

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL ROSARIO

Res. 94/01-

Programa de la asignatura: ELECTROTECNIA Y MAQUINAS ELECTRICAS

INGENIERÍA MECANICA

PLAN DE ESTUDIOS 1994

4º AÑO . INGENIERÍA MECANICA

P. ADJ. INT.: Ing. EDUARDO O. LUCIANI

J.T.P.SUP.: Ing. ADALBERTO BEARZOTI

INDICE

1- OBJETIVOS

1.1- OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA.

1.2- OBJETIVOS Y CONTENIDOS ESPECIFICOS DE CADA UNIDAD DIDACTICA.

2- TECNICAS DIDACTICAS.

2.1- ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE.

3- CRITERIOS DE EVALUACION

4- MATERIAL DIDACTICO

4.1- BIBLIOGRAFIA.

4.2- GUIA DE TRABAJOS PRACTICOS.

## **1- OBJETIVOS**

### **1.1- OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA**

Los objetivos que se proponen son los que plantea textualmente el documento sobre el diseño curricular.

#### **QUE EL ALUMNO LOGRE:**

- Introducir al alumno en los aspectos tecnológicos de la electricidad.
- Conocer y comprender las leyes que rigen esta disciplina.
- Aplicar dichas leyes al cálculo de circuitos eléctricos.
- Conocer y comprender los principios de funcionamiento de las máquinas eléctricas.
- Comprender el funcionamiento de los sistemas de control de estas máquinas.
- Conocer y comprender los ensayos pertinentes.

### **1.2- OBJETIVOS y CONTENIDOS ESPECIFICOS DE LAS UNIDADES DIDACTICAS.**

El desarrollo de la asignatura se realizará considerando la integración permanente de los contenidos conceptuales y efectuando la asociación y relación de los mismos con la realidad; el hecho de encontrarse el presente plan dividido en unidades didácticas es sólo a los efectos de su organización.

#### **UNIDAD DIDACTICA I: Parámetros. Fuentes. Señales. Circuitos.**

##### **Objetivos:**

En esta unidad se realizarán las definiciones fundamentales, de tal modo que el alumno logre al final de la misma resolver circuitos excitados con corriente continua en régimen permanente aplicando circuitos equivalentes, métodos y teoremas.

##### **Contenidos:**

Intercambios energéticos. Parámetros eléctricos; resistencia, inductancia, inductancia mutua, capacitancia. Dipolos pasivos; fuentes de tensión, fuentes de corriente. Construcción del modelo circuital ideal para un circuito real. Modelos circuitales idealizados de los dipolos pasivos y activos. Señales eléctricas; constantes, variables aperiódicas y periódicas, ciclo, frecuencia, periodo, pulsación, valores instantáneos, de pico, medios y eficaces; funciones rectangular, triangular y senoidal, pulsos rectangular y triangular. Introducción a la serie de Fourier para descomponer señales periódicas no armónicas. Reglas de Kirchoff. Distribución del potencial a lo largo del circuito. Resolución de circuitos excitados con corriente continua en régimen permanente. Cálculo de circuitos

ramificados. Circuitos equivalentes. Transformación estrella -triángulo. Método de los potenciales de los nudos. Método de las corrientes de mallas. Principio de superposición. Teorema de Thevenin. Teorema de Norton. Máxima transferencia de potencia. Resolución de ejercicios. Problemas de aplicación.

## **UNIDAD DIDACTICA II : Circuitos en régimen transitorio.**

### **Objetivos:**

Se comenzará desarrollando la respuesta natural en los circuitos simples, extendiendo el análisis a sistemas mecánicos análogos elementales donde intervengan masas, resortes, y rozamientos utilizando la ley de D'Alembert.

Se espera que el alumno logre calcular la respuesta completa del circuito sumando a la respuesta natural la permanente y determine las constantes a partir de las condiciones iniciales. Además se propone que el alumno comprenda los fenómenos que se producen en los circuitos ante conexiones y desconexiones en las ramas activas y pasivas.

### **Contenidos:**

La respuesta natural de un sistema físico. Circuitos RL, RC, RLC. Principio de D'Alambert. Conjunto resorte, masa rozamiento viscoso. Entrada en escalón aplicada a circuitos RL, RC, RLC. Entrada senoidal aplicada a circuitos RL, RC, RLC. Analogías mecánica. Respuesta a un impulso. Resolución de ejercicios. Problemas de aplicación.

