

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD
PLAN 2008
PROGRAMA DE ESTUDIOS

Resolución N° 17/10/05-00 Acta N° 998/08/05/2017

I. - IDENTIFICACIÓN

- | | | |
|------|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1. | Asignatura | : Distribución de Energía Eléctrica |
| 2. | Semestre | : Séptimo |
| 3. | Horas semanales | : 5 horas |
| 3.1. | Clases teóricas | : 3 horas |
| 3.2. | Clases prácticas | : 2 horas |
| 4. | Total real de horas disponibles | : 80 horas |
| 4.1. | Clases teóricas | : 48 horas |
| 4.2. | Clases prácticas | : 32 horas |

II. - JUSTIFICACIÓN

La modernización de las actividades cotidianas del hombre, trae consigo una importante evolución del uso de la energía eléctrica, cuya fuente de generación no siempre se encuentra próximo a los centros de consumo, razón por la cual, todo sistema de transporte de dicha energía, se realiza mediante las redes de transmisión y distribución siendo esta última, la parte del sistema más próxima al consumidor y que acompaña el crecimiento de actividades con una continua expansión destacándose por ello, una dinámica importante en el diseño, montaje, operación y mantenimiento de dichas instalaciones. Las líneas de distribución, por tanto, son de gran relevancia para permitir un mayor grado de confort y calidad de vida, que se obtienen del uso racional de la energía en sus distintas aplicaciones.

III. - OBJETIVOS

1. Describir un sistema eléctrico (Generación, Transmisión, distribución).
2. Analizar las estructuras de sistema de distribución en media tensión y baja tensión.
3. Estimar la demanda de energía eléctrica del sistema de distribución.
4. Manipular transformadores de distribución.
5. Diseñar líneas de distribución de media y baja tensión, aérea y subterránea.
6. Justificar la utilización de bancos de capacitores en sistema de distribución.

IV. - PRE - REQUISITO

1. Física VII.

V. - CONTENIDO.

5.1. Unidades programáticas

1. Sistemas de Transporte de Energía.
2. Sistemas Eléctricos de Distribución
3. Estimación de la Demanda de Energía
4. Transformadores de Distribución.
5. Líneas de Distribución de Media Tensión Aérea.
6. Líneas Secundarias de Distribución Aérea.
7. Líneas de Distribución de Media Tensión Subterránea.
8. Líneas Secundarias de Distribución Subterránea.
9. Bancos de Capacitores en Sistemas de Distribución.
10. Temas Especiales. (Opcional)

5.1. Desarrollo de las unidades programáticas

1. Sistemas de Transporte de Energía.
 - 1.1. El sistema interconectado de energía eléctrica.
 - 1.2. Sistema de extra alto voltaje.
 - 1.3. Sistema de alto voltaje.
 - 1.4. Sistemas de mediana tensión.
 - 1.5. Sistemas de distribución industriales.
 - 1.6. Sistemas de distribución comerciales.
 - 1.7. Sistemas de distribución urbanos y residenciales.
 - 1.8. Sistemas de distribución rurales.
2. Sistemas Eléctricos de Distribución.
 - 2.1. Normatividad para los circuitos eléctricos de distribución.
 - 2.2. Simbología en los sistemas eléctricos de distribución.
 - 2.3. Sistema de distribución radial.
 - 2.3.1. Red aérea.
 - 2.3.2. Red subterránea.
 - 2.3.3. Red híbrida.

