



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



SÍLABO
TEORÍA DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

I. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Asignatura	: Teoría de Campos Electromagnéticos
1.2. Código	: EE514
1.3. Condición	: Obligatorio
1.4. Pre-Requisitos	: EE304, EE406
1.5. N° de Horas de Clase	: 4 (02 teoría, 02 práctica)
1.6. N° de Créditos	: 03
1.7. Ciclo	: V
1.8. Semestre Académico	: 2021-A
1.9. Duración	: Del 03 de mayo al 31 de agosto de 2021
1.10. Docente	: Dr. Ing. Montaña Pisfil Jorge Alberto
1.11. Horarios	: Teoría: Lunes 13:50 - 15:30 Horas, Grupo 01T : Práctica: Jueves 13:50 - 15:30 Horas, Grupo 01T : Teoría: Martes 13:50 – 15:30 Horas, Grupo 02T : Práctica: Miércoles 13:50 – 15:30 Horas, Grupo 02T

II. SUMILLA

El curso pertenece al área de estudios específicos, es de naturaleza teórico – práctica. Le permite al alumno el conocimiento de las leyes que rigen los campos eléctricos y magnéticos indispensables para comprender los principios del funcionamiento de las máquinas eléctricas, transformadores y líneas de transmisión e instrumentos eléctricos y electromagnéticos; y también, para explicar los fenómenos de acción a distancia. En el desarrollo de la asignatura se hará uso del análisis vectorial, ecuaciones diferenciales parciales, problemas con valores en la frontera, y cálculos numéricos con el uso del computador. El curso se desarrolla mediante las unidades de aprendizaje siguientes: I Aspectos generales y el campo electrostático, II Métodos generales para resolver problemas electrostáticos, III Corriente eléctrica y el campo magnetostático, IV Inductancia y ecuaciones de maxwell.

III.- COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA

3.1 COMPETENCIAS GENÉRICAS

- Analiza y explica los efectos producidos por los campos eléctricos y magnéticos durante la generación, transmisión y utilización de la energía eléctrica.
- Describe y explica los principios de funcionamiento de las máquinas eléctricas e instrumentos eléctricos y magnéticos.
- Resuelve problemas de su entorno relacionados con los campos eléctricos y magnéticos.
- Se comunica eficazmente en forma oral y escrita para expresar ideas u opiniones en debates y foros.
- Genera su propio aprendizaje (autoaprendizaje) en la asignación de algunas tareas de la asignatura.
- Trabaja cooperativamente / colaborativamente asumiendo roles de acuerdo a sus capacidades y conocimientos
- Asume rol de liderazgo en diversos contextos para afrontar una situación.

3.2 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

COMPETENCIA GENERAL		
Analiza, elabora, formula, y ejecuta soluciones a situaciones problemáticas complejas de los procesos de generación y transmisión de energía eléctrica apreciando la importancia de la generación de la energía con mecanismos de desarrollo limpio.		
COMPETENCIAS	CAPACIDADES	ACTITUDES
<ul style="list-style-type: none"> - Comprende y explica las leyes que rigen a los campos eléctricos y magnéticos. - Aplica el conocimiento de la teoría de campos electromagnéticos a la solución de problemas orientados al cálculo del campo eléctrico y el campo magnético de diversas configuraciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Describe, analiza y calcula el campo electrostático en el vacío y en medios dieléctricos. - Explica los métodos generales para resolver problemas electrostáticos. - Describe, analiza y calcula el campo magnetostático en el vacío y en la materia. - Calcula la inductancia para diferentes configuraciones y analiza circuitos magnéticos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Muestra entusiasmo al realizar actividades. - Manifiesta interés por participar en las clases. - Demuestra tolerancia y respeto a los demás. - Demuestra puntualidad al asistir a clases y en el cumplimiento de tareas.

