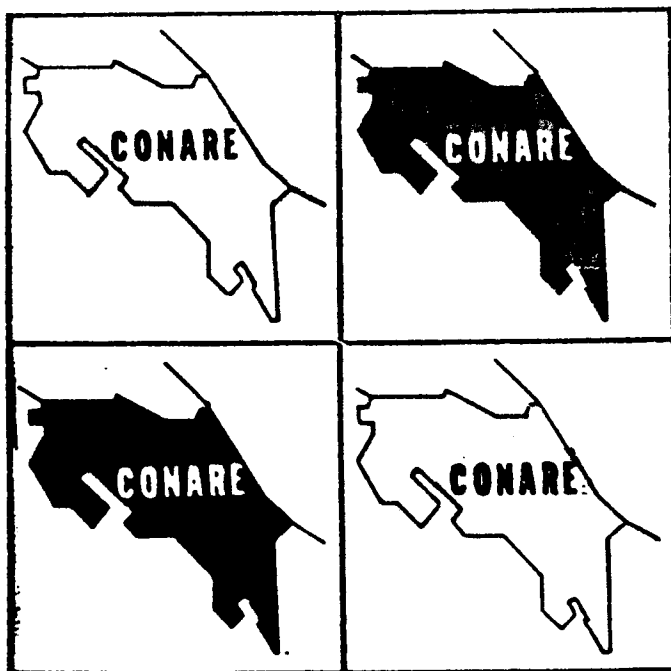


CONSEJO NACIONAL DE RECTORES OFICINA DE PLANIFICACION DE LA EDUCACION SUPERIOR



ESTA OBRA ES PROPIEDAD DE LA
BIBLIOTECA DEL
CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

ACTIVO NUMERO: 4849



EVALUACION DEL PROGRAMA DE MAESTRIA EN
INGENIERIA ELECTRICA DE LA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

1986 - 1991

PRESENTACION

El estudio que se presenta en este documento se refiere a la evaluación del Programa de Maestría en Ingeniería Eléctrica que imparte la Universidad de Costa Rica.

Fue realizado por la Licda. Jeannette Fallas Monge y la Dra. María Cecilia Doblez Yzaguirre integrantes del Equipo de Evaluación de la División Académica de la Oficina de Planificación de la Educación Superior.

La revisión final del trabajo fue realizada por el M.B.A. Minor A. Martin G., Jefe de la División Académica.

Agradecemos la colaboración del Dr. Guillermo Loría Martínez, quien como director de la maestría, proporcionó valiosa información para llevar a cabo la evaluación; así como del cuerpo de profesores y estudiantes quienes respondieron con responsabilidad a los cuestionarios y entrevistas.

José Andrés Masís Bermúdez
Director OPES

EVALUACION DEL PROGRAMA DE MAESTRIA EN
INGENIERIA ELECTRICA DE LA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
1986 -1991

INDICE DE TEXTO

	<u>PAGINA</u>
1. Introducción	3
2. La evaluación	4
3. Discusión de resultados	6
3.1. Justificación del programa	6
3.1.1. Sistemas de potencia	6
3.1.2. Sistemas digitales	8
3.2. Descripción del profesional propuesto	9
3.2.1. Sistemas de potencia	9
3.2.2. Sistemas digitales	10
3.3. Características del programa	11
3.3.1. Plan de estudios	11
3.3.2. Admisión, matrícula, deserción y graduados	14
3.3.3. Caracterización del estudiante	23
3.3.4. Caracterización de los académicos del posgrado	24
3.3.5. Organización administrativa	26
3.4. La investigación y su papel en el programa	27
3.5. Recursos de planta física, equipo, materiales y financiamiento	28
3.6. Opinión general de docentes y estudiantes acerca del programa	31
4. Resumen de conclusiones y recomendaciones	32
4.1. Conclusiones	32
4.1.1. Objeto y función del programa	32
4.1.2. La investigación y su papel en el programa	33
4.1.3. La docencia y su estructuración en el programa	33
4.1.4. Los estudiantes y sus características	34
4.1.5. Los académicos y su contribución al programa	34
4.1.6. La administración y su apoyo al programa	35
4.1.7. El financiamiento y su efectividad	35
4.2. Recomendaciones	36

INDICE DE CUADROS

	<u>PAGINA</u>
<u>Cuadro NO 1:</u> Estudiantes matriculados en la Maestría en Ingeniería Eléctrica, según mención y ciclo lectivo	15
<u>Cuadro NO 2:</u> Evolución del número de estudiantes de la Maestría en Ingeniería Eléctrica desde la admisión de 1986 hasta 1991, según año	17
<u>Cuadro NO 3:</u> Situación actual de los estudiantes matriculados en la Maestría en Ingeniería Eléctrica, según año de ingreso, mención y cursos aprobados	20

INDICE DE ANEXOS

<u>Anexo A:</u> Plan de estudios de la Maestría en Ingeniería Eléctrica. Sistemas de Potencia	39
<u>Anexo B:</u> Plan de estudios de la Maestría en Ingeniería Eléctrica. Sistemas Digitales	43
<u>Anexo C:</u> Convenio de Cooperación entre la Universidad de Costa Rica y el Instituto Costarricense de Electricidad para el Desarrollo Conjunto de la Ciencia y la Tecnología	45

1. Introducción

En agosto de 1983 el Rector de la Universidad de Costa Rica (UCR), solicitó al Consejo Nacional de Rectores (CONARE) la aprobación para crear la Maestría en Sistemas de Potencia en la Escuela de Ingeniería Eléctrica, se encargó a la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) el estudio correspondiente a la creación de la maestría.

De acuerdo con los resultados de este estudio la OPES recomendó que:

"Se autorice al Sistema de Estudios de Posgrado (SEP) de la Universidad de Costa Rica para que ofrezca la Maestría en Sistemas de Potencia a partir del II Ciclo de 1984.

La matrícula inicial para cada promoción tendrá un cupo máximo de 10 estudiantes.

La OPES inicie la evaluación del programa un año antes de la fecha en que se matricularían los estudiantes nuevos para una cuarta promoción¹".

Esta recomendación fue aprobada por el CONARE en la sesión NQ84-12 del 17 de abril de 1984. El programa se ofreció por primera vez en el I Ciclo de 1986. Posteriormente la Comisión del Programa consideró adecuado ampliar los estudios de posgrado a otras áreas de la Ingeniería Eléctrica, especialmente en el campo de los Sistemas Digitales, por lo que se modificó el plan de

¹CONARE-OPES. Dictamen sobre la propuesta de creación de la Maestría en Sistemas de Potencia de la Universidad de Costa Rica. (San José, C.R.: OPES-03/84, 1984).

estudios inicial, de tal manera que se otorgara el diploma de Magister Scientae en Ingeniería Eléctrica con menciones en diferentes áreas, iniciando con las menciones en Sistemas de Potencia y en Sistemas Digitales, esta última opción se ofrece desde 1990.

2. La evaluación

La presente evaluación se realiza en cumplimiento del acuerdo de creación de nuevas carreras del CONARE y el de apertura de la maestría. Es la primera que efectúa la OPES para este programa y tiene como finalidad proveer de información a los órganos vinculados con su autorización y desarrollo para la toma de decisiones correspondientes. Al mismo tiempo pretende retroalimentar la labor de la maestría, señalando aspectos importantes que reflejen sus logros y aspectos susceptibles de mejoramiento.

Los datos utilizados en esta evaluación fueron recolectados en tres ámbitos:

Administrativo-académico: a través de entrevistas con el Director del Programa, con el Director de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y por medio de documentos escritos. De esta forma se conoció mejor la fundamentación del programa, su funcionamiento administrativo-académico, su interrelación con las unidades académicas que le dan apoyo, las facilidades de recursos humanos, financiamiento, infraestructura para la investigación, los criterios de admisión de nuevos estudiantes, la

dedicación, permanencia y rendimiento de los estudiantes en el programa.

