

# CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación para la Educación Superior

## DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



MSc. Alexander Cox Alvarado  
División Académica



*OPES ; no. 30-2014*

# CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES)

## DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



MSc. Alexander Cox Alvarado  
División Académica

378.728.6  
C877d

Cox Alvarado, Alexander

Dictamen sobre la propuesta de creación de la maestría en ingeniería eléctrica de la Universidad de Costa Rica / Alexander Cox Alvarado. -- San José, C.R. : CONARE - OPES, 2014.  
30 p. ; 28 cm. -- (OPES ; no.30-2014).

ISBN 978-9977-77-127-4

1. INGENIERÍA ELÉCTRICA. 2. MAESTRÍA UNIVERSITARIA. 3. OFERTA ACADÉMICA. 4. EDUCACIÓN SUPERIOR. 5. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA.  
I. Título. II. Serie.

EBV



# Presentación

El estudio que se presenta en este documento, (OPES ; no. 30-2014) se refiere al dictamen sobre la propuesta de creación de la Maestría en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica.

El dictamen fue realizado por el M.Sc. Alexander Cox Alvarado, Investigador IV de la División Académica de la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES), con base en el documento *Propuesta para la apertura de la Maestría Académica en Ingeniería Eléctrica*, elaborado por el Programa de Estudios de Posgrado en Ingeniería Eléctrica.

La revisión del documento estuvo a cargo del Mag. Fabio Hernández Díaz, Jefe de la División citada.

El presente dictamen fue aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión 27-2014, artículo 6, inciso f, celebrada el 21 de octubre de 2014.



José Andrés Masís Bermúdez  
Director OPES

**DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE CREACIÓN  
DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA  
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

*Índice*

	Página
1. Introducción	1
2. Datos generales	2
3. Justificación	2
4. Desarrollo académico en el campo de la Maestría propuesta	3
5. Propósitos del posgrado	4
6. Perfil académico-profesional	4
7. Requisitos de ingreso	6
8. Requisitos de graduación	6
9. Listado de las actividades académicas del posgrado	6
10. Descripción de las actividades académicas del posgrado	7
11. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas	7
12. Autorización de la unidad académica para impartir posgrados	12
13. Conclusiones	8
14. Recomendaciones	8
Anexo A: Plan de estudios de la Maestría en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica	9
Anexo B: Programas de los cursos de la Maestría en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica	13
Anexo C: Profesores de los cursos de la Maestría en Ingeniería Eléctrica Universidad de Costa Rica	26
Anexo D: Profesores de los cursos de la Maestría en Ingeniería Eléctrica Universidad de Costa Rica y sus grados académicos	29

## 1. Introducción

La solicitud para impartir una nueva *Maestría en Ingeniería Eléctrica* en la Universidad de Costa Rica (UCR) fue solicitada al Consejo Nacional de Rectores por el señor Rector de la UCR, Dr. Henning Jensen Pennington, en nota R-5058-2014, del 5 de agosto, con el objeto de iniciar los procedimientos establecidos en el documento *Lineamientos para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*<sup>1</sup>.

El CONARE, en la sesión 19-2014, del 12 de agosto, acordó que la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) realizara el estudio correspondiente. Cuando se proponen posgrados nuevos, como es este caso, se utiliza lo establecido en los Lineamientos mencionados, los cuales señalan los siguientes temas, que serán la base del estudio realizado por la OPES para autorizar los programas de posgrado propuestos:

- Datos generales
- Justificación del posgrado.
- El desarrollo académico en el campo de estudios en que se enmarca el posgrado.
- Propósitos del posgrado
- Perfil académico-profesional
- Requisitos de ingreso y de permanencia
- Requisitos de graduación
- Listado de las actividades académicas del posgrado
- Descripción de las actividades académicas del posgrado
- Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas.
- Autorización para impartir posgrados

A continuación se analizarán cada uno de estos aspectos.

## 2. Datos generales

La unidad académica base de la Maestría en Ingeniería Eléctrica será la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica, adscrita a la Facultad de Ingeniería. La maestría será de la modalidad académica. La duración total de la maestría será de cuatro ciclos lectivos de dieciséis semanas cada uno y se ofrecerán dos al año. Se abrirá la matrícula cada dos años. Se ofrecerá de forma indefinida. Se otorgará el diploma de *Maestría en Ingeniería Eléctrica*.

## 3. Justificación

Sobre la justificación, la Universidad de Costa Rica envió el siguiente resumen:

“En los últimos años la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica ha experimentado un crecimiento significativo en el área de la investigación. Este auge se debe al regreso de algunos profesores que fueron al extranjero a realizar estudios de posgrado, quienes con el fin de darle continuidad a sus investigaciones fundaron y actualmente coordinan las siguientes unidades especiales de investigación:

- a) Laboratorio de Fotónica y Tecnología Laser Aplicada (LAFTLA).
- b) Laboratorio de Investigación en Procesamiento Digital de Imágenes y Visión por Computador (IPCV-LAB).
- c) Laboratorio de Investigación en Sistemas de Potencia (EPER-Lab).
- d) Laboratorio de Investigación en Ingeniería Biomédica (LIIB).
- e) Laboratorio de Investigación en Fotónica No Lineal (NLPR-LAB).
- f) Laboratorio de Investigación en Reconocimiento de Patrones y Sistemas Inteligentes (PRIS-Lab).
- g) Laboratorio de Investigación en Ingeniería de Control (CERLab).

