

Rapport de laboratoire

Ecole supérieure
Électronique Analogique

Salle R112

Transistor Ampli Emetteur Commun

Réalisé par :

Filipe Alexandre Oliveira Dias
Timéo Doleyres

A l'attention de :

Philippe Bovey
Juan José Moreno

Dates :

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

Table des matières :

Transistor Ampli Emetteur Commun	1
1 But	5
1.1 Dimensionnement théorique	5
2 Simulation partie 1	8
2.1 Simulation idéale.....	8
2.1.1 Liste de matérielle	8
2.1.2 Schéma de simulation.....	8
2.1.3 Réglage de simulation	8
2.1.4 Valeurs de simulation.....	9
2.1.5 Analyse de simulation	10
2.2 Simulation réelle	11
2.2.1 Liste de matérielle	11
2.2.2 Schéma de simulation.....	11
2.2.3 Réglage de simulation	11
2.2.4 Valeurs de simulation.....	12
2.2.5 Analyse de simulation	13
3 Simulation partie 2 déterminez le gain	14
3.1 Schéma de simulation.....	14
3.2 Calculs de Réglage de l'Alimentation Vpol	14
3.3 Réglage de simulation	14
3.4 Valeurs de simulation (Signal Sinusoïdale).....	15
3.5 Valeurs de simulation (Signal Triangulaire)	16
3.6 Calcul du gain	16
3.7 Analyse de simulation	16
4 Partie Pratique	17
4.1 Schéma de mesure	17
4.2 Liste de matériel.....	17
4.3 Méthode de mesure	18
4.4 Mesures	18
4.4.1 Diagrammes de Bode	19
4.4.2 Impédances	21
4.5 Analyse des mesures.....	21
5 Conclusion	21
6 Annexes.....	22
6.1 Bode de gain.....	22

1 But

Comprendre la conception et la réalisation d'un amplificateur à émetteur commun, en dimensionnant le montage de manière théorique, et le mesurer à l'aide de la simulation ainsi que par la pratique.

1.1 Dimensionnement théorique

Valeurs du cahier des charges :

$$V_{Alim} = 20V$$

$$V_E = 2V$$

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

$$R_L = 33k\Omega$$

$$I_{R1} = 20 * I_B$$

$$n = 2 \text{ (Nombre de filtre en cascades)}$$

Valeurs de la datasheet :

$$h_{FE\text{ min}} = 160$$

$$V_{CE\text{ sat}} = 0.7V$$

Valeurs choisit :

$$A_V = 50$$

$$f_C = 50Hz$$

Valeurs de la simulation :

$$V_{BE} = 745mV$$

Calcul de R_E :

$$V_B = V_{R2} = V_E + V_{BE} = 2 + 0.745 = 2.745V$$

$$V_{R1} = V_{Alim} - V_B = 20 - 2.745 = 17.26V$$

$$h_{FE} > 100 \Rightarrow I_{C\text{ Repos}} \cong I_E \Rightarrow R_E = \frac{V_E}{I_{C\text{ Repos}}} = \frac{2}{1 * 10^{-3}} = 2k\Omega$$

Calcul de R_1 et R_2 :

$$I_B = \frac{I_E}{(h_{FE\text{ min}} + 1)} = \frac{1 * 10^{-3}}{(160 + 1)} = 6.211\mu A$$

$$I_{R1} \cong I_{pol} = 20 * I_B = 20 * 6.211 = 124.2\mu A$$

$$R_1 = \frac{V_{R1}}{I_{R1}} = \frac{17.26}{124.2 * 10^{-6}} = 139k\Omega$$

$$R_2 = \frac{V_B}{I_{pol}} = \frac{2.745}{124.2 * 10^{-6}} = 22.1k\Omega$$

Calcul de R_C :

$$Plage\ d'Excursion = V_{Alim} - (V_E + V_{CE\ sat}) = 20 - (2 + 0.7) = 17.3V$$

$$V_{C\ Repos} = V_E + V_{CE\ sat} + \frac{Plage\ d'Excursion}{2} = 2 + 0.7 + \frac{17.3}{2} = 11.35V$$

$$R_C = \frac{V_{C\ Repos}}{I_{C\ Repos}} = \frac{11.35}{1 * 10^{-3}} = 11.35k\Omega$$

Calcul de R_{e1} et R_{e2} :

$$r_e = \frac{25mV}{I_E} = \frac{25mV}{1mA} = 25\Omega$$

$$A_V = - \frac{R_C}{R_{e1} + r_e} \Rightarrow R_{e1} = \left| -\frac{R_C}{A_V} - r_e \right| = \left| -\frac{11.35 * 10^3}{50} - 25 \right| = 252\Omega$$

$$R_{e2} = R_E - R_{e1} = 2000 - 252 = 1748\Omega$$

Calcul de C_1 , C_2 et C_3 :

$$f_c = \frac{1}{2 * \pi * (R_L + R_C) * C_3} \Rightarrow C_3 = \frac{1}{2 * \pi * (R_L + R_C) * f_c}$$

$$= \frac{1}{2 * \pi * (33 * 10^3 + 11.35 * 10^3) * 50} = 71.77nF$$

$$X_{C2} \leq \frac{R_{e1} + r_e}{20} = \frac{252 + 25}{20} = 13.85\Omega$$

$$X_{C2} = \frac{1}{2 * \pi * f_c * C_2} \Rightarrow C_2 = \frac{1}{2 * \pi * f_c * X_{C2}} = \frac{1}{2 * \pi * 50 * 13.85} = 229.8\mu F$$

$$f'_c = f_c * \sqrt{2^{\frac{1}{n}} - 1} = 50 * \sqrt{2^{\frac{1}{2}} - 1} = 32.18Hz$$

$$Z_e = R_1 // R_2 // ((R_{e1} + r_e) * h_{FE}) = 139 * 10^3 // 22.1 * 10^3 // ((252 + 25) * 160)$$

$$= 13.33k\Omega$$

$$f'_c = \frac{1}{2 * \pi * Z_e * C_1} \Rightarrow C_1 = \frac{1}{2 * \pi * Z_e * f'_c} = \frac{1}{2 * \pi * 13.33 * 10^3 * 32.18} = 371n$$

Valeurs des composants Réels :

$$R_1 = 139k\Omega \Rightarrow 130k\Omega$$

$$R_2 = 22.1k\Omega \Rightarrow 22k\Omega$$

$$R_C = 11.35k\Omega \Rightarrow 10k\Omega$$

$$R_{e1} = 252\Omega \Rightarrow 240\Omega$$

$$R_{e2} = 1748\Omega \Rightarrow 1.8k\Omega$$

$$C_1 = 371nF \Rightarrow 369nF = 100nF + 100nF + 100nF + 47nF + 22nF$$

$$C_2 = 229.8\mu F \Rightarrow 200\mu F = 100\mu F + 100\mu F$$

$$C_3 = 71.77nF \Rightarrow 69nF = 47nF + 22nF$$

Fréquence de coupure réel :

$$f_{c\text{ réel}} = \frac{1}{2 * \pi * (R_L + R_C) * C_3} = \frac{1}{2 * \pi * (33 * 10^3 + 10 * 10^3) * 69 * 10^{-9}} = 53.64Hz$$

$$Z_{e\text{ réel}} = R_1 // R_2 // ((R_{e1} + r_e) * h_{FE}) = 130 * 10^3 // 22 * 10^3 // ((240 + 25) * 160) = 13.03k\Omega$$

$$f_{c\text{ réel}}' = \frac{1}{2 * \pi * Z_{e\text{ réel}} * C_1} = \frac{1}{2 * \pi * 13.03 * 10^3 * 369 * 10^{-9}} = 33.1Hz$$

Gain réel :

$$A_{V\text{ réel}} = \left| - \frac{R_C}{R_{e1} + r_e} \right| = \left| - \frac{10 * 10^3}{240 + 25} \right| = 37.73$$

Courant du collecteur au repos réel :

$$I_{C\text{ Repos}} \cong I_E \Rightarrow I_{C\text{ Repos}} = \frac{V_E}{R_E} = \frac{2}{240 + 1800} = 0.98mA$$