- .
• Académico: a través de dos instrumentos dirigidos a los profesores de la maestría. Con el primero se caracterizó al docente que labora en el programa de acuerdo con su formación académico profesional, experiencia docente, experiencia reciente en investigación, producción intelectual, situación laboral y distribución de la carga académica. El segundo recoge la opinión respecto al plan de estudios, incidencia de la investigación, procedimientos de admisión, índices de graduación, organización administrativa, recursos con que se cuenta, logros y limitaciones del programa. En la evaluación participaron 15 académicos que colaboran o han colaborado con la maestría.

- .
• Estudiantil: a través de un instrumento dirigido a estudiantes de la maestría. Este instrumento consta de dos partes: la primera permitió caracterizar a la población estudiantil de acuerdo con su formación y experiencia académico profesional, rendimiento académico, condición laboral y algunas variables sociodemográficas. Se incluyó información sobre becas y otras facilidades para estudio. La segunda recogió la opinión de los estudiantes respecto a requisitos de ingreso, nivel académico de los cursos, papel de la investigación, requisitos de graduación, incidencia en el nivel profesional de los estu-

diantes. En la evaluación participaron 16 estudiantes: 9 de la mención en Sistemas de Potencia y 7 de Sistemas Digitales.

De acuerdo con las normas del CONARE, con la reglamentación del SEP y con las características mismas del programa, éste se analizó dentro del marco siguiente:

- . Objeto y función del programa
- . La investigación y su papel en el programa
- . La docencia, su estructuración en el programa
- . Los académicos, su contribución al programa
- . Los estudiantes y sus características
- . El financiamiento y su efectividad
- . Impacto del programa en el ámbito nacional

3. Discusión de resultados

3.1. Justificación del programa

3.1.1. Sistemas de Potencia

En el Proyecto del Programa de Estudios de Posgrado en Ingeniería Eléctrica ² se justificó la mención en Sistemas de Potencia en la necesidad urgente de preparar personal de alto nivel para la resolución de problemas específicos referentes a la

²Universidad de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Proyecto del Programa de Estudios de Posgrado en Ingeniería Eléctrica. Maestría en Sistemas de Potencia. (San Pedro de Montes de Oca, C.R., 1983).

planificación, desarrollo y operación del Sistema Eléctrico Nacional y para la sustitución de la asesoría extranjera. La Escuela de Ingeniería Eléctrica señaló que:

"En los últimos años con el desarrollo acelerado del Sistema Nacional Interconectado, han surgido un conjunto de necesidades en el campo del conocimiento especializado de Sistemas de Potencia. La creación del Centro de Control de Energía y la incorporación al sistema de centrales de considerable potencia instalada vienen a hacer más patentes dichas necesidades.

Estudios, tales como análisis de estabilidad del sistema, optimización en el suministro de energía, análisis de cortocircuitos, sobretensiones, coordinación de aislamientos, optimización del flujo de reactivos, etc., son indispensables para el buen funcionamiento del sistema. Estos estudios deben ser realizados por personal idóneo.

Si el país no cuenta con dicho personal, estos estudios deberán contratarse a un elevado costo. Si este personal se capacitara en el extranjero su costo también sería muy elevado, dadas las condiciones económicas actuales del país.

En los últimos años han regresado al país profesionales que se han especializado en el exterior en áreas relacionadas con los temas de estudio mencionados y actualmente se encuentran en disposición de participar en un programa como el que se plantea"³.

Aún cuando esta justificación pareciera válida para el desarrollo del país, la respuesta de la demanda estudiantil ha sido muy escasa. Sería conveniente estudiar las causas que la han motivado. Asimismo, habría que analizar si la justificación que se ofrece corresponde o no a la realidad del país.

³-ibid., p. 6.

3.1.2. Sistemas Digitales

La justificación de esta mención se presentó en los siguientes términos:

"La importancia del desarrollo de la Ingeniería en Sistemas Digitales, hoy día se ha tornado en un imperativo que no se debe eludir... En Costa Rica, esta tecnología se está introduciendo en todos los campos del quehacer industrial, tales como: el control automático digital de procesos, las redes de transmisión digital, diseño de sistemas con base en micro-procesadores, etc.

Por esta razón se hace necesario preparar un ingeniero con el grado de maestría, que tenga los fundamentos teóricos y prácticos en los Sistemas Digitales modernos, con el fin de dotarlos de una visión clara y amplia, para afrontar con seguridad y excelencia profesional, todos los retos que plantean el impacto tecnológico de la electrónica digital y sus aplicaciones.

Es evidente que si el país no forma este tipo de profesional que se propone, la solución para afrontar las necesidades antes planteadas, será la contratación de asesoría extranjera, con el consecuente deterioro de la economía nacional y el incremento de la brecha tecnológica.

Desde su fundación en 1964, en la Escuela de Ingeniería Eléctrica, se ofrecían tres cursos de electrónica, que han aumentado de acuerdo con las necesidades del país y al avance de la disciplina, para alcanzar hoy día, un conjunto de cursos y laboratorios en electrónica, control y telecomunicaciones, los cuales contemplan los avances más relevantes en esta tecnología del futuro.

Estos programas han permitido el desarrollo de proyecto en el área, que han hecho posible una tradición sólida de investigación en Sistemas Electrónicos Digitales.

Para enfatizar aún más la importancia de la formación a nivel universitario en este campo, se citan textualmente las principales recomendaciones surgidas en el Primer Seminario Nacional de Electrónica celebrado en 1984, relacionadas con la preparación de especialistas en este campo:

Organizar la actividad educativa en electrónica, creando un Centro Coordinador a nivel nacional, que podría estar dentro del Centro Nacional de Electrónica.

Revisar planes de estudio, para formar estudiantes creativos; investigadores y con una orientación hacia el diseño de productos de alta calidad.

Incentivar la investigación científica y tecnológica en las instituciones de educación superior, así como la transferencia de información.

Fomentar la investigación y desarrollo de proyectos en telecomunicaciones, así como el apoyo gubernamental necesario.

Los centros de educación superior (CUC, ITCR, UCR), deben promover la realización de proyectos de graduación y acción social orientados a: ...diseño y construcción de equipo para simulación y construcción de equipo médico de alto grado de utilización.

Por las razones antes mencionadas, la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica, propone la creación de un programa de estudios de Posgrado en Ingeniería Eléctrica, denominado Maestría en Sistemas Digitales⁴.

Aunque esta opción tiene apenas dos años de ofrecerse pareciera que se adecúa mejor a las necesidades de mercado pues ha tenido más demanda que la opción en Sistemas de Potencia.

3.2. Descripción del profesional propuesto

3.2.1. Sistemas de Potencia

"El profesional que participe en el programa de maestría propuesto estará capacitado al terminarlo para llevar a cabo estudios tales como interconexión eléctrica, optimización en el suministro de energía, análisis de cortocircuitos, sobretensiones, coordinación de aislamientos, optimación del flujo de

⁴Universidad de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Eléctrica. "Programa de Maestría en Sistemas Digitales". (Documento interno presentado al SEP para la aprobación del programa).

reactivos, etc."⁵

Este perfil es muy general e incompleto. Se señalan en él, algunas de las funciones que un especialista estará en capacidad de desempeñar en el área de la Ingeniería Eléctrica. Falta destacar claramente los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes hacia la investigación, que el graduado deberá adquirir a través del programa. Este desglose permitirá determinar los aspectos de formación fundamentales que requerirá el estudiante.

3.2.2. Sistemas Digitales

El profesional que participe en este programa, estará capacitado al terminarlo para efectuar labores de:

- Planeamiento y diseño de redes de comunicación de datos.
- Planeamiento y diseño de redes de comunicación entre computadores.
- Planeamiento y diseño de microcomputadores de uso dedicado a sus intereses.
- Planeamiento y diseño de programas en lenguajes de máquinas para aplicaciones en sistemas digitales.
- Planeamiento y diseño de programas para el control de elementos periféricos en microcomputadores.

⁵Universidad de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Proyecto del Programa de Estudios de Posgrado en Ingeniería Eléctrica. Maestría en Sistemas de Potencia, p. 2.

