



---

**MAESTRÍA EN CIENCIAS**  
**EN**  
**ENERGÍA RENOVABLE**

**PLAN DE ESTUDIOS**

**Vigencia a partir del 1 de Febrero de 2008**

## **DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA**

Este programa es un programa de maestría, enfocado en la producción de energía renovable vía tecnología del hidrógeno y bioenergía. Es un programa de investigación, presencial, de tiempo completo, en el cual el alumno debe concluir con la defensa de una tesis realizada en una de las líneas de investigación: bioenergía o tecnología del hidrógeno. Tiene su sede en Mérida, Yucatán, México, en la Unidad de Energía Renovable del CICY; en este programa participan también profesores de otras unidades académicas del CICY (materiales, bioquímica y biología molecular de plantas, biotecnología y recursos naturales). Toda persona interesada en este programa deberá pasar por un proceso de admisión.

## **OBJETIVO**

El objetivo principal del programa académico es la formación de recursos humanos de alto nivel en el área de la energía renovable, que coadyuven al desarrollo sustentable, sea regional o nacional, de la industria energética, a través de un sólido ejercicio profesional, la docencia y actividades de investigación.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Formar profesionales altamente capacitados para el desarrollo de investigación original y de relevancia en la ciencia de la energía renovable, con especial atención en las áreas de bioenergía y tecnología del hidrógeno.
- Desarrollar en el estudiante una sólida formación teórica y una alta capacidad técnica y metodológica para el ejercicio académico profesional, así como las capacidades analíticas y críticas en las áreas de competencia del programa, de tal manera que su actividad profesional atienda las demandas de los sectores productivos, tanto privado como gubernamental, y contribuya a la formación de recursos humanos.
- Desarrollar en el estudiante habilidades que le permitan detectar áreas de oportunidad que coadyuven al desarrollo del país, a través del planteamiento e implementación de alternativas viables e innovadoras para la resolución de problemas en el área

de la energía renovable, específicamente en el desarrollo de nuevos procesos o procesos mejoradas para la producción de energía renovable vía biocombustibles o vía tecnología del hidrógeno; uso de materia prima; desarrollo de materiales de mejor desempeño; sustentabilidad de los procesos involucrados; y una reducción de costos de los sistemas para la producción de energía renovable.

**DIRIGIDO A:** Dado el carácter multidisciplinario del tema, este programa está dirigido a egresados de licenciatura en diferentes temas relacionados al área de energía; en general ciencias puras e ingenierías diversas, con un interés para desarrollarse en el área de la energía renovable, y capacidad para completar estudios de posgrado.

**DURACIÓN DEL PROGRAMA:** 4 semestres.

### **PERFIL DE INGRESO**

El alumno que desee ingresar a la maestría deberá contar con una licenciatura o Ingeniería en ciencias naturales (Química, Física, Biología, Bioquímica, Agronomía o áreas afines) o una carrera afín al posgrado. Deberá contar con capacidad para leer y comprender el idioma inglés, así como con interés en desarrollarse en el área de energía renovable.

### **PERFIL DEL EGRESADO**

El alumno egresado de la Maestría en Ciencias en Energía Renovable, contará con una sólida formación en el área de las energías renovables, particularmente en una de las líneas de investigación que se desarrollan en el CICY, como son biocombustibles y celdas de combustibles. Habrá adquirido habilidades y destrezas para diseñar, desarrollar e interpretar experimentos científicos, realizar desarrollos tecnológicos en concordancia al desarrollo sustentable; plantear soluciones a problemas en el área de energía renovable; e impartir cursos a nivel Licenciatura y Maestría. El egresado podrá incorporarse en los sectores público e industrial, así como podrá realizar la continuación de estudios a nivel doctorado.

## ACTIVIDADES ACADÉMICAS

La Maestría en Ciencias en Energía Renovable del CICY consta de 4 semestres, y se requiere un mínimo de 144 créditos (36 por semestre) para obtener el grado.

Las actividades académicas que se llevarán a cabo en la Maestría serán las siguientes:

- Los alumnos cursarán las asignaturas del plan de estudios de la Maestría (Tablas 1 y 2).
- Se cursarán cuatro semestres de 36 créditos cada uno, con base en una carga de trabajo de 40 horas semanales, con un total de 6 materias (42 créditos), 4 cursos de seminario de investigación (8 créditos) y 4 cursos de trabajo de investigación (94 créditos). El total del programa es de 144 créditos.
- Realizar un trabajo de investigación original (tesis) en alguna de las líneas de investigación del Posgrado.
- Presentar y defender su trabajo de tesis ante un jurado para obtener el grado de Maestro.

**Tabla 1.** Plan de Estudios de Maestría en Energía Renovable.

Semestre	Asignaturas	Créditos
I	3 asignaturas básicas	24
	Seminario de investigación I	2
	Trabajo de Investigación I	10
II	3 asignaturas optativas	18
	Seminario de investigación II	2
	Trabajo de Investigación II	16
III	Seminario de investigación III	2
	Trabajo de Investigación III	34
IV	Seminario de investigación IV	2
	Trabajo de Investigación IV	34
	Total	144

**Tabla 2.** Listado de Asignaturas\*.

Líneas de Investigación	Clave	Nombre de la asignatura	Horas totales		
			Aula	Independiente	Créditos
General	ER0101	Introducción a la energía renovable**	48	80	8
	ER0102	Fundamentos físicos**	48	80	8
	ER0103	Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable **	48	80	8
	ER0201	Climatología y cambio climático	48	48	6
	ER0202	Economía energética	48	48	6
	ER0203	Escalamiento y automatización de procesos	48	48	6
	ER0204	Tópicos selectos	48	48	6
	ER0106	Seminario de investigación I	16	16	2
ER0211	Seminario de investigación II	16	16	2	
Bio-combustibles	ER0104	Biotecnología aplicada a la bioenergía**	48	80	8
	ER0205	Manejo y aprovechamiento de residuos orgánicos	48	48	6
	ER0206	Biomasa y bioproduktividad	48	48	6
	ER0207	Biocombustibles	48	48	6
	ER0208	Biofísica molecular	48	48	6
Tecnología del hidrógeno	ER0105	Electroquímica**	48	80	8
	ER0209	Catálisis	48	48	6
	ER0210	Tecnología del hidrógeno y celdas de combustible	48	48	6

\*El alumno podrá cursar materias de otros programas de posgrado del CICY o de posgrado de otras instituciones, con la aprobación de su Comité Tutorial.

\*\* Asignaturas básicas, es necesario cursar tres de estas asignaturas durante el primer semestre

Plan de estudios del programa de Maestría en Ciencias (Energía Renovable)

PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO																																																																																																																																																																																																								
<table border="1"> <tr><td colspan="4">BASICA I</td></tr> <tr><td>HD</td><td>HI</td><td>TH</td><td>CR</td></tr> <tr><td>48</td><td>80</td><td>128</td><td>8</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td colspan="4">BASICA II</td></tr> <tr><td>HD</td><td>HI</td><td>TH</td><td>CR</td></tr> <tr><td>48</td><td>80</td><td>128</td><td>8</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td colspan="4">BASICA III</td></tr> <tr><td>HD</td><td>HI</td><td>TH</td><td>CR</td></tr> <tr><td>48</td><td>80</td><td>128</td><td>8</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td colspan="4">SEMINARIO DE INVESTIGACION I</td></tr> <tr><td colspan="4">ER0106</td></tr> <tr><td>HD</td><td>HI</td><td>TH</td><td>CR</td></tr> <tr><td>16</td><td>16</td><td>32</td><td>2</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td colspan="4">TRABAJO DE INVESTIGACIÓN I</td></tr> <tr><td colspan="4">ER0107</td></tr> <tr><td>HD</td><td>HI</td><td>TH</td><td>CR</td></tr> <tr><td>-----</td><td>160</td><td>160</td><td>10</td></tr> </table>	BASICA I				HD	HI	TH	CR	48	80	128	8	BASICA II				HD	HI	TH	CR	48	80	128	8	BASICA III				HD	HI	TH	CR	48	80	128	8	SEMINARIO DE INVESTIGACION I				ER0106				HD	HI	TH	CR	16	16	32	2	TRABAJO DE INVESTIGACIÓN I				ER0107				HD	HI	TH	CR	-----	160	160	10	<table border="1"> <tr><td colspan="4">OPTATIVA I</td></tr> <tr><td>HD</td><td>HI</td><td>TH</td><td>CR</td></tr> <tr><td>48</td><td>48</td><td>96</td><td>6</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td colspan="4">OPTATIVA II</td></tr> <tr><td>HD</td><td>HI</td><td>TH</td><td>CR</td></tr> <tr><td>48</td><td>48</td><td>96</td><td>6</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td colspan="4">OPTATIVA III</td></tr> <tr><td>HD</td><td>HI</td><td>TH</td><td>CR</td></tr> <tr><td>48</td><td>48</td><td>96</td><td>6</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td colspan="4">SEMINARIO DE INVESTIGACION II</td></tr> <tr><td colspan="4">ER0211</td></tr> <tr><td>HD</td><td>HI</td><td>TH</td><td>CR</td></tr> <tr><td>16</td><td>16</td><td>32</td><td>2</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td colspan="4">TRABAJO DE INVESTIGACION II</td></tr> <tr><td colspan="4">ER0212</td></tr> <tr><td>HD</td><td>HI</td><td>TH</td><td>CR</td></tr> <tr><td>-----</td><td>256</td><td>256</td><td>16</td></tr> </table>	OPTATIVA I				HD	HI	TH	CR	48	48	96	6	OPTATIVA II				HD	HI	TH	CR	48	48	96	6	OPTATIVA III				HD	HI	TH	CR	48	48	96	6	SEMINARIO DE INVESTIGACION II				ER0211				HD	HI	TH	CR	16	16	32	2	TRABAJO DE INVESTIGACION II				ER0212				HD	HI	TH	CR	-----	256	256	16	<table border="1"> <tr><td colspan="4">SEMINARIO DE INVESTIGACION III</td></tr> <tr><td colspan="4">ER0301</td></tr> <tr><td>HD</td><td>HI</td><td>TH</td><td>CR</td></tr> <tr><td>16</td><td>16</td><td>32</td><td>2</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td colspan="4">TRABAJO DE INVESTIGACION III</td></tr> <tr><td colspan="4">ER0302</td></tr> <tr><td>HD</td><td>HI</td><td>TH</td><td>CR</td></tr> <tr><td>-----</td><td>544</td><td>544</td><td>34</td></tr> </table>	SEMINARIO DE INVESTIGACION III				ER0301				HD	HI	TH	CR	16	16	32	2	TRABAJO DE INVESTIGACION III				ER0302				HD	HI	TH	CR	-----	544	544	34	<table border="1"> <tr><td colspan="4">SEMINARIO DE INVESTIGACION IV</td></tr> <tr><td colspan="4">ER0401</td></tr> <tr><td>HD</td><td>HI</td><td>TH</td><td>CR</td></tr> <tr><td>16</td><td>16</td><td>32</td><td>2</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td colspan="4">TRABAJO DE INVESTIGACION IV</td></tr> <tr><td colspan="4">ER0402</td></tr> <tr><td>HD</td><td>HI</td><td>TH</td><td>CR</td></tr> <tr><td>-----</td><td>544</td><td>544</td><td>34</td></tr> </table>	SEMINARIO DE INVESTIGACION IV				ER0401				HD	HI	TH	CR	16	16	32	2	TRABAJO DE INVESTIGACION IV				ER0402				HD	HI	TH	CR	-----	544	544	34
BASICA I																																																																																																																																																																																																											
HD	HI	TH	CR																																																																																																																																																																																																								
48	80	128	8																																																																																																																																																																																																								
BASICA II																																																																																																																																																																																																											
HD	HI	TH	CR																																																																																																																																																																																																								
48	80	128	8																																																																																																																																																																																																								
BASICA III																																																																																																																																																																																																											
HD	HI	TH	CR																																																																																																																																																																																																								
48	80	128	8																																																																																																																																																																																																								
SEMINARIO DE INVESTIGACION I																																																																																																																																																																																																											
ER0106																																																																																																																																																																																																											
HD	HI	TH	CR																																																																																																																																																																																																								
16	16	32	2																																																																																																																																																																																																								
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN I																																																																																																																																																																																																											
ER0107																																																																																																																																																																																																											
HD	HI	TH	CR																																																																																																																																																																																																								
-----	160	160	10																																																																																																																																																																																																								
OPTATIVA I																																																																																																																																																																																																											
HD	HI	TH	CR																																																																																																																																																																																																								
48	48	96	6																																																																																																																																																																																																								
OPTATIVA II																																																																																																																																																																																																											
HD	HI	TH	CR																																																																																																																																																																																																								
48	48	96	6																																																																																																																																																																																																								
OPTATIVA III																																																																																																																																																																																																											
HD	HI	TH	CR																																																																																																																																																																																																								
48	48	96	6																																																																																																																																																																																																								
SEMINARIO DE INVESTIGACION II																																																																																																																																																																																																											
ER0211																																																																																																																																																																																																											
HD	HI	TH	CR																																																																																																																																																																																																								
16	16	32	2																																																																																																																																																																																																								
TRABAJO DE INVESTIGACION II																																																																																																																																																																																																											
ER0212																																																																																																																																																																																																											
HD	HI	TH	CR																																																																																																																																																																																																								
-----	256	256	16																																																																																																																																																																																																								
SEMINARIO DE INVESTIGACION III																																																																																																																																																																																																											
ER0301																																																																																																																																																																																																											
HD	HI	TH	CR																																																																																																																																																																																																								
16	16	32	2																																																																																																																																																																																																								
TRABAJO DE INVESTIGACION III																																																																																																																																																																																																											
ER0302																																																																																																																																																																																																											
HD	HI	TH	CR																																																																																																																																																																																																								
-----	544	544	34																																																																																																																																																																																																								
SEMINARIO DE INVESTIGACION IV																																																																																																																																																																																																											
ER0401																																																																																																																																																																																																											
HD	HI	TH	CR																																																																																																																																																																																																								
16	16	32	2																																																																																																																																																																																																								
TRABAJO DE INVESTIGACION IV																																																																																																																																																																																																											
ER0402																																																																																																																																																																																																											
HD	HI	TH	CR																																																																																																																																																																																																								
-----	544	544	34																																																																																																																																																																																																								

Créditos Semestre 36  
 Total de Créditos 144  
 6 asignaturas (3 básicas y 3 optativas)  
 Las asignaturas optativas las selecciona el alumno con su Tutor

Asignaturas básicas

Asignaturas optativas

HD – Horas Docentes  
 HI – Horas Independientes  
 TH – Total de Horas  
 CR - Créditos  
 LGAC- Línea de generación y/o aplicación del conocimiento  
 B. Biocombustibles  
 TH. Tecnología del Hidrógeno  
 SHE. Sistemas Híbridos de Energía

BASICAS

LGAC	Clave	Asignatura	Horas		Créditos
			HD	HI	
-	ER0101	Introducción a la energía renovable	48	80	8
	ER0102	Fundamentos físicos	48	80	8
	ER0103	Medio ambiente y desarrollo sustentable	48	80	8
B	ER0104	Biología aplicada a la bioenergía	48	80	8
TH	ER0105	Electroquímica	48	80	8

OPTATIVAS

Listado de Asignaturas Optativas					
LGAC	Clave	Asignatura	Horas		Créditos
			HD	HI	
-	ER0201	Climatología y cambio climático	48	48	6
	ER0202	Economía energética	48	48	6
	ER0203	Escalamiento y automatización de procesos	48	48	6
	ER0204	Tópicos selectos	48	48	6
B	ER0205	Manejo y aprovechamiento de residuos orgánicos	48	48	6
	ER0206	Biomasa y bioproduktividad	48	48	6
	ER0207	Biocombustibles	48	48	6
	ER0208	Biofísica molecular	48	48	6
TH	ER0209	Catálisis	48	48	6
	ER0210	Tecnología del hidrógeno y celdas de combustible	48	48	6
	ER0204	Tópicos selectos: Impedancia electroquímica	48	48	6
SHE	ER0204	Tópicos selectos: Almacenamiento de energía	48	48	6
	ER0204	Tópicos selectos: Electrónica de potencia	48	48	6
	ER0204	Tópicos selectos: Sistemas híbridos térmicos	48	48	6



---

**MAESTRÍA EN CIENCIAS  
ENERGÍA RENOVABLE**

**Programas Analíticos de  
Materias**

**Título de la asignatura:****INTRODUCCIÓN A LAS ENERGÍAS RENOVABLES****Objetivo:**

Que el alumno adquiera conocimiento sobre las distintas fuentes alternativas de energía, su importancia, disponibilidad, tecnologías actuales y la integración de varias de ellas para formar sistemas de generación de energía.

