

Programa del curso EL 5522

## **Taller de Comunicaciones Eléctricas**

Escuela de Ingeniería Electrónica  
Carrera de Licenciatura en Ingeniería Electrónica

[Última revisión del programa: 28 de agosto de 2020]

## I parte: Aspectos relativos al plan de estudios

### 1 Datos generales

<b>Nombre del curso:</b>	Taller de Comunicaciones Eléctricas
<b>Código:</b>	EL 5522
<b>Tipo de curso:</b>	Práctico
<b>Electivo:</b>	No
<b>N.º Créditos:</b>	3
<b>N.º horas clase/semana:</b>	4 h
<b>N.º horas extraclase/semana:</b>	5 h
<b>% de las áreas curriculares:</b>	(CE) 30 %, (DE) 70 %
<b>Ubicación en plan de estudios:</b>	IX Semestre
<b>Requisitos:</b>	No
<b>Correquisitos:</b>	EL-5521 Comunicaciones Eléctricas II
<b>El curso es requisito de:</b>	EL-5616 Proyecto de Graduación
<b>Asistencia:</b>	Obligatoria
<b>Suficiencia:</b>	No
<b>Posibilidad de reconocimiento:</b>	Sí
<b>Vigencia del programa:</b>	II Semestre 2020

### 2. Descripción General

Este taller comprende el correcto uso de equipo y dispositivos para alta frecuencia. Se cubren, desde el punto de vista de aplicación práctica, el uso de analizadores de espectros, analizador vectorial de redes, generadores de radiofrecuencia, osciloscopios de alta velocidad, dispositivos con líneas de transmisión, transceptores RF, entre otros. La componente de diseño se cubre mediante el desarrollo de un proyecto con tema libre dentro del área de Comunicaciones Eléctricas.

El curso busca desarrollar los siguientes atributos de egreso, de acuerdo a la definición del ente acreditador Engineers Canada Accreditation Board (CEAB).

Atributo	Nivel
Uso de Herramientas en Ingeniería	Medio
Diseño	Medio
Habilidades de Comunicación	Medio
Investigación	Inicial

### 3. Objetivos

#### Objetivo general

El estudiante muestra capacidad suficiente y conocimiento pleno para, evaluar sistemas electrónicos en el área de las comunicaciones eléctricas y equipo de medición para frecuencias de operación altas (a partir del rango MHz hasta multi GHz).

#### Objetivos específicos

- Valorar las técnicas de medición y caracterización en alta frecuencia, tanto en el dominio del tiempo como de la frecuencia.
- Evaluar los métodos numéricos y analíticos adecuados para la resolución de problemas y el diseño de soluciones en comunicaciones eléctricas.
- Proponer soluciones de diseño para problemas relacionados con propagación de ondas y sistemas de comunicaciones en alta frecuencia.
- Exponer de forma efectiva y fluida los resultados de un trabajo técnico realizado en equipo.
- Contrastar la información del estado del arte en un tema específico, utilizando literatura y bases de datos actualizadas.

Objetivos del Curso	Atributo	Nivel
Valorar las técnicas de medición y caracterización en alta frecuencia, tanto en el dominio del tiempo como de la frecuencia.  Evaluar los métodos numéricos y analíticos adecuados para la resolución de problemas y el diseño de soluciones en comunicaciones eléctricas.	Uso de Herramientas en Ingeniería	Medio
Proponer soluciones de diseño para problemas relacionados con propagación de ondas y sistemas de comunicaciones en alta frecuencia	Diseño en Ingeniería	Medio
Exponer de forma efectiva y fluida los resultados de un trabajo técnico realizado en equipo	Comunicación	Medio
Contrastar la información del estado del arte de un tema específico, utilizando literatura y bases de datos actualizadas	Investigación	Inicial

#### 4. Contenido y Cronograma

Las 16 semanas que abarcan el curso se distribuyen de la siguiente manera:

##### Parte 1:

1. **Mediciones en Radio Frecuencia** **3 Semanas**
  - 1.1. Analizador de espectros.
  - 1.2. Generadores de radio frecuencia.
  - 1.3. Analizador vectorial de redes y parámetros de microondas.
  - 1.4. Osciloscopios de alta velocidad.
  - 1.5. Reflectometría en el dominio del tiempo.
2. **Herramientas EDA para RF** **2 Semanas**
  - 2.1. Entornos de simulación en RF.
  - 2.2. Simulaciones electromagnéticas 2D y 3D.
3. **Transceptores en RF** **2 Semanas**
4. **Caracterización de dispositivos en RF** **2 Semanas**
  - 4.1. Líneas de transmisión.
  - 4.2. Antenas.
5. **Estandarización** **5 Semanas**
  - 5.1. Estándares de sistemas de comunicación modernos: telefonía celular, comunicaciones inalámbricas, interfaces de alta velocidad.
  - 5.2. Normativa nacional e internacional.

**Parte 2:**

**1. Desarrollo de Proyecto de Diseño**

**16 Semanas**

- 1.1. Selección de tema o propuesta por el profesor.
- 1.2. Investigación del estado del arte.
- 1.3. Presentación de avances.
- 1.4. Creación de reporte final.
- 1.5. Presentación final.

## **II parte: Aspectos operativos**

### **5. Metodología**

El curso utiliza una modalidad no presencial o virtual, donde clases, tutorías, consultas u otros elementos de enseñanza serán mediante el empleo de herramientas tecnológicas, videoconferencias u otros materiales que considere el(la) profesor(a) podrán ser utilizados. El material generado por el(la) profesor(a) podrán ser consultado de manera sincrónica ó asincrónica con el objetivo de que el(la) estudiante pueda hacer uso del material para repaso o ampliación de conceptos según lo considere, dicho material el(la) profesor(a) deberá de establecer la metodología para acceder al mismo.

En cuanto a prácticas de laboratorios se utilizarán entornos de simulación para microondas y radio frecuencia u otros software que permitan la obtención de información que permitirá sustituir el uso de equipo de laboratorio. Debido a lo anterior el profesor mediante material digital u otro deberá complementar etapas importantes de cada laboratorio al grupo, con el objetivo de orientar y dejar claro conceptos relevantes de cada práctica.

En relación al proyecto final de curso el profesor ó grupo de estudiantes podrá definir un tema en cual se utilice un proceso de investigación que permita comprobar algún concepto, teoría o ley que este orientado en el área de teoría electromagnética ó comunicaciones eléctricas. Para este caso el grupo podrá hacer uso de software de simulación o en su defecto hardware que considere necesario para el desarrollo del proyecto final de curso.

Debido a la modalidad no presencial, es necesario que los(as) estudiantes profundicen conceptos mediante la consulta de material bibliográficos, artículos científicos, tesis u otros, este tipo de insumos serán importantes para un adecuado desarrollo de las prácticas de laboratorio.

El curso consta de 3 créditos y por tanto exige 9 horas de trabajo semanal de las cuales 4 h corresponden a clases virtuales (profesor-estudiantes) y 5 h de trabajo individual ó grupal fuera de clase. El trabajo fuera de clase es absolutamente necesario para rendir lo exigido en el curso.

## 6. Evaluación

La evaluación del curso consta de dos partes. La calificación de las prácticas guiadas y el desarrollo del proyecto de diseño:

Exámenes Cortos (6)	10 %
Reportes de Prácticas Guiadas (6)	10 %
Exposición Tema Teórico (1)	5 %
Tutorial en RF (2)	10 %
Tarea (1)	5 %
Exposición Laboratorio (1)	5 %
<b>Total</b>	<b>45 %</b>

Trabajo final de Diseño	
Avance (3)	30 %
Informe Final	15 %
Exposición	10 %
<b>Total</b>	<b>55 %</b>

En relación a los exámenes cortos serán de carácter individual donde se evaluará el contenido de cada laboratorio únicamente y tendrá una duración de al menos 40 minutos. El instrumento de evaluación será confeccionado por el(la) profesor y deberá explicar los lineamientos para la entrega, desarrollo y publicación de los resultados de cada prueba a cada estudiante.