La actividad sustantiva de dichas unidades especiales de investigación es la generación de conocimiento a través de proyectos de investigación, los cuales tienen como objetivo fundamental encontrar soluciones a problemas aún no resueltos en las diferentes áreas de especialización de los profesores investigadores. En este proceso, se genera una base de conocimiento y experiencia tecnológica que puede verse en la solución de problemas nacionales o internacionales de la industria y la sociedad.

El Programa de Estudios de Posgrado en Ingeniería Eléctrica facilitaría la difusión de los conocimientos y experiencia de estas unidades especiales de investigación a través de sus proyectos y graduados. Los conocimientos y competencias de estos graduados les permitirían desarrollarse exitosamente en otros centros de investigación básica, así como en varios sectores de la industria y la sociedad donde las habilidades de investigación y creación tecnológica son fundamentales para la generación de soluciones plasmadas en productos o servicios innovadores.

Para este Posgrado, se proyecta contar con una cantidad de entre 15 y 20 estudiantes por promoción, de forma tal que los profesores del Posgrado puedan dar atención personalizada a sus estudiantes y lograr así cumplir con los objetivos propuestos.

El Programa de Estudios de Posgrado en Ingeniería Eléctrica sería otro actor nacional que ayudaría a reducir las barreras para el desarrollo de la ciencia, la tecnología, y la innovación en Costa Rica como se infiere de algunos diagnósticos nacionales, tales como el Estado de la Nación (CONARE), los Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), y el Atlas para la Innovación en Costa Rica (MICITT).”<sup>3</sup>

#### 4. Desarrollo académico en el campo de la Maestría propuesta

La Universidad de Costa Rica envió el siguiente resumen sobre el desarrollo académico de la unidad base en el campo de la Maestría propuesta:

“La Escuela de Ingeniería Eléctrica, cuenta con un Programa de Posgrado en Ingeniería Eléctrica, el cual hasta el momento ofrece las siguientes maestrías: Maestría Académica en Ingeniería Eléctrica con énfasis en Sistemas Digitales, Maestría Académica en Ingeniería Eléctrica con énfasis en Sistemas de Potencia, Maestría Profesional en Ingeniería Eléctrica con énfasis en Comunicaciones Digitales y Maestría Profesional en Ingeniería Eléctrica con énfasis en Sistemas de Baja y Mediana Tensión. Estas maestrías suspenderán los procesos de admisión a partir de la creación de este nuevo plan de estudios, que coadyuvará en la formación de profesionales, docentes-investigadores en el campo de la Ingeniería Eléctrica.  
[...]

Durante los últimos años se ha llevado a cabo una serie de proyectos de investigación y actividades de apoyo a la investigación en la Escuela de Ingeniería Eléctrica, así como en colaboración con otras unidades académicas, en áreas estratégicas definidas.  
[...]

Con la creación de los nuevos laboratorios de investigación mencionados supra, se crearán nuevas líneas de investigación en las siguientes áreas estratégicas:

1. Procesamiento digital de imágenes
2. Visión por computador
3. Reconocimiento de patrones
4. Sistemas inteligentes
5. Biocomputación
6. Robótica cognitiva
7. Inteligencia bioinspirada
8. Sintonización de controladores PID utilizando criterios de optimización multiobjetivo
9. Control tolerante a fallos para redes eléctricas
10. Control de sistemas basados en pilas de combustible tipo PEM
11. Radiometría y fotometría avanzada, aplicada a mediciones metrológicas con emisores láser o LED
12. Nuevos prototipos láser con aplicaciones en ingeniería biomédica.”<sup>4</sup>

## 5. Propósitos del posgrado

La meta final es lograr que el estudiante aprenda y ponga en práctica el método científico usado en Ingeniería Eléctrica, en pos de mejorar sustancialmente su capacidad de generar conocimiento, resolver problemas, plasmar sus hallazgos en un artículo científico y comunicarlos a la sociedad. Los objetivos generales de la Maestría en Ingeniería Eléctrica son los siguientes:

- Brindar a los estudiantes los conocimientos teóricos necesarios para permitirles involucrarse en alguno de los proyectos de investigación de las unidades especiales de investigación de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.
- Lograr que los estudiantes aprendan tanto el método científico como el marco metodológico utilizado en Ingeniería Eléctrica para identificar de manera independiente las causas de los diferentes problemas científicos y tecnológicos, así como la habilidad de formular y probar hipótesis para resolver esos problemas.
- Desarrollar en los estudiantes las técnicas de investigación y de escritura de artículos científicos utilizadas por los profesores investigadores durante la ejecución de esos proyectos, para la generación y divulgación de nuevo conocimiento.
- Desarrollar en los estudiantes la habilidad para comunicar en forma oral y escrita los resultados, el impacto, y las oportunidades que genera la investigación que están realizando.

