

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE ORURO
FACULTAD NACIONAL DE INGENIERÍA



INGENIERÍA ELÉCTRICA



**PLAN
DE
ESTUDIOS
2019**





El COMITÉ EJECUTIVO DE LA UNIVERSIDAD BOLIVIANA en uso de sus atribuciones,

Certifica:

Que, la **CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA** de la **FACULTAD NACIONAL DE INGENIERÍA** de la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE ORURO** ha concluido de manera satisfactoria el proceso de evaluación externa con fines de acreditación, de acuerdo al Reglamento vigente en el Sistema de la Universidad Boliviana.

Que, al amparo de la Resolución N° 11/09 de La Conferencia Nacional de Universidades, llevada a cabo el día 3 de marzo del año en curso, en la ciudad de la Santísima Trinidad, la **CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA** de la Universidad Técnica de Oruro es reconocida como:

UNIDAD ACADÉMICA ACREDITADA

El período de Acreditación se extiende hasta el mes de noviembre de 2014.

En cuanto certificamos en honor a la verdad y con el respaldo de la documentación respectiva.

La Paz, marzo 2009

[Signature]
Dr. Gonzalo Subicada López
SECRETARIO EJECUTIVO NACIONAL

Lic. Rodolfo Arteaga Céspedes
SECRETARIO NACIONAL DE PLANIFICACIÓN ACADÉMICA

[Signature]
Ing. Rubén Medinaceli Ortiz
SECRETARIO NACIONAL DE INV. CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Dr. Juan Carlos Pereira Sanzotenea
SECRETARIO NACIONAL DE POSTGRADO

[Signature]
Ing. Marcelo Quiroga Melgarojo
SECRETARIO NACIONAL DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

[Signature]
Ing. Germán Azarazu Pantoja
SECRETARIO NACIONAL DE GESTIÓN Y RR.II.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE ORURO
RECTORADO

· Av. 6 de Octubre N° 5715
Teléfono 5250100 – Casilla 49 – Fax 5242215
Email: rektorado@uto.edu.bo
Oruro - Bolivia

RESOLUCIÓN N° 1/11.

HONORABLE CONSEJO UNIVERSITARIO

a, 31 de enero de 2011.

CONSIDERANDO

Que, desde la gestión académica 2004, la **Facultad Nacional de Ingeniería** ha venido trabajando los nuevos planes de estudios, ofreciendo el modelo curricular basado en competencias profesionales.

Que la **Facultad Nacional de Ingeniería**, para cumplir su misión de formar profesionales altamente calificados, ha decidido elaborar nuevos perfiles profesionales en base al enfoque teórico metodológico y pedagógico, basado en competencias profesionales, de modo que la formación será desarrollando las habilidades, destrezas y conocimientos necesarios para el desempeño de los profesionales.

Que con estos antecedentes, la **Facultad Nacional de Ingeniería** ha aprobado los nuevos planes de estudios en las distintas carreras y programas, ajustándose a las recomendaciones emitidas en los procesos de acreditación de los mismos.

Que los nuevos planes de estudios planteados por la **Facultad Nacional de Ingeniería** han sido minuciosamente revisados, evidenciando que los mismos se ajustan a las disposiciones universitarias en vigencia.

Que, la Comisión Académica del Honorable Consejo Universitario ha debatido acerca de este tema y, en conclusión, ha resuelto recomendar la aprobación de los nuevos planes propuestos, para su implementación a partir de la gestión académica 2011.

Por tanto, **SE RESUELVE:**

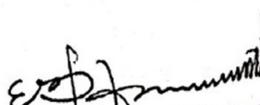
PRIMERO Aprobar los nuevos planes de estudios para las distintas carreras y programas de la **FACULTAD NACIONAL DE INGENIERÍA** y disponer su vigencia a partir de la gestión académica 2011.

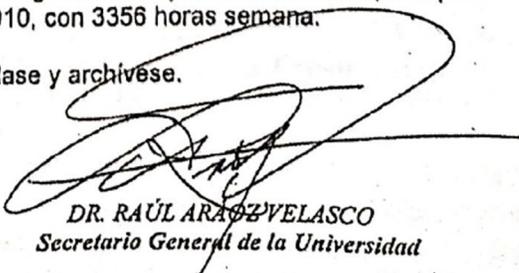
SEGUNDO Se declara en la **Facultad Nacional de Ingeniería**, los semestres académicos I/2011 y II/2011, como gestiones de transición, lo que permitirá que las nominaciones docentes de los semestres mencionados tengan la flexibilidad en la aplicación de normativa vigente en lo concerniente a la homologación, compensación y convalidación de asignaturas, tanto para docentes titulares como para docentes interinos; para la aplicación de esta resolución en cuanto a los docentes interinos se aplicará la tabla de convalidación vigente para los estudiantes.

TERCERO La **Facultad Nacional de Ingeniería** deberá tomar todas las previsiones a fin de cumplir la normativa vigente en la **UTO** para la gestión 2012, en caso contrario no se dará curso a los nombramientos fuera de norma.

CUARTO Se autoriza a la **Facultad Nacional de Ingeniería** la ejecución de techo presupuestario efectivizado en el semestre II/2010, con 3356 horas semana.

Hágase conocer, cúmplase y archívese.


ING. ERMINDO BARRIENTOS PÉREZ
Rector de la Universidad


DR. RAÚL ARAOZ VELASCO
Secretario General de la Universidad

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	3
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA	4
MISIÓN.....	4
VISIÓN.....	4
OBJETIVOS DE LA CARRERA.....	5
COMPETENCIAS PROFESIONALES DE INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA.....	5
LISTADO DE COMPETENCIAS.....	5
CRITERIOS DE EJECUCIÓN Y DESEMPEÑO.....	7
PERFIL PROFESIONAL DEL INGENIERO ELÉCTRICO.	11
CAMPO OCUPACIONAL DEL INGENIERO ELÉCTRICO.....	11
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA ELÉCTRICA - MENCIÓN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA	11
MALLA CURRICULAR – SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA	15
CLASIFICACIÓN DE ASIGNATURAS	16
MENCIÓN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA.....	16
MENCIÓN SISTEMAS ELÉCTRICOS INDUSTRIALES	18
MALLA CURRICULAR – SISTEMAS ELÉCTRICOS INDUSTRIALES	21
CLASIFICACIÓN DE ASIGNATURAS	22
MENCIÓN SISTEMAS ELÉCTRICOS INDUSTRIALES.	22
PLAN DE ESTUDIOS PARA TÉCNICOS SUPERIORES - INGENIERÍA ELÉCTRICA	23
MALLA CURRICULAR PARA TÉCNICOS SUPERIORES - INGENIERÍA ELÉCTRICA	25
UNIDADES TEMÁTICAS	26
ELT 2310 - FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA.....	26
HUM4310 - REDACCIÓN, ORATORIA Y LIDERAZGO	28
ELT 2460 - CIRCUITOS ELÉCTRICOS I.....	33
ELT 2470 - ELECTROMAGNETISMO APLICADO.....	36
ELT 2522 - SEÑALES Y SISTEMAS DISCRETOS	39
ELT 2532 - MEDIOS DE TRANSMISIÓN.....	42
ELT 2570 - CIRCUITO ELÉCTRICOS II.....	45

ELT 2580 - ELECTRÓNICA I.....	50
ELT 2590 - SISTEMAS DE CONTROL I	53
ELT 2641 - MÁQUINAS ELÉCTRICAS I	57
ELT 2651 - PRESUPUESTO, ORGANIZACIÓN Y DIRECCIÓN EMPRESARIAL.....	60
ELT 2680 - ELECTRÓNICA DIGITAL I	63
ELT 2682 - ELECTRÓNICA II.....	71
ELT 2690 - ELECTRÓNICA DE POTENCIA I.....	74
ELT 2692 - SISTEMAS DE CONTROL II	77
ELT 2731 - MÁQUINAS ELÉCTRICAS II	80
ELT 2761 - SISTEMAS DE POTENCIA I	85
ELT 2811 - MEDICIONES ELÉCTRICAS.....	88
ELT 2821 - MÁQUINAS ELÉCTRICAS III	93
ELT 3520 - INSTALACIONES ELÉCTRICAS I	96
ELT 3611 - CENTRALES ELÉCTRICAS.....	100
ELT 3620 - INSTALACIONES ELÉCTRICAS II	105
ELT 3631 - LÍNEAS DE TRANSMISIÓN	110
ELT 3712 - ELECTRÓNICA DE POTENCIA II.....	113
ELT 3741 - ENERGÍAS ALTERNATIVAS	117
ELT 3751 - SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN.....	121
ELT 3752 - DISEÑO Y PROYECTOS DE CONTROL	124
ELT 3770 - ACCIONAMIENTO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS	128
ELT 3771 - MANTENIMIENTO ELÉCTRICO, SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL.....	132
ELT 3831 - PROTECCIONES DE SISTEMAS DE POTENCIA.....	134
ELT 3841 - SISTEMAS DE POTENCIA II	138
ELT 3851 - TÉCNICAS DE ALTA TENSIÓN.....	141
ELT 3861 - OPERACIÓN ECONÓMICA Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS	144
ELT 3880 - INSTRUMENTACIÓN	148
ELT 3890 - AUTOMÁTICA I.....	152
ELT 3910 - PLANIFICACIÓN DE PROYECTO DE GRADO	157
ELT 3920 - PRÁCTICAS EN LA INDUSTRIA	159
ELT 3961 - SISTEMAS DE POTENCIA III	160
ELT 3971 - SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.....	162
ELT 3981 - TARIFACIÓN Y REGULACIÓN SECTORIAL ELÉCTRICA	165
ELT 3990 - GRADUACIÓN.....	168
ELT 3992 - AUTOMÁTICA II.....	169

PRESENTACIÓN

La Carrera de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica de la Facultad Nacional de Ingeniería, nace a raíz de la necesidad de fortalecer el aparato productivo del departamento de Oruro, brindando profesionales idóneos que puedan conducir el proceso de transformación productiva e industrialización de nuestros recursos regionales.

Entre las recomendaciones planteadas en el proceso de acreditación, se indica como aspecto fundamental la implementación de un nuevo diseño curricular. En tal sentido luego de un arduo trabajo por parte de los docentes y estudiantes de esta unidad académica, se encara un proceso de rediseño curricular basado en competencias; buscando la formación de un Ingeniero, integral e institucionalmente orgánico, comprometido con la realidad económica, social y cultural de la región.

Las asignaturas, responden a las necesidades de conocimiento referidas al campo ocupacional del Ingeniero Eléctrico e Ingeniero Electrónico, articuladas a líneas de investigación e interacción social determinadas por la carrera.

El presente documento está referido al plan de estudios del Programa de Ingeniería Eléctrica. Los contenidos analíticos, muestran la identificación de las asignaturas, su contribución al perfil profesional a través de sus objetivos y unidades de competencias, el contenido mínimo, desglosado en contenido analítico y bibliografía.

Consideramos que será una información útil y valiosa para la comunidad universitaria, que podrá ser consultada por los estudiantes, docentes y autoridades, así como otras personas interesadas en conocer el proceso de formación de Ingenieros Eléctricos de la Facultad Nacional de Ingeniería.

M.Sc. Ing. Alfredo Vargas Oroza
DECANO
FACULTAD NACIONAL DE INGENIERÍA

M.Sc. Ing. Carlos Antonio Flores Castillo
VICEDECANO
FACULTAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Ing. Willie Richard Córdova Eguívar
DIRECTOR
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
E INGENIERÍA ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA

MISIÓN.

La misión de la Carrera de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica, se resume en:

“FORMAR PROFESIONALES DE EXCELENCIA Y CALIDAD EN INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA”

Se basa en las siguientes acciones:

- Formar recursos humanos altamente calificados en el sector eléctrico y/o electrónico, con amplios conocimientos en ciencias básicas, sistemas de potencia, instalaciones eléctricas industriales, automatización y sistemas de telecomunicaciones.
- Formar profesionales dotados de destrezas y habilidades, con capacidad de liderazgo y de toma de decisiones; con espíritu crítico y creativo; con alto sentido ético y sensibilidad social, comprometidos con el desarrollo de la región y el país.
- Desarrollar programas eficaces, eficientes y pertinentes de investigación científica y aplicada, innovación tecnológica y desarrollo productivo, fomentando la extensión y la interacción con el entorno social, productivo, de servicios e institucional, en beneficio de su región y el país.

VISIÓN.

La visión de la Carrera de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica, se resume en:

“CARRERA LÍDER EN EDUCACIÓN SUPERIOR EN INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA A NIVEL NACIONAL”.

La Carrera de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica expresa su visión de futuro basada en los siguientes aspectos:

- Es líder en la formación de profesionales en el pregrado; en la región y en el país, con calidad y excelencia académica.
- Realiza la formación de postgrado e investigación científica y aplicada en las áreas de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica.
- Desarrolla la investigación científica y aplicada, así como la interacción en beneficio de su región y el país, especialmente de los sectores más pobres y deprimidos.
- Posee una estructura académica flexible y moderna de acuerdo a los nuevos paradigmas de la educación superior, que le permite responder de manera eficaz a los desafíos de su entorno.
- Posee infraestructura física y académica adecuada para el desarrollo de sus actividades académicas y de gestión.
- Intensifica convenios de cooperación interinstitucional con universidades nacionales y extranjeras, contratos de prestación de servicios con instituciones estatales, organismos no gubernamentales, empresas productivas y de servicios.

- La gestión está desarrollada con base en una planificación estratégica que responde a una estructura de calidad y de mejoramiento continuo.
- Cuenta con reglamentos, normas y manuales de funciones adecuados, que le otorgan institucionalidad y eficiente funcionalidad.
- Cuenta con un sistema de administración basado en subprocesos de planificación, organización, ejecución y evaluación, que le permite realizar un adecuado seguimiento y control del plan de desarrollo, en particular de las funciones académicas y administrativas.
- Cuenta con sistemas de administración eficiente que le permiten realizar un adecuado seguimiento de control de las funciones académicas y administrativas.
- Cuenta con un sistema de redes computacionales interno que le permite un eficiente manejo de la información para fines de administración académica y apoyo al proceso enseñanza aprendizaje, le permite también una conexión adecuada a internet, facilitando la toma de decisiones en los diferentes niveles.
- Institucionalmente apoya y propicia la capacitación de recursos humanos en universidades nacionales y extranjeras, a fin de ampliar y mejorar las relaciones académicas y de trabajo conjunto con esas instituciones.
- Posee una biblioteca especializada de calidad y con el número adecuado de volúmenes.

OBJETIVOS DE LA CARRERA.

Los objetivos de la Carrera de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica, son:

- Constituirse en la Carrera líder dentro la Facultad Nacional de Ingeniería, la Universidad Técnica de Oruro y en el ámbito nacional.
- Aprovechar la infraestructura con la que cuenta, para el mejoramiento continuo del proceso enseñanza - aprendizaje, aplicando un modelo académico innovador y actual.
- Equipar los laboratorios con equipos de tecnología de punta que permitan la formación práctica en el proceso enseñanza - aprendizaje, además de fomentar investigación científica y ofrecer servicios tecnológicos.
- Fortalecer la formación de los recursos humanos docentes y estudiantes, por ser la base principal de todo sistema educativo, permitiendo la movilidad docente y estudiantil.

COMPETENCIAS PROFESIONALES DE INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA

LISTADO DE COMPETENCIAS

COMPETENCIAS GENÉRICAS O TRANSVERSALES:

Dominio de los conocimientos de la profesión:

- CG1. Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma.

Metodología de la profesión:

- CG2. Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente para su campo profesional.

- CG3. Utiliza tecnologías de información y comunicación genéricas y especializadas en su campo como soporte de su ejercicio profesional.
- CG4. Analiza problemas, situaciones y contextos, aplicando los métodos y técnicas básicas e integra soluciones y propuestas pertinentes en su campo profesional.

Investigación e innovación:

- CG5. Colabora en proyectos de investigación básica y aplicada, aplicando métodos de investigación de su profesión con habilidad.
- CG6. Aplica apropiadamente los métodos básicos de investigación de su profesión.
- CG7. Posee hábitos de formación a lo largo de la vida.

Liderazgo y gestión:

- CG8. Dirige y organiza equipos de trabajo con calidad, competitividad, responsabilidad, justicia y ética.
- CG9. Toma decisiones y emprende iniciativas.
- CG10. Gestiona la información y el conocimiento de las organizaciones o grupos para su operación y desarrollo.

Comunicación:

- CG11. Comunica de manera escrita, oral y gráfica, las ideas y/o resultados de los proyectos en el ámbito de su profesión.
- CG12. Documenta la información de forma estructurada, ordenada y coherente.
- CG13. Comprende y produce mensajes orales y escritos en la lengua extranjera de mayor uso en su campo profesional.

Trabajo colaborativo:

- CG14. Trabaja en equipos uni y/o multidisciplinarios para la resolución de problemas de forma colaborativa y propositiva en el contexto nacional e internacional.

Ética profesional y responsabilidad social:

- CG15. Interactúa con la sociedad, evaluando de forma crítica y objetiva las situaciones, problemas, argumentos y propuestas con una actitud comprensiva, respetuosa y tolerante hacia las culturas e ideas de los demás.

Ambiente de trabajo:

- CG16. Trabaja bajo presión y responde adecuadamente en situaciones límites.
- CG17. Aplica las normas de seguridad industrial y riesgos laborales.

Legislación:

- CG18. Aplica las leyes vigentes del ámbito laboral y de la especialidad.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DE INGENIERÍA:

Modelado de sistemas, fenómenos y procesos:

- CE19. Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias.
- CE20. Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales.

Resolución de problemas de ingeniería, mediante la aplicación de las ciencias básicas, utilizando un lenguaje lógico y simbólico:

- CE21. Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes.
- CE22. Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable.
- CE23. Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos.
- CE24. Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica.

Planeación, diseño, evaluación del impacto (social, económico, tecnológico y ambiental) y gestión de sistemas o proyectos de ingeniería:

- CE25. Realiza un conjunto de acciones que permiten determinar el comportamiento de un sistema o proyecto de ingeniería para la toma de decisiones mediante juicios de valor, dimensionando las consecuencias de tipo social, ambiental y económico, y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, y coherentes.
- CE26. Realiza análisis de costos y prepara un presupuesto razonable a la solución técnica planteada.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA:

Planifica, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas eléctricos que cumplan con especificaciones técnicas deseadas:

- CIA27. Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes y óptimas.

Instalación y puesta en funcionamiento de sistemas eléctricos:

- CIA28. Dirige, supervisa, realiza la instalación y la puesta en funcionamiento de sistemas eléctricos interpretando la documentación pertinente para la instalación de los mismos.

Operación y mantenimiento:

- CIA29. Desarrolla y ejecuta un plan de operación para el uso del sistema, un plan de mantenimiento metodológico.

Normas y reglamentos técnicos:

- CIA30. Utiliza las normas y reglamentos técnicos pertinentes, en el diseño, instalación, operación, y toda actividad inherente a su especialidad.

CRITERIOS DE EJECUCIÓN Y DESEMPEÑO

Competencias específicas de ingeniería:

1. Modelado de sistemas, fenómenos y procesos.			
Funciones principales	Acciones (competencias)	Criterios de ejecución	Evidencias de desempeño

El Ingeniero	a.- Distingue y separa las partes de un dispositivo, equipo, sistema o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman y las relaciones que guardan entre sí.	a.- Relevancia de la información contenida en el documento, estructura, orden y coherencia de la presentación de las ideas, así como la generación de las conclusiones propias.	a.- Un diagrama funcional del sistema, fenómeno o proceso, que incluya sus elementos y relaciones entre ellos.
	b.- Identifica los aspectos y características relevantes de un sistema, fenómeno o proceso.	b.- Claridad y orden de coherencia en el análisis y reporte de resultados obtenido.	b.- Elementos del modelo funcional representados por un modelo matemático.
	c.- Establece y analiza las relaciones que representan sistemas, fenómenos o procesos y diseña modelos correspondientes.	c.- El modelo resultante debe representar adecuadamente al sistema proceso o fenómeno real, estableciendo un compromiso entre fidelidad y complejidad.	c.- Modelo matemático del sistema, fenómeno o proceso.
	d.- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a las hipótesis.	d.- El modelo resultante debe ser matemático y que tenga solución por método analítico o computacional.	d.- Modelo matemático del sistema, fenómeno o proceso.
	e.- Evalúa el modelo propuesto.	e.- Aplicando criterios de fidelidad, complejidad, confiabilidad y validez del modelo.	e.- Gráficos de respuesta del sistema, fenómeno o proceso real y del modelo.

2. Resolución de problemas de ingeniería, mediante la aplicación de ciencias básicas, utilizando un lenguaje lógico y simbólico.

Funciones principales	Acciones (competencias)	Criterios de ejecución	Evidencias de desempeño
El Ingeniero	a.- Identifica y comprende las variables que definen un problema.	a.- Relevancia de la información contenida en el documento, estructura, orden y coherencia de la presentación.	a.- Trabajos de investigación.
	b.- Selecciona una metodología para resolver el problema.	b.- Pertinencia y viabilidad de la solución tecnológica.	b.- Propuestas de aplicación de la tecnología.
	c.- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas.	c.- La solución deberá cumplir con los principios físicos y matemáticos que gobiernan al problema.	c.- Simulaciones a través de un software.
	d.- Resuelve el problema con el apoyo de una herramienta tecnológica cuando se requiera o bien con un método analítico.	d.- Concordancia de los resultados obtenidos.	d.- Evaluación de la propuesta tecnológica.
	e.- Verifica los resultados obtenidos.	e.- Precisión de los resultados.	e.- Examen o un reporte técnico.

3. Planeación, diseño, evaluación del impacto (social, económico, tecnológico y ambiental) y gestión de sistemas o proyectos de ingeniería.			
Funciones principales	Acciones (competencias)	Criterios de ejecución	Evidencias de desempeño
El Ingeniero	a.- Realiza actividades de planeación, organización, ejecución, control y evaluación en las cuales se tomen decisiones para actuar de manera apropiada. ¿Qué lo distingue de las otras profesiones?	a.- Contenido suficiente y coherente.	a.- Exposición oral y escrita.
	b.- Identifica aspectos relevantes de un sistema o proyecto y traslada su definición a términos de ingeniería.	b.- Pertinencia y viabilidad del proyecto.	b.- Informes y reporte final del proyecto.
	c.- Realiza un conjunto de acciones que permitan determinar el comportamiento de un sistema o proyecto de ingeniería para la toma de decisiones mediante juicios de valor dimensionando las consecuencias de tipo social, ambiental y económico.	c.- Pertinencia y viabilidad del proyecto.	c1.- Evaluación del comportamiento, del sistema o proyecto. c2.- Informes y reporte final del proyecto.
	d.- Propone nuevas formas de gestionar sistemas o proyectos de ingeniería.	d.- Relevancia de la información contenida en el documento, estructura, orden y coherencia de la presentación que permita la toma de decisiones.	d1.- Propuesta de sistema o proyecto (El cual debe incluir, objetivos, antecedentes, justificación, metas, gráfica de Gantt, recursos requeridos, materiales y humanos, metodología, análisis de riesgos e informes, evaluación socio-económica y ambiental). d2.- Gestión del proyecto (incluye reportes de avance del proyecto).

Competencias específicas de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica:

1. Diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas.			
Funciones principales	Acciones (competencias)	Criterios de ejecución	Evidencias de desempeño
El Ingeniero	a.- Identifica las necesidades de diseño del sistema.	a.- Relevancia de la información contenida en el documento, estructuración, orden y coherencia de la presentación de las ideas,	a.- Trabajos de investigación

		así como la generación de conclusiones propias.	
	b.- Define las especificaciones de diseño que satisfagan las necesidades del cliente.	b.- Claridad, orden y coherencia en el diseño, análisis y reporte de resultados obtenidos.	b.- Propuestas de diseño
	c.- Plantea y selecciona soluciones innovadoras o bien existentes de acuerdo a las necesidades del cliente, basadas en principios científicos, tecnológicos y económicos.	c.- En la entrevista con la empresa o cliente debe aplicarse una metodología adecuada para recabar requerimientos.	c.- Simulaciones a través de un software.
	d.- Desarrolla soluciones innovadoras, basadas en principios científicos, tecnológicos y económicos.	d.- Deberá aplicarse una metodología para especificar el diseño.	d.- Demostración del funcionamiento del sistema.
	e.- Integra diferentes componentes de un sistema electrónico.	e.- La solución propuesta y la desarrollada deberán satisfacer las especificaciones.	e.- Evaluación del cumplimiento de los requerimientos del diseño.

2. Instalación y puesta en funcionamiento de sistemas eléctricos y/o electrónicos.

Funciones principales	Acciones (competencias)	Criterios de ejecución	Evidencias de desempeño
El Ingeniero	a.- Analiza la información y elementos que componen el sistema.	a.- Relevancia de la información contenida en los documentos, estructuración, orden y coherencia de la presentación.	a. Informe y requerimientos del sistema
	b.- Determina los requerimientos para la instalación del sistema.	b.- Eficiencia en la instalación del sistema.	b. Cronograma de instalación
	c.- Elabora una guía para la instalación del sistema.	c.- La instalación deberá apegarse a las normas y estándares establecidos.	c. Sistema instalado
	d.- Realiza pruebas de funcionamiento del sistema.	d.- Las pruebas deberán apegarse a las normas establecidas y desarrollarse con equipo de prueba y medición apropiado.	d. Sistema en operación
	e.- Elabora un plan de capacitación para el uso del sistema.	e.- El plan de capacitación deberá incluir aspectos de operación, funcionamiento, seguridad y mantenimiento.	e.- Plan de capacitación.
	f.- Elabora un plan de mantenimiento y/o actualización del sistema.	f.- El plan de mantenimiento deberá incluir calendarización y descripción de actividades de mantenimiento preventivo y actualización del sistema.	f.- Plan de mantenimiento.

PERFIL PROFESIONAL DEL INGENIERO ELÉCTRICO.

El Ingeniero Eléctrico es un profesional altamente competitivo que posee las siguientes características sobresalientes:

CONOCIMIENTOS SÓLIDOS EN:

- Física, matemáticas y computación.
- Instalaciones eléctricas.
- Sistemas de potencia.
- Sistemas de distribución.
- Sistemas control, instrumentación y automatización.
- Administración de recursos técnicos, económicos y humanos.

HABILIDADES:

- Manejo de tecnología moderna.
- Integración a equipos de trabajo disciplinarios y multidisciplinarios.
- Implementación y mantenimiento de equipos y sistemas eléctricos.
- Programación de simuladores y herramientas de diseño.
- Manejo, interpretación y aplicación de normas y estándares.
- Emprendimiento empresarial.

ACTITUDES:

- Ejercer con integridad, respeto y responsabilidad su actividad profesional.
- Trabajar bajo presión.
- Cooperativo para el trabajo en equipo.
- Desarrollar la investigación e innovación en temas relacionados con la Ingeniería Eléctrica.
- Liderazgo en equipos de trabajo interdisciplinario y multidisciplinario.

CAMPO OCUPACIONAL DEL INGENIERO ELÉCTRICO.

El ingeniero eléctrico es un profesional que puede desenvolverse en los sectores públicos y privados: empresas dedicadas a la generación, planeamiento, regulación, transporte, distribución y utilización de energía eléctrica; empresas consultoras y contratistas dedicadas al: diseño, automatización, montaje, supervisión y mantenimiento de centrales de generación, de líneas de transporte de energía, redes de distribución, instalaciones eléctricas y sistemas de iluminación. Empresas dedicadas a los procesos industriales de manufactura, transformación y extracción (plantas textiles, de alimentos, centros mineros, metalúrgicas, petroleras, papeleras, petroquímicas, madereras, cementeras, etc.), que requieren ingenieros eléctricos de planta. Empresas de servicios, asesoría, consultoría, docencia e investigación.

PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA ELÉCTRICA - MENCIÓN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
 MENCIÓN: SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

SEMESTRE	ASIGNATURA		HORAS PRESENCIALES				PRE REQUISITO
	SIGLA	NOMBRE	T	P	L	TOTAL	

PRIMER SEMESTRE

1	FIS 1100	FÍSICA I	4	0	3	7	INGRESO
1	MAT 1100	ÁLGEBRA I	4	2	0	6	INGRESO
1	MAT 1101	CÁLCULO I	4	2	0	6	INGRESO
1	MEC 1101	DIBUJO TÉCNICO	2	1	1	4	INGRESO
1	QMC 1100	QUÍMICA GENERAL	4	0	3	7	INGRESO
TOTAL HORAS/SEMANA			18	5	7	30	

SEGUNDO SEMESTRE

2	FIS 1102	FÍSICA II	4	0	3	7	FIS 1100
2	MAT 1102	CÁLCULO II	4	2	0	6	MAT 1101
2	MAT 1103	ÁLGEBRA II	4	2	0	6	MAT 1100
2	MAT 1104	FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN	4	1	1	6	MAT 1100
2	MAT 1135	ESTADÍSTICA I	4	1	1	6	MAT 1100
TOTAL HORAS/SEMANA			20	6	5	31	

TERCER SEMESTRE

3	ELT 2310	FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA	4	2	0	6	MAT 1135
3	FIS 1200	FÍSICA III	4	0	3	7	FIS 1102
3	MAT 1105	MÉTODOS NUMÉRICOS I	4	1	1	6	MAT 1104
3	MAT 1207	ECUACIONES DIFERENCIALES I	4	1	1	6	MAT 1103
3	ELEC 1	ELECTIVA DE MATEMÁTICAS	4	2	0	6	MAT1102
TOTAL HORAS/SEMANA			20	6	5	31	

CUARTO SEMESTRE

4	ELT 2460	CIRCUITOS ELÉCTRICOS I	4	0	2	6	ELT 2310
4	ELT 2470	ELECTROMAGNETISMO APLICADO	4	0	2	6	FIS 1200
4	HUM 4310	REDACCIÓN, ORATORIA Y LIDERAZGO	2	0	0	2	MAT 1105
4	MAT 2315	TRANSFORMADAS INTEGRALES	4	2	0	6	MAT 1207
4	MEC 2431	TERMODINÁMICA Y MÁQUINAS TÉRMICAS	4	2	0	6	ELT 2310
4	MEC 2441	MECÁNICA DE FLUIDOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS	4	2	0	6	FIS 1200
TOTAL HORAS/SEMANA			22	6	4	32	

QUINTO SEMESTRE

5	ELT 2570	CIRCUITOS ELÉCTRICOS II	4	0	2	6	ELT 2460
5	ELT 2580	ELECTRÓNICA I	4	0	2	6	ELT 2460
5	ELT 2590	SISTEMAS DE CONTROL I	4	0	2	6	MAT 2315
5	ELT 3520	INSTALACIONES ELÉCTRICAS I	4	0	2	6	ELT 2470
5	LIN 1103	INGLÉS TÉCNICO II	4	0	0	4	LIN 1102 HUM 4310
5	ELEC 2	ELECTIVA DE INGENIERÍA	4	0	2	6	MAT 2315
TOTAL HORAS/SEMANA			24	0	10	34	

SEXTO SEMESTRE

6	ELT 2641	MÁQUINAS ELÉCTRICAS I	4	0	2	6	ELT 2570
6	ELT 2651	PRESUPUESTOS, ORGANIZACIÓN Y DIRECCIÓN EMPRESARIAL	4	2	0	6	ELT 3520
6	ELT 3611	CENTRALES ELÉCTRICAS	4	2	0	6	ELT 2590
6	ELT 3620	INSTALACIONES ELÉCTRICAS II	4	0	2	6	ELT 3520

6	ELT 3631	LÍNEAS DE TRANSMISIÓN	4	0	2	6	ELT 2570
6	ELEC 3	ELECTIVA DE ESPECIALIDAD	4	0	2	6	ELEC 2
TOTAL HORAS/SEMANA			24	4	8	36	

SÉPTIMO SEMESTRE

7	ELT 2731	MÁQUINAS ELÉCTRICAS II	4	0	2	6	ELT 2641
7	ELT 2761	SISTEMAS DE POTENCIA I	4	0	2	6	ELT 3631
7	ELT 3741	ENERGÍAS ALTERNATIVAS	4	2	0	6	ELT 3611
7	ELT 3751	SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	4	2	0	6	ELT 3631
7	ELT 3771	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO, SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL	4	2	0	6	ELT 3620
7	ELEC 4	ELECTIVA DE ESPECIALIDAD	4	2	0	6	ELEC 3
TOTAL HORAS/SEMANA			24	8	4	36	

OCTAVO SEMESTRE

8	ELT 2811	MEDICIONES ELÉCTRICAS	4	0	2	6	ELT 2731
8	ELT 3831	PROTECCIONES DE SISTEMAS DE POTENCIA	4	2	0	6	ELT 3751
8	ELT 3841	SISTEMAS DE POTENCIA II	4	0	2	6	ELT 2761
8	ELT 3861	OPERACIÓN ECONÓMICA Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA	4	0	2	6	ELT 2761
8	IND 3216	PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS	4	1	1	6	ELT 3741
8	ELEC 5	ELECTIVA DE ESPECIALIDAD	4	2	0	6	ELEC 4
TOTAL HORAS/SEMANA			24	5	7	36	

NOVENO SEMESTRE

9	ELT 3851	TÉCNICAS DE ALTA TENSIÓN	4	2	0	6	ELT 2811
9	ELT 3910	PLANIFICACIÓN DE PROYECTO DE GRADO	2	0	0	2	8° Sem. Aprobado
9	ELT 3920	PRÁCTICAS EN LA INDUSTRIA	0	2	0	2	8° Sem. Aprobado
9	ELT 3961	SISTEMAS DE POTENCIA III	4	0	2	6	ELT 3841
9	ELT 3971	SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	4	2	0	6	ELT 3831
9	ELT 3981	TARIFACIÓN Y REGULACIÓN SECTORIAL ELÉCTRICA	4	2	0	6	ELT 3861
TOTAL HORAS/SEMANA			18	8	2	28	

DÉCIMO SEMESTRE

10	ELT 3990	GRADUACIÓN	2	0	0	2	ELT 3910
TOTAL HORAS/SEMANA			2	0	0	2	

TOTAL PROGRAMA

TOTAL PROGRAMA HORAS/SEMANA			196	48	52	296
TOTAL PROGRAMA			3920	960	1040	5920

ELECTIVAS DE MATEMÁTICAS		T	P	L	TOTAL
MAT 1218	VARIABLE COMPLEJA	4	2	0	6
MAT 1313	ANÁLISIS VECTORIAL Y TENSORIAL	4	2	0	6

ELECTIVAS DE INGENIERÍA		T	P	L	TOTAL
-------------------------	--	---	---	---	-------

ELT 2522	SEÑALES Y SISTEMAS DISCRETOS	4	2	0	6
ELT 2680	ELECTRÓNICA DIGITAL I	4	0	2	6
ELT 2682	ELECTRÓNICA II	4	0	2	6

ELECTIVAS DE ESPECIALIDAD		T	P	L	TOTAL
ELT 2690	ELECTRÓNICA DE POTENCIA I	4	0	2	6
ELT 2692	SISTEMAS DE CONTROL II	4	0	2	6
ELT 2821	MÁQUINAS ELÉCTRICAS III	4	0	2	6
ELT 3712	ELECTRÓNICA DE POTENCIA II	4	0	2	6
ELT 3752	DISEÑO Y PROYECTOS DE CONTROL	4	0	2	6
ELT 3770	ACCIONAMIENTO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS	4	2	0	6
ELT 3880	INSTRUMENTACIÓN	4	0	2	6
ELT 3890	AUTOMÁTICA I	4	0	2	6
IND 3217	EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS	4	1	1	6

DE VENCIMIENTO OBLIGATORIO NO CURRICULAR		T	P	L	TOTAL	PRE REQ.
LIN 1101	INGLÉS GENERAL I	4	0	0	4	
LIN 1102	INGLÉS TÉCNICO I	4	0	0	4	LIN 1101

Tabla 1.- Plan de Estudios: Ingeniería Eléctrica - Mención Sistemas Eléctricos de Potencia

MALLA CURRICULAR – SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

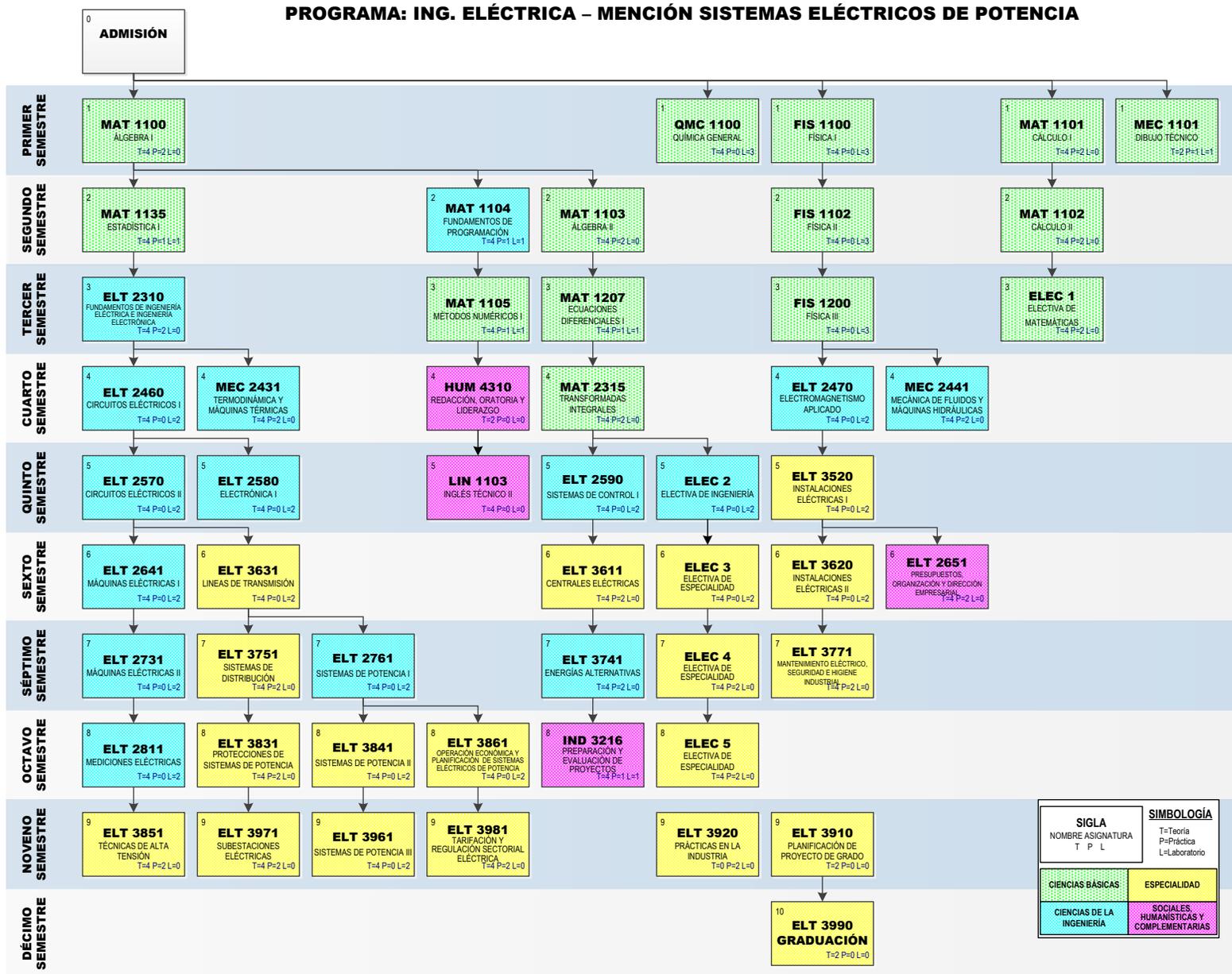


Figura 1.- Malla Curricular: Ingeniería Eléctrica – Mención Sistemas Eléctricos de Potencia

CLASIFICACIÓN DE ASIGNATURAS**MENCIÓN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA**

N°	SIGLA	ASIGNATURA	HORAS PRESENCIALES		
			T	P	L
CIENCIAS BÁSICAS					
1	FIS 1100	FÍSICA I	4	0	3
2	FIS 1102	FÍSICA II	4	0	3
3	FIS 1200	FÍSICA III	4	0	3
4	MAT 1100	ÁLGEBRA I	4	2	0
5	MAT 1101	CÁLCULO I	4	2	0
6	MAT 1102	CÁLCULO II	4	2	0
7	MAT 1103	ÁLGEBRA II	4	2	0
8	MAT 1105	MÉTODOS NUMÉRICOS I	4	1	1
9	MAT 1135	ESTADÍSTICA I	4	1	1
10	MAT 1207	ECUACIONES DIFERENCIALES I	4	1	1
11	MAT 2315	TRANSFORMADAS INTEGRALES	4	2	0
12	MEC 1101	DIBUJO TÉCNICO	2	1	1
13	QMC 1100	QUÍMICA GENERAL	4	0	3
14	ELEC 1	ELECTIVA DE MATEMÁTICAS	4	2	0
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA					
1	ELT 2310	FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA	4	2	0
2	ELT 2460	CIRCUITOS ELÉCTRICOS I	4	0	2
3	ELT 2470	ELECTROMAGNETISMO APLICADO	4	0	2
4	ELT 2570	CIRCUITOS ELÉCTRICOS II	4	0	2
5	ELT 2580	ELECTRÓNICA I	4	0	2
6	ELT 2590	SISTEMAS DE CONTROL I	4	0	2
7	ELT 2641	MÁQUINAS ELÉCTRICAS I	4	0	2
8	ELT 2731	MÁQUINAS ELÉCTRICAS II	4	0	2
9	ELT 2761	SISTEMAS DE POTENCIA I	4	0	2
10	ELT 2811	MEDICIONES ELÉCTRICAS	4	0	2
11	ELT 3741	ENERGÍAS ALTERNATIVAS	4	2	0
12	MAT 1104	FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN	4	1	1
13	MEC 2431	TERMODINÁMICA Y MÁQUINAS TÉRMICAS	4	2	0
14	MEC 2441	MECÁNICA DE FLUIDOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS	4	2	0
15	ELEC 2	ELECTIVA DE INGENIERÍA	4	0	2
ESPECIALIDAD					
1	ELT 3520	INSTALACIONES ELÉCTRICAS I	4	0	2
2	ELT 3611	CENTRALES ELÉCTRICAS	4	2	0
3	ELT 3620	INSTALACIONES ELÉCTRICAS II	4	0	2
4	ELT 3631	LÍNEAS DE TRANSMISIÓN	4	0	2
5	ELT 3751	SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	4	2	0
6	ELT 3771	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO, SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL	4	2	0
7	ELT 3831	PROTECCIONES DE SISTEMAS DE POTENCIA	4	2	0
8	ELT 3841	SISTEMAS DE POTENCIA II	4	0	2
9	ELT 3851	TÉCNICAS DE ALTA TENSIÓN	4	2	0
10	ELT 3861	OPERACIÓN ECONÓMICA Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA	4	0	2
11	ELT 3910	PLANIFICACIÓN DE PROYECTO DE GRADO	2	0	0
12	ELT 3920	PRÁCTICAS EN LA INDUSTRIA	0	2	0
13	ELT 3961	SISTEMAS DE POTENCIA III	4	0	2
14	ELT 3971	SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	4	2	0