- Planeamiento y diseño de sistemas operativos en tiempo real.
- Impulsar el desarrollo de la industria electrónica en nuestro país y a nivel centroamericano.
- Crear e implantar nuevas técnicas en el control por computador de procesos industriales.
- Crear e implementar nuevas técnicas en el control automático digital.
- Aplicar las técnicas modernas para la identificación y el análisis de sistemas.
- Realizar labores de docencia e investigación⁶.

En esta descripción, las funciones que el profesional en Sistemas Digitales puede desempeñar, están más detalladas. Sin embargo, presenta el mismo problema de Sistemas de Potencia. Además, pareciera que la maestría se ha orientado hacia una especialización profesional porque no aparecen detallados los razgos de investigación en ninguna de las dos menciones.

3.3. Características del programa

3.3.1. Plan de estudios

El plan de estudios de ambas menciones contempla tres etapas. La primera comprende un período de nivelación cuya duración e intensidad varían dependiendo de la preparación previa del estudiante, así como del resultado que el estudiante admitido

⁶Universidad de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Eléctrica. "Programa de Maestría en Sistemas Digitales".

obtenga en el examen de ubicación. En esta etapa no se asignan créditos al posgrado, de acuerdo con las normas establecidas.

La segunda etapa de cursos y seminarios comprende tres ciclos universitarios en la mención de Sistemas Digitales y cuatro ciclos en la de Sistemas de Potencia. En cada ciclo el estudiante debe matricular un seminario. Esta etapa tiene un total de 34 créditos.

La tercera etapa corresponde a la investigación y presentación de tesis. Está compuesta por tres cursos de investigación de tesis, que suman un total de 24 créditos, más la escritura y defensa de tesis que vale 6 créditos.

En el Anexo A se incluye la lista de cursos y seminarios de la segunda etapa, así como una breve descripción de cada curso obligatorio u optativo de la mención en Sistemas de Potencia. En el Anexo B se incluye la lista de cursos y seminarios de la segunda etapa de la mención en Sistemas Digitales.

La mayoría de los profesores ⁷ opinó que en relación con los objetivos del programa, el plan de estudios es adecuado o muy

⁷Las opiniones de docentes y estudiantes que se citan en este estudio corresponden a los 15 docentes (83,3% del total) y 16 estudiantes (66,7% del total) que participaron en la evaluación.

adecuado, ya que cubre los aspectos básicos, considera las necesidades de nuestro medio de trabajo y el desarrollo tecnológico del país.

La mayoría de los docentes y estudiantes consideran que en el plan de estudios existe flexibilidad en cuanto a: temas de estudio dentro de los cursos, temas de investigación y cursos optativos. Sobre este último aspecto, cuatro estudiantes manifestaron que deberían existir más cursos opcionales para fortalecer el conocimiento en el campo en que se desarrolla la tesis. El Director del programa señaló que esto no ha sido posible por la pequeña cantidad de estudiantes y los escasos recursos con que cuenta la maestría.

Se preguntó a docentes y estudiantes si los cambios del plan de estudios, en su opinión, mejorarían la maestría. La mayoría de los docentes y estudiantes coincidió en que debe darse mayor énfasis a la investigación. Además, la mayoría de los estudiantes considera que deben revisarse y actualizarse los cursos básicos y los especializados y ofrecer más laboratorios.

Se solicitó a los estudiantes su opinión sobre el nivel académico de los cursos básicos y especializados. Los primeros fueron calificados por la mayoría de los estudiantes como buenos o muy buenos. Sobre los cursos especializados 7 estudiantes no opinaron pues no han llevado estos cursos, 8 estudiantes los

calificaron de buenos a muy buenos y 1 estudiante los calificó de regulares.

Se preguntó a los estudiantes si los cursos o seminarios de la maestría que le preparan para investigar son suficientes. Ocho estudiantes manifestaron que sí, aunque señalaron que hace falta mayor guía de los profesores, dos estudiantes contestaron que no y el resto (6) no contestó.

La mayoría de los estudiantes opina que el sistema de evaluación es exigente y que está acorde con los objetivos planteados.

Se consultó a docentes y estudiantes si consideraban que la carrera de grado (bachillerato o licenciatura) en la que habían participado y la Maestría en Ingeniería Eléctrica eran semejantes o no. La mayoría de ambos grupos opina que son sustancialmente diferentes, ya que los niveles de estudio y las responsabilidades que se demandan al estudiante son superiores en la maestría, pues se pide una participación más individual y más creativa.

3.3.2. Admisión, matrícula, deserción y graduados

En el Cuadro No. 1 se presenta la matrícula por ciclo lectivo según mención desde 1986 a 1991. En él se puede observar que la matrícula en Sistemas de Potencia ha sido bastante menor a lo previsto cuando se aprobó el programa, lo que evidencia una baja demanda por parte de los estudiantes. Aunque la mención en

CUADRO Nº 1

ESTUDIANTES MATRICULADOS EN LA MAESTRIA
EN INGENIERIA ELECTRICA, SEGUN MENCIÓN Y CICLO LECTIVO

Ciclo	Sistemas de Potencias	Sistemas Digitales
I Ciclo de 1986	3	-
II Ciclo de 1986	4	-
I Ciclo de 1987	4	-
II Ciclo de 1987	4	-
I Ciclo de 1988	4	-
II Ciclo de 1988	5	-
I Ciclo de 1989	4	-
II Ciclo de 1989	2	-
I Ciclo de 1990	3	9
II Ciclo de 1990	3	8
I Ciclo de 1991	3	8

FUENTE: Elaborado en la OPES, según datos proporcionados por el Sistema de Estudios de Posgrado.

Sistemas Digitales tiene solo 2 años de ofrecerse su matrícula, aunque baja, supera en mucho a la de Sistemas de Potencia, por lo que pareciera que esta opción es más atractiva.

Entre 1986 y 1991 se han matriculado en cursos de este posgrado 24 estudiantes (Ver cuadro No. 2). Varios de estos estudiantes no han solicitado su admisión al SEP⁸, y además algunos de los admitidos por el SEP no se matricularon⁹. En este cuadro se observa que al I semestre de 1991 se mantenían activos 15 estudiantes, 6 se habían retirado, 2 fueron separados y solamente 1 estudiante se había graduado. Con estos datos se obtiene un porcentaje de deserción, con respecto a la matrícula inicial, de 33,3% y de graduación de 4,2%.

La matrícula, inferior a lo previsto en cada promoción, la deserción y el escaso número de estudiantes que se han graduado o que podrían graduarse próximamente en la mención de Sistemas de Potencia, comparado con el esfuerzo de la unidad académica para responder con responsabilidad a los estudiantes matriculados, permite afirmar que esta opción no cuenta con los elementos para constituirse en un programa de posgrado estable. Por ello, el

⁸La Escuela de Ingeniería Eléctrica ha matriculado estudiantes en los cursos de posgrado sin que estos hayan solicitado su ingreso a la maestría.

⁹La falta de tiempo, por su excesiva carga laboral, fue en la mayoría de los casos, la razón por la que no se matricularon todos los admitidos.

Ser Suf

GH + 8

*tipos
de libros.*

(17) - Compu

*no son
libros*

CUADRO No 2

**EVOLUCION DEL NUMERO DE ESTUDIANTES
DE LA MAESTRIA EN INGENIERIA ELECTRICA
DESDE LA ADMISION DE 1986 HASTA 1991 SEGUN AÑO**

Año	Admitidos 1/	Matriculados 2/	Retirados 3/	Separados 4/	Graduados	Activos 5/
1986	4	4	-	1	1	2
1988	2	3	2	1	-	-
1990	14	13	3	-	-	10
1991	6	4	1	-	-	3
TOTAL	26	24	6	2	1	15

1/Admitidos por el SEP.

2/Matriculados en el SEP o en la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

3/Se incluye aquí los estudiantes que se han retirado o que solicitaron interrupción de estudios.

4/Son los estudiantes que fueron separados por la Comisión del programa.

5/Se ubican aquí todos los estudiantes que llevaban algún curso en el I Semestre de 1991 o que estaban preparando sus tesis.

FUENTE: Elaborado en la OPES según datos proporcionados por el Sistema de Estudios de Posgrado y la Maestría en Ingeniería Eléctrica.

