

Rapport de laboratoire

Ecole supérieure
Électronique

Laboratoire ELCO
Salle R112-SLO1

Transistor en émetteur suiveur

Réalisé par :

Dilan Espinosa
Noé Alam

A l'attention de :

M. Moreno
P.Bovey

Dates :

Début du laboratoire : 27 octobre 2025
Fin du laboratoire : 10 novembre 2025

1 Table des matières

Transistor en émetteur suiveur.....	1
2 But	3
3 Analyse théorique	3
3.1 Schéma de principe	3
3.2 Dimensionnement des résistances R1 et R2	3
3.2.1 Schéma Thévenin équivalent.....	3
4 Simulation	5
4.1 Mesure Ube moyenne	5
4.1.1 Montage de simulation.....	5
4.1.2 Conditions de simulation.....	5
4.1.3 Résultats des simulations	5
4.1.2 Analyse des résultats.....	5
4.2 Montage de base.....	6
4.2.1 Schéma de simulation	6
4.2.2 Conditions de simulation	6
4.2.3 Analyse des résultats	7
5 Mesures.....	9
5.1 Schéma de mesure	9
5.2 Tableaux de mesures	9
5.3 Analyse des résultats	10
6 Conclusion.....	11
7 Annexes.....	11

2 But

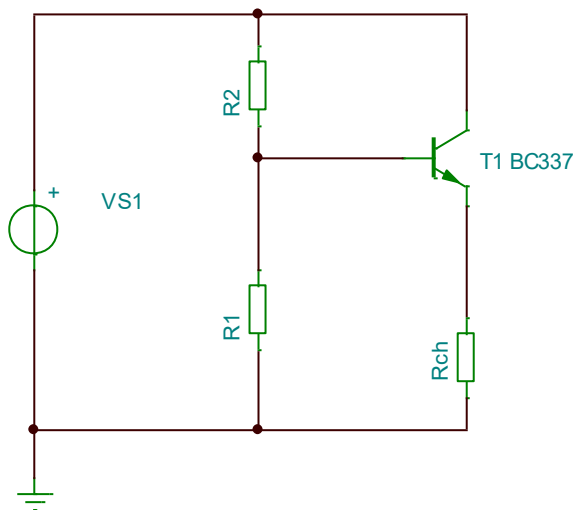
À partir d'une alimentation qui est compris entre 12V et 13V et d'un transistor bipolaire NPN BC33, effectuer un montage émetteur suiveur qui réponds aux critères demandés :

À l'aide d'un pont diviseur, atteindre la tension nécessaire sur la base du transistor pour atteindre une plage de tension sur l'émetteur qui soit entre 4.75V et 5.25V, et atteindre aussi le courant nécessaire pour obtenir un courant d'entre 10mA et 25mA à l'émetteur du transistor.

Une fois on ait trouvé les valeurs des résistances nécessaires, il faudra faire une simulation du montage et faire une mesure sur un plaque d'essai pour ensuite, comparer les résultats de simulation avec les résultats de la réalité.

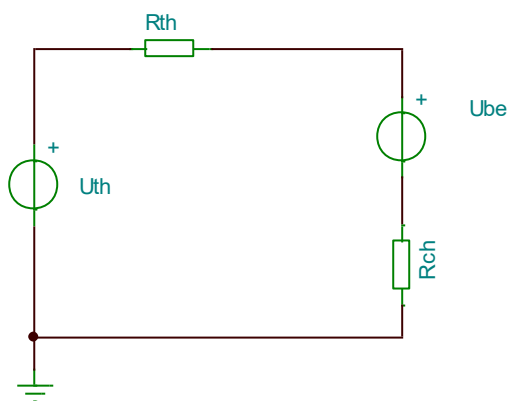
3 Analyse théorique

3.1 Schéma de principe



3.2 Dimensionnement des résistances R1 et R2

3.2.1 Schéma Thévenin équivalent



Afin d'obtenir des résultats dans nos calculs qui se rapprochent le plus de la réalité, nous allons mesurer la tension U_{be} dans les deux « worst cases » :

