



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)

Resolución N° 0830-00-2018

"POR LA CUAL SE MODIFICA LA RESOLUCIÓN N° 528-00-2006 DE FECHA 20 DE DICIEMBRE DE 2006, ACTA N° 25, DEL CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO, QUE HOMOLOGA EL PROYECTO ACADÉMICO DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD POLITÉCNICA"

VISTO Y CONSIDERANDO: El orden del día;

La nota DEC N° 1558/2018 de la **Facultad Politécnica**, con referencia de la Mesa de Entradas del Rectorado de la UNA número 47.682 del 20 de noviembre de 2018 por la que eleva para su homologación la Resolución transcrita a continuación: "**Resolución N° 18/19/13-00, Acta 1034/17/09/2018 de fecha 19 de setiembre de 2018, del Consejo Directivo de la Facultad Politécnica de la UNA "POR LA CUAL SE RECTIFICA LA RESOLUCIÓN 06/18/05-00 ACTA 708/07/08/2006 DEL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FP-UNA, Y SE INCLUYEN LOS PROGRAMAS DE ESTUDIOS"**"

VISTO Y CONSIDERANDO: El Memorando DIP/0537/2018, de la Dirección de Investigación y Postgrado de la FP-UNA, en el que solicita la Rectificación de la Resolución 06/06/18/05-00 Acta 708/07/08/2006 del Consejo Directivo de la FP-UNA, por la cual se aprueba el Proyecto Académico de Maestría y Doctorado en la Ingeniería Eléctrica, de la Facultad Politécnica.

Que se ha detectado un error en la denominación de los énfasis, así como, la omisión de uno de ellos, que fue ofertado y desarrollado, contándose a la fecha, con estudiantes que cursaron y culminaron los programas, en los que fueron considerados como lineamiento de investigación para los proyectos de tesis; por lo que se solicita la siguiente rectificación:

**Donde dice:**

"La conclusión de los trabajos de elaboración del documento marco para los Programas de los cursos de Maestría y Doctorado en Ingeniería Eléctrica, con los siguientes énfasis:

- Sistemas Eléctricos de Potencia.
- Sistemas Eléctricos de Distribución
- Automatización y Control
- Ingeniería de Mantenimiento
- Sistemas Energéticos

**Debe decir:**

"La conclusión de los trabajos de elaboración del documento marco para los Programas de los cursos de Maestría y Doctorado en Ingeniería Eléctrica, con los siguientes énfasis:

- Recursos Energéticos – Economía y Políticas
- Sistemas de Distribución
- Sistemas de Potencia
- Automatización y Control



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)

Resolución N° 0830-00-2018

..//..(2)

- Ingeniería de Mantenimiento
- Planificación de Sistemas Eléctricos

La Ley 4995/2013 De Educación Superior;  
El Estatuto de la Universidad Nacional de Asunción;  
Las deliberaciones sobre el tema;

### EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD POLITÉCNICA RESUELVE:

18/19/13-01 RECTIFICAR la Resolución 06/18/05-00 del Acta 708/07/08/2016 del Consejo Directivo de la FP – UNA, en los términos solicitados bajo el título Debe Decir, detallado en el exordio precedente.

18/19/13-02 INCLUIR los programas de los énfasis "Automatización y Control" y "Planificación de Sistemas Eléctricos", detallados en el ANEXO 04 de la presente Acta.

18/19/13-03 REMITIR al Consejo Superior Universitario para la homologación correspondiente.

18/19/13-04 COMUNICAR, copiar y archivar".

La Resolución N° 528-00-2006 de fecha 20 de diciembre de 2006, Acta N° 25, del Consejo Superior Universitario "POR LA CUAL SE HOMOLOGA EL PROYECTO ACADÉMICO DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA, DE LA FACULTAD POLITÉCNICA";

La Comisión Asesora Permanente de Asuntos Académicos, en su dictamen de fecha 19 de diciembre de 2018, analizado el expediente de referencia, recomienda aprobar lo solicitado;

La Ley 4995/2013 "De Educación Superior" y el Estatuto de la Universidad Nacional de Asunción;

EL CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO, EN USO DE SUS ATRIBUCIONES LEGALES, RESUELVE:

0830-01-2018

Modificar la Resolución N° 528-00-2006 de fecha 20 de diciembre de 2006, Acta N° 25, del Consejo Superior Universitario "POR LA CUAL SE HOMOLOGA EL PROYECTO ACADÉMICO DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA, DE LA FACULTAD POLITÉCNICA", de conformidad a la Resolución N° 18/19/13-00, Acta 1034/17/09/2018 de fecha 19 de setiembre de 2018, del Consejo Directivo de la Facultad Politécnica de la UNA, que rectifica la Resolución 06/18/05-00 Acta 708/07/08/2006 del Consejo Directivo de la Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción.



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py  
C. Elect.: sgeneral@rec.una.py  
Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546  
CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay  
Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)  
Resolución N° 0830-00-2018

.../...(3)

### Anexo 4

Acta 1034/17/09/2018 Resolución N° 18/19/13-00 del Consejo Directivo FP-UNA

## PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

### 1) Énfasis Planificación de Sistemas Eléctricos

#### 1.1. Títulos

El programa de postgrado otorgará los siguientes títulos:

En el área de Planificación de Sistemas Eléctricos:

- Especialista en Ingeniería Eléctrica – Énfasis en Planificación de Sistemas Eléctricos, habiendo aprobado las diez asignaturas y acumulado los 30 créditos.
- Magíster en Ingeniería Eléctrica – Énfasis en Planificación de Sistemas Eléctricos, habiendo aprobado las diez asignaturas y acumulado los 30 créditos, luego de la presentación de la tesis.

#### 1.2. Relación de Asignaturas

##### Asignaturas Comunes

- Técnicas Computacionales en Sistemas de Energía Eléctrica
- Teoría de Sistemas Lineales
- Técnicas y Métodos Numéricos de Optimización
- Metodología de la Investigación y Elaboración de Trabajos Científicos

##### Asignaturas Técnicas

- Conversión de Energía
- Confiabilidad de Sistemas de Potencia y Redes de Distribución
- Análisis Integrado del Mercado Eléctrico

##### Asignaturas Científicas

- Planificación de la Operación del Sistema Eléctrico o Tópicos Especiales I
- Planificación de la Expansión del Sistema Eléctrico o Tópicos Especiales II
- Modelos de Planificación en Ambiente Competitivo

##### Contenidos de las Materias y Bibliografía Referencial

Los contenidos descriptos no son todos de estricto cumplimiento, en razón de que el profesor debe disponer de cierta libertad y autonomía para introducir posibles temas específicos de mayor relevancia actual



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)

Resolución N° 0830-00-2018

.../..(4)

### Técnicas Computacionales en Sistemas de Energía Eléctrica

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante de pos graduación de las herramientas de investigación para desarrollar aplicaciones prácticas, con auxilio de métodos computacionales avanzados, dentro del área de sistemas eléctricos de potencia.

