

# **Instituto Tecnológico de Morelia**

## **Programa de Graduados e Investigación en Ingeniería Eléctrica**

### **Diplomado**

#### **Diseño de Mercados de Electricidad e Integración Energética**

**Modalidad en Línea con Asesoría**

**2016-1**

**Morelia, Michoacán., septiembre de 2016**

**DIPLOMADO**

# DISEÑO DE MERCADOS DE ELECTRICIDAD E INTEGRACIÓN ENERGÉTICA

Modalidad en Línea con Asesoría

Octubre de 2016

## 1. Introducción

Desde los años ochenta, la industria eléctrica ha experimentado un fuerte proceso de transformación en su estructura. Dicho proceso se ha dado por razones tanto socioeconómicas y tecnológicas, como políticas. La tendencia global de la reestructuración ha llevado a la desintegración horizontal y vertical de la industria eléctrica, así como a la formación de mercados mayoristas y minoristas de electricidad. De esta forma, el control de las empresas de suministro eléctrico, ya sea mediante la propiedad pública o la regulación, ha sido sustituido por mecanismos de mercado, con énfasis en la descentralización y la introducción de la competencia, en aquellos segmentos donde ello ha sido posible.

La experiencia internacional muestra que este proceso de reforma no es sencillo y que además es continuo y cada vez enfrenta nuevos retos asociados con el cambio climático, seguridad energética y exigencias de suministro de energía cada vez mayores, de manera que se requiere de profesionistas capacitados para comprender y enfrentar una estructura con enfoque de mercado incluyendo los aspectos ya mencionados. En este sentido, el Diplomado sobre Diseño de Mercados de Electricidad e Integración Energética tiene como objetivo capacitar profesionales de la industria para abordar los nuevos retos, con información sobre los procesos en otros países y con criterios técnicos para la toma de decisiones en este nuevo ambiente de desarrollo de la industria eléctrica. El Diplomado tiene una base teórica profunda, pero, al mismo tiempo, complementada con ejemplos prácticos y de la vida real, lo que ayudará a los participantes a lograr una comprensión amplia del diseño, regulación y operación de mercados de electricidad.

## 2. Objetivo

El Diplomado Diseño de Mercados de Electricidad e Integración Energética tiene como objetivo capacitar profesionales de la industria eléctrica para abordar los nuevos retos en materia de mercados de electricidad e integración energética, con información sobre los procesos en otros países y con criterios técnicos para la toma de decisiones en este nuevo ambiente de desarrollo de la industria eléctrica.

## 3. Programa del diplomado y calendario

El Diplomado consta de cinco módulos con un total equivalente a 200 horas teórico-prácticas, con valor curricular; tales horas son indicadas en los diplomas emitidos y entregados por el ITM al final del diplomado. Previo a estos módulos, se presentará una guía para el manejo de la plataforma, a fin de que el participante se familiarice con ella y obtenga los mayores beneficios de esta modalidad de tomar cursos de manera virtual y con la asistencia del tutor.

Los módulos, con duración equivalente al trabajo a desarrollar por cada uno de ellos, así como su calendarización son:

Módulo	Asignatura	Duración (horas)
1	Ingeniería Financiera Aplicada a la Industria Eléctrica	40
2	Fundamentos de Microeconomía y Economía Industrial para Mercados de Electricidad	40
3	Diseño de Mercados Eléctricos Mayoristas	40
4	Transmisión y Servicios Auxiliares en Mercados de Electricidad	40
5	Integración Energética	40
Total		200

La dinámica para impartir estas asignaturas será mediante modalidad en línea con asesoría, a través de la plataforma que el Instituto Tecnológico de Morelia tiene en su área de Educación a Distancia, <http://edudistancia.itmorelia.edu.mx/moodle/course>

El calendario del Diplomado para la edición 2016-1 es:

