

# 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 :

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

$$V_E = 2V$$

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

$$R_L = 33k\Omega$$

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

$n = 2$  (Nombre de filtre en cascades)

Valeurs de la datasheet :

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

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

Valeurs choisis :

$$A_v = 50$$

$$f_C = 50Hz$$

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  $R_C$  :

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

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

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

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  $C_3$ :

$$\begin{aligned} f_c &= \frac{1}{2 * \pi * (R_L + R_C) * C_3} \Rightarrow C_3 = \frac{1}{2 * \pi * (R_L + R_C) * f_c} \\ &= \frac{1}{2 * \pi * (33 * 10^3 + 11.35 * 10^3) * 50} = 71.77nF \end{aligned}$$

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

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

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

$$\begin{aligned} Z_e &= R_1 // R_2 // ((R_{e1} + r_e) * h_{FE}) = 139 * 10^3 // 22.1 * 10^3 // ((252 + 25) * 160) \\ &= 13.33k\Omega \end{aligned}$$

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

Valeurs des composants Réels :

$$R_1 = 139\text{k}\Omega \Rightarrow 130\text{k}\Omega$$

$$R_2 = 22.1\text{k}\Omega \Rightarrow 22\text{k}\Omega$$

$$R_C = 11.35\text{k}\Omega \Rightarrow 10\text{k}\Omega$$

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

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

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

$$C_2 = 229.8\mu\text{F} \Rightarrow 200\mu\text{F} = 100\mu\text{F} + 100\mu\text{F}$$

$$C_3 = 71.77\text{nF} \Rightarrow 69\text{nF} = 47\text{nF} + 22\text{nF}$$

Fréquence de coupure réel :

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

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

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

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 :

