	<p align="center"><b>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS</b></p> <p align="center"><b>FACULTAD DE INGENIERIA</b></p> <p align="center"><b>SYLLABUS</b></p> <p align="center"><b><u>Proyecto Curricular:</u></b> <b>Ingeniería Electrónica</b></p>	
<p>Nombre del docente: Carlos Arturo Suárez Fajardo</p>		
<p>Espacio académico (Asignatura): Telecomunicaciones II</p> <p>Obligatorio ( ) : Básico ( X ) Complementario ( )</p> <p>Electivo ( X ) : Intrínsecas ( X ) Extrínsecas ( )</p>		<p>Código: 509401</p>
<p>Número de estudiantes:</p>		<p>Grupo:</p>
<p align="center">Número de créditos: <b>3</b></p>		
<p>Tipo de curso:    Teórico ( )    Práctico ( )    Teórico-Práctico ( X )</p> <p>Alternativas metodológicas:</p> <p>Clase Magistral ( <b>X</b> ), Seminario ( ), Seminario–Taller ( ), Taller ( ), Prácticas ( X ), Proyectos (tutorías) ( X ), Otros:</p>		
<p align="center"><b>Horario</b></p>		
<p align="center"><b>Día</b></p>	<p align="center"><b>Horas</b></p>	<p align="center"><b>Salón</b></p>
<p>Clase teórica: Martes / Jueves</p>	<p align="center">16:00 – 18:00</p>	<p align="center"><b>305 SBC/206 calle 42</b></p>
<p>Laboratorio: Miércoles</p>	<p align="center">18:00 – 20:00</p>	<p align="center"><b>Laboratorio Comunicaciones</b></p>
<p>Asesoría: Lunes</p>	<p align="center">6:00-8:00</p>	<p align="center"><b>Sala profesores SBC</b></p>
<p align="center"><b>I. JUSTIFICACIÓN DEL ESPACIO ACADÉMICO (El ¿por qué?)</b></p>		

La asignatura electiva de Telecomunicaciones II pertenece al área de Telecomunicaciones y forma parte del núcleo de Ingeniería Aplicada.

En esta asignatura, en primera instancia, se fundamentan las bases conceptuales para el estudio, análisis y diseño de elementos radiantes en diversas tecnologías.

Por otra parte, como elemento fundamental en sistemas de comunicaciones inalámbricos, se analiza su papel en temas como: propagación de ondas, sistemas de comunicaciones inalámbricos, cálculos de enlaces terrenos y satelitales, sistemas de comunicaciones celulares, análisis de la propagación en sistemas celulares.

Para realizar el curso con éxito se debe tener conocimientos en cálculo diferencial e integral, análisis vectorial, ecuaciones diferenciales, variable compleja, campos y ondas, líneas de transmisión.

**PRERREQUISITOS:** Telecomunicaciones I

**CORREQUISITOS:** NINGUNO

## **II. PROGRAMACION DEL CONTENIDO (El ¿qué enseñar?)**

### **Objetivo General**

Fundamentar en los estudiantes las diversas competencias requeridas para el análisis, diseño y evaluación de antenas en diversas tecnologías.

Objetivos Específicos
<ul style="list-style-type: none"><li>● Interpretar los conceptos básicos de la radiación electromagnética y de la interferencia de ondas.</li><li>● Interpretar los diferentes parámetros que permiten estudiar, seleccionar o caracterizar una antena.</li><li>● Diseñar y caracterizar en el laboratorio antenas de parche sobre sustratos y agrupaciones de los mismos, haciendo uso de sus respectivos modelos y de las herramientas numéricas disponibles.</li><li>● Seleccionar el tipo de antena adecuado para una aplicación particular en diversos sistemas de comunicaciones fijos o móviles.</li></ul>
Resultados de aprendizaje esperados

Al completar con éxito el curso de Telecomunicaciones II, los estudiantes deberían ser capaces de:

Conocer los parámetros fundamentales de las antenas que le permiten estudiar, seleccionar o diseñar una antena para un sistema de comunicaciones particular.

Obtener las expresiones del potencial vectorial magnético de dipolos y antenas de microcinta, mediante las cuales determina las ecuaciones de campo radiado, densidad de potencia y potencia radiada para este tipo de antenas.

Analizar antenas dipolo y de apertura mediante la determinación de sus parámetros asociados como: diagrama de radiación, resistencia de radiación, impedancia de entrada, directividad, ganancia.

Diseñar antenas dipolo y de microcinta atendiendo a necesidades planteadas en un sistema de comunicaciones particular, partiendo de los modelos disponibles, para luego optimizarlos mediante programas de análisis electromagnéticos disponibles.

