



UNIVERSIDAD DISTRITAL
“Francisco José de Caldas”
Facultad Tecnológica
Tecnología en Sistemas
Eléctricos de media y baja
tensión articulado por
ciclos propedéuticos con
Ingeniería Eléctrica por ciclos

1. Información General

Espacio Académico	Medidas Eléctricas			
Pensum al que pertenece	4			
Código	1633			
Tipo	Espacio teórico-práctico			
Área	Básicas de ingeniería			
Créditos académicos	HTD	HTC	HTA	Horas/semana
	2	2	5	9
	3 créditos			

2. Justificación

La medición de las variables eléctricas voltaje, corriente, potencia y energía, en corriente directa y alterna, es el punto de partida para el diagnóstico, control, optimización y operación de sistemas eléctricos. Una correcta selección y manejo de los instrumentos que se utilizan para realizar las mediciones, tiene en cuenta criterios de seguridad para el trabajo con corriente eléctrica. Adicionalmente, tiene en cuenta la influencia de los instrumentos en los circuitos de medida, debidos a sus características eléctricas y forma de conexión. Lo anterior es de vital importancia en el desempeño laboral de los Tecnólogos en Electricidad. La asignatura proporcionará al estudiante las herramientas necesarias para realizar mediciones confiables y seguras, y evaluar la calidad de las mismas.

3. Objetivos

- Concienciar al estudiante sobre los riesgos potenciales asociados al trabajo con corriente eléctrica.
- Capacitar al los estudiantes en la selección y manejo adecuados de los instrumentos de medida de las variables voltaje, corriente, potencia y energía.
- Capacitar a los estudiantes en el diseño y ejecución de montajes específicos para la medición de parámetros eléctricos.
- Generar en el estudiante criterios de tipo técnico que le permitan evaluar la calidad de una medición eléctrica.

4. Requerimientos

El curso requiere del conocimiento de las técnicas básicas de análisis de circuitos eléctricos y los conceptos de voltaje, corriente, potencia y energía. Por lo tanto, el estudiante que curse la asignatura Medidas Eléctricas, deberá haber cursado y aprobado la asignatura Análisis de Circuitos DC, con todos los prerrequisitos asociados. Adicionalmente, deberá encontrarse cursando la asignatura Análisis de Circuitos AC.

5. Aspectos pedagógicos

La propuesta desarrollada por el grupo de docentes del proyecto curricular de Tecnología en Electricidad e Ingeniería en Distribución y Redes Eléctricas, partió del análisis de los conocimientos y destrezas específicas que deberán tener los Tecnólogos en Electricidad y los Ingenieros en Distribución y Redes Eléctricas, para desempeñarse adecuadamente como profesionales dentro del sector eléctrico. Estos aspectos se encuentran detallados en los respectivos perfiles profesionales, que hacen parte de la propuesta para el tránsito a créditos académicos. A continuación se mencionan las características generales, que se establecieron para los dos tipos de profesionales y se contemplaron en el interior de los espacios académicos del plan de estudios:

- Alto nivel de desarrollo de las capacidades comunicativas del profesional.
- Habilidad para definir problemas. Recopilar, analizar y evaluar información. Proponer y desarrollar soluciones reales y eficientes.
- Capacidad y habilidad para trabajar en equipo.
- Habilidad para utilizar las características anteriores, con el fin de encarar problemas reales, en el mundo real.

Todos los espacios académicos del plan de estudios, incluyendo éste, se consideran teórico-prácticos. La dinámica se sustenta en problemas o preguntas que el estudiante debe solucionar a lo largo de las 16 semanas de duración del semestre, a partir de la formulación de un proyecto o trabajo final.

