



### A) CURSO

Clave	Asignatura
5703	Modelado y Simulación de Sistemas

Horas de teoría por semana	Horas de práctica por semana	Horas trabajo adicional estudiante	Créditos	Horas Totales
3	1	3	7	48

### B) DATOS BÁSICOS DEL CURSO

	IMT
Nivel:	V
Tipo (Optativa, Obligatoria)	Obligatoria
Prerrequisito:	Circuitos Eléctricos A (5517) Matemáticas Aplicadas (5960)
Clasificación CACEI:	CI

### C) OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

**Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:**

Modelar sistemas mecánicos, eléctricos, térmicos, de fluidos y electromecánicos. De igual manera el estudiante será capaz de determinar el modelo dinámico de un sistema de manera simple mediante herramientas basadas en energía. Adicionalmente, al finalizar el curso el estudiante conocerá las herramientas de simulación que le permitan considerar los elementos importantes para realizar una correcta simulación, así como una adecuada interpretación de la misma.

### D) CONTENIDOS Y MÉTODOS POR UNIDADES Y TEMAS

1.- Introducción		6 h
Objetivo Especifico:	Que el alumno conozca la importancia del modelado y la simulación, así como los elementos principales para una correcta simulación.	



1.1 Definiciones Básicas 1.1.1 Sistema 1.1.2 Experimento 1.1.3 Modelo 1.1.4 Simulación 1.2 Importancia del Modelado 1.3 Importancia de la Simulación 1.4 Tipos de Modelos Matemáticos 1.5 Métodos de Integración 1.6 Simulación con Distintos Pasos de Integración 1.7 Estabilidad Numérica 1.8 Entornos de Simulación (Matlab, QtOctave y SciLab)	
<b>Lecturas y otros recursos</b>	[10, cap. 1 y 6 ]
<b>Métodos de enseñanza</b>	<p>Los temas se presentan con exposiciones tradicionales y audiovisuales. En unas sesiones el profesor presenta el problema, desarrolla la solución en forma analítica, e implementa las ecuaciones obtenidas a través de una herramienta de simulación (Matlab, QtOctave, SciLab). En otras sesiones el profesor plantea el problema, los alumnos desarrollan una solución en forma analítica, y una vez que la solución es factible, el profesor presenta una solución sugerida. Finalmente, el alumno simula los resultados en Matlab, QtOctave, SciLab.</p> <p>Durante el curso se presentarán algunas sesiones frente a computadora, en las que el profesor guía a los alumnos en la simulación de los modelos dinámicos desarrollados previamente. Las sesiones frente a computadora no deben ser más del 10% del total de las sesiones.</p>
<b>Actividades de aprendizaje</b>	El profesor deberá encargar de manera continua tareas que involucren la solución de problemas de ingeniería por computadora. Para estas soluciones, el alumno debe plantear la solución analítica y posteriormente implementarla en una simulación, considerando los métodos de integración, paso de integración, y demás elementos que intervengan en la simulación. Es fundamental que el profesor proporcione al alumno retroalimentación sobre las soluciones que desarrolle.

<b>2.- Fundamentos básicos</b>		<b>9 horas</b>
<b>Objetivo Especifico:</b>	Que el alumno conozca los elementos básicos necesarios para el modelado de sistemas.	
<b>2 FUNDAMENTOS BÁSICOS</b> 2.1 Sistemas Coordinados 2.2 Coordenadas Generalizadas 2.3 Trabajo y Energía Cinética 2.4 Desplazamientos Virtuales 2.5 Principio de Trabajo Virtual 2.6 Principio de D'Alambert 2.7 Entradas y Salidas de un Sistema		
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Véanse [2]-[6].	



<b>Métodos de enseñanza</b>	Los temas se presentan con exposiciones tradicionales y audiovisuales. En unas sesiones el profesor presenta el problema, desarrolla la solución en forma analítica, e implementa las ecuaciones obtenidas a través de una herramienta de simulación (Matlab, QtOctave, SciLab). En otras sesiones el profesor plantea el problema, los alumnos desarrollan una solución en forma analítica, y una vez que la solución es factible, el profesor presenta una solución sugerida. Finalmente, el alumno simula los resultados en Matlab, QtOctave, SciLab. Durante el curso se presentarán algunas sesiones frente a computadora, en las que el profesor guía a los alumnos en la simulación de los modelos dinámicos desarrollados previamente. Las sesiones frente a computadora no deben ser más del 30% del total de las sesiones.
<b>Actividades de aprendizaje</b>	El profesor deberá encargar de manera continua tareas que involucren la solución de problemas de ingeniería por computadora. Para estas soluciones, el alumno debe plantear la solución analítica y posteriormente implementar en una simulación, considerando los métodos de integración, paso de integración, y demás elementos que intervengan en la simulación. Es fundamental que el profesor proporcione al alumno retroalimentación sobre las soluciones que desarrolle.