## 6. Perfil académico-profesional

Al finalizar sus estudios, los graduados de la Maestría en Ingeniería Eléctrica tendrán el siguiente perfil de egreso:

### Conocimientos:

- Programación avanzada y análisis numérico.
- Probabilidad y procesos estocásticos.
- Procesamiento digital de señales.
- Teoría de la detección y estimación.

- Técnicas de investigación científica.

#### Habilidades:

- Identificar problemas de nuestra sociedad que podrían resolverse mediante la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías que involucren la Ingeniería Eléctrica.
- Realizar búsquedas exhaustivas de soluciones propuestas por la comunidad científica internacional para resolver esos problemas.
- Plantear una hipótesis para solucionar algún problema en particular.
- Probar o refutar la hipótesis planteada en el tema de la Ingeniería Eléctrica mediante la experimentación con una simulación computacional, en donde el problema tratado se ha logrado emular en un computador y se trata de resolver con la solución propuesta.
- Escribir un reporte técnico y artículo donde se describa el problema tratado, las contribuciones de la comunidad científica internacional para resolverlo, la hipótesis propuesta y los resultados experimentales que la respaldan o la refutan.

#### Actitudes y valores de los graduados:

- Afinidad a la generación de nuevos conocimientos a través de la investigación científica innovadora de excelencia, como forma de conocimiento de la realidad social y profesional, y como soporte en la toma de decisiones.
- Tendencia al trabajo intelectual, al estudio y análisis de las necesidades de desarrollo de la sociedad y con un amplio deseo de superación personal.
- Contribución en la toma de decisiones para resolver los problemas nacionales en las áreas de su formación, así como colaboración con el progreso del país y con la innovación tecnológica de calidad.
- Compromiso con la preservación del ambiente y el desarrollo sostenible.

## 7. Requisitos de ingreso

Según la Universidad de Costa Rica, los requisitos de ingreso son los siguientes:

- El estudiante que desee entrar a la Maestría Académica en Ingeniería Eléctrica deberá tener el grado mínimo de bachiller en Ingeniería Eléctrica o carrera afín.
- Llegado el momento de solicitud de admisión del estudiante, la Comisión de Posgrado analizará de manera individual la pertinencia de la carrera de grado. En este caso, de considerarlo necesario y por recomendación de la Comisión de Estudios de Posgrado en Ingeniería Eléctrica, el estudiante deberá completar una etapa de nivelación para ingresar al Programa de Estudios de Posgrado en Ingeniería Eléctrica.
- Poseer manejo técnico del idioma inglés.

Además, los estudiantes deberán cumplir con los requisitos de índole administrativa que indique la UCR. La permanencia en la Maestría está determinada por lo que establece al respecto el Reglamento del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica.

## 8. Requisitos de graduación

Se establece como requisito de graduación la aprobación de todos los cursos y las actividades del plan de estudios, incluyendo la presentación del informe de la Consultoría y asesoría de Ingeniería Eléctrica. Además, los estudiantes deberán cumplir con los requisitos administrativos señalados por la UCR.

## 9. Listado de las actividades académicas del posgrado

El plan de estudios de la Maestría se presenta en el Anexo A. La Maestría consta de 68 créditos. Las actividades del plan de estudios de esta modalidad se pueden categorizar de la siguiente manera:

- Cuatro cursos obligatorios de cuatro créditos (dieciséis créditos en total).
- Dos cursos optativos de cuatro créditos (ocho créditos en total).
- Tres cursos de Seminario de un crédito (tres créditos en total).
- Cuatro cursos de investigación dirigida de cuatro créditos (dieciséis créditos en total).

- Dos cursos de investigación de tesis de doce y siete créditos respectivamente (diecinueve créditos en total).
- Un examen de candidatura sin créditos, por medio del cual se verifica la idoneidad del estudiante para proseguir con su investigación de maestría.
- La defensa de la tesis, con seis créditos.

Todas las normativas vigentes para los cursos y para el grado y modalidad académica de Maestría se cumplen.

10. Descripción de las actividades académicas del posgrado

Los programas de los cursos y las actividades de investigación se muestran en el Anexo B.

11. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas.

Los requerimientos mínimos para el personal docente que participa en una maestría son los siguientes:

- El personal académico debe poseer al menos el nivel académico de Maestría debidamente reconocido y equiparado.
- En las maestrías académicas, preferiblemente, al menos la mitad de los docentes del equipo básico, deberá poseer el grado de doctorado académico o ser investigadores activos.
- Los profesores deben tener una dedicación mínima de un cuarto de tiempo al posgrado.

Los profesores de los cursos de la Maestría en Ingeniería Eléctrica son los que se indican en el Anexo C. En el Anexo D se indica el título y grado del diploma respectivo de posgrado de cada uno de los docentes. Todas las normativas vigentes se cumplen.

