

Rapport de laboratoire

Ecole supérieure
Électronique

Laboratoire LELI
Salle N510a

Amplificateur en émetteur commun

Réalisé par :

Samuel Villard
Christophe Allenbach

A l'attention de :

M.Bovey
M.Moreno

Dates :

Début du laboratoire : 10 novembre 2025
Fin du laboratoire : 8 décembre 2025

Table des matières :

Amplificateur en émetteur commun.....	1
1 Cahier des charges.....	5
2 Analyse théorique.....	5
2.1 Valeurs et conditions données	5
2.2 Schéma de principe	5
2.3 Dimensionnement du montage	6
2.3.1 Pont diviseur.....	6
2.3.2 R_c	6
2.3.3 r'_e	6
2.3.4 R_e	6
2.3.5 Impédance d'entrée	6
2.3.6 Impédance de sortie.....	6
2.3.7 Dimensionnement C_2	7
2.3.8 Dimensionnement C_1	7
2.3.9 Dimensionnement C_3	7
2.4 Simulation théorique.....	7
3 Simulation	8
3.1 Schéma de simulation	8
3.2 Réglage de la simulation.....	9
3.3 Résultat de la simulation.....	9
3.3.1 Gain effectif.....	9
3.3.2 Linéarité du signal	9
4 Mesure.....	10
4.1 Instrument de mesure.....	10
4.2 Schéma de mesure	10
4.3 Méthode de mesure.....	11
4.4 Mesure	11
5 Conclusion	13
6 Annexe	14

1 Cahier des charges

Réaliser un montage amplificateur en émetteur commun, alimenter en 20V, avec un V_E de 2V, un f_c à 100Hz ou moins, un gain > 30 à vide, un courant de repos I_C de 1mA, un pont diviseur avec un courant 10 à 20 fois la valeur du courant de la base, entrée/sortie capacitif, résistance de charge 33k Ω .

2 Analyse théorique

2.1 Valeurs et conditions données

$$V_{\text{alim}} = 20\text{V}$$

$$V_E = 2\text{V}$$

$$f_c \leq 100\text{Hz @ -3dB}$$

$$A_v \geq 30 \text{ @ sans charge}$$

$$I_{C \text{ repos}} = 1\text{mA}$$

Pont diviseur avec un courant ≥ 20 fois plus grand que I_B

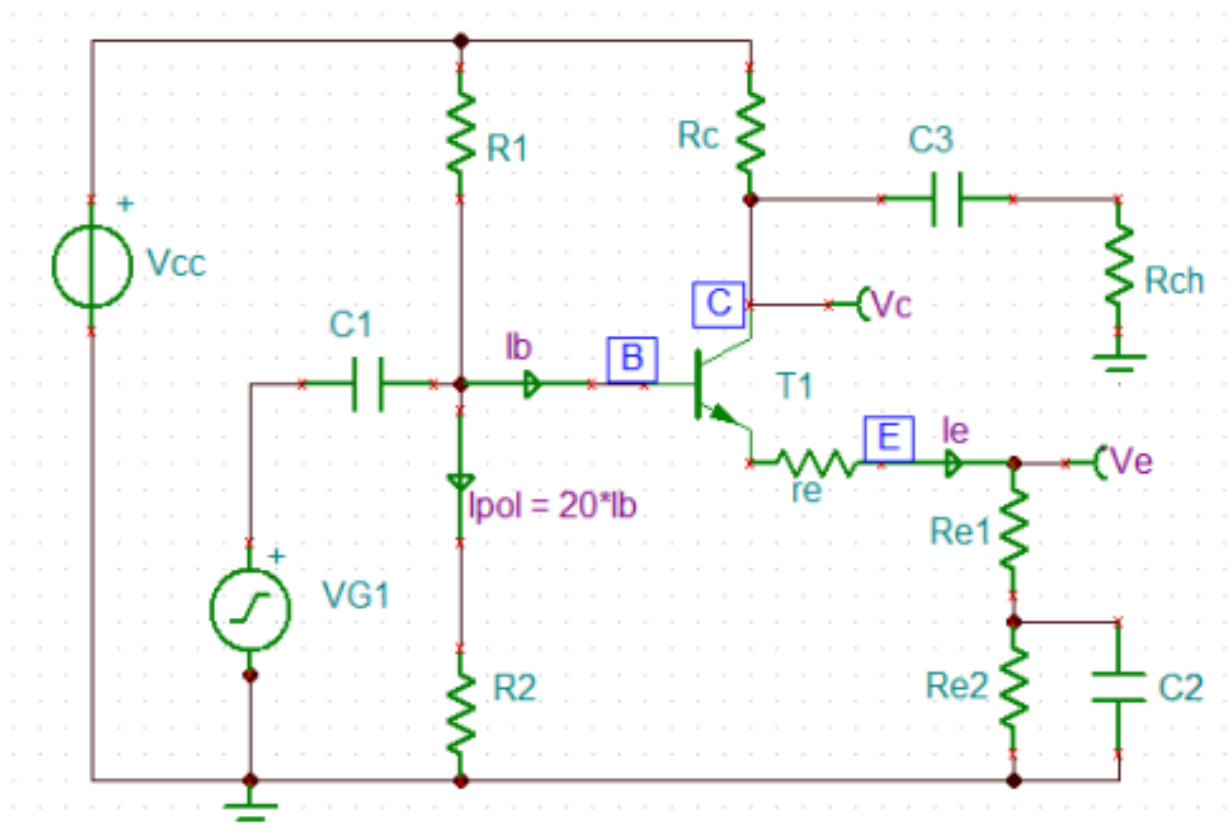
Couplage capacitif en entrée

Couplage capacitif en sortie

$$R_{Ch} = 33\text{k}\Omega$$

Transistor = BC337-25

2.2 Schéma de principe



2.3 Dimensionnement du montage

2.3.1 Pont diviseur

$$\beta_{\min} = 160$$

$$V_{BE} = 650,0\text{mV}$$

$$I_b = \frac{I_c}{\beta_{\min}} = \frac{1 * 10^{-3}}{160} = 6,250\mu\text{A}$$

$$I_{pol} = I_B * 20 = 6,25 * 10^{-6} * 20 = 125,0\mu\text{A}$$

$$V_b = V_E + V_{BE} = 2 + 650,0 * 10^{-3} = 2,650\text{V}$$

$$U_{R1} = V_{CC} - V_b = 20 - 2,650 = 17,35\text{V}$$

$$R1 = \frac{U_{R1}}{I_{pol}} = \frac{17,35}{125 * 10^{-6}} = 138,8\text{k}\Omega \rightarrow @E12 150\text{k}\Omega$$