<b>3.- Principios básicos del modelado de sistemas eléctricos</b>		<b>5 horas</b>
<b>Objetivo Especifico:</b>	Que el alumno sea capaz de obtener el modelado de sistemas eléctricos.	
3.1 Leyes de Kirchhoff 3.2 Circuitos RLC con una entrada/salida (SISO) 3.3 Circuitos RLC con varias entradas/salidas (MIMO) 3.4 El amplificador Operacional (OpAmp) 3.4.1 El amplificador Operacional Ideal 3.4.2 Configuraciones del OpAmp 3.4.3 Sistemas con OpAmp 3.5 Simulación de Sistemas Eléctricos		
<b>Lecturas y otros recursos</b>	[1]-[2], [7] y [9]	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Los temas se presentan con exposiciones tradicionales y audiovisuales. En unas sesiones el profesor presenta el problema, desarrolla la solución en forma analítica, e implementa las ecuaciones obtenidas a través de una herramienta de simulación (Matlab, QtOctave, SciLab). En otras sesiones el profesor plantea el problema, los alumnos desarrollan una solución en forma analítica, y una vez que la solución es factible, el profesor presenta una solución sugerida. Finalmente, el alumno simula los resultados en Matlab, QtOctave, SciLab. Durante el curso se presentarán algunas sesiones frente a computadora, en las que el profesor guía a los alumnos en la simulación de los modelos dinámicos desarrollados previamente. Las sesiones frente a computadora no deben ser más del 30% del total de las sesiones.	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	El profesor deberá encargar de manera continua tareas que involucren la solución de problemas de ingeniería por computadora. Para estas soluciones, el alumno debe plantear la solución analítica y posteriormente implementar en una simulación, considerando los métodos de integración, paso de integración, y demás elementos que intervengan en la simulación. Es fundamental que el profesor proporcione al alumno retroalimentación sobre las soluciones que desarrolle.	

<b>4.- Principios básicos del modelado de sistemas mecánicos</b>		<b>5 horas</b>
<b>Objetivo Especifico:</b>	Que el alumno sea capaz de obtener el modelado de sistemas mecánicos.	



4.1 Las Leyes de Newton	
4.2 Sistemas Mecánicos Rotacionales: Caso SISO y MIMO	
4.3 Sistemas Mecánicos Traslacionales: Caso SISO y MIMO	
4.3 El péndulo Invertido	
4.4 Simulación de Sistemas Mecánicos	
<b>Lecturas y otros recursos</b>	[1]-[2], [7] y [9]
<b>Métodos de enseñanza</b>	Los temas se presentan con exposiciones tradicionales y audiovisuales. En unas sesiones el profesor presenta el problema, desarrolla la solución en forma analítica, e implementa las ecuaciones obtenidas a través de una herramienta de simulación (Matlab, QtOctave, SciLab). En otras sesiones el profesor plantea el problema, los alumnos desarrollan una solución en forma analítica, y una vez que la solución es factible, el profesor presenta una solución sugerida. Finalmente, el alumno simula los resultados en Matlab, QtOctave, SciLab. Durante el curso se presentarán algunas sesiones frente a computadora, en las que el profesor guía a los alumnos en la simulación de los modelos dinámicos desarrollados previamente. Las sesiones frente a computadora no deben ser más del 30% del total de las sesiones.
<b>Actividades de aprendizaje</b>	El profesor deberá encargar de manera continua tareas que involucren la solución de problemas de ingeniería por computadora. Para estas soluciones, el alumno debe plantear la solución analítica y posteriormente implementar en una simulación, considerando los métodos de integración, paso de integración, y demás elementos que intervengan en la simulación. Es fundamental que el profesor proporcione al alumno retroalimentación sobre las soluciones que desarrolle.
5.- Principios básicos del modelado de sistemas electromecánicos	
<b>3 horas</b>	
<b>Objetivo Específico:</b>	Que el alumno sea capaz de obtener el modelado de sistemas electromecánicos
5.1 Principios Básicos de Motores de CD	
5.2 Motores de CD de Imán Permanentes	
5.3 Curvas Par-Velocidad de un Motor de CD	
5.3 Curvas Par-Velocidad de un Sistema Amplificador/Motor de CD	
5.4 Simulación de Sistemas Electromecánicos	
<b>Lecturas y otros recursos</b>	[1]-[2], [7] y [9]
<b>Métodos de enseñanza</b>	Los temas se presentan con exposiciones tradicionales y audiovisuales. En unas sesiones el profesor presenta el problema, desarrolla la solución en forma analítica, e implementa las ecuaciones obtenidas a través de una herramienta de simulación (Matlab, QtOctave, SciLab). En otras sesiones el profesor plantea el problema, los alumnos desarrollan una solución en forma analítica, y una vez que la solución es factible, el profesor presenta una solución sugerida. Finalmente, el alumno simula los resultados en Matlab, QtOctave, SciLab. Durante el curso se presentarán algunas sesiones frente a computadora, en las que el profesor guía a los alumnos en la simulación de los modelos dinámicos desarrollados previamente. Las sesiones frente a computadora no deben ser más del 30% del total de las sesiones.
<b>Actividades de aprendizaje</b>	El profesor deberá encargar de manera continua tareas que involucren la solución de problemas de ingeniería por computadora. Para estas soluciones, el alumno debe plantear la solución analítica y posteriormente implementar en una simulación, considerando los métodos de integración, paso de integración, y demás elementos que intervengan en la simulación. Es fundamental que el profesor proporcione al alumno retroalimentación sobre las soluciones que desarrolle.
6.- Principios básicos del modelado de sistemas de fluidos y térmicos	
<b>5 horas</b>	
<b>Objetivo Específico:</b>	Que el alumno sea capaz de obtener el modelado de sistemas hidráulicos y térmicos.