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

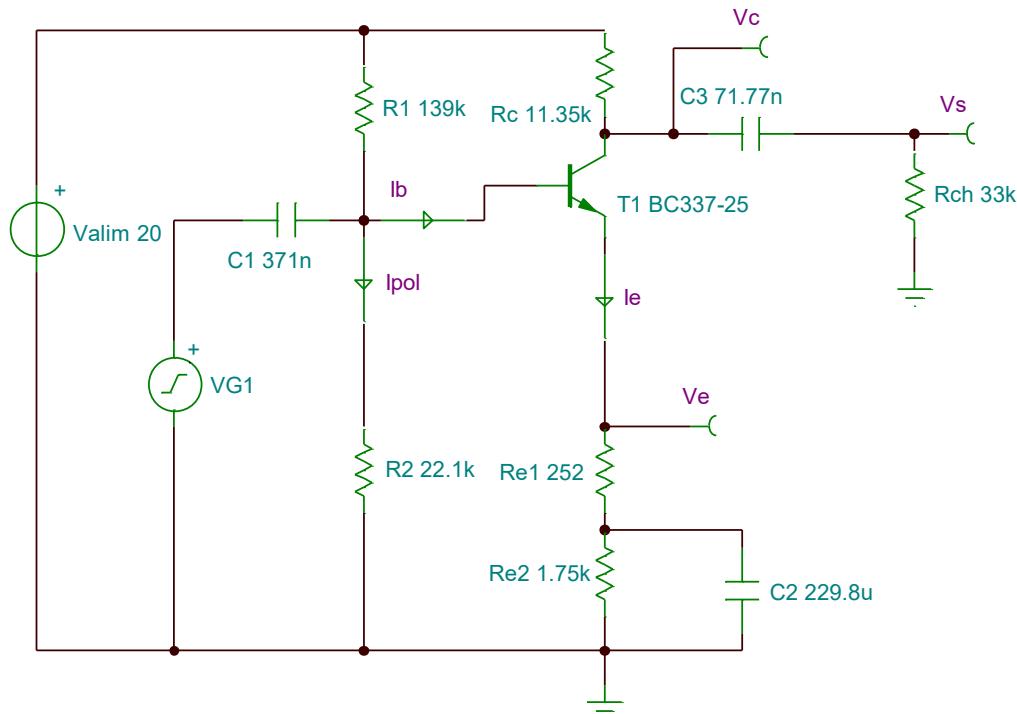
## 2 Simulation partie 1

### 2.1 Simulation idéale

#### 2.1.1 Liste de matériel

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

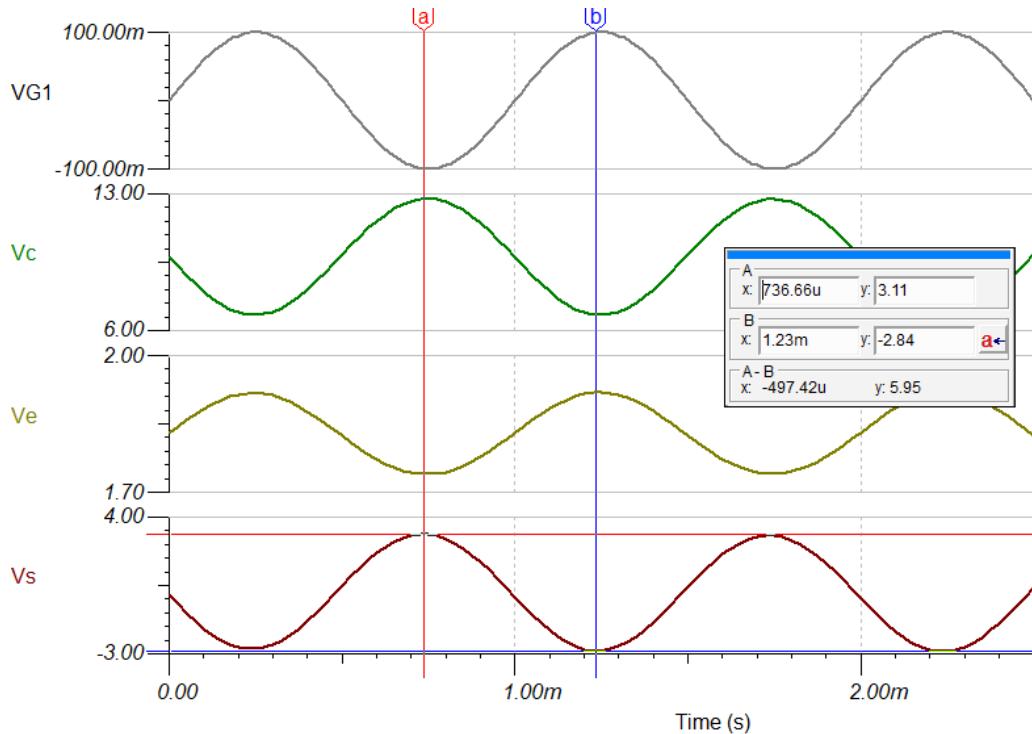
#### 2.1.2 Schéma de simulation



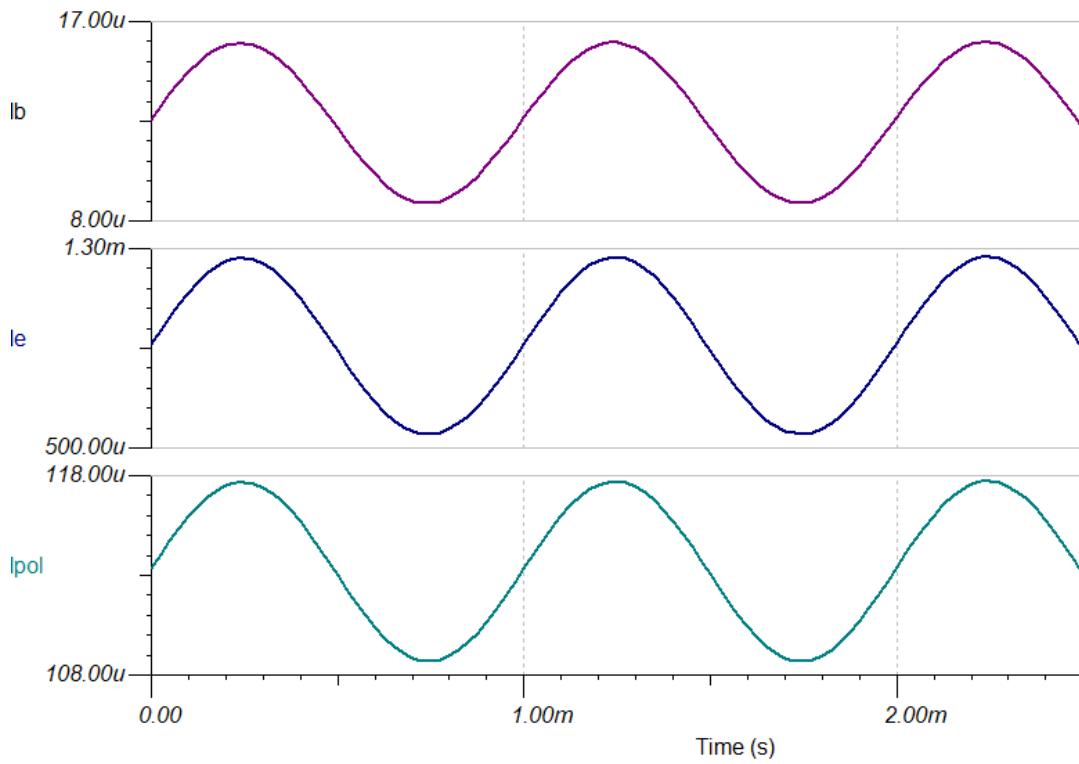
#### 2.1.3 Réglage de simulation

- Alimentation  $V_{Alim}$  à 20V DC.
- Générateur de fonction  $VG_1$  :
  - Signal : Sinusoïdale.
  - Amplitude : 200mVp
  - Fréquence : 1k