**Horas clase:** 3 h por semana (48 h total)

**Horas independientes:** 5 h por semana (80 h total)

**Créditos:** 8 (128 horas al semestre)

**Temario detallado:**

1. Introducción.
  - 1.1 Fuentes actuales de energía.
  - 1.2 Problemática actual de la generación de energía.
  - 1.3 La importancia de las energías renovables.
2. Energía Solar
  - 2.1 Solar térmica
  - 2.2 Solar fotovoltaica
3. Generación Eólica
4. Hidráulica y mareomotriz
5. Geotérmica
6. Biomasa
  - 6.1 Tipos de biomasa
  - 6.2 Procesos para la generación de energía a partir de biomasa
  - 6.3 Beneficios e impactos ambientales
  - 6.4 Nuevas tecnologías y perspectivas
7. Energía nuclear
8. Hidrógeno como vector de energía
9. Integración de sistemas de energía

**Bibliografía:**

1. "Renewable Energy for a Sustainable Future" Godfrey Boyle, Ed. Oxford University Press. UK 1998.
2. Artículos científicos recientes relacionados con los distintos temas de la material.

**Método de calificación:**

La calificación se basará en las tareas realizadas por el alumno, los resultados de 2 exámenes y un proyecto final teórico de integración de dos o más fuentes alternas de energía. La escala de calificación será 0 a 100.

**Título de la asignatura:****FUNDAMENTOS FÍSICOS****Objetivo:**

Dar al alumno una base de los conceptos físicos involucrados en la generación de energía renovable.

**Horas clase:** 3 por semana (48 al semestre)

**Horas independientes:** 5 por semana (80 al semestre)

**Créditos:** 8 (128 horas al semestre)

**Temario detallado:**

1. Electricidad
  - 1.1. Fundamentos
  - 1.2. Potencial y Corriente DC
  - 1.3. Corriente AC e Impedancia
  - 1.4. Circuitos electrónicos
  - 1.5. Ecuaciones de Maxwell
2. Física del estado sólido
  - 2.1. Estructura de cristales
  - 2.2. Modelos del electrón libre y casi libre
  - 2.3. Teoría de bandas
  - 2.4. Semiconductores
3. Termodinámica
  - 3.1. Calor y trabajo
  - 3.2. Leyes de la termodinámica
  - 3.3. Ciclos de potencia
  - 3.4. Termodinámica de soluciones

**Bibliografía:**

1. Introduction to Solid State Physics, C. Kittel, 8th Edition, ed. Wiley, 2004, ISBN 978047141526  
-8
2. Introducción a la termodinámica en ingeniería química, 5ª Ed. Ed. Mc Graw Hill 1997, ISBN 970-10-1333-6

**Método de calificación:**

La calificación será otorgada en una escala de 0 a 100 a base de tres exámenes, y de diversas tareas realizadas por los alumnos.

**Título de la asignatura:****MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE****Objetivo:**

El reto y objetivo principal de este curso es consolidar en los alumnos la visión apropiada para afrontar los nuevos retos del siglo XXI y promover el cambio en el rumbo del planeta encaminados hacia la sustentabilidad.

**Horas clase:** 3 h semanales (48 h al semestre)

**Horas independientes:** 5 h semanales (80 h al semestre)

**Créditos:** 8 (128 horas por semestre)

**Temario detallado:**

1. El pensamiento económico y el sistema natural
  - 1.1. Relación hombre naturaleza como fenómeno social
  - 1.2. Crecimiento y subdesarrollo
  - 1.3. Desarrollo sustentable (enfoque ecologista, intergeneracional, económico, sectorial).
  - 1.4. El sistema natural y su utilización social
2. Medio ambiente, subdesarrollo y dependencia
  - 2.1. Dependencia y ruptura de la relación sociedad-medio ambiente
  - 2.2. Industrialización, medio ambiente y dependencia
3. Los recursos naturales y la población
  - 3.1. Crecimiento poblacional y abundancia en mano de obra (dinámica poblacional)
  - 3.2. El uso de la naturaleza y su degradación
  - 3.3. Escasez: concepto y medición
  - 3.4. La tierra y los recursos alimentarios
  - 3.5. Renovabilidad y gestión del sistema natural
  - 3.6. Recursos hídricos, forestales, minerales
  - 3.7. Nociones de economía de los recursos renovables
4. Ecología e Impacto ambiental
  - 4.1. Ambiente Urbano y control de la contaminación
  - 4.2. Energía sustentable
  - 4.3. Desarrollo Sustentable y Estudio de Impacto Ambiental (EIA)
  - 4.4. El EIA como instrumento de gestión ambiental
  - 4.5. Proyectos
  - 4.6. Atributos ambientales en EIA, físicos, biológicos, sociales
  - 4.7. Método y técnicas de EIA

**Bibliografía:**

1. "Medio ambiente y desarrollo sostenible". P. Bifani. Editorial IEPALA 1999.
2. "Choosing Environmental Policy Tools: Theoretical Cautions and Practical Considerations". Philip T. Powell, Clifford S. Editorial Russell. 1996.

**Método de calificación:**

La calificación será otorgada en una escala de 0 a 100 a base de tareas realizadas por el alumno así como ensayos.

## CLIMATOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

### OBJETIVO GENERAL

Que los alumnos analicen los principios teóricos y prácticos básicos de la climatología y otras ciencias atmosféricas dando énfasis a las tendencias actuales. Conocer y analizar los escenarios actuales hacia el cambio climático.

**Horas clase:** 3 por semana (48 al semestre)

**Horas independientes:** 3 horas por semana (48 al semestre)

**Créditos:** 8 (96 horas al semestre)

### Temario detallado

1. Introducción
  - 1.1. Concepto de climatología, meteorología y aerología. Breve historia del desarrollo de tales disciplinas. (1.5 h)
  - 1.2. Composición de la atmósfera y su posible evolución. Las escalas en el clima: megaclima, macroclima, mesoclima, clima local y microclima. (1.5 h)
  - 1.3. Las estaciones del año como consecuencia de los movimientos de traslación y rotación. (1.5 h)
2. Factores climáticos:
  - 2.1. Latitud, altitud, relieve y orografía, continentalidad. (1.5 h)
  - 2.2. Circulación de la atmósfera: celdas, anticiclones, ciclones, corrientes marítimas, El Niño y La Niña. (1.5 h)
3. Elementos climáticos:
  - 3.1. Temperatura. Relaciones con la latitud y altitud. Distribución de la temperatura. (1.5 h)
  - 3.2. Presión atmosférica y viento dominante. Relación con la temperatura, altitud y la circulación de la atmósfera. (1.5 h)
  - 3.3. Humedad y nubosidad. Relación con la circulación de la atmósfera. Condensación y precipitación. Regímenes de lluvia y su distribución. Visibilidad dominante. (1.5 h).
4. Las clasificaciones climáticas mundiales:
  - 4.1. Empíricas. (1.5 h)
  - 4.2. Genéticas. (1.5 h)
5. Los climas de México:
  - 5.1. Clasificación climática (3 h)
  - 5.2. Regiones climáticas. (1.5 h)
6. Distribución de los seres vivos en relación con el clima y bioclimatología (3 h.)
7. ¿Qué es el cambio climático? Agenda 21 y Protocolo de Kyoto (3 h)
8. Sensibilidad:
  - 8.1. Cambio climático natural. Cambio climático antropogénico. Escalas de tiempo del cambio climático. Posibles repercusiones en México. (1.5 h)
  - 8.2. Algunos ciclos naturales en la atmósfera: el ciclo del agua, carbono, del nitrógeno, azufre. (1.5 h)
  - 8.3. Emisiones. Inventarios de gases (1.5 h)
  - 8.4. Señales del cambio climático
  - 8.5. Pérdida de sincronía de los ecosistemas (1.5 h)
  - 8.6. El Niño y La Niña (1.5 h)

