

MÉTODOS DE SIMULACIÓN Y MODELADO

Trabajo Práctico – Convocatoria ordinaria del curso 2022/23

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 (ficheros .exe).

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 (suspense).
- 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 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.

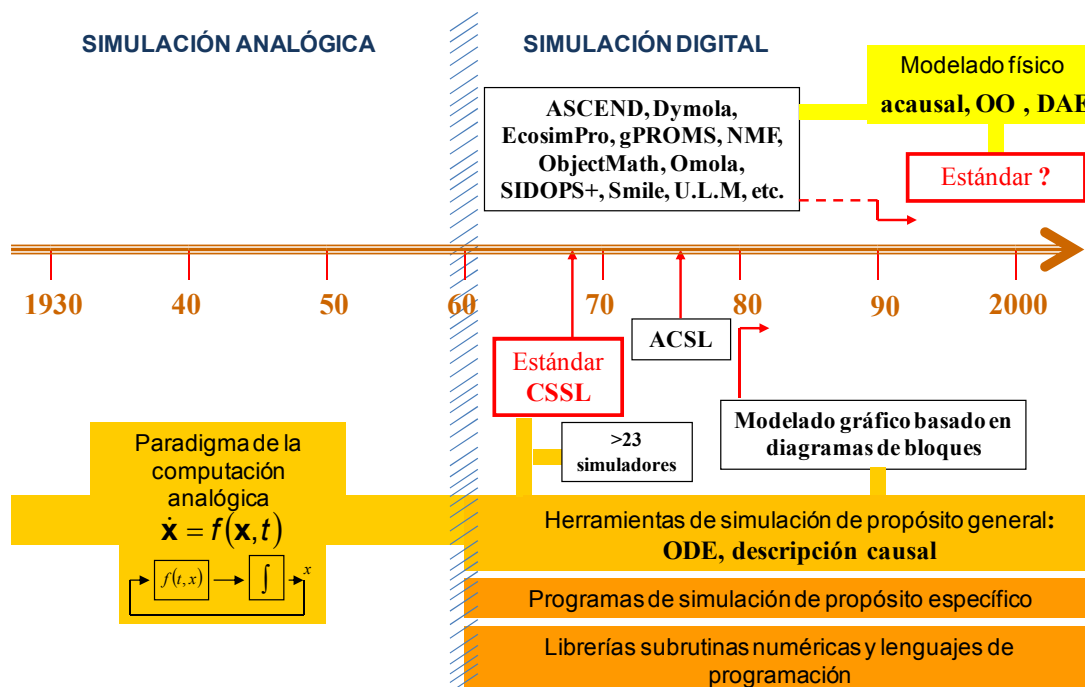
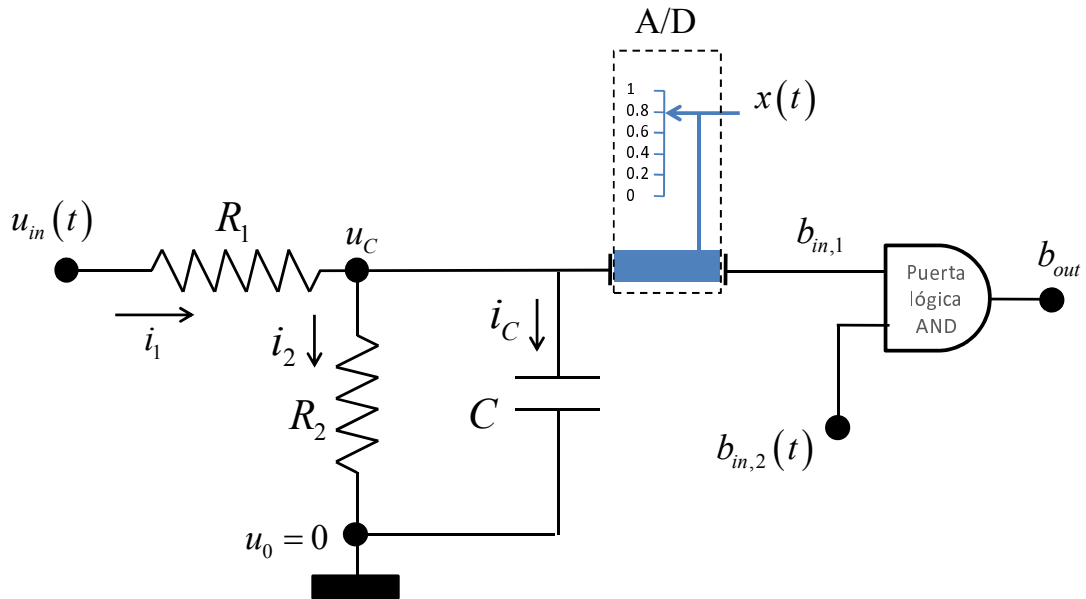


Figura 1.1: Evolución del modelado y simulación de tiempo continuo.

EJERCICIO 2

El circuito mostrado en la figura está compuesto por dos resistencias de valor constante R_1 y R_2 ; un condensador de valor constante C ; un conversor analógico digital (A/D) que podemos regular moviendo la posición x de su cursor; y una puerta lógica AND.



