

Laboratoire 4 - ELG 2536
Common-Emitter Amplifier



ELG 2536 - Electronique I

Université d'Ottawa

Professeur : Mohamed N. Rahmani

Noms et numéros des étudiants :
Gbegbe Decaho Jacques 300094197
Ramatoullaye Bahio Sissoko 300144949

Date de soumission : 20-03-2023

1) Objectifs de l'expérience

Pour établir un point de fonctionnement CC spécifié (polarisation) pour un transistor en choisissant les résistances de polarisation appropriées R_1 et R_2 conformément aux critères de stabilité empiriques $R_B \leq 0.1 \beta R_E$. Une fois le point de fonctionnement établi, un petit signal CA de 1 kHz est appliqué à l'entrée du circuit pour vérifier son fonctionnement en amplificateur. Une opération linéaire est attendue, le signal de sortie doit être une version amplifiée du signal d'entrée, sauf pour un déphasage de 180° . Trois tensions (v_o , v_i et v_g) seront mesurées, et les connaissances de R_g et R_L permettront le calcul des propriétés de base de l'amplificateur : tension et gain de courant de l'amplificateur, résistance d'entrée, gain de tension du transistor.

2) Liste Des Équipements Et Composants

- 1 Transistor 2N3904
- 1 DC power supply
- 1 Oscilloscope
- 1 RMS Voltmeter
- 1 DC voltmeter
- 1 47Ω resistor
- 2 $1K\Omega$ resistors
- 1 $15K\Omega$ resistor
- 1 $2.2K\Omega$ resistors
- 1 $10\mu F$ capacitor
- 1 $220\mu F$ capacitor
- 1 $4.7\mu F$ capacitor

3) Prelab

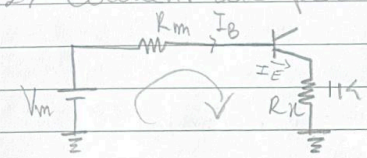
En assumant que $V_{be} = 0.7V$, $E_{cc} = 17-22V$

- Calculons les valeurs de E_{cc} , R_1 et R_2 cela donne un courant de polarisation $I_C = 1mA$. Choisissez pour R_1 et R_2 résistances avec une valeur standard aussi proche que possible de ce qui a été calculé. Supposons (pour cette question uniquement) que $\beta = 150$. Note que $R_B = R_1 // R_2$.

$V_{CC} (17 \text{ à } 22) V ; R_C (15 K\Omega)$
 $V_{BB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E_{cc} ; R_B = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow I_{BQ} R_B + V_{BE} + I_{EQ} R_E$
 en utilisant $(1 + \beta) I_{BQ} = I_{EQ} \Rightarrow I_{CQ} = \beta I_{BQ}$
 $\Rightarrow V_{BB} = \frac{I_{EQ} R_B + 0.7 + (1 + \beta) I_{EQ} R_E}{\beta}$
 $= \frac{1 \times 10^{-3}}{150} \times 0.1 \times 150 \times 1000 + 0.7 + \frac{151}{150} \times 0.001 \times 1000 = 1.807 V$
 $V_{BB} = 1.807 V$
 $R_B \leq 0.1 \beta R_E \leq 0.1 \times 150 \times 1000 \leq 15 K\Omega \leq \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$
 $V_{BB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E_{cc} \Rightarrow E_{cc} = 17V \text{ alors } V_{BB} = 1.807 V$
 $\Rightarrow \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1.807}{17} = 0.106 \Omega ; R_1 [1 - 0.106] = \frac{15 K\Omega}{0.106} = 141.51 K\Omega$
 $R_2 = \frac{141.51}{0.894} = 158.29 K\Omega$
 $\Rightarrow E_{cc} = 22V ; \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1.807}{22} = 0.0821$
 $\Rightarrow R_1 \geq 182.7 K\Omega \text{ et } R_2 = 199 K\Omega$
 donc $R_1 \geq 182.7 K\Omega$ et $R_2 = 199 K\Omega$

2. Lorsque R_1 et R_2 sont connus, calculez le courant de polarisation I_C par rapport à β . Montrer que le point de polarisation est stable (i.e. I_C reste proche de 1mA lorsque β varie de 100 à 200, et le transistor reste toujours en mode actif).