15	ELT 3981	TARIFACIÓN Y REGULACIÓN SECTORIAL ELÉCTRICA	4	2	0
16	ELT 3990	GRADUACIÓN	2	0	0
17	ELEC 3	ELECTIVA DE ESPECIALIDAD	4	0	2
18	ELEC 4	ELECTIVA DE ESPECIALIDAD	4	2	0
19	ELEC 5	ELECTIVA DE ESPECIALIDAD	4	2	0
SOCIALES, HUMANÍSTICAS Y COMPLEMENTARIAS					
1	ELT 2651	PRESUPUESTOS, ORGANIZACIÓN Y DIRECCIÓN EMPRESARIAL	4	2	0
2	HUM 4310	REDACCIÓN, ORATORIA Y LIDERAZGO	2	0	0
3	IND 3216	PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS	4	1	1
4	LIN 1103	INGLÉS TÉCNICO II	4	0	0

PORCENTAJES POR GRUPOS DE ASIGNATURAS

INGENIERÍA ELÉCTRICA MENCION SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA	Nº ASIGNATURAS	PORCENTAJE
CIENCIAS BÁSICAS	14	26,92%
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	15	28,85%
ESPECIALIDAD	19	36,54%
SOCIALES, HUMANÍSTICAS Y COMPLEMENTARIAS	4	7,69%
TOTAL ASIGNATURAS	52	100%

Tabla 2.- Clasificación de asignaturas: Ingeniería Eléctrica - Mención Sistemas Eléctricos de Potencia

MENCIÓN SISTEMAS ELÉCTRICOS INDUSTRIALES**PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
MENCIÓN: SISTEMAS ELÉCTRICOS INDUSTRIALES**

SEMESTRE	ASIGNATURA		HORAS PRESENCIALES				PRE REQUISITO
	SIGLA	NOMBRE	T	P	L	TOTAL	

PRIMER SEMESTRE

1	FIS 1100	FÍSICA I	4	0	3	7	INGRESO
1	MAT 1100	ÁLGEBRA I	4	2	0	6	INGRESO
1	MAT 1101	CÁLCULO I	4	2	0	6	INGRESO
1	MEC 1101	DIBUJO TÉCNICO	2	1	1	4	INGRESO
1	QMC 1100	QUÍMICA GENERAL	4	0	3	7	INGRESO
TOTAL HORAS/SEMANA			18	5	7	30	

SEGUNDO SEMESTRE

2	FIS 1102	FÍSICA II	4	0	3	7	FIS 1100
2	MAT 1102	CÁLCULO II	4	2	0	6	MAT 1101
2	MAT 1103	ÁLGEBRA II	4	2	0	6	MAT 1100
2	MAT 1104	FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN	4	1	1	6	MAT 1100
2	MAT 1135	ESTADÍSTICA I	4	1	1	6	MAT 1100
TOTAL HORAS/SEMANA			20	6	5	31	

TERCER SEMESTRE

3	ELT 2310	FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA	4	2	0	6	MAT 1135
3	FIS 1200	FÍSICA III	4	0	3	7	FIS 1102
3	MAT 1105	MÉTODOS NUMÉRICOS I	4	1	1	6	MAT 1104
3	MAT 1207	ECUACIONES DIFERENCIALES I	4	1	1	6	MAT 1103
3	ELEC 1	ELECTIVA DE MATEMÁTICAS	4	2	0	6	MAT1102
TOTAL HORAS/SEMANA			20	6	5	31	

CUARTO SEMESTRE

4	ELT 2460	CIRCUITOS ELÉCTRICOS I	4	0	2	6	ELT 2310
4	ELT 2470	ELECTROMAGNETISMO APLICADO	4	0	2	6	FIS 1200
4	HUM 4310	REDACCIÓN, ORATORIA Y LIDERAZGO	2	0	0	2	MAT 1105
4	MAT 2315	TRANSFORMADAS INTEGRALES	4	2	0	6	MAT 1207
4	MEC 2431	TERMODINÁMICA Y MÁQUINAS TÉRMICAS	4	2	0	6	ELT 2310
4	MEC 2441	MECÁNICA DE FLUIDOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS	4	2	0	6	FIS 1200
TOTAL HORAS/SEMANA			22	6	4	32	

QUINTO SEMESTRE

5	ELT 2570	CIRCUITOS ELÉCTRICOS II	4	0	2	6	ELT 2460
5	ELT 2580	ELECTRÓNICA I	4	0	2	6	ELT 2460
5	ELT 2590	SISTEMAS DE CONTROL I	4	0	2	6	MAT 2315
5	ELT 3520	INSTALACIONES ELÉCTRICAS I	4	0	2	6	ELT 2470
5	LIN 1103	INGLÉS TÉCNICO II	4	0	0	4	LIN 1102 HUM 4310
5	ELEC 2	ELECTIVA DE INGENIERÍA	4	0	2	6	MAT 2315
TOTAL HORAS/SEMANA			24	0	10	34	

SEXTO SEMESTRE

6	ELT 2641	MÁQUINAS ELÉCTRICAS I	4	0	2	6	ELT 2570
6	ELT 2651	PRESUPUESTOS, ORGANIZACIÓN Y DIRECCIÓN EMPRESARIAL	4	2	0	6	ELT 3520
6	ELT 2690	ELECTRÓNICA DE POTENCIA I	4	0	2	6	ELT 2580
6	ELT 3611	CENTRALES ELÉCTRICAS	4	2	0	6	ELT 2590
6	ELT 3620	INSTALACIONES ELÉCTRICAS II	4	0	2	6	ELT 3520
6	ELEC 3	ELECTIVA DE ESPECIALIDAD	4	0	2	6	ELEC 2
TOTAL HORAS/SEMANA			24	4	8	36	

SÉPTIMO SEMESTRE

7	ELT 2680	ELECTRÓNICA DIGITAL I	4	0	2	6	ELT 2690
7	ELT 2731	MÁQUINAS ELÉCTRICAS II	4	0	2	6	ELT 2641
7	ELT 3741	ENERGÍAS ALTERNATIVAS	4	2	0	6	ELT 3611
7	ELT 3770	ACCIONAMIENTO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS	4	2	0	6	ELT 2690
7	ELT 3771	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO, SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL	4	2	0	6	ELT 3620
7	ELEC 4	ELECTIVA DE ESPECIALIDAD	4	2	0	6	ELEC 3
TOTAL HORAS/SEMANA			24	8	4	36	

OCTAVO SEMESTRE

8	ELT 2761	SISTEMAS DE POTENCIA I	4	0	2	6	ELT 2731
8	ELT 2811	MEDICIONES ELÉCTRICAS	4	0	2	6	ELT 2731
8	ELT 3831	PROTECCIONES DE SISTEMAS DE POTENCIA	4	2	0	6	ELT 3770
8	ELT 3880	INSTRUMENTACIÓN	4	0	2	6	ELT 2680
8	ELT 3890	AUTOMÁTICA I	4	0	2	6	ELT 2680
8	IND 3216	PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS	4	1	1	6	ELT 3741
TOTAL HORAS/SEMANA			24	3	9	36	

NOVENO SEMESTRE

9	ELT 2821	MÁQUINAS ELÉCTRICAS III	4	0	2	6	ELT 3890
9	ELT 3841	SISTEMAS DE POTENCIA II	4	0	2	6	ELT 2761
9	ELT 3910	PLANIFICACIÓN DE PROYECTO DE GRADO	2	0	0	2	8° Sem. Aprobado
9	ELT 3920	PRÁCTICAS EN LA INDUSTRIA	0	2	0	2	8° Sem. Aprobado
9	ELT 3971	SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	4	2	0	6	ELT 3831
9	ELEC 5	ELECTIVA DE ESPECIALIDAD	4	2	0	6	ELT 2811
TOTAL HORAS/SEMANA			18	6	4	28	

DÉCIMO SEMESTRE

10	ELT 3990	GRADUACIÓN	2	0	0	2	ELT 3910
TOTAL HORAS/SEMANA			2	0	0	2	

TOTAL PROGRAMA

TOTAL PROGRAMA HORAS/SEMANA			196	44	56	296	
TOTAL PROGRAMA			3920	880	1120	5920	

ELECTIVAS DE MATEMÁTICAS		T	P	L	TOTAL
MAT 1218	VARIABLE COMPLEJA	4	2	0	6
MAT 1313	ANÁLISIS VECTORIAL Y TENSORIAL	4	2	0	6

ELECTIVAS DE INGENIERÍA		T	P	L	TOTAL
ELT 2522	SEÑALES Y SISTEMAS DISCRETOS	4	2	0	6
ELT 2532	MEDIOS DE TRANSMISIÓN	4	0	2	6
ELT 2692	SISTEMAS DE CONTROL II	4	0	2	6
SIS 2510	INVESTIGACIÓN OPERATIVA I	4	2	0	6

ELECTIVAS DE ESPECIALIDAD		T	P	L	TOTAL
ELT 3631	LINEAS DE TRANSMISIÓN	4	0	2	6
ELT 3751	SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	4	2	0	6
ELT 3752	DISEÑO Y PROYECTOS DE CONTROL	4	0	2	6
ELT 3851	TÉCNICAS DE ALTA TENSIÓN	4	2	0	6
ELT 3861	OPERACIÓN ECONÓMICA Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA	4	0	2	6
ELT 3981	TARIFACIÓN Y REGULACIÓN SECTORIAL ELÉCTRICA	4	2	0	6
ELT 3992	AUTOMÁTICA II	4	0	2	6
IND 3217	EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS	4	1	1	6

DE VENCIMIENTO OBLIGATORIO NO CURRICULAR		T	P	L	TOTAL	PRE REQ.
LIN 1101	INGLÉS GENERAL I	4	0	0	4	
LIN 1102	INGLÉS TÉCNICO I	4	0	0	4	LIN 1101

Tabla 3.- Plan de Estudios: Ingeniería Eléctrica – Mención Sistemas Eléctricos Industriales

MALLA CURRICULAR – SISTEMAS ELÉCTRICOS INDUSTRIALES

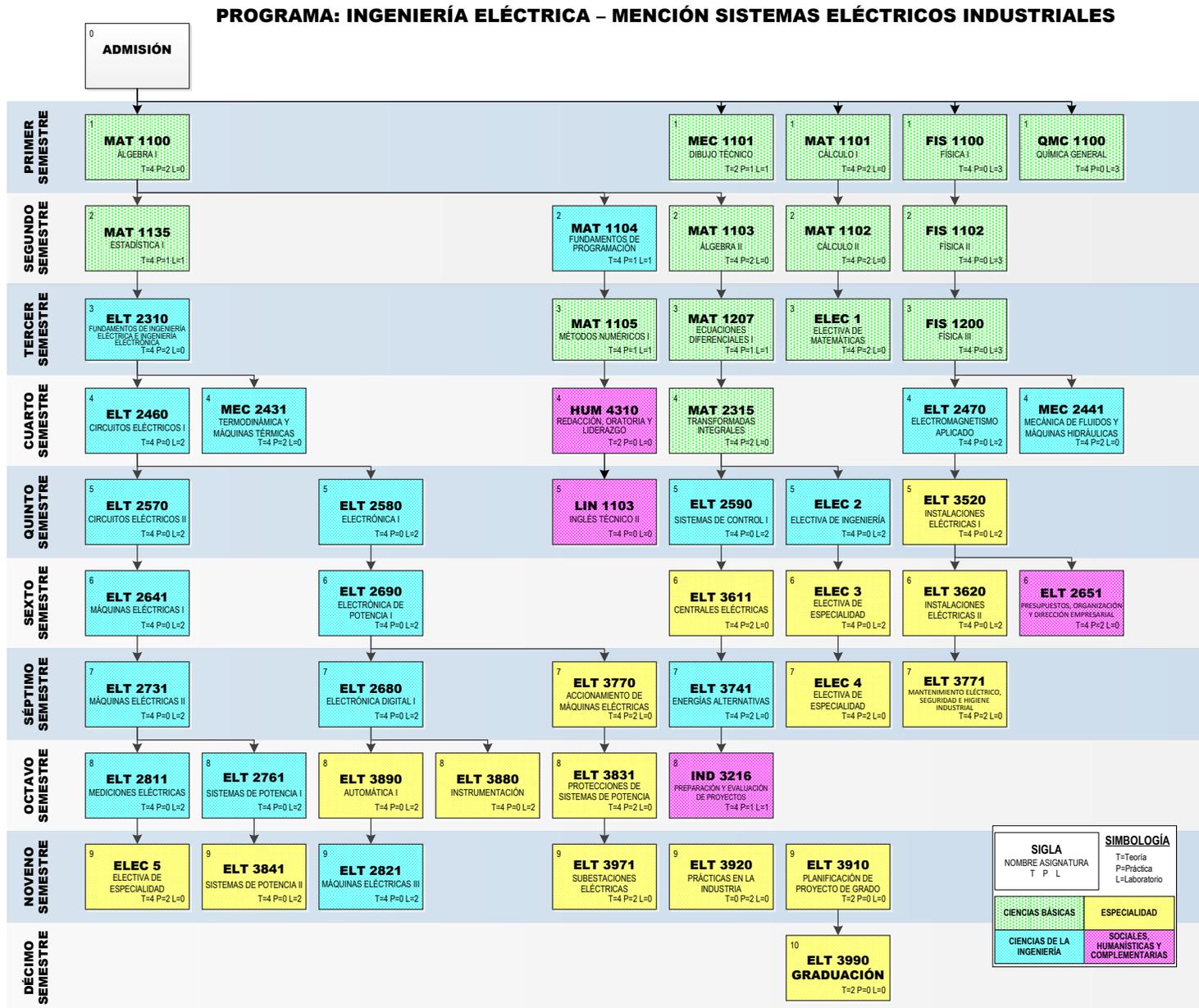


Figura 2.- Malla Curricular: Ingeniería Eléctrica – Mención Sistemas Eléctricos Industriales

CLASIFICACIÓN DE ASIGNATURAS**MENCIÓN SISTEMAS ELÉCTRICOS INDUSTRIALES.**

N°	SIGLA	ASIGNATURA	HORAS PRESENCIALES		
			T	P	L
CIENCIAS BÁSICAS					
1	FIS 1100	FÍSICA I	4	0	3
2	FIS 1102	FÍSICA II	4	0	3
3	FIS 1200	FÍSICA III	4	0	3
4	MAT 1100	ÁLGEBRA I	4	0	2
5	MAT 1101	CÁLCULO I	4	0	2
6	MAT 1102	CÁLCULO II	4	0	2
7	MAT 1103	ÁLGEBRA II	4	0	2
8	MAT 1105	MÉTODOS NUMÉRICOS I	4	1	1
9	MAT 1135	ESTADÍSTICA I	4	1	1
10	MAT 1207	ECUACIONES DIFERENCIALES I	4	1	1
11	MAT 2315	TRANSFORMADAS INTEGRALES	4	2	0
12	MEC 1101	DIBUJO TÉCNICO	2	1	1
13	QMC 1100	QUÍMICA GENERAL	4	0	3
14	ELEC 1	ELECTIVA DE MATEMÁTICAS	4	2	0
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA					
1	ELT 2310	FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA	4	2	0
2	ELT 2460	CIRCUITOS ELÉCTRICOS I	4	0	2
3	ELT 2470	ELECTROMAGNETISMO APLICADO	4	0	2
4	ELT 2570	CIRCUITOS ELÉCTRICOS II	4	0	2
5	ELT 2580	ELECTRÓNICA I	4	0	2
6	ELT 2590	SISTEMAS DE CONTROL I	4	0	2
7	ELT 2641	MÁQUINAS ELÉCTRICAS I	4	0	2
8	ELT 2680	ELECTRÓNICA DIGITAL I	4	0	2
9	ELT 2690	ELECTRÓNICA DE POTENCIA I	4	0	2
10	ELT 2731	MÁQUINAS ELÉCTRICAS II	4	0	2
11	ELT 2761	SISTEMAS DE POTENCIA I	4	0	2
12	ELT 2811	MEDICIONES ELÉCTRICAS	4	0	2
13	ELT 2821	MÁQUINAS ELÉCTRICAS III	4	0	2
14	ELT 3741	ENERGÍAS ALTERNATIVAS	4	2	0
15	MAT 1104	FUNDAMENTOS DE LA PROGRAMACIÓN	4	1	1
16	MEC 2431	TERMODINÁMICA Y MÁQUINAS TÉRMICAS	4	2	0
17	MEC 2441	MECÁNICA DE FLUIDOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS	4	2	0
18	ELEC 2	ELECTIVA DE INGENIERÍA	4	0	2
ESPECIALIDAD					
1	ELT 3520	INSTALACIONES ELÉCTRICAS I	4	0	2
2	ELT 3611	CENTRALES ELÉCTRICAS	4	2	0
3	ELT 3620	INSTALACIONES ELÉCTRICAS II	4	0	2
4	ELT 3770	ACCIONAMIENTO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS	4	2	0
5	ELT 3771	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO, SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL	4	2	0
6	ELT 3831	PROTECCIONES DE SISTEMAS DE POTENCIA	4	2	0
7	ELT 3841	SISTEMAS DE POTENCIA II	4	0	2
8	ELT 3880	INSTRUMENTACIÓN	4	0	2
9	ELT 3890	AUTOMÁTICA I	4	0	2
10	ELT 3910	PLANIFICACIÓN DE PROYECTO DE GRADO	2	0	0
11	ELT 3920	PRÁCTICAS EN LA INDUSTRIA	0	2	0

12	ELT 3971	SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	4	2	0
13	ELT 3990	GRADUACIÓN	2	0	0
14	ELEC 3	ELECTIVA DE ESPECIALIDAD	4	0	2
15	ELEC 4	ELECTIVA DE ESPECIALIDAD	4	2	0
16	ELEC 5	ELECTIVA DE ESPECIALIDAD	4	2	0
SOCIALES, HUMANÍSTICAS Y COMPLEMENTARIAS					
1	ELT 2651	PRESUPUESTOS, ORGANIZACIÓN Y DIRECCIÓN EMPRESARIAL	4	2	0
2	HUM 4310	REDACCIÓN, ORATORIA Y LIDERAZGO	2	0	0
3	IND 3216	PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS	4	1	1
4	LIN 1103	INGLÉS TÉCNICO II	4	0	0

PORCENTAJES POR GRUPOS DE ASIGNATURAS

INGENIERÍA ELÉCTRICA MENCION SISTEMAS ELÉCTRICOS INDUSTRIALES	Nº ASIGNATURAS	PORCENTAJE
CIENCIAS BÁSICAS	14	26,92%
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	18	34,62%
ESPECIALIDAD	16	30,77%
SOCIALES, HUMANÍSTICAS Y COMPLEMENTARIAS	4	7,69%
TOTAL ASIGNATURAS	52	100%

Tabla 4.- Clasificación de asignaturas: Ingeniería Eléctrica – Mención Sistemas Eléctricos Industriales

PLAN DE ESTUDIOS PARA TÉCNICOS SUPERIORES - INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROGRAMA ESPECIAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA PARA TÉCNICOS SUPERIORES

SEMESTRE	ASIGNATURA		HORAS PRESENCIALES				PRE REQUISITO
	SIGLA	NOMBRE	T	P	L	TOTAL	

PRIMER SEMESTRE

1	MAT 1103	ÁLGEBRA II	4	2	0	6	INGRESO
1	MAT 1135	ESTADÍSTICA I	4	1	1	6	INGRESO
1	MAT 1218	VARIABLE COMPLEJA	4	2	0	6	INGRESO
1	MAT 1313	ANÁLISIS VECTORIAL Y TENSORIAL	4	2	0	6	INGRESO
1	MAT 2315	TRANSFORMADAS INTEGRALES	4	2	0	6	INGRESO
TOTAL HORAS/SEMANA			20	9	1	30	

SEGUNDO SEMESTRE

2	ELT 2570	CIRCUITOS ELÉCTRICOS II	4	0	2	6	MAT 1218
2	ELT 2590	SISTEMAS DE CONTROL I	4	0	2	6	MAT 1135
2	ELT 2682	ELECTRÓNICA II	4	0	2	6	MAT 1313
2	ELT 2782	ELECTRÓNICA III	4	0	2	6	MAT 1218
2	ELT 2811	MEDICIONES ELÉCTRICAS	4	0	2	6	MAT 1218
2	SIS 2510	INVESTIGACIÓN OPERATIVA I	4	2	0	6	MAT 1103
TOTAL HORAS/SEMANA			24	2	10	36	

TERCER SEMESTRE

3	ELT 2680	ELECTRÓNICA DIGITAL I	4	0	2	6	ELT 2682
3	ELT 2690	ELECTRÓNICA DE POTENCIA I	4	0	2	6	ELT 2682
3	ELT 2761	SISTEMAS DE POTENCIA I	4	0	2	6	ELT 2570
3	ELT 3620	INSTALACIONES ELÉCTRICAS II	4	0	2	6	ELT 2811
3	ELT 3751	SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	4	2	0	6	ELT 2811
3	ELT 3851	TÉCNICAS DE ALTA TENSIÓN	4	2	0	6	ELT 2570
TOTAL HORAS/SEMANA			24	4	8	36	

CUARTO SEMESTRE

4	ELT 3770	ACCIONAMIENTO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS	4	2	0	6	ELT 2690
4	ELT 3831	PROTECCIONES DE SISTEMAS DE POTENCIA	4	2	0	6	ELT 2761
4	ELT 3841	SISTEMAS DE POTENCIA II	4	0	2	6	ELT 2761
4	ELT 3861	OPERACIÓN ECONÓMICA Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA	4	0	2	6	ELT 2761
4	ELT 3890	AUTOMÁTICA I	4	0	2	6	ELT 2680
4	ELT 3910	PLANIFICACIÓN DE PROYECTO DE GRADO	2	0	0	2	3er. Sem. Aprobado
4	ELT 3981	TARIFACIÓN Y REGULACIÓN SECTORIAL ELÉCTRICA	4	2	0	6	ELT 3751
TOTAL HORAS/SEMANA			26	6	6	38	

QUINTO SEMESTRE

5	ELT 3961	SISTEMAS DE POTENCIA III	4	0	2	6	ELT 3841
5	ELT 3990	GRADUACIÓN	2	0	0	2	ELT 3910
5	IND 3216	PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS	4	1	1	6	ELT 3981
TOTAL HORAS/SEMANA			10	1	3	14	

TOTAL PROGRAMA

TOTAL PROGRAMA HORAS/SEMANA	104	22	28	154
TOTAL PROGRAMA	2080	440	560	3080

DE VENCIMIENTO OBLIGATORIO NO CURRICULAR		T	P	L	TOTAL	PRE REQ.
LIN 1101	INGLÉS GENERAL I	4	0	0	4	
LIN 1102	INGLÉS TÉCNICO I	4	0	0	4	LIN 1101
LIN 1103	INGLÉS TÉCNICO II	4	0	0	4	LIN 1102

Tabla 5.- Plan de estudios: Técnicos Superiores – Ingeniería Eléctrica

MALLA CURRICULAR PARA TÉCNICOS SUPERIORES - INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROGRAMA: INGENIERÍA ELÉCTRICA PLAN TÉCNICOS SUPERIORES

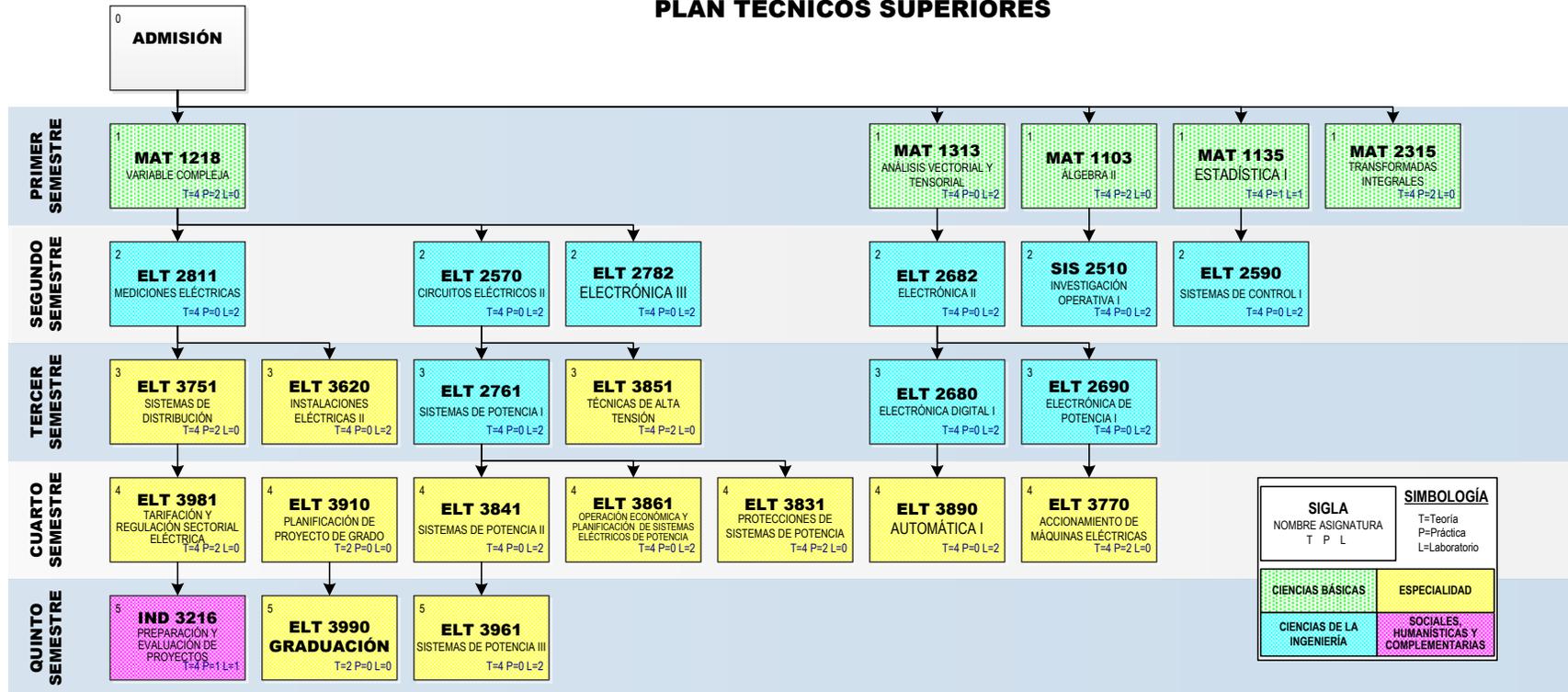


Figura 3.- Malla Curricular: Plan Técnicos Superiores - Ingeniería Eléctrica

UNIDADES TEMÁTICAS**ELT 2310 - FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
E INGENIERÍA ELECTRÓNICA****A. IDENTIFICACIÓN**

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SIGLA:	ELT 2310
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Prácticas: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL**Objetivos:**

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de analizar, fundamentar en una introducción a los principios básicos de la electricidad aplicando conceptos de corriente eléctrica, carga, intensidad de corriente, potencia, magnitudes eléctricas, tipos de energía y su transformación

Conocerá la regulación del mercado eléctrico, demanda de energía eléctrica y la expansión en el sector eléctrico el principio básico de las normas y ley de electricidad en Bolivia.

Podrá distinguir básicamente los componentes básicos de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica

Se visitara a las industrias en nuestra ciudad, a las empresas de distribución y de telecomunicaciones que estén regulados y no regulados por otro lado también se mostrara las visitas virtuales.

Tendrá conocimientos, obligaciones, derechos dentro el Perfil profesional, Perfil ocupacional

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de transformación de unidades y magnitudes eléctricas
- Identifica los componentes básicos de un sistema de generación, transmisión, distribución, partes de un dispositivo electrónico hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí
- Plantea alternativas de generar, transformar los tipos de energías y los recursos energéticos en Bolivia
- Aplica los conceptos básicos sobre la regulación del mercado eléctrico en Bolivia.
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos sobre la demanda de la energía eléctrica y su expansión

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO**Contenido mínimo:**

Naturaleza de la electricidad.- Tipos de energía y su transformación, magnitudes eléctricas, unidades eléctricas y equivalencias, efectos de la electricidad.- La energía eléctrica en Bolivia: sistema interconectado nacional, demanda máxima, capacidad instalada, recursos energéticos en Bolivia.- Fundamentos de la corriente eléctrica: símil con circuito hidráulico, corriente continua y alterna.- Energía y rendimiento, cálculo de la energía y facturación.- Componentes básicos de un sistema de generación, transmisión, distribución e industrial.- Componentes básicos de un sistema electrónico y de telecomunicaciones.- Ámbitos de trabajo profesional: perfil del ingeniero eléctrico y del ingeniero electrónico.- Visitas a industrias.

Contenido analítico:

Tema 1: Naturaleza de la electricidad

- 1.1. La materia y sus estados
- 1.2. Conductores y aislantes
- 1.3. Carga eléctrica
- 1.4. Intensidad de la corriente eléctrica
- 1.5. Resistencia eléctrica
- 1.6. Potencia eléctrica.

Tema 2: Tipos de energía y su transformación.

- 2.1. Fuentes de energía
- 2.2. Tipos o formas de energía
- 2.3. Combustibles Fósiles
- 2.4. Energía hidráulica
- 2.5. Energía eólica
- 2.6. Energía solar
- 2.7. Energía de la biomasa
- 2.8. Energía geotérmica
- 2.9. Energía Nuclear

Tema 3: Recursos energéticos en Bolivia

- 3.1. Recursos naturales
- 3.2. Recursos hidroeléctricos
- 3.3. Existencia del petróleo y gas natural en Bolivia
- 3.4. Exportación de gas y proyectos de exportación

Tema 4: Componentes de un sistema eléctrico.-

- 4.1. Cadena de producción de energía eléctrica
- 4.2. Componentes de un sistema de generación
- 4.3. Componentes de un sistema de transmisión
- 4.4. Componentes de un sistema de distribución

Tema 5: Componentes de un sistema electrónico y de telecomunicaciones.

- 5.1. Dispositivos semiconductores
- 5.2. Componentes pasivos, activos
- 5.3. Componentes de un sistema de telecomunicaciones
- 5.4. Componentes de la transmisión de AM y FM
- 5.5. Componentes de una central telefónica

Tema 6: La energía eléctrica en Bolivia.

- 6.1. Sistema interconectado nacional
- 6.2. Mercado eléctrico
- 6.3. Cadena de producción de energía eléctrica
- 6.4. Demanda de energía eléctrica
- 6.5. Expansión del sector eléctrico boliviano.

Tema 7: Perfil del ingeniero eléctrico y del ingeniero electrónico

- 7.1. Perfil profesional
- 7.2. Perfil ocupacional

Tema 8: Ámbitos de trabajo profesional

- 8.1. Ambientes de trabajo
- 8.2. Relaciones de trabajo
- 8.3. Características personales.
- 8.4. Visitas a industrias locales y virtuales

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ledanois, Jean Marie; López de Ramos, Aura L.. Ediciones de la Universidad Simón Bolívar (ed.): «Sistema Internacional de Unidades»
- [2] Centrales eléctricas III, Orille Fernández, Ángel Luis, (aut.), Ediciones UPC, S.L 1996
- [3] www.cndc.gob.bo
- [4] www.ae.gob.bo
- [5] Energías Renovables y Medio Ambiente (ISSN 0328-932X)

HUM 4310 - REDACCIÓN, ORATORIA Y LIDERAZGO

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	REDACCIÓN, ORATORIA Y LIDERAZGO
SIGLA:	HUM 4310
DURACIÓN	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 2, TOTAL: 2
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de aplicar adecuadamente los aspectos de Gramática, Oratoria y Liderazgo. Debe ser capaz de realizar la redacción de Artículos Científicos adecuadamente. Debe ser capaz también de elaborar y preparar presentaciones y exposiciones de acuerdo a las técnicas de Oratoria. También debe ser capaz de aplicar y actuar en calidad de líder en las actividades académicas y profesionales.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Plantea, aplica y desarrolla e integra los aspectos de Gramática, Oratoria y Liderazgo documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO**Contenido mínimo:**

Gramática: Reglas ortográficas – Sintaxis – Puntuación – Anglicismos - Características de la redacción científica. - Oratoria: Técnicas de oratoria – Organización del discurso - Taller de oratoria, expresión oral y corporal. Liderazgo: Características de un líder, diferencias entre jefe y líder. Dinámica de grupos - Toma de decisiones - Ética y moral - Metodologías de estudio. Método de Resolución de problemas. -

Contenido analítico:**Tema 1: Reglas Ortográficas**

- 1.1. Introducción.
- 1.2. Reglas ortográficas.
- 1.3. Aplicación de reglas ortográficas.
- 1.4. Ejercicios de aplicación.

Tema 2: Sintaxis

- 2.1. Introducción.
- 2.2. Importancia de la sintaxis en la redacción.
- 2.3. Aplicación de la sintaxis.
- 2.4. Ejercicios de aplicación.

Tema 3: Puntuación.

- 3.1. Introducción.
- 3.2. Puntuación.
- 3.1. Signos de Puntuación.

- 3.3. Aplicación de signos de puntuación.
- 3.4. Ejercicios de aplicación.

Tema 4: Anglicismos.

- 4.1. Introducción.
- 4.2. Importancia de los Anglicismos.
- 4.3. Anglicismos.
- 4.4. Campos de uso del Anglicismo.
- 4.5. Campos de uso del Anglicismo en el Área Técnica.
- 4.6. Ejercicios de Aplicación.

Tema 5: Características de la Redacción Científica.

- 5.1. Definición de artículo científico.
- 5.2. Características de la redacción científica.
 - 5.2.1. Precisión.
 - 5.2.2. Claridad.
 - 5.2.3. Brevedad.
- 5.3. Partes de la redacción científica.
 - 5.3.1. Autores.
 - 5.3.2. Título.
 - 5.3.3. Palabras Clave.
 - 5.3.4. Portada.
 - 5.3.5. Resumen.
 - 5.3.6. Introducción.
 - 5.3.7. Materiales y Métodos.
 - 5.3.8. Resultados.
 - 5.3.9. Tablas.
 - 5.3.10. Figuras.
 - 5.3.11. Discusión.
 - 5.3.12. Conclusión.
 - 5.3.13. Agradecimientos.
 - 5.3.14. Literatura Citada.
 - 5.3.15. Apéndice.
- 5.4. Investigación Científica.
- 5.5. Líneas de la Investigación Científica.
- 5.6. Elaboración de Artículo Científico.

Tema 6: Técnicas de Oratoria

- 6.1. Introducción.
- 6.2. Técnicas de Oratoria.
- 6.3. Preparación del tema de presentación.
- 6.4. Organización de la Información.
- 6.5. Creación material de Apoyo.
- 6.6. Uso de medios tecnológicos TIC.
- 6.7. Técnicas del control de nerviosismo.

Tema 7: Organización del Discurso

- 7.1. Introducción.

- 7.2. Organización del discurso.
- 7.3. Tipos de Párrafo.
 - 7.3.1. Párrafo Analizante.
 - 7.3.2. Párrafo Sintetizante.
 - 7.3.3. Párrafo Encuadrado.
 - 7.3.4. Párrafo Paralelo.
- 7.4. Modelos de Organización.
 - 7.4.1. Problema – Solución.
 - 7.4.2. Causa – Consecuencia.
 - 7.4.3. Comparación o Contraste.
 - 7.4.4. Secuencia Temporal.
 - 7.4.5. Enumeración Descriptiva.
- 7.5. Estructura.
 - 7.5.1. Introducción.
 - 7.5.2. Desarrollo.
 - 7.5.3. Conclusión.
- 7.6. Ejemplo de Organización de Discurso.

Tema 8: Taller Oratoria.

- 8.1. Generalidades
- 8.2. Taller de Oratoria
- 8.3. Expresión oral y corporal
- 8.4. Expresión Oral.
- 8.5. Expresión Corporal.
- 8.6. Aplicación en caso Real.

Tema 9: Liderazgo.

- 9.1. Introducción.
- 9.2. Características de un líder.
 - 9.2.1. Visionario.
 - 9.2.2. Persona de acción.
 - 9.2.3. Brillante.
 - 9.2.4. Coraje.
 - 9.2.5. Contagia entusiasmo.
 - 9.2.6. Gran comunicador.
 - 9.2.7. Convincente.
 - 9.2.8. Gran negociador.
 - 9.2.9. Capacidad de mando.
 - 9.2.10. Exigente.
 - 9.2.11. Carismático.
 - 9.2.12. Honestidad.
 - 9.2.13. Cumplidor.
 - 9.2.14. Coherente.
- 9.3. Diferencia entre un jefe y un líder.
- 9.4. Taller de Liderazgo.

Tema 10: Dinámica de Grupos.

- 10.1. Generalidades.
- 10.2. Trabajo en Equipo.
- 10.3. Importancia de la Dinámica de Grupos.
- 10.4. Taller de Dinámica de Grupos.

Tema 11: Toma de Decisiones.

- 11.1. Introducción.
- 11.2. Toma de decisiones.
- 11.3. Pasos para la toma de decisión.
- 11.4. Taller de toma de Decisiones.

Tema 12: Ética y Moral.

- 12.1. Introducción.
- 12.2. Ética.
- 12.3. Moral.
- 12.4. Diferencia entre ética y moral.
- 12.5. Explicación Caso Real.

Tema 13: Metodologías de Estudio.

- 13.1. Introducción.
- 13.2. Metodologías de estudio.
 - 13.2.1. Fórmula EPLE2R.
 - 13.2.2. Fórmula 2L, 2S, 2 R.
 - 13.2.3. Método PQRST.
 - 13.2.4. Técnica de estudio CRILPRARI.
 - 13.2.5. Técnica de estudio CIILPRE.
 - 13.2.6. Técnica de estudio OPLER.
 - 13.2.7. Técnica de estudio AVISAN.
 - 13.2.8. Técnica de estudio VILER.
 - 13.2.9. Técnica de estudio ELOREC.
 - 13.2.10. Técnica de visualización.
 - 13.2.11. Técnica de los mapas conceptuales.
 - 13.2.12. Método de estudio de casos.
- 13.3. Ejercicios de aplicación.

Tema 14: Método de Resolución de Problemas.

- 14.1. Introducción.
- 14.2. Importancia de los Métodos de Resolución de Problemas.
- 14.3. Métodos de Resolución de Problemas.
- 14.4. Aplicación de la Resolución de Problemas en la Industria.

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Mari Mutt, **Manual de Redacción Científica**, Mayo 2015
- [2] IEEE, **Norma IEEE Redacción de artículo Científico**. Septiembre 2014.

- [3] C. Rosa, **Enciclopedia Oratoria Motivacional**. Segunda Edición, Lima – Perú.
[4] M. Oroza, **El Arte de Hablar en Público**, Julio 2013
[5] M. Granados, **Liderazgo Emprendedor**, Ediciones Haber, México 2007
[6] P.Zayas, **Liderazgo Empresarial**. Internet.

ELT 2460 – CIRCUITOS ELÉCTRICOS I

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA, INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
ASIGNATURA:	CIRCUITOS ELÉCTRICOS I
SIGLA:	ELT 2460
DURACIÓN	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas= 4; Laboratorio= 2; TOTAL= 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Son objetivos de la materia que el estudiante:

- Conozca los conceptos básicos de la electricidad y que sea capaz de identificarlos para aplicarlos en las demás áreas de la electricidad.
- Conozca las leyes de los circuitos eléctricos, de las transformaciones para lograr soluciones de los mismos
- Esté capacitado en la aplicación de las metodologías de análisis de circuitos eléctricos
- Desarrolle la habilidad para que aplique el método más adecuado de acuerdo a las características de los circuitos
- Conozca las distintas funciones de excitación y comprender el significado de los valores asociados a formas de onda periódicas y cuando pueden aplicarse.
- Conozca y aplique los diferentes teoremas de circuitos
- Conozca las transformaciones del dominio del tiempo al dominio de la frecuencia aplicando al método fasorial
- Utilice e interprete todos los tipos de potencia eléctrica, el factor de potencia y su mejoramiento
- Conozca el análisis de los circuitos en régimen transitorio

Unidades de competencia:

- CG1: Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma.
- CG4: Analiza problemas, situaciones y contextos aplicando los métodos y técnicas básicas e integra soluciones y propuestas pertinentes en su campo profesional.
- CG7: Posee hábitos de formación a lo largo de la vida.
- CG12: Documenta la información de forma estructurada, ordenada y coherente.
- CG16: Trabaja bajo presión y responde adecuadamente en situaciones límite.

- CE21: Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes
- CE23: Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos.
- CE24: Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica.

