



# **GENERACIÓN DISTRIBUIDA**

## **Análisis de Sistemas de Distribución**

*Énfasis en Ingeniería Eléctrica y Electrónica*

**ESPACIO ACADÉMICO (Asignatura): GENERACIÓN DISTRIBUIDA:  
ANÁLISIS DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN**

**CÓDIGO:**

- Obligatorio ( ) : Básico ( ) Complementario ( )
- Electivo ( X ) : Intrínsecas ( X ) Extrínsecas ( )

### **COMPETENCIAS EN INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**NÚMERO DE CRÉDITOS:** Cuatro (4).

**TIPO DE CURSO:** Teórico: \_\_\_\_\_ Práctico: \_\_\_\_\_ Teo-Prác:  X

Alternativas metodológicas:

Clase Magistral ( X ), Seminario ( ), Seminario – Taller ( ), Taller ( ), Prácticas ( ),  
Proyectos tutorados ( X ), Otro: Trabajo autónomo con tareas y uso de computador

### *Justificación del Espacio Académico*

La electricidad es una forma de energía que ha cambiado esencialmente el progreso de la sociedad, con sus múltiples desarrollos y aplicaciones para satisfacer necesidades básicas del ser humano y generar nuevos servicios con el avance tecnológico.

Los sistemas de Distribución de Energía Eléctrica, son parte indispensable de la evolución de la utilización masiva de la energía eléctrica, puesto que tienen un papel importante en el transporte de la potencia eléctrica desde los centros de producción (plantas eléctricas) hasta los centros de consumo (usuarios finales), cumpliendo parámetros de calidad, continuidad y seguridad de suministro; considerando criterios técnicos, económicos y ambientales.

Aproximadamente las 2/3 partes de la inversión total del sistema de potencia, están dedicados a la parte de distribución, lo que conlleva precisamente al conocimiento en el planeamiento, la construcción y la operación del sistema de distribución. El espacio académico Análisis de Sistemas de Distribución pretende que el estudiante conozca las características, los principales elementos constitutivos y modelo matemáticos de un sistema



de distribución de media y baja tensión. Además se presenta la problemática de los estudios de pérdidas técnicas y no técnicas, calidad del servicio, los armónicos y demás fenómenos que afectan los sistemas de distribución.

La posibilidad de entender el discurso y la práctica, objeto de trabajo en el espacio académico denominado Análisis de Sistemas de Distribución, radica en la articulación que el estudiante realice con los contenidos contemplados en espacios académicos que fundamentan el comportamiento de Física Electromagnética, los circuitos de corriente alterna, circuitos magnéticos y máquinas eléctricas, la producción de electricidad y la resolución de ecuaciones lineales y no lineales, el conocimiento de los sistemas de potencia y poseer interés por la utilización de herramientas de software para el análisis de circuitos, análisis de sistemas de distribución y potencia y programación.

**PRERREQUISITO:** Ninguno

## *Programación del Contenido*

Comprender las características y modelos de un sistema de distribución, que permita realizar los análisis necesarios para la evaluación en sus diferentes condiciones operativas y de planeación, con parámetros de calidad, continuidad y seguridad a mínimo costo

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conocer los modelos matemáticos que representa el comportamiento de sistemas de distribución.
- Proporcionar los elementos básicos que permitan el modelamiento, y el comportamiento de los Sistemas de Distribución de un Sistema Eléctrico de Potencia.
- Estudiar el comportamiento eléctrico de los sistemas de distribución conociendo los fenómenos físicos que caracterizan su comportamiento estacionario y transitorio.
- Capacitar al estudiante en el uso de técnicas y herramientas para el análisis de sistemas de distribución.
- Establecer los elementos estructurales de un plan de reducción de pérdida de energía.

### **COMPETENCIAS DE FORMACIÓN**

Al finalizar el curso se espera que el estudiante haya desarrollado las siguientes competencias:



- **Cognitivas.** Determinar los elementos que hacen parte del modelos de un sistema de distribución, Conocer los criterios de planeamiento y Diseño de Sistemas de Distribución, Modelar el comportamiento de los elementos del sistema en componentes en condiciones de operación balanceada y desbalanceada. Determinar estrategias e impacto de las pérdidas en el sistema de distribución, Aplicar técnicas de resolución de flujos radiales y armónicos.
- **Investigativas.** Apropiar y proponer las soluciones de los diferentes problemas de los sistemas de distribución y evaluar la relación de los resultados con la realidad colombiana.
- **Laborales.** Reconocer las características de los sistemas de distribución para el planeamiento, el diseño y la operación, aplicar las herramientas de análisis para las perturbaciones que pueda tener un sistema de distribución.

