

Universidad Nacional de Santiago del Estero

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías

Departamento Académico de Electrónica

Carreras: INGENIERIA ELECTRÓNICA – INGENIERÍA ELÉCTRICA  
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Asignatura: **ELECTROTECNIA I**

Planificación Año 2012

Equipo Docente:

PROFESOR ADJUNTO: ING. ROBERTO SANTIAGO AVILA

JEFE TRABAJOS PRÁCTICOS: ING. LUIS ALFREDO PIANEZZOLA

## PLANIFICACIÓN DE CÁTEDRA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO

Carrera: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Asignatura: ELECTROTECNIA I – Códigos: 612 Plan 2000 y 884 Plan 2004

Ciclo: 2º Año

Módulo: 4º

Área: Tecnologías Básicas

Año Académico: 2012

ASIGNATURAS CORRELATIVAS	
<i>Anteriores</i>	<i>Posteriores</i>
<b>Regulares</b>	Electrotecnia II
Física II	Medidas Eléctricas I
Análisis Matemático II	Electrónica I
	Taller Electrónico
<b>Aprobadas</b>	Máquinas Eléctricas
Todas las asignaturas del 1º Módulo	

### Objetivos establecidos para la asignatura

Lograr el dominio de los principios, leyes y métodos que se aplican en el análisis del régimen permanente en redes lineales e invariantes en el tiempo, con excitación continua y alterna senoidal.

Adquirir los conocimientos teóricos fundamentales para el cálculo de los circuitos magnéticos.

### Contenidos Mínimos

Sistemas eléctricos lineales. Elementos pasivos y activos. Fuentes dependientes e independientes. Ecuaciones de equilibrio. Métodos de resolución de circuitos eléctricos. Análisis energético. Sistemas polifásicos. Circuitos magnéticos. Inductancia mutua. Transformadores.

### Carga horaria semanal y total

La asignatura dispone de una carga horaria semanal de seis (6) horas de reloj, distribuidas en dos clases de tres (3) horas cada una. De acuerdo a lo establecido por el Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Electrónica ello equivale a una carga horaria semestral de noventa (90) horas para la asignatura.

### PRESENTACIÓN

Este curso pretende aportar conocimientos y desarrollar capacidades y habilidades para contribuir al logro del perfil del egresado, expresado en el Plan de Estudios de la carrera de Ingeniero Electromecánico, Electrónico y Electricista, y propiciar el alcance de las incumbencias.

A partir de la premisa que los estudiantes universitarios deben ser ciudadanos bien informados y motivados, en permanente autoformación y capacitados para analizar los problemas sociales, buscar soluciones, aplicarlas y asumir responsabilidades, se busca en este Curso un aprendizaje significativo, con el fin de formar estudiantes competentes, entrenados en el hábito de saber explorar los caminos de la información, reconocer sus cualidades, bondades y debilidades, saber buscar con acierto, saber evaluar y seleccionar la información, saber integrar la nueva información para generar conocimiento y saber aplicarla responsablemente en el ejercicio profesional, en procura siempre del bien común, atendiendo las bondades del otro y del medio.

La Electrotecnia es una disciplina que estudia el sistema eléctrico, y si bien el concepto se fundamenta en los mismos hechos experimentales que las ecuaciones de Maxwell, el circuito eléctrico incluye aproximaciones que no están contenidas en la teoría de campos y estas limitaciones son fundamentales para precisarlo y sostenerlo.

Los sistemas eléctricos se fueron complicando e identificando debido al aumento progresivo de la demanda de energía eléctrica y la renovación tecnológica de la industria, sin dejar de lado en la enunciación, el concepto cada vez mejor entendido de la seguridad, de la calidad de la energía eléctrica y de la calidad de vida. En este curso se considerará al sistema eléctrico consumidos monofásico y trifásico. Se presentarán los modelos analíticos y gráficos y se formularán las ecuaciones de equilibrio para sistemas eléctricos con elementos lineales, con y sin interacción entre ellos. Se seleccionarán los que sean capaces de describirlos, teniendo en cuenta los fenómenos que cada elemento de circuito representa y la respuesta que se origina para las distintas excitaciones, particularmente la respuesta en régimen permanente para una excitación senoidal. La teoría de circuitos eléctricos de elementos lineales, pasivos, finitos, concentrados y bilaterales, al igual que la de elementos no lineales, particularmente los núcleos magnéticos como parte de transformadores, determinan un conjunto de conocimientos irremplazables en la preparación de los estudiantes de esta carrera y en el quehacer del Ingeniero Electromecánico, Electrónico y Electricista.

