

CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior

División Académica

Dictamen sobre el rediseño de la Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía y énfasis en Gerencia del Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)

Ana Yanci Alfaro Ramírez



OPES; no. 28-2024

378.2
AL385d

Alfaro Ramírez, Ana Yanci

Dictamen sobre el rediseño de la maestría en administración de la ingeniería electromecánica con énfasis en administración de la energía y énfasis en gerencia del mantenimiento del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). [Recurso electrónico] / Ana Yanci Alfaro Ramírez – Datos electrónicos (1 archivo : 550 kb). -- San José, C.R. : CONARE - OPES, 2024.

(OPES; no. 28-2024)

ISBN 978-9977-77-598-2
Formato pdf, (38 páginas.)

1. ADMINISTRACIÓN DE LA INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA. 2. ADMINISTRACIÓN DE LA ENERGÍA. 3. GERENCIA DEL MANTENIMIENTO. 4. PERFIL PROFESIONAL. 5. PLAN DE ESTUDIOS. 6. PERSONAL DOCENTE. 7. INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA I. Título. II. Serie.

LRD



PRESENTACIÓN

El estudio que se presenta en este documento (OPES; no 28-2024) se refiere al dictamen sobre la solicitud de rediseño de la Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía y énfasis en Gerencia del Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR).

El dictamen fue elaborado por la Sra. Ana Yanci Alfaro Ramírez, investigadora de la División Académica de la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES), con base en la información sobre *el Resumen ejecutivo de rediseño del Plan de Estudios de la Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica*, diseñada por el Instituto Tecnológico de Costa Rica. La revisión integral del documento estuvo a cargo de la Sra. Katalina Perera Hernández, Jefa de la División Académica y la edición del documento fue realizada por la Sra. Sandra Guillén Guardado, asistente de la División citada.

El presente dictamen fue aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión No.18-2024, artículo 9, inciso a), celebrada el 21 de mayo de 2024.



Gastón Baudrit Ruiz
Director a.i de la OPES

Tabla de contenido

1. Introducción.....	5
2. Datos generales	6
3. Objeto de estudio	7
4. Resumen de los cambios efectuados	7
5. Justificación.....	8
6. Objetivos de la carrera.....	9
7. Perfil académico-profesional.....	9
8. Campo de inserción profesional.....	11
9. Requisitos de ingreso.....	13
10. Requisitos de graduación	14
11. Listado de los cursos de la carrera	14
12. Descripción de los cursos de la carrera.....	14
13. Correspondencia del equipo docente con los cursos asignados.....	15
14. Conclusiones.....	15
15. Recomendaciones	15
16. Ficha de información para gestión de datos.....	17
Anexo A.1	18
Plan de Estudios de la carrera de Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Gerencia del Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Costa Rica	18
Anexo A.2	20
Plan de Estudios de la carrera de Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía del Instituto Tecnológico de Costa Rica	20
Anexo B.....	22
Programas de los cursos de la Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía y énfasis en Gerencia del Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Costa Rica	22
Anexo C.....	36
Profesores de los cursos de la Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía y énfasis en Gerencia del Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Costa Rica	36
Anexo D.....	37

Profesores de los cursos de la Maestría en Administración de la Ingeniería
Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía y énfasis en Gerencia
del Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Costa Rica y sus grados académicos..... 37

1. Introducción

La solicitud de rediseño de la carrera de Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía y énfasis en Gerencia del Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), fue enviada al Consejo Nacional de Rectores (CONARE) por la señora Rectora del TEC, Ing. María Estrada Sánchez, mediante nota R-1193-2023, del 4 de diciembre del 2023, recibida vía electrónico en la División Académica el 12 de diciembre del 2023, con el objeto de iniciar los procedimientos establecidos en el documento *Lineamientos para la creación y rediseño de carreras universitarias estatales*¹.

Es importante indicar que, considerando la fecha de recibido de la solicitud en el Conare y el periodo de cierre institucional de esta instancia, esta propuesta es atendida a partir de enero 2024 de acuerdo con los procedimientos internos de la OPES.

Como parte del proceso de análisis y revisión se solicito al CEDA una serie de observaciones mediante correo electrónico, estas consultas se realizaron el 26 de enero de 2024. Las respuestas a estas consultas se remiten vía correo electrónico a la División Académica el 06 de marzo de 2024 y el 14 de marzo de 2024.

Para el rediseño de una carrera de posgrado se utiliza lo establecido en los Lineamientos indicados anteriormente (p.26), los cuales señalan los siguientes temas, que serán la base del estudio realizado por la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) para la creación de una carrera:

- Datos generales
- Resumen de los cambios efectuados
- Justificación
- Propósitos de la carrera
- Perfil académico-profesional
- Campo de inserción profesional
- Requisitos de ingreso
- Requisitos de graduación
- Listado de los cursos
- Descripción de los cursos
- Correspondencia del equipo docente con los cursos asignados.

A continuación, se analizará cada uno de estos aspectos.

1. Datos generales

Como parte de los antecedentes de esta carrera se tiene que la carrera de Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), fue creada en 1999, publicada mediante el OPES 12-1999 e indicaba que se otorgarían los diplomas de Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía y énfasis en Gerencia de Mantenimiento (OPES 12-1999; p. 11).

El presente documento refiere a la propuesta de rediseño de la Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración o énfasis en Gerencia del Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) la cual es impartida por el Campus Tecnológico Central Cartago del Instituto Tecnológico de Costa Rica en modalidad virtual. Esta maestría es profesional.

La duración total de la carrera será de 15 periodos lectivos bimestrales de 7 semanas cada uno. La carrera cuenta con según la cantidad de 64 créditos totales para cada uno de los énfasis.

La duración en cuanto a periodos lectivos y créditos cumple con lo establecido en la Normativa.

La universidad indica que cada programa de posgrado debe ser autosuficiente para su operación completa y total, ya que la institución no brinda ningún soporte financiero al respecto.

Esta oficina considera importante que la Universidad vele por que efectivamente se provea de los recursos necesarios para el desarrollo de la carrera propuesta según los términos de este dictamen.

Se otorgarán los títulos de:

- Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía.
- Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Gerencia de Mantenimiento.

2. Objeto de estudio

El Objeto de Estudio de la carrera de **Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica** es la gestión, gerencia y organización de aspectos técnicos y especiales de proyectos en el campo de la ingeniería electromecánica.

El Objeto de Estudio específico del **énfasis en Administración de la Energía** es la gestión eficiente de diferentes tipos de energía y como estos pueden potenciar una mejor administración de los recursos en el campo de la ingeniería electromecánica con un enfoque en la sostenibilidad y la optimización de recursos.

El Objeto de Estudio específico del **énfasis en Gerencia del Mantenimiento** es la gestión eficaz de los procesos de mantenimiento en entornos electromecánicos garantizando la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de los equipos y sistemas.

3. Resumen de los cambios efectuados

A criterio de esta oficina, los cambios propuestos son importantes, por tanto, la solicitud de rediseño emitida por el ITCR en relación con la Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica corresponde a un rediseño de la carrera, lo que implica el procedimiento establecido en la normativa para este fin. Según la información proporcionada por Instituto Tecnológico de Costa Rica de manera general puede decirse que esta carrera presenta 3 momentos:

1. Carrera aprobada por CONARE en 1999
2. Modificación del plan de estudio en 2011 a lo interno de la carrera.
3. Propuesta de rediseño de carrera 2023 enviada a CONARE.

Según lo expuesto se plantean los puntos que han cambiado en el plan de estudios:

- Cambios en el perfil académico profesional. Cada rasgo posee la descripción del saber conceptual, procedimental y actitudinal.
- Se establecen cursos de nivelación de acuerdo con el perfil y el énfasis de cada solicitante, para asegurarse un mayor aprovechamiento de los cursos de la maestría.
- Reorganización de los cursos de la carrera, dividiéndolas en tres áreas (área administrativa, gestión de proyectos y área técnica (cursos del énfasis)).

