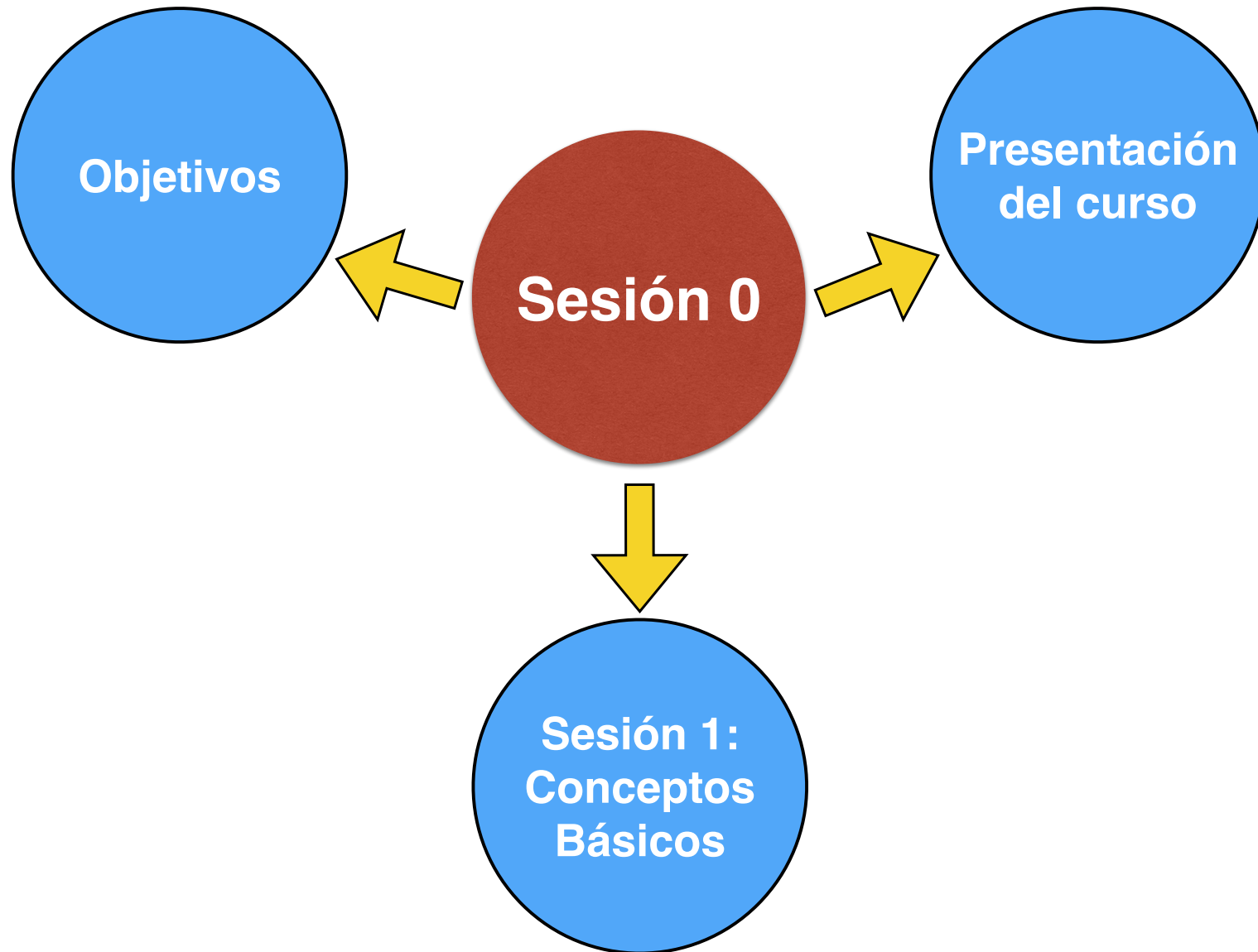


Modelos Matemáticos y Simulación

Juan Carlos Martínez García

2014



Objetivos (3):

1. Instruir al alumno en el manejo de principios básicos del modelado matemático de sistemas dinámicos desde la perspectiva de la visión de estado de la teoría matemática del control automático.

COMENTARIO PRINCIPIOS BÁSICOS DEL MODELADO: En nuestro contexto nos concierne el modelado matemático, porque estamos interesados en el DCA en el diseño de controladores para modificar el comportamiento de sistemas dinámicos descritos formalmente en términos matemáticos (recuerde que en la práctica también existe el control sin necesidad de modelos).