2/ Courant de polarisation I_C par rapport à β



LKT

$$V_m - R_m I_B - V_{BE} - I_E \cdot R_E = 0$$

$$\Rightarrow 1.86 - 10.88k I_B - 0.7 - I_B (1 + \beta) \times 1k = 0$$

$$\Rightarrow I_B = \frac{1.86 - 0.7}{10.88k + (1 + \beta) 1k}$$

$$I_B = \frac{1.16}{11.88k + \beta \times 1k}$$

$$I_C = \beta I_B ; I_C = \beta \times \frac{1.16}{11.88k + \beta \times 1k}$$

$$I_C = \frac{\beta \times 1.16 \times 10^{-3}}{11.88 + \beta}$$

Pour $\beta = 100$, $I_C = \frac{100 \times 1.16 \times 10^{-3}}{11.88 + 100} = 1.04 \text{ mA}$

Pour $\beta = 200$, $I_C = \frac{200 \times 1.16 \times 10^{-3}}{11.88 + 200} = 1.09 \text{ mA}$

3. Énoncer et calculer les propriétés suivantes, connaissant les valeurs des résistances et de ECC, mais sans prendre de valeur particulière pour β : $A_{vs} = v_o/v_g$, $A_v = v_o/v_i$, $A_{is} = i_L/i_g$, $R_{in} = v_i/i_g$.

3)

$$A_{v_s} = \frac{V_o}{V_g} = A_v \times \frac{\delta \pi // R_1 // R_2}{\delta \pi // R_1 // R_2 // V_g}$$

$$A_{v_s} = \frac{\beta}{V_T} \times I_B \times \frac{(\delta \pi // R_1 // R_2)}{R_g + \delta \pi // R_1 // R_2}$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = g_m (R_c // R_L)$$

avec $g_m = \frac{I_c}{V_T} = \beta \frac{I_B}{V_T}$

$$\Rightarrow A_v = \frac{\beta I_B (R_c // R_L)}{V_T}$$

$$A_{v_s} = \frac{\beta \times I_B (\delta \pi // R_1 // R_2)}{V_T (R_g + \delta \pi // R_1 // R_2)}$$

$$A_{i_s} = \frac{i_c}{i_g} = \frac{R_1 // R_2}{\delta \pi + (R_1 // R_2)} \times \beta \times \frac{R_c}{R_c + R_L}$$

on obtient

$$R_{in} = \frac{V_i}{i_g}$$

par simplification

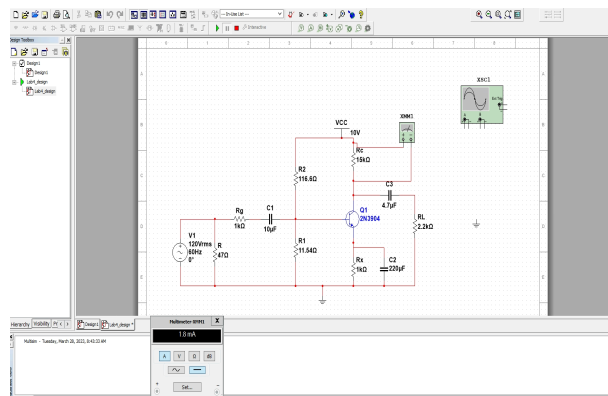
$$R_{in} = (\delta \pi // R_1 // R_2)$$

$$A_{i_s} = \frac{(R_1 // R_2) \times R_c \times \beta}{(\delta \pi + (R_1 // R_2)) (R_c + R_L)}$$

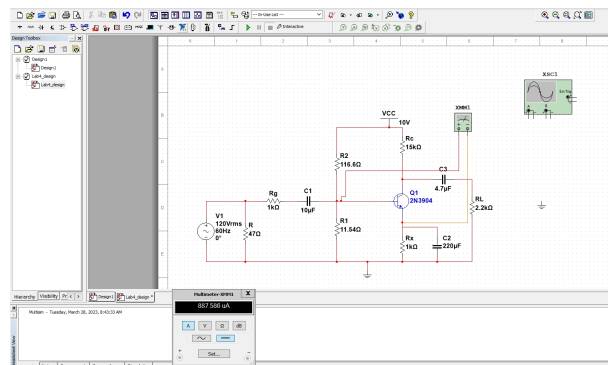
4) Expérience de base

1. Configurez un circuit qui vous permet de mesurer β du transistor pour $I_C = 1\text{mA}$ et $V_{CE} = 5\text{V}$.

β mesuré = 202.8



Intensité du courant $I_c \times \beta$



intensité du courant I_c

- Construisez le circuit avec les valeurs des composants fournies ou calculées.

