

Rapport de laboratoire

Ecole supérieure
Électronique Analogique

Salle R112

Transistor en Emetteur Suiveur

Réalisé par :

Filipe Alexandre Oliveira Dias
Nicolas Turrian

A l'attention de :

Philippe Bovey
Juan José Moreno

Dates :

Début du laboratoire : 06 octobre 2025
Fin du laboratoire : 10 novembre 2025

Table des matières :

Transistor en Emetteur Suiveur	1
1 But	5
2 Partie Théorique	5
2.1 Schéma Théorique.....	5
2.2 Calculs (Dimensionnement).....	6
3 Partie Simulation.....	7
3.1 Schéma de simulation (V_{BE} min et max)	7
3.2 Mesure de simulation (V_{BE} min et max)	7
3.3 Schéma de simulation du montage	8
3.4 Mesures de simulations	8
3.5 Analyse de simulations	9
4 Partie Mesure	9
4.1 Schéma de mesure	9
4.2 Méthode de mesure	9
4.2.1 Condition de mesure	9
4.2.2 Liste de matériels	10
4.2.3 Réglage des appareils	10
4.3 Signaux mesurés	11
4.4 Courbe Tension-Courant	11
5 Comparaison	12
6 Conclusion	12

1 But

Le but de ce rapport est de mieux comprendre le fonctionnement d'un transistor en montage Emetteur Suiveur, en effectuant des calculs de dimensionnement et en mettant en pratique le montage, pour comparer nos valeurs théoriques à celles mesurées.

2 Partie Théorique

2.1 Schéma Théorique

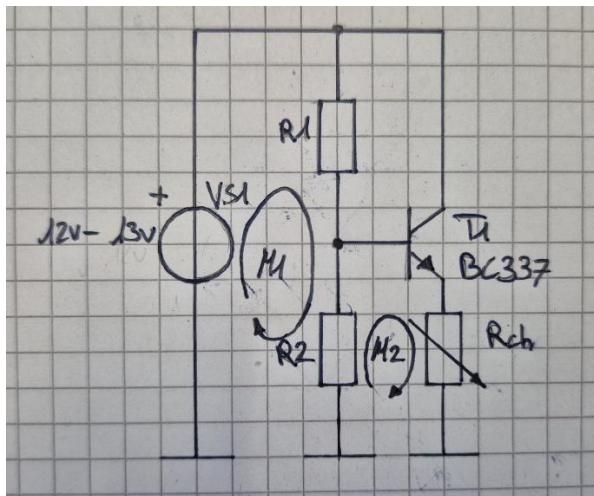


Figure 1 - Schéma mailles 1 et 2 -

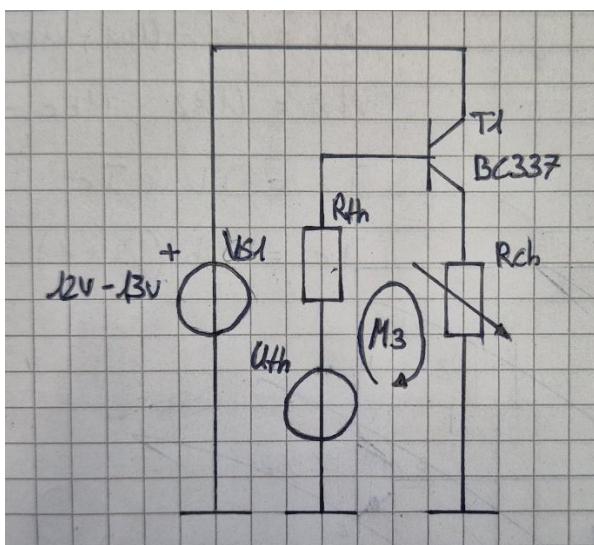


Figure 2 - Schéma maille 3 -

2.2 Calculs (Dimensionnement)

$h_{FE} = 250$ (Selon la datasheet Diotec, Group – 25)

$V_{BE\ min} = 731mV$ (Valeur de simulation sur le point 3.2)