IV.- PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS Y ACTIVIDADES

UNIDAD I: ASPECTOS GENERALES Y EL CAMPO ELECTROSTÁTICO				
Duración: 4 semanas: 1era, 2da, 3ra y 4ta semana.				
Fecha de Inicio: 03/05/2021 Fecha de Término: 29/05/2021				
Capacidades de la Unidad: C1 (Enseñanza aprendizaje): Describe, analiza y calcula el campo electrostático en el vacío y en medios dieléctricos C2 (Investigación Formativa): Determinación del tema de investigación y elaboración de la introducción del Informe con base de datos.				
Programación de contenidos:				
SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDOS ACTITUDINALES	INDICADORES
1	Introducción. - Aspectos generales. Campo, campo escalar, campo vectorial. Las cuatro cantidades fundamentales del campo electromagnético. Teorema de Helmholtz. - Fundamentos matemáticos. Sistemas de coordenadas. Análisis vectorial. Derivación de vectores. Integración de vectores. - Gradiente de una función escalar. La divergencia, el teorema de la divergencia. El rotacional, el teorema de Stokes. El Laplaciano. El Teorema de Green en el plano.	- Repasan los operadores vectoriales diferenciales. - Discuten la importancia de la asignatura en la carrera del ingeniero electricista. - Explican diferencias entre campos escalares y campos vectoriales. - Resuelven ejercicios de gradiente y rotacional, teorema de la divergencia y teorema de Stokes. - Observan un video de campos escalares y vectoriales simulados con MATLAB.	- Valoran la importancia de la asignatura en la formación del ingeniero electricista. - Participan colaborativamente en la resolución de problemas. - Manifiestan interés en aplicar los conceptos en situaciones cotidianas.	- Reconocen las cuatro cantidades fundamentales del campo electromagnético. - Reconocen y diferencian campos escalares y campos vectoriales. - Resuelven ejercicios de gradiente, rotacional, teorema de la divergencia y teorema de Stokes.
2	Electrostática en el vacío. - Concepto. Postulados fundamentales de la Electrostática en el vacío. - Campo eléctrico. Intensidad de campo eléctrico. Ley de Gauss. Problemas de aplicación de campo eléctrico en el vacío.	- Presentan y exponen en forma grupal un caso de aplicación de campo eléctrico de una situación presentada en la ingeniería eléctrica. - Resuelven problemas de electrostática en el vacío aplicando el primer postulado o la ley de Gauss.	- Trabajan en forma grupal participando activamente en la ejecución de las actividades planteadas. - Participan colaborativamente en la resolución de problemas.	- Reconocen el primer postulado de la electrostática en el vacío o primera ecuación de Maxwell. - Resuelven problemas de campo eléctrico en el vacío.
3	Electrostática en el vacío (Continuación) - Potencial eléctrico y diferencia de potencial. Energía electrostática. - Capacitancia y capacitores. Capacitores planos, capacitores cilíndricos y capacitores esféricos.	- Leen la separata del curso y exponen sobre capacitancia y capacitores. - Observan un video de problema resuelto de potencial eléctrico y capacitancia.	- Valoran la importancia de los bancos de capacitores en la industria. - Participan colaborativamente en la resolución de problemas.	- Reconocen la importancia de los bancos de capacitores en la industria. - Resuelven problemas de potencial eléctrico, energía electrostática y capacitancia.

	Problemas de aplicación de potencial eléctrico, energía electrostática y capacitancia en capacitores planos, cilíndricos y esféricos.	- Resuelven problemas de potencial eléctrico, energía electrostática y capacitancia.		
4	<p>El campo electrostático en medios dieléctricos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dieléctricos. Importancia de los dieléctricos. El campo eléctrico dentro de un dieléctrico. Polarización. Campo eléctrico fuera de un medio dieléctrico. Desplazamiento eléctrico. - Ley de Gauss en un dieléctrico: Forma integral y Forma diferencial. - Recomendaciones para resolver problemas con valores en la frontera en los que intervienen dieléctricos. <p>Problemas de aplicación de campo electrostático en medios dieléctricos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Leen la separata del curso y exponen sobre dieléctricos. - Observan un video de problema resuelto de campo electrostático en medios dieléctricos. - Resuelven problemas de campo electrostático en medios dieléctricos aplicando la ley de Gauss, y con valores en la frontera. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valoran la importancia de los dieléctricos en la industria eléctrica. - Trabajan en forma grupal participando activamente en la ejecución de las actividades planteadas. - Participan colaborativamente en la resolución de problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocen la importancia de los dieléctricos en la industria eléctrica. - Resuelven problemas de campo electrostático en medios dieléctricos aplicando la ley de Gauss.

