

Universidad Autónoma del Estado de México  
Facultad de Ingeniería

Licenciatura de Ingeniería en Sistemas  
Energéticos Sustentables



## Programa de Estudios

### Mini-Redes de Transmisión Inteligente

Elaboró: Ing. Arturo Álvarez Montesinos Fecha: Agosto 2016  
Dr. Iván Galileo Martínez Cienfuegos

---

Fecha de aprobación \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ H. Consejo Académico \_\_\_\_\_ H. Consejo de Gobierno



## Índice

	Pág.
I. Datos de identificación	3
II. Presentación	4
III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular	5
IV. Objetivos de la formación profesional	6
V. Objetivos de la unidad de aprendizaje	6
VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización	7
VII. Acervo bibliográfico	9



### PROGRAMA DE ESTUDIOS

#### I. Datos de identificación

Espacio educativo donde se imparte

Licenciatura

Unidad de aprendizaje  Clave

Carga académica      
Horas teóricas Horas prácticas Total de horas Créditos

Período escolar en que se ubica

Seriación    
UA Antecedente UA Consecuente

Tipo de UA Curso  Curso taller   
Seminario  Taller   
Laboratorio  Práctica profesional   
Otro tipo (especificar)

Modalidad educativa  
Escolarizada. Sistema rígido  No escolarizada. Sistema virtual   
Escolarizada. Sistema flexible  No escolarizada. Sistema a distancia   
No escolarizada. Sistema abierto  Mixta (especificar).

Formación académica común  
Ingeniería Civil 2004   
Ingeniería en Computación 2004   
Ingeniería en Electrónica 2004   
Ingeniería Mecánica 2004

Formación académica equivalente  Unidad de Aprendizaje  
Ingeniería Civil 2004   
Ingeniería en Computación 2004   
Ingeniería en Electrónica 2004   
Ingeniería Mecánica 2004



## II. Presentación

De acuerdo con el artículo 84 del Reglamento de Estudios Profesionales de la Universidad Autónoma del Estado de México, se establece que el Programa de Estudios es un documento de carácter oficial que estructura y detalla los objetivos de aprendizaje y los contenidos establecidos en el plan de estudios, y que son esenciales para el logro de los objetivos del programa educativo y el desarrollo de las competencias profesionales que señala el perfil de egreso. Este es un documento normativo respecto a los principios y objetivos de los estudios profesionales, así como en relación con el modelo curricular y el plan de estudios de la carrera. Será de observancia obligatoria para autoridades, alumnos, personal académico y administrativo.

Las redes de transmisión inteligente han sido diseñadas con el objetivo de optimizar los recursos de producción, transmisión, distribución y consumo de energía eléctrica, para que en lo futuro se puedan evitar interrupciones del servicio, disminuir el costo de la energía y minimizar el impacto ecológico negativo de los mismos. Estas redes deben ser altamente interconectadas, comunicadas y automatizadas en tiempo real entre consumidores y proveedores de energía.

En esta Unidad de Aprendizaje (UA) se abordan los principales aspectos a tomarse en cuenta para la planeación de la transformación de una red tradicional de producción y consumo de energía eléctrica a una mini red Inteligente. Se presentan la perspectiva mundial actual y los retos que aún están pendientes y que son motivo de investigación y desarrollo en la actualidad, principalmente en el ámbito de las fuentes renovables de energía sustentables.

La UA es optativa y pertenece a la línea de acentuación eólica. Esta UA aunque no es forzoso, se recomienda llevar una vez que se han cursado las materias de Introducción a la ingeniería de sistemas energéticos sustentables, crítica del desarrollo sustentable, circuitos eléctricos y electrónicos y matemáticas en general; además de requerir conocimientos de programación y computación básicos. Para su desarrollo, la UA se estructura en seis Unidades Temáticas.

Es muy importante tomar en cuenta que, en la medida de lo posible, toda la información proporcionada a los alumnos sea contextualizada y relacionada con la vida real, de tal forma que ayude al entendimiento de los conceptos y análisis de los mismos.