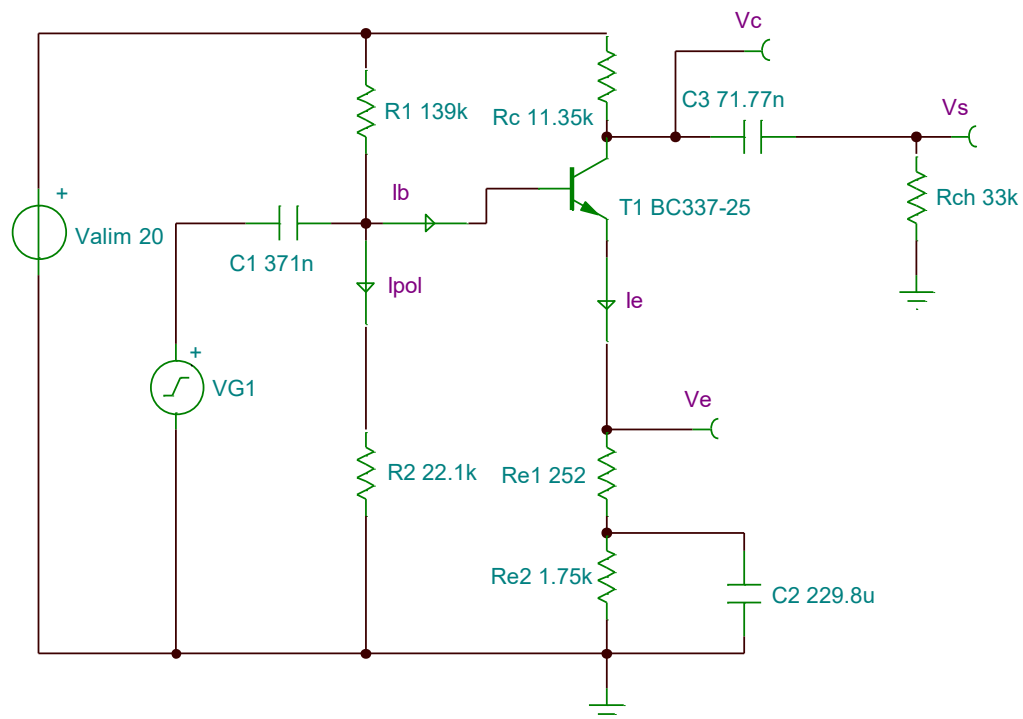
2 Simulation partie 1

2.1 Simulation idéale

2.1.1 Liste de matérielle

Nom	Type	Valeur
R1	Résistance	139k Ω
R2	Résistance	22.1k Ω
Rc	Résistance	11.35k Ω
Re1	Résistance	252 Ω
Re2	Résistance	1.75k Ω
Rch	Résistance	33k Ω
C1	Condesateur	371nF
C2	Condesateur	229.8 μ F
C3	Condesateur	71.77nF
T1	Transistor	BC337-25

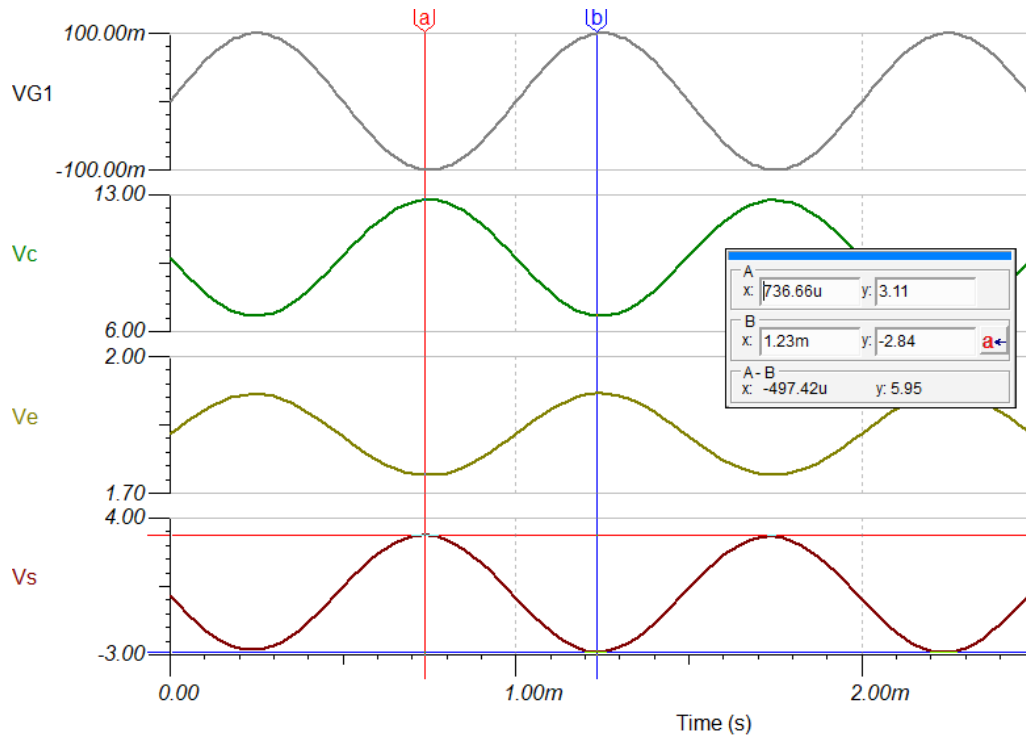
2.1.2 Schéma de simulation



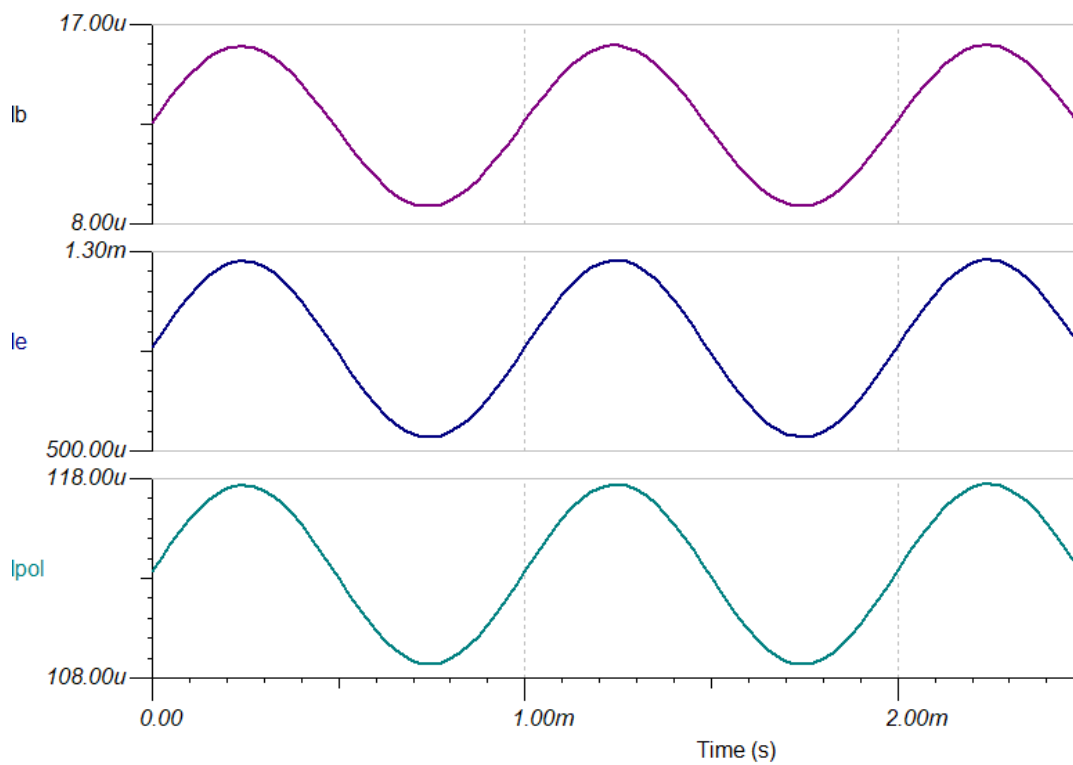
2.1.3 Réglage de simulation

- Alimentation V_{Alim} à 20V DC.
- Générateur de fonction VG1 :
 - Signal : Sinusoïdale.
 - Amplitude : 200mVp
 - Fréquence : 1k