La especialidad en las Ingenierías encuentra su origen en la especificidad que el par ciencia tecnología acuerda en relación al sistema físico que aborde. El Sistema Electromecánico, objeto de estudio de la carrera, es uno de ellos y posee características que permiten reconocerlos entre los otros. Es una individualidad compleja y no siempre es posible reconocer a sus componentes eléctrica y mecánica o decidir sobre la acción individual de cada una. La interrelación entre el Sistema Eléctrico y el Sistema Mecánico y entre las componentes de cada uno, fundamenta y define al Sistema Electromecánico. Desde esta enunciación se delimita claramente el campo profesional del Ingeniero Electromecánico. Este curso, si bien considera solo al sistema eléctrico, el planteo se hará a partir de la presentación del Sistema Electromecánico, por lo que modelo, equilibrio energético y análisis de sistemas, son elementos preponderantes.

Para abordar los temas seleccionados, es necesario que los estudiantes posean conocimientos de Álgebra Lineal, Cálculo Diferencial e Integral para variable real y compleja y Ecuaciones Diferenciales Lineales, para que puedan realizar la selección del modelo propuesto por la Matemática, capaz de describir el fenómeno físico que se trate. Posean también en sus conocimientos los conceptos de Energía y Campos, Electricidad, Magnetismo y Electromagnetismo. Es necesario además, que hayan conocido y empleado programas y aplicaciones de software de uso en Circuitos Eléctricos, en particular y de Ingeniería en general.

Sin estos prerrequisitos el marco de referencia del alumno no será adecuado y se encontrará con dificultades en el desarrollo del curso.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivos Generales**

Que el estudiante desarrolle:

Capacidad para: Evaluar la información, seleccionarla para usos posteriores y aplicar criterios e indicadores para conocer la calidad, fiabilidad, validez, adecuación, pertinencia, actualidad y accesibilidad de la misma. Comunicar la información ejercitando destrezas para la transferencia oral, escrita y electrónica, entrenamiento para el trabajo en equipo, motivación para el desarrollo e innovación en las estrategias. Utilizar la información, para integrar la nueva en los esquemas de conocimientos individuales y colectivos, y para hacer uso de las tecnologías de la información y comunicación, incluyendo el acceso a las redes universitarias internacionales.

Flexibilidad y Espíritu Crítico para: Admitir la posibilidad de nuevas justificaciones de un hecho o fenómeno ante afirmaciones sujetas al rigor científico.

Honestidad Profesional para: Buscar modos que le permitan economizar esfuerzo, tiempo y dinero sin descuidar la eficiencia de su trabajo, la calidad del producto, la honorabilidad de su persona dentro de un marco de respeto a sus semejantes, a la comunidad y al medio ambiente como una actitud fundamental, ante la oportunidad de tomar decisiones en su trabajo.

### **Objetivos Específicos**

Que al finalizar el Curso el estudiante conozca:

Las expresiones y los principios que describen a los elementos lineales, pasivos, concentrados y finitos y a los elementos no lineales, especialmente a los núcleos magnéticos.

Las leyes, los principios y las normas que describen a los circuitos eléctricos consumidores monofásicos y trifásicos, en régimen estacionario senoidal.

Los métodos para el planteo y la solución, analíticos y gráficos, que describen y resuelven a los sistemas eléctricos lineales en régimen estacionario senoidal, sin acoplamiento magnético.

Las relaciones que vinculan a las variables que describen a los transformadores para distintas configuraciones y estados de carga.

Que sea capaz de:

Seleccionar los modelos que representan a los elementos y a los sistemas eléctricos reales.

Identificar a cada uno de los elementos activos y pasivos de un sistema eléctrico.