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Concepto de circuito eléctrico.- Topología de redes: leyes de Kirchhoff, reducción de redes.- Funciones de tiempo.- Métodos de análisis de redes: mallas, nodos, variables de estado.- Funciones de impedancia y de red.- Teoremas de red.- Análisis de corriente alterna en estado permanente.- Potencia de corriente alterna.- Análisis en régimen transitorio.- Laboratorio.- Simulación

Contenido analítico

Tema 1: Concepto de circuito eléctrico

- 1.1 Formas de energía.
- 1.2 Relación entre la teoría de campos y la teoría de circuitos
- 1.3 Definición de magnitudes eléctricas
- 1.4 Elementos de un circuito
- 1.5 Descripción de elementos
- 1.6 Resistencia eléctrica

Tema 2: Topología de redes

- 2.1 Clasificación de redes
- 2.2 Relación corriente-voltaje
- 2.3 Sentido de referencia para la corriente y voltaje.
- 2.4 Descripción topológica de redes
- 2.5 Leyes de Kirchhoff
- 2.6 Reducción de redes pasivas.
- 2.7 Reducción de redes activas

Tema 3: Funciones de tiempo

- 3.1 Introducción
- 3.2 Función escalón
- 3.3 Función rampa
- 3.4 Función impulso
- 3.5 Funciones periódicas.
- 3.6 Valor medio
- 3.7 Valor eficaz

Tema 4: Métodos de análisis de redes

- 4.1 Número de ecuaciones de red.
- 4.2 Análisis con variables de corrientes de malla
- 4.3 Análisis con variables de voltaje de nodo.
- 4.4 Análisis con variables de estado

Tema 5: Funciones de impedancia y de red

- 5.1 Frecuencia compleja
- 5.2 Función de impedancia y admitancia
- 5.3 Red transformada
- 5.4 Funciones de red
- 5.5 Polos y ceros de funciones de red

Tema 6: Teoremas de red

- 6.1 Teorema del Divisor de Corriente
- 6.2 Teorema del Divisor de Tensión
- 6.3 Teorema de Thevenin
- 6.4 Teorema de Norton
- 6.5 Teorema de Superposición
- 6.6 Teorema de máxima transferencia de potencia

Tema 7: Análisis de corriente alterna en estado permanente

- 7.1 La excitación senoidal
- 7.2 Obtención de función senoidal
- 7.3 Propiedades de las senoidales
- 7.4 Excitación compleja.
- 7.5 Notación Fasorial
- 7.6 Diagramas fasoriales
- 7.7 Relaciones voltaje-corriente en fasores
- 7.8 Impedancia y admitancia
- 7.9 Leyes, métodos de análisis, teoremas en el método fasorial

Tema 8: Potencia de corriente alterna

- 8.1 Relaciones de potencia y energía en elementos simples
- 8.2 Potencia de un dipolo
- 8.3 Potencia compleja Factor de potencia
- 8.4 Triángulo de potencia
- 8.5 Corrección del factor de potencia

Tema 9: Análisis en régimen transitorio

- 9.1 Composición de una respuesta
- 9.2 Respuesta natural
- 9.3 Constante de tiempo
- 9.4 Respuesta forzada
- 9.5 Condiciones iniciales
- 9.6 Análisis por el método de la transformada de Laplace

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **W.Hayt, J.E. Kemmerly, S.M.Durbin**, Análisis de circuitos en Ingeniería,
- [2] **Van Valkenburg**, Análisis de redes;
- [3] **J. Edminister**, (Schaum) Circuitos eléctricos;
- [4] **D. Johnson**, Análisis básico de circuitos eléctricos,
- [5] **D. Irwin**, Análisis básico de circuitos en Ingeniería,
- [6] **J. Nilsson, S.Riedel**. Circuitos eléctricos,
- [7] **Brenner**, Análisis de Circuitos eléctricos
- [8] **M. Sadiku, A. Gordon**, Fundamentos de circuitos eléctricos –
- [9] **R.C. Dorf**, Circuitos Eléctricos
- [10] **Brenner**, Análisis de Circuitos eléctricos,
- [11] **R. Boylestad**, Introducción al análisis de circuitos.
- [12] **G.A. Nava**, Texto de consulta de la materia

ELT 2470 - ELECTROMAGNETISMO APLICADO**A. IDENTIFICACIÓN**

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA, INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	ELECTROMAGNETISMO APLICADO
SIGLA:	ELT 2470
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas= 4; Laboratorio= 2; TOTAL= 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL**Objetivos**

Son objetivos de la materia que el estudiante:

- Explique las leyes que gobiernan los fenómenos eléctricos y magnéticos.
- Que sea capaz de comprender la teoría electromagnética, mediante la aplicación del análisis vectorial y sus operadores diferenciales a las distintas situaciones y fenómenos eléctricos y magnéticos.
- Comprenda las leyes fundamentales que rigen la teoría electromagnética
- Relacione la teoría con la práctica de la ingeniería y el desarrollo tecnológico, comprendiendo el principio de funcionamiento de los distintos equipos, máquinas, instrumentos y fenómenos eléctricos y magnéticos

Unidades de competencia:

- CG1: Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma.
- CG4: Analiza problemas, situaciones y contextos aplicando los métodos y técnicas básicas e integra soluciones y propuestas pertinentes en su campo profesional.
- CG7: Posee hábitos de formación a lo largo de la vida.
- CG8: Dirige y organiza equipos de trabajo con calidad, competitividad,

- responsabilidad, justicia y ética
- CG12: Documenta la información de forma estructurada, ordenada y coherente.
 - CG16: Trabaja bajo presión y responde adecuadamente en situaciones límite.
 - CE21: Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes
 - CE22: Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable.
 - CE23: Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos.

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo

Electrostática en el vacío: distribuciones continuas, potencial eléctrico.- Electrostática en medios dieléctricos, capacitancia, condiciones de frontera, ecuaciones de Poisson y Laplace, rigidez dieléctrica.-Método de las imágenes reflejadas, coeficientes de potencial y de capacidad.- Magnetostática.- Magnetismo en medios materiales, circuitos magnéticos.- Ley de inducción de Faraday, coeficiente de autoinducción.- Ecuaciones de Maxwell.- Ondas electromagnéticas, propagación de ondas en materiales conductores.- Antenas.- Líneas de transmisión.- Aplicaciones.

Contenido analítico

Tema 1: Electrostática en el vacío

- 1.1 Cargas distribuidas
- 1.2 Ley de Gauss
- 1.3 Potencial eléctrico
- 1.4 Gradiente de potencial

Tema 2: Electrostática en medios dieléctricos

- 2.1 Dieléctricos, aislantes y conductores
- 2.2 Polarización
- 2.3 Materiales dieléctricos
- 2.4 Desplazamiento eléctrico
- 2.5 Ecuaciones de Poisson y Laplace
- 2.6 Rigidez dieléctrica
- 2.7 Efecto corona
- 2.8 Condiciones de frontera en superficie límite entre dos dieléctricos
- 2.9 Corriente y densidad de corriente
- 2.10 Capacidad y conductancia
- 2.11 Método de las imágenes reflejadas
- 2.12 Coeficientes potenciales y de capacidad
- 2.13 Aplicaciones

Tema 3: Magnetostática

- 3.1 Líneas de Inducción
- 3.2 Inducción magnética

- 3.3 Fuerza de Lorente
- 3.4 Fuerza entre elementos con corriente
- 3.5 Ley de Biot-Savart
- 3.6 Ley de Ampere
- 3.7 Potencial magnético, vectorial y escalar
- 3.8 Aplicaciones y problemas

Tema 4: Magnetismo en medios materiales

- 4.1 Magnetización Intensidad de campo magnético
- 4.2 Susceptibilidad y permeabilidad magnéticas
- 4.3 Materiales magnéticos
- 4.4 Diamagnéticos
- 4.5 Paramagnéticos
- 4.6 Ferromagnéticos
- 4.7 Curvas de magnetización
- 4.8 Ecuaciones de campo
- 4.9 Condiciones de frontera en la superficie límite
- 4.10 Circuito magnético
- 4.11 Ley de Hopkinson
- 4.12 Problemas

Tema 5: Inducción electromagnética

- 5.1 Inducción Ley de Faraday
- 5.2 Ley de Lenz
- 5.3 Fuerza electromotriz inducida
- 5.4 Corrientes parásitas
- 5.5 Coeficiente de autoinducción
- 5.6 Coeficiente de inducción mutua
- 5.7 Coeficiente de acoplamiento
- 5.8 Inductancia de las líneas
- 5.9 Aplicaciones y problemas

Tema 6: Ecuaciones de Maxwell y ondas electromagnéticas

- 6.1 Teoría general del electromagnetismo
- 6.2 Ecuaciones de Maxwell en forma diferencial e integral
- 6.3 Densidad de corriente de desplazamiento
- 6.4 Ecuación de onda electromagnética
- 6.5 Energía electromagnética
- 6.6 Onda electromagnética plana
- 6.7 Impedancia intrínseca en un medio dieléctrico

Tema 7: Propagación de ondas en materiales conductores

- 7.1 Atenuación
- 7.2 Impedancia intrínseca
- 7.3 Efecto pelicular
- 7.4 Profundidad de penetración
- 7.5 Potencia y Vector de Poynting

Tema 8: Antenas

- 8.1 Parámetros de antenas
- 8.2 Tipos y Aplicaciones de Antenas.
- 8.3 Dipolo
- 8.4 Reflectores
- 8.5 Antenas Parabólicas

Tema 9: Líneas de transmisión

- 9.1 Introducción
- 9.2 Modelo circuital de la línea de transmisión
- 9.3 Ecuaciones generales de la línea de transmisión
- 9.4 Solución de la ecuación de ondas en el dominio del tiempo
- 9.5 Solución de la ecuación de ondas en el dominio de la frecuencia
- 9.6 Guías de ondas

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **D. SADIKU** Elementos de Electromagnetismo
- [2] **CHENG**, Electromagnetismo para ingenieros
- [3] **PLONUS**, Electromagnetismo aplicado
- [4] **HAYT**, Electromagnetismo para Ingenieros
- [5] **MARSHALL-DU BROFT** , Electromagnetismo. Conceptos y Aplicaciones

ELT 2522 - SEÑALES Y SISTEMAS DISCRETOS**A. IDENTIFICACIÓN**

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA, INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	SEÑALES Y SISTEMAS DISCRETOS
SIGLA:	ELT 2522
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Prácticas: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL**Objetivos:**

Introducir las herramientas matemáticas para el análisis y síntesis de las señales y los sistemas en el dominio del tiempo y de la frecuencia, además de dar las bases para la aplicación de estas técnicas en sistemas de control, telecomunicaciones y procesamiento de señales, como parte fundamental en la formación del ingeniero. El estudio se centra en las señales determinísticas y en los sistemas líneas tiempo invariantes, ambos de tiempo discreto y su relación con las señales y sistemas de tiempo continuo.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1

- Utiliza tecnologías de información y comunicación genéricas y especializadas en su campo como soporte de su ejercicio profesional – CG3
- Colabora en proyectos de investigación básica y aplicada, aplicando métodos de investigación de su profesión con habilidad – CG5
- Posee hábitos de formación a lo largo de la vida – CG7
- Comunica de manera escrita, oral y gráfica, las ideas y/o resultados de los proyectos en el ámbito de su profesión - CG11
- Comprende y produce mensajes orales y escritos en la lengua extranjera de mayor uso en su campo profesional – CG13
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CE21
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Sistemas lineales e invariantes en el tiempo de tiempo discreto.- Representación en series de Fourier de señales periódicas en tiempo discreto.- La Transformada de Fourier en tiempo discreto.- La Transformada discreta de Fourier.- La transformada rápida de Fourier.- Muestreo.- La Transformada z.- Análisis en tiempo y frecuencia de señales y sistemas en tiempo discreto.

Contenido analítico:

Tema 1: Señales y sistemas

- 1.1 Introducción
- 1.2 Señales continuas y discretas
- 1.3 Transformaciones de la variable independiente
- 1.4 Señales exponenciales y senoidales
- 1.5 Las funciones impulso unitario y escalón unitario
- 1.6 Sistemas continuos y discretos
- 1.7 Propiedades básicas de los sistemas
- 1.8 Aplicación de herramientas informáticas

Tema 2: Sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LTI)

- 2.1 Introducción
- 2.2 Sistemas LTI discretos: sumatoria de convolución
- 2.3 Propiedades de los sistemas lineales e invariantes en el tiempo
- 2.4 Sistemas LTI causales descritos por ecuaciones en diferencias
- 2.5 Funciones singulares

Tema 3: Representación de señales periódicas en series de Fourier.

- 3.1 Introducción
- 3.2 La respuesta de sistemas LTI a exponenciales complejas
- 3.3 Repaso de las series de Fourier de señales periódicas continuas
- 3.4 Representación en series de Fourier de señales periódicas discretas
- 3.5 Propiedades de la serie discreta de Fourier
- 3.6 Serie de Fourier y sistemas LTI
- 3.7 Filtros de tiempo discreto

Tema 4: La transformada de Fourier de tiempo discreto

- 4.1 Introducción
- 4.2 Repaso de la transformada de Fourier de tiempo continuo
- 4.3 Representación de señales aperiódicas: la transformada de Fourier de tiempo discreto
- 4.4 La transformada de Fourier para señales periódicas
- 4.5 Propiedades de la transformada de Fourier de tiempo discreto
- 4.6 Dualidad
- 4.7 Sistemas caracterizados por ecuaciones en diferencias lineales con coeficientes constantes

Tema 5: La transformada discreta de Fourier

- 5.1 Definición de la transformada discreta de Fourier
- 5.2 Relación con la serie discreta de Fourier y con la transformada discreta de Fourier
- 5.3 Propiedades de la transformada discreta de Fourier
- 5.4 La transformada rápida de Fourier
- 5.5 Cálculo de la transformada rápida de Fourier mediante herramientas computacionales
- 5.6 Aplicaciones

Tema 6: Muestreo

- 6.1 Introducción
- 6.2 Breve repaso de la transformada de Laplace
- 6.2 Representación de una señal continua mediante sus muestras: el teorema de muestreo
- 6.3 Reconstrucción de una señal a partir de sus muestras usando la interpolación
- 6.4 El efecto del submuestreo: traslape
- 6.5 Procesamiento discreto de señales continuas
- 6.6 Muestreo de señales discretas

Tema 7: La transformada z

- 7.1 Introducción
- 7.2 La transformada z

- 7.3 La región de convergencia de la transformada z
- 7.4 La transformada z inversa
- 7.5 Propiedades de la transformada z
- 7.6 Análisis y caracterización de los sistemas LTI usando la transformada z
- 7.7 Representaciones en diagramas de bloques
- 7.8 La transformada z unilateral

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A.V. Oppenheim, A.S. Willsky, S.H. Nawab, **Señales y Sistemas**. Segunda edición. Pearson Educación, México, 1997.
- [2] S. Haykin, B. Van Veen, **Señales y Sistemas**. Editorial Limusa S.A. de C.V., Mexico D.F., 2001.
- [3] H.P. Hsu, **Señales y Sistemas**, Colección Schaum. Segunda edición. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., Mexico D.F., 2011.
- [4] E.W. Kamen, B.S. Heck, **Fundamentos de señales y sistemas usando la Web y Matlab**. Tercera edición. Pearson Educación, México, 2008.
- [5] M.J. Roberts, **Signals and Systems Analysis Using Transform Methods and Matlab**. Segunda edición. McGraw-Hill, New York, 2012.
- [6] S.S. Soliman, M.D. Srinath, **Señales y sistemas continuos y discretos**. Segunda edición. Prentice Hall Iberia, S.R.L., Madrid, 1999
- [7] F.T. Ulaby, A.E. Yagle, **Signals and Systems: Theory and Applications**, Michigan Publishing, 2018
- [8] J.H. McClellan, R.W. Schafer, M.A. Yoder. **DSP First**. Segunda edición. Pearson Education, Inc. 2016
- [9] A.Ambardar, **Procesamiento de señales analógicas y digitales**. Segunda Edición. Thomson Editores, S.A. de C.V. México D.F., 2002.
- [10] R.V. Churchill, J.W. Brown, **Variable Compleja y Aplicaciones**. Séptima edición. McGraw-Hill Interamericana de España S.L., Madrid, 2004.
- [11] G. James, **Matemáticas Avanzadas para Ingeniería**. Segunda edición, Prentice Hall, México, 2002.
- [12] E. Kreyszig. **Matemáticas Avanzadas para Ingeniería**, volúmenes I y II. Tercera edición. Limusa Wiley, México, 2003.

ELT 2532 - MEDIOS DE TRANSMISIÓN

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA, INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	MEDIOS DE TRANSMISIÓN
SIGLA:	ELT 2532
DURACIÓN	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 6, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

En la presente asignatura se pretende analizar el comportamiento electromagnético de las diferentes líneas de transmisión y predecir su comportamiento en aplicaciones reales, adaptar sistemas de transmisión de línea de forma sencilla, comprender las características de un medio de transmisión físico a partir de los parámetros que lo definen así como la visualización de sus características sobre la carta de Smith. Definir los elementos y la estructura de un cableado estructurado.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Temas de Telecomunicaciones.- Medios de transmisión alámbricos.- Medios de transmisión inalámbricos.- Teoría de líneas de transmisión de dos conductores.- Carta de Smith.- Cableado Estructurado.- Medición en medios de Transmisión.

Contenido analítico:

Tema 1: Tópicos de telecomunicaciones

- 1.1 Introducción a las Telecomunicaciones
- 1.2 Historia de las telecomunicaciones
- 1.3 Sistema de Telecomunicaciones
 - 1.3.1 Modelo de un sistema de Telecomunicaciones
 - 1.3.2 Elementos del sistema
- 1.4 Modos de Transmisión
- 1.5 Ancho de Banda y Capacidad de Transmisión
- 1.6 Espectro Electromagnético
- 1.7 Integración de los Sistemas de Telecomunicaciones
 - 1.8.1 Red de Telefonía Local
 - 1.8.2 Red de larga distancia Nacional e Internacional
 - 1.8.3 Telefonía celular
 - 1.8.4 Sistema de telefonía Satelital
 - 1.8.5 Internet
 - 1.8.6 Televisión por cable
- 1.8 Análisis de señales

Tema 2: Medios de transmisión alámbricos

- 2.1 Introducción
- 2.2 Ondas electromagnéticas transversales
- 2.3 Tipos de líneas de transmisión
 - 2.3.1 Líneas de transmisión Balanceados
 - 2.3.2 Líneas de transmisión Desbalanceados
- 2.4 Parámetros primarios de una Línea de Transmisión
- 2.5 Parámetros secundarios de una Línea de Transmisión
- 2.6 Cables Pares
- 2.7 Cables Coaxiales
- 2.8 Guías de Onda
- 2.9 Fibra Óptica
- 2.10 Pérdidas en líneas de transmisión
- 2.11 Medida de los parámetros de línea
- 2.12 Unidades de medida en Telecomunicaciones

Tema 3: Medios de transmisión inalámbricos

- 3.1 Conceptos básicos
- 3.2 Espectro radioeléctrico
- 3.3 Radiación en espacio libre
- 3.4 Propagación de ondas
 - 3.4.1 Propagación de onda superficial
 - 3.4.2 Propagación de onda ionosférica
 - 3.4.3 Propagación de onda troposférica (LOS)
- 3.5 Enlaces satelitales

Tema 4: Teoría de líneas de transmisión de dos conductores

- 4.1 Introducción
- 4.2 Propagación de Líneas Acopladas
- 4.3 Impedancia de entrada de una línea terminada como carga arbitraria
- 4.4 Impedancia de entrada de una línea terminada en corto circuito
- 4.5 Impedancia de entrada de una línea terminada en circuito abierto
- 4.6 Obtención de Z_0 y γ a partir de las impedancias de entrada en C.A. y C.C.
- 4.7 Líneas Desacopladas y Ondas Estacionarias
 - 4.7.1 Voltajes y corrientes en función de las variables de entrada
 - 4.7.2 Voltajes y corrientes en función de las variables de salida

Tema 5: Carta de Smith

- 5.1 Configuración de la Carta de Smith
- 5.2 Cálculos sobre la Carta de Smith
- 5.3 Variación de la impedancia y admitancia normalizada con la frecuencia
- 5.4 Determinación de patrones de ondas estacionarias
- 5.5 Técnicas básicas de adaptación de impedancias: reactiva serie y paralelo, Stubs.

Tema 6: Cableado estructurado

- 6.1 Descripción
- 6.2 Elementos principales de un sistema de cableado estructurado

- 6.2.1 Cableado Horizontal
- 6.2.2 Cableado vertical, troncal o backbone
- 6.2.3 Cuarto de entrada de servicios
- 6.2.4 Sistema de puesta a tierra
- 6.2.5 Atenuación
- 6.2.6 Capacitancia
- 6.2.7 Velocidad según la categoría de la red
- 6.2.8 Impedancia y distorsión por retardado

Tema 7: Mediciones en medios de transmisión

- 7.1 Descripción de equipos
- 7.2 Medidor de onda estacionaria
- 7.3 Prueba de conexión de cables coaxiales y multipares.

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Rodolfo Neri, **Líneas de Transmisión**, Primera Edición
- [2] Robert Chipman, **Líneas de Transmisión**, Primera Edición
- [3] Jhon D. Kraus, **Electromagnetismo**, Daniel A. Fleisch, McGraw Hill, 5ta edición.
- [4] Wayne Tomasi, **Sistemas de Comunicaciones Electrónicas**, Segunda Edición
- [5] José Miranda, **Ingeniería de Microondas**, Primera Edición

ELT 2570 - CIRCUITO ELÉCTRICOS II

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	CIRCUITO ELÉCTRICOS II
SIGLA:	ELT 2570
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al finalizar el curso, el alumno deberá ser capaz de analizar, evaluar, calcular, diseñar, experimentar y simular circuitos eléctricos trifásicos equilibrados y desequilibrados, senoidales y no senoidales, Redes de dos puertos con acoplamiento magnético y Respuesta en frecuencia con el diseño de circuitos de filtros.

Unidades de Competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de su campo de acuerdo a los parámetros de la profesión. (CGA1)
- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1

- Identifica las partes de un circuito, sistema, proceso, fenómeno hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, comprende, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas eléctricos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Respuesta natural y respuesta forzada en circuitos eléctricos.- Respuesta en frecuencia: resonancia serie y paralelo.- Diagramas de Bode.- Circuitos de filtros.- Circuitos acoplados magnéticamente.- Redes de dos puertos, cuadripolos.- Principios básicos de generación trifásica.- Sistemas trifásicos equilibrados.- Componentes simétricas.- Sistemas trifásicos desequilibrados.- Análisis de circuitos por Fourier, redes no senoidales.- Análisis de circuitos por simulación.- Laboratorio.

Contenido analítico:

Tema 1: Generación y Conexiones Trifásicas.

1.1 Uso de la Máquina Síncrona Trifásica

1.2 Potencia en Cuatro Cuadrantes

1.3 Conexiones Trifásicas entre devanados

Conexión Triángulo.

Ventajas y Desventajas en Generación

Conexión Estrella.

Ventajas y Desventajas en Generación

1.4 Justificación de la Generación, transmisión y Distribución Trifásica

1.5 Secuencia de Fases

Ejemplos aplicativos

1.6 Conexiones de Cargas Trifásicas.

Conexión Triángulo 3 y 4 Hilos de Cargas R-L-C

Ecuaciones características, Diagramas fasoriales y Senoidales

Conexión Delta Abierto de Cargas R-L-C

Ecuaciones características, Diagramas fasoriales y Senoidales

Conexión Estrella 3 y 4 Hilos de Cargas R-L-C

Ecuaciones características, Diagramas fasoriales y Senoidales

Conexión Zig – Zag
Ecuaciones características, Diagramas fasoriales y Senoidales
1.7 Importancia y Tipos del Neutro
1.8 Aplicación de Diagramas Fasoriales a Transformadores Trifásicos
Relación de Transformación
Índice Horario
Ejemplos Aplicativos

Tema 2: Circuitos Trifásicos Equilibrados.

2.1. Condiciones de Equilibrio
2.2. Equilibrio Senoidal Ideal
Desfase 120° , Tensiones y Corrientes, Conexiones (Y- Δ)
Raíz de 3, Tensiones y Corrientes, Conexiones (Y- Δ)
Sumatoria de corrientes en el neutro igual a cero
Diferencia de potencial entre neutro Carga y Neutro Generador
Impedancia de Carga Iguales
Tensión de suministro simétrico
2.3. Circuito Equilibrado en Conexión Estrella Z(+)-Z(-)
Ecuaciones características, Diagramas fasoriales y Senoidales
2.4. Circuito Equilibrado en Conexión Triángulo Z(+)-Z(-)
Ecuaciones características, Diagramas fasoriales y Senoidales
2.5. Conclusiones importantes
Ejemplos Característicos
2.6. Potencia Compleja Trifásica
2.7. Medición de Potencia Activa y Reactiva en Circuitos Trifásicos
Ejemplos Aplicativos
2.8. Transformación Estrella-Triángulo y Triángulo-Estrella
2.9. Reducción al Circuito Equivalente Monofásico
Conexión Estrella Fuente y Estrella Carga
Conexión Triángulo Fuente y Triángulo Carga
Conexión Estrella Fuente y Triángulo Carga
Conexión Triángulo Fuente y Estrella Carga
2.10. Compensación de la Potencia Reactiva
2.11. Equilibrio no Sinusoidal
Conexión Estrella
Conexión Triángulo
2.12. Equilibrio según Calidad del Servicio de Distribución
Ejemplos Aplicativos

Tema 3: Componentes Simétricas.

3.1. Consideraciones Básicas
3.2. Teorema de Fortescue - Stokvis
3.3. Operador 'a'
3.4. Sistemas de Secuencia
Sistema Trifásico de Secuencia Positiva - Directa
Sistema Trifásico de Secuencia Negativa - Inversa
Sistema Trifásico de Secuencia Cero - Homopolar
Diagrama Fasorial Trifásico de las tres Secuencias
Ejemplos Aplicativos

3.5. Expresión Lineal y Matricial del Teorema de Fortescue en función de:

- Corrientes
- Tensiones

3.6. Potencia y Factor de Potencia en Sistemas Desequilibrados en función de las tres Componentes de Secuencia

Ejemplos Aplicativos

Tema 4: Circuitos Trifásicos Desequilibrados.

4.1. Consideraciones Generales

4.2. Sistemas Desequilibrados Tres Hilos Y - Δ

4.3. Neutro Aislado

4.4. Neutro Desplazado

4.5. Aplicaciones a Alumbrado Público

4.6. Sistemas Desequilibrados Cuatro Hilos. Y

4.7. Neutro Aterrado

4.8. Aplicación de Componentes Simétricas a Circuitos Trifásicos

Conexión estrella

Conexión triángulo

4.9. Aplicación de Componentes Simétricas a Fallas en Circuitos Trifásicos

4.10. Falla Equilibrada:

Falla Trifásica

4.11. Fallas Desequilibradas:

Monofásica a tierra

Falla Bifásica

Falla Bifásica a tierra

Tema 5: Circuitos Acoplados Magnéticamente.

5.1. Consideraciones Generales

5.2. Inductancia Mutua

5.3. Coeficiente de Autoinducción

5.4. Corriente Natural

5.5. Tensión de la Inducción Mutua y de la Autoinducción

5.6. Máximo Acoplamiento y Desacoplamiento

5.7. Polaridad y Convención del Punto

5.8. Bases Físicas de la Convención del Punto

Ejemplos Aplicativos

5.9. Energía en un Acoplamiento Magnético

5.10. Consideraciones Energéticas

5.11. Igualdad de M_{12} y M_{21}

5.12. Establecimiento del límite superior de M

5.13. Coeficiente de Acoplamiento

5.14. Transformador Lineal

Impedancia Reflejada

Redes equivalentes π y T

5.15. Transformador ideal

Impedancia de Entrada en función de la Relación de Transformación

5.16. Autotransformador Ideal

Ejemplos Aplicativos

Tema 6: Red de dos puertos o cuadripolos

- 6.1. Consideraciones Generales
- 6.2. Redes de un Puerto.
- 6.3. Redes de dos Puertos.
- 6.4. Parámetros de Impedancia.
- 6.5. Parámetros por Medición.
- 6.6. Circuito Equivalente de Thvenin.
- 6.7. Parámetros de Admitancia.
- 6.8. Parámetros por Medición.
- 6.9. Circuito Equivalente de Norton.
Ejemplos Aplicativos
- 6.10. Parámetros Híbridos: h y g
- 6.11. Circuito Equivalente de Thevenin - Norton
- 6.12. Circuito Equivalente de Norton - Thevenin
- 6.13. Parámetros de transmisión Directos e Indirectos.
Ejemplos Aplicativos
- 6.14. Propiedades de las Redes de dos Puertos
- 6.15. Métodos de transformación entre Parámetros. Y , Z , h , g , T y T^{-1}
- 6.16. Interconexión de Redes de dos Puertos.
- 6.17. Condición de Brune
- 6.18. Técnica de Análisis de Circuitos utilizando Parámetros de Red
Ejemplos Aplicativos

Tema 7: Análisis de Circuitos por Fourier. Redes no Sinusoidales

- 7.1. Consideraciones Generales
- 7.2. Origen de Armónicos, Familia de Armónicos
- 7.3. Forma Trigonométrica de la Serie de Fourier
- 7.4. Evaluación de los Coeficientes de Fourier
- 7.5. Forma Exponencial de la Serie de Fourier
- 7.6. Espectros de Línea y de Fase
Ejemplos Aplicativos
- 7.7. Simetría de una Señal
Simetría Par e Impar
Simetría y Términos de la Serie de Fourier
Simetría de Media Onda
- 7.8. Respuesta completa a Funciones Forzadas
Ejemplos Aplicativos
- 7.9. Forma Compleja de la Serie de Fourier
- 7.10. Aplicaciones a Circuitos Trifásicos
- 7.11. Mejoramiento del Factor de Potencia
- 7.12. La transformada de Fourier
- 7.13. Transformada de Fourier de una Función del Tiempo periódica general
- 7.14. Función del Sistema y Respuesta en el Dominio de la Frecuencia
Ejemplos Aplicativos

Tema 8: Respuesta en Frecuencia.

- 8.1. Consideraciones Generales
- 8.2. Ganancia, desplazamiento de fase y la función de red

- 8.3. Circuitos Resonantes RLC en conexión paralelo
 - Resonancia y respuesta en tensión
 - Factor de calidad y sus interpretaciones
 - Ancho de Banda y circuitos de alto Q
 - Frecuencias de media potencia
 - Ejemplos Aplicativos
- 8.4. Circuitos resonantes RLC en conexión serie y otras formas resonantes
- 8.5. Escalamiento o ajuste
- 8.6. Diagramas de Bode
- 8.7. Escala de decibeles
- 8.8. Respuesta en Amplitud
- 8.9. Respuesta en fase
 - Cero y polo en el origen
 - Cero y Polo simple
 - Cero y polo cuadrático
 - Ejemplos Aplicativos
- 8.10. Emparejamiento de los diagramas de Bode
- 8.11. Términos múltiples
- 8.12. Pares de complejos conjugados
- 8.13. Ejemplos Aplicativos

Tema 9: Circuitos de Filtros.

- 9.1. Consideraciones Generales sobre Filtros
 - Filtros Ideales y Reales
 - Filtros pasivos Pasa-bajas
 - Filtros pasivos Pasa-altas
 - Filtros pasivos Pasa-banda
 - Filtros pasivos Recha-zabanda
 - Ejemplos Aplicativos
- 9.2. Filtros activos
 - Filtros Activos Pasa-bajas
 - Filtros Activos Pasa-altas
 - Filtros Activos Pasa-banda
 - Filtros Activos Rechaza-banda
- 9.3. Ejemplos Aplicativos
- 9.4. Filtros de segundo orden
 - Ejemplos Aplicativos

ELT 2580 – ELECTRÓNICA I

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	ELECTRÓNICA I
SIGLA:	ELT 2580
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Con ésta asignatura, se pretende que los alumnos aprendan conocimientos teórico-prácticos sobre los conceptos, técnicas y metodologías aplicadas en electrónica básica:

- Comprender el principio de los semiconductores.
- Conocer las aplicaciones del diodo de unión
- Analizar y resolver circuitos con diodos en CA y CC
- Conocer las características de un transistor bipolar.
- Conoce y distingue métodos de polarización de transistores bipolares
- Conocer las características de un transistor de efecto de campo.
- Conoce y analiza los amplificadores con transistores

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Semiconductores de Unión.- Circuitos con diodos.– Filtros de fuentes de alimentación.- Transistores de unión bipolar (BJT): Circuitos de polarización BJT y Amplificación de baja señal.- Transistores de efecto de campo (JFET): Circuitos de polarización JFET y Amplificación de baja señal.- MOSFET: Circuitos de polarización.- Amplificadores multietapa con BJT, JFET y MOSFET.

Contenido analítico:

Tema 1: Semiconductores de unión

- 1.1 Introducción a los Semiconductores
- 1.2 Unión P-N
- 1.3 Diodo
- 1.4 Características del diodo
- 1.5 Tipos de diodos
- 1.6 Polarización de diodos
- 1.7 Modelado de diodos

Tema 2: Circuitos con diodos

- 2.1 Introducción a los circuitos rectificadores de corriente
- 2.2 Rectificación monofásica con carga resistiva
- 2.3 Rectificación trifásica con carga resistiva
- 2.4 Aplicaciones del diodo LED
- 2.5 Reguladores de voltaje con diodo zener
- 2.6 Otras aplicaciones con diodos

Tema 3: Filtros para circuitos rectificadores

- 3.1 Filtro capacitivo
- 3.2 Filtro inductivo
- 3.3 Filtro capacitivo inductivo (L)
- 3.4 Filtro en cascada
- 3.5 Filtro π inductivo
- 3.6 Filtro π resistivo

Tema 4: Transistores de unión bipolar (BJT)

- 4.1 Transistor bipolar NPN y PNP
- 4.3 Características corriente voltaje
- 4.2 Operación en modo activo del transistor bipolar
- 4.4 Polarización de transistores
- 4.5 Amplificadores de señal

Tema 5: Transistores de efecto de campo JFET

- 5.1 Transistores JFET
- 5.2 Características de corriente voltaje
- 5.3 Operación en modo activo del JFET
- 5.4 Polarización del transistor JFET
- 5.5 Amplificadores con JFET

Tema 6: Transistores MOSFET

- 6.1 Características constructivas del MOSFET
- 6.2 Características de transferencia
- 6.3 Polarización del transistor MOSFET
- 6.4 Amplificadores de señal con MOSFET

Tema 7: Amplificadores multietapa con transistores

- 7.1 Amplificadores multietapa con BJT
- 7.2 Amplificadores multietapa con JFET
- 7.3 Amplificadores multietapa con MOSFET
- 7.4 Amplificadores multietapa combinados

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Jacob Millman, Dispositivos y circuitos electrónicos
- [2] Prat Vinas, Circuitos y dispositivos electrónicos
- [3] A. P. Malvino, Principios de electrónica
- [4] A.S. Sedra, Circuitos micro electrónicos
- [5] R.L. Boylestad, Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos
- [6] Muhammad H. Rashid, Circuitos Microelectrónicos: análisis y diseño
- [7] Thomas L. Floyd, Dispositivos Electrónicos
- [8] T.J. Maloney, Electrónica Industrial, Tercera edición
- [9] Muhammad H. Rashid, Electrónica de Potencia
- [10] Neamen Donald, Análisis y diseño de circuitos electrónicos

ELT 2590 - SISTEMAS DE CONTROL I

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	SISTEMAS DE CONTROL I
SIGLA:	ELT 2590
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

El análisis de los sistemas de control, desde el punto de vista de su descripción mediante ecuaciones diferenciales y funciones de transferencia, a fin poder establecer su dinámica, es la razón de ser de la asignatura. Su importancia radica en poder entender el comportamiento temporal y en frecuencia los sistemas eléctricos, mecánicos, químicos, térmicos, etc., y lograr su modelado para poder realizar la deducción del controlador. Esta asignatura contribuye en la formación del profesional, en la medida que permite, de una manera intuitiva, establecer la dinámica de los sistemas y hacer posible su control.

Se espera lograr que el estudiante desarrolle su intuición en el análisis de los sistemas dinámicos, a fin de que pueda establecer rápidos y sencillos modelos, que le permitan luego analizar el posible controlador que resuelva los problemas de control que plantea la industria.

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de analizar la dinámica de los sistemas de control de tiempo continuo, mediante su modelo. Debe ser capaz de analizar y sintetizar, tanto en el dominio del tiempo, como en el dominio de la frecuencia los

sistemas de control de lazo cerrado, es decir, funcionando con el controlador ya sintonizado. Debe ser capaz también de hacer simples diseños de controladores.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente para su campo profesional – CG2
- Utiliza tecnologías de información y comunicación genéricas y especializadas en su campo como soporte de su ejercicio profesional – CG3
- Analiza problemas, situaciones y contextos aplicando los métodos y técnicas básicas e integra soluciones y propuestas pertinentes en su campo profesional – CG4
- Colabora en proyectos de investigación básica y aplicada, aplicando métodos de investigación de su profesión con habilidad – CG5
- Comunica de manera escrita, oral y gráfica, las ideas y/o resultados de los proyectos en el ámbito de su profesión – CG11
- Comprende y produce mensajes orales y escritos en la lengua extranjera de mayor uso en su campo profesional – CG13
- Trabaja en equipos uni y/o multidisciplinarios para la resolución de problemas de forma colaborativa y propositiva en el contexto nacional e internacional – CG14
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CE21
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Realiza análisis de costos y prepara un presupuesto razonable a la solución técnica planteada – CE26
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Introducción a los sistemas de control.- Fundamento matemático.- Modelado de sistemas físicos.- Funciones de transferencia, diagramas de bloques gráficos de flujo de señal.- Estabilidad de los sistemas de control.- Análisis en el dominio del tiempo.- Lugar

geométrico de las raíces: análisis y diseño.- Respuesta en frecuencia: análisis y diseño.- Laboratorio

Contenido analítico:

Tema 1. Introducción a los sistemas de control

- 1.1 Introducción
- 1.2 Componentes básicos de un sistema de control
- 1.3 El principio de la realimentación y sus efectos
- 1.4 Sistemas de control de lazo abierto
- 1.5 Sistemas de control de lazo cerrado
- 1.6 Ejemplos de sistemas de control

Tema 2. Fundamento matemático

- 2.1 Introducción
- 2.2 Conceptos sobre variable compleja
- 2.3 La transformada de Laplace
- 2.4 Transformada inversa de Laplace
- 2.5 Aplicación en la solución de ecuaciones diferenciales

Tema 3. Funciones de transferencia y modelado de sistemas físicos

- 3.1 Introducción
- 3.2 Diagramas de bloques y gráfico de flujo de señal
- 3.3 Álgebra de bloques
- 3.4 Fórmula de la ganancia de Mason
- 3.5 Modelado de sistemas eléctricos
- 3.6 Modelado de sistemas mecánicos
- 3.7 Modelado de otros sistemas
- 3.8 Modelamiento en variables de estado

Tema 4. Estabilidad de los sistemas de control

- 4.1 Introducción
- 4.2 Estabilidad de entrada acotada y salida acotada
- 4.3 Estabilidad de entrada cero y estabilidad asintótica
- 4.4 Métodos para determinar la estabilidad
- 4.5 Criterio de Routh-Hurwitz

Tema 5. Análisis temporal de los sistemas de control

- 5.1 Introducción
- 5.2 Señales de prueba
- 5.3 Error de estado estable
- 5.4 Respuesta de un sistema de primer orden
- 5.5 Respuesta de un sistema de segundo orden
- 5.6 Efectos de añadir polos y ceros

Tema 6. El lugar geométrico de las raíces (L.G.R.)

- 6.1 Introducción
- 6.2 Propiedades básicas del lugar geométrico de las raíces
- 6.3 Construcción del lugar geométrico de las raíces
- 6.4 Aplicaciones de análisis y diseño

Tema 7. Análisis en el dominio de la frecuencia

- 7.2 Características de la respuesta en frecuencia
- 7.3 Criterio de estabilidad de Nyquist
- 7.4 Estabilidad relativa: márgenes de fase y de ganancia
- 7.5 Análisis mediante los diagramas de Bode
- 7.6 Relación con el lugar geométrico de las raíces

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] B.C.Kuo, **Sistemas de control automático**. Séptima edición. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1996.
- [2] K. Ogata, **Ingeniería de control moderna**. Quinta edición. Pearson Educación, S.A., Madrid, 2010.
- [3] R.C. Dorf; R.H. Bishop, **Sistemas de control moderno**. Décima edición. Pearson Educación, S.A., Madrid, 2005.
- [4] N.S. Nise, **Sistemas de Control para Ingeniería**. Tercera edición. Compañía Editorial Continental, México, 2006.
- [5] S.G. Castro, D.B. Solé, J.M. Alcalá, M.R. Moreno, **Teoría de control. Diseño electrónico**. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México, 1999.
- [6] A. Barrientos, R. Sanz, F. Matía, E. Gambao, **Control de sistemas continuos. Problemas resueltos**. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A., Madrid, 1996.
- [7] J.J. Distefano, A.R. Stubberud, I.J. Williams, **Retroalimentación y sistemas de control**, Colección Schaum. Segunda edición, McGraw-Hill, Santafé de Bogotá, 1992.
- [8] K. Ogata, **Dinámica de sistemas**. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1987.
- [9] D.C. Karnopp, D.L. Margolis, R.C. Rosenberg, **System Dynamics Modeling, Simulation, and Control of Mechatronic Systems**. Quinta edición. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2012.
- [10] W.J. Palm III, **System Dynamics**. Tercera edición. The McGraw-Hill Companies, Inc. 2014
- [11] L.Ljung, T.Glad, **Modeling of dynamic systems**. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1994.
- [12] R.V. Churchill, J.W. Brown, **Variable Compleja y Aplicaciones**. Séptima edición. McGraw-Hill Interamericana de España S.A., Madrid, 2004.
- [13] M.R. Spiegel, **Transformadas de Laplace**, Colección Schaum. McGraw-Hill/Interamericana de México, S.A. de C.V., México, 1967.
- [14] G. James, **Matemáticas Avanzadas para Ingeniería**. Segunda edición, Prentice Hall, México, 2002.
- [15] E. Kreyszig. **Matemáticas Avanzadas para Ingeniería**, volúmenes I y II. Tercera edición. Limusa Wiley, México, 2003.

