

# MÉTODOS DE SIMULACIÓN Y MODELADO

## Trabajo Práctico - Convocatoria ordinaria

### 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:
  - o 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.
  - o El código Modelica (ficheros .mo) y FlexPDE (ficheros .pde) solución a los ejercicios.

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.
- 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 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 a las preguntas.

Åström, K.J., Elmqvist, H., Mattsson, S.E. *Evolution of continuous-time modeling and simulation*. The 12<sup>th</sup> 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.

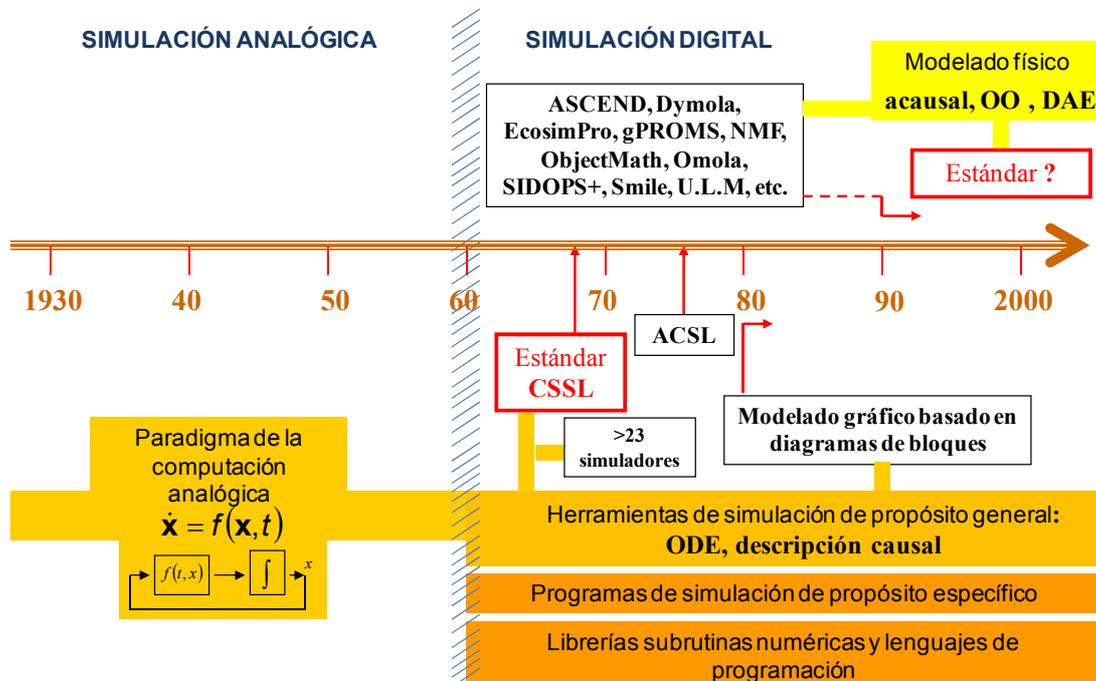


Figura 1.1: Evolución del modelado y simulación de tiempo continuo.

## EJERCICIO 2

En la Figura 1.2 se muestra un circuito eléctrico compuesto por un generador sinusoidal de tensión, dos diodos, dos condensadores y una resistencia. Se ha señalado el nodo escogido como referencia para el voltaje. Se ha asignado nombre a la tensión en los nodos y a la corriente que circula por los componentes.

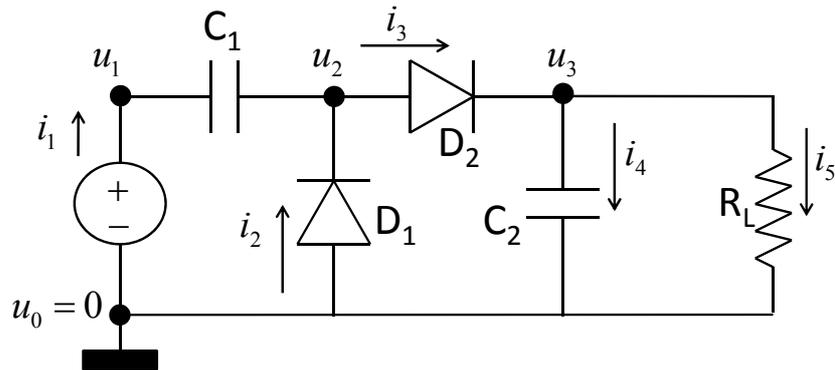


Figura 1.2: Diagrama de un circuito eléctrico.

