



UNIVERSIDAD DISTRITAL
“Francisco José de Caldas”
Facultad Tecnológica
Tecnología en Electricidad
Ingeniería Eléctrica por ciclos

1. Información General

Espacio Académico	MÁQUINAS ELÉCTRICAS			
Código	1640			
Tipo	Espacio teórico-práctico			
Área	Básicas de Ingeniería e Ingeniería Aplicada			
Créditos académicos	HTD	HTC	HTA	Horas/semana
	4	2	3	9
	3 créditos			
Docente	Helmuth Ortiz – heortizs@udistrital.edu.co http://comunidad.udistrital.edu.co/heortizs/			
Atención	Lunes: 2pm – 4pm. Viernes: 8am – 10am			

2. Justificación

Uno de los principales campos de aplicación de los fenómenos electromagnéticos es el de las máquinas rotativas. Estas máquinas son la base fundamental para toda la tecnología utilizada en los procesos productivos de las grandes, medianas y pequeñas industrias. Por esta razón, se hace indispensable comprender los principios de funcionamiento de estas máquinas y aprender a instalarlas, manejarlas y controlarlas.

3. Objetivos

- ✓ Manejar con claridad tanto los generadores como motores sincrónicos y de corriente continua, así como las máquinas de inducción ó asincrónicas en estado estable.
- ✓ Distinguir los diferentes tipos de máquinas eléctricas rotativas.
- ✓ Entender el principio de funcionamiento de las máquinas rotativas tanto CC, como sincrónicas y asincrónicas.
- ✓ Determinar y analizar las condiciones de funcionamiento y de estas máquinas.
- ✓ Determinar esquema de conexiones internas de sus arrollamientos.
- ✓ Utilizar métodos normalizados para los ensayos.
- ✓ Determinar el modelo eléctrico en estado estacionario de cada una de las máquinas rotativas.

4. Requerimientos

- ✓ Conocimiento de las leyes básicas de conversión electromagnética (inducción, circuitos magnéticos, etc.). Curso de Conversión Electromagnética.
- ✓ Manejo de teoría de circuitos (manejo de fasores, circuitos trifásicos, técnica para resolver circuitos con tensión alterna, etc.). Curso Circuitos II
- ✓ Técnicas para resolver ecuaciones diferenciales sencillas, manejo de ecuaciones con números complejos etc. Curso Matemáticas Especiales.
- ✓ Tener conocimientos en técnicas de medición de resistencia, potencia, energía etc. Curso de Medidas Eléctricas para realización de prácticas.
- ✓ Estar tomando paralelamente la asignatura de Automatismos, preferiblemente.
- ✓ Estar cursando la asignatura de Redes Eléctricas o ya haberla visto, preferiblemente.

5. Aspectos pedagógicos

La propuesta desarrollada por el grupo de docentes del proyecto curricular, partió del análisis de las características generales que debe poseer todo tecnólogo, como profesional en el sector eléctrico, además de los conocimientos específicos propios de la aplicación de su carrera que debe poseer todo ingeniero, y se encuentran detallados en el perfil profesional que hace parte de la propuesta para el tránsito a créditos académicos.

Tales características, fusionadas al interior de los espacios académicos del plan de estudios son:

- ✓ Alto nivel de desarrollo de sus capacidades comunicativas.
- ✓ Habilidades para definir problemas, recoger y evaluar información, y desarrollar soluciones reales y eficientes.
- ✓ Capacidades para trabajar en equipo, habilidad para trabajar con otros.
- ✓ Habilidad para utilizar todo lo anterior a fin de encarar problemas en el complejo mundo real.

Todos los espacios académicos del plan de estudios, al igual que éste, se consideran teórico-prácticos, sustentando esta dinámica en problemas o preguntas que el estudiante debe ir solucionando a lo largo de las 16 semanas de duración del semestre y de las cuales dará cuenta a través de parciales, tareas y laboratorios.

6. Descripción de créditos

Distribución de las actividades		Horas semanales	Horas semestre	Número de créditos
Clase presencial (trabajo directo)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Introducción de concepto ✓ Ejemplificación del contenido ✓ Realización de ejercicios y problemas ✓ Talleres de refuerzo ✓ Evaluación y Diagnóstico de conocimientos 	4	32	3
Acompañamiento (trabajo cooperativo)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Seguimiento a los talleres y consultas ✓ Talleres extractase 	2	32	
Actividades extractase (trabajo autónomo)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lecturas previas ✓ Talleres y consultas extra clase ✓ Ejercicios y trabajos 	3	32	
TOTAL		9	144	