- 8.7. Los deshielos y el aumento del nivel del mar
- 8.8. Fenómenos hidrometeorológicos
- 9. Vulnerabilidad:
  - 9.1. Plantas y cambio climático
  - 9.2. Agricultura y calentamiento antropogénico (1.5 h)
  - 9.3. Cambio climático y colapsos sociales
  - 9.4. Salud y calentamiento global (1.5 h)
  - 9.5. Vulnerabilidad en América Latina (1.5 h)
  - 9.6. Vulnerabilidad de las actividades industriales (1.5 h)
- 10. Adaptación y Mitigación
  - 10.1. El destino del CO<sub>2</sub>- almacenamiento (1.5)
  - 10.2. El destino de los otros gases de invernadero (1.5 h)
  - 10.3. El destino del océano y la mitigación (1.5 h)
  - 10.4. Los modelos Generales de circulación atmosférica de cambio climático.
- 11. Escenarios de cambio climático.
  - 11.1. Los escenarios de cambio climático y su utilidad. (3 h)

### Bibliografía

1. "Elementos de meteorología y climatología" T. Ayllón, Ed. Trillas. México 2003.
2. "Ecological Climatology. Concepts and applications". G. Bonan, Cambridge University Press. Cambridge. UK 2002.
3. "Observar el tiempo" W. J. Burroughs, B. Crowder, T. Robertson, E. Vallier-Talbot, R. Whitaker. Ed. Planeta. Barcelona 1996.
4. "Agua, medio ambiente y Sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México" J. Carabias, R. Landa, UNAM, El Colegio de México, Fundación Gonzalo Río Arronte. México. 2005.
5. "Los efectos del fenómeno El Niño en México" E. Escobar Briones, M. Bonilla, A. Badán, M. Caballero, A. Winckell. CONACYT. México. 1997-1998.
6. "Agroclimatología Cuantitativa de cultivos" D. F. Campos Aranda. Ed. Trillas. México 2005.
7. "Global Carbon Project. Science Framework and Implementation", J.G. Canadell, R. Dickinson, K. Hibbard, M. Raupach, O. Young. Earth System Science Partnership (IGBP, IHDP, WCRP, DIVERSITAS) Report No 1; Global Carbon Report No 1. Canberra. (eds.) 2003.
8. "Avances de México en materia de cambio climático 2001-2002", A. Fernández, B. J. Martínez (coordinadores), P. Osnaya (compiladora) SEMARNAT-INE. México 2003.
9. "Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen". Enriqueta García, Instituto de Geografía UNAM. México 2004.
10. "Apuntes de Climatología" E. García de Miranda, Edición Particular. México 1989.
11. "Preliminary National Inventory of Greenhouse Gas: Mexico" C. Gay, L.G. Ruiz-Suárez, M. Imaz, J. Martínez (eds). INE, UNEP, U.S. Country Studies Program. Mexico 1995.
12. "México: Una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México" C. Gay- García (compilador). Editorial Toffer- SEMARNAP- UNAM. México 1999.
13. "Los ciclones tropicales de México. Temas Selectos de Geografía de México" M. E. Hernández Cerda (coordinadora). Instituto de Geografía, UNAM y Plaza y Valdés Eds. México 2001.
14. "Warm Climates in Earth History". B. T. Huber, K. G. Macleod, S.L. Wing. Cambridge University Press. Cambridge 2000.

15. "Mesomicroclima de la Ciudad de México" E. Jáuregui O. UNAM, Instituto de Geografía. México 1971.
16. "Desastres Naturales en América Latina". J. Lugo Hubp, M. Inbar. Fondo de Cultura Económica. México 2002.
17. "Los impactos de El Niño en México" Víctor O. Magaña. UNAM, IAI, SEP-CONACYT. México 1999.
18. "Cambio climático: una visión desde México". J. Martínez, A. Fernández B. (compiladores), SEMARNAT-INE. México 2004.
19. "Climatología" A. Miller, Ed. Omega. Barcelona 1975...
20. "Tropical Climatology. An Introduction to the climates of the Low Latitudes". G. R. McGregor, S. Nieuwolt. John Wiley & Sons. Chichister 1998
21. "Climatology. An Atmospheric Science" J. E. Oliver, J. J. Hidore. Prentice Hall. Upper Saddle River 2002.
22. "Enriqueta garciae Antología" R. Orellana, R. Vidal (eds). CICY, Instituto de Geografía- UNAM. México 2005.
23. "After the Ice Age" E. C. Pielou. The University of Chicago Press. Chicago & London 1991.
24. "Climate Change and Global Crop Productivity" K.R. Reddy, H.F. Hodges. CABI Publishing. Oxon & New York 2000.
25. "Introducción a la Meteorología" S. Reyes Coca. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali. 2001.
26. "Biogeochemistry an analysis of global change" W. Schlesinger. Academia Press. San Diego 1991.
27. "Microclimate vegetation and fauna" P. Stoutjesdijk, J.J. Barkman. Opulus Press A.B. Uppsala 1992.
28. "Agrometeorología" E. Torres Ruiz., Ed. Trillas- Universidad Antonio Narro. México 1995.
29. "Algunas relaciones Clima- Cultivos en el Estado de Morelos" R. Vidal Zepeda. UNAM, Instituto de Geografía. México 1980.
30. "Las regiones climáticas de México" R. Vidal Zepeda. Instituto de Geografía, UNAM. México 2005.
31. "Zonas de vegetación y clima" H. Walter. Ed. Omega, Barcelona 1977.
32. "The Regional Impacts of Climate Change. An Assessment of Vulnerability." R.T. Watson, M.C. Zinyowera, R.H. Moss, D.J. Dokken. Cambridge University Press. Cambridge 1998.

### **Método de calificación**

El curso será impartido mediante exposición de los temas por parte de los profesores, sesiones prácticas y discusión, así como presentación de artículos por parte de los alumnos.

**Título de la asignatura:****ECONOMÍA ENERGÉTICA****Objetivo:**

Proporcionar al alumno los conocimientos básicos de la ciencia económica aplicados al análisis del sector energético.

**Horas clase:** 3 por semana (48 h total)

**Horas independientes:** 3 por semana (48 h total)

**Créditos:** 6 (96 horas por semestre)

**Temario detallado:**

1. Principios básicos de economía
  - 1.1. Escasez y elección
  - 1.2. Tipos de sistemas económicos
  - 1.3. Conceptos oferta y demanda
  - 1.4. Principales indicadores económicos
2. Introducción a la economía energética.
  - 2.1. Fuentes de energía
  - 2.2. Relación entre energía y economía
  - 2.3. Aspectos económicos de la producción, distribución y consumo de recursos energéticos.
3. El sector energético en la economía mundial
  - 3.1. El comercio mundial de hidrocarburos y el rol de la OPEP
  - 3.2. Economía de otras fuentes energéticas (Bioenergía)
  - 3.3. Alcances y retos de las fuentes de energía renovables en la economía Mexicana

**Bibliografía:**

1. "Solar Revolution: The Economic Transformation of the Global Energy Industry" T. Bradford., MIT Press. UK 2006
2. "Recourses wars, the new landscape of global conflict" M. T. Klare, Metropolitan Books, New York, 2001.
3. "Principios de economía" N. G. Mankiw., Edición 2a ed. McGraw-Hill, 2002.
4. "La economía del hidrógeno" J. Rifkin, Editorial Paidós, Barcelona 2007
5. "Energy autonomy: the economic, social and technological case for renewable energy" H. Scheer. EarthScan 2007.
6. "The collapse of complex societies" J. Tainter. Cambridge University Press, Cambridge, 1990.