ELT 2641 - MÁQUINAS ELÉCTRICAS I**A. IDENTIFICACIÓN**

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	MÁQUINAS ELÉCTRICAS I
SIGLA:	ELT 2641
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL**Objetivos:**

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de describir, analizar y determinar las partes de la máquina de corriente continua, su funcionamiento como generador o dínamo y como motor, la máquina síncrona y aplicar los modelos matemáticos para resolver las condiciones de funcionamiento bajo diferentes condiciones de carga. Debe ser capaz también determinar los parámetros en forma experimental de cada tipo de máquina eléctrica, como el cálculo de sus parámetros y establecer, a partir de sus características, la aplicación de cada una de las máquinas.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación de solución de problemas de la misma – CG1
- Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente para su campo profesional – CG2
- Documenta la información de forma estructurada, ordenada y coherente – CG12
- Comprende y produce mensajes orales y escritos en la lengua extranjera de mayor uso en su campo profesional – CG13
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO**Contenido mínimo:**

Fundamentos de la máquina de corriente continua y elementos de construcción.- F.M.M y F.E.M. de la máquina de corriente continua.- Reacción de inducido.- Conmutación.- El generador de corriente continua.- El motor de corriente continua.- Fundamentos y elementos de construcción de la máquina sincrónica.- Fuerzas electromotrices de los devanados de c.a..-.- Fuerzas electromotrices de los devanados de c.c..- Reacción de inducido de la máquina sincrónica.- Diagramas de tensión de generadores trifásicos.- El generador sincrónico monofásico.- Funcionamiento en paralelo de la máquina sincrónica.- El motor y condensador sincrónico. Características asimétricas del generador sincrónico.- Curvas características de funcionamiento.- Laboratorio

Contenido analítico:

Tema 1: Fundamentos de la máquina de corriente continua y elementos de construcción

- 1.1 Introducción
- 1.2 Conversión de energía
- 1.3 Materiales utilizados en la construcción de las máquinas
- 1.4 Partes constructivas
- 1.5 Fuerza electromotriz inducida, FEM
- 1.6 Fuerza Magnetomotriz, FMM
- 1.7 Curva de magnetización.- Histéresis
- 1.8 Devanados.- Fuerza electromotrices de los devanados de c. continua.

Tema 2: El generador de corriente continua

- 1.1 Introducción
- 1.2 Reacción del inducido
- 1.3 Conmutación
- 1.4 Modelo del generador
- 1.5 Tipos de generador
 - 1.5.1 Generador shunt o derivación
 - 1.5.2 Generador serie
 - 1.5.3 Generador compound
- 1.6 Pérdidas y rendimiento del generador de corriente continua

Tema 3: El motor de corriente continua

- 3.1 Introducción
- 3.2 Principio de funcionamiento
- 3.3 Fuerza contraelectromotriz inducida, FCEM
- 3.4 Circuito equivalente del motor
- 3.5 Par desarrollado por un motor
- 3.6 Potencia mecánica
- 3.7 Tipos de motores
 - 3.7.1 Motor shunt o derivación
 - 3.7.2 Motor serie
 - 3.7.3 Motor compound
- 3.8 Pérdidas y rendimiento del motor de corriente continua

Tema 4: Fundamentos y elementos de construcción de la máquina sincrónica

- 4.1 Introducción
- 4.2 Características constructivas
- 4.3 Estator
- 4.4 Rotor
- 4.5 Tipos de generadores
- 4.6 Fuerza Magnetomotriz, FMM
- 4.7 Reacción de inducido de la máquina sincrónica
- 4.8 Fuerzas electromotrices de los devanados de c. alterna
- 4.9 Devanados.-Tipos y factores.

Tema 5: Regulación y funcionamiento de los generadores sincrónicos

- 5.1 Introducción
- 5.2 Inductancias
- 5.3 Impedancia síncrona
- 5.4 Diagrama de tensión de un generador trifásico de rotor liso
- 5.5 Diagrama de tensión de un generador trifásico de polos salientes
- 5.6 Ensayos en un generador síncrono
- 5.7 Pérdidas y rendimiento del generador síncrono

Tema 6: El Generador sincrónico monofásico

- 6.1 Introducción
- 6.2 Características
- 6.3 Reacción de Inducido
- 6.4 Diagrama fasorial
- 6.5 Comparación entre el generador sincrónico trifásico y monofásico

Tema 7: Funcionamiento en paralelo de la máquina sincrónica

- 7.1 Introducción
- 7.2 Operación en paralelo de generadores
 - 7.2.1 Ventajas y desventajas
- 7.3 Condiciones para la puesta en paralelo
- 7.4 Métodos de sincronización
- 7.5 Características Frecuencia vs Potencia
- 7.6 Características Tensión vs Potencia Reactiva
- 7.7 Reparto de carga
- 7.8 Curvas de Capacidad de un Generador
 - 7.8.1 Curvas de Capacidad de un Generador de rotor liso
 - 7.8.2 Curvas de Capacidad de un Generador de polos Salientes

Tema 8: El motor y el condensador sincrónico

- 8.1 Introducción
- 8.2 Funcionamiento en carga de los motores síncronos
- 8.3 Circuito Equivalente.- Diagrama Fasorial
- 8.4 Influencia de la excitación
- 8.5 Características Par vs Velocidad
- 8.6 Curvas en V de los motores síncronos
- 8.7 Pérdidas y rendimiento de un motor síncrono

- 8.8 Arranque del motor síncrono
- 8.9 Compensación del factor de potencia

Tema 9: Régimen transitorio del generador sincrónico

- 9.1 Introducción
- 9.2 Descripción matemática de una máquina sincrónica
- 9.3 Cortocircuito trifásico en bornes
- 9.4 Características asimétricas del generador sincrónico
- 9.5 Ecuaciones de oscilación
- 9.6 Curvas características de funcionamiento

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Stephen J. Chapman, **Máquinas Eléctricas**. 3ra Edición, Editorial Mc Graw-Hill, Buenos Aires, 2000.
- [2] A. E. Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr., Stephen D. Umans, **Máquinas Eléctricas**. 6ta Edición, Editorial Mc Graw-Hill Interamericana, México.
- [3] I. L. Kosow, **Máquinas Eléctricas y Transformadores**. Editorial Reverte S.A.,
- [4] M. P. Kostenko, L. M. Piotrovski, **Máquinas Eléctricas. Tomo I**, Editorial MIR, Moscú, 1976.
- [5] M. P. Kostenko, L. M. Piotrovski, **Máquinas Eléctricas. Tomo II**, Editorial MIR, Moscú, 1975.
- [6] S. A. Nasar, I. Boldea, **Máquinas Eléctricas. Operación en Estado Estacionario**. 1ra Edición, Editorial CECSA, México, 1993.
- [7] Leander Mach, **Máquinas Eléctricas**. 3ra edición, Editorial McGraw-Hill, Bogotá.
- [8] Jesús Fraile Mora, **Máquinas Eléctricas**. 5ta edición, Editorial McGraw-Hill, Bogotá, 2003.

ELT 2651 – PRESUPUESTO, ORGANIZACIÓN Y DIRECCIÓN EMPRESARIAL

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	PRESUPUESTO, ORGANIZACIÓN Y DIRECCIÓN EMPRESARIAL
SIGLA:	ELT 2651
DURACIÓN	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas= 4; Prácticas= 2; TOTAL= 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos

Son objetivos de materia que el estudiante:

- Conozca la estructura de costos y cómo se determinan estos.
- Sepa calcular los costos financieros

- Elabore los costos unitarios y los presupuestos de obra eléctrica requeridos en la etapa de construcción de proyectos eléctricos.
- Conozca cómo se programa, ejecuta y controla una obra
- Conozca aspectos legales de las licitaciones y contrataciones de obras
- Conozca cómo se estructura una empresa
- Conozca cómo se dirige una empresa
- Conozca cómo generar su propio negocio o empresa

Unidades de competencia:

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo

Costos, costos fijos y variables, punto de equilibrio.- Generalidades de la matemática financiera, interés simple y compuesto, amortización.- Presupuestos, precios unitarios, seguimiento presupuestario.- Programación y ejecución de obras.- Fiscalización y supervisión.- Licitación y contratación de obras, normas de contratación de bienes y servicios, pliego de especificaciones.- Organización empresarial, proceso administrativo, organigramas, modelos de sociedades, administración estratégica.- Plan de empresa.- Régimen jurídico, ley Safo, ley de consultoría, Sicoes.- Aplicación de software de presupuestos y planificación de proyectos.

Contenido analítico

Tema 1: Costos

- 1.1 Definición
- 1.2 Clasificación
- 1.3 Costos por su función
- 1.4 Costos por su identificación
- 1.5 Costos por el momento en que se determinan
- 1.6 Costo por el grado de control
- 1.7 Por su grado de variabilidad
- 1.8 Costos fijos
- 1.9 Costos Variables
- 1.10 Contribución marginal
- 1.11 Punto de equilibrio Costos semivariabes

Tema 2: Generalidades de la matemática financiera

- 2.1 Terminología y conceptos básicos
- 2.2 Interés simple
- 2.3 Interés compuesto
- 2.4 Amortización financiera
- 2.5 Sistema francés
- 2.6 Sistema alemán
- 2.7 Sistema americano

Tema 3: Presupuesto de obra

- 3.1 Rendimiento de obra
- 3.2 Rendimiento de la mano de obra
- 3.3 Factores que afectan al rendimiento
- 3.4 Presupuesto de obra
- 3.5 Precios unitarios
- 3.6 Factores que inciden en la determinación de los precios unitarios
- 3.7 Software PRESCOM

Tema 4: Programación de una obra

- 4.1 Ciclo de un proyecto
- 4.2 Selección de un proyecto
- 4.3 Planificación de un proyecto
- 4.4 Ejecución de un proyecto
- 4.5 Control y supervisión
- 4.6 Diagramas de Gantt
- 4.7 Diagramas CPM
- 4.8 Diagramas ABC Win Project

Tema 5: Ejecución de una obra

- 5.1 Supervisión Fiscal de obra
- 5.2 Superintendente de obra / residente
- 5.3 Libro de órdenes
- 5.4 Técnicas de control de obras
- 5.5 Actividades del supervisor
- 5.6 Recepción provisional de obras
- 5.7 Recepción definitiva de obras.

Tema 6: Licitación y contratación de obras

- 6.1 El Sicoes
- 6.2 Sistema de administración de bienes y servicios
- 6.3 Pliego de condiciones administrativas y técnicas
- 6.4 Documentos para propuestas
- 6.5 Garantías
- 6.6 Contratos

Tema 7: Organización empresarial

- 7.1 El proceso administrativo
- 7.2 Planeación, organización, dirección y coordinación, control
- 7.3 Organización como empresa
- 7.4 La organización empresarial y el propósito de la empresa
- 7.5 Organigramas
- 7.6 Clasificación de las empresas

Tema 8: Dirección empresarial

- 8.1 Niveles y jerarquías directivas
- 8.2 Funciones básicas de la dirección

- 8.3 Niveles de dirección
- 8.4 Centralización y descentralización de la dirección
- 8.5 Dirección por objetivos
- 8.6 Dirección estratégica Plan de negocios

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Contabilidad de costos 3ª edición RALPH S. POLIMENI FRANK J. FABOZZI, Ed. Mc Graw Hill
- [2] Contabilidad de costos SCHAUM JAMES A. CASHIM
- [3] ABC-ABM Gestión de costos por actividad E. BENDERSKY Edit. las Ciencias
- [4] Matemáticas Financieras 4ª edición LINCOYAN Ed. Mc Graw-Hill
- [5] Fundamentos de Ingeniería Económica GABRIEL BACA Ed. Mc Graw Hill
- [6] Ingeniería Económica 4ª edición LELAND BLANK, P.E Ed. Mc Graw Hill
- [7] Costos y Presupuestos en Edificación CAPECO
- [8] Administración de Operaciones 8ª edición LEE J. KRAJEWSKI Editorial Pearson
- [9] Administración 6ª edición, STONER FREEMAN GILBERT, Editorial Pearson
- [10] Planes de Obra Francisco J. Zaragoza Martinez Edit Club Universitario España 5ta Edición

ELT 2680 - ELECTRÓNICA DIGITAL I

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	ELECTRÓNICA DIGITAL I
SIGLA:	ELT 2680
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011
PRE-REQUISITO:	ELT 2580 ELECTRÓNICA I

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al concluir ésta asignatura, los estudiantes adquieren conocimientos y competencias teórico-prácticos sobre los conceptos, técnicas y metodologías aplicadas a los sistemas electrónicos digitales, tanto combinacionales como secuenciales sincrónicos:

- Conocerá de forma gradual la base matemática de la electrónica digital como ser los sistemas de numeración, los códigos binarios, los teoremas y postulados del álgebra booleana, teoremas de De Morgan, Shannon.
- Se desarrollan las compuertas lógicas básicas NOT, AND, OR, NOR, XOR, NAND, NOR y las estructuras AOI, y se muestran la implementación básica de estas compuertas con lógica RDL y TTL.
- Adquiere la capacidad de diseñar, analizar y construir equipos y/o sistemas electrónicos digitales para la solución de problemas en el entorno profesional, aplicando normas técnicas y estándares vigentes.

- Simular modelos de sistemas electrónicos lógicos que permitan predecir su comportamiento empleando software computacional.
- Aplicar los conocimientos básicos en circuitos integrados en tecnologías SSI y MSI, para el análisis, adaptación, operación, mantenimiento y diseño de los sistemas digitales combinacionales y secuenciales.
- Identificar y comprender el funcionamiento básico de los Dispositivos Lógicos Programables y su aplicación en los circuitos electrónicos combinacionales y secuenciales.
- Preparar y llevar a cabo presentaciones orales con estructura y estilo adecuados y para audiencias de diferentes niveles de conocimiento tecnológico.
- Plantear y resolver problemas a partir de situaciones abiertas con requisitos incompletos.
- Comprender manuales y especificaciones de dispositivos, equipos y productos tanto en español como en inglés.
- Utilizar los recursos y servicios disponibles para ejecutar búsquedas de información, tanto en libros como en recursos online.
- Clasificar y sintetizar la información recogida. Valorar la propiedad intelectual y citar adecuadamente las fuentes.
- Redactar un proyecto técnico sobre un sistema electrónico digital.
- Utilizar de forma autónoma las herramientas, instrumentos y el software aplicativo disponible en el laboratorio de Electrónica Digital y Microcontroladores. Conocer su funcionamiento y sus limitaciones.
- Aplicar las competencias adquiridas a la realización de una tarea de forma grupal así como autónoma.

También se pretende formar en los estudiantes los valores de tolerancia, honestidad, respeto, colaboración, ética profesional, pensamiento analítico y sentido crítico.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Dirige y organiza equipos de trabajo con calidad, competitividad, responsabilidad, justicia y ética – CG8
- Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida. CE16
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. CE17
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23

- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Representación de la información digital.- Compuertas lógicas.- Algebra de Boole.- Simplificación de circuitos combinacionales.- Diseño de circuitos combinacionales.- Circuitos combinacionales funcionales.- Flip Flop's y biestables.- Contadores y registros de desplazamiento.- Máquinas de estado.- Sistemas secuenciales síncronos.- Diseño de sistemas secuenciales síncronos.- Familias lógicas.

Contenido analítico:

1. Representación de la Información Digital

- 1.1. Sistemas de numeración
 - 1.1.1. Dígito, base y número
 - 1.1.2. Representación posicional y polinomial
 - 1.1.3. Sistema de numeración binaria
 - 1.1.4. Sistema de numeración octal
 - 1.1.5. Sistema de numeración hexadecimal
- 1.2 Conversión entre sistemas de numeración
 - 1.2.1 Decimal a binario
 - 1.2.2 Decimal a octal
 - 1.2.3 Decimal a hexadecimal
 - 1.2.4 Binario a decimal
 - 1.2.5 Binario a octal
 - 1.2.6 Binario a hexadecimal
- 1.3 Códigos binarios de numeración
 - 1.3.1 Códigos binarios continuos y cíclicos
 - 1.3.2 Código BCD
 - 1.3.3 Códigos alfanuméricos
 - 1.3.4 Códigos detectores
 - 1.3.4.1 Bit de paridad
 - 1.3.5 Códigos correctores de errores
- 1.4 Aritmética binaria
 - 1.4.1 Complemento a 1 y 2
 - 1.4.2 Representación de números con signo
 - 1.4.3 Operación aritmética con números con signo
 - 1.4.3.1 Suma
 - 1.4.3.2 Resta
 - 1.4.3.3 Multiplicación
 - 1.4.3.4 División
 - 1.5 Punto flotante
 - 1.5.1 Punto flotante de 16 bits

- 1.5.2 Punto flotante de 32 bits
- 1.5.3 Punto flotante de 64 bits
- 1.5.4 Punto flotante de 80 bits

2. Compuertas Lógicas

- 2.1 Señales analógicas y digitales
- 2.2 Niveles lógicos
 - 2.2.1 Nivel alto
 - 2.2.2 Nivel bajo
 - 2.2.3 Lógica positiva
 - 2.2.4 Lógica negativa
- 2.3 Clasificación de los sistemas digitales
 - 2.3.1 Circuitos combinacionales
 - 2.3.2 Circuitos secuenciales
- 2.4 Ventajas de los sistemas digitales
- 2.5 Aplicaciones

3. Algebra De Boole

- 3.1. Álgebra de proposiciones
 - 3.1.1 Proposición
 - 3.1.2 Representación
 - 3.1.2 Naturaleza
 - 3.1.3 Valor de una proposición
- 3.2. Conectivas lógicas
 - 3.2.1 Negación
 - 3.2.2 Conjunción
 - 3.2.3 Disjunción
 - 3.2.4 Condicional
 - 3.2.5 Bicondicional
 - 3.2.6 Combinación de proposiciones
 - 3.2.7 Polinomio booleano Tabla de verdad
 - 3.2.8 Lógica equivalente
 - 3.2.9 Implicación lógica
- 3.3. Circuitos de conmutación
- 3.4. Álgebra de clases
 - 3.4.1 Conjuntos y operaciones
 - 3.4.1.1 Términos primitivos: elemento, conjunto y pertenencia
 - 3.4.2 Determinación de conjuntos
 - 3.4.3 Conjuntos especiales
 - 3.4.3.1 Conjunto vacío
 - 3.4.3.1 Conjunto unitario
 - 3.4.3.1 Conjunto universal
 - 3.4.4 Subconjuntos
 - 3.4.5 Inclusión de conjuntos
 - 3.4.5 Unión de conjuntos
 - 3.4.5 Intersección de conjuntos
 - 3.4.6 Complemento de un conjunto
- 3.5. Algebra de Boole
 - 3.5.1 Elementos lógicos: constantes, variables, operadores, funciones.
 - 3.5.2 Axiomas, postulados y teoremas

- 3.5.3 Teoremas de De Morgan
- 3.5.4 Minterminos y maxterminos
- 3.5.5 Expresiones canónicas
- 3.6.6 Formas normalizadas de expresiones de Boole
- 3.7 Representación de las funciones booleanas
 - 3.7.1 Expresión booleana
 - 3.7.2 Circuitos de conmutación
 - 3.7.3 Esquemas de compuertas digitales
 - 3.7.4 Tabla de verdad
 - 3.7.5 Cubos n
 - 3.7.6 Mapa K
- 3.8 Teoremas de Shannon

4. Simplificación De Circuitos Combinacionales

- 4.1 Planteamiento del problema
- 4.2 Simplificación algebraica de funciones booleanas
- 4.3 Simplificación de funciones booleanas con cubos n
- 4.4 Método de los Mapas de Karnaugh
 - 4.4.1 Mapa K de 2 variables
 - 4.4.2 Mapa K de 3 variables
 - 4.4.3 Mapa K de 4 variables
 - 4.4.4 Mapa K de 5 variables
 - 4.4.5 Mapa K de 6 variables
 - 4.4.6 Mapa de Karnaugh empleando Producto de Sumas (POS)
 - 4.4.7 Condiciones dont care (No Importa)
- 4.5 Método tabular de Quine – Mc Cluskey
 - 4.5.1 Implicantes primos e Implicantes primos esenciales
 - 4.5.2 Tablas de Quine
 - 4.5.3 Tabla de McCluskey
- 4.6 Algoritmo de Petrik
- 4.7 Método de Nassi- Sneiderman.

5. Diseño De Circuitos Combinacionales

- 5.1 Diseño con multiplexores
- 5.2 Dispositivos Lógicos programables PLDs
- 5.3 Diseño con ROM
- 5.4 Diseño con PLA
- 5.5 Diseño con PAL
- 5.6 VHDL
- 5.7 Diseño con VHDL

6. Circuitos Combinacionales Funcionales

- 6.1 Decoder (Decodificador)
- 6.2 Encoder (Codificador)
- 6.3 Converter (Conversor de código)
- 6.4 Multiplexer (MUX)
- 6.5 Demultiplexer (DMUX)
- 6.6 Aplicación de los MUX y DMUX
- 6.7 Comparadores
- 6.8 Sumadores

- 6.8.1 La operación suma
- 6.8.2 Circuito sumador básico
 - 6.8.2.1 Semisumador
 - 6.8.2.1 Sumador completo
- 6.8.3 Operación suma en serie y en paralelo
 - 6.8.3.1 Sumador en serie
 - 6.8.3.2 Sumador en paralelo
- 6.8.4 Sumador y sustractor
- 6.9 Circuitos integrados típicos
 - 6.9.1 Decodificador 74LS42
 - 6.9.2 Decodificadores a siete segmentos 74LS47, 74LS48 74LS49
 - 6.9.3 Full Adder 74LS80
 - 6.9.4 Full Adder 74LS83
 - 6.9.5 4 Bit Comparator 74LS85
 - 6.9.6 Decodificador/Demultiplexor 74LS138
 - 6.9.7 Priority Encoder 74LS147
 - 6.9.8 Data selector/Multiplexer 74LS150
 - 6.9.9 4 Line to 16 line Decoder/Demultiplexer 74LS154
 - 6.9.10 9 Bit Parity Generator 74LS180
 - 6.9.11 4 bit ALU 74LS181

7. Flip Flops Y Biestables

- 7.1 Introducción
- 7.2 Circuitos secuenciales sincrónicos y asincrónicos
- 7.3 Elementos biestables
- 7.4 Memoria física
- 7.5 Flip-flop S-R
 - 7.5.1 Flip-flop S-R con compuertas NOR
 - 7.5.2 Flip-flop S-R con compuertas NAND
 - 7.5.3 Flip-flop S – R con habilitación
 - 7.5.4 Flip-flop S – R Master Slave
 - 7.5.5 Símbolos del Flip-flop S - R
- 7.6 Flip – flop tipo D
 - 7.6.1 Flip – flop tipo D disparado por flanco positivo
 - 7.6.2 Flip – flop tipo D disparado por flanco negativo
 - 7.6.3 Símbolos del Flip – flop tipo D
- 7.7 Flip – flop J – K
 - 7.7.1 Flip – flop J – K master slave
 - 7.7.2 Flip – flop J – K disparado por flanco positivo
- 7.8 Flip – flop tipo T
- 7.9 Ecuaciones características de los Flip – flops
- 7.10 Consideraciones de tiempos en los flip-flops
 - 7.10.1 Retardo de propagación
 - 7.10.2 Riesgos
 - 7.10.3 Tiempo de establecimiento y de retención
 - 7.10.4 Frecuencia máxima de reloj
 - 7.10.5 Secuenciamiento
- 7.11. Circuitos generadores de reloj
 - 7.11.1 Reloj con compuertas NAND
 - 7.11.2 Circuito integrado 74LS121
 - 7.11.3 Circuito integrado LM555

- 7.12 Circuitos integrados típicos
 - 7.12.1 74LS73
 - 7.12.2 74LS74
 - 7.12.3 74LS76
 - 7.12.4 74LS374
 - 7.12.5 74LS101
 - 7.12.6 74LS109

8 Contadores y Registros de Desplazamiento

- 8.1 Contadores asíncronos
 - 8.1.1 Contador asíncrono ascendente
 - 8.2.2 Contador asíncrono descendente
- 8.2 Contadores sincrónicos
 - 8.2.1 Contador sincrónico ascendente
 - 8.2.2 Contador sincrónico ascendente/descendente
 - 8.2.3 Contador sincrónico de secuencia truncada
 - 8.2.4 Contador Johnson
 - 8.2.5 Contador en Anillo
- 8.3 Registros de desplazamiento
- 8.4 Registro entrada serie salida serie
- 8.5 Registro entrada en serie salida en paralelo
- 8.6 Registro entrada en paralelo salida en serie
- 8.7 Registro de entrada en paralelo y salida en paralelo
- 8.8 Registros bidireccionales
- 8.9 Otros tipos de registros
- 8.10 Simbología IEEE para registros
- 8.11. Circuitos integrados típicos
 - 8.11.1 74LS90
 - 8.11.2 74LS190
 - 9.11.3 74LS191
 - 8.11.4 74LS192
 - 8.11.5 74LS193

9. Máquinas de Estados

- 9.1 Concepto de estado
- 9.2 Máquina de Mealy
- 9.3 Máquina de Moore
- 9.4 Representación algorítmica de las máquinas de estado
- 9.5 Máquinas de estado basadas en contadores
- 9.6 Máquinas de estado basadas en registros
- 9.7 Diseño de máquinas de estados
 - 9.7.1 Descripción del problema.
 - 9.7.2 Diagrama de estados
 - 9.7.3 Tabla del estado futuro
 - 9.7.4 Tabla de transición
 - 9.7.5 Mapas de Karnaugh
 - 9.7.6 Ecuaciones de excitación
 - 9.7.7 Implementación del circuito
- 9.8 Diseño con multiplexores
- 9.9 Diseño de máquinas de estado para procesos reales

10. Sistemas Secuenciales Síncronos

- 10.1 Análisis de los sistemas secuenciales
- 10.2 Ecuaciones de estado
- 10.3 Tabla de estados
- 10.4 Diagrama de estados
- 10.5 Ecuaciones de excitación
- 10.6 Análisis con Flip Flops tipo RS
- 10.7 Análisis con Flip Flops tipo D
- 10.8 Análisis con Flip Flops tipo JK
- 10.9 Análisis con Flip Flops tipo T

11. Diseño de Sistemas Secuenciales Síncronos

- 11.1 Reducción de estados
- 11.2 Asignación de estados
- 11.3 Procedimiento de diseño
- 11.4 Síntesis con Flip Flops tipo RS
- 11.5 Síntesis Análisis con Flip Flops tipo D
- 11.6 Síntesis Análisis con Flip Flops tipo JK
- 11.7 Síntesis Análisis con Flip Flops tipo T

12. Familias Lógicas

- 12.1 Terminología de CIs digitales
- 12.2 La familia lógica TTL
 - 12.2.1 Características de la serie TTL
 - 12.2.1.1 Fanout y accionamiento de carga de los TTL
 - 12.2.1.2 Márgenes de ruido
 - 12.2.1.3 Retardos de propagación
 - 12.2.2 Subfamilias TTL
 - 12.2.2.1 TTL S
 - 12.2.2.2 TTL LS
 - 12.2.2.3 TTL AS
 - 12.2.2.4 TTL ALS
- 12.3 Tecnología MOS
 - 12.3.1 La familia CMOS
 - 12.3.2 La serie 4000
 - 12.3.3 CMOS HC
 - 12.3.4 CMOS HCT
 - 12.3.5 Fanout y accionamiento de carga de los CMOS
 - 12.3.6 Comparación TTL y CMOS

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Tocci, Ronal J.; Widmer, Neaal S.; Gregory L. Moss, **Sistemas Digitales Principios y Aplicaciones** 10a Ed. Pearson Prentice Hall, Monterrey, 2007. ISBN13: 9789702609704

[2] Mano, M. Morris; Ciletti, Michael D., **Diseño Digital** 5ª Ed. Pearson Prentice Hall, 2013. ISBN-13: 978-0-13-277420-8 ISBN-10: 0-13-277420-8

[3] Floyd, Thomas L., **Fundamentos de Sistemas Digitales** 7ª Ed.. Prentice Hall, Madrid, 2000.

- [4] Hayes, J.P., **Introducción al diseño lógico digital**. Addison Wesley.
- [5] Brown, Sthepen; Vranesic, Zvonko, **Fundamentals of Digital Logic with VHDL Design**, 2nd Ed. McGraw Hill, 2005. ISBN 0-07-246085-7
- [6] Sandige, Richard S., Sandige, Michael L., **Fundamentals of Digital and Computer Design with VHDL**, 1st Ed. McGraw Hill, 2012. ISBN 978-0-07-338069-8
- [7] Wakerly, John F. **Diseño Digital Principios y Prácticas**. Prentice Hall Hispanoamericana., Mexico, 1992.
- [8] Mandado, Enrique, **Sistemas Electrónicos Digitales** 7a Ed.. Alfaomega Marcombo, Barcelona España, 1991.

ELT 2682 - ELECTRÓNICA II

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	ELECTRÓNICA II
SIGLA:	ELT 2682
DURACIÓN	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Con ésta asignatura, se pretende que los alumnos aprendan conocimientos teórico-prácticos sobre los conceptos, técnicas y metodologías aplicadas en aplicaciones con transistores:

- Conocer las diversas aplicaciones de los transistores.
- Conocer y comprender el funcionamiento del transistor con diversas frecuencias
- Conocer y comprender el funcionamiento del transistor en circuitos de fuentes de corriente constante
- Conocer y comprender el funcionamiento de los transistores en circuitos amplificadores.
- Conocer y analizar los circuitos realimentados.
- Conocer y analizar los circuitos osciladores.
- Comprender el funcionamiento de los transistores en circuitos de radio frecuencia.
- Comprender el funcionamiento de los circuitos reguladores de voltaje.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y

documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19

- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representen un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CE21
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Reguladores de voltaje discretos e integrados.- Análisis de frecuencia en circuitos amplificadores: BJT, FET y MOSFET.- Espejos de corriente y amplificadores diferenciales.- Amplificadores de potencia, clase A, B, C y D.- Análisis y diseño térmico.- Amplificadores realimentados y estabilidad.- Osciladores.- Amplificadores de RF.

Contenido analítico:

Tema 1: Reguladores de voltaje discretos e integrados.

- 1.1 Introducción
- 1.2 Clasificación de los reguladores de voltaje
- 1.3 Reguladores de voltaje discretos
- 1.4 Reguladores de voltaje integrados
- 1.5 Ajustes de voltaje y corriente
- 1.6 Protecciones en reguladores de voltaje

Tema 2: Análisis de frecuencia en circuitos amplificadores BJT, FET y MOSFETs.

- 2.1 Introducción
- 2.2 Análisis a baja frecuencia, graficas de Bode
- 2.3 Respuesta a baja frecuencia, amplificador a BJT y FET
- 2.4 Capacitancia de efecto Miller
- 2.5 Respuesta a alta frecuencia, amplificador a BJT y FET

Tema 3: Espejos de corriente y amplificadores diferenciales.

- 3.1 Espejos de corriente con BJT
- 3.2 Espejos de corriente con MOSFET

- 3.3 Amplificador diferencial con BJT
- 3.4 Amplificador diferencial monopolar con MOSFET

Tema 4: Amplificadores de potencia

- 4.1 Introducción
- 4.2 Clasificación de amplificadores de potencia
- 4.3 Amplificadores de potencia clase A
- 4.4 Circuito driver de los amplificadores clase A
- 4.5 Amplificadores de potencia clase B
- 4.6 Eficiencia real en los amplificadores clase B

Tema 5: Análisis térmico.

- 5.1 Balance energético en amplificadores de potencia
- 5.2 Transmisión de calor
- 5.3 Circuito equivalente térmico
- 5.4 Disipadores térmicos

Tema 6: Amplificadores realimentados y estabilidad.

- 6.1 Introducción
- 6.2 Configuraciones de amplificadores realimentados
- 6.3 Circuitos de amplificadores realimentados
- 6.4 Estabilidad de amplificadores realimentados
- 6.5 Respuesta en frecuencia de amplificadores realimentados

Tema 7: Osciladores.

- 7.1 Introducción
- 7.2 Análisis de las condiciones de oscilación
- 7.3 Circuitos osciladores
- 7.4 Osciladores a cristal

Tema 8: Amplificadores de RF.

- 8.1 Introducción
- 8.2 Amplificadores de radio frecuencia de pequeña señal
- 8.3 Amplificador de banda ancha
- 8.4 Amplificadores sintonizados
- 8.5 Circuitos de amplificadores sintonizados

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R.L. Boylestad, Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos
- [2] A. P. Malvino, Principios de electrónica
- [3] J. C. Savant, Diseño Electrónico
- [4] Jacob. Millman, Dispositivos y circuitos electrónicos
- [5] A.S. Sedra, Circuitos micro electrónicos
- [6] Prat Viñas, Circuitos y dispositivos electrónicos
- [7] Muhammad H. Rashid, Circuitos Microelectrónicos: análisis y diseño

- [8] Thomas L. Floyd, Dispositivos Electrónicos
[9] Neamen Donald, Análisis y diseño de circuitos electrónicos

ELT 2690 - ELECTRÓNICA DE POTENCIA I

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	ELECTRÓNICA DE POTENCIA I
SIGLA:	ELT 2690
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Con esta asignatura, los alumnos aprenderán los conocimientos teórico-prácticos referidos al análisis de circuitos electrónicos de potencia. Es la electrónica aplicada a sistemas de potencias considerables:

- Comprender la aplicación de los diodos semiconductores de potencia para la conversión de energía de AC a DC.
- Comprender el análisis de circuitos rectificadores no controlados con carga R-L, R-E, L-E y R-L-E
- Comprender las bases teóricas de los tiristores y clases de tiristores.
- Comprender cómo se realiza el análisis de circuitos rectificadores controlados con carga netamente resistivo
- Comprender cómo se realiza el análisis de circuitos rectificadores controlados con carga R-L, R-L-E.
- Comprender las bases teóricas de los TRIAC`s
- Comprender cómo se realiza el análisis de circuitos convertidores AC-AC.
- Comprender en análisis de circuitos de disparo y su diseño
- Comprender el análisis de circuitos de protección de rectificadores controlados y no controlados.
- Aplicar los conocimientos teóricos a la práctica y simulación computacional.

Al finalizar el curso, el alumno deberá ser capaz de analizar, diseñar los sistemas electrónicos de potencia.

Unidades de Competencias:

Competencias genéricas o transversales:

- Habilidad para aplicar conocimientos matemáticos científicos y de ingeniería.
CGA1
- Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente analizando el problema, aplicando métodos y técnicas, para integrar soluciones en

- su campo profesional. **CGA2**
- Analiza e interpreta datos de forma adecuada y coherente. **CGA3**
- Dirige y organiza equipos de trabajo. **CGA6**
- Toma decisiones y emprende iniciativas. **CGA7**

Competencias específicas de ingeniería

- Identifica las partes de un sistema, fenómeno o proceso y las relaciones que guardan entre sí sus elementos modelados en lenguaje matemático con soluciones analíticas o computacionales. **CEA15**
- Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida. **CEA16**
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. **CEA17**
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con estos conceptos. **CEA18**

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO.

Contenido mínimo:

Rectificación no controlada monofásica y Trifásica con carga no resistiva e inductiva.-
Rectificación Controlada monofásica y Trifásica con carga resistiva e inductiva.-
Convertidores AC-AC.- Cicloconvertidores.- Circuitos de Disparo y control: discretos e integrados.- Circuitos de Protección de Rectificadores controlados.

Contenido analítico.

TEMA I

RECTIFICACIÓN NO CONTROLADA MONOFÁSICA Y TRIFÁSICA CON CARGA NO RESISTIVA E INDUCTIVA

- 1.1.- Rectificación monofásica de media onda no controlada con carga RL.
- 1.2.- Rectificación monofásica de onda completa no controlada con carga RL.
- 1.3.- Rectificación trifásica de onda completa no controlada con carga RL.
- 1.4.- Rectificación monofásica de media onda no controlada con carga RLE.
- 1.5.- Rectificación trifásica de onda completa no controlada con carga RLE.

TEMA II

RECTIFICACIÓN CONTROLADA MONOFÁSICA Y TRIFÁSICA CON CARGA RESISTIVA E INDUCTIVA

- 2.1.- Introducción.
- 2.2.- Analogía del Tiristor con el Transistor.
- 2.3.- Activación del Tiristor.
- 2.4.- Desactivación del Tiristor.
- 2.5.- Tipos De Tiristores: SCR, TRIAC, DIAC, GTO.
- 2.6.- Rectificación Monofásica de Media Onda controlada con carga Resistiva.
- 2.7.- Rectificación Monofásica de Onda completa controlada con carga Resistiva.

- 2.8.- Rectificación Trifásica de Media Onda controlada con carga Resistiva.
- 2.9.- Rectificación Trifásica de Onda completa controlada con carga Resistiva.
- 2.10.- Rectificación Monofásica de Media Onda controlada con carga R-L Y Corriente Discontinua
- 2.11.- Rectificación Monofásica De Onda completa Controlada con carga R-L Y corriente Discontinua.
- 2.12.- Rectificación Monofásica controlado con carga R-L Y corriente continua.
- 2.12.- Rectificación Trifásica controlada con carga R-L Y corriente continua.

TEMA III CONVERTIDORES AC – AC

- 3.1.- Convertidor AC – AC Monofásico con TRIAC a frecuencia constante.
- 3.2.- Convertidores AC – AC Monofásicos con SCR a frecuencia constante.
- 3.3.- Convertidores AC – AC Monofásicos con cargas Inductivas.
- 3.4.- Convertidores Trifásicos de Media Onda a frecuencia constante.
- 3.5.- Convertidores AC – AC Trifásicos a frecuencia constante.

TEMA IV CICLOCONVERTIDORES

- 4.1.- Introducción.
- 4.2.- Convertidor de Cuatro Cuadrantes.
 - 4.2.1.- Funcionamiento sin Intensidad Circulatoria
 - 4.2.2.- Funcionamiento con Intensidad Circulatoria
- 4.3.- El Cicloconvertidor.
 - 4.3.1.- Sin Intensidad Circulatoria
 - 4.3.2.- Funcionamiento con Intensidad Circulatoria
- 4.4.- Circuitos Prácticos.

TEMA V CIRCUITOS DE DISPARO Y CONTROL: DISCRETOS E INTEGRADOS

- 5.1.- El Transistor UNI –Juntura: UJT.
- 5.2.- Circuito Oscilador a Relajación.
- 5.3.- Circuitos Discretos Generador de Impulsos de Disparo.
- 5.4.- Circuitos Integrados Generadores de Impulsos de Disparo.
- 5.5.- Transformadores de Impulsos.

TEMA VI CIRCUITOS DE PROTECCIÓN DE RECTIFICADORES CONTROLADOS

- 6.1.- Protección Contra Altas Temperaturas.
- 6.2.- Protección Contra Cortocircuitos.
- 6.3.- Protección Contra $\frac{di}{dt}$
- 6.4.- Protección Contra $\frac{dv}{dt}$

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Muhammad H. Rashid, **Electrónica de Potencia**. Prentice Hall Hispanoamerica, S.A. 1995.
- [2] J.A. Gualda, S. Martinez, P.M. Martinez, **Electrónica Industrial**. 2da Edición. Alfaomega Marcombo., Mexico, 1995.
- [3] F.F. Mazda, **Electrónica de Potencia**. Editorial Paraninfo, Madrid 1990.
- [4] Joan Peracaula Roura, **Convertidores Alterna – Continua con Tiristores**. Marcombo Boixareu Editores, Barcelona , 1990.
- [5] R. Mialich – G. Rossi, **Electronica Industriale**. Volume 2., Calderini, Bologna, - Roma 1982.
- [6] Ivo Barbi, **Electrônica de Potência**, Editorial da UFSC, 1986.
- [7] M. Gasparini, **Dispositivos y Circuitos Electrónicos**. Ediciones Galderini, Bologna – Italia, 1987.
- [8] Ned Mohan, **Power Electronics**. Minnesota Power Electronics, Minneapolis USA, 1992.
- [9] Timothy J. Manoley, **Electrónica Industrial**. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A. México, 1994.
- [10] Cyril W. Lander, **Electrónica Industrial**. McGraw-Hill, São Paulo - Brasil , 1988.

ELT 2692 - SISTEMAS DE CONTROL II**A. IDENTIFICACIÓN**

CARRERA:	INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	SISTEMAS DE CONTROL II
SIGLA:	ELT 2692
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL**Objetivos:**

Los controladores que se encuentran en la actualidad en la industria, son en general dispositivos digitales, por lo que es necesario aprender las técnicas que permitan el análisis y la síntesis de los sistemas de control que incluyan estos dispositivos. Ahí radica la importancia de la asignatura para el en la formación del ingeniero. El conocer acerca de los controladores digitales, tanto como dispositivo solo, como una computadora en línea, o como un comando en un controlador de lógica programada (PLC), es indispensable en la formación actual del ingeniero de control.

El estudiante debe poder realizar, de manera intuitiva, el análisis de sistemas de control que incluyen dispositivos digitales, eligiendo el periodo de muestreo. Debe también ser capaz, en forma intuitiva, de predecir el comportamiento temporal de estos sistemas.