Preguntas importantes:

¿Existe en la práctica una sola manera de modelar a un sistema dinámico dado desde la perspectiva del Control Automático?

¿De dónde salen los modelos?

¿Cómo interactúan, en términos de la teoría de control, un sistema a ser controlado y su(s) modelo(s)?

2. Proporcionar al alumno técnicas formales de modelado de ciertas clases importantes de sistemas dinámicos usualmente abordados por la teoría contemporánea del control automático, privilegiando las descripciones en el espacio de estado (**procesamiento de información**, debida al así denominado *control moderno*) y en algunos casos en términos del procesamiento de energía o en términos de los métodos de la mecánica estadística.

COMENTARIO CLASES DE MODELOS: Para un sistema dinámico dado la elección de un modelo matemático concreto que lo describa está condicionada por el objetivo perseguido (controlar al sistema, por ejemplo).

Preguntas:

¿Qué es el estado de un sistema dinámico?

¿Qué se entiende por sistema dinámico con memoria?

3. Instruir al alumno en el manejo de la simulación computacional como herramienta para la evaluación de procesos de modelado matemático (en el contexto de la teoría de control).

COMENTARIO SIMULACIÓN: La simulación computacional de modelos de sistemas dinámicos es muy importante en el proceso de modelado matemático (y computacional). En este curso abordaremos la simulación desde una perspectiva netamente utilitaria. El curso se centra mayoritariamente en el modelado.

Pregunta:

¿Bajo que circunstancias es confiable la simulación?

¿Qué tan útil es la simulación?

Presentación del Curso

Contenido

- 0.1 El expositor.
- 0.2 Presentación de los alumnos.
- 0.3 Evaluación.
- 0.4 Temario.
- 0.5 Referencias Bibliográficas.
- 0.6 Recomendaciones.

0.1 Sobre el Expositor

Juan Carlos Martínez García (México, 1964)

■ **Fomación Académica:**

- Ingeniero Mecánico Electricista (UNAM, 1988).
- Maestro en Ciencias en Ingeniería Eléctrica (Cinvestav, 1991).
- Doctor en Ciencias en Teoría Matemática del Control Automático (Escuela Central de Nantes, Francia, 1994, Graduado *Summa Cum Laude*).

■ Experiencia Profesional:

- Cinvestav (desde 1990 a la fecha; actualmente categoría Cinvestav 3C).
- Consultor en Tecnología Avanzada en el Instituto Mexicano del Petróleo (Programa de Matemáticas Aplicadas y Computación, 2001).
- Investigador Invitado en:
 - Academia de Ciencias de la República Checa; Consejo Nacional de la Investigación Científica de Francia; Instituto Mexicano del Petróleo (2002).
 - Universidad de Harvard (Departamento de Biología de Sistemas de la Escuela de Medicina), Boston, EUA (Sabbatical Fellow, 2008).
 - Universidad de California en Berkeley (Departamento de Bioingeniería, Visiting Scholar, 2013).
- Adscrito al Centro de Ciencias de la Complejidad (**C3**) de la UNAM.

- Impartición de cursos en:
 - Cinvestav (teoría de control, robustez, modelado matemático, cómputo científico, análisis matemático, álgebra).
 - División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM (teoría de control, optimización matemática).
 - Escuela Central de Nantes, Francia (biología de sistemas).
 - Centro de la Ciencias de la Complejidad (C3) de la UNAM (modelado matemático y computacional de sistemas biológicos).
 - Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República de Uruguay (biología de sistemas).

- Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (control básico).
- Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional (cómputo en Internet).
- Universidad Iberoamericana (estadística en psicología, métodos numéricos en administración e ingeniería).
- Centro de Ciencias Genómicas de la UNAM Campus Morelos (biología de sistemas).
- Programa Doctoral en Ciencias Biomédicas de la UNAM (modelado de sistemas biológicos).

■ Líneas de Investigación:

- Teoría Matemática del Control (sistemas lineales, robustez, estabilización, detección de fallas).
- Biología de Sistemas (modelado matemático de sistemas biomoleculares, biología sintética, modularidad en redes de regulación genética);
- Control aplicado (telepresencia, ingeniería sísmica, cómputo móvil, modelado automático).
- Robótica (control de robots manipuladores y móviles, modelado matemático de sistemas robóticos, modelado automatizado).
- Sistemas complejos (sistemas socioculturales, enfermedades complejas -enfermedades crónico-degenerativas-).
- Interacción Arte-Ciencia.