Reconocer a las variables que los describen.

Establecer las relaciones que vinculan a las variables.

Presentar, mediante los modelos formales reconocidos, la respuesta de un sistema eléctrico particular en régimen estacionario senoidal.

Evaluar la energía puesta en juego en el sistema y presentar el equilibrio energético.

Respetar la aplicación de las normas técnicas y evitar su incumplimiento.

## **SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE CONTENIDOS**

### **PROGRAMA SINTÉTICO**

El concepto de circuito eléctrico. Sistemas eléctricos con elementos lineales, finitos, concentrados y bilaterales. Ecuaciones de equilibrio. Respuesta de los sistemas eléctricos lineales simples. Análisis de los sistemas eléctricos lineales en régimen estacionario senoidal. Estudio de la impedancia. Métodos para la solución de sistemas eléctricos lineales en régimen

estacionario senoidal. Sistema eléctrico trifásico Elementos no lineales. Acoplamiento Inductivo. Circuito Magnético. Transformador monofásico. Circuito equivalente eléctrico.

## **PROGRAMA ANALÍTICO**

### **UNIDAD I: Concepto de Circuito Eléctrico**

El circuito eléctrico y la teoría de circuitos eléctricos. El elemento ideal básico del circuito eléctrico. Concepto, modelo y símbolo de fuentes dependientes e independientes, resistencia, capacidad e inductancia. Relación de las variables tensión-corriente en los elementos básicos agrupados. Configuraciones especiales simples.

### **UNIDAD II: Ecuaciones de Equilibrio**

Sistemas eléctricos lineales. Identificación de partes y elementos. Propiedades características de los sistemas eléctricos lineales. Las leyes de Kirchoff en la formulación de las ecuaciones de equilibrio. Interpretación del polinomio diferencial y de las variables básicas. Propiedades generales de la solución de la ecuación de equilibrio. Correlación entre los aspectos físicos y formales en las ecuaciones de equilibrio característica y de respuesta, que describen a los sistemas eléctricos lineales. Potencia eléctrica.

### **UNIDAD III: Análisis de los circuitos eléctricos lineales en régimen estacionario senoidal.**

La importancia de la función senoidal en el estudio de redes eléctricas. La ecuación de equilibrio y la componente forzada de la solución. Representación de la función senoidal como número complejo. Interpretación del polinomio diferencial como expresión del campo de los complejos. La impedancia y la admitancia de los sistemas eléctricos lineales. Estudio de la respuesta para una excitación de frecuencia variable.

### **UNIDAD IV: Solución de sistemas eléctricos lineales**

Estudio de los circuitos simples en serie y paralelo. Principio de dualidad. Diagrama de los complejos que representan a las tensiones y a las corrientes. Circuitos mixtos. Configuraciones particulares. Impedancia equivalente. Potencia eléctrica. Interpretación del triángulo de potencia. Unidades. Método de mallas y de nodos. Ecuaciones de solución. Redes de dos pares de terminales. Configuraciones especiales. Principios y teoremas de redes eléctricas lineales: superposición, reciprocidad, sustitución, compensación, Thévenin, Norton, Máxima transferencia de energía. Millman.

### **UNIDAD V: Sistemas trifásicos**

Sistemas eléctricos con simetría en su estructura y en la distribución de los manantiales. Clasificación de los sistemas trifásicos según la excitación, la carga y la respuesta. Sistemas trifásicos característicos. Equivalencia entre las configuraciones. Diagrama de los complejos que representan a las tensiones y las corrientes. Estudio de los sistemas trifásicos balanceados. Teoremas de Fortescau. Método de las componentes simétricas. Solución de sistemas trifásicos por el método de las componentes simétricas.

### **UNIDAD VI: Elementos no lineales**

Curvas características de los elementos no lineales. Interpretación de los elementos no lineales por relaciones que describen a los circuitos eléctricos lineales equivalentes. Circuitos magnéticos. Relación entre las variables. Ecuaciones de equilibrio. Cálculo grafo-analítico de circuitos magnéticos ramificados, no ramificados y mixtos.