1. I_e avec un courant de 25mA.
2. I_e avec un courant de 10mA.

Les mesures doivent être faits avec deux tensions d'alimentation différents :

$V_{s1} = 12V$ et $V_{s1} = 13V$

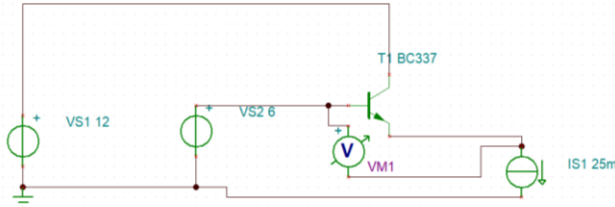
La valeur de U_{BE} change en fonction du courant I_E . En théorie, lorsque I_E augmente, U_{BE} devrait légèrement augmenter. Cependant, dans notre montage, on observe une diminution de U_{BE} car le pont diviseur est chargé par le courant de base, ce qui fait chuter la tension U_B en proportion.

$$\begin{aligned}
 I_{e \max} &= 25 \text{ mA} & V_{s1 \min} &= 12 \text{ V} & U_{be} &= 0,7 \text{ V} & \beta &= 160 \\
 U_{Rch \min} &= 4,75 \text{ V} & I_{e \min} &= 10 \text{ mA} & V_{s1 \max} &= 13 \text{ V} \\
 U_{Rch \max} &= 5,25 \text{ V} \\
 R_{12} &= \frac{R_2}{R_1 + R_2} \\
 R_{12} &= \frac{U_{be} + U_{Rch \min}}{V_{s1 \min} - \frac{R_1 \cdot I_{e \max}}{\beta + 1}} = \frac{U_{be} + U_{Rch \max}}{V_{s1 \max} - \frac{R_1 \cdot I_{e \min}}{\beta + 1}} \\
 R_1 &= \frac{((U_{be} + U_{Rch \max}) V_{s1 \min} - (U_{be} + U_{Rch \min}) V_{s1 \max})(\beta + 1)}{(U_{be} + U_{Rch \max}) I_{e \max} - (U_{be} + U_{Rch \min}) I_{e \min}} \\
 &= \frac{((0,7 + 5,25) 12 - (0,7 + 4,75) 13)(160 + 1)}{(0,7 + 5,25) 25 \cdot 10^{-3} - (0,7 + 4,75) 10 \cdot 10^{-3}} = 939,5 \Omega \\
 &\Rightarrow E12: 940 \Omega \\
 R_{12} &= \frac{U_{be} + U_{Rch \min}}{V_{s1 \min} - \frac{R_1 \cdot I_{e \max}}{\beta + 1}} = \frac{0,7 + 4,75}{12 - \frac{939,5 \cdot 25 \cdot 10^{-3}}{160 + 1}} = 0,46 [-] \\
 R_2 &= \frac{R_{12} \cdot R_1}{1 - R_{12}} = \frac{0,46 \cdot 939,5}{1 - 0,46} = 786,1 \Omega \Rightarrow E12: 820 \Omega \\
 \text{Cas 1: } R_{ch \min} &= \frac{U_{Rch \min}}{I_{e \max}} = \frac{4,75}{25 \cdot 10^{-3}} = 190 \Omega \Rightarrow E12: 200 \Omega \\
 \text{Cas 2: } R_{ch \max} &= \frac{U_{Rch \max}}{I_{e \min}} = \frac{5,25}{10 \cdot 10^{-3}} = 525 \Omega \Rightarrow E12: 560 \Omega
 \end{aligned}$$

4 Simulation

4.1 Mesure U_{be} moyenne

4.1.1 Montage de simulation



4.1.2 Conditions de simulation

4.1.2.1 Worst case n°1

Pour effectuer la mesure du worst case n°1 il faut fixer le générateur de courant à 25mA.

Faire une mesure avec V_{s1} à 12V et 13V.

Relever la tension sur Vm1.

