



Programa de Dinámica de Sistemas Físicos

Código/s: A12

Identificación y características de la Actividad Curricular

Carrera/s:	Ingeniería Electrónica		
Plan de Estudios:	2014	Carácter:	Obligatoria
Bloque/Campo:	Tecnologías Básicas	Área:	Sistemas y Señales
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimestre:	7° [ECA]		
Carga horaria:	80 hs. / 5 hs. semanales	Formato curricular:	Asignatura
Escuela:	Ingeniería Electrónica	Departamento:	Control

Docente responsable: JUNCO, Sergio

Programa Sintético

Sistemas Físicos y Dinámica. Modelos Matemáticos y Analogía. Modelado por Pimeros Principios con Métodos Elementales, Diagramas de Bloques, de Euler-Lagrange y Hamilton en Ingeniería y Bond Graphs de sistemas eléctricos, electrónicos, mecánicos, hidráulicos, térmicos, neumáticos, químicos, y multifísicos y sistemas conmutados. Elementos de Identificación de Sistemas. Análisis de Sistemas No-Lineales. Solución General en el Espacio de Estados. Equilibrio y Modelos Incrementales. Linealización. Estabilidad del Equilibrio y Análisis local. Métodos de Liapunov. Integración Numérica y Análisis mediante Simulación Digital. Introducción a los Sistemas Híbridos con dinámica continua, a tiempo y eventos discretos y conmutaciones. Aplicaciones en procesos técnicos y sistemas de control.

Asignaturas Relacionadas

Previas: A3 - Sistemas y Señales I, A9 - Máquinas Eléctricas, FB14 - Física II

Simultaneas Recomendadas:

Posteriores: A17 - Teoría de Control, A19 - Dispositivos y Circuitos Electrónicos III

Vigencia desde 2017


 Firma Profesor
 SEC. de Ing. EIE
 Con el aval del Consejo Asesor:

27/03/15
 Fecha


 Firma Aprob. Escuela
 Ing. VICTOR CULASSO
 Director
 Esc. Ing. Electrónica

27/3/15
 Fecha

Se recomienda el reemplazo de A3 Sistemas y Señales I por A7 Sistemas y Señales II



Características generales

La presencia de esta actividad curricular en el plan de estudios se justifica por la necesidad actual de la ingeniería de contar con modelos matemáticos para resolver problemas de análisis y diseño. Esto es particularmente cierto y complejo para ramas de la ingeniería que requieran el conocimiento de la dinámica de los sistemas, el campo particular que enfoca la asignatura.

El estudio de la dinámica requiere la conjugación de conocimientos de la Física y de la Matemática conjuntamente con herramientas informatizadas para el tratamiento de los modelos. Mediante el desarrollo de la temática sobre problemas prácticos de complejidad creciente, se contribuye a la consolidación gradual y a la asimilación integrada de los conocimientos de las disciplinas básicas mencionadas, y a convencer de su utilidad en ingeniería. Además de la formación teórica y metodológica se busca la familiarización con sistemas y componentes de aparición recurrente en ingeniería a través de su presencia en la resolución de problemas y el equipamiento utilizado en los trabajos prácticos.

Objetivos

La asignatura se ocupa de la obtención y el análisis de modelos matemáticos de sistemas dinámicos, orientada –aunque no excluyentemente– a fundamentar criterios y métodos para su control automático. Los objetivos son que el alumno logre:

I.- Un cabal dominio de:

- El concepto de modelo, con sus propiedades y limitaciones, y de los fundamentos, posibilidades y perspectivas de la teoría de los sistemas dinámicos sustentados por este concepto.
- Los métodos clásicos de modelado para problemas estándar en automatización.
- Los fundamentos de métodos de modelado basados en energía y potencia, eficaces para abordar problemas de análisis y diseño a partir de cierta complejidad.
- Métodos y técnicas específicas de análisis de los sistemas dinámicos lineales estacionarios.
- Las propiedades básicas del comportamiento dinámico de sistemas no lineales.
- La simulación digital interactiva como potente herramienta de análisis y diseño, aún y especialmente de aquellos sistemas intratables analíticamente.