Al concluir la asignatura el estudiante debe ser capaz de aplicar los conceptos fundamentales necesarios, mediante una comprensión de los problemas y las

metodologías, al control de procesos por computador y en tiempo real, también denominado control digital directo.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente para su campo profesional - CG2
- Utiliza tecnologías de información y comunicación genéricas y especializadas en su campo como soporte de su ejercicio profesional - CG3
- Analiza problemas, situaciones y contextos aplicando los métodos y técnicas básicas e integra soluciones y propuestas pertinentes en su campo profesional - CG4
- Colabora en proyectos de investigación básica y aplicada, aplicando métodos de investigación de su profesión con habilidad - CG5
- Posee hábitos de formación a lo largo de la vida – CG7
- Toma decisiones y emprende iniciativas - CG9
- Comunica de manera escrita, oral y gráfica, las ideas y/o resultados de los proyectos en el ámbito de su profesión - CG11
- Comprende y produce mensajes orales y escritos en la lengua extranjera de mayor uso en su campo profesional - CG13
- Trabaja en equipos uni y/o multidisciplinarios para la resolución de problemas de forma colaborativa y propositiva en el contexto nacional e internacional – CG14
- Trabaja bajo presión y responde adecuadamente en situaciones límites – CG16
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias - CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales - CE20
- Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes - CE21
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable - CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos - CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica - CE24
- Realiza análisis de costos y prepara un presupuesto razonable a la solución técnica planteada - CE26
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27
- Instala y pone en funcionamiento sistemas electrónicos, documentándolos mediante guías para la instalación del sistema, plan de capacitación para el uso del sistema, plan de mantenimiento y/o actualización del sistema, presentados en forma estructurada, ordenada y coherente – CIB28

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Introducción a los sistemas de control en tiempo discreto.- Fundamento matemático de sistemas de control en tiempo discreto.- Análisis en el plano z.- Análisis y diseño de sistemas discretos mediante métodos convencionales: lugar geométrico de raíces y respuesta en frecuencia.- Diseño de controladores digitales por síntesis polinomial.- Laboratorio.-

Contenido analítico:

Tema 1: Introducción a los sistemas de control digital

- 1.1 Introducción
- 1.2 Sistemas de control digital
- 1.3 Cuantificación y errores de cuantificación
- 1.4 Sistemas de adquisición, conversión y distribución de datos

Tema 2: Análisis en el plano z de sistemas de control en tiempo discreto

- 2.1 Introducción
- 2.2 Fundamento matemático de sistemas de control en tiempo discreto
 - 2.2.1 Transformada z de funciones elementales
 - 2.2.2 Propiedades y teoremas importantes
 - 2.2.3 La transformada z inversa
 - 2.2.4 La transformada z modificada
 - 2.2.5 Solución de ecuaciones en diferencias
 - 2.2.6 Modelos discretos de sistemas simples
- 2.3 Cálculo de la transformada z mediante la integral de convolución
- 2.4 Reconstrucción de señales originales
- 2.5 Función de transferencia pulso
- 2.6 Realización de controladores y filtros digitales

Tema 3: Análisis y diseño de sistemas discretos mediante métodos convencionales: lugar geométrico de raíces y respuesta en frecuencia

- 3.1 Introducción
- 3.2 Análisis de estabilidad en el plano z
- 3.3 Análisis de las respuestas transitoria y en estado permanente
- 3.4 El método del lugar geométrico de las raíces para sistemas de tiempo discreto
- 3.5 El método de la respuesta en frecuencia para sistemas de tiempo discreto

Tema 4: Diseño de controladores digitales por síntesis polinomial

- 4.1 Introducción
- 4.2 El método de diseño directo de Ragazzini
- 4.3 Controladores deadbeat, Dahlin, y otros
- 4.4 La ecuación Diofantina
- 4.5 Diseño de controladores por asignación de polos

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] K. Ogata, **Sistemas de Control en Tiempo Discreto**. Segunda edición, Prentice Hall Hispanoamericana S.A., México, 1996.
- [2] B.C. Kuo, **Sistemas de Control Digital**. Segunda edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1997.
- [3] O. Reinoso G., J.M. Sebastián y Zuñiga, F.ernando Torres M., Rafael Aracil S., **Control de Sistemas Discretos**, Colección Schaum. McGraw-Hill, España, 2004.
- [4] R. Fernández del Busto y Ezeta, **Análisis y diseño de sistemas de control digital**. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., México, 2013.
- [5] K.J. Aström, B. Wittenmark, **Computer Controlled Systems, Theory and Design**. Third edition, Prentice Hall, U.S.A., 1997.
- [6] G.F. Franklin, J.D. Powell, M. Workman, **Digital Control of Dynamic Systems**, Third edition, Addison-Wesley, U.S.A., 1997.
- [7] C.L. Phillips, H.T. Nagle, **Digital control system analysis and design**. Fourth edition, Prentice-Hall, Inc., U.S.A., 2014.
- [8] R. Isermann, **Digital Control Systems**, volúmenes I y II, Second revised edition, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1989.
- [9] R.G. Jacquot, **Modern Digital Control Systems**. Second edition, Marcel Dekker, Inc., U.S.A., 1994.
- [10] R.J. Tocci, N.S. Widmer, G.L. Moss, **Sistemas digitales. Principios y aplicaciones**, Pearson Educación, Décima edición, México, 2007
- [11] W. Barden Jr., **Matemáticas para programadores. Sistemas de numeración y aritmética binaria**, Ediciones Anaya Multimedia, S.A., Madrid, 1986
- [11] R.V. Churchill, J.W. Brown, **Variable Compleja y Aplicaciones**. Séptima edición. McGraw-Hill Interamericana de España S.A., Madrid, 2004.
- [12] G. James, **Matemáticas Avanzadas para Ingeniería**. Segunda edición, Prentice Hall, México, 2002.
- [13] E. Kreyszig. **Matemáticas Avanzadas para Ingeniería**, volúmenes I y II. Tercera edición. Limusa Wiley, México, 2003.

ELT 2731 - MÁQUINAS ELÉCTRICAS II

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	MÁQUINAS ELÉCTRICAS II
SIGLA:	ELT 2731
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante conoce las partes del transformador; utilizando los circuitos eléctricos equivalentes y los diagramas vectoriales, y con los resultados de las pruebas, es capaz; analizar el funcionamiento del transformador en vacío, cortocircuito, funcionamiento con carga y en paralelo; y analizar el efecto altura sobre la potencia y el aislamiento. Asimismo, conoce la aplicación del autotransformador.

Conoce las partes de la máquina de inducción, las condiciones de funcionamiento: motor, generador y freno electromagnético; condiciones de servicio del motor, la variación del par electromagnético según la condición de funcionamiento, selecciona el modo de arranque del motor, comprende los procedimientos para controlar la velocidad del motor trifásico de inducción y tiene la capacidad de aplicar el motor monofásico.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma. CG1
- Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida. CE16
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. CE17
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. CE22
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica. CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas. CI22

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Fundamentos y elementos de construcción de los transformadores.- Condiciones de funcionamiento del transformador.- Transformador sin carga.- Funcionamiento en cortocircuito.- Conexiones y desfases del transformador Trifásico.- Transformador en carga.- Cargas asimétricas de los transformador Trifásicos.- Operación en Paralelo de los transformadores.- El Auto-transformador.- Fundamentos y elementos de construcción de la máquina de inducción.- La máquina de inducción con rotor en reposo.- La máquina de inducción con rotor en giratorio.- Generador de inducción.- Pares y potencia de máquina de inducción.- Arranque del motor trifásico de inducción.- Control de velocidad del motor trifásico de inducción.- Control de frecuencia del motor de inducción.- El motor monofásico de inducción.- Diagrama circular de la máquina de inducción.- Laboratorio.

Contenido analítico:

Tema 1: Fundamentos de los transformadores

- 1.1 Necesidad de la Transformación de los Voltajes
- 1.2 Fundamentos de los transformadores de potencia
- 1.3 Partes principales del Transformador
 - 1.3.1 Núcleo
 - 1.3.2 Arrollamientos
 - 1.3.3 Pasatapas
- 1.4 Aceite del transformador

- 1.5 Dispositivos de control de temperatura y Protección Térmica
- 1.6 Valores Nominales

Tema 2: Condiciones de funcionamiento del transformador

- 2.1 Principio de funcionamiento
- 2.2 Ecuaciones de Fmm. y Fem
- 2.3 Relación de transformación
- 2.4 El transformador Reducido
- 2.5 Circuito eléctrico equivalente

Tema 3: Funcionamiento sin carga del transformador

- 3.1 Introducción
- 3.2 Transformador en vacío
- 3.3 Transformador monofásico en vacío
- 3.4 Pérdidas en vacío
- 3.5 Ensayo en vacío
- 3.6 El transformador trifásico en vacío
 - 3.6.1 Corriente de vacío
 - 3.6.2 Armónicos en las corrientes de excitación y flujos

Tema 4: Funcionamiento en cortocircuito del transformador

- 4.1 Introducción
- 4.2 El transformador en cortocircuito
- 4.3 Tensión de cortocircuito
- 4.4 Condiciones físicas de funcionamiento
- 4.5 Triángulo de cortocircuito
- 4.6 Pérdidas de cortocircuito
- 4.7 Ensayo de cortocircuito
 - 4.7.1 Transformador monofásico
 - 4.7.2 Corrección por temperatura
 - 4.7.3 Adaptación para transformadores trifásicos
- 4.8 Cálculo de la reactancia de dispersión de los arrollamientos

Tema 5: Conexiones y desfases en los transformadores trifásicos

- 5.1 Introducción
- 5.2 Polaridad
- 5.3 Desfases
- 5.4 Designaciones de bornes en la tapa del transformador
- 5.5 Conexiones más comunes de los transformadores trifásicos
- 5.6 Conexión delta abierta

Tema 6: El transformador en carga

- 6.1 Introducción
- 6.2 Transformador ideal en carga
- 6.3 Transformador real en carga
- 6.4 Diagrama de Kapp
- 6.5 Caída interna de Voltaje

- 6.6 Rendimiento del transformador
- 6.7 Transformador con tomas
- 6.8 Corriente de conexión
- 6.9 Sobrecargas en los transformadores
- 6.9.1 Sobrecargas admisibles según la norma VDE
- 6.9.2 Sobrecargas admisibles según la norma ANSI
- 6.10 Temperaturas y calentamientos admisibles en condiciones normales
- 6.11 Reducción de potencia en transformadores que operan a alturas mayores a 1000 msnm
- 6.12 Efecto de la altura en el aislamiento del transformador

Tema 7: El transformador en condiciones desequilibradas

- 7.1 Introducción
- 7.2 Devanado secundario en estrella
- 7.3 Devanado secundario en delta
- 7.4 Campos magnéticos y fmm con carga asimétrica
- 7.5 Efecto de la asimetría en las tensiones primarias y secundarias
- 7.6 Resistencia de secuencia cero

Tema 8: Operación en paralelo de los transformadores

- 8.1 Condiciones de funcionamiento
- 8.2 Funcionamiento en paralelo con diferentes relaciones de transformación
- 8.3 Grupos diferentes
- 8.4 Tensiones de cortocircuito diferentes

Tema 9: El autotransformador

- 9.1 Introducción
- 9.2 Comparación entre un transformador y un autotransformador
- 9.3 Ventajas y desventajas del autotransformador
- 9.4 Autotransformadores trifásicos

Tema 10: Fundamentos de la máquina de inducción

- 10.1 Introducción
- 10.2 Principales aspectos constructivos
- 10.3 Principio de funcionamiento de la máquina de inducción
- 10.4 Condiciones de funcionamiento
- 10.5 Relaciones importantes

Tema 11: La máquina de inducción como transformador

- 11.1 Introducción
- 11.2 Máquina de inducción como transformador en vacío
- 11.3 Máquina de inducción como transformador en cortocircuito
- 11.4 Máquina de inducción como transformador en carga

Tema 12: La máquina de inducción con rotor giratorio

- 12.1 Condiciones de funcionamiento
- 12.2 Circuito equivalente de la máquina de inducción
- 12.3 Circuito L muy aproximado
- 12.4 Condiciones de funcionamiento y diagramas vectoriales
- 12.4.1 Motor de inducción
- 12.4.2 Generador de inducción

- 12.4.3 Freno electromagnético
- 12.5 Parámetro de jaula

Tema 13: Pares y potencia de la máquina de inducción

- 13.1 Diagramas de energía
- 13.2 Pares de la máquina de inducción
- 13.3 Par y potencia electromagnética máximas
- 13.4 Par de arranque del motor de inducción
- 13.5 Relación entre el par y la resistencia del rotor
- 13.6 Dependencia del par en función de la frecuencia de la red
- 13.7 Ensayo en vacío y en cortocircuito
- 13.8 Características del servicio del motor de inducción

Tema 14: Arranque del motor trifásico de inducción

- 14.1 Introducción
- 14.2 Corriente de arranque de los motores de inducción
- 14.3 Arranque de los motores de jaula
 - 14.3.1 Conexión directa
 - 14.3.2 Arranque por medio de resistencias en el estator
 - 14.3.3 Arranque por autotransformador
 - 14.3.4 Arranque por conmutación estrella-triángulo
- 14.4 Motor de jaula con efecto superficial
 - 14.4.1 Motor de doble jaula
 - 14.4.2 Motor de barras profundas
- 14.5 Arranque del motor de rotor bobinado

Tema 15: Control de velocidad del motor trifásico de inducción

- 15.1 Introducción
- 15.2 Métodos de control
- 15.3 Cambio del número de polos
- 15.4 Cambio por introducción de una fem en el rotor

Tema 16: Control de frecuencia

- 16.1 Introducción
- 16.2 Ecuaciones básicas
- 16.3 Características del motor de inducción a frecuencia y voltaje nominales
- 16.4 Control de velocidad variando la frecuencia y el voltaje
- 16.5 Características par-velocidad
- 16.6 Consideraciones de arranque
- 16.7 Capacidad del motor a velocidades superiores e inferiores a la nominal
 - 16.7.1 Velocidad inferior a la nominal. Región de par constante
 - 16.7.2 Velocidad superior a la velocidad nominal. Región de potencia constante
 - 16.7.3 Operación a alta velocidad. Región de frecuencia constante
- 16.8 Operación a alto voltaje
- 16.9 Frenado de motores de inducción
- 16.10 Clasificación de los convertidores de frecuencia variable

Tema 17: El motor monofásico de inducción

- 17.1 Introducción
- 17.2 Análisis cualitativo
- 17.3 Circuito equivalente

17.4 Métodos de arranque y tipos de motores monofásicos

17.4.1 Arranque con bobina auxiliar en cortocircuito

17.4.2 Motor de fase partida

17.4.3 Motor con arranque a capacitor

17.4.4 Motor de condensador trifásico

Tema 18: Diagrama circular de la máquina de inducción

18.1 Introducción

18.2 Diagrama circular aproximado

18.3 Parámetros de la máquina de inducción por medio de segmentos del diagrama circular

18.4 Construcción del diagrama circular por medio de datos experimentales

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] N. Nikulin, Ciencia de los Materiales Eléctricos. Mir, 1984.
- [2] Leander W. Matsch, Máquinas Electromecánicas y Electromagnéticas. Primera edición. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A. México, 1972
- [3] A. V. Smolenski, Máquinas Eléctricas, Vol. I y Vol. III. Primera edición, Mir, 1980.
- [4] M. Kostenko L Piotrovsky, Máquinas Eléctricas, Vol. I, Vol. II. Montaner y Simon S.A., 1968.
- [5] E.E. Staff del M.I.T., Circuitos Magnéticos y Transformadores. Revertré, 2003.
- [6] E. Ras, Transformadores de Potencia, Medida y Protección. Marcombo S.A., 1972.
- [7] Stephen J. Chapman, Máquinas Eléctricas. Cuarta Edición, Mc Graw Hill, 2005.
- [8] J.C. de Oliveira, J. R. Cogo, J.P. de Abreu, Transformadores: Teoria e Ensaio. Editora E. Blucher, 1984

ELT 2761 - SISTEMAS DE POTENCIA I

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	SISTEMAS DE POTENCIA I
SIGLA:	ELT 2761
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de analizar la dinámica de los sistemas de potencia, mediante su modelo. Debe ser capaz de analizar, la topología y grafos de las redes eléctricas en sistemas eléctricos de potencia, como en el dominio de matrices de red, dispersidad, es decir, formar la matriz de admitancia nodal YBUS. Debe ser capaz también de analizar los flujos de potencia por diferentes métodos, además, debe ser capaz de calcular los diferentes tipos de corto circuito.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un sistema eléctrico de potencia, nodo, rama, mallas, grafos de las redes eléctricas, conocer matrices de conexión o incidencia, redes elementales – formación de las matrices de Red por transformaciones singulares – formación de matrices por simple inspección – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos de las matrices de red, dispersidad, en lenguaje matemático que representan un sistema, conoce algoritmos para formación de impedancia de Bus – modifica la matriz de impedancia Bus por cambios de red – CE20
- Selecciona una metodología para resolver flujos de potencia de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas eléctricos de potencia que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO**Contenido mínimo:**

Topología y grafos de las redes eléctricas en Sistemas Eléctricos de Potencia - Matrices de redes: YBus, ZBus, dispersidad.- Análisis de Flujos de Potencia: Gauss-Seidel, Newton-Raphson, Newton-Raphson Desacoplado, Newton-Raphson Desacoplado Rápido, Flujo DC, Inyección corriente.- Flujo de potencia trifásico.- Modelación de la carga en SEP.- Control de potencia activa y reactiva.- Teoría de Componentes simétricas.- Cortocircuito de máquinas síncronas y asíncronas.- Análisis de cortocircuitos de acuerdo a los estándares ANSI e IEC.- Aplicación de software.

Contenido analítico:**Tema 1: Topología y Grafos de las Redes Eléctricas en Sistemas Eléctricos de Potencia**

- 1.1 Introducción a los Sistemas de Potencia
- 1.2 Principio de Elementos de Nodos, Ramas, Mallas, Grafos de las Redes Eléctricas en los S.E.P
- 1.3 Conocer Matrices de conexión o incidencia
- 1.4 Formación de las matrices de Red por Transformaciones Singulares
- 1.5 Formación de matrices por simple inspección
- 1.6 Ejemplos de formación de matriz YBUS

Tema 2: Matrices de redes: YBus, ZBus, dispersidad

- 2.1 Introducción a las matrices de Red
- 2.2 Conocer algoritmos para formación de impedancia de Bus
- 2.3 Modificación de la matriz de impedancia Bus por cambio de red

Tema 3: Análisis de Flujos de Potencia

- 3.1 Introducción a los flujos de carga
- 3.2 Método de Gauss- ejemplo de método de Gauss
- 3.3 Método de Gauss Seidel – ejemplo de método de Gauss Seidel
- 3.4 Método de Newton Raphson, solución en base de nodos (método de admitancia nodal), etc.
- 3.5 Método de Newton Raphson Desacoplado y Desacoplado rápido
- 3.6 Flujo DC, Inyección corriente

Tema 4: Flujos de Potencia Trifásica

- 4.1 Principio de los flujos de potencia
- 4.2 Conocer los flujos en kW y kVAR
- 4.3 Calcular las Tensiones en los buses y las perdidas en las líneas de transmisión, solución en base a nodos (métodos de admitancia nodal)
- 4.4 Flujos DC
- 4.5 Análisis de Flujos de potencia: inyección de corriente
- 4.6 Flujos de Potencia Trifásica

Tema 5: Modelación de la Carga en Sistemas Eléctricos de Potencia

- 5.1 Introducción
- 5.2 Operadores y Componentes Simétricos de Vectores Asimétricos
- 5.3 Corto circuito en Maquinas Síncronas y Asíncronas

Tema 6: Control de Potencia Activa y Reactiva

- 6.1 Introducción
- 6.2 Control de Potencia activa y reactiva

Tema 7: Teoría de Componentes Simétricas

Tema 8: Corto Circuito de Maquinas Síncronas y Asíncronas

- 8.1 Introducción
- 8.2 Conocer la síntesis de Vectores Desequilibrados a partir de sus Componentes Simétricas
- 8.3 Operadores de Componentes Simétricas de Vectores asimétricos
- 8.4 Corto circuito en máquinas Síncronas y Asíncronas

Tema 9: Análisis de Corto Circuito en Sistemas Eléctricos de Potencia de acuerdo a los estándares ANSI e IEC.- Aplicación de software.

- 9.1 Introducción
- 9.2 Conocer los más importantes tipos de corto circuito
- 9.3 Corto circuito Tripolar

- 9.4 Corto circuito bipolar con contacto a tierra
- 9.5 Corto circuito bipolar sin contacto a tierra
- 9.6 Corto circuito unipolar a tierra
- 9.7 Análisis de los Diferentes tipos de Corto circuito
- 9.8 Aplicando Software

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Stevenson, Análisis Moderno de Sistemas Eléctricos de Potencia
- [2] Jacinto Viqueira, Redes Eléctricas (TOMO I-II)
- [3] Marcelick, Redes Eléctricas
- [4] E.Harper, Introducción al Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia
- [5] E.Harper ,Análisis Moderno de Sistemas Eléctricos de Potencia
- [6] Kimbark, Estabilidad Transitoria (TOMO I,II y III)

ELT 2811 - MEDICIONES ELÉCTRICAS

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	MEDICIONES ELÉCTRICAS
SIGLA:	ELT 2811
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante conoce las causas que producen errores en las mediciones de las magnitudes eléctricas, comprende la teoría de funcionamiento de los aparatos de medida y es capaz de analizar las características de operación de un particular sistema de medición. También tiene la aptitud de dimensionar, especificar y seleccionar los componentes de una instalación de medición. Asimismo, aplica los reglamentos de la Ley de Electricidad para determinar el costo de la electricidad.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma. CG1
- Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida. CE16
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. CE17
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. CE22
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y

subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas. CI22

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Errores de medición.- Instrumentos analógicos.- Instrumentos digitales.- Transformadores de medida.-Medición de resistencias.- Medición de potencia.- Mediciones de energía activa y reactiva.- Medición de demanda.- Dimensionamiento de conductores secundarios de los transformadores de medida.- Software y hardware de los instrumentos de medida digitales.- SCADA.- Laboratorio.- Proyecto.

Contenido analítico:

Tema 1: Errores de Medición

- 1.1 Generalidades sobre las medidas
- 1.2 Clasificación de los errores
- 1.3 Errores en instrumentos de rotación
- 1.4 Errores en instrumentos digitales

Tema 2: Generalidades sobre instrumentos de rotación

- 2.1 Clasificación de los instrumentos
- 2.2 Símbolos de los aparatos eléctricos
- 2.3 Definiciones fundamentales
- 2.4 Escalas de los aparatos de rotación
- 2.5 Ecuaciones de las cuplas en los aparatos de rotación
- 2.6 Ecuaciones de las desviaciones en régimen libre
- 2.7 Ecuaciones de las desviaciones en régimen completo
- 2.8 Cupla de frotamiento

Tema 3: Instrumentos analógicos

- 3.1 Instrumento de bobina móvil e imán permanente
 - 3.1.1 Características principales
 - 3.1.2 Descripción y teoría de funcionamiento
 - 3.1.3 Ampliación del rango de lectura
 - 3.1.4 Influencia de la temperatura
 - 3.1.5 Sensibilidad
- 3.2 Instrumento de hierro móvil
 - 3.2.1 Características principales
 - 3.2.2 Descripción y teoría de funcionamiento
- 3.3 Instrumento electrodinámico
 - 3.3.1 Características principales
 - 3.3.2 Descripción y teoría de funcionamiento
- 3.4 Vatímetro electrodinámico
 - 3.4.1 Conexión de un ratímetro

- 3.4.2 Vatímetro de precisión
- 3.4.3 Cofimetro electrodinámico

Tema 4: Instrumentos digitales. El multímetro digital

- 4.1 Introducción
- 4.2 Sección analógica
 - 4.2.1 Selector de rangos
 - 4.2.2 Selector de funciones
 - 4.2.3 Conversor CA/CC
 - 4.2.4 Conversor de valor medio
 - 4.2.5 Conversor de verdadero valor eficaz
 - 4.2.6 Conversor de resistencia/conductancia
- 4.3 Sección digital
- 4.4 Especificación de los multímetros
- 4.5 Valores máximos de voltaje y corriente
- 4.6 Condiciones ambientales de uso

Tema 5: Transformadores de medida

- 5.1 Razones para el uso de los transformadores de medida
- 5.2 Tipos de transformadores de medida
- 5.3 Generalidades sobre transformadores
- 5.4 Transformador de potencial
 - 5.4.1 Polaridad
 - 5.4.2 Carga nominal
 - 5.4.3 Relación nominal, relación de espiras y relación real
 - 5.4.4 Factor de corrección de relación
 - 5.4.5 Diagramas vectoriales del TP
 - 5.4.6 Angulo de fase
 - 5.4.7 Error de relación
 - 5.4.8 Efectos de la variación de algunos parámetros sobre la relación de transformación y ángulo de fase
 - 5.4.9 Métodos de compensación para reducir los errores de fase y relación
 - 5.4.10 Clases de exactitud
 - 5.4.11 Especificación del TP
- 5.5 Transformador de corriente
 - 5.5.1 Polaridad
 - 5.5.2 Carga
 - 5.5.3 Relación nominal, relación de vueltas y relación real
 - 5.5.4 Factor de corrección de relación
 - 5.5.5 Diagrama vectorial
 - 5.5.6 Angulo de fase
 - 5.5.7 Error de relación
 - 5.5.8 Variaciones de error de fase y relación
 - 5.5.9 Consecuencias del secundario abierto
 - 5.5.10 Permanencia de la exactitud
 - 5.5.11 Clases de exactitud
 - 5.5.12 Especificación del TC
 - 5.5.13 Clasificación de los T.C.
 - 5.5.14 TC para protección

- 5.6 Factor de corrección combinado
- 5.7 Factor de corrección de ángulo de fase
- 5.8 Factor de corrección de transformación
- 5.9 Factor de corrección final
- 5.10 Aplicación de los factores de corrección
- 5.11 El transformador de potencial capacitivo

Tema 6: Medición de resistencias

- 6.1 Introducción
- 6.2 Medición indirecta
 - 6.2.1 Medición mediante voltímetro y amperímetro
 - 6.2.2 Medición de resistencias de aislación con voltímetro
- 6.3 Medición directa, mediante óhmetros
 - 6.3.1 Óhmetro serie
 - 6.3.2 Óhmetro paralelo
- 6.4 Medición de resistencia de aislamiento
- 6.5 Puente Wheatstone
- 6.6 Medición de resistencia de tierra

Tema 7: Medición de potencia eléctrica en C.A.

- 7.1 Introducción
- 7.2 Medición de potencia activa
 - 7.2.1 Medición con tres vatímetros
 - 7.2.2 Medición con tres vatímetros
- 7.3 Medición de potencia reactiva
 - 7.3.1 Medición en circuitos trifásicos
 - 7.3.2 Secuencia de fases
- 7.4 Uso de Transformadores de medida

Tema 8: El medidor de inducción

- 8.1 Introducción
- 8.2 Partes componentes del medidor de inducción de un elemento
- 8.3 Teoría de operación
- 8.4 Sentido de actuación de los torques motores
- 8.5 Expresión matemática del torque
- 8.6 Contrastación del medidor
- 8.7 Condiciones para contrastar un medidor
- 8.8 Calibración del medidor
 - 8.8.1 Calibración a carga nominal
 - 8.8.2 Calibración a carga pequeña
 - 8.8.3 Calibración a carga inductiva
- 8.9 Consideraciones finales sobre la calibración
- 8.10 Carga fantasma
- 8.11 Dispositivos de compensación automática
 - 8.11.1 Compensación de sobrecarga o sobrecorriente
 - 8.11.2 Compensación de variación de tensión
 - 8.11.3 Compensación de variación de temperatura
 - 8.11.4 Influencia de la frecuencia

- 8.12 Constantes del medidor
- 8.13 Medición de KW con un medidor de KWH
- 8.14 Teorema de Blondel
- 8.15 El medidor trifásico
- 8.16 Clase exactitud
- 8.17 Especificación del medidor

Tema 9: El medidor electrónico digital

- 9.1 Introducción
- 9.2 Medidores electrónicos digitales
- 9.3 Selección del convertidor analógico digital
 - 9.3.1 Requerimientos del convertidor analógico/digital para medición de energía
 - 9.3.2 Reducción de los requerimientos de resolución del ADC para medición de energías
 - 9.3.3 Características de los ADC
- 9.4 Procesamiento de las salidas del transductor digitalizado
- 9.5 Medidor con procesador de señales digitales (DSP)
- 9.6 Medidor con DSP con funciones fijas
- 9.7 Confiabilidad de los semiconductores
- 9.8 Técnicas de medida
 - 9.8.1 Muestreo
 - 9.8.2 Medidas de voltaje y corrientes
 - 9.8.3 Valores instantáneos de voltaje y corriente
 - 9.8.4 Medida de WH
 - 9.8.5 Medida de VARH
 - 9.8.6 Medida de VAH
 - 9.8.7 Cálculo de los factores de potencia
 - 9.8.8 Cálculo de demanda
 - 9.8.9 Demanda instantánea
- 9.9 Contrastación

Tema 10: Medición de energía eléctrica activa

- 10.1 Introducción
- 10.2 Medición en circuitos monofásicos
 - 10.2.1 Circuitos monofásicos de dos hilos
 - 10.2.2 Circuitos monofásicos de tres hilos
- 10.3 Medición en circuitos de dos fases y neutro
- 10.4 Circuitos trifásicos de baja tensión
 - 10.4.1 Circuitos trifásicos de 4 hilos
 - 10.4.2 Circuitos trifásicos de 3 hilos
- 10.5 Medición en circuitos trifásicos de media tensión
- 10.6 Circuitos de alta tensión
- 10.7 Medidores especiales
 - 10.7.1 Medidor de uno y medio elementos
 - 10.7.2 Medidor de dos y medio elementos

Tema 11: Medición de energía eléctrica reactiva

- 11.1 Introducción
- 11.2 Expresión matemática de la energía reactiva

11.3 Circuitos trifásicos de cuatro hilos

11.4 Circuitos trifásicos de tres hilos

Tema 12: Medición de demanda

12.1 Demanda

12.2 ¿Por qué se mide la demanda?

12.3 Tipos de medidores de demanda

12.4 Contratación del medidor de KWH-Demanda mecánico

12.5 Medición de demanda en KVAR y KVA

12.6 Norma nacional para distribución de electricidad

Tema 13: Dimensionamiento de los conductores secundarios de los transformadores de medida

13.1 Introducción

13.2 Dimensionamiento de los conductores secundarios de los transformadores de corriente

13.2.1 Medición con tres elementos

13.2.2 Medición con dos elementos

13.3 Dimensionamiento de los conductores secundarios de los transformadores de potencial

13.3.1 Medición con tres elementos

13.3.2 Medición con dos elementos

Tema 14: Software y hardware de los instrumentos de medida digitales

14.1 Medidor electrónico digital SAGA

14.2 Medidor electrónico digital ABB

Tema 15: Sistema SCADA

15.1 Introducción

15.2 Operación del sistema SCADA

15.3 Evaluación, monitoreo y control del sistema SCADA

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. Wolf, R. F.M. Smith, Guía para Mediciones Eléctricas. Primera edición, México, Prentice-Hall Hispano americana S.A., 1992.M
- [2] Marcelo A. Sobrevila, Ingeniería de la Energía Eléctrica, Libro III, Medidas. Primera edición, Buenos Aires, Marymar, 1986.
- [3] Solon de Medeiros Filho. Medicao de Energia Eletrica. Tercera Edición, 1986.
- [4] Edison Electric Institute, Handbook For Electricity Metering. Tenth Edition, Washington, 2002.

ELT 2821 – MÁQUINAS ELÉCTRICAS III

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	MÁQUINAS ELÉCTRICAS III
SIGLA:	ELT 2821
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Con ésta asignatura, se pretende que los alumnos aprendan conocimientos teórico-prácticos sobre los conceptos, técnicas y metodologías aplicadas en las máquinas eléctricas especiales:

- Comprender el principio de funcionamiento de las máquinas eléctricas especiales.
- Conocer las aplicaciones del motor de reluctancia
- Conocer las aplicaciones del motor de reluctancia
- Conocer las aplicaciones del motor universal
- Conocer las aplicaciones de los motores sin escobillas
- Conocer las aplicaciones de los motores paso a paso
- Conocer las aplicaciones del motor lineal
- Conocer las aplicaciones del servomotor

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Tipos especiales de máquinas de corriente continua.- Motor de reluctancia.- Motor universal.- Máquinas de corriente continua sin escobillas.- Motores de paso a paso.- La máquina lineal.- Servomotor.- Laboratorio.

Contenido analítico:

Tema 1: Tipos especiales de máquinas de CC

- 1.1 Introducción
- 1.2 Maquinas especiales
- 1.3 Campos de aplicación

Tema 2: Motor de reluctancia

- 2.1 Principio de funcionamiento
- 2.2 Características constructivas
- 2.3 Relación par-velocidad
- 2.4 Aplicaciones

Tema 3: Motor universal

- 3.1 Fundamentos
- 3.2 Funcionamiento en CC y en CA
- 3.3 Características de los bobinados
- 3.4 Bobinado de compensación
- 3.5 Aplicaciones

Tema 4: Máquinas de CC sin escobillas

- 4.1 Principio de funcionamiento
- 4.2 Características constructivas
- 4.3 El motor con fem sinusoidal y fem trapezoidal
- 4.4 Aplicaciones

Tema 5: Motores paso a paso

- 5.1 Principio de funcionamiento
- 5.2 Características constructivas
- 5.3 Tipos
- 5.4 Secuencias y control
- 5.5 Aplicaciones

Tema 6: Máquina lineal

- 6.1 Generalidades
- 6.2 Tipos
- 6.3 Motor lineal asincrónico
- 6.4 Motor de campo arrollado o tubular
- 6.5 Aplicaciones

Tema 7: Servomotores

- 7.1 Principio de funcionamiento
- 7.2 Características constructivas
- 7.3 Control de ángulo/posición
- 7.4 Aplicaciones

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] T.J.E. Miller, Switched reluctance motors, Second Edition
- [2] T. Jhon Eastham, Brushless permanent magnet and reluctance motors, second edition
- [3] Adolf Senner, Principios de electrotecnia, Fourth Edition
- [4] I.L Kosow, Maquinas eléctricas y transformadores, Fourth Edition
- [5] M. Cortes Cherta, Máquinas de CC, Third Edition
- [6] Satheesh Gopi, Global Positioning System, Second edition
- [7] J. Manuel Espinosa Malea, Problemas resueltos de máquinas eléctricas rotativas, Segunda edición

ELT 3520 - INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	INSTALACIONES ELÉCTRICAS I
SIGLA:	ELT 3520
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 6, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz plantear, resolver, calcular, proyectar y diseñar la realización de cálculos luminotécnicos en interiores y exteriores, iluminación de campos deportivos, cálculos de instalaciones eléctricas en edificios y viviendas, teniendo en cuenta las reglamentaciones y normas vigentes) Normas NB777 y Reglamento de Instalaciones en Baja Tensión SIB-ELFEC. Debe ser capaz también de diseñar la instalación eléctrica de una vivienda o un edificio y por ultimo debe ser capaz de aplicar la Domótica en una instalación de interiores.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19

- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de redes de distribución y de instalaciones domiciliarias, sistemas domóticos, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas – CIA27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Introducción a la ciencia de la luminotecnia.- Iluminación interna.- Iluminación externa.- Iluminación deportiva.- Normas y cálculos de instalaciones.- Instalaciones eléctricas en edificios.- Costos.- Domótica básica.- Proyecto.

Contenido analítico:

Tema 1: Introducción a la ciencia de la luminotecnia

- 1.1 Generalidades y definiciones,
- 1.2 Naturaleza de la luz
- 1.3 características de la radiación luminosa
- 1.4 Magnitudes y unidades luminotécnicas
- 1.5 Relaciones y leyes de la luminotecnia
- 1.6 Control de luz
- 1.7 Representación gráfica de la distribución luminosa
- 1.8 Aspectos fisiológicos de la luminotecnia
- 1.9 Factores que intervienen en la percepción visual
- 1.10 Concepto de color.

Tema 2: Iluminación Interna

- 2.1 Proyecto luminotécnico
- 2.2 Sistemas de iluminación,
- 2.3 Métodos de cálculo de alumbrado
 - 2.3.1 Método del flujo total
 - 2.3.2 Método de los lúmenes
 - 2.3.3 Método de las cavidades zonales
 - 2.3.4 Método del rendimiento de iluminación
 - 2.3.5 Método punto por punto
- 2.4 Aparatos de alumbrado,
- 2.5 Clasificación de los aparatos de alumbrado,

Tema 3: Iluminación Externa

- 3.1 Magnitudes fotométricas
- 3.2 Fuentes luminosas

- 3.3 Aparatos de iluminación
- 3.4 Soportes o Báculos
- 3.5 Alumbrado público
 - 3.5.1 Método de los lúmenes
 - 3.5.2 Método punto por punto
 - 3.5.3 Método de los 9 puntos
- 3.6 Iluminación de campos deportivos
 - 3.6.1 Iluminación de canchas de Basquetbol
 - 3.6.2 Iluminación de canchas de futsala
 - 3.6.3 Iluminación de canchas de tenis
 - 3.6.4 Iluminación de campos de futbol
- 3.7 Iluminación exterior de edificios

Tema 4: Iluminación deportiva

- 4.1 Iluminación de campos deportivos
- 4.2 Iluminación de canchas de Basquetbol
- 4.3 Iluminación de canchas de futsala
- 4.4 Iluminación de canchas de tenis
- 4.5 Iluminación de campos de futbol

Tema 5: Normas y cálculos de instalaciones

- 5.1 Normas Bolivianas,
- 5.2 Información requerida, planos arquitectónicos,
- 5.3 Presentación de planos,
- 5.4 Información mínima de los planos,
- 5.5 Tamaños de planos,
- 5.6 Cálculos lumínicos y eléctricos,
- 5.7 Memoria descriptiva,
- 5.8 Planillas de cálculos luminotécnicos,
- 5.9 Simbología.
- 5.10 Reglamentos de Instalaciones en Baja tensión (NB 777) y ELFEC - SIB

Tema 6: Instalaciones eléctricas en edificios

- 6.1 Determinación de demandas máximas,
- 6.2 Niveles de consumo,
- 6.3 Determinación de la demanda máxima de edificios y viviendas,
- 6.4 Instalaciones de enlace de baja y media tensión,
- 6.5 Tableros de las instalaciones interiores,
- 6.6 Cálculo de conductores,
- 6.7 Circuitos derivados,
- 6.8 Accesorios para canalización eléctrica,
- 6.9 Sistemas de instalación,
- 6.10 Sistemas de puesta a tierra en edificios,
- 6.11 Dispositivos fusible,
- 6.12 Disyuntores,
- 6.13 Conductores de protección,
- 6.14 Protección contra las sobre corrientes,
- 6.15 Instalaciones con fines especiales,
- 6.16 Ámbitos de una instalación,

Tema 7: Costos

- 7.1 Introducción,
- 7.2 Análisis de costos en instalaciones eléctricas,
- 7.3 aspectos a considerar,
- 7.4 Costos y presupuesto,
- 7.5 Análisis de precios unitarios

Tema 8: Domótica básica

- 8.1 Introducción,
- 8.2 Conceptos básicos
- 8.3 Los dispositivos
- 8.4 Arquitectura domótica
- 8.5 Medios de transmisión/Bus,
- 8.6 Los protocolos de domótica,
- 8.7 Elección de sistema domótica,
- 8.8 Aspectos de la domotica,
- 8.9 Sistemas domóticos
- 8.10 Interfaces de usuario,
- 8.11 Sistemas domóticos en el mercado

Tema 9: Proyecto

- 9.1 Objetivo,
- 9.2 Introducción,
- 9.3 Desarrollo del proyecto,
- 9.4 Aspectos a considerar en el proyecto,
- 9.5 Fases de un proyecto de instalación eléctrica,
- 9.6 Resumen,
- 9.7 Cálculo luminotécnico,
- 9.8 Planillas de cómputo Luminotécnico,
- 9.9 Diseño eléctrico,
- 9.10 Planilla de cómputo de Carga,
- 9.11 Planilla de equilibrio de Cargas,
- 9.12 Diagrama Unifilar,
- 9.13 Dimensionamiento de Conductores.
- 9.14 Diseño de los Dispositivos de Protecciones,
- 9.15 Plano de Ductos,
- 9.16 Plano de Circuito de Iluminación,
- 9.17 Plano de Circuito de Toma Corriente, Fuerza, Teléfono, Tele cable.

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ENRIQUEZ HARPER, **Instalaciones Eléctricas de interiores y comerciales**, Editorial Marcombo, 1998.
- [2] ENRIQUEZ HARPER, **El ABC de las instalaciones eléctricas**. Editorial Marcombo, 1999
- [3] Norma Boliviana NB 777, 2005
- [4] SIB – ELFEC, **Reglamento de Instalaciones eléctricas de interiores**, Cochabamba, 1997

- [5] GERMÁN ROCHA M., FÉLIX MEZA R., RAMIRO MENDIZÁBAL V., **Reglamento de instalaciones Eléctricas Interiores en Baja tensión**, SIB-CBBA.
- [6] Schneider, **Manual y catalogo del electricista**, Santiago de Chile, Schneider Electric Chile S.A., 1999
- [7] ADEMARO A. M. COTRIN, **Manual de Instalaciones Eléctricas**, Pirelli, Sao Paulo, Mc GrawHill, 1985
- [8] ALBERTO GUERRERO FERNÁNDEZ, **Instalaciones Eléctricas en las Edificaciones**, Madrid, Mc Graw-Hill, 1992
- [9] Siemens, **Instalaciones Eléctricas volumen 1 y 2**, Editorial Nobel, Sao Paulo, 1996
- [10] NB – 3 **Instalacoes Eléctricas de Baixa tensao** – ABNT, Editorial CQ Ltda, Rio de Janeiro 1990.
- [11] Siemens, **Recursos didácticos – Profissionais**, Sao Paulo, 1995
- [12] Helio Creder, **Instalaciones Eléctricas**, 3º Edición, JC editora, 1997

ELT 3611 - CENTRALES ELÉCTRICAS

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	CENTRALES ELÉCTRICAS
SIGLA:	ELT 3611
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas= 4, Prácticas= 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

El estudiante será capaz de comprender y explicar el funcionamiento de una central eléctrica, resolver problemas sobre precipitación y golpe de ariete. Explicar la puesta en paralelo de dos centrales eléctricas y conocer el mantenimiento básico que se debe efectuar en una planta eléctrica.

Unidades de competencia:

- Capacidad de determinar las condiciones hidrológicas para la implementación de un proyecto hidroeléctrico.
- Conocer las diferentes plantas eléctricas del país y las partes que las componen
- Capacidad de elegir la turbina apropiada para una central hidroeléctrica
- Capacidad de explicar el principio de funcionamiento de los diferentes tipos de protección y el acoplamiento en paralelo de dos alternadores
- Capacidad de determinar la importancia de las instalaciones complementarias de una central.
- Capacidad de programar teóricamente el mantenimiento de una planta hidroeléctrica.

- Capacidad para explicar cómo funciona una planta generadora de electricidad ya sea hidroeléctrica o termoeléctrica

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Hidrología y aprovechamientos hidráulicos.- Selección de turbinas hidráulicas.- Partes de las centrales hidroeléctricas.- Energía térmica.- Selección de turbinas térmicas.- Partes de las centrales termoeléctricas.- Instalaciones eléctricas complementarias.- Mantenimiento de centrales eléctricas.