**Contenido:** 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 condicionados, errores de redondeo en operaciones matriciales. Aspectos numéricos y métodos de solución de sistemas algébricos lineales: métodos directos e iterativos, convergencia de métodos iterativos, 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 de esparcidad. 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 algébricos: métodos directos, métodos interactivos tradicionales, métodos del tipo gradiente conjugado, técnicas de pre-condicionamiento. Técnicas de Sistemas Dinámicos.

### **Bibliografía Referencial:**

STAGG, G.W., EL-ABIAD, A.H. "Computer Methods in Power System Analysis". Tokyo: McGraw-Hill, 1968.

MOROZOWSKI, P.M. "Matrices Esparsas em Redes de Potencia: Técnicas de Operacao". Rio de Janeiro: Ed. Livros Técnicos y Científicos, 1981.

BROWN E.H. "Grandes Sistemas Eléctricos - Métodos Matriciais". Río de Janeiro: Ed. Livros Técnicos y Científicos, 1977.

ARRILAGA, ARNOLD, C.P., & HARVER, B.J. "Computer modeling of Electrical Power Systems". New York: John Wiley, 1984.

HIGHAM, D.J, HIGHAM, N.J. "Matlab Guide", Society Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, 2000.

STEWART, G.W. "Matrix Algorithms - Vol. I Basic Decompositions", Society Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, 1998.

GREENBAUM, A. "Iterative Methods for Solving Linear Systems", Society Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, 1998

DONGARRA, J.J., DUFF, I.S, SORENSEM, D.C., VAN DER VORST, H.A. "Numerical Linear Algebra for High-Performance Computers", Society Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, 1998.

DEMME, J. M. "Applied Numerical Linear Algebra", Society Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, 1997.



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 – 21 – 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo – Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo – Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)  
Resolución N° 0830-00-2018

.../..(5)

### Teoría de Sistemas Lineales

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante de pos graduación de las herramientas de investigación que permita la aplicación práctica de métodos matemáticos basados en la teoría de sistemas lineales.

**Contenido:** Introducción. Espacios vectoriales, operadores lineales, autovalores, auto-vectores, forma canónica de Jordán, función de matriz, norma. Descripción matemática de sistemas, ecuaciones dinámicas, matriz de respuesta al impulso, matriz de función de transferencia, convolución, solución de ecuaciones dinámicas. Controlabilidad, observabilidad, Teorema de la Descomposición Canónica, mudanzas de representación; Realización de Matrices de Transferencia Racionales Propias; Estabilidad de Sistemas Lineales.

### **Bibliografía Referencial:**

CHEN, C. T. "Linear System Theory". New York: Holt, Rinehart & Winston, 1984.

KAILATH, T. "Linear Systems". New York: Prentice-Hall, 1980.

MUTY, K. G. "Linear Programming". John Wiley & Sons, 1983

CHVATAL, V. "Linear Programming". W. H. Freeman and Company, 1983.

BAZARAA, M.S., Jarvis, J.J. "Linear Programming and Network Flows". John Wiley & Sons, 1977.

BREGALDA, P.F., Oliveira, A.A. F., Bomstein, C.T. "Introducao a Programacao Linear". Editora Campus, 1981.

LASDON, L.S. "Optimization Theory for Large Systems". London: The Macmillan Company, 1972.

### Técnicas y Métodos Numéricos de Optimización

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante de pos graduación de las herramientas de investigación que permita la aplicación práctica de métodos matemáticos de optimización lineal y no lineal, con y sin restricciones.

**Contenido:** Conceptos básicos sobre programación matemática; convexidad, mínimo local y mínimo global. Programación no lineal sin restricciones: condiciones necesarias y suficientes para lo óptimo, métodos de busca unidimensional, métodos do gradiente, de Newton e Casi-Newton; métodos basados en direcciones conjugadas. Optimización con restricción: dualidad, multiplicadores de Lagrange, teorema de Kuhn-Tucker, condiciones de optimalidad, método de las direcciones viables, método del gradiente proyectado y método del gradiente reducido, métodos basados en funciones de penalidad y de barrera. Programación lineal: conceptos básicos, métodos Simplex y Simplex Revisado, determinación de la inversa de la base por el método de la matriz forma-producto, multiplicadores Simplex, dualidad. Programación dinámica. Programación entera, programación entera-mixta, algoritmo de branch-and-bound, algoritmo de enumeración implícita. Conceptos de Cortes de Benders; Dantzig- Wolfe, Puntos Interiores y Programación Dinámica Estocástica



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)

Resolución N° 0830-00-2018

.../..(6)

### **Bibliografía Referencial:**

DENNIS, J. E., SCHNABEL, R. "Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations". Practice Hall, 1983.

FLETCHER, R. "Practical Methods of Optimization". John Wiley and Sons, 1980.

MARTINEZ, J.M., SANTOS, S.A. "Métodos Computacionais de Otimizacao". IMPA, 1995.

LAPIN, L.L. "Quantitative Methods for Business Decisions". Fort Worth: The Dryden Press, 1994.

BODIN, L., GOLDEN, B., ASSAD, A., BALL, M. "Routing and Scheduling of Vehicles and Crews". Special Edition of Computer and Operations Research, vol. 10, n. 2, 1983.

NARAYAN S. RAU. "Optimization Principles: Practical Applications to the Operation and Markets of the Electric Power Industry", Wiley-IEEE Press (September 5, 2003).

### **Metodología de la Investigación y Elaboración de Trabajos Científicos.**

Objetivo: Proporcionar al estudiante de pos graduación de las herramientas orientativas para desarrollar un trabajo de investigación.

**Contenido y Bibliografía Básica:** A ser definido por el profesor de acuerdo a modelo a ser adoptado por la UNA.

### **Conversión de Energía Eléctrica**

Objetivo: Proporcionar al estudiante de pos graduación de las herramientas de investigación para desarrollar aplicaciones prácticas, dentro del área de sistemas eléctricos en especial máquinas rotativas y transformadores.

**Contenido:** Estructura Electromagnética en estado estacionario. Circuitos magnéticos. Transformadores. Teoría general de la máquina rotativa. Máquina de inducción. Máquina sincrónica. Máquina de corriente continua, Conversión electromecánica de la Energía. Teoría unificada de las Máquinas Eléctricas rotantes. Máquina idealizada bipolar. Transformaciones. Cambio de variable. Máquina elemental equivalente. Modelos circuitales y ecuaciones. Dinámica de las Máquinas Eléctricas. Convertidores Electromecánicos. Máquinas Eléctricas Especiales. Lenguaje de simulación.

### **Bibliografía Referencial:**

SEN, P.C. "Principles of Electric Machines and Power Electronics". New York: John Wiley and Sons, 1996.

MATSCH, L.W., MORGAN, J.D. "Electromagnetic and Electromechanical Machines". New York: Harper and Row, 1986.

