



### **Resolución N° 047/2010**

**Acta N° 447**

**Fecha 16/02/2010**

**Por la cual se aprueba el Proyecto de Maestría en Ingeniería Eléctrica de la Facultad Politécnica de la Universidad Nacional del Este.**

Ciudad del Este, 25 de febrero del 2010.-

**Vista :** La nota presentada por la Decana de la Facultad Politécnica en la cual eleva al Consejo Superior Universitario la Resolución del CD N° 289/2009, en la que se aprueba el Proyecto de la Maestría en Ingeniería Eléctrica, en su cuarta edición “y”,

**Considerando:** Que, la Comisión de Asuntos Legales y Reglamentarios han procedido a estudiar convenientemente el proyecto de referencia, elevando al CSU su respectivo dictamen en la que recomienda la aprobación del Proyecto de Maestría en Ingeniería Eléctrica, en su cuarta edición de la Facultad Politécnica de la Universidad Nacional del Este, ya que la estructura del plan de estudios como así el aspecto procedimental reúnen los requisitos legales y académicos exigidos por las disposiciones vigentes.

Que, así también la Comisión de Asuntos Académicos no ha presentado reparos sobre el Proyecto de referencia.

Que, el CSU consideró, estudió y aprobó el proyecto de la Maestría en Ingeniería Eléctrica de la citada unidad académica.

Por tanto,

### **EN USO DE SUS ATRIBUCIONES LEGALES**

**El Consejo Superior Universitario**

### **RESUELVE**

**Art. 1°** **APROBAR** el Proyecto de Maestría en Ingeniería Eléctrica de la Facultad Politécnica de la Universidad Nacional del Este, que debidamente rubricado y foliado forma parte de la presente resolución.

**Art. 2°** **DISPONER** que el mencionado curso aprobado en el Art. 1° de la presente resolución sea válido por una edición, en caso que sea necesaria una nueva ejecución, deberá presentarse otro proyecto similar al Consejo Superior Universitario para su aprobación pertinente.-

**Art. 3°** **COMUNICAR** a quienes corresponda, cumplido, archivar.

**Lic. Julio César Meaurio Leiva**  
Secretario – CSU

**Ing. Gerónimo Manuel Laviosa González**  
Presidente en Ejercicio - CSU



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ESTE**

Consejo Superior Universitario

sitario, km. 8, Lado Acaray  
Calle Universidad Nacional del Este c/ Rca. del Paraguay  
Ciudad del Este – Paraguay

Teléfono y Fax (061) 575478/80  
Casilla de Correo N° 389  
Web: [www.une.edu.py](http://www.une.edu.py)

---

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ESTE

## FACULTAD POLITÉCNICA

---



PROYECTO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



### INDICE

1- FUNDAMENTACIÓN	4
2 – OBJETIVOS	4
3 - 3.1 Objetivo General	4
3.2 Objetivos Específicos	4
4 - PERFIL DEL POSTGRADUADO	5
5 - SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA	5
Planeamiento de Sistemas de Energía Eléctrica	5
6-CARACTERIZACION DEL CURSO	7
6.1 Periodo de Realización	7
6.2 Tipo de Curso	7
6.3 Modalidad	7
6.4 Horario de Clases	7
6.5 Público Objetivo	8
6.6 Número de Plazas	8
6.7 Local e informaciones	8
6.8 Requisitos de Admisión	8
7- DESARROLLO DE LA MAESTRÍA	9
8- PROCESO DE EVALUACIÓN	9
9- RELACIÓN DE MÓDULOS	10
10- OBJETIVOS, CONTENIDOS Y BIBLIOGRAFÍA POR ASIGNATURA	10
10.1 Técnicas Computacionales en SEE	10
10.2 Sistemas Eléctricos de Potencia	11
10.3 Proceso Estocásticos en Ingeniería Eléctrica	12
10.4 Técnica de Optimización I	13
10.5 Técnica de Optimización II	14
10.6 Planeamiento de Sistema de Energía Eléctrica	15
10.7 Planeamiento de SEE. En Ambiente Competitivo	16
10.8 Confiabilidad de Sistema de Energía Eléctrica	17
10.9 Metodología de la investigación y Elaboración Científicos	18
11- ORGANIZACIÓN ACADÉMICA	18
11.1 Coordinador de la Maestría	18
11.2 Cuerpo Docente	18
12- INFRAESTRUCTURA	19
13- CRONOGRAMA	20



### **1- FUNDAMENTACIÓN**

El perfeccionamiento de los conocimientos a través de la capacitación continua y permanente constituye la base fundamental para la excelencia profesional en cualquier área de la ciencia. La Ingeniería Eléctrica no escapa a esta premisa. Para la región geográfica de las tres fronteras, esta excelencia profesional se constituye en un factor estratégico y determinante de su desarrollo.