12. Autorización de la unidad académica para impartir posgrados

La Escuela de Ingeniería Eléctrica fue autorizada a impartir posgrados por el CONARE en la sesión 12-1984, artículo 8, del 17 de abril de 1984, cuando se autorizó la apertura de la Maestría en Sistemas de Potencia.

### 13. Conclusiones

- La propuesta cumple con la normativa aprobada por el CONARE en el *Convenio para crear una nomenclatura de grados y títulos de la Educación Superior Estatal*, en el *Convenio para unificar la definición de crédito en la Educación Superior* y con los procedimientos establecidos por el documento *Lineamientos para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*<sup>1</sup>.

### 14. Recomendaciones

Con base en las conclusiones del presente estudio, se recomienda lo siguiente:

- Que se autorice a la Universidad de Costa Rica para que imparta la *Maestría en Ingeniería Eléctrica*.
- Que la Universidad de Costa Rica realice evaluaciones internas durante el desarrollo del posgrado.

---

1) Aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión N°27-2013, artículo 3, inciso g) y h), celebrada el 22 de octubre de 2013.  
3 y 4) Propuesta de apertura de la Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica, 2014.

**ANEXO A**

**PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA  
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

## ANEXO A

### PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

---

<b>CICLO Y CURSO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
<u>Primer ciclo</u>	<u>17</u>
Programación avanzada	4
Probabilidad y procesos estocásticos	4
Curso optativo I	4
Investigación dirigida I	4
Seminario I	1
<u>Segundo ciclo</u>	<u>17</u>
Procesamiento digital de señales	4
Teoría de detección y estimación	4
Curso optativo II	4
Investigación dirigida II	4
Seminario II	1
<u>Tercer ciclo</u>	<u>17</u>
Investigación dirigida III	4
Investigación de tesis I	12
Seminario III	1
Examen de candidatura	-
<u>Cuarto ciclo</u>	<u>17</u>
Investigación dirigida IV	4
Investigación de tesis II	7
Defensa de tesis	6
<b><i>Total de créditos de la Maestría</i></b>	<b>68</b>

---

Lista de cursos optativos (todos de cuatro créditos):

Estabilidad y control de oscilaciones de potencia  
Compensación de potencia reactiva y estabilidad de tensión  
Análisis de sistemas de potencia  
Estabilidad y control de sistemas de potencia  
Métodos numéricos y técnicas de optimización  
Reconocimiento de patrones y sistemas inteligentes  
Procesamiento digital de imágenes y visión por computador  
Fotónica no lineal y sus aplicaciones  
Sistemas bio-inspirados para optimización y modelado  
Técnicas modernas de control  
Componentes y subsistemas de comunicación por fibra óptica  
Radiometría aplicada en metrología óptica  
Teoría de autómatas finitos  
Detección y tolerancia a fallas  
Control industrial avanzado

**ANEXO B**

**PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA  
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

## ANEXO B

### **PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

#### ***Cursos obligatorios***

Nombre del curso: Programación avanzada

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Brindar a los estudiantes las herramientas de programación teóricas y prácticas necesarias para la implementación de soluciones a los problemas enfrentados durante su investigación.

Contenido temático:

Se presentará y analizará la teoría de computación, diversos conceptos y paradigmas de programación, y a través de proyectos prácticos relacionados con el tema de investigación del estudiante se profundizará en la programación imperativa estructurada y la programación orientada a objetos. Se enfatizará en elementos del análisis numérico para determinar los alcances de precisión y la convergencia de los algoritmos usados.

Nombre del curso: Probabilidad y procesos estocásticos

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Profundizar en los conceptos fundamentales de la probabilidad, variables aleatorias, sucesiones de variables aleatorias y procesos estocásticos.

Contenido temático:

- Conceptos de probabilidad
- Densidad y distribución de probabilidad
- Variable aleatoria
- Funciones de variables aleatorias
- Proceso estocástico
- Correlación
- Estacionalidad
- Ergodicidad
- Teorema del límite central
- Espectro de potencia.

Nombre del curso: Investigación dirigida I

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Estudiar, analizar y discutir la literatura científica relacionada con el tema que abordará el estudiante en su investigación y culminar con la escritura de una monografía.

Contenido temático:

Se establecerá conforme al tema de investigación de cada estudiante.

Nombre del curso: Seminario I

Número de créditos: 1

Objetivo general:

Preparar y presentar en forma oral, ante estudiantes y profesores, los resultados de la Investigación dirigida I.

Contenido temático:

Se establecerá conforme al tema de investigación de cada estudiante.

Nombre del curso: Procesamiento digital de señales

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Estudiar los conceptos fundamentales involucrados en el procesamiento digital de señales y comprender la posición que ocupa el procesamiento digital de señales dentro de una esquema general de aplicación en Ingeniería Eléctrica.

Contenido temático:

- Señales y sistemas en tiempo discreto
- Muestreo, cuantización, estabilidad y causalidad
- Transformada z
- Ecuaciones de diferencias
- Análisis de fourier: transformada de fourier en tiempo discreto, transformada discreta de fourier, transformada rápida de fourier
- Filtros IIR y FIR.

