



DISEÑO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

I. DATOS GENERALES

1.1 Nombre del curso	:	Diseño de subestaciones eléctricas
1.2 Código	:	CI0827
1.3 Carácter	:	Electivo
1.4 Pre-Requisito(s)	:	IA0702
1.5 N° horas de clase (Semanal)	:	Teoría 02, Práctica 02
1.6 N° Créditos	:	03
17 Ciclo	:	VIII
1.8 Semestre Académico	:	2021-B
1.9 Departamento Académico	:	Ingeniería Eléctrica
1.10 Docente(s)	:	Jesús 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, diseño e ingeniería de detalle del sistema 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, switcheo, sistemas de ventilación, sistemas de aterramiento y comunicaciones.

III. COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA

3.1 COMPETENCIAS GENÉRICAS

Esta asignatura tiene como competencias genéricas:



Desarrollo del pensamiento crítico, capacidad para resolver problemas, capacidad para innovar y usar tecnología, capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica, comunicación oral y escrita en lengua propia y trabajo en equipo.

3.2 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

3.2.1. De la profesión

Analiza, elabora, formula, y ejecuta soluciones a situaciones problemáticas complejas de las diversas etapas de los sistemas eléctricos conformado por:

Tipos de subestaciones, diversos circuitos eléctricos, transformadores de potencia y demás componentes de control, protección, comunicaciones y automatización de las subestaciones eléctricas.

3.2.2. De la asignatura

Comprende el comportamiento de las subestaciones eléctricas y las leyes que los gobiernan.

Aplica el conocimiento de las subestaciones eléctricas a la solución de problemas orientados a transformar, dividir, distribuir y utilizar la energía eléctrica.

COMPETENCIAS	CAPACIDADES	ACTITUDES
Describe la naturaleza y las propiedades de las subestaciones eléctricas para el análisis del comportamiento de las mismas.	Demuestra conocimiento de los principios básicos de las subestaciones eléctricas.	Muestra entusiasmo al realizar actividades.
Explica las leyes que gobiernan a las subestaciones eléctricas para aplicarlas a la solución de problemas de ingeniería.	Analiza y sintetiza información relacionada con el comportamiento de las subestaciones eléctricas.	Manifiesta interés por participar en el aula.
Comprende la interpretación fundamentales de las subestaciones eléctricas y los aplica en la solución de problemas industriales.	Toma decisiones y resuelve problemas relacionadas con las subestaciones eléctricas.	Demuestra tolerancia y respeto a los demás.
Describe, analiza y aplica los criterios para modelar las subestaciones a la cabeza de los múltiples procesos industriales.	Se comunica eficazmente en forma oral y escrita.	Demuestra puntualidad al asistir a clases y en el cumplimiento de tareas.
Explica la aplicación de las subestaciones eléctricas en los diversos procesos industriales y fabriles.	Genera autoaprendizaje.	
	Trabaja cooperativamente y colaborativamente	
	Asume roles de liderazgo.	