## **PROGRAMA SINTÉTICO**

### **1. Características generales de los sistemas de distribución**

- 1.1. Configuración de Redes
- 1.2. Elementos y Unidades Constructivas Fundamentales
- 1.3. Características de la Carga: Clasificación, Modelos, Factores y curvas de comportamiento
- 1.4. Modelamiento en sistemas balanceados y desbalanceados: Matrices de impedancia y de admitancia, aplicaciones
- 1.5. Herramientas de Análisis Técnico: Flujo de Carga Radial, Redes de Secuencia, Análisis de fallas

### **2. Planeamiento en sistemas de distribución**

- 2.1. Modelos de proyección de la demanda
- 2.2. Criterios de Planeamiento
- 2.3. Principios económicos básicos aplicados a los sistemas de distribución
  - a. Conductor Económico de MT
  - b. Transformador Económico
  - c. Criterios y Principios para la Coordinación de Protecciones de Sistemas de Distribución

### **3. Pérdidas de energía eléctrica**

- 3.1. Influencias y consecuencias de las pérdidas de energía eléctrica
- 3.2. Clasificación de las pérdidas de energía
- 3.3. Metodologías para la estimación de las pérdidas de energía eléctrica
- 3.4. Pautas y criterios sobre los programas para la reducción y el control de pérdidas de energía eléctrica



**4. Calidad de la potencia en sistemas de distribución**

- 4.1. Fuentes de armónicos
- 4.2. Herramientas de Análisis: Análisis FFT, Flujo de Carga Armónico
- 4.3. Perturbaciones y Soluciones Correctivas

**5. Confiabilidad de sistemas de distribución**

- 5.1. Consideraciones Generales
- 5.2. Cálculo de Indicadores de Confiabilidad y Efecto de las Protecciones
- 5.3. Resolución CREG 097 de 2008
- 5.4. Costo de No suministro y Compensaciones a Usuarios

**6. Automatización de sistemas de distribución**

- 6.1. Objetivos de la Automatización
- 6.2. El sistema SCADA
- 6.3. Redes Inteligentes

## *Estrategias*

### **PARÁMETROS METODOLÓGICOS**

La asignatura estará basada en el Modelo Construcccionista, bajo diferentes modalidades de enseñanza para el trabajo directo, se utilizarán las clases teóricas o magistrales, para el trabajo colaborativo se aplicarán los talleres, las tutorías, el estudio y trabajo en grupo y en el aula virtual del curso se tendrán actividades para el estudio y trabajo autónomo del estudiante.

La metodología para adelantar el curso es presencial e incluye varios componentes como son:

- Clases magistrales dictadas por el docente, durante los horarios programados, en el que se transmitan conocimientos y se activen los procesos cognitivos del estudiante.
- Estudios de casos, los cuales serán investigados, discutidos y reflexionados por los estudiantes.
- Resolución de ejercicios y problemas, donde el estudiante ejercite, simule y practique los conocimientos previos.
- Aprendizaje orientado a proyectos, ya que permite a los estudiantes interactuar en situaciones concretas y significativas que estimulan el saber, el saber hacer y el saber ser, aplicando las habilidades y conocimientos adquiridos.

Dado que la secuencia del curso se desarrolla a través de las clases magistrales, los temas cubiertos en cada sesión se hacen de manera general.

**Estudio de documentos y textos:** Es necesario que el estudiante, en forma individual o en grupo, lea y estudie los detalles de cada tema en los textos escogidos.



Los textos principales son suficientes para todo el curso. Para los temas novedosos, se escogen textos complementarios que permiten estudiar más detalladamente los temas que corresponden al análisis de sistemas de distribución.

### PROYECTOS ESPECÍFICOS DE CÁTEDRA

El programa es completado con las siguientes actividades:

- Conferencias magistrales
- Estudio de casos y talleres

Tipo de Curso	Horas			Horas profesor/ semana	Horas Estudiante/ semana	Total Horas Estudiante/ semestre	Créditos
	TD	TC	TA	(TD + TC)	(TD + TC +TA)	X 18 semanas	
	3	1	8	4	12	192	4

**Trabajo Presencial Directo (TD):** trabajo de aula con plenaria de todos los estudiantes.

**Trabajo Mediado-Cooperativo (TC):** Trabajo de tutoría del docente a pequeños grupos o de forma individual a los estudiantes.

**Trabajo Autónomo (TA):** Trabajo del estudiante sin presencia del docente, que se puede realizar en distintas instancias: en grupos de trabajo o en forma individual, en casa o en biblioteca, laboratorio, etc.)

## Recursos

### RECURSOS FÍSICOS REQUERIDOS

- Sala de videoconferencia
- Programas o Software especializado
- Aulas virtuales
- Conexión a Internet (capacidad requerida mínima 8 Mb/s)
- Acceso a bases de datos.

