

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 | : Subestaciones |
| 2. | Semestre | : Noveno |
| 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

En la mayoría de los casos, los centros de gran demanda en un sistema eléctrico se encuentran alejados de los puntos de generación. Debido a ello se hace necesario disponer de una red, muchas veces compleja, compuesta por líneas de transmisión de grandes bloques de energía a elevados niveles de tensión así como de puntos, subestaciones, en los que esos niveles de tensión son reducidos a niveles que puedan ser distribuidos entre las cargas cercanas. Esas subestaciones podrán pertenecer a las concesionarias de energía locales como así también a industrias que debido a sus características deben ser alimentadas en otros niveles de tensión.

III. - OBJETIVOS

1. Definir las características generales de subestaciones.
2. Distinguir las características técnicas de los equipos electromecánicos, a ser instalados en las subestaciones en lo referente a su diseño y requisitos técnicos.
3. Interpretar aspectos económicos, sociales y ambientales relacionados a los diversos tipos de subestaciones.

IV. - PRE - REQUISITO

1. Líneas de Transmisión.

V. - CONTENIDO.

v.i. Unidades programáticas

- 1) Definiciones importantes.
- 2) Breve descripción del Sistema Eléctrico paraguayo.
- 3) Tipos de subestaciones usualmente adoptados.
- 4) Fases de proyecto de subestaciones.
- 5) Principales equipos componentes de una subestación.
- 6) Diagramas eléctricos.
- 7) Barras colectoras.
- 8) Esquemas de barras usualmente adoptados.
- 9) Distancias eléctricas.
- 10) Malla de tierra.
- 11) Servicios auxiliares.

v.ii. Desarrollo de las unidades programáticas

1. Definiciones importantes.
 - 1.1. Subestación.
 - 1.2. Sistema eléctrico de potencia.
 - 1.2.1. Objetivos.
 - 1.2.2. Composición.
2. Breve descripción del Sistema Eléctrico paraguayo.
 - 2.1. Sistemas componentes del Sistema Interconectado Nacional (SIN).
 - 2.2. Demanda de potencia de cada sistema.
 - 2.3. Niveles de tensión adoptados por la ANDE.
 - 2.4. Sistema de transmisión del SIN (500kV, 220kV y 66kV).
3. Tipos de subestaciones usualmente adoptados.
 - 3.1. Subestaciones elevadoras.
 - 3.1.1. Aplicación
 - 3.1.2. Diagrama esquemático.
 - 3.1.3. Presentación de ejemplos reales.
 - 3.2. Subestaciones transformadoras.