$V_{BE\ max} = 756mV$ (Valeur de simulation sur le point 3.2)

$$V_{BE} = \frac{V_{BE\ min} + V_{BE\ max}}{2} = \frac{731 + 756}{2} = 743.5mV$$

$I_e\ min = 10mA$

$I_e\ max = 25mA$

$I_e\ moy = 17.5mA$

$VS1_{min} = 12V$

$VS1_{max} = 13V$

$VS1_{moy} = 12.5V$

$V_{Rch\ min} = 4.75V$

$V_{Rch\ max} = 5.25V$

$V_{Rch\ moy} = 5V$

Loi des mailles :

$$\begin{aligned} & (M3) V_{th} - V_{Rth} - V_{BE} - V_{Rch} = 0 \\ & (M3) \frac{VS1 * R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} * \frac{I_e}{(h_{FE} + 1)} - V_{BE} - V_{Rch} = 0 \\ & \Rightarrow \\ & (M3) \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{V_{BE} + V_{Rch}}{\left(VS1 - \frac{R_1 * I_e}{(h_{FE} + 1)} \right)} \end{aligned}$$

Calcul de R_1 :

$$\begin{aligned} & Worst\ case\ max = Worst\ case\ min \\ & \frac{V_{BE} + V_{Rch\ min}}{\left(VS1_{min} - \frac{R_1 * I_e\ min}{(h_{FE} + 1)} \right)} = \frac{V_{BE} + V_{Rch\ max}}{\left(VS1_{max} - \frac{R_1 * I_e\ max}{(h_{FE} + 1)} \right)} \\ & \frac{5.4935}{\left(12 - \frac{R_1 * 0.01}{251} \right)} = \frac{5.9935}{\left(13 - \frac{R_1 * 0.025}{251} \right)} \\ & 5.4935 * \left(13 - \frac{R_1 * 0.025}{251} \right) = 5.9935 * \left(12 - \frac{R_1 * 0.01}{251} \right) \\ & 71.4155 - \frac{0.1373375 * R_1}{251} = 71.922 - \frac{0.059935 * R_1}{251} \\ & 0.5065 = \frac{0.0774025 * R_1}{251} \\ & R_1 = \frac{0.5065 * 251}{0.0774025} = 1.64k\Omega \Rightarrow 1.5k\Omega \text{ (Selon les resistances a disposition)} \end{aligned}$$

Calcul de R_2 :

$$\begin{aligned} & (M3) \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{V_{BE} + V_{Rch}}{\left(VS1 - \frac{R_1 * I_e}{(h_{FE} + 1)} - (V_{BE} + V_{Rch}) \right)} \Rightarrow R_2 = R_1 * \frac{V_{BE} + V_{Rch}}{\left(VS1 - \frac{R_1 * I_e}{(h_{FE} + 1)} - (V_{BE} + V_{Rch}) \right)} \\ & R_2 = 1.5 * 10^3 * \frac{0.7435 + 5}{\left(12.5 - \frac{1.5 * 10^3 * 0.0175}{(250 + 1)} - (0.7435 + 5) \right)} = 1.29k\Omega \\ & \Rightarrow 1.3k\Omega \text{ (Selon les resistances a disposition)} \end{aligned}$$

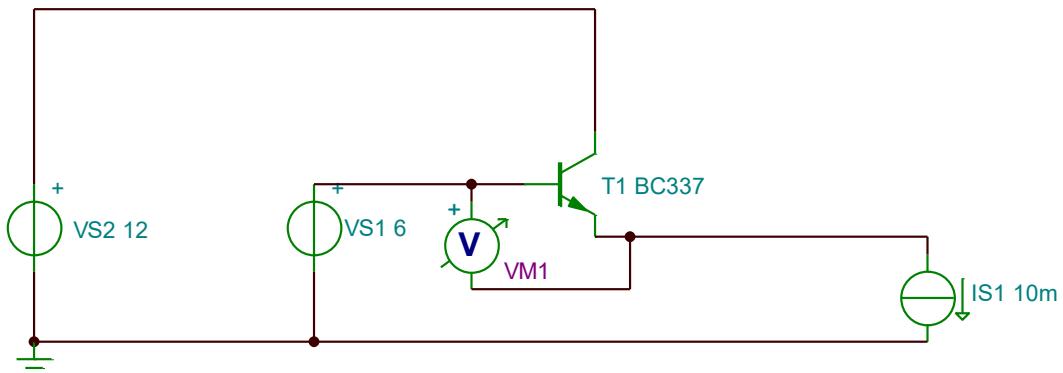
Vérification de la tension sur V_{Rch} :

$$(M3) \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{V_{BE} + V_{Rch}}{\left(VS1 - \frac{R_1 * I_e}{(h_{FE} + 1)} \right)} \Rightarrow V_{Rch} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * \left(VS1 - \frac{R_1 * I_e}{(h_{FE} + 1)} \right) - V_{BE}$$