$$R2 = \frac{V_b}{I_{pol}} = \frac{2,650}{125 * 10^{-6}} = 21,20\text{k}\Omega \rightarrow @E12 22\text{k}\Omega$$

2.3.2 Rc

$$V_{ce(sat)} = 700\text{mV}$$

$$\text{Plage d'excursion} = V_{cc} - (V_e + V_{ce(sat)}) = 20 - (2 + 700 * 10^{-3}) = 17,3\text{V}$$

$$V_c = \frac{V_e + V_{ce(sat)} + V_{cc}}{2} = \frac{2 + 700 * 10^{-3} + 20}{2} = 11,35\text{V}$$

$$U_{Rc} = V_{cc} - V_c = 20 - 11,35 = 8,65\text{V}$$

$$R_c = \frac{U_{Rc}}{I_c} = \frac{8,65}{1 * 10^{-3}} = 8,65\text{k}\Omega \rightarrow @E24 9,1\text{k}\Omega$$

2.3.3 r'e

$$r'e = \frac{25\text{mV}}{I_c} = \frac{25 * 10^{-3}}{1 * 10^{-3}} = 25\Omega$$

2.3.4 Re

$$I_e = I_c = 1\text{mA}$$

$$R_e = \frac{V_e}{I_e} = \frac{2}{1 * 10^{-3}} = 2\text{k}\Omega$$

Dans cette formule, Rc devrait être -Rc mais comme on est déphasé de 180° on va négliger la négation sur Rc pour trouver une valeur positive :

$$R_{e1} = \frac{R_c}{A_v} - r'e = \frac{9,1 * 10^3}{30} - 25 = 278,3\Omega \rightarrow @E12 270\Omega$$

$$A_v(\text{sans charge}) = \frac{R_c}{R_{e1} + r'e} = \frac{9,1 * 10^3}{270 + 25} = 30,85$$

$$R_{e2} = R_e - R_{e1} = 2 * 10^3 - 270 = 1,73\text{k}\Omega \rightarrow @E12 1,8\text{k}\Omega$$

2.3.5 Impédance d'entrée

$$Z_i = R1 // R2 // (R_{e1} + r'e) * \beta = 150 * 10^3 // 22 * 10^3 // (270 + 25) * 160 = 13,64\text{k}\Omega$$

2.3.6 Impédance de sortie

$$Z_o = R_c // R_{ch} = 9,1 * 10^3 // 33 * 10^3 = 7,133\text{k}\Omega$$

$$A_v = -\frac{Z_o}{R_{e1} + r'e} = -\frac{7,133 * 10^3}{270 + 25} = -24,18$$

2.3.7 Dimensionnement C2

$$X_{c2} = \frac{R_{e1} + r'_e}{\frac{50}{1}} = \frac{270 + 25}{50} = 5,9\Omega$$

$$C2 = \frac{1}{2\pi * f * X_{c2}} = \frac{1}{2\pi * 100 * 5,9} = 269,8\mu F \rightarrow @E6 270\mu F$$

$$A_v(\text{sans charge}) = \frac{R_c}{R_{e1} + r'_e + \frac{R_{e2} * X_{c2}}{R_{e2} + X_{c2}}} = \frac{9,1 * 10^3}{270 + 25 + \frac{22 * 10^3 * 5,9}{22 * 10^3 + 5,9}} = 30,24$$

2.3.8 Dimensionnement C1

$$f'_c = f_c * 0.643 = 100 * 0.643 = 64.3\text{Hz}$$

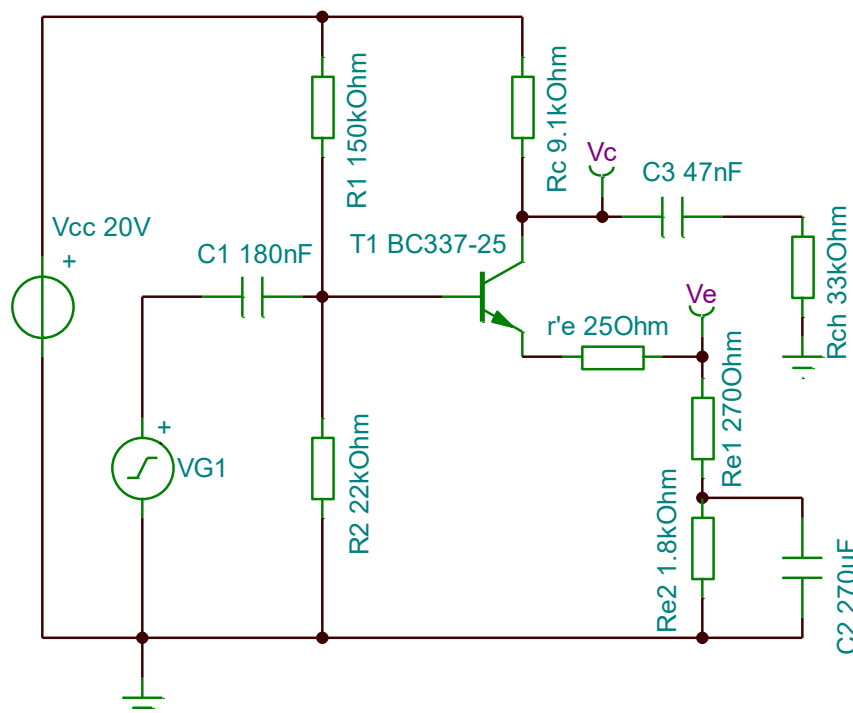
$$C1 = \frac{1}{2\pi * Z_i * f'_c} = \frac{1}{2\pi * 13.64 * 10^3 * 64.3} = 181\text{nF} \rightarrow @E6 180\text{nF}$$