- 2.4. Sistema de distribución en anillo.
 - 2.4.1. Red en anillo abierto.
 - 2.4.2. Red en anillo cerrado.
 - 2.4.3. Red mixta.
- 2.5. Sistema de distribución en mallas.
- 2.6. Sistema de distribución en doble derivación.
- 2.7. Sistema de distribución en derivación múltiple.
- 2.8. Sistema de distribución con alimentadores selectivos.
- 2.9. Sistema de distribución de baja tensión.
 - 2.9.1. Red radial sin amarres.
 - 2.9.2. Red radial con amarres.
 - 2.9.3. Red malla o automática.
3. Estimación de la Demanda de Energía.
 - 3.1. Clasificación de las cargas.
 - 3.2. Factor de demanda.
 - 3.3. Factor de diversidad.
 - 3.4. Factor de utilización.
 - 3.5. Balanceo de carga.
 - 3.6. Distribución y densidad de carga.
 - 3.7. Demanda máxima diversificada promedio por consumidor.
 - 3.8. Estimación de la demanda de un sistema de energía.
4. Transformadores de Distribución.
 - 4.1. Características de los transformadores de distribución.
 - 4.2. Determinación de la polaridad de los transformadores.
 - 4.3. Bancos de transformación.
 - 4.4. Modelado de los transformadores de distribución.
 - 4.5. Obtención de los parámetros de los transformadores.
 - 4.6. Protección contra sobretensiones.
 - 4.7. Protección contra sobrecorrientes.
 - 4.8. Selección de las protecciones de un transformador de distribución.
 - 4.9. Aterrizamiento de los bancos de transformación.
5. Líneas de Distribución de Media Tensión Aérea.
 - 5.1. Selección del conductor de media tensión.
 - 5.2. Tipos y codificación de estructuras de media tensión.
 - 5.3. Selección de las estructuras en una red primaria de distribución.
 - 5.4. Resistencia y reactancia de los circuitos primarios de distribución.
 - 5.5. Modelado de los circuitos primarios de distribución.
 - 5.6. Caída de voltaje en los circuitos primarios de distribución.
 - 5.7. Regulación de voltaje en los circuitos primarios de distribución.
6. Líneas Secundarias de Distribución Aérea.
 - 6.1. Tipos y codificación de estructuras de baja tensión.
 - 6.2. Selección del conductor de baja tensión.
 - 6.3. El conductor neutro de una red secundaria de distribución.
 - 6.4. Selección de las estructuras en una red secundaria de distribución.
 - 6.5. Selección de retenidas en una red primaria de distribución.
 - 6.6. Resistencia y reactancia de los circuitos secundarios de distribución.
 - 6.7. Modelado de los circuitos secundarios de distribución.
 - 6.8. Caída de voltaje en los circuitos secundarios de distribución.
 - 6.9. Regulación de voltaje en los circuitos secundarios de distribución.
 - 6.10. Corrección de la regulación de voltaje.
7. Líneas de Distribución de Media Tensión Subterránea.
 - 7.1. Selección del conductor de media tensión.
 - 7.2. Tipos y codificación de estructuras de media tensión.
 - 7.3. Selección de las estructuras en una red primaria de distribución.
 - 7.4. Resistencia y reactancia de los circuitos primarios de distribución.
 - 7.5. Modelado de los circuitos primarios de distribución.
 - 7.6. Caída de voltaje en los circuitos primarios de distribución.
 - 7.7. Regulación de voltaje en los circuitos primarios de distribución.
1. Líneas Secundarias de Distribución Subterránea.
 - 1.1. Tipos y codificación de estructuras de baja tensión.
 - 1.2. Selección del conductor de baja tensión.
 - 1.3. El conductor neutro de una red secundaria de distribución.
 - 1.4. Selección de las estructuras en una red secundaria de distribución.
 - 1.5. Selección de retenidas en una red primaria de distribución.
 - 1.6. Resistencia y reactancia de los circuitos secundarios de distribución.
 - 1.7. Modelado de los circuitos secundarios de distribución.
 - 1.8. Caída de voltaje en los circuitos secundarios de distribución.
 - 1.9. Regulación de voltaje en los circuitos secundarios de distribución.
2. Bancos de Capacitores en Sistemas de Distribución.
 - 2.1. Análisis de la instalación de capacitores.
 - 2.2. Corrección del F.P. con capacitores estáticos.
 - 2.3. Liberación de carga con la instalación de capacitores.

- 2.4. Reducción de pérdidas con la instalación de capacitores.
- 2.5. Análisis económico de la instalación de capacitores.
3. Temas Especiales. (Opcional)
OBS: Si el tiempo lo permite, se incluirán tópicos especiales como:
 - 3.1. Estudios de Falla.
 - 3.2. Coordinación de protecciones.
 - 3.3. Origen de las sobretensiones y protecciones.
 - 3.4. Conceptos de planeación de los sistemas de distribución.
 - 3.5. Transitorios y armónicos en sistemas de distribución.
 - 3.6. Reguladores de tensión en Sistemas de distribución

VI. - ESTRATEGIAS METODOLOGICAS.

- Presentación de la parte teórica en el pizarrón o con proyector hasta su total comprensión.
- Resolución de ejercicios en el pizarrón, aplicando la teoría estudiada.
- Participación de los alumnos en la resolución de los problemas en las clases prácticas.
- Visitas Técnicas a Estaciones y Subestaciones

VII. - MEDIOS AUXILIARES.

1. Pizarrón.
2. Equipo multimedia
3. Material bibliográfico.

VIII. - EVALUACION.

Requisitos para el examen final:

1. Dos pruebas parciales cuyo promedio deberá adecuarse a lo requerido en el reglamento de cátedra.
2. Haber entregado los trabajos prácticos en tiempo y forma.
3. Examen final: El examen final será escrito, versará sobre la totalidad del contenido programático

IX. - BIBLIOGRAFIA.

- Ramírez Castaño, S. (2009). *Redes de distribución de Energía* (3° Ed.). Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Yebra Moron, J. A. (2009). *Sistemas Eléctricos de Distribución*. Barcelona: Reverté.

MATERIALES BIBLIOGRÁFICOS DISPONIBLES EN LA BIBLIOTECA DE LA FACULTAD POLITÉCNICA

- Manual de esquemas: automatización y distribución de energía. (s.l.). Bonn: Moeller.
- Chaparro G., W. (2009). *Electricidad para estudiantes de ingeniería mecánica*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Hermosa Donate, A. (2009). *Principios de electricidad y electrónica 1*. (3° Ed.). México: Alfaomega.
- Fink, Donald, Beaty, H. Wayne. Carroll & John. (2001). *Manual práctico de electricidad para ingenieros: versión española adaptada a la 11ª edición del Standard Handbook for Electrical Engineers*. Volumen 3. Barcelona: Reverté.

RECURSOS DISPONIBLES A TRAVÉS DE CICCO

- Gers, J. M., & Holmes, E. J. (2004). *Protection of Electricity Distribution Networks*. (2° Ed.) London: Institution of Electrical Engineers. Recuperado de: <http://eds.b.ebscohost.com>.
- Jamasb, T., Thakur, T., & Bag, B. (2018). Smart electricity distribution networks, business models, and application for developing countries. *Energy Policy*, 11422-29. doi:10.1016/j.enpol.2017.11.068.