- 3.2.1. Aplicación.
- 3.2.2. Diagrama esquemático.
- 3.2.3. Presentación de ejemplos reales.
- 3.3. Subestaciones distribuidoras.
 - 3.3.1. Aplicación.
 - 3.3.2. diagrama esquemático.
 - 3.3.3. presentación de ejemplos reales.
- 3.4. Subestaciones rectificadoras.
 - 3.4.1. Aplicación.
 - 3.4.2. Diagrama esquemático.
 - 3.4.3. Presentación de ejemplos reales.
- 3.5. Subestaciones alternadoras.
 - 3.5.1. Aplicación.
 - 3.5.2. Diagrama esquemático.
 - 3.5.3. Presentación de ejemplos reales.
- 4. Fases de proyecto de subestaciones.
 - 4.1. Estudios iniciales.
 - 4.1.1. Definición.
 - 4.1.2. Insumos requeridos.
 - 4.1.3. Resultados obtenidos.
 - 4.2. Estudios preliminares (anteproyecto).
 - 4.2.1. Definición.
 - 4.2.2. Insumos requeridos.
 - 4.2.3. Resultados obtenidos.
 - 4.3. Proyecto básico.
 - 4.3.1. Definición.
 - 4.3.2. Insumos requeridos.
 - 4.3.3. Resultados obtenidos.
 - 4.4. Proyecto ejecutivo.
 - 4.4.1. Definición.
 - 4.4.2. Insumos requeridos.
 - 4.4.3. Resultados obtenidos.
- 5. Principales equipos componentes de una subestación.
 - 5.1. Transformador de potencia.
 - 5.1.1. Función.
 - 5.1.2. Sistemas de refrigeración.
 - 5.1.3. Protecciones internas.
 - 5.1.4. Conexión en bancos de unidades monofásicas.
 - 5.1.5. Especificaciones técnicas.
 - 5.2. Interruptor de potencia.
 - 5.2.1. Función.
 - 5.2.2. Tipos según accionamiento y medio de aislación.
 - 5.2.3. Tipos de mando eléctrico.
 - 5.2.4. Aplicaciones.
 - 5.2.5. Especificaciones técnicas.
 - 5.3. Seccionador.
 - 5.3.1. Función.
 - 5.3.2. Tipos según accionamiento y posición de montaje.
 - 5.3.3. Especificaciones técnicas.
 - 5.4. Transformador de corriente (TC).
 - 5.4.1. Función.
 - 5.4.2. Polaridad (aditiva o sustractiva).
 - 5.4.3. Saturación del núcleo (aplicación en circuitos de protección o medición).
 - 5.4.4. Conexiones usualmente adoptadas.
 - 5.4.5. Normalización.
 - 5.4.6. Especificaciones técnicas.
 - 5.5. Transformador de potencial (TP).
 - 5.5.1. Función.
 - 5.5.2. Tipos (inductivo o capacitivo).
 - 5.5.3. Aplicación de TP's capacitivos en sistemas de comunicación.
 - 5.5.4. Conexiones usualmente adoptadas.
 - 5.5.5. Normalización.
 - 5.5.6. Especificaciones técnicas.
 - 5.6. Descargadores.
 - 5.6.1. Función.
 - 5.6.2. Especificaciones técnicas.
 - 5.7. Reactores.
 - 5.7.1. Función.
 - 5.7.2. Especificaciones técnicas.
 - 5.8. Bancos de capacitores.
 - 5.8.1. Función.
 - 5.8.2. Especificaciones técnicas.

- 5.9. Compensador estático de reactivos.
 - 5.9.1. Función.
 - 5.9.2. Ejemplos de aplicación.
- 5.10. Filtro de onda.
 - 5.10.1. Función.
 - 5.10.2. Aplicación en sistemas de comunicación.
 - 5.10.3. Especificaciones técnicas.
6. Diagramas eléctricos.
 - 6.1. Diagrama unifilar: definición, particularidades, ejemplos.
 - 6.2. Diagrama funcional: definición, particularidades, ejemplos.
 - 6.3. Diagrama de corriente alterna: definición, particularidades, ejemplos.
 - 6.4. Diagrama de corriente continua: definición, particularidades, ejemplos.
7. Barras colectoras.
 - 7.1. Definición.
 - 7.2. Conformación.
 - 7.3. Materiales utilizados: intercomparación.
8. Esquemas de barras usualmente adoptados.
 - 8.1. Definición.
 - 8.2. Criterios de selección.
 - 8.3. Barra simple.
 - 8.3.1. Características.
 - 8.3.2. Ventajas y desventajas.
 - 8.3.3. Ubicación relativa de equipos.
 - 8.3.4. Secuencia de maniobras de equipos.
 - 8.3.5. Presentación de ejemplos encontrados en el SIN.
 - 8.4. Doble barra principal.
 - 8.4.1. Características.
 - 8.4.2. Ventajas y desventajas.
 - 8.4.3. Ubicación relativa de equipos.
 - 8.4.4. Secuencia de maniobras de equipos.
 - 8.4.5. Presentación de ejemplos encontrados en el SIN.
 - 8.5. Barra principal y transferencia (tipos A y B).
 - 8.5.1. Características.
 - 8.5.2. Ventajas y desventajas.
 - 8.5.3. Ubicación relativa de equipos.
 - 8.5.4. Secuencia de maniobras de equipos.
 - 8.5.5. Presentación de ejemplos encontrados en el SIN.
 - 8.6. Interruptor y medio.
 - 8.6.1. Características.
 - 8.6.2. Ventajas y desventajas.
 - 8.6.3. Ubicación relativa de equipos.
 - 8.6.4. Secuencia de maniobras de equipos.
 - 8.6.5. Presentación de ejemplos encontrados en el SIN.
 - 8.7. Comparación entre los esquemas presentados.
9. Distancias eléctricas.
 - 9.1. Tensión de toque.
 - 9.2. Tensión de paso.
 - 9.3. Distancias mínimas recomendadas en subestaciones.
 - 9.3.1. Presentación de esquema.
 - 9.3.2. Aplicación.
10. Malla de tierra.
 - 10.1. Definición.
 - 10.2. Finalidades.
 - 10.3. Requisitos.
 - 10.4. Resistividad del suelo.
 - 10.5. Medición.
 - 10.6. Criterios generales de diseño.
11. Servicios auxiliares.
 - 11.1. Corriente alterna.
 - 11.2. Corriente continua
 - 11.3. Tipos de baterías.
 - 11.3.1. comparación entre los tipos presentados.

