

PLANIFICACIÓN CICLO LECTIVO 2015

Ingeniería en Energía		
Cuatrimestre: Quinto	Ciclo lectivo: 2015	Horas semanales: 8
ASIGNATURA: Electrotecnia y Máquinas Eléctricas		
Docente a cargo: Mg. Ing. Carlos M. Manilí		
Ayudantes:		
Ayudantes alumnos: ---		

✓ Perfil del título

Conocimientos de:

- Programación – Energías convencionales, no convencionales y renovables - Impacto ambiental de la producción, transporte y consumo de energía – Uso eficiente de la energía – Economía y evaluación de proyectos – Marcos regulatorios energéticos – Gestión de la energía –
- Otros temas afines a los anteriormente descritos.
- Sólida práctica profesional.

Habilidades y destrezas:

- Generación de tecnología y resolución de problemas inéditos en su ámbito de desempeño profesional.
- Evaluar sostenibilidad (tecnológica, económica, medioambiental, social y regulatoria) en las distintas propuestas y soluciones energéticas.
- Aptitud para integrar la información proveniente de los distintos campos disciplinares concurrentes a un proyector común, lo que le permitirá abordar proyectos de investigación y desarrollo, integrando o liderando equipos interdisciplinarios y participar en organismos públicos y/o privados dedicados a la regulación y gestión de la energía.
- Integración y participación en grupos de investigación y desarrollo interdisciplinarios en proyectos relacionados con la producción y uso de la energía.
- Preparación para ser promotor del conocimiento productivo al servicio del desarrollo social, la generación de empleos y el respeto del medio ambiente.
- Administración de recursos humanos y físicos que intervienen en el desarrollo de proyectos, con habilitación para el desempeño de funciones gerenciales acordes con su especialidad.
- Desarrollo de estrategias de autoaprendizaje, mediante las cuales orientará acciones de actualización continua.

✓ Alcances del título

El título de Ingeniero en Energía habilita al egresado para realizar las siguientes actividades profesionales:

- 1) Realizar estudios de sustentabilidad y evaluar integralmente la racionalidad en el uso de los recursos energéticos en:
 - a) Instalaciones destinadas a generar, almacenar, transportar y distribuir energía.
 - b) Instalaciones de regulación, captación y abastecimiento de energía.
 - c) Instalaciones (urbanas, rurales, industriales) que hagan uso de la energía.
- 2) Asesorar (a instituciones, organismos, empresas, etc.) sobre el uso eficiente de la energía, en su producción y distribución, y el aprovechamiento sustentable de recursos energéticos.
- 3) Participar en proyectos destinados a la formulación y evaluación integral (social, económica y ambiental) de actividades que involucren o comprometan recursos energéticos.
- 4) Integrar equipos interdisciplinarios para planificar y gestionar el uso y administración de los recursos energéticos.
- 5) Intervenir en auditorías, certificaciones, arbitrajes, peritajes y tasaciones relacionados a la calidad de los procesos de producción y uso eficiente de la energía.
- 6) Participar en la elaboración, interpretación e implementación de políticas y normas legales destinadas a regular el uso y aprovechamiento de la energía.
- 7) Evaluar y dictaminar acerca de las condiciones de eficiencia en el uso de la energía de ambientes laborales, urbanos rurales e industriales.
- 8) Investigar y desarrollar procesos tecnológicos en cuanto a producción, almacenamiento, conversión y distribución de energía por fuentes convencionales y no convencionales.
- 9) Asesorar en asuntos de ingeniería legal, económica, financiera, relacionados con los incisos anteriores.

✓ **Objetivos de la asignatura**

- 1.-
 - Generales: desarrollo de actitudes e intereses para definir y describir las instalaciones eléctricas de baja tensión, enunciando las características de sus componentes y de las condiciones que presentan.
 - Formativos: hábitos de conservación, registro, representación y comparación de los proyectos a realizar.
 - Intelectuales: para la resolución de problemas.
 - Cognoscitivos: de los equipos actuales y la teoría para su aplicación en las instalaciones eléctricas.
 - Sensorio – motrices: para el desenvolvimiento en el campo profesional.
- 2.-
 - Pedagógico: como complemento a una eventual formación docente.