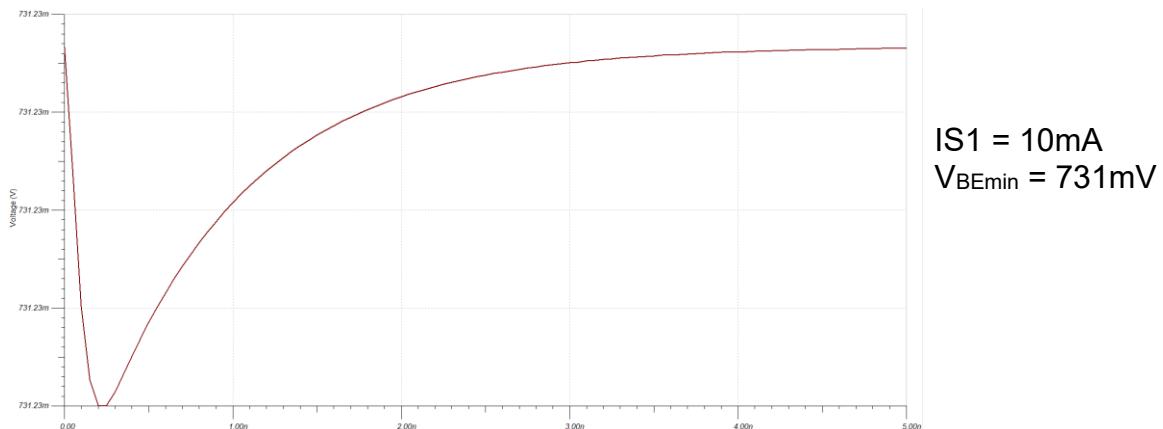
$$= \frac{1300}{1500 + 1300} * \left(12.5 - \frac{1300 * 0.0175}{(250 + 1)} \right) - 0.7435 = 5.02V$$

