



Universidad Simón Bolívar  
Laboratorio de Circuitos Electrónicos II  
EC2178

Alejandro Vivas 19-10093

### Informe No 0

#### Ejemplo Amplificador Emisor Común con degeneración de emisor (RE)

El Amplificador Emisor Común de la Fig. 1 corresponde a los requerimientos.

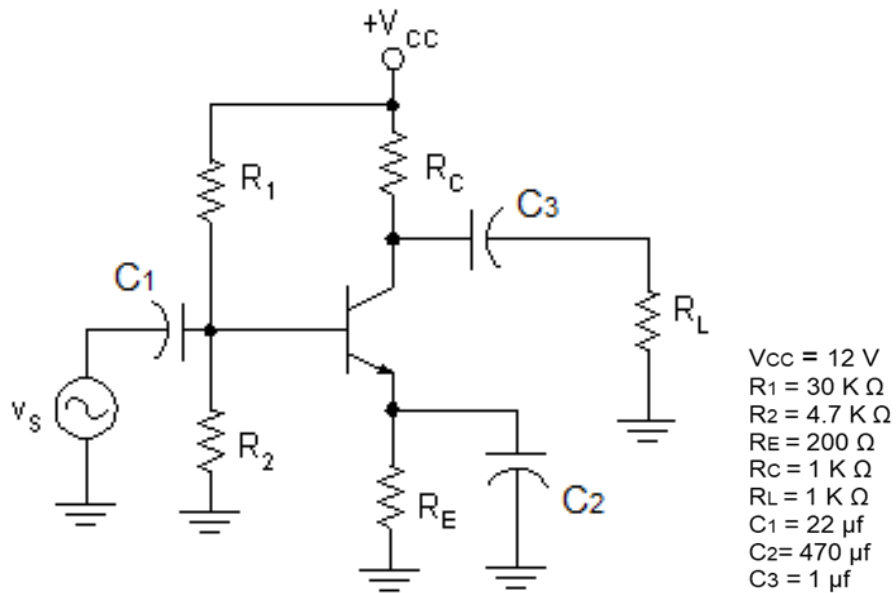


Figura. 1 Circuito de Amplificador Emisor Común con Degeneración de Emisor.

1. Cálculos teóricos usando las abstracciones correspondientes:

hFE	DC Current Gain	Min	Max
IC = 0.1 mA, VCE = 1.0 V		40	
IC = 1.0 mA, VCE = 1.0 V		70	
IC = 10 mA, VCE = 1.0 V		100	300
IC = 50 mA, VCE = 1.0 V		60	
IC = 100 mA, VCE = 1.0 V		30	



$$R_B = R_{TH} = R_1 || R_2 = 4.06\text{ K}$$

$$V_{TH} = V_{CC} \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 1.625\text{ V}$$

$$i_E = i_C + i_B = \beta i_B + i_B = i_B (\beta + 1)$$

### Malla de entrada

$$V_{BB} = I_B R_{TH} + V_{BE} + I_E R_E$$

$$V_{BB} = I_B R_{TH} + V_{BE} + I_B (\beta + 1) R_E$$

$$(1) I_B = (V_{BB} - V_{BE}) / (R_{TH} + (\beta + 1) R_E)$$

$$(2) i_B \cong \left( \frac{I_S}{\beta_F} \right) e^{v_{BE}/V_T} \quad \text{Ecuación del dispositivo} \\ \text{Región Activa}$$

Resolver 1 y 2 simultáneamente para el punto Q  
Por simplicidad asumir en el punto Q:

$$V_{BEQ} \approx 0.7V$$

$$I_{BQ} = 38.13 \mu A$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 3.813 \text{ mA}$$

$$I_{EQ} = I_{CQ} + I_{BQ} = 3.851 \text{ mA}$$

Recta de Carga AC 1

$$i_c = \frac{V_{CC}}{R_C} + \frac{v_{ce}}{R_C}$$

Recta de Carga AC 2

$$i_c = \frac{V_{CC}}{R_C // R_L} + \frac{v_{ce}}{R_C // R_L}$$

### Malla de salida

$$V_{CC} = i_C R_C + v_{CE} + i_E R_E$$

$$V_{CC} = i_C R_C + v_{CE} + \frac{i_C}{\alpha} R_E$$

$$(3) i_C = \frac{V_{CC}}{R_C + \frac{R_E}{\alpha}} + \frac{v_{CE}}{R_C + \frac{R_E}{\alpha}} \quad \text{Recta de Carga}$$

$$(4) i_C \approx 3.813 \text{ mA} \quad \text{Ecuación aproximada del dispositivo} \\ \text{Región Activa}$$