## III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

**Núcleo de formación:**

**Integral**

**Área Curricular:**

**Eléctrica**

**Carácter de la UA:**

**Optativa. Línea de acentuación Eólica**

Al final del documento se anexa el mapa curricular de la Licenciatura de Ingeniería en Sistemas Energéticos Sustentables, para ubicar de manera visual esta unidad de aprendizaje.



\*Las materias optativas pertenecientes a cualquiera de las tres líneas de acentuación pueden tomarse en cualquier momento una vez que se ha cubierto el 50% de los créditos de la carrera.

#### IV. Objetivos de la formación profesional.

##### **Objetivos del programa educativo:**

Proyectar, diseñar, analizar, instalar, programar, controlar, operar y mantener sistemas relacionados con el aprovechamiento sustentable de la energía; dando prioridad a la no dependencia de los combustibles fósiles, al uso responsable y eficiente de las mejores tecnologías disponibles, y a la conveniencia de la utilización de las fuentes renovables de energía.

Aplicar técnicas y tecnologías, con responsabilidad y Ética para el desarrollo sustentable, para el aprovechamiento de la energía y la preservación del medio ambiente.

Apoyar en el diseño de edificaciones sustentables y con bajo consumo energético.

Desarrollar aplicaciones que empleen la biomasa obtenida de residuos agrícolas y agroindustriales para generar energía directa.

Elaborar programas de ahorro y uso eficiente de la energía en el sector energético, social, e industrial.

Investigar sobre la problemática energética y plantear soluciones que contribuyan al desarrollo sustentable.

Proyectar, diseñar, analizar, instalar, programar, controlar, operar y mantener sistemas y aplicaciones tecnológicas fotovoltaicas y foto térmicas, eólicas, y geotérmicas.

##### **Objetivos del núcleo de formación:**

Proveer al alumno/a de escenarios educativos para la integración, aplicación y desarrollo de los conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan el desempeño de las funciones, tareas y resultados ligados directamente a las dimensiones y ámbitos de intervención profesional o campos emergentes de la misma.

##### **Objetivos del área curricular o disciplinaria:**

Aplicar los conocimientos teórico-prácticos de los circuitos eléctricos para poder proyectar, dirigir, instalar, operar, controlar y mantener sistemas eléctricos, involucrados con sistemas energéticos.

#### V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Establecer los principios para la evaluación, dimensionamiento, diseño y construcción de mini-redes eléctricas que involucren criterios de sustentabilidad a partir de fuentes renovables de energía.



## VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización.

### Unidad 1. El Sistema Eléctrico Actual y la Situación Actual del Sistema de Distribución: Problemática y Retos

**Objetivo:** Conocer las particularidades del Sistema Eléctrico Nacional con el fin de identificar las principales problemáticas en la parte de generación, transmisión y distribución, con el fin de poder aportar algún elemento que lleve a la solución de algunos de sus problemas.

- 1.1. Introducción
- 1.2. El ciclo de la electricidad
- 1.3. La cadena de valor del negocio eléctrico
- 1.4. Limitaciones del modelo actual
- 1.5. Calidad de la energía
- 1.6. Tarifas eléctricas

### Unidad 2. Las Redes Inteligentes y la Gestión Activa del Sistema de Distribución

**Objetivo:** Conocer el principio de una red inteligente eléctrica con el fin de establecer los principales retos a vencer para que puedan ser implementadas en el Sistema Eléctrico Nacional.

- 2.1. Introducción
- 2.2. Los recursos energéticos distribuidos
- 2.3. Concepto de redes pasivas y activas
- 2.4. El nuevo rol del Operador del Sistema de Distribución (OSD) y la gestión activa de la red
- 2.5. Nuevos servicios gestionados por el OSD
- 2.6. La tecnología y la regulación como facilitadores de las redes inteligentes



### Unidad 3. El Papel de los Recursos Energéticos Distribuidos en el Esquema de las Redes Inteligentes

**Objetivo:** Definir la importancia de la generación distribuida de energía eléctrica, con el fin de identificar cuáles son las principales ventajas y desventajas dentro del Sistema Eléctrico Nacional.

- 3.1. Introducción
- 3.2. La generación distribuida
- 3.3. La participación activa de la demanda
- 3.4. Almacenamiento de energía
- 3.5. Vehículo eléctrico

### Unidad 4. Operación del Sistema de Distribución con Recursos Energéticos Distribuidos (RED)

**Objetivo:** Analizar las principales consecuencias positivas y negativas para un sistema eléctrico general del uso de fuentes primarias diversas para la generación de electricidad.

- 4.1. Introducción
- 4.2. Red observable e intercambio de información
- 4.3. Planificación, acceso y conexión a red
- 4.4. Operación del sistema de distribución
- 4.5. Nuevas herramientas de control y supervisión del sistema de distribución
- 4.6. Calidad de servicio



### Unidad 5. Aspectos Económicos y Regulatorios

**Objetivo:** Evaluar las principales variables financieras que se ven alteradas por la implementación de redes inteligentes con generación distribuida.

5.1. Introducción

5.2. Ley de la Industria Eléctrica

5.3 Ley de Transición Energética

5.4 Incentivos a los recursos energéticos distribuidos

5.5. Equipos de medición inteligente. Sistema AMI, AMR, PLC y SCADA

5.6. Regulación para una mayor participación activa de la demanda

### Unidad 6. Análisis de casos reales

**Objetivo:** Analizar bajo criterios técnicos, económicos, ambientales y sociales casos reales de implementación de redes inteligentes por todo el mundo

6.1 Experiencias nacionales

6.2 Experiencias internacionales





## VII. Acervo bibliográfico

### Básico

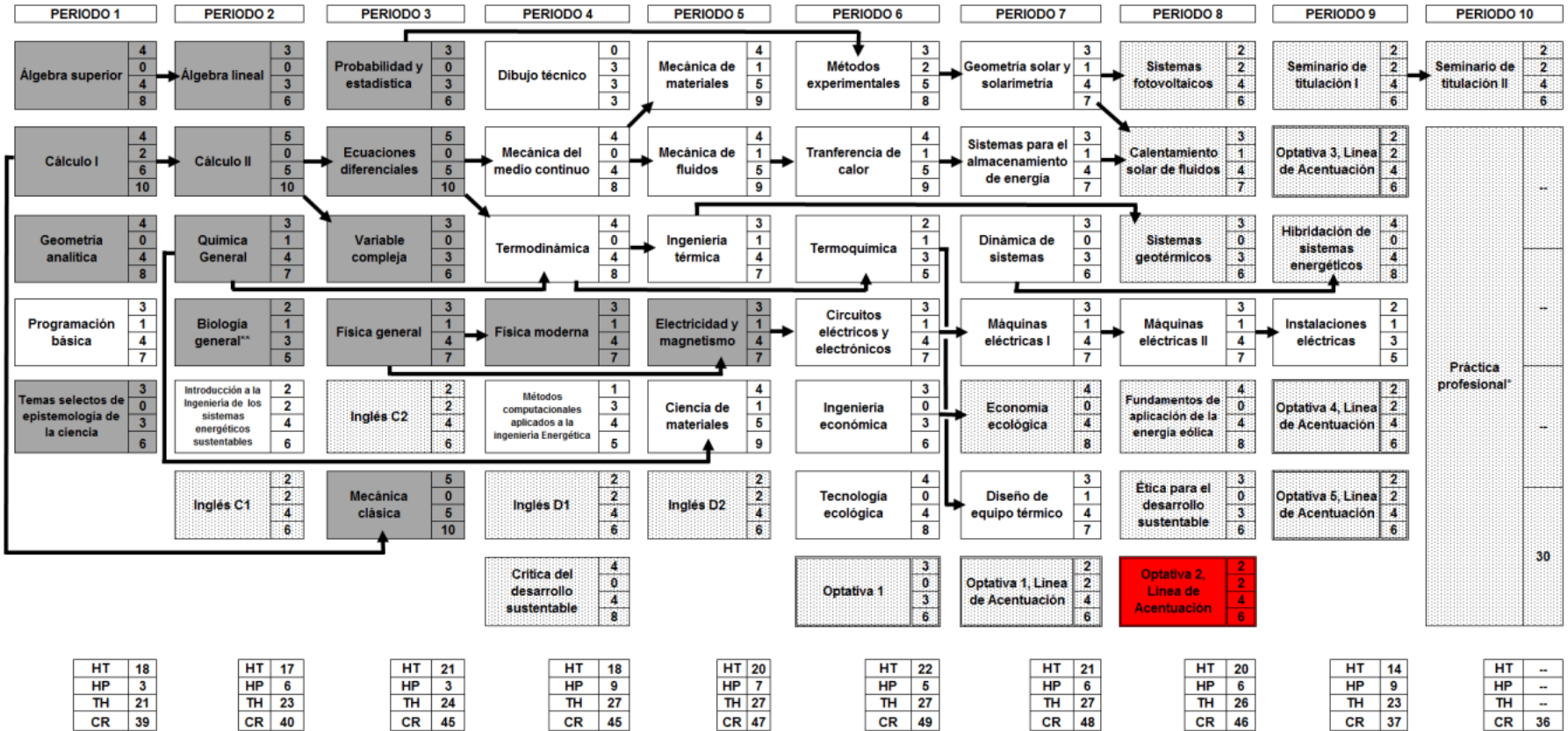
- Ley de la industria eléctrica
- Grainger, J. J., & Stevenson, W. D. (1996). Análisis de sistemas de potencia. McGraw-Hill.