**Método de calificación:**

La calificación será otorgada en una escala de 0 a 100 a base de tareas realizadas y la participación en los debates.

**Título de la asignatura:****ESCALAMIENTO Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS.****Objetivo:**

Proporcionar al alumno los conocimientos básicos para poder realizar proyectos que impliquen el aumento de capacidad de un proceso relacionado con la producción de biocombustibles así como el mejoramiento del control de los procesos actuales mediante la automatización y simulación de los mismos.

**Horas clase:** 3 h semanales h (48 h al semestre)

**Horas independientes:** 3 h semanales h(48 h al semestre)

**Créditos:** 6 h (96 h por semestre)

**Temario detallado:****Temario detallado:**

1. Análisis del cambio de escala.
  - 1.1. Factibilidad Técnica
  - 1.2. Factibilidad Económica
  - 1.3. Consecuencias del cambio de escalas
2. Métodos de Escalamiento
  - 2.1. Teoría de la Similitud
  - 2.2. Criterios de escalamiento
  - 2.3. Análisis Dimensional
  - 2.4. Diseño de reactores (geometría, balances de masa y energía)
  - 2.5. Herramientas para el escalamiento (software)
3. Instrumentación y Control
  - 3.1. Sensores y Actuadores
  - 3.2. Teoría del control (Objetivo y Técnicas)
4. Automatización.
  - 4.1. Principios de la Automatización (Tecnología)
  - 4.2. Autómatas programables (PLC)
5. Simulación
  - 5.1. Modelos matemáticos
  - 5.2. Validación del modelo

**Bibliografía:**

1. "Scaleup of chemical processes: conversion from laboratory scale tests to successful commercial size design" A. Bisio, R. L. Ed: J. Wiley, New York, 1985
2. "Scale-up in chemical engineering" M. Zlokarnik, Ed: Wiley-VCH, Weinheim, 2002,

**Método de calificación:**

La calificación será otorgada en una escala de 0 a 100 a base de tareas realizadas por el alumno así como ensayos.

**Título de la asignatura:**

### **TÓPICOS SELECTOS**

**Objetivo:**

El objetivo de esta materia es el actualizar los conocimientos y habilidades de los alumnos en un campo emergente o de nuevo interés que se relacione con su trabajo de investigación. La selección de este curso la realizará el alumno con el visto bueno de su tutor.

**Horas clase:** 3 horas semanales (48 h total)

**Horas independientes:** 3 horas semanales (48 h total)

**Créditos:** 6 (96 horas al semestre)

**Temario detallado:**

El temario estará definido por el profesor que imparta el curso.

**Bibliografía:**

La bibliografía se basará principalmente en artículos científicos recientes seleccionados por el profesor del curso.

**Método de calificación:**

Evaluación: escala de 0 a 100, según los exámenes o tareas asignados por el profesor del curso.

**Título de la asignatura:****BIOTECNOLOGÍA APLICADA A LA BIOENERGÍA****Objetivo:**

Proporcionar al alumno los conocimientos básicos para combinar los principios de la ingeniería con los procesos biológicos, con el objetivo de aplicarlos para la generación integral de combustibles.

**Horas clase:** 3 h semanales (48 h al semestre)

**Horas independientes:** 5 h semanales (80 al semestre)

**Créditos:** 8 (128 horas por semestre)

**Temario detallado:**

1. Introducción a la Biotecnología de Biocombustibles.
  - 1.1. Conceptos: biotecnología, biocombustibles, bioprocesos
  - 1.2. Procesos biotecnológicos químicos y medioambientales
2. Aplicación tecnológica de microorganismos
  - 2.1. Tipos de microorganismos (levaduras, hongos, bacterias y microalgas)
  - 2.2. Cultivo de microorganismos
  - 2.3. Cinética (de crecimiento, inhibitoria, decaimiento endógeno, balances de masa, de materia)
  - 2.4. Interacción entre especies
3. Enzimología y Biocatálisis
  - 3.1. Fundamentos (aspectos estructurales y funcionales)
  - 3.2. Ingeniería metabólica (ciclos metabólicos)
  - 3.3. Enzimología industrial (tipos y origen de las enzimas)
  - 3.4. Aplicaciones enzimáticas
4. Procesos de Fermentación
  - 4.1. Etapas de la fermentación (preparación de inóculo y substrato, fermentación, recuperación del producto, disposición de residuos)
  - 4.2. Fermentación aerobia y anaerobia
  - 4.3. Balances de masa y energía
5. Biorreactores y aplicación
  - 5.1. Tipos de biorreactores (tanque agitado, airlift, membrana)
  - 5.2. Proceso batch, continuo, semicontinuo, feedback, etc.
  - 5.3. Instrumentación y control.

**Bibliografía:**

1. "Ingeniería Bioquímica" R. Quintero, Ed: Alhambra, México. 1993
2. "Industrial Microbiology" L.E. Casida Jr., Ed: John Wiley & sons, New York 1964.

3. "Microbial Technology" H.J. Pepler y D. Perlman, Ed: Academia Press Ltd. London. 1989,
4. "Biochemistry" A. Lehninger, Ed: Worth Publishers Inc. New York 1975,

**Método de calificación:**

La calificación será otorgada en una escala de 0 a 100 a base de tareas realizadas por el alumno así como ensayos.

**Título de la asignatura:****MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS****Objetivo:**

Proporcionar al alumno los conocimientos básicos para combinar los principios de la ingeniería con los procesos de gestión integral de residuos y recuperación de energía.

**Horas clase:** 3 h semanales (48 h al semestre)

**Horas independientes:** 3 h semanales (48 h al semestre)

**Créditos:** 6 (96 horas al semestre)

**Temario detallado:**

1. Evolución de la gestión de residuos y tendencias legislativas
  - 1.1. Residuos, una consecuencia de la vida
  - 1.2. Generación de residuos en una sociedad tecnológica
  - 1.3. Desarrollo y gestión integral de residuos
  - 1.4. Legislación ambiental vigente
  
2. Orígenes, tipos y composición de los residuos
  - 2.1. Determinación de la composición (aforo, caracterización)
  - 2.2. Tipos de materiales recuperados y tecnologías de procesamiento
  - 2.3. Propiedades físicas, químicas y biológicas de los residuos
  - 2.4. Cambios futuros en la composición de los residuos
  
3. Manejo y tecnologías de conversión
  - 3.1. Operaciones físicas, químicas y biológicas unitarias
  - 3.2. Conversión térmica
  - 3.3. Conversión biológica y química
  - 3.4. Reciclaje de materiales
  
4. Recuperación de energía e implantación de alternativas de gestión de residuos
  - 4.1. Procesos biológicos anaerobios
  - 4.2. Dispositivos electroquímicos
  - 4.3. Cogeneración de electricidad y Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)
  - 4.4. Planificación en la gestión de residuos

**Bibliografía:**

1. "Gestión integral de residuos sólidos". G. Tchobanoglous, H. Theisen and S. Vigil Volumen I y II. Editorial McGraw-Hill 2000.
2. "Ingeniería de aguas residuales". Metcalf and Eddy. Volumen I y II. Editorial McGraw- Hill 1998.
3. "Ingeniería Ambiental". G. Kiely. Editorial McGraw-Hill 1999.

**Método de calificación:**

La calificación será otorgada en una escala de 0 a 100, con el 70% de 2 exámenes y el 30% de trabajos y presentaciones

**Título de la Asignatura:****BIOMASA Y BIOPRODUCTIVIDAD****Objetivo:**

- a) Proporcionar al estudiante los conocimientos básicos del flujo de la energía en los sistemas naturales, la forma en que la energía es almacenada y transferida en los entes biológicos y la concepción de la biomasa como fuente de energía.
- b) Que el estudiante conozca y entienda los principios básicos de estructura, función y comportamiento de la biomasa vegetal, conozca los tipos de cultivos energéticos que existen hoy en día, sus ventajas e inconvenientes, así como entender los diferentes sistemas de producción y evaluar los recursos de biomasa de los que se dispone en una zona determinada para un uso sustentable de los recursos naturales durante la obtención de energía.

