



Carrera: <b>Ingeniería Eléctrica</b>				
Unidad Curricular: <b>ELECTRÓNICA DE POTENCIA</b>				Código: <b>E12</b>
Prelación: <b>Mediciones Aplicadas</b>				Condición: <b>Obligatoria</b>
HT: <b>3</b>	HP: <b>1</b>	HL: <b>2</b>	HTI: <b>6</b>	Créditos: <b>3</b>
Ubicación: <b>Décimo Segundo Trimestre</b>		Componente: <b>Formación Profesional Específica</b>		Fecha de Aprobación:

HT: Horas teóricas; HP: Horas Prácticas; HL: Horas de Laboratorio; HTI: Horas de Trabajo Independiente

### **I. JUSTIFICACIÓN**

Desde la creación de los sistemas de potencia ha existido la necesidad de controlar la potencia eléctrica en los sistemas de tracción y de los controles industriales impulsados por motores eléctricos. La electrónica de potencia resulta de la combinación de dos disciplinas: la electrónica y el control, y se encarga de procesar y controlar el flujo de energía eléctrica mediante el suministro de voltajes y corrientes de forma eficiente a las cargas de los usuarios. Durante los últimos años el campo de la electrónica de potencia a tenido un gran auge, debido a los avances en el campo de los microcontroladores y de los semiconductores haciendo posible una mejora significativa en la capacidad de estos dispositivos para manejar grandes magnitudes de voltajes y corrientes, así como mejoras en las velocidades de conmutación de dispositivos semiconductores.

La unidad curricular Electrónica de Potencia le dará las herramientas que necesita el estudiante de Ingeniería Eléctrica Para el diseño, pruebas y simulación de los dispositivos utilizados para energizar y controlar máquinas eléctricas.

### **II. COMPETENCIAS GENÉRICAS Y ESPECÍFICAS A DESARROLLAR SEGÚN EL PERFIL**

La unidad curricular contribuirá al desarrollo de las competencias genéricas y específicas del perfil de egreso que se indican a continuación.

<b>GENÉRICAS</b>	<b>ESPECÍFICAS</b>
------------------	--------------------

<p><b>G2.</b> Comunicación eficaz oral y escrita. Comunica de manera clara y correcta ideas y opiniones en el idioma castellano, mediante la expresión oral, la escritura y los apoyos gráficos para un adecuado desempeño en entornos sociales y culturales diversos.</p> <p><b>G5.</b> Investigación. Aplica el conocimiento científico para comprender y resolver problemas del entorno, mediante la generación</p>	<p><b>E6.</b> Opera y controla equipos, instalaciones y sistemas de: conversión de energía, instrumentación, control y protección, electrónicos y de comunicaciones básicas, fundamentado en conocimientos científicos, normas y técnicas, para garantizar su funcionamiento continuo, así como la utilización y consumo de energía eléctrica y su optimización</p> <p><b>E11.</b> Dirige o supervisa la instalación apropiada de un sistema eléctrico, así como configuraciones básicas de sistemas de comunicaciones, cumpliendo con los procedimientos, instructivos y documentos asociados al sistema de gestión de calidad y seguridad, la</p>
<p>de conocimiento y con base en la evidencia.</p> <p><b>G6.</b> Liderazgo y trabajo en equipo. Integra equipos de trabajo, ya sea realizando tareas de dirección o como un miembro más, con el propósito de desarrollar proyectos con un fin determinado, motivando y conduciendo hacia metas comunes.</p> <p><b>G8.</b> Resolución de problemas. Identifica y plantea problemas del entorno para resolverlos con criterio y de forma efectiva, utilizando la lógica, los saberes adquiridos y herramientas organizadas adecuadamente.</p> <p><b>G11.</b> Abstracción, análisis y síntesis. Delimita los elementos de un proyecto, diseño o problema para su análisis y posterior integración al todo.</p>	<p>optimización de los procesos y la racionalización de costos.</p> <p><b>E13.</b> Diseña, simula, monta y realiza las pruebas del prototipo de los equipos y sistemas atendiendo las normas y estándares eléctricos vigentes, o se integra a equipos de trabajo interdisciplinarios para diseños más especializados, aplicando conocimientos del área y metodologías apropiadas, con el propósito de garantizar su correcto funcionamiento.</p>

**III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

Al finalizar con éxito la unidad curricular el estudiante:

RA1. Identifica y diferencia los dispositivos semiconductores de potencia en un circuito.

RA2. Comprende y evalúa la operación de los dispositivos semiconductores de potencia para el manejo de cargas AC o DC en circuitos de potencia.

