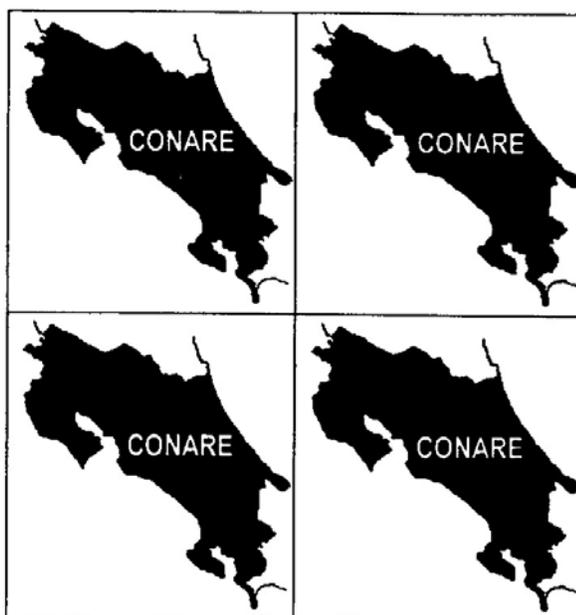


CONSEJO NACIONAL DE RECTORES OFICINA DE PLANIFICACION DE LA EDUCACION SUPERIOR



*Dictamen sobre la propuesta de creación de la Maestría en
Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión
en la Universidad de Costa Rica*

621.3

Cd Consejo Nacional de Rectores, Oficina de Planificación de la
OPES 03/2005 Educación Superior

Dictamen sobre la propuesta de creación de la Maestría en Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión en la Universidad de Costa Rica / Consejo Nacional de Rectores, Oficina de Planificación de la Educación Superior. – San José Costa Rica : CONARE OPES, publicaciones, 2005.

42 h. ; 28 cm.

1. INGENIERIA ELECTRICA. 2. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 3. PLANES Y PROGRAMAS. 4. ACREDITACIÓN DEL PROGRAMA. 5. PERFIL PROFESIONAL Y OCUPACIONAL. I. TITULO.

Presentación

El estudio que se presenta en este documento, (OPES-3/2005) se refiere al dictamen sobre la propuesta de creación de la *Maestría en Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión* en 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). La revisión del documento estuvo a cargo del M. Ed. Fabio Hernández Díaz, Jefe de la División citada.

El presente dictamen fue aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión 04-2005, celebrada el 15 de febrero, 2005.

José Andrés Masís Bermúdez
Director OPES

Dictamen sobre la propuesta de creación de la Maestría en Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión en la Universidad de Costa Rica

Índice de texto

	<i>Página</i>
1. Introducción	1
2. Demanda social	2
3. Desarrollo académico en el campo de la Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión	3
4. Desarrollo de la investigación en el campo de la Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión	3
5. Las características académicas del futuro posgrado	5
5.1. Objetivos de la Maestría	5
5.2. Perfil profesional	5
5.3. Requisitos de ingreso y permanencia	7
5.4. Plan de estudios, programas, duración, graduación y diploma a otorgar	7
5.5. Vinculación de las actividades de docencia, investigación y extensión o acción social	8
6. Académicos que laborarán en el posgrado	9
7. Autorización de la unidad académica para impartir posgrados	10
8. Los recursos personales, físicos y administrativos con que contará el posgrado para su financiamiento	10
9. El financiamiento del posgrado	12
10. Conclusiones	12
11. Recomendaciones	12

Índice de anexos

<i>Anexo A:</i>	Planes de estudios de la Maestría en Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión	14
<i>Anexo B:</i>	Programas de los cursos de la Maestría en Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión	17
<i>Anexo C:</i>	Profesores de los cursos de la Maestría en Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión	38
<i>Anexo D:</i>	Profesores de Maestría Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión en la Universidad de Costa Rica y sus grados académicos	29

1. Introducción

La solicitud para impartir la *Maestría en Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión* en la Universidad de Costa Rica (UCR) fue solicitada al Consejo Nacional de Rectores por la Rectora de la UCR, Dra. Yamileth González García en nota R-6190-2004 del 5 de octubre de 2004, con el objeto de iniciar los procedimientos establecidos en el *Fluxograma para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*¹. El CONARE, en la sesión 36-2004 del 23 de noviembre, artículo 4, inciso c), acordó que la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) realizara el estudio correspondiente.

La unidad académica base de la Maestría será la Escuela de Ingeniería Eléctrica, adscrita a la Facultad de Ingeniería. La *Maestría en Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión* será de la modalidad profesional.

Cuando se proponen posgrados nuevos se utiliza lo establecido en el documento *Metodología de acreditación de programas de posgrado: Especialidad Profesional, Maestría y Doctorado*, aprobado por el CONARE en la sesión 19-03, artículo 2, inciso c), del 17 de junio de 2003. En esta metodología se toman en cuenta siete grandes temas, que serán la base del estudio que realice la OPES para autorizar los programas de posgrado que se propongan. Estos son los siguientes:

- La demanda social para el posgrado que se propone.
- El desarrollo académico del área de estudios en que se enmarca el posgrado.
- El desarrollo de la investigación en el campo de estudios del posgrado.
- Las características académicas del futuro posgrado.
- Los académicos que laborarán en el posgrado.

- Los recursos personales, físicos y administrativos con que contará el posgrado para su funcionamiento.
- El financiamiento del posgrado.

A continuación se analizarán cada uno de estos aspectos.

2. Demanda social

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

“Cuando en los años noventa se abre, por ley, la posibilidad limitada que existan empresas cogeneradoras privadas de energía eléctrica, se comienza a notar que, por el crecimiento natural del Sistema Nacional Interconectado y por la presencia de nuevos interactuantes, se empieza a dar las condiciones para que exista un verdadero mercado de la energía eléctrica, con todas las implicaciones que su manejo acarrea. Aun cuando el Instituto Costarricense de Electricidad sigue manteniendo una función reguladora y al mismo tiempo, participa como la mayor empresa generadora y distribuidora de la energía, una nueva serie de problemas concernientes a la distribución de la energía producida comienzan a aparecer; de aquí, surge la necesidad de contar con personal capacitado para que los resuelva. Se nota, en particular, la variedad de tales problemas puesto que tenemos dos empresas públicas (ICE y CNFL), cooperativas de electrificación rural y cogeneradoras participando en el mercado de la distribución y generación de la energía eléctrica.

El plan de estudios está dirigido a una población meta compuesta por ingenieros electricistas que trabajan en aquellas instituciones dedicadas a la generación y distribución de la energía eléctrica, que incluyen, al presente, a ciertas unidades estratégicas de negocios (UENs) del Instituto Costarricense de Electricidad, a la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, a las cooperativas de electrificación rural, a las empresas de carácter municipal, a las empresas cogeneradoras privadas y al sector industrial como usuario final. De igual forma, debe tenerse en cuenta que la instalación de empresas de alta tecnología en nuestro país, requiere de profesionales altamente capacitados para resolver nuevos problemas relacionados con la calidad de la energía eléctrica y su uso, bajo condiciones de alta eficiencia. Asimismo, la electrificación subterránea, la construcción de nuevos complejos habitacionales y de grandes centros comerciales y ofiencentros con alta tecnología en comunicaciones (voz, datos y video), ofrecerán oportunidad de empleo para los nuevos especialistas preparados mediante el programa que se propone.”²

3. Desarrollo académico en el campo de la Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión

Sobre el desarrollo académico en el campo de la Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión, la Escuela de Ingeniería Eléctrica envió la siguiente información:

“Prácticamente desde su creación, la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica ha tomado, como parte de sus tareas prioritarias, la formación de profesionales en la rama de los Sistemas de Potencia. Esto lo ha realizado, en principio, para satisfacer la demanda de ingenieros electricistas con un perfil adecuado para contratación por las empresas de generación y distribución de la energía eléctrica, tales como el ICE, la Compañía Nacional de Fuerza y Luz y las cooperativas de electrificación rural. Con el desarrollo del país, tal perfil de formación se fue paulatinamente modificando, dado que la práctica de la Ingeniería Eléctrica comenzó a abarcar otras áreas no incluidas anteriormente, tales como la distribución de la energía, el uso eficiente de esta y su calidad.

Debido a la existencia de necesidades de capacitación, se ha pensado en proponer este nuevo plan de estudios, que llega a complementar la oferta existente de programas de estudios de posgrado. Nuestro plan consiste en dejar los problemas de alta tensión para la maestría académica en Sistemas de Potencia (donde los voltajes de transmisión son superiores a los 69 kilovoltios), en tanto que los problemas de baja y mediana tensión serán cubiertos por este programa propuesto de maestría profesional, donde se abarcarían los voltajes propios de la distribución y uso final de la energía eléctrica (los situados entre 600 voltios y 69 kilovoltios).³

4. Desarrollo de la investigación en el campo de la Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión

Sobre el desarrollo de la investigación en el campo de la Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión, la Escuela de Ingeniería Eléctrica envió la siguiente información:

“Las líneas estratégicas de investigación que tendrá este posgrado que se propone, se orientarán hacia las siguientes áreas: calidad de la energía eléctrica, interconexión de fuentes generadoras no tradicionales de la energía eléctrica al sistema nacional interconectado, nuevos esquemas para planificación y operación de sistemas eléctricos de distribución y, definición y puesta a punto de técnicas novedosas de simulación de componentes de los sistemas de distribución.