## **UNIDAD DIDACTICA III: Circuitos de corriente alterna en régimen permanente.**

### **Objetivos:**

El aprendizaje de la resolución de circuitos de corriente alterna se realizará sobre la base de destacar la importancia que tienen en la generación centralizada de la energía eléctrica, de su transmisión, distribución, y de los distintos niveles de tensión que se utilizan a través del transformador.

Se espera que el alumno logre resolver y comprender que los circuitos analizados constituyen configuraciones y modelos con parámetros concentrados de las instalaciones y máquinas eléctricas.

### **Contenidos:**

La función senoidal. La función exponencial. Representación exponencial de sinusoides. Vectores giratorios. Operaciones con vectores giratorios. Excitación senoidal de resistencia, inductancia y capacidad. Reactancia inductiva y capacitiva. impedancia. Resonancia serie. Factor de mérito "Q".

Potencia y energía. Circuitos serie-paralelo. Admitancia compleja. Resonancia paralelo. Resolución de circuitos ramificados de corriente alterna, métodos y teoremas. Resolución de ejercicios y problemas de aplicación.

#### **UNIDAD DIDACTICA IV: Sistemas y circuitos trifásicos**

##### **Objetivos:**

Se destacará la economía que el sistema trifásico presenta ante el monofásico por el mejor aprovechamiento del cobre y del hierro en los generadores y motores eléctricos. y también del cobre en los conductores: como asimismo la constancia que presenta la potencia instantánea. la que incide en la marcha uniforme de los motores de inducción.

También se extenderán los conceptos a:

- sistemas polifásicos exafásicos y dodecafásicos que se utilizan en los equipos que convierten la corriente alterna en corriente continua. ya los sistemas bifásicos aplicados a los circuitos de potencia de los automatismos.
- la propiedad de los sistemas polifásicos para generar campos magnéticos giratorios que producen una cupla motriz sobre los rotores de los motores de inducción.
- Se espera que el alumno logre resolver circuitos trifásicos simples con cargas equilibradas y desequilibradas alimentadas por un sistema simétrico de tensiones. que representan circuitos de instalaciones eléctricas de talleres. comercios. etc. ; y que además debe corregir el factor de potencia. efectuar mediciones y detectar fallas.

##### **Contenidos:**

Generación. Conexión en estrella y en triángulo. Régimen simétrico de un circuito trifásico. Potencia y energía. Cálculo de los regímenes asimétricos con cargas estáticas. Campo magnético: giratorio. Principio de funcionamiento de los motores sincrónicos y asincrónicos. Resolución del ejercicios. Problemas de aplicación.

#### **UNIDAD DIDACTICA V: Circuitos magnéticos**

##### **Objetivos:**

El alumno comprenderá la utilización de los materiales ferromagnéticos para intensificar el flujo magnético en una determinada parte de las máquinas eléctricas, aparatos y dispositivos electromagnéticos. También determinará las pérdidas que se producen en el hierro por histéresis y corrientes parásitas cuando la estructura es excitada con corriente alterna. y evaluará el conjunto de pérdidas al incluir las pérdidas en el cobre por efecto Joule determinando el calentamiento y refrigeración de aparato.

Resolverá también circuitos magnéticos serie y paralelos simétricos para determinar la magnitud de la excitación necesaria.

**Contenidos:**

Conversión de energía electromecánica. Interacciones magnéticas. Permeabilidad. Magnitudes y unidades. Ley de Ampere. El circuito magnético. Ley de Hopkinson. Curvas de magnetización. Cálculo de circuitos magnético serie y ramificados. Pérdidas en el hierro y en el cobre. Calentamiento y refrigeración. Resolución de ejercicios. Problemas de aplicación.

**UNIDAD DIDACTICA VI: Instrumentos y mediciones eléctricas**

Se destacará la importancia del uso de los instrumentos y de la práctica de las mediciones eléctricas, considerando la imposibilidad que tiene el hombre de observar directamente las magnitudes eléctricas. Se integrarán también los principios de las mediciones de las magnitudes físicas no eléctricas como, temperatura, presión, velocidad, etc., y su aplicación en la automatización de los procesos de producción.

