

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: Corrosión y degradación de Materiales
Carrera: Ingeniería en Materiales
Clave de la asignatura: MAC – 0506
Horas teoría-horas práctica-créditos: 4 2 10

2.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Saltillo del 20 al 24 de Septiembre de 2004.	Representantes de las Academias de Ingeniería en Materiales de los Institutos Tecnológicos.	Reunión Nacional de Evaluación Curricular de la Carrera de Ingeniería en Materiales.
Institutos Tecnológicos de Chihuahua y Saltillo.	Academias de la carrera de Ingeniería en Materiales.	Análisis y enriquecimiento de las propuestas de los programas diseñados en la Reunión nacional de evaluación curricular.
Instituto Tecnológico de Zacatecas del 28 de Febrero al 4 de Marzo de 2005.	Comité de Consolidación de la Carrera de Ingeniería en Materiales.	Definición de los Programas de Estudio de la Carrera de Ingeniería en Materiales.

3.- UBICACIÓN DE LA ASIGNATURA

a). Relación con otras asignaturas del plan de estudio

Anteriores	
Asignaturas	Temas
Termodinámica	2ª ley de la termodinámica Energía libre
Fisicoquímica II	Equilibrio químico en sistemas homogéneos y heterogéneos Termodinámica de soluciones.
Física del estado sólido	Propiedades físicas de los materiales Defectos estructurales Difusión
Caracterización estructural	Microscopía óptica Técnicas de Difracción de rayos X Microscopía electrónica de barrido (MEB) Microscopía electrónica de transmisión (MET) Análisis Térmico
Materiales Cerámicos	Estructura cristalina de materiales cerámicos Cerámicos avanzados
Materiales Poliméricos	Propiedades de los polímeros

Posteriores	
Asignaturas	Temas

b). Aportación de la asignatura al perfil del egresado

- Controlar y optimizar las técnicas de protección de corrosión y degradación de materiales metálicos y no metálicos, además, proporciona los fundamentos para el desarrollo de nuevos materiales para incrementar la durabilidad de los mismos.

4.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO

Aplicará los fundamentos de la electroquímica a fin de optimizar los procesos de recubrimientos electrolíticos e identificará los diferentes mecanismos de corrosión para diseñar sistemas de control y protección contra la corrosión.

5.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Fundamentos de la corrosión	1.1 Definición 1.2 Naturaleza electroquímica 1.3 Tipos de corrosión 1.4 Determinación de la velocidad de corrosión
2	Termodinámica electroquímica y potencial de electrodo	2.1 Potenciales de electrodo 2.2 Diagramas de potencial/pH (Pourbaix) 2.3 Mediciones experimentales
3	Cinética electroquímica de la corrosión	3.1 Introducción 3.2 Polarización electroquímica 3.3 Teoría del potencial mixto 3.4 Curvas de polarización
4	Pasivación	4.1 Fundamentos y evaluación de la pasivación 4.2 Aplicaciones de polarización anódica potencioestática 4.3 Propiedades de películas pasivas
5	Métodos de polarización para medir la velocidad de corrosión	5.1 Extrapolación Tafel 5.2 Método de resistencia a la polarización 5.3 Métodos instrumentales para evaluar la resistencia a la polarización 5.4 Otros métodos para determinar la resistencia a la polarización

		5.5 Corrosión de un metal en un ácido 5.6 Comparación de las velocidades de corrosión para dos metales
6	Corrosión galvánica	6.1 Aspectos ingenieriles 6.2 Aspectos fundamentales 6.3 Mediciones experimentales 6.4 Determinación de la velocidad de corrosión galvánica 6.5 Celdas de concentración
7	Métodos de protección contra la corrosión	7.1 Recubrimientos e inhibidores 7.2 Protección catódica 7.3 Protección anódica 7.4 Selección y diseño de materiales
8	Degradación de cerámicos y polímeros	8.1 Degradación de cerámicos 8.2 Termodinámica de la corrosión de cerámicos 8.3 Descomposición térmica de cerámicos 8.4 Degradación térmica y UV de polímeros 8.5 Biodegradación de polímeros 8.6 Aplicaciones de polímeros resistentes a la corrosión 8.7 Métodos de análisis de degradación en cerámicos y polímeros

6.- APRENDIZAJES REQUERIDOS

- Equilibrio químico
- Soluciones
- Energía libre de Gibbs
- Defectos estructurales

7.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Visitas a diferentes tipos de empresas para recopilar información y desarrollar ejemplos prácticos.
- Talleres de solución de casos prácticos tanto en clase como en laboratorio.
- Sesiones grupales de discusión de conceptos.