Siendo la hidroenergía un recurso renovable, limpio y tan abundante en el Paraguay, es necesario e imperioso contar con los recursos humanos, adecuadamente capacitados para llevar adelante los estudios de planificación, el manejo y mantenimiento de los Sistemas de Energía Eléctrica (SEE). De ello dependerá en gran medida el desarrollo armónico y sustentable del país.

La Facultad Politécnica de la Universidad Nacional del Este (FPUNE), asume el desafío de incorporarse al desarrollo de los avances tecnológicos y así responder a las nuevas exigencias del entorno a través de la oferta de un curso de Maestría en Ingeniería Eléctrica.

### **2- OBJETIVO GENERAL**

El programa de esta maestría tiene como objetivo general, dar una formación de postgrado en Ingeniería Eléctrica con énfasis en la capacitación, actualización profesional y académica universitaria.

### **3- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

**3.1** Capacitar a profesionales con conocimientos avanzados, en el área de Planeamiento de Sistemas de Energía Eléctrica.

**3.2** Formar investigadores capaces, de liderar procesos de creación y transformación de conocimientos de punta, dentro del área de la Ingeniería Eléctrica.

**3.3** Preparar académicos universitarios que contribuyan a elevar la educación superior de la región y del país.



#### **4- PERFIL DEL MAGÍSTER EN INGENIERÍA ELÉCTRICA**

Acorde con el objetivo general del programa de postgraduación, el profesional al acceder al grado de Magíster, tiene una sólida formación como investigador y un profundo conocimiento en el área de concentración elegida.

De esta manera, el mismo se encuentra capacitado tanto para desempeñar, funciones de investigador dentro de instituciones o empresas relacionadas al sector energético o para desempeñar funciones de docente e investigador dentro de instituciones académicas.

El énfasis en el campo del Planeamiento de Sistemas de Energía Eléctrica, permite al profesional actuar en una o más de las siguientes áreas de especialización: generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. Estas áreas brindan capacitación para, realizar y promover el desarrollo de actividades, con énfasis en los aspectos asociados a la creación y evolución de los mercados eléctricos.

#### **5- SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA (SEE)**

Los SEE están compuestos por sistemas complejos de instalaciones y equipamientos distribuidos en regiones geográficas, y tienen como objetivo la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

El conjunto de procesos que engloba un SEE tiene como premisa fundamental, que los consumidores tengan acceso al flujo energético, en la cantidad deseada al mínimo precio posible, y por supuesto con la atención de los requisitos, de calidad establecidos para el sector. Los requisitos de calidad hacen referencia, a la capacidad del sistema de atender la carga con confiabilidad y con valores de tensión y frecuencia dentro de los rangos padronizados.

La expansión y operación de los SEE, requieren de una base de conocimiento multidisciplinario, como forma de evaluar cuestiones relacionadas, a la administración de los recursos hídricos, de los impactos ambientales y de los recursos económicos en función del gran volumen de capital requerido.

El tratamiento de cada una de estas cuestiones, exige el uso de métodos y modelos computacionales apropiados, cuyo desenvolvimiento debe constituir uno de los objetos, de investigación para la elaboración y presentación de la tesis.



Los modelos computacionales elaborados, constituyen valiosos instrumentos aplicados a la operación y planeamiento del SEE, dado que es imposible llevar a cabo experimentos en sistemas reales. La representación matemática, de los fenómenos asociados a un SEE invariablemente resultan en problemas complejos y de gran porte, siendo necesario por tanto, el uso de algoritmos sofisticados y recursos computacionales avanzados.

Como se indicara anteriormente, las investigaciones acerca de los SEE son desarrolladas en el área de Planeamiento de Sistemas de Energía Eléctrica, con destaque especial para la Reglamentación y Dinámica de Mercados Competitivos de Energía Eléctrica.

### **Planeamiento de Sistemas de Energía Eléctrica**

Esta área específica de investigación, tiene como objetivo realizar y promover el desarrollo de actividades, con énfasis en los aspectos asociados al planeamiento y análisis en las especialidades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

Las líneas de investigación incluyen, entre otras; métodos y modelos para el planeamiento de la expansión de la red de transmisión, expansión de sistemas de distribución; métodos probabilísticas en el planeamiento de SEE; métodos y modelos para el planeamiento del mantenimiento de generadores.