- Eliminación de cursos del área técnica y del área de informática, 5 cursos. Además, se eliminan otros 7 cursos considerando las necesidades del contexto.
- Creación de cursos según las necesidades encontradas en el contexto actual.
- Modificación en los requisitos de ingreso y graduación.
- Modificación a la Malla curricular.

4. Justificación

Sobre la justificación, el ITCR envió la siguiente información²:

Dado que uno de los problemas encontrados es el tiempo que transcurre para que un estudiante finalice el programa de maestría, parte de las modificaciones al plan de estudios busca mejorar la calidad de la formación (incrementando los cursos de cada énfasis), pero también reducir el tiempo para graduarse, agilizando la gestión para desarrollar el proyecto de graduación. Los principales cambios, pues, radican en la administración del plan de estudios.

Muchos profesionales requieren de un programa de estudios que fortalezca sus habilidades profesionales para impulsar su carrera; sin embargo, el tiempo de que disponen, y sus recursos económicos, son limitados. Aunque la MAIE no busca convertirse en un plan de estudios acelerado, sí debe considerarse el tiempo real que emplean los estudiantes para graduarse.

La Cuarta Revolución Industrial supone una cantidad de cambios técnicos y económicos como la humanidad nunca había enfrentado.

Máquinas inteligentes y energía son dos conceptos que adquieren niveles preponderantes en el lenguaje de la industria y en la sociedad. La búsqueda de altos niveles de productividad de bienes que brinden confort, salud y bienestar, será el derrotero de las actividades industriales en la sociedad contemporánea.

De ahí que el estudio de nuevas formas de gestión, generación y administración de la energía, por una parte, así como un renovado concepto de mantenimiento y conservación de activos, por otro, devienen en la necesidad de formación y capacitación de los ingenieros del segundo cuarto del siglo XXI.

Por lo anterior, remozar los programas de estudio y la oferta académica en administración de la ingeniería electromecánica, se convierte en responsabilidad ineludible e impostergable de la universidad.

Los cambios son vertiginosos y se vislumbra la aparición de ciber fábricas en las que máquinas inteligentes requerirán de métodos modernos de diagnóstico y prevención de fallas.

Estas máquinas serán consumidoras de energía, lo cual hace que este insumo no sea solamente indispensable en la operación y funcionamiento de los equipos, sino que tendrá un peso relativo importante en la estructura de costos de las empresas.

Energía y Mantenimiento serán dos componentes inherentes en las empresas. Por consiguiente, no solo se justifica, sino que se considera urgente e indispensable su presencia en los programas de estudio de posgrado de una escuela de Ingeniería Electromecánica.

Todo lo anterior tiene además un efecto directo en la conservación de la calidad del ambiente. No se debe olvidar que la principal función de la ingeniería debe ser la de resolver situaciones problemáticas y necesidades de la humanidad, brindando sobre todo calidad de vida y sostenibilidad.

La justificación planteada por el Instituto Tecnológico de Costa Rica es clara, contempla elementos de contexto interno y plantea la necesidad de actualización considerando las necesidades del contexto actual y cumple con los elementos establecidos en la normativa vigente.

5. Objetivos de la carrera

Según lo planteado por el ITCR, los objetivos de la carrera son los siguientes:

Objetivo general:

Ofrecer al ingeniero competencias y herramientas gerenciales, permitiendo su actualización y desarrollo mediante el uso de las nuevas tecnologías y estrategias administrativas, integradas con la implementación en la disciplina de la ingeniería, contribuyendo al desarrollo tecnológico del país y promoviendo proyectos destinados al mejoramiento productivo y económico empresarial.

Objetivos específicos:

1. Dotar al ingeniero de herramientas y competencias gerenciales propias de las nuevas tendencias y estrategias administrativas.
2. Brindar conocimientos en el área de gestión de proyectos, que proporcione al profesional, actualización en modernas formas de análisis y planeación estratégica.
3. Promover la educación continua en los egresados de las ingenierías, tendientes a profundizar en las áreas de gestión del mantenimiento y gestión energética.
4. Contribuir a la modernización del sistema productivo nacional, mediante la capacitación del sector profesional, para que el país pueda asumir con éxito el reto de competir en una economía globalizada.

Los objetivos planteados están acordes con el grado y nombre y objeto de estudio de la carrera propuesta.

6. Perfil académico-profesional

Se presenta el perfil académico profesional de la Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica considerando tres áreas prioritarias:

Área administrativa

1. Analizar la información técnica y financiera, considerando en las líneas estratégicas establecidas por la organización para la toma de decisiones con actitud creativa e innovadora, y pensamiento sistémico.
2. Aplicar técnicas de formulación, análisis y evaluación innovadoras para la gestión de la

- ingeniería electromecánica liderando el cambio.
3. Comunicar eficazmente las estrategias y los resultados derivados del ejercicio profesional para evidenciar el impacto en la organización y fomentar la productividad e innovación.

Área de Gestión de proyectos

4. Aplicar técnicas y herramientas para la gestión de proyectos alineadas con las estrategias de la organización con actitud abierta hacia el cambio, la innovación y el aprendizaje permanente.
5. Integrar las diferentes áreas del conocimiento en la gestión de la Ingeniería Electromecánica para contribuir con el logro de los objetivos de la organización con actitud creativa e innovadora y pensamiento sistémico.

Área técnica de especialidad

Énfasis en Gerencia del Mantenimiento

6. Evaluar el estado de un sistema electromecánico para la toma de decisiones de intervención o adquisición de un sistema electromecánico con liderazgo hacia el cambio y la productividad.
7. Desarrollar sistemas de modelado y simulación electromecánicos que permita la validación a nivel digital antes de construirlos fomentando la innovación y creatividad.
8. Gestionar los activos de acuerdo con su correspondiente ciclo de vida para la toma de decisiones que evidencien su impacto a los procesos productivos a través de un liderazgo hacia el cambio, fomentando así la innovación y creatividad.
9. Relacionar los fenómenos políticos y económicos del entorno con la gestión de la ingeniería electromecánica para la minimización del riesgo relacionados con el cumplimiento legal con principios éticos y morales aceptados por la sociedad.

Énfasis en Administración de la Energía

10. Desarrollar alternativas de uso en energías limpias para los procesos productivos empleados por el ser humano con principios éticos y morales aceptados por la sociedad.
11. Evaluar el desempeño energético de una industria generadora, distribuidora o consumidora de energía para la generación de acciones de optimización que impacten al negocio con actitud creativa e innovadora, y pensamiento sistémico.
12. Decidir el uso de tecnologías limpias por medio de estudios de prefactibilidad para la minimización de sus operaciones que impactan al ambiente con principios éticos y morales aceptados por la sociedad.

La División Académica de OPES considera que el perfil profesional de las personas graduadas de la Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía y en énfasis en Gerencia del Mantenimiento del ITCR, se adecúa a los Resultados de Aprendizaje esperados el grado de maestría, según lo establecido en el

Marco Centroamericano de Cualificaciones para la Educación Superior Centroamericana (MCESCA)³.

7. Campo de inserción profesional

En este apartado se describe la situación laboral vigente y futura en la cual se puede desempeñar profesionalmente la persona graduada de Maestría en Administración de la Ingeniería en Electromecánica.

Además, de conformidad con el acuerdo del Consejo Nacional de Rectores CNR-498-2022, inciso B, sesión 41-2022, celebrada el 18 de octubre de 2022, se presentan los datos relacionados con los Estudios de Seguimiento de la Condición Laboral de las Personas Graduadas de las Universidades Costarricenses elaborados por la OLap; adicionalmente, se indican los datos de referencia de la Base de datos de la Oferta Académica de la División Académica de OPES, CONARE.