- Investigación documental en diversas fuentes de información, revistas nacionales e internacionales.
- Ensayos e informes sobre investigaciones
- Solución de casos prácticos

8.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Ensayo e informes de investigaciones realizadas
- Exámenes escritos y orales
- Practicas de laboratorio y solución de casos prácticos
- Reportes de visitas
- Exposición individual y en grupo.

9.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1.- Fundamentos de la corrosión

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Aplicará los elementos esenciales de la corrosión electroquímica para el análisis de diversos casos de corrosión.	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar y exponer la importancia de la corrosión en los diversos materiales. • Aplicar los conceptos básicos de electrólisis, celdas electroquímicas y Ley de Faraday orientados a determinar la velocidad de corrosión. • Investigar y discutir los diferentes tipos de corrosión metálica y no metálica. 	3, 4, 5, 9, 12, 13, 14, 15, 16

Unidad 2.- Termodinámica electroquímica y potencial de electrodo

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Conocerá los conceptos, leyes y expresiones básicas de la electroquímica y la termodinámica	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los tipos de celdas electroquímicas y tipos de reacciones (espontáneas o no espontáneas). • Aplicar el concepto de potencial estándar y la ecuación de Nernst en 	3, 4, 5, 7, 8, 15, 16

<p>aplicada a los procesos de la corrosión.</p>	<p>los diferentes sistemas electroquímicos para evaluar la tendencia a la corrosión.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los diferentes electrodos de referencia para establecer el potencial de corrosión. • Construir y aplicar el diagrama de Paourbaix para diferentes materiales metálicos. 	
---	---	--

Unidad 3.- Cinética electroquímica de la corrosión

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
<p>Comprenderá los fundamentos de cinética electroquímica y los diagramas de polarización durante el proceso de corrosión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar la cinética de la electroquímica y su importancia en el proceso de corrosión. • Explicar los conceptos de densidad de corriente de intercambio, velocidad de corrosión y polarización para evaluar la velocidad de corrosión • Conocer e interpretar las curvas de polarización por concentración, por resistencia y por activación mediante las ecuaciones de Nernst y de Tafel y aplicarlas a la solución de problemas. • Exponer la teoría del potencial mixto para evaluar la velocidad de corrosión 	<p>3, 4, 5, 7 8, 15, 16</p>

Unidad 4.- Pasivación

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
<p>Evaluará el efecto de una película pasiva sobre la corrosión así como también su efecto con la concentración electrolítica y velocidad de agitación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Describir la curva de polarización de los metales que exhiben pasividad y los factores que las afectan • Investigar y discutir los fundamentos de la protección anódica para evaluar el efecto inhibitor • Explicar el mecanismo de reacción de evolución de hidrógeno para evaluar su efecto en el fenómeno de 	<p>5, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16</p>

	<p>pasivación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar la electroquímica en aleaciones activo-pasivo utilizando celdas de polarización. 	
--	---	--

Unidad 5.- Métodos de polarización para medir la velocidad de corrosión

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Cuantificará la velocidad de corrosión de diferentes sistemas utilizando técnicas electroquímicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar y discutir el método de extrapolación de Tafel y Resistencia a la polarización (RP). • Aplicar otras técnicas electroquímicas en la corrosión de electrodos en diferentes medios acuosos (EIS, ruido electroquímico, etc.). • Analizar los resultados experimentales de las diferentes técnicas electroquímicas para cuantificar la velocidad de corrosión en diferentes materiales metálicos. 	7, 8, 17