✓ **Plan de integración con otras asignaturas (horizontal y vertical)**

- 1.-
 - En horizontal con Energía y Medio Ambiente I, brindando herramientas para analizar la influencia de las instalaciones eléctricas de baja tensión en la matriz energética nacional.
- 2.-
 - En vertical con Sistemas de Energía Eléctrica I, anticipando los parámetros necesarios para abordar adecuadamente el principio de funcionamiento de las máquinas sincrónicas y su función dentro del esquema de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica.

✓ **Competencias del egresado a obtener en la asignatura**

1.- Conocimientos y habilidades para:

- Interpretar en profundidad las leyes, normas y reglamentaciones vigentes que rigen la actividad eléctrica en el campo de la baja tensión.
- Diseñar, calcular y optimizar proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión.

Capacidades para:

- Confección de documentación técnica requerida por organismos con competencia en la materia.
- Seleccionar materiales eléctricos adecuados al uso previsto.
- Detección de problemas e inferencia de soluciones posibles.
- Discernir acerca de todo tipo de falla en instalaciones eléctricas de baja tensión.

Habilidad para manejar software específico de aplicación.

Habilidad para exponer informes y proyectos, argumentando la posición adoptada y defendiendo el criterio propuesto.

Habilidad para consultar e interpretar fuentes de información actualizadas, nacionales y extranjeras; ya sea en soporte magnético o en papel.

2.- Comenzar a adquirir la soltura y la habilidad para la oratoria frente a un público determinado.

✓ **Contenidos**

1.- Eje central de la asignatura

Las instalaciones eléctricas de baja tensión como variable destacada en la matriz energética

2.- Conceptos estructurantes vinculados íntimamente al eje central.

- Cálculos electrotécnicos monofásicos y trifásicos en las instalaciones eléctricas con condiciones nominales y de falla.
- Nociones generales de los transformadores.
- Nociones generales de la máquina asincrónica.
- Proyecto de instalaciones eléctricas.
- Diseño de los sistemas de seguridad.
- Comprensión de leyes, normas y reglamentaciones vigentes.
- Clasificación y análisis de la información existente.

✓ **Metodología**

El sistema a plantear está basado en el constructivismo, con acciones tendientes a que el alumno logre un aprendizaje significativo, construyendo éste a partir de una plataforma correspondiente a sus saberes previos, y desde las actividades propuestas se anexarán los nuevos conocimientos provenientes del docente, de la información accesible y de sus propios compañeros. La metodología presupone la creación de nuevas estructuras cognitivas en el alumno, incorporando los objetivos propuestos en la asignatura.

Con el fin de obtener las metas fijadas, y citadas previamente, las clases se desarrollarán en forma totalmente interactiva con la participación de todos los alumnos, procurando personalizar la enseñanza y prestando especial atención en aquellos que, por diversos motivos, no demuestran la actividad suficiente dentro de los grupos de trabajo. Eventualmente, y en aquellos contenidos en que sea necesario, se trabajará con una metodología del tipo expositiva, otorgando al alumno el tiempo y apoyo necesarios para la asimilación de los nuevos conceptos.

Los trabajos prácticos de laboratorio se consideran como un factor decisivo del aprendizaje significativo, y están previstos realizarse paralelamente al abordaje de los contenidos que formen parte del mismo. De esta manera, el alumno podrá extraer sus propias conclusiones e inferir los resultados esperados, cotejando posteriormente con esos temas a tratar en forma teórica.

✓ **Recursos necesarios**

- ❖ Pizarrón y tizas o marcadores, según corresponda.
- ❖ Proyector para PC.
- ❖ Instrumentos varios (telurímetro, megóhmetro, analizador de potencia, etc.).
- ❖ Software de aplicación (EcoDial, Proceda, Calculux, etc.).
- ❖ Modelos didácticos para el análisis de situaciones reales (sistema de puesta a tierra, compensación de la energía reactiva, etc.).
- ❖ PC y periféricos (impresora, escáner).
- ❖ Acceso a Internet.

✓ **Bibliografía**

- ◆ Máquinas Eléctricas – Marcelo A. Sobrevila - (Alsina, 2000)
- ◆ La Puesta a Tierra de Instalaciones Eléctricas y el R.A.T. – R. García Márquez – (Marcombo, 1991)
- ◆ Protección contra Sobretensiones de Instalaciones de Baja Tensión – Peter Hasse – (Paraninfo, 1991)
- ◆ Reglamentación para las Instalaciones Eléctricas en Inmuebles – Partes 0 a 6 y secciones 771 y 701 - (Asociación Electrotécnica Argentina, 2006)
- ◆ Documentos técnicos de AEA: 90909, 91140 y 92305, con sus correspondientes partes, ediciones vigentes al 2010.
- ◆ International Electrotechnical Commission (IEC) – Normas asociadas
- ◆ Instituto Argentino de Normalización (IRAM) – Normas asociadas
- ◆ Publicaciones varias (Megavatios, Ingeniería Eléctrica, Electro Gremio)
- ◆ Catálogos técnicos de fabricantes o importadores de productos eléctricos con tecnología de avanzada.

✓ **Evaluación**

En concordancia con la metodología propuesta, el proceso de evaluación será continuo, basándose en los tres pilares siguientes:

- Una evaluación diagnóstica, que permitirá acotar los saberes previos de los alumnos al ingreso del curso.

- Una evaluación de proceso, que permitirá el monitoreo permanente de proceso de enseñanza-aprendizaje, y a la vez permitirá ajustar sobre la marcha del curso las estrategias a aplicar.
- Una evaluación de producto, realizada en forma grupal para el caso de los trabajos prácticos, e individual para los exámenes parciales, recuperatorios y final. En ambos casos serán orales y escritas, y en este último sobre la base de pruebas semi-estructuradas.

✓ Otros datos

a) Trabajos prácticos

1) De aula:

- Proyecto de una instalación eléctrica en viviendas, con un determinado grado de electrificación y de acuerdo con las reglamentaciones vigentes, incluyendo la confección de la documentación técnica requerida por las autoridades de aplicación y control.

2) De laboratorio:

- Determinación de los ensayos típicos de transformadores.
- Relevamiento de parámetros del motor asincrónico.

b) Visitas didácticas

Se contempla contar con la posibilidad de efectuar las siguientes visitas técnicas:

- BIEL (Exclusivamente años impares) – Exposición abierta al público.

c) Seminarios extracurriculares

Se espera contar con la presencia de representantes de empresas relevantes del sector eléctrico, tales como Schneider Electric Argentina, Siemens Argentina y otras a convenir, para que expongan en UNSAM novedades tecnológicas y de producto. Esta modalidad tiene el objetivo de relacionar a los alumnos con profesionales de compañías representativas para su futura labor cotidiana, de manera que puedan efectuar comparaciones entre los productos ofrecidos en el mercado y tomar decisiones técnico-económicas teniendo como base los conocimientos adquiridos en la asignatura.

d) Campus virtual

La asignatura contará con el apoyo de un aula virtual; en ésta el alumno podrá encontrar el calendario académico con el agregado de las fechas propias de la materia (evaluaciones, trabajos prácticos, etc.), problemas para ejercitar y su correspondiente resolución, links de interés, archivos para descargar, software relacionado con la teoría a desarrollar y un permanente contacto respondiendo a las inquietudes que se puedan plantear por medio de un foro asincrónico.

✓ Cronograma

SEMANA	CALENDARIO 2015	UNIDAD A DESARROLLAR
1	16 al 20 / 03	1
2	23 al 27 / 03	2
3	30 / 03 al 03 / 04	2
4	06 al 10 / 04	3
5	13 al 17 / 04	3
6	20 al 24 / 04	4
7	27 / 04 al 01 / 05	5
8	04 al 08 / 05	5
9	11 al 15 / 05	6
10	18 al 22 / 05	7
11	25 al 29 / 05	8
12	01 al 05 / 06	9
13	08 al 12 / 06	10
14	15 al 19 / 06	10
15	22 al 26 / 06	10
16	29 / 06 al 03 / 07	11

Notas:

- Los tiempos destinados a trabajos prácticos, exámenes parciales y recuperatorios se han prorrateado en las unidades correspondientes.
- A pesar de haber sido puntualizada, la unidad 8 se trabaja durante toda la cursada. La semana asignada a la misma corresponde a especificaciones particulares a tratar, o eventualmente a revisiones de temas anteriores.

✓ Programa

Unidad 1: ELECTROTECNIA

Circuitos monofásicos y trifásicos en régimen permanente. Notación y diagramas fasoriales. Conexiones en estrella y triángulo. Sistemas de tres y cuatro conductores. Tensiones y corrientes de fase y línea; tensiones normalizadas. Resolución de casos generales con cargas en estrella, con y sin neutro y en triángulo. Casos particulares. Potencia en sistemas trifásicos.

Unidad 2: TRANSFORMADORES

Descripción, características y aplicaciones. Transformador ideal. Ecuaciones de tensiones, relación de transformación. Reducción de magnitudes. Transformador real. Flujos dispersos y mutuos. Ecuaciones de tensiones y corrientes. Circuito equivalente exacto y aproximaciones. Diagramas fasoriales. Rendimiento. Descripción de transformadores trifásicos, conexiones. Ensayos directos e indirectos.

Unidad 3: MÁQUINA ASINCRÓNICA

Campo giratorio. Motor asíncrono trifásico. Descripción, características, aplicaciones. Circuito equivalente. Característica cupla/velocidad. Potencia. Accionamiento.

Arranque directo y a tensión reducida. Arranque estrella/triángulo. Aplicaciones. Control de velocidad. Ensayos directos e indirectos.

Unidad 4: FALLOS

Distintos tipos y conceptos de fallas. Efectos térmicos en componentes de las instalaciones debidos a la circulación de corriente. Análisis pormenorizado del cortocircuito. AEA 90909. Fallos simétricos y asimétricos. Fallos monofásicos, bifásicos, bifásicos a tierra, tripolares y tripolares a tierra. Cálculo de las corrientes en cada uno de los casos. Consideraciones para la aplicación del fallo tripolar como condición de máxima. Fuente de las corrientes de cortocircuito. Modelo didáctico aplicando un circuito de corriente continua. Ejemplos. Análisis de los parámetros de un transformador de distribución: tensiones, potencia y tensión de cortocircuito. Cálculos simplificados. Hipótesis maximales despreciando impedancias impredecibles. Ejemplos considerando red de potencia infinita y red con potencia de cortocircuito conocida. Comparación entre ambos.

Unidad 5: PROTECCIONES CONTRA EL PELIGRO DE INCENDIO

Fusibles de alta capacidad de ruptura. Aspectos constructivos y curvas características. Protección térmica y protección magnética. Interruptores automáticos: selección de los mismos en base a parámetros característicos: tensión, número de polos, corriente asignada, curva, poder de corte y clase de limitación. Norma IEC 60898 para aplicaciones domésticas o similares. Descripción de componentes, construcción de curvas características. Poder de corte, configuración y señalización de acuerdo a norma. Máxima exigencia térmica; su asociación con la clase de limitación. Norma IEC 60947-2 para usuario calificado. Poder de corte; definiciones y ciclos de operación de la corriente de corte último (I_{CU}), la corriente de corte de servicio (I_{CS}) y la corriente admisible de corta duración (I_{CW}). Ejemplos. Interruptores limitadores. Ejemplos. Nociones de selectividad.

Unidad 6: CÁLCULO DE CONDUCTORES

Cálculo térmico por tablas, consideraciones referidas a la temperatura ambiente indicada en tablas de fabricantes. Conductores en aire o directamente enterrados. Conductores unipolares y multipolares. Clasificación por categorías I y II, y por envoltura de protección: policloruro de vinilo (PVC), polietileno reticulado (XLPE) y goma etilén-propilénica (EPR). Temperaturas en servicio y en cortocircuito. Factores de corrección por temperatura, agrupamiento e instalación. Empleo de tablas. Verificación a la caída de tensión, modificación de la reactancia en función de la disposición. Ejemplos.

Unidad 7: EJECUCIÓN DE INSTALACIONES

Instalaciones interiores. Caños de tipos liviano y semipesado. Cañerías en losas, muros y a la vista. Instalaciones exteriores: antiexplosivas y en ambientes agresivos. Cañerías de hierro galvanizado. Bandejas portacables: tipos escalera, perforada y alambre. Accesorios de unión, curvas vertical y horizontal, uniones Tee, reducciones. Elementos de fijación: ménsulas, soportes "C" y rieles tipo Olmar. Blindobarras, distintos tipos de ejecución; conductos blindoventilados y blindo-trolley. Ejecución de tableros, disposición de barras de alimentación y conexionado.

Unidad 8: REGLAMENTACIONES VIGENTES

La Ley 19.587 de Seguridad e Higiene en el Trabajo, consideraciones para su aplicación. La Resolución ENRE 207/95, sus posteriores y la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (Última Edición); campo de acción, alcance de los registros, normativas legales. La Reso-

lución 92/98 de la Secretaría de Industria, Comercio y Minería; alcance a los materiales para uso eléctrico.

Unidad 9: COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

Revisión de las potencias en juego en una instalación eléctrica; potencias activa, reactiva y aparente, triángulo de potencias. La necesidad de compensar la energía reactiva: lado usuario; pérdidas en las instalaciones, economía en conductores, lado compañía de energía; desaprovechamiento de los transformadores, régimen de sanciones para suministros con bajo factor de potencia. Compensaciones individual, grupal y central: ventajas y desventajas de cada una de estas opciones. Cálculo de la potencia reactiva necesaria para la compensación requerida; empleo de fórmulas y tablas. Normas de las compañías proveedoras de energía. Ejemplos de aplicación.

Unidad 10: PROTECCIÓN CONTRA CHOQUES ELÉCTRICOS

Conclusiones de IEC/TS 60479-1; umbrales de corrientes, efectos fisiológicos en el cuerpo humano, tetanización, fibrilación ventricular. Clasificación de zonas de riesgo con las curvas $I = f(t)$; sin reacción, efectos no peligrosos, peligrosos reversibles y peligrosos espontáneamente irreversibles. Contactos directo e indirecto: reglas fundamentales para la protección contra choques eléctricos. AEA 91140. Protecciones contra contacto directo: aislación, barreras, puesta fuera del alcance por alejamiento y por colocación de obstáculos. Protección complementaria con interruptores por corriente diferencial de fuga. Principio de funcionamiento. Parámetros característicos; corriente nominal, corriente diferencial y tiempo de actuación. Bandas de disparo según IEC 61008. Inmunidad de ruido. Pruebas necesarias y suficientes para el correcto funcionamiento. Selectividad de interruptores por corriente diferencial de fuga. Ejemplos.

Protecciones contra contacto indirecto: empleo de equipamiento Clase II y desconexión automática de la alimentación. Los esquemas de conexión a tierra. Condiciones de conexión de los lado alimentación y lado usuario; sistemas aislados de tierra, rígidos a tierra y con puesta a tierra funcional. Esquema IT, aplicación a instalaciones industriales y hospitalarias, monitor electrónico de aislación y monitor de impedancias. Esquema TN y sus variantes principales TN-C y TN-S; conductor PE y conductor PEN. Aplicaciones de cada uno de ellos. Esquema TT; configuración para nuestro país, las prescripciones de las compañías proveedoras de suministro eléctrico. Lazos de falla en todos los sistemas; análisis de cada uno de ellos: sobretensiones en fases no falladas, circulación de corriente por capacidades distribuidas, corrientes de falla. Tensiones de paso y de contacto; modelos equivalentes, valores límites contemplando la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo y las prescripciones de las distintas normas. Instalaciones y cálculos de los sistemas de puesta a tierra. Resistividad del terreno, influencias de la profundidad, humedad, temperatura. Distintos tipos de electrodos; formas constructivas y elección de los mismos. Manejo de ábacos para el precálculo de sistemas simples. Mediciones, empleo del método de voltímetro y amperímetro y sus limitaciones, uso del telurímetro.

Unidad 11: PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS

La serie de documentos AEA 92305 y la protección contra sobretensiones transitorias. Compatibilidad electromagnética, origen de las sobretensiones: SEMP (Switching Electromagnetic Pulse), NEMP (Nuclear Electromagnetic Pulse) y LEMP (Lightning Electromagnetic Pulse). Niveles cerámicos y densidad de rayos a tierra por km² por año. Forma de onda de impulso 8/20 μ s normalizada para equipamiento en baja tensión. Sistema primario o externo de protección contra el rayo: pararrayos; formas constructivas y clasificación, puntas Franklin y pararrayos activos: radiactivo, iónico y piezoeléctrico. Las

conclusiones internacionales acerca de la equipotencialidad de las puestas a tierra. El efecto jaula de Faraday y los “agujeros” de Faraday. Método de la esfera de rayo. Sistema secundario o interno de protección contra el rayo: descargadores de sobretensión, selección según la probabilidad de riesgo y los equipos a proteger. Reglas prácticas de instalación y coordinación entre descargadores.