SEP y el programa deben considerar, la posibilidad de congelar la matrícula, hasta tanto no se cuente con una concentración adecuada de estudiantes que justifique su apertura. Cabe mencionar que programas de posgrado con características similares han sido congelados en la Universidad de Costa Rica.

Con respecto a la deserción, los tres estudiantes retirados que participaron en la evaluación manifestaron que se retiraron por problemas laborales ya que, fueron trasladados lejos de San José o porque su trabajo no les dejaba tiempo para asistir a la universidad. Se conversó también con otros 2 estudiantes retirados, que no llenaron el cuestionario por haber participado solo unas semanas en la maestría, ellos informaron que se retiraron por la falta de coordinación entre profesores y estudiantes, pues en su opinión asistir a las lecciones les demandaba un enorme esfuerzo y algunas veces los profesores no se presentaban.

Requisitos de ingreso

Los requisitos de ingreso a la maestría no han variado desde la apertura del posgrado en Ingeniería Eléctrica y en general se ajustan a lo establecido por el SEP. La mayoría de los docentes y estudiantes que participaron en la evaluación, consideran que estos requisitos son adecuados. Ambos grupos opinan que la preparación del Bachiller en Ingeniería Eléctrica es suficiente para ingresar al programa; sin embargo, 6 de los 16 estudiantes afirmaron que su preparación previa en investigación es insuficiente

para rendir adecuadamente en el programa, ya que la mayoría de los cursos del bachillerato son magistrales, sin ningún énfasis en investigación, por lo que recomiendan que se mejore este nivel para facilitar el ingreso de estos estudiantes a la maestría.

La mayoría de los estudiantes manifestó que conocía las características del programa antes de ingresar a él, ya que este fue divulgado en la Escuela de Ingeniería Eléctrica por medio de folletos y también por los profesores que iban a impartir los cursos. Sin embargo, los estudiantes consideran que al no contar con becas, permisos laborales, ni facilidades económicas, el programa les ha resultado difícil, pues a excepción del estudiante graduado, que si disfrutó de beca, todos los estudiantes trabajan a tiempo completo por lo que únicamente pueden llevar un curso cada vez. Esta situación se evidencia en el Cuadro No. 3, en donde se puede observar que solamente los estudiantes que ingresaron en 1986 han aprobado la mayoría de los cursos y seminarios. El resto ha aprobado cuatro cursos o menos.

Requisitos de graduación

Para obtener la condición de graduado, el estudiante debe haber cumplido con los siguientes requisitos:

1. Aprobación de todos los cursos con nota promedio de 3 o superior.

CUADRO Nº 3

SITUACION ACTUAL 1/ DE LOS ESTUDIANTES MATRICULADOS
EN LA MAESTRIA EN INGENIERIA ELECTRICA, SEGUN
AÑO DE INGRESO, MENCIÓN Y CURSOS APROBADOS

Estudiante	Año de ingreso	Mención		Nº de cursos aprobados	Situación actual
		Sistemas de Potencia	Sistemas Digitales		
1	1986	X		15	graduado
2	1986	X		10	separado
3	1986	X		9	activo 2/
4	1986	X		14	activo
5	1988	X		0	retirado
6	1988	X		2	retirado
7	1988	X		1	separado
8	1990	X		4	activo
9	1990	X		0	retirado
10	1990	X		5	activo
11	1990	X		1	retirado
12	1990			4	permiso
13	1990		X	3	activo
14	1990		X	4	activo
15	1990		X	4	activo
16	1990		X	4	activo
17	1990		X	2	activo
18	1990		X	0	retirado
19	1990		X	4	activo
20	1990		X	4	activo
21	1991	X		1	activo
22	1991			0	activo
23	1991		X	1	activo
24	1991		X	0	activo
			X	0	activo

1/ Datos actualizados a setiembre de 1991.

2/ Separado en 1989 fue nuevamente admitido en 1991.

FUENTE: Elaborado en la OPES según datos proporcionados por la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

2. Aprobación del examen de candidatura después de finalizada la segunda etapa.
3. Presentación y discusión de una tesis como resultado de un trabajo de investigación.

En relación con el primer requisito varios estudiantes manifestaron que en ingeniería, en general, son pocos los estudiantes que alcanzan notas tan altas. Ellos consideran que en este caso, con casi todos los estudiantes trabajando a tiempo completo, se debería ser más flexible.

Con respecto al segundo requisito, la mayoría de los docentes opinó que la candidatura es una forma adecuada de escoger a los candidatos que pueden continuar con el programa ya que el examen permite determinar si el estudiante ha adquirido la madurez y capacidad cognocitiva e investigativa necesaria para realizar una tesis. La mayoría de los estudiantes y tres profesores contestaron que este requisito no es útil pues un simple examen no evalúa adecuadamente la capacidad de profundizar en un determinado tema, ni la iniciativa para enfrentarse a problemas nuevos que requieren perseverancia.

Las preguntas que se refieren al trabajo de tesis no fueron contestados por 6 de los 16 estudiantes ya que, ellos manifestaron no conocer el tema por encontrarse empezando la etapa de cursos.

La mayoría de los profesores y estudiantes que sí contestaron, coinciden en los siguientes aspectos:

- . La escogencia del tema de la tesis se relaciona con el trabajo profesional que el estudiante realiza.
- . Los estudiantes escogen al director de tesis y a sus lectores, de acuerdo con la relación que tenga el tema con la especialidad o con el interés del profesor por ese tema.
- . La instrumentación académica que ofrece esta maestría para realizar la investigación que requiere la tesis es apenas la necesaria o menos, ya que:
 - Los cursos no van dirigidos a un proyecto previamente asignado.
 - Falta equipo y software específico que permita investigaciones más profundas.
- . Las causas más importantes que dificultan la elaboración de la tesis son:
 - La falta de tiempo de los estudiantes por tener una jornada laboral de tiempo completo.
 - La poca dedicación del estudiante al trabajo de investigación.
 - La escasez de investigaciones previas en el campo.

3.3.3. Caracterización del estudiante

La siguiente caracterización se basa en la información aportada por los 16 estudiantes que participaron en la evaluación y que representan el 66,7% del total, que se han matriculado en la maestría.

El estudiante de la Maestría en Ingeniería Eléctrica se caracteriza por ser costarricense (100%), de la provincia de San José (81,3%), de sexo masculino (93,8%); ingresó a la maestría entre 1990 y 1991 (68,8%), con una edad entre 25 y 35 años (75%), con el deseo de superarse profesionalmente (87,5%); graduado en la Universidad de Costa Rica (100%), en el área de la Ingeniería Eléctrica (100%), entre 1986 y 1990 (68,8%), con el grado de licenciatura (62,5%); que trabaja mientras estudia (93,8%), como profesional en el área en que se graduó (100%), con nombramiento en propiedad (81,3%) y con una jornada laboral de tiempo completo (93,8%); no disfruta de beca mientras estudiaba (75%). Maneja instrumentalmente o domina el idioma inglés (100%).

Un 50% de los estudiantes ha participado en proyectos de investigación en sus respectivos lugares de trabajo y ha presentado en congresos o seminarios ponencias elaboradas por ellos.

3.3.4. Caracterización de los académicos del posgrado

La Escuela de Ingeniería Eléctrica cuenta con un grupo de 18 académicos que colaboran regular o eventualmente con el posgrado, de ellos, 15 participaron en la evaluación. Con base en la información suministrada por el Director del Programa y por los propios docentes, estos se caracterizan por ser costarricenses (100%), poseer en el área de la Ingeniería Eléctrica (100%), el grado académico de maestría (73,3%), nombrado por la Escuela de Ingeniería Eléctrica (100%), en propiedad (60%). Se encuentra en el Régimen Académico (60%), ha participado por más de 4 años en este posgrado (73,3%) como profesor de curso o seminario (80%), con una jornada de 1/4 de tiempo completo o menos (93,3%); el resto de la jornada la dedica a labores profesionales fuera de la UCR (60%). Domina el idioma inglés (73,3%). En los últimos 5 años no ha desarrollado proyectos de investigación (66,7%), ha publicado en revistas (66,7%); ha presentado en congresos o seminarios ponencias elaboradas por él (53,3%).