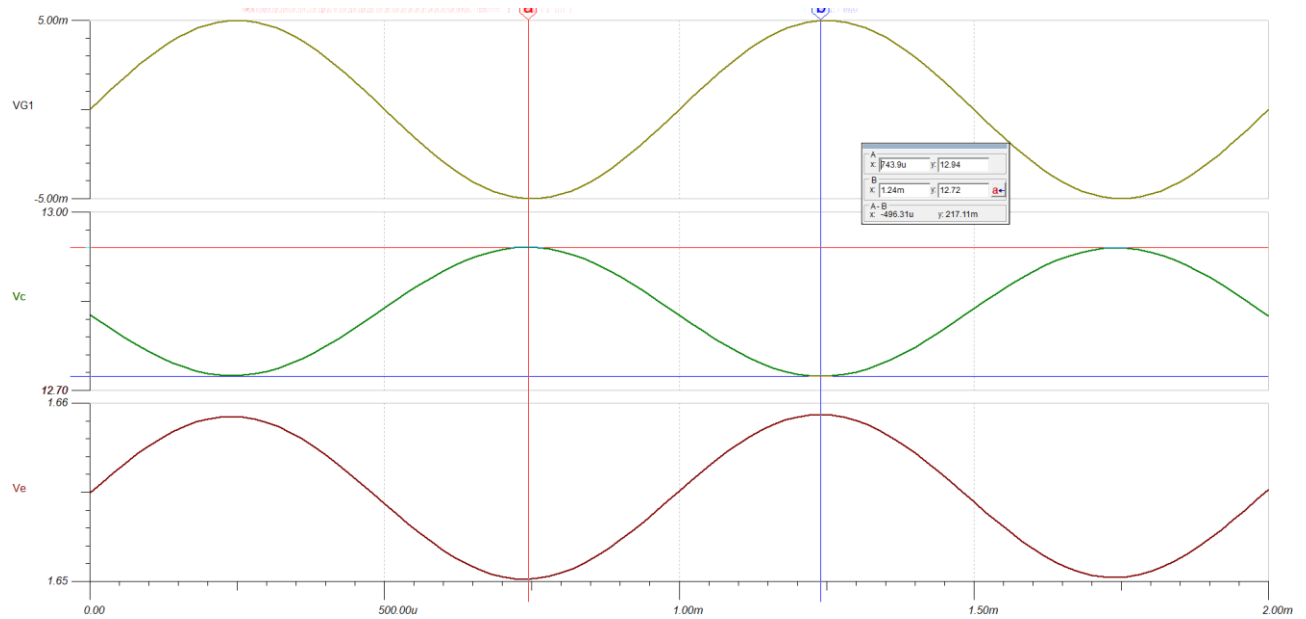
2.3.9 Dimensionnement C3

$$C3 = \frac{1}{2\pi * (R_c + R_{ch}) * f_c} = \frac{1}{2\pi * (9,1 * 10^3 + 33 * 10^3) * 100} = 37,80\text{nF} \rightarrow @E6 47\text{nF}$$

$$f_c = \frac{1}{2\pi * (R_c + R_{ch}) * C3} = \frac{1}{2\pi * (9,1 * 10^3 + 33 * 10^3) * 47 * 10^{-9}} = 80,43\text{Hz}$$

2.4 Simulation théorique





$VG1 = 10\text{mVpp}$

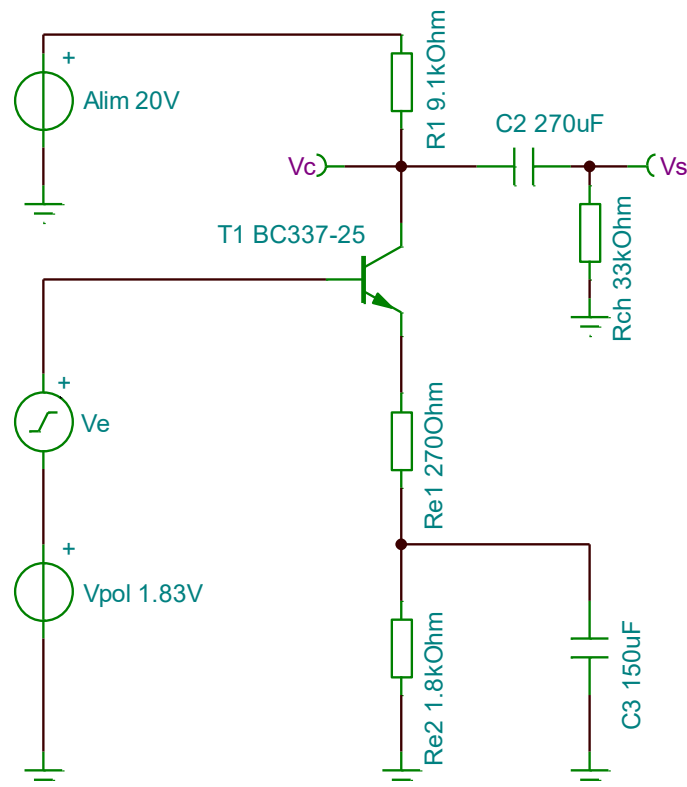
$\Delta Vc = 216,7\text{mV}$

$$Av(\text{avec charge}) = \frac{\Delta Vc}{VG1} = \frac{216,7 * 10^{-3}}{10 * 10^{-3}} = 21,67$$

On obtient un gain en tension avec charge un peu plus faible que ce qui avait été calculer ([24,18](#)) dans la théorie.