II.- Familiaridad con modelos de componentes tecnológicos simples incorporados e incorporables a los sistemas y procesos industriales automatizados.

III.- Conciencia de la fuerte interacción de la Ciencia y la Tecnología en la Ingeniería actual, Física, Matemática e Informática en el área de Sistemas Dinámicos y Control Automático, y dominio de herramientas de análisis que le permitan su actualización autónoma.

Contenido Temático

Unidad 1. Introducción. Dinámica y Modelos Matemáticos.

1.1 Sistemas Físicos y Dinámica. Generalización del concepto de dinámica a todos los dominios de la Física y otras disciplinas científicas. Modelos Matemáticos (MM), Analogía. Clases corrientes de modelos matemáticos: Ecuaciones diferenciales de orden superior (EDO), ecuaciones de estado y salida (EE/ES), diagramas de bloques (DB).

1.2 Modelado matemático sistemático: Métodos Analíticos o basados en Primeros Principios y Métodos Experimentales o de Identificación.

1.3 Análisis teórico de los MM. Propiedades fundamentales. Orden, grado relativo, estabilidad.

1.4 Análisis numérico de los MM y simulación digital. Elementos de la integración numérica de ecuaciones diferenciales. Paso de integración, errores de redondeo y de truncamiento, estabilidad de los métodos. Principales métodos de integración. Métodos monopaso/multipaso, explícitos/implícitos. Soluciones para problemas implícitos, problemas rígidos y problemas discontinuos.

Unidad 2. Modelado analítico clásico y con DB.



- 2.1 Ecuaciones de balance y relaciones constitutivas.
 - 2.1.1 Modelado clásico elemental mediante sustitución.
 - 2.1.2 Construcción sistemática de DB mediante concatenación.
- 2.2 Aplicación a sistemas eléctricos, mecánicos, electromecánicos, térmicos, hidráulicos y procesos fluido-termo-químicos elementales.
- 2.3 Modelado y análisis de comportamiento de sistemas conmutados.
- 2.4 Simuladores con especificación de los MM como DB y/o ecuaciones.

Unidad 3. Métodos energéticos clásicos en los dominios mecánico, eléctrico, eléctrico-mecánico y electromagnético-mecánico.

- 3.1 Coordenadas generalizadas y funciones de estado.
- 3.2 Las ecuaciones de Euler-Lagrange.
- 3.3 Las ecuaciones de Hamilton clásicas y las generalizadas PHS (Port-Hamiltonian Systems).

Unidad 4. Modelado analítico con bond graphs.

- 4.1 El método gráfico-energético de los Bond Graphs (BG).
 - 4.1.1 Modelado estructurado basado en energía y potencia generalizado para todos los dominios de la física.
 - 4.1.2 Construcción sistemática de modelos mediante BG de sistemas eléctricos, electrónicos, mecánicos, fluidodinámicos, y multidominio.
- 4.2 Análisis y manipulación causal de los modelos BG.
 - 4.2.1 Causalidad computacional. Codificación gráfica sobre los BG.
 - 4.2.2 Obtención de DBs directamente desde los modelos BG.
 - 4.2.3 Obtención de EE/ES y otros modelos matemáticos directamente desde los modelos BG.
- 4.3 Simuladores con especificación de los MM como BG.

Unidad 5. Elementos de modelado experimental o identificación.

- 5.1 Caracterización de la respuesta al escalón de sistemas dinámicos.
- 5.2 Identificación con la respuesta al escalón.
 - 5.2.1 Identificación con métodos de Strejc de respuestas al escalón sobreamortiguadas y con retardos.
 - 5.2.2 Identificación de respuestas al escalón subamortiguadas con funciones transferencia de segundo orden y compensadoras en cascada.

Unidad 6. Comportamiento dinámico de los modelos no-lineales.