Profesores y estudiantes calificaron el nivel de los docentes en cuanto a su preparación académica y su desempeño de las labores docentes, se comparan a continuación los criterios con que califican los 15 docentes y 15 estudiantes (1 estudiante no contestó) en cuanto a:

La preparación académica

Calificación	Docentes	Estudiantes
Muy buena	9	4
Buena	6	8
Regular	0	3

El desempeño de labores docentes

Calificación	Docentes	Estudiantes
Muy bueno	4	5
Bueno	10	6
Regular	1	4

Las razones que acompañan esta calificación se resumen en las siguientes afirmaciones:

- En ciertos campos no existe suficiente conocimiento. Falta preparación en el campo de la aplicación práctica.
- Algunos profesores son excelentes profesionales pero no tienen habilidad para impartir lecciones.
- Algunos profesores trabajan en puestos de mucha responsabilidad y no preparan sus lecciones.
- Las lecciones son magistrales, con poca participación del estudiante y sin investigación.

Se solicitó a los docentes que señalaran en orden prioritario las estrategias que utilizan para impartir sus lecciones. La mayoría de ellos escogió, en primer lugar, la discusión de investigaciones publicadas; sin embargo, seis docentes señalaron el desarrollo de temas teóricos en ese lugar.

Los docentes consideran que la limitación más importante que tiene el profesor en este posgrado, es la poca disponibilidad de tiempo del estudiante, asimismo consideran que la limitación más importante que tienen los estudiantes es una jornada laboral de tiempo completo.

3.3.5. Organización administrativa

De acuerdo con lo establecido por el Reglamento del SEP, la maestría está dirigida por una "Comisión del Programa de Posgrado en Ingeniería Eléctrica", que está formada por 15 profesores de los cuales 8 son miembros colaboradores. Esta comisión organiza y decide todo lo relacionado con los estudiantes, los docentes y el plan de estudios. Tiene un director elegido de su seno por un período de 2 años y que dispone de 15 horas semanales para su labor. La maestría ha tenido, desde su inicio en 1986 hasta la fecha, dos directores.

Para el trabajo de oficina se cuenta con 1/4 de tiempo secretarial pagado por el SEP.

La mayoría de los profesores consideran que la organización administrativa del programa es eficiente. Además, opinan que entre el posgrado y la Escuela de Ingeniería Eléctrica existe una relación de mutua cooperación; varios profesores manifestaron que sin la colaboración de la Escuela de Ingeniería Eléctrica el programa no se podría desarrollar.

El apoyo que ofrece el SEP al programa es adecuado en opinión de ocho de los docentes. Cinco docentes lo consideran poco adecuado, porque en su opinión se necesitan más plazas docentes, mayor tiempo asignado a servicios de secretaría y asistentes. Además, la mayoría de los docentes manifestó que el SEP podría dar un mayor apoyo en actividades de investigación.

3.4. La investigación y su papel en el programa

La mayoría de los profesores opinan que la formación en investigación que adquieren los graduados en la maestría es adecuada, ya que a pesar de las limitaciones de los estudiantes en cuanto a tiempo y recursos, éstos hacen buenas investigaciones; sin embargo, el producto no se ha podido analizar por la falta de graduados.

En cuanto al énfasis que se le da a la investigación en esta maestría la mayoría de los profesores consideran que no es adecuado. Justifican esta afirmación con las siguientes razones:

- . El estudiante no está participando a tiempo completo en la maestría por lo que cuesta darle este énfasis.
- . Los proyectos de tesis deberían estar vinculados a necesidades de instituciones externas que aporten equipo y financiamiento a la UCR.
- . Debe haber participación de los estudiantes en los proyectos de investigación de los profesores.

La mayoría de los profesores y seis estudiantes (de los 10 que contestaron estas preguntas), consideran que entre las actividades docentes y las de investigación existe una relación adecuada. Sin embargo, al justificar su respuesta manifiestan que existen problemas en esta relación porque:

- . Los profesores no siempre tienen los medios ni el grado de motivación hacia la investigación y los estudiantes no están preparados para trabajar así.
- . Existen algunos profesores sin experiencia y con pocas actividades de investigación.
- . No existen líneas de investigación definidas.
- . Los proyectos surgen más bien por iniciativa de los estudiantes.

3.5. Recursos de planta física, equipo, materiales y financiamiento

La planta física que utiliza el programa de maestría, tanto para oficina como para el desarrollo de cursos y laboratorios, la proporciona la Escuela de Ingeniería Eléctrica. La mayoría de los profesores y estudiantes opinan que, en cuanto a planta física, equipo y material, se cuenta con apenas lo necesario o menos. Justifican su opinión con las siguientes afirmaciones:

- . Para un nivel de maestría los estudiantes esperábamos libros actualizados, revistas técnicas recientes y el equipo mínimo imprescindible.
- . No existen bases de datos especializadas y casi nada de equipo.
- . Los cursos son teóricos y con bibliografía desactualizada.
- . Hay muy serias limitaciones de espacio físico. Se necesitan laboratorios propios.

En cuanto al financiamiento, los profesores manifestaron que no se tiene un presupuesto propio, que todo depende de la buena voluntad de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y del SEP¹⁰.

Cuando se solicitó la apertura del posgrado, se esperaba que el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), daría un amplio apoyo a la maestría. Sin embargo, no fue sino hasta el 18 de febrero de 1991 que se firmó un convenio entre la UCR y el ICE (ver Anexo C) que permitirá la colaboración entre ambas instituciones a nivel de grado y posgrado. Sin embargo, resta aún, definir los términos de su puesta en marcha.

La maestría se ha beneficiado también con tres convenios firmados por la UCR. Ellos son:

¹⁰La Escuela de Ingeniería Eléctrica da, por ciclo lectivo, aproximadamente 1,5 TC (tiempo completo) y el SEP 1 TC para los nombramientos de los docentes.

El Convenio UCR-AID, por el medio del cual se otorgó a la Escuela de Ingeniería Eléctrica la suma de ₡30,6 millones para la compra de equipo para laboratorio, docencia e investigación. "Este convenio permitió equipar los laboratorios con instrumentos de alta tecnología, sobre todo en el campo de la electrónica, las telecomunicaciones y el control automático"¹¹.

"El convenio CINDE-UCR, con el cual se envió a 5 profesores de la Escuela de Ingeniería Eléctrica a obtener sus posgrados. Este convenio permitió, además, traer al país un conjunto de especialistas, los cuales, mediante seminarios, permitió la capacitación del personal de nuestra unidad académica y de otras instituciones públicas y privadas"¹².

"El convenio UCR-UC, firmado el 2 de julio de 1990, que permitirá el intercambio de docentes, estudiantes y material didáctico, entre la Universidad de Concordia y la Universidad de Costa Rica, en áreas importantes de la investigación entre las que se encuentra el posgrado en Ingeniería Eléctrica"¹³

¹¹Información suministrada por el Director de la Maestría en la carta PIE-70-91 de 14 de octubre de 1991.

¹²Ibid.

¹³Ibid.

3.6. Opinión general de docentes y estudiantes acerca del programa

Profesores y estudiantes señalaron como logros más importantes de la maestría los siguientes:

- Intentar impulsar la investigación en el país e iniciar la formación de profesionales de alto nivel.
- Establecer un programa que eventualmente repercutirá en la mejora del nivel tecnológico del país.
- Capacitar un conjunto de profesionales, dándoles la posibilidad de obtener una buena especialización sin que tengan que salir del país, pudiendo combinar los estudios con su quehacer profesional.

En cuanto a los problemas más importantes que tiene la maestría los profesores señalaron la falta de:

- Becas para que se incorporen a la maestría estudiantes con una dedicación de al menos 1/2 tiempo.
- Espacio físico para el desarrollo de trabajos grupales e individuales.
- Una actividad de investigación relevante.

Los estudiantes señalaron como problemas más importantes los siguientes:

- La combinación estudio-trabajo no permite dedicarle suficiente tiempo a la maestría.
- La falta de experiencia práctica de los profesores.
- La falta de profesores- investigadores con grado de doctor.
- La falta de presupuesto para la adquisición de software científico.