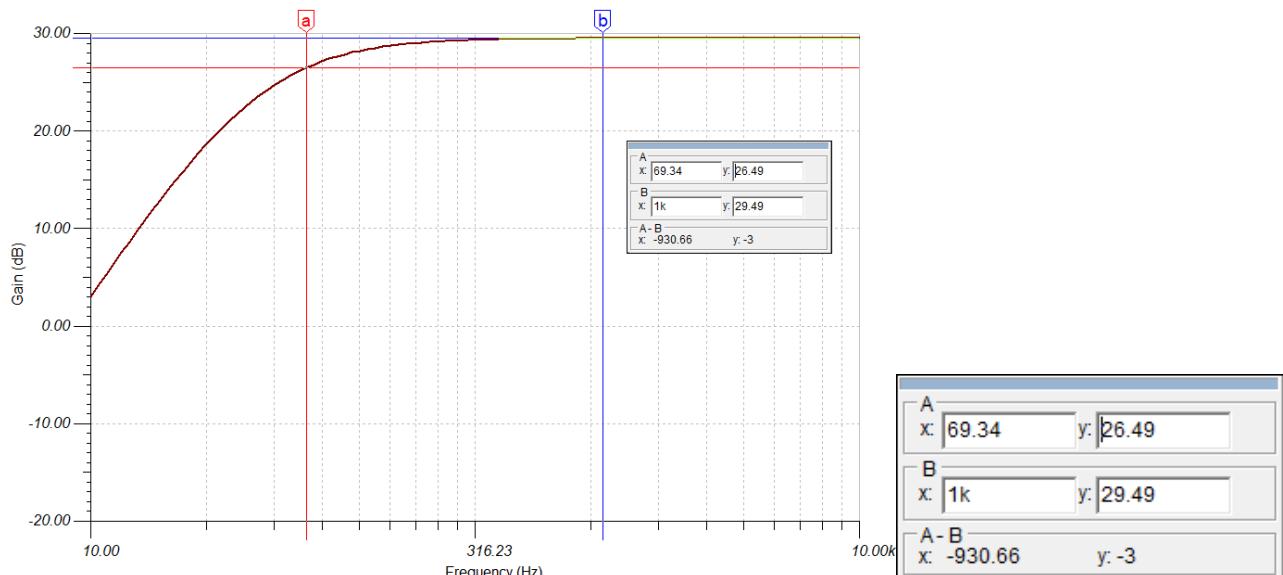
## 2.1.4 Valeurs de simulation



Simulation des tensions avec 1kHz et 200mV



Simulation des courants à 1kHz et 200mV



Simulation du gain de sortie et de la fréquence de coupure

Simulation des conditions de repos :

Ie : 916  $\mu$ A

Ve : 1.83V

Vc : 9.76V

Vs : 0V

## 2.1.5 Analyse de simulation

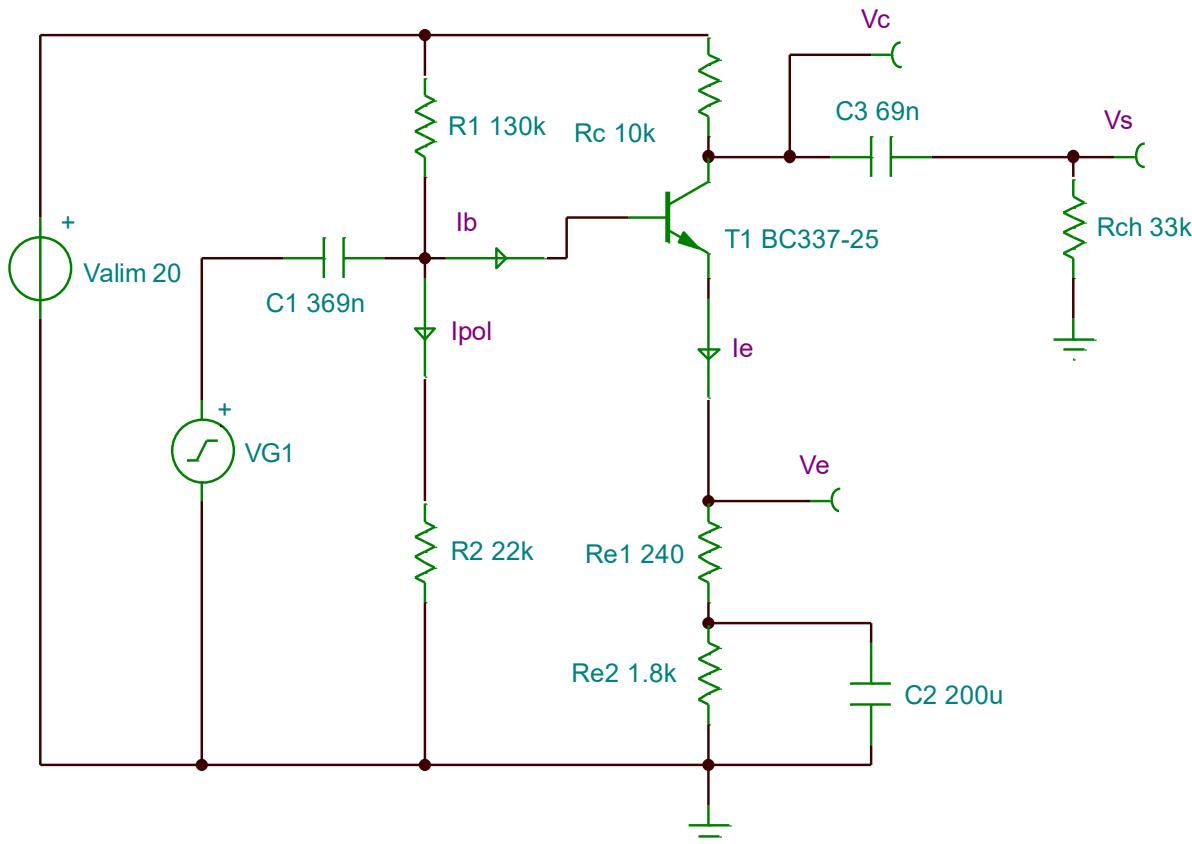
Comme nous le montre la simulation, tous les calculs effectués dans le dimensionnement sont corrects et dans les normes demandées dans la consigne.