- 6.1 Solución General en el Espacio de Estados.
- 6.2 Equilibrio y Modelos Incrementales Exacto y Linealizado (aproximación de primer orden).
- 6.3 Estabilidad del equilibrio y análisis local de los sistemas no-lineales.
 - 6.3.1 Análisis de la estabilidad interna con métodos de Lyapunov. Teorema de Lasalle.
 - 6.3.2 Comportamiento cualitativo de los sistemas no-lineales en las proximidades del equilibrio. Teorema de Hartman y Grobman.
- 6.4 Comportamiento de Sistemas Conmutados.

Unidad 7. Abstracción formal del concepto de sistema dinámico.

- 7.1 Definición axiomática de sistemas dinámicos.
- 7.2 Generalización del concepto de sistema dinámico a sistemas de tiempo discreto, a eventos discretos y sistemas híbridos (dinámica continua y discreta).
- 7.3 Aplicaciones a sistemas y procesos en Ingeniería Electrónica, Eléctrica y otras ramas de la Ingeniería.



Modalidades de enseñanza-aprendizaje

Las clases, teórico-prácticas, introducen y desarrollan todos los conceptos y técnicas a partir de ejemplos prácticos y se complementan con resolución guiada y/o asistida de ejercicios a entregar después de ser terminados en casa como forma de fomentar el aprendizaje centrado en el alumno (microevaluación). Hay dos trabajos prácticos puramente de simulación digital y otros dos que combinan experimentos en laboratorio con simulación. Las correcciones de las microevaluaciones y de los trabajos prácticos son grupales (2 personas por grupo). Hay también exámenes parciales de ejecución y corrección individual.

Actividades de Formación Práctica

Nº	Título	Descripción
1	Introducción a la Simulación Digital	El objetivo es introducir a los alumnos a la práctica de la resolución numérica de ecuaciones diferenciales, familiarizándolos con herramientas de software interactivas y con los principales métodos de integración numérica.
2	Pelota rebotando. Modelado y Simulación mediante Simulación Digital	Sobre un sistema simple, este trabajo cubre el abanico completo de la práctica de modelado y simulación: construcción de un modelo mediante primeros principios, primera parametrización (parcial) del modelo a través de mediciones de propiedades de sus componentes, ensayos dinámicos y mediciones de la evolución de sus variables, simulación del modelo y contraste de sus resultados con las mediciones de los ensayos a fin de ajustar los parámetros inciertos y determinar los desconocidos, validación del modelo así ajustado contra un juego de datos de otros ensayos. Dada el carácter conmutado del modelo se avanza además sobre nuevos elementos de simulación digital.
3	Miniproyecto de modelado físico	De características similares al anterior, sólo que los sistemas bajo estudio son más complejos y el TP permite la familiarización con instrumental y equipos de laboratorio y aún de tipo industrial. Se analizan equipos didácticos translacionales y rotacionales con varias masas y resortes accionados electromecánicamente con controladores dedicados embebidos y automatizados con PC y un sistema moto-generador constituido por un motor de inducción (controlado por variador de velocidad) que impulsa a un generador de continua (campo independiente) con carga eléctrica (lámparas) variable. Este último sistema está automatizado con PLC y PC, incluyendo sensores de variables mecánicas (encoder, estimación de cupla) y eléctricas (medición de corriente con osciloscopio).
4	Puente grúa	Trata del modelado y simulación con bond graphs del movimiento en un plano de un puente grúa: motor eléctrico de tracción, reductor, carro, carga pendiente de un cable elástico. La simulación de un experimento de posicionamiento de la carga a lazo abierto, cambiando la alimentación precalculada mediante prueba y error para compensar las perturbaciones, se complementa con una simulación cerrando el lazo de posición con un simple control proporcional de manera de mostrar prácticamente las bondades de la realimentación.



Evaluación

Los requisitos de aprobación se refieren a tres bloques: los trabajos prácticos (TP), los exámenes parciales (EP) y un conjunto de microevaluaciones de avance y consolidación (ME). Los siguientes son las características de las evaluaciones y los requisitos de aprobación:

ALUMNOS REGULARES:

TP: Los TPs de simulación tienen una breve pre-evaluación (multiple choice) en el laboratorio y una evaluación del desempeño durante su desarrollo. Del TP2 se requiere un informe posterior (a entregar a través del sitio web de la asignatura). Los TPs 3 y 4 se aprueban defendiendo los resultados obtenidos, que en el caso del TP3 se refieren al ajuste de las simulaciones con las mediciones experimentales y en el TP4 a la interpretación de los resultados de simulación.