## Calendario del Diplomado Diseño de Mercados de Electricidad e Integración Energética Edición 2016(1)

Septiembre 2016							Octubre 2016							Noviembre 2016							Diciembre 2016										
	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
				1	2	3	4							1	2			1	2	3	4	5	6					1	2	3	4
	5	6	7	8	9	10	11		3	4	5	6	7	8	9		7	8	9	10	11	12	13		5	6	7	8	9	10	11
	12	13	14	15	16	17	18	M1	10	11	12	13	14	15	16		14	15	16	17	18	19	20		12	13	14	15	16	17	18
	19	20	21	22	23	24	25		17	18	19	20	21	22	23		21	22	23	24	25	26	27		19	20	21	22	23	24	25
	26	27	28	29	30				24	25	26	27	28	29	30	M2	28	29	30						26	27	28	29	30	31	
								31																							


  

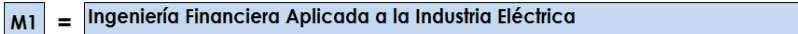
Enero 2017							Febrero 2017							Marzo 2017							Abril 2017										
	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
							1				1	2	3	4	5				1	2	3	4	5							1	2
	2	3	4	5	6	7	8	M3	6	7	8	9	10	11	12		6	7	8	9	10	11	12		3	4	5	6	7	8	9
	9	10	11	12	13	14	15		13	14	15	16	17	18	19		13	14	15	16	17	18	19		10	11	12	13	14	15	16
	16	17	18	19	20	21	22		20	21	22	23	24	25	26		20	21	22	23	24	25	26		17	18	19	20	21	22	23
	23	24	25	26	27	28	29		27	28						M4	27	28	29	30	31				24	25	26	27	28	29	30
	30	31																													

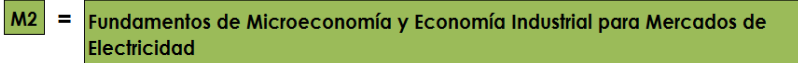
  

Mayo 2017							Junio 2017							Julio 2017							Agosto 2017										
	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
	1	2	3	4	5	6	7					1	2	3	4							1	2			1	2	3	4	5	6
	8	9	10	11	12	13	14		5	6	7	8	9	10	11		3	4	5	6	7	8	9		7	8	9	10	11	12	13
	15	16	17	18	19	20	21		12	13	14	15	16	17	18		10	11	12	13	14	15	16		14	15	16	17	18	19	20
	22	23	24	25	26	27	28		19	20	21	22	23	24	25		17	18	19	20	21	22	23		21	22	23	24	25	26	27
M5	29	30	31						26	27	28	29	30				24	25	26	27	28	29	30		28	29	30	31			
																31															

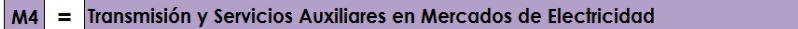
Con

 = asueto

 M1 = Ingeniería Financiera Aplicada a la Industria Eléctrica

 M2 = Fundamentos de Microeconomía y Economía Industrial para Mercados de Electricidad

 M3 = Diseño de Mercados Eléctricos Mayoristas

 M4 = Transmisión y Servicios Auxiliares en Mercados de Electricidad

 M5 = Integración Energética

## 4. Contenido de las asignaturas<sup>1</sup>

### Asignatura 1, Ingeniería Financiera Aplicada a la Industria Eléctrica

1. Conceptos básicos para evaluación de proyectos de inversión
2. Métodos para la evaluación de proyectos de inversión
3. Nivelación de precios y costos en la industria eléctrica
4. Estados financieros y razones de rentabilidad
5. Costo de capital (tasa de rendimiento) en la industria eléctrica
6. Evaluación financiera de proyectos de generación de electricidad, después de impuestos
7. Mercados y precios de combustibles (gas natural, combustóleo y carbón). Costos de generación por tipo de combustible.
8. Coberturas de riesgos en los precios de los combustibles (futuros, opciones, swaps, piso, techo y collar)