## 2.2 Simulation réelle

### 2.2.1 Liste de matériel

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

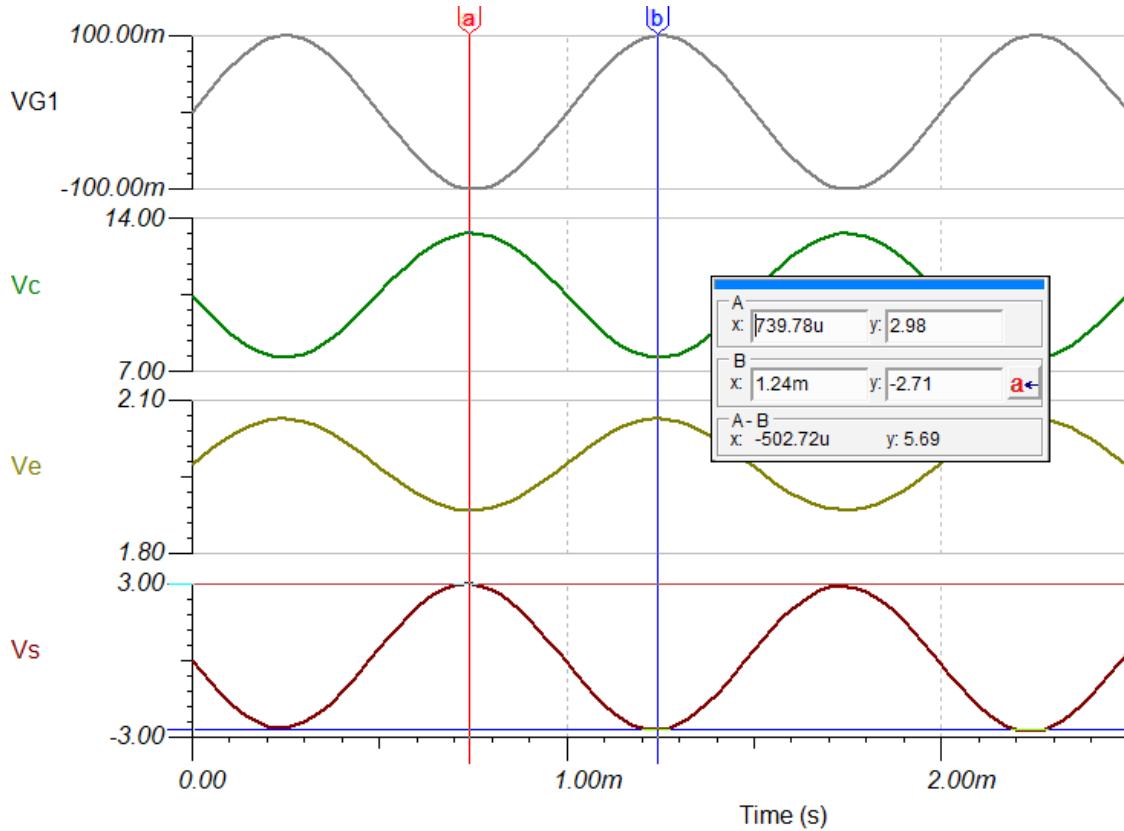
### 2.2.2 Schéma de simulation



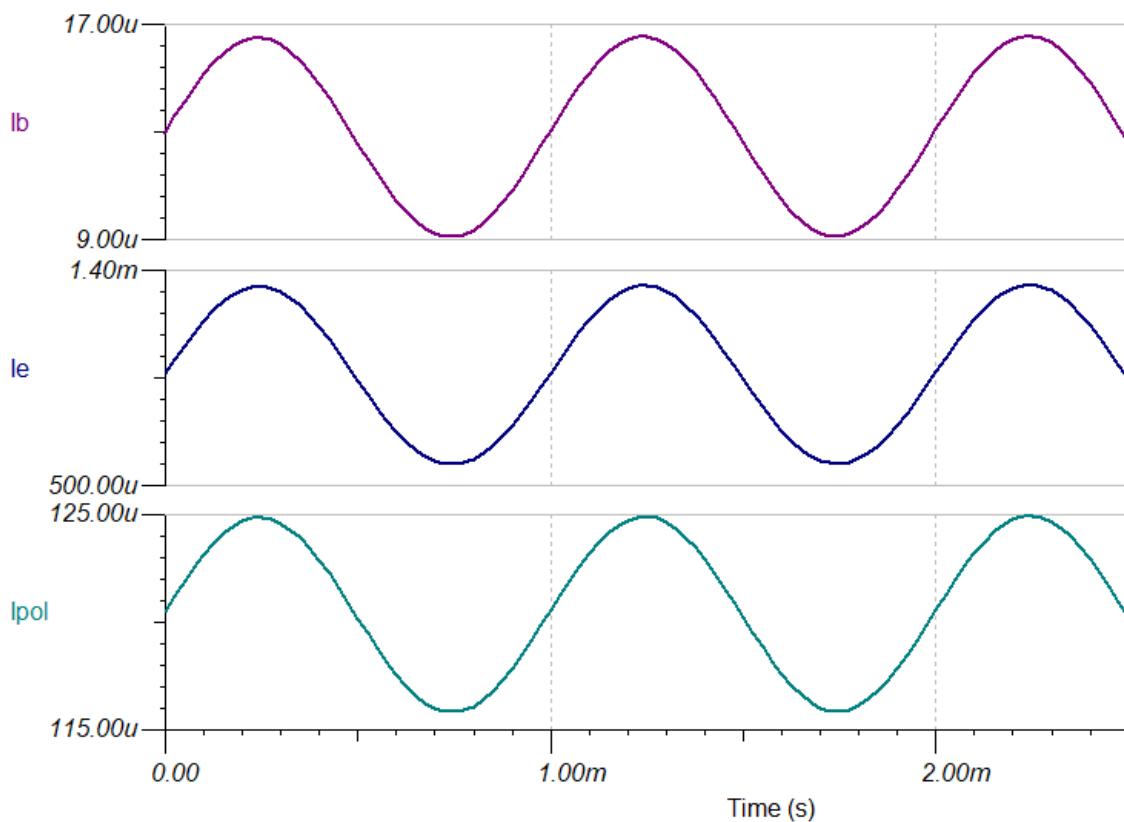
### 2.2.3 Réglage de simulation

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

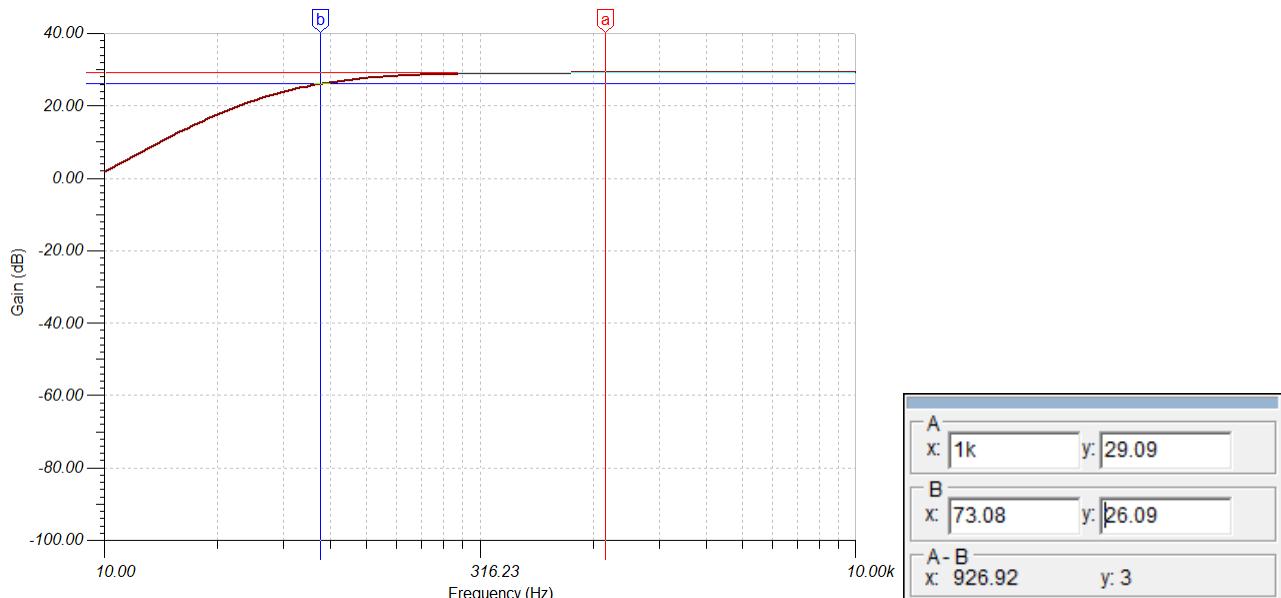
## 2.2.4 Valeurs de simulation



Simulation des tensions avec 1kHz et 200mV



Simulation des courants à 1kHz et 200mV



Simulation des conditions de repos :

Ie : 968.4  $\mu$ A  
 Ve : 1.98  
 Vc : 10.45V  
 Vs : 0V

## 2.2.5 Analyse de simulation

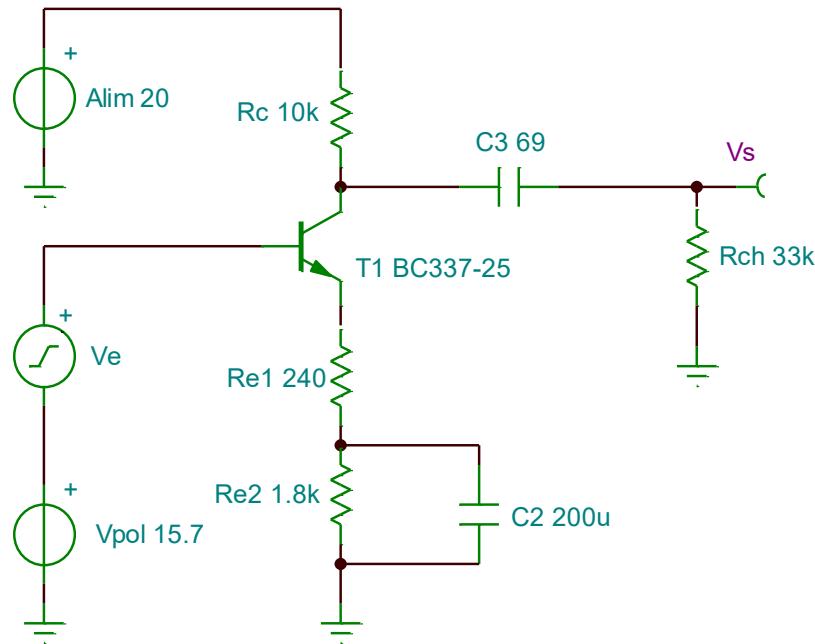
Tableau de simulation :

Simulation	Gain [dB]	Freq. Coup. [Hz]	Vs	Vc	Ve	Ie [ $\mu$ 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 Ic au repos.