Para aprobar este bloque se requiere haber aprobado los TPs 2, 3 y 4.

EP: Cada uno de los tres parciales consiste en un conjunto de problemas que, además de aspectos metodológicos y prácticos de resolución de problemas, integran un importante contenido teórico-conceptual. Los dos primeros EPs versan sobre Modelado en base a primeros principios y Manipulación de modelos. El tercero trata del Comportamiento dinámico de los modelos.

El requisito sobre este bloque es haber aprobado sendos conjuntos consistentes de los bloques Modelado y Manipulación por una parte y Comportamiento por la otra. Cada conjunto puede cuantificarse en un 80% de los temas. Los alumnos disponen de sendas instancias recuperatorias al fin del semestre, una para cada bloque temático.

ME: Estas microevaluaciones son actividades orientadas a que el alumno incorpore gradualmente los nuevos temas tratados y los consolide a través de su trabajo; constituyen un elemento importante para un aprendizaje continuo. Cada una consiste en un bloque de una hora al final de una clase, con práctica guiada y/o asistida por los docentes. En la semana siguiente cada alumno debe entregar para su corrección un subconjunto de los problemas trabajados en este bloque completamente resueltos. Con el 75% aprobado se aprueba el bloque.

CONDICIÓN APROBADO: El alumno alcanzará esta condición habiendo aprobado los bloques TP, ME y EP.

CONDICIÓN INTERMEDIA: El alumno alcanzará esta condición habiendo aprobado los bloques TP, ME y al menos uno de los bloques temáticos, sea Modelado y Manipulación o Comportamiento, pertenecientes al bloque EP. Para alcanzar la condición de aprobado, el alumno deberá rendir el bloque temático que no haya aprobado.

CONDICIÓN LIBRE: El alumno quedará en esta condición en caso de no haber alcanzado ninguna de las condiciones anteriores.

EXAMEN DE ALUMNOS LIBRES:

Para rendir como libre un alumno debe preparar todos los TPs. Al momento de rendir se le hacen preguntas sobre cada uno de ellos (debe exhibir resultados y se le puede requerir que realice simulaciones), debiendo desarrollar completamente uno de ellos sin que se le especifique cual con anterioridad. Una vez aprobados los TPs hay una instancia de resolución de problemas de los dos bloques temáticos mencionados más arriba. Finalmente debe rendir un coloquio.

Distribución de la carga horaria

Presenciales

Teóricas		40 Hs.
Prácticas	Experimental de Laboratorio	15 Hs.



	Experimental de Campo	30 Hs.
	Resolución de Problemas y Ejercicios	15 Hs.
	Problemas Abiertos de Ingeniería	10 Hs.
	Actividades de Proyecto y Diseño	0 Hs.
	Práctica Profesional Supervisada	0 Hs.
	Total	80 Hs.
Evaluaciones		6 Hs.
Dedicadas por el alumno fuera de clase		
	Preparación Teórica	16 Hs.
	Preparación Práctica	32 Hs.
	Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.	16 Hs.
	Total	64 Hs.

Bibliografía básica

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
--------	---------	-----------	-----	-------

Bibliografía complementaria

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
--------	---------	-----------	-----	-------

Recursos web y otros recursos

Unidad 1:

Apuntes:

- Dinámica de Sistemas Físicos: Sistemas Dinámicos y Modelos Matemáticos - Modelado Matemático de Sistemas Físicos
- Introducción a los Métodos de Integración Numérica de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias.

Guías de problemas

- Modelado Analítico de Sistemas Físicos
- Métodos de Integración Numérica
- Métodos de Integración Numérica – Problemas Resueltos

Transparencias de clases

- Presentación Contenidos Asignatura DSF / Control I-Introducción
- SFD: Clasificación de Variables. Concepto de Estado. Variables de Estado. Energía en los Almacenadores. Formalismos Clásicos de Modelado.