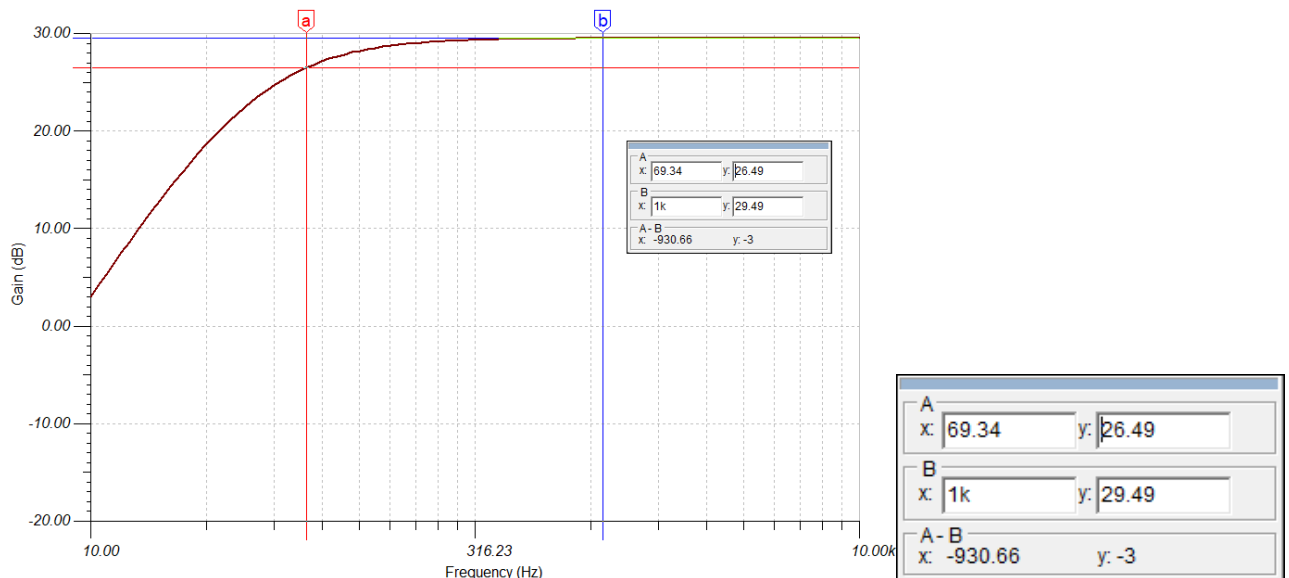
2.1.4 Valeurs de simulation



Simulation des tensions avec 1kHz et 200mV



Simulation des courant à 1kHz et 200mV



Simulation du gain de sortie et de la fréquence de coupure

Simulation des conditions de repos :

I_e : 916 μ A

V_e : 1.83V

V_c : 9.76V

V_s : 0V

2.1.5 Analyse de simulation

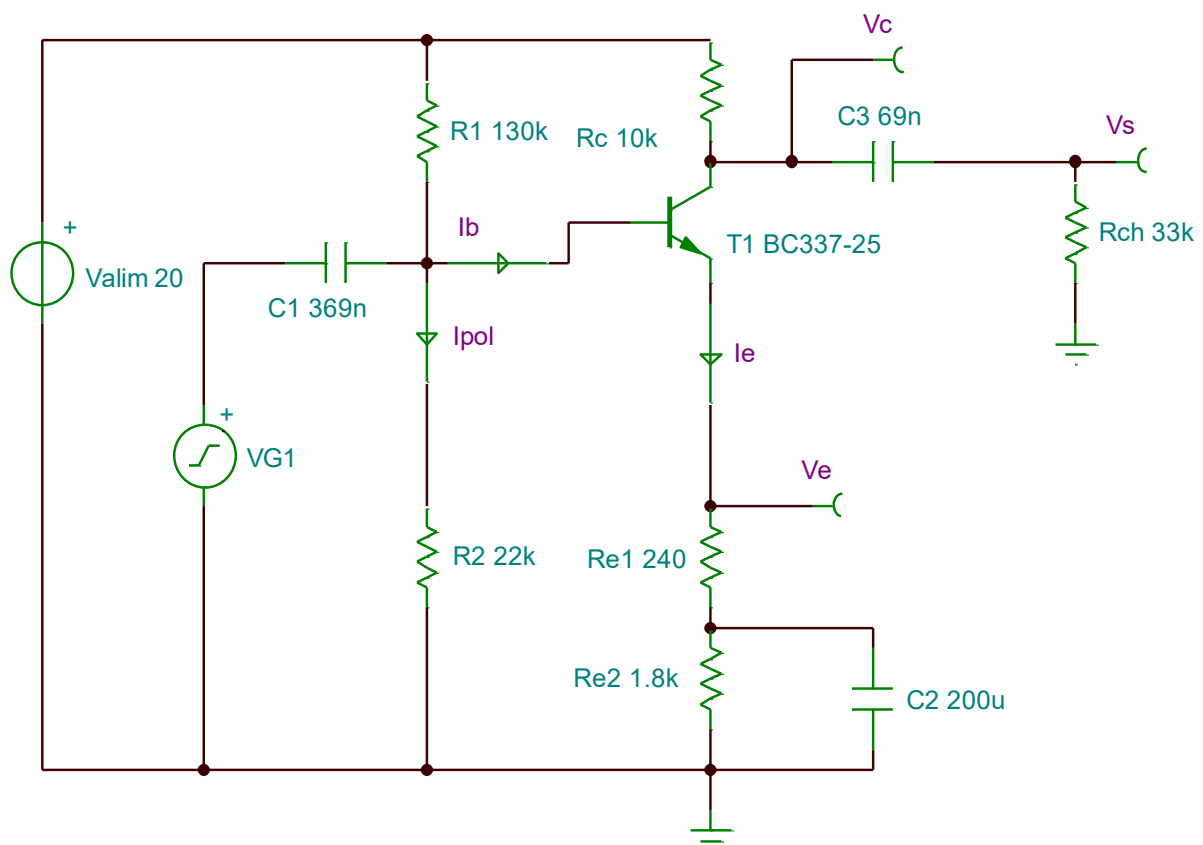
Comme nous le montre la simulation, tous les calculs effectués dans le dimensionnement sont corrects et dans les normes demandées dans la consigne.

2.2 Simulation réelle

2.2.1 Liste de matérielle

Nom	Type	Valeur
R1	Résistance	130k Ω
R2	Résistance	22k Ω
Rc	Résistance	10k Ω
Re1	Résistance	240 Ω
Re2	Résistance	1.8k Ω
Rch	Résistance	33k Ω
C1	Condesateur	369nF
C2	Condesateur	200 μ F
C3	Condesateur	69nF
T1	Transistor	BC337-25