7.1. Información general proporcionada por el Instituto Tecnológico de Costa Rica

El máster en Administración de la Ingeniería Electromecánica es un profesional que puede desarrollarse en una amplia variedad de sectores y roles profesionales, dada por su versatilidad académica. A continuación, se enumeran algunas áreas y campos de inserción profesional:

1. Industria fabricante: Diseño, implementación, mantenimiento y supervisión de maquinaria y equipos industriales.
2. Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica: trabajando en plantas generadoras de energía, subestaciones eléctricas y redes de distribución.
3. Automatización Industrial: Diseño e implementación de sistemas de control y automatización para procesos industriales.
4. Industria automotriz: Diseño, producción y mantenimiento de componentes, sistemas eléctricos y mecánicos para vehículos.
5. Climatización y refrigeración: Diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de aire acondicionado y refrigeración.
6. Construcción: En colaboración con arquitectos e ingenieros civiles en la implementación de sistemas eléctricos y mecánicos en edificaciones.
7. Mantenimiento: De equipos e instalaciones en diversas industrias, garantizando su correcto funcionamiento y prolongando su vida útil.

8. Investigación y Desarrollo: Participando en la creación de nuevas tecnologías y soluciones en campos como la robótica, energías renovables y electromovilidad.
9. Consultoría: Ofreciendo servicios de asesoramiento en diseño, implementación y optimización de sistemas electromecánicos.
10. Sector salud: En el diseño y mantenimiento de equipos médicos que requieren de componentes eléctricos y mecánicos.
11. Energías renovables: participación en el diseño, implementación y mantenimiento de sistemas como turbinas eólicas, paneles solares y sistemas de almacenamiento de energía.

7.2. Información de referencia de empleabilidad según resultados de la OLaP

A continuación, se presentan los datos del estudio de Seguimiento de las Personas Graduadas de Posgrado 2017-2019 de las universidades estatales costarricenses (OPES; no. 03-2023), realizado por el Observatorio Laboral de Profesiones (OLaP) del Conare. Se presentan los siguientes datos de graduados de la disciplina de Mantenimiento Industrial donde se agrupa Ingeniería Electromecánica:

Tabla 2: Situación laboral de los graduados de la disciplina de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, según variables del OLaP.

Disciplina	Desempleo (p.58)	Asalariado (p.156)	Tipo de empresa (p.178)
Ingeniería en Mantenimiento Industrial	0%	90%	Autónoma o Semiautónoma 30% Empresa Privada 46,7%

Fuente: Estudio de Seguimiento de las Personas Graduadas de Posgrado 2017-2019 de las universidades estatales costarricenses (OPES; no. 03-2023).

Con base en la tabla 2, según el estudio de graduados desarrollado por el OLaP los graduados de la disciplina de Ingeniería Electromecánica podrían no tener problemas para su inserción laboral.

7.3. Oferta académica aprobada, según datos de la División Académica de OPES

La oferta académica aprobada en relación con esta disciplina corresponde a la descrita en la Tabla 3.

Tabla 3. Oferta académica aprobada en universidades públicas y privadas en relación con la disciplina de Ingeniería Electromecánica.

	Nombre de la carrera	Grado académico	Universidad	Sede	Año de creación
1	<i>Ingeniería Electromecánica</i>	<i>Bachillerato Licenciatura</i>	<i>Universidad Internacional de las Américas</i>	<i>Central</i>	<i>1990</i>
2	<i>Ingeniería Electromecánica</i>	<i>Bachillerato Licenciatura</i>	<i>Universidad Fidélitas</i>	<i>Central</i>	<i>1997</i>
3	<i>Ingeniería Electromecánica</i>	<i>Bachillerato Licenciatura</i>	<i>Universidad Central</i>	<i>Central</i>	<i>1998</i>
4	<i>Administración de la Ingeniería Electromecánica</i>	<i>Maestría</i>	<i>Instituto Tecnológico de Costa Rica</i>	<i>Central</i>	<i>1999</i>
5	<i>Ingeniería Electromecánica</i>	<i>Bachillerato Licenciatura</i>	<i>Universidad Latina de Costa Rica</i>	<i>Central</i>	<i>2002</i>
6	<i>Ingeniería Electromecánica énf. Mantenimiento</i>	<i>Licenciatura</i>	<i>Universidad Latina de Costa Rica</i>	<i>Central</i>	<i>2005</i>
7	<i>Ingeniería Electromecánica</i>	<i>Diplomado Licenciatura</i>	<i>Universidad Técnica Nacional</i>	<i>San Carlos</i>	<i>2011</i>
8	<i>Ingeniería Electromecánica Industrial</i>	<i>Licenciatura</i>	<i>Universidad de Costa Rica</i>	<i>Sede Regional Pacífico-Puntarenas</i>	<i>2022</i>

Fuente: Base de datos de oferta académica, División Académica, CONARE.

Tal como se muestra en la tabla 3, la oferta académica aprobada en esta disciplina es amplia con presencia en tres universidades estatales, de momento a nivel de posgrado solo existe la maestría que se está rediseñando y que fue aprobada en 1999 por el CONARE y es parte de la oferta que tiene disponible el Instituto Tecnológico de Costa Rica.

8. Requisitos de ingreso

Los requisitos de ingreso para la carrera de Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica son los siguientes:

- Contar con al menos bachillerato universitario en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electromecánica, Metalurgia, o carreras afines.
- Pueden ingresar estudiantes de otras especialidades siempre que cumplan con los siguientes requisitos:

- a. El solicitante debe poseer, como mínimo, un grado de Bachiller en Educación Superior o un título profesional superior o equivalente, extendido por una institución de estudios superiores debidamente acreditada.
- b. Serán elementos de juicio importante el promedio ponderado de calificaciones del récord académico en los cursos de grado, los años de experiencia profesional, las cartas de referencia y cualquier otra información adicional que el Comité de Admisiones y el Consejo Coordinador de cada programa juzguen oportuno tomar en cuenta.
- c. La admisión de un estudiante al Programa es independiente del proceso de matrícula; ésta debe efectuarse en las fechas que establezca el Calendario Académico. Una vez admitido el estudiante podrá trasladar el inicio de los estudios hasta por un plazo no mayor de dos años, siempre que sea autorizado para ello por el Coordinador del Programa.

Los requisitos de ingreso planteados por el ITCR cumplen con la normativa vigente.

9. Requisitos de graduación

Para graduarse la persona estudiante debe aprobar todas las actividades académicas del plan de estudios, que incluye un seminario y un proyecto de graduación, en los cuales solucionará problemas reales en la industria o institución donde trabaja.

A las personas estudiantes que cumplan los requisitos de graduación se les otorgará un diploma de Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía y énfasis en Gerencia de Mantenimiento.

Los requisitos planteados por el ITCR cumplen con la normativa vigente.

10. Listado de los cursos de la carrera

El listado de las actividades académicas que desarrollará este programa se presenta en forma detallada en el Anexo A.

El programa comprende en ambos énfasis un total de 64 créditos y cumple con lo establecido en la normativa vigente.

11. Descripción de los cursos de la carrera

Los programas de los cursos y demás actividades académicas se muestran en el Anexo B y cumplen con lo establecido en la normativa.

12. Correspondencia del equipo docente con los cursos asignados

En la normativa universitaria se establece que para ser docente de posgrado (Maestría) los docentes deben poseer al menos dicho nivel académico y su título o diploma deberá mostrar afinidad con los contenidos de los cursos o las actividades de formación asignadas.

Los nombres y los grados académicos de los profesores de la Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico de Costa Rica propuestos aparecen en el Anexo C.

La División Académica considera que las normativas vigentes sobre el personal docente se cumplen.

