

## IE0615 – Máquinas Eléctricas II

**Programa del curso****Descripción**

El curso de Máquinas Eléctricas II es la continuación del curso Máquinas Eléctricas I. Este curso introduce y explica la teoría de las máquinas eléctricas giratorias de aplicación industrial, comercial y residencial. Adicionalmente, el estudiante adquiere las destrezas necesarias para entender, explicar y modelar matemáticamente las máquinas de inducción monofásicas, las máquinas sincrónicas y las máquinas de corriente continua, todas operando en régimen permanente.

El curso IE-0615 está constituido por dos actividades fundamentales, a saber:

1. Clases magistrales, donde el profesor presenta la teoría de máquinas eléctricas y desarrolla ejemplos y ejercicios para ayudar al estudiante a mejorar su desempeño en proyectos y demás evaluaciones.
2. Clases de laboratorio, que pretenden ser un complemento práctico de lo aprendido en las clases teóricas.

Lo anterior hace que el curso de máquinas eléctricas II sea un curso intensivo en horas de dedicación por parte del estudiante.

---

|                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| Créditos        | 4                  |
| Horas de teoría | 4 horas por semana |

---

**Objetivos****Objetivo General**

Entender el principio de funcionamiento de las máquinas eléctricas rotativas y tener la capacidad de modelar la operación de la máquina de inducción monofásica, la máquina sincrónica y la máquina de corriente continua, todas en régimen permanente.

**Objetivos Específicos**

1. N/A

**Contenidos**

**Máquina de inducción monofásica (4 semanas).**

### FMM estacionaria y giratoria

- Definición de fuerza magnetomotriz
- Expresión analítica (trigonométrica) de la FMM
- Factor de devanado, factor de paso y distribución.

### Tipos de motores monofásicos

- Características del devanado principal y de arranque
- Tipos de motores (características, usos)
  - Fase partida
  - Con condensador de arranque
  - Con condensador de marcha o permanente
  - Con doble condensador

### Modelo en régimen permanente

- Componentes simétricas para sistemas de dos fases
- Análisis del motor monofásico a través de componentes simétricas
- Circuito equivalente del motor monofásico de inducción operando con devanado principal únicamente
- Circuito equivalente del motor monofásico de inducción operando con devanado principal y auxiliar
- Motores bifásicos balanceados
- Relaciones de par, potencia y pérdidas de motores de inducción monofásicos y bifásicos
- Eliminación de corrientes de secuencia negativa

### Parámetros del modelo de máquina monofásica

- Prueba de rotor bloqueado
- Prueba de vacío
- Cálculo de parámetros a partir de las pruebas

## **Máquina sincrónica (6 semanas).**

### *a) Generador sincrónico*

- Introducción (descripción general)
- 1. Componentes básicos (devanados en estator y rotor)

2. Tipos de rotor
3. Principio de funcionamiento
4. Sistemas de control asociados a la máquina sincrónica

- Modelo en régimen permanente

1. Repaso circuitos magnéticos (definición inductancia propia y mutua)
2. Ecuaciones para modelo de máquina sincrónica
3. Inductancias en la máquina sincrónica
4. Transformación de Park (modelo d,q,0)
5. Modelo en régimen permanente
6. Diagramas fasoriales
7. Ecuaciones de potencia activa y reactiva
8. Límite de estabilidad de la máquina sincrónica
9. Sistema p.u. de la máquina sincrónica (sistema de inductancias mutuas iguales)
10. Operación de generador sobre-excitado y sub-excitado
11. Saturación de la máquina sincrónica:
  - 11.1. Característica de saturación a circuito abierto
  - 11.2. Característica del entrehierro y corto circuito
  - 11.3. Modelo de saturación en estudios reales (constantes m y n)
12. Modelo en régimen permanente incluyendo saturación
13. Curva de capacidad de un generador sincrónico

- Regulación de tensión según el factor de potencia

- Operación aislada de dos generadores operando en forma paralela.

1. Conexión de generadores en paralelo (proceso de sincronización)
2. Análisis de generadores aislados alimentando una carga
  - 2.1. Efecto del ajuste del gobernador
  - 2.2. Efecto del ajuste de la excitación
3. Operación conectado a la red de potencia infinita.

b) Motor sincrónico

- Introducción

1. Principio de funcionamiento

- Puesta en operación

1. Arranque del motor sincrónico
2. Modelo en régimen permanente
3. Ecuaciones de potencia activa y reactiva
4. Diagrama fasorial
5. Efecto de los cambios en la carga mecánica
6. Efecto del ajuste de la excitación
7. Corrección del factor de potencia

- Curvas en V

1. Expresión analítica

## 2. Interpretación

- Condensadores sincrónicos

## 1. Diagrama fasorial y curva en V

### **Máquina de corriente continua (5 semanas).**

- Introducción

1. Principio de funcionamiento
2. Partes constructivas (estator, rotor, colector, escobillas, etc.)
3. Modelo matemático de flujos y corrientes en devanados
4. Tensión inducida en una espira giratoria
5. Par inducido por una espira giratoria

- Conmutación en máquina de corriente continua

1. El proceso de conmutación
2. Problemas de conmutación en máquinas reales
3. Solución a los problemas de conmutación
  - 3.1. Desplazamiento de escobillas
  - 3.2. Interpolos
  - 3.3. Devanados de compensación

- Generador de corriente continua

1. Tipos de excitación (externa, derivación, serie y compuesta larga, corta, aditiva, sustractiva)
  - 1.1. Curva de magnetización
  - 1.2. Circuito equivalente
  - 1.3. Control de tensión en terminales (regulación de tensión)
2. Operación aislada en forma paralela

- Motor de corriente continua

1. Características par vs velocidad para diferentes tipos de motores
  - 1.1. Regulación de velocidad
2. Puesta en operación (externa, derivación, serie y compuesta)
  - 2.1. Circuito equivalente
  - 2.2. Control de velocidad
3. Eficiencia

### **Máquinas eléctricas especiales (1 semana).**

- Motor universal

1. Usos
2. Principio de funcionamiento
3. Características principales

### **Competencias**

N/A