

## PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
EL7049	Ingeniería de Satélites			
Nombre en Inglés				
Lean Satellite Engineering				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
	10	3	1,5	5,5
Requisitos			Carácter del Curso	
(EL3102 Sistemas Digitales, EL4112 Principios de Comunicaciones, AUTOR)			Electivo de línea de especialización Electivo de posgrado	
Competencias a las que tributa el curso				
<p><b>Competencias Profesionales Ingeniero Civil Eléctrico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpreta, selecciona y aplica desarrollos científicos y tecnológicos relacionados con la Ingeniería Eléctrica, utilizando fundamentos de ciencias de la ingeniería y una formación multidisciplinaria.</li> <li>• Adquiere nuevos conocimientos y técnicas para la concepción, el desarrollo y la ejecución de proyectos relacionados con la Ingeniería Eléctrica.</li> </ul> <p><b>Competencias Genéricas Ingeniero Civil Eléctrico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.</li> <li>• Investiga y analiza información proveniente de diversas áreas.</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> </ul>				
Propósito del curso				
<p>En los últimos 10 años una nueva forma de desarrollo satelital ha emergido. Ha mostrado su efectividad para la formación de capital humano, la investigación y últimamente en aplicaciones principalmente desde una perspectiva de grandes constelaciones. La idea de desarrollos estandarizados ha acelerado los tiempos de fabricación y disminuido los costos, lo que permite cambiar la filosofía de un sistema satelital muy robusto a sistemas con posibilidad de falla pero que no degrade la calidad de la red/constelación. El propósito de este curso es proporcionar al estudiante herramientas para evaluar y diseñar misiones de satelitales estandarizados y los subsistemas que la componen. El curso acerca al estudiante a las funciones de varios subsistemas y sus medidas de desempeño haciendo notar las diferencias con las misiones clásicas. Por medio de estudios de caso y de un proyecto se discutirá y practicará la evaluación de los compromisos (tradeoffs) de desempeño entre diseños alternativos que pueden satisfacer la función del subsistema requerido y optimizar los requisitos de rendimiento o costos del sistema de más alto nivel.</p> <p>Al final de este curso el estudiante comprenderá lo fundamental de los factores que influyen en el diseño de una misión espacial y sus subsistemas, y será capaz de evaluar el impacto que los compromisos o tradeoffs en los requisitos del subsistema tienen en el rendimiento y costo</p>				

a nivel de sistema.

### Resultados de Aprendizaje

Al final del curso se espera que el estudiante demuestre que:

1. **Diseña** satélites estandarizados aplicando los requisitos de rendimiento de los subsistemas, para optimizar la utilidad del sistema de nivel superior (misión principal del satélite), el costo o el peso.
2. **Evalúa** el desempeño de los subsistemas de un satélite en función de los objetivos de la misión especial.

Metodología Docente	Evaluación General
<p>La metodología de trabajo será activo-participativa, en donde se desarrollarán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clases expositivas.</li> <li>• Aprendizaje basado en problema</li> <li>• Estudio de casos</li> </ul>	<p>La evaluación permitirá que los estudiantes demuestren los resultados de aprendizaje alcanzados en los distintos momentos del proceso de enseñanza, siendo éstos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controles,</li> <li>• Tareas,</li> <li>• 1 Proyecto,</li> <li>• 1 Examen</li> </ul> <p>El examen es global y contiene toda la materia del curso.</p>

### Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Ingeniería de las misiones espaciales	4
Contenidos	Indicador de logro	Referencias a la Bibliografía
<ol style="list-style-type: none"> <li>Diferencias en las etapas de diseño con las misiones tradicionales.</li> <li>Análisis y utilidad de las misiones espaciales estandarizadas</li> <li>Definición de Requerimientos</li> <li>Estimación de costos</li> <li>Riesgos del ambiente espacial</li> <li>Estimación de riesgos de una misión satelital</li> </ol>	<p>Al final de esta unidad el estudiante será capaz de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Diseñar una misión espacial, determinando los requerimientos para subsistemas y órbita además de los costos y tiempos de fabricación, tomando en consideración las necesidades de una misión específica.</li> </ol>	[1] cap. 1-13