3 Simulation

3.1 Schéma de simulation



3.2 Réglage de la simulation

Pour les réglages, il a fallu essayer plusieurs combinaisons de tension sur V_e pour se rapprocher le plus précisément possible des valeurs recherchées dans la donnée.

3.3 Résultat de la simulation

3.3.1 Gain effectif

Les valeurs trouvées pour U_{out} sont en annexe.

$V_c@15V$ $V_{pol} = 1,83V$

$$A_v = \frac{U_{out}}{U_{in}} = \frac{112,9 * 10^{-3}}{5 * 10^{-3}} = 22,57$$

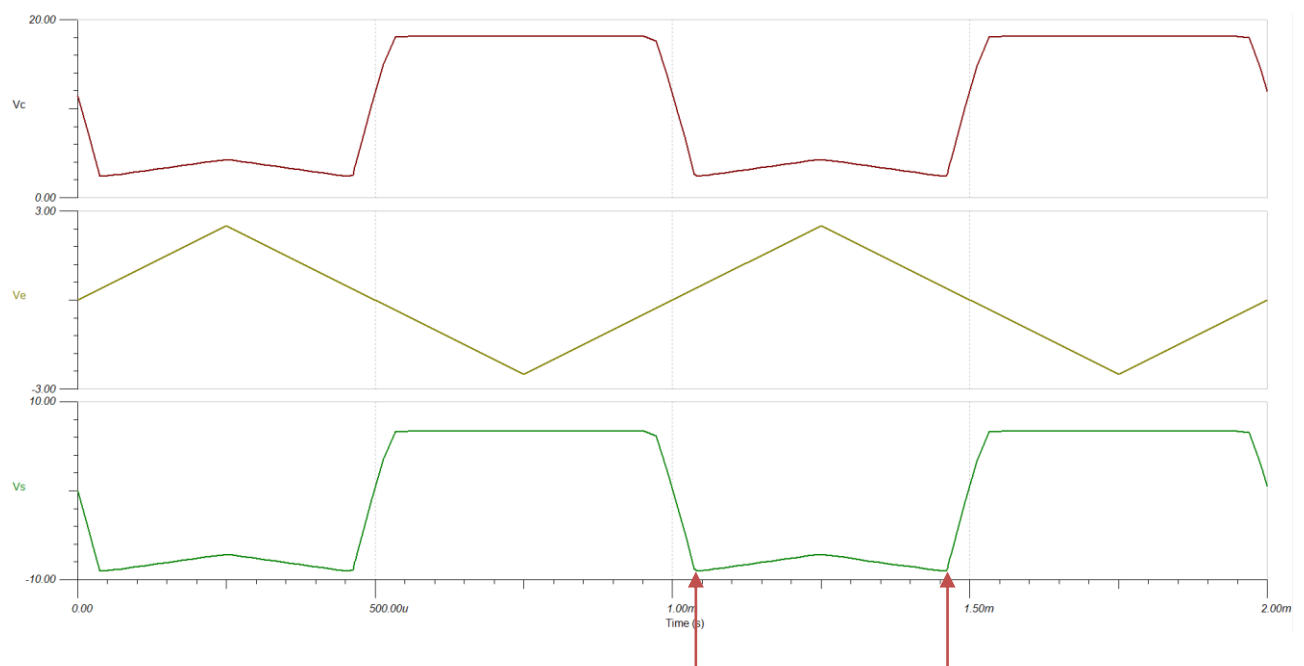
$V_c@27V$ $V_{pol} = 3,68V$

$$A_v = \frac{U_{out}}{U_{in}} = \frac{122,2 * 10^{-3}}{5 * 10^{-3}} = 24,44$$

$V_{pol}@2,65V$ $V_c = 11,43V$

$$A_v = \frac{U_{out}}{U_{in}} = \frac{119 * 10^{-3}}{5 * 10^{-3}} = 23,8$$

3.3.2 Linéarité du signal



Ici on peut voir la zone linéaire du signal avec notre valeur de tension calculée pour la base dans la partie théorique. Le reste du temps on constate que le montage est en saturation, donc notre montage n'est pas optimal avec ces paramètres d'entrées car il n'amplifie pas correctement tout le temps comme il passe en saturation.

4 Mesure

4.1 Instrument de mesure

Désignation	Instrument	Marque	Model	N° d'inventaire
G1	Alimentation	Sefram	6330	ES.SLO.02.06
G2	Générateur de fonctions	Gwinstek	AFG-2225	ES.SLO.04.00.24
P1	Oscilloscope	Tektronix	MDO34	ES.SLO.04.00.44
P2	Multimètre	Gwinstek	GDM-397	ES.SLO.00.04.22
P3	Multimètre	Gwinstek	GDM-397	ES.SLO.00.04.23

4.2 Schéma de mesure

Schéma condition de repos (DC)

