

MÉTODOS DE SIMULACIÓN Y MODELADO

INSTRUCCIONES

Por favor, entregue esta primera hoja de enunciado junto con el examen.

Dispone de 2 horas para realizar el examen.

MATERIAL PERMITIDO: Ninguno.

Pregunta 1 (2 puntos)

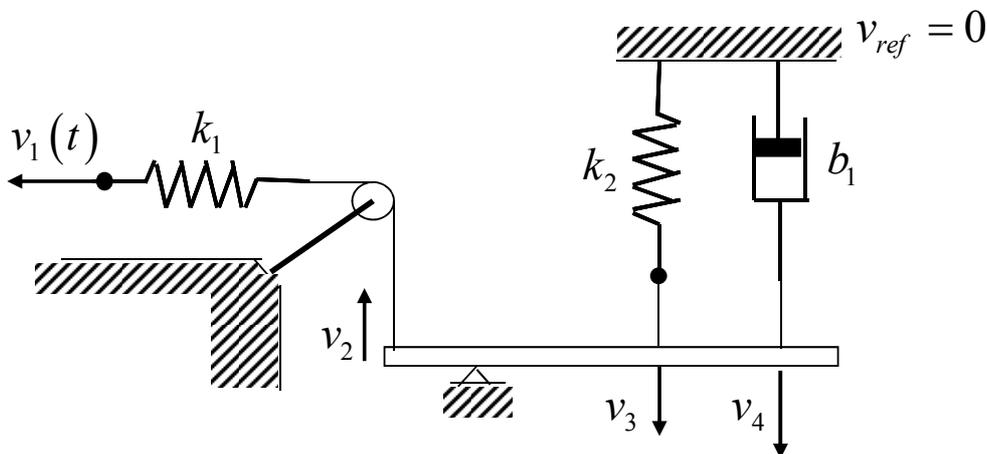
Responda a las preguntas siguientes.

1.a (1 punto) Explique para qué sirve la función **pre** de Modelica. Ponga un ejemplo de un modelo en Modelica en que se use dicha función.

1.b (1 punto) Explique para qué sirve la **sentencia if** en Modelica. Además, explique y describa en Modelica un modelo en el cual se emplee dicha sentencia.

Pregunta 2 (2 puntos)

En la figura situada a continuación se muestra un sistema compuesto por dos muelles, un amortiguador, una polea y una palanca.



Se supone que las masas de la polea y la palanca son despreciables, y que los muelles y el amortiguador se comportan linealmente. La velocidad v_1 es una función conocida del tiempo.

Las distancias de los brazos de la palanca, medidas desde el punto de apoyo de la palanca hasta los puntos cuyas velocidades están señaladas como v_2 , v_3 y v_4 , son L_2 , L_3 y L_4 respectivamente.

Sean F_2 , F_3 y F_4 las fuerzas ejercidas por los muelles y el amortiguador en los puntos en los cuales están señaladas las velocidades v_2 , v_3 y v_4 respectivamente.

El criterio de signos para el sentido de la velocidad está señalado en la figura. El criterio de signos para el sentido de la fuerza es el mismo que hay dibujado en la figura para las respectivas velocidades.

Se ha modelado el sistema mediante las ecuaciones escritas a continuación. Se ha llamado e_1 y e_2 a la diferencia entre la longitud actual y la longitud natural de los muelles cuyas constantes son k_1 y k_2 , respectivamente. La variable t representa el tiempo.

$$\begin{aligned}
 v_1 &= \begin{cases} V_{10} \cdot \sin(w \cdot t) & \text{si } 2 < t < 20 \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases} \\
 F_2 &= k_1 \cdot e_1 \\
 \frac{de_1}{dt} &= v_1 - v_2 \\
 F_2 \cdot L_2 + F_3 \cdot L_3 + F_4 \cdot L_4 &= 0 \\
 \frac{v_2}{L_2} &= \frac{v_3}{L_3} \\
 \frac{v_2}{L_2} &= \frac{v_4}{L_4} \\
 F_3 &= -k_2 \cdot e_2 \\
 \frac{de_2}{dt} &= v_3 \\
 F_4 &= -b_1 \cdot v_4
 \end{aligned}$$

Las distancias de los brazos de la palanca son parámetros del modelo, a los que se asigna los valores siguientes: $L_2 = 1$ m, $L_3 = 2$ m, $L_4 = 3$ m. También son parámetros del modelo las constantes de los muelles, $k_1 = 5$ N/m, $k_2 = 10$ N/m, y la constante del amortiguador, $b_1 = 5$ N·s/m. La velocidad v_1 depende de los parámetros $V_{10} = 0.01$ m/s, $w = 1$ rad/s.

- 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 25 s.

Pregunta 3 (4 puntos)

- 3.a** (2 puntos) Describa como un modelo atómico en Modelica el sistema mecánico descrito en la pregunta anterior. Inicialice el modelo asignando los valores que desee a sus variables de estado.
- 3.b** (2 puntos) Escriba una librería en Modelica que contenga los componentes necesarios para componer el sistema mecánico descrito en la pregunta anterior. A continuación, emplee los componentes de su librería para componer en Modelica el modelo del sistema.

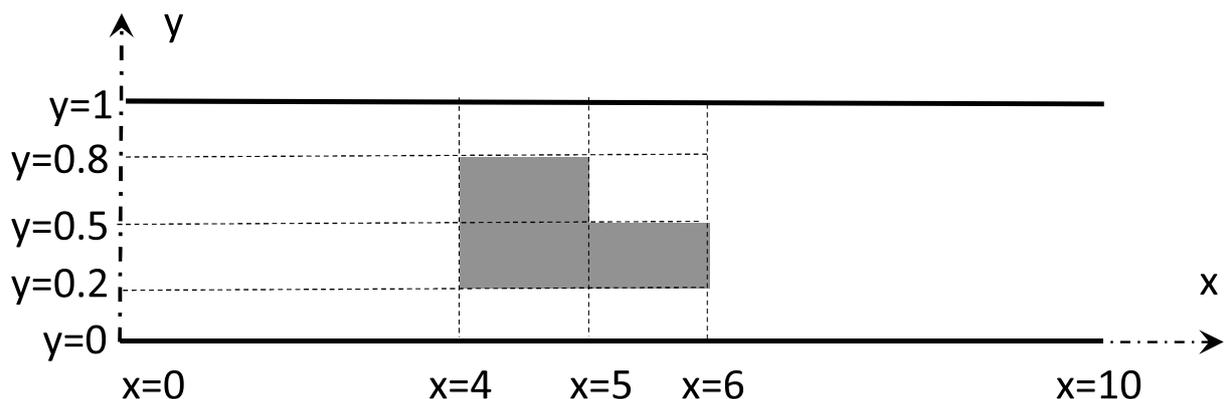
Pregunta 4 (2 puntos)

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

El sistema es un condensador formado por dos electrodos paralelos, situados en $y = 0$ e $y = 1$, de longitud 10 m. El electrodo situado en $y = 0$ se extiende desde $x = 0$ a $x = 10$ y está a un voltaje de 0 V. El electrodo superior está a un voltaje de 10 V. Suponemos que no existen efectos debidos a los bordes y que el campo eléctrico tanto en $x = 0$ como en $x = 10$ está dirigido verticalmente.

En el interior del condensador existe un medio de permitividad relativa (ϵ_r) de valor 2, excepto en una zona donde hay un medio de permitividad relativa (ϵ_r) 50. Esta zona está delimitada por un polígono con vértices en las coordenadas siguientes: (4, 0.2), (4, 0.8), (5, 0.8), (5, 0.5), (6, 0.5) y (6, 0.2). La permitividad del medio (ϵ) se calcula a partir de la expresión $\epsilon = \epsilon_r \cdot \epsilon_0$, siendo el valor de ϵ_0 igual a $8.85 \cdot 10^{-12}$ F/m.

La geometría de este problema se muestra en la figura siguiente.



Este fenómeno se describe por la ecuación mostrada a continuación, en la cual V es el voltaje.

$$\nabla \cdot (-\epsilon \cdot \nabla V) = 0$$