Con el objetivo de verificar y tener trazabilidad del trabajo grupal lo que corresponde a informes de laboratorios, cuestionarios previos, avances de proyecto, presentaciones teóricas y de laboratorio, el(la) profesor(a) seleccionará el método para recibir los entregables anteriores y dar su calificación oportuna según así lo establece el “Reglamento de Enseñanza y Aprendizaje” del ITCR. En relación a la entrega de cuestionarios previos, los mismos deberán entregarse previo a la práctica guiada en formato PDF según el plazo indicado por el(la) profesor(a), la ausencia del mismo el(la) profesor(a) no autorizará llevar acabo la práctica de laboratorio.

En cuanto a informes de laboratorio, avances de proyecto e informe final, los mismos deberán entregarse en formato *IEEE Transactions* exportado a PDF preferiblemente en  $\text{\LaTeX}$  ó el formato que designe su profesor siempre respetando una extensión máxima de 8 páginas. Las entregas de informes de laboratorio y avances de proyecto serán entregadas previo a la sesión que evalúa el contenido correspondiente.

Para las presentaciones teóricas y laboratorio, es necesario que sea preparada con antelación y los contenidos sean bien explícitos y concretos. La duración de ésta actividad es de 20 minutos con un espacio de 10 minutos para preguntas por parte de el(la) profesor(a) y los(as) estudiantes. La presentación deberá ser entregada previo a la exposición utilizando el formato que el profesor designe para la entrega.

Finalmente los grupos de trabajo serán mínimo 3 y máximo 4 integrantes según la distribución que lleve acabo el(la) profesor(a) en miras de hacer una

distribución equitativa y balanceada según el cupo de matrícula del curso.

## **7. Bibliografía Obligatoria:**

- [1] D.Pozar. *Microwave Engineering*. Wiley, United States of America, 2011.
- [2] A.Balanis. *Antenna Theory Analysis and Design*. Wiley y Sons, 2005.
- [3] S.Kaykin y M Moher. *Communication Systems*. Wiley, 2012.

## **Complementaria:**

- [4] W.Hayt y A. Buck. *Teoría Electromagnética*. Mc Graw-Hill, 2012.
- [5] O.Sadiku. *Elementos de Electromagnetismo*. Alfa Omega/Oxford, 2005.
- [6] D.Kraus y A.Fleisch. *Electromagnetismo*. Mc Graw-Hill, 2000.
- [7] R.Neri. *Líneas de Transmisión*. Mc Graw-Hill, 1998.
- [8] P.Lathi y Z.Ding. *Modern Digital and Analog Communications Systems*. Oxford, 2009.
- [9] M.Huidobro. *Comunicaciones Móviles*. Alfaomega, 2012.
- [10] R.Castro y J.Fusario. *Comunicaciones*. Alfaomega, 2013.

Información adicional con notas de aplicación y manuales de usuario de los equipos será utilizada a lo largo del curso.

## 8. Profesores

### Campus Tecnológico Central Cartago

Grupo 1    Ing. Sergio Arriola Valverde. M.Sc

Licenciatura y Maestría en Ingeniería Electrónica con énfasis en Sistemas Empotrados, Tecnológico de Costa Rica.

Coordinador de Laboratorios de Comunicaciones Eléctricas e Investigador Asociado al Laboratorio de Fotogrametría. Áreas de interés comunicaciones eléctricas, HPEC (High Performance Embedded Computing, Data Science en R y Fotogrametría UAS.

Correo-e    [sarriola@tec.ac.cr](mailto:sarriola@tec.ac.cr)

Consulta    Virtual: L: 9 a 11 am o a convenir cita

URL        <http://www.ie.tec.ac.cr/sarriola/TallerdeComunicaciones/>

Grupo 2    Ing. Néstor Hernández Hostaller. M.Sc

Bachillerato en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica.

Maestría en Ingeniería Eléctrica en el Instituto Politécnico Nacional en México .

Correo-e    [nhernandez@tec.ac.cr](mailto:nhernandez@tec.ac.cr)

Consulta    Virtual: K y J 2 a 2:50 pm