Contenido analítico:

Tema 1: Hidrología

- 1.1 Introducción
- 1.2 Ciclo Hidrológico
- 1.3 Precipitación
- 1.4 Formación de la precipitación
- 1.5 Precipitación inducida artificialmente
- 1.6 Medición de la precipitación
- 1.7 Pluviómetros
- 1.8 Medición de la Precipitación utilizando radar
- 1.9 Estimación de la precipitación utilizando satélites
- 1.10 Interpretación de los datos de precipitación
- 1.11 Estimación de datos faltantes de precipitación
- 1.12 Precipitación promedio sobre un área
 - 1.12.1 Método de Thiessen
 - 1.12.2 Método de las Isoyetas
- 1.13 Caudal
- 1.14 Nivel del agua

Tema 2: Plantas hidroeléctricas

- 2.1 Introducción
- 2.2 Generalidades
- 2.3 Plantas hidroeléctricas del país
- 2.4 Potencial Hidroeléctrico del país Proyectos Hidroeléctricos inventariados
- 2.5 Diagramas de Carga
- 2.6 Presa
- 2.7 Canal
- 2.8 Desarenador
- 2.9 Cámara de carga
- 2.10 Tubería
- 2.11 Golpe de ariete
- 2.12 Teoría de Allievi
 - 2.12.1 Golpe de ariete con cierre brusco
 - 2.12.2 Golpe de ariete con cierre lento
- 2.13 Tubo de Aspiración

Tema 3: Turbinas hidráulicas

- 3.1 Definición
- 3.2 Rueda Hidráulica
- 3.3 Turbinas Francis
- 3.3 Turbinas Kaplan
- 3.4 Turbinas Bulbo, Tubulares y de pozo para cargas mínimas y grandes caudales
- 3.5 Turbina de Flujo Cruzado
- 3.6 Turbina tipo Pelton
- 3.7 Turbina Turgo
- 3.8 Elección del tipo de turbina
- 3.9 Reguladores automáticos de turbinas
- 3.10 Regulador de turbinas Francis
- 3.11 Reguladores de las turbinas Pelton
- 3.12 Reguladores para turbina Kaplan
- 3.13 Reguladores eléctricos para turbinas
- 3.14 Cavitación

Tema 4: Generadores

- 4.1 Introducción
- 4.2 Tensión y Potencia del generador
- 4.3 Partes componentes de un Alternador
- 4.4 Factor de Potencia
- 4.5 Excitación de los generadores
- 4.6 Tipos de Excitación
- 4.7 Regulación de la tensión
 - 4.7.1 Reguladores reostáticos con contactos rodantes
 - 4.7.2 Regulación de la tensión por medio de transistores
 - 4.7.3 Regulación de la tensión por transductores

Tema 5: Protecciones y acoplamiento de alternadores

- 5.1 Introducción
- 5.2 Protección contra sobretensiones
- 5.3 Protección de aislamientos
 - 5.3.1 Protección diferencial
 - 5.3.2 Protección por potencia inversa
 - 5.3.3 Protección contra los defectos a tierra del Estator
 - 5.3.4 Protección contra los cortocircuitos entre espiras
 - 5.3.5 Protección contra defectos a tierra del rotor
- 5.4 Desexcitación rápida
- 5.5 Relés de última generación
- 5.6 Esquemas de conexiones de los aparatos de protección para generadores
- 5.7 Acoplamiento eléctrico de alternadores
- 5.8 Maniobra para el acoplamiento de alternadores

Tema 6: Instalaciones complementarias de una central

- 6.1 Instalaciones de medida y de control
- 6.2 Puente grúa y accesorios

- 6.3 Canalizaciones en el interior de las centrales
- 6.4 Alumbrado de auxilio
- 6.5 Baterías de acumuladores

Tema 7: Mantenimiento de plantas hidroeléctricas

- 7.1 Introducción
- 7.2 Sistema hidráulico
 - 7.2.1 Indicadores del nivel de agua
 - 7.2.2 Válvulas de cabecera
 - 7.2.3 Tubería de Presión
- 7.3 Sistema mecánico
- 7.4 Sistema eléctrico
- 7.6 Sistema auxiliar o de servicios

Tema 8: Centrales termoeléctricas

- 8.1 Introducción
- 8.2 Centrales Termoeléctricas de Ciclo Combinado
- 8.3 Impacto Ambiental
- 8.4 Ventajas e inconvenientes
- 8.5 Generadores Diesel
 - 8.5.1 Eficiencia del combustible
- 8.6 Fundamentos de funcionamiento del motor
- 8.7 Ventajas y Desventajas
- 8.8 Ciclo Diesel

Tema 9: Motores diesel

- 9.1 Partes componentes de un motor diesel
- 9.2 Sistema de Inyección de combustible
- 9.3 Volante
- 9.4 Balance térmico
 - 9.4.1 Sobrealimentación y Turbocompresor
- 9.5 El Turbocompresor
- 9.6 Ciclos e Funcionamiento del Turbo
- 9.7 Constitución de un Turbocompresor
- 9.8 Regulación de la Presión turbo
- 9.9 Temperatura de funcionamiento
- 9.10 Intercooler
- 9.11 Engrase del turbo
- 9.12 Recomendaciones de mantenimiento y cuidado para los turbocompresores
- 9.13 Futuro del turbocompresor
- 9.14 Inyectores Verificación y control de motores diesel
- 9.15 Mediciones
- 9.16 Pruebas
 - 9.16.1 Tarado de la presión
- 9.17 Grupo Electrónico
- 9.18 Descripción general
- 9.19 Mantenimiento del motor
- 9.20 Motor diesel de dos tiempos

Tema 10: Centrales de vapor

- 10.1 Introducción
- 10.2 Generadores de Vapor
- 10.3 Partes principales de las calderas
- 10.4 Representación esquemática de una central térmica de vapor sin condensador
- 10.5 Representación esquemática de una central térmica de vapor
- 10.6 Ciclo termodinámico de las turbinas de vapor
- 10.7 Modificación al ciclo básico de las turbinas de vapor
 - 10.7.1 Ciclo de recalentamiento
 - 10.7.2 Ciclo regenerativo
- 10.8 Turbina de vapor
- 10.9 Clasificación
- 10.10 Principio de funcionamiento
- 10.11 Abastecimiento de vapor y condiciones de escape

Tema 11: Turbina de gas

- 11.1 Generalidades
- 11.2 Centrales termoeléctricas de ciclo convencional
- 11.3 Centrales termoeléctricas de ciclo combinado
- 11.4 Ciclo Termodinámico
- 11.5 Clasificación
- 11.6 Ventajas de una turbina de gas
- 11.7 Desventajas

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Chester L., D. (1977). **Tratado de electricidad de corriente alterna** (Cuarta Edición)
- [2] Chow, Maidment, Mays (1994). **Hidrología Aplicada**. McGraw Hill.
- [3] Comité Nacional de Despacho de Carga (2009). Página Web www.cndc.com
- [4] De Souza, S.; Fuchs, R.D.; Henriques, A; Moreira, S. (1983). **Centrais Hidro y Termeletricas**. Sao Paulo – Brasil: Editora Edgard Blücher Ltda.
- [5] Del Fresno, R. (1974). **Máquinas motrices**. Editorial Librería Mitre.
- [6] (1977). **Enciclopedia de la ciencia y de la técnica** (Cuarta Edición). Ediciones Danae S. A.
- [7] Ramírez, J.; Beltrán, L. (1995). **Enciclopedia CEAC de Electricidad Centrales Hidroeléctricas**. Edit. CEAC.
- [8] Gualtieri, P. (2005). **Motores diesel, Nuevas Tecnologías**. Editorial Hasa.
- [9] Gómez Navarro, J. L.; Aracil J. J. (1944). **Salto de agua y presas de embalse**.
- [10] Linsley, Kohler, Paulus (1977). **Hidrología para Ingenieros**. Editorial McGraw Hill
- [11] Luca, C. (1974). **Plantas Eléctricas. Teoría y Proyecto** (Séptima Edición).
- [12] Mataix, C. (1972). **Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas**. Harper & Row Publishers Inc.
- [13] Nozaki Tsuguo (1981). **Guía para la elaboración de proyectos de pequeñas y medianas centrales hidroeléctricas destinadas a electrificación rural**. Jica.
- [14] Nozaki Tsuguo (1981). **Datos para la elaboración de proyectos de pequeñas y medianas centrales hidroeléctricas**. Jica.
- [15] Polo Encinas, M. (1975). **Turbomáquinas Hidráulicas**. México: Editorial Limusa.
- [16] Quantz, L. (1962). **Motores Hidráulicos**. Editorial Gustavo Gili, S.A.

- [17] Sabugal, S.; Gómez, F. (2006). **Centrales térmicas de ciclo combinado, teoría y proyecto**. Editorial Endesa.
- [18] Saavedra, R. (1991). **Manual de mantenimiento de plantas**.
- [19] Streeter, V. (1975). **Mecánica de fluidos**. MacGraw Hill.
- [20] Superintendencia de Electricidad, **Anuario Estadístico, Memoria Anual 2007**
- [21] Superintendencia de Electricidad, **Regulación del Sector Eléctrico, 10 Años 1996-2006**
- [22] Viejo Zubicaray. **Energía Hidroeléctrica**. México: Editorial Limusa.
- [23] Zoppetti Júdez, G. (1989). **Centrales Hidroeléctricas. Su Estudio, montaje, regulación y ensayo** (Tercera Edición). Editorial Gustavo Gili, S.A.

ELT 3620 - INSTALACIONES ELÉCTRICAS II

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	INSTALACIONES ELÉCTRICAS II
SIGLA:	ELT 3620
DURACIÓN	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 6, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de analizar, plantear, resolver, calcular y diseñar Sistema Eléctricos en baja tensión Industriales. Debe ser capaz de calcular y diseñar planos eléctricos, análisis de parámetros eléctricos, materiales y equipos en instalaciones eléctricas industriales. Debe ser capaz también de elaborar proyectos de implementación y montaje de Sistemas Eléctricos en baja tensión Industriales.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23

- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas eléctricos en baja tensión Industriales que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Instalaciones eléctricas industriales.- Normas y diseño de planos.- Dimensionamiento de conductores eléctricos.- Iluminación industrial.- Análisis de cortocircuito (método óhmico).- Materiales y equipos.-Instalaciones de fuerza motriz.- Protecciones de sistemas industriales.-Selectividad de las protecciones.- Aterramiento.- Diseño de la subestación industrial-Transformadores de mando.- Banco de capacitores.- Costos.- Proyecto.- Laboratorio.

Contenido analítico:

Tema 1: Instalaciones Eléctricas Industriales

- 1.1. Introducción y generalidades.
- 1.2. Normas, Planos y Esquemas Eléctricos.
- 1.3. Análisis de Parámetros Eléctricos.
- 1.4. Conductores Eléctricos
- 1.5. Materiales y Equipos en Instalaciones Eléctricas Industriales.
- 1.6. Fuerza Motriz.
- 1.7. Protecciones Eléctricas.
- 1.8. Sistema de Tierra.
- 1.9. Subestación Eléctrica.
- 1.10. Banco de Capacitores.
- 1.11. Análisis de Costos.

Tema 2: Normas y diseño de Planos

- 2.1. Introducción.
- 2.2. Normas.
 - 2.2.1. Tipos de normas eléctricas.
- 2.3. Planos.
 - 2.3.1. Tipos de planos.
- 2.4. Esquemas eléctricos.
- 2.5. Esquemas eléctricos industriales.
 - 2.5.1. Sistema de mando.
 - 2.5.2. Sistema de fuerza.
- 2.6. Aplicaciones de esquemas eléctricos.
- 2.7. Aplicación de software.
- 2.8. Diseño de esquemas eléctricos.
- 2.9. Esquemas eléctricos.

Tema 3: Dimensionamiento de conductores eléctricos

- 3.1. Consideraciones Generales.
- 3.2. Definición de las alternativas.
- 3.3. Consideraciones para el dimensionamiento.
- 3.4. Conductores eléctricos.
- 3.5. Dimensionamiento de conductores.
- 3.6. Porcentaje de Caída de Tensión.

Tema 4: Iluminación Industrial

- 4.1. Consideraciones Generales.
- 4.2. Iluminación en las industrias.
- 4.3. Iluminación Industrial para interiores.
- 4.4. Tipos de Iluminación Industrial.
- 4.5. Diseño Sistema de Iluminación Nave Industrial.
- 4.6. Iluminación Industrial Eficiente.

Tema 5: Análisis de la corriente de cortocircuito

- 5.1. Introducción.
 - 5.1.1. Origen de los cortocircuitos
- 5.2. Tipos de cortocircuitos.
 - 5.2.1. Cortocircuitos trifásicos.
 - 5.2.2. Cortocircuitos entre dos fases.
 - 5.2.3. Cortocircuito monofásico (fase – neutro)
 - 5.2.4. Cortocircuito monofásico (fase – tierra)
- 5.3. Impedancias equivalentes de los elementos eléctricos.
 - 5.3.1 Impedancias de la red.
 - 5.3.2 Ecuaciones de la impedancia de la red.
 - 5.3.4 Impedancias transformador de potencia.
 - 5.3.5. Ecuaciones impedancia transformador de potencia.
 - 5.3.6. Impedancia cable eléctrico.
 - 5.3.7. Ecuaciones impedancia cable eléctrico.
- 5.4. Relación entre el diagrama unifilar y diagrama de impedancias.
- 5.5. Explicación caso real.
- 5.6. Elaboración de ejercicios.

Tema 6: Materiales y Equipos

- 6.1. Introducción.
- 6.2. Conduit.
- 6.3. Bandeja.
- 6.4. Tableros Eléctricos.
- 6.5. Contactor.
- 6.7. Arrancador Suave.
- 6.8. Motores Eléctricos.
- 6.9. Protecciones de Primer, Segundo y Tercer Nivel.
- 6.8. Ejercicio de dimensionamiento.

Tema 7: Instalación de Fuerza motriz

- 7.1. Introducción.
- 7.2. Instalación de Equipos de Rotación.
- 7.3. Aplicación caso real.

Tema 8: Protecciones sistemas industriales

- 8.1. Introducción.
- 8.2 Sobrecarga.
- 8.3 Corriente de sobrecarga.
- 8.4 Cortocircuito.
- 8.5 Corrientes de cortocircuito.
- 8.6 Efectos del cortocircuito.
- 8.7 Representación gráfica de protecciones.
- 8.8 Grafica de partes protecciones.
- 8.9. Tipos de protecciones.
 - 8.9.1. Fusibles.
 - 8.9.2. Interruptores magnéticos.
 - 8.9.3. Interruptores termomagnéticos.
- 8.3. Dimensionamiento de protecciones.

Tema 9: Selectividad de las Protecciones

- 9.1. Introducción.
- 9.2. Disposición de selectividad.
 - 6.2.1. Selectividad disyuntor – disyuntor.
 - 6.2.2. Selectividad disyuntor – fusible.
 - 6.2.3. Selectividad fusible – disyuntor.
- 9.3. Técnicas para la selectividad.
- 9.4. Curvas de selectividad.
- 9.5. Elaboración de ejercicios.

Tema 10: Aterramiento

- 10.1. Generalidades.
- 10.2. Definición de puesta tierra.
- 10.3. Sistema de puesta a tierra.
 - 10.3.1. Sistema TN.
 - 10.3.2. Sistema TT.
 - 10.3.3. Sistema IT.
- 10.4. Calculo de la Resistencia de puesta a tierra.
- 10.3. Partes que comprende la puesta tierra.
- 10.4. Tomas de tierra Independiente.
- 10.5. Electrodo, naturaleza, constitución, dimensiones y condiciones de instalación
- 10.6. Resistencia de tierra.
- 10.7. Medición con el óhmetro

Tema 11: Subestación industrial

- 11.1. Introducción.
- 11.2. Nave industrial con un solo centro de carga (caso nº 1).
- 11.3. Nave industrial con dos o más centros de carga (caso nº 2).

- 11.4. Centros de carga ejemplos.
- 11.5. Demanda máxima.
 - 11.5.1. Demanda máxima de cada motor.
 - 11.5.2. Demanda máxima total.
- 11.6. Dimensionamiento de Transformador de Potencia.
- 11.7. Dimensionamiento de Celda de Media Tensión.
- 11.9. Dimensionamiento de Transformadores de Medida.
- 11.10. Dimensionamiento de Medidor Industrial.

Tema 12: Transformador de Mando

- 12.1. Introducción.
- 12.2. Calculo de potencias eléctricas equipos sistemas de mando.
- 12.3. Dimensionamiento de Transformados de Mando.
- 12.4. Ejercicio de dimensionamiento.

Tema 13: Banco de Capacitores

- 13.1. Generalidades.
- 13.2. Consumo y producción de potencia reactiva.
- 13.3. Compensación del Factor de Potencia.
- 13.4. Ventajas de la Compensación.
- 13.5. Medición de la Potencia reactiva y factor de Potencia.
- 13.6. Cálculo y diseño de Banco de Capacitores.
- 13.7. Instalación del Banco de Capacitores.
- 13.8. Banco de Capacitores con regulación automática.
- 13.9. Elaboración de ejercicios.

Tema14: Costos

- 14.1. Introducción.
- 14.2. Análisis de costos en instalaciones eléctricas industriales.
- 14.4. Presupuesto en Instalaciones Eléctricas Industriales.
- 14.5. Costos en Instalaciones Eléctricas Industriales.
- 14.6. Análisis de precios unitarios.
- 14.7. Planillas de Costos.

Tema 15: Proyecto

- 15.1. Parámetros de cálculo.
- 15.2. Cálculo de los centros de carga.
- 15.3. Representación del diagrama unifilar.
- 15.4. Cálculo demanda máxima.
- 15.5. Dimensionamiento de conductores.
- 15.6. Verificación del porcentaje de caída de tensión.
- 15.7. Cálculo de las corrientes de cortocircuito.
- 15.8. Dimensionamiento de protecciones.
 - 15.8.1. Dimensionamiento de protecciones principales.
 - 15.8.2. Dimensionamiento de protecciones de los motores.
- 15.9. Selectividad de las protecciones.
- 15.10. Dimensionamiento de materiales y equipos.

15.11. Esquema de funcionamiento manual.

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] G. Enriquez Harper, **ABC de las Instalaciones Eléctricas Industriales**. México 2005.
- [2] **Norma Boliviana NB 777**,2005.
- [3] ABB, **Catálogo de Protecciones**. 2009
- [4] Eaton, **Catálogo de Protecciones**. 2012
- [5] Eaton, **Catálogo de Contactores**. 2012.
- [6] J. Mamede, **Instalacoes Elétricas Industriais**. Segunda Edición, Rio de Janeiro Sao Pablo.
- [7] L.Heinhold, **Cables y conductores para transporte de energía – Siemens**. Segunda Edición, Editorial Dossat S.A., Madrid- España.
- [8] G. Seip, **Instalaciones Eléctricas – Siemens**, Tomo 1. Segunda edición – 1989.
- [9] N. Moreno y R. Cano, **Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión**. Primera Edición, España 2009

ELT 3631 - LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA
ASIGNATURA:	LÍNEAS DE TRANSMISIÓN
SIGLA:	ELT 3631
DURACIÓN	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas= 4; Laboratorio=2; TOTAL= 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos

Son objetivos de la materia que el estudiante:

- Conozca metodologías de cálculo de la demanda de un sistema eléctrico
- Pueda plantear soluciones a los problemas de diseño de una línea de transmisión
- Conozca los componentes y las características constructivas de una línea de transmisión
- Que el estudiante pueda determinar los parámetros de una línea de transmisión y pueda modelar y analizar el comportamiento eléctrico
- Pueda realizar los cálculos mecánicos de una línea de transmisión
- Pueda estimar los costos de inversión de una línea de transmisión
- Tenga idea sobre las normas, procedimientos y reglamentos establecidos por la Autoridad de Electricidad en la construcción y operación de un Sistema transmisión eléctrica.

Unidades de competencia:

- ✓ CG1: Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución

- de problemas de la misma.
- ✓ CG4: Analiza problemas, situaciones y contextos aplicando los métodos y técnicas básicas e integra soluciones y propuestas pertinentes en su campo profesional.
 - ✓ CG7: Posee hábitos de formación a lo largo de la vida.
 - ✓ CG8: Dirige y organiza equipos de trabajo con calidad, competitividad, responsabilidad, justicia y ética
 - ✓ CG9: Toma decisiones y emprende iniciativas CG11: Comunica de manera escrita, oral y gráfica, las ideas y/o resultados de los proyectos en el ámbito de su profesión
 - ✓ CG12: Documenta la información de forma estructurada, ordenada y coherente.
 - ✓ G16: Trabaja bajo presión y responde adecuadamente en situaciones límite.
 - ✓ CE21: Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes. CE22: Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable
 - ✓ CE25: Realiza un conjunto de acciones que permiten determinar el comportamiento de un sistema o proyecto de ingeniería para la toma de decisiones mediante juicios de valor, dimensionando las consecuencias de tipo social, ambiental y económico, y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, y coherentes.
 - ✓ CE26: Realiza análisis de costos y prepara un presupuesto razonable a la solución técnica planteada.

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo

Características de la carga.- Criterios técnicos y económicos.- Descripción y características de materiales empleados en las líneas de transmisión.- Disposición de conductores y tipos de estructuras.- Parámetros eléctricos de líneas de transmisión.- Cálculo eléctrico.- Cálculo mecánico.- Aspectos constructivos y de costos.- Proyecto.- Simulación.- Taller.

Contenido analítico

Tema 1: Características generales de los sistemas de energía eléctrica

- 1.1 Descripción de un sistema de energía eléctrica
- 1.2 Características de las líneas de transmisión y redes de distribución
- 1.3 Las líneas de transmisión en Bolivia
- 1.4 El Sistema Interconectado Nacional
- 1.5 Datos estadísticos
- 1.6 Transmisión con corriente alterna
- 1.7 Transmisión con corriente continua.

Tema 2: Características de la carga

- 2.1 Características de la carga de un sistema
- 2.2 Curva de carga
- 2.3 Diagrama ordenado de cargas

2.4 Curva de pérdidas de transmisión

Tema 3: Criterios técnico y económicos de líneas de transmisión

- 3.1 Función técnico económica de líneas
- 3.2 Factores que determinan la economía de una línea
- 3.3 Sección de los conductores
- 3.4 Voltaje de una línea
- 3.5 Apoyo o soportes
- 3.6 Trazo y vano
- 3.7 Pérdidas de transmisión

Tema 4: Descripción y características de los materiales empleados en líneas de transmisión

- 4.1 Conductores
- 4.2 Tipos de conductores
- 4.3 Aisladores
- 4.4 Tipos de aisladores
- 4.5 Ferretería
- 4.6 Apoyos

Tema 5: Disposición de conductores y tipos de estructuras

- 5.1 Selección del tipo de conductor
- 5.2 Conductores simples y múltiples
- 5.3 Disposición de los conductores
- 5.4 Cadenas de aisladores
- 5.5 Clasificación de estructuras
- 5.6 Hilos de guardia
- 5.7 Distancias de seguridad

Tema 6: Parámetros eléctricos de la línea de transmisión

- 6.1 Resistencia Eléctrica en corriente alterna
- 6.2 Efecto superficial
- 6.3 Reactancia inductiva
- 6.4 Inductancia de una línea monofásica
- 6.5 Inductancia de una línea trifásica
- 6.6 Reactancia capacitiva
- 6.7 Capacitancia de un sistema monofásico
- 6.8 Capacitancia de un sistema trifásico
- 6.9 Efecto tierra sobre la capacitancia.

Tema 7: Cálculo eléctrico de las líneas de transmisión

- 7.1 Efecto corona
- 7.2 Tensión crítica disruptiva
- 7.3 Tensión crítica visual
- 7.4 Pérdidas por efecto corona
- 7.5 Circuito equivalente monofásico
- 7.6 Clasificación de las líneas de transmisión
- 7.7 Líneas de transmisión cortas

- 7.8 Líneas de transmisión medias
- 7.9 Líneas de transmisión largas
- 7.10 Caída de voltaje y regulación

Tema 8: Cálculo mecánico de las líneas de transmisión

- 8.1 Ecuación cartesiana de la catenaria
- 8.2 Fórmulas de la catenaria
- 8.3 Fórmulas para la parábola
- 8.4 Sobrecargas
- 8.5 Ecuación del cambio de condiciones
- 8.6 Hipótesis de cálculo
- 8.7 Tensión de cada día
- 8.8 Tablas y curvas de flechado
- 8.9 Vano ideal de regulación
- 8.10 Tabla de regulación del cable

Tema 9: Aspectos constructivos y de costos

- 9.1 Trazo
- 9.2 Tablas de estacado
- 9.3 Perfil longitudinal
- 9.4 Planos de estructuras
- 9.5 Procedimientos de flechado
- 9.6 Herramientas y equipos empleados durante la construcción
- 9.7 Actividades durante la construcción
- 9.8 Parámetros para la elaboración de un presupuesto
- 9.9 Costos unitarios
- 9.10 Presupuesto general
- 9.11 Aplicación de un software

Tema 10: Proyecto

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **G. Zoppetti**, Redes eléctricas.
- [2] **J. Viqueira Landa**, Redes eléctricas (T1)
- [3] **J. Viqueira Landa**, Redes eléctricas (T2).
- [4] **J.M. Checa**. Líneas de transporte de energía
- [5] **G. Enriquez Harper**, Líneas de transmisión y redes de distribución de potencia eléctrica (T1)
- [6] **G. Enriquez Harper**, Líneas de transmisión y redes de distribución de potencia eléctrica (T2)
- [7] **G.A.Nava Bustillo**, Texto de materia
- [8] Páginas de Internet

ELT 3712 - ELECTRÓNICA DE POTENCIA II

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	ELECTRÓNICA DE POTENCIA II
SIGLA:	ELT 3712
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS-SEMANALES:	Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIO:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al finalizar el curso, el alumno deberá ser capaz de analizar, diseñar sistemas electrónicos de potencia y la aplicabilidad en circuitos de alimentación, control y telecomunicaciones.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de su campo de acuerdo a los parámetros de la profesión -CGB1
- Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente para su campo profesional.CGB2
- Colabora en proyectos de investigación básica y aplicada encaminados a identificar procesos, productos o campos en los que hay la posibilidad de mejorar o innovar.-CGB5
- Aplica los métodos básicos de investigación de su profesión con habilidad-CGB6
- El ingeniero identifica, distingue y separa las partes de un dispositivo, equipo, sistema o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias.-CEB13
- El ingeniero plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales. –CEB14
- El ingeniero selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. CEB16
- El ingeniero aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con los principios físicos y matemáticos.-CEB17
- El ingeniero resuelve el problema y verifica los resultados obtenidos con un método analítico o con el apoyo de una herramienta tecnológica. –CEB18
- El ingeniero electrónico identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes –CEB20
- El ingeniero electrónico instala y pone en funcionamiento sistemas electrónicos documentándolos mediante guías para la instalación del sistema, plan de capacitación para el uso del sistema, plan de mantenimiento y/o actualización del sistema, presentados en forma estructurada, ordenada y coherente.-CEB21

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Análisis de circuitos con interruptores estáticos ideales.- Convertidores CC/CC Buck.- Convertidores CC/CC-Boost.- Convertidores a acumulación.- Convertidores CC/CC aislados.- Interruptores estáticos.- Semiconductores de potencia.- Circuitos inversores básicos.- Regulación de la tensión en los inversores.- Introducción a la regulación de velocidad de máquinas de corriente alterna y continua.- Circuitos integrados aplicados a convertidores.- Proyecto.

Contenido analítico:**Tema 1. Análisis de circuitos con interruptores estáticos ideales.**

- 1.1 Introducción
- 1.2 Circuitos de Primer Orden
- 1.3 Circuito RL con diodo de circulación
- 1.4 Circuito con diodo de circulación con recuperación
- 1.5 Carga de un capacitor a corriente constante
- 1.6 Circuitos de segundo orden

Tema 2. Convertidores CC/CC Buck.

- 2.1 Introducción
- 2.2 Conversor BUCK
- 2.3 Principio de funcionamiento
- 2.4 Conducción continua, discontinua y crítica
- 2.5 Ondulación de la corriente de carga
- 2.6 Modulación por valores extremos de corriente

Tema 3. Análisis. Convertidores CC/CC Boost,

- 3.1 Introducción
- 3.2 Estructura del Convertidor Boost
- 3.3 Ondulación de corriente
- 3.4 Ondulación relativa
- 3.5 Conducción Discontinua
- 3.6 Conducción Continua con Capacitor

Tema 4. Convertidores a acumulación.

- 4.1 Introducción
- 4.2 Conversor CC-CC a acumulación inductiva
- 4.3 Principio de funcionamiento
- 4.4 Características de carga
- 4.5 Conversor CC-CC a acumulación capacitiva
- 4.6 Características de carga.

Tema 5. Convertidores CC/CC aislados.

- 5.1 Introducción
- 5.2 Conversor flyback
- 5.3 Conversor sepic

5.4 Conversor Zeta

5.5 Aplicaciones

Tema 6. Interruptores estáticos.

6.1 Introducción

6.2 Clasificación

6.3 Interruptores CA monofásicos

6.4 Control por ciclos enteros

6.5 Interruptores con SCRs

6.6 Interruptores de CA trifásicos

Tema 7. Circuitos inversores

7.1 Introducción

7.2 Inversores Monofásicos de tensión

7.3 Inversor Push- Pull

7.4 Inversor trifásico de tensión

7.5 Inversores de corriente

Tema 8. Regulación de la tensión en los inversores.

8.1 Introducción

8.2 Control de la Tensión por Modulación o Desfase

8.2.1 Modulación por desfase

8.2.2 Modulación de un solo ancho de pulso

8.2.3 Modulación de múltiples pulsos

8.2.4 Modulación senoidal

8.2.5 Modulación senoidal modificada

8.3 Modulación PWM Bipolar

8.4 Modulación PWM Unipolar

Tema 9. Tópicos de regulación de velocidad de máquinas eléctricas.

9.1 Motores de CA

9.2 Regulación de la velocidad de motores asíncronos

9.3 Control de la tensión y la frecuencia del estator

9.4 Funcionamiento a $V/f=cte$

9.5 Cupla máxima para $V/f=cte$

9.6 Corriente de partida

9.7 Control de motores de C.C.

9.8 Topologías

Tema 10 Circuitos integrados aplicados a convertidores.

10.1 Introducción

10.2 TCA 780

10.3 UC 3524

10.4 UC 3525

10.5 IRF 2110

11.6 IRF 2111

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Rashid, Electrónica de potencia circuitos dispositivos y aplicaciones Prentice Hall, México, 2010.
- [2] J.L. Antúnez de Almeida, Electrónica de Potencia. Érica, Brasil 1990.
- [3] M. Torres Portero, Circuitos Integrados Lineales. Paraninfo, España, 1993.
- [4] Ned Moham, Power Electronics. Addison Wesley, New York, 1995.
- [5] Erikson, Fundamentals of Power Electronics, Boston, 2001.
- [6] Williams, Power Electronics, Mewews, Oxford 2003.
- [7] Dewan, Power Electronics. Wiley, New York, 2002.
- [8] S. Choquechambi, Electrónica de Potencia II. Texto Guía, 2011

ELT 3741 - ENERGÍAS ALTERNATIVAS

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	ENERGÍAS ALTERNATIVAS
SIGLA:	ELT 3741
DURACIÓN	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2012

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Con ésta asignatura, se pretende que los alumnos aprendan conocimientos teórico-prácticos sobre los conceptos, técnicas y metodologías aplicadas a las energías alternativas:

- Comprender la diferencia entre las energías alternativas y las fuentes no renovables.
- Comprender las técnicas de uso de las energías alternativas.
- Cómo se realiza el cálculo de la radiación solar.
- Cómo se realiza el cálculo de la energía eólica.
- Como se evalúa el potencial de la biomasa, biogás y del biodiesel.
- Comprender la conversión directa de energía.
- Como se evalúa la potencia de un sistema geotérmico.
- Comprender el uso de reactores nucleares.
- Comprender la energía en base al hidrógeno.

Al finalizar el curso, el alumno deberá ser capaz de analizar, diseñar los diferentes tipos de energías alternativas y aplicaciones de los mismos.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1.
- Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente para su campo profesional – CG2.
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19.
- Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CE21.
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22.
- Realiza un conjunto de acciones que permiten determinar el comportamiento de un sistema o proyecto de ingeniería para la toma de decisiones mediante juicios de valor, dimensionando las consecuencias de tipo social, ambiental y económico, y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, y coherentes – CE25.
- Realiza análisis de costos y prepara un presupuesto razonable a la solución técnica planteada – CE26.
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Energía y conversión.- Energía eólica.- Energía solar.- Módulos fotovoltaicos.- Biomasa, biogas.- Biodigestores.- Energía geotérmica.- Energía nuclear.- Energía con base en el hidrógeno.- Biodiesel.- Conversión directa de energía.

Contenido analítico:

Tema 1: Energía y conversión

- 1.1 Introducción
- 1.2 La energía
- 1.3 Tipos de energía
- 1.4 Transformación de la energía
- 1.5 Fuentes de energía

Tema 2: Generación eólica

- 2.1 Introducción
- 2.2 Origen del viento
- 2.3 Tipos de máquinas de viento
- 2.4 Gradiente vertical
- 2.5 Potencia teórica del viento
- 2.6 Potencia real del viento

- 2.7 Fuerza sobre el rotor eólico
- 2.8 Configuración de una estación eólica para generar E.E.
- 2.9 Dispositivos de almacenamiento

Tema 3: Energía solar

- 3.1 Introducción
- 3.2 Producción de energía solar
- 3.3 Física del sol
- 3.4 Ley de radiación
- 3.5 Trayectoria sol – tierra
- 3.6 Radiación solar
- 3.7 Cálculo de la radiación solar
- 3.8 Solarimetría
- 3.9 Colectores cilíndricos parabólicos
- 3.10 Plantas helioeléctricas de estanque solar
- 3.11 Plantas helioeléctricas de receptor central

Tema 4: Generadores fotovoltaicos

- 4.1 Introducción
- 4.2 Características de las células solares
- 4.3 Curvas características de una célula fotovoltaica
- 4.4 Circuito equivalente de una célula fotovoltaica
- 4.5 Ubicación y conexión de los módulos fotovoltaicos
- 4.6 Sistema fotovoltaico para generación de energía eléctrica
- 4.7 Diseño
- 4.8 Costos

Tema 5: Biomasa, biogás y biodigestores

- 5.1 Introducción
- 5.2 Fuentes de biomasa
- 5.3 Sistemas de conversión
- 5.4 Características del biogás
- 5.5 Composición del biogás
- 5.6 Combustión del biogás
- 5.7 Usos del biogás
- 5.8 Tipos de biodigestores

Tema 6: Generación geotérmica

- 6.1 Introducción
- 6.2 Característica de los campos geotérmicos
- 6.3 Elementos del campo geotérmico
- 6.4 Prospección de campos geotérmicos
- 6.5 Ciclos termodinámicos
- 6.6 Generación de energía eléctrica

Tema 7: Energía nuclear

- 7.1 Introducción
- 7.2 isótopos, isótonos e isóbaros
- 7.3 Unidad de masa atómica
- 7.4 Propiedades del núcleo
- 7.5 Transiciones radioactivas nucleares
- 7.6 Reactores nucleares

Tema 8: Energía en base al hidrógeno

- 8.1 Introducción
- 8.2 El hidrógeno
- 8.3 Celdas de combustible
- 8.4 Funcionamiento de las celdas de combustible
- 8.5 Aplicaciones

Tema 9: Biodiesel

- 9.1 Introducción
- 9.2 Orígenes del biodiesel
- 9.3 Proceso de producción del biodiesel
- 9.4 Materias primas
- 9.5 Usos del biodiesel

Tema 10: Conversión directa de energía

- 10.1 Introducción
- 10.2 Conversión directa
- 10.3 Creación de portadores de carga
- 10.4 Formación del campo eléctrico

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. Orellana, Sistemas Fotovoltaicos Para Electrificación Rural. PROPER-Bolivial, Cochabamba, 1996.
- [2] J. Gil Quiroga, Sistemas Termosolares Para Aplicaciones Rurales. Proper Bolivia, Cochabamba, 1996.
- [3] Antonio Creos Sole, Energías Renovables. Ediciones CEYSA, segunda edición, 2009.
- [4] Superintendencia de Electricidad, Marco Legal del Sector Eléctrico Boliviano. Tercera Edición Abril de 2007.
- [5] Ismael Montes de Oca, Recursos Naturales de Bolivia. Editorial Educacional. 1989.
- [6] Texto de la Materia de Energías Alternativas. Victor Hugo Flores Arancibia.

www.energiabolivia.com/index.php?option=com_content...geotermia...
<https://www.factorenergia.com/es/blog/.../energias-alternativas-biomasa-biogas/>
<https://www.lamjol.info/index.php/FAEM/article/download/2610/2360>
www.administracion.usmp.edu.pe/institutoconsumo/wp.../Biocombustibles-IICA.pdf
ecolo.org/documents/documents_in_spanish/Panora-mundial-spa-07.pdf

ELT 3751 - SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN**A. IDENTIFICACIÓN**

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN
SIGLA:	ELT 3751
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 6, Total: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL**Objetivos:**

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de describir, analizar, diseñar y determinar el presupuesto de un sistema eléctrico de distribución. Debe ser capaz de calcular las caídas de tensión, la sección de los conductores y ruteo del distribuidor y alimentador. Debe ser capaz también de hacer diseños de esquemas de protección, realizar la compensación reactiva y análisis de confiabilidad del sistema eléctrico de distribución.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Realiza análisis de costos y prepara un presupuesto razonable a la solución técnica planteada – CE26

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO**Contenido mínimo:**

Redes eléctricas.- Cálculo eléctrico de sistemas eléctricos de distribución.- Puestos de transformación.- Regulación de tensión.- Bancos de capacitores.- Protección de redes eléctricas.- Confiabilidad de los sistemas eléctricos de distribución.- Redes subterráneas.-

Planificación de sistemas de distribución.- Proyecto.- Análisis de redes por simulación.- Cálculo de precios unitarios.

Contenido analítico:

Tema 1: Redes eléctricas

- 1.1 Introducción
- 1.2 Sistema Eléctrico
 - 1.2.1 Sistema Eléctrico de Corriente Alterna
 - 1.2.2 Sistema Eléctrico de Corriente Continúa
- 1.3 Cualidades del Servicio Eléctrico
- 1.4 Índices Técnicos
- 1.5 Clasificación de los Sistemas de Distribución
- 1.6 Tipos de Redes de Distribución
- 1.7 Red Primaria de Distribución
- 1.8 Red Secundaria de Distribución
- 1.9 Puestos de Transformación
- 1.10 Carga Conectada
- 1.11 Presupuestos
 - 1.11.1 Costos Unitarios

Tema 2: Cálculo eléctrico de sistemas eléctricos de distribución

- 2.1 Introducción
- 2.2 Coeficiente Unitario de Caída de Tensión, G
- 2.3 Cálculo de un Alimentador
- 2.4 Cálculo de un Distribuidor
 - 2.4.1 Distribuidor con Ramificaciones
 - 2.4.2 Distribuidor con Cargas Uniformemente Repartidas
 - 2.4.3 Distribuidor con Carga Idealmente Uniforme
 - 2.4.4 Distribuidor con Carga Distribuida Rectangular
 - 2.4.5 Distribuidor con Carga Triangular
 - 2.4.6 Interconexión de Sistemas Radiales con Distribución de Carga Rectangular
 - 2.4.7 Interconexión de Sistemas Radiales con Distribución de Carga Triangular
 - 2.4.8 Esquemas de Alimentadores
- 2.5 Distribuidores Alimentados desde Dos Extremos
- 2.6 Tres Distribuidores Convergentes en un Nodo
- 2.7 Reducción de la Configuración de la Red
- 2.8 Flujos de Potencia
 - 2.8.1 Flujo de Carga en Líneas de Transmisión
 - 2.8.2 Métodos de Flujo de Potencia Radial
 - 2.8.3 Representación de la Carga
- 2.9 Efecto Térmico

Tema 3: Puestos de transformación

- 3.1 Introducción
- 3.2 Clasificación de los Puestos de Transformación
- 3.3 Operación del Transformador de Distribución
- 3.4 Tipos de Enfriamiento

- 3.5 Tipos de Conexión
- 3.6 Pruebas y Ensayo de un Transformador
- 3.7 Dimensionamiento y Elección de Transformadores
- 3.8 Sobrecarga de los Transformadores

Tema 4: Regulación de tensión

- 4.1 Introducción
- 4.2 Definiciones
- 4.3 Técnicas de Control de Tensión
- 4.4 Regulador de tensión

Tema 5: Bancos de capacitores

- 5.1 Introducción
- 5.2 Efectos de un Bajo Factor de Potencia
- 5.3 Corrección del Factor de Potencia
- 5.4 Compensación de Alimentadores y Distribuidores

Tema 6: Protección de redes eléctricas

- 6.1 Introducción
- 6.2 Simbología
- 6.3 Corrientes de Cortocircuito
- 6.4 Interruptor de Potencia
- 6.5 Relés
 - 6.5.1 Relés de inducción
- 6.6 Reconnectador
- 6.7 Seccionalizador
- 6.8 Fusible
- 6.9 Coordinación de la Protección de Sobrecorriente

Tema 7: Confiabilidad de sistemas eléctricos de distribución

- 7.1 Introducción
- 7.2 Conceptos Básicos
- 7.3 Concepto de Confiabilidad
- 7.4 Índices de Confiabilidad
- 7.5 Sistema Serie
- 7.6 Sistema Paralelo
- 7.7 Combinación Paralelo-Serie

Tema 8: Redes subterráneas

- 8.1 Introducción
- 8.2 Componentes de una red eléctrica subterránea
- 8.3 Cable de energía
 - 8.3.1 Capacidad de conducción de corriente (Ampacidad)
 - 8.3.2 Enterramiento de cables
 - 8.3.3 Radio mínimo de curvatura
- 8.4 Equipos montados en poste

- 8.5 Terminales de cables y puntas
- 8.6 Puesta a tierra y Protección contra sobretensiones

Tema 9: Planificación de sistemas de distribución

- 9.1 Introducción
- 9.2 Objetivos de la Planificación del Sistema de Distribución
- 9.3 Factores que Afectan la Planificación
- 9.4 Predicción de la Demanda
- 9.5 Costos

Tema 10: Proyectos de electrificación rural

- 10.1 Introducción
- 10.2 Características de la electrificación rural
- 10.3 Estructura de los proyectos
- 10.4 Especificaciones de los proyectos

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] T. Gönen, **Electric Power Distribution System Engineering**. McGraw-Hill, New York, 1986.
- [2] <http://endrino.cnice.mecd.es/~jhem0027/lineas/sistemaelectrico.htm>
- [3] Decreto Supremo 26607, **Reglamento de Calidad de Suministro de Electricidad**. Gaceta Oficial, Año XLII, No. 2396, mayo, 2002.
- [4] A. Pansini, **Electrical Distribution Engineering**. McGraw-Hill, New York, 1988.
- [5] E. Lakervi, E.J. Holmes, **Electricity Distribution Network Design**, IEE Power Engineering Series 9. Short Run Press Ltd., England, 1989.
- [6] Marcelic, **Redes Eléctricas**.
- [7] J.C. Arancibia, **Curso Sobre: Corrección del Factor de Potencia**. CEIE, FNI_UTO, Oruro.
- [8] J.A. Yebra, **Compensación de Potencia Reactiva en Sistemas Eléctricos**. McGraw-Hill, México, 1987.
- [9] J. Endrenyi, **Reliability Modeling in Electric Power Systems**. John Wiley & Sons, Chichester, 1980.
- [10] V. Sierra, A. Sansores, **Manual Técnico de Cables de Energía**. McGraw-Hill, México, 1983.
- [11] E. Harper, **Líneas de Transmisión** Vol II. Limusa, México, 1980.
- [12] J. Viqueira, **Redes Eléctricas**, Vol I. Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A., Mexico, 1973.