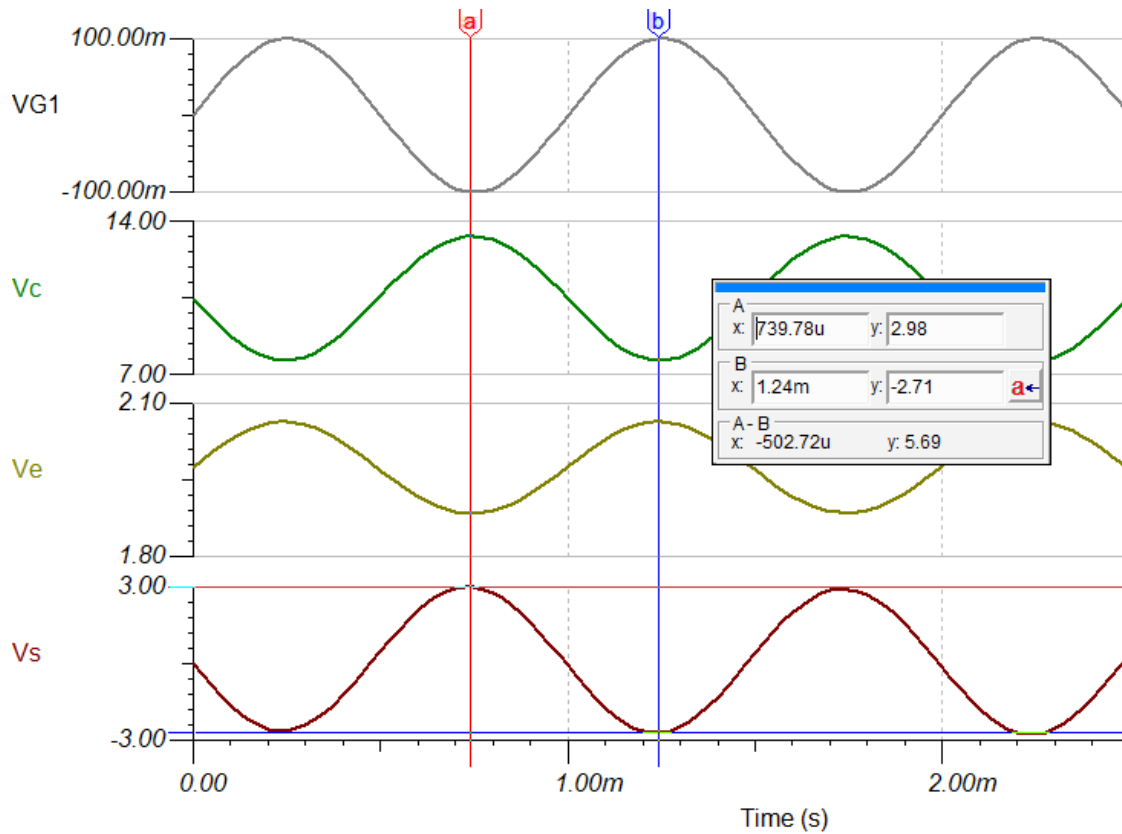
2.2.2 Schéma de simulation



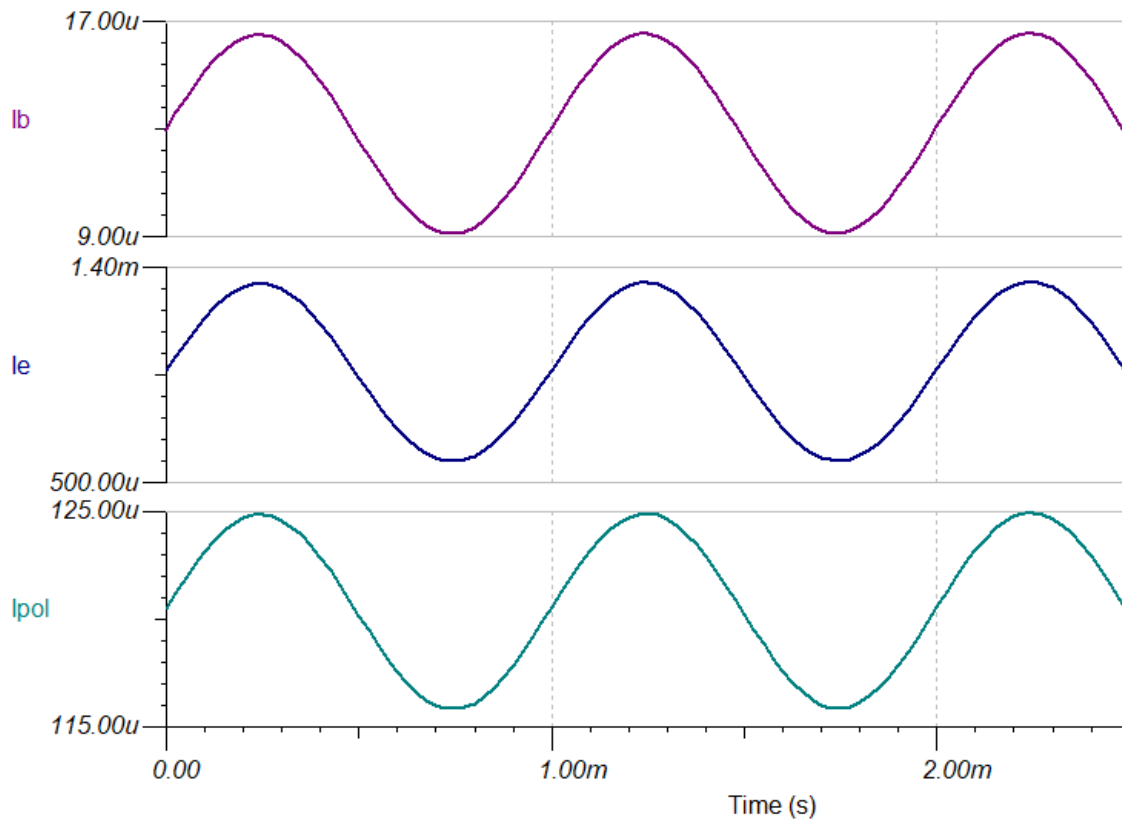
2.2.3 Réglage de simulation

- Alimentation V_{Alim} à 20V DC.
- Générateur de fonction VG1 :
 - Signal : Sinusoïdale.
 - Amplitude : 200mVp
 - Fréquence : 1k

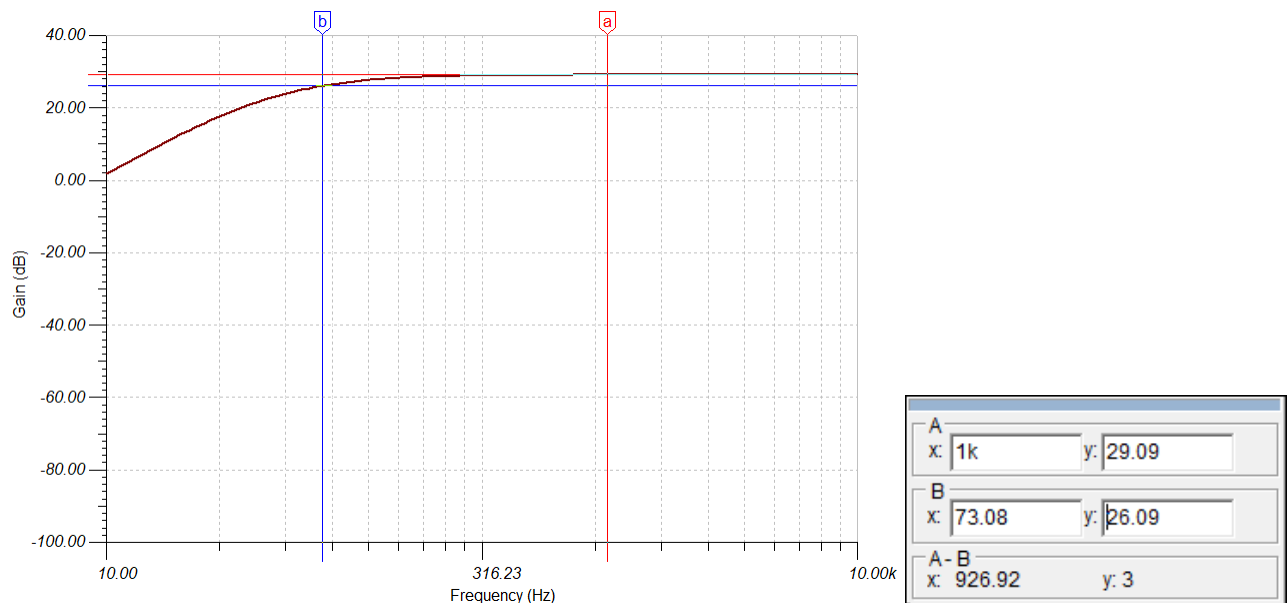
2.2.4 Valeurs de simulation



Simulation des tensions avec 1kHz et 200mV



Simulation des courant à 1kHz et 200mV



Simulation du gain de sortie et de la fréquence de coupure

Simulation des conditions de repos :

I_e : 968.4 μ A

V_e : 1.98

V_c : 10.45V

V_s : 0V

2.2.5 Analyse de simulation

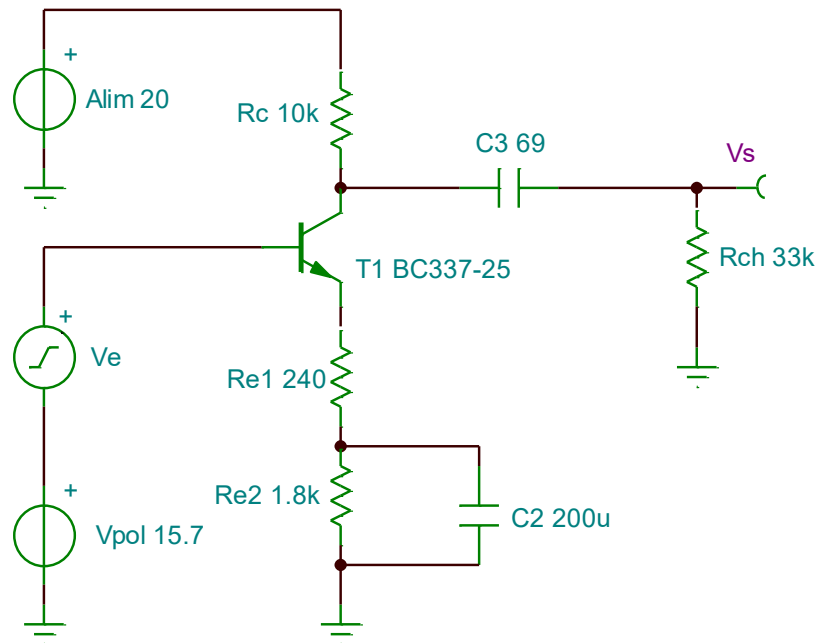
Tableau de simulation :

Simulation	Gain [dB]	Freq. Coup. [Hz]	V_s	V_c	V_e	I_e [μ A]
Idéal	26.49	69.34	0	9.76	1.83	916
Réel	29.09	73.08	0	10.45	1.98	968.4

Après avoir changé toutes les valeurs des composants par des valeurs de la série E12, nous pouvons voir que les résultats de simulation sont toujours dans les tolérances données dans la consigne, voire meilleurs pour le gain et le courant I_c au repos.