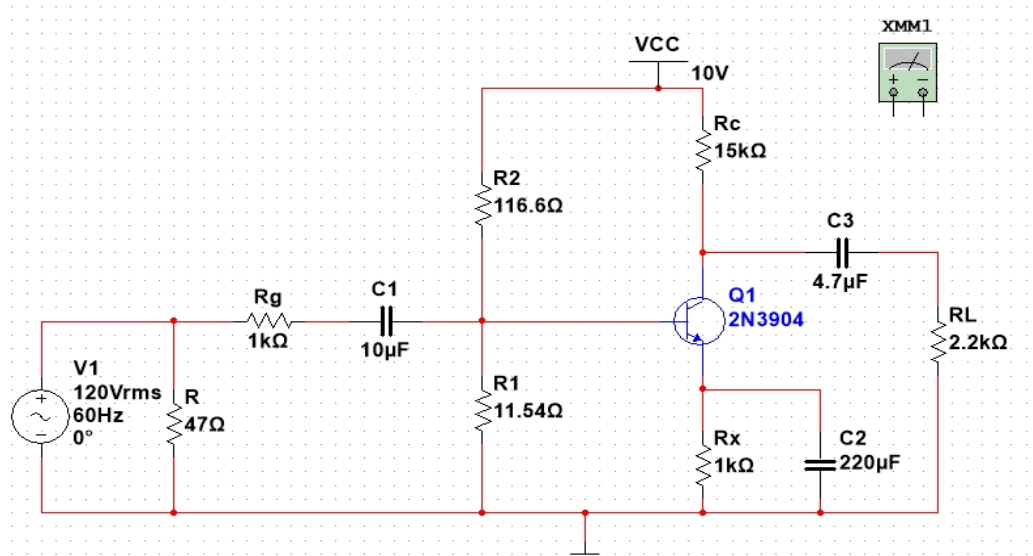
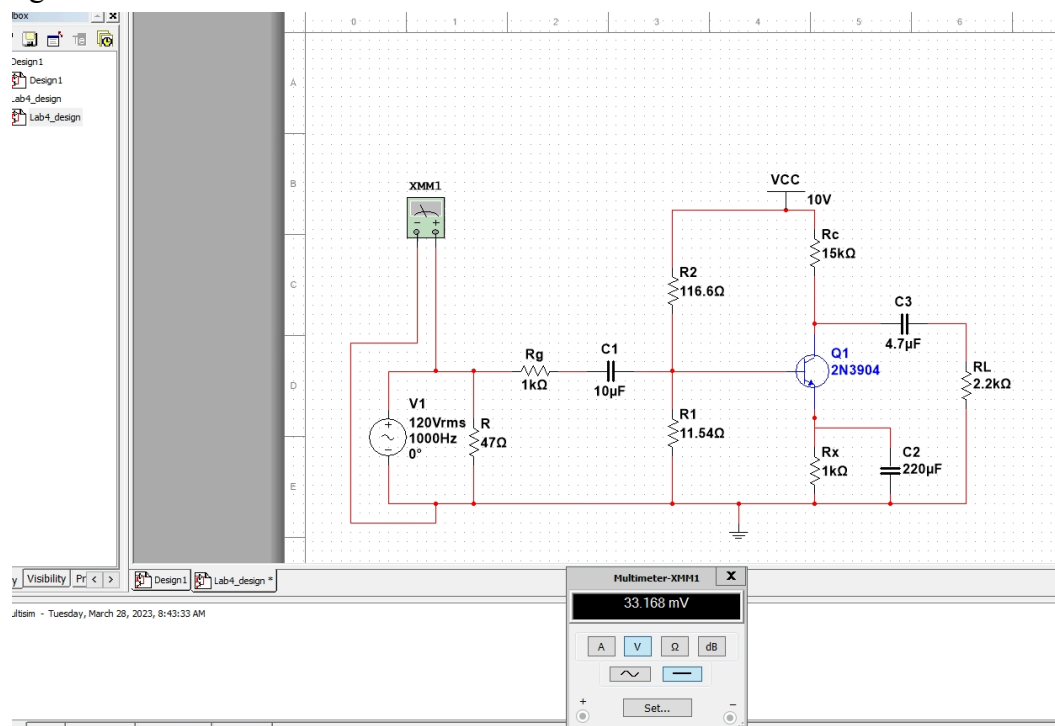
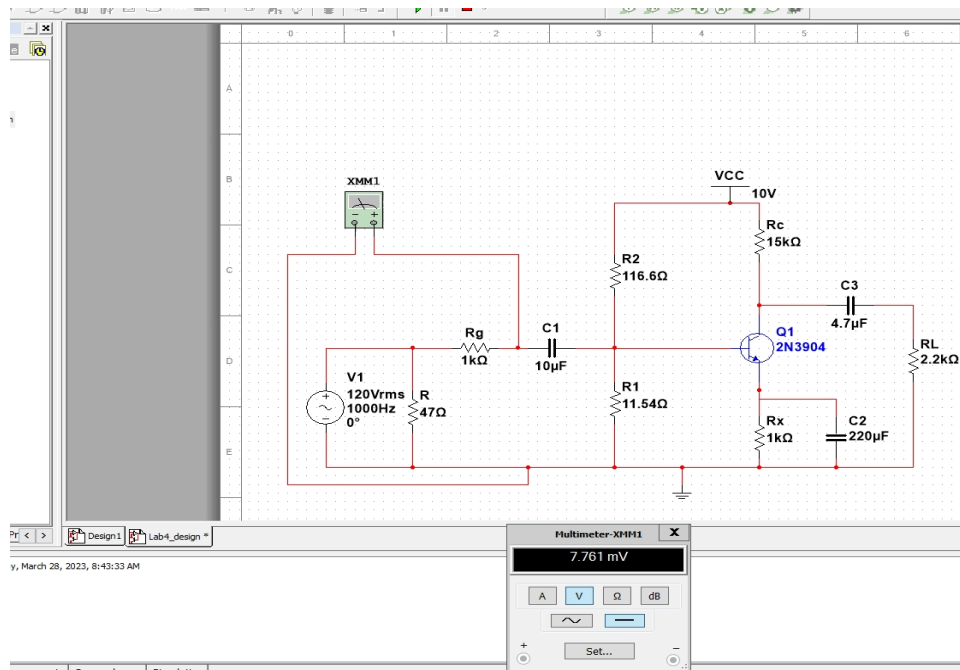


