handbook Volume 13A: Corrosion: Fundamentals, Testing, and Protection, Editor: Stephen D. Cramer and Bernard S. Covino, Jr. (2003).

 ISBN 978-84-09-35708-6