De hecho, en la Escuela de Ingeniería Eléctrica tales líneas de investigación se han venido explorando en proyectos de bachillerato y licenciatura. Se indica a continuación, sin pretender ser exhaustiva, una lista de títulos de tesis de licenciatura relacionados con las líneas mencionadas:

- Análisis gráfico de redes de distribución de energía eléctrica (febrero 1994)
- Generación autónoma o paralela en Costa Rica (julio 1994)
- Fundamentos para la evaluación de la calidad del suministro eléctrico (agosto 1994)
- Optimización de la red de distribución secundaria de la CNFL, partiendo de un estudio de pérdidas (febrero 1995)
- Importancia del mantenimiento preventivo en la confiabilidad y eficiencia del servicio de distribución eléctrico (octubre 1995)
- Evaluación de la confiabilidad de la readecuación del aislamiento de una línea de transmisión existente (julio 1996)
- Análisis de un generador eléctrico de alta tensión afectado por el fenómeno de descargas parciales y su reparación (julio 1996)
- Modelo de demanda energética al año 2015 para el área servida por la CNFL (julio 1996)
- Armónicos en sistemas eléctricos (agosto 1996)
- Efecto de las oscilaciones de potencia en las protecciones de líneas de transmisión (diciembre 1998)
- Rediseño y evaluación económica de la red de distribución secundaria del proyecto de electrificación subterránea de San José ante el cambio de tensión 120/208 V (enero 1999)
- Diseño de líneas de transmisión compactas para zonas urbanas (febrero 1999)
- Programas de ahorro energético y uso racional de la energía eléctrica, una necesidad empresarial (julio 1999)
- Ambiente gráfico para la coordinación de protecciones utilizando MATLAB (diciembre 1999)
- Mallas de puesta a tierra (enero 2000)
- Habilitación de alimentador de distribución trifásico para mejorar la calidad del servicio eléctrico a industrias de la Zona Franca de Puntarenas (mayo 2002)
- Diseño e implementación de un nuevo esquema de control de paralelismo de transformadores en la subestación del Este (julio 2004)

En el Posgrado en Ingeniería Eléctrica, versión académica en Sistemas de Potencia, igualmente se han seguido las líneas mencionadas. Se puede citar las siguientes tesis de maestría que tocan tales líneas:

- Desarrollo de modelos de demanda basados en los hábitos de consumo (1990)
- Estudio de las normas de construcción de redes eléctricas de distribución del Instituto Costarricense de Electricidad (1998)

- Planificación de sistemas de distribución de energía eléctrica (1998).”⁴

5. Las características académicas del futuro posgrado

5.1 Objetivos de la Maestría

Objetivo general:

- Formar profesionales de alto nivel, con amplios conocimientos teóricos y prácticos que le permitan dar la solución a los problemas relacionados con la generación, la distribución y el uso final de la energía.

Objetivos específicos:

- Manejar herramientas de investigación y simulación en los sistemas de potencia para baja y mediana tensión, dentro de un marco de excelencia profesional acorde con normas internacionales estandarizadas
- Diseñar soluciones para problemas frecuentes en los sistemas de baja y mediana tensión, utilizando para ello los conocimientos y habilidades adquiridas
- Planificar y dirigir proyectos, que muestren aportes del avance de la tecnología, atinentes a la generación y distribución de la energía eléctrica

5.2 Perfil profesional

La persona graduada de esta maestría poseerá los siguientes conocimientos:

- Dominio de las técnicas de planificación y diseño de redes de mediana y baja tensión (aérea y subterránea), correspondientes a obras de distribución, generación y uso final de la energía eléctrica
- Dominio de técnicas para la evaluación del desempeño de sistemas de distribución existentes, usando criterios de confiabilidad y calidad de la energía eléctrica, suministrada a través de las redes eléctricas
- Dominio de los procedimientos a seguir para brindar asesorías en proyectos de sistemas de distribución planificados, en desarrollo o concluidos, con la finalidad de minimizar los costos y pérdidas presentes en tales sistemas
- Dominio de las técnicas de planificación y desarrollo de programas de mantenimiento (preventivo, predictivo y correctivo) de los sistemas eléctricos

de distribución

- Dominio de las técnicas de diseño de redes de distribución, subestaciones y sistemas de puesta a tierra para instalaciones de distribución
- Dominio de los procedimientos de diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica entregada, tanto a nivel de distribución como a nivel de usuario final.

En cuanto a *habilidades y destrezas*, la persona graduada en esta maestría será capaz de realizar las siguientes funciones:

- Supervisar y administrar redes de mediana y baja tensión, tanto aéreas como subterráneas, empleadas para la distribución, generación y uso final de la energía eléctrica
- Elaborar reportes e informes, tocantes al desempeño de los sistemas de distribución y a la calidad y uso de la energía eléctrica entregada, empleando un lenguaje técnico que sea preciso y adecuado
- Administrar programas de mantenimiento para la correcta operación de los sistemas de distribución
- Dirigir la construcción de redes de distribución, subestaciones y sistemas de puesta a tierra para instalaciones de distribución
- Desarrollar, modificar y adaptar programas digitales para la simulación y análisis de los sistemas de distribución
- Formular recomendaciones que optimicen el uso de la energía eléctrica

En cuanto a *actitudes y valores*, la persona graduada en esta maestría:

- Actuará con diligencia para corregir problemas de uso eficiente de la energía eléctrica en su lugar de trabajo

- Empezará con tesón y firmeza acciones correctivas que mejoren la operación de los sistemas de distribución en lo tocante a la entrega de la energía a su destino
- Dará seguimiento cuidadoso a las obras de mejoramiento en los sistemas de distribución y generación para garantizar la calidad de la energía entregada al usuario
- Asesorará con responsabilidad y orden en los proyectos de planificación y diseño de redes de distribución teniendo como mira la disminución en costos y en pérdidas inherentes a los sistemas
- Administrará y supervisará con confianza y autoridad la operación normal del sistema de distribución y toda acción destinada a mejorar tal operación
- Caracterizará con presteza los pasos a seguir para atender situaciones de emergencia en su lugar de trabajo relacionadas con los temas de su conocimiento

5.3 Requisitos de ingreso y requisitos de permanencia

Se establece como requisito de ingreso a la Maestría poseer un Bachillerato en Ingeniería Eléctrica, o, con un Bachillerato en otras ingenierías, de acuerdo con la Comisión de Maestría. En este último caso, los estudiantes deberían llevar cursos nivelatorios. Adicionalmente, se le exigirá a cada estudiante conocimiento del idioma inglés para la lectura y comprensión de documentos técnicos en ese idioma. Se deben cumplir con los requisitos administrativos que señale el Sistema de Estudios de Posgrado (SEP) de la Universidad de Costa Rica. Los requisitos de permanencia son los que indicados por el SEP.

5.4 Plan de estudios, programas, duración, y graduación y diploma a otorgar

La modalidad de la maestría será profesional. El plan de estudios se muestra en el Anexo A y consta de las siguientes actividades:

- Dos cursos de tres créditos.
- Nueve cursos de cuatro créditos.
- Un laboratorio de cuatro créditos.
- Dos cursos electivos de una lista también mostrada en el Anexo A., ambos de tres créditos.
- Un proyecto final de ocho créditos.

El total de créditos es de 60. Los programas de los cursos se muestran en el Anexo B. Los requisitos de graduación son aprobar todas las actividades del plan de estudios. El número de créditos y los requisitos de graduación se ajustan a lo establecido en la normativa vigente. Se otorgará el diploma de *Maestría en Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión*.

5.5 Vinculación de las actividades de docencia, investigación y extensión o acción social

Sobre la vinculación de las actividades de docencia, investigación y extensión o acción social, la Universidad de Costa Rica envió el siguiente resumen:

“La Escuela de Ingeniería Eléctrica está involucrada en la acción social de dos maneras: participación en proyectos de trabajo comunal y en cursos de extensión docente. Los proyectos de trabajo comunal en los que interviene la escuela son dos: uno de ellos abarca la temática de las soluciones energéticas eficientes para la vida cotidiana (siglas TC-463, *Soluciones energéticas para la vida cotidiana*, inscrito por la Escuela) y el otro, la seguridad operacional en los asilos de ancianos y EBAIS concerniente a las instalaciones eléctricas y mecánicas (TC-482, *Seguridad en asilos de ancianos*, compartido con la Escuela de Ingeniería Mecánica). Ambos proyectos se relacionan con este posgrado pues, dentro de los objetivos del plan de estudios, está el capacitar a los profesionales para que hagan diseños adecuados que satisfagan la normativa internacional, que usualmente pone un alto hincapié en la seguridad de los usuarios de los sistemas de distribución y generación. Principalmente, los tópicos relacionados con asesorías energéticas y estudios de la calidad de la energía eléctrica se relacionan muy bien con ambos proyectos de trabajo comunal.

