



**Ministerio de Cultura y Educación**  
**Universidad Nacional de San Luis**  
**Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias**  
**Departamento: Ingeniería**  
**Area: Electrónica**

**(Programa del año 2020)**

**I - Oferta Académica**

| <b>Materia</b>                   | <b>Carrera</b>         | <b>Plan</b>             | <b>Año</b> | <b>Período</b>  |
|----------------------------------|------------------------|-------------------------|------------|-----------------|
| Campos Electromagnéticos y Ondas | INGENIERÍA ELECTRÓNICA | 19/12<br>-Mod.<br>17/15 | 2020       | 1° cuatrimestre |

**II - Equipo Docente**

| <b>Docente</b>                 | <b>Función</b>       | <b>Cargo</b> | <b>Dedicación</b> |
|--------------------------------|----------------------|--------------|-------------------|
| LUCERO, WALTER ADRIAN          | Prof. Responsable    | JTP Semi     | 20 Hs             |
| ABSCH GUILLAUMIN, CARLOS EMMAN | Auxiliar de Práctico | A.1ra Exc    | 40 Hs             |

**III - Características del Curso**

| <b>Credito Horario Semanal</b> |                 |                          |                                              |              |
|--------------------------------|-----------------|--------------------------|----------------------------------------------|--------------|
| <b>Teórico/Práctico</b>        | <b>Teóricas</b> | <b>Prácticas de Aula</b> | <b>Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.</b> | <b>Total</b> |
| 6 Hs                           | 4 Hs            | 2 Hs                     | 0 Hs                                         | 6 Hs         |

| <b>Tipificación</b>                            | <b>Periodo</b>  |
|------------------------------------------------|-----------------|
| B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio | 1° Cuatrimestre |

| <b>Duración</b> |              |                            |                          |
|-----------------|--------------|----------------------------|--------------------------|
| <b>Desde</b>    | <b>Hasta</b> | <b>Cantidad de Semanas</b> | <b>Cantidad de Horas</b> |
| 09/03/2020      | 19/06/2020   | 15                         | 90                       |

**IV - Fundamentación**

El conocimiento de la teoría de los campos electromagnéticos es la principal herramienta para la comprensión de los fenómenos electromagnéticos sobre los cuales funcionan los dispositivos eléctricos, electrónicos, opto-electrónicos, ópticos electroópticos, magneto-ópticos etc. Constituye además la base física del desarrollo de nuevas tecnologías en las áreas anteriormente mencionadas, incluyendo las comunicaciones, los semiconductores y la nano-electrónica entre otras.

**V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje**

El objetivo general de este curso es capacitar al alumno para la comprensión de las cantidades electromagnéticas y su interrelación con las aplicaciones de la ingeniería eléctrica y electrónica.

**VI - Contenidos**

**UNIDAD 1**

Ecuaciones de Maxwell.

**Introducción a las ecuaciones macroscópicas de Maxwell. Ecuaciones de Maxwell para el espacio vacío. Forma integral y diferencial. Gauss eléctrico. Gauss magnético. Ley de Faraday. Ley de Ampere. Ecuación de continuidad. Ecuaciones de Maxwell con excitación armónica y compleja en el tiempo. Polarización eléctrica. Ecuaciones de Gauss**

eléctrico y magnético para medios materiales. Polarización magnética. Ecuaciones de Àmpere y Faraday para medios materiales. Conductividad real y compleja (Modelo Colisional de Drude). Condiciones de frontera para los vectores eléctricos y magnéticos. Teorema de Poynting. Unidades de las cantidades electromagnéticas. Lectura complementaria ecuaciones simétricas de Maxwell.

## **UNIDAD 2**

Campos Electrostáticos y Magnetostáticos.