4.1.2.2 Worst case n°2

Pour effectuer la mesure du worst case n°1 il faut fixer le générateur de courant à 10mA.

Faire une mesure avec V_{s1} à 12V et 13V.

Relever la tension sur Vm1.

4.1.3 Résultats des simulations

4.1.3.1 Worst case n°1

Voici les résultats des mesures :

V_{s1} [V]	I_{s1} [A]	U_{be} [V]
12	$25 \cdot 10^{-3}$	1.1
13	$25 \cdot 10^{-3}$	1.1

4.1.3.2 Worst case n°2

V_{s1} [V]	I_{s1} [A]	U_{be} [V]
12	$25 \cdot 10^{-3}$	1.12
13	$25 \cdot 10^{-3}$	1.12

4.1.2 Analyse des résultats

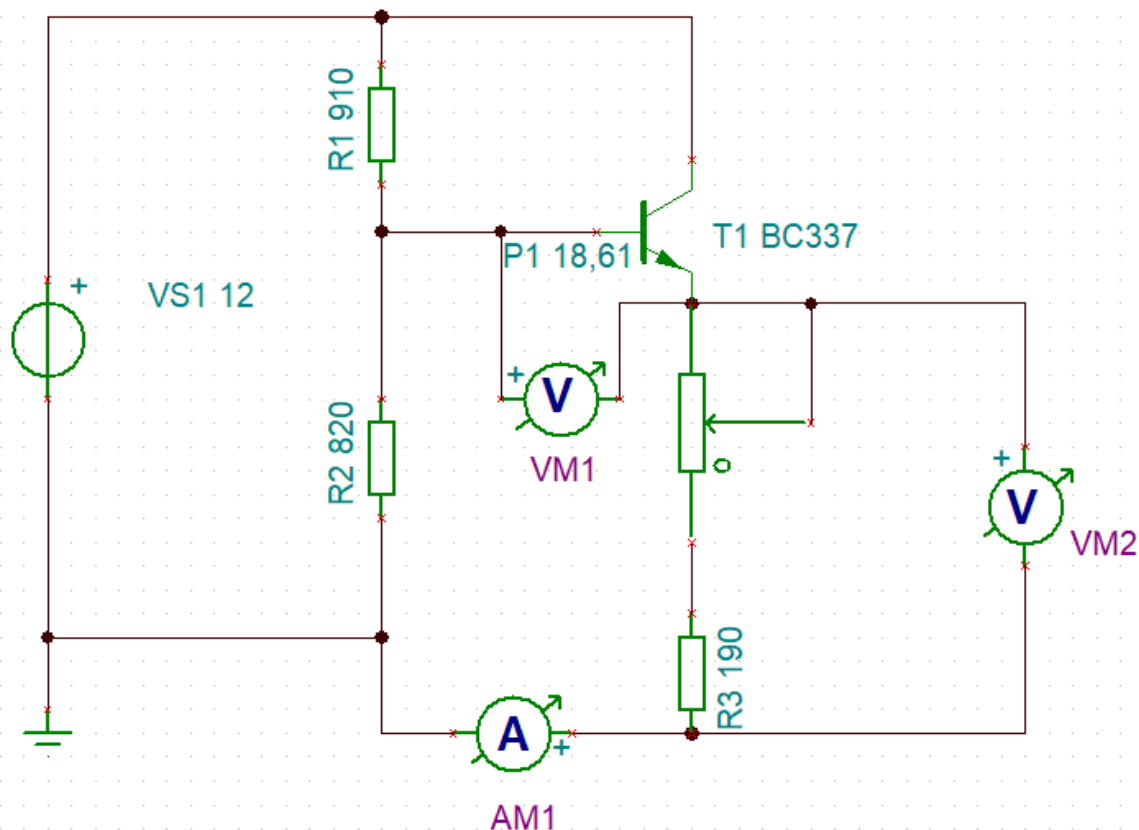
Suites aux résultats relevés on peut constater que la tension U_{be} n'a quasiment variée, donc les résultats des mesures obtenus ne sont pas à ceux qu'on attendait.