Tablas

- Relaciones Constitutivas de Componentes Elementales de Sistemas Físicos.
- Resistencias Hidráulicas.

Unidad 2.

Apuntes:

- Modelado Analítico Mediante Diagramas de Bloques.
- Dinámica de la Máquina de Corriente Continua.
- Sistemas térmicos.



- Sistemas fluidodinámicos.
- Razones de la Preferencia por la Causalidad Integral en los DBs.

Guías de problemas:

- El Modelado Clásico en Automatización.
- Modelado Matemático de Sistemas Industriales Controlados Simples
- Sistemas Térmicos. Problemas resueltos.
- Modelización con DB de Sistemas Mecánicos y Eléctricos
- Modelado de Máquinas de Corriente Continua.

Tablas:

- Bloques Normalizados.
- Orden de Sistemas Dinámicos.
- Reglas del Álgebra de los Diagramas de Bloques.
- Motor de Inducción, Sistema Físico Idealizado, Arrollamientos Físicos y Variables de Máquina.

Unidad 3.

Apuntes:

- Métodos Energéticos de la Mecánica Analítica en el Modelado de Sistemas Físicos en Ingeniería: Ecuaciones de Euler-Lagrange. Ecuaciones de Hamilton y PHS.

Guías de problemas:

- Modelado Euler-Lagrange y BG de Campos de Almacenadores de Energía.

Unidad 4.

Apuntes:

- Procedimientos Prácticos de Construcción de BGs de Sistemas Mecánicos, Eléctricos e Hidráulicos.
- Modelado con Bond Graphs de Campos de almacenadores de energía.

Transparencias de clase:

- Introducción al Modelado con Bond Graphs.

Unidad 5.

Apuntes:

- Identificación de sistemas mediante análisis de respuesta al escalón.

Tablas

- Propiedades del sistema PT2.

Unidad 6.

Apuntes:

- Solución General de la Ecuación de Estado.
- Sistemas Dinámicos: Equilibrio y Modelos Incrementales.
- Estabilidad Interna de los Sistemas No Lineales.

Guías de Problemas:

- Puntos de operación de Sistemas No Lineales: Estabilidad y Análisis Local
- Práctica de Modelos Incrementales y Linealización
- Práctica de Sistemas Conmutados



Tablas

- Retratos de Fase de un Sistema Libre de 2do. Orden.

Unidad 7. Abstracción formal del concepto de sistema dinámico.

Transparencias de clase:

- Definición axiomática de sistemas dinámicos.
- Generalización de los formalismos descriptivos de sistemas dinámicos.

Listado de videos de clases:

Introducción a Control I /DSF

Parte 1: <http://youtu.be/nop-btt0yMg>

Parte 2: <http://youtu.be/5HESd8pubRg>

Técnicas de MM. Mecánica clásica/Euler-Lagrange

Parte 1: <http://youtu.be/stwTbedPuJY>

Parte 2: <http://youtu.be/Tbrfjha9LcE>

Parte 3: <http://youtu.be/tK6yq3FnY0o>

Parte 4: <http://youtu.be/9QDpUDtsYLk>

Causalidad. SFI-->DB. Variables de estado

Parte 1: <http://youtu.be/zTHpOVXOp-4>

Parte 2: <http://youtu.be/TJRbtmiZRso>

Parte 3: <http://youtu.be/QtyXUcO6bvUE>

SFI-->DB. Estado de un sistema de 2do. Orden

Parte 1: <http://youtu.be/nLkel901Vs8>

Parte 2: <http://youtu.be/EMcozmdwCa8>

Parte 3: <http://youtu.be/KbsyW7gMCJ8>

Parte 4: <http://youtu.be/qnO4ON2w8r0>

Parte 5: <http://youtu.be/-uGCS7ZHd9E>

SFI-->DB. Eliminación de derivadores en DB/Lazos algebraicos.

Parte 1: <http://youtu.be/9XmZ9D9yk8U>

Parte 2: <http://youtu.be/J0YKX6WvLvQ>

Parte 3: <http://youtu.be/GgHEzvAw0bU>

Parte 4: <http://youtu.be/vJJZ6TThoZE>

SFR (MCC)- SFI-->DB. Señales/Energía/potencia. Introducción sistemas térmicos.