## **UNIDAD VII: Transformadores**

Inducción mutua. Acoplamiento magnético. Generalidades. Tipos de transformadores. Elementos constitutivos. El núcleo magnético. Energía puesta en juego en el núcleo. Relación entre las variables fundamentales en el transformador. Corriente de excitación. Flujo magnético. Fugas magnéticas. Inductancia de fuga. Acción de la carga sobre el primario. Compensación de flujos. Circuito eléctrico equivalente de los transformadores monofásicos con núcleo de hierro.

## **LISTA DE TRABAJOS PRÁCTICOS**

**TP N° 1-** Determinación analítica y gráfica de los valores de las variables que actúan en los elementos lineales puros, y cálculo de los valores de los parámetros para las distintas formas de las variables aplicadas.

**TP N° 2-** Determinación de los valores de las variables fundamentales, de las impedancias y de las admitancias correspondientes, en los circuitos lineales simples en serie y paralelo, en régimen estacionario senoidal. Presentación de la información mediante los complejos que representan a las tensiones y corrientes presentes en el sistema.

**TP N° 3-** Determinación de los valores de las variables fundamentales, de las impedancias y de las admitancias correspondientes, en los circuitos lineales simples en conexión mixta, en régimen estacionario senoidal. Presentación de la información mediante los complejos que representan a las tensiones y corrientes presentes en el circuito.

**TP N° 4-** Determinación de los valores de las potencias en circuitos en régimen estacionario senoidal, y cálculo de los elementos necesarios para corregir el factor de potencia si fuera necesario. Presentación de la información empleando el triángulo de potencias que describe el sistema.

**TP N° 5-** Resolver circuitos lineales aplicando el método de nodos.

**TP N° 6-** Resolver circuitos lineales aplicando el método de mallas.

**TP N° 7-** Resolver circuitos eléctricos lineales aplicando los teoremas de redes eléctricas.

**TP N° 8-** Resolución de circuitos eléctricos trifásicos. Presentación de la información mediante los complejos que representan a las tensiones y corrientes presentes en el sistema.

**TP N° 9-** Resolución de circuitos eléctricos trifásicos, con distinta carga por fase. Presentación de la información mediante los complejos que representan a las tensiones y corrientes presentes en el sistema.

**TP N° 10-** Cálculo analítico y gráfico de circuitos magnéticos. Presentación de la información mediante la gráfica resultante.

**TP N° 11-** Resolución de un transformador monofásico con núcleo de hierro, para distintos tipos de carga. Presentación de la información mediante los complejos que representan a las tensiones y corrientes para cada situación, a partir del circuito eléctrico equivalente.

## **EXPERIENCIAS DE LABORATORIO**

**Práctica N° 1-** Verificación de la forma de la respuesta forzada en circuitos simples, para distintas excitaciones, empleando equipos de laboratorio y programas de simulación.

**Práctica N° 2-** Verificación del desfase entre la excitación y la respuesta en régimen estacionario senoidal, en circuitos eléctricos lineales montados en el laboratorio y simulados en computadora.

**Práctica N° 3-** Verificación de los teoremas de redes eléctricas con circuitos montados en laboratorio y simulados mediante computadora.

**Práctica N° 4-** Inspección y reconocimiento del circuito eléctrico y magnético que constituye un transformador monofásico de baja tensión, con y sin carga. Identificación de los elementos y medición de tensiones y corrientes. Determinación de los puntos homólogos y el valor de la inductancia mutua.

## **PRÁCTICAS EXTRACURRICULARES**

Recorrido en la zona del Parque Industrial para observar y reconocer instalaciones de redes eléctricas de transporte y distribución de energía eléctrica. Identificación de elementos que las componen.

Visitas a estaciones transformadoras para observar los distintos tipos de transformadores en servicio e identificar sus partes.