Un aspecto bien caracterizado dentro del planeamiento de SEE, es la Reglamentación y Dinámica de Mercados Competitivos de Energía Eléctrica. Esta área del planeamiento tiene como objetivo, realizar y promover el desarrollo de actividades con énfasis en los aspectos asociados, a la creación y evolución de los mercados eléctricos bajo la óptica de la competencia en el sector.

Las líneas de investigación incluyen, entre otras; elaboración de modelos computacionales para la simulación de mercados competitivos de energía eléctrica, reglamentación técnica y económica del SEE bajo régimen de competición, gerencia de sistemas por el lado de la demanda y eficiencia energética.



## 6- CARACTERIZACIÓN DEL CURSO

### 6.1 Periodo de Realización

En total son nueve módulos de aula, cada módulo tiene una duración de siete semanas.

Inicio: 9 de abril de 2010.

Duración: tres años

Este tiempo es contado a partir, del inicio del primer módulo de aulas, el 9 de abril 2010.

Costo: 12.000.000gs. En función al convenio entre la Facultad Politécnica de la UNE y la Fundación Boeteia.

### 6.2 Tipo de Curso

El curso ofrecido es de postgrado strictus sensu: Maestría en Ingeniería Eléctrica. A demás, al concluirlo, el alumno accede a la especialización en *Planeamiento de Sistemas de Energía Eléctrica*, optando por el título de: *Magíster en Ingeniería Eléctrica con énfasis en Planeamiento de Sistemas de Energía Eléctrica*.

El estudiante puede completar los módulos correspondientes al postgrado en Ingeniería Eléctrica, con derecho al diploma de *Especialista en Planeamiento de Sistemas de Energía Eléctrica*. Tanto el título de magíster como el diploma de postgraduado son expedidos por el Rectorado de la Universidad Nacional del Este.

Acorde con el objetivo general, el programa de la maestría tiene en la especialización e investigación aplicada, sus fundamentos y ámbito de actividades. El mismo es llevado a cabo en dos etapas: la primera volcada a la capacitación, con énfasis en la especialización en el área mencionada y la segunda centrada en torno al desarrollo de un trabajo de investigación (tesis).

### 6.3 Modalidad

La modalidad de esta maestría es, de carácter modular con dedicación de tiempo parcial. Cada módulo posee una duración de siete semanas, son impartidos secuencialmente uno después de otro, dos días por semana (viernes y sábados).

La carga horaria de cada módulo es de 84 horas reloj, correspondientes a 12 horas reloj semanales, totalizando 756 horas presenciales y 300 horas para la elaboración de tesis.



### 6.4 Horario de Clases

Viernes: de 18:00 a 22:00 Hs.

Sábados: de 08:00 a 16:00 Hs.

### 6.5 Público Objetivo

Ingenieros electricistas u otros profesionales de grados universitarios afines y con niveles de instrucción comparables a los del ingeniero electricista.

### 6.6 Número de Plazas

Para la apertura del curso, se requiere de una cantidad entre 13 y 25 alumnos inscriptos.

### 6.7 Local e Informaciones

La realización del curso de maestría y la inscripción para el mismo se llevará a cabo, en el local de la Facultad Politécnica, sito en Km. 8 Acaray, Campus Universitario UNE, Ciudad del Este – Paraguay.

Fuentes de información relacionadas al curso:

Telefax: 061 574980.

Correo electrónico: [postgrado.fpune@gmail.com](mailto:postgrado.fpune@gmail.com)

### 6.8 Requisitos de Documentación para Especializaciones y Maestrías

El periodo de tiempo habilitado para la inscripción, se extiende desde el mes de marzo 2010 hasta previo inicio del primer módulo del curso. A los efectos de la inscripción o matriculación, el estudiante debe cumplir los siguientes requisitos:

#### A- Para egresados de la UNE:

1. Fotocopia autenticada por escribanía o Secretaría General de :

- Cédula de identidad civil
- Certificado de nacimiento original
- Certificado de Estudios
- Título de Grado

1. Dos fotos actualizadas tipo carné, en colores.

2. Abonar el arancel correspondiente



### **B- Para egresados de otras universidades:**

1. Fotocopia autenticada por escribanía o Secretaría General de:
  - Cédula de identidad civil.
  - Certificado de Nacimiento original
  - Certificado de Estudios.
  - Título de Grado.
2. Dos fotos actualizadas tipo carné, en colores.
3. Abonar el arancel correspondiente.

C- Examen de conocimiento de la lengua inglesa.

### **7- DESARROLLO DE LA MAESTRÍA**

El plan de la maestría consta de dos etapas:

La primera etapa dura 14 meses y en ella se dictan todos los módulos correspondientes a la instrucción académica completa, en total son nueve módulos.

Ocho corresponden a las asignaturas técnicas y el noveno a Metodología de la Investigación y Elaboración de Trabajos Científicos, que incluye la presentación de una monografía. En esta primera etapa se accede al diploma de especialista.

La segunda etapa; se inicia luego de haber aprobado los nueve módulos que habilita al desarrollo de la tesis. Esta etapa se extiende hasta el fin de la maestría. En este tiempo, el estudiante debe presentar y aprobar su tesis, bajo la tutela de un Profesor tutor responsable de orientar el proyecto.

### **8- PROCESO DE EVALUACIÓN**

De acuerdo con la naturaleza de las asignaturas, las pruebas y exámenes académicos pueden ser escritos, orales o de carácter práctico, siendo el profesor quien decide la modalidad de la evaluación de su asignatura. Sin embargo, la calificación final de una asignatura; y de toda prueba, examen parcial y final, así como de trabajos, monografías o proyectos, se deben realizar siempre en la escala numérica del 1 al 5, según se muestra a continuación:

De 0% hasta cualquier valor menor a 59%	1 (Uno)	Reprobado
De 60% hasta cualquier valor menor a 69%	2 (Dos)	Aprobado
De 70% hasta cualquier valor menor a 80%	3 (Tres)	Bueno
De 81% hasta cualquier valor menor a 93%	4 (Cuatro)	Distinguido
De 94% hasta cualquier valor menor o igual a 100%	5(Cinco)	Sobresaliente



Aquellos alumnos que no pudieron presentarse al examen final, por causa justificada, podrán solicitar en un plazo no mayor de 15(quince) días hábiles luego de aplicado el examen, una nueva fecha de examen, previo pago de los aranceles establecidos para el efecto. Los participantes que no se presentaron a examen el día y la hora señalados, perderán el derecho de examen en ese periodo

Para acceder al título de Magíster, el estudiante debe poseer un promedio de rendimiento global igual o superior a 70 %.

### 9- RELACIÓN DE MÓDULOS

- Técnicas computacionales en Sistemas de Energía Eléctrica.
- Sistemas Eléctricos de Potencia.
- Procesos estocásticos en Ingeniería Eléctrica.
- Técnicas de Optimización I.
- Técnicas de Optimización II.
- Confiabilidad de Sistemas de Energía Eléctrica.
- Planeamiento de Sistemas de Energía Eléctrica.
- Planeamiento de Sistemas de Energía Eléctrica en Ambiente Competitivo.
- Metodología de la Investigación y Elaboración de Trabajos Científicos.

### 10- OBJETIVOS, CONTENIDOS Y BIBLIOGRAFÍA POR ASIGNATURA

Los contenidos descritos, así como la bibliografía señalada, tienen fundamentalmente un carácter referencial, en razón de que el profesor debe disponer de cierta libertad y autonomía para introducir temas específicos que a su criterio resulten pertinentes.

#### 10.1 Técnicas Computacionales en Sistemas de Energía Eléctrica

**10.1.1. Objetivo:** *Proporcionar al estudiante de postgraduación, las herramientas de investigación para desarrollar aplicaciones prácticas, con auxilio de métodos computacionales avanzados, dentro del área de Sistemas Eléctricos de Potencia.*



**10.1.2 Contenidos:** Contenidos: Origen, naturaleza y estructuras típicas de los problemas computacionales en sistemas de energía eléctrica. Operaciones en computadores digitales: aritmética de precisión finita, errores de redondeo, algoritmos inestables versus problemas mal acondicionados, errores de redondeo en operaciones matriciales. Aspectos numéricos y métodos de solución de sistemas algebraicos lineales: métodos directos e interactivos, convergencia de métodos interactivos, condicionamiento de sistemas lineales. Condicionamiento del problema de mínimos cuadrados, solución a través de métodos ortogonales. Técnicas de solución de sistemas lineales dispersos: concepto, técnicas de almacenamiento compacto, métodos de ordenación, análisis de alteraciones, métodos de compensación, factores dispersos de la inversa. Procesamiento de alto desempeño: Arquitecturas computacionales, conceptos básicos de paralelismo y vectorización, análisis de desempeño, operaciones con vectores y matrices, técnicas de programación. Soluciones paralelas y vectoriales de sistemas lineales algebraicos: métodos directos, métodos interactivos tradicionales, métodos del tipo gradiente conjugado, técnicas de précondicionamiento. Técnicas de factorización.

### 10.1.3 Bibliografía Referencial:

1. STAGG, G.W., & EL-ABIAD, A.H., “Computer Methods in Power System Analysis”, Tokyo, Mc Graw Hill, 1968.
2. MOROZOWSKI, P.M., “Matrices Esparsas em Redes de Potencia: Técnicas de Operacao”, Rio de Janeiro, Ed. Livros Técnicos y Científicos, 1981.
3. CARDOZO F. C.M, “Análise de Alteracoes em Redes de Potencia”, Disertacao de Mestrado, Florianópolis, 1.985.
4. BROWN E.H., “Grandes Sistemas Elétricos – Métodos Matriciais”, Río de Janeiro, Ed. Livros Técnicos y Científicos, 1977.
5. ARRILAGA, ARNOLD, C. P., HARVER, B. J. Computer modeling of Electrical Power Systems, New Cork, John Wiley, 1984.

## 10.2 Sistemas Eléctricos de Potencia

**10.2.1 Objetivo:** *Proporcionar al estudiante de postgraduación, las herramientas de investigación para desarrollar aplicaciones prácticas, dentro del área de Sistemas Eléctricos de Potencia en Régimen Permanente.*



**10.2.2 Contenidos:** Topología de redes eléctricas. Grafos de redes y matrices asociadas. Algoritmos para la formación y modificación de matrices de redes. Ecuaciones algebraicas simultáneas: resolución numérica de las ecuaciones de redes eléctricas. Introducción al estudio de flujo de potencia. Metodologías de estudio del flujo de potencia. Análisis de cortocircuito simétrico y asimétrico. Introducción a la estabilidad de sistemas de potencia. Análisis clásico de la estabilidad en régimen permanente y de la estabilidad transitoria.

### 10.2.3 Bibliografía Referencial:

1. STAGG, G.W., & EL-ABIAD, A.H., "Computer Methods in Power System Analysis", Tokyo, Mc Graww Hill, 1968.
2. CARDOZO F. C.M, "Análise de Alteracoes em Redes de Potencia", Disertacao de Mestrado, Florianópolis, 1985.
3. MONTICELLI, A. J. Fluxo de Carga em Redes de Energia Elétrica. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1983.
4. RAMOS D.S., & DIAS E.M. " Sistemas Eléctricos de Potencia – Regime Permanente" Río de Janeiro, Ed. Guanabara Dois, Vol. I e II, 1.983.
5. KIMBARK, E. W., Power System Stability: Synchronous Machines. New York: John Wiley, 1995.

## 10. 3 Procesos Estocásticos en Ingeniería Eléctrica

**10.3.1 Objetivo:** *Proporcionar al estudiante de postgraduación, las herramientas de investigación que le permitan la aplicación práctica de métodos matemáticos basados en la teoría de los procesos estocásticos.*

**10.3.2 Contenidos:** Concepto de procesos estocásticos a la Luz de la Teoría de Probabilidad. Clasificación, Series Temporales. Estacionariedad. Momentos. Diferenciación e Integración Estocástica. Ergodicidad. Correlación y Densidad Espectral. Sistemas Lineales Estocásticos. Procesos de Markov: Clasificación y Aplicaciones. Ruido Blanco Excitando Sistemas Lineales. Modelos AR y ARMA: Identificación de Parámetros. Filtrajes, Predicción y Alisamiento: Filtro Óptimo de Kalman. Aplicaciones en Sistemas de Control, Procesamiento de Señales, Sistemas de Potencia, Confiabilidad.



### 10.3.3 Bibliografía Referencial:

1. Papoulis, A., "Probability, Random Variables and Stochastic Process", McGraw-Hill Book Company, New York, 3<sup>a</sup>. ed., 1991.
2. Davenport, W. B., "Probability and Random Process", McGraw-Hill Book Company, New York, 1970.
3. Taylor, H. M. & Karlin, S., "An Introduction to Stochastic Modelling", Academic Press, 1984.
4. Taylor, H. M. & Karlin, S., "A Second Course in Stochastic Process", Academic Press, 1981.
5. Maybeck, Peter S., "Stochastic Models Estimation and Control", vol. 1, Academic Press, 1982.
6. Ross, Sheldon M., "Introduction to Probability Models", Academic Press, London, 1985.
7. [8] Clarke, A. B. & Disney, R., "Probabilidad e Processos Estocásticos", Livros Técnicos e Científicos Editora, 1979.

### 10.4 Técnicas de Optimización I

**10.4.1 Objetivo:** *Proporcionar al estudiante de postgraduación, las herramientas de investigación para desarrollar aplicaciones prácticas, tanto dentro del área de Planeamiento, como dentro del área de Operación en Sistemas Eléctricos de Potencia con énfasis en Programación Lineal, Entera y Dinámica.*

**10.4.2 Contenidos:** Revisión de álgebra lineal, matrices, sistemas de ecuaciones lineales, espacio vectorial, programación lineal y teoría de la dualidad, algoritmo primal-dual, algoritmos de flujo en redes. Programación entera, programación entera-mixta, algoritmo de branch-and-bound, algoritmo de enumeración implícita. Programación dinámica determinística.



### 10.4.3 Bibliografía Referencial:

1. BOLDRINI, J. L., COSTA, S., RIBEIRO, V. L., WETZLER, H., Algebra Lineal, Harbra, Sao Paulo, 1980.
2. LIEBERMAN, G. J., HILLIER, F. S.; Introducción a la Investigación de Operaciones, McGraw-Hill, México 1991.
3. LUEMBERGER, D. G.; Introduction to Linear and Non-Linear Programming, Second Edition, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1984.
4. DENARDO, E. V.: Dynamic Programming, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J, U.S.A., 1982.
5. BERTSEKAS, D. P.: Dynamic Programming and Optimal Control, Athena Scientific, Mass., 1995.

### 10.5 Técnicas de Optimización II

**10.5.1 Objetivo:** *Proporcionar al estudiante de postgraduación, las herramientas de investigación para desarrollar aplicaciones prácticas, tanto dentro del área de Planeamiento, como dentro del área de Operación en Sistemas Eléctricos de Potencia con énfasis en Programación No Lineal y Programación Dinámica Estocástica.*

**10.5.2 Contenidos:** Revisión de cálculo diferencial, condiciones optimalidad, métodos de búsqueda unidireccional, métodos de optimización irrestricta, métodos de optimización, métodos de descomposición, métodos heurísticas de optimización, programación dinámica estocástica.

### 10.5.3 Bibliografía Referencial:

1. LEITHOLD, L., O Cálculo com Geometria Analítica, Harbra, Sao Paulo, 1980.
2. BAZARAA, M. S., SHETTY, C. M.; Nonlinear Programming – Theory and Algorithms, John Wiley and Sons, U.S.A., 1979.
3. LUEMBERGER, D. G.; Introduction to Linear and Non-Linear Programming, Second Edition, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1984.



4. DENARDO, E. V.: Dynamic Programming, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J, U.S.A., 1982.
5. BERTSEKAS, D. P.: Dynamic Programming and Optimal Control, Athena Scientific, Mass., 1995.

### 10.6 Planeamiento de Sistemas de Energía Eléctrica

**10.6.1 Objetivo:** *Proporcionar al estudiante de postgraduación, las herramientas de investigación para desarrollar aplicaciones prácticas, dentro del área de Planeamiento en Sistemas Eléctricos de Potencia.*

**10.6.2 Contenidos:** Estructura, funciones y evolución de los SEE. Metodología de planeamiento: histórico, objetivos, etapas, criterios de descomposición, mecanismos de coordinación, enfoques especializados e integrados, cadena jerárquica de modelos, extensiones de la metodología básica. Planeamiento energético: objetivos, etapas, dimensionamiento de centrales eléctricas, criterios de garantía de suministro, análisis energético y económico de alternativas. Modelos computacionales: topología, estructura, posibilidades de descomposición, subproblemas de inversión y de operación, representación de restricciones financieras y de incertidumbres, formulaciones alternativas de los subproblemas. Planeamiento bajo condiciones de incertidumbre: formulación, análisis y aplicaciones de modelos existentes.