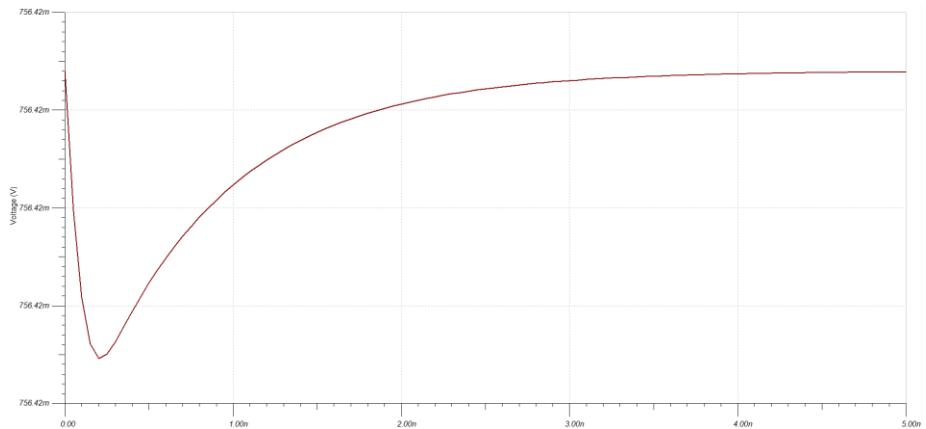
3 Partie Simulation

3.1 Schéma de simulation (V_{BE} min et max)

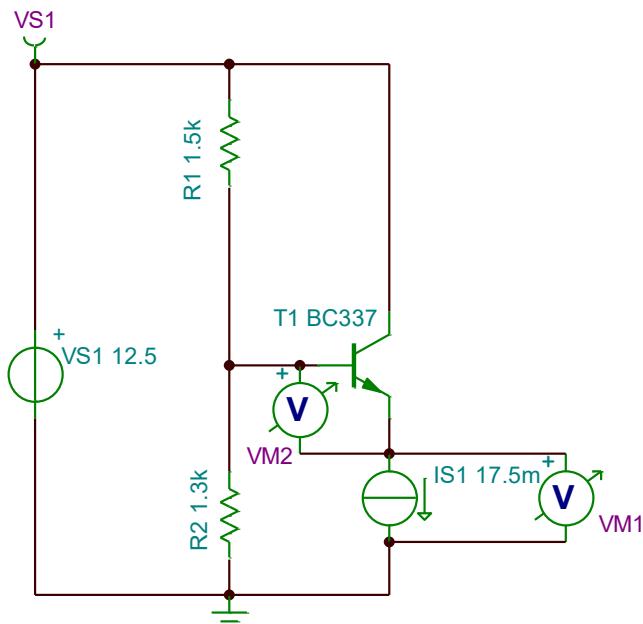


3.2 Mesure de simulation (V_{BE} min et max)

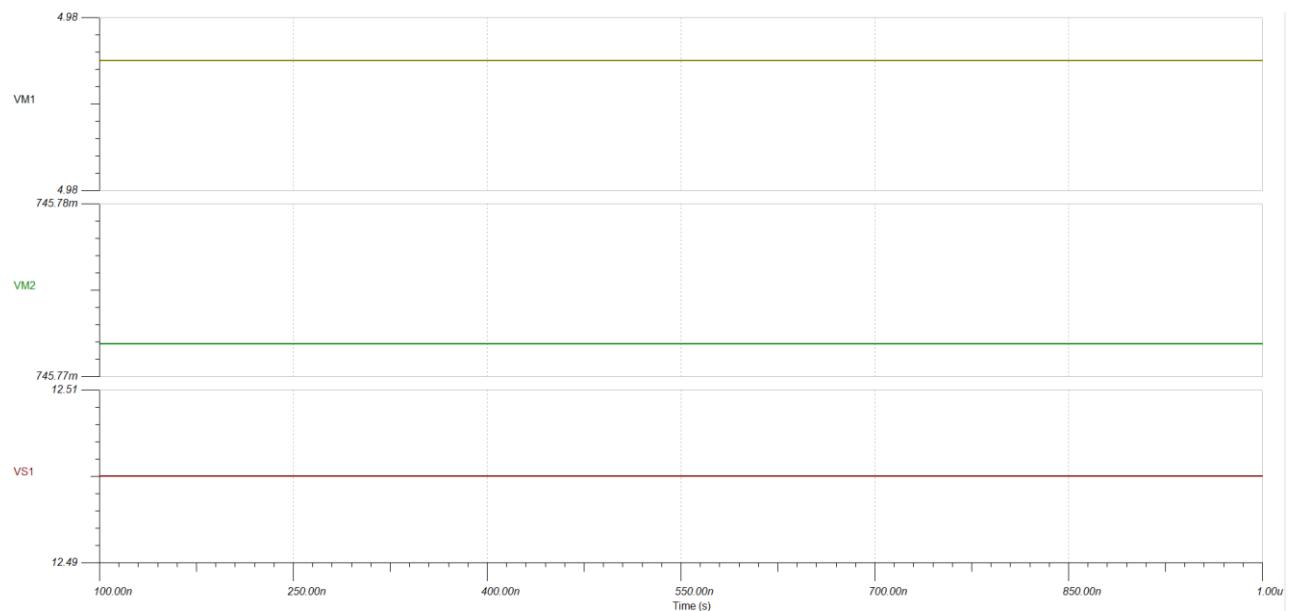




3.3 Schéma de simulation du montage



3.4 Mesures de simulations



3.5 Analyse de simulations

Lors du cadre de notre simulation, nous avons d'abord simulé le montage qui nous a été donné sur notre consigne de rapport, afin de déterminer la tension minimum et maximum VBE pour mener à bien nos calculs de dimensionnement de résistances.