Nombre del curso: Teoría de la detección y estimación

Número de créditos: 4

Objetivo general:

El objetivo del curso es brindarle al estudiante los conocimientos necesarios para comprender y desarrollar algoritmos de detección y estimación de parámetros de interés a partir de señales contaminadas por ruido estocástico.

Contenido temático:

- Definición de detección de señales
- Regla de detección de máxima verosimilitud
- Regla de detección de Neyman-Pearson
- Característica Operativa del Recepto
- Regla de detección de Máximo a Posteriori
- Regla de detección Bayesiana
- Definición de estimación de parámetros
- Características de los estimadores
- Estimación de mínimos cuadrados por lotes
- Estimación de mínimos cuadrados por descomposición en valores singulares
- Estimación de mínimos cuadrados por recursión
- Estimación Bayesiana
- Estimación de máxima verosimilitud
- Filtros Kalman
- Cota Cramer-Rao.

Nombre del curso: Investigación dirigida II

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Definir el problema a enfrentar, plantear una hipótesis para resolverlo y establecer una metodología para validarla y culminar con la escritura de una monografía.

Contenido temático:

Se establecerá conforme al tema de investigación de cada estudiante.

Nombre del curso: Seminario II

Número de créditos: 1

Objetivo general:

Preparar y presentar en forma oral, ante estudiantes y profesores, los resultados de la Investigación dirigida II.

Contenido temático:

Se establecerá conforme al tema de investigación de cada estudiante.

Nombre del curso: Investigación dirigida III

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Desarrollar la plataforma para recolectar los datos experimentales según la metodología planteada y culminar con la escritura de una monografía.

Contenido temático:

Se establecerá conforme al tema de investigación de cada estudiante.

Nombre del curso: Investigación de tesis I

Número de créditos: 12

Objetivo general:

Analizar los datos recolectados, validar la hipótesis planteada y culminar con la escritura de una monografía.

Contenido temático:

Se establecerá conforme al tema de investigación de cada estudiante.

Nombre del curso: Seminario III

Número de créditos: 1

Objetivo general:

Preparar y presentar en forma oral, ante estudiantes y profesores, los resultados de la Investigación dirigida III e Investigación de tesis I.

Contenido temático:

Se establecerá conforme al tema de investigación de cada estudiante.

Nombre del curso: Investigación dirigida IV

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Comunicar en forma condensada y precisa, a través de un artículo científico, los hallazgos producto de la investigación realizada.

Contenido temático:

Se establecerá conforme al tema de investigación de cada estudiante.

Nombre del curso: Investigación de tesis II

Número de créditos: 7

Objetivo general:

Escribir en detalle el alcance completo del trabajo de investigación realizado.

Contenido temático:

Se establecerá conforme al tema de investigación de cada estudiante.

Nombre del curso: Defensa de tesis

Número de créditos: 6

Objetivo general:

Finalizar la redacción del documento de tesis, someterla a revisión por parte del Comité Asesor y realizar la defensa de tesis correspondiente ante el Tribunal Examinador.

Contenido temático:

Se establecerá conforme al tema de investigación de cada estudiante.

### **Cursos optativos**

Nombre del curso: Estabilidad y control de oscilaciones de potencia

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Estudiar el entorno de las oscilaciones de potencia con énfasis en la metodología para su análisis y control.

Contenido temático:

- Problema de estabilidad
- Oscilaciones de potencia
- Elementos del sistema
- Técnicas y herramientas analíticas
- Métodos para mitigar las oscilaciones
- Métodos avanzados de análisis
- Evaluación y control de las oscilaciones de potencia.

Nombre del curso: Compensación de potencia reactiva y estabilidad de tensión

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Estudiar la problemática de la potencia reactiva y las metodologías disponibles para su análisis y control.

Contenido temático:

- Ecuaciones básicas y conceptos para la transmisión de potencia activa y reactiva.
- Compensación de potencia reactiva en serie y en derivación.
- Nuevos tipos de compensación de potencia reactiva que emplean electrónica de potencia en alta tensión (dispositivos FACTS).
- Límites de compensación en derivación y el SVC.
- Conceptos de estabilidad de tensión, definiciones y marcos de tiempo.
- Eventos reales de colapsos de tensión, lecciones aprendidas.
- Características del equipo relacionado a la estabilidad de tensión.
- Colapso transitorio de tensión.
- Técnicas analíticas disponibles: técnicas del flujo de potencia: curvas P-V y V-Q, sensibilidades, análisis modal.
- Análisis dinámico de la estabilidad de tensión, cargas asincrónicas.
- Índices y criterios de estabilidad de tensión.
- Contramedidas para la inestabilidad de tensión: despacho de carga por baja tensión, redespacho de potencia reactiva.

Nombre del curso: Análisis de sistemas de potencia

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Generar una visión más amplia del funcionamiento de los sistemas de potencia en régimen permanente, incluyendo métodos y modelos avanzados para el análisis de los mismos.