## **BIBLIOGRAFÍA GENERAL**

- Análisis de Redes. Van Valkenburg. Editorial Limusa.
- Circuitos Eléctricos, Introducción al Análisis y Diseño. Dorf., Svoboda. Editorial Alfaomega. 2° Edición.
- Circuitos Eléctricos y Magnéticos. Temas Especiales. Spinadel. Editorial Nueva.
- Análisis Básico de Circuitos en Ingeniería. James David Irwin. Editorial Prentice Hall. 5° Edición.
- Circuitos Eléctricos. James W. Nilsson. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana.
- Circuitos Eléctricos y Magnéticos. Temas Especiales. E. Spinadel. Ed. Nueva.
- Circuito Magnético y Transformadores. Inst. Tecnológico de Massachussets. Ed. CECSA.
- Electrotecnia General y Aplicada. Tomo I Fundamentos de la Electrotecnia. Moeller-Werr. Ed. Labor.
- Circuitos en Ingeniería Eléctrica. H. Skilling. Editorial CECSA.
- Introducción a la Teoría de Circuitos Eléctricos. Guilemin. Editorial Reverté.
- Máquinas Eléctricas. 5° Ed. A. Fitzgerald, Charles Kingsley (jr.), S. Umans. Ed. Mc Graw-Hill.
- Sistemas Eléctricos Lineales. Detalles. Rettaroli de Martínez.
- Transformadores. E Spinadel. Ed. Nueva.

## **METODOLOGÍA DE ESTUDIO**

Para el abordaje de los temas establecidos en el Programa Analítico correspondientes a la Asignatura se han previsto dos (2) encuentros semanales, de tres (3) horas cada uno, de acuerdo a los horarios que se establezcan oportunamente; y a desarrollar durante las quince (15) semanas del segundo semestre.

Para las estrategias a desarrollar se prevén la exposición a cargo del docente, la exposición grupal a cargo de los alumnos, la coparticipación entre docente y estudiantes mediante el diálogo constructivo.

Durante las clases prácticas se procederá a la resolución de problemas tipo incorporados a la Guía de Trabajos Prácticos. Y durante las Prácticas de Laboratorio se implementarán modelos de circuitos para su ensayo y medición, ó bien la realización de simulaciones con algún software específico.

Con todo ello se busca lograr los objetivos propuestos, buscando la orientación en la adquisición de saberes y en el desarrollo de conductas que propicien la creación del conocimiento.

## **EVALUACIÓN**

### **Evaluación de Diagnóstico**

Se implementará durante la primera clase, en la forma de una evaluación individual escrita, a los efectos de determinar los conocimientos previos con los que arriban los estudiantes. De la misma surgirán las estrategias de corrección individual y grupal, a fin de poder lograr zanjar las deficiencias con mirar a los futuros temas a abordar en el desarrollo de los contenidos.

### **Evaluación de Formación**

A los fines de determinar el progreso en el proceso de aprendizaje se tomarán dos (2) Evaluaciones Parciales escritas individuales, en fechas a determinar. Los mismos tendrán una calificación de Aprobado con nota no inferior a siete (7), en caso contrario solamente podrá recuperarse uno de ellos al final del Cuatrimestre.

### **Condición de Alumno Regular**

Al finalizar el cursado de la Asignatura se hará acreedor a la condición de Alumno Regular, quien cumpla las siguientes condiciones:

- Estar inscripto en la Lista de Alumnos proporcionada por la Facultad.
- Asistencia mínima al 80 % de las clases teóricas.
- Asistencia mínima al 80 % de las clases prácticas.
- Aprobar los dos (2) Parciales de Evaluación con nota no inferior a siete (7).
- Presente la carpeta completa con las guías de Trabajos Prácticos resueltos y los informes de las Prácticas de Laboratorio realizadas.

### **Examen Final de Alumno Regular**

Aquellos alumnos que hayan alcanzado la condición de Alumno Regular podrán presentarse ante el Tribunal Examinador en las fechas preestablecidas por la Facultad y aprobar el Examen Final Oral con nota de cuatro (4) ó más, en la escala del uno (1) al diez (10).

### **Examen Final de Alumno Libre**

Los alumnos que se presenten al Examen Final en calidad de Alumno Libre, deberán superar una instancia Práctica de Resolución de Problemas y una instancia de Examen Oral, no debiendo desaprobado ninguna de ellas. La nota final será la resultante del promedio de ambas instancias.