IV. PROGRAMACION POR UNIDADES DE APRENDIZAJES

UNIDAD I: Constitución, clasificación y modelamiento en el diseño de las subestaciones eléctricas.					
Conoce los fundamentos estructural y funcional de las subestaciones eléctricas, su caracterización y modelamiento de las subestaciones eléctricas y su aplicación industrial y fabril.					
SEM	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMIENTOS	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES	HORAS TOTALES
1	Introducción. Aspectos, conceptos y criterios básicos del sistema eléctrico peruano	Identifica el marco referencial de la normatividad y los criterios básicos utilizados en las subestaciones eléctricas	Valoran la importancia del curso en la formación del ingeniero electricista.	Describen y reconocen la constitución electromecánica de las subestaciones eléctricas.	2 T 2 P
2	Constitución y configuraciones de las subestaciones	Establece los diferentes tipos de configuraciones que permitan la comprensión de las subestaciones eléctricas	Manifiestan interés en aplicar los conceptos en situaciones cotidianas.	Reconocen los criterios fundamentales aplicados a las subestaciones eléctricas.	2 T 2 P
3	Transformadores de potencia, interruptores de potencia. Primera práctica calificada	Establece los diferentes tipos de transformadores e interruptores de potencia.	Participan colaborativamente en el modelamiento de transformadores e interruptores	Se comportan responsable y disciplinadamente en las clases teóricas y aplicativas.	2 T 2 P
4	Protección de sistemas de potencia, sistemas de aterramiento	Establece las condiciones mínimas de protección de los sistemas eléctricos de potencia.	Trabajan en forma grupal participando activamente en la ejecución de las actividades planteadas.	Identifican, plantean y formulan las diferentes criterios correspondientes a los sistemas de protección.	2 T 2 P
5	Servicios auxiliares	Establece el uso de los servicios auxiliares en el diseño de las subestación eléctricas.	Participan en la conceptualización de los servicios auxiliares.	Reconocen los diferentes tipos de componentes de los servicios auxiliares.	2 T 2 P
6	Clasificación de las subestaciones, Subestaciones de media tensión, Subestaciones de alta tensión	Establece la clasificación de las subestaciones en media y alta tensión.	Manifiestan interés en la clasificación de las subestaciones.	Reconocen los diferentes tipos subestaciones eléctricas.	2 T 2 P
7	Protocolos normados en las subestaciones, Procedimientos en la ejecución de proyectos eléctricos. Segunda práctica calificada.	Describe la normatividad y procedimientos en la ejecución de las subestaciones eléctrica	Participan activamente en el aprendizaje de los protocolos. Se hacen diálogos y debates.	Identifican los términos de las normas utilizadas.	2 T 2 P
8	EXAMEN PARCIAL				2 H



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRICA

UNIDAD II : Casos concretos en la plicación de subestaciones eléctricas.					
Conoce los fundamentos estructural y funcional de las subestaciones eléctricas, su caracterización y modelamiento y aplicación industrial y fabril mediante casos concretos.					
SEM	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMEINTOS	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES	HORAS TOTALES
9	Proyecto de media tensión industrial 22.9/20/10/0.46/0.38/0.23 kV, 2 MVA	Discrimina los elementos, criterios y la normatividad aplicada a los diseños de las subestaciones eléctricas de M.T.	Participan colaborativamente en la realización del proyecto industrial.	Reconocen los componentes del proyecto de M.T.	2 T 2 P
10	Cálculo de cables de media tensión, esfuerzo térmico. Selección de los servicios auxiliares	Selecciona los cables y servicios auxiliares.	Manifiestan interés en aplicar los cálculos a ser realizados.	Se comportan responsable y disciplinadamente en las clases teóricas y aplicativas.	2 T 2 P
11	Cálculo y selección de transformadores, interruptores de potencia. Tercera práctica calificada	Selecciona los diversos transformadores e interruptores de potencia.	Participan activamente en el aprendizaje. Se hacen diálogos y debates.	Identifican los términos de la selección.	2 T 2 P
12	Exposición del proyecto de media tensión	Utiliza sus propios criterios en la descripción de su proyecto.	Participan colaborativamente en las exposiciones grupales.	Describen y reconocen la las partes del proyecto.	2 T 2 P
13	Proyecto de alta tensión industrial 60/22.9/20/10 Kv, 20 MVA	Elabora los cálculos justificativos y equipamiento eléctrico del proyecto de alta tensión.	Manifiestan interés en aplicar los conceptos para realizar proyectos.	Reconocen los criterios aplicados al proyecto de A.T.	2 T 2 P
14	Automatización de subestaciones eléctricas. Cuarta práctica calificada	Establece los criterios utilizados en la automatización de subestaciones eléctricas.	Trabajan en forma individual y grupal participando activamente en su ejecución.	Son muy responsables en las clases teóricas y aplicativas.	2 T 2 P
15	Exposición del proyecto de alta tensión	Utiliza sus propios criterios en la descripción de su proyecto.	Manifiestan interés en aplicar la operación dentro del SEIN.	Describen y reconocen la las partes del proyecto.	2 T 2 P
16	EXAMEN FINAL				2 H
17	EXAMEN SUSTITUTORIO				2 H



V. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

Se aplicará el método de exposición directa por parte del profesor, paralelamente se interrogará al alumno sobre conceptos y constructos de circuitos eléctricos que estén relacionados con el desarrollo del curso. Se plantearán casuísticas vinculadas con la especialidad. El curso se desarrolla bajo la estrategia de perfilamiento constante de las MÁQUINAS ELÉCTRICAS, desde el punto de vista INDUSTRIAL, hacia el campo de la Ingeniería Eléctrica, mediante la estructura de las clases con un:

5.1.-Marco Teórico

Método Predominante: Expositivo interactivo a cargo del profesor. Técnica Complementaria: Propiciar y Motivar la participación de los alumnos.

