



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

ÁREA CURRICULAR: COMPLEMENTARIOS O EXTRACURRICULARES
SÍLABO N° 85
DISEÑO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

I. DATOS GENERALES

1.1	Departamento Académico	:	Ingeniería Eléctrica
1.2	Semestre Académico	:	2019 - B
1.3	Código de la asignatura	:	CI0827
1.4	Ciclo	:	VIII
1.5	Créditos	:	3
1.6	Horas lectivas (Teoría, Práctica)	:	3 (T=2, P=1)
1.7	Condición del curso	:	Electivo
1.8	Requisito	:	IA0702 Instalaciones Eléctricas I
1.9	Docente	:	Huber Murillo Manrique

II. SUMILLA

El curso pertenece al área de estudios de especialidad, es de naturaleza teórica práctica y carácter electivo, tiene como propósito formar al discente con los conceptos teóricos necesarios para el planeamiento, diseño, dimensionamiento, selección, montaje y evaluación económica de Subestaciones Eléctricas de un Sistema de Utilización en Media y Alta tensión. Comprende el desarrollo de la Ingeniería conceptual de arquitectura e ingeniería de detalle de los Electromecánico de las Subestaciones Eléctricas.

Brindará al discente el conocimiento sobre los diversos componentes y tipos de subestaciones eléctricas, su equipamiento, maniobras, protección, medición, transformación, suicheo, sistemas de ventilación, sistemas de aterramiento y comunicaciones.

III. COMPETENCIAS Y CAPACIDADES

3.1 Competencias

- ✓ **Interpreta** los conocimientos, criterios y habilidades necesarias para el planteamiento, diseño, dimensionamiento, selección, montaje y evaluación económica de subestaciones eléctricas de un Sistema de Utilización en Media y Alta Tensión.
- ✓ **Selecciona** los componentes de una subestaciones eléctricas de un Sistema de Utilización en Media y Alta Tensión considerando los criterios técnicos, normativos, económicos y de seguridad en cada uno de sus elementos, que le permita diseñar, dimensionar, seleccionar e instalar adecuadamente una subestación eléctrica.
- ✓ **Resuelve** una necesidad de diseño, dimensionamiento, selección, montaje y evaluación económica de eléctricas de un Sistema de Utilización en Media y Alta Tensión integrando adecuadamente sus componentes, respetando la normatividad, seguridad y economía.

3.2 Capacidades

- ✓ **Distingue** los aspectos relevantes de diseño, dimensionamiento, selección, montaje y evaluación económica de subestaciones eléctricas de un Sistema de Utilización en Media y Alta Tensión.
- ✓ **Reconoce** la normatividad vigente y la variedad de componentes existentes en el diseño, dimensionamiento, selección, montaje y evaluación económica de subestaciones eléctricas.

- ✓ **Identifica** una necesidad eléctrica específica y escoge adecuadamente los elementos que constituyen una subestación eléctrica.

3.3 Contenidos actitudinales

- ✓ **Contrasta** la normatividad vigente y criterios para el diseño, dimensionamiento, selección, montaje y evaluación económica de subestaciones eléctricas de un Sistema de Utilización en Media y Alta Tensión, identificando los procedimientos, plazos, responsabilidades y requisitos, y **trabaja** adecuadamente un proyecto de subestación eléctrica.
- ✓ **Evalúa** los componentes de diseño, dimensionamiento, selección y montaje de subestaciones eléctricas de un Sistema de Utilización en Media y Alta Tensión considerando los criterios técnicos, normativos, económicos y de seguridad en cada uno de sus elementos, **trabaja** adecuadamente un proyecto de subestación eléctrica.
- ✓ **Estima** una necesidad eléctrica integrando adecuadamente los componentes, respetando la normatividad, seguridad y economía del diseño, y **participa** en la elaboración de una subestación eléctrica.

IV. PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS Y ACTIVIDADES

UNIDAD I : SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE UN SISTEMA DE ALTA TENSIÓN

CAPACIDAD: Distingue los conocimientos, criterios y habilidades necesarias para el planteamiento, diseño, dimensionamiento, selección y montaje de subestaciones eléctricas de un Sistema de Utilización en Alta Tensión.

SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	TOTAL HORAS
1	Introducción y aspectos generales de los diseños de las subestaciones eléctricas de un Sistema de Media Tensión: Introducción. Aspectos y criterios básicos para el planeamiento, diseño, dimensionamiento, selección, montaje y evaluación económica de Subestaciones Eléctricas.	Identifica el marco referencial de la normatividad y los criterios básicos para el diseño, dimensionamiento, selección y montaje de subestaciones eléctricas de un Sistema de Utilización en Alta Tensión.	✓ Introducción al curso – 1 horas ✓ Desarrollo del tema – 3 hora	4
2	Definición, tipos y configuraciones de las subestaciones eléctricas de un Sistema de Media Tensión: Tipos de subestaciones y configuraciones de arreglo de los equipos electromecánicos constitutivos de un patio de conexiones en un Sistema de Utilización en Alta Tensión.	Establece los diferentes tipos de configuraciones que permitan la selección adecuada de una subestaciones eléctricas de un Sistema de Utilización.	✓ Introducción al curso – 1 horas ✓ Desarrollo del tema – 3 hora	4
3	Disposición física de las subestaciones eléctricas: Alcance. Descripción de los principales tipos de disposición física para el diseño de subestaciones convencionales en Alta Tensión.	Establece las diferentes disposiciones físicas que permitan la selección adecuada de una subestaciones eléctricas de un Sistema de Utilización.	✓ Introducción al curso – 1 horas ✓ Desarrollo del tema – 3 hora	4
4	Distancias eléctricas y dimensionamiento del patio de conexiones y maniobras de una subestación eléctrica. Alcance. Principales características físicas y eléctricas de los equipos de patio, definición de los equipos y sus funciones. Criterios para la selección del tipo de equipo.	Establece las distancias eléctricas y dimensionamiento del Patio de Conexiones que permitan la selección adecuada de una subestación eléctrica de un Sistema de Utilización.	✓ Introducción al curso – 1 horas ✓ Desarrollo del tema – 3 hora	4
5	Interruptores de potencia al vacío y en SF6 para un Sistema de Eléctrico de media y alta tensión. Definiciones, características constructivas, arreglo físico, coordinación de aislamiento y especificaciones técnicas de las Subestaciones Encapsuladas en SF6.	Establece el uso de una subestación del tipo encapsulado en SF6 para el diseño de una subestación eléctrica de un Sistema de Utilización en Alta Tensión.	✓ Introducción al curso – 1 horas ✓ Desarrollo del tema – 3 hora	4
6	Sistemas de control y protección de las Subestaciones Eléctricas Definición y clasificación de sistemas de control de subestaciones de acuerdo con su aplicación física, tecnología y arquitectura de los sistemas de control, requerimiento del cableado para los sistemas de control. Conceptos generales de protección: transformadores, reactores de derivación, banco de condensadores, barras y líneas.	Establece un sistema de control para la subestación de acuerdo con su aplicación física y el desarrollo del sistema de protección adecuada de una subestación eléctrica.	✓ Introducción al curso – 1 horas ✓ Desarrollo del tema – 3 hora	4

7	Servicios auxiliares, obras civiles y estructuras metálicas de las Subestaciones Eléctricas. Conceptos generales, niveles y límites de tensión, fuentes de alimentación de los servicios auxiliares y equipos del sistema de servicios auxiliares. Predio para la subestación, adecuación, drenajes, vías, cimentaciones y obras complementarias.	Describe los servicios auxiliares, obras civiles y estructuras metálicas adecuadas de una subestación eléctrica de un Sistema de Utilización.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Introducción al curso – 1 horas ✓ Desarrollo del tema – 1 hora ✓ Proyecto de subestación de utilización. 	4
8	EXAMEN PARCIAL.			

UNIDAD II: SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE UN SISTEMA DE MEDIA TENSIÓN

CAPACIDAD: Distingue los conocimientos, criterios y habilidades necesarias para el planteamiento, diseño, dimensionamiento, selección, montaje y evaluación económica de subestaciones eléctricas de un Sistema de Utilización en Media Tensión.

SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	TOTAL HORAS
9	Definición, generalidades y elementos constitutivos para el diseño de una Subestación Eléctrica : Definiciones. Generalidades y el marco normativo para el diseño, dimensionamiento, montaje y evaluación económica de subestaciones eléctricas de alta tensión.	Discrimina los elementos, criterios y la normatividad aplicada a los diseños de las subestaciones eléctricas de alta tensión.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Introducción al curso – 1 horas ✓ Desarrollo del tema – 3 hora 	4
10	Tipos de Subestaciones Eléctricas: Definiciones. Tipos de subestaciones eléctricas y montajes.	Selecciona el tipo de subestación eléctricas y el montaje adecuado al Sistema de alta tensión.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Introducción al curso – 1 horas ✓ Desarrollo del tema – 3 hora 	4
11	Especificaciones técnicas de materiales y equipos: Definiciones. Descripción de los materiales y equipos que contiene una subestación eléctrica de un Sistema de Alta Tensión.	Selecciona las diferentes materiales y equipos que permitan la selección adecuada de una subestación eléctrica de un Sistema de Utilización en Media Tensión.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Introducción al curso – 1 horas ✓ Desarrollo del tema – 3 hora 	4
12	Factores de corrección por altura para Sistemas eléctricos: Definiciones. Compara los factores de corrección en los rangos eléctricos por efectos de altitud de operación en las celdas de Media Tensión Aislados en aire.	Selecciona el factor de corrección en los rangos eléctricos por efectos de altitud que permitan la selección la operación adecuada de una celda en Media Tensión.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Introducción al curso – 1 horas ✓ Desarrollo del tema – 3 hora 	4

UNIDAD III: EXPEDIENTES DE UN SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

CAPACIDAD: Elabora adecuadamente un expediente para un Sistema de Utilización en Media Tensión ante las Concesionarias Eléctricas.

SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	TOTAL HORAS
14/15	Elaboración de proyecto de los Sistemas de Utilización en Media y alta Tensión: Requerimientos de Proyectos. Factibilidad de suministro eléctrico. Fijación del punto de diseño. Contenido del expediente. Cálculos justificativos. Equipamiento eléctrico. Recepción o conformidad y puesta en servicio.	Reconoce los criterios y elementos necesarios para la formulación documentaria de los expedientes técnicos de un proyecto en Sistemas de Utilización, en el marco de la normatividad vigente. Elabora los cálculos justificativos y equipamiento eléctrico de diferentes proyectos de Sistemas de Utilización en Media Tensión.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Introducción al curso – 1 horas ✓ Desarrollo del tema – 1 hora ✓ Desarrollo del proyecto – 6 hora 	8
16	EXAMEN FINAL.			
17	EXAMEN SUSTITUTORIO.			

V. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

- ✓ Método Expositivo – Interactivo. Disertación docente, participación activa del estudiante.
- ✓ Método de Aprendizaje cooperativo.
- ✓ Método de Proyecto.

VI. RECURSOS Y MATERIALES

- ✓ Equipos: computadora personal para el profesor, ecran, proyector de multimedia.
- ✓ Materiales: separatas digitales, plumones para pizarra acrílica, mota.

VII. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

El promedio final se obtiene del modo siguiente:

$$NF = (0.2*ACT+0.4*EX+0.4*(EP+EF)/2$$

EP = Examen Parcial

EF = Examen Final

ACT = Trabajos domiciliarios

Ex = Promedio de exámenes

El Examen Sustitutorio (ES) reemplaza a la nota más baja entre el Examen Parcial (EP) y el Examen Final (EF) con su respectivo peso asignado.

Para acceder al Examen Sustitutorio es necesario que el alumno cumpla con:

- Promedio mayor a siete (07)
- Asistencia al Curso, mayor al 70%

VIII. FUENTES DE CONSULTA.

Bibliográficas

1. CARLOS FELIPE RAMIREZ (2003). Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión – Segunda Edición. Colombia. Mejía Villegas S.A.
2. GAUDENCIO ZOPPETTI JUDEZ. Estaciones Transformadoras y de Distribución. México. Ediciones G. Gili S.A.
3. JOSE RAUL MARTIN. Diseño de Subestaciones Eléctricas. México. Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A.
4. GILBERTO ENRIQUEZ HARPER. Fundamentos de Instalaciones Eléctricas de Media y Alta Tensión. México. Editorial Limusa.
5. GILBERTO ENRIQUEZ HARPER. Elementos de Diseño de Subestaciones Electricas. México. Editorial Limusa.
6. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL PERÚ. (2011). Código Nacional de Electricidad – Suministro. Lima, Perú. Diario Oficial El Peruano.
7. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL PERÚ. (2002). Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de distribución y sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución. Lima, Perú. Diario Oficial El Peruano.
8. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL PERÚ. (1993). Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas. Lima, Perú. Diario Oficial El Peruano.
9. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL PERÚ. (1997). Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos. Lima, Perú. Diario Oficial El Peruano
10. REFERENCE GUIDE ELECTRICAL POWER SYSTEMS, Cap. 2 HV/MV/LV Substations for Utilities Industrial and Commercial Electrical Networks – GIMLEC (<http://www.gimelec.fr>).

11. IDESIGN GUIDE FOR RURAL SUBTATIONS, U.S.A. Rus Bulletin 1724E-300.
12. ELECTRICAL TRANSMISSION AND DISTRIBUTION REFERNCE BOOK, ABB Power T&D Company Inc., Raleigh North Carolina U.S.A.
13. PROTECCIONES EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS Evolución y Perspectivas, Paulino Montané (Marcombo).
14. ELECTRICAL DISTRIBUTION SYSTEM PROTECTION, Cooper Power Systems.
15. SOLUCIONES PRACTICAS PARA LA PUESTA A TIERRA DE SISTEMAS ELECTRICOS DE DISTRIBUCION, Pablo Díaz (Mc Graw Hill).
16. ESTACIONES TRANSFORMADORAS Y DE DISTRIBUCION, PROTECCION DE SISTEMAS ELECTRICOS, Enciclopedia CEAC de Electricidad.
17. INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION, José A. Navarro Márquez, Antonio Montañés Espinosa, Angel Santillán Lázaro.
18. DISEÑO DE SUBESTACIONES EN ALTA TENSIÓN, EDITORIAL MEJIA VILLEGAS, COLOMBIA, EDICIÓN 1998.
19. CAVALLOTI , DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS DE SUBESTACIONES A LA INTEMPERIE EN ALTAS Y MUY ALTAS TENSIONES, CADAFE 1968, CARACAS VENEZUELA.