RA3. Analiza la operación de los rectificadores de potencia en procesos de conversión de energía.

RA4. Analiza la operación de los controladores de potencia en procesos de conversión de energía.

**IV. CONTENIDOS**

**a. Resultados de Aprendizaje - Contenidos**

<b>Resultados de Aprendizaje</b>	<b>Contenidos</b>
<b>RA1.</b> Identifica y diferencia los dispositivos semiconductores de potencia en un circuito.	<p><b>Conceptuales:</b> Dispositivos semiconductores de potencia: SCR / TRIACS / MOSFETS. Controladores y Convertidores.</p>
	<p><b>Procedimentales</b> Identifica en un circuito: SCR, TRIACS, MOSFETS, Controladores y convertidores.</p> <p><b>Actitudinales:</b> Espíritu crítico y autocrítico Curiosidad por el conocimiento nuevo Criterios para el trabajo en equipo. Capacidad de trabajar en equipo. Capacidad de aplicar principios de matemática y física en el entendimiento y descripción de fenómenos físicos. Disposición para el autoaprendizaje. Disposición para el trabajo metódico y eficiente.</p>

<p><b>RA2.</b> Comprende y evalúa la operación de los dispositivos semiconductores de potencia para el manejo de cargas AC o DC en circuitos de potencia.</p>	<p><b>Conceptuales:</b> Dispositivos semiconductores de potencia: SCR / TRIACS / MOSFETS</p> <p><b>Procedimentales:</b> Identifica los componentes de una central hidráulica. Identifica los tipos de turbina utilizadas. Cálculo de micro turbinas hidráulicas en función del caudal.</p> <p><b>Actitudinales:</b> Espíritu crítico y autocrítico Curiosidad por el conocimiento nuevo Criterios para el trabajo en equipo. Capacidad de trabajar en equipo. Capacidad de aplicar principios de matemática y física en el entendimiento y descripción de fenómenos físicos. Disposición para el autoaprendizaje. Disposición para el trabajo metódico y eficiente.</p>
<p><b>RA3.</b> Analiza la operación de los rectificadores de potencia en procesos de conversión de energía.</p>	<p><b>Conceptuales:</b> Rectificadores, funcionamiento, topología aplicaciones.</p> <p><b>Procedimentales:</b> Simula un rectificador de media onda. Simula un rectificador de onda completa.</p> <p><b>Actitudinales:</b> Espíritu crítico y autocrítico Curiosidad por el conocimiento nuevo Criterios para el trabajo en equipo. Capacidad de trabajar en equipo. Capacidad de aplicar principios de matemática y física en el entendimiento y descripción de fenómenos físicos. Disposición para el autoaprendizaje. Disposición para el trabajo metódico y eficiente.</p>

<p><b>RA4.</b> Analiza la operación de los controladores de potencia en procesos de conversión de energía.</p>	<p><b>Conceptuales:</b> Convertidores  <b>Procedimentales:</b>                  Simula un convertidor CD-CD  <b>Actitudinales:</b>                  Espíritu crítico y autocrítico                  Curiosidad por el conocimiento nuevo Criterios para el trabajo en equipo.                  Capacidad de trabajar en equipo.                  Capacidad de aplicar principios de matemática y física en el entendimiento y descripción de fenómenos físicos.                  Disposición para el autoaprendizaje.                  Disposición para el trabajo metódico y eficiente.</p>
--	--

**b. Temario**

<b>UNIDAD/TEMA</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>Duración</b>
<p><b>Tema 1.</b> Aplicaciones de la electrónica de potencia</p>	<p>Antecedentes de la electrónica de potencia. Sistemas de transporte masivo. Sistemas de transmisión flexible de corriente alterna (FACTS). Sistemas de energía eólica. Sistemas de energía fotovoltaica. Control de motores AC y DC.</p>	<p>4</p>
<p><b>Tema 2.</b> Dispositivos semiconductores de potencia: SCR / TRIACS / MOSFETS</p>	<p>Conceptos básicos. Simbología. Operación. Características de entrada y salida. Curva de operación. Frecuencia de operación. Verificación del estado del dispositivo. Rangos de potencia. Clasificación. Principios fundamentales de conmutación. Conmutación de corriente. Conmutación de Voltaje. Circuitos de disparo. Aplicaciones.</p>	<p>20</p>
<p><b>Tema 3.</b> Controladores</p>	<p>Funcionamiento. Aplicaciones. Topologías básicas. Controladores Monofásicos. Controladores Trifásicos. Función de transferencia en estado estable. Formas de onda típica. Rangos de operación. Comportamiento ante diferentes tipos de carga.</p>	<p>16</p>
<p><b>Tema 4.</b> Rectificadores</p>	<p>Funcionamiento. Aplicaciones. Topologías básicas. Rectificadores Monofásicos. Rectificadores Trifásicos. Rectificadores polifásicos. Formas de onda típica. Rangos de operación. Relación entre la entrada y la salida. Frecuencia de operación. Comportamiento ante diferentes tipos de carga. Aplicaciones.</p>	<p>8</p>