Realizar el proceso completo de caracterización en el laboratorio de una antena diseñada y fabricada por grupos de estudiantes, tanto en impedancia con el VNA, como en diagrama en la cámara anecoica.

### Competencias de formación

Al finalizar el curso se espera que el estudiante haya desarrollado las siguientes competencias:

#### **Transversales:**

Capacidad de organización y planificación / Razonamiento crítico / Trabajo en equipo / Aprendizaje autónomo / Comunicación oral y escrita / Motivación por la calidad y mejoramiento continuo.

#### **Contexto:**

Reflexión sobre la necesidad del modelado de problemáticas cotidianas y su relación con tecnologías de las telecomunicaciones en un contexto social y el papel del ingeniero electrónico en esta área de conocimiento.

Invitación al trabajo autónomo y compromiso social del ejercicio de la ingeniería, en especial en el área de telecomunicaciones.

#### **Básicas:**

Interpreta los diferentes parámetros que permiten estudiar, seleccionar o caracterizar una antena. Selecciona el tipo de antena adecuado para una aplicación particular en diversos sistemas de

comunicaciones fijos o móviles. Diseña y caracteriza antenas del tipo dipolo, monopolo, microcinta, de apertura.

#### **Laborales.**

Selecciona el tipo de antena adecuado para una aplicación determinada en diversos sistemas de comunicaciones fijos o móviles. Conoce los instrumentos comerciales existentes para medidas en telecomunicaciones y sabe utilizarlos para evaluar el desempeño de un sistema de telecomunicaciones. Conoce herramientas numéricas comerciales y los instrumentos de medida adecuados para diseñar y construir antenas de conductor simple, microcinta y agrupaciones de antenas. Identifica los parámetros técnicos que permites evaluar la calidad de un sistema de Telecomunicaciones.

### **Programa Sintético**

1. Introducción, consideraciones generales y tipos de antenas.
2. Parámetros fundamentales de las antenas.
3. Fundamentos de radiación.
4. Antenas elementales, antenas de conductor simple.
5. Agrupaciones de antenas.
6. Antenas de banda ancha, agrupaciones de dipolos.
7. Antenas de microcinta, de apertura, antenas de bocina.
8. Reflectores y lentes.
9. Caracterización de antenas

### **III. ESTRATEGIAS (El ¿cómo?)**

#### **Metodología Pedagógica y Didáctica**

- **Cátedra Magistral:** El profesor hará exposiciones magistrales sobre los temas propuestos en la asignatura, igualmente solucionará problemas que refuercen el aprendizaje de la misma, elaborará o utilizará software comercial para simulaciones que recreen conceptos físicos o que permitan modelar y/o analizar una antena. Al inicio de cada tema el estudiante contará con la documentación respectiva, así como con material complementario, al igual que una bibliografía que le permita afianzar la temática desarrollada en cada capítulo.
- **Tareas:** El estudiante complementará la información vista en clase mediante la solución de problemas, tareas de investigación, uso de software comercial para diseño y optimización, todo esto encaminado a generar un ejercicio de investigación, análisis y propuesta de soluciones. De igual manera realizará investigaciones complementarias sobre temas no vistos en clase o vistos muy generalmente mediante la lectura de artículos o material generado por el docente o por investigadores expertos en el tema.
- **Diseño y optimización de antenas:** Partiendo del modelo matemático y del software de análisis electromagnético disponible, el estudiante diseñará y optimizará antenas de conductor simple o agrupaciones de dipolos, con base en las especificaciones deseadas.
- **Sesiones de laboratorio:** El estudiante aprenderá el uso y cuidado de la instrumentación, realizará prácticas guiadas sobre los kits de laboratorio disponibles y construirá y caracterizará los dispositivos (previamente diseñados y optimizados) propuestos como

problema de estudio, cerrando de esta manera el ciclo de aprendizaje: Modelo matemático, solución de problemas, simulación, prototipaje y medida.

- **Lecturas:** El docente dejará temas para que sean indagados por los estudiantes, de tal manera que al llegar a clase puedan ser discutidos.
- **Se planearán visitas técnicas en lo posible.**

	Horas			Horas profesor/semana	Horas Estudiante/semana	Total Horas Estudiante/semestre	Créditos
Tipo de Curso	TD	TC	TA	(TD + TC)	(TD + TC +TA)	X 16 semanas	
Teórico	4	2	4	6	10	160	3

**Trabajo Presencial Directo (TD):** trabajo de aula con plenaria de todos los estudiantes.

**Trabajo Mediado\_Cooperativo (TC):** Trabajo de tutoría del docente a pequeños grupos o de forma individual a los estudiantes.