Ceci est du principalement avec un problème avec le logiciel de simulation TINA.

Donc pour les calculs de R1 et R2 on utilisera la valeur mentionnée dans le datasheet, soit 0.7V.

4.2 Montage de base

4.2.1 Schéma de simulation



4.2.2 Conditions de simulation

- 1) Pour effectuer la mesure dans la simulation il faut changer la valeur du potentiomètre pour avoir les valeurs de résistances équivalentes suivants :

Résistance totale [Ω]
200
265
330
395
470

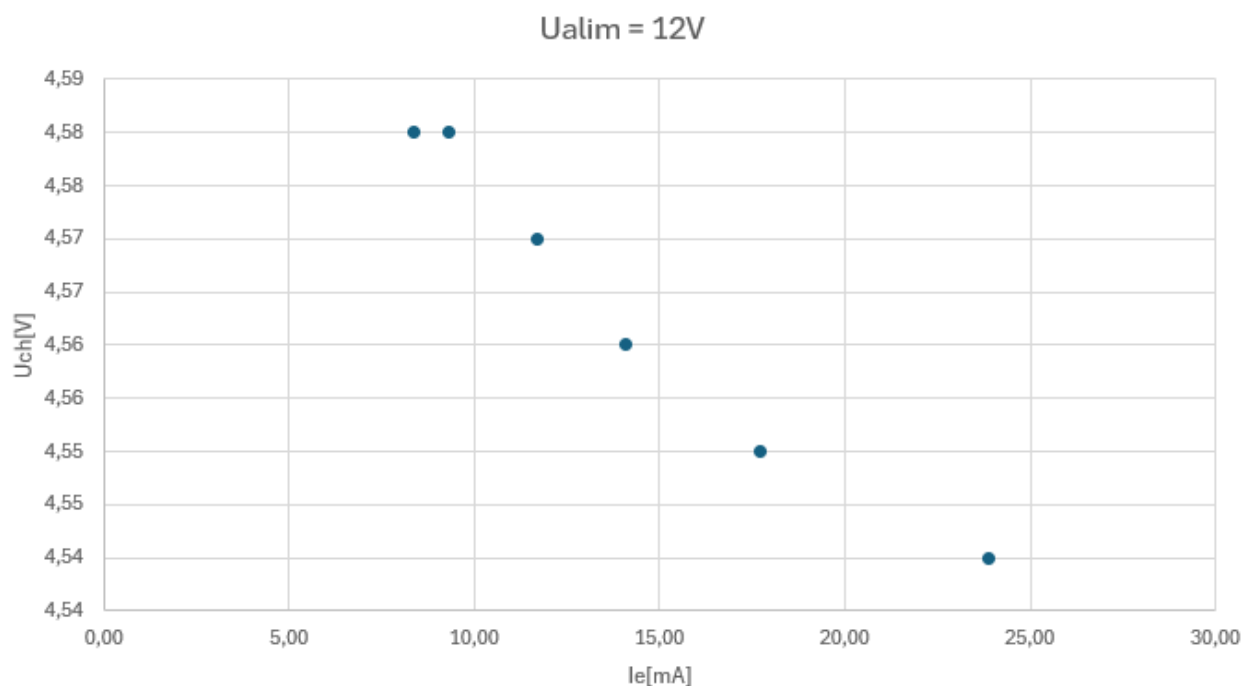
- 2) Relever les valeurs suivantes :
 - a) I_e
 - b) $U_E = U_L$
- 3) Lorsque les valeurs mentionnées précédemment ont été relevés avec les différents valeurs de résistances, il faut changer la tension sur V_{s1} de 12V à 13V, et effectuer la même procédure pour relever les différentes valeurs.

4.2.3 Analyse des résultats

Après avoir effectué toutes les procédures, voici les résultats obtenus :

Résultats sous 12V :

Rch [Ω]	U_L [V]	I_E [mA]
200	4.54	23.89
265	4.55	17.72
330	4.56	14.09
395	4.57	11.69
470	4.58	9.32
560	4.58	8.34

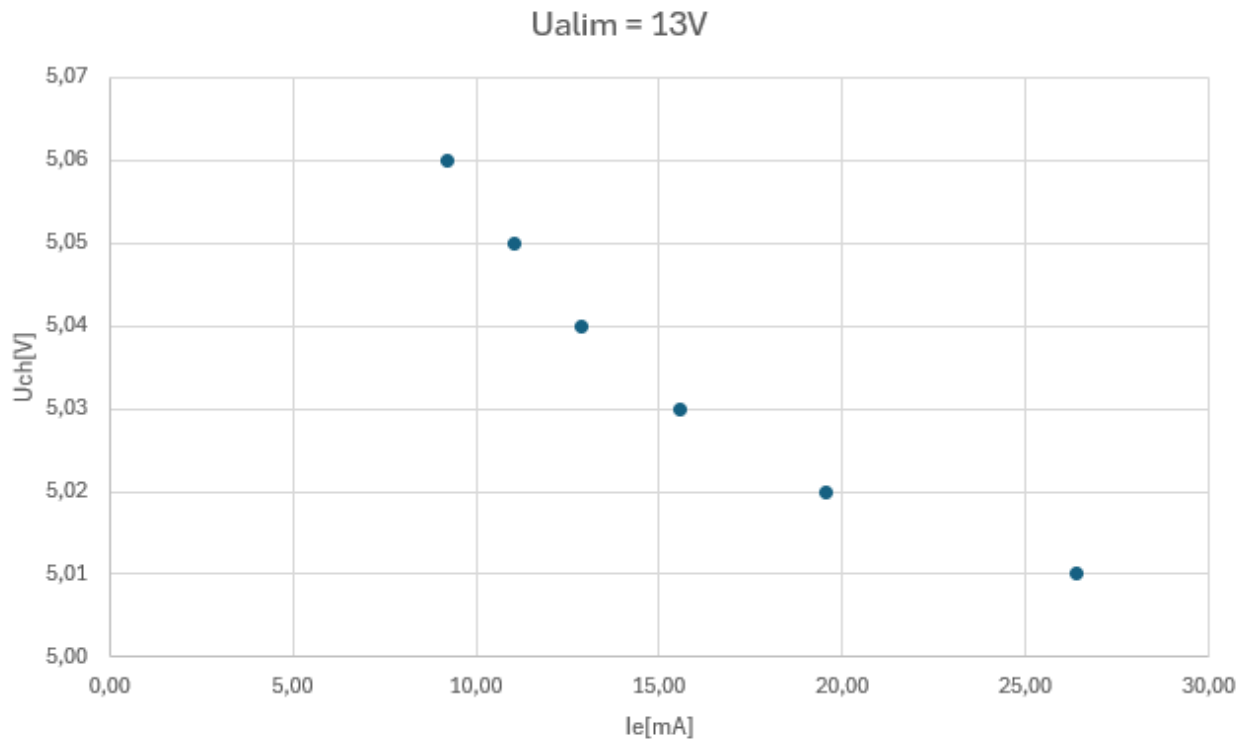


- À la suite des résultats obtenus pour la simulation avec une alimentation à 12V, on peut observer que la tension U_L ne tient dans la marge de tension désirée, ce fait peut-être expliqué par le fait que notre tension U_{be} ne change pas en réalité dans la simulation.

La plage de tension de U_L se trouve entre 4.54V et 4.58V.