### Asignatura 2, Fundamentos de Microeconomía y Economía Industrial para Mercados de Electricidad

- Parte 1: Fundamentos de microeconomía para mercados de electricidad
1. La microeconomía y los mercados de electricidad
  2. Cálculo económico del consumidor
  3. Cálculo económico del productor
  4. Mercados y precios
  5. Mercados de electricidad: oferta y demanda
  6. Análisis del Modelo Marginalista de Precios de Electricidad
- Parte 2: Economía Industrial Aplicada a Mercados de Electricidad
1. Conceptos de economía industrial
  2. Diversos tipos de competencia
  3. Indicadores de concentración del mercado
  4. Supervisión y medidas de mitigación de poder de mercado

### Asignatura 3, Diseño de Mercados Eléctricos Mayoristas

1. Introducción
2. Mercados primarios centralizados
3. Mercados primarios descentralizados
4. Mercados primarios híbridos
5. Mercados primarios basados en precios nodales
6. Estado actual de los mercados primarios internacionales
7. Revisión del mercado de electricidad de México
8. Evolución de los mercados mayoristas

---

<sup>1</sup> Programa sujeto a actualizaciones.

## **Asignatura 4, Transmisión y Servicios Auxiliares en Mercados de Electricidad**

1. Introducción
2. Acceso Abierto y Regulación de la Transmisión
3. Costos de Servicios de Transmisión
4. Experiencias Internacionales del Servicio de Transmisión
5. Congestión de Redes de Transmisión
6. Derechos de Transmisión
7. Evaluación del Desempeño de Sistemas de Transmisión
8. Servicio Auxiliar del Control de Frecuencia
9. Co-optimización de Energía y Reservas
10. Arranque Negro
11. Control de Voltaje y Potencia Reactiva

## **Asignatura 5, Integración Energética**

1. Aspectos Económicos en la Integración de Fuentes Renovables Intermitentes
2. Riesgos Económicos en la Estructura del Sistema Eléctrico de Generación
3. Aspectos Técnicos en la Integración de Fuentes Renovables Intermitentes
4. Integración Regional de Mercados de Electricidad
5. Mercados Minoristas de Electricidad
6. Participación de la Demanda en Mercados de Electricidad
7. Integración de Generación Distribuida en Mercados Minoristas
8. Aspectos Técnicos de la Integración de la Generación Distribuida

## **5. Instructores**

*José Horacio Tovar Hernández*

Egresado del Instituto Tecnológico de Morelia, efectuó Estudios de Maestría y Doctorado en la Sección de Graduados de la ESIME, IPN. Actualmente, es miembro del Programa de Graduados del Instituto Tecnológico de Morelia, donde ha ocupado los cargos de coordinador del Programa de Graduados e Investigación en Ingeniería Eléctrica (PGIIE) y Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación. Como investigador, ha trabajado en la aplicación de la Inteligencia Artificial para la solución de problemas de Sistemas Eléctricos de Potencia en Estado Estacionario, control de potencia reactiva, y temas relacionados con la transmisión y servicios auxiliares en mercados de electricidad. Ha publicado diferentes trabajos en revistas y congresos nacionales e internacionales y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Ha trabajado como consultor para el Ente Operador Regional del Mercado Eléctrico de América Central en la definición de máximas transferencias de potencia entre países y criterios de calidad y confiabilidad. Participó con el IPN en el desarrollo computacional de la Metodología de Porteo de Honduras en 1998, la cual, a la fecha está vigente. Además, ha colaborado con el

Instituto Politécnico Nacional en el desarrollo de proyectos de la planificación del sistema de transmisión de Nicaragua y en la definición de esquemas de tiro de carga por frecuencia baja para el sistema eléctrico de República Dominicana, en 1998 y 2000, respectivamente. En el año de 2006 realizó una estancia de año sabático en la Coordinación de Planificación de la Subdirección de Programación de la CFE. Ha colaborado como instructor en el curso de capacitación “Comercialización: Diseño del Mercado Eléctrico”, para profesionistas de países miembros de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). Ha sido el responsable técnico y participado como instructor en el Diplomado en Mercados de Electricidad e Integración Energética impartido a nivel presencial y en línea tanto en México como en América Central, desde 2003. Ha colaborado con la CEPAL como consultor para la integración del Sistema Eléctrico Centroamericano y, en diversas ocasiones, ha participado en consultorías para Comisión Federal de Electricidad en el estudio e investigación de la transmisión y servicios auxiliares, así como en temas relacionados con la planificación de sistemas de transmisión y la operación de sistemas de distribución y ha asesorado una decena de trabajos de maestría y licenciatura en temas relacionados con mercados de electricidad. Más recientemente, el Dr. Tovar Hernández participó en la evaluación y validación de la formulación del modelo de optimización para la ejecución de la primera subasta de largo plazo de energía, potencia y certificados de energías limpias, realizada por el CENACE en marzo de 2016.