FITZGERALD, A.F., KINGSLEY C. "Electric Machinery". McGraw-Hill Science / Engineering / Math, 6<sup>th</sup> edition (July 25, 2002).

FITZGERALD, A.E., KINSLEY, C., KUSKO, A., "Máquinas Eléctricas". Sao Paulo: McGraw-Hill, 1979.

NASAR, S. A. "Electric Machines and Transformers". New York: Macmillan, 1984.



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)

Resolución N° 0830-00-2018

..//..(7)

### Confiabilidad de Sistemas de Potencia y Redes de Distribución

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante de pos graduación de 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.

**Contenido:** 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.

#### **Bibliografía Referencial:**

BILLINTON, R., ALLAN, R. "Reliability Evaluation of Power Systems". Portland: Book News Inc., 1996.

DITLEVSEN, O., MADSEN, H.O. "Structural Reliability Methods". Chichester: John Wiley & Sons Inc., 1996.

ANG, A.H.S., Tang, W.H. "Probability Concepts in Engineering Planning and Design". John Wiley & Sons Inc., 1984.

HALDAR, A., MAHADEVAN, S. "Reliability Assessment Using Stochastic Finite Element Analysis", John Wiley & Sons Inc., 2000.

HALDAR, A., MAHADEVAN, S. "Probability, Reliability and Statistical Methods in Engineering Design". John Wiley & Sons Inc., 2000.

### Análisis Integrado del Mercado Eléctrico

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante de pos graduación de las herramientas de investigación para desarrollar políticas basada en demanda de los mercados eléctricos, uso racional de la energía y expansión de los mercados eléctricos.

**Contenido:** Conceptos de Mercado potencial. Mercado disponible y Mercado objetivo. Conceptos de demanda, demanda de mercado y demanda de empresas. Análisis detallado de los aspectos en la aplicación de la metodología DSM, evaluación de diferentes metodologías y modelos que han sido empleadas para apoyar el planeamiento energético y en particular la evaluación de programas de uso racional de energía. Acciones empresariales, y del propio gobierno, para la aplicación de la propuesta; nuevas leyes y sugerencias de modificaciones en leyes y reglamentos existentes.

#### **Bibliografía Referencial;**

KOTLER, P. "Administracao de Marketing: Analise, Planejamento, Implementacao e Controle". Sao Paulo: Atlas S.A., 1998.

ALVES, A.A.F. "Construcao de Cenários de Demanda no Setor Residencial: Uma Abordagem Baseada em Dinámica de Sistemas". Florianópolis, 1997. Dissertacao de Mestrado em Engenharia Elétrica - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.

LATHAM, J.H., NORDMAN, D.A., PLANT, E.C., *et al.* "Probability Approach to Electric Utility Load Forecasting". IEEE Transactions on Power Systems, vol. 87, n. 2, 1968.



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)

Resolución N° 0830-00-2018

.../(8)

PIDD, M. "Modelagem Empresarial: Ferramentas para Tomada de Decisao". Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

RIBAS, J.R. "Metodología para Estimacao por Cenários Alternativos com Base na Interacao entre Modelos Subjetivos Causáis e Técnicas Analíticas para o Dimensionamento de Mercado". Sao Paulo, 1995. Tese de Doutorado em Administracao de Empresas de Sao Paulo da Fundacao Getúlio Vargas.

FORD, A. "Estimating the impact of Efficiency Standards on the Uncertainty of the Northwest Electric System". Operations Research, vol. 38, n. 4, p. 580-597, Aug. 1990.

DYNER, I., SMITH, R.A., PENA, G.E. "Modelo de Dinámica Energética Regional". Colciencias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 1994.

DYNER, I., BUNN, D.W.A. "Systems Simulation Platform to Support Energy Policy in Colombia. In: BUNN, D.W., LARSEN, E.R. "Systems Modelling for Energy Policy". England: John Wiley & Sons Ltd., 1997, p. 259-271.

### Planificación de la Operación del Sistema o Tópicos Especiales I

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante de pos graduación de las herramientas de investigación para desarrollar aplicaciones prácticas, dentro del área de operación en sistemas eléctricos de potencia.

**Contenido:** El problema global del planeamiento de los sistemas de potencia: definiciones, dificultades. Cálculo económico y características particulares. Descomposición del problema. El planeamiento de la operación: definición, características operacionales de los principales equipamientos, descomposición en ciclos de decisión. Elementos y técnicas de previsión: modelos determinísticos y probabilísticos. Previsión de carga (demanda y energía) y de afluencia: definiciones básicas, particularidades, validación de los modelos, algoritmos básicos y resultados. Formulación de los problemas de la operación en cada ciclo de decisión, objetivos, resultados esperados, recurrencias, técnicas de solución y algoritmos básicos. Ejemplos, análisis de los resultados y conclusiones.

#### **Bibliografía Referencial:**

SHAHIDEHPOUR, M., YAMIN, H., LI, Z. "Market Operations in Electric Power Systems: Forecasting, Scheduling, and Risk Management". Wiley-IEEE Press 1<sup>st</sup> edition (March 28, 2002).

DENNY, F., DISMUKES, D.E. "Power System Operations and Electricity Markets", CRC Press, 1<sup>st</sup> edition (June 13, 2002).

WOOD, A.J., WOLLENBERG, B.F. "Power Generation, Operation, and Control". Wiley-Interscience, 2<sup>nd</sup> edition (January, 1996).

KIAMEH, P. "Power Generation Handbook: Selection, Applications, Operation, and Maintenance". McGraw-Hill Professional Publishing, 1<sup>st</sup> edition (August 28, 2002)

### Planificación de la Expansión del Sistema o Tópicos Especiales II

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante de pos graduación de las herramientas de pesquisa para desarrollar aplicaciones prácticas, dentro del área de planeamiento de la expansión de los sistemas eléctricos.





# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)

Resolución N° 0830-00-2018

.../.../9)

**Contenido:** Estructura, funciones y evolución de los SEE. Metodología de planeamiento de la expansión: 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.

### **Bibliografía Referencial:**

WORD, A.J. "Power Generation, Operation, and Control". Wiley-Interscience (January 1996).  
BERRIE, T.W., "Electricity Economics and Planning". The Institute of Electrical & Electronics Engineers (January 1, 1993).  
GRAINGER, J.J., STEVENSON, W. "Power System Analysis". McGraw-Hill Science / Engineering / Math (January 1, 1994).  
STOLL, H.G. "Least-Cost Electric Utility Planning". Wiley-Interscience, 1<sup>st</sup> edition (June 12, 1989).  
CUNHA, S.H.F. "Planning and Operation of Electric Energy Systems", Elsevier Science Ltd, 1<sup>st</sup> edition (April 1, 1986).