**Horas clase:** 3 h semanales (48 h al semestre)

**Horas independientes:** 3 h semanales (48 h al semestre)

**Créditos:** 6 (96 h semestrales)

**Temario detallado**

1. Introducción
  - 1.1. Conceptos generales de la biomasa
  - 1.2. Niveles de organización de la materia
  - 1.3. Cosecha de la energía solar y cadena trófica
2. El medio ambiente y las plantas
  - 2.1. Clima
  - 2.2. Suelo
  - 2.3. Agua
  - 2.4. Interacción agua-suelo-planta
3. Fundamentos biológicos de la biomasa
  - 3.1. La célula y sus organelos
  - 3.2. La planta (Estructura y función)
  - 3.3. Adaptación de las plantas al ambiente
4. Fisiología y bioquímica de la biomasa
  - 4.1. Asimilación de Carbono y metabolismo
  - 4.2. Cloroplasto y Fotosíntesis
  - 4.3. Respiración
5. Principios básicos del cultivo de plantas
  - 5.1. Sistemas de cultivo agrícola y forestales
  - 5.2. Bioproduktividad y fotosintátos
  - 5.3. Mediciones de la bioproduktividad
6. Cultivos energéticos
  - 6.1. Generalidades y clasificación
  - 6.2. Oleaginosas
  - 6.3. Cereales y Pastos
  - 6.4. Forestería

**Bibliografía:**

1. Gallagher, P., Dikeman, M., Fritz, J., Wailes, E., Gauthier, W., & Shapouri, H. (April 2003b). Biomass from crop residues: Some social cost and supply estimates for U.S. crops. *Environmental and Resource Economics*, 24, 335-358.
2. Lincoln Taiz and Eduardo Zeige 2006. *Plant Physiology*, Fourth Edition. Sinauer Edit. 705 P.
3. Campbell. C. R., and C. O. Plank. 1998. Preparation of plant tissue for laboratory analysis. In: *Handbook of reference methods for plant analysis*. Kalra, Y. P (Ed.). Soil and Plant Analysis Council, Inc. CRC Press. Boca Raton, Boston, London, New York, Washington, D.C. Pp. 42-47.
4. Etchevers, J. D. 1981. *Análisis químico de plantas*. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
5. Piper, C. S. 1944. *Soil and plant analysis*. Interscience Publishers, Inc. New York, USA.
6. Ortega P., R. et al. 2000. Recursos fitogenéticos autóctonos. In: recursos fitogenéticos de México para la alimentación y la agricultura. Informe nacional. Ramírez et al. (eds.) SNICS-SOMEFI. pp. 27-50.
7. Evans, L. T. 1993. *Crop evolution, adaptation and yield*. Cambridge University Press. pp. 62-112.
8. Harlan, J. R. 1992. *Crops and man*. American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wis. P 35.

**Método de Calificación:**

La calificación será otorgada en una escala de 0 a 100 a base de exámenes, tareas realizadas por el alumno tipo ensayo, trabajos de investigación y exposiciones en clase.

**Título de la asignatura:****BIOCOMBUSTIBLES.****Objetivo:**

Proporcionar al alumno los conocimientos básicos para producir con métodos biotecnológicos combustibles de fuentes renovables de una manera sustentable al medio ambiente.

**Horas clase:** 3h semanales (48 h al semestre)

**Horas independientes:** 3 h semanales (48 h al semestre)

**Créditos:** 6 (96 horas al semestre)

**Temario detallado:**

1. Producción biológica de energía.
  - 1.1. Energía y ambiente.
  - 1.2. Fotosíntesis y biomasa.
  - 1.3. Mecanismos fotosintéticos.
  - 1.4. Biotecnología aplicada a la tecnología energética.
2. Producción de etanol como combustible a partir de biomasa celulósica.
  - 2.1. Producción de celulosa.
  - 2.2. Sacarificación de residuos celulósicos.
  - 2.3. Fermentación.
  - 2.4. Producción de alcohol en una planta piloto.
3. Producción de metano.
  - 3.1. Fermentación de metano, aspectos biológicos y consorcios microbianos.
  - 3.2. Biología molecular de metanógenos.
  - 3.3. Desarrollo de la tecnología de biorreactores.
4. Producción de hidrógeno.
  - 4.1. Introducción.
  - 4.2. Biofotólisis en microalgas y cianobacterias.
  - 4.3. Hidrógeno desde compuestos orgánicos.
  - 4.4. Mejoramiento de la capacidad de producción de hidrógeno mediante ingeniería genética.
  - 4.5. Investigación y desarrollo en la producción biológica de hidrógeno.
5. Producción de biodiesel.
  - 5.1. Introducción (ley, ventajas, desventajas)
  - 5.2. Producción a partir de cultivos agrícolas.
  - 5.3. Producción a partir de residuos de aceites vegetales.
  - 5.4. Producción a partir de cultivos de microalgas.
  - 5.5. Uso de Biocatalizadores
6. El futuro de la producción biológica de energía alterna renovable.
  - 6.1. Criterios de sustentabilidad
  - 6.2. Conclusiones y perspectivas.

**Bibliografía:**

1. "Basic Biotechnology" J. Bu'Lock y B. Kristiansen Ed: Academia Press Ltd. London 1989
2. "La Bioenergía en México" O. Cerutti. Ed: Mundi-Prensa, México 2006
3. "Basic Biotechnology" J. Bu'Lock y B. Kristiansen. Ed: Academia Press Ltd. London 1989.
4. "Biofuels for Fuel Cells" P. Lens (edt); P. Westermann (edt); M. Haberbauer (edt); A. Moreno (edt). Ed IWA publishing, USA 2005

**Método de calificación:**

La calificación será otorgada en una escala de 0 a 100 a base de tareas realizadas por el alumno así como ensayos.

**Título de la asignatura:**
**BIOFISICA MOLECULAR**

**Objetivo:** Presentar al alumno la información básica molecular de procesos biológicos selectos de utilidad al área bioenergética.

**Horas clase:** 3 h semanales (48 h al semestre)

**Horas independientes:** 3 h semanales (48 h al semestre)

**Créditos:** 6 (96 h al semestre)

**Temario detallado:**

1. Termodinámica básica
  - 1.1 Fundamentos históricos
  - 1.2 Fundamentos matemáticos
  - 1.3 Leyes termodinámicas
  - 1.4 Energía Libre, Catálisis y energía de activación
  - 1.5 sistemas abiertos y cerrados
2. Agua
  - 2.1 Características básicas químicas del agua
  - 2.2 Termodinámica del agua
  - 2.3 El agua en reacciones fisicoquímicas
3. Bioenergética de membranas
  - 3.1 Ensamblaje de la estructura celular
  - 3.2 Transporte pasivo y activo
  - 3.3 contracción y movimiento
  - 3.4 Problemas bioenergéticos
  - 3.5 iones y canales
4. Estructura Molecular de macromoléculas
  - 4.1 Fundamentos de cristalografía de rayos x
  - 4.2 Fundamentos de resonancia magnética nuclear
  - 4.3 Fundamentos de estructura por microscopía electrónica tridimensional
  - 4.4 Características básicas de las macromoléculas
  - 4.5 Cálculos in silico de estructuras macromoleculares

**Bibliografía:**

No se usará libro de texto, puesto que el curso se orienta principalmente hacia la discusión de artículos recientes, publicados en revistas especializadas como: *Cell*, *EMBO*, *JBC*, *Planta*, *Plant Cell*, *Plant Journal*, *Plant Physiology*, etc. Estos materiales serán proporcionados por los profesores.