Ecuaciones de Maxwell para el caso estático. Función potencial escalar eléctrico. Sistemas de conductores en campos electrostáticos. Coeficientes de potencial. Coeficientes de Capacitancia. Energía del campo electrostático. Fuerzas y torsiones electrostáticas. Ecuación de Poisson y Laplace. Problemas con valores en la frontera. Métodos de las imágenes. Desarrollo multipolar del potencial eléctrico. Término mono-polar, dipolar y cuadripolar. Ley de fuerza de Àmpere. Densidad de flujo magnético. Ley de Biot y Savart. Fuerza magnética. Ley de Àmpere para el caso estático. Potencial vectorial magnético. Circuitos magnéticos. Coeficientes de autoinductancia y de inductancia mutua. Energía magnética. Fuerzas y torsiones magnéticas.

## **UNIDAD 3**

Ondas Electromagnéticas.

Ecuación de onda. Aspectos generales. Onda unidireccional. Onda bidireccional. Solución general de la onda espacial plana. Onda esférica. Onda cilíndrica. Ondas escalares y vectoriales. Ecuaciones de Helmholtz. Onda plana y uniforme en el espacio vacío. Factor de fase. Longitud de onda. Velocidad de propagación. Impedancia intrínseca de onda. Densidad y flujo de Energía. Polarización de una onda. Onda plana y uniforme en regiones conductoras. Parámetros de onda. Clasificación de los medios conductores. Ondas monocromáticas. Ondas monocromáticas no planas. Ondas cuasi monocromáticas. Coherencia. Concepto de velocidad de fase y de grupo. Espectro de las Ondas Electromagnéticas.

## **UNIDAD 4**

Reflexión, Refracción y Transmisión de Ondas

Reflexión de onda plana en un conductor perfecto. Incidencia normal. Análisis para dos regiones materiales cualquiera. Extensión a varias regiones. Reflexión oblicua. Coeficiente de reflexión. Propiedades. Ondas estacionarias. ROE (Relación de Ondas Estacionarias). Reflexión en tierra de una onda. Reflexión en la ionósfera. Propagación en un medio no homogéneo. Índice de refracción variable. Concepto de reflexión total interna. Fundamentos de la fibra óptica. Absorción y esparcimiento de Ondas Electromagnéticas. Parámetros característicos Medios ópticamente densos. Esparcimiento incoherente.

## **UNIDAD 5**

Teoría general de las líneas de transmisión

Modelo general de una línea de transmisión. Ecuaciones diferenciales de línea. Solución para líneas con pérdidas y excitación armónica. Impedancia característica de línea. Constante de propagación. Velocidad de fase y de grupo. Factor de velocidad de una línea. Análisis de líneas de transmisión. Expresiones analíticas para la impedancia de líneas. Casos particulares. Acoplamientos cortos en líneas. Stubs. Transformador de cuarto de onda. Acoplamiento de impedancia. Soluciones gráficas usando la carta de Smith. Medición de impedancia con línea ranurada. Respuesta de una línea a la función escalón. Coeficiente de reflexión. Respuesta de una línea a la corriente alterna. ROE (VSWR) de una línea.

## **UNIDAD 6**

Guías de onda

**Introducción. Tipos de líneas de transmisión. Guías de onda. Ecuaciones de Maxwell aplicadas a guías de onda. Relaciones generales para los modos TE, TM, TEM. Soluciones del modo TM en guías de onda rectangulares. Constante de propagación. Frecuencia de corte. Velocidad de fase. Impedancia. Soluciones del modo TE en guías rectangulares. Constante de propagación. Frecuencia de corte. Velocidad de fase. Impedancia. Dispersión en guías de onda huecas, velocidad de fase y velocidad de grupo. Velocidad de grupo en una región no dispersiva. Velocidad de grupo en una región dispersiva. Atenuación en guías de onda huecas. Simulación computacional en guías de ondas.**

## **UNIDAD 7**

Radiación Electromagnética

**Introducción. Aspectos cualitativos de la radiación. Radiación de un dipolo eléctrico. Concepto de interferencia. Aspectos energéticos de la radiación. Ecuaciones de onda en función de los potenciales electromagnéticos. Potenciales retardados. Integración. Casos particulares. Radiación del elemento infinitesimal de corriente. Análisis de los campos lejanos. Antena lineal. Potencia radiada.**

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

Los trabajos prácticos serán 10:

1. - Los ocho primeros trabajos prácticos serán los cuestionarios y resolución de problemas que se corresponden con cada una de las unidades temáticas e irán acompañadas por trabajos de laboratorio.
2. - Los dos trabajos prácticos restantes se corresponden con las actividades de investigación sobre temas conexos al curso y vinculados con temas que serán desarrollados en cursos más avanzados.