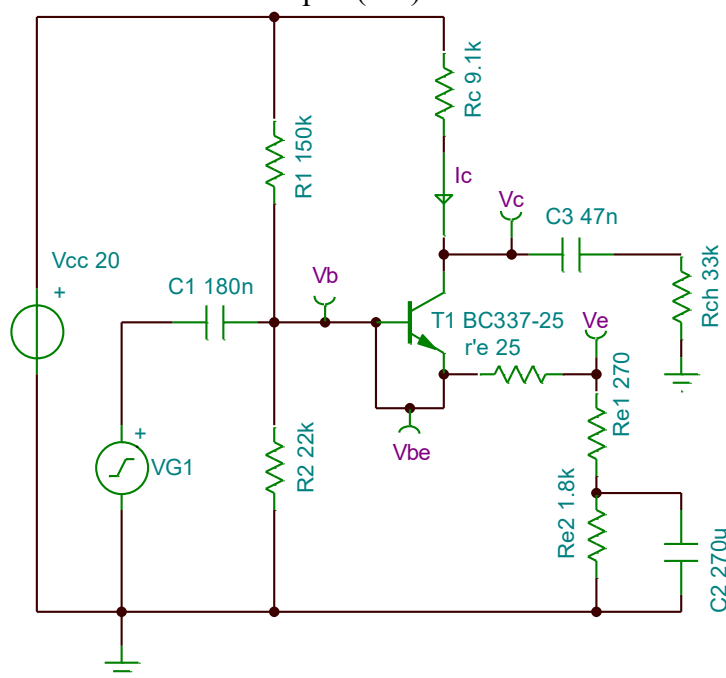


Schéma pour le Bode

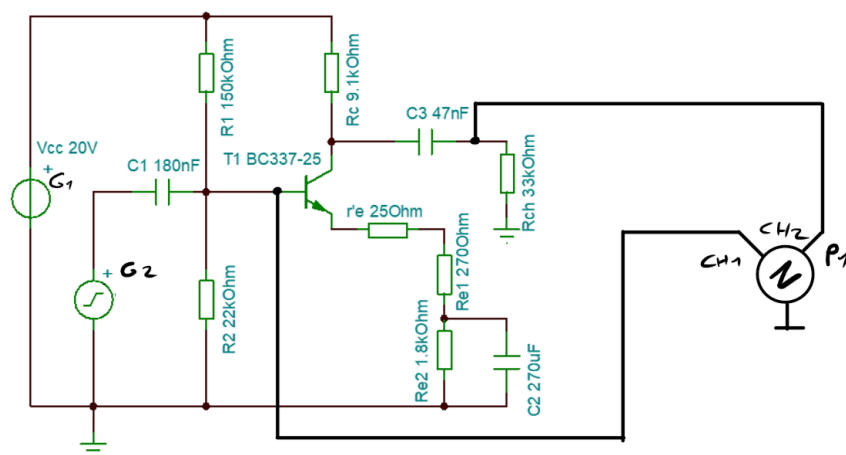
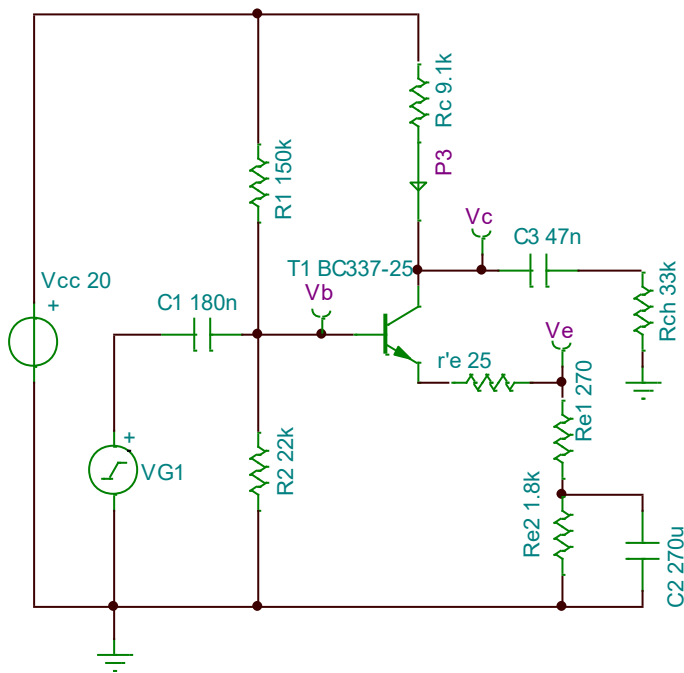


Schéma pour l'impédance



4.3 Méthode de mesure

- Alimenter le montage en 20V.

Mesure au repos :

- Mesurer les points (V_e , V_b , V_{be} , V_c) avec le multimètre P2 en mode voltmètre.
- Mesurer le courant I_c avec le multimètre P3 en mode ampèremètre.

Mesure du Bode et phase :

- 1) Mettre un signal sinus 10Hz
- 2) Puis faire varier la fréquence de 10Hz à 1MHz par pas de 1, 2, 5.
- 3) Réglages oscilloscope :
 - a) Trigger : Canall, flanc montant
 - b) Amplitude : 1V/div

Mesure impédances :

- 1) Mettre un signal sinus de 1kHz 100mV.
- 2) Brancher un voltmètre sur V_b et sur V_c .
- 3) Brancher l'ampèremètre sur I_c .