Figure présentant le Circuit du montage

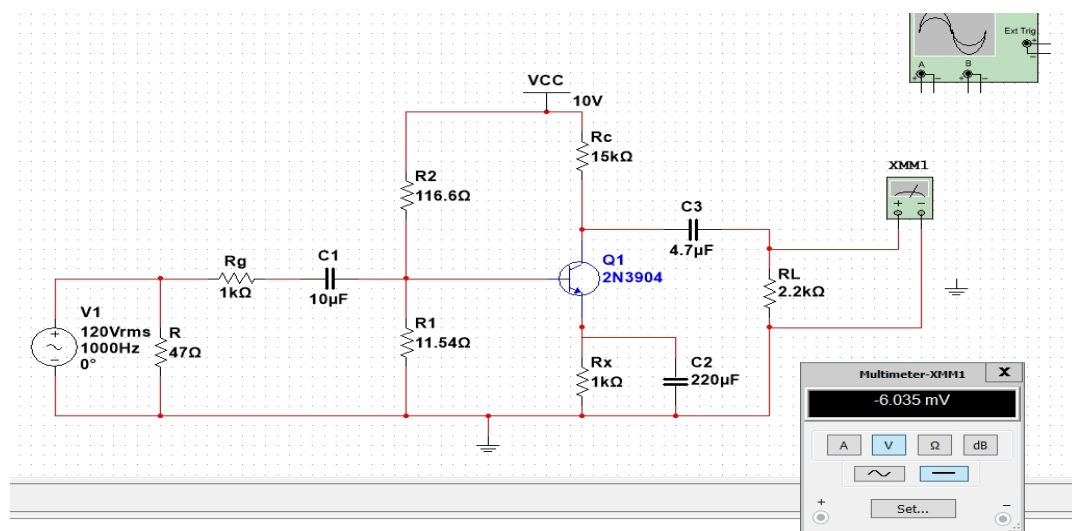
- En utilisant une source sinusoïdale de 1 kHz avec une amplitude suffisamment faible pour que le signal de sortie ne soit pas déformé, mesurez v_o , v_i et v_g avec un voltmètre RMS. Observez et notez avec un oscilloscope la relation de phase entre les signaux d'entrée et de sortie.