Resolver 3 y 4 simultáneamente para el punto Q

$$(3) v_{CE} = V_{CC} - i_C (R_C + \frac{R_E}{\alpha})$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} (R_C + \frac{R_E}{\alpha})$$

$$V_{CEQ} = 7.4V$$

### Pequeña Señal

$$g_m = I_{CQ} / V_T$$

$$A_v = -g_m R_C // R_L$$

$$R_{in} = R_B + r_{\pi}$$

$$R_o = r_o // R_C // R_L$$

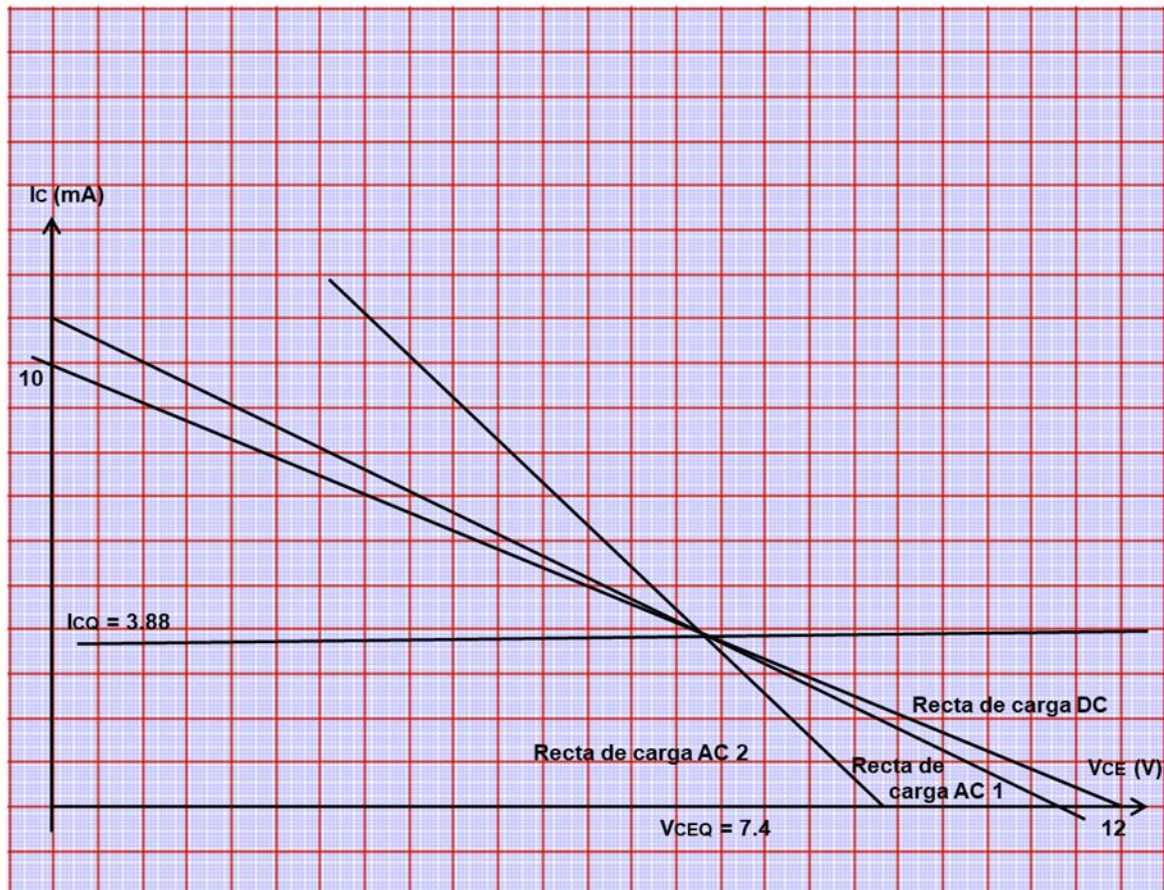


Figura 2. Punto Q:  $I_{CQ}$ ,  $V_{CEQ}$ . Intercepción: Recta de Carga con ecuación del dispositivo.