<b>Tema 5.</b> Aplicaciones de los rectificadores	Control de motores de inducción: Arranque y control de velocidad. Control de motores de corriente continua: Arranque y control de velocidad	10
<b>Tema 6.</b> Convertidores DC-DC	Principio de operación. Reguladores de Tensión. Topologías básicas. Convertidor conmutador básico. Convertidores elevadores. Convertidores reductores. Función de transferencia. Rangos de operación. Frecuencias de trabajo. Conmutación suave. Modulación PWM. Aplicaciones.	14

**c. Contenidos transversales**

*Lectura y comprensión de un segundo idioma.* Desarrollo de habilidades para leer y comprender las especificaciones técnicas de los instrumentos de medición en idioma inglés. Se desarrolla mediante la aplicación de los saberes aprendidos en la unidad curricular Inglés Instrumental para la realización del proyecto y los informes de laboratorio

**V. REQUERIMIENTOS**

- Analiza y calcula circuitos eléctricos.
- Analiza y calcula circuitos trifásicos.
- Analiza y calcula vectores en 3 dimensiones
- Realiza operaciones con números complejos y fasores.
- Realiza gráficas en software de computación.
- Realiza cálculos con expresiones simbólicas.
- Comprende el funcionamiento de los diodos
- Calcula y resuelve problemas con diodos
- Calcula y resuelve problemas con amplificadores operacionales
- Calcula y resuelve problemas con transistores
- Conoce la curva de operación de los diodos

**VI. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Se utilizará una metodología de aprendizaje grupal inductiva-deductiva que requiere de la participación activa y constante de los estudiantes en la búsqueda, lectura y análisis de la información que facilite la integración de los aspectos teórico-prácticos así como el análisis y solución de problemas de la asignatura.

ACTIVIDAD	TÉCNICAS
-----------	----------

Clases de Teoría	Se impartirán en el aula, siendo la presencia del alumno necesaria para un aprendizaje adecuado y una formación óptima. La metodología se basa en clase expositiva centrada en el estudiante, con discusión socializada.
Clases de Problemas	Estas clases se intercalarán en el desarrollo de la asignatura de la forma más conveniente para el aprendizaje, no habrá días previamente asignados para ello. La metodología se fundamenta en el trabajo colaborativo para la resolución de problemas. El estudiante utilizará lógica deductiva, con la cual a partir de principios y leyes fundamentales puede solucionar teórica y experimentalmente problemas relacionados con el estudio de las propiedades más relevantes
Tutorías	Atención personalizada al alumno, presencial y a distancia. Son opcionales y recomendables para el aprendizaje de los alumnos que cursan regularmente la asignatura y asistan a las clases.
Prácticas	En equipo o individualmente, los estudiantes realizarán: problemas, trabajos escritos y prácticos, diseño y elaboración de programas con computador para la solución de problemas.

#### VII. SISTEMA DE EVALUACIÓN

<i>Tema</i>	<i>Indicador de Logro</i>	<i>Resultado de Aprendizaje</i>	<i>Evidencias de Aprendizaje</i>
<b>1</b>	Identifica las aplicaciones de la electrónica de potencia y su importancia	RA1	Prueba Corta
<b>2</b>	Diseña y evalúa la operación de los dispositivos semiconductores de potencia para el manejo de cargas AC o DC en circuitos de potencia.	RA1, RA2	Prueba escrita Informe de laboratorio
<b>3</b>	Explica en forma escrita el funcionamiento de un controlador Diseña y simula controladores	RA1, RA2, RA4	Prueba escrita Informe de laboratorio
<b>4</b>	Explica en forma escrita el funcionamiento de los diferentes tipos de rectificadores. Diseña y simula rectificadores	RA1, RA2, RA3	Prueba escrita Informe de laboratorio
<b>5</b>	Aplica la electrónica de potencia en el control de motores de inducción y motores de corriente continua. Diseña y simula el sistema de control de un motor.	RA1, RA2, RA3	Prueba escrita Informe de laboratorio

6	Explica en forma escrita el funcionamiento de un convertidor CD-CD. Diseña y simula convertidores CD-CD	RA1, RA2, RA4	Prueba escrita Informe de laboratorio
---	--	---------------	--

### VIII. RECURSOS

Recursos didácticos requeridos son: computador portátil, video beam, pizarrón, marcadores.