Résultats sous 13V :

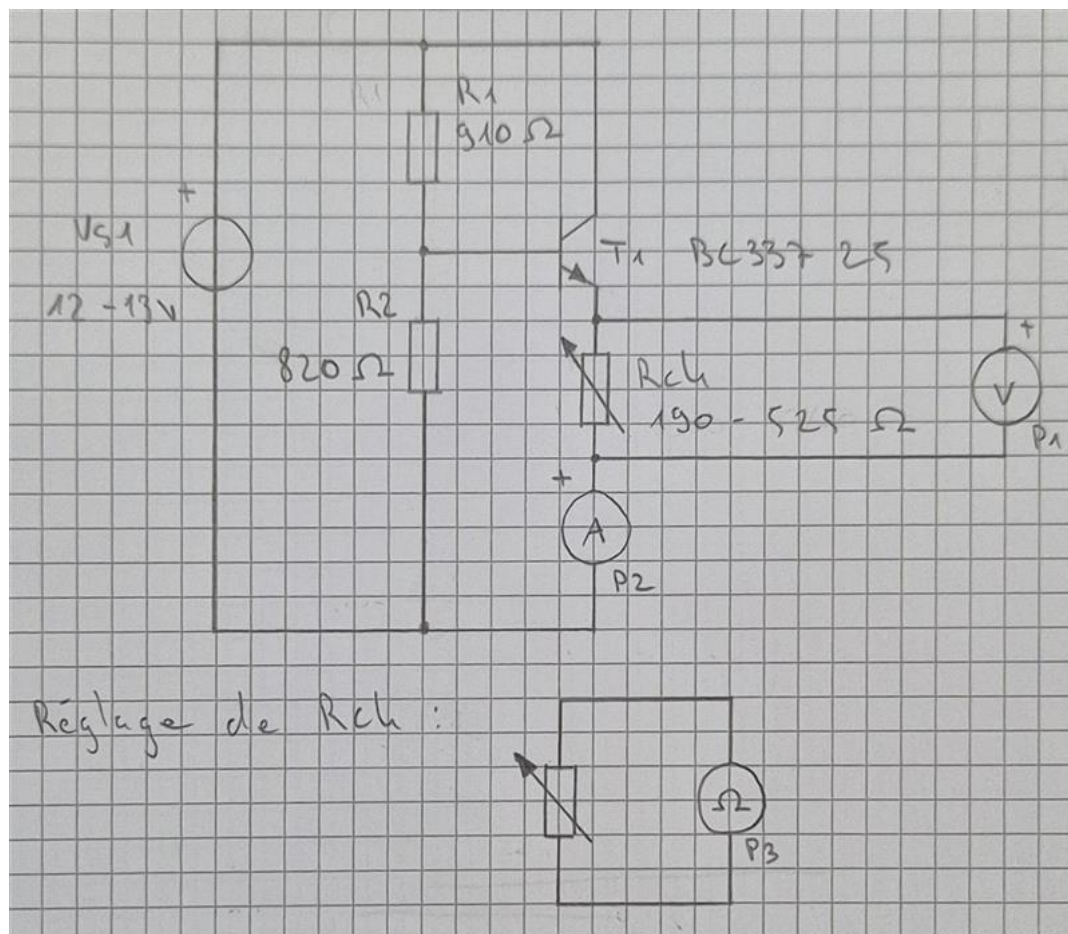
Rch [Ω]	U_L [V]	I_E [mA]
200	5.01	26.36
265	5.02	19.55
330	5.03	15.54
395	5.04	12.9
470	5.05	11.02
560	5.06	9.19



- À la suite des résultats obtenus lors de la simulation, on peut observer le même fait, lors que le courant I_E augmente, la tension U_{BE} décroissent.
La plage de tension sur U_L pour ce montage à 13V se **situe entre 5.01 et 5.06 et le courant I_L se situe entre 26.36mA et 9.19**, donc on voit que la tension correspond et répond aux critères demandés, **cependant le courant dépasse de 1.36mA la limite supérieure.**
Ce dépassement est dû aux mêmes justifications données auparavant.