5.2.-Marco Práctico

Método Predominante: Trabajos de Aplicación dirigidos, individual y grupal.
Técnica Complementaria: Poner a disposición del alumno problemas propuestos para su desarrollo.

5.3.-Marco Aplicativo

Método Predominante: Expositivo, explicativo e interactivo a cargo del profesor.
Técnica Complementaria: Propiciar y Motivar la participación de los alumnos en el perfilamiento de aplicaciones llevadas al campo eléctrico.

5.4.-Marco de Investigación y Desarrollo

Método Predominante: Expositivo, Interactivo a cargo del profesor. Técnica Complementaria: Propiciar y Motivar la participación de los alumnos en el desarrollo de proyectos de investigación con iniciativas de solución de los problemas propios del Sector. Las casuísticas están relacionados con casos modernos de aplicación de las subestaciones asociados con los procesos: Generación, transmisión y utilización de la energía eléctrica.

La plataforma virtual del SGA será complementada con las diferentes soluciones que brinda Google Suite for Education y otras herramientas tecnológicas multiplataforma como soporte de comunicación tales como Google Meet, Classroom, Google Drive, correo institucional y otros como el ZOOM y MS Team, de ser pertinentes. Las estrategias metodológicas para el desarrollo de las sesiones teóricas y prácticas permiten dos modalidades de aprendizaje en los estudiantes:

La Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la UNAC, en cumplimiento con lo dispuesto en la Resolución Viceministerial N°085-2020-MINEDU del 01 de abril de 2020, de manera excepcional y mientras duren las medidas adoptadas por el Gobierno está impartiendo educación remota no presencial haciendo uso de una plataforma virtual educativa utilizando tecnologías de la información y comunicación (TIC). La plataforma virtual de la UNAC es parte del Sistema de Gestión Académico (SGA-UNAC) basado en Moodle, en donde los estudiantes, tendrán a su disposición



información detallada del curso: el sílabo, la programación de actividades, material de lectura, instrumentos de evaluación de entregables calificados, y los contenidos de la clase estructurados para cada sesión educativa.

5.5.- MODALIDAD SINCRÓNICA

Forma de aprendizaje basado en el uso de herramientas que permiten la comunicación no presencial y en tiempo real entre el docente y los estudiantes.

Dentro de la modalidad sincrónica, se hará uso de:

- **Clases dinámicas e interactivas (virtuales):** el docente genera permanentemente expectativa por el tema, a través de actividades que permiten vincular los saberes previos con el nuevo conocimiento, promoviendo la interacción mediante el diálogo y debate sobre los contenidos.
- **Talleres de aplicación (virtuales):** el docente genera situaciones de aprendizaje para la transferencia de los aprendizajes a contextos reales o cercanos a los participantes que serán retroalimentados en clase.
- **Tutorías (virtuales):** Para facilitar la demostración, presentación y corrección de los avances del informe final de investigación.

5.6.- MODALIDAD ASINCRÓNICA

Forma de aprendizaje basado en el uso de herramientas que posibilitan el intercambio de mensajes e información entre los estudiantes y el docente, sin interacción instantánea.

Dentro de la modalidad sincrónica, se hará uso de:

- **Aprendizaje basado en proyectos (virtual):** Permite que el estudiante adquiriera conocimientos y competencias mediante la ejecución de su proyecto de consulta, para dar respuesta a problemas del contexto.
- **Portafolio de evidencias (digital):** Permite dar seguimiento a la organización y presentación de evidencias de investigación y recopilación de información para poder observar, contrastar, sugerir, incentivar, preguntar
- **Foro de investigación (virtual):** se realizarán foros de debate, a partir de un reactivo sobre el tema de la sesión de aprendizaje.
- Trabajos colaborativos (remoto) en plataforma virtual de aprendizaje.
- Metodología de búsqueda y administración de información en la web y en ambientes virtuales de aprendizaje.