Contenido temático:

- Sistemas de potencia en régimen permanente
- Elementos del sistema de potencia
- Interacción de los elementos en régimen permanente
- Algoritmos de flujo de potencia óptimos
- Algoritmos para monitoreo y estimación de estado de redes eléctricas
- Códigos para análisis de flujos de potencia y aplicación de herramientas de simulación.

Nombre del curso: Estabilidad y control de sistemas de potencia

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Entender el funcionamiento de los sistemas de potencia en régimen transitorio, incluyendo métodos y modelos avanzados para el análisis de los mismos.

Contenido temático:

- Estabilidad transitoria, de frecuencia y de tensión
- Modelos de generadores
- Cargas dinámicas en régimen transitorio
- Interacción de elementos del sistema en régimen transitorio
- Mecanismos para aumentar márgenes de estabilidad
- Herramientas de simulación en régimen transitorio.

Nombre del curso: Métodos numéricos y técnicas de optimización

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Estudiar los métodos numéricos que permiten realizar cálculos y optimizaciones en un ambiente de precisión finita.

Contenido temático:

- Análisis de errores
- Errores de redondeo y errores por truncado. Raíces de ecuaciones de una variable. Sistemas de ecuaciones lineales
- Eliminación de Gauss
- Descomposición LU
- Gauss-Seidel. Interpolación y aproximación polinomial
- Regresión de mínimos cuadrados
- Aproximación de Fourier. Diferenciación e integración numérica
- Fórmulas de integración Newton-Cotes. Ecuaciones diferenciales ordinarias
- Problema de valor inicial
- Método Runge-Kutta
- Rigidez y métodos multi-pasos. Ecuaciones diferenciales parciales
- Diferencia finita
- Ecuaciones elípticas y parabólicas
- Método de elementos finitos.
- Soluciones a sistemas de ecuaciones no lineales.
- Optimización unidimensional y multidimensional sin restricciones
- Optimización con restricciones.

Nombre del curso: Reconocimiento de patrones y sistemas inteligentes

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Brindar a los estudiantes los conceptos básicos del reconocimiento de patrones, los cuales les permitirán desarrollar algoritmos para la clasificación de patrones, para la solución de problemas complejos en diversas áreas del conocimiento. Además, estudiar los conceptos fundamentales de los sistemas inteligentes, entendidos como plataformas computacionales con características cognitivas capaces de aprender de su experiencia y resolver problemas complejos.

Contenido temático:

- Extracción, selección y diseño de características
- Teoría de decisión de Bayes
- Métodos paramétricos (Bayes, HMM, y no paramétricos (vecino más próximo, K-vecinos más próximos)
- Funciones discriminantes lineales (perceptrón, máquinas de soporte vectorial) y no lineales (redes neuronales).
- Extracción de conocimiento en bases de datos: minado de datos, representación del conocimiento, ontologías, reglas de asociación, árboles y reglas de decisión.
- Razonamiento artificial.
- Toma de decisión bajo incertidumbre.
- Aprendizaje automático.

Nombre del curso: Procesamiento digital de imágenes y visión por computador

Número de créditos: 4

Objetivo general:

El objetivo del curso es brindarle al estudiante los conocimientos necesarios para comprender y desarrollar algoritmos para la extracción automática de puntos característicos, bordes, equinas, líneas, círculos y regiones de objetos de interés en imágenes digitales, así como para comprender y desarrollar algoritmos para la estimación automática de la forma, el color, la posición, la orientación y el movimiento de objetos reales a partir del análisis de una o más imágenes digitales.

Contenido temático:

- Definición de visión por computador
- Componentes de una escena real
- Formación de una señal de video
- Modelos de color
- Cálculo de la componente de intensidad de una imagen de color
- Herramientas de simulación de algoritmos
- Interpolación y gradientes de intensidad
- Histograma
- Densidad de probabilidad y momentos de intensidad
- Segmentación de imágenes
- Detección de puntos característicos
- Bordes
- Líneas y círculos
- Detección de cambios
- Estimación de flujo óptico
- Transformaciones proyectivas
- Estimación de transformaciones proyectivas
- Generación de panoramas
- Estabilización digital de imágenes
- Modelos paramétricos de iluminación
- Modelos paramétricos de forma
- Color
- Posición
- Orientación y movimiento de objetos
- Modelos paramétricos de cámaras
- Calibración de Cámaras
- Estimación de profundidad por estereoscopia
- Estimación de forma
- Color
- Posición
- Orientación y movimiento de objetos
- Odometría visual estereoscópica y monocular.

Nombre del curso: Fotónica no lineal y sus aplicaciones

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Enseñar al estudiante los fundamentos teóricos y prácticos de la fotónica no lineal.