## Respuesta en frecuencia

### Frecuencias medias

Pequeña Señal

$$g_m = I_{CQ} / V_T$$

$$g_m = 0.1466 \text{ Mho}$$

$$A_V = -g_m R_C$$

$$A_V = 146.6$$

$$A_V = 43.33 \text{ dB}$$

$$A_{VL} = -g_m R_C // R_L$$

$$A_{VL} = 37.30 \text{ dB}$$

$$r_{\pi} = \beta / g_m$$

$$r_{\pi} = 682.13 \Omega$$

$$R_B = 4.06 \text{ K}\Omega$$

$$R_{in} = R_B // r_{\pi}$$

$$R_{in} = 584.0 \Omega$$

$$R_O = r_o // R_C$$

$$R_O \sim R_C$$

$$R_O \sim 1 \text{ K}\Omega$$

$$R_{OL} = r_o // R_C // R_L$$

$$R_{OL} \sim R_C // R_L$$

$$R_{OL} \sim 0.5 \text{ K}\Omega$$

### Frecuencias de corte

Asumir que el efecto de C1 y C2 y C3 no solapan

Frecuencia de corte debido a C1

$$\omega_{C1} = \frac{1}{R_{TH1} C_1}$$

$$\omega_{C1} = \frac{1}{581.2 \times 22 \times 10^{-6}} \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$f_{C1} = 12.45 \text{ Hz}$$

Frecuencia de corte debido a C3

$$\omega_{C3} = \frac{1}{R_{TH3} C_3}$$

$$\omega_{C3} = \frac{1}{2.0 \times 10^3 \times 1 \times 10^{-6}} \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$\omega_{C3} = 500 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$f_{C3} = 79.61 \text{ Hz}$$

Frecuencia donde la impedancia de C2 es igual a R<sub>e</sub>

$$\omega_{C2} = \frac{1}{R_{TH2} C_2}$$

$$\omega_{C2} = \frac{1}{200 \times 470 \times 10^{-6}} \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$\omega_{C2} = 10.64 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$f_{C2} = 1.69 \text{ Hz}$$

C1 y C2 interactúan cuando C3 no está presente y la frecuencia se mueve a la derecha. En la simulación  $f_c$  es 55.1 Hz

Cuando C3 está presente interactúa con C1 y C2. La frecuencia 3 dB se mueve a la derecha. En la simulación  $f_c$  es 107.34 Hz.