La acción social incluye también los cursos de educación continua y los cursos de extensión docente. La Escuela ofrece cursos de extensión docente en el tema de comunicaciones por fibra óptica y temas relacionados. Si bien la Escuela no tiene

inscrito un curso de cualquiera de los tipos mencionados que abarque la temática del posgrado propuesto, sí cuenta con profesores que tienen una gran experiencia acumulada en cursos ofrecidos dentro del programa de educación continua del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, especialmente dentro de los temas de instalaciones eléctricas industriales. La apertura de este posgrado propuesto llegaría a complementar la labor de la Escuela, puesto que se puede considerar como una opción de capacitación para los profesionales que laboran en las empresas públicas y privadas mencionadas anteriormente.

Como se afirmó anteriormente, las líneas estratégicas de investigación que tendrá este posgrado que se propone, se orientarán hacia las siguientes áreas: calidad de la energía eléctrica, interconexión de fuentes generadoras no tradicionales de la energía eléctrica al sistema nacional interconectado, nuevos esquemas para planificación y operación de sistemas eléctricos de distribución y, definición y puesta a punto de técnicas novedosas de simulación de componentes de los sistemas de distribución. El posgrado propuesto vendría a aportar soluciones prácticas a problemas en la industria y en los lugares de trabajo de donde provengan los estudiantes. El curso de proyecto, ubicado en el último cuatrimestre del plan de estudio, pretende precisamente hacer un aporte de investigación aplicada dentro de las líneas de investigación mencionadas. Evidentemente, debe haber flexibilidad curricular para no sólo trabajar en esas áreas, sino que es posible también trabajar en otras áreas para resolver problemas que han surgido en la práctica profesional. “⁵

6. Los académicos que laborarán en el posgrado

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, si fuese del caso.
- El proceso de reconocimiento y equiparación no se exigirá a los profesores visitantes, mientras permanezcan en esa condición, nombrados según la reglamentación establecida para este tipo de profesores.
- Los profesores del posgrado deben tener una dedicación mínima de un cuarto de tiempo.
- Para desarrollar un programa de posgrado, la institución universitaria deberá establecer un mínimo, como base, de cinco profesores a medio tiempo.

Los profesores de los cursos de la *Maestría en Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión* 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 profesores. Todas las normativas vigentes se cumplen.

7. Autorización de la unidad académica para impartir posgrados.

La Escuela de Ingeniería Eléctrica será la unidad base de la *Maestría en Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión*. La Escuela fue autorizada para impartir posgrados cuando el Consejo Nacional de Rectores autorizó la apertura de la *Maestría en Sistemas de Potencia* en la sesión N°12-1984, artículo 8, del 17 de abril de 1984.

8. Los recursos personales, físicos y administrativos con que contará el posgrado para su funcionamiento.

El Sistema de Bibliotecas de la Universidad de Costa Rica (SIBDI) cuenta con suscripciones a revistas reconocidas a nivel mundial en el área de los Sistemas de Potencia (por ejemplo: *Actualidad Energética de América Latina y el Caribe*, *IEE Review*, *IEEE Electrical Insulation Magazine*, *IEEE Industrial Applications Magazine*, *IEEE Power Engineering Review*, *IEEE Transactions on Energy Conversion*, *IEEE Transactions on Industry Applications*, *IEEE Transactions on Power Delivery*, *IEEE Transactions on Power Systems*, *IEEE Transactions on Reliability*, *Industria Energética*, *Journal of Energy Engineering*, *Power Engineering*, *Revista Energética*). Asimismo, se ha venido adquiriendo libros con temática diversa en el área de los sistemas de potencia, que complementan la información más actual de las revistas con la explicación de los conceptos básicos de tales áreas.

El SIBDI cuenta asimismo con bases de datos actualizadas en discos compactos, que contienen información con los resúmenes de artículos publicados en otras revistas a las que no está suscrita la Universidad, pero que, sabiendo que existen, se puede conseguir por otros medios. Los investigadores tienen igualmente acceso a Internet, donde pueden utilizar motores de búsqueda para conseguir los datos de su interés; muchas revistas venden sus artículos *en línea*, es decir, mediante el pago de una suma específica, un usuario puede obtener el artículo que necesita.

El laboratorio de Máquinas Eléctricas de la Escuela de Ingeniería Eléctrica estará a disposición de los estudiantes de este posgrado, así como el Laboratorio de Simulación en Sistemas de Potencia, que cuenta con programas de computación idóneos para su uso en los cursos planteados en el plan de estudios. Esto incluye, por ejemplo, los programas *ETAP* y *PSS/E*, que se utilizan en el cálculo de cortocircuitos, diseño de mallas de tierra, diseño de redes de distribución tanto superficiales como subterráneas, etcétera. Ambos programas son de uso generalizado en el Instituto Costarricense de Electricidad, CNFL y cooperativas de electrificación rural. Evidentemente, estos programas son de uso idóneo para labores de investigación aplicada, particularmente para la prueba de nuevos algoritmos en diseño y simulación. La Universidad de Costa Rica y la Compañía Nacional de Fuerza y Luz firmaron el *Convenio de Cooperación entre la Universidad de Costa Rica y la Compañía Nacional de Fuerza y Luz*, para el apoyo de este programa de posgrado, el lunes 19 de abril de 2004. La CNFL se compromete a apoyar a un grupo mínimo de diez de sus profesionales, para que en cada promoción, se capaciten dentro de este posgrado. Ambas instituciones comprometen sus respectivas infraestructuras de espacio físico, laboratorios y recursos humanos para el mayor éxito de la formación de los ingenieros que sean admitidos.

Finalmente, al ser parte de la Facultad de Ingeniería, la Escuela de Ingeniería Eléctrica está en contacto directo con el Instituto de Investigaciones en Ingeniería. En el instituto se pueden inscribir proyectos de investigación y se cuenta con una infraestructura de apoyo a los investigadores.

9. El financiamiento del posgrado

La Universidad de Costa Rica aportará su infraestructura de aulas y bibliotecas. La maestría será de financiamiento complementario.

10. Conclusiones

- El total de créditos del plan de estudios, así como el número de ciclos lectivos cumplen con las normas establecidas en el *Convenio para crear una nomenclatura de grados y títulos de la Educación Superior Estatal*, y en el *Convenio para unificar la definición de crédito en la Educación Superior*.
- La solicitud de apertura cumple con los requisitos establecidos en el *Flujo-grama para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes* y en la *Metodología de acreditación de programas de posgrado: Especialidad Profesional, Maestría y Doctorado*, ambos aprobados por el Consejo Nacional de Rectores.

11. 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 en Sistemas de Baja y Mediana Tensión*.

- Que la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) realice una evaluación del posgrado que se recomienda autorizar después de cinco años de iniciado. Se recomienda que la Universidad de Costa Rica efectúe evaluaciones internas durante el desarrollo de la carrera.

-
- 1) Aprobado por CONARE en la sesión N°02-04 del 27 de enero de 2004 y sustituye de esta manera al Fluxograma anterior, aprobado por el CONARE en 1976 y modificado en 1977.
 - 2) Universidad de Costa Rica, Sistema de Estudios de Posgrado, *Propuesta de Maestría en Ingeniería Eléctrica en Sistemas de Baja y Mediana Tensión*, 2004.
 - 3, 4 y 5) ídem.

ANEXO A

**PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
EN SISTEMAS DE BAJA Y MEDIANA TENSIÓN
EN LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

ANEXO A

PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS DE BAJA Y MEDIANA TENSIÓN EN LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

CICLO Y CURSO	CRÉDITOS
<u>Primer ciclo</u>	<u>11</u>
Dieléctricos y materiales aislantes	3
Diseño y construcción de sistemas de distribución	4
Puesta a tierra en sistemas eléctricos de distribución	4
<u>Segundo ciclo</u>	<u>12</u>
Coordinación de aislamiento en sistemas de distribución	4
Máquinas eléctricas en régimen dinámico y transitorio	4
Electrónica de potencia y convertidores	4
<u>Tercer ciclo</u>	<u>12</u>
Planificación de sistemas de distribución	4
Diseño de subestaciones eléctricas	4
Calidad de la energía eléctrica	4
<u>Cuarto ciclo</u>	<u>11</u>
Operación de sistemas de distribución	4
Laboratorio de mediana tensión	3
Tarifación y mercadeo de la energía eléctrica	4
<u>Quinto ciclo</u>	<u>14</u>
Curso electivo I	3
Curso electivo II	3
Proyecto final	8
<i>Total de créditos</i>	<i>60</i>

Lista de cursos electivos**CRÉDITOS**

Fuentes primarias para la producción de energía eléctrica y su utilización	3
Administración del uso racional de la energía eléctrica	3
Modelado y análisis de componentes de sistemas de distribución	3
Protección de los sistemas de distribución	3

ANEXO B

**PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA
ELÉCTRICA EN SISTEMAS DE BAJA Y MEDIANA TENSIÓN
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

ANEXO B

PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS DE BAJA Y MEDIANA TENSIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Nombre del curso: DIELECTRICOS Y MATERIALES AISLANTES

Número de créditos: 3

Justificación:

El estudiante de maestría en Sistemas de Baja y Mediana Tensión debe manejar los métodos y materiales de aislamiento utilizados en dichos sistemas. El curso brindará los conocimientos teóricos en las técnicas de aislamiento.

Objetivo:

Brindar al estudiante los fundamentos teóricos para entender el comportamiento de los dieléctricos y los aislantes.