**Método de calificación:**

- Dos exámenes parciales 35%
- Discusión de la literatura recomendada 35%
- Trabajo experimental asignado 30%

**Título de la asignatura:****ELECTROQUÍMICA****Objetivo:**

Esta asignatura dará al alumno una sólida formación teórica y práctica en el área de la electroquímica. El alumno entenderá los conceptos, mediante clases, tareas y trabajo práctico. Además, aprenderá a diseñar, realizar e interpretar experimentos electroquímicos.

**Horas clase:** 3 por semana (48 total)

**Horas independientes:** 5 por semana (80 total)

**Créditos:** 8 (128 horas al semestre)

**Temario detallado:**

1. Introducción a la electroquímica
  - 1.1. Conceptos fundamentales de electroquímica
  - 1.2. Ley de Faraday
  - 1.3. Reacciones de electrodo y celda electroquímica
  - 1.4. La doble capa electroquímica
  - 1.5. Potenciales,
  - 1.6. Ecuación de Nernst
2. Termodinámica y cinética
  - 2.1. Parámetros cinéticos y ecuación de Butler-Volmer
  - 2.2. Transferencia de electrones
  - 2.3. Transferencia de masa
  - 2.4. Reacciones mixtas
  - 2.5. Corrosión
3. Técnicas electroquímicas
  - 3.1. Técnicas de estado estacionario: potenciostático y galvanostático
  - 3.2. Técnicas de escalón,
  - 3.3. Barrido de potencial y voltamperometría cíclica,
  - 3.4. Impedancia electroquímica
4. Diseño de experimentos electroquímicos

**Bibliografía:**

1. "Electrochemical Methods: Fundamentals and applications", A.J. Bard and L.R. Faulkner, Wiley and Sons, 1980.
2. Experimental electrochemistry for chemists, D.T. Sawyer and J.L. Roberts, Wiley and Sons, 1974.
3. "Instrumental Methods in Electrochemistry" Greef R., Peat R., Peter L.M., Pletcher D., Robinson J., Ed. Hellis Horwood, England, 1990.
4. "A first Course in Electrochemical Engineering", Walsh F.C., , Ed. Electrochemical Consultancy, England 1993.

**Método de calificación:**

La calificación se basará en las tareas realizadas por el alumno así como en los resultados de 2 exámenes, y será en una escala de 0 a 100.

**Título de la asignatura:****CATÁLISIS****Objetivo:**

Proporcionar al alumno el conocimiento de los principios básicos y leyes en que se basan los procesos catalíticos.

**Horas clase:** 3 horas semanales (48 h total)

**Horas independientes:** 3 horas semanales (48 h total)

**Créditos:** 6 (96h al semestre)

**Temario detallado:**

1. Aspectos generales de la cinética química
  - 1.1 Aspectos Generales de la Cinética
  - 1.2 Velocidad de reacción
  - 1.4 Efecto de la concentración: Orden de la reacción
  - 1.4 Efecto de la temperatura: Energía de activación y Ecuación de Arrhenius.
2. Catálisis heterogénea
  - 2.1 Catálisis y catalizadores
  - 2.2 Estructura física y química
  - 2.3 Catálisis superficial: Cinética intrínseca
    - 2.2.1 Procesos de adsorción y desorción
    - 2.2.2 Modelo Langmuir Hishelwood
  - 2.4 Cinética en catalizadores de partículas porosas
  - 2.5 Selectividad de un catalizador
  - 2.7 Procesos de desactivación y regeneración de catalizadores
  - 2.5 Reacciones interfaciales entre metales y soportes
  - 2.6 Interfaces metal-electrolito
  - 2.7 Conceptos de electro-catálisis

**Bibliografía:**

“Ingeniería de la cinética Química” Smith J.M., 3ª ed., Ed. CECSA. 1995, ISBN 968-26-0628-4.

“Introduction to Chemicals Reaction Engineering and Kinetics”, 1ª ed., Ed. Wiley 1999, ISBN 0-471-16339-2

Artículos científicos recientes relacionados con el curso.

**Método de calificación:**

La calificación se basará en las tareas realizadas por el alumno y el promedio de 2 exámenes parciales. La escala de calificación será 0 a 100.

**Título de la asignatura:****TECNOLOGÍA DEL HIDRÓGENO Y CELDAS DE COMBUSTIBLE****Objetivo:**

Inducir al estudiante a la aplicación del método científico para realizar investigación de una forma responsable y ética. Esto implica conocimiento del método científico, los fundamentos y filosofía de la ciencia, así como habilidades de redacción científica.

**Horas clase:** 3 por semana (48 al semestre)

**Horas independientes:** 3 por semana (48 h al semestre)

**Créditos:** 6 (96 horas al semestre)

**Temario detallado:**

1. Introducción
  - 1.1 Características del hidrógeno  
(Estructura atómica, propiedades físicas y químicas)
  - 1.2 Breve historia del uso del hidrógeno
2. Alternativas de Producción de Hidrógeno
  - 2.1 Reformación y oxidación parcial de combustibles fósiles
  - 2.2 Sistemas de electrólisis del Agua
  - 2.3 Pirólisis y Gasificación de biomasa
  - 2.4 Producción biológica
  - 2.5 Otros
3. Almacenamiento y transporte de hidrógeno
  - 3.1 En tanques a presión
  - 3.2 Almacenamiento en sólidos
  - 3.3 Sistemas criogénicos
  - 3.4 Tecnología actual para el transporte de hidrógeno
4. Celdas de combustible
  - 4.1 Bases
  - 4.2 De membrana de intercambio de protones (PEM)
  - 4.3 De alcohol directo (DAFC)
  - 4.4 Alcalinas (AFC)
  - 4.5 De carbonatos fundidos (MCFC)
  - 4.6 De ácido fosfórico (PAFC)
  - 4.7 De Óxido sólido (SOFC)
  - 4.8 Celdas de combustibles alternas
  - 4.9 Celdas de combustible microbianas y enzimáticas
4. Normas y leyes
5. Economía del hidrógeno

**Bibliografía:**

1. Fuel Cell Handbook EG&G Technical Services, Inc. U.S. Department of Energy, 7<sup>th</sup> edition, 2006
2. National Hydrogen Energy Roadmap, United States Department of Energy, Washington, DC, 2002

3. Hydrogen and Fuel Cells: Emerging Technologies and Applications, Bent Sørensen, Academic Press, 2005, ISBN: 0126552819
4. Fuel Cells Systems Explained, Lamarminie J., Dicks A., 2da. Ed. Ed. Wiley 2003.
5. Biofuels for Fuel Cells, Piet Lens *et al*, IWA publishing, 2005, ISBN 1843390922

**Método de calificación:**

La calificación se basará en los resultados de un examen, las tareas realizadas y un proyecto final. La calificación tendrá una escala de 0 a 100.

**Título de la asignatura:****SEMINARIO DE LA INVESTIGACIÓN I****Objetivo:**

Inducir al estudiante a la aplicación del método científico para realizar investigación de una forma responsable y ética. Esto implica conocimiento del método científico, los fundamentos y filosofía de la ciencia, así como habilidades de redacción científica.

**Horas clase:** 1.5 por semana (16 h al semestre)

**Horas independientes:** 1 por semana (16 h al semestre)

**Creditos:** 2 (32 h al semestre)

**Temario detallado:**

1. Introducción al Método Científico
2. El método científico
3. Diseño de la investigación
4. Estadística descriptiva
  - 4.1. Conceptos básicos
  - 4.2. Medidas de tendencia central
  - 4.3. Medidas de dispersión
5. Regresión simple
6. Inferencia estadística
  - 6.1. Prueba t-student
  - 6.2. Diseño de experimentos
    - 6.2.1. Análisis de varianza
      - 6.2.1.1. ANOVA Completamente al azar
      - 6.2.1.2. ANOVA Bloques al Azar
      - 6.2.1.3. ANOVA Factorial
    - 6.2.2. Comparación múltiple de medias
7. Superficies de respuestas

**Bibliografía:**

1. An Introduction to Error Analysis: The Study of Uncertainties in Physical Measurements, John R. Taylor, University Science Books; 2nd edition, March 1997, ISBN-10: 0935702423
2. Diseño de Experimentos. Robert O. Kuehl, Ed. Thomson, 2ª edición, junio 2003. ISBN 970-686-48-7.
3. Cualquier libro de Estadística, Bioestadística y Diseños Experimentales.