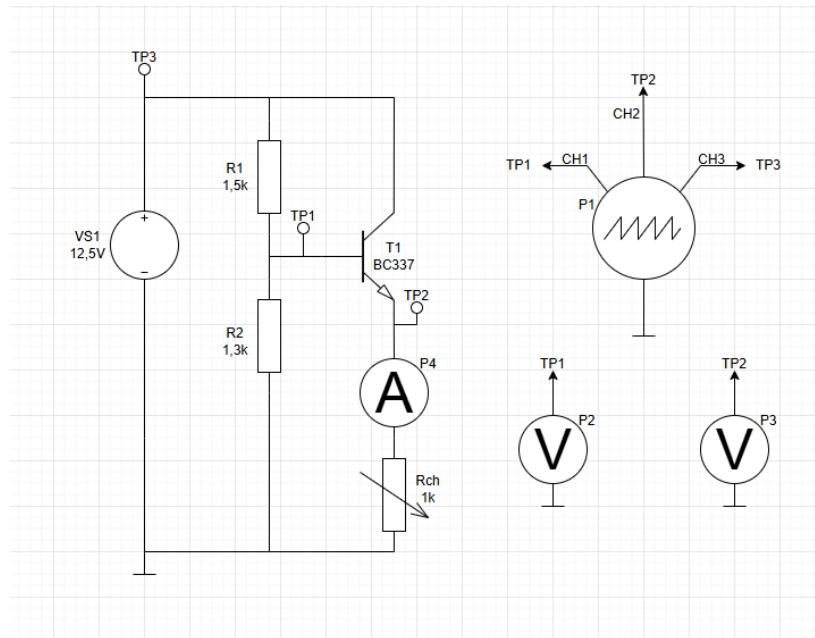
Une fois les résistances R1 et R2 calculées, nous avons simulé le schéma équivalent sur Tina et avons mesuré la tension au bord de la base et de l'émetteur du transistor ainsi que la tension au bord de la résistance de charge.

Nous pouvons d'abord voir une légère différence entre la tension VBE que nous avons utilisée dans nos calculs (qui était de 743,5 mV) et celle de la simulation (qui est de 745,7 mV). On constate également une légère différence entre la tension VRCH calculée (qui était de 5,02 V) et celle de la simulation (qui est de 4,98 V).

Cette différence est sûrement due à la valeur de hFE du transistor, qui n'est pas précise. En effet, pour nos calculs, nous avons pris une valeur typique qui nous a été donnée dans une datasheet, mais celle-ci n'est pas 100 % fiable.

4 Partie Mesure

4.1 Schéma de mesure



4.2 Méthode de mesure

4.2.1 Condition de mesure

Les mesures ont été réalisées sur une platine d'expérimentation dans des conditions de température standard d'une salle de classe (environ 21 °C), mesurées à l'aide d'une alimentation de labo et d'un oscilloscope.

4.2.2 Liste de matériels

Les composants ont été pris dans le stock mis à disposition : résistances, transistor et potentiomètre.

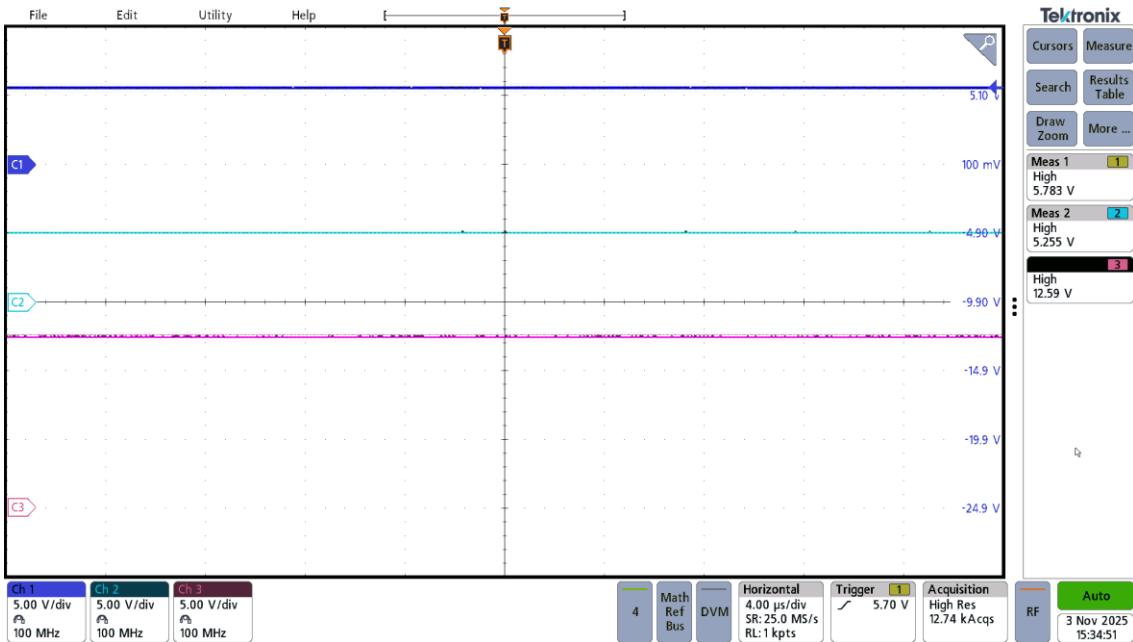
Tous les composants ont été choisis dans une valeur de la norme CEI 60063.

