

# Rapport de laboratoire

---

**Ecole supérieure**

Électronique

Laboratoire SLO1

---

## Transistor en émetteur suiveur

---

**Réalisé par :**

Timéo Doleyres

Luc Derré

**A l'attention de :**

M.Bovey

M.Moreno

**Dates :**

Début du laboratoire : 6 octobre 2025

Fin du laboratoire : 10 novembre 2025



## **Table des matières**

Transistor en émetteur suiveur .....	1
1 Introduction .....	5
2 Approche théorique .....	5
2.1 Recherche de la formule .....	5
3 Dimensionnements .....	6
4 Simulation .....	7
4.1 Schéma de simulation .....	7
4.2 Listes de matériels .....	7
4.3 Méthode et conditions de simulation .....	8
4.4 Analyse des résultats, remarques .....	8
5 Mesures .....	9
5.1 Liste d'appareils .....	9
5.2 Liste des composants .....	9
5.3 Schéma de mesures .....	9
5.4 Méthode et conditions de mesures .....	10
5.5 Série de mesure 1 .....	11
5.5.1 Remarques .....	11
5.6 Série de mesure 2 .....	12
5.6.1 Remarques .....	12
6 Comparaison .....	13
7 Conclusion .....	13

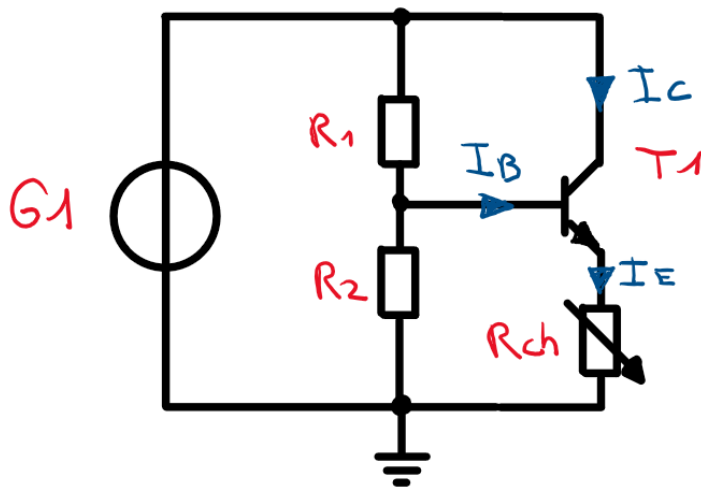


## 1 Introduction

Ce travail porte sur la réalisation d'un montage émetteur suiveur destiné à alimenter un circuit TTL avec une tension stable entre 4,75 V et 5,25 V et entre 10 mA et 25 mA avec une alimentation comprise entre 12 V et 13 V, tout en comparant les résultats obtenus par calcul, simulation et mesure pratique.

## 2 Approche théorique

Schéma émetteur commun :



Désignation	Valeur donnée et trouvée
G1	12 V – 13 V
Ie	10 mA – 25 mA
Rch	4.75 V – 5.25 V
Ib	$\frac{Ie}{\beta + 1}$
Vbemoy	0.755V
$\beta$	Donné dans un tableau de la datasheet de T1 (choix : 173.6)
R1	?
R2	?

### 2.1 Recherche de la formule

Thevenin:

$$R_{th} = \frac{R1 * R2}{R1 + R2}$$

$$U_{th} = \frac{G1 * R2}{R1 + R2}$$

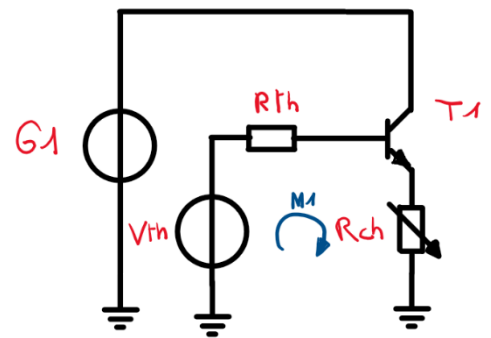
$$M1 = U_{th} - U_{rth} - U_{be} - U_{rch}$$