**Método de calificación:**

La calificación será otorgada en una escala de 0 a 100 a base de tareas, presentaciones y ensayos realizadas por el alumno.

**Título de la asignatura:****SEMINARIO DE LA INVESTIGACIÓN II****Objetivo:**

Dar al alumno los conocimientos básicos y específicos requeridos para realizar investigación científica de una forma responsable y ética. Esto involucra conocimiento de los métodos científicos, de la teoría de la ciencia, así como habilidades de redacción. Asimismo, se fortalecerá el conocimiento del inglés de los alumnos al utilizar bibliografía escrito en inglés.

**Horas clase:** 1 por semana

**Horas independientes:** 1 por semana

**Créditos:** 2

**Temario detallado:**

1. Introducción al método científico
  - 1.1. Conceptos: conocimiento, hipótesis, experimentación, observación, modelo, teoría vs modelo
  - 1.2. Deducción vs. Inducción.
  - 1.3. Revisión por pares
2. Filosofía de la ciencia
  - 2.1. Lógica
  - 2.2. Ética
  - 2.3. Popper vs Kuhn
3. Redacción
  - 3.1. Bases de la redacción científica
  - 3.2. Redacción popular

**Bibliografía:**

Scientific Method in Practice (Paperback), Hugh G. Gauch Jr, Cambridge University Press; 1st edition (November 15, 2002), ISBN-10: 0521017084

After Popper, Kuhn and Feyerabend: Recent Issues in Theories of Scientific Method (Studies in History and Philosophy of Science) by R. Nola (Editor), H. Sankey (Editor), Springer; 1 edition (November 30, 2001) , ISBN-10: 1402002467

**Método de calificación:**

La calificación será otorgada en una escala de 0 a 100 a base de tareas, presentaciones y ensayos realizadas por el alumno.

**Título de la asignatura:****SEMINARIO DE LA INVESTIGACIÓN III****Objetivo:**

Fortalecer los conocimientos básicos y específicos para realizar investigación científica de una forma responsable y ética, así como reportarlo de forma escrito o oral, mediante reuniones y presentaciones con el director de tesis.

**Horas clase:** 1 por semana

**Horas independientes:** 1 por semana

**Créditos:** 2

**Temario detallado:**

Sin temario, depende del anteproyecto y director de tesis. Involucra presentaciones orales y reportes escritos acerca del trabajo de investigación realizado.

**Bibliografía:**

Sin bibliografía

**Método de calificación:**

La calificación será otorgada en una escala de 0 a 100 a base de las presentaciones por escrito y orales.

**Título de la asignatura:****SEMINARIO DE LA INVESTIGACIÓN IV****Objetivo:**

Fortalecer los conocimientos básicos y específicos para realizar investigación científica de una forma responsable y ética, así como reportarlo de forma escrito o oral, mediante reuniones y presentaciones con el director de tesis.

**Horas clase:** 1 por semana

**Horas independientes:** 1 por semana

**Créditos:** 2

**Temario detallado:**

Sin temario, depende del anteproyecto y director de tesis. Involucra presentaciones orales y reportes escritos acerca del trabajo de investigación realizado.

Además, como parte de esta materia el alumno debe impartir una presentación pública de su trabajo de investigación durante el semestre.

**Bibliografía:**

Sin bibliografía

**Método de calificación:**

La calificación será otorgada en una escala de 0 a 100 a base de las presentaciones por escrito y orales.

**Título de asignatura:**

Espectroscopia de impedancia electroquímica

**Objetivo:** El alumno obtendrá los conocimientos teóricos y prácticos para la aplicación de esta técnica de caracterización electroquímica

**Horas clase:** 3 h semanales (48 h al semestre)

**Horas independientes:** 3 h semanales (48 h al semestre)

**Créditos:** 6 (96 h al semestre)

**Contenido**

1. Introducción
2. Fundamentos
  - a. Circuitos AC
  - b. Elementos de circuito de impedancia en el plano complejo
  - c. Interface electrificada
  - d. Contribución de transporte de masa
3. Simulación de circuitos
  - a. Validación de datos experimentales
4. Aplicaciones
  - a. Corrosión
  - b. Sistemas de energía
  - c. Caracterización de materiales

**Bibliografía:**

- Xiao-Zi Yuan, Chaojie Song, Haijiang Wang, Jiujun Zhang ELECTROCHEMICAL IMPEDANCE SPECTROSCOPY IN PEM FUEL CELLS Ed. Springer (2010)
- Electrochemical Impedance Spectroscopy 1st Edition by Mark E. Orazem and Bernard Tribollet Ed. Wiley (2008)
- Impedance Spectroscopy: Theory, Experiment, and Applications 2nd Edition by Evgenij Barsoukov (Editor), J. Ross Macdonald (Editor)Ed. Wiley (2005)

**Método de calificación:** La calificación se basará en los resultados de un examen, las tareas realizadas, prácticas de laboratorio y un proyecto final. La calificación tendrá una escala de 0 a 100.

Titulo de la asignatura: Electrónica de Potencia

Objetivo:

El curso tiene por objetivo, proporcionar al estudiante las herramienta necesarias para el diseño, analisis y control de dispositivos electrónicos de potencia, con la finalidad de modular señales eléctricas (voltaje/corriente), en dispositivos de generación de energía eléctrica entre otros.

Horas clase: 3 horas semanales (48 h total)

Horas independientes: 3 horas semanales (48 h total)

Créditos: 6 (96h al semestre)

Temario detallado:

1. INTRODUCCIÓN A LA ELECTRÓNICA DE POTENCIA
2. INTRODUCCIÓN A LOS RECTIFICADORES
3. RECTIFICADORES CONTROLADOS POR FASE
4. TOPOLOGÍA DE CONVERTIDORES DE CD/CD
5. MODELADO Y CONTROL DE CONVERTIDORES
6. INVERSORES DE POTENCIA
7. RECTIFICADORES CONMUTADOS
8. PERDIDAS DE CONMUTACION
9. DISIPADORES DE CALOR
10. APLICACIONES DE CONVERTIDORES EN SISTEMAS TRIFASICOS

Bibliografía

“Control desing technics in power electronics devices, H Sira-Ramírez, Springer, 2006”

“Power electronics and drivers, Ned Mohan, MNPERE, 2003”

“Fundamental of power electronics, Erickson, Robert Maximovik, Kluwer, 2000”

Artículos científicos recientes relacionados con el curso.

Métodos de calificación:

La calificación se basara en los resultados de los exámenes, participación en clase, tareas realizadas y un proyecto desarrollado a lo largo del curso. La escala de calificacion sera de 0 a 100.

**Título de la asignatura: TÓPICOS SELECTOS, Sistemas Híbridos Térmicos**

**Objetivo:** Proporcionar herramientas para realizar simulación, diseño, experimentación y análisis de Sistemas Híbridos de Energía basados en Tecnología Térmica

**Horas clase:** 3 horas semanales (48 h total)

**Horas independientes:** 3 horas semanales (48 h total)

**Créditos:** 6 (96 horas al semestre)

**Temario detallado:**

1. Base Teórica
  - 1.1 Ecuación de Fourier
  - 1.2 Transformaciones Integrales
  - 1.3 Método de los Cuadripolos Térmicos
  - 1.4 Métodos Inversos en Análisis Térmico
  - 1.5 Elemento Finito
2. Metrología Térmica de Materiales y Sistemas
3. Tecnologías Híbridas Térmicas
  - 3.1 Sistemas Solares Térmicos
  - 3.2 Sistemas Termoeléctricos de Estado Sólido
  - 3.3 Acondicionamiento Térmico Pasivo
4. Nuevas Tecnologías (Estado del Arte)

**Bibliografía:** La bibliografía se basará principalmente en artículos científicos recientes seleccionados por el profesor del curso.

**Método de calificación:** Evaluación: escala de 0 a 100, según los exámenes o tareas asignados por el profesor del curso.