MÉTODOS NUMÉRICOS Y DE SIMULACIÓN

Enunciado de Prácticas TEMA 2. Introducción a SIMULINK.

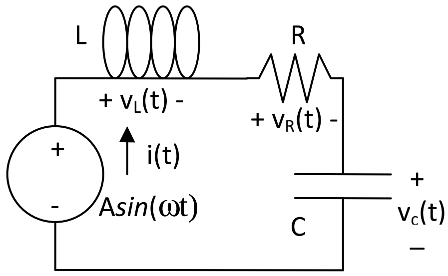
Ejercicio 1

Se quiere realizar la simulación con SIMULINK de un circuito LCR serie como el de la figura (C=0.5F, L=2H), sometido a una excitación senoidal de amplitud A y frecuencia ω. Dado que las ecuaciones constitutivas de la bobina, el condensador y la resistencia son, v_L=Ldi/dt, i=Cdv_c/dt, $v_R=i$R, la aplicación de la Ley de Kirchhoff de tensiones proporciona la siguiente ecuación diferencial lineal que determina el comportamiento del sistema:

$$d^2v_c/dt^2 + (R/L)dv_c/dt + v_c/LC = (A/LC)\,sin(\omega t)$$

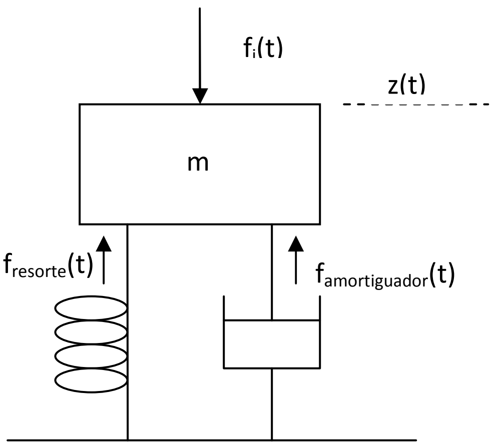
Considerando que inicialmente la tensión en el condensador es $v_c(0)$=2V y la intensidad es $i(0)$=0, obtenga representaciones para la tensión en el condensador (v_c), en la bobina (v_L), en la resistencia (v_R) y la intensidad (i) en función del tiempo. Represente v_c frente a i. Suponga los siguientes casos:

a) A=0 (no hay excitación), R=0 (circuito LC)
b) A=0 (no hay excitación), R=0.1Ω
c) A=0 (no hay excitación), R=2Ω
d) A=0 (no hay excitación), R=4Ω
e) A=1V, ω=1rad/s, R=4Ω
f) A=1V, ω=10rad/s, R=4Ω



Ejercicio 2

Se quiere realizar la simulación de la respuesta de un sistema de amortiguamiento de un automóvil en una carretera con firme en mal estado. Para simplificar el problema se estudia el sistema básico de amortiguamiento sobre una sola rueda suponiendo que el sistema soporta una cierta masa de coche *m*. El sistema básico es el expuesto en la figura adjunta. La descripción dinámica en el dominio temporal de este sistema es:



$$f_i(t)-f_{resorte}(t)-f_{amortiguador}(t)=m\ddot{z}(t)$$

siendo $f_{resorte}(t)=Kz$, $f_{amortiguador}(t)=B\dot{z}(t)$

El parámetro B corresponde a un coeficiente de rozamiento viscoso de un amortiguador (fuerza opuesta al movimiento), mientras que el parámetro K es la constante rígida del muelle. La fuerza f_i es externa y actúa sobre el sistema completo. En nuestro caso admitiremos que cuando existe una bajada/subida en la carretera se produce una fuerza externa en el sentido positivo (OZ)/ negativo (-OZ).

Considere una conversión de altura del salto h(t) con la fuerza $f_i(t)$ a través de un elemento transductor K_d, de modo que $f_i(t)=K_d h(t)$, donde h(t) es la altura del desnivel en la carretera.

Nótese que la entrada al sistema es el perfil de la carretera h(t) mientras que la salida corresponde al desplazamiento vertical del coche respecto de su posición de equilibrio z(t). Los valores de los parámetros son K_d=2N/cm, K=200N/m, m=400Kg, B=100N.s/m.

a) Realice una simulación de la respuesta del sistema para movimiento en carretera lisa.
b) Realice una simulación de la respuesta del sistema para un cambio de nivel de bache de 10cm. Es decir la entrada al sistema se interpreta como una entrada escalón ('step') de magnitud 10. Presente los resultados, tanto en subida como en bajada.
c) A través de modificaciones del parámetro B intente mejorar la respuesta del sistema y presente los resultados.
d) Realice una simulación de la respuesta del sistema ante perfiles de carretera más complejos. Por ejemplo, ante una zona de baches o un camino de tierra.

Ejercicio 3

Un paracaidista de masa $m=100kg$ se lanza desde un avión a una altura $h=1000m$ y abre su paracaídas en el instante t_0, descendiendo en caída libre hasta ese instante. A partir de t_0, la acción del paracaídas hace que el paracaidista se vea sometido a una fuerza que se opone a la caída. La dinámica del modelo es la siguiente: en el instante de lanzamiento t=0 la velocidad inicial es 0 y la altura es h. En el intervalo de tiempo $0<t<t_0$ el paracaidista se desplaza en caída libre con una aceleración g. La velocidad del paracaidista es $v(t)=gt$ y la distancia recorrida por el paracaidista, $gt^2/2$. En el instante t_0 se abre el paracaídas, disminuyendo la velocidad del paracaidista debido a la resistencia del aire, que se hace evidente con una fuerza proporcional al cuadrado de la velocidad, siendo $k=0.9$ la constante de proporcionalidad. De esta manera la ecuación del movimiento es:

$-mg+k(dy/dt)^2=md^2y/dt^2$ (ecuación diferencial no lineal)

Cuando la fuerza de rozamiento equilibra la fuerza de gravedad, el paracaidista alcanza una velocidad límite (constante) ya que la aceleración se hace cero, quedando la ecuación del movimiento como: $0 = -mg + kv_{lím}^2$

Obtenga con SIMULINK las gráficas de velocidad y posición del paracaidista frente al tiempo. Interprete los resultados. Realice las simulaciones necesarias para determinar la altura máxima a la que es seguro abrir el paracaídas. Observe cómo se modifica el comportamiento en función de k y m. ¿Y si en vez de en caída libre, el paracaidista sufre una fuerza de rozamiento proporcional a la velocidad?

NOTA: *Según el modelo aplicado, el paracaidista muere siempre, ya sea por la velocidad a la que llega a tierra o por la desaceleración que sufre cuando se abre el paracaídas. Mejore el modelo "para que el paracaidista no muera"*

Ejercicio 4

Realice con SIMULINK una simulación que muestre la curva de rentabilidad de un capital de 1000€, colocado alternativamente al 4%, 5% y 6% anual durante 40 años. Suponga que los intereses se abonan con el vencimiento del año. Emplee el bloque retraso (1/z) de la librería Discrete para emular el paso del tiempo.

Aunque este no sea un ejercicio puramente físico, muestra igualmente las peculiaridades de una simulación discreta, de gran interés en numerosos sistemas físicos.