



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	Sistemas de Potencia			
Pensum al que pertenece	222			
Código – Grupo	1617			
Tipo	Espacio teórico-práctico			
Área	Componente Propedeutico			
Créditos académicos	HTD Horas de Trabajo Directo	HTC Horas de Trabajo Cooperativo	HTA Horas de Trabajo Autónomo	Horas/semana
	4	2	3	9
	3 Créditos			

2. Justificación

Esta materia permite al futuro tecnólogo o ingeniero brindar sus servicios en empresas del sector eléctrico, en etapas concernientes al análisis y la operación de sistemas de potencia, tanto en condiciones de estado estable, como en condiciones de falla, teniendo como prioridad preservar la integridad de los equipos e infraestructura del sistema. También permite que el futuro tecnólogo o ingeniero adquiera la visión de crecimiento y expansión adecuados que deben sugerirse a las empresas del sector, con miras a un permanente estado de actualización de las mismas, acorde con sus recursos y proyecciones de desarrollo.

3. Objetivos

A partir de las bases del ciclo tecnológico, en cuanto a circuitos, máquinas eléctricas, matemáticas y herramientas computacionales, se pretende que estudiante de Ingeniería compendie los siguientes objetivos:

- Iniciar al estudiante en el contexto de los sistemas de potencia.
- Repasar y establecer los fundamentos para el modelamiento de los sistemas de potencia.
- Describir conceptos, configuración, topología y punto de operación necesarios para el análisis en estado estable de un sistema de potencia.
- Caracterizar y modelar un sistema de potencia.
- Conocer del sistema eléctrico colombiano.
- Compendiar los conceptos de potencia, matriz de admitancia y parámetros de la red por métodos sistemáticos de análisis.
- Analizar el estado de un sistema para un punto de operación dado.
- Conocer los fundamentos del estudio columna vertebral de los distintos algoritmos para el análisis de en diversas condiciones de un sistema de potencia.
- Entender el concepto de potencia nodal y analizar algunas metodologías para su modelamiento matemático.
- Aplicar métodos numéricos para la determinación de las variables eléctricas del sistema.
- Hacer la consideración económica de la operación de un sistema de potencia.
- Conocer el equipamiento y los recursos, tanto físicos como computacionales del marco que abarca el estudio de los sistemas de potencia.
- Reconocer las técnicas de la investigación operacional, aplicadas al problema de encontrar una asignación de potencias óptimas a generar en un sistema térmico.

4. Requerimientos

La posibilidad de entender el discurso y la práctica objeto de trabajo en éste espacio académico radica en la articulación que el estudiante realice con los contenidos contemplados en:

- El ciclo completo de matemáticas.
- Circuitos eléctricos AC, tanto monofásicos como trifásicos.
- Los cursos sobre conversión electromagnética y máquinas eléctricas; transformadores, generadores de corriente alterna y los distintos tipos de motores que constituyen cargas importantes de un sistema de potencia.

5. Aspectos pedagógicos

La propuesta desarrollada por el grupo de docentes del proyecto curricular de Tecnología en Electricidad, Ingeniería en Distribución y Redes Eléctricas, e Ingeniería Eléctrica, 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 transito 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 un problema o pregunta que el estudiante debe solucionar a lo largo de las 16 semanas de duración del semestre, a modo 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 • Presentación de temas • Aclaración de dudas • Realización de ejercicios y problemas por parte del profesor y de los alumnos • Formulación de Trabajos y ensayos. • Evaluación teórica escrita 	4	60	3
Acompañamiento (trabajo cooperativo)	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de trabajos implementando software para análisis de sistemas de potencia. • Asesoría de trabajos y ensayos • Visitas técnicas 	2	30	
Actividades extractase (trabajo autónomo)	<ul style="list-style-type: none"> • Lecturas de preparación y/o complemento a las unidades temáticas. • Utilización de herramientas de software. • Desarrollo de trabajos y ensayos 	3	45	
TOTAL		9	135	