0.2 Presentación de los alumnos

1. Aguillón Balderas Néstor Abraham
2. Cadena Vega Roberto
3. Cardona Sánchez Gerardo Emmanuel
4. González López Roberto Carlos
5. López Preciado Kevin
6. Maldonado Ramos Jessica Jazmín
7. Naude Citalán Sergio Alejandro
8. Osorio Orduña Alan
9. Peregrina Ochoa Milcon Elijack
10. Perrusquía Guzmán José Adolfo
11. Reyes Morales Carlos Daniel
12. Reyes Sámano Alfredo
13. Rocha Campos Emanuel
14. Suárez Polo Concepción Jazmín
15. Tovar García Carlos Antonio
16. Villegas Elizalde Christian Alberto

- Nombre.
- Lugar de origen.
- Escuela de origen.
- Intereses académicos y personales (fortalezas, debilidades, pasatiempos).

0.3 Evaluación

Tres exámenes parciales: Cada examen vale 20% de la calificación final.

Primer examen: 2 de Octubre de 2014.

Cada examen involucra el manejo de conceptos teóricos (10 preguntas a libro cerrado) y la resolución de problemas (4 problemas a libro abierto).

Proyecto de Modelado: 40% de la calificación final. **Realización del modelo matemático de un sistema dinámico.**

- El proyecto será realizado a lo más por dos estudiantes y será evaluado por un jurado de especialistas de alto nivel.
- En su momento se especificarán las características del proyecto.

Ejemplos de proyectos precedentes...

- El conflicto matrimonial.
- Dinámica del Tai Chi.
- Quimiotaxis.
- Dinámica del movimiento del espermatozoide.
- Propulsión naval a base de pulsos.
- Comportamiento oscilatorio del giro-anillo.
- Sincronización de sistemas mecánicos.
- Sistema oscilador acústico.
- Dinámica de una cadena colgante.
- Ruta de desplazamiento óptima de un vehículo.
- ...

0.4 Temario del curso

Parte I: Modelado y Simulación en Teoría del Control:

Parte II: Modelado Euler-Lagrange de Sistemas Electromecánicos (los sistemas dinámicos descritos como procesadores de energía); modelado de sistemas con parámetros distribuidos.

Parte III: Modelos en el espacio de estados (movimiento libre, movimiento forzado, sistemas lineales, muestreo y aproximación), esto es descripción de los sistemas como flujos diferenciables.

Parte IV: Temas complementarios, si hay tiempo (modelado orientado a objetos, modelado orientado a agentes, modelos probabilistas, ...).

0.5 Referencias Bibliográficas:

1. François C. Cellier (1991): *Continuous System Modeling*. New York, USA: Springer-Verlag. (Parte I)
2. Diederich Hinrichsen, Anthony J. Pritchard (2005): *Mathematical Systems Theory I*. Berlin Heidelberg: Springer Verlag. ISBN 3 540 44125 5. (Parte I, Parte III)
3. Neil Gershenfeld (2006): *The Nature of Mathematical Modeling*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. ISBN 0 521 57095 6. (Parte I, Parte II)

4. Jerome Meisel (1966): *Principles of electromechanical-energy conversion*. New York, USA: McGraw-Hill. (Parte II)
5. James D. Meiss (2007): *Differential Dynamical Systems*. Philadelphia, USA: SIAM Mathematical Modeling and Computation. ISBN 978 0 898716 35 1. (Parte III)
6. R. Phillips, J. Kondev, J. Theriot (2009): *Physical Biology of the Cell*. London, New York: Garland Science.

0.6 Recomendaciones

1. Repasar con regularidad el material visto en clase.
2. Hacer los ejercicios trabajando en equipo (no serán evaluados, sólo sirven como práctica).
3. Ser puntuales, no faltar a clase y respetar reglas básicas de convivencia (*e.g.* teléfono móvil en modo silencioso).
4. Tomarse el curso con mucha seriedad.
5. Practicar su conocimiento en torno a: álgebra lineal, ecuaciones diferenciales, ecuaciones en derivadas parciales, teoría de la probabilidad, Matlab, Mathematica y algún lenguaje de cómputo orientado a objetos.