### **Modelos de Planificación en Ambiente Competitivo**

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante de pos graduación de las herramientas de pesquisa para desarrollar aplicaciones prácticas, dentro del área de planeamiento en sistemas eléctricos de potencia con énfasis en ambiente competitivo.

**Contenido:** 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. Modelos computacionales: estructura de los problemas de decisión, niveles jerárquicos en el planeamiento, subproblemas de inversión y de operación. Planeamiento energético: metodología, modelos de optimización y de simulación, plano de referencia, alocaación 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

### **Bibliografía Referencial:**

STOFT, S. "Power System Economics: Designing Markets for Electricity". Wiley-IEEE Press; 1<sup>st</sup> edition (May 17, 2002).  
EYDELAND, A. "Energy and Power Risk Management: New Developments in Modeling, Pricing and Hedging". Wiley, 1<sup>st</sup> edition (December 20, 2002).  
SHAHIDEHPOUR, M. "Market Operations in Electric Power Systems: Forecasting, Scheduling, and Risk Management". Wiley-IEEE Press, 1<sup>st</sup> edition (March 28, 2002).



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)

Resolución N° 0830-00-2018

..//..(10)

ROTHWELL, G., GÓMEZ, T. "Electricity Economics: Regulation and Deregulation (IEEE Press Series on Power Engineering)". Wiley-IEEE Press (February 7, 2003).

MOROZOWSKI, M.F. "Planejamento Integrado de Sistemas Multiáreas com Restricções de Energia e de Confiabilidade: Uma Abordagem via Programação Estocástica". Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1.995.

CARDOZO F.C.M. "Operação de Sistemas Hidrelétricos em Ambiente Competitivo: Uma Abordagem da Gestão Empresarial via Simulação Estocástica e Dinâmica de Sistemas". Tese de Doutorado, Florianópolis, 2.000

### 1.3 Carga Horaria

Núcleo	Asignatura	Carga Horaria (Créditos)
Asignaturas Comunes	Técnicas Computacionales en Sistemas de Energía Eléctrica	60 (3)
	Teoría de Sistemas Lineales	60 (3)
	Técnicas y Métodos Numéricos de Optimización	60 (3)
	Metodología de la Investigación y Elaboración de Trabajos Científicos	60 (3)
Asignaturas Técnicas	Conversión de Energía	60 (3)
	Confiabilidad de Sistemas de Potencia y Redes de Distribución	60 (3)
	Análisis Integrado del Mercado Eléctrico	60 (3)
Asignaturas Científicas	Planificación de la Operación del Sistema Eléctrico o Tópicos Especiales I	60 (3)
	Planificación de la Expansión del Sistema Eléctrico o Tópicos Especiales II	60 (3)
	Modelos de Planificación en Ambiente Competitivo	60 (3)

### 1.4 Cuerpo Docente

#### Profesores Nacionales

**Ing. Rodrigo Ramos Galeano, M.Sc.:** Ingeniero Electromecánico por la Facultad de Ingeniería de la UNA en el año 1996. Master en Ciencias en Ingeniería Eléctrica por la Universidad Federal de Río de Janeiro (Brasil) en el año 1999. Actualmente presta servicio en la ANDE en el área de Estudios de Transmisión. Trabajó como Profesor Investigador en Centro Nacional de Computación (CNC) de la UNA, obteniendo Mención de Honor del Premio Nacional de Ciencias en el año 2002. Cuenta con trabajos presentados en congresos internacionales.

**Ing. Benjamín Barán Cegla, D.Sc.:** Ingeniero Electrónico por la Universidad Nacional de Asunción (Paraguay, 1982), M.Sc. en Ingeniería Eléctrica y de Computadoras en Northeastern University (Boston - USA, 1987), D.Sc. en Ingeniería de Sistemas y Computación por la Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brasil, 1993). Actualmente se desempeña como Coordinador de Investigaciones del Centro Nacional de Computación y Coordinador General de la Maestría en Ingeniería de Sistemas, siendo profesor de la Universidad Nacional de Asunción y la Universidad Católica Ntra. Señora de la Asunción. Posee experiencia docente en otras



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)

Resolución N° 0830-00-2018

../(11)

instituciones como: Northeastern University y la Universidad Federal de Rio de Janeiro. Luego de cumplir 4 años como Tesorero, en la Conferencia Latinoamericana en Informática (CLEI2004) realizada en Arequipa, Perú, fue elegido Presidente del Centro Latinoamericano de Estudios en Informática (CLEI). Recibió varias distinciones científicas como el Premio Nacional de Ciencias 1996, otorgado por el Gobierno del Paraguay.

**Ing. Alfredo Fernández, D.Sc.:** Ingeniero Electromecánico por la Universidad Nacional de Asunción - UNA, Paraguay, Facultad de Ciencia Físicas y Matemáticas - 1974-1979. Maestría en Sistemas Eléctricos de Potencia, Escuela Federal de Ingeniería de Itajubá - EFEI, Brasil, 1993-1994. Doctorado en Sistemas Computacionales Aplicados a Sistemas Eléctricos de Potencia, Escuela Federal de Ingeniería de Itajubá - EFEI, Brasil, 1995-1999. Con numerosos cursos de Especializaciones realizados en el exterior, además de disertaciones y presentaciones de trabajos. Actualmente es Responsable del Grupo de Soporte de Sistemas, dependiente de la Superintendencia de Operaciones OP.DT, para la Digitalización de la Operación de la Central Itaipú.

**Ing. Sebastián Arce, D.Sc.:** Ingeniero Electricista por la Universidad Estatal de Campinas, Brasil, 1986. Especialización en el Planeamiento de la Operación Energética y de la Expansión de la Generación de Sistemas de Energía Eléctrica (COSE) - Universidad Estatal de Campiñas, Brasil - 1989. Maestría en Ingeniería Eléctrica - Universidad Estatal de Campiñas, Brasil- 1999.

Doctorado en Ingeniería Eléctrica Universidad Estatal de Campiñas, Brasil -2006. Tiene publicados más de 12 artículos técnicos a nivel nacional e internacional. Participación como consultor en varios convenios (ONS-UNICAMP, ANEELUNICAMP), participaciones en Grupo de Estudios de Procedimientos Operativos (GE-5 Ande/Itaipú/Fumas) como representante paraguayo, Subcomisión Técnica de Conservación de Energía (Itaipú Binacional). Con 19 años de experiencia en la Itaipú Binacional, en la División de Programación de Operación, Asistente de la Superintendencia de Operación, y en la División de la Operación del Sistema Despacho de Carga (actualmente en este último).