7. Competencias e indicadores

Nombre de la unidad temática	Competencias	Indicadores de idoneidad
<p style="text-align: center;">Capítulo 1: PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS MÁQUINAS DE C.A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓Competencia Comunicativa ✓Competencia Crítica y creativa ✓Competencia Analítica ✓Competencia Experimental ✓Competencia Tecnológica ✓Competencia Científica ✓Trabajo en Grupo ✓Honestidad y Responsabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Comprende la importancia del uso de las máquinas eléctricas en los procesos de producción industrial. ✓Conoce y comprende los principios de funcionamiento de las máquinas de C.A. ✓Conoce, comprende y aplica de forma correcta las leyes básicas del electromagnetismo.
<p style="text-align: center;">Capítulo 2: MOTORES TRIFÁSICOS DE INDUCCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓Competencia Comunicativa ✓Competencia Crítica y creativa ✓Competencia Analítica ✓Competencia Experimental ✓Competencia Tecnológica ✓Competencia Científica ✓Trabajo en Grupo ✓Honestidad y Responsabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Conoce y distingue las diferentes partes constitutivas de una máquina de inducción trifásica. ✓Conoce y comprende el principio de funcionamiento de un motor de inducción trifásico. ✓Es capaz de plantear y resolver el modelo eléctrico de un motor de inducción trifásico. ✓Conoce, comprende y aplica las expresiones matemáticas que relacionan el comportamiento de la máquina con variaciones de parámetros eléctricos como voltaje, frecuencia. ✓Conoce y comprende la información dada por los fabricantes en placa característica y/o catálogo. ✓Tiene criterios para selección de motores de inducción trifásico.
<p style="text-align: center;">Capítulo 3: MÁQUINAS DE C.C.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓Competencia Comunicativa ✓Competencia Crítica y creativa ✓Competencia Analítica ✓Competencia Experimental ✓Competencia Tecnológica ✓Competencia Científica ✓Trabajo en Grupo ✓Honestidad y Responsabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Conoce y distingue las diferentes partes constitutivas de una máquina de C.C. ✓Conoce y comprende el principio de funcionamiento de una máquina de C.C. ✓Es capaz de plantear y resolver el modelo eléctrico de un motor o de un generador de C.C. ✓Distingue los diferentes tipos de conexión de motores y generadores de C.C. con las características eléctricas y mecánicas de cada una de ellas.
<p style="text-align: center;">Capítulo 4: MÁQUINA SINCRÓNICA: MOTORES SINCRÓNICOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓Competencia Comunicativa ✓Competencia Crítica y creativa ✓Competencia Analítica ✓Competencia Experimental ✓Competencia Tecnológica ✓Competencia Científica 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Conoce y distingue las diferentes partes constitutivas de una máquina sincrónica trifásica. ✓Conoce y comprende el principio de funcionamiento de un motor sincrónico trifásico. ✓Es capaz de plantear y resolver el modelo eléctrico de un motor sincrónico trifásico. ✓Conoce, comprende y aplica el diagrama fasorial de un motor sincrónico para resolver sus variables eléctricas. ✓Conoce y comprende el comportamiento y modo de funcionamiento de un motor sincrónico como condensador sincrónico.

UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”
Facultad Tecnológica

Nombre de la unidad temática	Competencias	Indicadores de idoneidad
	<ul style="list-style-type: none"> ✓Trabajo en Grupo ✓Honestidad y Responsabilidad 	
Capítulo 5: MAQUINA SINCRÓNICA: GENERADORES SINCRÓNICOS	<ul style="list-style-type: none"> ✓Competencia Comunicativa ✓Competencia Crítica y creativa ✓Competencia Analítica ✓Competencia Experimental ✓Competencia Tecnológica ✓Competencia Científica ✓Trabajo en Grupo ✓Honestidad y Responsabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Conoce y distingue las diferentes partes constitutivas de un generador sincrónico trifásico. ✓Conoce y comprende el principio de funcionamiento de un generador sincrónico trifásico. ✓Es capaz de plantear y resolver el modelo eléctrico de un generador sincrónico trifásico. ✓Conoce, comprende y aplica el diagrama fasorial de un generador sincrónico para resolver sus variables eléctricas. ✓Conoce y comprende el modelo eléctrico de un generador sincrónico trifásico de polos salientes. ✓Comprende el funcionamiento de generadores sincrónicos operando en paralelo.
Capítulo 6: MOTORES MONOFÁSICOS Y OTROS	<ul style="list-style-type: none"> ✓Competencia Comunicativa ✓Competencia Crítica y creativa ✓Competencia Analítica ✓Competencia Experimental ✓Competencia Tecnológica ✓Competencia Científica ✓Trabajo en Grupo ✓Honestidad y Responsabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conoce y distingue las diferentes partes constitutivas de un motor monofásico de inducción ✓Conoce y comprende el principio de funcionamiento de un motor monofásico de inducción. ✓Distingue los diferentes tipos de motores monofásicos de inducción y sus aplicaciones. ✓Conoce y distingue otros tipos de motores monofásicos para aplicaciones varias.