Contenido:

- Polarización de la materia
- Polarización inducida: electrónica e iónica
- Polarización orientacional
- Relación entre la polarizabilidad y la constante dieléctrica
- Comportamiento de los dieléctricos en campos eléctricos variables con el tiempo
- Fenómenos de relajación dieléctrica (frecuencias bajas)
- Fenómenos de resonancia (frecuencias altas)
- Conducción y ruptura dieléctrica en aislantes
- Medidas de las características dieléctricas
- Especificación técnica de aisladores
- Aspectos ambientales

Bibliografía:

Albella, J. M; Martínez, J.M. Física de Dieléctricos. Barcelona: Editorial Marcombo y Boixerau Editores, 2003.
Herbert, J. M. Ceramic Dielectrics and Capacitors. London: Taylor & Francis, 1985.
Von Hippel, A. R.; Labounsky, A. S. Dielectric Materials and Applications. Norwood, MA: Artech House, 1995.

Von Hippel, A. R.; Labounsky, A. S. Dielectrics and Waves. Norwood, MA: Artech House, 1995.

Malik, N. H.; Al-Arainy, A. A.; Qureshi, M. I. Electrical Insulation in Power Systems. New York: Marcel Dekker, Inc., 1997.

Tillar Shugg, W. Handbook of Electrical and Electronic Insulating Materials. Segunda edición. New York: John Wiley and Sons, Inc., 2001.

Kuffel, E. High Voltage Engineering: Fundamentals. Segunda edición. Oxford: Newnes Press-Butterworth-Heinemann, 2000.

Fardo, S. W.; Patrick, D. Electrical Power Systems Technology. Segunda edición. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1996.

Heathcote, M. The J & P Transformer Book: A Practical Technology of the Power Transformer. Décimo segunda edición. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1998.

Del Vecchio, R. M.; Poulin, B.; Shah, D.; Ahuja, R.; Feghali, P. Transformer Design Principles: With Applications to Core-Form Power Transformers. London: Taylor & Francis, 2000.

Nombre del curso: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Número de créditos: 4

Justificación:

El curso es de gran utilidad para ingenieros eléctricos de empresas de distribución eléctrica, compañías constructoras y cooperativas de electrificación rural.

Objetivo:

Introducir al estudiante a las prácticas y metodologías normalmente utilizadas por las compañías eléctricas en el país para el diseño y construcción de las redes de distribución, fundamentada en las normativas y estándares internacionales.

Contenido:

- Introducción a los sistemas de distribución aéreos y subterráneos
- Diseño de redes de distribución.
- Normas de construcción de redes.
- Montajes de construcción de redes aéreas.
- Estándares de construcción de redes subterráneas.
- Especificación técnica de accesorios y de herramientas usadas en la construcción de sistemas de distribución
- Planeamiento de las actividades de construcción de sistemas de distribución
- Puesta en marcha y pruebas de aceptación
- Aspectos de seguridad e higiene ocupacional aplicados a la construcción de sistemas de distribución

Bibliografía:

Weedy, B. M. "Líneas de Transmisión Subterráneas". México. D. F.: Editorial Limusa, 1999.

Enriquez Harper, G. "Protección de Instalaciones Eléctricas Industriales y Comerciales". Sexta reimpresión. México, D. F.: Editorial Limusa y Grupo Noriega Editores, 1998.

Accredited Standards Committee C2-1993 of the Institute of Electrical and Electronics Engineers. "National Electrical Safety Code". Segunda impresión. New York: IEEE Press, 1993.

Colegio de Ingenieros Electricistas, Mecánicos e Industriales (CIEMI). "Código Eléctrico de Costa Rica". Primera Edición 1995. Costa Rica.

"Manual de Normas de Construcción, Tomo I: Materiales Normalizados". Instituto Costarricense de Electricidad, 1983. Costa Rica.

"Manual de Normas de Construcción, Tomo II: Montajes Normalizados". Instituto Costarricense de Electricidad, 1983. Costa Rica.

Lara, E. "Estudio de las Normas de Construcción de las Redes Eléctricas de Distribución del Instituto Costarricense de Electricidad". Tesis de Maestría, Universidad de Costa Rica, 1998. San José, Costa Rica.

Gonen, T. "Electric Power Distribution System Engineering". New York: McGraw-Hill, 1985.

Mehta, V. K. "Principles of Power Systems: Including Generation, Transmission, Distribution, Switchgear & Protection". New Delhi: S. Chand & Company Limited, 2000.

Fardo, S. W.; Patrick, D. "Electrical Distribution Systems". Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR, 1998.

Nombre del curso: PUESTA A TIERRA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN

Número de créditos: 4

Justificación:

El tema de las puestas a tierra en los sistemas de potencia no ha sido abordado en los cursos de graduación ni en licenciatura, encontrándose el ingeniero en potencia muy limitado en su práctica profesional tanto en las áreas de diseño como en las de construcción. Así, es común encontrar gran desconocimiento sobre el tema o bien conocimiento fragmentado que limita la buena práctica profesional. Por otra parte, el tema constituye parte fundamental en la seguridad eléctrica, lo que por su relación con la integridad física del personal, justifica plenamente que sea impartido.

Objetivo:

Brindar los conocimientos necesarios para establecer una puesta a tierra segura en los sistemas de potencia.

Contenido:

- Introducción a los sistemas de puesta a tierra: Consideraciones preliminares de los sistemas de puesta a tierra, componentes básicos de una instalación de puesta a tierra, ámbito de aplicación, niveles de tensión involucrados y sus particularidades.
- Conceptos básicos: Distribución de potenciales y corrientes en el suelo. Riesgos de la corriente eléctrica para los seres humanos, umbrales de soporte. Perturbaciones eléctricas.
- Resistividad del suelo: Tipos de suelos, métodos de medición e interpretación.

- Puesta a tierra de subestaciones: Metodología de diseño.
- Puesta a tierra de líneas de transmisión y distribución: particularidades y diseño. Protección contra las descargas atmosféricas.
- Métodos constructivos: Descripción de casos en los diferentes niveles de tensión y partes del sistema eléctrico.
- Puesta a tierra de equipo sensible. Sistemas de aterrizaje de instalaciones especiales.
- Mediciones de resistencia e integridad de las mallas y sistemas de puesta a tierra. Problemas de alta resistividad y métodos de mejoramiento.
- Métodos computacionales y programas disponibles.
- Especificación técnica de equipos y accesorios usados en una instalación de aterrizamiento.
- Protección anticorrosiva de instalaciones industriales
- Síntesis y conclusiones. Análisis crítico del curso.

Bibliografía:

Morrison, R.; Lewis, W. H. Grounding and Shielding in Facilities. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1990.

Morrison, R. Grounding and Shielding Techniques. Cuarta edición. New York: Wiley-Interscience, 1998.

Dawalibi, F. Transmission Line Grounding. Electrical Power Research Institute. EL-2699. Research Project: 1494-1.

Meliopoulos, A. P. S. Power System Grounding and Transients: An Introduction. New York: Marcel Dekker, Inc., 1988.

Varios. IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding. Institute of Electrical and Electronics Engineers. ANSI/IEEE Std. 80-1986.

Varios. IEEE Standard for Generating Station Grounding. Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE Std. 65-1995.

Medina, R.; Castro, B. Manual de Puesta a Tierra. Posgrado en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica. Curso de Tópicos Avanzados en Sistemas de Potencia SP-2111. Trabajo Final II Semestre-2002.

Varios. Standard for the installation of Lightning Protection Systems. National Fire Protection Association. Estándar NFPA 780, 1997.

Clark, W. H. Electrical Design Guide for Commercial Buildings. New York: McGraw-Hill/TAB Electronics, 1998.

O'Riley, R. P. Electrical Grounding. Sexta edición. Albany, NY: Delmar Publishers, 2001.

Nombre del curso: COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Número de créditos: 4

Justificación:

Uno de los aspectos indispensables para la correcta operación de los sistemas de distribución, lo constituye la adecuada coordinación del nivel básico de aislamiento de todos los elementos dieléctricos que están en contacto con las líneas energizadas. Con los conocimientos adquiridos en este curso, el ingeniero será capaz de reducir el efecto de fallas externas o internas, mediante un adecuado esquema selectivo de aislamiento, ante transitorios electromagnéticos y transitorios de maniobra.

Objetivo:

Dotar al futuro ingeniero con los conocimientos teórico-prácticos necesarios para que se desempeñe con destreza en el diseño, manejo y coordinación de aislamiento de sistemas de potencia en mediana y baja tensión.