$$G1 * \frac{R1}{R1 + R2} - \frac{R1 * R2}{R1 + R2} * \frac{Ie}{\beta + 1} - V_{be} - U_{rch} = 0$$

$$\frac{R1}{R1 + R2} * \left( G1 - R1 * \frac{Ie}{\beta + 1} \right) - V_{be} - U_{rch} = 0$$

$$V_{be} + U_{rch} = \frac{R1}{R1 + R2} * \left( G1 - R1 * \frac{Ie}{\beta + 1} \right)$$

$$\frac{V_{be} + U_{rch}}{G1 - R1 * \frac{Ie}{\beta + 1}} = \frac{R1}{R1 + R2}$$



### 3 Dimensionnements

Afin de prendre en compte les tolérances d'entrée et de sortie (G1 12 -13V, Rch 4.75 – 5.25 et Ie 10 25 mA).

Le courant doit être maximal quant :  
G1 et Urch est au minimum.

Le courant doit être minimal quant :  
G1 et Urch est au maximum.

Grâce à cela, nous pouvons déterminer les valeurs à mettre dans la formule.

Dimensionnement de R1 :

$\frac{Vbe + Urchmin}{G1min - R1 * \frac{Iemax}{\beta + 1}} = \frac{Vbe + Urchmax}{G1max - R1 * \frac{Iemin}{\beta + 1}}$	$* G1max - R1 * \frac{Iemin}{\beta + 1}$
$\frac{Vbe + Urchmin}{G1min - R1 * \frac{Iemax}{\beta + 1}} * (G1max - R1 * \frac{Iemin}{\beta + 1}) = Vbe + Urchmax$	$* G1min - R1 * \frac{Iemax}{\beta + 1}$
$(Vbe + Urchmin) * (G1max - R1 * \frac{Iemin}{\beta + 1}) = (Vbe + Urchmax) * (G1min - R1 * \frac{Iemax}{\beta + 1})$	Factoriser
$(Vbe + Urchmin) * G1max - (Vbe + Urchmin) * \frac{R1 * Iemin}{\beta + 1} = (Vbe + Urchmax) * G1min - (Vbe + Urchmax) * \frac{R1 * Iemax}{\beta + 1}$	$+ (Vbe + Urchmin) * \frac{R1 * Iemin}{\beta + 1}$
$(Vbe + Urchmin) * G1max = (Vbe + Urchmax) * G1min - (Vbe + Urchmax) * \frac{R1 * Iemax}{\beta + 1} + (Vbe + Urchmin) * \frac{R1 * Iemin}{\beta + 1}$	$- (Vbe + Urchmax) * G1min$
$(Vbe + Urchmin) * G1max - (Vbe + Urchmax) * G1min = - (Vbe + Urchmax) * \frac{R1 * Iemax}{\beta + 1} + (Vbe + Urchmin) * \frac{R1 * Iemin}{\beta + 1}$	Factoriser R1
$(Vbe + Urchmin) * G1max - (Vbe + Urchmax) * G1min = R1 * \frac{(Vbe + Urchmax) * Iemax - (Vbe + Urchmin) * Iemin}{\beta + 1}$	Isoler R1
$R1 = (\beta + 1) * \frac{(Vbe + Urchmin) * G1max - (Vbe + Urchmax) * G1min}{(Vbe + Urchmin) * Iemin - (Vbe + Urchmax) * Iemax}$	

$$R1 = (\beta + 1) * \frac{G1max(Vbe + Urchmin) - G1min(Vbe + Urchmax)}{Iemin(Vbe + Urchmin) - Iemax(Vbe + Urchmax)} = (173.6 + 1) * \frac{13 * (0.755 + 4.75) - 12 * (0.755 + 5.25)}{0.01 * (0.755 + 4.75) - 0.025 * (0.755 + 5.25)} = 909 \Omega$$

Dimensionner R2 :

$\frac{Vbe + Urchmoy}{G1moy - \frac{Iemoy}{\beta + 1}} = \frac{R2}{R1 + R2}$	$* G1moy - \frac{Iemoy}{\beta + 1}$
$Vbe + Urchmoy = \frac{R2}{R1 + R2} * (G1moy - \frac{Iemoy}{\beta + 1})$	*R1+R2
$(Vbe + Urchmoy) * (R1 + R2) = R2 * (G1moy - \frac{Iemoy}{\beta + 1})$	développer
$(Vbe + Urchmoy) * R1 + (Vbe + Urchmoy) * R2 = R2 * (G1moy - \frac{Iemoy}{\beta + 1})$	$- (Vbe + Urchmoy) * R2$

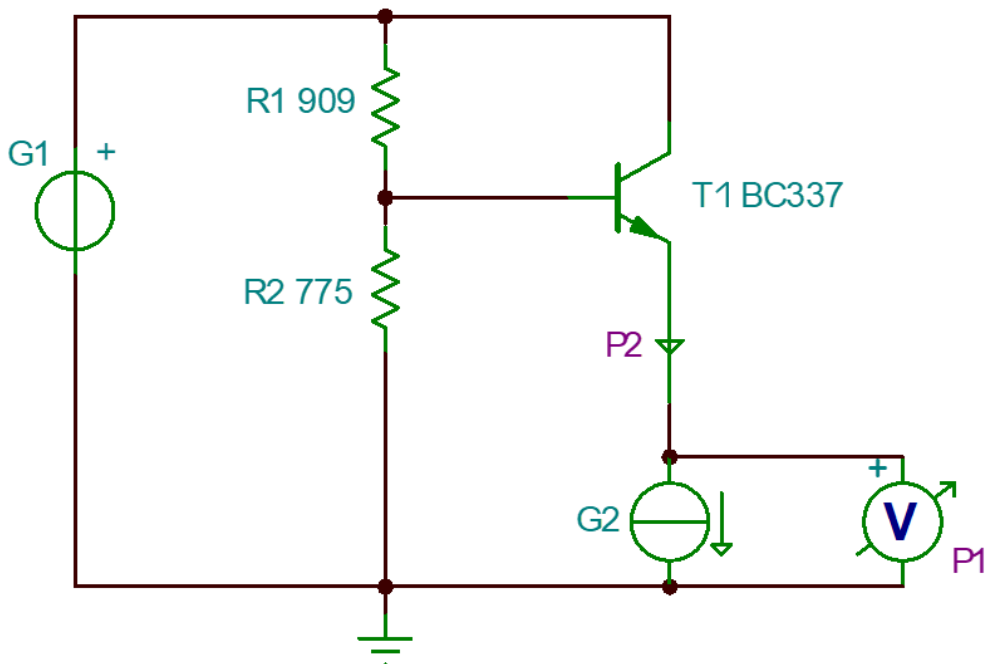
$(V_{be} + U_{rchmoy}) * R1 = R2 * (G1moy - \frac{I_{emoy}}{B+1}) - (V_{be} + U_{rchmoy}) * R2$	Mise en évidence
$(V_{be} + U_{rchmoy}) * R1 = R2 * ((G1moy - \frac{I_{emoy}}{B+1}) - (V_{be} + U_{rchmoy}))$	$/(G1moy - \frac{I_{emoy}}{B+1}) - (V_{be} + U_{rchmoy})$
$\frac{(V_{be} + U_{rchmoy}) * R1}{(G1moy - \frac{I_{emoy}}{B+1}) - (V_{be} + U_{rchmoy})} = R2$	

$$R2 = \frac{(V_{be} + U_{rchmoy}) * R1}{G1moy - \frac{I_{emoy}}{B+1} - (V_{be} + U_{rchmoy})} = \frac{(0.755 + 5) * 909}{12.5 - \frac{0.0175}{173.6+1} - (0.755 + 5)} = 775\Omega$$

## 4 Simulation

Un générateur de courant (G2) est mis à la place de la résistance Rch dans le schéma de simulation, afin de simplifier la simulation, et de testé les valeurs de R1 et R2 précédemment calculée.

### 4.1 Schéma de simulation



### 4.2 Listes de matériels

Composent	Valeur	Commentaire
R1	909Ω	Resistance
R2	775Ω	Resistance
T1	BC337	Transistor BJT
G1	-	Source de tension
G2	-	Source de courant
P1	-	Voltmètre
P2	-	Ampèremètre

### 4.3 Méthode et conditions de simulation

- Reproduire le schéma de simulation dans Tina.
- Effectuer les simulations selon ces conditions :

N° mesure	Condition 1	Condition 2	Mesure de R3
1	G1 @ 12 V	IG2 @ 10 mA	U en dc
2	G1 @ 13 V	IG2 @ 25 mA	U en dc
3	G1 @ 12 V	IG2 @ 10 mA	U en dc
4	G1 @ 13 V	IG2 @ 25 mA	U en dc

Lors de la simulation la plage de mesure acceptable est entre **4.75** et **5.25 V**

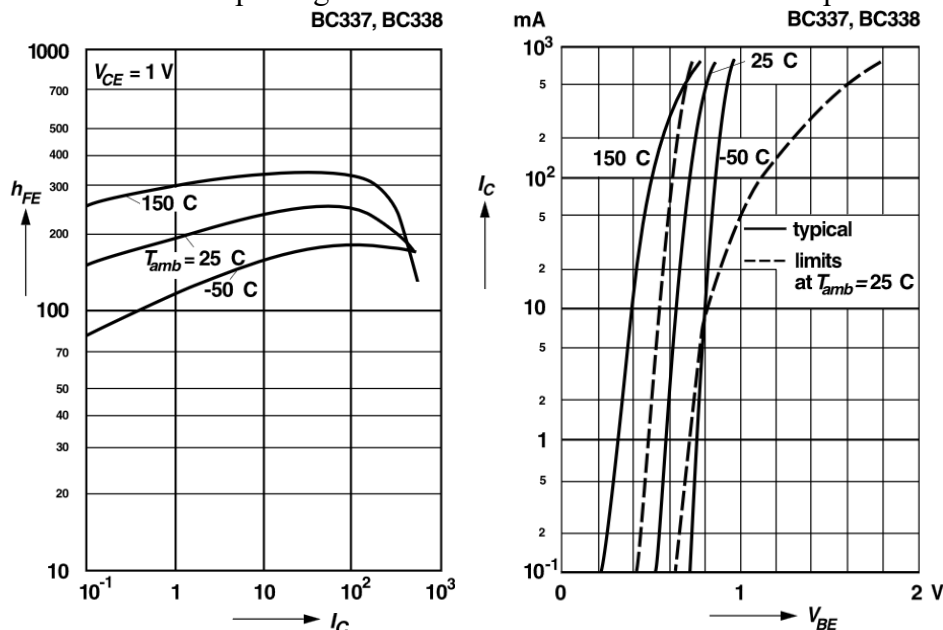
### 4.4 Analyse des résultats, remarques

N° mesure	Condition	Désignation de mesure	Valeur mesurée [V]
1	G1 @ 12V G2 @ 10mA	P1	4.76
2	G1 @ 12V G2 @ 25mA	P1	4.71
3	G1 @ 13V G2 @ 10mA	P1	5.22
4	G1 @ 13V G2 @ 25mA	P1	5.17

La simulation confirme que nos calculs sont corrects. Dans l'énoncé, il est précisé que les valeurs obtenues en simulation ne seront pas forcément exactes. Dans notre cas, les résultats restent cependant dans les tolérances demandées dans le TP.

Cependant, si nos valeurs n'étaient pas exactes, cela pourrait provenir de la valeur de  $\beta$ , qui varie en fonction du courant circulant dans le transistor, mais aussi de la température, comme on peut le voir sur l'image ci-dessous, qui est un extrait du datasheet.

La valeur de  $V_{be}$  peut également varier en fonction des mêmes paramètres que  $\beta$ .





## 5 Mesures

### 5.1 Liste d'appareils

Désignation	Marque	Type	Caractéristique	No d'inventaire
G1	Toellner	TOE-7741	Générateur de fonction	ES.SLO1.00.02.14
P1	Gw instek	GFM-396	Voltmètre	ES.SLO1.00.04.24
P2	Gw instek	GFM-396	Ampèremètre	ES.SLO1.00.04.25

Les instruments de mesure P1 et P2 sont tous deux des multimètres, chacun est utilisé dans le mode indiqué dans le tableau ci-dessus.

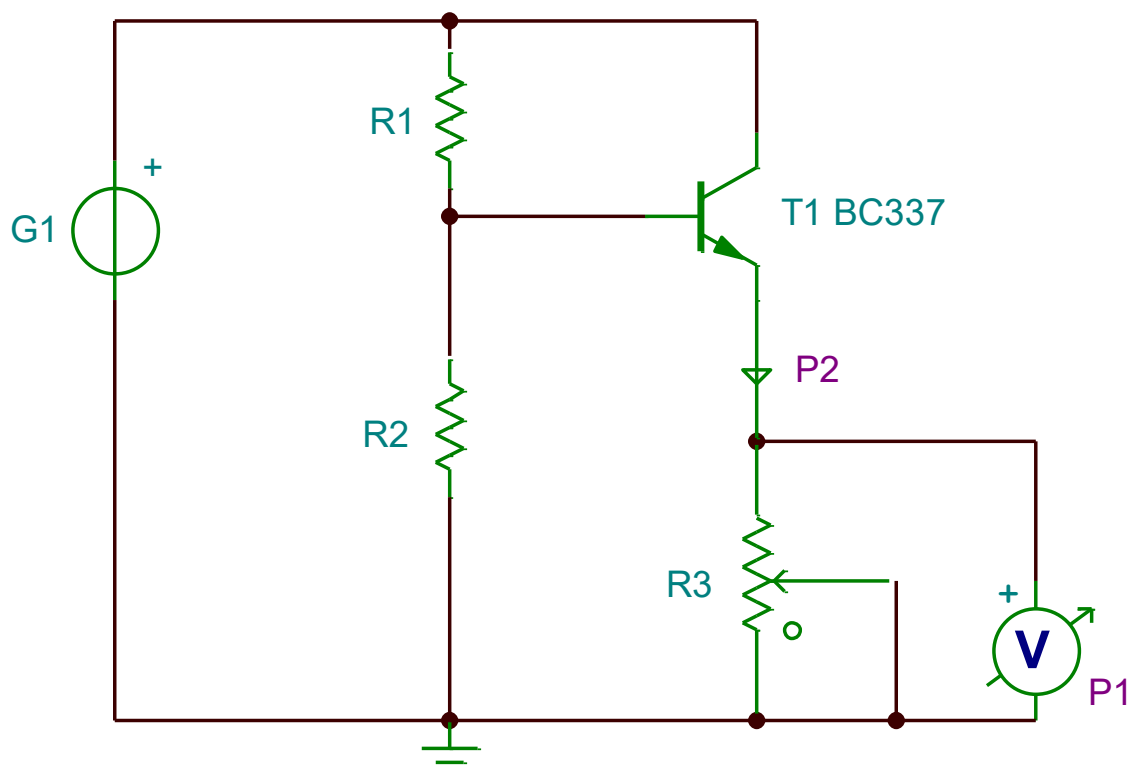
### 5.2 Liste des composants

Désignation	Type	Valeur
T1	Transistor	BC337
R1	Résistance	910 $\Omega$
R2	Résistance	772 $\Omega$
R3	Potentiomètre	2.2 k $\Omega$

Deux résistances en série ont été utiliser avoir la résistance R2 (750 et 22  $\Omega$ )

Pour les autres résistances, on essayer de se rapprocher le plus possible des calculs, R1, 910 au lieu de 909  $\Omega$  et R2 772 au lieu de 775  $\Omega$ .

### 5.3 Schéma de mesures



## 5.4 Méthode et conditions de mesures

- Réaliser le montage du schéma de mesure.
- Placer le voltmètre P1 en parallèle au potentiomètre R3 de façon à voir la chute de tension totale du potentiomètre en dc.
- Placer l'ampèremètre P2 en série entre l'émetteur du transistor T1 et le potentiomètre.
- Pour être dans le bonne conditions de mesures, commencer par alimenter le circuit avec la tension G1 ensuite dans le tableau des conditions de mesures si dessous ; ensuite, avec l'aide du potentiomètre R3, Régler jusqu'à atteindre le courant demander dans le tableau, une fois le courant atteint, notée la tension mesurée sur P1.

- Condition pour la première série de mesure :

N° mesure	Condition 1 [V]	Condition 2	Mesure de R3
1	G1 @ 12 V	IR3 @ 2 mA	U en dc
2	G1 @ 12 V	IR3 @ 4 mA	U en dc
3	G1 @ 12 V	IR3 @ 6 mA	U en dc
4	G1 @ 12 V	IR3 @ 8 mA	U en dc
5	G1 @ 12 V	IR3 @ 10 mA	U en dc
6	G1 @ 12 V	IR3 @ 12 mA	U en dc
7	G1 @ 12 V	IR3 @ 14 mA	U en dc
8	G1 @ 12 V	IR3 @ 16 mA	U en dc
9	G1 @ 12 V	IR3 @ 18 mA	U en dc
10	G1 @ 12 V	IR3 @ 20 mA	U en dc
11	G1 @ 12 V	IR3 @ 22 mA	U en dc
12	G1 @ 12 V	IR3 @ 24 mA	U en dc
13	G1 @ 12 V	IR3 @ 25 mA	U en dc

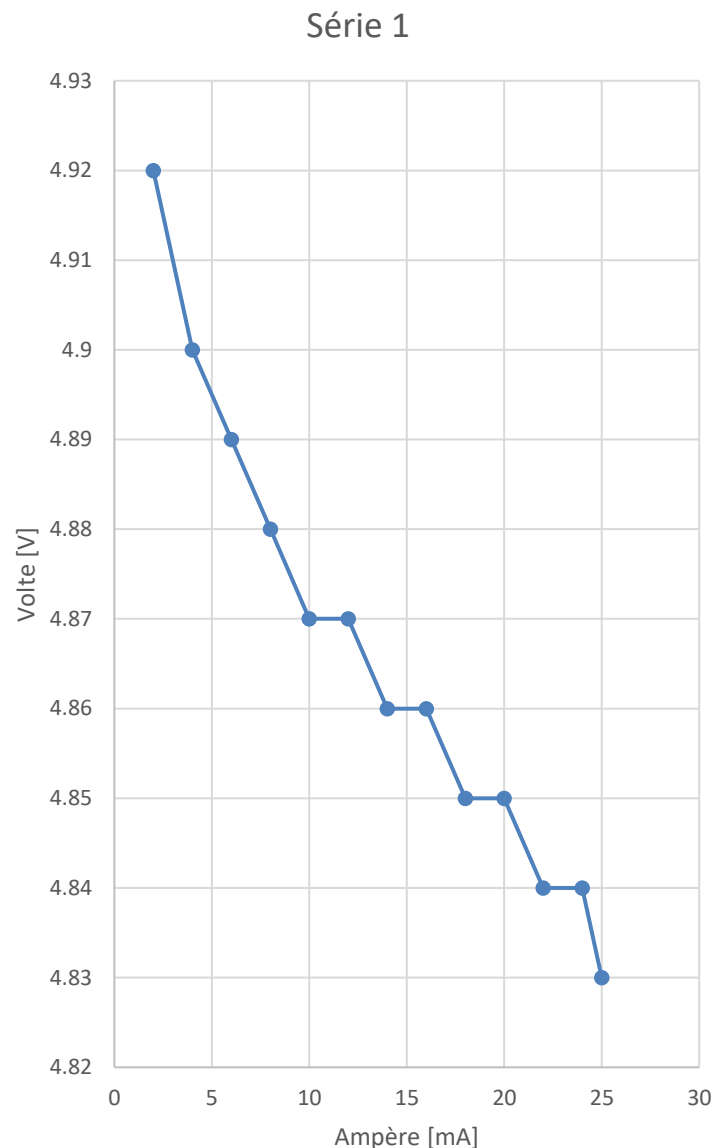
- Condition pour la deuxième série de mesure