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"> • Diagnóstico de conocimientos • Introducción de conceptos • Ejemplificación del contenido • Preguntas en clase • Realización de ejercicios y problemas por parte del profesor • Talleres de refuerzo • Evaluación 	2	32	3
Acompañamiento (trabajo cooperativo)	<ul style="list-style-type: none"> • Prácticas de laboratorio • Talleres extraclase • Trabajo final 	2	32	
Actividades extractase (trabajo autónomo)	<ul style="list-style-type: none"> • Lecturas propuestas • Talleres extractase • Preparación prácticas de laboratorio • Trabajo final 	5	80	
TOTAL		9	144	

7. Competencias e indicadores

Nombre de la unidad temática	Competencias	Indicadores de idoneidad
Introducción a las Mediciones	Interpretativa, Argumentativa y Propositiva	<ul style="list-style-type: none"> • Define y comprende los conceptos básicos asociados a la metrología: incertidumbre, exactitud, precisión y error.
Mediciones Eléctricas en Corriente Continua	Interpretativa, Argumentativa y Propositiva	<ul style="list-style-type: none"> • Define, comprende y modela los métodos de medición de las variables voltaje, corriente, resistencia, potencia y energía, teniendo en cuenta los parámetros básicos de operación de los instrumentos de medida y sus efectos dentro del circuito a medir.
Mediciones Eléctricas en Corriente Alterna	Interpretativa, Argumentativa y Propositiva	<ul style="list-style-type: none"> • Define, comprende y modela los métodos de medición de las variables voltaje, corriente, impedancia, potencia activa, potencia reactiva y energía, en circuitos monofásicos y trifásicos, teniendo en cuenta los parámetros básicos de operación de los instrumentos de medida y sus efectos dentro del circuito a medir.
Análisis armónico	Interpretativa, Argumentativa y Propositiva	<ul style="list-style-type: none"> • Define, comprende y modela los métodos de medición de las variables voltaje, corriente, impedancia, potencia activa, potencia reactiva y energía, en circuitos monofásicos y trifásicos, cuando las señales tienen contenido armónico.

8. Contenido programático

Semana	Nombre de la unidad temática	Lineamientos	HSP	HSA	THS
Semana 1	Capítulo 1. Introducción a las Mediciones (Clase 1)	1.1 Efectos Fisiológicos de las corrientes Eléctricas. 1.2 Incertidumbre en mediciones eléctricas en una y dos variables. 1.2.1 Incertidumbre absoluta 1.2.2 Incertidumbre relativa 1.3 Operaciones algebraicas básicas de magnitudes con incertidumbre: Suma, resta, multiplicación y división 1.4 Clasificación de los errores. 1.4.1 Error absoluto y relativo	2	2	4
	Capítulo 2. Mediciones Eléctricas en Corriente Directa (Clase 2)	2.1 Especificaciones Básicas en Equipo digital 2.1.1 Rango, Resolución, Exactitud, Impedancia de entrada, Indicación del multímetro digital. 2.2 Medición de corriente DC con equipos digitales 2.2.1 Método Directo- Conexión de amperímetro. 2.2.2 Métodos Indirectos Resistencia shunt con amperímetro Resistencia auxiliar con voltímetro 2.2.3 Pinza Amperimétrica de efecto Hall	2	2	4
Semana 2	Capítulo 2. Mediciones Eléctricas en Corriente Continua (Clase 3)	2.3 Medición de FEM y Diferencia de Potencial. 2.3.1 Método Directo- Conexión de Voltímetro. 2.3.2 Métodos Indirectos Multiplicadores Divisores resistivos	2	2	4
	Capítulo 2. Mediciones Eléctricas en Corriente Continua (Clase 4)	Práctica de laboratorio 1: Medición de corriente DC con métodos directo, indirectos y pinza de efecto hall. Manejo de incertidumbres y errores.	2	2	4
Semana 3	Capítulo 2. Mediciones Eléctricas en Corriente Continua (Clase 5)	2.4 Medición de resistencia Eléctrica. Introducción. 2.4.1 Métodos para medir resistencias eléctricas (1) Medición simultánea: Método U y método I- Resistencia de alto y bajo valor ohmico.	2	2	4
	Capítulo 2. Mediciones Eléctricas en Corriente Continua (Clase 6)	Práctica de laboratorio 2: Medición de voltaje DC con métodos directo, indirectos. Manejo de incertidumbres y errores.	2	2	4

UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”
Facultad Tecnológica

Semana 4	Capítulo 2. Mediciones Eléctricas en Corriente Continua (Clase 7)	2.4.2 Métodos para medir resistencias eléctricas (2) Medición de resistencia con óhmetro digital Medición de resistencia de Aislamiento: Megóhmetro (Megger) Resistencia de puesta a tierra: Medición de Resistividad aparente (Método de Wenner y Método Schlumberger). Medición de Resistencia de puesta a tierra: Método de caída de potencial. Tensión de paso aplicada, Tensión de contacto aplicada. Máximas tensiones de paso y contacto admisibles en una instalación.	2	2	4
	Capítulo 2. Mediciones Eléctricas en Corriente Continua (Clase 8)	2.5 Medición de Potencia y Energía en Corriente directa. 2.5.1 Medición Simultánea: Primera y Segunda forma de conexión. 2.5.2 Medición de Energía.	2	2	4
Semana 5	Capítulo 2. Mediciones Eléctricas en Corriente Continua (Clase 9)	Práctica de laboratorio 4: Medición de resistividad de terrenos y resistencia de puesta a tierra. Manejo de incertidumbres y errores.	2	2	4
	Capítulo 2. Mediciones Eléctricas en Corriente Continua (Clase 10)	Taller de ejercicios de los capítulos 1 y 2.	2	2	4
Semana 6	Capítulo 3. Mediciones Eléctricas en Corriente Alterna (Clase 11)	3.1 Modelo Real de elementos pasivos de Circuito: Resistencias, Inductores y capacitores. 3.2 Multímetro Digital Impedancia de entrada.(voltímetro y amperímetro) Rango en frecuencias Indicación multímetro digital: Equipo Convencional y True RMS.	2	2	4
	PRIMER EXAMEN PARCIAL – CAPÍTULOS 1 Y 2 (Clase 12)		2	2	4
Semana 7	Capítulo 3. Mediciones Eléctricas en Corriente Alterna (Clase 13)	3.3 Osciloscopio 3.3.1 Características: Impedancia de entrada, Parámetros de registro, Ancho de Banda, Velocidad de Muestreo, Acoplamientos de entrada, Modos de Registro, Adquisición de formas de onda. 3.3.2 Mediciones con Osciloscopio. 3.3.2.1 Medición Única y Simultánea de Tensión. 3.3.2.2 Medición de corriente mediante Raux. y pinza amperimétrica 3.3.3 Atenuadores para osciloscopio.	2	2	4
	Capítulo 3. Mediciones Eléctricas en Corriente Alterna (Clase 14)	Práctica de laboratorio 5: Comportamiento de elementos de circuitos y multímetros digitales en función de la frecuencia y forma de onda.	2	2	4

UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”
Facultad Tecnológica

Semana 8	Capítulo 3. Mediciones Eléctricas en Corriente Alterna (Clase 15)	3.4 Medición de Impedancias 3.4.1 Caso general de medición: Análisis de señales usando osciloscopio. 3.4.2 Casos particulares de medición 3.4.3 Impedancia de Inductores y Capacitores: Tipos y clasificación 3.4.4 Métodos de medición de Impedancia de Inductores y Capacitores Método de tensión, corriente, frecuencia Método de potencia activa o reactiva, tensión, corriente, frecuencia Análisis de señales usando osciloscopio.	2	2	4
	Capítulo 3. Mediciones Eléctricas en Corriente Alterna (Clase 16)	Práctica de laboratorio 6: Mediciones con osciloscopio, diseño, construcción e implementación de atenuadores.	2	2	4
Semana 9	Capítulo 3. Mediciones Eléctricas en Corriente Alterna (Clase 17)	3.5 Medición de corriente y tensión en Corriente Alterna. 3.5.1 Medición de corriente. Método directo.- Conexión de Amperímetro. Métodos indirectos: Resistencia shunt y auxiliar Pinza Amperimétrica de efecto Hall.	2	2	4
	Capítulo 3. Mediciones Eléctricas en Corriente Alterna (Clase 18)	Práctica de laboratorio 7: Medición de impedancias de cargas inductivas y capacitivas. Manejo de incertidumbres y errores.	2	2	4
Semana 10	Capítulo 3. Mediciones Eléctricas en Corriente Alterna (Clase 19)	3.4.2 Medición de FEM y diferencia de potencial. Método Directo- Conexión de voltímetro. Métodos indirectos: Divisores resistivo y capacitivo (Cálculo, relación de transformación)	2	2	4
	Capítulo 3. Mediciones Eléctricas en Corriente Alterna (Clase 20)	Práctica de laboratorio 8: Medición de corriente AC con métodos directo e indirectos. Manejo de incertidumbres y errores.	2	2	4
Semana 11	Capítulo 3. Mediciones Eléctricas en Corriente Alterna (Clase 21)	Práctica de laboratorio 9: Medición de voltaje AC por métodos directos e indirectos (Diseño de divisores). Manejo de incertidumbres y errores.	2	2	4
	Capítulo 3. Mediciones Eléctricas en Corriente Alterna (Clase 22)	Taller de ejercicios del capítulo 3.	2	2	4

UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”
Facultad Tecnológica

Semana 12	Capítulo 4. Potencia y Energía en Corriente Alterna (Clase 23)	3.5 Medición de potencia activa y reactiva 3.5.2 Medición de potencia activa y reactiva monofásica 3.5.2.1 Vatímetro y varímetro: Circuitos equivalentes y formas de conexión Medición de potencia activa y reactiva con osciloscopio 3.5.3 Medición de potencia aparente monofásica. 3.6 Medición de potencia activa trifásica Método de los tres elementos Método de los 2 elementos (Aron) 3.6 Medición de potencia reactiva trifásica: Método de los tres y dos elementos. Caso balanceado y desbalanceado. IEEE 1459-2010. 3.6.2 Medición de energía Medición de Energía Activa Monofásica y Trifásica. Definiciones generales para medidores de energía.	2	2	4
	SEGUNDO EXAMEN PARCIAL – CAPÍTULO 3 (Clase 24)		2	2	4
Semana 13	Capítulo 4. Potencia y Energía en Corriente Alterna (Clase 25)	3.7 Transformadores para instrumentos 3.7.2 Principio básico de operación, usos y aplicaciones 3.7.3 Transformador de corriente (TC): Relación de transformación, Burden, Error de ángulo, clase y polaridad relativa. 3.7.4 Transformador de potencial (TP): Relación de transformación, Burden, Error de ángulo, clase y polaridad relativa	2	2	4
	Capítulo 4. Potencia y Energía en Corriente Alterna (Clase 26)	Práctica de laboratorio 10: Medición de potencia activa y energía monofásica y trifásica, mediante vatímetros, para cargas balanceadas y desbalanceadas. Determinación de la potencia reactiva a partir de las lecturas de los vatímetros.	2	2	4
Semana 14	Capítulo 5. Potencia en Estado Estable no Sinusoidal (Clase 27)	4.1 Series Trigonometrica de Fourier: Forma continua y discreta. Forma amplitud- fase y espectro de la señal. 4.2 Potencia Monofásica en Estado Estable: Valores Eficaces, Potencia Aparente, Potencia Activa, Potencia Reactiva, Factor de Potencia. Factores de Distorsión.	2	2	4
	Capítulo 5. Potencia en Estado Estable no Sinusoidal (Clase 28)	4.3 Potencia Trifásica en Estado Estable: 4.3.1 Potencia Activa 4.3.2 Potencia Aparente Efectiva 4.3.3 Potencia Reactiva 4.3.4 Factor de potencia	2	2	4
Semana 15	Capítulo 5. Potencia en Estado Estable no Sinusoidal (Clase 29)	Práctica de laboratorio 11: Medición de potencia activa monofásica y trifásica con fuentes con contenido armónico y cargas balanceadas y desbalanceadas.	2	2	4
	Capítulo 5. Potencia en Estado Estable no Sinusoidal (Clase 30)	Taller de ejercicios de los capítulos 3 y 4.	2	2	4

UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”
Facultad Tecnológica

Semana 16	TERCER EXAMEN PARCIAL – CAPÍTULO 4 (Clase 31)	2	2	4
TOTAL		62	62	124

8. Estrategias de evaluación

Logros:		Talleres:	X
Proyectos:	X	Trabajos de campo:	
Parciales:	X	Dinámicas y discusiones:	X
Otras:	X		

9. Valoración de las estrategias de evaluación

	Logros	Parciales	Proyecto	TEMAS A EVALUAR
Nota 1	NA	20%	NA	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción a las mediciones. • Mediciones eléctricas en corriente continua.
Nota 2	NA	20%	NA	<ul style="list-style-type: none"> • Medición de voltaje, corriente e impedancia en corriente alterna.
Nota 3	NA	20%	NA	<ul style="list-style-type: none"> • Medición de potencia activa y reactiva y energía en corriente alterna. • Análisis armónico
Nota 4	NA	NA	15%	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo final
Laboratorio	NA	20%	NA	<ul style="list-style-type: none"> • Prácticas de laboratorio de cada uno de los temas del curso.
Trabajo Autónomo	5%	NA	NA	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los temas del curso.

10. Cronograma

- Primer examen parcial: 14 de septiembre 10:00 am
- Segundo examen parcial: jueves 21 de octubre 6:00 am
- Tercer examen parcial: miércoles 1 de diciembre 10:00 am
- Entrega trabajo final: jueves 9 de Diciembre 10:00 am

11. Bibliografía y demás fuentes de documentación

- Texto Guía: Introducción a las Medidas Eléctricas. Mario A. Rodríguez B. Tecnología en Electricidad e Ing. Eléctrica. Facultad Tecnológica. Universidad Distrital. Bogotá 2010.
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE.

Tecnología en Sistemas Eléctricos de Media y Baja Tensión articulado por ciclos propedéuticos con Ingeniería Eléctrica 2016-I

UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS”
Facultad Tecnológica

- AGUDELO, Luis. “Medidas Eléctricas Básicas”. Universidad Nacional 1985. BAIRD, David Carl. “Experimentación. Una introducción a la teoría de mediciones y al diseño de experimentos”. Segunda edición.
- CASTEJÓN, Agustín. “Tecnología Eléctrica”. Mc Graw Hill.
- COOPER y HELFRICK. Instrumentación Electrónica Moderna y técnicas de Medición.
- DORF, Carl. “Circuitos Eléctricos”.
- GARCÍA MÁRQUEZ, Rogelio. “La puesta a tierra de instalaciones eléctricas”.
- KARCZ, Andrés. “Fundamentos de metrología”.
- MANDADO, Enrique. “Instrumentación Electrónica”.
- Manuales de equipos de laboratorio. (Multímetro FLUKE 73, Megometro MEGGER y Telurómetro).
- PACKMAN, Emilio. “Mediciones Eléctricas”. Editorial Hasa, Argentina.
- RAS, Enrique. “Transformadores de potencia, de medida y de protección”. Alfaomega, Marcombo. Capítulo IV-4.
- STOCKL y WINTERLING. “Técnica de las medidas eléctricas”.
- WOLF, Stanley y SMITH. “Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio”. Prentice Hall 1992.