VI. - ESTRATEGIAS METODOLOGICAS.

1. En el desarrollo del curso se realiza un abordaje de los temas incluidos en el presente programa desde el punto de vista de la aplicación de los conceptos teóricos y la experiencia obtenida en situaciones reales encontradas durante el proceso de implantación de una subestación.
2. Se emplean variadas estrategias cuidando la participación activa de los alumnos en virtud a sus expectativas y conocimientos previamente adquiridos, tales como
 - 2.1. Exposición oral ilustrada.
 - 2.2. Resolución de situaciones planteadas conforme al tema tratado.

- 2.3. Visitas guiadas a instalaciones de la ANDE.
- 2.4. Análisis de diversos diagramas eléctricos.
- 2.5. Trabajos prácticos.

VII. - MEDIOS AUXILIARES.

1. Pizarrón.
2. PC con retroproyector.
3. Catálogos y Normas técnicos.
4. Diagramas eléctricos.

VIII. - EVALUACION.

La evaluación del rendimiento académico se realizará de acuerdo al Reglamento General de Cátedra de la Facultad Politécnica.

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.

- Giret Alfonso, N. (2000). *Diseño de estaciones de alta tensión (Módulo I)*. Asunción: Instituto Técnico de Capacitación (ITC).
- Giret Alfonso, N. (2000). *Diseño de estaciones de alta tensión (Módulo II)*. Asunción: Instituto Técnico de Capacitación (ITC). Gómez Fernández, L. (2012).
- Guía de aplicación de la Norma UNE-ISO/IEC 27001 sobre seguridad en sistemas de información para pymes. [N.p.]: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Martín, J. R. (1987). *Diseño de subestaciones eléctricas*. (s.l.): Fuentes Impresores S.A.

MATERIALES BIBLIOGRÁFICOS DISPONIBLES EN LA BIBLIOTECA DE LA FACULTAD POLITÉCNICA

- Enríquez Harper, G. (2010). *Elementos de diseño de subestaciones eléctricas*. (2° Ed.). México: Limusa
- Navarro Márquez, J.A., Montañés Espinosa, A. & Santillán Lázaro, Á. (1999). *Instalaciones eléctricas de alta tensión: sistemas de maniobra, medida y protección*. (2° Ed.). Madrid: Paraninfo.
- Roldán Vilora, J. (2011). *Mantenimiento de instalaciones eléctricas*. Madrid: Creaciones Copyright.
- Roldán Viloria, J. (2000). *Seguridad en las instalaciones eléctricas: equipos e instalaciones eléctricas*. Madrid: Paraninfo.