### 10.6.3 Bibliografía Referencial:

1. Allen J. Word, Power Generation, Operation, and Control, Wiley-Interscience; January 1996.
2. T.W. BERRIE, “Electricity Economics and Planning”, Institute of Electrical & Electronics Engineer; (January 1, 1993).
3. JOHN J. GRAINGER, WILLIAM D., JR. STEVENSON, “Power System analysis, McGraw-Hill Science/Engineering/Math; (January 1, 1994).
4. HARRY G. STOLL, “Least-Cost Electric Utility Planning”, Wiley-Interscience; 1 edition (June 12, 1989).
5. S.H.F. CUNHA, “Planning and Operation of Electric Energy Systems”, Elsevier Science Ltd; 1st ed (April 1, 1986).



### **10.7 Planeamiento de Sistemas de Energía Eléctrica en Ambiente Competitivo**

**10.7.1 Objetivo:** *Proporcionar al estudiante de postgraduación, las herramientas de investigación para desarrollar aplicaciones prácticas, dentro del área de Planeamiento en Sistemas Eléctricos de Potencia con énfasis en Ambiente Competitivo.*

**10.7.2 Contenidos:** Mudanzas institucionales en el sector de energía eléctrica: motivación, objetivos, tipología de las reformas, principales experimentos, influencia de la estructura institucional sobre la metodología de planeamiento. Modelos conceptuales: teoría marginalista, teoría de la contestabilidad, teoría de los juegos, modelo de Porter, dinámica de sistemas y simulación discreta. Planeamiento energético: metodología, modelos de optimización y de simulación, plano de referencia, asignación de costos y beneficios. Planeamiento de la transmisión: metodología, modelos heurísticos y de optimización, plano de referencia, acceso a la transmisión, cálculo de peaje, aspectos de interdependencia y sinergia, economías de escala, de alcance y de densidad, consecuencias para el planeamiento en ambiente competitivo. Operación de mercado: previsión de carga y de precio de energía de corto plazo, unit commitment basado en precio, análisis de mercado basado en teoría de juego, servicios ancilares, gestión de la transmisión.

#### **10.7.3 Bibliografía Referencial:**

1. STEVEN STOFT, *Power System Economics: Designing Markets for Electricity*, Wiley-IEEE Press; 1st edition (May 17, 2002).
2. ALEXANDER EYDELAND, *Energy and Power Risk Management: New Developments in Modeling, Pricing and Hedging*, Wiley; 1 edition (December 20, 2002).
3. M. SHAHIDEHPOUR, *Market Operations in Electric Power Systems: Forecasting, Scheduling, and Risk Management*, Wiley-IEEE Press; 1st edition (March 28, 2002).
4. GEOFFREY ROTHWELL, TOMÁS GÓMEZ, *Electricity Economics: Regulation and Deregulation* (IEEE Press Series on Power Engineering), Wiley-IEEE Press; (February 7, 2003).



5. MOROZOWSKI M.F., “Planejamento Integrado de Sistemas Multiáreas con Restricciones de Energía e de Confiabilidad: Uma Abordagem via Programacao Estocastica”, Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, RJ, 1.995.
6. CARDOZO F. C.M., “Operacao de Sistemas Hidroelétricos em Ambiente Competitivo: Uma Abordagem da Gestao Empresarial via Simulacro Estocastica e Dinamica de Sistemas”, Tese de Doutorado, Florianópolis, 2.000.

### **10.8 Confiabilidad de Sistemas de Energía Eléctrica**

**10.8.1 Objetivo:** *Proporcionar al estudiante de postgraduación, las herramientas de investigación para desarrollar aplicaciones prácticas, dentro del área de Planeamiento en Sistemas Eléctricos de Potencia con énfasis en Estudios de Confiabilidad de sus áreas componentes.*

**10.8.2 Contenidos:** Conceptos básicos de la teoría de la confiabilidad. Riesgo de falla, modelos de fallas. Confiabilidad estructural/funcional. Procesos de Markov aplicados a la teoría de la confiabilidad. Disponibilidad. Determinación de la confiabilidad estática y de la reserva girante de la generación. Confiabilidad de la transmisión y distribución. Confiabilidad compuesta. Confiabilidad multiárea.

### **10.8.3 Bibliografía Referencial:**

1. Roy Billinton, Ronald N. Allan, “Reliability Evaluation of Power Systems”, Book News, Inc., Portland, Or, 1996.
2. Ditlevsen, O and Madsen, H. O. – Structural Reliability Methods; ed. John Wiley & Sons Inc, Baffins Lane, Chichester, 1996.
3. Ang, A. H-S and Tang, W. H. – Probability Concepts in Engineering Planning and Design, John Wiley & Sons Inc., EUA, 1984.
4. Haldar, A. and Mahadevan, S. – Reability Assessment Using Stochastic Finite Element Analysis, ed. John Wiley & Sons Inc. , EUA, 2000.
5. Haldar, A. and Mahadevan, S. – Probability, Reability and Statistical Mathds in Engineering Design, ed. Jonh Wiley & Sons Inc., EUA, 2000.