4.4 Mesure

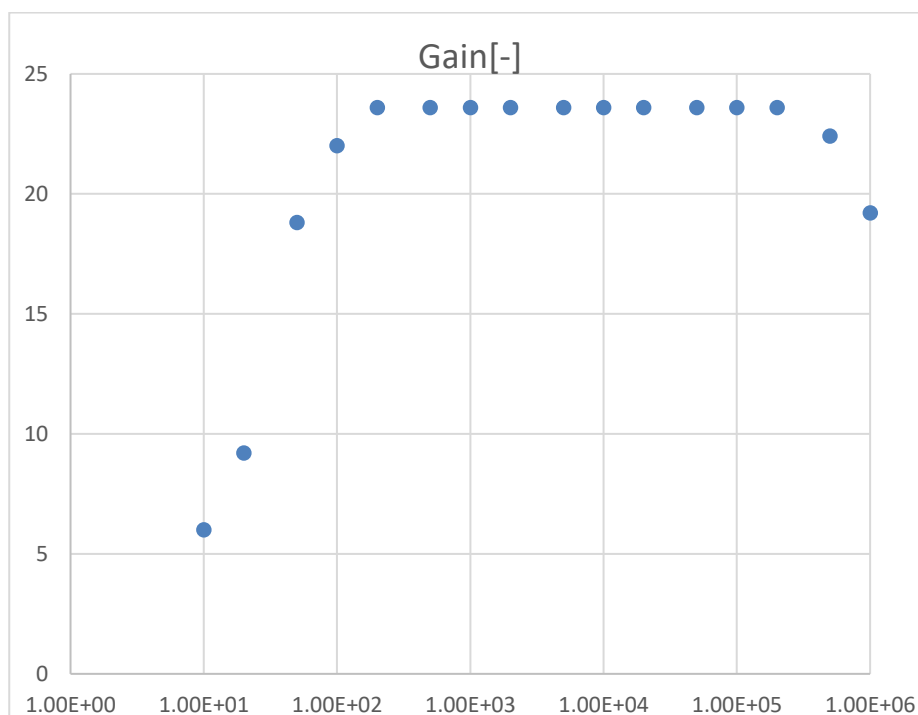
- 1) Mesure au repos :

V_e [V _{RMS}]	V_b [V _{RMS}]	V_{be} [V _{RMS}]	V_c [V _{RMS}]	I_c [A]
1.829	2.425	0.600	12	0.88

- 2) Mesure du Bode :

f[Hz]	V_b [V]	V_{rch}	Gain [-]
1.00E+01	0.1	0.6	6
2.00E+01	0.1	0.92	9.2

5.00E+01	0.1	1.88	18.8
1.00E+02	0.1	2.2	22
2.00E+02	0.1	2.36	23.6
5.00E+02	0.1	2.36	23.6
1.00E+03	0.1	2.36	23.6
2.00E+03	0.1	2.36	23.6
5.00E+03	0.1	2.36	23.6
1.00E+04	0.1	2.36	23.6
2.00E+04	0.1	2.36	23.6
5.00E+04	0.1	2.36	23.6
1.00E+05	0.1	2.36	23.6
2.00E+05	0.1	2.36	23.6
5.00E+05	0.1	2.24	22.4
1.00E+06	0.1	1.92	19.2



Nous pouvons observer que notre gain augmente jusqu'à 200Hz et est stable. A partir de 200kHz notre gain diminue.

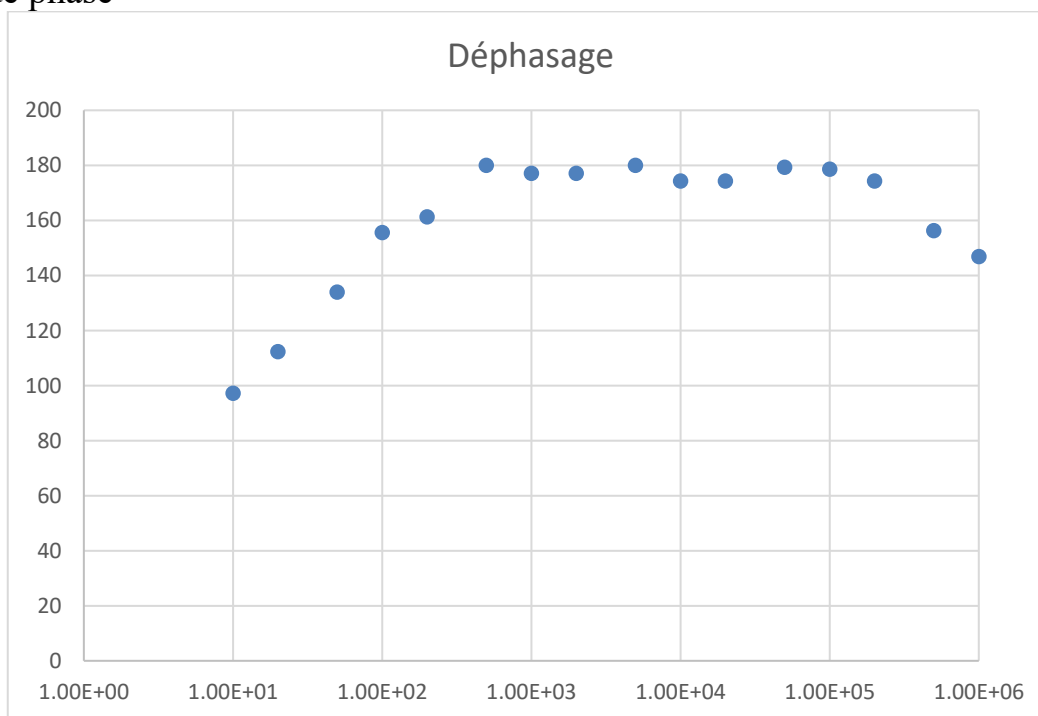
$$RC3 = R_c \parallel R_{ch} = \frac{9100 \cdot 33000}{9100 + 33000} = 7133 \Omega$$

$$f_c = \frac{1}{2\pi \cdot RC3 \cdot C3} = \frac{1}{2\pi \cdot 7133 \cdot 47 \cdot 10^{-9}} = 474 \text{ Hz}$$

La fréquence de coupure calculée n'est pas la même que sur le graphique. Cela est très certainement dû aux capacités parasites qui modifie un peu la fréquence de coupure.

3) Diagramme de phase

f[Hz]	Déphasage
1.00E+01	97.2
2.00E+01	112.32
5.00E+01	133.92
1.00E+02	155.52
2.00E+02	161.28
5.00E+02	180
1.00E+03	177.12
2.00E+03	177.12
5.00E+03	180
1.00E+04	174.24
2.00E+04	174.24
5.00E+04	179.28
1.00E+05	178.56
2.00E+05	174.24
5.00E+05	156.24
1.00E+06	146.88



Nous pouvons également remarquer que le déphasage se stabilise également à la fréquence de coupure est diminuée à la même fréquence que le gain.