#### *Guillermo Gutiérrez Alcaraz*

Guillermo Gutiérrez realizó sus estudios de licenciatura y maestría en Ingeniería Eléctrica en el Instituto Tecnológico de Morelia. Realizó sus estudios de doctorado en Ingeniería Eléctrica en la Universidad Estatal de Iowa, USA. Es miembro del Programa de Graduados del Instituto Tecnológico de Morelia, donde ha ocupado el cargo de coordinador del Programa de Graduados e Investigación en Ingeniería Eléctrica (PGIIE) del Instituto Tecnológico de Morelia. Ha participado como instructor en el Diplomado de Diseño de Mercados de Electricidad impartido por el Instituto Tecnológico de Morelia para: el Centro Nacional de Energía (CENACE) de México, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) de México, el Consejo de Electrificación de América Central, y el Institute of the Americas. Ha colaborado como instructor en el curso de capacitación “Comercialización: Diseño del Mercado Eléctrico”, para profesionistas de países miembros de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). Durante marzo de 2009 a febrero 2010 realizó una estancia posdoctoral en la National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, Taiwan, R.O.C. En el periodo agosto de 2014 a agosto de 2015, realizó una estancia sabática en el Departamento en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica “Federico Santa María,” Valparaíso, Chile. Ha participado en varios proyectos de consultoría para empresas eléctricas nacionales e internacionales. Más recientemente, el Dr. Gutiérrez Alcaraz participó en la evaluación y validación de la formulación del modelo de optimización para la ejecución de la primera subasta de largo plazo de energía, potencia y certificados de energías limpias, realizada por el CENACE en marzo de 2016.

## Luis Fernández González

Luis Fernández González es Ingeniero Mecánico Administrador por el ITESM (campus Monterrey), graduado con mención honorífica. Realizó los estudios de Maestría en Ingeniería Energética en la UNAM y de Maestría en Finanzas en el ITAM, así como el Diplomado en Economía y Planificación Energética (Bariloche, Argentina). Consultor e instructor en Economía Energética en México, Centroamérica y el Caribe (1995-2006 y 2012-2016), especialmente en la evaluación económico-financiera de proyectos de inversión en la industria de la energía, mercados de los hidrocarburos y cobertura de riesgos en los precios, regulación de precios y tarifas, así como proyección de la demanda futura de los energéticos. Subgerente de Evaluación de Proyectos en la Subdirección de Programación de la CFE (2007-2011), con la responsabilidad de supervisar la elaboración de los Análisis Costo Beneficio de los proyectos de inversión en generación de energía eléctrica y sus redes de transmisión asociadas; supervisar la elaboración de los Contratos y Convenios que suscribió la CFE con Permisionarios (principalmente de autoabastecimiento), y apoyar a la Subdirección de Programación en los aspectos económico- financieros y de riesgos relacionados con la expansión del sistema eléctrico nacional. Coordinador del Posgrado en Ingeniería Energética de la UNAM (1988-1994), en la que impartió las asignaturas Evaluación de proyectos energéticos y Demanda y precios de la energía. Analista económico en la Unidad de Energía de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (1983-1987). Como consultor independiente, elaboró los Dictámenes de Factibilidad Económica para 11 nuevas centrales de generación de electricidad, así como 17 proyectos de rehabilitación y modernización o cambio a gas natural de centrales existentes. En 2012-2016 realizó los estudios de factibilidad económica de 4 proyectos privados de generación de electricidad bajo distintas modalidades. También, como consultor de CEPAL, BID y GIZ, llevó a cabo diversos estudios sobre la competitividad de los mercados de hidrocarburos en Centroamérica y asesoró a los gobiernos de estos países en la elaboración de metodologías para regular o monitorear los precios máximos competitivos de los combustibles. Como instructor ha impartido alrededor de 100 cursos relacionados con economía energética, especialmente sobre evaluación de proyectos, en empresas y organismos eléctricos de México y Centroamérica y en programas de posgrado y educación continua, entre ellos el Diplomado de Cogeneración (UNAM), Diplomado en Ahorro de Energía (IPN, ITESM y otros), Especialidad en Uso Eficiente de la Energía (UNAM), Diplomado en Mercados Eléctricos (Instituto Tecnológico de Morelia), Maestría en Ingeniería Eléctrica (U. Anáhuac) y Maestría en Ingeniería Energética (UNAM).