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

7. Competencias e indicadores

Nombre de la unidad temática	Competencias	Indicadores de Idoneidad
Capítulo 1 Modelación de la red	Interpretativa Argumentativa Propositiva	<p>Conceptualiza adecuadamente la terminología empleada en sistemas de potencia.</p> <p>Identifica la función que cumplen cada uno de los elementos que conforman un sistema de potencia.</p> <p>Describe cada uno de los modelos eléctricos correspondientes a las componentes de los sistemas de potencia.</p> <p>Conoce de la infraestructura instalada en el sistema interconectado nacional y de su ubicación geográfica.</p> <p>Relaciona con pertinencia las características de funcionamiento de las componentes y las consecuencias de éstas en la operación de los sistemas de potencia.</p> <p>Desarrolla el modelo eléctrico de la línea de transmisión a partir de su configuración geométrica y parámetros constructivos.</p> <p>Obtiene valores base monofásicos o trifásicos y realiza apropiadamente los cambios de base necesarios en cada elemento del sistema.</p> <p>Modela, manualmente o mediante software aplicativo, la red de un sistema de potencia, con pertinencia a la interconexión de sus elementos.</p>
Capítulo 2 Flujo de potencia	Interpretativa Argumentativa Propositiva	<p>Identifica y clasifica adecuadamente los tipos de nodos que existen en un sistema de potencia.</p> <p>Formula correctamente las ecuaciones de potencia nodal del sistema observando dimensionamiento y variables (datos e incógnitas).</p> <p>Resuelve las ecuaciones de potencia nodal de un sistema empleando para ello diferentes métodos iterativos y software aplicativo pertinente.</p> <p>Evalúa técnicamente el flujo de potencia eléctrica a partir de las tensiones nodales dadas para un punto de operación específico del sistema.</p> <p>Calcula mediante procedimientos diferentes, las pérdidas de potencia activa y reactiva del sistema, para un punto de operación dado.</p>

<p>Capítulo 3 Despacho económico clásico</p>	<p>Interpretativa Argumentativa Propositiva</p>	<p>Conceptualiza sobre el despacho económico de unidades hidrotérmicas teniendo en consideración el aprovechamiento óptimo de los recursos primarios y una asignación de carga con los mínimos costos totales.</p> <p>Maneja los criterios básicos a tener en cuenta en la distribución de la carga entre las unidades de una planta.</p> <p>Establece analíticamente la relación entre las pérdidas de transmisión y la potencia generada en el sistema.</p> <p>Formula y resuelve el problema de despacho económico de un sistema, considerando las pérdidas de transmisión.</p> <p>Evalúa las diferencias de orden económico existentes en el flujo de potencia de un sistema al considerar o no las pérdidas de transmisión.</p>
---	---	--

8. Contenido programático

Unidad temática	Semana Sesión	Lineamientos	HSP	HSA	THS
Capítulo 1: MODELACION DE LA RED	$\frac{1}{1}$	0. Presentación de la asignatura.	2	1	3
	$\frac{1}{2}$	1.1. La máquina sincrónica. 1.1.1. Generadores típicos en sistemas de potencia. 1.1.2. Circuitos equivalentes.	2	1	3
	$\frac{1}{3}$	1.1.3. Análisis operativo de la M.S. 1.1.4. Límites de funcionamiento. 1.1.5. Ensayos para obtener X_s	2	1	3
	$\frac{2}{4}$	1.2. El Transformador. 1.2.1. Relaciones básicas del transformador monofásico sin pérdidas. 1.2.2. Circuito equivalente.	2	1	3
	$\frac{2}{5}$	1.2.3. El transformador en por unidad. 1.2.4. Relación de transformación del trafo trifásico.	2	1	3
	$\frac{2}{6}$	1.2.5. Control del flujo de la potencia con el transformador (lectura de tarea). 1.2.6. Ensayos para obtener X_d	2	1	3
	$\frac{3}{7}$	1.3. La línea de transmisión. 1.3.1. Parámetros. 1.3.2. Circuitos equivalentes de las líneas de longitud corta y media.	2	1	3
	$\frac{3}{8}$	1.3.3. La línea de transmisión de longitud larga. 1.3.3.1. Circuito equivalente π para una línea de longitud larga.	2	1	3
	$\frac{3}{9}$	1.3.3.2. La constante de propagación, v y la impedancia característica, Z_0 1.3.3.3. Transmisión de potencia activa de la línea sin pérdidas.	2	1	3
	$\frac{4}{10}$	1.3.4. Relaciones Tensión-Potencia. 1.3.5. $P_{m\acute{a}x}$ de transmisión en función de los puntos de control de la tensión en la línea (lectura de tarea).	2	1	3
	$\frac{4}{11}$	1.4. Concepto de sistema de potencia. 1.4.1. Representación de los sistemas de potencia (diagramas unifilares, de impedancias y de admitancias). 1.4.2. Sistemas en por unidad. (<i>Entregar a los estudiantes problema de aplicación de la modelación de un sistema de potencia</i>)	2	1	3
	$\frac{4}{12}$	1.5. La matriz de admitancias nodal, 1.5.1. Construcción. 1.5.2. Propiedades.	2	1	3