### 3 Simulation partie 2 déterminez le gain

#### 3.1 Schéma de simulation



#### 3.2 Calculs de Réglage de l'Alimentation Vpol

$$V_C \text{ Repos1} = 15V$$

$$V_C \text{ Repos2} = 7V$$

$$V_C \text{ Repos3} = V_C \text{ Repos Théorique} = 11.35V$$

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

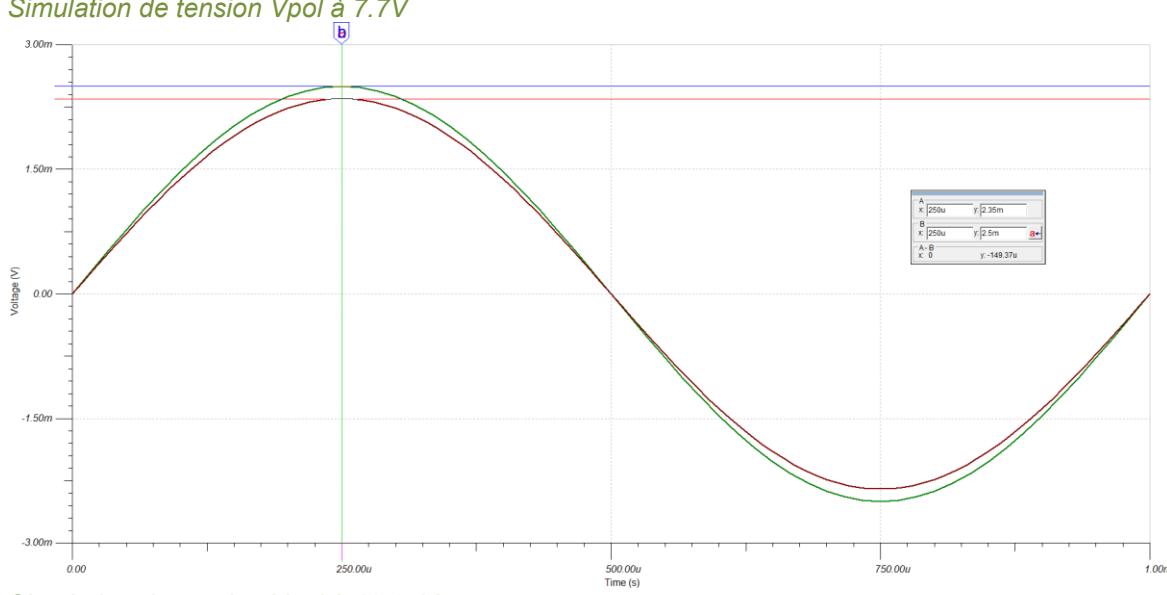
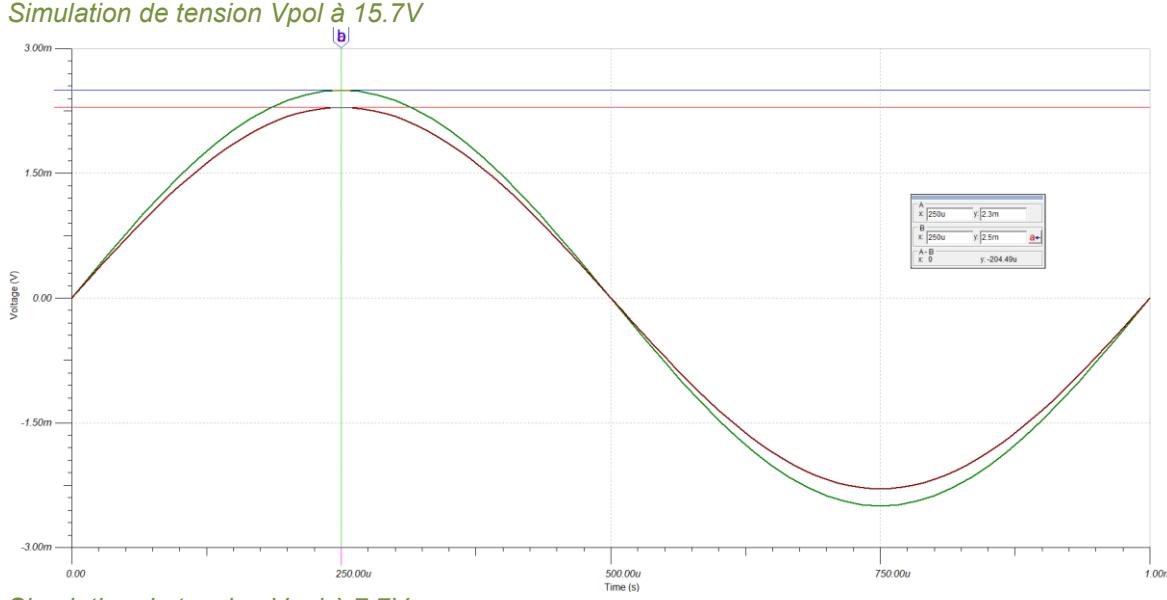
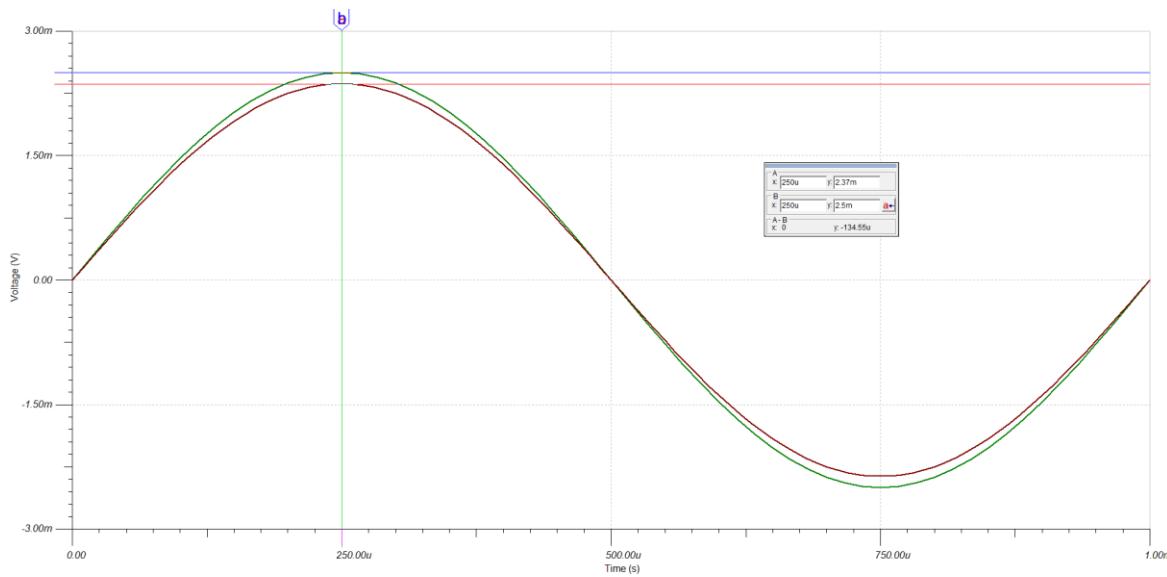
$$V_{pol2} = V_C \text{ Repos2} + V_{BE} = 7 + 0.7 = 7.7V$$

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

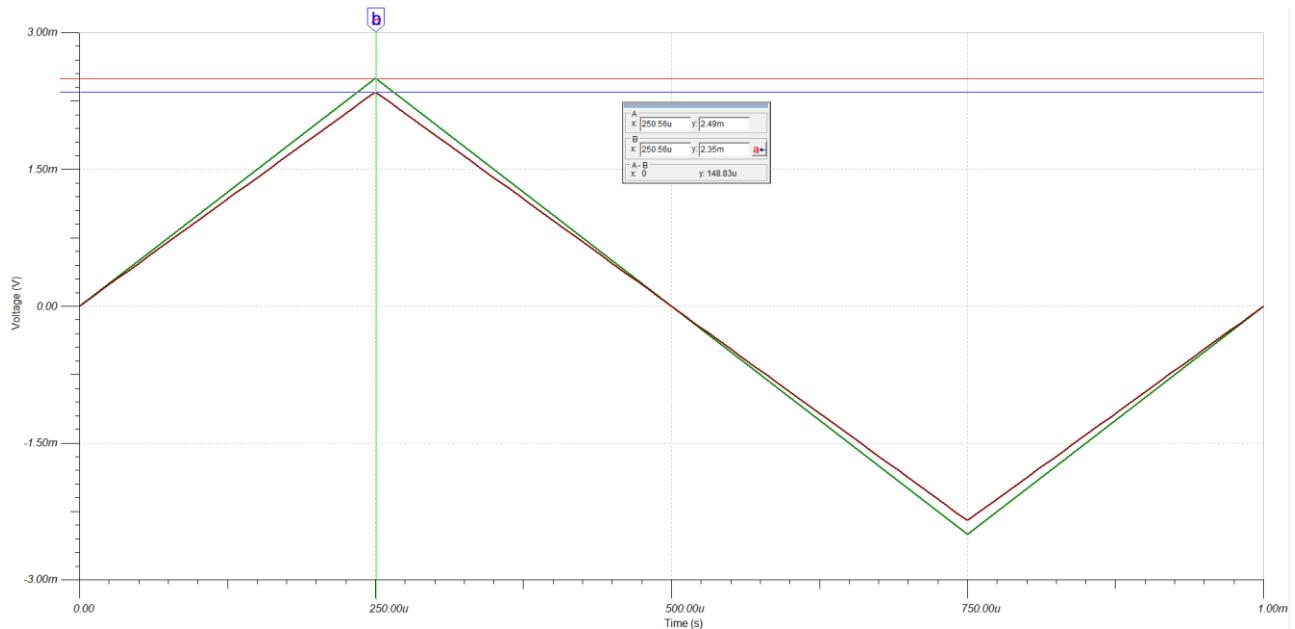
#### 3.3 Réglage de simulation

- 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)