3 Simulation partie 2 déterminez le gain

3.1 Schéma de simulation



3.2 Calculs de Réglage de l'Alimentation Vpol

$$V_{C\text{ Repos1}} = 15V$$

$$V_{C\text{ Repos2}} = 7V$$

$$V_{C\text{ Repos3}} = V_{C\text{ Repos Théorique}} = 11.35V$$

$$V_{pol1} = V_{C\text{ Repos1}} + V_{BE} = 15 + 0.7 = 15.7V$$

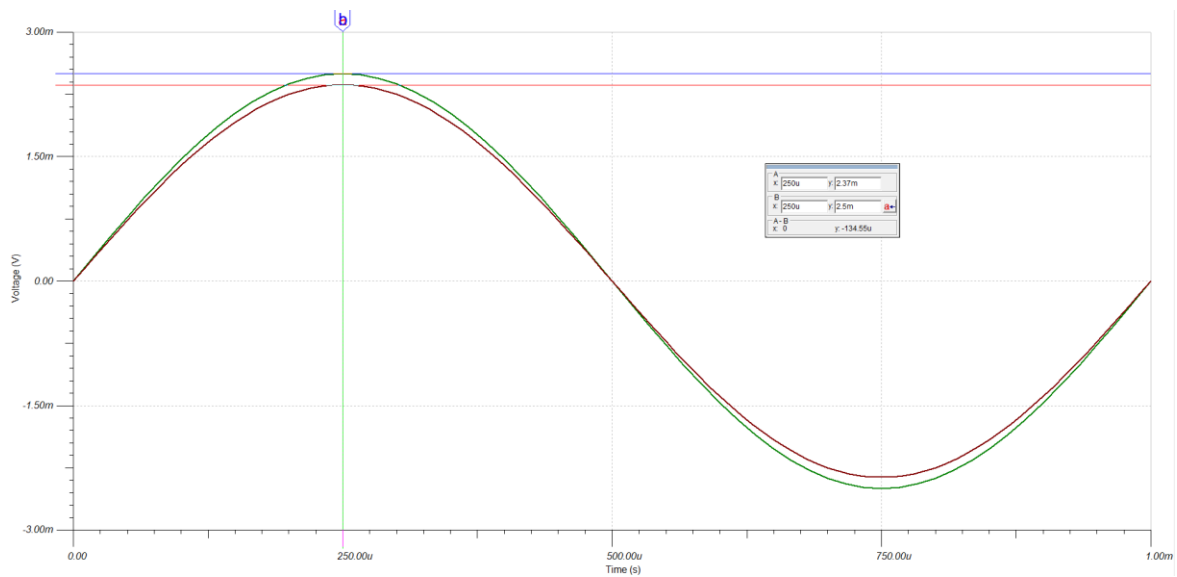
$$V_{pol2} = V_{C\text{ Repos2}} + V_{BE} = 7 + 0.7 = 7.7V$$

$$V_{pol3} = V_{C\text{ Repos1}} + V_{BE} = 11.35 + 0.7 = 12.05V$$

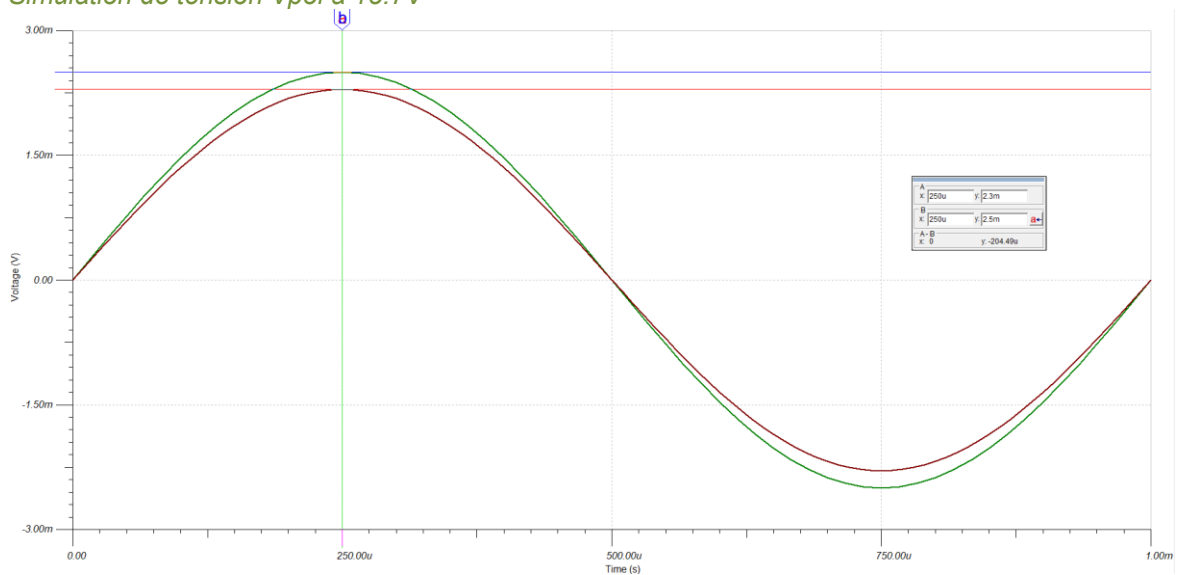
3.3 Réglage de simulation

- Alimentation V_{Alim} à 20V DC.
- Générateur de fonction V_e :
 - Signal : Sinusoïdale et Triangulaire
 - Amplitude : 5mVpp
 - Fréquence : 10kHz
- Alimentation V_{pol} à 15.7V, 7.7V et 12.05V

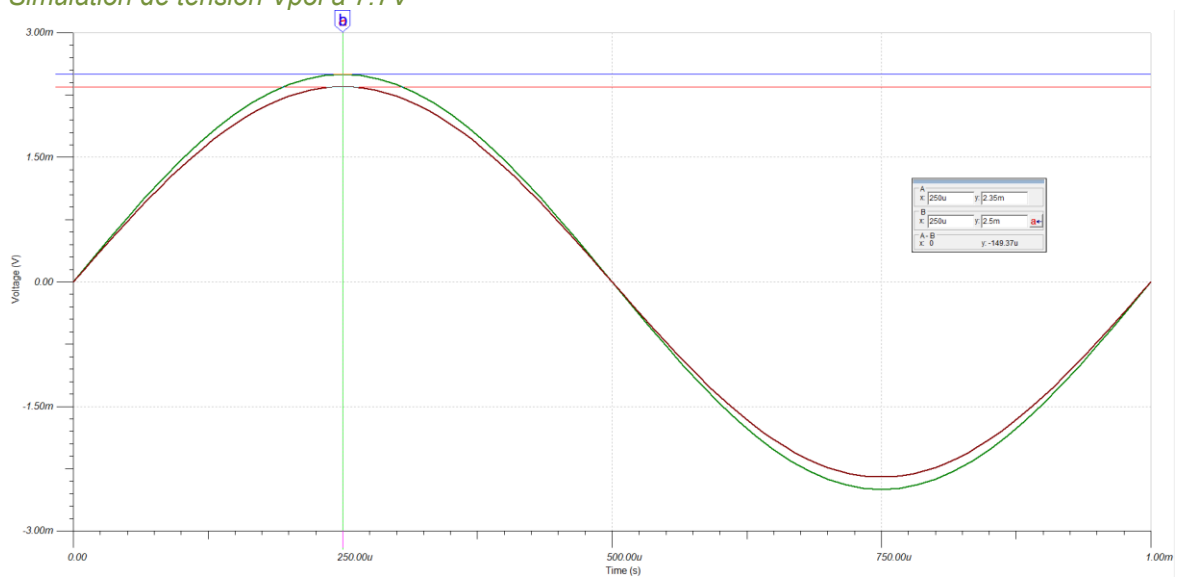
3.4 Valeurs de simulation (Signal Sinusoïdale)