Parte 1: <http://youtu.be/JHkCLNjMi3Q>

Parte 2: <http://youtu.be/JpM2SMtc8II>

Sistemas Térmicos. Resumen 1er parcial

Parte 1: <http://youtu.be/2SEYtFT2Wjs>

Parte 2: <http://youtu.be/BodBvxPkBuo>

Parte 3: <http://youtu.be/WWxFF9w2Njs>

Parte 4: <http://youtu.be/buiOi93zd5M>

Primera clase de BG. Introducción/modelado

Parte 1: <http://youtu.be/HDVHTEcfh2U>

Parte 2: <http://youtu.be/-SZyO3XLJuw>



Parte 3: <http://youtu.be/Q5N0TNdsaPk>
Parte 4: <http://youtu.be/gHoQ5vWP6PY>

Segunda Clase de BG. Modelado/Asignación de causalidad

Parte 1: <http://youtu.be/RlvsFfCOV70>
Parte 2: <http://youtu.be/VwvAjE2fkOw>
Parte 3: <http://youtu.be/4xKmi3HGfqs>
Parte 4: http://youtu.be/iAzLjAmwS_w

Tercera Clase de BG. DM-->EE

Parte 1: <http://youtu.be/dWc5K8qWkZI>
Parte 2: <http://youtu.be/EHAuREylqp4>
Parte 3: <http://youtu.be/GQjXeul9z-E>
Parte 4: <http://youtu.be/qlvllmD0n3Q>
Parte 5: <http://youtu.be/7YnemGBOhKU>

Cuarta Clase de BG. Sistemas Hidráulicos. DB-BG/DM

Parte 1: <http://youtu.be/UJNrb8RAuOw>
Parte 2: <http://youtu.be/Bfj0Z6AFk9I>

Quinta Clase de BG. Sistemas Hidráulicos. DB-BG/DM. Compresibilidad de un fluido. Inertancia hidráulica. Ej. Bomba aspirante/impelente.

Parte 1: http://youtu.be/DmzakB1Mz_o
Parte 2: <http://youtu.be/gaUmXH7acUk>

Sexta Clase de BG. Ej. Bomba aspirante/impelente (cont.). DE-DM-->DB

Parte 1: <http://youtu.be/vOMqUNP4cig>
Parte 2: <http://youtu.be/5lUoy6kNxxY>

Séptima Clase de BG.

Parte 1: <http://youtu.be/2VdC7JleEik>
Parte 2: http://youtu.be/9_ZoZIEZ5W0
Parte 3: <http://youtu.be/hAYaS-2FpHc>
Parte 4: <http://youtu.be/b29Jju9uWNQ>
Parte 5: <http://youtu.be/CgSWFyDTHzM>

Pelota rebotando (intro. sistemas conmutados), espacio de estados.

Parte 1: <http://www.youtube.com/watch?v=LOoMTRL1Ojs>
Parte 2: <http://www.youtube.com/watch?v=5oYzRSQ-GQg>
Parte 3: <http://www.youtube.com/watch?v=lqBUFamPxTY>
Parte 4: <http://www.youtube.com/watch?v=MKYtkLx9BK4>

Octava Clase de BG. Prob. Válvula de alivio. Prob. Ward-Leonard.

Parte 1: <http://youtu.be/G7WmmMG211w>
Parte 2: <http://youtu.be/G7WmmMG211w>
Parte 3: <http://youtu.be/00kb8TJ1Gjg>

MCC

Parte 1: <https://www.youtube.com/watch?v=qDQm19WCXUK>

PO/MIEX/MILIN.