### 3.5 Valeurs de simulation (Signal Triangulaire)



*Simulation de tension avec un signal triangulaire*

### 3.6 Calcul du gain

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

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

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

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

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

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

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

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

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

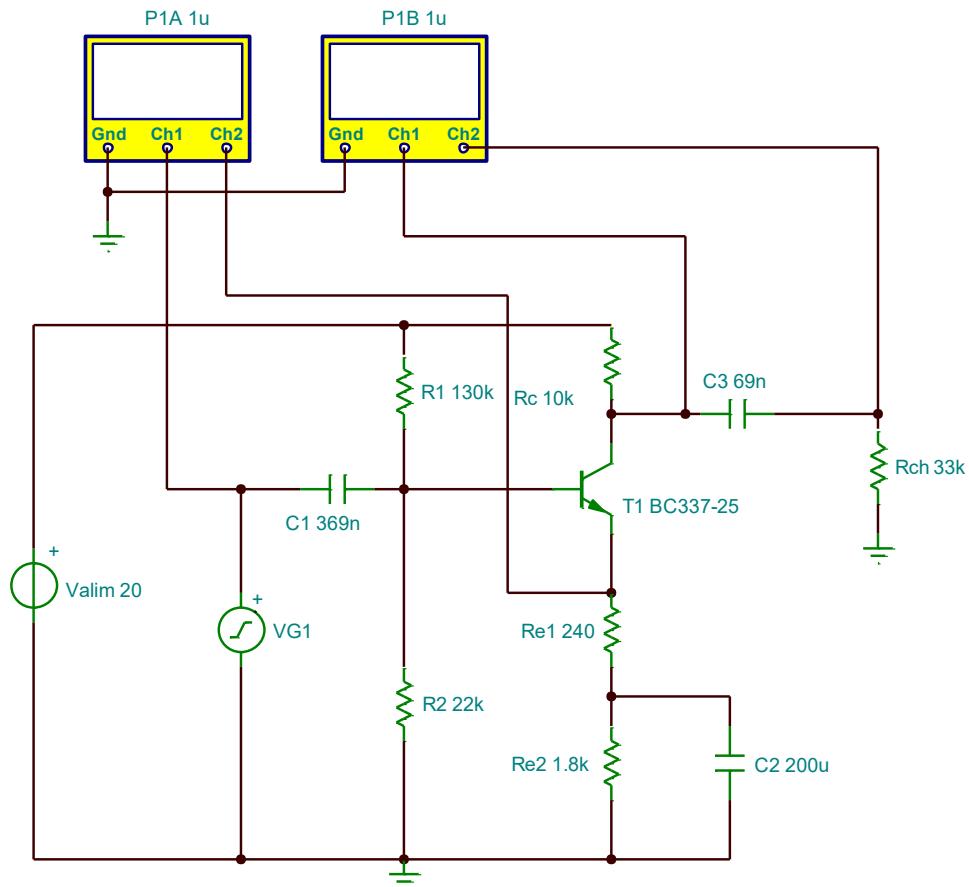
### 3.7 Analyse de simulation

Après plusieurs simulations, on a pu observer que le gain varie selon la tension Vpol. Lorsque la tension Vpol 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 Vpol, et non par rapport à la forme ou à la fréquence du signal Ve.

## 4 Partie Pratique

### 4.1 Schéma de mesure



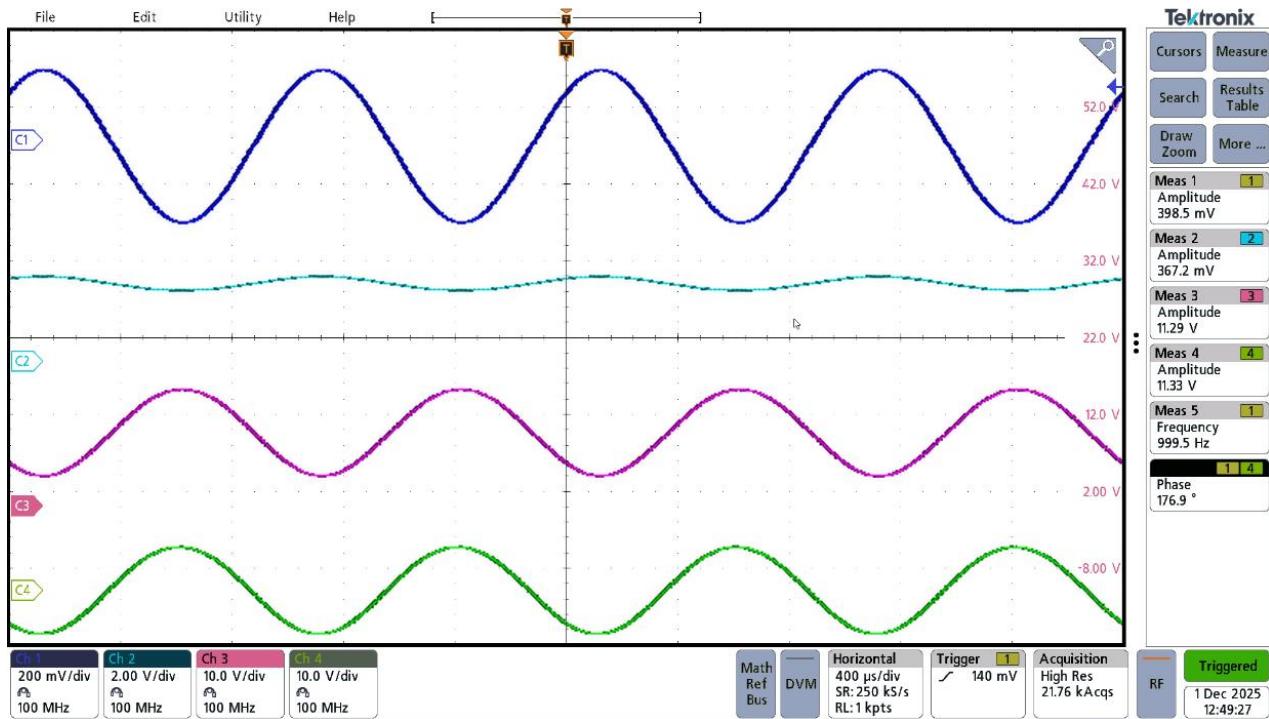
### 4.2 Liste de matériel

Désignation	Type	Modèle	Numéro
$V_{Alim}$	Alimentation DC	G <sup>W</sup> Insteek GPS-3303	ES.SLO1.00.02.13
$V_{G1}$	Générateur de fréquence	G <sup>W</sup> Insteek 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  $\mu$ 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 Vs, Ve, Vbe 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