13. Conclusiones

La propuesta cumple con la normativa aprobada por el CONARE en el *Convenio para crear una nomenclatura de grados y títulos de la Educación Superior Estatal*⁴, en el *Convenio para unificar la definición de crédito en la Educación Superior*⁵ y con los procedimientos establecidos en el documento *Lineamientos para la creación y rediseño de carreras universitarias estatales*. Además, está acorde a lo establecido en el Marco de Cualificaciones para la Educación Superior Centroamericana (MCESCA).

14. Recomendaciones

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

- a) Que el Instituto Tecnológico de Costa Rica proceda con el rediseño de la Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía y énfasis en Gerencia del Mantenimiento y que modifique, los cursos, objetivos, perfil y contenidos de acuerdo con los términos expresados en este dictamen.
- b) Que el Instituto Tecnológico de Costa Rica vele por que efectivamente se provea de los recursos necesarios para el desarrollo de la carrera propuesta según los términos de este dictamen.

- c) Que el Instituto Tecnológico de Costa Rica realice evaluaciones internas durante el desarrollo de la carrera.

¹ Lineamientos para la creación y rediseño de carreras universitarias estatales. Aprobados por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión N°41-2022 celebrada el 18 de octubre de 2022.

² Resumen ejecutivo para el rediseño de la Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2023.

³ Marco de Cualificaciones para la Educación Superior Centroamericana. Resultados de Aprendizaje para los niveles Técnico Superior Universitario, Bachillerato Universitario, Licenciatura, Maestría y Doctorado, Consejo Superior Universitario Centroamericano, 2018.

⁴ Convenio de Nomenclatura de grados y títulos de la Educación Superior Estatal. Aprobado por el CONARE las ratificaciones de los Consejos Universitarios e Institucional el 3 de octubre de 2023 y entrada en vigor mediante la publicación oficial en La Gaceta a partir del 16 de octubre de 2023

⁵ Convenio para unificar la definición de crédito en la Educación Superior. Aprobado por el CONARE el 10 de noviembre de 1976.

15. Ficha de información para gestión de datos

DIVISIÓN ACADÉMICA

FICHA DE INFORMACIÓN PARA GESTIÓN DE DATOS

Nombre de la carrera: Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía y énfasis en Gerencia del Mantenimiento

Universidad: Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)

Grado académico: Maestría Profesional

- Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía
- Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Gerencia de Mantenimiento.

Nombre de la titulación:

Clasificación carreras STEM

Carrera STEM Sí No

Número de créditos totales	Número de periodos totales	Tipo de ciclo o periodo
64	15	Bimestral

Clasificación Campos de Educación y Formación (CINE-F 2013), UNESCO:

Campo amplio (área)	Campo específico (disciplina)	Campo detallado (carrera)
07 Ingeniería, industria y construcción	071 Ingeniería y profesiones afines	0719 Ingeniería y profesiones afines no clasificadas en otra parte
Observaciones Generales	Dictamen anterior Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica, OPES 12-1999	

Anexo A.1
Plan de Estudios de la carrera de Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Gerencia del Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Costa Rica

PERIODO LECTIVO Y CURSO	CRÉDITOS
Tronco Común	
Bimestre I	
Gestión del Conocimiento e innovación	4
Bimestre II	
Gestión del Riesgo	4
Bimestre III	
Formulación y evaluación de proyectos	4
Bimestre IV	
Administración de proyectos	4
Bimestre V	
Transformación digital	4
Bimestre VI	
Ciencias de los datos	4
Bimestre VII	
Teoría de diseño e integración de sistemas	4
Énfasis en Gerencia del Mantenimiento	
Bimestre VIII	
Gestión de activos	4
Bimestre IX	
Modelado y simulación de sistemas electromecánicos	4
Bimestre X	
Ingeniería de confiabilidad	4
Bimestre XI	
Pronóstico y Diagnóstico de sistemas electromecánicos	4
Bimestre XII	

PERIODO LECTIVO Y CURSO	CRÉDITOS
Monitoreo en tiempo real	4
Bimestre XIII	
Automatización y robótica	4
CURSOS GRADUACIÓN	
Bimestre XIV	
Seminario de graduación	4
Bimestre XV	
Proyecto de graduación	8
Total de créditos	64

Anexo A.2
Plan de Estudios de la carrera de Maestría en Administración de la Ingeniería
Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía del Instituto Tecnológico
de Costa Rica

PERIODO LECTIVO Y CURSO	CRÉDITOS
Tronco Común	
Bimestre I	
Gestión del Conocimiento e innovación	4
Bimestre II	
Gestión del Riesgo	4
Bimestre III	
Formulación y evaluación de proyectos	4
Bimestre IV	
Administración de proyectos	4
Bimestre V	
Transformación digital	4
Bimestre VI	
Ciencias de los datos	4
Bimestre VII	
Teoría de diseño e integración de sistemas	4
Énfasis en Administración de la Energía	
Bimestre VIII	
Regulaciones y normativas energéticas de Costa Rica	4
Bimestre IX	
Utilización del recurso energético	4
Bimestre X	
Generación y almacenamiento de energía	4
Bimestre XI	
Energía eólica	4
Bimestre XII	
Sistemas térmicos fotovoltaicos	4

PERIODO LECTIVO Y CURSO	CRÉDITOS
Bimestre XIII	
Gestión de sistemas de climatización	4
CURSOS GRADUACIÓN	
Bimestre XIV	
Seminario de graduación	4
Bimestre XV	
Proyecto de graduación	8
Total de créditos	64

Anexo B

Programas de los cursos de la Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía y énfasis en Gerencia del Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Costa Rica

TRONCO COMÚN DE CURSOS

Nombre del curso: **GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN**

Número de créditos: 4

Descripción:

En un mundo en constante evolución, donde la innovación es la clave para mantenerse competitiva, la gestión del conocimiento y la promoción de la innovación se han convertido en aspectos esenciales para el éxito empresarial. El curso "Gestión del Conocimiento e Innovación" está diseñado para proporcionar a los participantes las herramientas y estrategias necesarias para cultivar una cultura de aprendizaje, capturar el conocimiento interno y fomentar la creatividad que impulsa la innovación en las organizaciones.

Al completar el curso, los participantes dispondrán de mejores habilidades y el conocimiento necesario para crear una cultura de aprendizaje, capturar y aplicar el conocimiento interno, fomentando la creatividad que conduce a la innovación sostenible y al éxito empresarial a largo plazo.

Objetivo General:

Comunicar eficazmente las estrategias y los resultados derivados del ejercicio profesional para evidenciar el impacto en la organización y fomentar la productividad e innovación

Temática o contenidos resumidos:

1. Gestión del conocimiento e innovación, conceptualización
2. Captura del conocimiento
3. Aplicación del conocimiento.
4. Toma de decisiones estratégicas.
5. Componentes de la innovación
6. Criterios de selección y aplicación Innovación.
7. Aplicación de la innovación en la ingeniería.

Nombre del curso: **GESTIÓN DEL RIESGO**

Número de créditos: 4

Descripción:

En un panorama empresarial cada vez más volátil y complejo, la capacidad de comprender, evaluar y gestionar los riesgos de manera efectiva se ha vuelto esencial para el éxito y la sostenibilidad de cualquier organización. El curso de "Gestión de Riesgo " ha sido meticulosamente diseñado para brindar a los participantes una comprensión profunda y práctica de los principios, enfoques y herramientas necesarias para navegar por el entorno de riesgo actual y tomar decisiones informadas que conduzcan a la mitigación y adaptación exitoso.

En este contexto, emerge como una disciplina vital para salvar la estabilidad, integridad y resiliencia de una organización, sumergir a los participantes en un viaje profundo hacia el universo del manejo y mitigación de riesgos, permitiendo que las organizaciones no solo sobrevivan, sino que prosperen en este entorno tan cambiante.

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz de gestionar el riesgo que enfrentan las organizaciones para la toma de decisiones en todos los niveles a partir de directrices adaptadas al ciclo de vida de un activo o cualquier actividad ejecutada a lo largo de la vida de las organizaciones.