Simulation de tension Vpol à 15.7V

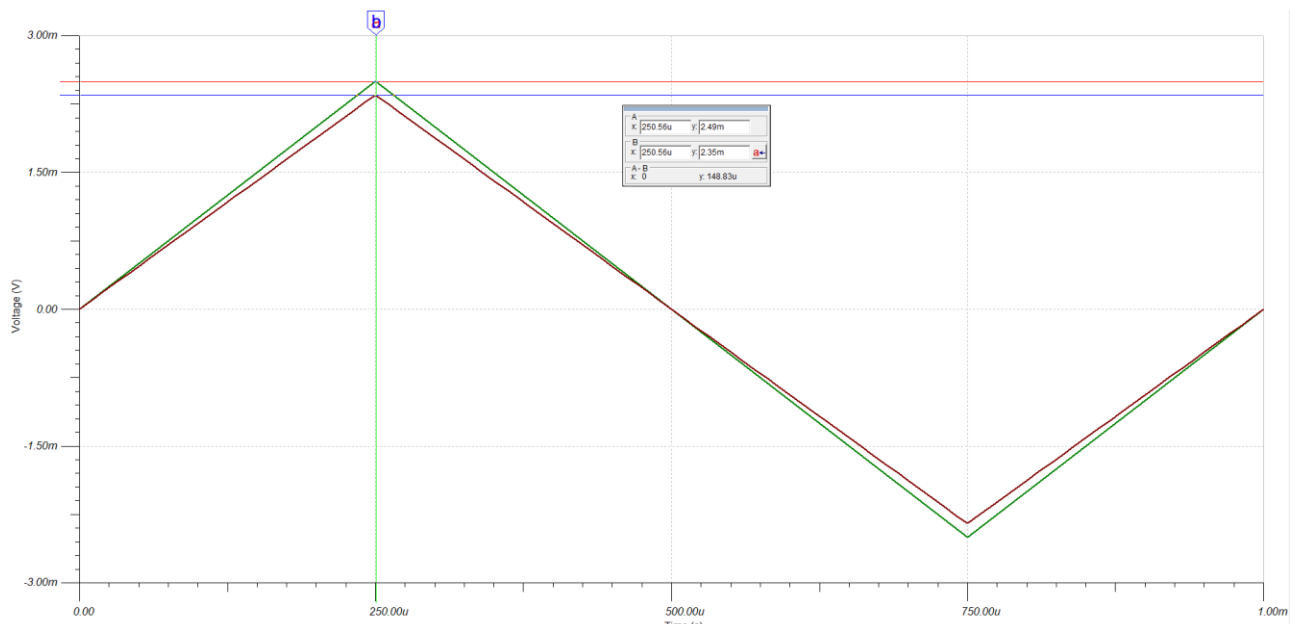


Simulation de tension Vpol à 7.7V



Simulation de tension Vpol à 12.05V

3.5 Valeurs de simulation (Signal Triangulaire)



Simulation de tension avec un signal triangulaire

3.6 Calcul du gain

$$U_{Ve} = 5\text{mV}$$

$$V_{S1} = 4.74\text{mV}$$

$$V_{S2} = 4.6\text{mV}$$

$$V_{S3} = 4.7\text{mV}$$

$$V_{STriangle} = 4.7\text{mV}$$

$$Gain_{Sin1} = \frac{V_{S1}}{U_{Ve}} = \frac{4.74}{5} = 0.948$$

$$Gain_{Sin2} = \frac{V_{S2}}{U_{Ve}} = \frac{4.6}{5} = 0.92$$

$$Gain_{Sin3} = \frac{V_{S3}}{U_{Ve}} = \frac{4.7}{5} = 0.94$$

$$Gain_{Triangle} = \frac{V_{STriangle}}{U_{Ve}} = \frac{4.7}{5} = 0.94$$

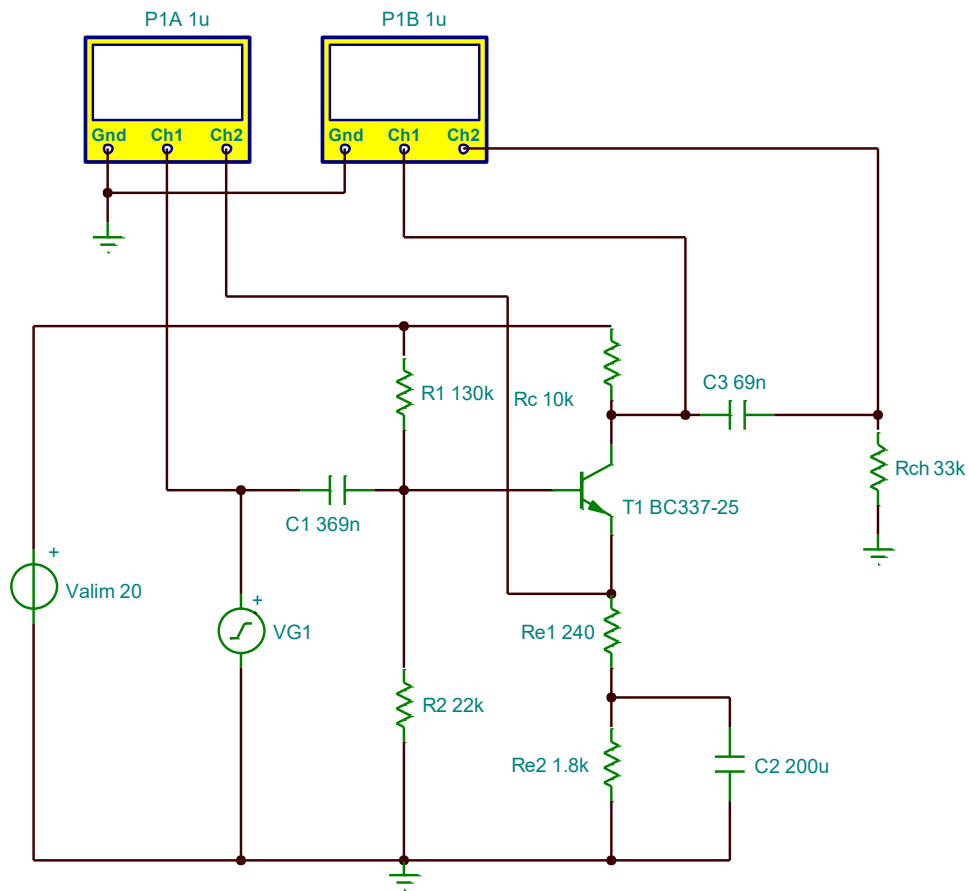
3.7 Analyse de simulation

Après plusieurs simulations, on a pu observer que le gain varie selon la tension V_{pol} . Lorsque la tension V_{pol} augmente, le gain augmente, et à l'inverse, lorsque cette tension diminue, le gain diminue.

Il est également possible de constater que, peu importe la forme du signal d'entrée et sa fréquence, cela n'affecte en rien le gain. Le gain de ce montage est donc prédéfini par rapport à la tension V_{pol} , et non par rapport à la forme ou à la fréquence du signal V_e .

4 Partie Pratique

4.1 Schéma de mesure



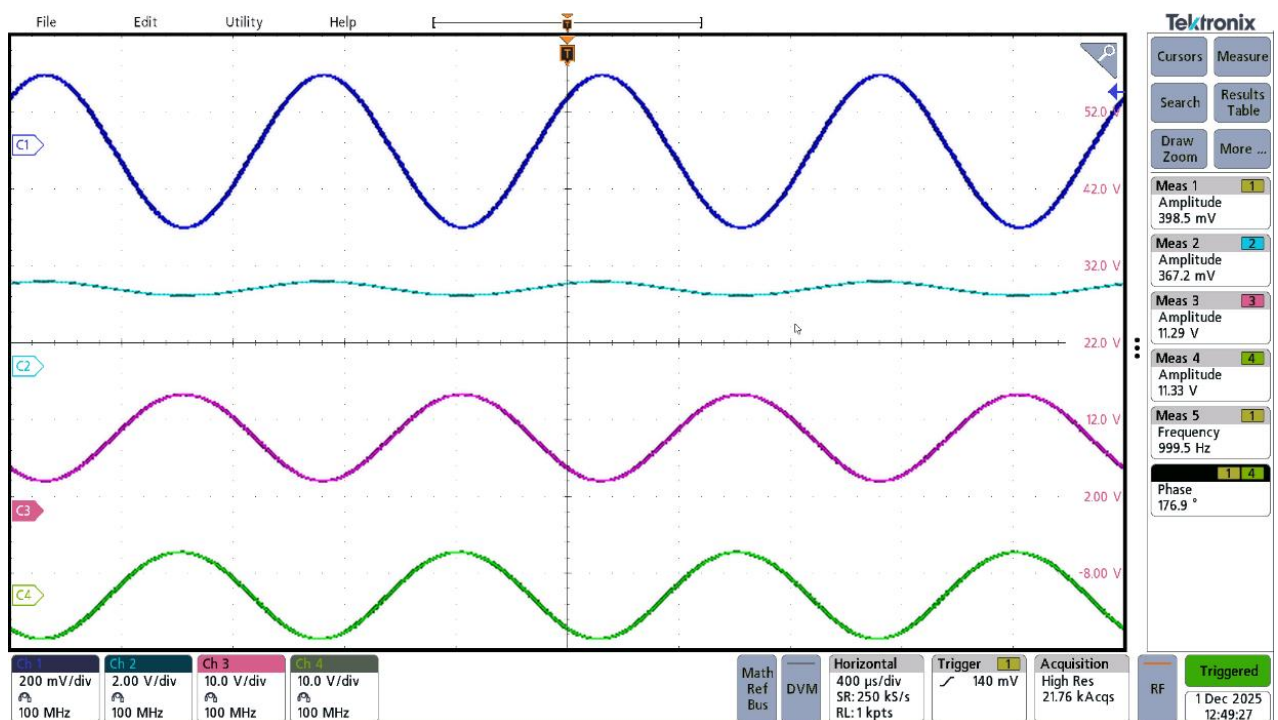
4.2 Liste de matériel

Désignation	Type	Modèle	Numéro
V_{Alim}	Alimentation DC	G ^W Instek GPS-3303	ES.SLO1.00.02.13
V_{G1}	Générateur de fréquence	G ^W Instek AFG-2225	ES.SLO1.04.00.27
P1	Oscilloscope	Tektronix MDO34	ES.SLO1.04.00.47

4.3 Méthode de mesure

1. Montage du circuit sur une plaque de test.
2. Réglage de l'alimentation à 20 V DC.
3. Réglage du générateur de fréquence :
 - a. Fréquence de 10 Hz à 1 MHz.
 - b. Amplitude : 200 mVpp.
 - c. Forme du signal : sinusoïdal.
4. Réglage de l'oscilloscope :
 - a. Trigger sur CH1.
 - b. Échelle horizontale à 400 μ s/div.
 - c. Échelle verticale :
 - CH1 : 200 mV/div
 - CH2 : 2 V/div
 - CH3 et CH4 : 10 V/div
 - d. Mesures automatiques :
 - CH1 amplitude
 - CH4 amplitude
 - CH1-CH4 phase
 - CH1 fréquence
5. Effectuer une mesure de tension et de phase de la sortie de 10 Hz à 1 MHz par pas de 1, 2 et 5. Puis effectuer un diagramme de Bode pour le gain et la phase.
6. Effectuer également une mesure de V_s , V_e , V_{be} et le sans signal d'entrée.
7. Mesurer le courant à l'entrée et à la sortie de l'amplificateur afin de calculer les deux impédances.