UNIDAD II: MÉTODOS GENERALES PARA RESOLVER PROBLEMAS ELECTROSTÁTICOS

Duración: 3 semanas: 5ta, 6ta y 7ma semana.

Fecha de Inicio 31/05/2021 | Fecha de Término: 19/06/2021

CAPACIDAD DE LA UNIDAD:

C1 (Enseñanza aprendizaje): Explica los métodos generales para resolver problemas electrostáticos

C2 (Investigación Formativa): Determinación del Método y presentación del avance del Informe con base de datos.

Programación de contenidos:

SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	INDICADORES
5	Métodos generales para resolver problemas electrostáticos - Ecuación de Poisson. - Ecuación de Laplace. Ecuación de Laplace con una variable independiente en coordenadas rectangulares.	- Observan un video de problema resuelto por ecuación de Poisson. - Resuelven problemas de campo electrostático aplicando ecuación de Poisson y ecuación de Laplace con una variable independiente.	-Valoran la importancia de los métodos generales para resolver problemas electrostáticos en aplicaciones de Ingeniería eléctrica. -Participan colaborativamente en la resolución de problemas.	- Resuelven problemas electrostáticos aplicando ecuación de Poisson y ecuación de Laplace con una variable independiente.
6	- Ecuación de Laplace con una variable independiente en coordenadas cilíndricas y en coordenadas esféricas. Problemas de aplicación de ecuación de Laplace con condiciones de frontera.	- Observan un video de problema resuelto por ecuación de Laplace con una variable independiente. - Resuelven problemas electrostáticos aplicando ecuación de Laplace con una variable independiente.	-Valoran la importancia de los métodos generales para resolver problemas electrostáticos en aplicaciones de Ingeniería eléctrica. - Trabajan en forma grupal participando activamente en la ejecución de las actividades planteadas	- Resuelven problemas electrostáticos aplicando ecuación de Laplace con una variable independiente.
7	- Ecuación de Laplace para problemas bidimensionales en coordenadas rectangulares, en coordenadas cilíndricas y en coordenadas esféricas. Problemas con condiciones de frontera. - Método de imágenes electrostáticas. Problemas de aplicación.	- Observan un video de problema resuelto por ecuación de Laplace para problemas bidimensionales. - Resuelven problemas electrostáticos aplicando ecuación de Laplace para problemas bidimensionales.	-Valoran la importancia de los métodos generales para resolver problemas electrostáticos en aplicaciones de Ingeniería eléctrica. -Participan colaborativamente en la resolución de problemas.	- Resuelven problemas electrostáticos aplicando ecuación de Laplace para problemas bidimensionales.
8	EVALUACIÓN ESCRITA PARCIAL (EEP)			

UNIDAD III: CORRIENTE ELÉCTRICA Y EL CAMPO MAGNETOSTÁTICO

Duración: 4 semanas: 9na, 10ma, 11ra y 12da semana.

Fecha de Inicio: 28/06/2021 | Fecha de Término: 24/07/2021

CAPACIDADES DE LA UNIDAD:

C1 (Enseñanza aprendizaje): Describe, analiza y calcula el campo magnetostático en el vacío y en la materia

C2 (Investigación Formativa): Elaboración del Resultado y la Discusión del Informe con base de datos.