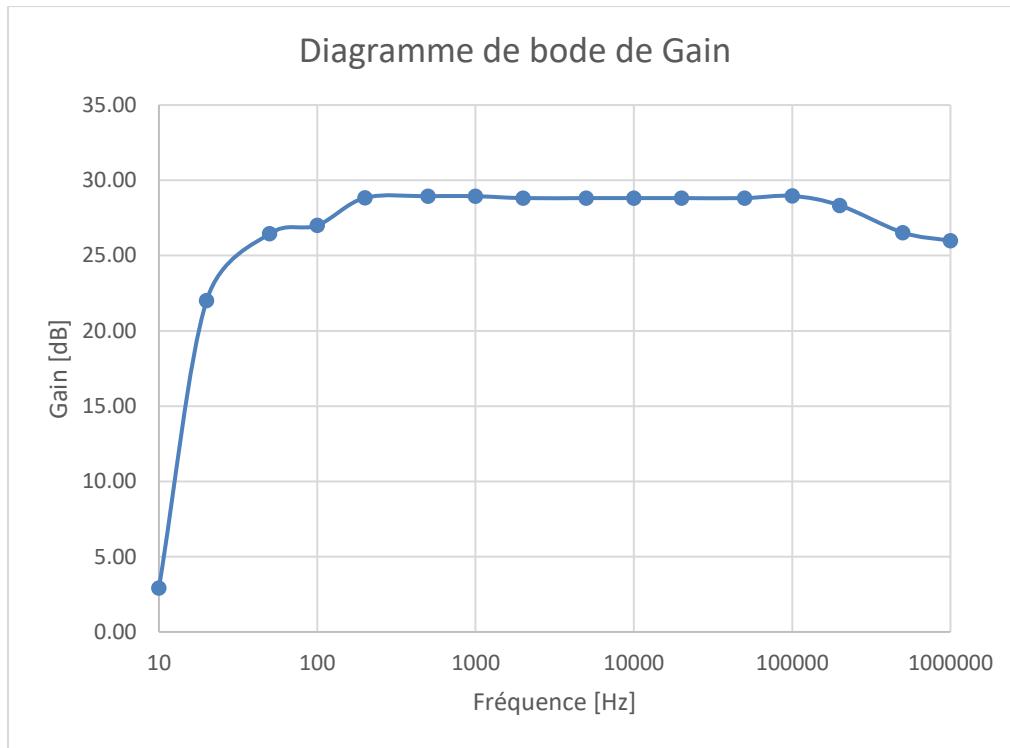


Oscilloscopogramme de tous les signaux à 1kHz et 200mVpp d'entrée

#### 4.4.1 Conditions de repos

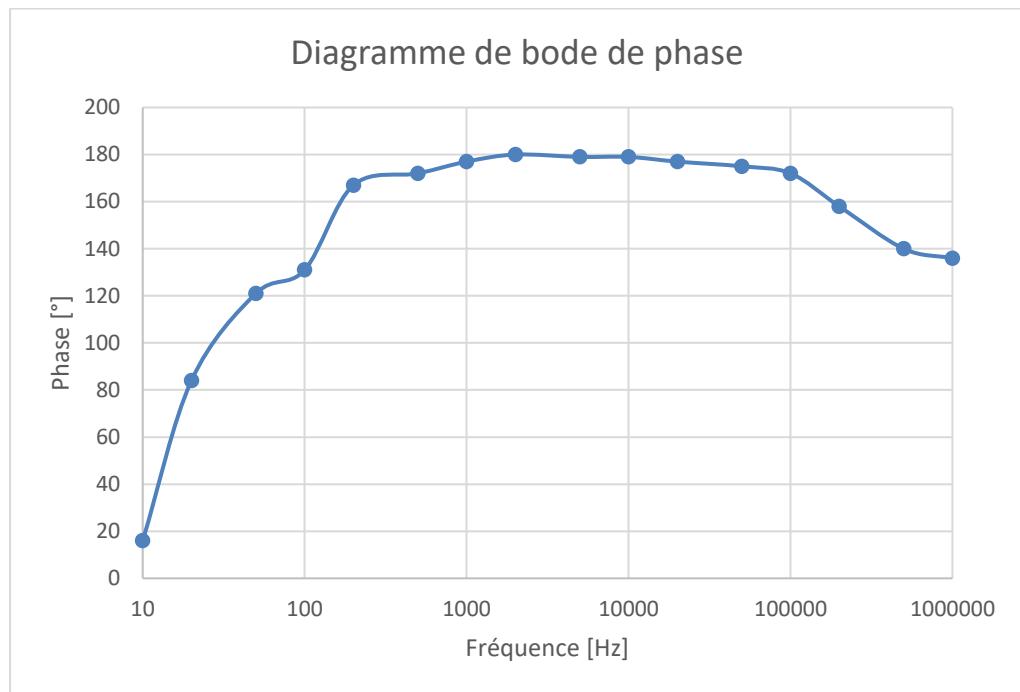
V<sub>s</sub> : 0V  
V<sub>e</sub> : 2.169V  
V<sub>c</sub> : 9.64V  
I<sub>e</sub> : 1.01mA

#### 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  $180^\circ$ , car il y a deux condensateurs dans le trajet du signal. Chaque condensateur produit un déphasage pouvant atteindre  $90^\circ$  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

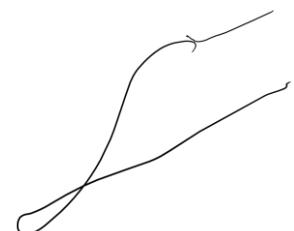
Comme nous pouvons le voir, les mesures restent très proches des valeurs calculées et simulées. Toutes nos mesures respectent les valeurs demandées dans la consigne.

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

## 5 Conclusion

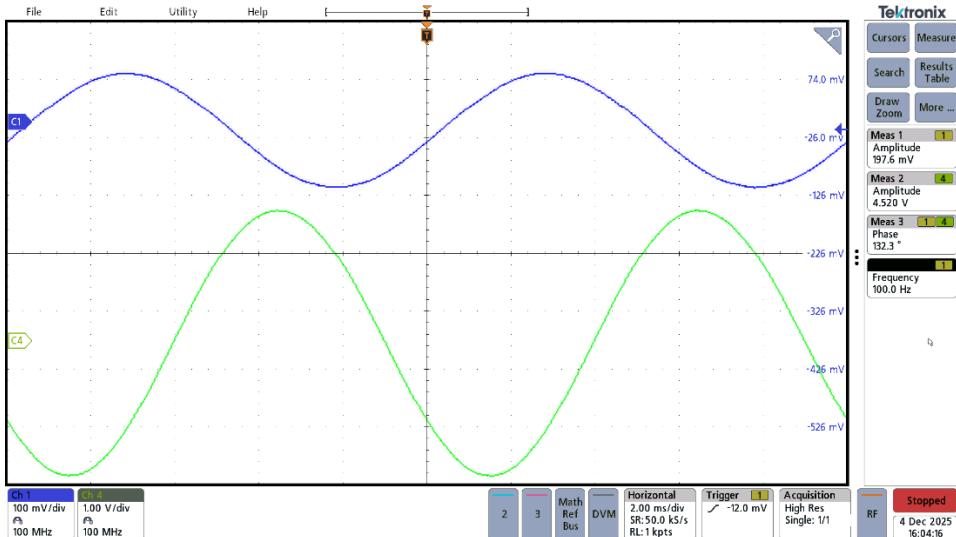
Ce laboratoire nous a permis de concevoir, simuler puis mesurer un amplificateur à émetteur commun en respectant le cahier des charges. Les résultats pratiques sont très proches des valeurs théoriques et simulées, ce qui valide le dimensionnement du montage ainsi que son fonctionnement. De légers écarts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