4.4 Mesures



Oscillogramme de tous les signaux à 1kHz et 200mVpp d'entrée

4.4.1 Conditions de repos

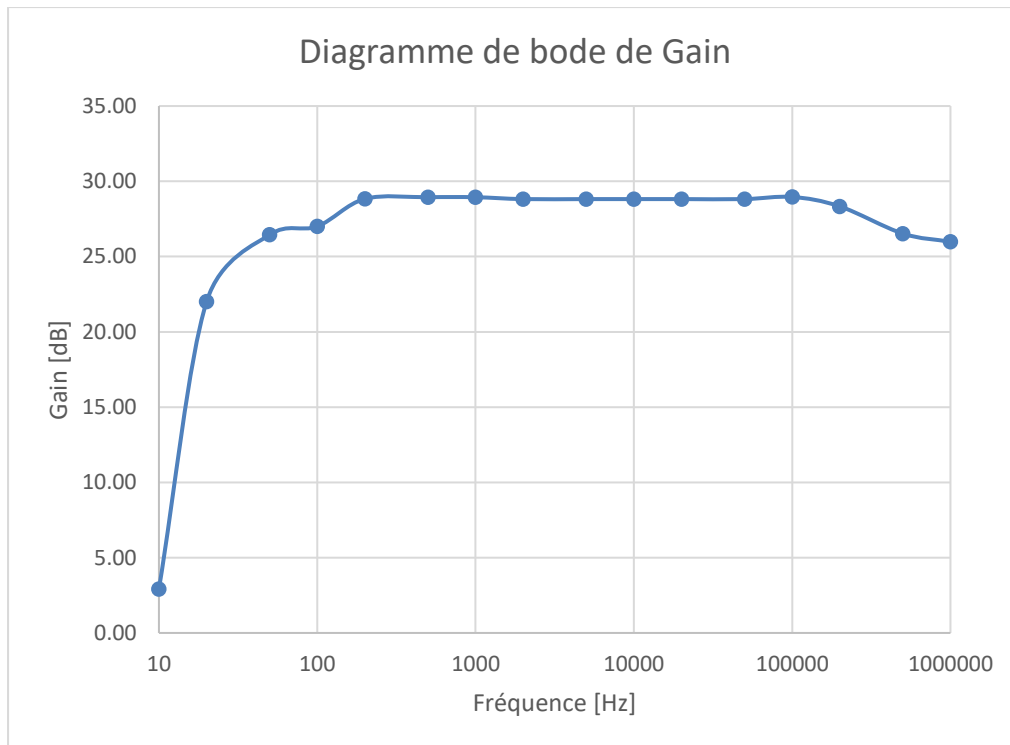
$V_s : 0V$

$V_e : 2.169V$

$V_c : 9.64V$

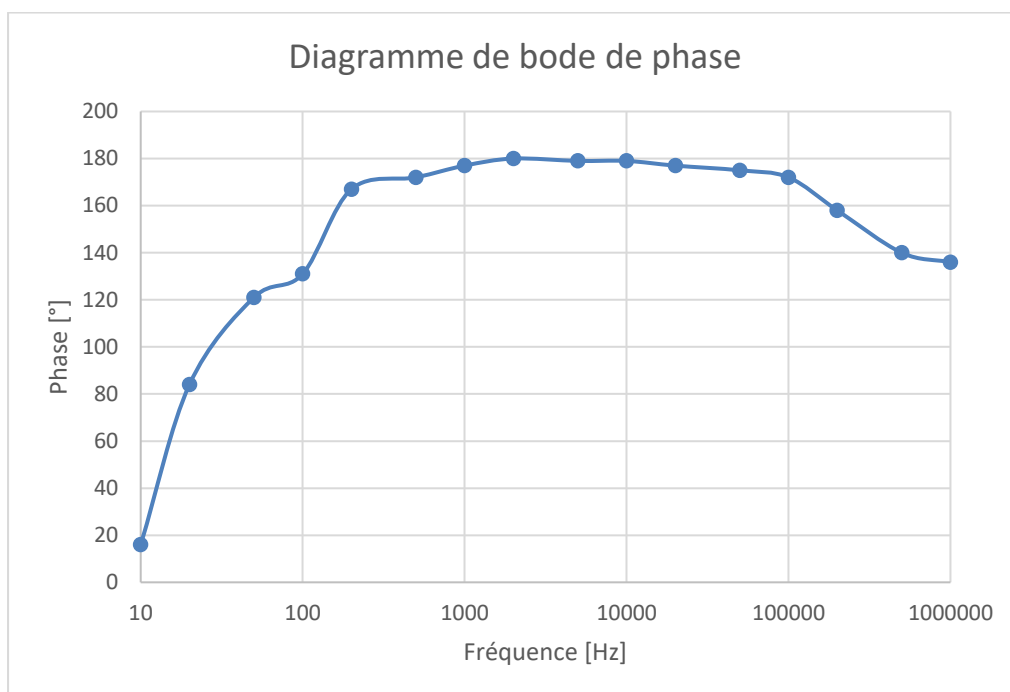
$I_e : 1.01mA$

4.4.2 Diagrammes de Bode



Grâce à la courbe et aux tableaux de valeurs, on peut voir que notre gain maximal est de 28,94 et que la fréquence de coupure est d'environ 50 Hz.

On voit également que le gain chute légèrement à partir de 200 kHz.



On voit que lorsque le gain est maximal, la phase est proche de 180° , car il y a deux condensateurs dans le trajet du signal. Chaque condensateur produit un déphasage pouvant atteindre 90° autour de sa fréquence de coupure. Le signal est donc inversé en sortie, dans la bande de fréquence utile de l'amplificateur.

Tableau de valeurs :

Fréquence [Hz]	Tension [V]	Gain [dB]	Phase [°]
10	0,28	2,92	16
20	2,52	22,01	84
50	4,2	26,44	121
100	4,48	27,00	131
200	5,53	28,83	167
500	5,6	28,94	172
1000	5,6	28,94	177
2000	5,52	28,82	180
5000	5,52	28,82	179
10000	5,52	28,82	179
20000	5,52	28,82	177
50000	5,52	28,82	175
100000	5,611	28,96	172
200000	5,22	28,33	158
500000	4,24	26,53	140
1000000	3,983	25,98	136

4.4.3 Impédances

Impédance d'entrée :

Tension d'entrée : 197mVpp

Courant d'entrée : 4.7μA

$$Z_{in} = \frac{\frac{197 * 10^{-3}}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{4.7 * 10^{-6}}} = 14.8k\Omega$$

Impédance de sortie :

Tension de sortie : 5.5Vpp

Courant de sortie : 60.1 μA

$$Z_{out} = \frac{\frac{5.5}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{60.1 * 10^{-6}}} = 32.4k\Omega$$

4.5 Analyse des mesures

	Gain [dB]	Freq. Coup. [Hz]	Vs	Vc	Ve	Ie [μA]
Simulation	29.09	73.08	0	10.45	1.98	968.4
Mesures	28.94	~50	0	9.64	2.169	1010

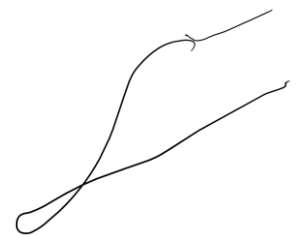
Comme nous pouvons le voir, les mesures restent très proches des valeurs calculées et simulées. Toutes nos mesures respectent les valeurs demandées dans la consigne.