6.1 Sistema de Nivel de Líquido 6.2 Sistemas Neumáticos 6.3 Sistemas Hidráulicos 6.4 Sistemas Térmicos 6.5 Simulación de Sistemas de Fluidos y Térmicos	
<b>Lecturas y otros recursos</b>	[1]-[2], [7] y [9].
<b>Métodos de enseñanza</b>	Los temas se presentan con exposiciones tradicionales y audiovisuales. En unas sesiones el profesor presenta el problema, desarrolla la solución en forma analítica, e implementa las ecuaciones obtenidas a través de una herramienta de simulación (Matlab, QtOctave, SciLab). En otras sesiones el profesor plantea el problema, los alumnos desarrollan una solución en forma analítica, y una vez que la solución es factible, el profesor presenta una solución sugerida. Finalmente, el alumno simula los resultados en Matlab, QtOctave, SciLab. Durante el curso se presentarán algunas sesiones frente a computadora, en las que el profesor guía a los alumnos en la simulación de los modelos dinámicos desarrollados previamente. Las sesiones frente a computadora no deben ser más del 30% del total de las sesiones.
<b>Actividades de aprendizaje</b>	El profesor deberá encargar de manera continua tareas que involucren la solución de problemas de ingeniería por computadora. Para estas soluciones, el alumno debe plantear la solución analítica y posteriormente implementar en una simulación, considerando los métodos de integración, paso de integración, y demás elementos que intervengan en la simulación. Es fundamental que el profesor proporcione al alumno retroalimentación sobre las soluciones que desarrolle.



7.- Modelado Euler-Lagrange de sistemas mecánicos		8 horas
<b>Objetivo Específico:</b>	Que el alumno sea capaz de obtener el modelado de sistemas mecánicos.	
7.1 El Lagrangiano 7.2 Principio de Hamilton 7.3 Funciones de Energía para Elementos Mecánicos Traslacionales 7.4 Funciones de Energía para Elementos Mecánicos Rotacionales 7.5 Ecuación de Lagrange para Sistemas Mecánicos Conservativos 7.6 Ecuaciones Dinámicas de Euler 7.7 Ecuaciones Dinámicas de Euler para un Brazo Robot Planar de Dos Eslabones		
<b>Lecturas y otros recursos</b>	[2]-[6]	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Los temas se presentan con exposiciones tradicionales y audiovisuales. En unas sesiones el profesor presenta el problema, desarrolla la solución en forma analítica, e implementa las ecuaciones obtenidas a través de una herramienta de simulación (Matlab, QtOctave, SciLab). En otras sesiones el profesor plantea el problema, los alumnos desarrollan una solución en forma analítica, y una vez que la solución es factible, el profesor presenta una solución sugerida. Finalmente, el alumno simula los resultados en Matlab, QtOctave, SciLab. Durante el curso se presentarán algunas sesiones frente a computadora, en las que el profesor guía a los alumnos en la simulación de los modelos dinámicos desarrollados previamente. Las sesiones frente a computadora no deben ser más del 30% del total de las sesiones.	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	El profesor deberá encargar de manera continua tareas que involucren la solución de problemas de ingeniería por computadora. Para estas soluciones, el alumno debe plantear la solución analítica y posteriormente implementar en una simulación, considerando los métodos de integración, paso de integración, y demás elementos que intervengan en la simulación. Es fundamental que el profesor proporcione al alumno retroalimentación sobre las soluciones que desarrolle.	