Programación de contenidos:

SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	INDICADORES
9	Corriente eléctrica. - Concepto, tipos de corriente eléctrica. Intensidad de corriente eléctrica. Ley de Continuidad y ley de la corriente de Kirchhoff. Corrientes continuas y Ley de Ohm. - Ecuaciones que rigen el flujo de corriente continua. Circuitos eléctricos. Leyes de Kirchhoff. Potencia y energía eléctrica.	<ul style="list-style-type: none"> - Leen la separata del curso y exponen sobre corriente eléctrica. - Resuelven problemas de corriente eléctrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valoran la importancia de la corriente eléctrica en el desarrollo tecnológico y en la mejora de la calidad de vida de las personas. - Participan colaborativamente en la resolución de problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocen la importancia de la corriente eléctrica en el desarrollo tecnológico y en la mejora de la calidad de vida de las personas. - Resuelven problemas de corriente eléctrica.
10	Magnetostática en el vacío. - Postulados fundamentales de la magnetostática en el vacío. Ecuación de la Fuerza de Lorentz. El campo magnético de una carga en movimiento. - Fuerzas sobre conductores por los que circula corriente. Ley de Biot y Savart para calcular el campo magnético debido a una corriente eléctrica.	<ul style="list-style-type: none"> - Leen la separata del curso y exponen sobre el campo magnético en el vacío. - Observan un video de problema resuelto de campo magnético aplicando la ley de Biot-Savart. - Resuelven problemas de campo magnético aplicando la ley de Biot-Savart. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valoran la importancia del campo magnético en el funcionamiento de las máquinas eléctricas. - Trabajan en forma grupal participando activamente en la ejecución de las actividades planteadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocen la importancia del campo magnético en el funcionamiento de las máquinas eléctricas. - Resuelven problemas de campo magnético aplicando la ley de Biot-Savart.
11	Magnetostática en el vacío.(Continuación). - Ley de Circuitos de Ampere. El potencial vector magnético. Problemas de aplicación de la ley de Ampere. Problemas de aplicación de la ley de Ampere.	<ul style="list-style-type: none"> - Observan un video de problema resuelto de campo magnético aplicando la ley de Ampere. - Resuelven problemas de campo magnético aplicando la ley de Ampere. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valoran la importancia del campo magnético en el funcionamiento de las máquinas eléctricas. - Participan colaborativamente en la resolución de problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocen la importancia del campo magnético en funcionamiento de las máquinas eléctricas. - Resuelven problemas de campo magnético aplicando la ley de Ampere.

12	Campo magnético en la materia. <ul style="list-style-type: none"> - Magnetización en los materiales y densidades de corriente equivalentes. - Intensidad de campo magnético – Ley de Ampere en medios magnéticos. - Comportamiento de los materiales magnéticos. Problemas de aplicación de la ley de Ampere en medios magnéticos.	<ul style="list-style-type: none"> - Discuten sobre el fenómeno de magnetización en los materiales ferromagnéticos y sobre las curvas de magnetización. - Resuelven problemas de campo magnético aplicando la ley de Ampere en medios materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valoran la importancia de la magnetización en los materiales ferromagnéticos. - Participan colaborativamente en la resolución de problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocen la importancia de la magnetización en los materiales ferromagnéticos. - Resuelven problemas de campo magnético aplicando la ley de Ampere en medios magnéticos.
----	--	---	--	--

UNIDAD IV: INDUCTANCIA Y ECUACIONES DE MAXWELL

Duración: 3 semanas: 13ra, 14ta y 15ta. semana.

Fecha de Inicio: 26/07/2021 | Fecha de Término: 14/08/2021

CAPACIDAD DE LA UNIDAD:

C1: (Enseñanza aprendizaje): Calcula la inductancia para diferentes configuraciones y analiza circuitos magnéticos.

C2 (de Investigación Formativa): Presentación del Informe con base de datos y sustentación

Programación de contenidos:

SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	INDICADORES
13	Fuerzas y pares magnéticos Fuerzas y pares sobre conductores por los que circulan corrientes. Par experimentado por un circuito por el que circula una corriente eléctrica en un campo magnético.	<ul style="list-style-type: none"> - Explican el principio de funcionamiento de un motor eléctrico. - Resuelven problemas de fuerzas y pares sobre un circuito por el que circula corriente eléctrica en un campo magnético. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valoran la importancia de los motores eléctricos en la industria y en las diversas actividades productivas. - Trabajan en forma grupal participando activamente en la ejecución de las actividades planteadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocen la importancia de los motores eléctricos en la industria y en las diversas actividades productivas. - Resuelven problemas de fuerzas y pares sobre un circuito por el que circula corriente eléctrica en un campo magnético.