Dénomination	Fonction	Nom	No série	No place
P1	Oscilloscope	Tektronix MDO34	ES.SLO1.04.00.45	R112-05
VS1	Alimentation de laboratoire	GW instek	ES.SLO1.02.04	R112-05
P2	Voltmètre	GW instek	ES.SLO1.00.04.35	R112-02
P3	Voltmètre	GW instek	ES.SLO1.00.04.18	R112-02
P4	Ampèremètre	GW instek	ES.SLO1.00.04.20	R112-05

4.2.3 Réglage des appareils

1. Réaliser le montage du schéma de mesure en faisant attention aux valeurs des résistances et au type de transistor.
2. Connecter les sondes de l'oscilloscope
 - a. CH1 sur TP1, sur le pont diviseur
 - b. CH2 sur TP2, sur le potentiomètre Rch
 - c. CH3 sur TP3, sur l'alimentation de laboratoire
3. Réglage de l'oscilloscope
 - a. CH1 à 5V/Div
 - b. CH2 à 5V/Div
 - c. CH3 à 5V/Div
 - d. Base de temps à 4µs/Div
4. Réglage mesure automatique
 - a. Mesure d'amplitude CH1
 - b. Mesure d'amplitude CH2
 - c. Mesure d'amplitude CH3
5. Réglage de l'alimentation de laboratoire
 - a. Tension de 12,5V
6. Réglages voltmètre P2 et P3
 - a. Connecter P2 en parallèle sur TP1, au pont diviseur
 - b. Connecter P3 en parallèle sur TP2, sur Rch
7. Réglages ampèremètre P4
 - a. Connecter P4 en série entre l'émetteur et le potentiomètre Rch