Contenido Temático:

- Introducción acerca de los láseres y fibras ópticas
- Tipos de láseres y su fabricación
- Tipos de fibras ópticas y su fabricación
- Dispositivos de fibra óptica estrechada
- Aplicaciones más relevantes de los láseres
- Fibras ópticas convencionales
- Fibras ópticas especiales y dispositivos de fibra estrechada. Introducción acerca de la propagación de los pulsos ópticos por un sistema óptico
- Fenómenos no lineales inelásticos
- Fenómenos no lineales elásticos
- Solitones ópticos y su dinámica
- Fenomenología según la dispersión de la fibra óptica y el ancho espectral de la señal de bombeo
- Aplicaciones relevantes y generación de supercontinuo.

Nombre del curso: Sistemas bio-inspirados para optimización y modelado

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Introducir los conceptos y técnicas más relevantes que permitan el abordaje de problemas de naturaleza ingenieril / computacional desde la perspectiva de metodologías de resolución diseñadas con base en la operación de sistemas de base biológica o natural.

Contenido temático:

Este curso pretende introducir al estudiante en los paradigmas más importantes de lo que se ha dado en llamar "Inteligencia computacional" o "Soft computing", donde se aborda el estudio y aplicación de diversas metodologías, que se han desarrollado en base al estudio de sistemas naturales (tanto relativos a individuos como a poblaciones), y que constituyen herramientas especialmente poderosas e interesantes para la resolución de problemas complejos tanto de optimización como de modelado de sistemas. El curso se enfocará en tres ejes fundamentales: Redes Neuronales Artificiales, Computación Evolutiva y Sistemas Poblacionales (Sistemas de Enjambre -SWARM-, Colonias de Hormigas, etc). Se combinará el estudio de los fundamentos teóricos y matemáticos de cada uno de ellos con el desarrollo de soluciones a problemas mediante el uso de recursos computacionales especializados.

Nombre del curso: Técnicas modernas de control

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Al finalizar el curso, el estudiante estará familiarizado con distintas técnicas modernas de control y modelado de sistemas tanto en tiempo discreto como en tiempo continuo. Además el estudiante será capaz de analizar y simular estos sistemas, basado en criterios teóricos así como en métodos experimentales mediante simulación así como ser capaz de elegir qué técnica es más adecuada para cada problema particular.

Contenido temático:

El curso pretende presentar los conceptos y principios básicos de las técnicas modernas para el control e identificación de sistemas, como por ejemplo: control óptimo, control adaptivo, sistemas híbridos o estimación paramétrica, entre otros. El enfoque del curso corresponde más al estudio de sistemas desde el punto de vista de teoría de control, realizando ejemplos de aplicación a través de herramientas de simulación como MATLAB®.

Nombre del curso: Componentes y subsistemas de comunicación por fibra óptica

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Desarrollar un entendimiento práctico de los componentes y subsistemas actuales para la comunicación por fibra óptica, y un entendimiento analítico de sus capacidades y limitaciones.

Contenido temático:

- Transmisión por diversos tipos de fibras ópticas, considerando la administración de atenuación y dispersión, con lo que se procede a estudiar los temas más relevantes en transmisores y receptores ópticos, incluyendo amplificadores ópticos.
- Calidad de la transmisión en enlaces punto a punto y redes ópticas, incluyendo conceptos de sistemas WDM y componentes fotónicos para administración de longitud de onda.
- Conceptos del diseño de canal simple y de múltiples canales ópticos, y de la metrología en sistemas por fibra óptica.

Nombre del curso: Radiometría aplicada en metrología óptica

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Analizar el estado del arte de las técnicas de medición radiométrica, usando radiación óptica cuasi monocromática o policromática, aplicables a metrología en magnitudes ópticas y la comparación de equipos de medición.

Contenido temático:

- Conceptos radiométricos fundamentales, los parámetros de la radiación óptica, y su interacción con objetos materiales.
- Alcances de la medición de flujo y energía óptica, los factores de atenuación, medición de coordenadas de color, y fotometría con esferas de integración.
- Transferencia radiativa y coherencia, mediciones con haz láser pulsante, fenómenos de interferencia en mediciones ópticas, correcciones de difracción y rejillas en radiometría.
- Calibración absoluta de radiómetros, fotómetros de color y espectrofotómetros y la exactitud fotométrica y la verificación de la linealidad.

Nombre del curso: Teoría de autómatas finitos

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Estudiar la teoría de los autómatas que tienen aplicación directa en un sistema digital.

Contenido temático:

- Conceptos básicos de algebra abstracta.
- Máquinas secuenciales, definición y minimización.
- Equivalencia entre máquinas secuenciales.
- Máquinas tipo Moore y tipo Mealy.
- Máquinas especificadas en forma incompleta.
- Descomposición de máquinas secuenciales.
- Identificación de máquinas secuenciales.
- Expresiones regulares y especificación de máquinas.
- Máquinas de Turing.
- Lenguajes artificiales y máquinas de pila.

Nombre del curso: Detección y tolerancia a fallas

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Estudiar la teoría y las técnicas fundamentales de la detección y la localización de fallas en circuitos digitales, así como el diseño de sistemas digitales tolerantes a fallas y con capacidad de prueba.