**Trabajo Autónomo (TA):** Trabajo del estudiante sin presencia del docente, que se puede realizar en distintas instancias: en grupos de trabajo o en forma individual, en casa o en biblioteca, laboratorio, etc.)


IV. RECURSOS (¿Con qué?)		
Medios y Ayudas		
<p>Para el desarrollo del programa, se requiere el uso de un computador y programas especializados como Matlab®, CST, así como de instrumentación especializada como analizador vectorial de redes, analizador de espectro, generador de señales de RF, antenas de prueba. El laboratorio de la Universidad cuenta con todos estos recursos. Adicionalmente, en las sesiones en el aula se requiere del uso de un computador, programas como Matlab®, CST y un proyector de video (<i>video beam</i>), con los cuales también se cuenta en la Universidad.</p>		
BIBLIOGRAFÍA		
Textos Principales		
<p>1. Balanis, C. A., <i>Antenna Theory Analysis and Design</i>, John Wiley And Sons. 3ª Ed. 2005.  1. Cardama Ángel, Jofre Lluís, et al, <i>Antenas</i>, Alfa Omega. 3ª Ed. 2002.</p>		
Textos Complementarios		
<p>1. <i>Antenna Theory and Design</i>, R. S. Elliot. Prentice- Hall, 2º Ed. 1981.  2. <i>Antenna Theory and Design</i>, W. L. Stutzman, G. A. Thiele, John Wiley And Sons. 1981.  3. <i>Antennas</i>. J. D. Kraus, McGraw- Hill, 2º Ed. 1988.</p>		
Revistas		
<p><i>IEEE Trans. Antennas Propagat.</i>  <i>IEEE antennas and wireless propagation letters.</i>  <i>Microwave and optical technology letters.</i></p>		
Direcciones de Internet		
<p><a href="http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Electrical-Engineering-and-Computer-Science/6-003Fall-2003/CourseHome/">http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Electrical-Engineering-and-Computer-Science/6-003Fall-2003/CourseHome/</a></p>		
V. ORGANIZACIÓN / TIEMPOS (¿De qué forma?)		
Espacios, Tiempos, Agrupamientos		
1	<p><b>Introducción, consideraciones generales, tipos de antenas e historia de las antenas.</b>  Definición, Mecanismo de Radiación, Circuito equivalente de una antena, Propagación de RF, El espectro de frecuencias, Tipos de antenas, Historia de las antenas.</p>	2 sesiones



2	<p><b>Parámetros fundamentales de las antenas.</b></p> <p>Diagramas de Radiación, Densidad de Potencia Radiada, Intensidad de Radiación, Directividad y Ganancia, Eficiencia de antena y de haz, Ancho de banda, Polarización, Impedancia de entrada, Eficiencia de radiación de la antena, Adaptación, Área y longitud efectivas, Ecuación de Tx de Friis, Temperatura de antena.</p>	6 sesiones
3	<p><b>Fundamentos de radiación.</b></p> <p>Ecuaciones de maxwell. Ecuaciones de onda para los campos. Funciones potenciales auxiliares. Ecuaciones de onda para los potenciales. Soluciones integrales para los potenciales. Cálculo de los campos. Campos radiados. Vector de radiación.</p>	1 sesión
4	<p><b>Antenas elementales, antenas de conductor simple.</b></p> <p>Dipolo elemental, Dipolo corto, espira elemental: distribuciones de corriente, campos radiados, densidad de potencia, resistencia de radiación, directividad, apertura efectiva.</p> <p>Dipolo Largo: distribuciones de corriente, campos radiados, densidad de potencia, resistencia de radiación, directividad, apertura efectiva.</p> <p>Antenas frente a plano de masa, monopolos, paneles: distribuciones de corriente, campos radiados, densidad de potencia, resistencia de radiación, directividad, apertura efectiva.</p>	7 sesiones
5	<p><b>Agrupaciones de antenas.</b></p> <p>Generalidades, Clasificación. Factor de agrupación. Agrupación de dos elementos. Polinomio de la agrupación, Distribuciones de corrientes. Agrupación lineal Uniforme broadside, endfire, Hansen woodyard. Agrupaciones bidimensionales.</p>	7 sesiones
6	<p><b>Antenas de banda ancha, agrupaciones de dipolos.</b></p> <p><b>El dipolo plegado</b>, Dipolo plegado sencillo, Dipolo plegado doble, Ejemplo de Diseño. <b>Antena Yagi-Uda</b>, Características, Campo radiado Diseño N.B.S, Ejemplo de diseño. <b>Antena logarítmica periódica</b>, Características. Geometría (Isbell), Diseño Carrel, Ejemplo de diseño.</p>	2 sesiones