Algunas de las medidas que alumnos y profesores proponen para mejorar el programa son:

- Proyectar la maestría a las instituciones públicas y privadas para buscar financiamiento de estudiantes.
- Tratar de conducir a un programa de tiempo completo con amplia participación de estudiantes recién graduados de bachillerato.
- Mayor exigencia a los profesores en cuanto a su preparación, actualización y habilidades de docencia.

4. Resumen de conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

4.1.1. Objeto y función del programa

Los objetivos relacionados con la formación de investigadores en el área de la Ingeniería Eléctrica no se han logrado, pues la opción de Sistemas de Potencia no ha atraído suficientes estudiantes y por falta de financiamiento, no se ha logrado una dedicación del estudiante que le permita graduarse en el plazo previsto.

La mención en Sistemas Digitales tiene muy poco tiempo de ofrecerse por lo que no es posible evaluar este aspecto. Sin embargo, si se puede apreciar un aumento considerable en la matrícula con respecto a la otra mención.

4.1.2. La investigación y su papel en el programa

La investigación no ha constituido la base generadora del programa. Se hace evidente la falta de vinculación de ésta con el desarrollo de los cursos del plan de estudios. Hay poca dedicación, tanto de docentes como de estudiantes al desarrollo de proyectos que favorezcan el proceso comprensivo de la investigación, presentando diferentes opciones y técnicas metodológicas. No hay lineamientos claros y definidos de aquellas áreas de la ingeniería eléctrica prioritarias para la investigación. Los pocos proyectos que están desarrollando los profesores no incluyen la participación de los estudiantes.

4.1.3. La docencia y su estructuración en el programa

La mayoría de los estudiantes considera que el nivel académico de los cursos es bueno; sin embargo, recomendaron que se deben revisar y actualizar los cursos básicos y los especializados y ofrecer más cursos relacionados con la práctica. Docentes y estudiantes coincidieron en que se debe dar mayor énfasis a la investigación buscando mayor relación entre ésta y los cursos.

4.1.4. Los estudiantes y sus características

El estudiante de la Maestría en Ingeniería se caracteriza por ser costarricense, de la provincia de San José, de sexo masculino; ingresó a la maestría con deseos de superarse profesionalmente. Es graduado de la Universidad de Costa Rica en el área de Ingeniería Eléctrica, con el grado de licenciatura. Trabaja mientras estudia, como profesional en el área en que se graduó, en propiedad y con una jornada de tiempo completo.

Los criterios de admisión, en general, se consideran adecuados; la matrícula principalmente en Sistemas de Potencia ha sido baja (se aprobaron en esta mención matrículas anuales de 10 estudiantes y el máximo que se logró fueron 5 en 1988). No existen los mecanismos (financiamiento de estudios, facilidades para investigar, espacio físico para desarrollo de trabajos individuales o grupales, etc.), que garanticen la permanencia de los estudiantes en el programa y la culminación de sus estudios.

4.1.5. Los académicos y su contribución al programa

La maestría cuenta con un buen grupo de profesionales en el área de la Ingeniería Eléctrica; sin embargo, su tiempo de dedicación al programa es escaso y no se ajusta a las normas vigentes de posgrado según CONARE. El número de investigaciones, publicaciones y ponencias a seminarios en los últimos 5 años resulta insuficiente, sobre todo por el énfasis en investigación que debe tener el programa. Pareciera que los docentes han orien-

tado el programa más hacia una especialidad profesional que a una maestría académica centrada en la investigación.

4.1.6. La administración y su apoyo al programa

La mayoría de los docentes considera que la organización administrativa del programa es eficiente. Sin embargo, señalaron que ha faltado coordinación entre los docentes. El tiempo asignado para las labores de secretaría es insuficiente. Asimismo, consideran que la relación del posgrado con la Escuela de Ingeniería Eléctrica y con el Sistema de Estudios de Posgrado ha sido, en términos generales, satisfactoria.

4.1.7. El financiamiento y su efectividad

La maestría no posee presupuesto propio. No dispone de plazas para docentes, por lo que depende de la colaboración de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y del SEP. No se cuenta con equipo, material ni tiempo de docentes, para apoyar la labor de investigación. No hay becas para estudiantes, ni permisos laborales para asistir a la universidad. Hasta este año se firmó un convenio con el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), principal empleador de este graduado, que podrá permitir la participación de sus profesionales en el posgrado. Sin embargo, está aún por definirse los términos de su puesta en marcha.

4.1.8. Impacto del programa en el ámbito nacional

Debido al bajo número de estudiantes que han llevado cursos especializados de la maestría y al hecho de que solamente se cuente con un graduado, este aspecto no se ha podido determinar.

4.2. Recomendaciones

De acuerdo con las conclusiones de este estudio, se recomienda que el Programa de Ingeniería Eléctrica y el SEP:

- Opten por la conveniencia de no ofrecer la mención en Sistemas de Potencia hasta tanto no se cumpla con lo siguiente:
 - Que se analice y estudie las razones por las que esta opción de posgrado no ha contado con un número adecuado de estudiantes matriculados.
 - Que se fortalezcan las relaciones con aquellas instituciones que podrían ofrecer colaboración económica, apoyo en proyectos de investigación, becas y disponibilidad de equipo.
 - Que se promueva la búsqueda de fuentes de financiamiento para el programa, dentro o fuera del país, que permita ofrecer becas a estudiantes y adquirir equipo materiales y bibliografía.

- Que se procure que los estudiantes tengan una dedicación no inferior al 1/2 tiempo al programa.
 - Que se dote al programa de la infraestructura que permita a docentes y estudiantes un mejor ambiente académico de estudio e investigación.
 - Que haya un número adecuado de candidatos con el objeto de tener una matrícula concentrada, que permita un mejor aprovechamiento de los recursos.
- . Estudien la conveniencia de que la Maestría en Ingeniería Eléctrica se oriente hacia otro tipo de posgrado que responda más a las deseos de especialización profesional de los estudiantes.
- . Si la opción más recomendable fuera continuar con los lineamientos trazados al inicio de la maestría, se deberá:
- Efectuar una revisión de los objetivos del programa y de la descripción del profesional propuesto, con el fin de que respondan a un programa de maestría, centrado en investigación, de acuerdo con la definición de CONARE.
 - Evaluar cada uno de los cursos del plan de estudios con el objeto de vincular la investigación a la docencia. Deberá dársele especial atención a los objetivos de cada curso y a su congruencia con los objetivos de la maestría.

- Incentivar la producción en investigación de los académicos facilitando la participación de los estudiantes en esas actividades.
- Determinar las líneas más relevantes de investigación en Ingeniería Eléctrica en el país, con el fin de dar información oportuna a los estudiantes del programa, para insertarse como investigadores activos con líneas definidas.
- Buscar que los docentes del programa sean investigadores activos en los campos de interés que sean señalados como prioritarios y que laboren 1/2 tiempo como mínimo de dedicación real al programa.

Los resultados de la atención que se le dé a las recomendaciones anotadas, deberán presentarse al Consejo del Sistema de Estudios de Posgrado para que se verifique el cumplimiento de los mismos y se autorice la continuación del programa. El SEP informará de ello al CONARE.

5. Documentos consultados

Consejo Nacional de Rectores. Oficina de Planificación de la Educación Superior. Dictamen sobre la propuesta de creación de la Maestría en Sistemas de Potencia de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica: OPES-03/84, 1984.

Universidad de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Proyecto del Programa de Estudios de Posgrado en Ingeniería Eléctrica. Maestría en Sistemas de Potencia. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, 1983.

Universidad de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Eléctrica. "Programa de Maestría en Sistemas Digitales". Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, 1988.

ANEXO A

PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRIA EN INGENIERIA ELECTRICA
SISTEMAS DE POTENCIA

ANEXO A

PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRIA EN INGENIERIA ELECTRICA SISTEMAS DE POTENCIA

El plan de estudio se organiza por semestres del modo que se describe a continuación.

