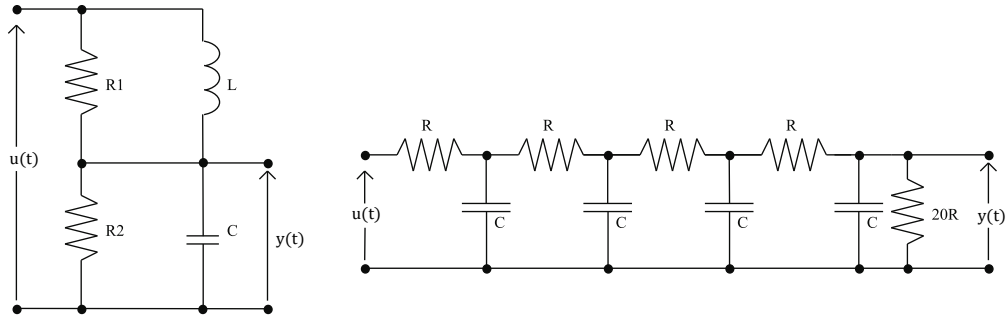


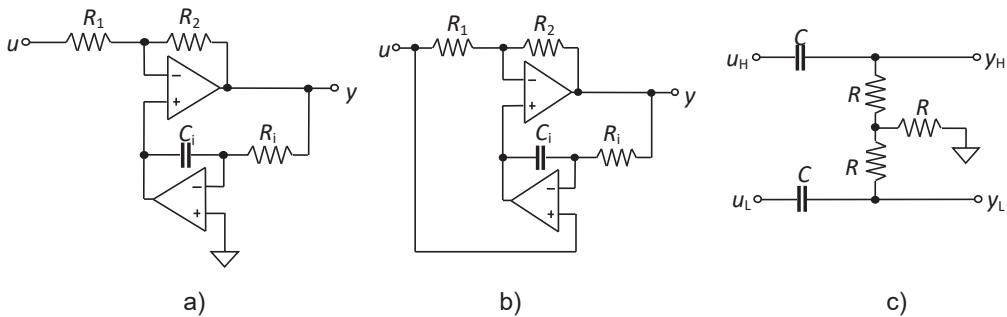
Control Automático II - Ing. Electrónica

Trabajo práctico 1: Modelos de estados

Ejercicio 1: Obtener modelos de estados para los siguientes circuitos, considerando como entrada $u(t)$ y salida $y(t)$.

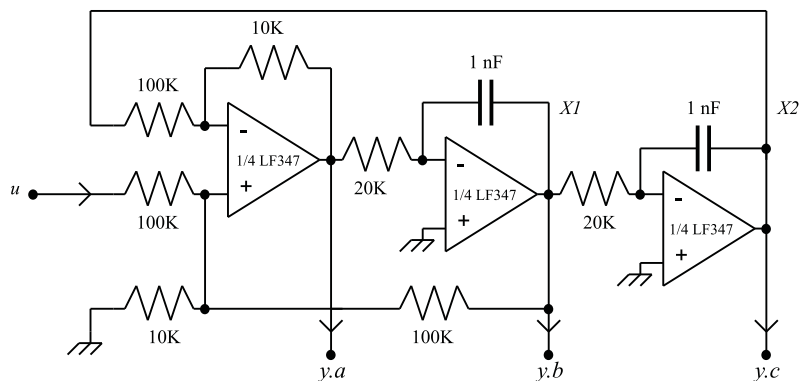


Ejercicio 2: Obtenga los modelos de estado para los circuitos de la figura, considerando como entradas las señales u y salidas las señales y .



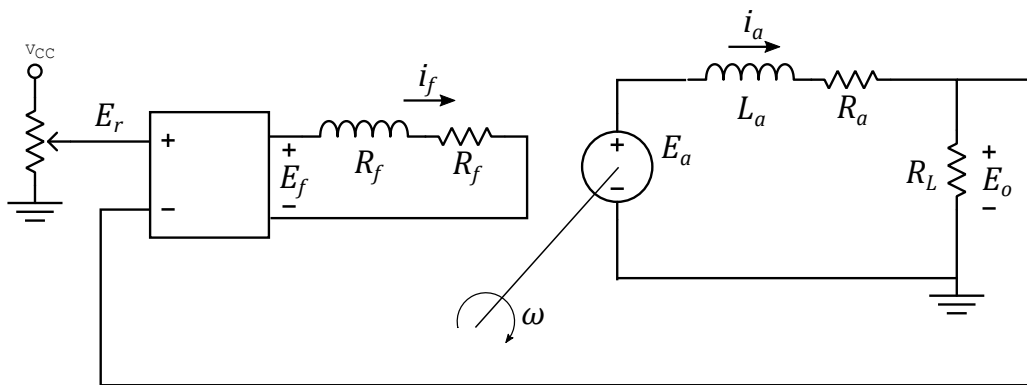
Ejercicio 3: Para el circuito mostrado en la figura (Filtro de estados universal):

- Encontrar un modelo de estados, tomando como entrada u y como salida $y.a$, $y.b$ e $y.c$ (**Ayuda:** comience identificando integradores y sumadores activos y pasivos).
- Obtener por simulación la respuesta a un escalón unitario a partir de sus ecuaciones de estados.
- Validar lo obtenido en b utilizando un simulador de circuitos (p. ej. Spice o Tina).



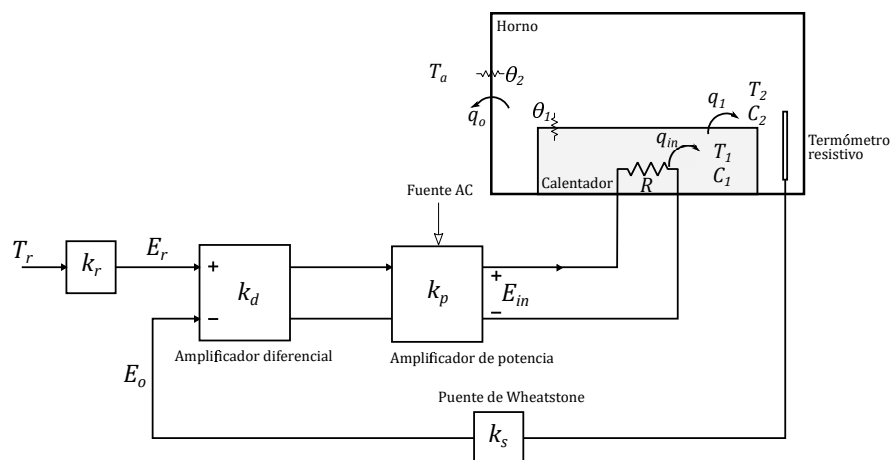
Ejercicio 4: En la figura se presenta un sistema de control de tensión de un generador de CC. La tensión E_o es medida sobre la resistencia de carga R_L . La tensión deseada E_r es fijada por un potenciómetro. Un amplificador diferencial compara el error de tensión ($E_r - E_o$) y produce una tensión $E_f = k_a(E_r - E_o)$, la cual es alimentada al circuito de campo del generador. La carga total es la inductancia de armadura L_a , la resistencia R_a y la resistencia de carga R_L . La velocidad del generador es constante.

- Halle un modelo de estados para el generador de CC (lazo abierto). Seleccione las ecuaciones de salida que considere adecuadas. (**Ayuda:** Recordar que la tensión inducida $E_a = k_e \phi \omega$, y que el flujo magnético es $\phi = k_f i_f$.)
- Suponiendo que la dinámica del comparador es despreciable, halle un modelo de estados para el sistema de lazo cerrado a partir del modelo de motor de CC obtenido en el ítem anterior.



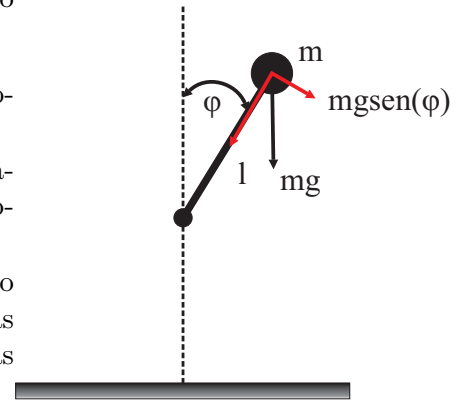
Ejercicio 5: La siguiente figura muestra el control de temperatura de un horno. Las variables T_1 , T_2 y T_a son las temperaturas del calentador, el horno y el ambiente, respectivamente. Las paredes del horno tienen una capacidad térmica despreciable, C_1 y C_2 son las capacidades térmicas del calentador y del horno, respectivamente. La temperatura deseada T_r es fijada por medio de un potenciómetro y la temperatura T_2 es medida por termómetro de modo tal que $E_o = k_s T_2$.

Obtener un modelo de estados para el horno eligiendo la ecuación salida de acuerdo a las variables que son utilizadas en el lazo cerrado.



Ejercicio 6: La figura siguiente muestra un sistema conocido como péndulo invertido.

- Obtener el modelo del sistema considerando las ecuaciones rotacionales.
- ¿Es un modelo lineal?. En caso que no sea lineal, linealizar el modelo en torno a los puntos de equilibrio y obtener los modelos de estados.
- Obtener el modelo del sistema, pero ahora aproximando la no linealidad ($\sin(\phi) \approx \phi$) al momento de plantear las ecuaciones. Analizar la validez de la aproximación y las diferencias con lo obtenido en **b**.



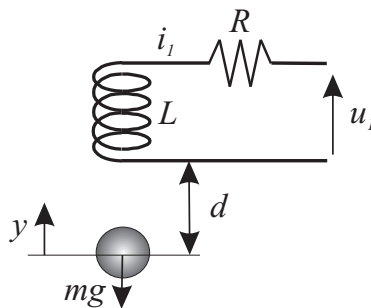
Ejercicio 7: Considere el sistema donde un rotor se suspende magnéticamente en una determinada posición vertical. Suponga que solo existe movimiento en la dirección vertical. La fuerza de atracción se puede considerar simplificada como:

$$F_e = k \left(\frac{i}{d-y} \right)^2,$$

donde y es la distancia desde el rotor al electroimán y d la posición de equilibrio. Halle un modelo de estados para este sistema ($k = 0,0013 \text{ Nm}^2/\text{A}$).

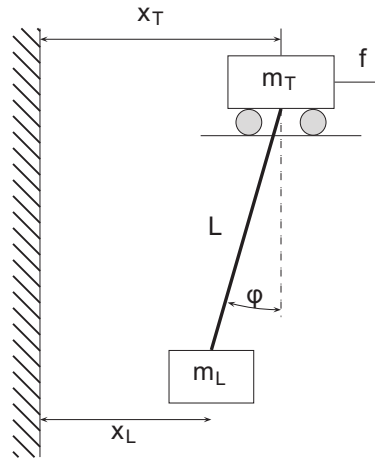
¿El modelo obtenido es lineal? En caso de una respuesta negativa halle un modelo lineal válido para el punto de operación $i_0 = 1,15 \text{ A}$, $y_0 = 0 \text{ m}$. Simule la respuesta del sistema a una perturbación del tipo impulso en la posición vertical del rotor. Compare la respuesta del modelo lineal con la del modelo no lineal. Pruebe perturbaciones de distintas amplitudes.

Los parámetros del sistema son $m = 1,75 \text{ kg}$, $L = 0,558 \text{ H}$, $R = 26,6 \text{ } \Omega$ y $d = 0,01 \text{ m}$.



Ejercicio 8: (*Opcional*) La figura presenta el movimiento en el plano de una grúa para carga y descarga de contenedores. Se tiene en cuenta sólo el movimiento de traslación con lo cual la longitud del cable de elevación L es constante. También se supone que dicho cable se comporta como un cuerpo rígido, esto es razonable mientras el cable esté tenso.

Obtener el modelo de estados y simular.



Ejercicio 9: (*Opcional*) La figura muestra un sistema que muy simplificada podría representar el sistema de suspensión (tren trasero) de un vehículo. El mismo consta de una barra de masa m y longitud L que se apoya en ambos extremos en un conjunto amortiguador/resorte.

Obtener el modelo de estados del sistema.

(**Ayuda:** Considerar la masa de la barra concentrada en su centro de masa)