8.- Modelado Euler-Lagrange de Sistemas Eléctricos		7 horas
<b>Objetivo Específico:</b>	Que el alumno sea capaz de obtener el modelado de sistemas eléctricos.	
8.1 Expresiones de la Ecuaciones de Lagrange para Circuitos Eléctricos 8.2 Determinación de las Fuerzas Generalizadas 8.3 Ecuaciones Dinámicas de Euler para Sistemas Eléctricos 8.4 Analogía de Sistemas Mecánicos y Eléctricos		
<b>Lecturas y otros recursos</b>	[2]-[6]	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Los temas se presentan con exposiciones tradicionales y audiovisuales. En unas sesiones el profesor presenta el problema, desarrolla la solución en forma analítica, e implementa las ecuaciones obtenidas a través de una herramienta de simulación (Matlab, QtOctave, SciLab). En otras sesiones el profesor plantea el problema, los alumnos desarrollan una solución en forma analítica, y una vez que la solución es factible, el profesor presenta una solución sugerida. Finalmente, el alumno simula los resultados en Matlab, QtOctave, SciLab. Durante el curso se presentarán algunas sesiones frente a computadora, en las que el profesor guía a los alumnos en la simulación de los modelos dinámicos desarrollados previamente. Las sesiones frente a computadora no deben ser más del 30% del total de las sesiones.	



<b>Actividades de aprendizaje</b>	El profesor deberá encargar de manera continua tareas que involucren la solución de problemas de ingeniería por computadora. Para estas soluciones, el alumno debe plantear la solución analítica y posteriormente implementar en una simulación, considerando los métodos de integración, paso de integración, y demás elementos que intervengan en la simulación. Es fundamental que el profesor proporcione al alumno retroalimentación sobre las soluciones que desarrolle.
-----------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**E) ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

- a) Exposición convencional de cada tema por parte del profesor, utilizando materiales como pizarrón.
- b) Lectura de artículos científicos y de divulgación.
- c) Trabajos de investigación por parte de los alumnos.
- d) Exposición de Proyectos por parte del Alumno.
- e) El uso de software que este a la vanguardia.
- f) Visitas a empresas.

**F) EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN**

Elaboración y/o presentación de:	Periodicidad	Abarca	Ponderación
Primer examen Parcial Examen teórico escrito: 90% Tareas: 10% Total: 100%	En la sesión 16	Unidad I y II	30%
Segundo examen parcial Examen teórico escrito: 90% Tareas: 10% Total: 100%	En la sesión 32	Unidad III-VI	40%
Tercer examen parcial Examen teórico escrito: 90% Tareas: 10% Total: 100%	En la sesión 48	Unidad VII y VIII	30%
Total: Promedio de los parciales			100 %
Examen Extraordinario	Semana 17 del semestre en curso	100% Temario	100%
Examen Teórico y escrito	De acuerdo a programación de Secretaría Escolar	100% Temario	100%
Examen de regularización	De acuerdo a programación de Secretaría Escolar	100% Temario	100%
Examen Teórico y escrito			



## G) BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS INFORMÁTICOS

### Textos básicos:

1. Norman S. Nise. "Control Systems Engineering", 5ta Edición. John Wiley, (New York). 2019
2. Ogata, K. "Ingeniería de Control Moderna". 5a Edición. McGraw-Hill. 2010.
3. Hamill, P. "A Student's Guide to Lagrangians and Hamiltonians", Cambridge University Press, 2014.
4. Ogata, K. "Dinámica de Sistemas". Prentice-Hall. 1987.
5. Fernández Rañada, A., "Dinámica Clásica", Alianza Editorial, 1994.
6. Wells, D.A. "Lagrangian Dynamics", 2a Edición, McGraw-Hill. 1967.
7. Strauch D. "Classical Mechanics: An Introduction", Springer, 2009.
8. Kuo B.C. "Sistemas de Control Automático", 7a Edición, Prentice-Hall, 1996
9. Dorf R. C., Bishop R. H. "Sistemas de control moderno", 10a Edición, Pearson Educación, 2005
10. Palm III W. J. "System Dynamics", 3a Edición, McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 2013.
11. Won Y. Yang, Wenwu Cao, Tae S. Chung, John Morris, Applied numerical methods using MATLAB, Wiley-Interscience, 2005