## 6. Proceso de inscripción y de pagos

El proceso de inscripción será realizado de la siguiente manera:

Con fecha límite del lunes 03 de octubre de 2016, 11:00 hrs. (tiempo del Centro de México (T.C.M.), [http://www.cenam.mx/hora\\_oficial/](http://www.cenam.mx/hora_oficial/)), enviando un correo de interés en inscribirse al Diplomado, incluyendo nombre completo y teléfono a las siguientes direcciones electrónicas: [mpzavala2000@gmail.com](mailto:mpzavala2000@gmail.com) y [horacio.tovar@yahoo.com](mailto:horacio.tovar@yahoo.com)

Se responderá su correo de aceptado como participante en el Diplomado dependiendo de la forma en que se vaya cubriendo el cupo del grupo, el cual, es limitado.



El proceso de inscripción se realizará una vez que se haya realizado el pago correspondiente.

*Para participantes en México:*

- Costo en un solo pago al inicio del Diplomado: \$13,500.00 M.N.
- Costo por módulo: \$3,000.00 M.N.

*Para participantes en el extranjero:*

- Costo total del Diplomado: \$ 750 USD + costo de transferencia bancaria
- Costo por módulo: \$ 175 USD + costo de transferencia bancaria

Los pagos de inscripción pueden ser realizados por módulo o por el Diplomado completo. Para ello hay que hacer un depósito o transferencia bancaria a la siguiente cuenta:

Banco: **HSBC**  
No.Cuenta: **4008637019**  
Clabe interbancaria: **021470040086370190**

*Para participantes individuales:*

- la copia de ficha de depósito o evidencia de transferencia bancaria se debe enviar a los correos: [mpzavala2000@gmail.com](mailto:mpzavala2000@gmail.com) y [caja\\_itm@hotmail.com](mailto:caja_itm@hotmail.com)

*Para participantes grupales:*

- en caso de que se integre al Diplomado un grupo, por ejemplo, de la Comisión Federal de Electricidad-, lo referente a los pagos se realizará a través de un contrato o convenio, comunicándose para ello al correo:

[horacio.tovar@yahoo.com](mailto:horacio.tovar@yahoo.com)

y enviando en su momento copia de la ficha de depósito o evidencia de transferencia bancaria a los correos:

[mpzavala2000@gmail.com](mailto:mpzavala2000@gmail.com) y [caja\\_itm@hotmail.com](mailto:caja_itm@hotmail.com)

El pago del diplomado da derecho a:

1. Cuota de inscripción
2. Materiales de formación
3. Acceso al diplomado en plataforma y asesoría en línea
4. Constancia de calificaciones de los módulos aprobados
5. El participante obtendrá constancia de acreditación por cada Módulo en el cual haya alcanzado una calificación mínima de 70/100. Al acreditar los cinco módulos que componen el Diplomado con calificación promedio mínima de 80/100, el participante recibirá diploma de acreditación del Diplomado Diseño de Mercados de Electricidad e Integración Energética

## 7. Directorio del Diplomado

### Coordinación del Diplomado

Dr. José Horacio Tovar Hernández  
Programa de Graduados e Investigación en Ingeniería Eléctrica  
Tel: +52: (443) 312-1570 Extensión 1512  
e-mail: [horacio.tovar@yahoo.com](mailto:horacio.tovar@yahoo.com)