Todos los trabajos prácticos serán aprobados o no sobre la base del informe presentado por los alumnos y la calificación se encuadrará en los términos fijados para la regularidad.

## **VIII - Regimen de Aprobación**

Para obtener la calificación de regular los alumnos deberán aprobar la totalidad de los trabajos prácticos de aula con su respectiva carpeta de informes que incluye los problemas y los Informes de laboratorio. Deberán presentar además los cuestionarios teóricos de todas las unidades dentro del plazo indicado en cada uno de ellos.

La nota final del alumno estará formada de la siguiente manera:

1. - Cuestionarios teóricos. 30%
2. - Parciales I y II. 40%
3. - Examen final de integración (escrito) 30%

El no cumplimiento de alguno de los requisitos 1 ó 2 dará lugar a que el alumno quede libre. El porcentaje necesario para pasar al examen final no debe ser menor que 65% de cada uno de ellos.

Cada parcial incluirá los temas teóricos de los cuestionarios y tareas de investigación, los prácticos vistos hasta la fecha del mismo y problemas similares a los dados en la práctica de aula. Cada parcial tiene una sola recuperación y la no aprobación del mismo tendrá un valor de 0%.

El examen final será escrito y se aprobará con una calificación mínima de 65%.

La aprobación final del curso se hará con una calificación igual o superior al 65% sobre un máximo de 100%.

### **RÉGIMEN PARA ALUMNOS LIBRES.**

Los alumnos libres que deseen aprobar el curso deberán rendir por escrito un examen con problemas y preguntas de las prácticas de aula. El puntaje de aprobación será en este caso del 75% del total. Una vez que ha sido aprobado este examen se pasará a la evaluación en teoría la cual consistirá en el desarrollo de todos los temas que el jurado crea conveniente pedir.

Ante una respuesta satisfactoria del alumno se le dará por aprobada la asignatura.

### **METODOLOGÍA DE DICTADO Y APROBACIÓN DE LA ASIGNATURA**

METODOLOGÍA:

REGIMEN DE REGULARIDAD:

Condiciones para promocionar el curso:

Régimen de Promoción sin examen final:

Régimen de Promoción con examen final para Alumnos Libres:

### **IX - Bibliografía Básica**

[1] [1] [1] Teoría Electromagnética. Campos y Ondas. Carl T. A. Johnk (Editorial Limusa 1999).

[2] [2] [2] Fundamentos de la Teoría Electromagnética. Reitz, Mildford, Christy. Addison Wesley Iberoamericana. 1986

### **X - Bibliografía Complementaria**

[1] [1] [1] Jordan and Balmain, Electromagnetic waves and radiating systems .Prentice Hall 1993

[2] [2] [2] Fundamentos de aplicaciones en electromagnetismo. Ulaby Fawwaz T. Pearson Addison Wesley 2007.

[3] [3] [3] Elementos de electromagnetismo. Sadiku Matthew N. O. Alfaomega. 2006

### **XI - Resumen de Objetivos**

El objetivo general de este curso es capacitar al alumno para la comprensión de las cantidades electromagnéticas y su interrelación con las aplicaciones de la ingeniería eléctrica y electrónica.

### **XII - Resumen del Programa**

Ecuaciones de Maxwell. Campos Electrostáticos y Magnetostáticos. Ondas Electromagnéticas. Reflexión, Refracción y Transmisión de Ondas. Radiación Electromagnética. Teoría general de las líneas de transmisión. Guías de onda

### **XIII - Imprevistos**

### **XIV - Otros**