Contenido:

- Principios básicos
- Revisar la naturaleza de las sobretensiones, sean estas producto de descargas de origen atmosférico, o bien de maniobras provocadas en el sistema. Conocer métodos y equipos apropiados para mitigar las sobretensiones, así como la terminología correspondiente.
- Descargas atmosféricas
- Examinar el origen de las descargas atmosféricas y sus efectos sobre los sistemas eléctricos de mediana y baja tensión.
- Sobretensiones originadas en el sistema
- Examinar el origen y los motivos que producen sobretensiones al conectar o desconectar: líneas, transformadores, bancos de capacitores o reactores.
- Ondas viajeras
- Repasar los conceptos de ondas viajeras y su aplicación al cálculo de sobretensiones.
- Aislamiento
- Conocer los distintos tipos de aislamiento que existen y sus características de acuerdo con las condiciones ambientales de los lugares en que se ubiquen.
- Circuitos aéreos
- Revisar las características propias de las líneas aéreas y su comportamiento ante sobretensiones.
- Circuitos subterráneos
- Conocer la influencia de las sobretensiones en el comportamiento de los sistemas subterráneos.
- Descargadores de sobretensiones
- Conocer el funcionamiento de los pararrayos y el nivel de protección que pueden brindar al aislamiento, de acuerdo con la naturaleza del sobrevoltaje y su punto de aplicación. Especificación técnica de aisladores y de pararrayos de mediana tensión.
- Aplicación práctica de esquemas de protección y coordinación de aislamiento
- Seleccionar o diseñar modelos matemáticos que describan, de la mejor forma posible, el efecto de las sobretensiones y faciliten la coordinación del aislamiento. Criterios técnicos para realizar la coordinación de aislamiento. Mecanismos para evaluar la coordinación de aislamiento en sistemas de distribución.
- Aspectos económicos de la coordinación de aislamiento en sistemas de distribución
- Ventajas operativas de una adecuada coordinación de aislamiento

Bibliografía:

Greenwood, A. Electrical Transients in Power Systems. Segunda edición. New York: Wiley-Interscience, 1991.

Martínez-Velasco, J. Computer Analysis of Electric Power System Transients. New York: IEEE Press, 1997.

Van der Sluis, L. Transients in Power Systems. New York: John Wiley and Sons, Inc., 2002.

Anderson, P. M. Power System Protection. New York: John Wiley and Sons, Inc., 2001.

Hileman, A. R. Insulation Coordination for Power Systems. New York: Marcel Dekker, Inc., 1999.

Varios. Guide for the Application of Insulation Coordination. New York: IEEE Standards Publications, 2000.

Varios. IEEE Standards for Power Systems Insulation and Coordination. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1997.

Parmley, R. O. Field Engineer's Manual. Tercera edición. New York: McGraw-Hill Professional, 2001.

Varios. Transmission Line Reference Book. Palo Alto, CA: EPRI, 1987.

Varios. Electrical Transmission and Distribution Reference Book. New York: Westinghouse Electric Corporation, 1964.

Varios. Electric Distribution System Protection. New York: Cooper Power Systems, 1990.

Artículos diversos, extraídos de la revista Transactions de la Power Engineering Society de la IEEE.

Nombre del curso: MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN RÉGIMEN DINÁMICO Y TRANSITORIO

Número de créditos: 4

Justificación:

El curso de máquinas eléctricas en régimen dinámico y transitorio, constituye el análisis y simulación de las máquinas eléctricas ante eventos de una pequeña o gran perturbación. Este curso amplía los conocimientos adquiridos en máquinas eléctricas en régimen permanente, y contempla condiciones anormales de operación, como tensiones desbalanceadas y pérdida de fase.

El conocimiento adquirido en este curso, será de gran ayuda en el análisis del arranque y operación de las máquinas eléctricas, para la adecuada selección y coordinación de los medios de protección contra falla a tierra, cortocircuito y sobrecarga, así como el dimensionamiento de los alimentadores de potencia y selección de los métodos de arranque.

Objetivo:

Analizar (entender, explicar y modelar) en régimen dinámico y transitorio las máquinas eléctricas giratorias asincrónicas y sincrónicas.

Contenido:

- Teoría del marco de referencia. Teoría de la máquina de inducción simétrica. La máquina de inducción como generador y bajo sistemas de control especiales (SS y SD)
- Teoría de la máquina sincrónica. La máquina sincrónica operando en distintos regímenes. La máquina sincrónica y la regulación de reactivo. La curva P-Q y su manejo
- Impedancias operacionales y constantes de tiempo de la máquina sincrónica

- Ecuaciones linealizadas de las máquinas de inducción y sincrónica
- Ecuaciones de orden reducido de las máquinas de inducción y sincrónica
- Operación desbalanceada de máquinas de inducción simétricas
- El sistema máquina-carga mecánica visto desde el punto de vista dinámico. La elección óptima del motor según el tipo de carga mecánica
- Simulación digital de las máquinas de inducción y sincrónica
- Máquinas eléctricas de uso especial
- Cuadro básico de protecciones a usar en las máquinas eléctricas. Detección de fallas y mantenimiento de máquinas eléctricas
- Especificación técnica de máquinas eléctricas y de sus sistemas de arranque y de control

Bibliografía:

Anderson, P.M.; Fouad, A.A. Power System Control and Stability. New York: IEEE Press, 1994.

Atkins B.; Harley R. The general theory of alternating current machines: application to practical problems. London: Chapman and Hall, 1975.

Kimbar, E. W. Synchronous machines. New York: IEEE Press, 1995.

Sen, P. C. Principles of Electric Machines and Power Electronics. Segunda edición. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1996.

Wayne Beaty, H.; Kirtley, Jr., J. L. Electric Motor Handbook. New York: McGraw-Hill Professional, 1998.

Ilić, M.; Zaborsky, J. Dynamics and Control of Large Electric Power Systems. New York: Wiley-IEEE Computer Society, 2000.

Keith Mobley, R. Plant Engineer's Handbook. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001.

Gottlieb, I. M. Electric Motors and Control Techniques. Segunda edición. New York: McGraw-Hill/TAB Electronics, 1994.

Balu, N. J.; Lauby, M. G.; Kundur, P. Power System Stability and Control. New York: McGraw-Hill Professional, 1994.

Matsch, L. W.; Morgan, J. D. Electromagnetic and Electromechanical Machines. Tercera edición. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1986.

Nombre del curso: **ELECTRÓNICA DE POTENCIA Y CONVERTIDORES**

Número de créditos: **4**

Justificación:

El estudiante de maestría en Sistemas de Baja y Mediana Tensión debe manejar, como parte de su perfil de salida, los métodos, técnicas y materiales correspondientes a la electrónica de potencia aplicada a los sistemas de potencia.

Objetivo:

Brindar al estudiante los fundamentos teóricos para aplicar las técnicas y dispositivos de la electrónica de potencia a los sistemas de potencia de baja y mediana tensión.

Contenido:

- Fundamentos de electrónica de potencia
- Compensación de sistemas de transmisión en estado estable (4 semanas)
- Modelado de Circuitos para Sistemas de Potencia
- Aplicaciones en sistemas de transmisión
- Aplicaciones en sistemas distribuidos
- Aplicaciones en sistemas de distribución

Bibliografía:

- Johns, A. T.; Song, Y. H. Flexible AC Transmission Systems (FACTS). London: IEE Publishing, 2000.
- Arrillaga, J.; Smith, B. AC-DC Power System Analysis. London: IEE Publishing, 1998.
- Jenkins, N.; Allan, R.; Crossley, P.; Kirschen, D.; Strbac, G. Embedded Generation. London: IEE Publishing, 2000.
- Mohan, N.; Undeland, T. M.; Robbins, W. P. Power Electronics: Converters, Applications and Design. Tercera edición. New York: John Wiley and Sons, 2002.
- Hart, D. W. Introduction to Power Electronics. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, 1996.
- Acha, E.; Agelidis, V.; Anaya, O.; Miller, T. Power Electronic Control in Electrical Systems. Oxford: Newnes, 2002.
- Santoso, S.; Wayne Beaty, H.; Dugan, R.; McGranaghan, M. Electrical Power Systems Quality. Segunda edición. New York: McGraw-Hill, 2002.
- Dote, Y.; Hoft, R. Intelligent Control: Power Electronic Systems. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- Patrick, D.; Fardo, S. Electrical Power Systems Technology. Segunda edición. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1996.
- Agrawal, J. Power Electronic Systems: Theory and Design. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, 2000.
- Horowitz, S.; Phadke A. Power System Relaying (Electronic & Electrical Engineering Research Studies Lines and Cables for Power Transmission No. 7). Segunda edición. Baldock, Hertfordshire (Reino Unido): Research Studies Press Limited, 1995.
- Rajagopalan, V. Computer-Aided Analysis of Power Electronic Systems. New York: Marcel Dekker, 1987.

Nombre del curso: PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Número de créditos: 4

Justificación:

El conocimiento adquirido en este curso, será de gran ayuda en la toma de decisiones, para la correcta planificación en régimen permanente de los sistemas de distribución de energía. Con los tópicos cubiertos en este curso, el ingeniero práctico podrá proyectar satisfactoriamente líneas (primarias y secundarias) y subestaciones, así como evaluar cuantitativamente qué tan confiable es su sistema de distribución ante fallas externas y fortuitas.

Objetivo:

Analizar (entender, explicar y modelar) el régimen permanente de los sistemas de distribución.

