MÉTODOS DE SIMULACIÓN Y MODELADO

Trabajo Práctico – Convocatoria ordinaria del curso 2020/21

INSTRUCCIONES

- El trabajo práctico debe realizarse de manera individual. No debe realizarse en grupo. Se penalizará cualquier uso compartido de las soluciones propuestas y de los códigos programados.
- El trabajo debe entregarse a través del curso virtual de la asignatura en la plataforma Alf.
- La fecha límite de entrega es el día 10 de enero.
- El alumno debe entregar un fichero comprimido, en formato zip o tar, que contenga:
    - Una memoria en la cual explique la solución a los ejercicios, incluyendo los listados documentados de los modelos desarrollados y gráficas que muestren los resultados de las simulaciones. Este documento deberá estar en formato pdf.
    - El código Modelica (ficheros .mo) y FlexPDE (ficheros .pde) solución a los ejercicios. No entregue ficheros ejecutables.

  El nombre del fichero comprimido debe ser la concatenación de los dos apellidos y el nombre del alumno. Por ejemplo, GomezMartinLuisa.zip

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Para que el trabajo pueda ser corregido, es imprescindible que el alumno entregue dentro del plazo establecido un fichero comprimido que contenga la memoria en formato pdf y el código de los modelos correspondiente a los ejercicios que haya realizado.
- Si no entrega la memoria, el trabajo será calificado con 0 puntos (suspenso).
- El trabajo se compone de 4 ejercicios, cada uno de los cuales se valorará sobre 2.5 puntos.
- No es necesario realizar todos los ejercicios, pero para aprobar el trabajo es necesario entregar la memoria y que la suma de las puntuaciones obtenidas en los ejercicios sea mayor o igual que 5.
- Se valorará positivamente la adecuada documentación del código de los modelos, así como la presentación y calidad de las explicaciones proporcionadas en la memoria.
- Al plantear los modelos puede realizar las suposiciones e hipótesis de modelado que estime oportunas, siempre que no estén en contradicción con las especificaciones sobre el sistema dadas en el enunciado.

EJERCICIO 1

Lea el artículo citado a continuación, que puede descargar de la página web de la asignatura, y conteste detalladamente a las preguntas.

> Åström, K.J., Elmqvist, H., Mattsson, S.E. *Evolution of continuous-time modeling and simulation*. The 12th European Simulation Multiconference, ESM'98, June 16–19, 1998, Manchester, UK.

1. ¿Qué analogías pueden establecerse entre el modelado basado en diagramas de bloques y el paradigma de la simulación analógica?
2. ¿Qué es el paradigma de modelado físico? ¿Qué tipo de modelos matemáticos se obtienen de aplicar el paradigma del modelado físico?
3. ¿Qué diferencias hay entre el paradigma de la simulación analógica y el paradigma del modelado físico?
4. Observe la Figura 1.1 y comente su contenido basándose en el artículo.

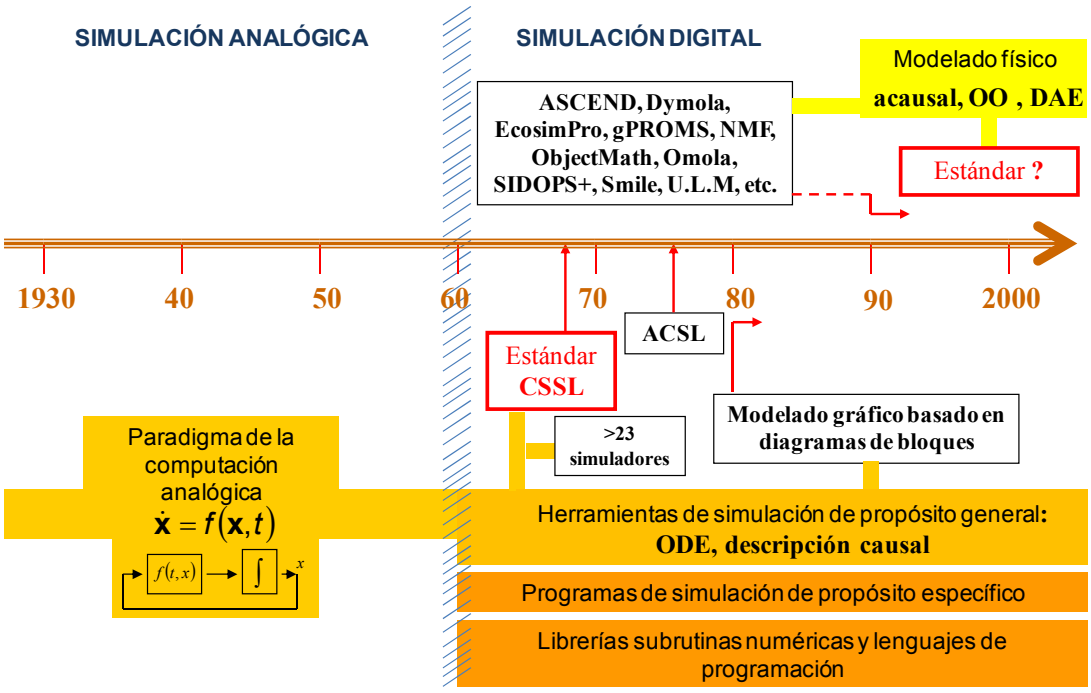


Figura 1.1: Evolución del modelado y simulación de tiempo continuo.