8. Contenido programático

Semana/Sesión	Lineamientos	HSP	HSC	THS
<u>1/1</u>	<ul style="list-style-type: none"> ✓Presentación del curso ✓Contextualización del uso de las máquinas eléctricas en la industria. Tipos de máquinas que aborda el curso 	2	1	1
<u>1/2</u>	<ul style="list-style-type: none"> ✓Repaso Leyes básicas del electromagnetismo: Campo Magnético, circuitos magnéticos, materiales magnéticos, Ley de Faraday, Ley de Ampere, Fuerza sobre conductores que llevan corriente, inmersos en un campo magnético. 	2	1	1
<u>1/3</u>	<ul style="list-style-type: none"> ✓Continuación repaso de leyes Básicas del electromagnetismo 	2	1	1
<u>2/4</u>	<ul style="list-style-type: none"> ✓Bobinas en un campo magnético uniforme. ✓Generador elemental de dos polos. ✓Motor elemental de dos polos. 	2	1	1
<u>2/5</u>	<ul style="list-style-type: none"> ✓Fundamentos básicos de máquinas de C.A. trifásicas: Campo magnético giratorio. ✓Velocidad sincrónica. Relación entre velocidad sincrónica y frecuencia eléctrica. 	2	1	1
<u>2/6</u>	<ul style="list-style-type: none"> ✓Devanados de armadura de máquinas de C.A. trifásicas. Factor de paso y factor de distribución. ✓Fuerza magnetomotriz y distribución de flujo magnético en máquinas trifásicas de C.A. ✓Voltaje inducido y par inducido en máquinas trifásicas de C.A. 	2	1	1

UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”
Facultad Tecnológica

Semana/Sesión	Lineamientos	HSP	HSC	THS
<u>3/7</u>	✓ Aspectos constructivos de los motores de inducción trifásicos. Tipos de rotores y aplicaciones. Concepto de deslizamiento y efecto en el voltaje, corriente y frecuencia en el rotor.	2	1	1
<u>3/8</u>	✓ Modelo Eléctrico del motor de inducción (M.I.) trifásico. Potencia y Momento de torsión en los motores de inducción trifásicos. ✓ Expresiones de flujo de potencia en M.I. trifásico	2	1	1
<u>3/9</u>	✓ Característica Par-Velocidad de un M.I. trifásico	2	1	1
<u>4/10</u>	✓ Práctica de Laboratorio 1		2	2
<u>4/11</u>	✓ Clases de Diseño de M.I. trifásico. ✓ Efectos del voltaje y la frecuencia en el desempeño de un M.I. trifásico.	2	1	1
<u>4/12</u>	✓ M.I. trifásico de Rotor devanado.	2	1	1
<u>5/13</u>	✓ Práctica de Laboratorio 2		2	2
<u>5/14</u>	✓ PRIMERA EVALUACIÓN	2	1	1
<u>5/15</u>	✓ Arranque de los M.I. trifásicos. ✓ Control de velocidad a los M.I. trifásicos	2	1	1
<u>6/16</u>	✓ Práctica de Laboratorio 3		2	2
<u>6/17</u>	✓ Pruebas eléctricas para determinar el modelo eléctrico de un M.I. trifásico. ✓ Datos de placa de un M.I. trifásico.	2	1	1
<u>6/18</u>	✓ Principio de funcionamiento de las Máquinas de C.C. ✓ Principio generador de una máquina bipolar de C.C. ✓ Principio motor de una máquina bipolar de C.C.	2	1	1
<u>7/19</u>	✓ Práctica de Laboratorio 4		2	2
<u>7/20</u>	✓ Máquinas de C.C. multipolares. ✓ Proceso de conmutación en máquinas de C.C. ✓ Aspectos constructivos de las máquinas de C.C.	2	1	1
<u>7/21</u>	✓ Tipos de bobinado de máquinas de C.C. ✓ Reacción de armadura y efectos en las máquinas de C.C.	2	1	1
<u>8/22</u>	✓ Práctica de Laboratorio 5.		2	2
<u>8/23</u>	✓ Tipos de Motores de C.C. ✓ Modelo eléctrico de un motor de C.C. ✓ Relaciones de velocidad, potencia, momento de torsión de un motor de C.C.	2	1	1
<u>8/24</u>	✓ Control de velocidad para motores de C.C. ✓ Arranque de los motores de C.C.	2	1	1
<u>9/25</u>	✓ Práctica de Laboratorio 6		2	2
<u>9/26</u>	✓ SEGUNDA EVALUACIÓN	2	1	1
<u>9/27</u>	✓ Generadores de C.C. ✓ Características terminales de diferentes tipos de Generadores de C.C.	2	1	1
<u>10/28</u>	✓ Práctica de Laboratorio 7		2	2
<u>10/29</u>	✓ Construcción de una Máquina Síncrona. ✓ Principio de funcionamiento de los Motores Síncronos (M.S.) trifásicos. ✓ Métodos de arranque de los M.S. trifásicos.	2	1	1
<u>10/30</u>	✓ Modelo eléctrico de un M.S. de polos lisos. ✓ Relaciones de Potencia y Momento de torsión de un M.S. Diagramas fasoriales.	2	1	1
<u>11/31</u>	✓ Práctica de Laboratorio 8		2	2
<u>11/32</u>	✓ Efecto de cambio de carga en el eje a un M.S. ✓ Efecto de cambio de corriente de excitación en un M.S. (Curvas en V)	2	1	1
<u>11/33</u>	✓ Corrección del F.P. empleando M.S. trifásicos.	2	1	1
<u>12/34</u>	✓ Práctica de Laboratorio 9		2	2

UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”
Facultad Tecnológica

Semana/Sesión	Lineamientos	HSP	HSC	THS
<u>12/35</u>	✓Máquina Sincrónica trabajando como generador. ✓Modelo eléctrico de un Generador Sincrónico (G.S) de polos lisos. ✓Relaciones de potencia en un G.S.	2	1	1
<u>12/36</u>	✓G.S. de polos salientes. Teoría de los ejes directo (eje d) y en cuadratura (eje q).	2	1	1
<u>13/37</u>	✓Práctica de Laboratorio 10		2	2
<u>13/38</u>	✓TERCERA EVALUACIÓN	2	1	1
<u>13/39</u>	✓G.S. trifásicos operando en paralelo.	2	1	1
<u>14/40</u>	✓Práctica de Laboratorio 11		2	2
<u>14/41</u>	✓Curvas de capacidad máxima de G.S.	2	1	1
<u>14/42</u>	✓Pruebas eléctricas a Máquinas Sincrónicas para determinar los parámetros del modelo equivalente.	2	1	1
<u>15/43</u>	✓Práctica de Laboratorio 12.		2	2
<u>15/44</u>	✓Motores Monofásicos de inducción ✓Arranque de los motores monofásicos de inducción ✓Aspectos constructivos de los motores monofásicos de inducción	2	1	1
<u>15/45</u>	✓Tipos de motores monofásicos de inducción y aplicaciones	2	1	1
<u>16/46</u>	✓Otros tipos de motores. ✓Motor de reluctancia variable ✓Motor de histéresis ✓Motor de C.C. sin escobillas (brushless)	2	1	1
<u>16/47</u>	✓Motores paso a paso ✓Servomotores	2	1	1
<u>16/48</u>	✓Resumen General	2	1	1
<u>17</u>	✓CUARTA EVALUACIÓN			
		72	60	60

9. Estrategias de evaluación

Parciales	X	Talleres, tareas y otros	X
Prácticas de laboratorio	X	Proyectos	

10. Valoración de las estrategias de evaluación

	Estrategia	Porcentaje	Temas a evaluar	Fecha
1^{ra} Nota	Parcial 1	20%	Lo temas comprendidos según el Syllabus	Semana 5
2^{ra} Nota	Parcial 2	20%	Lo temas comprendidos según el Syllabus	Semana 9
3^{ra} Nota	Parcial 3	20%	Lo temas comprendidos según el Syllabus	Semana 13
4^{ta} Nota	Parcial 4	10%	Lo temas comprendidos según el Syllabus	Semana 17
5^{ta} Nota	Laboratorios	25%	Prácticas de laboratorio	Durante el semestre
6^{ta} Nota	Ejercicios, Tareas y otros	5%	El programa del curso a medida que se va avanzando en el programa	Durante el semestre

11. Bibliografía y demás fuentes de documentación

- **Máquinas eléctricas y transformadores. Bhag Guru. Editorial Oxford University Press.**
- Máquinas eléctricas. A.E. Filzgerald. Editorial Mc Graw Hill.
- Máquinas eléctricas. Stephen Chapman. Editorial Mc Graw Hill.
- Kosow, Electric Machinery and transformers. Editorial Prentice Hall.
- Elementos de electromagnetismo. Matthew Sadiku. Editorial Oxford University Press.
- Electric Machines, Theory, Operation, Applications, Adjustment and Control. Charles I. Hubert. Maxwell McMillan International Editions.
- Cualquier otro texto de Máquinas Eléctricas.