7	<p><b>Antenas de apertura, Antenas de bocina.</b></p> <p><b>Antenas de apertura</b>, Planteamiento del problema. Equivalente electromagnético de una apertura. Expresión general para los campos radiados en presencia de fuentes eléctricas y magnéticas. Expresiones generales para <math>D_0</math>, <math>A_{ef}</math>, <math>\eta_{il}</math> -Apertura elemental. Apertura rectangular, apertura uniformemente iluminada, apertura iluminada con el modo <math>TE_{10}</math>, apertura circular, apertura iluminada con el modo <math>TE_{11}</math></p> <p>Generalidades sobre <b>Antenas de bocina</b>. Bocina sectorial plano E. Expresión general para los campos en la boca de la bocina. Expresión general para los campos radiados. Directividad de una bocina sectorial plano E. Parámetros adicionales. Bocina sectorial plano H. Directividad y parámetros adicionales. Bocina piramidal, Directividad y parámetros asociados. Diseño de bocinas piramidales.</p>	3 sesiones	
8	<p><b>Reflectores y lentes.</b></p> <p>Generalidades. Clases de reflectores. Reflector tipo esquina. Reflector parabólico excitado en el foco, Características geométricas del reflector parabólico. Polarización cruzada. Eficiencia y directividad. Criterios de diseño para una antena parabólica.</p> <p>Introducción al análisis de antenas tipo lente</p>	2 sesiones	
9	<p><b>Caracterización de antenas.</b></p> <p>Caracterización del ancho de banda de impedancia de una antena mediante el VNA, medidas del diagrama de radiación en la cámara anecoica, así como la ganancia y polarización.</p>	1 sesión	
<p><b>VI. EVALUACIÓN (¿Qué? ¿Cuándo? ¿Cómo?)</b></p> <p>Las evaluaciones a los estudiantes son diseñadas para obtener el nivel de abstracción y conceptualización de cada uno de los temas del curso.</p>			
	<b>Tipo de Evaluación</b>	<b>Fecha</b>	<b>Porcentaje</b>
Primera Nota	Examen escrito que busca evaluar la capacidad de conceptualizar formalmente los problemas y soluciones de los temas cubiertos en el primer mes de estudio.	8ª Sesión	17.0%
Segunda Nota	Examen escrito que busca evaluar la capacidad de conceptualizar formalmente los problemas y soluciones de los temas cubiertos en el segundo mes de estudio.	18ª Sesión	17.0%

Tercera Nota	Examen escrito que busca evaluar la capacidad de conceptualizar formalmente los problemas y soluciones de los temas cubiertos en el segundo mes de estudio.	30ª Sesión	16.0%
Laboratorio	Trabajos de diseño, simulación y caracterización de diversas antenas seleccionada por el profesor.	Durante todo el semestre	20%
Examen Final	Examen escrito que busca evaluar la capacidad de conceptualizar formalmente los problemas y soluciones de los temas cubiertos en el tercer y cuarto mes de estudio.	En la fecha programada	30%
<b>Aspectos a Evaluar del Curso</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluación del desempeño docente</li> <li>2. Evaluación de los aprendizajes de los estudiantes en sus dimensiones: individual/grupo, teórica/práctica, oral/escrita.</li> <li>3. Autoevaluación:</li> <li>4. Coevaluación del curso: de forma oral entre estudiantes y docente.</li> </ol>			

Datos del Docente			
<p>Nombre: <b>Carlos Arturo Suárez Fajardo</b></p> <p>Pregrado: <b>Ingeniero Electrónico (Universidad Distrital), Licenciado en matemáticas (Universidad pedagógica)</b></p> <p>Posgrado: <b>Especialista en Instrumentación electrónica (U. Antonio Nariño)</b>  <b>Especialista en Telecomunicaciones (Universidad Politécnica de Valencia)</b>  <b>Magíster en Telecomunicaciones (Universidad Politécnica de Valencia)</b>  <b>Doctor en Telecomunicaciones (Universidad Politécnica de Valencia)</b></p>			
Asesorías: Firma de Estudiantes			
Nombre	Firma	Código	Fecha
1.			
2.			
3.			
Firma del Docente			
<div style="text-align: center; margin-top: 50px;">  </div> <p>Fecha de elaboración: 25 de Octubre de 2022.</p>			