Recursos de infraestructura: aula con facilidades para la proyección. Laboratorio de Máquinas Eléctricas.

### IX. FUENTES DE INFORMACIÓN

#### Básicas

Mohan, N., Undeland, T. and Robbins, W. (2003). *Power electronics*. Hoboken, NJ: John Wiley&Sons.

Séguier, G. (1986). *Power electronic converters*. New York: McGraw-Hill.

#### Complementarias

Acha, E. (2002). *Power electronic control in electrical systems*. Oxford: Newnes.

Batarseh, I. (2004). *Power electronic circuits*. Hoboken, NJ: John Wiley.

Deba, A. and Ghosh, S. (n.d.). *Power electronic systems*.

Dote, Y. and Hoft, R. (1998). *Intelligent control*. Oxford [England]: Oxford University Press.

Fewson, D. (1998). *Introduction to power electronics*. London: Arnold.

Paice, D. (1996). *Power electronic converter harmonics*. Piscataway, NJ: IEEE Press.

Rashid, M. (1993). *Power electronics*. EnglewoodCliffs, N.J.: Prentice Hall.

Rashid, M. (2011). *Power electronics handbook*. Burlington, MA: Butterworth-Heinemann.

Sharkh, S., Abusara, M., Orfanoudakis, G. and Hussain, B. (n.d.). *Power electronic converters for microgrid*.

#### Sitios web

Electronics, P. and OpenCourseWare, M. (2017). *PowerElectronics*. [online] MIT OpenCourseWare.

Disponible en: <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6334-power-electronics-spring-2007/> [Accessed 18 Jan. 2017].

## **X. PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### **Práctica 1: Parámetros de rendimiento de un rectificador de media onda Resultados de Aprendizaje:**

Describe el comportamiento de un rectificador de media onda, considerando los parámetros de rendimiento de acuerdo a las características de los diodos utilizados para conseguir su operación óptima en las aplicaciones requeridas.

### **Práctica 2: Características de encendido de un TRIAC en los cuatro cuadrantes de disparo Resultados de Aprendizaje:**

Analiza la característica de encendido de un TRIAC en todos sus cuadrantes de disparo para conseguir su operación óptima de acuerdo a los propósitos requeridos en las aplicaciones.

### **Práctica 3: Circuito de disparo de un TRIAC por red RC Resultados de Aprendizaje:**

Analiza la característica de encendido de un TRIAC a través de una red RC en aplicaciones de conversión de energía.

### **Práctica 4: Circuito de disparo de un DIAC**

#### **Rectificador de media onda controlado por fase con circuito detector de cruce por cero Resultados de Aprendizaje:**

Analiza la característica de encendido de un DIAC y el comportamiento de un rectificador de media onda controlado por fase con circuito de detección de cruce por cero, para su uso en aplicaciones de conversión de energía.

### **Práctica 5: Oscilador de relajamiento**

#### **Resultados de Aprendizaje:**

Analiza la característica de operación de un oscilador de relajamiento.

### **Práctica 6: Control de fase por SCR en puente de diodos con disparo por oscilador de relajamiento Resultados de Aprendizaje:**

Analiza el control de fase por SCR en puente de diodos con disparo por oscilador de relajamiento para su uso en aplicaciones de conversión de energía.

### **Práctica 7: Dimmer digital para el control de velocidad y sentido de giro de un motor monofásico Resultados de Aprendizaje:**

Estudia el comportamiento de un dimmer digital para controlar la velocidad y sentido de giro de un motor monofásico.

**Práctica 8 Inversor serie de puente completo MOSFET Resultados**

**de Aprendizaje:**

Analiza el comportamiento de un inversor de puente completo MOSFET y lo relaciona con sus aplicaciones en los procesos de conversión de energía.

**Práctica 9: Inversor de Transistores de Potencia Resultados**

**de Aprendizaje:**

Analiza el comportamiento de un inversor con Transistores de Potencia y lo relaciona con sus aplicaciones en los procesos de conversión de energía.

**Práctica 10: Convertidor CD-CD**

**Resultados de Aprendizaje:**

Analiza el comportamiento de un convertidor CD – CD y lo relaciona con sus aplicaciones en los procesos de conversión de energía.