### Proceso de inscripción y de pagos

María del Pilar Zavala Aguilar  
Auxiliar del Programa de Graduados e Investigación en Ingeniería Eléctrica  
Tel: +52: (443) 312-1570 Extensión 1512  
e-mail: [mpzavala2000@gmail.com](mailto:mpzavala2000@gmail.com)

Para el envío de comprobantes de pago, favor de enviar documento probatorio a los correos: [mpzavala2000@gmail.com](mailto:mpzavala2000@gmail.com) y [caja\\_itm@hotmail.com](mailto:caja_itm@hotmail.com)

### Administración de plataforma de educación a distancia para el Diplomado

M.A. Ruth Vargas Rivera  
Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación  
Tel: +52: (443) 312-1570 Extensión 311  
e-mail: [itm.diplomado.dme@itmorelia.edu.mx](mailto:itm.diplomado.dme@itmorelia.edu.mx)

### Sitio informativo en línea

<http://sagitario.itmorelia.edu.mx/vinculacion/servicios-externos/diplomado-dme/>

### Diplomado en línea

<http://edudistancia.itmorelia.edu.mx/moodle/course/>

## **Oferta educativa del Instituto Tecnológico de Morelia relacionada con las ciencias eléctricas**

### **Ingeniería Eléctrica**

Ingeniería Eléctrica, con especialidad en Aplicaciones Industriales

Ingeniería Eléctrica, con especialidad en Sistemas de Potencia

### **Ingeniería Electrónica**

Ingeniería Electrónica, con especialidad en Tecnologías para Sistemas Biomédicos

Ingeniería Electrónica, con especialidad en Sistemas Embebidos

Ingeniería Electrónica, con especialidad en Conversión Eficiente de la Energía Eléctrica

### **Maestrías**

Maestría en Ciencias en Ingeniería Eléctrica

<http://www.pgjie.com.mx/>

Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica

<http://sagitario.itmorelia.edu.mx/pelectron/>

### **Doctorados**

Doctorado en Ciencias en Ingeniería Eléctrica

<http://www.pgjie.com.mx/>

Doctorado en Ciencias de la Ingeniería

<http://sagitario.itmorelia.edu.mx/dci/>

Oferta educativa completa del Instituto Tecnológico de Morelia en [www.itmorelia.edu.mx](http://www.itmorelia.edu.mx)

Instituto Tecnológico de Morelia  
Ave. Tecnológico No. 1500  
Colonia Lomas de Santiaguito.  
Morelia, Michoacán. 58120  
México.  
Tel(s). +52 (443) 312-1570  
[www.itmorelia.edu.mx](http://www.itmorelia.edu.mx)



---

Programa de Graduados e Investigación en  
Ingeniería Eléctrica  
<http://www.pgiie.com.mx/>  
+52 (443) 312-1570 Ext. 1512  
[mpzavala2000@gmail.com](mailto:mpzavala2000@gmail.com)

---

Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación  
M.C. Obeth Hernández Díaz  
+52 (443) 312-1570 Ext. 228  
[vinculacion@itmorelia.edu.mx](mailto:vinculacion@itmorelia.edu.mx)

Oficina de Servicios Externos  
L.I. Alejandro Conejo M.  
+52 (443) 312-1570 Ext. 228  
[servicios.externos@itmorelia.edu.mx](mailto:servicios.externos@itmorelia.edu.mx)

Oficina de Prácticas y Promoción Profesional  
M.A. Ruth Vargas Rivera  
+52 (443) 310-9704  
+52 (443) 312-1570 Ext. 311  
[promocion.profesional@itmorelia.edu.mx](mailto:promocion.profesional@itmorelia.edu.mx)

Oficina de Servicio Social y Desarrollo  
Comunitario  
T.C. María del Lucero Castro García  
+52 (443) 312-1570 Ext. 1312  
[servicio.social.itm@hotmail.com](mailto:servicio.social.itm@hotmail.com)

---