Se espera que al final de la unidad que el alumno logre comprender el funcionamiento de los instrumentos eléctricos identificando su principio motor, su aplicación correcta para medir distintas magnitudes, y efectuar mediciones de parámetros básicos considerando los errores metodológicos.

**Contenidos:**

Medidas y aparatos de medidas. Métodos de mediciones. Errores de medición y clases de precisión. Elementos comunes de los aparatos eléctricos de medida de aguja. Mecanismos de los aparatos eléctricos de medida; magnetoeléctrico, electromagnético, electrodinámico, de inducción. Osciloscopio. Medición de potencia y energía en corriente alterna monofásica y trifásica. Ohmetro. Logómetro; megohmetro. Ampliación de las escalas. Medición de parámetros R -L -C. Uso de transformadores de medida. Tableros de medidas. Resolución de ejercicios. Problemas de aplicación. Trabajo práctico laboratorio.

**UNIDAD DIDACTICA VII: Transformadores**

**Objetivos:**

Se realizará el estudio de los transformadores de potencia considerando su aplicación a la transmisión y distribución de la energía eléctrica, como asimismo su utilización para efectuar mediciones donde las tensiones y / o corrientes son de magnitud elevadas o se deben reconocer a distancias incómodas.

Se espera que el alumno logre comprender su funcionamiento, identificar sus características, reconocer sus aplicaciones, aplicar criterios de selección y realizar ensayos básicos de laboratorio; como asimismo calcular el rendimiento y la regulación a través del circuito equivalente.

**Contenidos:**

Circuitos acoplados inductivamente. Ley de Faraday. Enlaces de flujo. Funcionamiento del transformador. Inductancia mutua. Principales aspectos constructivos. Transformador ideal en vacío y en carga. Transformador real en vacío y en carga. Diagrama vectorial. Circuitos equivalentes. Cálculo indirecto del rendimiento y la regulación. Determinación de las constantes. Ensayo en vacío y en cortocircuito. Expresión de las constantes en términos relativos. Conexión en paralelo. Autotransformadores. Transformadores de medida. Transformadores trifásicos. Arrollamientos en estrella, triángulo, zig zag. Conexiones normalizadas. Características eléctricas de los grupos de conexiones. Determinación del desfase. Conexión en paralelo. Ensayos de recepción. Ejercicios. Problemas de aplicación. Ensayos de laboratorio.

**UNIDAD DIDACTICA VIII: Máquinas eléctricas asincrónicas y sincrónicas**

**Objetivos:**

La finalidad principal de esta unidad consiste en que el alumno logre interrelacionar las leyes básicas de la electrodinámica y las características de funcionamiento de las máquinas eléctricas giratorias. Leyes de Faraday, Ampere, Biot. Savart. También se espera que reconozca los distintos tipos de máquinas con sus características y sus posibles aplicaciones, como asimismo efectúe ensayos básicos de recepción y pueda resolver problemas simples.

**Contenidos:**

Motores polifásicos asincrónicos. Principio de funcionamiento. Campo magnético giratorio. Principales aspectos constructivos. Analogías con el transformador. Rotor libre. Circuitos equivalentes. Diagramas vectoriales. Determinación de las constantes. Ensayos en vacío y a rotor bloqueado. Potencias y cuplas; gráficas en función del deslizamiento para el motor, generador y freno. Características mecánicas y económicas. Arranques, rotor jaula y rotor bobinado. Variación de la velocidad. Motor monofásico de inducción. Arranque por bobina auxiliar en cortocircuito, fase partida, capacitor de arranque. Ensayos de recepción. Ejercicios. Problemas de aplicación. Ensayos de laboratorio.

Máquinas sincrónicas polifásicas. Principio de funcionamiento, motor y generador. Principales aspectos constructivos. Alternador. Funcionamiento en vacío y en carga. Reacción de armadura. Circuito equivalente. Diagrama vectorial. Regulación de tensión. Pérdidas y rendimiento. Conexión en paralelo. Motor sincrónico. Momento electromagnético. Potencia y momento sincronizantes. Variación de la excitación. Características de funcionamiento del motor sincrónico. Arranque del motor sincrónico. Ensayos de recepción. Resolución de ejercicios. Problemas de aplicación. Ensayos de laboratorio.

## UNIDAD DIDACTICA IX: Rectificadores y máquinas de corriente continua

### Objetivos:

Se destacará la importancia del uso de los rectificadores para producir corriente continua a partir de la red de corriente alterna, como alternativa de la producción tradicional a través de la dinamo.