Los valores de la resistencia y las capacidades son conocidos y constantes:  $R_L = 1000 \text{ ohm}$ ,  $C_1 = C_2 = 100 \mu\text{F}$ .

El generador sinusoidal de tensión tiene una amplitud de  $U_1 = 120 \text{ V}$  y una frecuencia de  $60 \text{ Hz}$ .

Los diodos son descritos empleando el modelo de Shockley. Los parámetros del modelo tienen los valores siguientes: corriente de saturación,  $I_s = 10^{-9} \text{ A}$ ; tensión térmica,  $V_t = 0.025 \text{ V}$ .

1. Escriba las ecuaciones del modelo del circuito.
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  $0.5 \text{ s}$ .
4. Programe el algoritmo anterior en lenguaje R y ejecute la simulación. Represente gráficamente  $u_1$  y  $u_3$  frente al tiempo. Explique qué criterio ha seguido para escoger el tamaño del paso de integración.

### EJERCICIO 3

Describa en lenguaje Modelica el circuito mostrado en la Figura 1.2 de las tres maneras siguientes:

1. Como un modelo compuesto, empleando componentes de la Librería Estándar de Modelica. Emplee la versión de dicha librería que proporcione el entorno de modelado que usted esté empleando.
2. Como un modelo atómico, que viene descrito por las ecuaciones que usted ha planteado al contestar a la pregunta anterior.
3. Cree su propia librería eléctrica, de manera que contenga únicamente los componentes necesarios para componer el circuito de la Figura 1.2. Para desarrollar su librería, puede basarse en la librería eléctrica que aparece descrita en el texto base o en la Librería Estándar de Modelica. A continuación, defina el circuito como un modelo compuesto, instanciando y conectando componentes de la librería que ha creado.

Simule los tres modelos anteriores del circuito durante 0.5 s. Represente gráficamente  $u_1$  y  $u_3$  frente al tiempo en cada caso, mostrando las gráficas en la memoria.

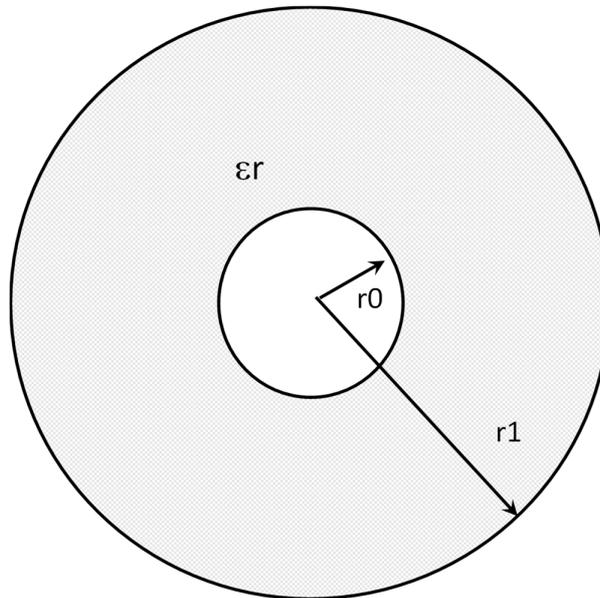
**EJERCICIO 4**

Consideremos el problema en dos dimensiones de un cable coaxial de sección interior y exterior circular (véase la Figura 1.3). Los radios de las secciones interior ( $r_0$ ) y exterior ( $r_1$ ) son, respectivamente, 1.3 cm y 10 cm.

El conductor exterior está conectado a 0 V y el conductor interior está conectado a 1 V.

El medio entre ambos conductores está formado por un dieléctrico de permitividad relativa  $\epsilon_r = 2.3$ .

Obtenga un gráfico con las curvas de nivel del potencial eléctrico y otro gráfico con los vectores correspondientes al campo eléctrico en la superficie dieléctrica empleando FlexPDE. Escriba el código del *script* de FlexPDE correspondiente y muestre los dos gráficos generados por FlexPDE.



**Figura 1.3:** Sección transversal del cable coaxial.