**Ing. Carlos Cardozo Florentin, D.Sc.:** Ingeniero Electricista por la Universidad Federal de Santa Marta, Santa María, Brasil. Máster en Ingeniería Eléctrica, Aplicación Sistema de Potencia, Universidad Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. Doctor en Ingeniería Eléctrica, Universidad Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil c/ Etapa de Especialización en Washington State University, EE.UU. Con 23 años de experiencia profesional en la Itaipú Binacional. Más de 5 años como profesor de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Politécnica de la UNE, enseñando Proyecto de Subestaciones de Alta Tensión, Control y Estabilidad de Sistemas de Potencia, Análisis de Sistemas de Energía II. Profesor Curso de Maestría en Ingeniería Eléctrica en los siguientes Módulos: Métodos Computacionales Avanzados, Sistemas Eléctricos de Potencia, Métodos de Optimización, Aspectos Dinámicos del Control, Confiabilidad de Sistemas Eléctricos, Maquinas Eléctricas (1ra parte), Planificación en Ambiente Competitivo. Posee más de 50 Cursos realizados en el Área de Ingeniería Eléctrica en distintos países (Argentina, Brasil, Chile y Estados Unidos). Posee más de 25 trabajos técnicos publicados en Seminarios Nacionales e Internacionales en Argentina, Brasil, Chile, Canadá, Turquía e India. Actualmente es Profesor del Curso de Ingeniería Eléctrica de la Politécnica de la UNE.



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 – 21 – 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo – Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo – Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)

Resolución N° 0830-00-2018

../(12)

Coordinador y Profesor del Curso de Maestría en ingeniería Eléctrica de la Politécnica de la UNE. Funcionario suspendido SINE DIE de la Itaipú Binacional.

### Profesores Extranjeros

**Ing. Antonio Tadeu Lyrio de Almeida, D.Sc.:** Doctor en Ingeniería Eléctrica, cursos de especialización, a nivel de postgraduación, en Ingeniería de Sistemas Eléctricos y Mantenimiento de Subestaciones, con varios otros cursos de perfeccionamiento. Especialización en Educación a Distancia (EaD). Profesor Titular de la UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá. Ex. - Profesor Titular y Coordinador del Curso de Post-graduación (Lato-Senso) en "Conservación de Energía Eléctrica en la Industria" de la UNITAU – Universidade de Taubaté. Ex.- Director da GENERCO - Grupo de Energía Engenharia e Comércio Ltda. Ex.- Director de la Interativa Engenharia S/C. Ltda. Con larga experiencia en la enseñanza superior (graduación y postgraduación), en consultorías y en servicios de campo en las áreas de Máquinas Eléctricas Rotativas, Transformadores, Electricidad Industrial (incluyendo Conservación de la Energía), Mantenimiento Eléctrico, Pruebas y Ensayos en Equipamientos Eléctricos y Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. Orientador de Tesis, Monografías, Pesquisas y Trabajos en las áreas citadas. Autor de diversas apostilas y artículos a nivel nacional e internacional. Consultor de la FUPAI-Fundacao de Pesquisa e Assessoramento à Indústria, y de varias otras empresas de ingeniería. Consultor de la MRN - Mineracao Rio do Norte S.A en el Proyecto: Multifunción para entrenamiento y calificación de Mantenedores. Coordinador del GEMEI – Grupo de Estudos em Manutencao EletroEletrônica e instalacoes de la UNIFEI. Coordinador de los Laboratorios Didácticos del Instituto de Sistemas Eléctricos y Energía de la UNIFEI. Coordinador Adjunto de la UNIFEI del programa UAB – Universidade Aberta Brasileira. Coordinador del curso de Postgraduación (Lato-Senso) en "Mantenimiento de Sistemas Eléctricos" de la UNIFEI.

**Ing. Geraldo Kindermann, M.Sc.:** Ingeniero Electricista egresado de la Universidad Federal de Santa Catarina (Brasil) en el año 1975. Máster en Ciencias en Ingeniería Eléctrica por la Universidad Federal de Santa Catarina en el año 1981. Desde el año 1977 se encuentra trabajando como Profesor en la UFSC. Cuenta con numerosos trabajos presentados en congresos internacionales y publicaciones especializadas del sector. Autor de varios libros en el área de Ingeniería Eléctrica.

**Ing. Gladiz Bordin, D.Sc.:** Doctor en Ingeniería Eléctrica, Universidad Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. Consultora en el área de distribución para la CEEE - Companhia Estadual de Energía Elétrica. Actualmente es investigadora del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Federal de Porto Alegre, Brasil.

### 1.5 Reglamentación del Curso de Maestría

El presente programa del curso de Maestría, se registrará en base al Reglamento General de Postgrado de la Universidad Nacional de Asunción.

Donde sea requerido aclaraciones adicionales, será definido por el Consejo Académico de la Maestría y el Consejo Directivo de la FPUNA."



Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)

Resolución N° 0830-00-2018

...(13)

## PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

### 2) Énfasis Automatización y Control

#### 2.1. Títulos

El programa de postgrado otorgará los siguientes títulos:

En el área de Automatización y Control:

- Especialista en Ingeniería Eléctrica – Énfasis en Automatización y Control, habiendo aprobado las diez materias y acumulado los 30 créditos.
- Magíster en Ingeniería Eléctrica – Énfasis en Automatización y Control, habiendo aprobado las diez materias y acumulado los 30 créditos, luego de la presentación de la tesis.

#### 2.2. Relación de Asignaturas

##### Asignaturas Comunes

- Técnicas Computacionales en Sistemas de Energía Eléctrica
- Teoría de Sistemas Lineales
- Técnicas y Métodos Numéricos de Optimización
- Metodología de la Investigación y Elaboración de Trabajos Científicos

##### Asignaturas Técnicas

- Control Digital y Analógico
- Instrumentación
- Laboratorio de Control Avanzado

##### Asignaturas Científicas

- Control Automático I
- Control Automático II
- Control Automático III

#### Contenidos de las Materias y Bibliografía Referencial

Los contenidos descriptos no son todos de estricto cumplimiento, en razón de que el profesor debe disponer de cierta libertad y autonomía para introducir posibles temas específicos de mayor relevancia actual

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

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante de pos graduación de las herramientas de investigación para desarrollar aplicaciones prácticas, con auxilio de métodos computacionales avanzados, dentro del área de sistemas eléctricos de potencia.



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)

Resolución N° 0830-00-2018

.../(14)

**Contenido:** 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 condicionados, errores de redondeo en operaciones matriciales. Aspectos numéricos y métodos de solución de sistemas algébricos lineales: métodos directos e iterativos, convergencia de métodos iterativos, 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 de esparcidad. 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 algébricos: métodos directos, métodos interactivos tradicionales, métodos del tipo gradiente conjugado, técnicas de pre-condicionamiento. Técnicas de Sistemas Dinámicos.

### **Bibliografía Referencial:**

STAGG, G.W., EL-ABIAD, A.H. "Computer Methods in Power System Analysis". Tokyo: McGraw-Hill, 1968.

MOROZOWSKI, P.M. "Matrices Esparsas em Redes de Potencia: Técnicas de Operacao". Rio de Janeiro: Ed. Livros Técnicos y Científicos, 1981.