T. Doleynes

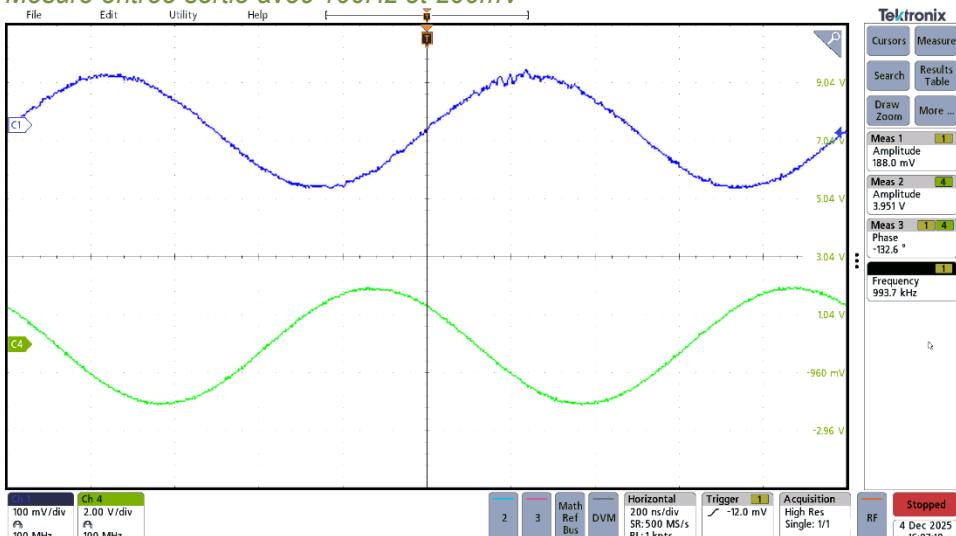


## 6 Annexes

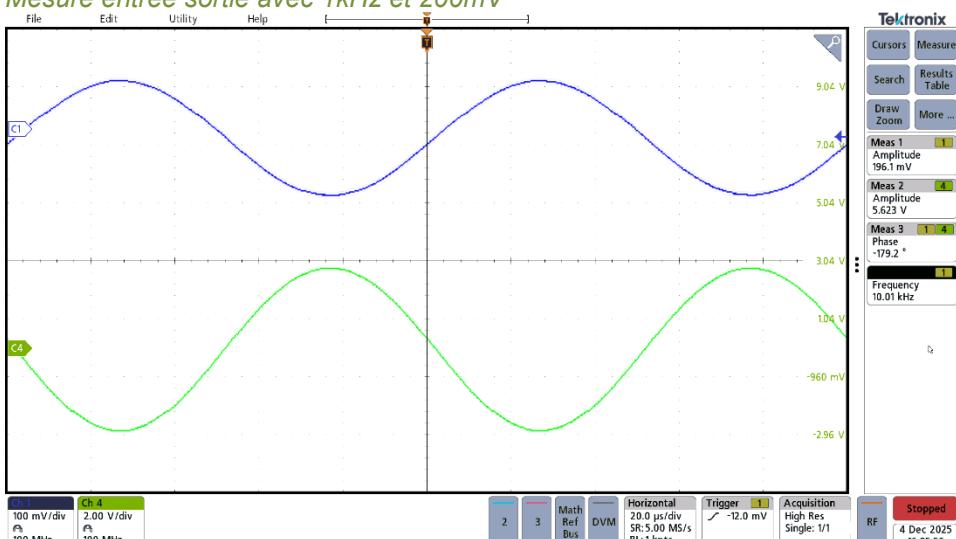
## 6.1 Bode de gain



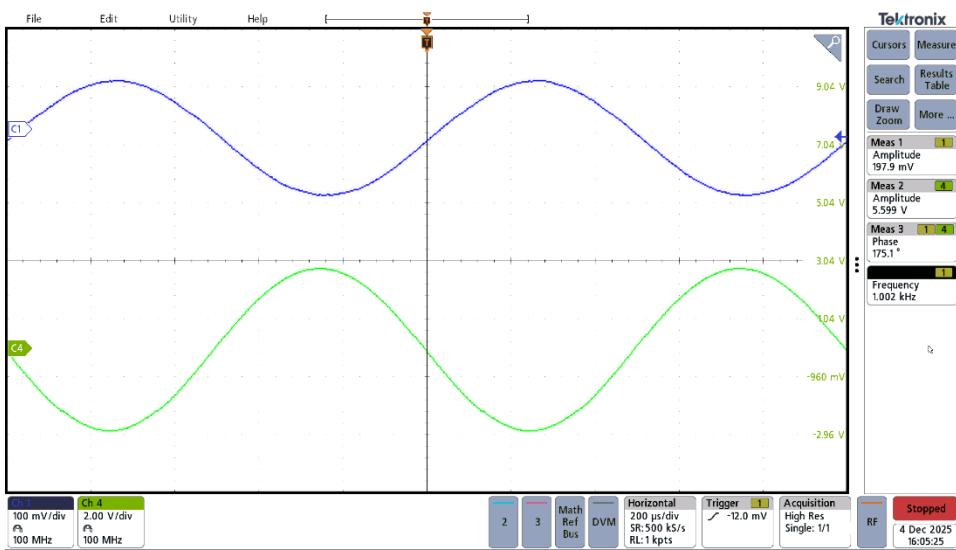
Mesure entrée sortie avec 100Hz et 200mV



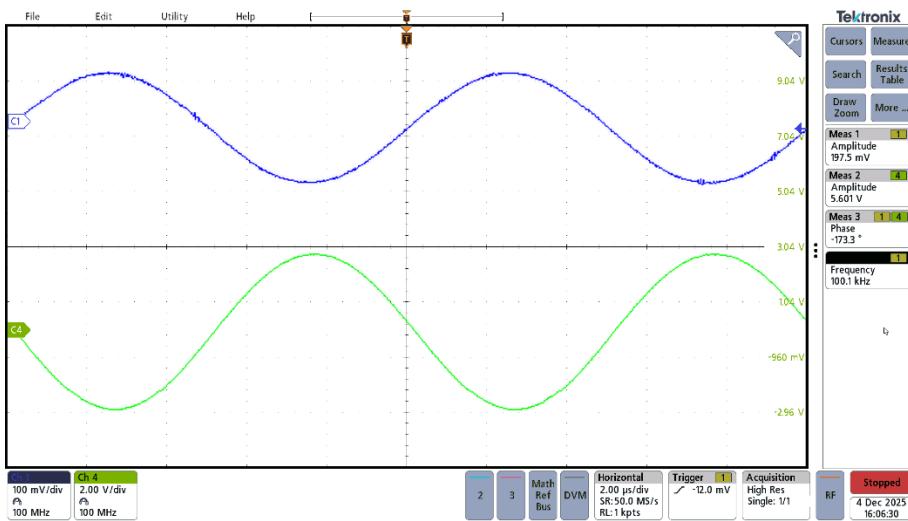
Mesure entrée sortie avec 1kHz et 200mV



Mesure entrée sortie avec 10kHz et 200mV



Mesure entrée sortie avec 100kHz et 200mV



Mesure entrée sortie avec 1MHz et 200mV