- Primer semestre:** Programación y métodos numéricos aplicados a sistemas de potencia; Redes eléctricas; Seminario I.
- Segundo semestre:** Probabilidades, variables aleatorias y procesos estocásticos; Máquinas eléctricas; Seminario II.
- Tercer semestre:** Teoría moderna del control automático, Seminario III, Curso electivo I.
- Cuarto semestre:** Seminario IV, Curso electivo II, Estabilidad de sistemas de potencia.

Los cursos electivos son: Sobretensiones en sistemas eléctricos; Confiabilidad de sistemas eléctricos; Operación económica óptima de sistemas de potencia; Control digital en sistemas de potencia.

Los seminarios son: I. Centrales y subestaciones; II. Protección de sistemas de potencia, III. Operación de sistemas de potencia, IV. Evaluación de proyectos.

DESCRIPCION DE LOS CURSOS

Programación y Métodos numéricos aplicados a Sistemas de Potencia.

4 créditos
Análisis de errores. Algebra matricial. Inversión. Métodos: Gauss-Jordan y Gauss-Seidel; Bairstow y Fadeev-Leverrier. Determinación del Régimen Permanente. Cálculo de cortocircuitos trifásicos y monofásico.

Métodos rápidos para análisis de contingencias. Estabilidad transitoria. Programación lineal y optimización.

Redes Eléctricas

3 créditos

Circuitos equivalentes de los elementos del Sistema. Cálculo térmico. Cálculo del régimen permanente en redes simples y complejas. Análisis de líneas largas. Régimen deformante simétrico y no simétrico. Regulación de tensión. Pérdidas de potencia y energía. Diseño técnico-económico de redes.

Probabilidad, variables aleatorias y procesos estocásticos

3 créditos

Probabilidad condicional y eventos independientes. Funciones de distribución y densidad. Variables aleatorias independientes. Procesos estocásticos. Relaciones de entrada-salida en sistemas lineales. Errores estadísticos en análisis de datos aleatorios. Estimadores de funciones. Teoría de la estimación y aplicación a los sistemas de potencia.

Máquinas eléctricas

3 créditos

Ecuaciones de la máquina sincrónica. La máquina sincrónica en régimen permanente. Parámetros de la máquina sincrónica. La máquina sincrónica en régimen de falla simétrico y no simétrico. Torques en régimen de corto circuito. Ecuaciones del motor asincrónico en régimen permanente y régimen transitorio.

Teoría moderna del control automático

3 créditos

Análisis de transformaciones de sistemas invariantes. Controlabilidad, reconstructividad y dualidad. Procesos estocásticos vectoriales. Estabilidad. Análisis de seguimiento y perturbaciones. Reducción de sistemas. Sistemas lineales realimentados óptimos. Reconstrucción óptima de estados. Reguladores lineales óptimos con medidas incompletas y ruido en las mediciones.

Estabilidad de Sistemas de Potencia

4 créditos

Respuesta de los sistemas a pequeñas perturbaciones. Modelo matemático de la máquina sincrónica. Simulación de la máquina sincrónica. Modelos lineales de la máquina sincrónica. Sistemas de excitación y su efecto en la estabilidad. Sistemas con muchas máquinas.

Sobretensiones en Sistemas Eléctricos

3 créditos

Sobretensiones y ondas viajeras. Aislamientos. Comportamiento de las descargas atmosféricas en líneas de transmisión. Sobretensiones por maniobra. Coordinación de aislamientos. Generadores de impulso. Métodos probabilísticos. Cálculo computacional de transientes. Técnicas de medición y prueba.

Confiabilidad de Sistemas Eléctricos

3 créditos

Métodos matemáticos utilizados en el estudio de la confiabilidad. Variables aleatorias y procesos estocásticos. Indicadores técnicos de confiabilidad. Confiabilidad de las diversas partes de un sistema de potencia.

Evaluación de la confiabilidad para períodos cortos. Confiabilidad de la operación.

Operación económica óptima de Sistemas de Potencia

3 créditos

Modelos para operación óptima. Técnicas matemáticas para la optimización. Sistemas de Potencia con sólo centrales termoeléctricas. Sistemas de potencia con sólo centrales hidroeléctricas. Flujo de potencia óptimo en sistemas mixtos hidro y termoeléctricos.

Control Digital en Sistemas de Potencia

3 créditos

Estructura básica de computadores. Nociones de diseño de sistemas operativos. Equipo periférico: unidades de adquisición de datos, unidades de almacenamiento de datos, unidades remotas. Conceptos básicos sobre control jerárquico. Control supervisor. Control digital directo: ecuaciones de diferencias finitas, transformada Z, algoritmos discretos de control. Nociones básicas de software utilizado en el control de procesos.

ANEXO B

PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRIA EN INGENIERIA ELECTRICA
SISTEMAS DIGITALES

ANEXO B

PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRIA EN INGENIERIA ELECTRICA SISTEMAS DIGITALES

Cursos y Seminarios de la segunda etapa:

- a. Cursos Obligatorios (19 créditos):
1. Probabilidad y Procesos Estocásticos
 2. Sistemas de Tiempo Discreto
 3. Microprocesadores
 4. Laboratorio de Microcomputadores
 5. Sistemas de Comunicaciones
 6. Transmisión de Datos
 7. Laboratorio de Sistemas Digitales

- b. Cursos Electivos (10 créditos):
1. Ingeniería de Radio
 2. Identificación de Sistemas
 3. Microprogramación
 4. Teoría moderna de Control Automático
 5. Control Automático Optimo
 6. Conmutación Telefónica
 7. Redes Locales
 8. Teoría de Autómatas finitos
 9. Estructura de Datos
 10. Temas Especiales 1 y 2

- c. Seminarios (3 créditos):

1. Seminario I
2. Seminario II
3. Seminario III

(Los tres seminarios son obligatorios)

Asignación de Créditos de la Tercera Etapa:

1. Créditos de Investigación:
- a. Investigación de Tesis I (4 créditos)
 - b. Investigación de Tesis II (10 créditos)
 - c. Investigación de Tesis III (10 créditos)

El requisito de Investigación de Tesis I será haber aprobado al menos 15 créditos de la segunda etapa.

El requisito de los otros 2 será haber aprobado el examen de candidatura y tener el visto bueno del profesor consejero.

ANEXO C

CONVENIO DE COOPERACION ENTRE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Y EL INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD
PARA EL DESARROLLO CONJUNTO DE LA
CIENCIA Y LA TECNOLOGIA

OBJETIVOS

- a) Definir los términos de cooperación entre la U.C.R. y el I.C.E. para el desarrollo conjunto de la Ciencia y la Tecnología.
- b) Desarrollar actividades para mejorar el nivel profesional de los funcionarios de ambas entidades e incentivar a los profesionales que en él participen. El convenio procura aprovechar el talento y la experiencia de ambas instituciones para realizar trabajos de investigación, proyectos y asesorías de utilidad inmediata, mediante la utilización planeada y eficiente de los recursos humanos y de los equipos de laboratorio con que cuentan ambas instituciones.

Con base en lo anterior las partes ACUERDAN suscribir el presente convenio que en lo especial se regirá por las cláusulas que a continuación se detallan:

Primera: (obligaciones de la U.C.R.)

- a) La Universidad de Costa Rica contratará profesionales del ICE por períodos definidos para la realización de proyectos de investigación u otras actividades académicas a convenir entre ambas instituciones.
- b) La U.C.R. se compromete de acuerdo a sus posibilidades a seleccionar estudiantes que realizarán sus trabajos de graduación o práctica profesional en proyectos de Gestión Científica y Tecnológica, a nivel de bachillerato o licenciatura.
- c) Los proyectos realizados por estudiantes serán llevados a cabo por períodos definidos, los cuales se deberán adecuar al calendario académico de la U.C.R., para efectos de las respectivas evaluaciones. Si un proyecto no fuere concluido en el período académico establecido previamente, la U.C.R. hará lo posible para seleccionar otro estudiante que continúe el trabajo hasta finalizar el proyecto.

Segunda: (obligaciones del I.C.E.)