Se espera que el alumno logre comprender e identificar las propiedades de los distintos tipos de circuitos, como asimismo aplicarlos a situaciones concretas.

### Contenidos:

Diodo rectificador. Tiristor. Rectificador monofásico de media onda. Rectificador de onda completa a contrafase y puente. Rectificador trifásico de media onda. Rectificador trifásico de onda completa. Rectificadores multianódicos. Relación de tensiones y corrientes. Filtros a capacitor. Armónicas de la función de salida. Efectos de la reactancia del transformador. Control de la tensión. Resolución de Ejercicios. Problemas de aplicación. Ensayos de laboratorio. Máquinas de corriente continua. Principio de funcionamiento como generador y motor. Conexiones y sentidos de las corrientes. Función tensión y cupla. Principales aspectos constructivos. Arrollamientos de armadura. Fuerza electromotriz inducida. Circuito equivalente. Ecuación del generador y del motor. Reacción de armadura. Conmutación. Mejora de la conmutación. Excitación de los generadores y sus características; excitación independiente, derivación, serie, compuesta. Potencia y cupla motriz. Arranque y regulación de la velocidad. Motores serie, derivación y compuestos. Ensayos de recepción. Resolución de ejercicios. Problemas de aplicación. Ensayos de laboratorio.

## UNIDAD DIDACTICA X: Selección de máquinas eléctricas.

### Objetivos:

A partir de reconocer la importancia económica que tiene el accionamiento de mecanismos por medio de electromotores, se espera que el alumno logre:

- definir la demanda de la máquina accionada.
- determinar la situación de la red.
- reconocer las condiciones del medio ambiente.
- seleccionar el tipo de motor más conveniente y el sistema de transmisión.
- definir el sistema de arranque, de control y de protección.

También constituye un objetivo que el alumno comprenda la necesidad de garantizar:

- la integridad física del personal que debe operar el equipo.
- la seguridad del proceso de producción.
- la utilidad y la amortización de la inversión realizada.

**Contenidos:**

Criterios de selección; técnicos particulares, estadísticos, económicos. Característica par motor - velocidad de cargas mecánicas y de electromotores. Punto de funcionamiento y estabilidad. Cálculo del tiempo de aceleración. Momento de inercia. Cadena cinemática. Categorías de motores de inducción. Inercias normalizadas. Funcionamiento del accionamiento en los cuatro cuadrantes. Potencia, calentamiento y refrigeración de los motores eléctricos. Regímenes normalizados. El medio ambiente. Grados de protección mecánica. El sistema aislante. Clases de aislamiento y clasificación térmica. La vida útil. Variación combinada de la temperatura y altitud. Fallas y deterioro del aislamiento. Instalación de los motores. Dimensiones de montaje. Parámetros mecánicos. Transmisiones. Vibraciones. Resolución de ejercicios. Problemas de aplicación.

**UNIDAD DIDACTICA XI: Circuitos y aparatos de comando****Objetivos:**

El objetivo de esta unidad consiste en describir los elementos con sus características fundamentales que se emplean en los circuitos de comando y regulación de los electromotores. Se analizan una cantidad suficiente de circuitos y ejemplos de aplicación a los efectos de familiarizar al alumno con los símbolos y diagramas de distintas normas, con el fin de lograr una rápida interpretación de situaciones prácticas que son de permanente aplicación.

**Contenidos:**

Seccionadores bajo carga. Conmutadores. Contactores. Pulsadores. Combinadores. Relevadores. Relevadores temporizados. Interruptores finales de carrera. Interruptores de pedal. Preóstatos. Termostatos. Frenos de zapatas. Frenos y acoplamientos de corrientes parásitas. Simbología de los aparatos de maniobra y motores. Circuitos de comando de; arranques, inversión del sentido de giro, frenado dinámico, frenado a contracorriente, de los motores de corriente continua. Cálculo de resistencias aceleradoras y de frenado dinámico. Circuitos de comando de; arranque, inversión del sentido de giro, frenado a contracorriente, frenado dinámico, de los motores de corriente alterna. Circuitos de comando para la regulación de la velocidad. Protección de los motores eléctricos; sobrecargas, sobreintensidad, relevadores térmicos, relevadores magnéticos, fusibles, termistores, imagen térmica Arrancadores, protecciones y variadores de velocidad electrónicos. Accionamientos interrelacionados. Centros de control de motores. Introducción al control lógico programable (P L C ).