Parte1: <https://www.youtube.com/watch?v=vJDKr1NhmEg>

Parte2: https://www.youtube.com/watch?v=jXopubOn_8Q

Estabilidad interna. Lyapunov. La Salle

Parte1: <http://youtu.be/wrgJ5o3uuSw>

Parte2: http://youtu.be/_xjguxSLtLU

Clase Almacenadores de energía. BG/EL. Electro-Imán/Campo IC

Parte1: <https://www.youtube.com/watch?v=ql-6aRNbP4Q>

Parte2: <https://www.youtube.com/watch?v=sqfs756Nzd8>

Parte3: <https://www.youtube.com/watch?v=Xxj0IEjNJ3U>

MCC. Análisis exhaustivo y orientación TP.

Parte1: <http://youtu.be/Z2x4FJ0eJZs>

Parte2: <http://youtu.be/Q8fQ6HaA2SY>

Parte3: http://youtu.be/K_hJOxQT0oE

Estabilidad interna. Lyapunov. La Salle. Clase 2

Parte1: <http://www.youtube.com/watch?v=mjCTbrYoLb4>

Parte2: <http://www.youtube.com/watch?v=X3RGAic18g4>

Resumen pre-parcial. PO/Milin/Miex/Estabilidad

Parte1: <https://www.youtube.com/watch?v=1ZqcMhHmdWY>

Parte2: https://www.youtube.com/watch?v=ivMp_dp6yyI

Sistemas Conmutados.

Parte1: <https://www.youtube.com/watch?v=xz7AhzWkxh8>

Parte2: https://www.youtube.com/watch?v=M_x6qj_ml4M

Parte2: <https://www.youtube.com/watch?v=IYpA5SP769Y>

Resumen pre-parcial. PO/Milin/Miex/Estabilidad

Parte1: <http://www.youtube.com/watch?v=csrz7FhKSBs&>

Cronograma de actividades



Semana	Unidad	Tema	Actividad
1	1	Sistemas dinámicos. Leyes básicas de la mecánica y de circuitos eléctricos e hidráulicos. Relaciones constitutivas y estructurales. Modelos matemáticos: Ecs. Diferenciales Ordinarias. Analogía. Orden. Variables y ecuaciones de estado (EE).	Clases teórico-prácticas, resolución de problemas y ejercicios.
2	2	Modelado clásico por sustitución. Modelado con DB de sistemas mecánicos, eléctricos, electromecánicos e hidráulicos.	Clases teórico-prácticas, resolución de problemas y ejercicios. Primera microevaluación de avance y consolidación.
3	2	Modelado con DB de sistemas térmicos y procesos termo-fluido-químicos.	Clases teórico-prácticas, resolución de problemas y ejercicios.
4	1	Métodos de integración numérica de las ecuaciones diferenciales y simulación digital.	Clases teórico-prácticas, resolución de problemas y ejercicios. Segunda microevaluación de avance y consolidación.
5	2	Modelado de sistemas conmutados. Comportamiento entrada-salida y en el espacio de estados. Aplicaciones en problemas mecánicos, eléctricos y electrónicos.	Clases teórico-prácticas, resolución de problemas y ejercicios. Primer trabajo práctico de simulación digital.
6	3	El método de modelado de Euler-Lagrange. Coordenadas generalizadas y funciones de estado Lagrangiano y de Rayleigh. La energía almacenada y el Hamiltoniano. Ecuaciones de Hamilton clásicas y generalizadas (PHS).	Clases teórico-prácticas, resolución de problemas y ejercicios. Segundo trabajo práctico de simulación digital.
7	3	Modelado de sistemas mecánicos y electromecánicos con los métodos de Euler-Lagrange y Hamilton.	Clases teórico-prácticas, resolución de problemas y ejercicios. Primera evaluación parcial.
8	4	Modelado con el método de los Bond Graphs de sistemas eléctricos, mecánicos, electromecánicos e hidráulicos simples.	Clases teórico-prácticas, resolución de problemas y ejercicios. Tercera microevaluación de avance y consolidación.
9	4	Obtención de Diagramas de bloques y ecs. de estado y salida a partir de los Bond Graphs. Orden y grado relativo en los Bond Graphs.	Clases teórico-prácticas, resolución de problemas y ejercicios. Trabajo práctico en laboratorio físico, primera parte.
10	4	Modelado con el método de los Bond Graphs de sistemas eléctricos, mecánicos, electromecánicos e hidráulicos complejos y sistemas de dominios mixtos.	Clases teórico-prácticas, resolución de problemas y ejercicios. Cuarta microevaluación de avance y consolidación.
11	4	Modelado Euler-Lagrange y BG de la conversión energética mediante campos de almacenadores.	Clases teórico-prácticas, resolución de problemas y ejercicios. Segunda evaluación parcial.
12	5	Identificación con la respuesta al escalón.	Clases teórico-prácticas, resolución de problemas y ejercicios. Quinta microevaluación de avance y consolidación.



13	7	Solución general de las ecs. de estado de sistemas no lineales. Particularización a sistemas lineales inestacionarios y estacionarios. Definición axiomática de sistemas dinámicos.	Clases teórico-prácticas, resolución de problemas y ejercicios. Trabajo práctico en laboratorio físico, segunda parte.
14	6	Equilibrio de sistemas no lineales. Existencia y multiplicidad. Aplicaciones prácticas. Estabilidad del equilibrio según Lyapunov.	Clases teórico-prácticas, resolución de problemas y ejercicios. Sexta microevaluación de avance y consolidación.
15	6	Análisis del equilibrio de sistemas no lineales con la aproximación de primer orden. Primer teorema de Lyapunov y teorema de Hartman y Grobman.	Clases teórico-prácticas, resolución de problemas y ejercicios. Tercer trabajo práctico de simulación digital.
16	6	Análisis de la estabilidad del equilibrio con el método directo de Lyapunov. Invariancia y teorema de Lasalle.	Clases teórico-prácticas, resolución de problemas y ejercicios. Tercera evaluación parcial.



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS,
INGENIERIA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

DUPLICADO

"2015-Año del Bicentenario del Congreso de los Pueblos Libres"



Expediente N° 58081 S/R 059.-

Rosario, 1° de abril de 2015.-

VISTO que Secretaría Académica eleva para su aprobación el programa de la asignatura A12 "Dinámica de Sistemas Físicos", vigente a partir del año 2017, correspondiente al Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Electrónica, aprobado por Resolución C.S. N° 372/14.-

CONSIDERANDO:

Que el mismo responde a los lineamientos establecidos en la Resolución N° 869/14 – C.D. (Formulario de Programas de asignaturas de las distintas carreras que se cursan en esta Facultad).-

Que el tema fue tratado y aprobado en la reunión del Consejo Directivo del día de la fecha.-

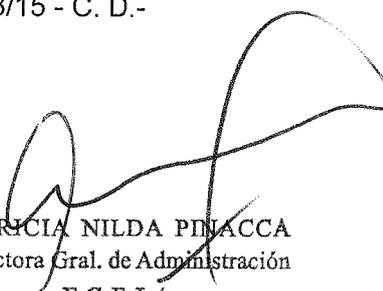
Por ello,

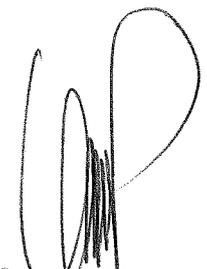
EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS EXACTAS, INGENIERIA Y AGRIMENSURA
RESUELVE:

ARTÍCULO 1º: Aprobar el programa de la asignatura A12 "Dinámica de Sistemas Físicos", vigente a partir del año 2017, correspondiente al Plan de Estudios de la carrera Ingeniería Electrónica, aprobado por Resolución C.S. N° 372/14, cuyas fotocopias autenticadas forman parte de la presente resolución.-

ARTICULO 2º: Regístrese, comuníquese, sáquese copia, tome nota Dirección General de Administración a sus efectos, pase a conocimiento de Secretaría Académica, del Departamento Registro de Alumnos y de la Escuela de Ingeniería Electrónica, cumplido, agréguese a sus antecedentes.-

RESOLUCION N° 173/15 - C. D.-


PATRICIA NILDA PINACCA
Directora Gral. de Administración
F.C.E.I.A.


Ing. OSCAR E. PEIRE
Decano - FCEIA


SUSANA B. MIGLIORANZZA
Directora Operativa
Consejo Directivo - F.C.E.I.A.