2. Montar el esquemático correspondiente usando Proteus

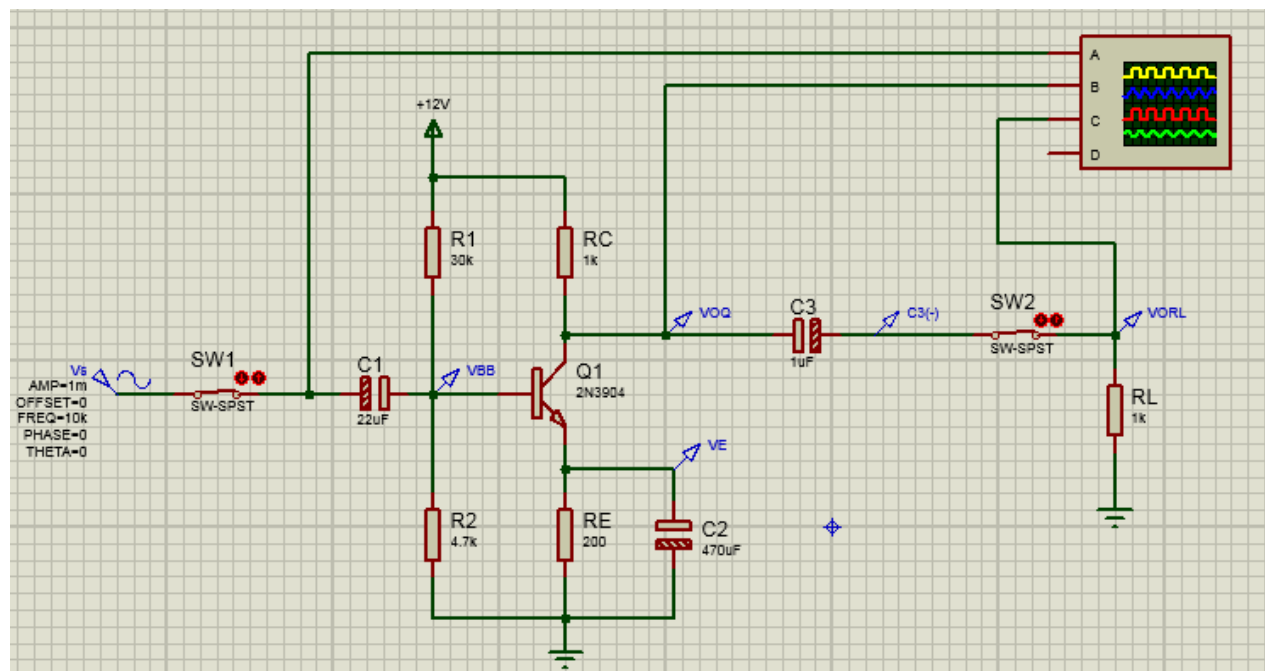


Figura 6. Esquemático del Amplificador Emisor Común con degeneración de emisor (RE).

### 3. Simular usando Proteus:

- Punto de operación: valores DC de los voltajes de operación.

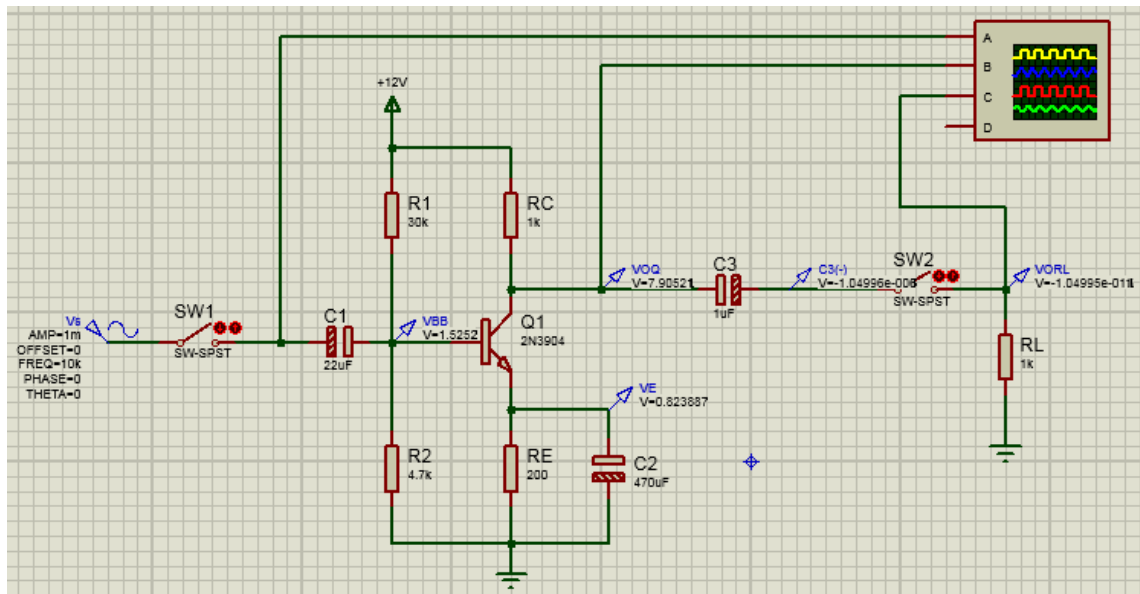


Fig. 7a Punto de operación;  $V_{BB} = 1.52 \text{ V}$ ,  $V_{OQ} = 7.9 \text{ V}$ ,  $V_E = 0.82 \text{ V}$ .

- Bode de la ganancia con C1 y C2 sin C3 saliendo por el colector.