ELT 3752 - DISEÑO Y PROYECTOS DE CONTROL

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	DISEÑO Y PROYECTOS DE CONTROL
SIGLA:	ELT 3752
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)

HORAS SEMANALES: **Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS: **2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

El diseño de sistemas de control, traducido en la elección de la estructura del controlador, así como en la elección de los parámetros del controlador, tanto en tiempo continuo, como en tiempo discreto, para cumplir con los requerimientos de funcionamiento, es la razón de ser de la asignatura. Los requerimientos cada vez más exigentes por parte de la industria, en el control de variables físicas, deben ser satisfechos por los controladores, ahí radica la importancia de realizar un adecuado diseño de los controladores, y es la contribución en la formación íntegra de los ingenieros de control.

El estudiante debe poder realizar el diseño de controladores, ya sean de tiempo continuo o de tiempo discreto, para todos los posibles procesos industriales que el medio le plantea, aplicando las herramientas que están a su alcance, y el manejo intuitivo de los conceptos.

El estudiante debe ser capaz de elegir la estructura adecuada del controlador para cada proceso industrial en particular, así como elegir sus parámetros, de modo que se cumplan de la mejor manera posible, con los requerimientos de diseño, sean estos en el dominio del tiempo o de la frecuencia. Debe poder realizar el diseño tanto en tiempo continuo como en tiempo discreto, de una manera metodológica y aplicando las herramientas de simulación y los recursos computacionales.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma - CG1
- Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente para su campo profesional - CG2
- Utiliza tecnologías de información y comunicación genéricas y especializadas en su campo como soporte de su ejercicio profesional - CG3
- Analiza problemas, situaciones y contextos aplicando los métodos y técnicas básicas e integra soluciones y propuestas pertinentes en su campo profesional - CG4
- Colabora en proyectos de investigación básica y aplicada, aplicando métodos de investigación de su profesión con habilidad - CG5
- Aplica apropiadamente los métodos básicos de investigación de su profesión – CG6
- Posee hábitos de formación a lo largo de la vida - CG7
- Toma decisiones y emprende iniciativas - CG9
- Gestiona la información y el conocimiento de las organizaciones o grupos para su operación y desarrollo – CG10
- Comunica de manera escrita, oral y gráfica, las ideas y/o resultados de los proyectos en el ámbito de su profesión - CG11
- Documenta la información de forma estructurada, ordenada y coherente – CG12
- Comprende y produce mensajes orales y escritos en la lengua extranjera de mayor uso en su campo profesional - CG13

- Trabaja en equipos uni y/o multidisciplinarios para la resolución de problemas de forma colaborativa y propositiva en el contexto nacional e internacional - CG14
- Trabaja bajo presión y responde adecuadamente en situaciones límites - CG16
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias - CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales - CE20
- Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes - CE21
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable - CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos - CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica - CE24
- Realiza análisis de costos y prepara un presupuesto razonable a la solución técnica planteada - CE26
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes - CIB27
- Instala y pone en funcionamiento sistemas electrónicos, documentándolos mediante guías para la instalación del sistema, plan de capacitación para el uso del sistema, plan de mantenimiento y/o actualización del sistema, presentados en forma estructurada, ordenada y coherente - CIB28

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Controladores PID: en tiempo continuo y en tiempo discreto.- Sistemas con retardo y Predictor de Smith.- Aplicación del álgebra lineal a los sistemas de control continuos y discretos.- Soluciones de espacio de estado y realizaciones.- Estabilidad en el espacio de estado.- Controlabilidad y observabilidad.- Diseño de sistemas de control por realimentación de estados.- Estimadores de estado.- Diseño e implantación de un sistema de control.- Proyecto.- Laboratorio.-

Contenido analítico:

Tema 1: Diseño de controladores PID

- 1.1 Introducción
- 1.2 Clases de controladores PID
- 1.3 Acciones P, I y D
- 1.4 Reglas de Ziegler-Nichols
- 1.5 El relé de Astrom

- 1.6 Diseño mediante el lugar geométrico de la raíces
- 1.7 Discretización de controladores PID
- 1.8 Casos de estudio

Tema 2: Sistemas con retardo y Predictor de Smith

- 2.1 Introducción
- 2.2 Controladores PID para sistemas con retardo
- 2.3 Predictor de Smith
- 2.4 Compensadores de retardo en el tiempo para plantas estables e inestables
- 2.5 Compensadores de retardo en tiempo discreto
- 2.6 Técnicas avanzadas para el diseño de compensadores de retardo en el tiempo
- 2.7 Casos de estudio

Tema 3. Diseño de redes compensadoras

- 3.1 Introducción
- 3.2 Diseño con el compensador de adelanto de fase
- 3.3 Diseño con el compensador de atraso de fase
- 3.4 Diseño con el compensador de atraso-adelanto de fase
- 3.5 Diseño mediante la cancelación de polos y ceros
- 3.6 Controladores prealimentados y en la trayectoria directa
- 3.7 Control robusto
- 3.8 Casos de estudio

Tema 4. Análisis de sistemas de control en el espacio de estados (tiempo continuo y tiempo discreto)

- 4.1 Introducción
- 4.2 Repaso de los conceptos fundamentales del álgebra lineal
- 4.2 Modelos matemáticos de los sistemas en el espacio de estado
- 4.3 Transformación de modelos de sistemas
- 4.4. Solución de la ecuación de estado invariante con el tiempo
- 4.5 Controlabilidad
- 4.6 Observabilidad

Tema 5. Diseño de sistemas de control en el espacio de estados (tiempo continuo y tiempo discreto)

- 5.1 Introducción
- 5.2 Control mediante asignación de polos por realimentación de estados y de salida
- 5.3 Observadores (estimadores) de estado
- 5.4 Diseño de sistemas reguladores con observadores
- 5.5 Diseño de sistemas de control con observadores
- 5.6 Sistema regulador óptimo cuadrático
- 5.6 Sistemas de control robusto

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] K.J. Åström, T. Häggglund, **Control PID avanzado**. Pearson Educación, S.A., Madrid, 2009

- [2] V.M. Alfaro, **Sistemas de control proporcional, integral y derivativo: Algoritmos, análisis y ajuste**, e-book, edición 2019
- [3] S. Domínguez, P. Campoy; J.M. Sebastián; A. Jiménez, **Control en el espacio de estado**. Pearson Educación S.A., Madrid, 2006
- [4] C.T. Chen, **Linear system theory and design**. Tercera edición, Oxford University Press, Inc., New York, 1999.
- [5] B.C. Kuo, **Sistemas de control automático**. Séptima edición. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1996.
- [6] K. Ogata, **Ingeniería de control moderna**. Quinta edición. Pearson Educación, S.A., Madrid, 2010.
- [7] R.C. Dorf; R.H. Bishop, **Sistemas de control moderno**. Décima edición. Pearson Educación, S.A., Madrid, 2005.
- [8] N.S. Nise, **Sistemas de Control para Ingeniería**. Tercera edición. Compañía Editorial Continental, México, 2006.
- [9] S.G. Castro, D.B. Solé, J.M. Alcalá, M.R. Moreno, **Teoría de control. Diseño electrónico**. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México, 1999.
- [10] A. Barrientos, R. Sanz, F. Matía, E. Gambao, **Control de sistemas continuos. Problemas resueltos**. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A., Madrid, 1996.
- [11] J.J. Distefano, A.R. Stubberud, I.J. Williams, **Retroalimentación y sistemas de control**, Colección Schaum. Segunda edición, McGraw-Hill, Santafé de Bogotá, 1992.
- [12] K. Ogata, **Dinámica de sistemas**. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1987.
- [13] L.Ljung, T.Glad, **Modeling of dynamic systems**. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1994.
- [14] K. Ogata, **Sistemas de Control en Tiempo Discreto**. Segunda edición, Prentice Hall Hispanoamericana S.A., México, 1996.
- [15] B.C. Kuo, **Sistemas de Control Digital**. Segunda edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1997.
- [16] O. Reinoso G., J.M. Sebastián y Zuñiga, F.ernando Torres M., Rafael Aracil S., **Control de Sistemas Discretos**, Colección Schaum. McGraw-Hill, España, 2004.
- [17] R. Fernández del Busto y Ezeta, **Análisis y diseño de sistemas de control digital**. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., México, 2013.
- [18] K.J. Aström, B. Wittenmark, **Computer Controlled Systems, Theory and Design**. Third edition, Prentice Hall, U.S.A., 1997.
- [19] G.F. Franklin, J.D. Powell, M. Workman, **Digital Control of Dynamic Systems**, Third edition, Addison-Wesley, U.S.A., 1997.
- [20] C.L. Phillips, H.T. Nagle, **Digital control system analysis and design**. Fourth edition, Prentice-Hall, Inc., U.S.A., 2014.
- [21] R. Isermann, **Digital Control Systems**, volúmenes I y II, Second revised edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1989.
- [22] R.G. Jacquot, **Modern Digital Control Systems**. Second edition, Marcel Dekker, Inc., U.S.A., 1994.

ELT 3770 – ACCIONAMIENTO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA: **INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA: **ACCIONAMIENTO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS**

SIGLA:	ELT 3770
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas; Prácticas; Laboratorio; Total 0 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al finalizar el curso, el alumno deberá ser capaz de calcular y seleccionar un accionamiento eléctrico en base a sus características funcionales, comprender el funcionamiento de un accionamiento existente para poder ajustarlo o modificarlo. Del mismo modo será capaz de diseñar y calcular un sistema de tracción determinado.

Unidades de competencia:

Habilidades y destrezas

1. Diseñar un accionamiento eléctrico
2. Seleccionar el tipo adecuado de control de motores
3. Realizar el cálculo de eléctrico para la selección de un accionamiento
4. Realizar el cálculo de un sistema de tracción
5. Diseñar un sistema de tracción

Conocimientos

1. Accionamientos eléctricos.
2. Aspectos generales de la máquinas eléctricas
3. Regímenes de funcionamiento de motores eléctricos
4. Regulación de velocidad en motores de C. C.
5. Accionamiento eléctrico de motores de C. A.
6. Convertidores electrónicos
7. Sistemas de tracción eléctrica
8. Mecánica de la tracción
9. Instalaciones viales y de suministro de energía
10. Sistemas eléctricos de fuerza y control

Actitudes

1. Responsabilidad
2. Creatividad
3. Trabajo en equipo

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO.

Contenido Mínimo:

Accionamiento, mando y control.- Regímenes de Funcionamiento de Máquinas Eléctricas.- Accionamientos Eléctricos, operación en los cuatro cuadrantes, dinámica de la combinación motor-carga.- Aspectos generales de las Máquinas Rotativas.- Accionamientos Eléctricos de Motores de C. continua.- Accionamientos Eléctricos de Motores Asíncronos.- Control de frecuencia de estator.- Control de tensión del estator.- PWM diversos métodos.- Accionamientos Eléctricos de Motores Síncronos.- Sistemas de Tracción Horizontal.- Sistemas de tracción vertical - Sistemas de Tracción Especial – Laboratorio.

Contenido analítico:

Tema 1: Accionamiento, mando y control

- 1.1 Introducción
- 1.2 Definiciones
- 1.3 Tipos de accionamiento
- 1.4 Accionamientos eléctricos en CC. y CA.
- 1.5 Operación en los cuatro cuadrantes
- 1.6 Mando y control

Tema 2: Características de las máquinas eléctricas rotativas

- 2.1 Aspectos generales de las máquinas eléctricas rotativas
- 2.2 Características mecánicas
- 2.3 Características de accionamiento
- 2.4 Características par motor – velocidad de carga mecánica
- 2.5 Aplicaciones.

Tema 3: Regímenes de funcionamiento de los motores eléctricos

- 3.1 Introducción
- 3.2 Regímenes de funcionamiento de los motores eléctricos
- 3.3 Característica par, velocidad
- 3.4 Motores de corriente continua
- 3.5 Motores asíncronos, motores síncronos
- 3.6 Dinámica de la combinación motor-carga
- 3.7 Regulación de velocidad, par y potencia

Tema 4: Accionamientos eléctricos de motores de c. continua

- 4.1 Regulación de velocidad.- Generalidades
- 4.2 Control eléctrico de motores de c. continua
- 4.3 Variación de tensión, de flujo magnético, conexión de resistencias
- 4.4 Regulación por medio de rectificadores controlados
- 4.5 Regulación por medio de troceadores

Tema 5: Accionamientos eléctricos de motores asíncronos

- 5.1 Regulación de velocidad.- Generalidades
- 5.2 Regulación por variación de número de polos
- 5.3 Regulación por variación del deslizamiento
- 5.4 Regulación por variación de frecuencia
- 5.5 Control de tensión del estator
- 5.6 Modulación por ancho de impulso PWM
- 5.7 Análisis de armónicos
- 5.8 Métodos de frenado

Tema 6: Accionamientos eléctricos de motores síncronos

- 6.1 Métodos de arranque
- 6.2 Control del factor de potencia
- 6.3 Regulación por control de frecuencia
- 6.4 Regulación de velocidad por lazo abierto
- 6.5 Regulación de velocidad por lazo cerrado
- 6.6 Motor asíncrono autopilotado

Tema 7: Sistemas de traccion.

- 7.1 Generalidades
- 7.2 Desarrollo de tracción eléctrica
- 7.3 Sistemas de tracción eléctrica.- Clasificación
- 7.4 Características de las instalaciones
- 7.5 La transmisión eléctrica

Tema 8: Sistemas de tracción horizontal

- 8.1 Mecánica de tracción
- 8.2 Resistencia.- peso adherente
- 8.3 Determinación de la potencia
- 8.4 Conceptos básicos y constructivos de unidades tractivas.
- 8.5 Locomotoras Diesel-eléctricas, Eléctricas, Trolebuses
- 8.6 Automóviles eléctricos

Tema 9: Instalación vial y de suministro

- 9.1 La vía ferroviaria.- Características eléctricas
- 9.2 Sistemas de alimentación
- 9.3 Subestaciones de C. continua y de C. Alterna.
- 9.4 Líneas de contacto.- Cálculo y determinación de la sección
- 9.5 Absorción de corriente y consumo de engría.

Tema 10: Sistemas de tracción vertical y especial

- 10.1 Generalidades
- 10.2 Sistema eléctrico de fuerza
- 10.3 Sistema de control
- 10.4 Ascensores.- Monta Cargas
- 10.5 Teleférico.- Andarivel
- 10.6 Funicular.- Guinche

10.7 Motor lineal.- Trenes de Levitación Magnética

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Roldan Victoria, **Motores Eléctricos. Automatismos de control.** T. Paraninfo, 2005
- [2] S. Feito Javier, **Maquinas Eléctricas.** Pretince Hall, 2002
- [3] Castelfranchi, **Instalaciones electricas.** G. Gilli. Barcelona, 1976.
- [4] E. Nastri, **Mecánica de la Tracción.** Universidad de Buenos Aires Argentina, 1983
- [5] J.C. Arancibia, **Curso Sobre: Corrección de Factor de Potencia.** CEIE, FNI, UTO, Oruro.
- [6] V. Lladonosa Giró, **Arranque de Motores Eléctricos Mediante Contactores.** I, Marcombo, 1990

ELT 3771 – MANTENIMIENTO ELÉCTRICO, SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL**A. IDENTIFICACIÓN**

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO, SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL
SIGLA:	ELT 3771
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Practicas: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL**Objetivos:**

Al finalizar el curso, el alumno deberá ser capaz de analizar, diseñar, construir y realizar el mantenimiento de subestaciones eléctricas.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Toma decisiones y emprende iniciativas – CG9
- Trabaja bajo presión y responde adecuadamente en situaciones límites – CG16
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y

subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas – CIA27

- Desarrolla y ejecuta un plan de operación para el uso del sistema, un plan de mantenimiento metodológico – CIA29
- Utiliza las normas y reglamentos técnicos pertinentes, en el diseño, instalación, operación, y toda actividad inherente a su especialidad – CIA30

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Seguridad industrial - Riesgo eléctrico - Higiene industrial - Esquemas eléctricos - Montaje de circuitos de arranque de motores - Mantenimiento industrial - Mantenimiento de máquinas y equipos eléctricos.-Laboratorio

Contenido analítico:

Tema 1: Seguridad industrial

- 1.1 Definiciones.
- 1.2 Causas de los accidentes.
- 1.3 Reglas básicas.
- 1.4 Equipo de protección individual.
- 1.5 Señalización.
- 1.6 Frecuencia y gravedad de los accidentes.
- 1.7 Costos de los accidentes

Tema 2: Riesgos eléctricos

- 2.1 Definiciones.
- 2.2 Peligros de la electricidad.
- 2.3 La corriente eléctrica en cuerpo humano.
- 2.4 Efecto de la corriente eléctrica en el cuerpo humano.
- 2.5 Tipos de contactos eléctricos.
- 2.6 Tratamiento de urgencia en caso de accidentes eléctricos.
- 2.7 Trabajos sin tensión.
- 2.8 Trabajos en tensión

Tema 3: Higiene industrial

- 3.1 Definición.
- 3.2 Enfermedad profesional.
- 3.3 Clasificación
- 3.4 Agentes físicos
- 3.5 Agentes químicos
- 3.6 Agentes biológicos

Tema 4: Esquemas Eléctricos

- 4.1 Definición.
- 4.2 Tipos de planos.
- 4.3 Normas para la realización de esquemas.
- 4.4 Simbología

Tema 5: Montaje de circuitos de arranque de motores.-

- 5.1 Circuitos convencionales de arranque de motores.
- 5.2 Circuitos no convencionales de arranque de motores

Tema 6: Mantenimiento industrial

- 6.1 Definición.
- 6.2 Objetivos.
- 6.3 Evolución del mantenimiento.
- 6.4 Tipos de mantenimiento.
- 6.5 Nuevas Tendencias en el Mantenimiento.
- 6.6 Planificación del mantenimiento.
- 6.7 Gestión de mantenimiento

Tema 7: Mantenimiento de máquinas y equipos eléctricos

- 7.1 Periodos en la vida de un equipo.
- 7.2 Tipos de falla.
- 7.3 Mantenimiento de motores.
- 7.4 Mantenimiento de transformadores.
- 7.5 Mantenimiento de equipos de maniobra

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Theodor Schmelcher, Manual de baja tensión.
- [2] Francisco Rey Sacristán, Manual de mantenimiento de máquinas y equipos eléctricos.
- [3] Alejandro Porras, Riesgo eléctrico.

ELT 3831 – PROTECCIONES DE SISTEMAS DE POTENCIA

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	PROTECCIONES DE SISTEMAS DE POTENCIA
SIGLA:	ELT 3831
DURACIÓN	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 6, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de explicar las perturbaciones que se presentan en un sistema eléctrico, analizar, diseñar el esquema de protección de cada uno de los elementos del sistema eléctrico de potencia. Debe ser capaz de describir el funcionamiento de los dispositivos de maniobra y relés de protección empleados en los esquemas de protección. Debe ser capaz también de hacer diseños que permitan la actuación coordinada de los esquemas de protección

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente para su campo profesional – CG2
- Utiliza tecnologías de información y comunicación genéricas y especializadas en su campo como soporte de su ejercicio profesional – CG3
- Analiza problemas, situaciones y contextos aplicando los métodos y técnicas básicas e integra soluciones y propuestas pertinentes en su campo profesional – CG4
- Colabora en proyectos de investigación básica y aplicada, aplicando métodos de investigación de su profesión con habilidad – CG5
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas – CIA27
- Dirige, supervisa y realiza la instalación y la puesta en funcionamiento de sistemas eléctricos interpretando la documentación pertinente para la instalación de los mismos – CIA28
- Utiliza las normas y reglamentos técnicos pertinentes, en el diseño, instalación, operación, y toda actividad inherente a su especialidad – CIA30

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Filosofía de las protecciones.- Dispositivos de protección y de maniobra.- Relés de protección: Protección de generadores.- Protección de transformadores.- Protección de

barras, redes y líneas de transmisión.- Protección de motores.- Coordinación de protecciones.- Puesta a tierra de equipos y máquinas.- Teleprotección.- Simulación.- Proyecto.

Contenido analítico:

Tema 1: Filosofía de las protecciones

- 1.1 Introducción
- 1.2 Elementos de un sistema eléctrico de potencia
- 1.3 Perturbaciones
 - 1.3.1 Índice de fallas
 - 1.3.2 La frecuencia de ocurrencia de una falla
 - 1.3.3 Frecuencia con que se presentan distintos tipos de fallas en las líneas de transmisión
 - 1.3.4 Localización de averías
- 1.4 Filosofía de los sistemas de protección
- 1.5 Cualidades de un Sistema de Protección
- 1.6 Zonas de Protección
- 1.7 Protección Primaria y de Respaldo

Tema 2: Dispositivos de protección y de maniobra

- 2.1 Introducción
- 2.2 Proceso de interrupción y desionización
- 2.3 Dispositivos de maniobra
- 2.4 Disyuntor
- 2.5 Interruptores
- 2.6 Reconectador
- 2.7 Seccionador
- 2.8 Fusible
- 2.9 Seccionador Fusible
- 2.10 Descargador

Tema 3: Relés de protección

- 3.1 Introducción al modelado de sistemas físicos
- 3.2 Esquema general de un relé de protección
- 3.3 Clasificación según la magnitud que controlan
- 3.4 Tipos de relés
 - 3.4.1 Relé de sobrecorriente
 - 3.4.2 Relé direccional
 - 3.4.3 Relé diferencial
 - 3.4.4 Relé de distancia
 - 3.4.5 Relé de frecuencia
- 3.5 Relé Digitales
 - 3.5.1 Muestreo de señal

Tema 4: Protección de generadores

- 4.1 Introducción

- 4.2 Esquema de protección de generadores
- 4.3 Protección diferencial del estator contra cortocircuito
- 4.4 Protección diferencial del estator contra cortocircuito
- 4.5 Protección diferencial del estator contra falla a tierra
- 4.6 Protección contra sobrecalentamiento del estator
- 4.7 Protección contra la elevación de tensión
- 4.8 Protección del rotor contra cortocircuitos en el campo
- 4.9 Protección contra calentamiento del rotor debido a la sobreexcitación
- 4.10 Protección contra retorno de potencia

Tema 5: Protección de transformadores

- 5.1 Introducción
- 5.2 Protección diferencial porcentual
- 5.3 Protección de sobrecorriente
- 5.4 Protección por medio de relé de presión y/o de gas
- 5.5 Protección contra sobrecarga
- 5.6 Protección contra falla a masa

Tema 6: Protección de barras, redes y líneas de transmisión

- 6.1 Introducción
- 6.2 Protección diferencial de barras
 - 6.2.1 Empleo de acopladores lineales
 - 6.2.2 Protección Diferencial Combinada
- 6.3 Protección de sobrecorriente
 - 6.3.1 Protección de sobrecorriente direccional
- 6.4 Protección de distancia

Tema 7: Protección de motores

- 7.1 Introducción
- 7.2 Protección contra cortocircuitos en el arrollamiento del estator
- 7.3 Protección contra sobrecalentamiento del estator
- 7.4 Protección contra sobrecalentamiento del rotor

Tema 8: Coordinación de protecciones

- 8.1 Introducción
- 8.2 Criterios de coordinación
 - 8.2.1 Coordinación Fusible – Fusible
 - 8.2.2 Coordinación Fusible – Reconnectador
 - 8.2.3 Coordinación Reconnectador – Fusible
 - 8.2.4 Coordinación Interruptor termomagnético – Fusible
 - 8.2.5 Coordinación Fusible - Interruptor termomagnético
 - 8.2.6 Coordinación Interruptor - Interruptor termomagnético
- 8.3 Coordinación de la protección en redes de distribución

Tema 9: Teleprotección

- 9.1 Introducción

- 9.2 Soportes de transmisión de señales
 - 9.2.1 Hilos piloto
 - 9.2.2 Onda portadora – Carrier
 - 9.2.3 Micro-ondas
 - 9.2.4 Fibra óptica
- 9.3 Esquemas de teleprotecciones
 - 9.3.1 Esquemas básicos
 - 9.3.2 Esquemas de distancia con comunicación de órdenes

Tema 10: Puesta a tierra de equipos y máquinas

- 10.1 Introducción
- 10.2 Propiedades básicas del lugar geométrico de las raíces

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Colección CEAC, Estaciones de Transformación y Distribución.
- [2] Van C. Warrington, Protective Relays. Chapman Hall, 1969.
- [3] Westinghouse, Applied Protective Relaying.
- [4] Caminha Amadeu, Introdução dos Sistemas Eléctricos. Litec, 1977.
- [5] Gilberto Enríquez, Fundamentos de Protección de Sistemas Eléctricos por Relevadores, Limusa, 1987.
- [6] Ravindranath, Protección de Sistemas de Potencia e Disyuntores, Limusa, 1980.
- [7] Paulino Montané, Protecciones en las Instalaciones Eléctricas, Marcombo, 1988.
- [8] Colombo Roberto, Disyuntores de Alta Tensaô, Nobel, 1986.
- [9] Oscar Moya, 'Tendencias en la Protección Integrada de Sistemas Eléctricos'. Curso tutorial, UCV, Chile, 1991.

ELT 3841 - SISTEMAS DE POTENCIA II

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	SISTEMAS DE POTENCIA II
SIGLA:	ELT 3841
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante conoce que en el estudio de la estabilidad de los sistemas eléctricos de potencia el generador sincrónico debe estar modelado en el sistema d-q, del mismo modo, en caso de cargas dinámicas, como es el caso del motor de inducción. Comprende los tipos de perturbaciones que afectan los sistemas de potencia, las formas de estudio siguiendo el modelo clásico y es capaz de estudiar las

oscilación de los generadores en un sistema multimáquina en estado transitorio. También relaciona la estabilidad de los sistemas eléctricos con la estabilidad del voltaje.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma. CG1
- Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida. CE16
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. CE17
- Realiza un conjunto de acciones que permiten determinar el comportamiento de un sistema o proyecto de ingeniería para la toma de decisiones, considerando las consecuencias de tipo social, ambiental y económico. CEA19
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. CE22
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica. CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas. CI22

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Modelo de dos ejes de la máquina sincrónica.- Análisis transitorio de la máquina sincrónica.-

Modelo de dos ejes de la máquina de inducción.- Transformaciones de Park.- Sistemas de excitación.- Control de potencia activa y reactiva.- Estimación de estado de un sistema de potencia.- El modelo clásico de estabilidad de los sistemas eléctricos: pequeña y gran perturbación.- Estabilidad transitoria de un sistema multimáquina.- Estabilidad de voltaje.

Contenido analítico:

Tema 1: La máquina sincrónica

- 1.1 Introducción
- 1.2 Descripción de la máquina sincrónica
- 1.3 Generación trifásica
- 1.4 Reactancia sincrónica y circuitos equivalentes

Tema 2: El modelo de dos ejes de la máquina sincrónica

- 2.1 Introducción
- 2.1 Ecuaciones de encadenamiento de flujo de máquina de polos salientes
- 2.3 Ecuaciones de voltaje de la máquina de polos salientes

Tema 3: Análisis transitorio de la máquina sincrónica

- 3.1 Introducción
- 3.2 Fenómeno transitorio
- 3.3 Efectos subtransitorios y transitorios
- 3.4 Corriente de cortocircuito

Tema 4: Modelado del motor de inducción

- 4.1 Introducción
- 4.2 Ecuaciones de la máquina de inducción
 - 4.2.1 Ecuaciones básicas de la máquina de inducción
 - 4.2.2 La transformación d-q
 - 4.2.3 Ecuaciones básicas en el sistema de referencia d-q
- 4.3 Diferencias en la transformación de Park
- 4.4 Potencia eléctrica y par
- 4.5 Características de estado estable
 - 4.5.1 Circuito equivalente
 - 4.5.2 Características de par-deslizamiento
- 4.6 Representación en estudios de estabilidad

Tema 5: Sistemas de excitación

- 5.1 Introducción
- 5.2 Consideraciones del sistema de potencia
- 5.3 Elementos de un sistema de excitación
- 5.4 Tipos de sistemas de excitación
 - 5.4.1 Sistemas de excitación de corriente continua
 - 5.4.2 Sistemas de excitación de corriente alterna
 - 5.4.2.1 Sistemas de excitación estacionarios
 - 5.4.2.2 Sistemas de excitación rotacional
 - 5.4.3 Sistemas de excitación estáticos
 - 5.4.3.1 Sistemas de rectificador controlado con fuente de potencial
 - 5.4.3.2 Sistemas con rectificador de fuente compuesta
 - 5.4.3.3 Sistema de excitación con rectificador controlado de fuente compuesta
- 5.5 Sistema de excitación completo

Tema 6: Control de potencias activa y reactiva

- 6.1 Introducción
- 6.2 Lugares geométricos
- 6.3 Diagrama de capacidad de carga

Tema 7: Estimación de estado de un sistema de potencia

- 7.1 Introducción
- 7.2 El método de los mínimos cuadrados
- 7.3 Estadísticas, errores y estimaciones
- 7.4 Prueba de datos erróneos
- 7.5 Estimación de estado de un sistema de potencia
- 7.6 Estructura y formación del Jacobiano

Tema 8: El modelo clásico de estabilidad de los sistemas eléctricos de potencia

- 8.1 Introducción
- 8.2 Definiciones
- 8.3 Dinámica del rotor y la ecuación de oscilación
- 8.4 Consideraciones adicionales de la ecuación de oscilación
- 8.5 Ecuación de oscilación equivalente
- 8.6 La ecuación potencia-ángulo
- 8.7 Estabilidad de pequeñas señales
- 8.8 Interpretación física de la potencia sincronizante
- 8.9 Estabilidad transitoria
 - 8.9.1 Criterio de áreas iguales
 - 8.9.2 Cálculo de ángulo crítico y el tiempo crítico de apertura

Tema 9: Estabilidad transitoria de un sistema multimáquina

- 9.1 Hipótesis
- 9.2 Representación de las cargas
- 9.3 Cálculo de las tensiones internas de las máquinas
- 9.4 Reducción del modelo del sistema
- 9.5 Ecuaciones de movimiento del sistema multimáquina
- 9.6 solución por partes de la curva de oscilación

Tema 10: Estabilidad de voltaje

- 10.1 Introducción
- 10.2 Análisis de estado estable del problema potencia reactiva-voltaje
 - 10.2.1 Sistema de dos voltajes
 - 10.2.2 Relación entre el flujo de potencia y la caída de voltaje
 - 10.2.3 Relaciones aproximadas
 - 10.2.4 Límite de potencia sin compensación de voltaje en la recepción
- 10.3 Efecto de las características de la carga
 - 10.3.1 Carga de corriente constante
 - 10.3.2 Carga de impedancia constante
 - 10.3.3 Efecto de capacitores shunt en la recepción

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J.J: Grangier, W.D, Stevenson Jr., Power System Analysis. First edition, Singapore, Mc Gaw-Hill Ins.,1994.
- [2] P. Kundur, Power System stability and Control. Primera edición, California, Mc Gaw-Hill-Ins.,1994.
- [3] P.M. Anderson, A. A. Fouad, Power System and Stability. Second edition, EUA, John Wiley and Sons Inc., 2003.

ELT 3851 – TÉCNICAS DE ALTA TENSIÓN**A. IDENTIFICACIÓN**

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	TÉCNICAS DE ALTA TENSIÓN
SIGLA:	ELT 3851
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Practicas: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al finalizar el curso, el alumno deberá ser capaz de analizar, diseñar, construir y realizar el mantenimiento de subestaciones eléctricas.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas – CIA27
- Utiliza las normas y reglamentos técnicos pertinentes, en el diseño, instalación, operación, y toda actividad inherente a su especialidad – CIA30

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Comportamiento de los dieléctricos.- Ondas viajeras en líneas de transmisión.- Sobretensiones en los sistemas eléctricos.- Coordinación del aislamiento de líneas de transmisión.- Protección contra sobretensiones.- Generador de impulsos.- Transmisión en corriente continua.- Proyecto- Simulación.

Contenido analítico:

Tema 1: Comportamiento de los dieléctricos

1.1 Introducción.

- 1.2 Modelo de un dieléctrico.
- 1.3 Características eléctricas.
- 1.4 Clasificación.
- 1.5 Aislantes gaseosos.
- 1.6 Aislantes líquidos.
- 1.7 Aislantes sólidos

Tema 2: Ondas viajeras en líneas de transmisión

- 2.1 Introducción.
- 2.2 Ecuación de líneas de transmisión.
- 2.3 Línea semi-infinita.
- 2.4 Línea de longitud finita sin pérdidas.
- 2.5 Reflexiones sucesivas.
- 2.6 Línea terminada en bifurcación

Tema 3: Sobretensiones en los sistemas eléctricos

- 3.1 Definiciones.
- 3.2 Clasificación.
- 3.3 Descargas atmosféricas.
- 3.4 Sobretensiones temporales.
- 3.5 Sobretensiones por maniobra

Tema 4: Coordinación del Aislamiento

- 4.1 Definiciones.
- 4.2 Métodos de coordinación de aislamiento.
- 4.3 Distancias dieléctricas mínimas.
- 4.4 Efecto del medio ambiente.
- 4.5 Cadena de aisladores

Tema 5: Protección contra sobretensiones

- 5.1 Introducción.
- 5.2 Protección contra sobretensiones internas.
- 5.3 Protección contra descargas directas

Tema 6: Generador de Impulsos

- 6.1 Introducción.
- 6.2 Ondas de impulso de tensión para simular rayos.
- 6.3 Generadores de ondas de tensión de impulso de una etapa.
- 6.4 Generadores de ondas de tensión de impulso de etapas múltiples

Tema 7: Transmisión en corriente continua

- 7.1 Introducción.
- 7.2 Corriente continua vs. Corriente alterna.
- 7.3 Esquemas de transmisión.
- 7.4 Componentes de un sistema HVDC

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Harper, Técnica de las Altas Tensiones. Vol. I.
 [2] Harper, Técnica de las Altas Tensiones. Vol. II.
 [3] L. Siegert, Alta Tensión y Líneas de Transmisión
 www.cndc.bo/

**ELT 3861 - OPERACIÓN ECONÓMICA Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS
ELÉCTRICOS DE POTENCIA**

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	OPERACIÓN ECONÓMICA Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA
SIGLA:	ELT 3861
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 6, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL**Objetivos:**

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz plantear, resolver y aplicar un modelo de optimización. Debe ser capaz de resolver el problema del despacho económico y predespacho de carga y coordinación hidrotérmica. Debe ser capaz también diseñar la expansión del sistema eléctrico de potencia.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de

manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas – CIA27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Optimización.- Estructura del mercado de la energía eléctrica.- Modelación de centrales eléctricas.- Despacho económico de sistemas térmicos.- Predespacho de carga.- Coordinación hidrotérmica.- Flujo óptimo de potencia.- Planificación y expansión de sistemas eléctricos de potencia.- Valoración de los servicios auxiliares.- Simulación.

Contenido analítico:

Tema 1: Modelo de optimización

- 1.1 Introducción
- 1.2 Fases de la optimización
- 1.3 Programación lineal
- 1.4 Programación no lineal
- 1.5 Programación dinámica
- 1.6 Técnicas heurísticas

Tema 2: Desregulación del sector de la energía eléctrica

- 2.1 Introducción
- 2.2 Microeconomía
- 2.3 Desregulación del sector eléctrico
- 2.4 Ley de electricidad
- 2.5 Comité nacional de despacho de carga, CNDC

Tema 3: Modelación de centrales eléctricas

- 3.1 Introducción
- 3.2 Operación de sistemas eléctricos de potencia
- 3.3 Características de centrales térmicas
 - 3.3.1 Características de entrada – salida de plantas térmicas
 - 3.3.1.1 Costo incremental
 - 3.3.1.2 Costo marginal
- 3.4 Características de las centrales hidráulicas
 - 3.4.1 Gasto marginal de agua

Tema 4: Despacho económico de sistemas térmicos

- 4.1 Introducción
- 4.2 Costos de generación
- 4.3 Modelación del sistema
- 4.4 Despacho económico sin considerar pérdidas de transmisión
- 4.5 Despacho económico considerando las pérdidas de transmisión
- 4.6 Métodos de solución
 - 4.6.1 Método Iterativo Lambda

- 4.6.2 Método del gradiente de 1er Orden
- 4.6.3 Método del gradiente de 2o orden
- 4.6.4 Factores de participación
- 4.7 Pérdidas de transmisión
- 4.7.1 Matriz B de la fórmula de pérdidas
- 4.7.2 Factores de penalización
- 4.8 Despacho económico de sistemas térmicos empleando programación dinámica

Tema 5: Predespacho de carga

- 5.1 Introducción
- 5.2 Restricciones de operación en el predespacho
 - 5.2.1 Reserva en giro
 - 5.2.2 Restricciones de las unidades térmicas
 - 5.2.3 Restricciones hidráulicas
 - 5.2.4 Potencia reactiva
 - 5.2.5 Restricción de combustible
 - 5.2.6 Flujo de potencia activa
- 5.3 Restricciones de red
- 5.4 Métodos de solución del problema del predespacho
 - 5.4.1 Método de las combinaciones secuenciales
 - 5.4.2 Método de la lista de prioridad
 - 5.4.3 Programación dinámica
- 5.5 Formulación alternativa del predespacho

Tema 6: Coordinación hidrotérmica

- 6.1 Introducción
- 6.2 Despacho de energía con límites
- 6.3 Coordinación hidrotérmica a corto plazo
 - 6.3.1 Plantas acopladas hidráulicamente (plantas en serie)
- 6.4 Coordinación hidrotérmica multimáquinas
- 6.5 Coordinación hidrotérmica a largo plazo
 - 6.5.1 Modelo de optimización

Tema 7: Flujo óptimo de potencia

- 7.1 Introducción
- 7.2 Flujo de potencia en variables de estado
 - 7.2.1 Algoritmo de Newton-Raphson
- 7.3 Formulación conceptual del flujo óptimo de potencia
 - 7.3.1 Flujo óptimo de potencia activa
 - 7.3.2 Flujo óptimo de potencia reactiva
- 7.4 Formulación matemática

Tema 8: Planificación y expansión de sistemas eléctricos de potencia

- 8.1 Introducción
- 8.2 Componentes de un sistema de potencia
- 8.3 Criterios de planificación y restricciones
 - 8.3.1 Criterios de confiabilidad
 - 8.3.2 Criterios económicos

- 8.3.3 Restricciones ambientales
- 8.3.4 Impactos sociales
- 8.4 Planteamiento del problema de la planificación de la expansión de SEP
 - 8.4.1 Planificación de la expansión de la red de transporte
 - 8.4.1.1 Función objetivo
 - 8.4.1.2 Restricciones
 - 8.4.1.3 Proceso clásico de planificación
- 8.5 Expansión del sistema de transporte: modelo de transbordo
 - 8.5.1 Planificación de la expansión del sistema de transmisión: modelo de flujo DC
 - 8.5.2 Planificación de la expansión de la generación

Tema 9: Valoración de los servicios auxiliares

- 9.1 Introducción
- 9.2 Propiedades de los servicios complementarios
- 9.3 Algunos servicios complementarios
- 9.4 Algunos mercados que utilizan servicios auxiliares
- 9.5 Regulación de frecuencia
- 9.6 Reserva en giro

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [13] A. Blanco, **Control de Emergencias y Desprendimiento Óptimo de Carga**. Tesis de Magíster, PUCCh, Santiago de Chile, 1992.
- [14] A. J. Wood, B.F. Wollenberg, **Power Generation Operation & Control**. John Wiley & Sons, New York, 1983.
- [15] Ch. A. Gross, **Power System Analysis**. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1986.
- [16] A. H. Noyola, et al., 'An Optimized Procedure for Determining Incremental Heat Rate Characteristics'. **IEEE Trans. PS**, Vol. 5, No. 2, May 1990, pp. 376 – 383.
- [17] R. Aduviri, **Operación Económica de Sistemas Eléctricos de Potencia**. Proyecto de Grado, UTO, Oruro, 1988.
- [18] H. Rudnick, **Aspectos Técnico Económicos de la Desregulación del Sector Eléctrico**. La Paz, Febrero, 1995.
- [19] J. I. Pérez, **Valoración Económica en Sistemas de Energía Eléctrica: Servicios de Red y Tránsitos de Potencias**. PUCCh, Santiago de Chile, 1990.
- [20] P. S. R. Murty, **Power System Operation and Control**. Mc Graw-Hill, New Delhi, 1984.
- [21] H. Rudnick, 'Operación Económica de Sistemas Eléctricos'. **Apuntes de Curso**, PUCCh, Santiago de Chile, 1990.
- [22] J. Valenzuela, A. E. Smith, 'A Seeded Memetic Algorithm for Large Unit Commitment Problems'. **Journal of Heuristics**, 1999.
- [23] P. Almendras, **Modelo de Coordinación Hidrotérmica en Sistemas Eléctricos de Potencia**. Proyecto de Grado, UTO, Oruro, 1996.
- [24] A. Halim, et al., 'An Efficient Method for Optimal Scheduling of Fixed Head Hydro and Thermal Plants'. **IEEE Trans. PS**, Vol. 6, No. 2, May 1991, pp. 632-636.
- [25] D. Camac, **Programación Dinámica Dual Determinística en el Despacho Hidrotérmico**. Tesis de Magíster, PUCCh, Santiago de Chile, 1994.
- [26] S. Tupa, **Flujo Óptimo de Potencia**. Proyecto de Grado, UTO, Oruro, 1995.
- [27] H. Congreso Nacional, **Ley de Electricidad**. Ley N° 1604 de 21 de diciembre de 1994, Gaceta Oficial de Bolivia.
- [28] L. A. Machado, et al., **Introdução ao Planejamento da Expansão e Operação de**

- Sistemas de Produção de Energia Eléctrica.** Eletrobras, EDUFF, Editora Universitária, 1990.
- [29] A. Blanco, **Aplicación de Técnicas de Optimización en Sistemas Eléctricos.** Curso de Actualización, FNI, noviembre 1997.
- [30] J. Contreras, **A Cooperative Game Theory Approach to Transmission Planning in Power Systems.** Thesis Ph. D. University of California, Berkeley, 1997.
- [31] Eloisa Teixeira, et al., 'Generation Expansion Planning: An Iterative Genetic Algorithm Approach'. **IEEE Trans. PS**, Vol. 17, No.3, august 2002, pp. 901-906.
- [32] F.S. Hillier, G. J. Lieberman, **Una Introducción a la Investigación de Operaciones.** Mc Graw-Hill, 3ª Edición, México, 1991.
- [33] H. A. Taha, **Investigación de Operaciones, Una Introducción.** Alfaomega S.A. de C.V., 2da edición, México, 1991.
- [34] I. Castillo, **Un Criterio Óptimo Para Coordinar Estabilizadores en Sistemas Eléctricos de Potencia.** Tesis de Doctorado, IPN, Guadalajara, 2002.
- [35] A. Blanco, 'Optimización Vía Algoritmos Genéticos'. **Jornadas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica**, UTO, diciembre, 2002.