Temática o contenidos resumidos:

1. Introducción al riesgo
2. ISO 31000 y la gestión del riesgo
3. ISO 31010 Técnicas de valoración del riesgo
4. Aplicación práctica de un proceso de gestión del riesgo
5. Estándares relacionados con la valoración de riesgos ASG (ambientales, sociales y gobernanza)

Nombre del curso: **FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**

Número de créditos: 4

Descripción:

En el mundo empresarial y en el ámbito de la inversión, la habilidad de convertir ideas en proyectos viables y exitosos es esencial para el crecimiento y la sostenibilidad. El curso "Formulación y Evaluación de Proyectos" te guiará a través del proceso integral de planificación, diseño y análisis crítico de proyectos, brindándote las herramientas necesarias para tomar decisiones informadas y llevar a cabo iniciativas exitosas en diversos campos.

Introduce al estudiante en el marco general de discusión teórica sobre la problemática de los enfoques de los proyectos y las técnicas metodológicas de reciente desarrollo en el área de la formulación.

El conocimiento que va a adquirir el estudiante se reflejará en una amplia capacidad para realizar estudios avanzados, coherentes, con información y análisis profundos sobre variables importantes de un proyecto, como: mercado, técnico, rentabilidad financiera, económica-

social, legal-administrativo, riesgos y ambiental, así como la elaboración de los estudios de un proyecto (perfil, prefactibilidad y factibilidad)

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz de desarrollar metodologías para la formulación y evaluación de proyectos con el fin de encontrar soluciones ante los problemas que se presenten y para la toma de decisiones con criterio ingenieril.

Temática o contenidos resumidos:

1. Introducción al estudio de formulación de proyectos
2. Introducción al Agilismo.
3. Marcos de referencia
4. Identificación de iniciativas y estudios previos.
5. Generalidades de la evaluación financiera.
6. Indicadores financieros para evaluar proyectos.
7. Estructura financiera de los proyectos.
8. Análisis de riesgo (perspectiva financiera).
9. Análisis de sensibilidad.

Nombre del curso: **ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

Número de créditos: 4

Este curso ha sido diseñado tomando en consideración la importancia que reviste la administración de proyectos en el marco del desarrollo económico y social de un país. En este sentido, todo profesional requiere de instrumentos y herramientas que permitan actuar para la solución de las diferentes problemáticas del quehacer diario en la gestión de proyectos. El instrumental de proyectos es una herramienta fundamental, especialmente para funcionarios de las ciencias de la ingeniería, que por lo común tienen que formular, evaluar y administrar proyectos.

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz de evaluar proyectos para que alcance el logro de los objetivos específicos dentro de los límites establecidos de tiempo, costos y calidad a través de la planificación, dirección y control eficiente de los recursos y actividades necesarias

Temática o contenidos resumidos:

1. Introducción a la Administración de proyectos (AP)
2. Administración del Alcance
3. Administración del tiempo.
4. Administración del costo
5. Administración de los involucrados
6. Administración de la calidad.

Nombre del curso: TRANSFORMACIÓN DIGITAL

Número de créditos: 4

Descripción:

En el mundo empresarial actual. La transformación digital se ha convertido en un imperativo para mantenerse competitivo y relevante en un entorno en constante cambio. Este curso de "Transformación Digital en la Industria" está diseñado para proporcionar a los participantes una comprensión profunda de cómo las tecnologías emergentes están remodelando el panorama industrial y cómo pueden aprovecharse estas oportunidades para impulsar la innovación y la eficiencia en sus organizaciones.

Durante este curso, los estudiantes serán guiados a través de fundamentos esenciales de la transformación digital en el contexto de la industria. Se explorarán tópicos como: tecnologías disruptivas, agentes motivadores al cambio, bases de datos, industria inteligente, cambios organizacionales, entre otros.

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz de aplicar los elementos importantes de los procesos de transformación digital en la industria para la mejora de los distintos procesos cuyo resultado se refleje en la competitividad.

Temática o contenidos resumidos:

1. Introducción a la transformación digital para procesos de manufactura
2. Motivadores en la industria para la transformación digital
3. Introducción al big data e inteligencia de negocios

Nombre del curso: CIENCIAS DE LOS DATOS

Número de créditos: 4

Descripción:

En la era digital, donde los datos son el recurso más valioso para una organización, la Ciencia de los Datos emerge como una disciplina esencial para extraer información valiosa y tomar decisiones informadas. El curso "Ciencia de los Datos" se enfoca en el análisis y la interpretación de datos, revelando patrones, tendencias y conocimientos ocultos que pueden transformar la forma en que las organizaciones abordarán los desafíos y aprovecharán las oportunidades.

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz de evaluar los diferentes conceptos y herramientas de la ciencia de los datos para la gestión de la energía y la gestión electromecánica.

Temática o contenidos resumidos:

1. Introducción al aprendizaje automático
2. Etapa de procesamiento.

3. Etapa de selección de características y reducción de la dimensionalidad.
4. Etapa de clasificación.

Nombre del curso: **TEORÍA DE DISEÑO E INTEGRACIÓN DE SISTEMAS**

Número de créditos: 4

Descripción:

El diseño de sistemas tecnológicos surge de la necesidad o deseo humano, y aunque algunas soluciones propuestas pueden ser eficaces, no siempre son óptimas. En un entorno competitivo, el diseño no puede basarse en procesos creativos desestructurados. El análisis de sistemas exitosos revela pasos comunes en su diseño, fabricación, operación y descarte. Estos pasos han llevado a la creación de la "ingeniería de sistemas", un campo multidisciplinario centrado en el diseño e integración de sistemas complejos. Este curso se enfocará en el diseño e integración, cubriendo técnicas de ingeniería para sistemas, especialmente electromecánicos, y abordando conceptos como requerimientos, análisis funcional, arquitecturas, verificación y validación.

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz de evaluar diferentes técnicas ingenieriles para el manejo de la complejidad en el

diseño e integración de sistemas tecnológicos electromecánicos

Temática o contenidos resumidos:

1. Introducción a la ingeniería de sistemas.
2. Etapas genéricas de un ciclo de vida de sistemas.
3. Procesos técnicos en ingeniería de sistemas.
4. Ingeniería de requerimientos.
5. Arquitectura de sistemas.
6. Ingeniería de sistemas basada en modelos.

ÉNFASIS EN GERENCIA DEL MANTENIMIENTO

Nombre del curso: **GESTIÓN DE ACTIVOS**

Número de créditos: 4

Descripción:

Este programa de formación permitirá al participante un primer acercamiento a los conceptos asociados a un sistema de gestión de activos basado en la normativa ISO 55001, esto a fin de afianzar la excelencia operacional, asegurar la sostenibilidad futura de la organización apoyando y asegurando el logro de los planes estratégicos de negocio en la organización y de sustentar en el corto plazo su sistema de gestión de activos basado en el estándar ISO 55.000.

En los entornos de crisis económicas, la alta competitividad de los mercados y la búsqueda constante de rentabilidad y sostenibilidad en las organizaciones forman parte de ese conjunto variables de alto impacto que deben ser gestionada para lograr resultados óptimos, por lo que a partir de estos se generan nuevos retos organizacionales y se ha producido la necesidad de romper algunos paradigmas asociados a la gestión de los activos físicos y las personas, que les permita gestionar los recursos bajo un enfoque de equilibrio costo-riesgo-beneficio.

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz de desarrollar los requisitos de un sistema de gestión de activos dentro del contexto de una organización y su alineación a las normas de calidad nacional e internacional vigentes.

Temática o contenidos resumidos:

1. Introducción al proceso de Gestión de Activos
2. Anatomía de la gestión del activo.
3. Sistema de gestión de activos.
4. Análisis e implementación de los requisitos de la 55001.
5. Integración del estándar ISO 55001 con la normativa internacional vigente.