	5 13	1.5.3. Modificaciones de la matriz 1.5.4. Cálculo de la matriz de impedancia nodal, a partir de 1.5.5. Propiedades de la matriz .	2	1	3
--	---------	---	---	---	---

	$\frac{5}{14}$	Verificación de cálculos del problema de aplicación de la modelación de un sistema y aclaración de dudas sobre la temática del capítulo.	2	1	3
	$\frac{5}{15}$	PRIMER EXAMEN PARCIAL – CAPÍTULO 1	2	1	3

Unidad temática	Semana Sesión	Lineamientos	HSP	HSA	THS
Capítulo 2: FLUJO DE POTENCIA	$\frac{6}{16}$	2.1. Ecuaciones de potencia nodal.	2	1	3
	$\frac{6}{17}$	2.2. Cálculo de corrientes y potencias en el sistema. 2.3. Pérdidas de potencia en la red, S_L por los cuatro métodos (problema de aplicación)	2	1	3
	$\frac{6}{18}$	2.4. Diagrama del flujo de la potencia en el sistema.	2	1	3
	$\frac{7}{19}$	2.5. Solución a las ecuaciones de potencia nodal. 2.5.1. Método de Gauss-Seidel. 2.5.1.1. Ecuación General y su solución por iteración. <i>Entregar a los estudiantes problema de aplicación para el flujo de potencia en un sistema.</i>	2	1	3
	$\frac{7}{20}$	2.5.1.2. El factor de aceleración. 2.5.1.3. Etapas adicionales para los nodos de generación.	2	1	3
	$\frac{7}{21}$	2.5.1.4. Seguimiento a la implementación del método por parte del estudiante.	2	1	3
	$\frac{8}{22}$	2.5.2. Método de Newton-Raphson acoplado. 2.5.2.1. Deducción de la ecuación general.	2	1	3
	$\frac{8}{23}$	2.5.2.2. Deducción de los elementos de la Matriz del Jacobiano, J . 2.5.2.3. Elementos del vector de residuos.	2	1	3
	$\frac{8}{24}$	2.5.2.4. Solución de la ecuación general. 2.5.2.5. Observaciones sobre los nodos de generación.	2	1	3
	$\frac{9}{25}$	2.5.2.6. Seguimiento a la implementación del método por parte del estudiante.	2	1	3
	$\frac{9}{26}$	2.5.3. Método de Newton-Raphson desacoplado rápido. 2.5.3.1. Ecuaciones básicas. 2.5.3.2. Aproximaciones y simplificación de H y L (matrices B barra y doble barra).	2	1	3
	$\frac{9}{27}$	2.5.3.3. Solución por iteración de las ecuaciones básicas del método.	2	1	3
	$\frac{10}{28}$	2.5.3.4. Seguimiento a la implementación del método por parte del estudiante.	2	1	3
	$\frac{10}{29}$	Solución a dudas de los estudiantes sobre los temas vistos en el capítulo.	2	1	3
$\frac{10}{30}$	SEGUNDO EXAMEN PARCIAL – CAPÍTULO 2	2	1	3	