14	Inductancias e inductores. <ul style="list-style-type: none"> - Inductancia mutua y auto inductancia. Energía magnética. - Circuitos magnéticos. Problemas resueltos de inductancia mutua y autoinductancia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Observan un video de problema resuelto de inductancia mutua y autoinductancia. - Resuelven problemas de inductancia mutua, autoinductancia y circuitos magnéticos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valoran la importancia de las bobinas (inductores) - Participan colaborativamente en la resolución de problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocen la importancia de las bobinas (inductores). - Resuelven problemas de inductancia mutua, autoinductancia y circuitos magnéticos.
15	Ley de Faraday ecuaciones de Maxwell. <ul style="list-style-type: none"> - Inducción electromagnética y ley de Faraday. Postulado fundamental de la inducción electromagnética. - Transformadores eléctricos. - Ecuaciones de Maxwell. 	<ul style="list-style-type: none"> - Discuten sobre el fenómeno de inducción electromagnética- - Explican la ley de Faraday y el principio de funcionamiento del transformador eléctrico. - Leen la separata del curso y exponen sobre las ecuaciones de Maxwell. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valoran la importancia de los transformadores eléctricos en los sistemas de potencia. - Valoran la importancia de las ecuaciones de Maxwell. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocen la importancia de los transformadores eléctricos en los sistemas de potencia. - Explican las ecuaciones de Maxwell.
16	EVALUACIÓN ESCRITA FINAL (EEF)			
17	EXAMEN SUSTITUTORIO (ES)			

V. METODOLOGÍA

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. 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:

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.

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 asincrónica, 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.**

SOPORTE DE COMUNICACIÓN MULTIPLATAFORMA:

SGA-UNAC, Google Meet, Classroom, ZOOM, Google Drive y correo institucional.

VI – MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS

Plataforma virtual, usando las herramientas GOOGLE MEET y ZOOM.

- Equipos multimedia: Laptop, Tablet, pizarra virtual de las herramientas, etc.

VII- EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

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.
- El estudiante aprueba si su Promedio Final es mayor o igual a 10.50
- El examen sustitutorio se realizará de acuerdo con la normativa vigente.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

Se evaluará mediante un examen parcial, un examen final, más el promedio de prácticas calificadas, más la evaluación actitudinal, más la nota promedio del trabajo de investigación formativa. Adicionalmente se tomará un examen sustitutorio que reemplazará la nota más baja de una de las dos evaluaciones escritas parcial o final.

La nota final se obtendrá según:

$$\mathbf{PF = 0.2*EP + 0.2*EF + 0.30*PP + 0.10*EA + 0.20*TIF}$$

Donde:

PF = Promedio Final

EP = Evaluación escrita parcial

EF = Examen escrita final

PP = Promedio de prácticas calificadas (incluye presentación de tareas y exposiciones)

EA = Evaluación actitudinal (incluye participaciones en clase)

TIF= Promedio de trabajo(s) de investigación formativa

VIII BIBLIOGRAFÍA

- *Cheng, David K.* (1999). Elementos de electromagnetismo para ingeniería. Addison – Wesley
- *Dios Otín, Federico.* (2010) Campos electromagnéticos. Alfaomega – Ediciones UPC
- *González Fernández Antonio- Schaum.* (2011). Problemas de Campos Electromagnéticos. Mc Graw-Hill.
- *Hayt Jr., William H.* (2010). Teoría electromagnética. Mc Graw-Hill.
- *Reitz – Milford – Christy.* (2008). Fundamentos de la teoría electromagnética. Addison Wesley.
- *Sadiku, Matthew N.O.* (2012). Elementos de electromagnetismo. Oxford University Press.
- *Krauss-Fleisch.* (2011). Electromagnetismo con aplicaciones. Mc Graw-Hill