5 Mesures

5.1 Schéma de mesure

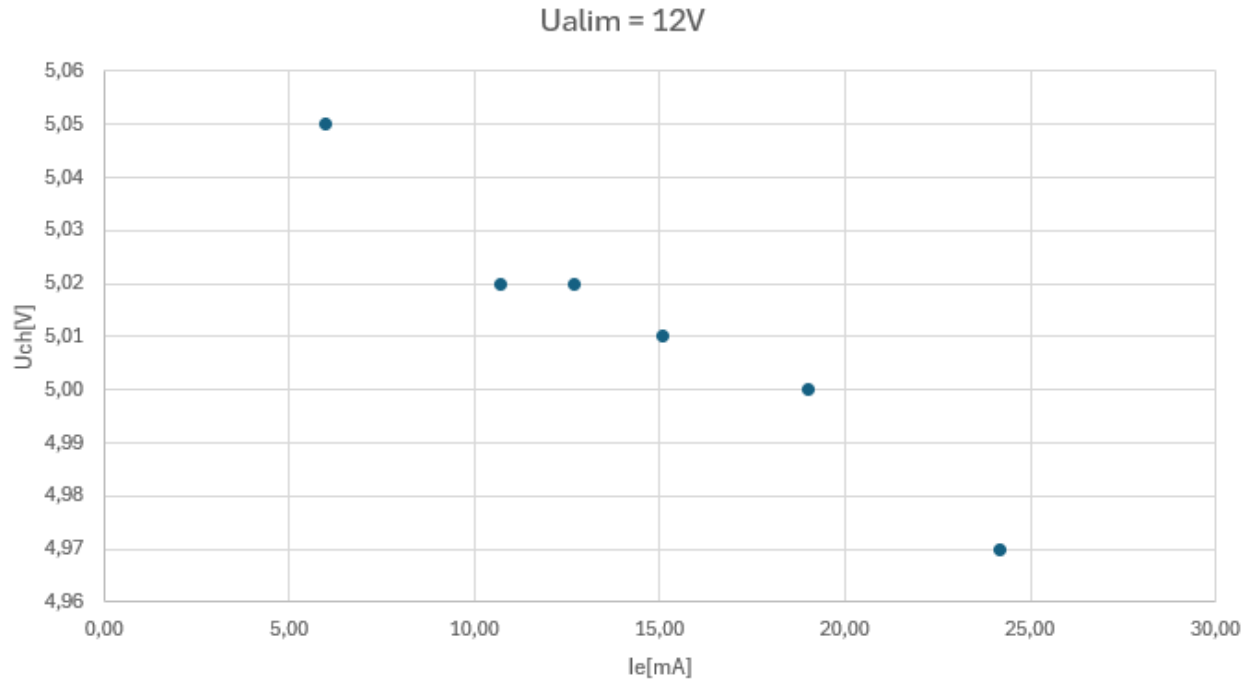


5.2 Tableaux de mesures

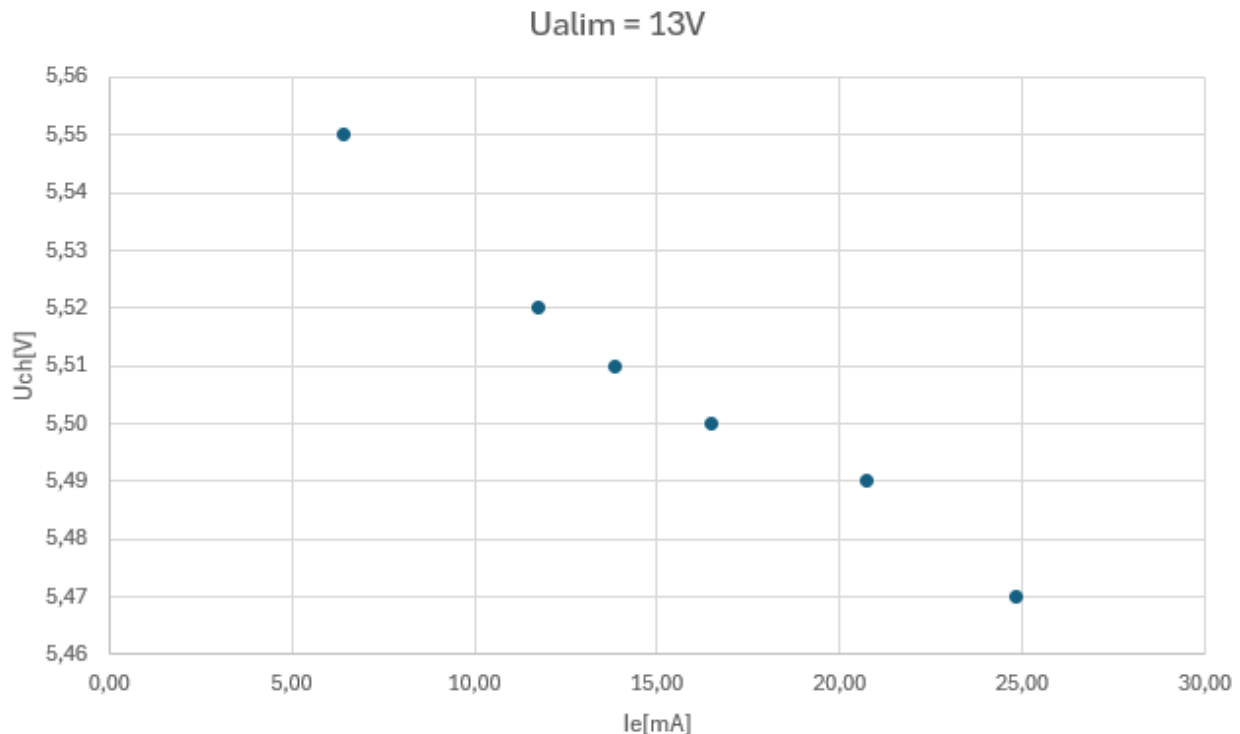
12V		
$R_{ch} [\Omega]$	$U_{ch} [V]$	$I_e [mA]$
200	4.97	24.2
265	5	18.98
330	5.01	15.08
395	5.02	12.71
470	5.02	10.68
560	5.05	5.95

13V		
$R_{ch} [\Omega]$	$U_{ch} [V]$	$I_e [mA]$
200	5.47	24.8
265	5.49	20.75
330	5.5	16.48
395	5.51	13.83
470	5.52	11.73
560	5.55	6.43

5.3 Analyse des résultats



Lorsque l'alimentation est fixée à 12 V, on remarque que la tension de sortie reste pratiquement constante entre 4.97 V et 5.05 V, alors que le courant de sortie varie de 6 mA à 24 mA selon la résistance décharge. Cette faible variation montre que le montage émetteur suiveur stabilise bien la tension de sortie, même quand la charge change.



Lorsque la tension d'alimentation est de 13 V, la tension de sortie augmente légèrement, se situant entre 5.47 V et 5.55 V pour un courant compris entre 6 mA et ~25 mA. Le comportement reste identique. La tension de sortie varie très peu malgré la charge, ce qui confirme la fonction de régulation du montage.

Les résultats obtenus en mesure sont globalement plus élevés que ceux de la simulation. On observe en moyenne un écart d'environ 0,45 V sur la tension de sortie. Les courants présentent également des variations, parfois proches de la simulation, mais avec quelques écarts plus importants selon la résistance de charge. Ces différences peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs : les tolérances des composants réels, les erreurs de mesure, ainsi que les modèles utilisés dans la simulation, qui ne reproduisent pas toujours fidèlement le comportement réel du transistor. Dans l'ensemble, les mesures confirment la validité du fonctionnement simulé, même s'il y a de petits écarts. Ces écarts restent acceptables et montrent que la simulation donne une bonne approximation du montage réel.

6 Conclusion

Les mesures pratiques confirment le bon fonctionnement du montage à 12V, avec une tension stable entre 4.97V et 5.05V, conforme aux spécifications. À 13V, la tension dépasse légèrement la limite supérieure (5.47V-5.55V). Le montage démontre sa capacité à stabiliser efficacement la tension malgré les variations de charge.

Les objectifs ont globalement été atteints, et le montage émetteur suiveur remplit correctement sa fonction de régulation de tension.

Lausanne, le 09.11.2025

Dilan Espinosa/Noé Alam

7 Annexes