Unidad temática	Semana Sesión	Lineamientos	HSP	HSA	THS
Capítulo 3: DESPACHO ECONOMICO CLASICO	$\frac{11}{31}$	3.1. Análisis económico de sistemas hidrotérmicos.	2	1	3
	$\frac{11}{32}$	3.2. Despacho económico sin pérdidas de transmisión. 3.2.1. Planteamiento y solución del problema de optimización.	2	1	3
	$\frac{11}{33}$	3.2.2. Programa de asignación de la carga entre las unidades de una planta.	2	1	3
	$\frac{12}{34}$	3.3. Evaluación de costos en el despacho económico.	2	1	3
	$\frac{12}{35}$	3.4. Las pérdidas de transmisión y la potencia generada. 3.4.1. Representación de la red sin variación de las pérdidas S_L	2	1	3
	$\frac{12}{36}$	3.4.2. Matriz de transformación de la red del sistema. <i>Entregar a los estudiantes problema de aplicación para el despacho económico con pérdidas de transmisión de un sistema de potencia.</i>	2	1	3
	$\frac{13}{37}$	3.4.3. La ecuación general de pérdidas del sistema, P_L	2	1	3
	$\frac{13}{38}$	3.4.3.1. Matriz de coeficientes de pérdidas, β . 3.4.3.2. Las pérdidas incrementales de transmisión	2	1	3
	$\frac{13}{39}$	3.5. Despacho económico con pérdidas de transmisión. 3.5.1. Planteamiento del problema de optimización.	2	1	3
	$\frac{14}{40}$	3.5.2. Deducción de las ecuaciones solución al problema de optimización. 3.5.3. Algoritmo de solución a las ecuaciones para el despacho económico.	2	1	3
	$\frac{14}{41}$	Solución a dudas de los estudiantes sobre los temas del capítulo.	2	1	3
	$\frac{14}{42}$	TERCER EXAMEN PARCIAL – CAPÍTULO 3	2	1	3

Práctica académica	$\frac{15}{43}$	Visitas al Sistema de Potencia.	2	1	3
	$\frac{15}{44}$		2	1	3
	$\frac{15}{45}$		2	1	3

TOTAL			90	45	135
--------------	--	--	-----------	-----------	------------

9. Estrategias de evaluación

Parciales:	X	Trabajos y Ensayos:	X
------------	---	---------------------	---

10. Valoración de las estrategias de evaluación

	Estrategia	Porcentaje	Temas a evaluar	Fechas de evaluación
1 ^{ra} Nota	Parcial	20%	Capítulo 1	
2 ^{da} Nota	Parcial	20%	Capítulo 2	
3 ^{ra} Nota	Parcial	20%	Capítulo 3	
4 ^{ta} Nota	Trabajo	10%	Infraestructura del SIN	
5 ^{ta} Nota	Trabajo	10%	Operación económica del SIN	
6 ^{ta} Nota	Trabajo	20%	Flujo de potencia en un sistema de X nodos	

11. Bibliografía y demás fuentes de documentación

1. BARÓN, A. y FLÓREZ, L. Introducción al Análisis de Sistemas de Potencia en Estado Estacionario Volumen I: Conceptos básicos, fundamentos y alcance funcional. Facultad de Ingeniería Publicaciones. Universidad Nacional de Colombia. 1995.
2. BARÓN, A. y FLÓREZ, L. Introducción al Análisis de Sistemas de Potencia. Volumen II: Modelos de Elementos. Facultad de Ingeniería Publicaciones. Universidad Nacional de Colombia. 1995.
3. GÓMEZ, A; MARTÍNEZ, J. L.; ROSENDO, J. A.; ROMERO, E. y RIQUELME, J. M. Sistemas Eléctricos de Potencia, Problemas y ejercicios resueltos. Pearson Educación, S. A. Madrid. 2003.
4. GRAINGER, J. y STEVENSON, W. D. Jr. Análisis de Sistemas de Potencia. McGraw Hill-Interamericana. México. 1996.
5. NASAR, S. A. Sistemas Eléctricos de Potencia. McGraw Hill-Interamericana. México. 1991.
6. ELGERD, O. I. Electric Energy Systems Theory. McGraw Hill. 1982.
7. SAADAT, H. Power Systems Analysis. McGraw-Hill, 1988.
8. GROSS, Ch. Power Systems Analysis. John Wiley & Sons, 1979.

Material bibliográfico complementario:

1. FLOREZ, Lucio et al. Ordenamiento y solución de flujos de carga en sistemas radiales. Ingeniería e investigación (Bogotá). Vol. 4, no. 1 (1986). p. 19-26.
2. CUERVO A., Ricardo. Planeación de la operación de sistemas hidrotérmicos. Revista Facultad de Ingeniería (Medellín). Vol. 4, No. 1-2 (1987). p. 173-208.
3. ALVARADO, Fernando L. Analysis and control system techniques for electric power systems. San Diego: Academic Press. 1991.
4. TURAN, Gonen. Electric power distribution system engineering. New York: McGraw-Hill Book. 1986.
5. The electric power system of Colombia. Colombia Today, (New York). Vol.20 no.1, p.p.1-6. 1985.