4.3 Signaux mesurés

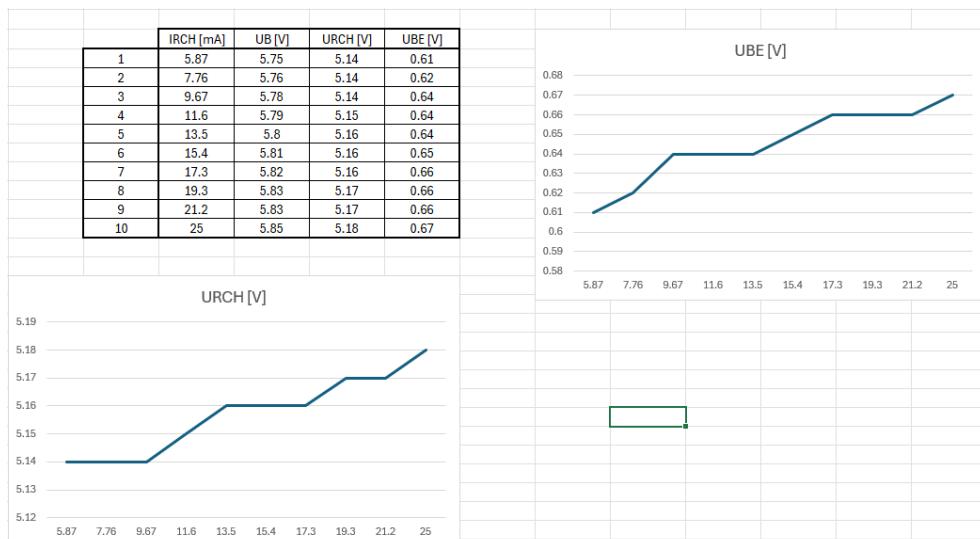


Le signal sur CH1 représente la tension sur le pont diviseur, entre R1 et R2, de 5,783 V.
Le signal CH2 représente la tension sur la résistance de charge, de 5,255 V.

Si on soustrait la tension de la résistance de charge à la tension du pont diviseur, on obtient la tension Ube : $5,783 - 5,255 = 0,528$ V.

Le signal sur CH3 est le signal d'entrée dans le montage, donc environ 12,5 V selon notre valeur choisie.

4.4 Courbe Tension-Courant



Le courant minimal applicable avec notre potentiomètre est 5,87 mA ; à partir de là, nous avons choisi 10 valeurs de courant entre 5,87 et 25 mA.

Pour avoir 10 échantillons égaux dans la plage de courant disponible :

$$25 - 5,87 = 19,13$$

$$19,13 \div 10 = 1,913$$

Chaque valeur est calculée en additionnant 1,913 mA à la valeur précédente en partant de la valeur de départ, 5,87 mA.

Pour calculer Ube, on soustrait la tension VRCH à la tension de la base du transistor, Ub.

Dans notre plage de valeurs de courant, la tension Ube augmente de quelques mV ; si on se réfère à notre datasheet, on peut voir que VBE peut monter jusqu'à 1,6 V pour un courant de 300 mA, alors dans notre plage de courant une tension VBE est aux alentours de 0,65 mV, ce qui nous semble correct.

La tension VRCH augmente de quelques mV également, car elle est en partie corrélée à la tension VBE : la tension sur la base du transistor, soustraite par la tension base-émetteur VBE, donne la tension de sortie VRCH.

5 Comparaison

Nos valeurs mesurées ne sont pas exactement similaires à notre simulation.

Cela peut être dû au pourcentage d'erreur des composants, qui pourrait donner une différence de tension sur la base de notre transistor. Mais également, cela peut être dû au h_{FE} réel du transistor, qui donnera une différence de rapport de courant entre l'émetteur et la base du transistor.

$$\text{Courant de référence} = 17.5mA$$

$$V_{BE \text{ Simu}} = 745.9mV$$

$$V_{BE \text{ Mes}} = 660mV$$

$$V_{RCH \text{ Simu}} = 4.98V$$

$$V_{RCH \text{ Mes}} = 5.16V$$

$$\text{Erreur}_{VBE} = \left(1 - \frac{V_{BE \text{ Mes}}}{V_{BE \text{ Simu}}}\right) * 100 = \left(1 - \frac{660}{745.9}\right) * 100 = 11.52\%$$

$$\text{Erreur}_{VRCH} = \left(1 - \frac{V_{RCH \text{ Simu}}}{V_{RCH \text{ Mes}}}\right) * 100 = \left(1 - \frac{4.98}{5.16}\right) * 100 = 3.488\%$$

6 Conclusion

Nous avons correctement suivi la donnée pour ce rapport et nous sommes arrivés à un résultat qui nous semble correct.

Ce que nous avons étudié, via la datasheet du transistor, nous a permis d'avancer sur ce rapport et de vérifier nos valeurs de simulation ainsi que nos valeurs de mesures réelles.

Nous avons rencontré un problème lors de nos mesures, qui est lié à un potentiomètre défectueux, que nous avons été obligés de changer afin de mener à bien nos mesures.

Comme point d'amélioration, nous pouvons dire qu'il faut vérifier ses composants avant de les utiliser, déjà pour faire des mesures correctes et aussi pour éviter que ce problème se répercute sur les autres composants et les endommage.

Nom Prénom : Filipe Alexandre Oliveira Dias, Nicolas Turrian

Signature : AOD

NTN

Lausanne le 09.11.2025

17h09

21°C