**2- TECNICAS DIDACTICAS**

Se desarrollará una estrategia centrada en la interrelación docentes -alumnos, donde se priorizará como procesos intervinientes la información. la

conceptualización y la formación de criterios sobre la base de aprendizajes significativos.

Se adoptará un enfoque problematizador orientando las experiencias aprendizajes del mismo modo que el alumno se desarrollará como ingeniero. A efecto se aplicarán técnicas del tipo:

- expositivas.
- demostrativas.
- resolución de problemas.
- laboratorio.
- estudio dirigido.

Considerando la extensión del temario propuesto por el diseño curricular, implementarán técnicas basadas en el uso de medios audiovisuales y tareas autogestionarias desarrolladas por los alumnos.

### **2.1 -ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE.**

Las actividades tendrán como fin el logro de los objetivos propuestos, por dicha razón el alumno efectuará:

- resolución de ejercicios de adiestramiento.
- resolución de problemas de aplicación.
- ejecución y análisis de circuitos en los laboratorios.
- investigación bibliográfica.
- elaboración de informes.
- elaboración de respuestas a las guías de estudio

### **3- CRITERIOS DE EVALUACION.**

Se aplicará la técnica de evaluación continua. con el fin de orientar al estudiante a procesos internos de diagnósticos y pronósticos permanente de aprendizajes. Para dicho efecto la programación de la asignatura está organizada sobre la base evaluaciones parciales. con el fin de asegurar en la práctica la meta propuesta. Con el objeto de integrar la totalidad de los conocimientos. habilidades destrezas alcanzadas. se efectuará un coloquio final en la mesa de examen regulares. donde el alumno deberá analizar y resolver conceptualmente el planteo de problemas integrales sobre equipamientos electromecánicos.

#### 4- MATERIAL DIDACTICO

##### 4.1 -BIBLIOGRAFIA

- Principios de Electrotecnia. Tomo I- G.V. ZEVEKE. -P.A. IONKIN. -Ed. Cartago.
- Principios de Electrotecnia. Tomo II- A. V. NETUSHIL -S. V. STRAJOV -Ed. Cartago. -Análisis de Modelos Circuitales. Tomos I-II. -H. O. PUEYO -C. MARCOS -Ed. Arbó.
- Circuitos Eléctricos. -J. A. EDMINISTER -Ed. Mc Graw Hill.
- Curso de Electrotecnia. -A. KASATKIN -M. PEREKALIN. -Ed. Cartago.
- Técnica de las Medidas Eléctricas. -M. STOKOL -K. H. WINTERLING. -Ed. Labor.
- Máquinas Eléctricas. Tomos I-II. -ALBERTO R GRAY -Ed. Eudeba.
- Máquinas de Corriente Continua. -M. LIWSCHITZ -GARIK -C.C. WHIPPLE. -Ed. Ceca.
- Máquinas de Corriente Alterna. -M. LIWSCHITZ -GARIK -C.C. WHIPPLE. -Ed. Ceca.
- Rectificadores Tiristores y Triacs. -M. GAUDRY -Ed. Paraninfo.
- Sistemas Industriales de Regulación Eléctrica. -C. S. SISKIND -Ed. Labor.
- Accionamientos Eléctricos. -M. CHILIKIN -Ed. Mir Moscú.
- Características de los Motores en el Accionamiento Eléctrico. -S. VESHENEVSKI -Ed. Mir. Moscú.
- Control de Máquinas Eléctricas. -I. L. KOSOW -Ed. Reverté.
- Selección y Aplicación de los Motores Eléctricos. -O. S. LOBOSCO -J. L. PEREIRA DA COSTA DIAS -Ed. Marcombo.
- Manual CZERWENY.
- Manual Siemens de Baja Tensión. -Revista Ingeniería Eléctrica.
- Revista Megavatio.

##### 4.2- GUIAS DE TRABAJOS PRACTICOS

- T.P. N°1- Medición de parámetros básicos.
- T.P. N°2- Ensayos de transformadores.
- T.P. N°3- Ensayos de motores trifásicos de inducción.
- T.P. N°4- Circuitos rectificadores de potencia.
- T.P. N°5- Circuitos de comando de electromotores.