

# MÉTODOS DE SIMULACIÓN Y MODELADO

## EJERCICIO DE AUTOEVALUACIÓN

Es recomendable que primero intente realizar el ejercicio sin consultar ningún material. A continuación, consulte el texto base con el fin de completar sus respuestas.

### Pregunta 1 (2 puntos)

Responda a las preguntas siguientes.

- 1.a** (1 punto) Indique la secuencia de pasos de que consta típicamente un estudio de simulación.
- 1.b** (1 punto) Dibuje el diagrama de flujo de un algoritmo para la simulación de modelos híbridos y explíquelo.

### Pregunta 2 (2 puntos)

A continuación se muestra un modelo matemático, donde la variable  $t$  representa el tiempo.

$$\frac{dx_1}{dt} + a \cdot \frac{dx_2}{dt} = b \cdot x_1 - c \cdot x_2$$

$$\frac{dc}{dt} = -2 \cdot b \cdot c$$

$$x_1 \cdot \frac{dx_2}{dt} = -b \cdot x_2 + x_3$$

$$x_1 \cdot x_3 = z + x_2$$

$$z = z_0 \cdot \cos(w \cdot t)$$

$$a = 2.3 \cdot 10^{-3}$$

$$z_0 = 2.3 \cdot 10^{-4}$$

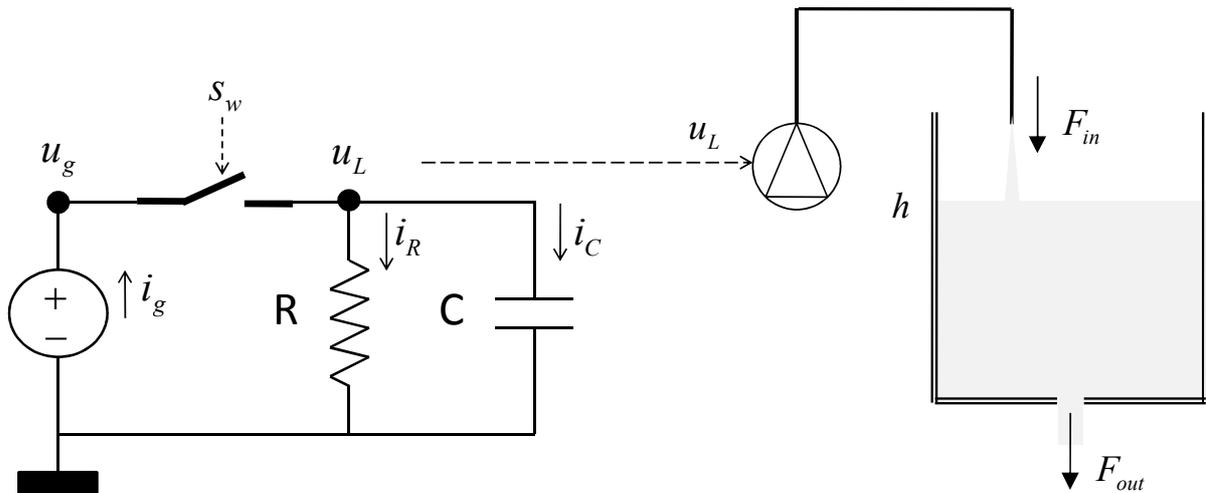
$$w = 10^{-2}$$

$$b = 9.87 \cdot 10^{-2}$$

- 2.a** (1 punto) Clasifique las variables del modelo en parámetros, variables de estado y variables algebraicas. A continuación, realice la asignación de la causalidad computacional. Explique detalladamente el procedimiento seguido para ello.
- 2.b** (1 punto) Escriba el diagrama de flujo del algoritmo para la simulación de este modelo. Emplee el método de integración de Euler explícito. Asigne el valor inicial que desee a las variables de estado. La condición de finalización de la simulación es que el tiempo simulado alcance el valor 10 s.

### Pregunta 3 (4 puntos)

En la figura se muestra un sistema compuesto por un circuito eléctrico y un sistema hidráulico.



El circuito eléctrico está compuesto por un generador de corriente sinusoidal, un interruptor no ideal, una resistencia y un condensador. El interruptor es controlado por la variable Booleana  $S_w$ , cuyo valor cambia cada  $T_w$  segundos, siendo este intervalo de tiempo un parámetro del modelo. El interruptor tiene una resistencia grande ( $R_{w1}$ ) cuando está abierto y una resistencia pequeña ( $R_{w2}$ ) cuando está cerrado. Estas dos resistencias son parámetros del modelo. La resistencia ( $R$ ) y la capacidad ( $C$ ) del condensador son parámetros del modelo, al igual que lo son la amplitud ( $I_0$ ) y frecuencia ( $w$ ) del generador de corriente.

El sistema hidráulico está compuesto por una fuente de líquido y un depósito. El voltaje entre los bornes del condensador ( $u_L$ ) es aplicado a la fuente de líquido. Mientras  $u_L > 0$ , el flujo másico de líquido que sale de la fuente ( $F_{in}$ ) es proporcional a  $u_L$ . Mientras  $u_L \leq 0$ , el flujo  $F_{in}$  es cero.

El líquido que sale de la fuente, entra en el depósito. La variable  $h$  representa la altura del líquido acumulado en el depósito. En la base del depósito hay un orificio, a través del cual sale líquido. El flujo másico de líquido  $F_{out}$  que sale a través del orificio es proporcional a la raíz cuadrada de la altura del líquido almacenado en el depósito.

**3.a** (2 puntos) Escriba las ecuaciones del modelo. Indique el significado y las unidades de cada una de las variables del modelo. Puede realizar las hipótesis y aproximaciones que desee, siempre que no estén en contradicción con la descripción del sistema dada en el enunciado.

**3.b** (2 puntos) Describa el modelo anterior en Modelica como un modelo atómico.

#### Pregunta 4 (2 puntos)

Se desea determinar la distribución estacionaria de temperatura (*temp*) de una lámina delgada de metal, con forma rectangular, que mide 1 m de largo y 0.5 m de alto. La lámina está aislada y tiene una temperatura de 410 K y de 320 K, respectivamente, en cada uno de los lados que mide 0.5 m. La conductividad térmica es 1 W/(m°C).

Este problema se expresa matemáticamente como:

$$\frac{\partial^2 temp}{\partial x^2}(x,y) + \frac{\partial^2 temp}{\partial y^2}(x,y) = 0 \quad \text{en } \Omega = \left\{ x,y : \begin{array}{l} 0 \leq x \leq 1 \\ 0 \leq y \leq 0.5 \end{array} \right\}$$

Escriba un *script* para obtener un mapa de contorno de la distribución de temperatura empleando FlexPDE.