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Astrodinámica	4
Contenidos	Indicador de logro	Referencias a la Bibliografía
<ol style="list-style-type: none"> <li>Ecuaciones de movimiento</li> <li>La ecuación y problema de Kepler</li> <li>Coordenadas y sistemas de tiempo</li> <li>Observaciones y Fenómenos celestes</li> <li>Maniobras Orbitales</li> <li>Determinación y Estimación de órbita</li> </ol>	<p>Al final de esta unidad el estudiante será capaz de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Evaluar las ventajas y desventajas de una órbita específica.</li> <li>Diseñar maniobras orbitales para alcanzar las órbitas y posición deseada</li> <li>Diseñar estrategias de estimación de órbita</li> </ol>	<p>[1] cap. 9 [2] cap. 1-11</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Tecnologías y sistemas satelitales estandarizados	4
Contenidos	Indicador de logro	Referencias a la Bibliografía
<ol style="list-style-type: none"> <li>Compromisos tecnológicos: Altas capacidades versus riesgo y monitoreo de estado de salud/predicción de fallas versus Subsistemas más robustos</li> <li>Subsistemas de comunicación tanto en el satélite como en el segmento de tierra.</li> <li>Subsistema de Energía (Batería, paneles solares y sistema de control)</li> </ol>	<p>Al final de esta unidad el estudiante será capaz de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Diseñar diferentes payloads (o cargas útiles) considerando los objetivos de la misión espacial y las restricciones del satélite y subsistemas (desempeño, costo, energía, comunicaciones, volumen de datos, características térmicas/radiación, volumen y</li> </ol>	[1] cap. 14-30

<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Computador a bordo</li> <li>5. Subsistema de determinación de órbita/posición y control.</li> <li>6. Subsistema mecánico (Térmico, de despliegues y de fin de misión)</li> <li>7. Subsistema de Lanzamiento (P-POD en los cohetes) y pruebas de calificación</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Diseñar subsistemas satelitales para satisfacer las necesidades de la misión y las restricciones del ambiente espacial y la órbita escogida.</li> <li>3. Diseñar sistemas terrestres como la estación de comunicación para que la misión espacial pueda llevarse a cabo de forma óptima dada las restricciones (costo y ubicación).</li> </ol>	
---	--	--

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	Aplicaciones satelitales	3
Contenidos	Indicador de logro	Referencias a la Bibliografía
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comunicaciones</li> <li>2. Observación de la tierra</li> <li>3. Astronomía</li> <li>4. Clima</li> <li>5. Ionosfera/magnetosfera/Aurora</li> <li>6. Exploración espacial</li> <li>7. Redes y constelaciones de Satélites</li> </ol>	<p>Al final de esta unidad el estudiante será capaz de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluar misiones espaciales específicas, determinando si los diseños propuestos son apropiados para llevar a cabo la misión espacial escogida dadas las restricciones del sistema y subsistemas (desempeño, costo, energía, comunicaciones, volumen de datos, características térmicas/radiación, volumen y peso).</li> </ol>	Artículos y casos de estudio

<b>Bibliografía General</b>
<p><b>Bibliografía Obligatoria</b></p> <p>[1] Wertz, Everett and Puschell, "Space Mission Engineering: The New SMAD (SME-SMAD)", Space Technology Library, 2011.</p> <p>[2] P. Thakker y W. Shiroma, "Emergence of Pico- and Nanosatellites for Atmospheric Research and Technology Testing", AIAA, 2010.</p> <p><b>Bibliografía Sugerida</b></p> <p>[3] David Vallado, "Fundamentals of Astrodynamics and Applications", Space Technology Library 4<sup>th</sup> Ed., 2013.</p> <p>[4] Battin, Richard, "An Introduction to the Mathematics and Methods of Astrodynamics", Revised ed. Reston, VA: AIAA, 1999.</p>



Vigencia desde:	Julio 2015
Elaborado por:	Marcos Díaz
Revisado por:	Unidad de Gestión Curricular de la Subdirección de Gestión Docente.