BROWN E.H. "Grandes Sistemas Eléctricos - Métodos Matriciais". Río de Janeiro: Ed. Livros Técnicos y Científicos, 1977.

ARRILAGA, ARNOLD, C.P., & HARVER, B.J. "Computer modeling of Electrical Power Systems". New York: John Wiley, 1984.

HIGHAM, D.J, HIGHAM, N.J. "Matlab Guide", Society Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, 2000.

STEWART, G.W. "Matrix Algorithms - Vol. I Basic Decompositions", Society Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, 1998.

GREENBAUM, A. "Iterative Methods for Solving Linear Systems", Society Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, 1998

DONGARRA, J.J., DUFF, I.S, SORENSEM, D.C., VAN DER VORST, H.A. "Numerical Linear Algebra for High-Performance Computers", Society Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, 1998.

DEMME, J. M. "Applied Numerical Linear Algebra", Society Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, 1997.

### **Teoría de Sistemas Lineales**

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante de pos graduación de las herramientas de investigación que permita la aplicación práctica de métodos matemáticos basados en la teoría de sistemas lineales.

**Contenido:** Introducción. Espacios vectoriales, operadores lineales, autovalores, auto-vectores, forma canónica de Jordán, función de matriz, norma. Descripción matemática de sistemas, ecuaciones dinámicas, matriz de respuesta al impulso, matriz de función de transferencia, convolución, solución de ecuaciones dinámicas. Controlabilidad, observabilidad, Teorema de la



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)

Resolución N° 0830-00-2018

.../(15)

Descomposición Canónica, mudanzas de representación; Realización de Matrices de Transferencia Racionales Propias; Estabilidad de Sistemas Lineales.

### **Bibliografía Referencial:**

CHEN, C. T. "Linear System Theory". New York: Holt, Rinehart & Winston, 1984.

KAILATH, T. "Linear Systems". New York: Prentice-Hall, 1980.

MUTY, K. G. "Linear Programming". John Wiley & Sons, 1983

CHVATAL, V. "Linear Programming". W. H. Freeman and Company, 1983.

BAZARAA, M.S., Jarvis, J.J. "Linear Programming and Network Flows". John Wiley & Sons, 1977.

BREGALDA, P.F., OLIVEIRA, A.A.F., BOMSTEIN, C.T. "Introducao a Programacao Linear". Editora Campus, 1981.

LASDON, L.S. "Optimization Theory for Large Systems". London: The Macmillan Company, 1972.

### **Técnicas y Métodos Numéricos de Optimización**

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante de pos graduación de las herramientas de investigación que permita la aplicación práctica de métodos matemáticos de optimización lineal y no lineal, con y sin restricciones.

**Contenido:** Conceptos básicos sobre programación matemática; convexidad, mínimo local y mínimo global. Programación no lineal sin restricciones: condiciones necesarias y suficientes para lo óptimo, métodos de busca unidimensional, métodos de gradiente, de Newton e Casi-Newton; métodos basados en direcciones conjugadas. Optimización con restricción: dualidad, multiplicadores de Lagrange, Teorema de Kuhn-Tucker, condiciones de optimalidad, método de las direcciones viables, método del gradiente proyectado y método del gradiente reducido, métodos basados en funciones de penalidad y de barrera. Programación lineal: conceptos básicos, métodos Simplex y Simplex Revisado, determinación de la inversa de la base por el método de la matriz forma-producto, multiplicadores Simplex, dualidad. Programación dinámica. Programación entera, programación entera-mixta, algoritmo de branch-and-bound, algoritmo de enumeración implícita. Conceptos de Cortes de Benders; Dantzig- Wolfe, Puntos Interiores y Programación Dinámica Estocástica.

### **Bibliografía Referencial:**

DENNIS, J. E., SCHNABEL, R. "Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations". Practice Hall, 1983.

FLETCHER, R. "Practical Methods of Optimization". John Wiley and Sons, 1980.

MARTINEZ, J.M., SANTOS, S.A. "Métodos Computacionais de Otimizacao". IMPA, 1995.

LAPIN, L.L. "Quantitative Methods for Business Decisions". Fort Worth: The Dryden Press, 1994.

BODIN, L., GOLDEN, B., ASSAD, A., BALL, M. "Routing and Scheduling of Vehicles and Crews". Special Edition of Computer and Operations Research, vol. 10, n. 2, 1983.

NARAYAN S. RAU. "Optimization Principles: Practical Applications to the Operation and Markets of the Electric Power Industry". Wiley-IEEE Press (September 5, 2003).



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)

Resolución N° 0830-00-2018

..//..(16)

### Metodología de la Investigación y Elaboración de Trabajos Científicos.

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante de pos graduación de las herramientas orientativas para desarrollar un trabajo de investigación.

**Contenido y Bibliografía Básica:** A ser definido por el profesor de acuerdo a modelo a ser adoptado por la UNA.

### Control Digital y Analógico

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante de pos graduación las herramientas de investigación para desarrollar aplicaciones prácticas, dentro del área de la automatización con énfasis en los aspectos de control digital y analógico.

**Contenido:** Control por relés y contactores, Actuadores, Control por autómatas programables (Digital y Analógico), Control por microprocesadores, Interfaces Hombre - Máquina, Programación Máquinas Automáticas.

### Bibliografía Referencial:

SIMON, A. "Electricidad Industrial Aplicada". Paraninfo, 1998.

PARRAS, A., MONTANERO, P. "Autómatas Programables". McGraw-Hill, 1990.

ROMERA, J.P., LORITE, J.A., MONTORO, S. "Automatización". Paraninfo, 1996.

### Instrumentación

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante de pos graduación las herramientas de investigación para desarrollar aplicaciones prácticas, dentro del área de control industrial con énfasis en instrumentación industrial.

**Contenido:** Sensores y transductores (analógicos y digitales), Modelos matemáticos de los controles, Equipos de instrumentación, Estructura de los equipos instrumentales, Metrología y control de calidad, Control Fuzzy.

### Bibliografía Referencial:

CREUS SOLÉ, A. "Instrumentación Industrial", Marcombo, 1997.

D'AZZO HOUPIS, J. "Sistemas Realimentados de Control", Paraninfo, 1989.

KUO, B.C. "Sistema de Control Automático", Prentice, 1996.

OGATA, K. "Ingeniería de Control Moderna", Prentice, 1993.

### Laboratorio de Control Avanzado

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante de pos graduación las destrezas para desarrollar aplicaciones prácticas, dentro del área de automatización con énfasis en los controles realimentados PID.

**Contenido:** Análisis de respuestas por simulación de los modelos matemáticos de control, Prácticas sobre controladores PID observando la reacción de los procesos con los cambios de los valores de los parámetros, Métodos de sintonización.





# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)

Resolución N° 0830-00-2018

..//..(17)

### **Bibliografía Referencial:**

D'AZZO HOUPIS, J. "Sistemas Realimentados de Control", Paraninfo, 1989.