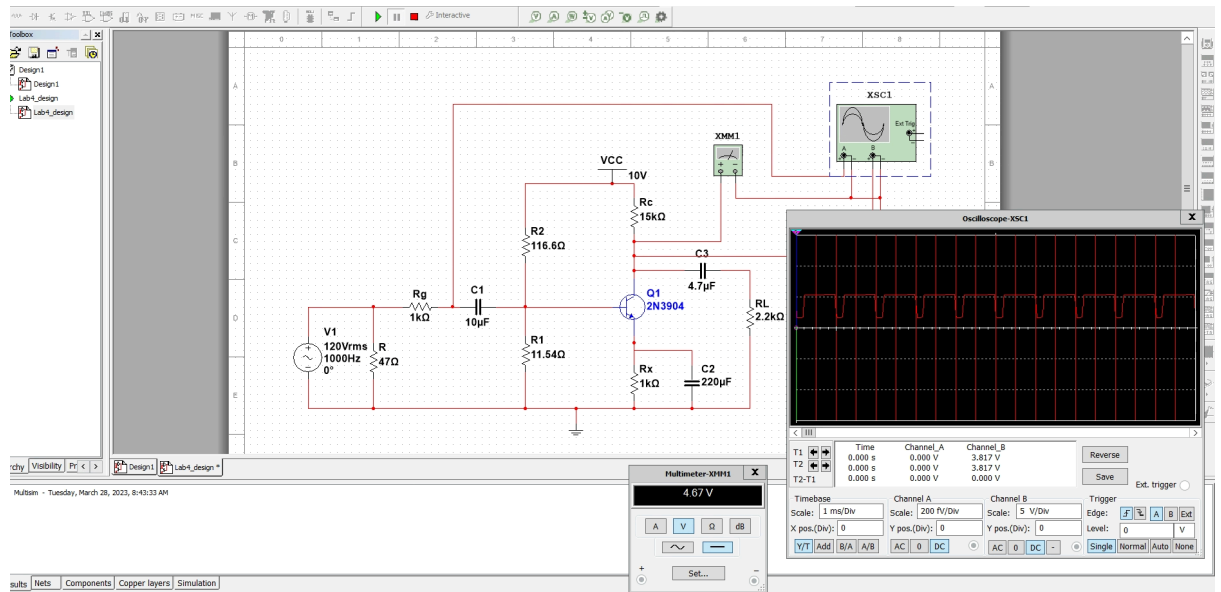
mesure de v_g



mesure de v_i



mesure de v_o



Observation sur l'écran de l'oscilloscope de la relation entre les phases.

- Enregistrez les A_{vs} , A_v , A_{is} et R_{in} mesurés et comparez-les avec les valeurs obtenues dans la préparation (utilisez la valeur de β obtenue au début du labo dans l'expression théorique). Expliquez les écarts, le cas échéant.

A_{vs} calculé	-66.71
A_{vs} mesuré	-63.15
A_v calculé	-74.1
A_v mesuré	-73.8
A_{is} calculé	-34.72
A_{is} mesuré	-33.7
R_{in} calculé	9.15
R_{in} mesuré	9.20

- Observez la sortie de l'amplificateur lorsque le signal est triangulaire ou carré. Le signal de sortie est-il toujours similaire au signal d'entrée ? Observez la sortie lorsque l'entrée est sinusoïdale, mais avec une grande amplitude. Quel phénomène se produit?

Le phénomène arrivant ici est la saturation. Elle se caractérise par un signal triangulaire s'affichant sur l'écran de l'oscilloscope.

Cependant, elle présente quelques distorsions au niveau du signal. ainsi l'amplificateur jouera un rôle boost pour les signaux

5) Conclusion

L'objectif de ce laboratoire était d'établir un point de fonctionnement CC spécifié (polarisation) pour un transistor en choisissant certaines résistances de polarisation appropriées conformément aux critères de stabilité empiriques imposés. Pour atteindre cet objectif, on a utilisé les différents matériaux qui étaient à notre disposition dans le laboratoire cités ci-haut. A la fin de ce lab nous avons pu être en mesure d'approfondir nos connaissances en matière de signaux et de transistors. Ainsi que leur rapport et utilisation avec des capacités et d'un amplificateur. On pourra à l'avenir utiliser nos connaissances acquises dans nos projets futurs.