### Complementario

- NOM 001 SEDE-2012 Instalaciones eléctricas
- Transmission and distribution. Westinghouse Electric Corporation. Fourth Edition
- Generación distribuida, autoconsumo y redes inteligentes. Antonio Colmenar Santos, Eduardo Collado Fernández, Manuel Alonso Castro Gil, David Borge Diez. Editorial: UNED



MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS ENERGÉTICOS SUSTENTABLES



HT 18 HP 3 TH 21 CR 39	HT 17 HP 6 TH 23 CR 40	HT 21 HP 3 TH 24 CR 45	HT 18 HP 9 TH 27 CR 45	HT 20 HP 7 TH 27 CR 47	HT 22 HP 5 TH 27 CR 49	HT 21 HP 6 TH 27 CR 48	HT 20 HP 6 TH 26 CR 46	HT 14 HP 9 TH 23 CR 37	HT -- HP -- TH -- CR 36
---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	----------------------------------

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	Horas teóricas
	Horas prácticas
	Total de horas
	Créditos

[Obligatorio, Núcleo Básico]  
 [Obligatorio, Núcleo Sustantivo]  
 [Obligatorio, Núcleo Integral]  
 [Optativo, Núcleo Integral]

→ 31 Líneas de seriación  
 \* Actividad académica  
 \*\* UA Seriado con Microbiología

Núcleo Básico obligatorio: cursar y acreditar 15 UA	53 7 60 113
Núcleo Sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 23 UA	68 24 92 160
Núcleo Integral obligatorio: cursar y acreditar 14 UA + 1*	39 15 54 123
Núcleo Integral optativo: cursar y acreditar 6 UA	-- -- -- 36

Total del Núcleo Básico: acreditar 15 UA para cubrir 113 créditos  
 Total del Núcleo Sustantivo: acreditar 23 UA para cubrir 160 créditos  
 Total del Núcleo Integral: acreditar 20 UA + 1\* para cubrir 159 créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA Obligatorias	52 + 1 ACTIVIDAD ACADÉMICA
UA Optativas	6
UA a Acreditar	58 + 1 ACTIVIDAD ACADÉMICA
Créditos	432