4) Mesure impédance

Courant I_c mesurer à $24.4\mu A$

Tension V_b 100mV

Tension V_c 12V

Impédance d'entrée

$$Z_{in} = \frac{V_b}{I_c/\beta} = \frac{100 \cdot 10^{-3}}{\frac{24.4 \cdot 10^{-6}}{160}} = 655 k\Omega$$

$$Z_{out} = \frac{V_c}{I_c} = \frac{12}{24.4 \cdot 10^{-6}} = 491 k\Omega$$

5 Conclusion

Grace a se TP nous avons pu mettre en pratique la théorie vue et ainsi mieux comprendre le montage l'amplification en émetteur commun.

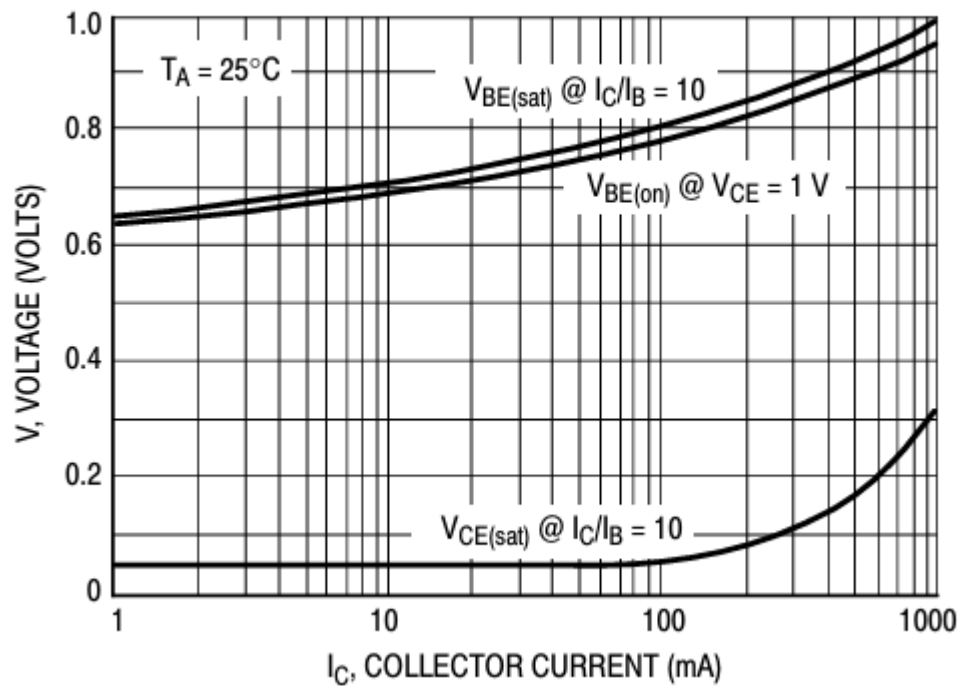
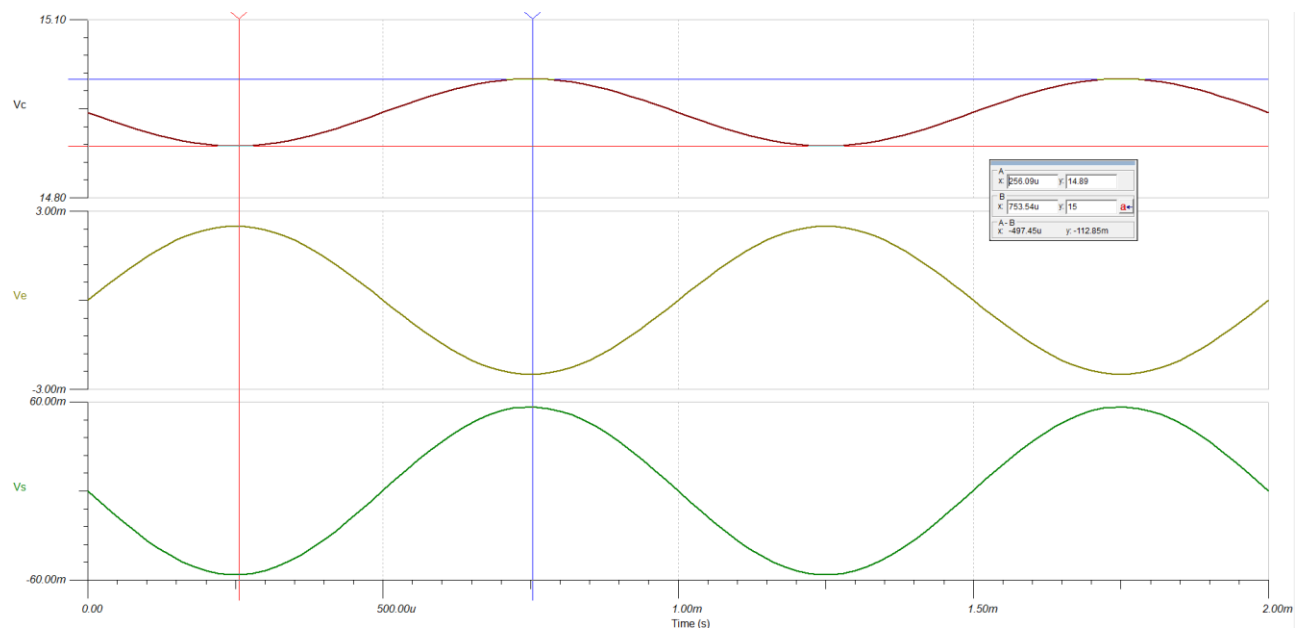
Pendant les mesures nous avons pu confirmer notre gain relatif calculé de 24,18 grâce à la simulation avec le diagramme de bode, nous avons trouvé un gain réel qui est de 23,6.