En la figura se muestra el nombre asignado al voltaje en los nodos de la parte analógica del circuito (u_{in} , u_C), y a la corriente que circula a través de las resistencias (i_1 , i_2) y el condensador (i_C). Suponemos que la corriente que entra al conversor A/D es cero. Es decir, $i_1 = i_2 + i_C$. El voltaje u_{in} es una función conocida del tiempo.

El conversor A/D está regulado mediante un cursor. La posición x del cursor, que puede tomar valores en el intervalo $[0, 1]$, es una función conocida del tiempo.

El funcionamiento del conversor A/D se modela de la forma siguiente. La salida del conversor A/D es una señal Booleana que depende del voltaje en su entrada, de la posición del cursor y del parámetro $U_{A/D}$. Llamando u al voltaje de entrada al conversor, x a la posición del cursor, y b a su señal de salida, la relación constitutiva del conversor es la siguiente:

$$b = \begin{cases} true & \text{si } \frac{u}{U_{A/D}} > x \\ false & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Tal como se muestra en la figura, en el circuito que vamos a simular hemos llamado u_c al voltaje de entrada al conversor y $b_{in,1}$ a su señal de salida. La salida del conversor es una de las entradas de la puerta lógica AND.

La puerta lógica AND tiene dos entradas ($b_{in,1}$, $b_{in,2}$), y una salida (b_{out}). Las tres son señales Booleanas. La señal de entrada $b_{in,2}$ es una función conocida del tiempo.

Se pretende simular el circuito mostrado en la figura durante 240 s, para los siguientes valores de u_{in} (expresado en voltios), $b_{in,2}$ y x :

$$\begin{aligned} u_{in} &= 25 + 20 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{30} \cdot t\right) + 5 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot t + \frac{\pi}{4}\right) \\ b_{in,2} &= \begin{cases} true & \text{si } t \in [30, 90] \cup [150, 210] \\ false & \text{en caso contrario} \end{cases} \\ x &= \begin{cases} 0.2 & \text{si } t < 80 \\ 0.5 & \text{si } 80 \leq t < 160 \\ 0.8 & \text{si } t \geq 160 \end{cases} \end{aligned}$$

donde el tiempo (t) está expresado en segundos y los parámetros valen: $U_{A/D} = 18 \text{ V}$, $R_1 = R_2 = 1000 \Omega$, $C = 0.05 \text{ F}$.

1. Escriba las ecuaciones del modelo del sistema. El modelo debe describir la evolución de las variables u_{in} , u_c , i_1 , i_2 , i_C , x , $b_{in,1}$, $b_{in,2}$, b_{out} .
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 alcance el valor 240 s.
4. Programe el algoritmo anterior en lenguaje R y ejecute la simulación. Explique cómo ha escogido el tamaño del paso de integración. Represente gráficamente frente al tiempo las variables siguientes: u_{in} , u_c , i_1 , i_2 , i_C , x , $b_{in,1}$, $b_{in,2}$, b_{out} .

EJERCICIO 3

Describa en lenguaje Modelica el sistema del ejercicio anterior, 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 que contenga los componentes necesarios para componer el sistema descrito en el Ejercicio 2. A continuación, defina dicho sistema como un modelo compuesto, instanciando y conectando componentes de la librería que ha creado.

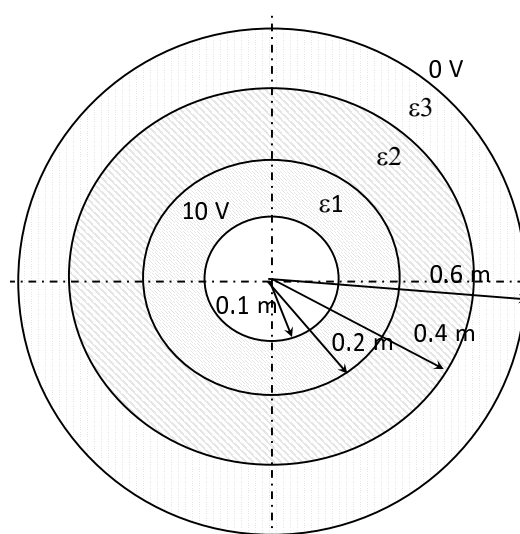
Asigne a los parámetros los valores indicados en el ejercicio anterior y simule los dos modelos anteriores durante 240 s.

Represente gráficamente frente al tiempo las variables siguientes: u_{in} , u_c , i_1 , i_2 , i_C , x , $b_{in,1}$, $b_{in,2}$, b_{out} .

EJERCICIO 4

Escriba un *script* en FlexPDE para obtener las líneas equipotenciales y los vectores correspondientes al campo eléctrico del sistema descrito a continuación.

El sistema es un cable coaxial que vamos a simular en dos dimensiones, en una sección transversal al cable. En la siguiente figura se muestra dicha sección transversal. Está compuesta por un conductor de sección circular y radio 0.1 m que se encuentra a 10 V, rodeado por tres medios de permitividad ε_1 , ε_2 y ε_3 dispuestos concéntricamente, con espesores 0.1, 0.2 y 0.2 m respectivamente. La superficie exterior es un conductor que se encuentra a 0 V.



La permitividad de los medios es:

$$\varepsilon_1 = 2.3 \cdot \varepsilon_0$$

$$\varepsilon_2 = 3 \cdot \varepsilon_0$$

$$\varepsilon_3 = 4 \cdot \varepsilon_0$$

donde $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ F/m es la permitividad del vacío.