KUO, B.C. "Sistema de Control Automático", Prentice, 1996.

OGATA, K. "Ingeniería de Control Moderna", Prentice, 1993.

### **Control Automático I (Robótica, Automatización de procesadores)**

**Objetivos:** Proporcionar al estudiante de pos graduación las técnicas para desarrollar aplicaciones prácticas, dentro del área de programación de equipos industriales modernos.

**Contenido:** Robótica – Características de los robots industriales, Clasificación, Objetivos de la implementación de los robots en la producción, Técnicas de programación de los Brazos Robots Industrial, Proyecto de implementación de robots en una industria. Automatización de procesadores – Elaboración de un proyecto de automatización de proceso industrial con la utilización de autómatas programables (PLC) y/o microcontroladores e Interfaz Hombre-Máquina.

### **Bibliografía Referencial:**

ABADAL BERINI, J. "El Libro del Robot". Gustavo Gilí, 1986.

CRITCHLOW, A. "Introduction to Robotics", Macmillan, 1985.

PARRAS, A., MONTANERO, P. "Autómatas Programables". McGraw-Hill, 1990.

ROMERA, J.P., LORITE, J.A., MONTORO, S. "Automatización". Paraninfo, 1996.

### **Control Automático II (SCADA y Comunicaciones Industriales)**

**Objetivos:** Proporcionar al estudiante de pos graduación las técnicas para desarrollar aplicaciones prácticas, dentro del área de programación y puesta en operación de equipos industriales modernos.

**Contenido:** SCADA – Diseño del proceso, Selección de los dispositivos virtuales de control, Selección de escalas, Configuración del controlador y Elaboración del programa en la PC. Comunicaciones Industriales – Conexiones entre autómatas programables, Buses de datos (Profibus, Fieldbus, Etemet etc.) y Fibras ópticas.

### **Bibliografía Referencial:**

BOYER, S.A. "SCADA", Research Triangle Park – ISA, 1999.

BAYLEY D., WRIGHT, E. "Practical SCADA for Industry", Elsevier, 2003.

PARK, J., MACKAY, S. "Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control System", Elsevier, 2003.

### **Control Automático III (Diseño e ingeniería asistida por computadora (CAP, CAE, CAT), Manufactura Asistida por Computadora (CAP, CAM), Sistemas de Manufactura Flexible (FMS)).**

**Objetivos:** Proporcionar al estudiante de pos graduación las técnicas para desarrollar aplicaciones prácticas, dentro de las áreas de diseño, simulación y puesta en funcionamiento de equipos modernos de manufactura.



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)

Resolución N° 0830-00-2018

.../(18)

**Contenido:** CAD, CAE, CAT – Utilización de los sistemas CAD para la creación de modelos, Montajes de conjuntos, Montaje de los modelos, Elementos estructurales, El método de los elementos finitos, Creación de sensores, Deformación, Estrés, Desplazamiento. CAD, CAM – Métodos de utilización del software CAM, Estructura del proceso de mecanizado, Secuencia de creación del programa de mecanizado, Simulación de mecanizado. FMS – Clasificación, Componentes, Configuraciones del Layout de FMS, Recursos humanos, Aplicaciones, Beneficios, Consideraciones para el diseño, Balanceo de línea de producción, Tecnología de grupos.

### Bibliografía Referencial:

ALVES FILHO, A. "Elementos Finitos - La Base de la Tecnología CAE", Erica, 2000.

GIESECKE, F. "Comunicación Gráfica Moderna", Bookman, 2002.

GROOVER MIKELL, P., ZIMMERS, J., EMORY W. "CAD/CAM: Computer- Aided design and Manufacturing",-Prentice, 1984

ULLMAN, D.G. "Mechanical Design Process", McGraw-Hill, 1997.

### 2.3 Carga Horaria

Núcleo	Asignatura	Carga Horaria (Créditos)
Asignaturas Comunes	Técnicas Computacionales en Sistemas de Energía Eléctrica	60 (3)
	Teoría de Sistemas Lineales	60 (3)
	Técnicas y Métodos Numéricos de Optimización	60 (3)
	Metodología de la Investigación y Elaboración de Trabajos Científicos	60 (3)
Asignaturas Técnicas	Control Digital y Analógico	60 (3)
	Instrumentación	60 (3)
	Laboratorio de Control Avanzado	60 (3)
Asignaturas Científicas	Control Automático I	60 (3)
	Control Automático II	60 (3)
	Control Automático III	60 (3)

### 2.4 Cuerpo Docente

#### Profesores Nacionales

**Ing. Rodrigo Ramos Galeano, M.Sc.:** Ingeniero Electromecánico por la Facultad de Ingeniería de la UNA en el año 1996. Master en Ciencias en Ingeniería Eléctrica por la Universidad Federal de Río de Janeiro (Brasil) en el año 1999. Actualmente presta servicio en la ANDE en el área de Estudios de Transmisión. Trabajó como Profesor Investigador en Centro Nacional de Computación (CNC) de la UNA, obteniendo Mención de Honor del Premio Nacional de Ciencias en el año 2002. Cuenta con trabajos presentados en congresos internacionales.



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)  
Resolución N° 0830-00-2018

..//..(19)

**Ing. Benjamín Barán Cegla, D.Sc.:** Ingeniero Electrónico por la Universidad Nacional de Asunción (Paraguay, 1982), M.Sc. en Ingeniería Eléctrica y de Computadoras en Northeastern University (Boston - USA, 1987), D.Sc. en Ingeniería de Sistemas y Computación por la Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brasil, 1993). Actualmente se desempeña como Coordinador de Investigaciones del Centro Nacional de Computación y Coordinador General de la Maestría en Ingeniería de Sistemas, siendo profesor de la Universidad Nacional de Asunción y la Universidad Católica Ntra. Señora de la Asunción. Posee experiencia docente en otras instituciones como: Northeastern University y la Universidad Federal de Rio de Janeiro. Luego de cumplir 4 años como Tesorero, en la Conferencia Latinamericana en Informática (CLEI2004) realizada en Arequipa, Perú, fue elegido Presidente del Centro Latinoamericano de Estudios en Informática (CLEI). Recibió varias distinciones científicas como el Premio Nacional de Ciencias 1996, otorgado por el Gobierno del Paraguay.

**Ing. Alfredo Fernández, D.Sc.:** Ingeniero Electromecánico por la Universidad Nacional de Asunción - UNA, Paraguay, Facultad de Ciencia Físicas y Matemáticas - 1974-1979. Maestría en Sistemas Eléctricos de Potencia, Escuela Federal de Ingeniería de Itajubá - EFEI, Brasil, 1993-1994. Doctorado en Sistemas Computacionales Aplicados a Sistemas Eléctricos de Potencia, Escuela Federal de Ingeniería de Itajubá - EFEI, Brasil, 1995-1999. Con numerosos cursos de Especializaciones realizados en el exterior, además de disertaciones y presentaciones de trabajos. Actualmente es Responsable del Grupo de Soporte de Sistemas, dependiente de la Superintendencia de Operaciones OP.DT, para la Digitalización de la Operación de la Central Itaipú.