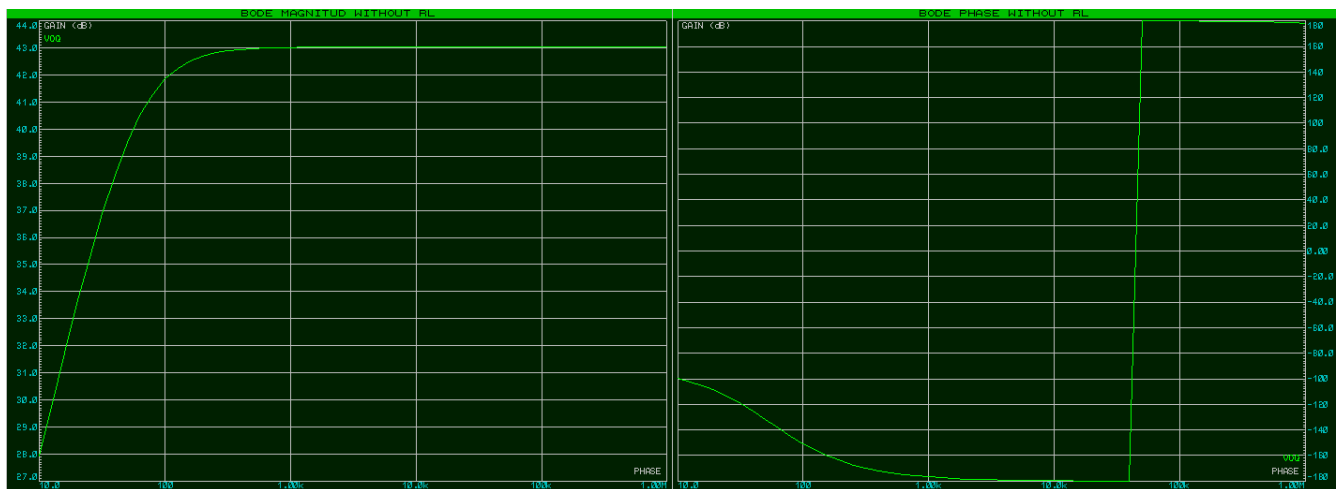


Figura 7b. Bode de la ganancia con C1 y C2 sin C3 saliendo por el colector  
 $A_v = 41.7 \text{ dB}$  (frecuencias medias),  $f_{c3dB} 45.05 \text{ kHz}$ .

$$A_v = -g_m R_C$$

C1 y C2 interactúan cuando C3 no está presente y la frecuencia de corte debido a C1 se mueve a la derecha debido al efecto de C2.

En la simulación  $f_c$  es 45.05 kHz

- Bode de la ganancia de voltaje con C1, C2 y C3 saliendo por el colector

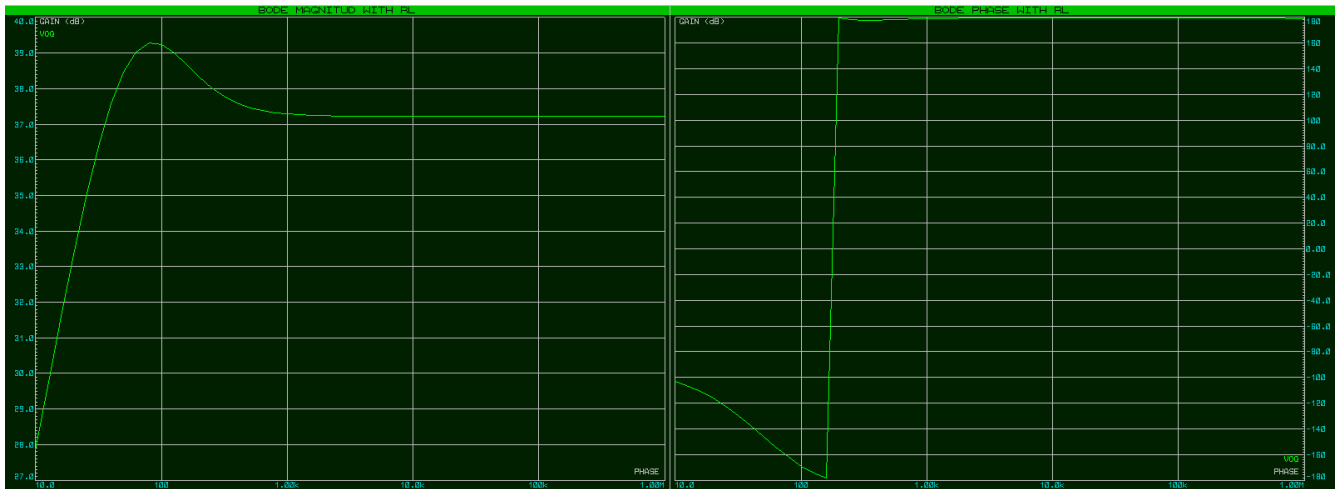


Figura 7c. Bode de la ganancia con C1, C2 y C3 saliendo por la carga RL

$A_v = 37.2 \text{ dB}$  a frecuencias medias

$$A_v = -g_m R_C // R_L$$

Bode con C1, C2 y C3 saliendo después de C3 con la carga RL.