- a) El I.C.E. se compromete a mantener actualizada la Cartera de Proyectos para ser desarrollados por estudiantes de la U.C.R.
- b) El I.C.E. contratará por períodos definidos a profesores y estudiantes de la U.C.R., para la realización de proyectos científicos y tecnológicos u otras actividades (cursos) a convenir entre ambas instituciones.
- c) El I.C.E. se compromete a aceptar estudiantes cada año para que realicen sus proyectos de graduación y práctica profesional en esta institución, quienes serán nombrados a plazo fijo de acuerdo con su categoría y acordará una remuneración

para cubrir diferentes gastos, entre los de desplazamiento y manutención de los estudiantes participantes.

- d) El I.C.E. cubrirá los gastos de publicación y colaborará en la medida de sus posibilidades con los gastos de secretariado de tesis o trabajos de graduación de los estudiantes.

Tercera: (obligaciones conjuntas)

- a) Los proyectos de investigación serán propuestos por cualquiera de las entidades y podrán ser llevados a cabo, con aprobación de la otra.
- b) Ambas instituciones se comprometen a definir los proyectos de investigación para el I Ciclo del año 1991, con los cuales dará inicio el presente convenio, así como el resto de los proyectos.
- c) Cada estudiante que realice el proyecto de graduación o la extensión profesional contará con la supervisión de un comité asesor formado por al menos un representante de cada institución.
- d) Las instituciones signatarias, en los casos que consideren necesarios, realizarán contratos específicos para cada proyecto, definiendo la duración, el financiamiento, requerimientos de equipos y materiales, comercialización de las patentes y cualquier otra especificación que se considere pertinente.
- e) Tanto el I.C.E como la U.C.R. pondrán a disposición del proyecto sus equipos, laboratorios y cualquier otra instalación pertinente, necesaria para el desarrollo de los proyectos amparados en este convenio.
- f) Los laboratorios e infraestructura de ambas instituciones podrán ser utilizados para otras actividades, mediante contratos específicos que firmen ambas instituciones.
- g) Ambas entidades en la medida de sus posibilidades colaborarán con los gastos de secretariado y publicación de informes parciales o finales, en aquellos proyectos donde participen profesionales de esas Instituciones.
- h) Tanto el I.C.E. como la U.C.R. promoverán la participación de sus profesionales en actividades de intercambio, tales como seminarios, charlas, cursos cortos, visita de asesores, etc.
- i) Las instituciones signatarias se comprometen al intercambio de información de carácter profesional y académico, como revistas, informes, libros, avances en los trabajos y resultados finales de los proyectos realizados bajo el presente convenio.

- j) Ambas entidades se comprometen a seleccionar entre los posibles candidatos, los más idóneos para realizar los proyectos propuestos bajo este convenio.
- k) Tanto el I.C.E. como la U.C.R. promoverán el intercambio de funcionarios para participar en programas de capacitación o actualización en áreas de interés de ambas instituciones.

El I.C.E. promoverá la participación de sus funcionarios en los programas de postgrado de la Universidad.

- l) Tanto el I.C.E. como la U.C.R. se comprometen a que, la propiedad intelectual de los inventos o las innovaciones tecnológicas, como resultado de proyectos realizados bajo el marco de este convenio, será compartida en partes iguales por ambas instituciones.
- m) Ambas instituciones se comprometen a definir las áreas prioritarias de investigación científica y tecnológica para el desarrollo de las actividades que se realizarán en forma conjunta.

Cuarta: (financiamiento)

El financiamiento de los proyectos se llevará a cabo de acuerdo con las siguientes modalidades:

- a) Las instituciones signatarias se comprometen a buscar financiamiento a proyectos de investigación u otras actividades a convenir, en el caso de no existir los fondos disponibles para este fin.
- b) Ambas entidades firmarán contratos en los casos en que se consideren necesarios, para la realización de actividades de investigación y otras a convenir, especificando los aportes financieros o de otro tipo que comprometerán a cada institución.

Dichos contratos tendrán una duración definida y serán ejecutados por profesionales de ambas instituciones. En cada contrato se especificará la institución responsable de la confección de los informes parciales y finales.

- c) El I.C.E., en los casos en que considere necesario, podrá coordinar con las Unidades Académicas e Institutos de Investigación de la U.C.R. para el desarrollo de proyectos de su interés.
- d) El I.C.E. se compromete a poner a disposición de los estudiantes, equipos, materiales, información, papelería, equipo de cómputo y viáticos, cuando sus trabajos de graduación o práctica -profesional se desarrollen en el campo científico-tecnológico de esta Institución.

Quinta: (coordinación)

Para los efectos de su ejecución, la coordinación y realización de contratos específicos estará a cargo del Departamento de Gestión Científica y Tecnológica por el I.C.E. y de la Vicerrectoría de Investigación de la U.C.R.

Este convenio se iniciará con la participación de la Facultad de Ingeniería por parte de la U.C.R.

Sexta: (duración)

- a) El presente convenio tendrá una duración de cinco años, a partir del refrendo de la Contraloría General de la República y será prorrogable en forma automática por dos períodos iguales, si ninguna de las partes manifiesta a la otra por escrito su deseo de no prorrogarlos al menos con 30 días de antelación a su vencimiento.
- b) Este convenio podrá ser rescindido por una de las partes en caso de incumplimiento demostrado. En cualquier caso debe mediar una comunicación escrita y el convenio quedará sin efecto, tres meses después. Sin embargo, la terminación parcial o total no afectará los trabajos que se estén ejecutando en ese momento.

Sétima: (participación de otras instituciones)

Las partes convienen en aceptar la participación de otras instituciones nacionales o internacionales en el desarrollo de cualquiera de las actividades de este convenio, siempre y cuando dicha participación se ajuste a los objetivos previstos en este convenio, y/o todas las partes lo acepten en forma unánime.

Octava:

Este convenio queda sujeto a lo que establece el artículo 49 de la Ley de Administración Financiera de la República, el cual transcribimos a continuación:

"Artículo 49.- Ninguna persona podrá desempeñar simultáneamente más de su carga remunerado de la Administración Pública, ni recibir más de un giro por concepto de sueldos. Quedan a salvo de esta prohibición los profesores o maestros en cuanto a funciones docentes, los médicos en razón del ejercicio de su profesión, los funcionarios judiciales con respecto a las actividades relacionadas con el Código de Trabajo que desempeñan con recargo y los Agentes de Policía que ejercen como recargo la Administración de Correos."

Novena:

Los docentes investigadores de la U.C.R. que participen en los diversos proyectos, serán remunerados de conformidad con lo que establecen las "Normas para la Adjudicación de Complementos Salariales a Profesores Investigadores, con asignaciones provenientes de fondos externos nacionales o extranjeros, a la Universidad de Costa Rica" (aprobadas en la sesión #2403 del Consejo Universitario del 27 de julio de 1977). Asimismo, los profesores que gozan de los beneficios de la Dedicación Exclusiva y/o Dedicación Extraordinaria podrán acogerse a lo que establece el artículo 3 de las "Normas que regulan el Régimen de Dedicación Exclusiva de la U.C.R. (aprobadas en la sesión #3598 del Consejo Universitario del 10 de octubre de 1989) que señala:

"El sobresueldo aquí establecido no es incompatible con los que se perciban por el ejercicio de funciones administrativas docentes de carácter electivo, ni con los que fija la Vicerrectoría de Investigación a los investigadores participantes en proyectos especiales que cuentan con financiamiento externo. Tampoco es incompatible con el sobresueldo estipulado en el Reglamento de Dedicación Extraordinaria, ..."

Décima: (publicaciones)

La información científica o didáctica que se genere de este convenio, podrá ser publicada bajo el acuerdo de las partes y se dará el crédito correspondiente a cada profesional y a cada institución con base en su participación. ¹

En fe de lo cual, suscribimos este documento en la Sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica a los dieciocho días del mes de febrero de 1991.

Luis Garita Bonilla
Rector

Hernán Fournier Origgí
Presidente Ejecutivo

¹ La información científica o didáctica que se genere en este convenio podrá ser utilizada por la U.C.R. para fines docentes y de investigación.