EJERCICIO 2

Consideremos el sistema mostrado en la Figura 1.2, que consiste en dos objetos de masa constante m_1 y m_2, dos muelles y un amortiguador. La pared lateral y el suelo se encuentran en reposo. El Objeto 1 desliza con rozamiento viscoso sobre el suelo, y se encuentra unido a la pared lateral mediante el primer muelle y el amortiguador. El Objeto 2 desliza con rozamiento viscoso sobre el Objeto 1. Un extremo del segundo muelle está unido al Objeto 1 y el otro extremo al Objeto 2.

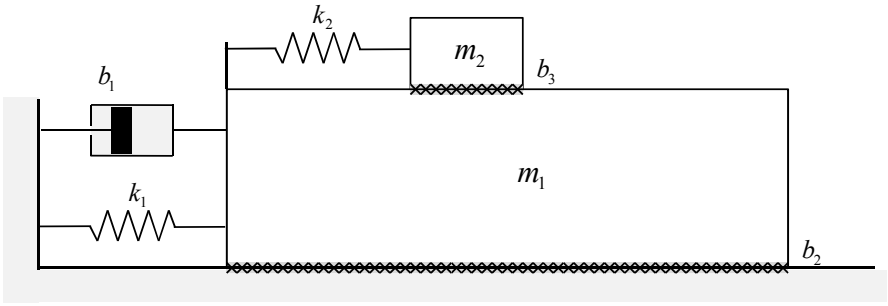


Figura 1.2: Diagrama del sistema mecánico.

El coeficiente del amortiguador (b_1), los coeficientes de fricción (b_2, b_3), los coeficientes de los muelles (k_1, k_2) y las masas (m_1, m_2) son parámetros de valor conocido.

$m_1 = 200$ kg	$m_2 = 10$ kg	$k_1 = k_2 = 1.2$ N/m
$b_1 = 1.8$ N·s/m	$b_2 = 3.2$ N·s/m	$b_3 = 1.4$ N·s/m

1. Escriba las ecuaciones del modelo del sistema mecánico. El modelo debe describir la evolución de la posición y la velocidad de los dos objetos.
2. Asigne la causalidad computacional. Indique cuántos grados de libertad tiene el modelo.
3. Escriba el diagrama de flujo del algoritmo para la simulación de este modelo. Emplee el método de integración de Euler explícito. La condición de finalización de la simulación es que el tiempo simulado alcance el valor 400 s.
4. Programe el algoritmo anterior en lenguaje R y ejecute la simulación. Represente gráficamente la posición de los dos objetos frente al tiempo y la velocidad de los dos objetos frente al tiempo. Explique qué criterio ha seguido para escoger el tamaño del paso de integración.

EJERCICIO 3

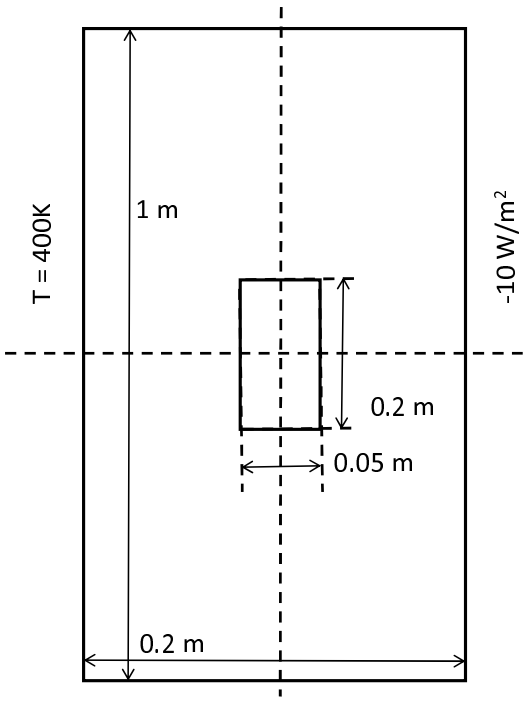
Describa en lenguaje Modelica el sistema mecánico mostrado en la Figura 1.2 de las dos maneras siguientes:

1. Como un modelo atómico, que viene descrito por las ecuaciones que usted ha planteado al contestar a la pregunta anterior.
2. Programe una librería mecánica que contenga los componentes necesarios para componer el sistema mecánico de la Figura 1.2. A continuación, defina dicho sistema como un modelo compuesto, instanciando y conectando componentes de la librería que ha creado.

Asigne a los parámetros los valores indicados en el ejercicio anterior y simule los dos modelos anteriores durante 400 s. Represente gráficamente las posiciones y velocidades de los objetos frente al tiempo, mostrando las gráficas en la memoria.

EJERCICIO 4

Consideremos el problema bidimensional de la distribución de calor en un bloque rectangular de un determinado material que tiene un hueco rectangular en su centro. El bloque rectangular tiene dos lados de longitud 0.2 m y 1 m. El hueco interior tiene forma rectangular y sus lados miden 0.05 m y 0.2 m. La geometría de este problema se muestra en figura siguiente.



El fenómeno térmico que tiene lugar en el bloque se describe por la ecuación diferencial escrita a continuación, donde $r_{cp} = 1$ en unidades del SI. La conductividad térmica del material (κ) es 1 en unidades del SI.

$$\nabla \cdot (-\kappa \cdot \nabla temp) + r_{cp} \cdot \frac{\partial temp}{\partial t} = 0$$

El lado izquierdo del bloque (véase la figura) se mantiene a una temperatura constante de 400 K. Existe una pérdida de calor en el lado derecho a una tasa constante de 10 W/m^2. El resto de lados están bien aislados. La temperatura inicial (en $t = 0$) del bloque es de 273 K.

Escriba un *script* en FlexPDE para obtener, en el instante $t = 5$ s, los dos gráficos siguientes: un gráfico con las curvas de nivel de la temperatura y un gráfico vectorial del flujo de calor.