Unidad 6.- Corrosión galvánica

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Aplicará los fundamentos de corrosión galvánica para determinar la velocidad de corrosión de diferentes sistemas metálicos para su control.	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar los factores que afectan a las celdas de concentración. • Aplicar los aspectos ingenieriles de la corrosión galvánica por medio de ejemplos prácticos. • Cuantificar la velocidad de corrosión galvánica a través de técnicas electroquímicas. 	2, 5, 7, 8, 14, 15, 16

Unidad 7.- Métodos de protección contra la corrosión

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Conocerá y analizará los diferentes métodos para el control y protección contra la corrosión metálica.	<ul style="list-style-type: none">• Investigar y diferenciar los mecanismos electroquímicos de protección de la corrosión (corriente impresa y ánodos de sacrificio)• Investigar y analizar los diferentes tipos de recubrimientos usados para evitar y controlar la corrosión metálica• Investigar y explicar los diferentes tipos de inhibidores usados para evitar y controlar la corrosión metálica• Investigar y exponer la importancia del diseño y selección de materiales como método de control y prevención de la corrosión.	1, 2, 5, 7, 8, 13, 14, 15

Unidad 8.- Degradación de cerámicos y polímeros

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Conocerá y analizará las diferentes formas y mecanismos en que se presenta la degradación de los cerámicos y de los polímeros.	<ul style="list-style-type: none">• Investigar la termodinámica de la descomposición de los cerámicos• Investigar y explicar la degradación térmica, biodegradación y por UV de los polímeros• Investigar y analizar las aplicaciones de los polímeros resistentes a la degradación.• Investigar y comparar los métodos de control de degradación en cerámicos y polímeros.	10, 11

10.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Peabody, A.W. *Control of Pipeline Corrosion*. NACE International
2. Jones, Denny A. *Principles and Prevention of Corrosion*. Maxwell Macmillan International.
3. Villarreal Domínguez, Enrique, Bello de V., Silvia. *Electroquímica Parte 1*. ANUIES. Edicol.
4. Chatereau, J. *Corrosión Bacteriana*. Limusa.
5. González Fernández, J. A. *Control de la Corrosión Estudio y Medidas por Técnicas Electroquímicas*. Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
6. Morgan, John. *Cathodic Protection*. NACE.
7. Montoya J., Jorge Leonardo. *Corrosión y Control de la Corrosión*. Instituto Tecnológico de Delicias.
8. Pourbaix, Marcel. *Lectures on Electrochemical Corrosion*. Plenum Press.
9. Pourbaix, M. J. N. *Thermodynamics of Dilute Aqueous Solutions*. Edward Arnold & Co. London.
10. Askeland R., Donald y Phule Pradeep, P. *Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. Cuarta edición. Thomson.
11. Mangonon, Pat. L. *Ciencia de los Materiales: Selección y Diseño*. Prentice - Hall.
12. Scully, J. C. *The Fundamental of Corrosion*, 1973.
13. West, J. *Corrosión y Oxidación*, 1986.
14. Fontana, M. G. *Corrosion Engineering*, 1986.
15. Uhlig, H. H. *Corrosion and Corrosion Control*, 1971.
16. Corrosión. ASM *Hanbook* Vol. 13, 1995
17. Y. Meas, J. Uruchurtu, A. Martínez, F.M. Almeraya. *Técnicas electroquímicas para el control y estudio de la corrosión*.

11.- PRÁCTICAS

- 1 Electrólisis: Electrólisis del agua, agua salada y pilas voltaicas.
- 2 Leyes de Faraday: Determinar velocidad de despositación o disolución de un metal.
- 3 Determinación de potencial de electrodo. Usos y aplicaciones de los electrodos de referencia. Fabricar un electrodo de Cu/CuSO_4 .
- 4 Cinética. Velocidad de corrosión. Determinar la velocidad de corrosión de muestras expuestas en medios acuoso, salino, ácido, alcohol, gasolina, entre otros. Graficar en Excel, comparar y discutir los resultados.
- 5 Técnicas electroquímicas para evaluar la velocidad de corrosión en diferentes electrodos.