ELT 3880 – INSTRUMENTACIÓN

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	INSTRUMENTACIÓN
SIGLA:	ELT 3880
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al concluir ésta asignatura, los estudiantes adquieren conocimientos y competencias teórico-prácticos sobre los conceptos, técnicas y metodologías aplicadas a los sistemas de instrumentación industrial que se enuncian a continuación:

1. Comprender la clasificación, el montaje y la identificación funcional de los diferentes tipos de instrumentos presentes en un diagrama P&ID e instalados en un proceso industrial.
2. Comprender las normas ISA para realizar diagramas P&ID y las señales estándar que se utilizan en los sistemas de instrumentación industrial.
3. Elaborar planos y diagramas de instrumentación industriales P&ID de diferentes procesos.
4. Estudiar el principio de funcionamiento de los diferentes tipos de sensores de temperatura, presión, nivel y caudal en el laboratorio.
5. Comprender el funcionamiento y la selección de los diferentes sensores y transmisores de temperatura, presión, nivel, caudal y otros.

6. Comprender el funcionamiento y la selección de los diferentes actuadores eléctricos, electrónicos, neumáticos y electroneumáticos que se aplican en los procesos industriales.
7. Realizar un proyecto de instrumentación en el que se contempla la automatización, la aplicación de los instrumentos sensores, transmisores, controladores y actuadores.
8. Programar diferentes tipos de controladores digitales universales.
9. Comprobar el funcionamiento real de los sensores de temperatura, presión, nivel y caudal en el laboratorio.
10. Comprobar el funcionamiento de los actuadores en los sistemas de control y automatización en el laboratorio.
11. Comprender el funcionamiento de los diferentes equipos e instrumentos neumáticos.
12. Realizar instrumentación virtual.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Introducción a la instrumentación y P&ID.- Medición de temperatura.- Medición de presión.- Medición de nivel.- Medición de caudal.- Instrumentación virtual.- Actuadores eléctricos y electrónicos.- Actuadores electroneumáticos.- Proyecto.

Contenido analítico:

Tema 1: Introducción a la Instrumentación y P&ID

- 1.1 Introducción.
- 1.2 Clases de instrumentos

- 1.2.1 En función del instrumento
- 1.2.2 En función de la variable de proceso
- 1.3 Montaje de los instrumentos
- 1.4 Normas de diagramas P&ID
- 1.5 Letras de identificación
- 1.6 Símbolos de los instrumentos
- 1.7 Instrumentación en sistemas de control
- 1.8 Analogía con el cuerpo humano
- 1.9 Señales discretas y analógicas
- 1.10 Instrumentos discretos
 - 1.10.1 Sensores discretos
 - 1.10.2 Actuadores discretos
- 1.11 Instrumentos analógicos
 - 1.11.1 Sensores y actuadores analógicos

Tema 2: Medición de temperatura

- 2.1 Introducción.
- 2.2 Termómetros de resistencia (RTD)
 - 2.2.1 Transductores de temperatura en base a Pt 100
 - 2.2.2 Configuraciones de medición
- 2.3 Termistores
- 2.4 Termopares
 - 2.4.1 Tipos de termocuplas
- 2.5 Pirómetros de radiación
 - 2.5.1 Pirómetros ópticos de radiación parcial
 - 2.5.2 Pirómetros de radiación total
- 2.6 Termómetros de vidrio
- 2.7 Termómetro bimetalico
- 2.8 Termómetros de bulbo y capilar
- 2.9 Termostatos
- 2.10 Transmisores de temperatura

Tema 3: Medición de presión

- 3.1 Introducción
- 3.2 Instrumentos de presión mecánicos
 - 3.2.1 Tubo Bourdon
 - 3.2.2 Elemento en espiral y helicoidal
 - 3.2.3 Diafragman
 - 3.2.4 Fuelle
 - 3.2.5 Medidores de presión absoluta
 - 3.2.6 Cápsula
- 3.3 Medición de presión con elementos electromecánicos
 - 3.3.1 Transmisores electrónicos de equilibrio de fuerzas
 - 3.3.2 Transductores resistivos
 - 3.3.3 Transductores magnéticos
 - 3.3.4 Transductores capacitivos
 - 3.3.5 Galgas estensiométricas
- 3.4 Transductores piezoeléctricos
- 3.5 Elementos electrónicos de vacío

- 3.6 Conversores de medida
- 3.7 Configuraciones del cableado
- 3.8 Presostátos
- 3.9 Transmisores de presión

Tema 4: Medición de nivel

- 4.1 Introducción
- 4.2 Medidores de nivel de líquidos
- 4.3 Instrumentos de medición directa de nivel
- 4.4 Instrumentos basados en la presión hidrostática
- 4.5 Instrumentos basados en características eléctricas del líquido
- 4.6 Medidores de nivel de sólidos
- 4.7 Medidores de nivel de punto fijo
- 4.8 Medidores de nivel de sólidos del tipo continuo
- 4.9 Configuraciones de medición

Tema 5: Medición de caudal

- 5.1 Introducción.
- 5.2 Medidores volumétricos
- 5.3 Instrumentos de presión diferencial
 - 5.3.1 La placa orificio o diafragma
 - 5.3.2 La tobera
 - 5.3.3 El tubo Venturi
 - 5.3.4 El tubo Pitot
 - 5.3.5 El tubo amnubar
- 5.4 Conversores de medida eléctricos para presión diferencial y caudal
- 5.5 Rotámetros
- 5.6 Flujómetros ultrasónicos
- 5.7 Medición de otras variables.

Tema 6: Instrumentación virtual

- 6.1 Introducción.
- 6.2 Instrumentación tradicional Vs. Instrumentación virtual
- 6.3 Componentes de un sistema basado en instrumentación virtual
 - 6.3.1 Transductores
 - 6.3.2 Bloques terminales
 - 6.3.3 Hardware de Acondicionamiento de señal.
 - 6.3.4 Hardware de Adquisición de datos.
 - 6.3.5 Cables de conexión.
 - 6.3.6 Computador
 - 6.3.7 Software.
- 6.4 LabView.
 - 6.4.1 Creación de VI
 - 6.4.2 Librerías de Lab View.
 - 6.4.3 Pasos de programación

Tema 7: Actuadores eléctricos y electrónicos

- 7.1 Introducción.
- 7.2 Válvulas de control
- 7.3 Tipos de válvulas
- 7.4 Válvulas solenoide
- 7.5 Tipos de Válvulas solenoide
- 7.6 Servomotores
- 7.7 Servomotores eléctricos de corriente alterna
- 7.8 Motores paso a paso
- 7.9 Servomotores neumáticos

Tema 8: Actuadores electroneumáticos

- 8.1 Introducción.
- 8.2 Normas de sistemas neumáticos.
- 8.3 Electroválvulas de varias vías.
- 8.4 Cilindros neumáticos.
- 8.5 Temporizadores neumáticos.
- 8.6 Reguladores neumáticos.
- 8.7 Dispositivos neumáticos.
- 8.8 Sistemas neumáticos.

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Antonio Creus INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL, séptima edición, Marcombo Alfaomega 2005
- [2] Xelier Tapia TEXTO ELT 3880 INSTRUMENTACION, 2011, editorial particular.
- [3] THE TEMPERATURE HANDBOOK, Colección 28, Omega, 2003
- [4] User's Manual PC – LABCARD PCL – 812 PG Enhanced Multi – Lab Card. Advantech. 1998
- [5] UDC2000 Mini-Pro UNIVERSAL DIGITAL CONTROLLER Product Manual 51-52-25-14^a
- [6] HONEYWELL
- [7] CONTROLADOR DE TEMPERATURA, E5CK, MANUAL DE OPERACIÓN, OMRON
- [8] THE PRESSURE HANDBOOK, Colección 28, Omega, 2003
- [9] www.smc.com
- [10] www.arian.com
- [11] www.coel.com.br
- [12] www.ni.com

ELT 3890 – AUTOMÁTICA I

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	AUTOMÁTICA I
SIGLA:	ELT 3890
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Los sistemas de producción actuales deben ser competitivos y flexibles por lo que es necesaria su automatización. Para realizar la automatización se debe conocer las metodologías que permiten hacer esto. Esa es la razón por la que reviste importancia el saber realizar la automatización de cualquier sistema productivo. El profesional ingeniero debe saber planificar, diseñar e implementar los sistemas automatizados en las industrias de procesos o manufactura.

Lograr que los estudiantes sepan aplicar las metodologías de automatización que se enseñan, en sistemas de producción que así lo requieran, es el objetivo de la signatura. Lograr la implementación de un sistema automatizado y su monitoreo mediante un interface hombre máquina, en un proceso lo más cercano a la realidad, es la forma en que se logra este objetivo.

El estudiante debe ser capaz de planificar, diseñar e implementar un sistema automatizado, comenzando desde las simples especificaciones funcionales del proceso productivo. Debe ser capaz de realizar proyectos factibles y de acuerdo con la realidad de la región y el país.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente para su campo profesional – CG2
- Utiliza tecnologías de información y comunicación genéricas y especializadas en su campo como soporte de su ejercicio profesional – CG3
- Analiza problemas, situaciones y contextos aplicando los métodos y técnicas básicas e integra soluciones y propuestas pertinentes en su campo profesional – CG4
- Posee hábitos de formación a lo largo de la vida – CG7
- Dirige y organiza equipos de trabajo con calidad, competitividad, responsabilidad, justicia y ética – CG8
- Toma decisiones y emprende iniciativas – CG9
- Gestiona la información y el conocimiento de las organizaciones o grupos para su operación y desarrollo – CG10
- Comunica de manera escrita, oral y gráfica, las ideas y/o resultados de los proyectos en el ámbito de su profesión – CG11
- Documenta la información de forma estructurada, ordenada y coherente – CG12
- Comprende y produce mensajes orales y escritos en la lengua extranjera de mayor uso en su campo profesional – CG13
- Trabaja en equipos uni y/o multidisciplinarios para la resolución de problemas de forma colaborativa y propositiva en el contexto nacional e internacional – CG14
- Interactúa con la sociedad, evaluando de forma crítica y objetiva las situaciones, problemas, argumentos y propuestas con una actitud comprensiva, respetuosa y tolerante hacia las culturas e ideas de los demás – CG15
- Trabaja bajo presión y responde adecuadamente en situaciones límites – CG16
- Aplica las normas de seguridad industrial y riesgos laborales – CG17

- Aplica las leyes vigentes del ámbito laboral y de la especialidad – CG18
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Resolución de problemas de ingeniería, mediante la aplicación de las ciencias básicas, utilizando un lenguaje lógico y simbólico:
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Planeación, diseño, evaluación del impacto (social, económico, tecnológico y ambiental) y gestión de sistemas o proyectos de ingeniería:
- Realiza un conjunto de acciones que permiten determinar el comportamiento de un sistema o proyecto de ingeniería para la toma de decisiones mediante juicios de valor, dimensionando las consecuencias de tipo social, ambiental y económico, y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, y coherentes – CE25
- Realiza análisis de costos y prepara un presupuesto razonable a la solución técnica planteada – CE26
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27
- Instala y pone en funcionamiento sistemas electrónicos, documentándolos mediante guías para la instalación del sistema, plan de capacitación para el uso del sistema, plan de mantenimiento y/o actualización del sistema, presentados en forma estructurada, ordenada y coherente – CIB28
- Desarrolla y ejecuta un plan de operación para el uso del sistema, un plan de mantenimiento metodológico – CIB29
- Utiliza las normas y reglamentos técnicos pertinentes, en el diseño, instalación, operación, y toda actividad inherente a su especialidad – CIB30

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Automatización de sistemas de eventos discretos (SED).- Controladores de Lógica Programada (PLC's).- Programación.- Automatización con lógica secuencial asíncrona.- El Grafset.- Guía GEMMA.- Redes de Petri.- Interfaces humano máquina (HMI).- Sistemas SCADA.- Integración PLC-HMI.- Proyecto.- Laboratorio.-

Contenido analítico:

Tema 1. Introducción a la automatización de sistemas de eventos discretos (SED)

1.1 Los sistemas automatizados

1.2 Partes de un sistema automatizado

1.3 Tecnologías de mando cableadas y programadas

- 1.4 Componentes de automatización
- 1.5 Útiles de descripción de los sistemas automatizados

Tema 2. Controladores de Lógica Programada (PLC's)

- 2.1 Introducción
- 2.2 Clasificación de los PLC's
- 2.3 Hardware de los PLC's
- 2.3 Formas de programación: norma IEC-1131-3
- 2.4 Aplicaciones a sistemas reales

Tema 3. Automatización con lógica secuencial asíncrona

- 3.1 Introducción
- 3.2 Sistemas combinatoriales
- 3.3 Procedimiento de análisis
- 3.4 Procedimiento de diseño
- 3.5 Reducción de tablas de estado y de flujo
- 3.6 Asignación de estados libres de carrera
- 3.7 Aplicaciones

Tema 4. El GRAFCET

- 4.1 Introducción
- 4.2 Dominio de aplicación del Grafcet
- 4.3 Definición del Grafcet: etapas, transiciones y semántica
- 4.4 Implementación del Grafcet
- 4.5 Conversión a logigrama
- 4.6 Aplicaciones

Tema 5. La guía GEMMA

- 5.1 Introducción
- 5.2 Aspectos básicos de la guía GEMMA
- 5.3 Diseño estructurado con la guía GEMMA
- 5.4 Aplicaciones
- 5.5 Límites y posibles extensiones de la guía GEMMA

Tema 6. Redes de Petri

- 6.1 Introducción
- 6.2 Elementos que componen: lugar, transición, ficha
- 6.3 Semántica de las Redes de Petri
- 6.4 Análisis de las Redes de Petri
- 6.5 Propiedades de las Redes de Petri
- 6.6 Aplicaciones

Tema 7. Interfaces humano-máquina

- 7.1 Introducción
- 7.2 Elementos gráficos
- 7.3 Elaboración de pantallas
- 7.4 Software In-Touch de Wonderware
- 7.6 Otros HMI
- 7.7 Aplicación a sistemas reales

Tema 8. Integración PLC-HMI

- 8.1 Introducción
- 8.2 Buses de campo
- 8.3 Conexión mediante DDE
- 8.4 Conexión mediante protocolo de comunicaciones
- 8.5 Aplicaciones

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. Piedrafita, **Ingeniería de la Automatización Industrial**. Alfaomega grupo editor, S.A. de C.V., Segunda edición, México, D.F., 2004.
- [2] E. García, **Automatización de procesos industriales**. Alfaomega grupo editor, S.A. de C.V., México, D.F., 2001.
- [3] J. Balcells, J.L. Romeral, **Autómatas Programables**, Marcombo S.A., España, 2000.
- [4] E. Mandado, J.M. Acevedo, S.A. Pérez, **Controladores lógicos y autómatas programables**, Alfaomega grupo editor, S.A. de C.V., Segunda edición, México, D.F., 1999.
- [5] M. Álvarez P., **Controladores lógicos**, Marcombo S.A., España, 2007.
- [6] L. A. Bryan, E. A. Bryan, **Programmable Controllers. Theory and Implementation**, Industrial Text Company, Segunda edición, U.S.A., 1997
- [7] A. Creus Solé, **Neumática e Hidráulica**, Marcombo S.A., España, 2007.
- [8] W. Bolton, **Programmable Logic Controllers**, Newnes, Sixth edition, U.S.A., 2015.
- [9] F. Petruzella, **Programmable Logic Controllers**, McGraw-Hill Education, Fifth edition, 2017.
- [10] J.P. Romera, J.A. Lorite, S. Montoro, **Automatización. Problemas resueltos con autómatas programables**, Editorial Paraninfo S.A., España, 1994.
- [11] D. Bouteille et al., **Los automatismos programables**, Ediciones CITEF, Francia, 1991.
- [12] J.R. Florenza, J.C. Bossy, **EL GRAFCET. Práctica y aplicaciones**, Ediciones UPC, Barcelona, 1998.
- [13] R. David, H. Alla, **Petri Nets and Grafcet. Tools for modelling discrete event systems**, Prentice Hall International, Great Britain, 1992.
- [14] R. David, 'Grafcet: A Powerful Tool for Specification of Logic Controllers', **IEEE Transactions on Control Systems Technology**, Vol. 3, No. 3, September 1995, pp. 253-268.
- [15] J.E. Hopcroft, R. Motwani, J.D. Ullman, **Introducción a la teoría de autómatas lenguajes y computación**, Pearson educación S.A., Tercera edición, España, 2009.
- [16] C.G. Cassandras, S. Lafortune, **Introduction to Discrete Event Systems**, Second edition, Springer Science + Business Media, LLC, New York, U.S.A., 2008
- [17] F. Charbonnier, H. Alla, R. David, 'The Supervised Control of Discrete Event Dynamic Systems', **IEEE Transactions on Control Systems Technology**, Vol. 7, No. 2, March 1997, pp. 175-187.
- [18] M. Morris Mano, **Diseño Digital**, Pearson educación, Tercera edición, México, 2003.
- [19] R.J. Tocci, N.S. Widmer, G.L. Moss, **Sistemas digitales. Principios y aplicaciones**, Pearson Educación, Décima edición, México, 2007.
- [20] W. Barden Jr., **Matemáticas para programadores. Sistemas de numeración y aritmética binaria**, Ediciones Anaya Multimedia, S.A., Madrid, 1986.

ELT 3910 - PLANIFICACIÓN DE PROYECTO DE GRADO**A. IDENTIFICACIÓN**

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	PLANIFICACIÓN DE PROYECTO DE GRADO
SIGLA:	ELT 3910
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 2, TOTAL: 2
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL**Objetivos:**

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de aplicar la metodología de investigación científica en problemas de investigación tecnológica. Debe ser capaz de estructurar una tesis y proyecto de grado. Debe ser capaz también preparar una planificación de proyecto de grado.

Unidades de competencia:

- Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente para su campo profesional – CG2
- Utiliza tecnologías de información y comunicación genéricas y especializadas en su campo como soporte de su ejercicio profesional – CG3
- Analiza problemas, situaciones y contextos aplicando los métodos y técnicas básicas e integra soluciones y propuestas pertinentes en su campo profesional – CG4
- Colabora en proyectos de investigación básica y aplicada, aplicando métodos de investigación de su profesión con habilidad – CG5
- Comunica de manera escrita, oral y gráfica, las ideas y/o resultados de los proyectos en el ámbito de su profesión – CG11
- Documenta la información de forma estructurada, ordenada y coherente – CG12
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas – CIA27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Metodología de la investigación científica.- Estructura de un proyecto de grado.- Estructura de una tesis.- Elección de tema.- Elaboración de la planificación de proyecto de grado.- Fuentes bibliográficas: sistema Harvard.- En esta asignatura el estudiante deberá realizar la aprobación de su tema de proyecto de grado y la presentación de su perfil de proyecto de grado para su respectiva aprobación por parte de un tribunal conformado por la dirección de la carrera.

Contenido analítico:

Tema 1: Metodología de la investigación científica

- 1.1 Introducción
- 1.2 Investigación científica aplicada a ingeniería
- 1.3 Planteamiento del problema de investigación
- 1.4 Marco teórico
- 1.5 Tipo de investigación
- 1.6 Formulación de hipótesis
- 1.7 Variables
- 1.8 Diseño metodológico
- 1.9 Manejo y análisis de datos
- 1.10 Comunicación de los resultados de la investigación

Tema 2: Estructura de una tesis

- 2.1 Introducción
- 2.2 Planteamiento del problema
- 2.3 Objetivos
- 2.4 Marco Teórico, marco conceptual, marco referencial, marco práctico
- 2.5 Hipótesis
- 2.6 Índice tentativo

Tema 3: Estructura de un proyecto de grado

- 3.1 Introducción
- 3.2 Planteamiento del problema
- 3.3 Objetivos
- 3.4 Revisión Bibliográfica
- 3.5 Ingeniería del Proyecto
- 3.6 Índice tentativo

Tema 4: Elección de tema

- 4.1 Introducción
- 4.2 Banco de temas de proyecto de grado
- 4.3 Nombre del Proyecto
- 4.4 Búsqueda de bibliografía

Tema 5: Elaboración de la planificación de proyecto de grado

- 5.1 Introducción
- 5.2 Aprobación de temas e índices tentativos de cada alumno

Tema 6: Fuentes bibliográficas

- 6.1 Introducción
- 6.2 Artículos de revistas
- 6.3 Libros
- 6.4 Sistema Harvard para citas bibliográficas

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Humberto Eco, **Como se hace una tesis. Técnicas y procedimientos de estudio, investigación e escritura.**
- [2] Roberto Hernández Sampieri, et al., **Metodología de la Investigación.** 4ta. Edición, McGraw-Hill, México, 2006.
- [3] Heinz Dieterich, **Nueva Guía para la Investigación Científica.** Editorial Planeta Mexicana, S.A. de C.V., 1996
- [4] Armengol Blanco. **Manual para la Redacción del Trabajo de Titulación.** 2003.

ELT 3920 - PRÁCTICAS EN LA INDUSTRIA**A. IDENTIFICACIÓN**

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	PRÁCTICAS EN LA INDUSTRIA
SIGLA:	ELT 3920
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 0, TOTAL: 2
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTENIDO PROGRAMÁTICO**Contenido mínimo:**

Realización de tareas prácticas por el lapso equivalente a 320 horas académicas (240 horas reloj o 6 semanas a tiempo completo) en una o varias empresas o instituciones donde se desarrollen trabajos de diseño, instalación, control, operación, mantenimiento, etc. de sistemas eléctricos y/o electrónicos, en permanente coordinación con la carrera.

Elaboración y presentación de un informe técnico de acuerdo a formato, adjuntando certificación de trabajo.

ELT 3961 - SISTEMAS DE POTENCIA III

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	SISTEMAS DE POTENCIA III
SIGLA:	ELT 3961
DURACIÓN:	Un Semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 6, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN DEL PERFIL

Objetivos:

En la presente asignatura analiza el comportamiento de los sistemas eléctricos de potencia, ante pequeñas señales de perturbación, con lo que se pretende llegar a mejorar la calidad de servicio. Para conseguir este objetivo fundamental, es necesario realizar la modelación matemática del Sistema Eléctrico de Potencia y culminar este estudio con la simulación del mismo. La calidad de la energía es una tendencia mundial, lo que conlleva el mejoramiento del servicio, teniendo en cuenta que son técnicas que ya se están aplicando en Bolivia.

UNIDADES DE COMPETENCIA:

- Aplica conocimientos básicos de ciencias y de la teoría de control para el análisis (CG1)
- Identifica las partes constituyentes del sistema eléctrico de potencia y las leyes físicas que lo gobiernan, de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias. (CE19)
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan a los sistemas, fenómenos o procesos de acuerdo a las hipótesis y que tienen solución por métodos analíticos o computacionales. (CE20)
- Selecciona una metodología para resolver los problemas de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. (CE22)
- Aplica los conceptos físico – matemático en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con estos conceptos. (CE23)
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico y por simulación computacional. (CE24)
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra sistema de potencia, destinados a la generación, y distribución de la energía con calidad. (CIA27)

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO:

CONTENIDO MÍNIMO:

Calidad de la energía eléctrica y la potencia.- Perturbaciones en los SEP.- Modelación matemática de las turbinas.- Reguladores de velocidad en los SEP.

CONTENIDO ANALÍTICO:**TEMA 1: CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y DE POTENCIA**

- 1.1 Introducción
- 1.2 Energía eléctrica y su impacto en la Sociedad.
 - 1.2.1 Sistemas Hidráulicos
 - 1.2.2 Sistemas térmicos
 - 1.2.3 Sistemas alternativos de energía
- 1.3 La estructura e y la economía de la industria de la energía eléctrica.
- 1.4 La importancia del uso de los controladores para mejorar la calidad de la energía.
- 1.5 Representación global de un SEP, con todos los controladores, en forma general.

TEMA 2: PERTURBACIONES EN LOS SEP.

- 2.1 Introducción
- 2.2 Definición de los tipos de perturbaciones en un SEP
 - 2.2.1 Caso grandes perturbaciones.
 - 2.2.2 Caso pequeñas perturbaciones.
- 2.3 Modelo matemático de la carga en un SEP.
- 2.4 Modelo matemático de un generador aislado
- 2.5 Modelo matemático, caso multimaquinas.

TEMA 3: MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LAS TURBINAS.

- 3.1 Introducción
- 3.2 Modelo matemático de una turbina térmica
 - 3.2.1 Representación por diagramas de bloques
- 3.3 Modelo matemático de una turbina hidráulica
 - 3.3.1 Representación por diagramas de bloques
- 3.4 Modelación matemática de sistemas especiales.
- 3.5 Simulación de las turbinas térmicas
- 3.6 Simulación de las turbinas hidráulicas.
- 3.7 Conclusiones técnicas

TEMA 4: REGULADORES DE VELOCIDAD.

- 4.1. Introducción
- 4.2 Partes constitutivas de un regulador de velocidad
- 4.3 Modelación del Regulador Isocrono
 - 4.3.1 Representación en diagramas de bloque
 - 4.3.2 Estabilidad del regulador isocrono
- 4.4 Modelación del Regulador con caída de velocidad
 - 4.4.1 Representación en diagramas de bloque
 - 4.4.2 Estabilidad del regulador con caída de velocidad
- 4.5 Reguladores Electrónicos
 - 4.5.1 Regulador Taco – acelerómetro
 - 4.4.2 Regulador con realimentación derivativa
 - 4.4.3 Regulador con Servoposicionador

- 4.6 Calibración de los Reguladores
 - 4.6.1 Por el método de Bode
 - 4.6.2 Por formulas aproximadas
 - 4.6.3 Por Ziegler Nichols
- 4.7 Análisis de la regulación secundaria
- 4.8 Sistemas interconectados
- 4.9 Simulación

D.: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- [1] Olle Elgerd, "Introducción a la teoría de sistemas de Energía eléctrica", Mc Grawn – Hill, 1978.
- [2] Xisto Viera Filho, "Operación de sistemas de potencia con control automático de Generacion", Editora Campus Electrobras, 2004.
- [3] Anderson and Fouad, "Power System Control and Stability", Iowa State University Press, 1977
- [4] E. Harper, "Calidad de la Energía", Prentice Hall, 2004
- [5] D. Ismael, "Texto de clases", 1984

ELT 3971 - SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	SUBESTACIONES ELÉCTRICAS
SIGLA:	ELT 3971
DURACIÓN	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Prácticas: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al finalizar el curso, el alumno deberá ser capaz de analizar, diseñar, construir y realizar el mantenimiento de subestaciones eléctricas.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Toma decisiones y emprende iniciativas – CG9
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22

- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas – CIA27
- Dirige, supervisa y realiza la instalación y la puesta en funcionamiento de sistemas eléctricos interpretando la documentación pertinente para la instalación de los mismos – CIA28
- Desarrolla y ejecuta un plan de operación para el uso del sistema, un plan de mantenimiento metodológico – CIA29
- Utiliza las normas y reglamentos técnicos pertinentes, en el diseño, instalación, operación, y toda actividad inherente a su especialidad – CIA30

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Clasificación.- Elementos constitutivos de una subestación.- Esquemas eléctricos en subestaciones.- Coordinación de aislamiento.- Sistemas auxiliares en subestaciones.- Subestaciones encapsuladas.- Ensayos y puesta en servicio de subestaciones.- Mantenimiento de subestaciones.- Proyecto.

Contenido analítico:

Tema 1: Fundamentos de subestaciones

- 1.1 Definición.
- 1.2 Clasificación.
- 1.3 Tensiones nominales en el SIN.
- 1.4 Sistema eléctrico Boliviano.
- 1.5 Subestaciones del SIN

Tema 2: Elementos Constitutivos

- 2.1 Definiciones.
- 2.2 Transformador de potencia.
- 2.3 Interruptor de potencia.
- 2.4 Seccionador.
- 2.5 Pararrayos.
- 2.6 Transformadores de corriente.
- 2.7 Transformadores de potencial.
- 2.8 Trampa de onda.
- 2.9 Banco de capacitares.
- 2.10 Reactores

Tema 3: Esquemas Eléctricos

- 3.1 Definiciones.
- 3.2 Tipos de representación.
- 3.3 Símbolos empleados en la realización de diagramas eléctricos.
- 3.4 Designación de dispositivos eléctricos.
- 3.5 Condiciones para la selección de la configuración.
- 3.6 Tipos de esquemas.
- 3.7 Disposición física en subestaciones

Tema 4: Coordinación de aislamiento

- 4.1 Definiciones.
- 4.2 Coordinación de aislamiento.
- 4.3 Distancias dieléctricas mínimas.
- 4.4 Efecto del medio ambiente.
- 4.5 Protección contra sobretensiones.
- 4.6 Sistema de puesta a tierra

Tema 5: Sistemas auxiliares

- 5.1 Sistemas de control.
- 5.2 Sistemas de protección.
- 5.3 Medición.
- 5.4 Comunicación.
- 5.5 Sistemas de suministro de energía

Tema 6: Subestaciones encapsuladas

- 6.1 Introducción.
- 6.2 Hexafluoruro de azufre.
- 6.3 Clasificación.
- 6.4 Características constructivas.
- 6.5 Subestaciones GIS en Bolivia

Tema 7: Ensayos y puesta en servicio

- 7.1 Definición.
 - 7.2 Clasificación.
 - 7.3 Pruebas comunes.
 - 7.4 Pruebas específicas.
 - 7.5 Pruebas en equipos.
- Procedimiento de puesta en marcha de subestaciones

Tema 8: Mantenimiento

- 8.1 Definición.
- 8.2 Objetivos.
- 8.3 Tipos de mantenimiento.
- 8.4 Planificación del mantenimiento.
- 8.5 Actividades de mantenimiento en equipos de una subestación

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Harper, E. **Elementos de diseño de subestaciones eléctricas** (2da. Edición).
- [2] Martin, R. **Diseño de subestaciones eléctricas.**
- [3] CEAC, **Estaciones de transformación y distribución, Protección de sistemas eléctricos.**
- [4] Zoppeti, **Estaciones transformadoras y de distribución.**
- [5] Ras, E. **Transformadores de potencia, de medida y de protección.**
- [6] Harper, E. **Técnica de altas sobretensiones** (Volumen II).
- [7] McDonald, J. D. **Electric Power Substations Engineering.**
- [8] www.cndc.bo/

ELT 3981 - TARIFACIÓN Y REGULACIÓN SECTORIAL ELÉCTRICA

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	TARIFACIÓN Y REGULACIÓN SECTORIAL ELÉCTRICA
SIGLA:	ELT 3981
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, TOTAL: 4
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de analizar el sistema de regulación de los mercados eléctricos. Debe ser capaz de analizar, la determinación de las tarifas eléctricas en los diferentes mercados eléctricos. Debe ser capaz interpretar y consecuentemente aplicar el Marco Legal y su reglamentación.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica los diferentes tipos de mercados eléctricos, hasta llegar a entender el funcionamiento de cada uno de ellos y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos económicos-regulatorios en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra modelos tarifarios que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas

presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Introducción a la economía.- Desregulación del sector eléctrico en el mundo y Bolivia.- Ley de electricidad en Bolivia.- Costos marginales de corto plazo.- Tarifación en sistemas de transmisión.- Tarifación en sistemas de distribución.- Tarifación en sistemas aislados.

Contenido analítico:

Tema 1: Introducción a la economía

- 1.1 Introducción
- 1.2 Definición de Economía.
- 1.3 Definición de Microeconomía.
- 1.4 Definición de Costos.
- 1.5 Curvas de Demanda.
- 1.6 Curvas de Oferta.
- 1.7 Estructuras de Mercado.
- 1.8 Monopolio.
- 1.9 Oligopolio.
- 1.10 Competencia.

Tema 2: Regulación del sector eléctrico en Bolivia

- 2.1 Introducción.
- 2.2 Qué es regulación de Servicios?
- 2.3 Por qué la regulación de Servicios?
- 2.4 El rol que desempeña el Estado
- 2.5 El rol que desempeña el Regulador.
- 2.6 Estructura Organizacional del Sector Eléctrico Boliviano

Tema 3: Marco legal en Bolivia

- 3.1 Introducción.
- 3.2 Ley del Sistema de Regulación Sectorial.
- 3.3 Ley de Electricidad.
 - 3.3.1 Reglamento de Precios y Tarifas.
 - 3.3.2 Reglamento de Operación del Mercado Eléctrico.
 - 3.3.3 Reglamento de Calidad de Distribución.
 - 3.3.4 Reglamento de Calidad de Transmisión.
 - 3.3.5 Reglamento de Servicio Público de Suministro de Electricidad.
 - 3.3.6 Reglamento de Electrificación Rural.
 - 3.3.7 Reglamento de Comercialización e Interconexión Internacional de Electricidad.
 - 3.3.8 Reglamento de Concesiones, Licencias, y Licencias Provisionales.
 - 3.3.9 Reglamento de Uso de Bienes de Dominio Público y Constitución de Servidumbres.
 - 3.3.10 Reglamento de Infracciones y Sanciones.
- 3.4 La Ley de Procedimiento Administrativo.

3.4.1 Reglamento de la Ley de Procedimiento Administrativo para el Sistema de Regulación Sectorial.

Tema 4: Determinación del precio de la energía

- 4.1 Introducción.
- 4.2 Mercado de Contratos.
- 4.3 Mercado Spot.
- 4.4 Conceptos de Despacho Económico de Carga.
- 4.5 Concepto de Costo Marginal de Energía.
- 4.6 Curva de carga de un SEP.
- 4.7 Determinación del Precio de la Energía
 - 4.7.1 Cálculo del Precio de la Energía en la barra de Referencia.
 - 4.7.2 Cálculo del Precio de la Energía en todos los nodos del SEP.

Tema 5: Determinación del precio de la potencia

- 5.1 Introducción
- 5.2 Mercado de Contratos.
- 5.3 Mercado Spot.
- 5.4 Costo Marginal de Potencia.
- 5.5 Determinación de Precio de la Potencia.
 - 5.5.1 Ubicación de la Unidad Generadora.
 - 5.5.2 Cálculo del Precio de la Potencia en la barra de Referencia.
 - 5.5.3 Cálculo del Precio de la Energía en todos los nodos del SEP.

Tema 6: Remuneración por el uso de la transmisión

- 6.1 Introducción
- 6.2 Sistema de Transmisión Económicamente Adaptado (STEA)
- 6.3 Conceptos Generales
- 6.4 Restricciones a la Propiedad
- 6.5 Requisitos Legales.
- 6.6 Expansión.
- 6.7 Cargo por el uso del Sistema de Transmisión.
- 6.8 Metodologías para la determinación del Peaje.
- 6.9 Pago al Sistema de Transmisión.
- 6.10 Ejercicios Resueltos.

Tema 7: Remuneración de la actividad de distribución

- 7.1 Introducción.
- 7.2 Conceptos básicos.
- 7.3 Tipos de Metodologías.
- 7.4 Costos de Distribución.
- 7.5 Valor Agregado de Distribución.
- 7.6 Tipos de Carga del Sistema Distribución.
- 7.7 Curvas de Carga.

Tema 8: Pronóstico de la demanda

- 8.1 Introducción
- 8.2 Conceptos básicos de Econometría.
- 8.3 Modelos Econométricos.
- 8.4 Pronósticos de Carga.

Tema 9: Caracterización de la carga

- 9.1 Introducción
- 9.2 Factores
- 9.3 Mediciones.
- 9.4 Clasificación de la carga.
- 9.5 Responsabilidad del tipo de carga en el sistema de distribución.

Tema 10: Determinación de cargos tarifarios

- 10.1 Introducción
- 10.2 Diseño de Estructuras Tarifarias.
 - 10.2.1 Estructura Tarifaria - Categoría Domiciliario.
 - 10.2.2 Estructura Tarifaria - Categoría General.
 - 10.2.3 Estructura Tarifaria - Categoría Industrial.

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ley de Electricidad N° 1604.
- [2] Reglamentos de la Ley de Electricidad.
- [3] Ley de Procedimiento Administrativo.
- [4] Reglamento de la Ley de Procedimiento Administrativo.

ELT 3990 – GRADUACIÓN

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	GRADUACIÓN
SIGLA:	ELT 3990
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 0, TOTAL: 2
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Esta asignatura se asignará a los estudiantes que hayan vencido todas las asignaturas hasta el noveno semestre. Consiste en el desarrollo del proyecto fin de carrera o proyecto de grado con la supervisión y apoyo de un docente tutor, conforme a reglamento. El alumno deberá tener aprobado el tema de proyecto de grado y su planificación. Presentación del borrador del proyecto de grado, defender en forma oral el borrador de proyecto de grado. Presentación del trabajo en limpio de proyecto de grado. Defensa

pública oral del proyecto de grado. Todos los pasos deben ser desarrollados en el transcurso del semestre.

ELT 3992 - AUTOMÁTICA II

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA, INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	AUTOMÁTICA II
SIGLA:	ELT 3992
DURACIÓN:	Un semestre académico (20 semanas)
HORAS SEMANALES:	Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6
PLAN DE ESTUDIOS:	2011

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de diseñar sistemas de control automáticos usando entradas y salidas analógicas, bajo diferentes buses de campo y con diferentes software, además de diseñar planos inteligentes P&ID, tendrá las herramientas necesarias para diseñar una casa inteligente con hardware y software. Propios.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Programación de entradas y salidas analógicas.- Buses de Campo.- Redes Industriales.- Sistemas de control Distribuido (DCS).- Internet en los sistemas de automatización industrial.- Integración instrumentación.- Estudio de casos de integración, instrumentación, control y automatización.- Domótica.- Proyecto.

Contenido analítico:

Tema 1: Programación de entradas y salidas analógicas

- 1.1 Instrucciones análogas
- 1.2 Escalamiento de Señales analógicas
- 1.3 Módulos de termocuplas
- 1.4 Módulos de entrada de corriente y voltaje
- 1.5 Módulos de pesaje

Tema 2: Buses de campo

- 2.1 Tópicos de buses de campo
- 2.2 Configuración del gestor de bus
- 2.3 Profibus-DP
- 2.4 Profibus – FMS
- 2.5 Profibus – PA
- 2.6 Dispositivos de Campo
- 2.7 Bus Interbus
- 2.8 Características de los Buses de Campo.

Tema 3: Redes industriales

- 3.1 Configuración
- 3.2 Tipos de cables
- 3.3 Protocolo RS-232 y RS 485
- 3.4 Protocolo DH485, DH485+
- 3.5 Ethernet
- 3.6 Device Net
- 3.7 Control Net
- 3.8 Hart

Tema 4: Sistemas de control distribuido (DCS)

- 4.1 Fundamentos de DCS
- 4.2 Plant Pax
- 4.3 Sistema Delta
- 4.4 Protocolos de comunicación
- 4.5 Paneles de Supervisión
- 4.6 Sistemas implementados

Tema 5: Internet en sistemas de automatización industrial

- 5.1 Internet en Automatización Industrial
- 5.2 Ethernet Industrial
- 5.3 Autómatas servidores web
- 5.4 Configuración de redes Ethernet
- 5.5 Bus de Campo Ethernet
- 5.6 Buses de Campo Clásicos
- 5.7 Sistemas SCADA servidores de Ethernet

Tema 6: Integración en instrumentación

- 6.1 Norma ANSI
- 6.2 Circuitos eléctricos en Norma ANSI
- 6.3 Diagramas Eléctricos
- 6.4 Diagramas neumáticos
- 6.5 Diagramas hidráulicos
- 6.6 Tipos de enlaces
- 6.7 Diseño e interpretación de planos P&ID.

Tema 7: Estudio de casos de integración, instrumentación, control y automatización

- 7.1 Control de Nivel de líquidos
- 7.2 Sistemas automáticos para llenado y envasado
- 7.3 Sistemas de refrigeración
- 7.4 Sistemas de Calefacción
- 7.5 Normas para la selección de equipos.

Tema 8: Domótica e inmótica

- 8.1 Fundamentos de domótica
- 8.2 Sensor de movimiento
- 8.3 Sensor de gas
- 8.4 Sensor de humo
- 8.5 Sensor inductivo
- 8.6 Cerraduras eléctricas
- 8.7 Diseño de sistemas de control
- 8.8 Control por PC
- 8.9 Control con microcontroladores
- 8.10 Control de luces mediante horario
- 8.11 Control de alimento de mascotas
- 8.12 Control de hidrantes
- 8.13 Control de mallas electrificadas
- 8.14 Enlace vía telefónica
- 8.16 Enlace vía web
- 8.17 Tipos de alarmas
- 8.18 Diseño de casas inteligentes.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ingeniería de la Automatización Industrial – Ramon Piedrafrita – Ed. Alfa Omega
- [2] Autómatas Programables - Josep Balcells- Ed. Marcombo
- [3] Autómatas Programables- Enrique Mandado – Ed. Thomson