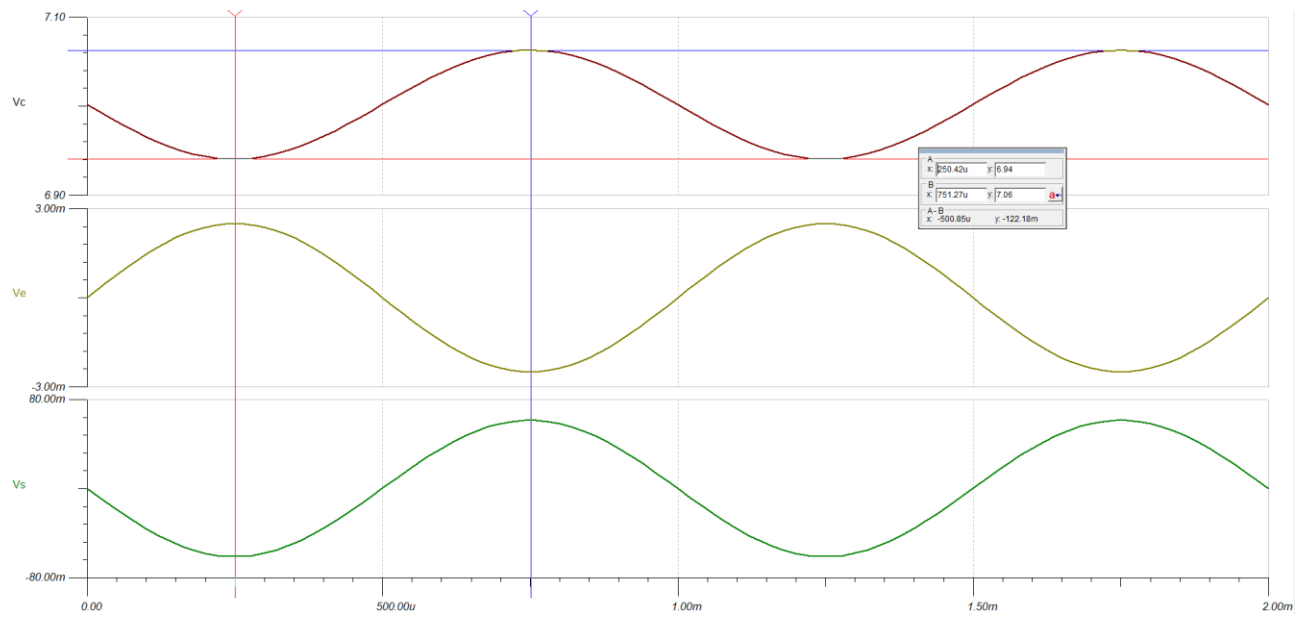
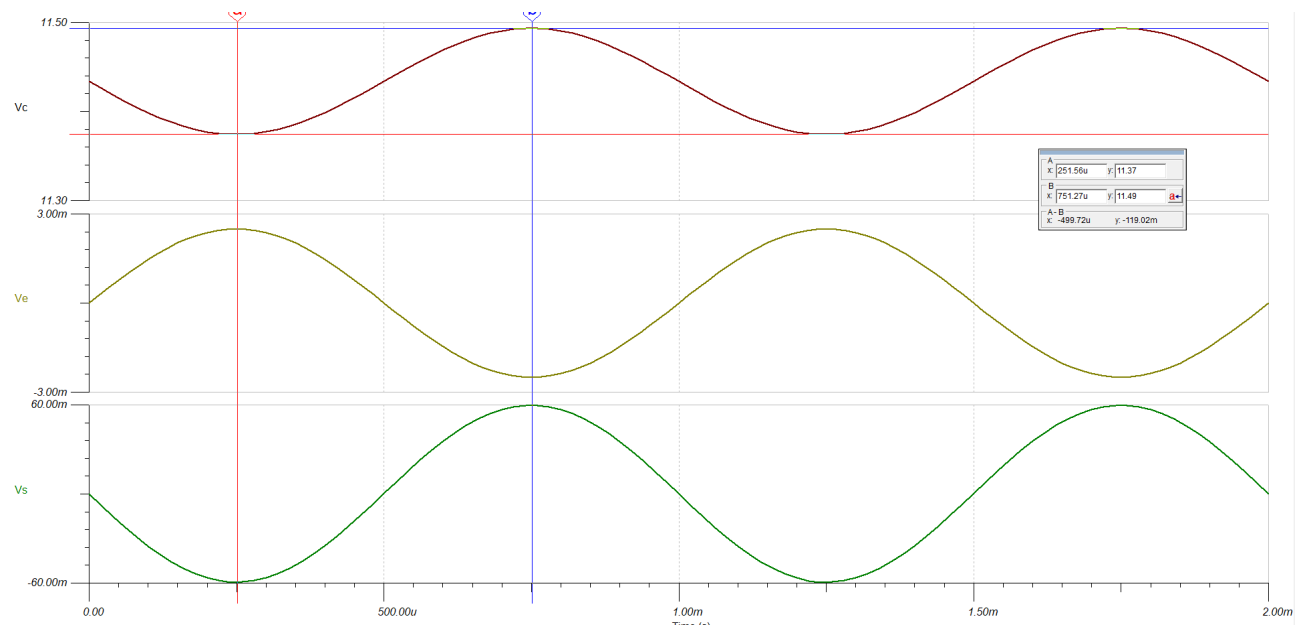
Avec le diagramme de phase nous voyons que le déphasage est bien correct dans la bande passante de notre montage.

Le 08.12.2025



6 Annexe

Figure 1 graphique pour V_{be} Figure 2 Amplitude @ $V_{pol} = 1,83$

Figure 3 Amplitude @ $V_{pol} = 3,68$ Figure 4 Amplitude @ $V_{pol} = 2,65V$