Les autres oscillogrammes pour le Bode de gain et de phase sont dans les [annexes](#)

5 Conclusion

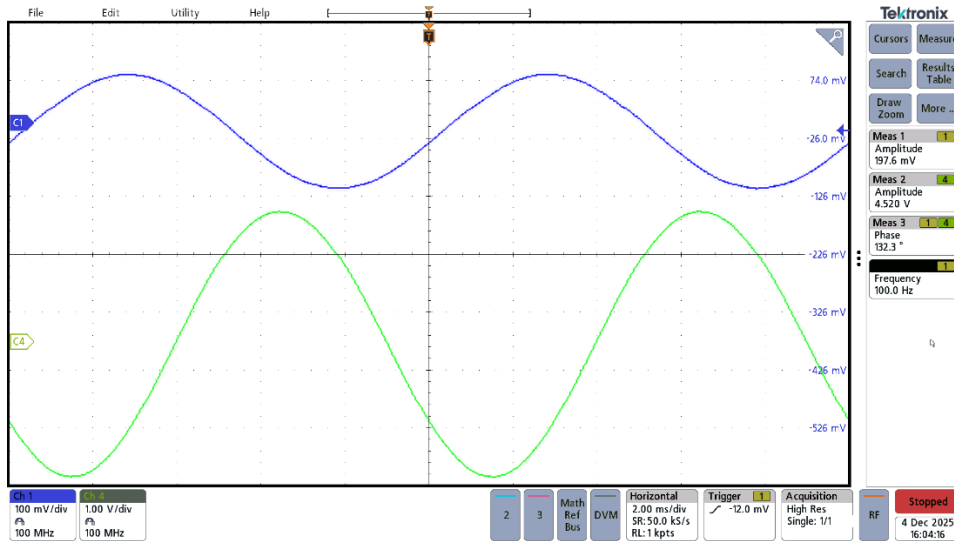
Ce laboratoire nous a permis de concevoir, simuler puis mesurer un amplificateur à émetteur commun en respectant le cahier des charges. Les résultats pratiques sont très proches des valeurs théoriques et simulées, ce qui valide le dimensionnement du montage ainsi que son fonctionnement. De légers écarts apparaissent aux hautes fréquences, dus aux limites du transistor, mais l'amplificateur reste globalement conforme à ce qui était demandé.

T. Dolevres

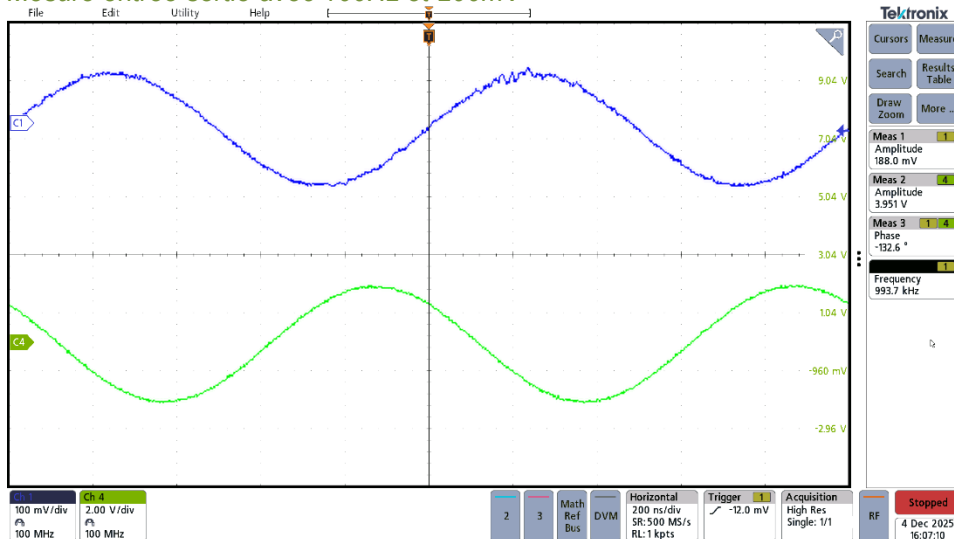


6 Annexes

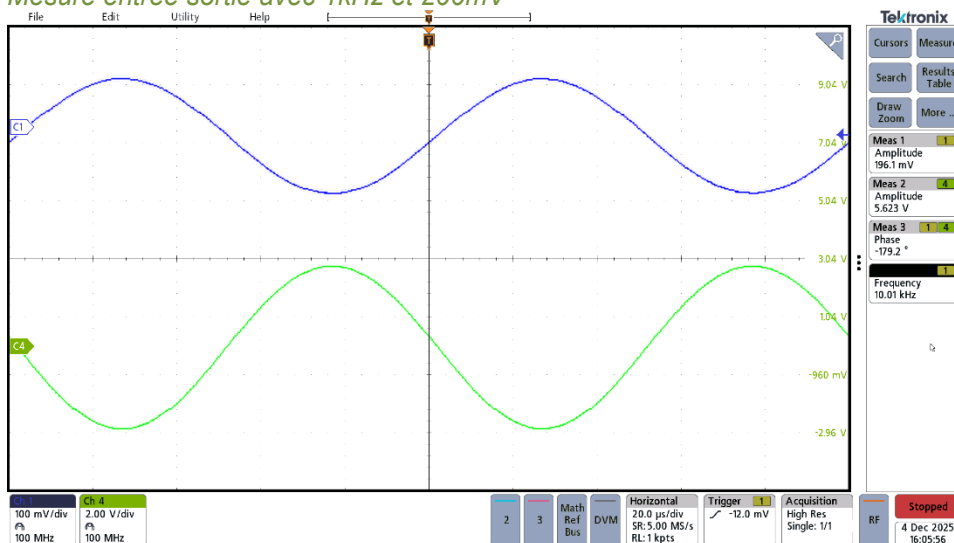
6.1 Bode de gain



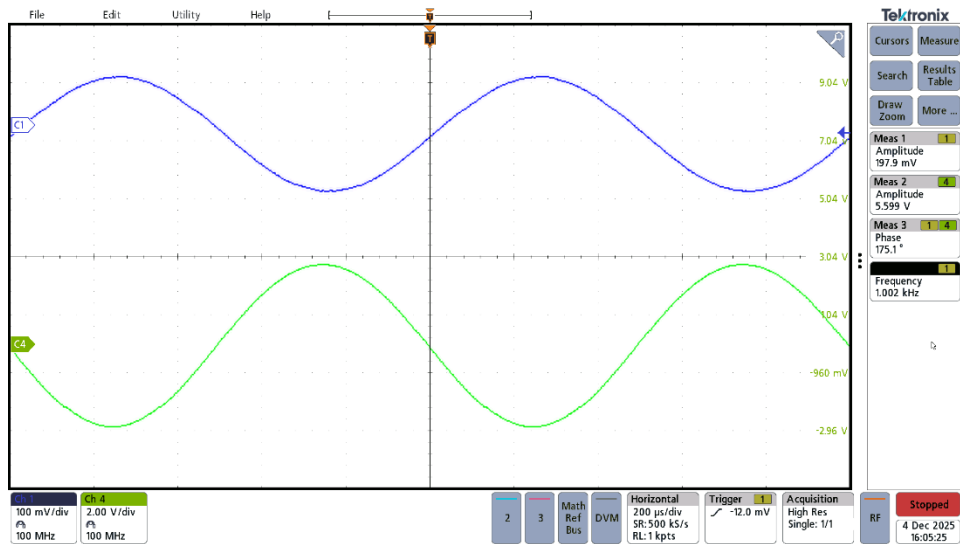
Mesure entrée sortie avec 100Hz et 200mV



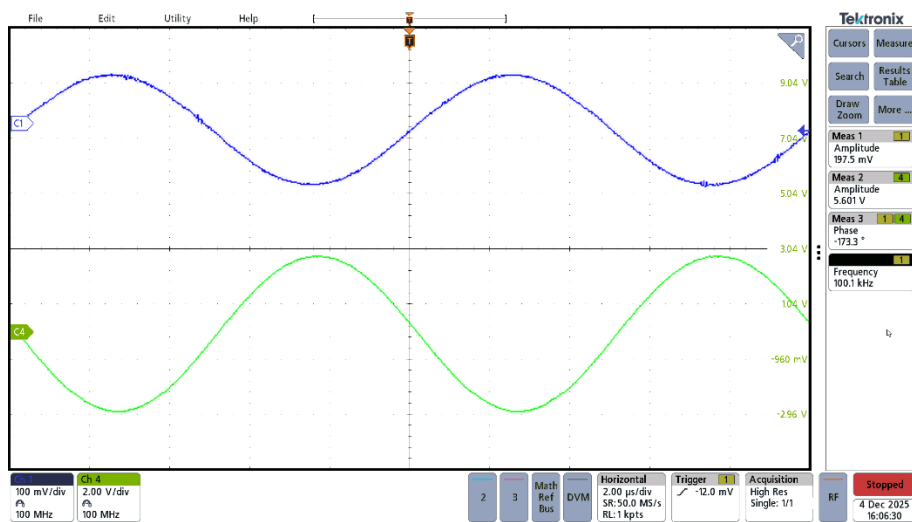
Mesure entrée sortie avec 1kHz et 200mV



Mesure entrée sortie avec 10kHz et 200mV



Mesure entrée sortie avec 100kHz et 200mV



Mesure entrée sortie avec 1MHz et 200mV