**Ing. Sebastián Arce, D.Sc.:** Ingeniero Electricista por la Universidad Estatal de Campinas, Brasil, 1986. Especialización en el Planeamiento de la Operación Energética y de la Expansión de la Generación de Sistemas de Energía Eléctrica (COSE) - Universidad Estatal de Campiñas, Brasil - 1989. Maestría en Ingeniería Eléctrica - Universidad Estatal de Campiñas, Brasil - 1999. Doctorado en Ingeniería Eléctrica Universidad Estatal de Campiñas, Brasil - 2006. Tiene publicados más de 12 artículos técnicos a nivel nacional e internacional. Participación como consultor en varios convenios (ONS-UNICAMP, ANEELUNICAMP), participaciones en Grupo de Estudios de Procedimientos Operativos (GE-5 Ande/Itaipú/Fumas) como representante paraguayo, Subcomisión Técnica de Conservación de Energía (Itaipú Binacional). Con 19 años de experiencia en la Itaipú Binacional, en la

División de Programación de Operación, Asistente de la Superintendencia de Operación, y en la División de la Operación del Sistema Despacho de Carga (actualmente en este último).

**Ing. Carlos Cardozo Florentin, D.Sc.:** Ingeniero Electricista por la Universidad Federal de Santa Marta, Santa María, Brasil. Máster en Ingeniería Eléctrica, Aplicación Sistema de Potencia, Universidad Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. Doctor en Ingeniería Eléctrica, Universidad Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil c/ Etapa de Especialización en Washington State University, EE.UU. Con 23 años de experiencia profesional en la Itaipú Binacional. Más de 5 años como profesor de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Politécnica de la UNE, enseñando Proyecto de Subestaciones de Alta Tensión, Control y Estabilidad de Sistemas de Potencia, Análisis de Sistemas de Energía II. Profesor Curso de Maestría en



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py

C. Elect.: sgeneral@rec.una.py

Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546

CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay

Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)

Resolución N° 0830-00-2018

..//..(20)

Ingeniería Eléctrica en los siguientes Módulos: Métodos Computacionales Avanzados, Sistemas Eléctricos de Potencia, Métodos de Optimización, Aspectos Dinámicos del Control, Confiabilidad de Sistemas Eléctricos, Maquinas Eléctricas (1ra parte), Planificación en Ambiente Competitivo. Posee más de 50 Cursos realizados en el Área de Ingeniería Eléctrica en distintos países (Argentina, Brasil, Chile y Estados Unidos). Posee más de 25 trabajos técnicos publicados en Seminarios Nacionales e Internacionales en Argentina, Brasil, Chile, Canadá, Turquía e India. Actualmente es Profesor del Curso de Ingeniería Eléctrica de la Politécnica de la UNE. Coordinador y Profesor del Curso de Maestría en ingeniería Eléctrica de la Politécnica

### Profesores Extranjeros

**Ing. Antonio Tadeu Lyrio de Almeida, D.Sc.:** Doctor en Ingeniería Eléctrica, cursos de especialización, a nivel de postgraduación, en Ingeniería de Sistemas Eléctricos y Mantenimiento de Subestaciones, con varios otros cursos de perfeccionamiento. Especialización en Educación a Distancia (EaD). Profesor Titular de la UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá. Ex. - Profesor Titular y Coordinador del Curso de Post-graduación (Lato-Senso) en "Conservación de Energía Eléctrica en la Industria" de la UNITAU – Universidade de Taubaté. Ex.- Director da GENERCO - Grupo de Energía Engenharia e Comércio Ltda. Ex.- Director de la Interativa Engenharia S/C. Ltda. Con larga experiencia en la enseñanza superior (graduación y postgraduación), en consultorías y en servicios de campo en las áreas de Máquinas Eléctricas Rotativas, Transformadores, Electricidad Industrial (incluyendo Conservación de la Energía), Mantenimiento Eléctrico, Pruebas y Ensayos en Equipamientos Eléctricos y Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. Orientador de Tesis, Monografías, Pesquisas y Trabajos en las áreas citadas. Autor de diversas apostilas y artículos a nivel nacional e internacional. Consultor de la FUPAI-Fundacao de Pesquisa e Assessoramento á Indústria, y de varias otras empresas de ingeniería. Consultor de la MRN - Mineracao Rio do Norte S.A en el Proyecto: Multifunción para entrenamiento y calificación de Mantenedores. Coordinador del GEMEI – Grupo de Estudos em Manutencao EletroEletrônica e instalacoes de la UNIFEI. Coordinador de los Laboratorios Didácticos del Instituto de Sistemas Eléctricos y Energía de la UNIFEI. Coordinador Adjunto de la UNIFEI del programa UAB – Universidade Aberta Brasileira. Coordinador del curso de Postgraduación (Lato-Senso) en "Mantenimiento de Sistemas Eléctricos" de la UNIFEI.

**Ing. Geraldo Kindermann, M.Sc.:** Ingeniero Electricista egresado de la Universidad Federal de Santa Catarina (Brasil) en el año 1975. Máster en Ciencias en Ingeniería Eléctrica por la Universidad Federal de Santa Catarina en el año 1981. Desde el año 1977 se encuentra trabajando como Profesor en la UFSC. Cuenta con numerosos trabajos presentados en congresos internacionales y publicaciones especializadas del sector. Autor de varios libros en el área de Ingeniería Eléctrica.

**Ing. Gladiz Bordin, D.Sc.:** Doctor en Ingeniería Eléctrica, Universidad Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. Consultora en el área de distribución para la CEEE - Companhia Estadual de Energía Elétrica. Actualmente es investigadora del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Federal de Porto Alegre, Brasil.



# Universidad Nacional de Asunción

## CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

www.una.py  
C. Elect.: sgeneral@rec.una.py  
Telefax: 595 - 21 - 585540/3, 585546  
CP: 2160, San Lorenzo - Paraguay  
Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

Acta N° 32 (A.S. N° 32/19/12/2018)  
Resolución N° 0830-00-2018

../(21)

### 2.5 Reglamentación del Curso de Maestría

El presente programa del curso de Maestría se regirá en base al Reglamento General de Postgrado de la Universidad Nacional de Asunción.

Donde sea requerido aclaraciones adicionales, será definido por el Consejo Académico de la Maestría y el Consejo Directivo de la FPUNA."

  
Prof. Ing. Agr. **JULIO RENAN PANIAGUA**  
SECRETARIO GENERAL

  
Prof. Ing. Civ. **HECTOR A. ROJAS SANABRIA**  
VICERRECTOR - RECTOR EN EJERCICIO  
Y PRESIDENTE