N° mesure	Condition 1 [V]	Condition 2	Mesure de R3
1	G1 @ 13 V	IR3 @ 2 mA	U en dc
2	G1 @ 13 V	IR3 @ 4 mA	U en dc
3	G1 @ 13 V	IR3 @ 6 mA	U en dc
...	...	...	...

**Le seul changement de la deuxième série de mesure, est la tension de sortie de G1 à 13 V.**

## 5.5 Série de mesure 1

N° mesures	Condition	Désignation	Valeur mesurée [V]
1	G1 @ 12 V R3 @ 2 mA	P1	4.92
2	G1 @ 12 V R3 @ 4 mA	P1	4.9
3	G1 @ 12 V R3 @ 6 mA	P1	4.89
4	G1 @ 12 V R3 @ 8 mA	P1	4.88
5	G1 @ 12 V R3 @ 10 mA	P1	4.87
6	G1 @ 12 V R3 @ 12 mA	P1	4.87
7	G1 @ 12 V R3 @ 14 mA	P1	4.86
8	G1 @ 12 V R3 @ 16 mA	P1	4.86
9	G1 @ 12 V R3 @ 18 mA	P1	4.85
10	G1 @ 12 V R3 @ 20 mA	P1	4.85
11	G1 @ 12 V R3 @ 22 mA	P1	4.84
12	G1 @ 12 V R3 @ 24 mA	P1	4.84
13	G1 @ 12 V R3 @ 25 mA	P1	4.83



### 5.5.1 Remarques

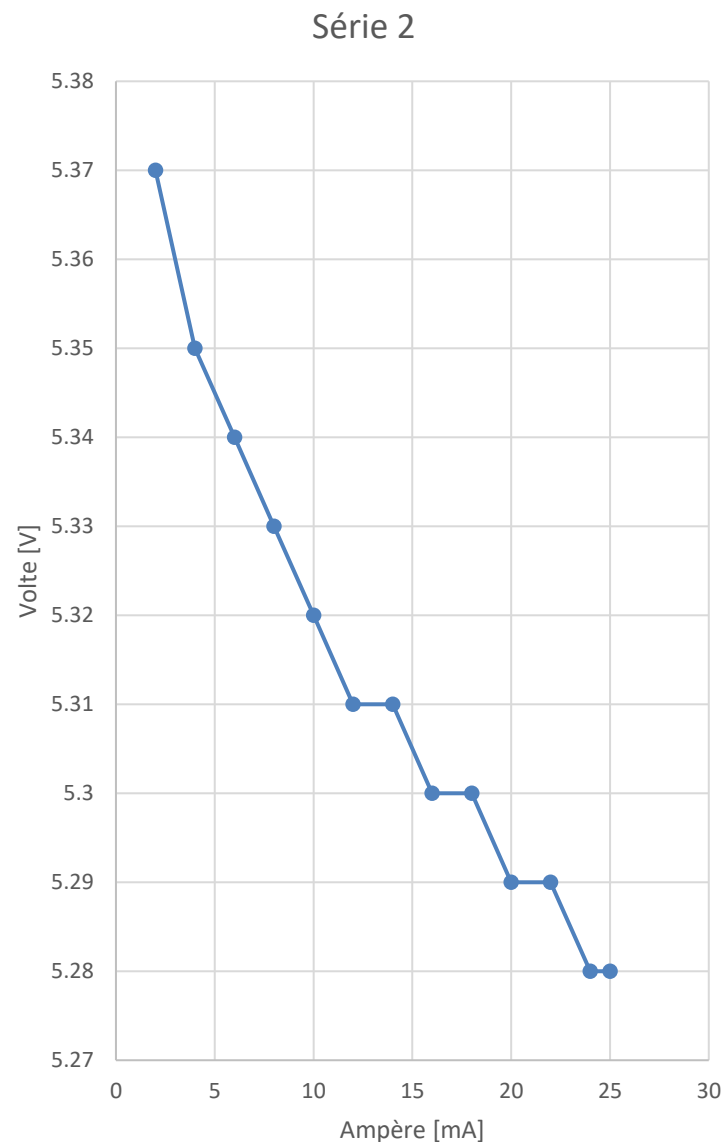
Plus on augmente le courant plus la tension diminue mais le changement est assez petit par rapport à la différence du courant.

On remarque que la courbe est plutôt linéaire, on peut donc dire que tous les 2 mA, il y a une différence de tension de  $\sim 0.1$  V en prenant les extrémités.

La différence de courant est de 23 mA pour une différence de tension de 0.09 V.

## 5.6 Série de mesure 2

N° mesures	Condition	Désignation	Valeur mesurée [V]
1	G1 @ 13 V R3 @ 2 mA	P1	5.37
2	G1 @ 13 V R3 @ 4 mA	P1	5.35
3	G1 @ 13 V R3 @ 6 mA	P1	5.34
4	G1 @ 13 V R3 @ 8 mA	P1	5.33
5	G1 @ 13 V R3 @ 10 mA	P1	5.32
6	G1 @ 13 V R3 @ 12 mA	P1	5.31
7	G1 @ 13 V R3 @ 14 mA	P1	5.31
8	G1 @ 13 V R3 @ 16 mA	P1	5.3
9	G1 @ 13 V R3 @ 18 mA	P1	5.3
10	G1 @ 13 V R3 @ 20 mA	P1	5.29
11	G1 @ 13 V R3 @ 22 mA	P1	5.29
12	G1 @ 13 V R3 @ 24 mA	P1	5.28
13	G1 @ 13 V R3 @ 25 mA	P1	5.28



### 5.6.1 Remarques

Le comportement est très similaire à la première série de mesures on remarque cependant que nous sortons des tolérances entre les 10 et les 25 mA. Tolérance qui est de 5.25V au maximum.

## 6 Comparaison

Tension G1 [V]	Courant [mA]	Simulation [V]	Mesures [V]	Erreur relative [%]	Erreur absolue [V]
12	10	4,76	4,87	2,31	0,11
12	25	4,71	4,83	2,55	0,12
13	10	5,22	5,31	1,72	0,09
13	25	5,17	5,28	2,13	0,11

Nous avons environ 2 % d'erreur en moyenne. Cette erreur est due aux résistances choisies, qui n'étaient pas tout à fait de la même valeur que celles utilisées pour la simulation et les calculs. Elle peut également provenir de la valeur de  $\beta$ , qui comme pour la simulation, varie en fonction du courant et de la température.

Si nous avions pu utiliser les valeurs exactes des résistances et réajuster nos calculs en mesurant la valeur réelle de  $\beta$  dans notre cas, nous aurions certainement respecté les tolérances demandées.

## 7 Conclusion

Après avoir déterminé les valeurs théoriques des résistances R1 et R2 (909  $\Omega$  et 775  $\Omega$ ) avec Thévenin, nous avons fait une simulation qui a confirmé que nous étions bien dans les tolérances demander avec les valeurs calculées.

Les mesures démontrent un comportement similaire, mais une petite erreur d'environ 2% ce qui nous sortent des tolérances quand l'alimentation est à 13V.

Les écarts entre la théorie, la simulation et les mesures réelles proviennent surtout des valeurs réelles des résistances utilisées et des variations du gain  $\beta$  et de la tension  $V_{be}$  du transistor selon le courant et la température.

Le dimensionnement réalisé n'est pas totalement conforme aux exigences demander, Mais dans l'ensemble, les résultats simulé et mesuré démontrent que le montage fonctionne correctement et avec un peu plus de précision on pourrait entrée dans les tolérances sans problème.