Se aplicará el método de exposición directa por parte del profesor, paralelamente se interrogará al alumno sobre conceptos y constructos de circuitos eléctricos que estén relacionados con el desarrollo del curso. Se plantearán casuísticas vinculadas con la especialidad. El curso se desarrolla bajo la estrategia de perfilamiento constante de las subestaciones eléctricas, desde el punto de vista INDUSTRIAL, hacia el campo de la Ingeniería Eléctrica, mediante la estructura de las clases con un:



VI. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS:

- Plataformas educativas y de gestión académica.
- Videollamadas utilizando Google Meet, Zoom o MS Team.
- Equipos: Computadora personal para el profesor y dispositivo personal (celular o PC) para los estudiantes.
- Uso de Power Point y archivos PDF.
- Materiales: Separatas digitales, Software DIGSILENT, ETAP, MATLAB.

VII. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Se tomará un examen parcial, un examen final y un sustitutorio que reemplazará a una de los dos exámenes anteriores. Adicionalmente se desarrollará un Proyecto de Investigación. El sistema de evaluación de la presente asignatura que incorpora los siguientes ejes:

6.1. Pruebas Orales

Intervención durante el desarrollo del curso Exposición del informe de proyectos

6.2. Pruebas Escritas

Examen Parcial

Examen Final

Examen Sustitutorio

De acuerdo con los artículos 82°, 83°, 84° y 85° del Reglamento General de Estudios de la Universidad Nacional del Callao, aprobado con Res. N° 185-2017-CU, de fecha 27 de junio del 2017, se tendrá a consideración lo siguiente:

- Participación activa en todas las tareas de aprendizaje.
- Asistencia al 70% como mínimo.
- Los estudiantes aprueban si su nota final es mayor o igual a 11.00
- Los estudiantes rinden un examen sustitutorio para reemplazar la nota parcial más baja, según normas.

6.3. Requisitos de Aprobación

El alumno que acumule el 30% o más de inasistencias tendrá como calificativo NO SE PRESENTO (NSP). La Nota Mínima aprobatoria de la asignatura es 11 y la Nota Máxima es 20.

De acuerdo con los artículos 82°, 83°, 84° y 85° del Reglamento General de Estudios de la Universidad Nacional del Callao, aprobado con Res. N° 185-2017-CU, de fecha 27 de junio del 2017, se tendrá a consideración lo siguiente:

- Participación activa en todas las tareas de aprendizaje.
- Asistencia al 70% de las clases como mínimo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRICA

- El estudiante aprueba si su Promedio Final es mayor o igual a 10.50
- El examen sustitutorio se realizará para reemplazar la nota más baja, de acuerdo con la normativa vigente

El promedio final se obtendrá a través de la siguiente fórmula:

$$PF = 0.4 TIF + 0.3 EP + 0.3 EF$$

PF = Promedio Final

TIF = Trabajo de Investigación Formativa

EP = Examen Parcial

PL = Promedio Laboratorio

EF = Examen Final

Anotaciones:

- Las intervenciones orales referidas al desarrollo de la asignatura, por parte de los estudiantes durante las clases, pueden ser voluntarias o solicitadas al alumno por el profesor, con la finalidad de observar el proceso de enseñanza-aprendizaje y de motivar la atención del sujeto del aprendizaje.
- La asistencia es obligatoria para la evaluación del alumno, puesto que con el 30% de inasistencias el alumno tendrá como calificativo NSP.

VIII. BIBLIOGRAFÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRICA

ITEM	NOMBRE DEL AUTOR, EDITORIAL DE LOS TEXTOS DE CONSULTA
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	DESIGN 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 TENSÓN, 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.

Infereferencias:

- Portal de la IEEE.
- Portal del IEC.
- Portal del MEM, COES.
- Especificaciones del fabricante WEG, ABB, SIEMMES, EATON, ETC.

Bellavista, Octubre del 2021