Nombre del curso: **MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS**

Número de créditos: 4

Descripción:

En este curso se estudian y analizan los aspectos más importantes que se tratan en una gestión integral del mantenimiento, desde la planificación ejecución, registro y control hasta los indicadores de gestión que analizan el desempeño del mantenimiento dentro de la organización

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz de construir representaciones simplificadas de sistemas electromecánicos que permita la comprensión y evaluación de diferentes escenarios en la toma de decisiones.

Temática o contenidos resumidos:

1. Fundamentos de modelado de sistemas.
2. Desarrollo de un modelo.
3. Conceptos fundamentales de simulación
4. Simulación en tiempo real, prototipado virtual y validación parcial de un sistema.
5. Análisis estadístico de simulaciones.
6. Modelado y simulación en la gestión de la ingeniería electromecánica.

Nombre del curso: **INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD**

Número de créditos: 4

Descripción: Este curso abarca los fundamentos esenciales de la ingeniería de la fiabilidad relacionados con las averías de maquinaria e instrumentos durante su ciclo de vida. El enfoque principal del curso reside en la aplicación de conceptos de matemáticas experimentales y teoría de la probabilidad en diversas metodologías para calcular la fiabilidad en un lapso específico vinculado a la disciplina de ingeniería electromecánica. Se busca utilizar los conocimientos matemáticos, estadísticos e ingenieriles en el estudio de la ingeniería de la confiabilidad, con el fin de estimar la vida útil y las probabilidades de fallo y servicio, como herramientas para la toma de decisiones basada en datos, en aspectos relevantes de diseño, mantenimiento y mejora continua de los procesos.

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz de estimar la duración y las probabilidades de fallo en sistemas electromecánicos y servicios a partir del análisis de la ingeniería de la confiabilidad para la toma de decisiones informadas

Temática o contenidos resumidos:

1. Introducción a la Ingeniería Confiabilidad
2. Sistemas redundantes
3. Análisis de las distribuciones de confiabilidad
4. Planeamiento de las pruebas de confiabilidad
5. Modos con fallas múltiples
6. Confiabilidad de sistemas reparables
7. Identificación y análisis de fallas

Nombre del curso: **PRONÓSTICO Y DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS ELECTROMECÁNICOS**

Número de créditos: 4

Descripción:

El mantenimiento basado en condiciones (CBM por sus siglas en inglés) y la gestión de pronósticos y salud (PHM por sus siglas en inglés) han surgido en los últimos años como tendencias con un impacto significativo en la gestión de mantenimiento. De hecho, estamos presenciando un verdadero cambio de paradigma en la forma en que se diseñan, monitorean y mantienen sistemas electromecánicos comerciales o industriales. El diagnóstico de fallas y el pronóstico de la vida útil remanente del componente en falla, así como las actividades de apoyo logístico necesarias para mantener, reparar o revisar dichos sistemas críticos, requieren una contribución activa de múltiples disciplinas. CBM y PHM se caracterizan por la fusión y fuerte acoplamiento de tendencias interdisciplinarias de las ciencias de la ingeniería, ciencias de la computación, ingeniería de confiabilidad, comunicaciones, gestión, entre otros.

En el presente curso se pretende proveer al o a la estudiante las herramientas necesarias para desarrollar sistemas de diagnóstico y pronósticos de sistemas electromecánicos que servirán como soporte en la toma de decisiones para la gestión de sistemas electromecánicos.

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz de aplicar las diferentes técnicas de diagnósticos y pronósticos para la gestión de sistemas electromecánicos.

Temática o contenidos resumidos:

1. Introducción a los diagnósticos y pronósticos en ingeniería electromecánica
2. Enfoque de sistemas para Mantenimiento Basado en Condición y Gestión de pronósticos y Salud (PHM)
3. Sensores y estrategias de toma de datos.
4. Procesamiento de señales y gestión de base de datos para diagnósticos y pronósticos.
5. Diagnóstico de condiciones anómalas
6. Pronóstico de fallas
7. Métricas de evaluación de diagnósticos y pronósticos
8. Soporte de los diagnósticos y Pronósticos para la operación de la Organización

Nombre del curso: MONITOREO EN TIEMPO REAL

Número de créditos: 4

Descripción:

El curso de Monitoreo en Tiempo Real es un programa especializado y diseñado para proporcionar a los estudiantes una sólida formación en la recopilación, análisis y visualización de datos en tiempo real. Durante el curso, los participantes explorarán los fundamentos y sus aplicaciones para así implementar sistemas efectivos de monitoreo.

El curso abordará temas clave, como el uso de sensores para adquirir datos en tiempo real, las arquitecturas de sistemas de monitoreo, el procesamiento y almacenamiento de grandes volúmenes de información y las técnicas de análisis y visualización de datos en tiempo real. Los estudiantes también aprenderán sobre la comunicación y conectividad necesarias para transmitir datos de manera eficiente y segura.

Además, el curso se enfocará en la aplicación práctica del monitoreo en tiempo real en diversas industrias y áreas, incluyendo la industria manufacturera, la salud, el medio ambiente, la logística y más. Los participantes estudiarán casos reales y se familiarizarán con aplicaciones concretas del monitoreo en tiempo real en situaciones reales.

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz de monitorear en tiempo real para la implementación de sistemas efectivos en los diversos campos de la industria, el ambiente, logística, entre otros.

Temática o contenidos resumidos:

1. Introducción al monitoreo en tiempo real.

2. Comunicación y conectividad.
3. Arquitectura de sistemas de monitoreo.
4. Datos en tiempo real.
5. Internet de las cosas.
6. Aplicaciones del monitoreo en tiempo real.

Nombre del curso: AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA

Número de créditos: 4

Descripción:

El curso de Automatización y Robótica es una enriquecedora oportunidad de aprender sobre la intersección de la ingeniería eléctrica, mecánica y de control en el diseño, programación y operación de sistemas automáticos y robots. A lo largo del curso, los estudiantes introducirán los conceptos fundamentales de la automatización industrial y la robótica, y adquirirán habilidades prácticas para aplicar estos conocimientos en el desarrollo de soluciones tecnológicas avanzadas.

Es una oportunidad para que los estudiantes adquieran habilidades y conocimientos en un campo tecnológico de creciente relevancia. La formación obtenida en el curso los preparará para su uso y aplicación en la industria, la investigación y el desarrollo de tecnologías avanzadas en la automatización y la robótica. Con una combinación de teoría y práctica, los estudiantes estarán bien equipados para abordar los desafíos y las oportunidades que ofrecen este campo de estudio.

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz de desarrollar habilidades para la aplicación y usos de robots en distintos campos, como la industria, medicina, logística, entre otros

Temática o contenidos resumidos:

1. Introducción a la automatización y robótica.
2. Tipos de robots.
3. Sensores y actuadores.
4. Programación de robots.
5. Sistemas de control.
6. Automatización industrial.
7. Aplicaciones de la robótica.

ÉNFASIS EN ADMINISTRACIÓN DE LA ENERGÍA

Nombre del curso: REGULACIONES Y NORMATIVAS ENERGÉTICAS DE COSTA RICA

Número de créditos: 4

Descripción:

En este curso se enseñan los principios fundamentales de la Regulación y normativa del Sector Eléctrico. La electricidad constituye uno de los servicios fundamentales para toda sociedad moderna. Condiciona en gran medida el nivel de bienestar de las poblaciones y el potencial de crecimiento de los países. La literatura proporciona evidencia de que la estructura del mercado eléctrico y el marco regulatorio que lo rige constituyen elementos críticos en la formación del precio y por ende en la calidad de vida de los ciudadanos. Analizar ambos elementos para el caso costarricense, y sus implicaciones. La energía es central para casi todos los grandes desafíos y oportunidades a los que hace frente el mundo actualmente. Ya sea para los empleos, la seguridad, el cambio climático, la producción de alimentos o para aumentar los ingresos, el acceso a la energía para todos es esencial. La energía sostenible es una oportunidad que transforma vidas, economías y el planeta

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz de analizar la regulación y normativas energéticas nacionales para fortalecer el análisis, diseño, desarrollo y gestión de los procesos productivos de las organizaciones

Temática o contenidos resumidos:

1. Situación del sector energético regional contexto, tendencias, retos y oportunidades
2. Arquitectura institucional, gobernanza, políticas públicas y regulación en el sector energético
3. Procedimientos para la operación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN)
4. Normativa técnica nacional
5. Normativa mercado regional
6. Ley 7200 y Reglamento
7. Contrato para el suministro de energía eléctrica para abonados de baja tensión
8. Normativas de Gestión de Energía: Leyes de Costa Rica
9. Decretos
10. Planes

Nombre del curso: UTILIZACIÓN RECURSO ENERGÉTICO

Número de créditos: 4

Descripción:

En Costa Rica y los países en desarrollo existe una necesidad creciente de energía a precio razonable y amigable con el ambiente, necesaria para el desarrollo de la industria y la sociedad.

Existe evidencia de la pronta escases del petróleo a nivel mundial, por lo tanto, deben evaluarse fuentes alternativas a mediano plazo.

Es importante, por lo tanto, que el ingeniero conozca las diferentes fuentes de energía disponible, especialmente las fuentes alternativas; entienda, además, las técnicas utilizadas para captar estos recursos y cómo aplicarlas a las necesidades de cada aplicación.

Se debe evaluar la posibilidad de reemplazo de las fuentes convencionales versus las energías alternativas, para identificar las más eficientes de acuerdo con su aplicación.

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz de desarrollar herramientas para la comprensión del uso de los recursos energéticos (renovables, no renovables y emergentes) que permitan la satisfacción de las necesidades humanas y la sociedad en general, vital para el funcionamiento de las diversas actividades económicas, industriales y comerciales.

Temática o contenidos resumidos:

1. Descripción del sector energético de nacional y su relación con Centroamérica.
2. Balances de energías
3. Fuentes de energía no renovables.
4. Fuentes de energía renovable convencionales
5. Aplicaciones no convencionales de energía renovable

Nombre del curso: GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Número de créditos: 4

Descripción

El curso de Generación y Almacenamiento de Energía está enfocado en que el estudiante aprenda, seleccione y busque alternativas de energías renovables para los procesos productivos humanos, considerando principios éticos y morales aceptados por la sociedad. Se busca evaluar el rendimiento energético de empresas relacionadas con la generación, distribución o consumo de energía, con el fin de implementar acciones de optimización que beneficien al negocio. Se promueve una actitud creativa, innovadora y un enfoque sistémico para generar opciones que ayuden en la toma de decisiones sobre el uso de tecnologías limpias. A través de estudios de viabilidad, se busca minimizar el impacto ambiental de las operaciones, siempre guiados por principios éticos y morales reconocidos por la sociedad.

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz de evaluar el desempeño energético de las industrias generadoras, distribuidoras o consumidoras de energía para la toma de decisiones relacionadas con la aplicación de energías limpias en los procesos productivos.

Temática o contenidos resumidos:

1. Modelado y Simulación de Redes Eléctricas
2. Despacho Óptimo de la Generación
3. Flujos óptimos de potencia.
4. Recursos renovables y no renovables para la generación de electricidad.

5. Integración de la Generación al Sistema

Nombre del curso: **ENERGÍA EÓLICA**

Número de créditos: 4

Descripción:

Costa Rica posee un gran potencial de Energías Renovables dentro de las cuales la Energía Eólica posee un rol cada vez más importante en la matriz energética nacional. Este curso pretende exponer los fundamentos físicos relacionados con el recurso eólico, las diferentes tecnologías utilizadas para aprovechar dicho recurso y el proceso de desarrollo de un proyecto eólico, así como la normativa aplicable.

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz de desarrollar los conocimientos básicos sobre la ciencia y tecnología de la energía eólica, tomando en cuenta diversos criterios técnicos y gerenciales.

Temática o contenidos resumidos:

1. Introducción a la energía eólica.
2. Recurso eólico.
3. Fundamentos de la Energía Eólica.
4. Tecnología de turbinas eólicas.
5. Componentes de una Turbina Eólica
6. Integración de la Energía Eólica a la Red Eléctrica
7. Desarrollo de proyectos eólicos
8. Operación y mantenimiento de parques eólicos.

Nombre del curso: **SISTEMAS TÉRMICOS Y FOTOVOLTAICOS**

Número de créditos: 4

Descripción:

La energía representa uno de los rubros productivos de mayor impacto en el sistema de costos de una organización, por lo cual una adecuada administración de los recursos se verá reflejada en los resultados generales de la organización. A la vez, el sector energético es el responsable de la mayor cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero en el país. Los profesionales en ingeniería a cargo de las áreas asociadas a la energía en las organizaciones deben conocer el impacto que las mejoras implementadas en una empresa tendrán a nivel local y global, su enlace con sistemas de gestión y la normativa legal aplicable. El curso le permitirá conocer el acontecer regional, legislación aplicable y herramientas que, combinadas con el quehacer en la mejora energética, le ayudarán a desarrollar proyectos rentables, dentro de un marco de desarrollo sostenible

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz de desarrollar los conceptos para la correcta evaluación, diseño, mantenimiento e impacto energético y financiero de los sistemas de energía fotovoltaica a nivel residencial, comercial e industrial.

Temática o contenidos resumidos:

1. Conceptos.
2. Componentes de un sistema fotovoltaico.
3. Diseño de un sistema fotovoltaico.
4. Fallos en sistemas fotovoltaicos.
5. Evaluación técnico-financiera de un sistema fotovoltaico.

Nombre del curso: **GESTIÓN SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN**

Número de créditos: 4

Descripción:

Los sistemas de climatización artificial son una alternativa de solución cuando se tienen ambientes que requieren un control de la temperatura, de la humedad relativa, de la velocidad y de la concentración de agentes químicos en el aire, con la finalidad de propiciar condiciones de bienestar, confortables y saludables para las personas que utilizan dichos espacios para realizar sus actividades cotidianas de trabajo, estudio, descanso y recreación.

Este curso se enfoca en estudiar los principales argumentos para la toma de decisiones gerenciales en la gestión de la energía de los sistemas de climatización que utilizan expansión directa de refrigerante y los de agua helada, debido a que estos son los más comunes en aplicaciones residenciales, comerciales e industriales. Al analizar el consumo de energía en un edificio, se llega a determinar que entre el 40% y el 60% de la energía corresponde a los sistemas de climatización y esto implica que la gestión de estos sistemas es fundamental para la optimización del uso de los recursos energéticos y por ende financieros.

Se observa la forma de calcular la carga térmica de enfriamiento y la gestión de los diferentes tipos de carga, dando especial atención al uso de tecnologías modernas; las condiciones psicométricas para comprender la dinámica del acondicionamiento del aire en el control de temperatura y humedad para lograr resultados satisfactorios en los esfuerzos por propiciar condiciones confortables y saludables en el aire y para dimensionar correctamente los equipos de modo que se obtenga un mejor provecho de las inversiones en sistemas y en los costos de operación y mantenimiento. También se estudian los métodos para optimizar el transporte de aire a través de conductos. Al completar el curso, el estudiante estará en capacidad de comprender y conceptualizar un sistema de aire acondicionado para un edificio a partir de información general básica recopilada en el sitio y el intercambio de información durante las clases, con criterio gerencial para gestionar adecuadamente las cargas térmicas y la operación correcta y adecuada de equipos y sistemas.