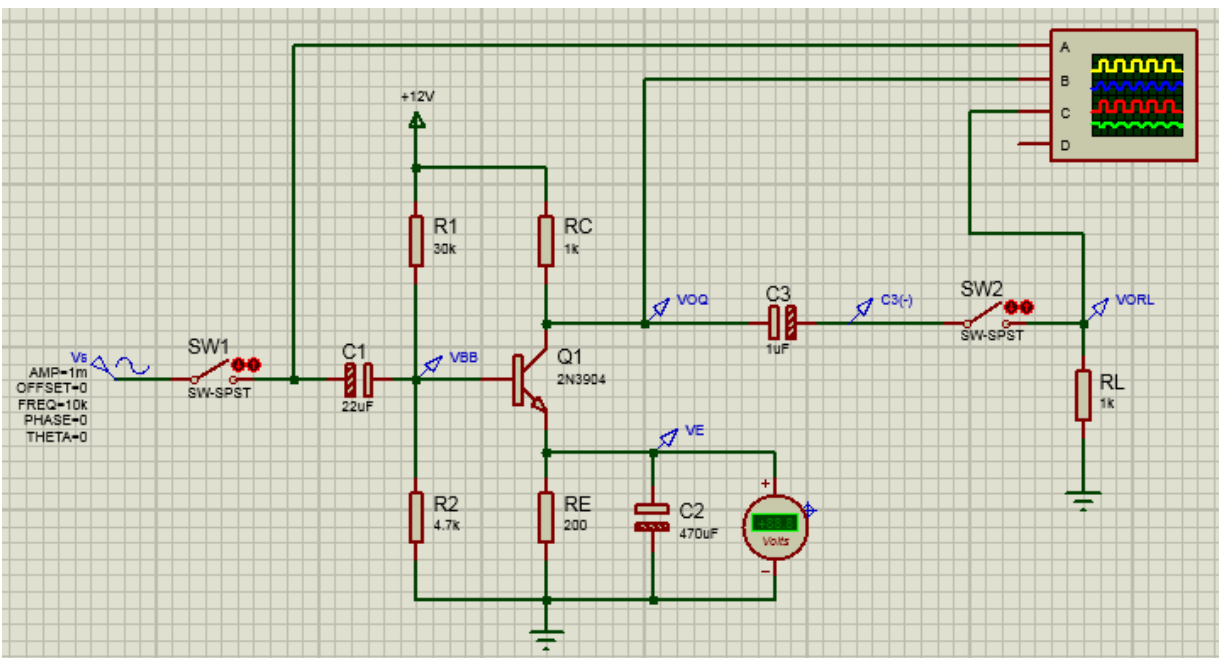
La ganancia se reduce debido al efecto de la carga RL. Cae casi 6 dB como se esperaba.

Cuando C3 está presente interactúa con C1 y C2.

La frecuencia 3 dB se mueve a la derecha debido a la presencia de C3. En la simulación  $f_c$  es 179.27 kHz.

#### 4. Esquemático completo usando Proteus

Confirmar que colocando el instrumento DC Voltmeter la simulación del Bode da un error.



Al colocar el DC Voltmeter y graficar los diagramas de bode da el siguiente error:

Message

```
ISIS Release 8.17.02 (Build 37159) (C) Labcenter Electronics 1990- 2024.
Compiling design 'C:\Users\Alejandro\Documents\PO-Alejandrovivas.pdsprj'.
Netlist compilation completed OK.
Netlist linking completed OK.
Partition analysis completed OK.
Simulating partition [CF896148].
PROSPICE 8.13.00 (Build 32709) (C) Labcenter Electronics 1993-2023.
Loaded netlist 'C:\Users\ALEJAN-1\AppData\Local\Temp\LISA5690.SDF' for design 'PO-Alejandrovivas.pdsprj'
```