Contenido:

- Introducción a la planificación. Criterios de planeamiento de redes de distribución. Planeamiento operativo de la red de distribución
- Características de las cargas
- Modelado de cargas eléctricas
- Modelos de proyección de la demanda por potencia y por energía
- Modelos agregados y desagregados
- Cálculos de caída de tensión y pérdida de potencia. Cuantificación y manejo de pérdidas en sistemas de distribución
- Manejo de la demanda activa desde el lado de la oferta
- Manejo de reactivos en redes de distribución. Aplicación de capacitores a sistemas de distribución
- Regulación de tensión en sistemas de distribución
- Confiabilidad en sistemas de distribución como herramienta de planificación

Bibliografía:

- Lee Willis, H. Power Distribution Planning Reference Book. New York: Marcel Dekker, Inc., 1997.
- Murthy, V. N. S. Spatial Electric Load Forecasting. New York: Marcel Dekker, Inc., 2002.
- Philipson, L. Understanding Electric Utilities and De-Regulation. New York: Marcel Dekker, Inc., 1998.
- Scott, W. G. Distributed Power Generation: Planning and Evaluation. New York: Marcel Dekker, Inc., 2000.
- Short, T. A. Electric Power Distribution Handbook. Boca Ratón: CRC Press, 2003.
- Burke, J. J. Power Distribution Engineering: Fundamentals and Applications. New York: Marcel Dekker, Inc., 1994.
- Pansini, A. J. Guide to Electrical Power Distribution Systems. Quinta edición. Tulsa, OK: Pennwell, 1998.
- Bayliss, C. Transmission and Distribution Electrical Engineering. Segunda edición. Oxford: Newnes, 1999.
- Faulkenberry, L. M.; Coffey, W. Electrical Power Distribution and Transmission. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, 1996.
- Brown, R. E. Electric Power Distribution Reliability. New York: Marcel Dekker, Inc., 2002.

Nombre del curso:	DISEÑO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS
Número de créditos:	4

Justificación:

Uno de los temas importantes en los sistemas de baja y mediana tensión es el diseño apropiado de las subestaciones eléctricas, para poder cumplir con el objetivo de brindar un servicio eléctrico confiable y de calidad.

Objetivo:

Estudiar los distintos componentes de una subestación eléctrica y los criterios para su diseño apropiado.

Contenido:

- Información necesaria para el diseño de subestaciones. Aspectos ambientales a considerar
- Tipos de subestaciones y elección del tipo óptimo según condiciones
- Esquemas de barras (tipos y criterios de selección)
- Criterios de optimización de esquemas
- Equipos de subestación (tipos y características)
- Criterios para el diseño de subestaciones. Criterios de selección del equipamiento de una subestación
- Sistemas de protección, medición y control
- Sistemas auxiliares
- Subestaciones aisladas por aire y por gas (criterios de selección)
- Especificación técnica de equipos para subestaciones
- Elementos de planificación aplicados en el diseño y la construcción de una subestación eléctrica
- Aspectos económicos a considerar al diseñar una subestación

Bibliografía:

- Martín, J. R. Diseño de Subestaciones Eléctricas. New York: McGraw-Hill, 1987.
- Varios. 693-1997 IEEE Recommended Practice for Seismic Design of Substations. New York: IEEE Press, 1999.
- Varios. 1127-1998 IEEE Guide for the Design, Construction and Operation of Electric Power Substations for Community Acceptance and Environmental Compatibility. New York: IEEE Press, 1999.
- Anderson, P. M. Power System Protection. New York: John Wiley and Sons, Inc., 2001.
- Kennedy, B. W. Energy Efficient Transformers. New York: McGraw-Hill Professional, 1997.
- Greenwald, E. K. Electrical Hazards and Accidents: Their Cause and Prevention. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1991.
- Seip, G. G. Electrical Installations Handbook. Tercera edición. New York: John Wiley and Sons, Inc., 2000.
- Rustebakke, H. M. Electric Utility Systems and Practices. Cuarta edición. New York: Wiley-Interscience, 1983.
- Shoemaker, T. M.; Mack, J. E. The Lineman's and Cableman's Field Manual. New York: McGraw-Hill Professional, 2000.
- Levy, S. M. MEP Databook. New York: McGraw-Hill Professional, 2000.

Nombre del curso: CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Número de créditos: 4

Justificación:

Con el desarrollo de la electrónica de potencia, los problemas de la calidad de la energía eléctrica se han presentado con mayor frecuencia. Estos problemas se deben principalmente a la presencia de cargas no lineales, tales como los convertidores de 6 y 12 pulsos; sistemas de iluminación y herramientas eléctricas, entre otros. El problema de las armónicas es que éstas se pueden transmitir a través de la red eléctrica y afectar a otros usuarios. Por estos motivos, el conocimiento adquirido en este curso, será de gran ayuda para resolver tales problemas mediante un enfoque analítico y práctico.

Objetivo:

Desarrollar la comprensión, conocimientos analíticos y cualitativos, en relación al tópico de calidad de la energía eléctrica.

Contenido:

- Conceptos, términos, definiciones, normas y medidas
- Calidad de energía eléctrica a nivel de mediana tensión
- Índices de calidad y de evaluación del desempeño
- Métodos y parámetros de referencia usados para evaluar la calidad de la energía suplida por una empresa distribuidora
- Análisis armónico
- Fenómenos transitorios y su influencia en la calidad de la energía
- El fenómeno de resonancia y sus consecuencias
- Calidad de la energía como elemento de fijación de tarifas
- Alcance de un estudio de calidad de la energía eléctrica. Instrumentos usados para los estudios de calidad. Calidad recibida contra calidad entregada
- Problemas en redes reales
- Presentación de trabajos

Bibliografía:

- Sankaran, C. Power Quality. Boca Ratón: CRC Press, 2001.
- Bollen, M. H. J. Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions. New York: Wiley-IEEE Computer Society, 1999.
- Santoso, S.; Beaty, H. W.; Dugan, R. C.; McGranaghan, M. F. Electrical Power Systems Quality. Segunda edición. New York: McGraw-Hill Professional, 2002.
- Kennedy, B. W. Power Quality Primer. New York: McGraw-Hill Professional, 2000.
- Arrillaga, J. Power System Quality Assessment. New York: John Wiley and Sons, Inc., 2001.
- Heydt, G. T. Electric Power Quality. Scottsdale, Arizona: Stars in a Circle Publications, 1991.
- Kazibwe, W. E.; Sendaula, M. H. Electrical Power Quality Control Techniques. New York: Van Nostrand Reinhold, 1993.

Ghosh, A., Ledwich, G. Power Quality Enhancement Using Custom Power Devices. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2002.
Porter, G. J., Van Sciver, J. A. Power Quality Solutions: Case Studies for Troubleshooters. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1998.
Varios IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality. New York: IEEE Press, Inc., 1995.
Artículos de las revistas IEEE Transactions on Power Delivery y IEEE Transactions on Industry Applications.

Nombre del curso: OPERACIÓN DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Número de créditos: 4

Justificación:

El estudiante de la maestría profesional debe conocer una serie de conceptos y técnicas utilizados profusamente en la operación de los sistemas de distribución y, principalmente, familiarizarse con la terminología empleada en los centros de despacho de energía de las empresas distribuidoras de la energía eléctrica.

Objetivo:

Introducir al estudiante en los conceptos fundamentales de la operación de sistemas de distribución de energía, así como brindar conocimientos teórico-prácticos de aplicación inmediata.

Contenido:

- Introducción a la operación. Conceptos básicos
- Factores de Servicio
- Operación de Redes Aéreas y Subterráneas
- Operación del Sistema de Distribución bajo contingencia
- Confiabilidad operativa de los sistemas de distribución
- Sistemas Modernos de Administración de la Red
- Temas Especiales
- Mantenimiento de Sistemas

Bibliografía:

Pansini, A. J. Guide to Electrical Power Distribution Systems. Quinta edición. Tulsa, OK: Pennwell, 1998.

Dedad, J. A.; Waggoner, R. (editores). Practical Guide to Power Distribution Systems for Information Technology Equipment. Edición revisada. New York: Primedia Business, 1997.

Gonen, T. Electric Power Distribution System Engineering. New York: McGraw-Hill, 1985.

Chen, K. Industrial Power Distribution and Illuminating Systems. New York: Marcel Dekker, Inc., 1990.

Miller, R. H.; Malinowski, J. H. Power System Operation. Tercera edición. New York: McGraw-Hill, 1994.

Wood, A. J.; Wollenberg, B. F. Power Generation, Operation, and Control. Segunda edición. New York: Wiley-Interscience, 1996.

Varios. IEEE Guide for Maintenance, Operation & Safety of Industrial & Commercial Power Systems. New York: IEEE Press, 1999.

Rau, N. S. Optimization Principles: Practical Applications to the Operation and Markets of the Electric Power Industry. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2003.

Denny, F. I.; Dismukes, D. E. Power System Operations and Electricity Markets. Boca Raton: CRC Press, 2002.

Glavitsch, H.; Bacher, R.; Frauendorfer, K. Optimization in Planning and Operation of Electric Power Systems. New York: Springer-Verlag, 1996.

El-Hawary, M. E. Optimal Economic Operation of Electric Power Systems. New York: Academic Press, 1979.

Shahidehpour, M.; Yamin, H.; Li, Z. Market Operations in Electric Power Systems: Forecasting, Scheduling, and Risk Management. New York: Wiley-IEEE Computer Society Press, 2002.