### 10.9 Metodología de Investigación y Elaboración de Trabajos Científicos

**10.9.1 Objetivo:** *Proporcionar al estudiante de postgraduación, la metodología de investigación para proyectar y desarrollar trabajos científicos, así como para extraer conclusiones significativas a través de la aplicación del método científico.*

**10.9.2 Contenidos:** El método científico; elementos, etapas, características, aplicación. La investigación científica; características, formas y tipos de investigación. El proyecto de investigación; elección del tema, Objetivos, delimitación del tema, recursos, el problema, marco teórico, hipótesis, metodología, experimentación, evaluación, redacción del informe.

#### 10.9.3 Bibliografía Referencial:

1. Arca, María Cristina. Metodología de la Investigación Científica. FCEQYN, UNAM.2009.
2. TAMAYO, M. El Proceso de la Investigación Científica, Limusa, México, 3ª ed, 1995.
3. Ráfales, E. Metodología de la Investigación Técnico-Científica, Rubiños-1860, S.A., Madrid, 1993.

## 11- ORGANIZACIÓN ACADÉMICA

### 11.1 COORDINADOR DE LA MAESTRÍA

**Prof. Dr. Anastacio Sebastián Arce Encina**

Principales Grados

Ing. Electricista y Dr. en Ing. Eléctrica.

### 11.2 CUERPO DOCENTE

**Prof. Dr. Roberto Castellano Lotero**

Principales Grados

Ing. Electricista y Dr. en Ing. Eléctrica.

**Prof. Dr. Enrique Ramón Chaparro Viveros**

Principales Grados

Ing. Electricista y Dr. en Ing. Eléctrica.



### **Prof. M.Sc. Alcides Martínez**

#### Principales Grados

Ing. Electricista y M.Sc. en Ing. de Sistemas.

### **Prof. M.Sc. Alberto Rojas**

#### Principales Grados

Lic. en Ciencias (Física) y M.Sc. en Ing. de Sistemas.

## **12. INFRAESTRUCTURA**

Las asignaturas serán impartidas en clases magistrales, en aulas climatizadas y provistas de recursos audiovisuales e informáticos, tales como: pizarras acrílicas, proyectores panorámicos y proyectores de transparencia. A fin de tener acceso a la información actualizada, se prevé el usufructo de una biblioteca virtual, conteniendo las bases de datos de importantes publicaciones. Para la realización de los trabajos de investigación, se cuenta con una sala de estudios equipadas, con equipos informáticos, con software para el estudio y la investigación dentro del campo de la Ingeniería Eléctrica. Queda abierta la posibilidad, del desarrollo de trabajos de campo fuera de la Facultad Politécnica, en función del desarrollo de los proyectos de investigación y del surgimiento de oportunidades a lo largo del curso.



### 13 CRONOGRAMA

Nº	MODULOS	INICIO	FIN	PROFESOR
1	Técnicas computacionales en SEE	9/04/2010	05/06/2010	Prof. Dr. Enrique Chaparro
2	Sistemas Eléctricos de Potencia	11/06/2010	30/07/2010	Prof. Dr. Enrique Chaparro
3	Proceso Estocásticos en Ingeniería Eléctrica	31/08/2010	17/09/2010	Prof. MSc. Alcides Martínez
4	Técnica de Optimización I	18/09/2010	6/11/2010	Prof. Dr. Sebastian Arce
5	Técnica de Optimización II	12/11/2010	18/12/2010	Prof. Dr. Sebastian Arce
6	Planeamiento de Sistemas de Energía Eléctrica	4/02/2011	19/03/2011	Prof. Dr. Sebastian Arce
7	Planeamiento de SEE. En Ambiente Competitivo.	25/03/2011	28/05/2011	Prof. Dr. Roberto Lotero
8	Confiabilidad de Sistema de Energía Eléctrica	3/06/2011	16/07/2011	Prof. MSc. Guilherme Kunz
9	Metodología de la Investigación y Elaboración Científicos	22/07/2011	3/09/2011	Prof. MSc. Alberto Rojas