Objetivo General:

La persona estudiante será capaz tomar decisiones gerenciales en la gestión de la climatización artificial como alternativa de solución para el problema del manejo de cargas

térmicas de enfriamiento en edificios, basándose en criterios tecnológicos, energéticos, ambientales y financieros.

Temática o contenidos resumidos:

1. Introducción Marco Normativo
2. Certificaciones sostenibles.
3. Impacto de la climatización.
4. Refrigerantes
5. Tecnologías Emergentes
6. Análisis de opciones y toma de decisiones gerenciales

CURSOS DE GRADUACIÓN

Nombre del curso: SEMINARIO DE GRADUACIÓN

Número de créditos: 4

Descripción:

El seminario es una actividad académica de carácter intensivo en la cual se analiza el proceso de investigación en el campo de la ingeniería y las condiciones formales de los proyectos de graduación con el fin de generar una propuesta o anteproyecto que pueda ser ejecutado posteriormente como trabajo de graduación.

El proceso de escogencia del tema y de su análisis correspondiente para la elaboración de la propuesta (anteproyecto) debe ser realizado concienzudamente pues será el tema de su proyecto de graduación.

El resultado del seminario es un documento que defina claramente un problema de ingeniería electromecánica de nivel superior, analice sus antecedentes prácticos y técnicos, establezca una metodología adecuada para su tratamiento, y prevea las condiciones materiales y logísticas necesarias con sus respectivos tiempos para su implementación. Este producto deberá ser sometido a la crítica de los profesores de la maestría y ser expuesto en la última semana del curso. Podrá complementarse en el período inmediato posterior con la asesoría de especialistas en los campos técnicos tratados y presentado para su aprobación ante un tribunal de grado.

Objetivo General:

Desarrollar habilidades y destrezas para la consecución de un proyecto de investigación o proyecto de graduación a partir de técnicas y conocimientos en metodologías de la investigación basadas en las etapas del proceso, técnicas y herramientas aplicables para la generación de conocimiento

Temática o contenidos resumidos:

1. Introducción al proceso de investigación.
2. Marco contextual de la investigación.
3. Metodología de la investigación.
4. Instrumentos de recolección de datos.
5. Análisis de datos. Elementos de muestreo de datos.
6. Elaboración del trabajo final de graduación.

Anexo C

Profesores de los cursos de la Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía y énfasis en Gerencia del Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Costa Rica

Nombre del curso	Docentes propuestos
Gestión del Conocimiento e Innovación.	Carlos Piedra Santamaría.
Gestión del Riesgo.	Carlos Piedra Santamaría.
Formulación y Evaluación Proyectos.	Sebastián Mata Ortega
Administración de Proyectos.	Rosa Matarrita Chaves
Transformación Digital	Saúl Calderón Ramírez.
Ciencia de los Datos	Saúl Calderón Ramírez.
Teoría Diseño e Integración Sistemas.	Juan José Montero Jiménez.
Gestión de Activos.	Carlos Piedra Santamaría.
Modelado y Simulación Sistemas Electromecánicos.	Juan Guerrero Fernández.
Ingeniería de Confiabilidad.	Esteban Le Maitre González.
Diagnóstico y Pronóstico Sistemas Electromecánicos.	Juan José Montero Jiménez.
Monitoreo en Tiempo Real.	Luis Diego Murillo Soto.
Automatización y Robótica	Juan José Rojas Hernández.
Regulaciones y Normativas Energéticas en Costa Rica.	Sandra Vega Gómez.
Utilización Recurso Energético.	Carlos Piedra Santamaría.
Generación y Almacenamiento Energía.	Gustavo Gómez Ramírez.
Energía Eólica.	Gustavo Richmond Navarro.
Sistemas térmicos y fotovoltaicos	Luis Diego Murillo Soto
Gestión Sistemas de Climatización	Sebastián Mata Ortega
Seminario de Graduación	Gustavo Gómez Ramírez.
Proyecto de Graduación	Según proyecto de Graduación

Anexo D

Profesores de los cursos de la Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía y énfasis en Gerencia del Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Costa Rica y sus grados académicos

CARLOS PIEDRA SANTAMARÍA.

Bachillerato en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Maestría en Administración de la Ingeniería en Electromecánica con énfasis en Gerencia del Mantenimiento, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

SEBASTIÁN MATA ORTEGA

Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

ROSA MATARRITA CHAVES

Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica

Maestría en Gerencia de Proyectos con énfasis en Proyectos Empresariales, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

SAÚL CALDERÓN RAMÍREZ.

Bachillerato en Computación e Informática, Universidad de Costa Rica.

Maestría Académica en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica.

Doctorado en Filosofía en Informática, Universidad de Montfort, Reino Unido, equiparado al grado y título de Doctorado Académico en Computación e Informática de la Universidad de Costa Rica.

JUAN JOSÉ MONTERO JIMÉNEZ.

Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica

Doctorado en Ingeniería, Universidad de Tolouse, Francia. Reconocido y Equiparado al grado de Doctor otorgado por el Instituto Tecnológico de Costa Rica y la Universidad de Costa Rica.

JUAN GUERRERO FERNÁNDEZ.

Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica

Maestría de Ciencias en Mecatrónica, Universidad de Ciencias aplicadas, Aachen, Alemania.

Reconocido y equiparado al grado de maestría académica de la Universidad de Costa Rica.

ESTEBAN LE MAITRE GONZÁLEZ.

Licenciatura en Ingeniería en Producción Industrial.

Maestría en Sistema Modernos de Manufactura, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

JUAN JOSÉ MONTERO JIMÉNEZ.

Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Doctor en Ingeniería, Universidad Tolouse, Francia, reconocido y equiparado al grado de Doctor ofrecido por el Instituto Tecnológico de Costa Rica y la Universidad de Costa Rica.

LUIS DIEGO MURILLO SOTO.

Bachillerato en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica.
Maestría en Computación opción en Telemática, Instituto Tecnológico de Costa Rica
Maestría Académica en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica.
Doctorado académico en Ingeniería, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

JUAN JOSÉ ROJAS HERNÁNDEZ.

Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica.
Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica énfasis en Sistemas Microelectromecánicos,
Instituto Tecnológico de Costa Rica.

SANDRA VEGA GÓMEZ.

Bachillerato en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica
Licenciatura en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica.
Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica énfasis en Administración de la
Ingeniería, Instituto Tecnológico de Costa Rica
Maestría en Administración, Universidad de las Ciencias y el Arte de Costa Rica.

CARLOS PIEDRA SANTAMARÍA.

Bachillerato en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica.
Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica énfasis en Gerencia de
Mantenimiento, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

GUSTAVO GÓMEZ RAMÍREZ.

Bachillerato en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica.
Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica.
Maestría Académica en Ingeniería Eléctrica con énfasis en Sistemas de Potencia, Universidad
de Costa Rica.
Maestría en Administración de Negocio con énfasis en Gerencia Estratégica, Universidad
Estatad a Distancia, Costa Rica.

GUSTAVO RICHMOND NAVARRO.

Bachillerato en Física, Universidad de Costa Rica.
Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial
Maestría en Ciencias de la Ingeniería, mención Mecánica de la Universidad de Chile.
Equiparado al grado de Maestría Académica de la Universidad de Costa Rica.
Doctorado académico en Ingeniería, Universidad de Costa Rica e Instituto Tecnológico de
Costa Rica.

GUSTAVO GÓMEZ RAMÍREZ.

Bachillerato en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica
Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica
Maestría Académica en Ingeniería Eléctrica con énfasis en Sistemas de Potencia, Universidad
de Costa Rica.
Maestría en Administración de Negocios con énfasis en Herencia Estratégica, Universidad
Estatad a Distancia.



CONSEJO NACIONAL
DE RECTORES

UCR

TEC

UNA

UNED

UTN
Universidad
Técnica Nacional