### BIBLIOGRAFÍA

- Ramírez Castaño, Samuel. "Redes de Distribución de Energía". Universidad Nacional. 1995
- Gonen, T. "Electric Power Distribution System Engineering" Mc Graw Hill. 1986
- Short, T.A. "Electric power distribution handbook". CRC Press 2004
- Pansini, A. "Electric Guide to Electrical Power Distribution Systems. CRC Press 2005
- ABB/ Westinghouse Electric Corporation "Transmission and Distribution Reference Book". 1985
- Enríquez Harper, Gilberto. "Líneas de transmisión y redes de distribución de potencia".



- Espinosa y Lara. "Sistemas de Distribución" Limiusa, 1990
- Burke, J.J.; Power Distribution Engineering: Fundamental and applications; Marcel Dekker Inc. 1994
- Pabla, A; Electric Power Distribution System; Tata Mc Graw Hill Publishing C.L 1989
- Baron N.A y Florez L.; Introducción al análisis de sistemas de potencia: Modelos Funciones Básicas; Vol II y Vol III; Facultad de Ingeniería Universidad Nacional , 1990
- Bosela, T.R; Introduction of electrical power system technology; Prentice Hall, 1997

### RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS

- Biblioteca de IEEE
- Base de datos ACM
- Base de datos SPRINGER
- Base de datos PROQUEST

## Organización / Tiempos

El curso consta de:

- 1. Características Generales de los sistemas de Distribución:** Configuración de Redes, Elementos y Unidades Constructivas Fundamentales, Características de la Carga: Clasificación, Modelos, Factores y curvas de comportamiento, Modelamiento en sistemas balanceados y desbalanceados: Matrices de impedancia y de admitancia, aplicaciones (6 sesiones)
- 2. Planeamiento en sistemas de distribución:** Modelos de proyección de la demanda, Criterios de Planeamiento, Principios económicos básicos aplicados a los sistemas de distribución, Criterios y Principios para la Coordinación de Protecciones de Sistemas de Distribución (6 sesiones)
- 3. Pérdidas de Energía Eléctrica:** Influencias y consecuencias de las pérdidas de energía eléctrica, Clasificación de las pérdidas de energía, Metodologías para la estimación de las pérdidas de energía eléctrica, Pautas y criterios sobre los programas para la reducción y el control de pérdidas de energía eléctrica (4 sesiones)
- 4. Calidad de la Potencia en Sistemas de Distribución:** Fuentes de armónicos, Herramientas de Análisis, Análisis FFT, Flujo de Carga Armónico, Perturbaciones y Soluciones Correctivas (4 sesiones)
- 5. Confiabilidad de Sistemas de distribución:** Consideraciones Generales, Cálculo de Indicadores de Confiabilidad y Efecto de las Protecciones, Resolución CREG 097 de 2008, Costo de No suministro y Compensaciones a Usuarios (4 sesiones)
- 6. Automatización de sistemas de distribución:** Objetivos de la Automatización, El sistema SCADA, Redes Inteligentes (4 sesiones)

Cada módulo comprende actividades individuales como grupo grupales. Se propiciará la interacción con investigadores nacionales e internacionales que contribuyan en el análisis y debate en torno a la discusión central del seminario: formulando proyectos de investigación.



## Evaluación

Las evaluaciones a los estudiantes son diseñadas para obtener el nivel de abstracción y conceptualización de cada uno de los temas del curso.

La evaluación se realizará teniendo en cuenta: (30%); (30%); (40%).

TIPO DE EVALUACIÓN		FECHA	PORCENTAJE
<b>PRIMERA NOTA</b>	Examen escrito que busca evaluar la capacidad de conceptualizar formalmente los problemas y soluciones de los temas cubiertos en el primer mes de estudio.	10ª Sesión	20%
<b>SEGUNDA NOTA</b>	Examen escrito que busca evaluar la capacidad de conceptualizar formalmente los problemas y soluciones de los temas cubiertos en el segundo mes de estudio.	18ª Sesión	20%
<b>TERCERA NOTA</b>	Promedio aritmético de las notas obtenidas en las tareas realizadas durante todo el curso y seleccionadas aleatoriamente.	Cualquier sesión	30%
<b>EXAMEN FINAL</b>	Examen escrito que busca evaluar la capacidad de conceptualizar formalmente los problemas y soluciones de los temas cubiertos en el tercer y cuarto mes de estudio.	En la fecha programada	30%

### ASPECTOS A EVALUAR DEL CURSO

1. Evaluación del desempeño docente
2. Evaluación de los aprendizajes de los estudiantes en sus dimensiones: individual/grupo, teórica/práctica, oral/escrita.
3. Autoevaluación
4. Coevaluación del curso: de forma oral entre estudiantes y docente.

## Datos Docente

Nombre:

Pregrado:

Postgrado:

Correo Electrónico: