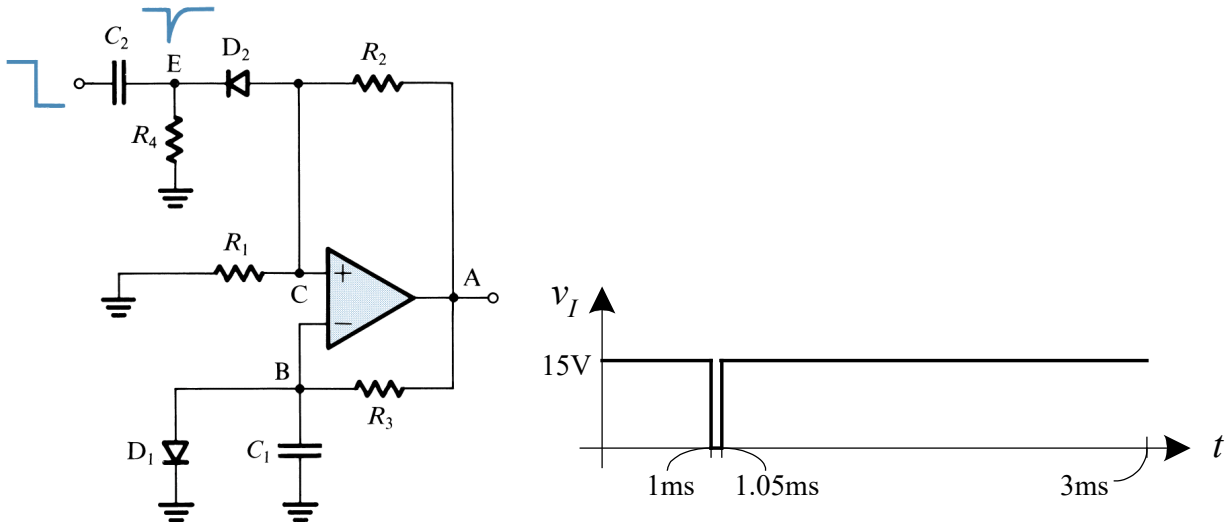




Simulation Methods for Electronic Circuits
Assignment on Contents 3

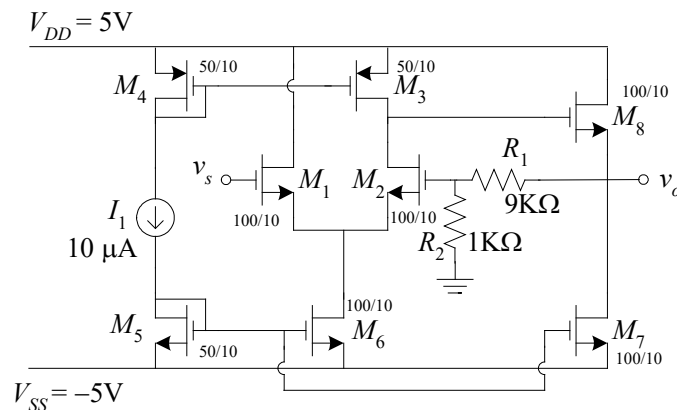
March 2020
Dr. J. E. Rayas Sánchez

1) Simulate the transient response of following monostable multivibrator using SPICE. As an input trigger signal v_I , use the illustrated waveform. Simulate the circuit from 0 to 3 ms. Assume $R_1 = 1\text{ K}\Omega$, $R_2 = 9\text{ K}\Omega$, $R_3 = 50\text{ K}\Omega$, $R_4 = 100\text{ K}\Omega$, $C_1 = C_2 = 0.1\text{ }\mu\text{F}$, Op-Amp $\mu\text{A}741$, diodes 1N4148. Use biasing voltages for the Op-Amp such that it saturates to 15 V ($v_A = 15\text{ V}$ at steady state). Plot the voltages v_A , v_B , v_C , and v_E .



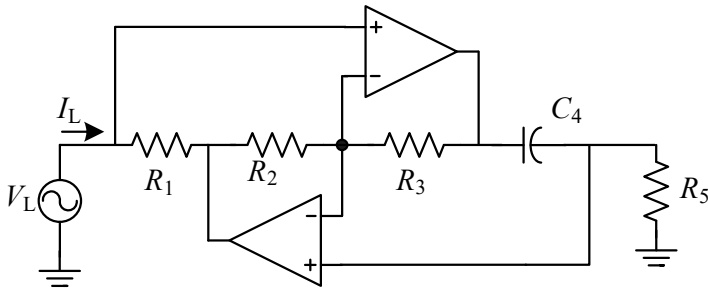
2) Using SPICE as a curve tracer, plot β versus I_B taking V_{CE} as a parameter. Vary I_B from $0.5\text{ }\mu\text{A}$ to $300\text{ }\mu\text{A}$, and generate 4 plots for $V_{CE} = 1\text{ V}$, 10 V , 19 V and 28 V , respectively. Plot two families of curves, one for the BJT 2N2222, and another one for the BJT 2N3904.

3) Using the interactive interpreter language of WinSpice, write a .cir file to plot 6 times the small signal voltage gain of the amplifier shown below, from 10 Hz to 900 MHz, assuming that for each plot the λ parameter of the MOSFETs take the values of 0 V^{-1} , 0.01 V^{-1} , 0.02 V^{-1} , ..., 0.05 V^{-1} . Assume that the internal parameters of the MOSFETs are: $\mu_n C_{ox} = 60\text{ }\mu\text{A/V}^2$, $\mu_p C_{ox} = 30\text{ }\mu\text{A/V}^2$, $V_{tn} = 0.8\text{ V}$, $V_{tp} = -0.8\text{ V}$ (use Level 2 MOSFET models).





4) Simular el siguiente convertidor generalizado de impedancias utilizando SPICE. El convertidor está configurado para simular una inductancia activa de 1 H a partir de un capacitor de 1 μF , con los siguientes valores: $R_1 = R_5 = 1 \text{ K}\Omega$, $R_2 = R_3 = 3.3 \text{ K}\Omega$, $C_4 = 1 \mu\text{F}$. Utilizando subcircuitos para modelar los Op-Amps, considerar dos casos: a) cuando los Op-Amps son del tipo $\mu\text{A}741$; y b) cuando los Op-Amps son casi ideales (con resistencia de entrada de $100 \text{ M}\Omega$, resistencia de salida de 0.01Ω , y ganancia a lazo abierto de 10^6 V/V). Usando SPICE, obtener la respuesta a la frecuencia del circuito, de 8 Hz a 8 KHz, en escala lineal, graficando: a) la impedancia de entrada del circuito, $Z_{in} = v_L/i_L$ (graficar magnitud de Z_{in} y ángulo de fase de Z_{in} en grados); b) la inductancia equivalente L_{eq} de la impedancia de entrada, $L_{eq} = \text{Im}\{Z_{in}\}/(2\pi f)$.



5) Simular un termistor convencional NTC (*negative temperature coefficient*) de óxido-metal utilizando SPICE. El termistor debe modelarse a partir de tres datos experimentales usando la relación de Steinhart-Hart para termistores, dada por:

$$\frac{1}{T} = A + B \ln R_T + C(\ln R_T)^3$$

donde R_T es la resistencia del termistor, A , B y C son parámetros del modelo del termistor, y T es su temperatura en Kelvins. Los datos experimentales son:

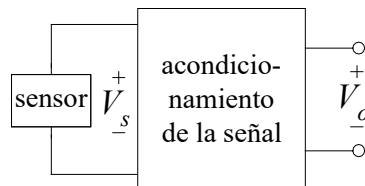
$$R_T(T = 273) = 2.2 \text{ K}\Omega$$

$$R_T(T = 300) = 1 \text{ K}\Omega$$

$$R_T(T = 320) = 395 \Omega$$

(a) Usando cualquier herramienta de análisis numérico (Matlab, Excel, etc.), encontrar los valores de A , B y C a partir de los datos experimentales y la ecuación de Steinhart-Hart; (b) Simular en SPICE la ecuación de Steinhart-Hart, graficando R_T de los 230 a los 320 Kelvins.

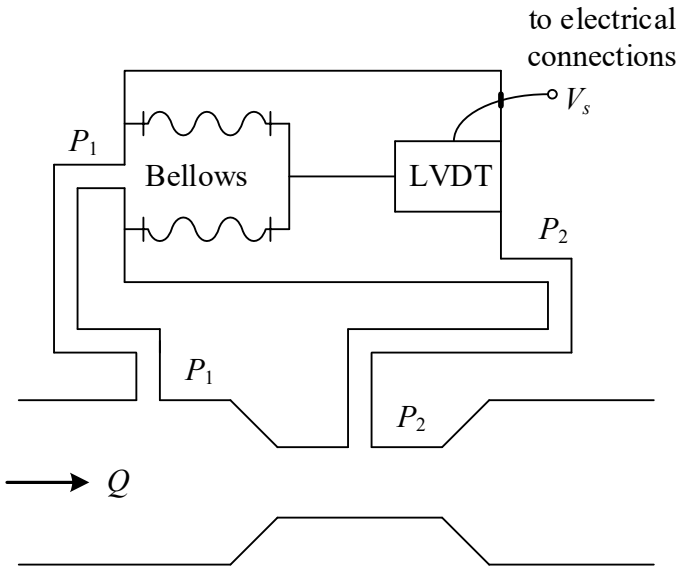
6) Medidor de Flujo. Se desea diseñar y simular con SPICE la electrónica necesaria para acondicionar la señal proveniente de un sensor de flujo volumétrico, de forma que cuando el flujo sea 20 gal/min el voltaje de salida del circuito sea 0V, y cuando el flujo sea 150 gal/min el voltaje sea de 5V.



El sensor de flujo volumétrico es del tipo fuelle-LVDT (*linear voltage differential transformer*) y opera bajo el principio de Bernoulli. El sensor puede modelarse utilizando las ecuaciones mostradas junto a la



siguiente figura.



$$Q = K_1 \sqrt{\Delta P}$$

$$\Delta P = P_2 - P_1$$

$$V_s = K_2 \Delta P$$

Q : flujo volumétrico (gal/min)

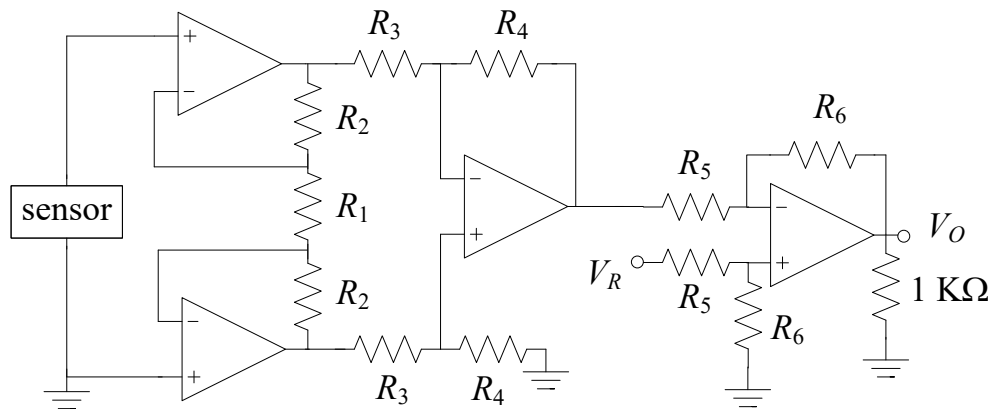
ΔP : caída de presión (psi)

V_s : voltaje de salida del LVDT (V)

$$K_2 = 1.8 \text{ V/psi}$$

$$K_1 = 119.5 \text{ (gal/min)/psi}^{1/2}$$

Utilizando el siguiente circuito de acondicionamiento para la señal del sensor de flujo, (a) elegir los valores de V_R y de R_1, \dots, R_6 , para lograr el acondicionamiento deseado; (b) simular el circuito completo y verificar el acondicionamiento de la señal (graficar V_O contra Q). Considerar que los Op-Amps usados deben ser $\mu A741$, polarizados con $\pm 9 \text{ V}$.



Submission deadline: April 15, 2020.