Nombre del curso: LABORATORIO DE MEDIANA Y BAJA TENSIÓN

Número de créditos: 3

Justificación:

El laboratorio cumplirá la función de complementar los cursos teóricos. Servirá para realizar experimentos que permitan analizar los diferentes equipos estudiados y para fijar los procedimientos y normas de prueba estandarizados. Al ser una maestría profesional, el laboratorio se convierte en una herramienta indispensable en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Objetivo:

Aplicar los principios y conceptos teóricos en materia de mediana y baja tensión

Contenido:

- Metrología eléctrica y descripción del equipo de laboratorio de mediana y baja tensión
- Mediciones de mediana y baja tensión de corriente alterna
- Mediciones de mediana y baja tensión de corriente directa
- Descarga en campos homogéneos e inhomogéneos con tensiones alternas
- Descarga en campos homogéneos e inhomogéneos con tensiones directas
- Pérdidas por efecto corona
- Pérdidas dieléctricas
- Flameo a frecuencia industrial de aisladores
- Medida de aislamientos en baja tensión
- Pruebas de transformadores
- Descargas parciales en equipos de subestaciones

Bibliografía:

- Kuffel, E. High Voltage Engineering: Fundamentals. Oxford: Pergamon Press, 1984.
- Varios. Surge Protection: IEEE Standards Collection 1995 (C62). New York: IEEE Press, 1995.
- Power Systems Instrumentation and Measurements Committee of the IEEE. IEEE Standard Techniques for High-Voltage Testing. New York: IEEE Press, 1995.
- Kind, D.; Feser, K. High Voltage Test Techniques. Segunda edición. Oxford: Newnes, 2000.
- Ryan, H. M. High Voltage Engineering & Testing. Segunda edición. London: The Institution of Electrical Engineers, 2001.
- Kreuger, F. H. Industrial High Voltage: Co-Ordination, Testing, Measurement. Philadelphia, PA: Coronet Books, 1992.
- Saccomanno, F. Electric Power Systems: Analysis and Control. New York: Wiley-IEEE Computer Society Press, 2003.
- Davies, T. Protection of Industrial Power Systems. Segunda edición. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1998.
- Varios. IEEE Recommended Practices for Safety in High-Voltage and High-Power Testing. New York: IEEE Press, 1997.
- Pearmain, A. J.; Gallagher, T. J. High Voltage: Measurement, Testing, and Design. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1983.
- Alpizar, E. Laboratorio de Alta Tensión. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica, 1982.

Nombre del curso: TARIFACIÓN Y MERCADEO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Número de créditos: 4

Justificación:

Este curso servirá para introducir a los estudiantes en las prácticas, legislación y procedimientos relacionados con el mercadeo de la energía eléctrica, tanto a nivel nacional como centroamericano. Igualmente, se estudiará casos concretos de mercados allende las fronteras de Centroamérica.

Objetivo:

Familiarizar al profesional con diferentes metodologías de tarifación y mercadeo de la Energía Eléctrica, en el ámbito mundial y nacional.

Contenido:

- El costo social de la energía
- Problemática histórica de la fijación de tarifas en los países en vías de desarrollo
- Tarifación: Análisis de los métodos más comunes usados para el cálculo de una tarifa, para la venta de energía eléctrica, peajes, transporte y distribución. Esto incluye los siguientes subtemas
- Tarifación Nacional: Análisis de los métodos usados para el cálculo de una tarifa, para la venta de energía eléctrica, peajes, transporte y distribución en Costa Rica

- Mercado: Análisis de la composición del mercado nacional
- Evaluación de proyectos de energía con base en las tarifas
- Legislación: Análisis de la legislación actual para el comercio de la energía eléctrica.

Bibliografía:

Shahidehpour, M.; Yamin, H.; Li, Z. Market Operations in Electric Power Systems: Forecasting, Scheduling, and Risk Management. New York: Wiley-IEEE Computer Society Press, 2002.

Eydeland, A.; Wolyniec, K. Energy and Power Risk Management: New Developments in Modeling, Pricing and Hedging. New York: John Wiley and Sons, Inc., 2002.

Thumann, A. Customer Choice: Purchasing Energy in a Deregulated Market. Lilburn, GA: Fairmont Press, 1998.

Stoft, S. Power System Economics: Designing Markets for Electricity. New York: John Wiley and Sons, Inc., 2002.

Rau, N. S. Optimization Principles: Practical Applications to the Operation and Markets of the Electric Power Industry. New York: Wiley-IEEE Computer Society Press, 2003.

Ferrey, S. The New Rules: A Guide to Electric Market Regulation. Tulsa, OK: Pennwell, 2001.

Wood, A. J.; Wollenberg, B. F. Power Generation, Operation, and Control. Segunda edición. New York: Wiley-Interscience, 1996.

Einhorn, M. A. From Regulation to Competition: New Frontiers in Electricity Markets. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1994.

Siddayao, C. M. Energy Demand and Economic Growth: Measurement and Conceptual Issues in Policy Analysis. Boulder, CO: Westview Press, 1986.

Trillo-Figuerera Martínez-Conde, J.; de Borja López-Jurado Escribano, F. La Regulación del Sector Eléctrico. Civitas: Madrid, 1996.

Brown, S. J.; Sibley, D. S. The Theory of Public Utility Pricing. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

Cursos electivos:

Nombre del curso: FUENTES PRIMARIAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y SU UTILIZACIÓN

Número de créditos: 3

Justificación:

En Costa Rica y en los países en desarrollo, existe una necesidad creciente de energía eléctrica a precio razonable necesaria para el desarrollo de la industria. Es importante, por lo tanto, que el ingeniero conozca las diferentes fuentes de energía disponibles, tanto tradicionales como no tradicionales, así como que entienda las técnicas utilizadas para captar estos recursos y cómo aplicarlas a las necesidades del país.

Objetivo:

Familiarizar y capacitar al estudiante en aspectos técnicos y económicos de la comercialización y uso de la energía eléctrica en Costa Rica.

Contenido:

- Sector Energético Nacional
- Fuentes de energía no renovables
- Fuentes de energía renovables
- Interconexión de proyectos con FENR (Fuentes de Energía Nuevas y Renovables) al Sistema Nacional Interconectado (SNI). Efectos en la curva de carga. Ejemplo: Interconexión del proyecto Tejona (energía eólica) al SNI.
- Legislación asociada al uso o consumo de la energía

Bibliografía:

Yago, J. R. Achieving Energy Independence – One Step at a Time. Gum Spring, VA: Dunimis Technology, Inc., 1999.

Markvart, T. Solar Electricity. Segunda edición. New York: John Wiley and Sons, Inc., 2000.

Twidell, J.; Weir, T. Renewable Energy Resources. New York: E & FN Spon Press (Taylor & Francis Group), 2002.

Hazen, M. E.; Hauben, M. Alternative Energy. New York: Delmar Learning, 1996.

Patel, M. R. Wind and Solar Power Systems. Boca Ratón: CRC Press, 1999.

Heier, S. Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1999.

Cermak, V. Geothermics and Geothermal Energy. New York: Lubrecht & Cramer, Ltd., 1982.

Milora, S. L.; Tester, J. W. Geothermal Energy as a Source of Electric Power: Thermodynamics and Economic Design Criteria. Cambridge, MA: MIT Press, 1976.

Richards, J. Geothermal Energy and Bio-Mass Power. Philadelphia: Smart Apple Media, 2003.

Johansson, T. B. Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity. Washington: Island Press, 1992.

Memorias anuales de instituciones como el ICE y CNFL.

Leyes de la República relacionadas con el uso de la energía y su obtención.

Nombre del curso: ADMINISTRACIÓN DEL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Número de créditos: 3

Justificación:

En la actualidad, la industria en nuestro país se ve amenazada por una serie de cambios, que la han sometido a una gran presión para que se modernice y pueda competir en el mercado global. Dentro de este contexto, la eficiencia energética se convierte en una necesidad, debido asimismo a la aprobación de la ley 7447, para el uso racional de la energía. Para un uso eficiente de los diferentes insumos energéticos, se debe administrar la energía. Esto implica una redefinición de los conceptos dentro del manejo técnico de las transformaciones energéticas, pero sobre todo, una redefinición del manejo administrativo que lleve a integrar eficazmente las variables energéticas con los índices de gestión. Esto permitiría obtener una serie de beneficios complementarios donde, por ejemplo, la contabilidad de costos se vería favorecida por una asignación más precisa del

insumo energético en los diferentes procesos. Dentro de este enfoque, se puede comprender fácilmente lo que representa una auditoría energética, como apoyo a las actividades y esfuerzos por racionalizar el uso de la energía a lo interno de una empresa.

Objetivo:

Familiarizar y capacitar al estudiante en aspectos técnicos, económicos y administrativos para implementar y administrar programas de ahorro energético bajo el concepto integral de administración de la energía.