Contenido temático:

- Conceptos básicos de fiabilidad
- Tasa de fallas, MTBF, MTTF, MTTR
- Disponibilidad, Sistemas en serie y paralelo

- Modelado de fallas, fallas atado-a, fallas de circuito abierto, corto circuito, y puentes
- Fallas temporales
- Métodos de generación de pruebas, algoritmo-D, PODEM
- Detección de fallas múltiples
- Generación de pruebas para circuitos secuenciales
- Capacidad de prueba, controlabilidad y observabilidad, scan-path, BILBO
- Tolerancia a fallas, redundancia estática, dinámica, e híbrida
- Redundancia modular
- Circuitos lógicos con auto-verificación
- Circuitos lógicos con fallas inocuas.

Nombre del curso: Control industrial avanzado

Número de créditos: 4

Objetivo general:

Conocer y comprender los esquemas de control de procesos más utilizados a nivel industrial, así como los aspectos relativos a su implementación y funcionamiento.

Contenido temático:

- Esquemas y métodos de diseño de sistemas de control desde un punto de vista de aplicación industrial para el control de procesos y su implementación.
- Técnicas de control PID
- Control predictivo basado en modelos (MPC)
- Protocolos de comunicación industrial
- Tolerancia a fallos e instrumentación, entre otros.

**ANEXO C**

**PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA  
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

## ANEXO C

### **PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

#### **NOMBRE**

#### **PROFESOR**

##### Cursos obligatorios:

Programación avanzada  
Probabilidad y procesos estocásticos  
Procesamiento digital de señales  
Teoría de detección y estimación

Francisco Siles Canales  
Jorge Arturo Romero Chacón  
Jorge Arturo Romero Chacón  
Geovanny Martínez Castillo

##### Cursos optativos:

Estabilidad y control de oscilaciones de potencia  
Compensación de potencia reactiva y estabilidad de tensión  
Análisis de sistemas de potencia  
Estabilidad y control de sistemas de potencia  
Métodos numéricos y técnicas de optimización  
Reconocimiento de patrones y sistemas inteligentes  
Procesamiento digital de imágenes y visión por computador  
Fotónica no lineal y sus aplicaciones  
Sistemas bio-inspirados para optimización y modelado  
Técnicas modernas de control  
Componentes y subsistemas de comunicación por fibra óptica  
Radiometría aplicada en metrología óptica  
Teoría de autómatas finitos  
Detección y tolerancia a fallas  
Control industrial avanzado

Eddie Araya Padilla  
Eddie Araya Padilla  
Gustavo Valverde Mora  
Gustavo Valverde Mora  
Juan Luis Crespo Mariño  
Francisco Siles Canales  
Geovanny Martínez Castillo  
Jaime Cascante Vindas  
Juan Luis Crespo Mariño  
Jose David Rojas Fernández  
Luis Diego Marín Naranjo  
Luis Diego Marín Naranjo  
Randolph Steinvorth Fernández  
Randolph Steinvorth Fernández  
Orlando Arrieta Orozco

##### Actividades de investigación:

Seminario I, II y III  
Investigación dirigida I, II III y IV e Investigación de tesis I y II

Lucky Lochi Yu Lo  
Todos los anteriores, según el tema

**ANEXO D**

**PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA  
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y SUS GRADOS ACADÉMICOS**

## ANEXO D

### **PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y SUS GRADOS ACADÉMICOS**

#### **EDDIE ARAYA PADILLA**

Doctorado en Ingeniería Eléctrica, Universidad Nacional de San Juan, Argentina.

#### **ORLANDO ARRIETA OROZCO**

Licenciatura en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Informática Industrial, Universidad Autónoma de Barcelona, España.

#### **JAIME CASCANTE VINDAS**

Bachillerato en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Física Aplicada, Universidad de Valencia, España.

#### **JUAN LUIS CRESPO MARIÑO**

Licenciatura en Ciencias Físicas, énfasis en Electrónica. Doctorado en Ingeniería Industrial, Universidad de A Coruña, España.

#### **LUIS DIEGO MARÍN NARANJO**

Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Nuevo México, Estados Unidos de América.

#### **GEOVANNY MARTÍNEZ CASTILLO**

Licenciatura en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Ingeniería, Universidad de Hanóver, Alemania.

#### **JOSÉ DAVID ROJAS FERNÁNDEZ**

Bachillerato en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Informática Industrial, Universidad Autónoma de Barcelona, España.

#### **JORGE ARTURO ROMERO CHACÓN**

Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Rhode Island, Estados Unidos de América. Doctorado en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Concordia, Canadá.

**FRANCISCO SILES CANALES**

Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica.

**RANDOLPH STEINVORTH FERNÁNDEZ**

Licenciatura en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Ingeniería de Sistemas y Computadoras, Instituto Politécnico de Rensselaer, Nueva York, Estados Unidos de América.

**GUSTAVO VALVERDE MORA**

Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad de Manchester, Inglaterra.

**LUCKY LOCHI YU LO**

Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Computación, Universidad de California en Irvine, Estados Unidos de América.



CONSEJO NACIONAL  
DE RECTORES

