

TEMA 1

INTRODUCCIÓN AL MODELADO Y LA SIMULACIÓN

- 1.1. Introducción
- 1.2. Conceptos fundamentales
- 1.3. Pasos en un estudio de simulación
- 1.4. Tipos de modelos y sus simuladores
- 1.5. Introducción al análisis de datos con R
- 1.6. Lecturas recomendadas
- 1.7. Ejercicios de autocomprobación
- 1.8. Soluciones de los ejercicios

OBJETIVOS DOCENTES

Una vez estudiado el contenido del tema y realizados los ejercicios prácticos, debería saber:

- Discutir el significado de conceptos básicos del modelado y la simulación.
- Describir y comparar las diferentes formas de estudiar un sistema y los diferentes tipos de modelos.
- Comparar y reconocer los distintos tipos de modelos matemáticos. Discutir y saber aplicar diferentes clasificaciones de los modelos matemáticos.
- Discutir una clasificación de los niveles en el conocimiento de los sistemas.
- Discutir un marco formal para el modelado y la simulación.
- Discutir los pasos de que típicamente consta un estudio de simulación.
- Discutir las características básicas de los siguientes tipos de modelos y sus simuladores: modelos de tiempo discreto, modelos de eventos discretos, autómatas celulares, modelos basados en agentes, modelos en ecuaciones diferenciales ordinarias, modelos híbridos y modelos en derivadas parciales.
- Emplear el lenguaje R para realizar programas sencillos y representaciones gráficas sencillas de los datos.

TEMA 2

MODELADO BASADO EN PRINCIPIOS FÍSICOS

- 2.1. Introducción
- 2.2. El lenguaje Modelica
- 2.3. Fundamentos del modelado de sistemas físicos
- 2.4. Circuitos eléctricos
- 2.5. Sistemas mecánicos
- 2.6. Flujo de fluidos e intercambio de calor
- 2.7. Lecturas recomendadas
- 2.8. Ejercicios de autocomprobación
- 2.9. Soluciones de los ejercicios

OBJETIVOS DOCENTES

Una vez estudiado el contenido del tema y realizados los ejercicios prácticos, debería saber:

- Discutir los fundamentos del paradigma del modelado físico, del modelado modular y jerárquico, y del modelado orientado a objetos, y aplicar este último al diseño de librerías de modelos, de manera que se favorezca la reutilización de los modelos por diferentes desarrolladores y en diferentes contextos.
- Discutir con qué propósito se desarrolló el lenguaje Modelica y cuáles son sus principales capacidades.
- Discutir los conceptos básicos del modelado de sistemas físicos basado en la descripción del almacenamiento, transformación y flujo de la energía. Discutir analogías entre las leyes de la física en los dominios eléctrico, mecánico, hidráulico y térmico.
- Realizar modelos matemáticos, basados en principios físicos, de sistemas multidominio.
- Desarrollar modelos y librerías de modelos de tiempo continuo en lenguaje Modelica, sacando el máximo partido de las capacidades del lenguaje.
- Discutir qué transformaciones sobre el modelo realizan los entornos de modelado que soportan los lenguajes de modelado orientado a objetos.
- Emplear un entorno de modelado de Modelica para ejecutar experimentos de simulación sobre el modelo y analizar los resultados. Interpretar la información proporcionada por el entorno de modelado durante la traducción, el depurado y la simulación del modelo.

TEMA 3

SIMULACIÓN DE MODELOS DE TIEMPO CONTINUO

- 3.1. Introducción
- 3.2. Asignación de la causalidad computacional
- 3.3. Sistemas DAE estructuralmente singulares
- 3.4. Índice de los sistemas DAE
- 3.5. Inicialización de sistemas DAE
- 3.6. Lazos algebraicos
- 3.7. Selección de las variables de estado
- 3.8. Solución numérica de sistemas DAE
- 3.9. Lecturas recomendadas
- 3.10. Ejercicios de autocomprobación
- 3.11. Soluciones de los ejercicios

OBJETIVOS DOCENTES

Una vez estudiado el contenido del tema y realizados los ejercicios debería saber:

- Discutir la relación entre la descripción en Modelica de modelos de tiempo continuo y el código de simulación generado por el entorno de modelado.
- Discutir cómo se define el índice de un sistema DAE y calcularlo en casos sencillos. Discutir las dificultades que surgen al resolver numéricamente sistemas DAE con índice superior. Discutir varias alternativas para la reducción del índice, así como las ventajas y desventajas de cada una de ellas. Reducir el índice de sistemas DAE sencillos.
- Discutir la relación entre las hipótesis de modelado y los lazos algebraicos del modelo. Discutir la dificultad intrínseca asociada a la manipulación simbólica de los lazos algebraicos no lineales. Discutir en qué consiste el tearing de los lazos algebraicos.
- Discutir qué aplicación tiene la selección dinámica de las variables de estado por parte del entorno de modelado y la selección estática por parte del desarrollador del modelo. Seleccionar las variables de estado del modelo en Modelica. Dada una selección de las variables de estado de un modelo, reformular el modelo de manera que sean esas las variables que aparezcan derivadas en el modelo.
- Discutir conceptos básicos de los métodos de integración de ecuaciones diferenciales, incluyendo la estimación del error y la selección del tamaño del paso. Aplicar métodos de integración, tales como el método de Euler explícito y el método Runge-Kutta-Fehlberg. Discutir qué es un sistema stiff (rígido) y qué métodos de integración son adecuados para este tipo de sistemas.
- Discutir los fundamentos de los métodos para la resolución de sistemas de ecuaciones algebraico diferenciales (DAE), incluyendo los métodos de integración inline y mixed-mode.
- Discutir qué dificultades y errores pueden surgir durante la traducción y simulación del modelo, qué técnicas pueden aplicarse para su diagnosis y cómo puede abordarse la solución de dichos problemas.
- Plantear el algoritmo de la simulación de sistemas DAE sencillos.

TEMA 4

MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS HÍBRIDOS

- 4.1. Introducción
- 4.2. Especificación de los modelos híbridos
- 4.3. Detección y ejecución de los eventos
- 4.4. Modelos con estructura variable
- 4.5. Modelado de sistemas híbridos en Modelica
- 4.6. Inicialización del modelo en Modelica
- 4.7. Experimentación con modelos en Modelica
- 4.8. Rand Model Designer
- 4.9. Lecturas recomendadas
- 4.10. Ejercicios de autocomprobación
- 4.11. Soluciones de los ejercicios

OBJETIVOS DOCENTES

Una vez estudiado el contenido del tema y realizados los ejercicios debería saber:

- Discutir y aplicar el formalismo OHM para la descripción de modelos híbridos. Discutir la relación entre esta especificación formal y el algoritmo de la simulación, y entre esta especificación formal y la descripción en lenguaje Modelica. Escribir la descripción formal y plantear el algoritmo de la simulación de modelos DAE híbrido de pequeña dimensión.
- Discutir los procedimientos empleados por los entornos de modelado de Modelica para la detección de los eventos y para la ejecución de eventos simultáneos y cadenas de eventos.
- Discutir qué es el chattering.
- Discutir qué son modelos con estructura variable, cómo son descritos en Modelica y cómo son simulados por los entornos de modelado de Modelica.
- Discutir el planteamiento del problema de inicialización de un modelo DAE híbrido. Aplicar los recursos que proporciona Modelica para definir la inicialización del modelo.
- Desarrollar modelos y librerías de modelos híbridos en lenguaje Modelica, de manera que se favorezca su reutilización.
- Experimentar con modelos escritos en Modelica empleando el lenguaje de comandos de Modelica.
- Discutir las capacidades del entorno de modelado Rand Model Designer para la descripción y simulación de modelos híbridos y para el desarrollo de laboratorios virtuales. Discutir las diferencias con Modelica en lo que respecta a la descripción y simulación de modelos híbridos.

TEMA 5

MODELOS EN DERIVADAS PARCIALES

- 5.1. Introducción
- 5.2. Operadores diferenciales
- 5.3. Tipos de PDE lineales de segundo orden
- 5.4. Condiciones iniciales y de frontera
- 5.5. Métodos de resolución
- 5.6. Entornos de simulación de PDE
- 5.7. FlexPDE
- 5.8. Ecuación de transferencia de calor
- 5.9. Ecuación de ondas
- 5.10. Ecuación de Laplace
- 5.11. Lecturas recomendadas
- 5.12. Ejercicios de autocomprobación
- 5.13. Soluciones de los ejercicios

OBJETIVOS DOCENTES

Una vez estudiado el contenido del tema y realizados los ejercicios prácticos, debería saber:

- Discutir las características principales de los campos escalares y vectoriales.
- Discutir las características básicas de los operadores diferenciales gradiente, divergencia, rotacional y laplaciano. Ser capaz de aplicar estos operadores en coordenadas cartesianas.
- Saber clasificar las PDE lineales de segundo orden en hiperbólicas, parabólicas y elípticas.
- Discutir qué son las condiciones iniciales y de frontera.
- Discutir las características básicas del método de diferencias finitas, y del método de elementos finitos.
- Emplear el entorno de simulación FlexPDE para obtener la solución de sistemas de PDE de una y de dos dimensiones, con condiciones iniciales y condiciones de contorno. En particular, aplicar el entorno FlexPDE para resolver ecuaciones de transferencia de calor, de ondas y de Poisson.
- Saber derivar la ecuación de transferencia de calor en una dimensión, la ecuación de ondas homogéneas en una dimensión y la ecuación de Poisson a partir de principios físicos.