Contenido:

- Compromisos para ahorrar energía. Antecedentes y situación actual
- Energía primaria, energía secundaria y centros de transformación
- Ley 7447: Uso racional de la energía
- Declaración energética
- Indicadores de gestión energética
- Administración de la energía en la industria
- La gerencia y la administración de la energía
- El comité de conservación de la energía
- Programa para la conservación de la energía
- Balance de energía
- La auditoría energética
- Compromiso ambiental
- Sistemas y metodologías de asignación de costos energéticos por actividad industrial
- Diseño de campañas de uso racional de la energía en la industria

Bibliografía:

- Varios. Manual de ahorro de energía en la industria. Bogotá: ISA-ANDI, 1985.
- Varios. Métodos de medición de la eficiencia energética de calderas de vapor hasta 29000 KW. San José: Dirección Sectorial de la Energía-INTECO, 2000.
- Varios. Auditorías energéticas en establecimientos de consumo de energía. San José: Dirección Sectorial de la Energía-INTECO, 1994.
- Varios. Manual de ahorro de energía en la industria. Santiago de Chile: Cooperación de Fomento de la Producción, 1982.
- Chiogioji, M. H. Industrial Energy Conservation. New York: Marcel Dekker, Inc., 1979.
- Gottschalk, C. M. Industrial Energy Conservation. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1996.
- Varios. IEEE Recommended Practice for Energy Conservation and Cost-Effective Planning in Industrial Facilities (IEEE Bronze Book). New York: IEEE Press, 1985.
- Jacques, J. K.; Lesourd, J-B.; Ruiz, J-M. Modern Applied Energy Conservation. New York: Prentice-Hall, 1988.
- Chen, K. Energy Management in Illuminating Systems. Boca Raton: CRC Press, 1999.
- Capehart, B. L.; Kennedy, W. J.; Turner, W. C. Guide to Energy Management. Tercera edición. Lilburn, GA: Fairmont Press, 2001.
- Turner, W. C. Energy Management Handbook. Cuarta edición. Lilburn, GA: Fairmont Press, 2002.

Nombre del curso: MODELADO Y ANÁLISIS DE COMPONENTES DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Número de créditos: 3

Justificación:

Uno de los tópicos indispensables para la planificación, diseño y operación de los sistemas de mediana tensión es la simulación de la respuesta del sistema ante perturbaciones, para lo que se requiere utilizar modelos de los distintos componentes involucrados. También es importante la correcta interpretación de los resultados de las simulaciones.

Objetivo:

Modelar los distintos componentes de un sistema eléctrico de mediana tensión, realizar simulaciones para evaluar su comportamiento en régimen estable y dinámico y análisis de resultados.

Contenido:

- Modelaje de componentes (transformadores, líneas, bancos de condensadores, generadores, cargas)
- Componentes simétricas y equivalentes de secuencia cero
- Modelos de sistemas de control de voltaje
- Simulación de flujos de potencia
- Simulación de fallas balanceadas y desbalanceadas
- Simulación de perturbaciones (análisis transitorio) y análisis de resultados.

Bibliografía:

Varios. Modelaje y Simulación de Sistemas Eléctricos. México: PARSEICA, 1993.
Leondes, C. T. Energy and Power Systems (Mechatronic Systems, Techniques, and Applications). London: Taylor & Francis, 2000.
Acha, E.; Madrigal, M. Power Systems Harmonics: Computer Modelling and Analysis. New York: John Wiley and Sons, Inc., 2001.
Anderson, P. M.; Fouad, A. A. Power System Control and Stability. Segunda edición. New York: Wiley-IEEE Computer Society Press, 2002.
Balu, N. J.; Lauby, M. G.; Kundur, P. Power System Stability and Control. New York: McGraw-Hill Professional, 1994.
Zeigler, B. P.; Praehofer, H.; Kim, T. G. Theory of Modeling and Simulation: Integrating Discrete Event and Continuous Complex Dynamic Systems. Segunda edición. New York: Academic Press, 2000.
Li, K. W. Power Plant System Design. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1985.
Cirstea, M. N.; Dinu, A.; Khor, J. G.; McCormick, M. Neural and Fuzzy Logic Control of Drives and Power Systems. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.
Castaner, L.; Silvestre, S. Modelling Photovoltaic Systems Using Pspice. New York: John Wiley and Sons, Inc., 2003.
Gamm, A. Z. Constructing Equivalent Models of Steady State in Electric Power Systems with Incomplete Data. London: Taylor & Francis, 1993.

Nombre del curso: PROTECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Número de créditos: 3

Justificación:

Los sistemas de mediana y baja tensión, así como los de distribución, son sistemas proclives a una gran cantidad de fallas. Esto junto con la creciente sensibilidad de la carga a la calidad del suministro eléctrico, impone una problemática creciente a los ingenieros encargados del mantenimiento, operación, diseño y planeamiento del sistema de distribución eléctrica. Los nuevos sistemas de protección digital son una herramienta para afrontar esta problemática, pero imponen nuevos temas de investigación, estudio y capacitación a los ingenieros. El desarrollo tecnológico y las nuevas técnicas para proteger al sistema han evolucionado al punto que, sin una adecuada preparación de los ingenieros, no se podría afrontar las exigencias de un sistema eléctrico cada vez mas complejo.

Objetivo:

Capacitar al estudiante en las técnicas de protección de redes de distribución, partiendo de los principios generales básicos hasta las últimas tecnologías de protecciones digitales.

Contenido:

- Filosofía de protección
- Estados de operación normal y de falla de los diferentes elementos del sistema de distribución
- Modelado del sistema de distribución
- Componentes de un sistema de protección
- Principios de Operación
- Protección en los Sistemas de Distribución
- Protección en los sistemas de transformación
- Modelado de los sistemas de protección
- Características de operación de las protecciones en los sistemas de distribución

Bibliografía:

Burke, J. J. Power Distribution Engineering: Fundamentals and Applications. New York: Marcel Dekker, Inc., 1994.

Blackburn, J. L. Protective Relaying: Principles and Applications. Segunda edición. New York: Marcel Dekker, Inc., 1997.

Elmore, W. A. Protective Relaying Theory and Applications. Segunda edición. New York: Marcel Dekker, Inc., 2003.

Altuve Ferrer, H. Protección de sistemas eléctricos de potencia. Cuarta edición. Universidad Autónoma de Nuevo León, 1998.

Terbrueggen, M. EPRI Power System Dynamics Tutorial. San Francisco: Electric Power Research Institute, Inc., abril 2002.

Gerin, M. Medium Voltage Protection Guide. Paris: Groupe Schneider, 1996.

Varios. Protective Relays: Application Guide. Tercera edición. Londres: GEC Alstom Measurements Limited, 1990.

IEEE. IEEE Std 386-1995: IEEE Standard for Separable Insulated Connector Systems for Power Distribution Systems Above 600 V. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1995.

Gonen, T. Electric Power Distribution System Engineering. New York: McGraw-Hill, 1985.

Chen, K. Industrial Power Distribution and Illuminating Systems. New York: Marcel Dekker, Inc., 1990.

ANEXO C

**PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA
ELÉCTRICA EN SISTEMAS DE BAJA Y MEDIANA TENSIÓN
EN LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

ANEXO C

PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS DE BAJA Y MEDIANA TENSIÓN EN LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

CURSO

PROFESOR

Dieléctricos y materiales aislantes	Emilio Alpizar Villegas
Diseño y construcción de sistemas de distribución	Esteban Lara Errasmoupe
Puesta a tierra en sistemas eléctricos de distribución	José Alberto Salazar Ramírez
Coordinación de aislamiento en sistemas de distribución	Hernán Robles Vargas
Máquinas eléctricas en régimen dinámico y transitorio	Eddie Araya Padilla
Electrónica de potencia y convertidores	Luis Gólcher Barguil
Planificación de sistemas de distribución	Eddie Araya Padilla
Diseño de subestaciones eléctricas	Jorge Sancho Chaves
Calidad de la energía eléctrica	Giovanni Delgado Cascante
Operación de sistemas de distribución	Rodolfo Espinoza Valverde
Laboratorio de mediana tensión	Emilio Alpizar Villegas
Tarifación y mercadeo de la energía eléctrica	Walther Herrera Castillo
Fuentes primarias para la producción de energía eléctrica y su utilización	Luis Fernando Chanto Jarquín
Administración del uso racional de la energía eléctrica	Luis Fernando Chanto Jarquín
Modelado y análisis de componentes de sistemas de distribución	Jorge Sancho Chaves
Protección de los sistemas de distribución	Ronald Valle Tello

ANEXO D

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

ANEXO D

PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS DE BAJA Y MEDIANA TENSIÓN EN LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y SUS GRADOS ACADÉMICOS

EMILIO ALPÍZAR VILLEGAS

Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Florida, estados Unidos de América.

EDDIE ARAYA PADILLA

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

LUIS FERNANDO CHANTO JARQUÍN

Maestría en Administración de Empresas, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Especialidad en Gestión de Sistemas Energéticos, Universidad de los Andes, Colombia.

GIOVANNI DELGADO CASCANTE

Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica.

RODOLFO ESPINOZA VALVERDE

Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica.

LUIS GÓLCHER BARGUIL

Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Colorado, Estados Unidos de América.

WALTHER HERRERA CASTILLO

Maestría en Administración de Negocios, Universidad Interamericana de Costa Rica.

ESTEBAN LARA ERRASMOUPE

Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica.

HERNÁN ROBLES VARGAS

Maestría en Ingeniería Mecánica, Universidad de Florida, Estados Unidos de América.

JOSÉ ALBERTO SALAZAR RAMÍREZ

Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad de São Paulo, Brasil.

JORGE SANCHO CHAVES

Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica.

RONALD VALLE TELLO

Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica.