



PR206

Projets d'Electronique Analogique

Let the sunshine !

Réalisé par :

Lamia DACHI

Safae OUAJIH

Date : 10/01/2020

Encadrant :

Taris THIERRY

Table des matières

1	Introduction	2
1.1	Exposé du sujet	2
1.2	Cahier des charges	2
2	Démarche théorique	2
2.1	Schéma fonctionnel	2
2.2	Choix des composants	3
3	Réalisation de la carte et mesures	9
4	Améliorations	12
4.1	Présentation de la 2ème carte	12
4.2	Choix des composants	12
4.3	Etage suiveur	14
4.4	Etage soustracteur	14
4.5	Etage amplificateur	16
4.6	Etage barre graphe et Driver	17
4.7	Mesures	17
5	Conclusion	19
6	Bibliographie	20
7	Annexes	20

1 Introduction

1.1 Exposé du sujet

Désormais, l'énergie solaire est indispensable en partie pour produire l'électricité verte de notre planète. En particulier, l'énergie solaire photovoltaïque provient de la conversion de la lumière du soleil en électricité au sein de matériaux semi-conducteurs comme le silicium.

Notre projet a pour but d'alimenter une plateforme de capteurs d'ambiance à partir de cette énergie solaire photovoltaïque.

1.2 Cahier des charges

Utiliser uniquement l'énergie solaire pour alimenter un capteur de température et un capteur d'humidité.

La cellule photovoltaïque doit délivrer une tension de 3,3 V quelque soient les conditions d'éclairage. Néanmoins, cette condition a été modifiée et est devenue 5V (explication dans la partie : choix des composants).

La tension constante générée par la cellule photovoltaïque est l'objectif d'un autre groupe.

2 Démarche théorique

2.1 Schéma fonctionnel

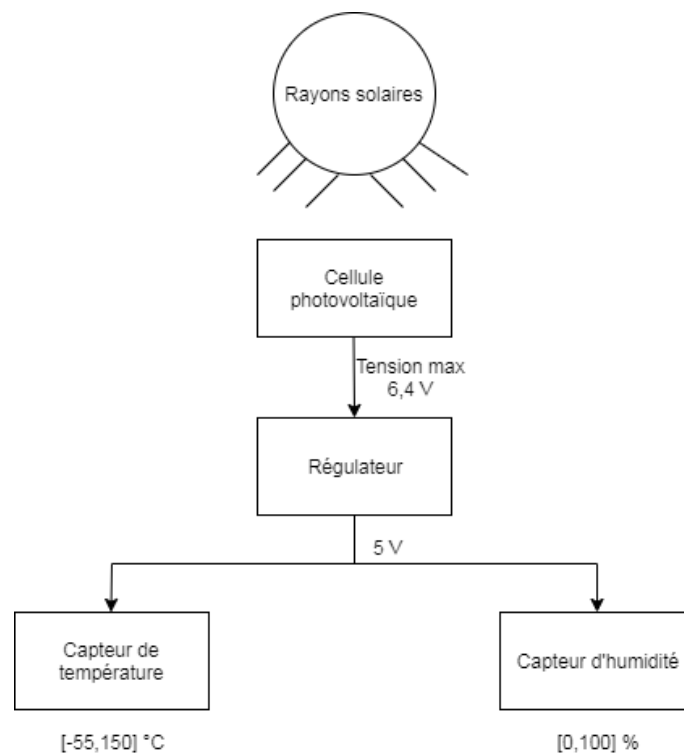


FIGURE 1 – Le schéma fonctionnel de la 1ère carte

2.2 Choix des composants

- **Cellule photovoltaïque**

Afin d'alimenter notre carte par l'énergie solaire, nous aurons besoin d'une cellule photovoltaïque.

La cellule photovoltaïque disponible a pour caractéristiques :

- Dimensions : 70x55x3 mm
- Typical voltage : 5,5 V
- Typical current : 100 mA
- Tension maximale en charge : 6,4 V



FIGURE 2 – Cellule photovoltaïque

Nous avons réalisé des tests sur la cellule photovoltaïque afin de savoir expérimentalement ses performances.

En utilisant l'énergie solaire ou la lumière d'une lampadaire, la tension maximale délivrée par le cellule photovoltaïque était environ 6,4 V

La taille de la cellule photovoltaïque nous a donc limité le nombre de capteurs à utiliser et l'ajout d'autres fonctions.

- **Capteur de température**

Le choix des capteurs était principalement basé sur la valeur de la tension d'entrée. En effet, les capteurs doivent fonctionner avec une tension d'entrée de valeur 3,3 V imposée par le cahier des charges.

En comparant les capteurs de température disponibles, nous avons constaté que tous les capteurs fonctionnent pour une tension supérieure ou égale à 4V. Nous avons donc changé notre cahier de charge vis-à-vis la valeur de la tension délivrée par la cellule photovoltaïque. La valeur retenue était ainsi **5V** (en prenant en considération le capteur d'humidité).

Le capteur choisi est **LM35**

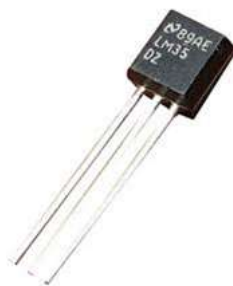


FIGURE 3 – Capteur de température LM35

Le capteur LM35 possède les caractéristiques suivantes :

- Une sortie linéaire : 10 mV/C
- Une plage de fonctionnement : [- 55, 150] C
- Tension d'entrée : [4, 20] V

L'étude du capteur est faite expérimentalement sur la carte de test, nous avons vérifié que le capteur fonctionne pour une entrée $V_{cc} = 5V$ et que la sortie varie si nous faisons chauffer le capteur.

- **Capteur d'humidité**

Le capteur d'humidité choisi est **HS15P**.



FIGURE 4 – Capteur d'humidité HS15P

Ce capteur était l'unique qui fonctionne pour une entrée de 5V.

Le HS15P a pour caractéristiques :

- Une caractéristique linéaire : 26%/V
- Une tension d'entrée : 5V
- Une plage de fonctionnement d'humidité : [0, 100] %
- Une plage de fonctionnement de température : [0,50] C

Ce capteur ne se trouve pas dans la bibliothèque de l'ENSEIRB-MATMECA sur le logiciel Proteus, les tests ont été réalisés expérimentalement sur la carte de test.

Le câblage du capteur d'humidité HS15P d'après le data sheet [1] était le suivant :

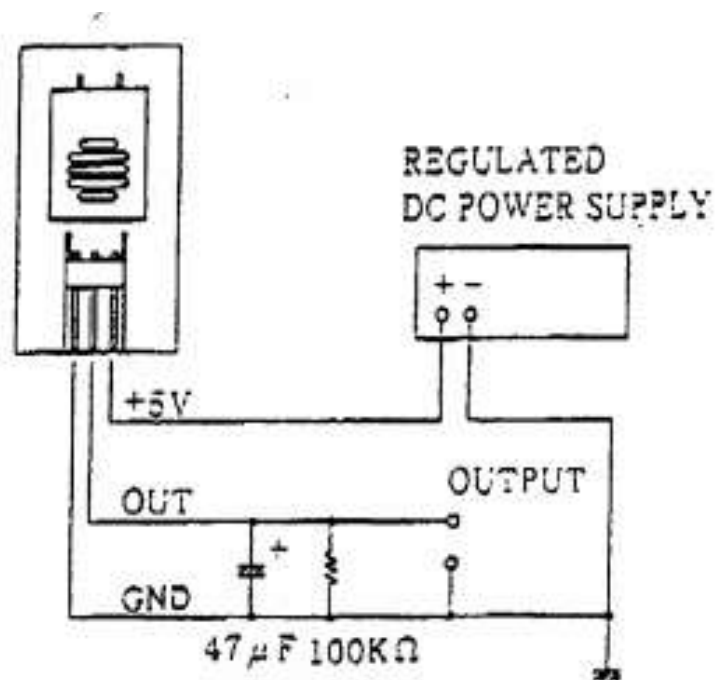


FIGURE 5 – Cablage proposé pour le capteur d’humidité HS15P

Néanmoins, les mesures étaient plus correctes pour une résistance de valeur 120k Ω en gardant une capacité de valeur 47 μF .

- **Régulateur**

Afin de stabiliser la tension délivrée par la cellule photovoltaïque, nous avons utilisé un régulateur permettant de délivrer une tension de valeur 5V.

Le régulateur choisi est **LM317T**



FIGURE 6 – Régulateur LM317T

Le câblage basique du régulateur est le suivant :

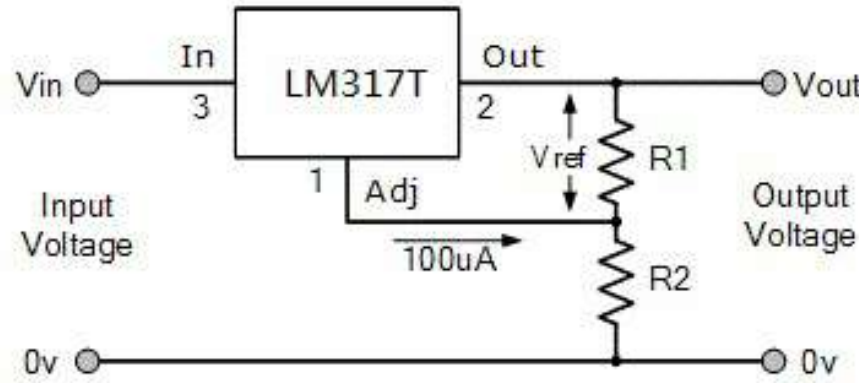


FIGURE 7 – Câblage proposé pour le régulateur LM317T

Les valeurs des résistances sont choisies afin d'avoir $V_{out} = 5V$. D'après le data sheet [2], l'équation permettant le calcul de ces résistances est :

$$V_{out} = V_{ref}(1 + \frac{R_2}{R_1}) + I_{adj}R_2 \quad (1)$$

Avec $I_{adj} = 100\mu A$ maximum, l'expression $I_{adj}R_2$ est donc négligeable. De plus, la valeur de V_{ref} est fixée à 1,25V et V_{out} souhaitée est 5V.

L'équation (1) est donc simplifiée :

$$R_2 = R_1(\frac{5}{1,25} - 1) \quad (2)$$

Nous fixons par exemple R_1 sur 47Ω et nous obtenons $R_2 = 161\Omega$

Le choix final des résistances était $R_1 = 47\Omega$ et $R_2 = 690k\Omega$. En effet, le courant devient plus important dans le circuit et donc nous avons augmenté la valeur de la résistance R_2 , cette dernière permet le bon fonctionnement du régulateur.

- **Switch**

Pour améliorer la carte, nous avons pensé à ajouter 2 switch permettant le fonctionnement d'un seul capteur ou des deux à la fois.

Le 1er switch détermine l'utilisation du capteur de température ou non, tandis que le 2ème switch bascule entre l'utilisation du capteur de température et d'humidité.

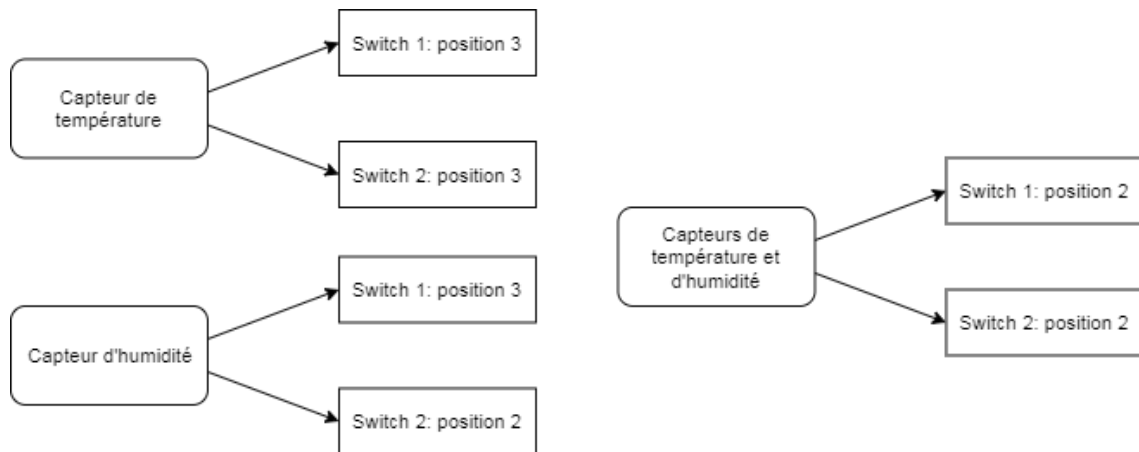


FIGURE 8 – Fonctionnement des switch

Nous simulons les différentes sorties des composants de la carte par le logiciel Proteus mais sans le capteur d'humidité (non disponible dans la bibliothèque) et nous prenons une énergie solaire = 6,5 V :

(Le schéma électrique simulé est donné dans l'annexe 1)

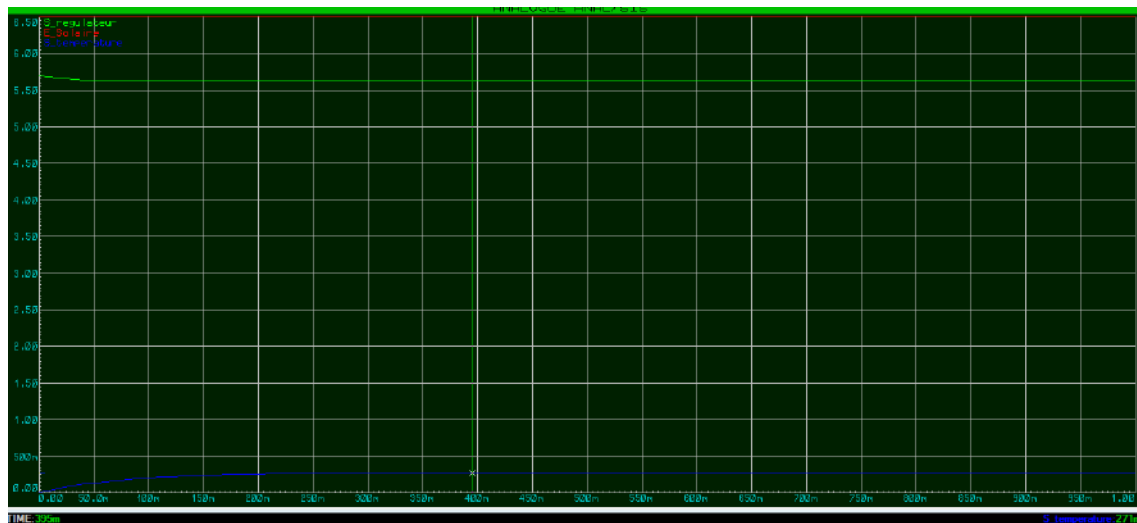


FIGURE 9 – Allure temporelle de l'énergie solaire, la sortie du régulateur et la sortie du capteur de température

Nous observons que la sortie du régulateur est un peu supérieure à la valeur théorique 5V (environ 5,6 V) mais permet toujours le bon fonctionnement des capteurs. La sortie du capteur de température est identique à la valeur théorique 271mV ==> 27,1 degrés. Les résultats sont donc corrects.

3 Réalisation de la carte et mesures

Après la réalisation de la carte, nous avons fait le test en mesurant la température et l'humidité de la salle.

Nous avons effectué les tests en utilisant une lampadaire comme source d'énergie solaire. Le cablage de la carte est le suivant :

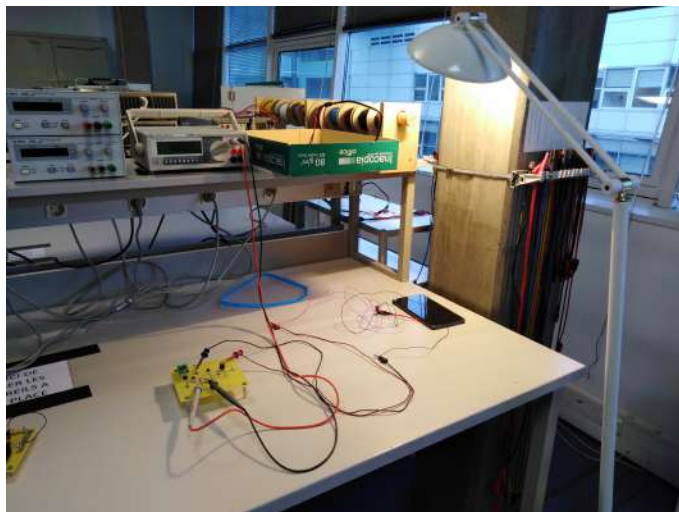


FIGURE 10 – Cablage de la carte pour mesurer la température et l'humidité

Ensuite, nous avons testé la masse :

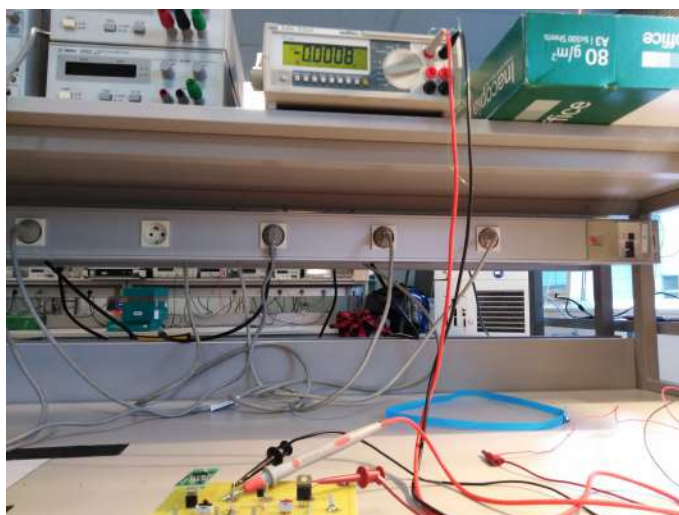


FIGURE 11 – Test de la masse

Nous avons ainsi mesuré la température et l'humidité ambiantes :

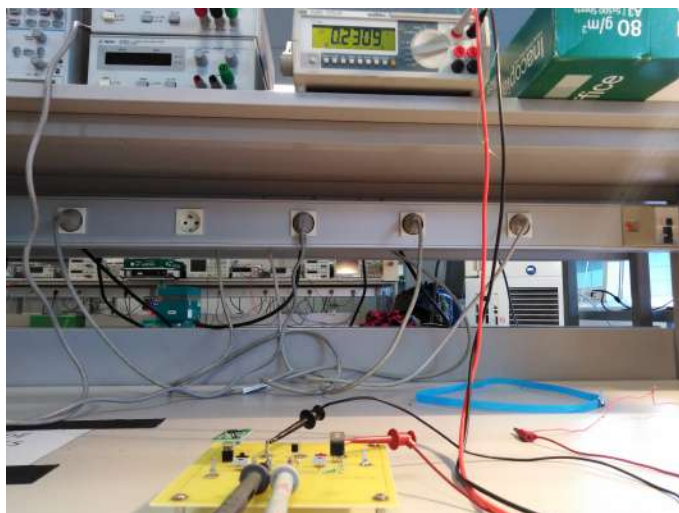


FIGURE 12 – Mesure de la température

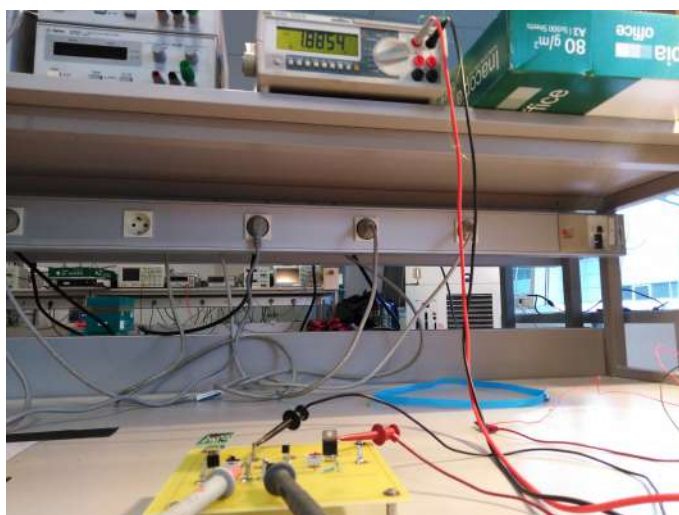


FIGURE 13 – Mesure de l'humidité

Les mesures donnent :

- La température ambiante : 23,09 C
- L'humidité ambiante : 49%

Ces mesures sont bien proches de la réalité. En effet, la température ambiante était : 24 C et l'humidité était : 51%

Nous avons également réalisé des tests pour le capteur de température en utilisant une enceinte climatique programmable, volume 16 litres, température réglable de -40C à +130C.

Nous avons ainsi tracé une courbe permettant de vérifier la caractéristique linéaire du capteur LM35 10mV/1 C.



FIGURE 14 – Test avec une enceinte programmable

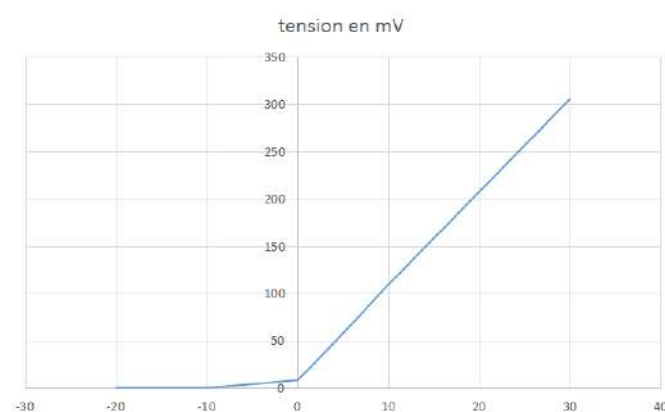


FIGURE 15 – Caractéristique obtenu du capteur de température tension en fonction de la température

Le cablage du capteur LM335 utilisé est le suivant (d'après le data sheet [3]) :

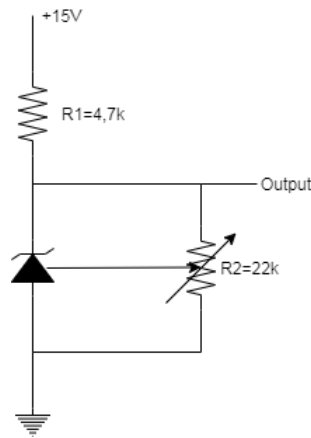


FIGURE 17 – Cablage proposé pour le capteur de température LM335

Nous simulons la sortie du capteur de température du schéma électrique donné en Annexe 2 :

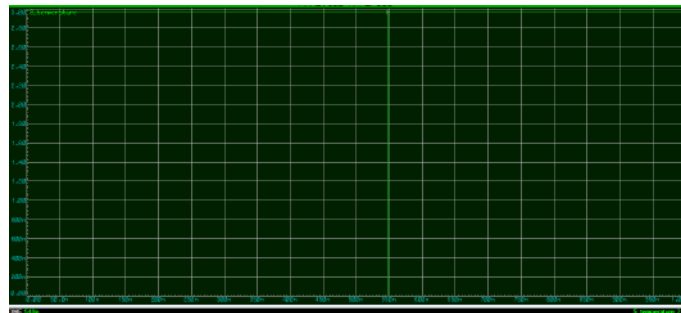


FIGURE 18 – Allure temporelle de la sortie du capteur de température

Le schéma électrique ne comporte pas l'étage suiveur. En effet, en ajoutant le suiveur la tension chute et nous ne trouvons plus les résultats attendus, pourtant sur la carte nous ne rencontrons pas cette chute.

La sortie du capteur indique une température de 29 C qui est un peu supérieur de la valeur théorique 27 C.

- **Capteur d'humidité**

Nous avons utilisé le même capteur d'humidité.

- **Interrupteur**

Nous avons choisi comme interrupteur le transistor **IRLIZ34N** pour le fonctionnement du Bip sonore. Si c'est nuit, la tension d'entrée est non nulle et le transistor est passant et le Bip sonne, sinon, le transistor est bloqué.

- **Barre graphe**

Nous avons utilisé le barre graphe **LM3914** avec son driver.

- **Switch**

Le Switch est utilisé pour choisir soit le résultat du capteur de température soit celui du capteur d'humidité sur le barre graphe.

4.3 Etage suiveur

Le suiveur va nous permettre d'adapter l'impédance et d'éviter une chute de tension, nous avons ajouté un suiveur à la sortie des capteurs de température et d'humidité.

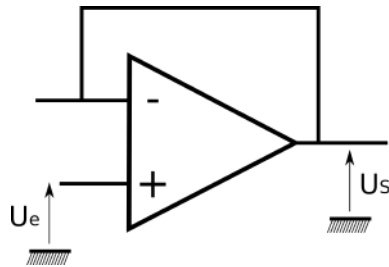


FIGURE 19 – Montage suiveur

4.4 Etage soustracteur

Afin de supprimer les LEDs correspondant à la 1ère valeur de température (-40 C ==> 2,31 V) et d'humidité (0% ==> 1V), nous avons ajouté un soustracteur tout en choisissant les bonne valeurs des résistances.

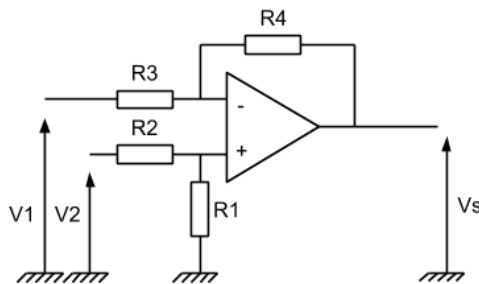


FIGURE 20 – Montage soustracteur

$$V_s = V_1 \frac{1 + \frac{R_4}{R_3}}{1 + \frac{R_2}{R_1}} - V_2 \frac{R_4}{R_3} \quad (3)$$

Pour avoir $(3) \Leftrightarrow V_s = V_1 - V_2$ il faut que $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$, nous avons pris les résistances $= 2k\Omega$.

Pour les 2 capteurs V_2 représente la sortie du suiveur et V_1 représente la composante à soustraire.

La composante à soustraire est réalisée par un diviseur de tension :

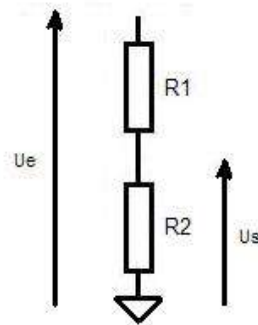


FIGURE 21 – Diviseur de tension

$$V_s = \frac{R_2}{R_2 + R_1} V_e \quad (4)$$

Pour avoir $V_s = 2.31V$ (capteur de température), nous choisissons $R_1 = 6.8k\Omega$ et $R_2 = 1.8k\Omega$

Pour avoir $V_s = 1V$ (capteur d'humidité), nous choisissons $R_1 = 1.5k\Omega$ et $R_2 = 100\Omega$

Nous simulons la sortie du soustracteur :

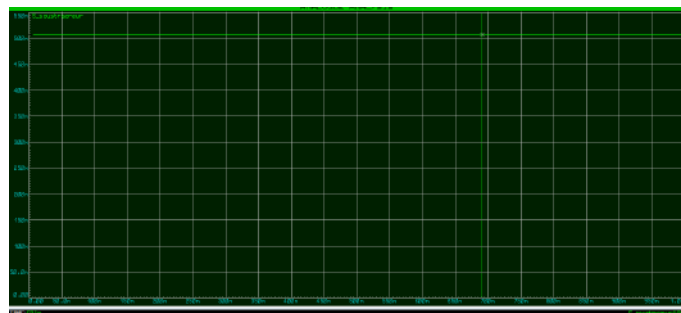


FIGURE 22 – Allure temporelle de la sortie du soustracteur

La valeur de la sortie est 500mV, une valeur petite et négligeable comme voulue.

4.5 Etage amplificateur

Les valeurs issues des capteurs sont faibles et ne permettent pas d'allumer toutes les LEDs du barre graphe comme établi dans le cahier des charges. Nous étions ainsi emmenées à amplifier ces valeurs.

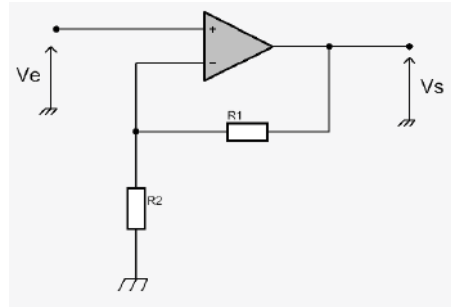


FIGURE 23 – Montage amplificateur

$$V_s = V_e \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \quad (5)$$

Le barre graphe fonctionnera pour l'intervalle $[0, 5]$ V avec un pas de 0,5 V.

Pour le capteur de température, après le soustracteur, sa plage de fonctionnement correspond à $[0, 1,5]$ V. Ainsi nous devons amplifier la sortie d'une manière à avoir 1,5 V \Rightarrow 5V donc un facteur d'amplification de 3.33 V.

D'après (5), on prend $R_1 = 4,7k\Omega$ et $R_2 = 1,8k\Omega$

De même, pour le capteur d'humidité, après le soustracteur, sa plage de fonctionnement correspond à $[0, 2]$ V. Ainsi nous devons amplifier la sortie d'une manière à avoir 2 V \Rightarrow 5V.

D'après (5), on prend $R_1 = 1,5k\Omega$ et $R_2 = 1k\Omega$

Nous simulons la sortie de l'amplificateur pour la capteur de température :

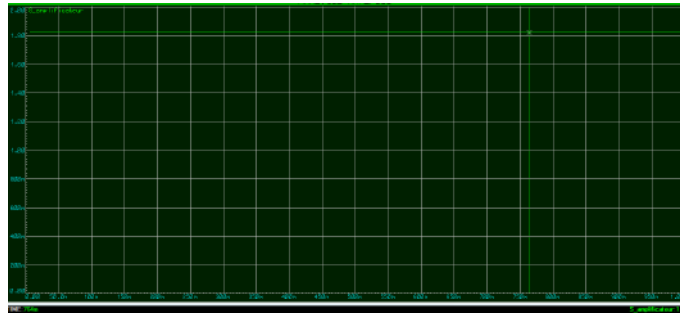


FIGURE 24 – Allure temporelle de la sortie d’amplificateur

A la sortie du soustracteur, nous avons une tension de 500mV, donc nous nous attendons à une sortie de 1,7 V. Nous avons eu une tension de valeur 1,8 V, les résultats sont donc cohérents.

4.6 Etage barre graphe et Driver

En se référant au data sheet [4], le cablage du barre graphe et son driver permettant d’avoir un pas de 0,5 V et un intervalle de fonctionnement [0, 5] V est le suivant :

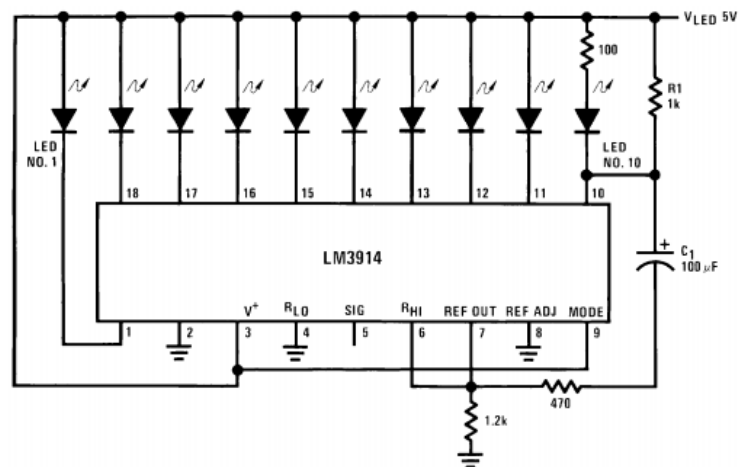


FIGURE 25 – Cablage proposé pour le barre graphe

4.7 Mesures

Nous avons testé la 2ème carte, le capteur d’humidité et le Bip sonore fonctionnaient :

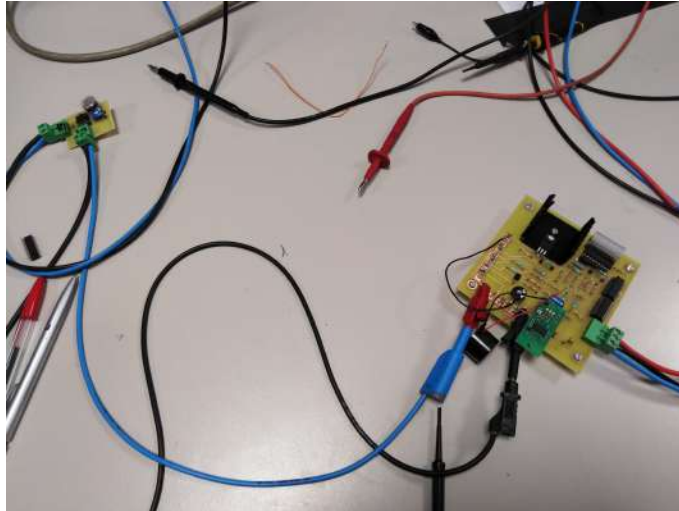


FIGURE 26 – Test de la 2ème carte

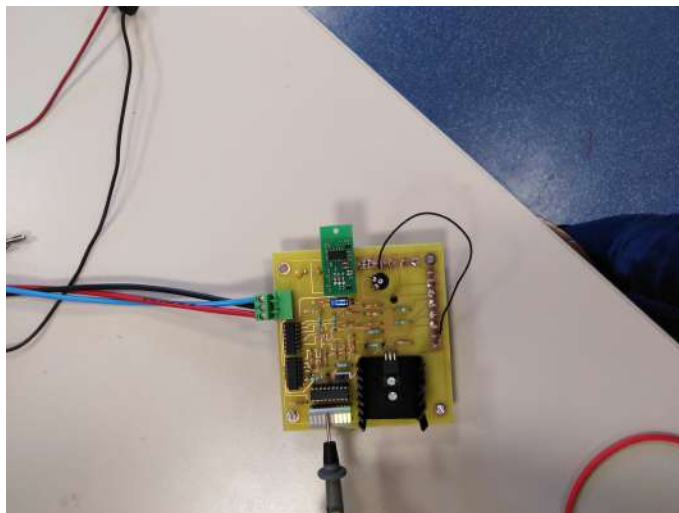


FIGURE 27 – Test du capteur d'humidité

La valeur d'humidité affichée sur le barre graphe correspond à 49-51%, une valeur cohérente avec la réalité (50%).

Pourtant, le barre graphe ne marche qu'en appuyant au dessus. En effet, le support à 10 n'est plus disponible au magasin. Par conséquent, le barre graphe n'est pas bien inséré dans le support.

En outre, le capteur de température donne une valeur numérique correcte mais l'affichage sur le barre graphe ne marchait pas. Toutes les LEDs sont allumées pour une valeur de température 23C. Nous pensons qu'un court circuit cause ce problème. Nous n'avons pas pu le résoudre parce que c'était la dernière séance.

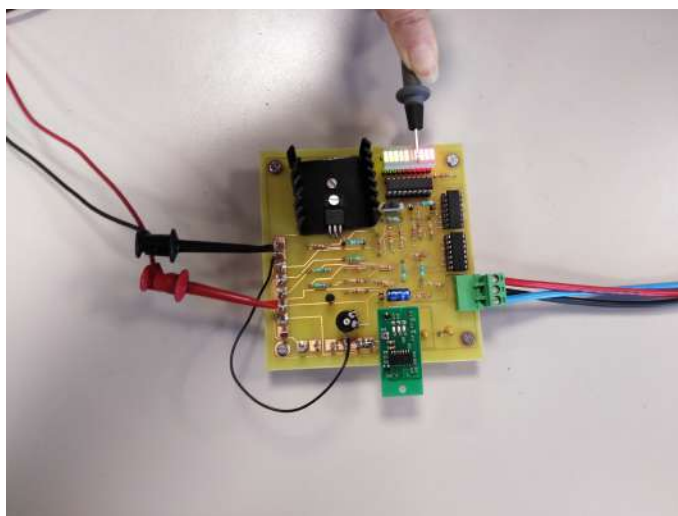


FIGURE 28 – Test du capteur de température

5 Conclusion

Lors de ce projet, nous avons pu appliquer nos connaissances d'électronique analogique acquises pendant les 2 années à L'ENSEIRB-MATMECA. En outre, avoir son propre sujet nous a permis d'être plus autonome et apprendre à gérer son temps ainsi que s'organiser.

En particulier, notre projet nous a permis de s'ouvrir au domaine de l'énergie renouvelable. Nous avons choisi ce sujet parce que l'énergie solaire est devenue indispensable dans notre vie et nous avons voulu savoir comment on l'exploite.

La 1ère carte fonctionne très bien, pourtant, nous pouvions recadrer la carte et utiliser moins de surface.

La 2ème carte ne fonctionne pas complètement. Le manque de temps nous a empêché de résoudre le problème.

6 Bibliographie

- [1] General Electric, "HS15P Data sheet PDF", p2
- [2] STMicroelectronics, "LM317T Data sheet", p9
- [3] Texas Instruments, "LM335 Data sheet", p1
- [4] Texas Instruments, "LM3914 Data sheet", p2

7 Annexes

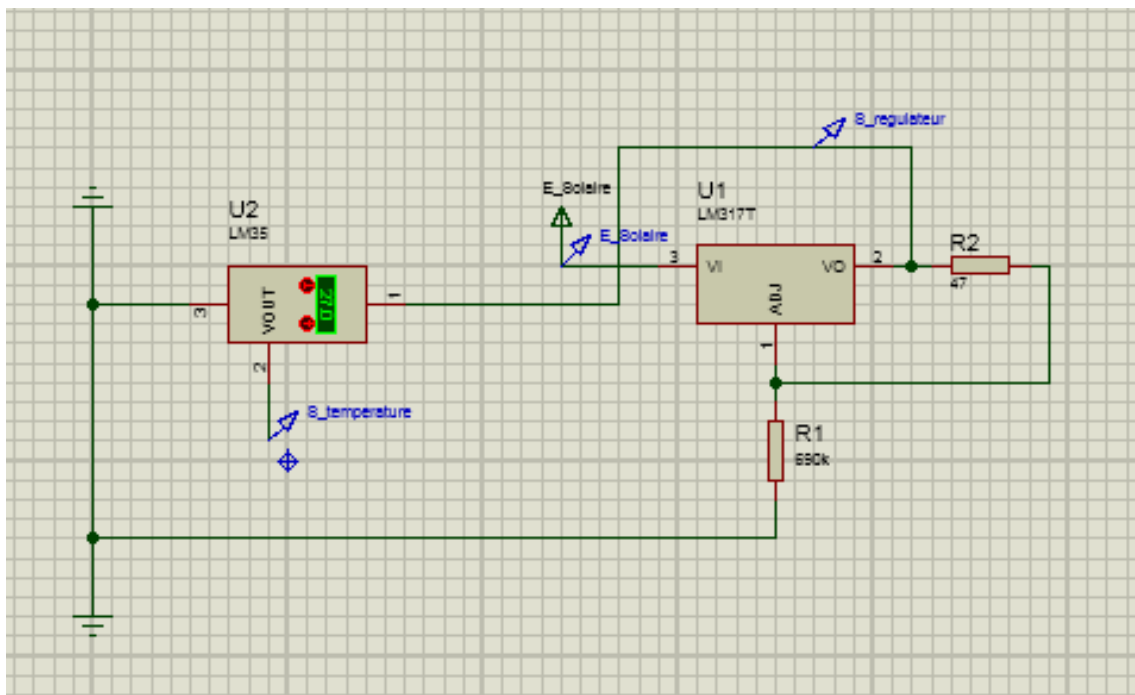


FIGURE 29 – Schéma électrique pour la simulation de la carte 1

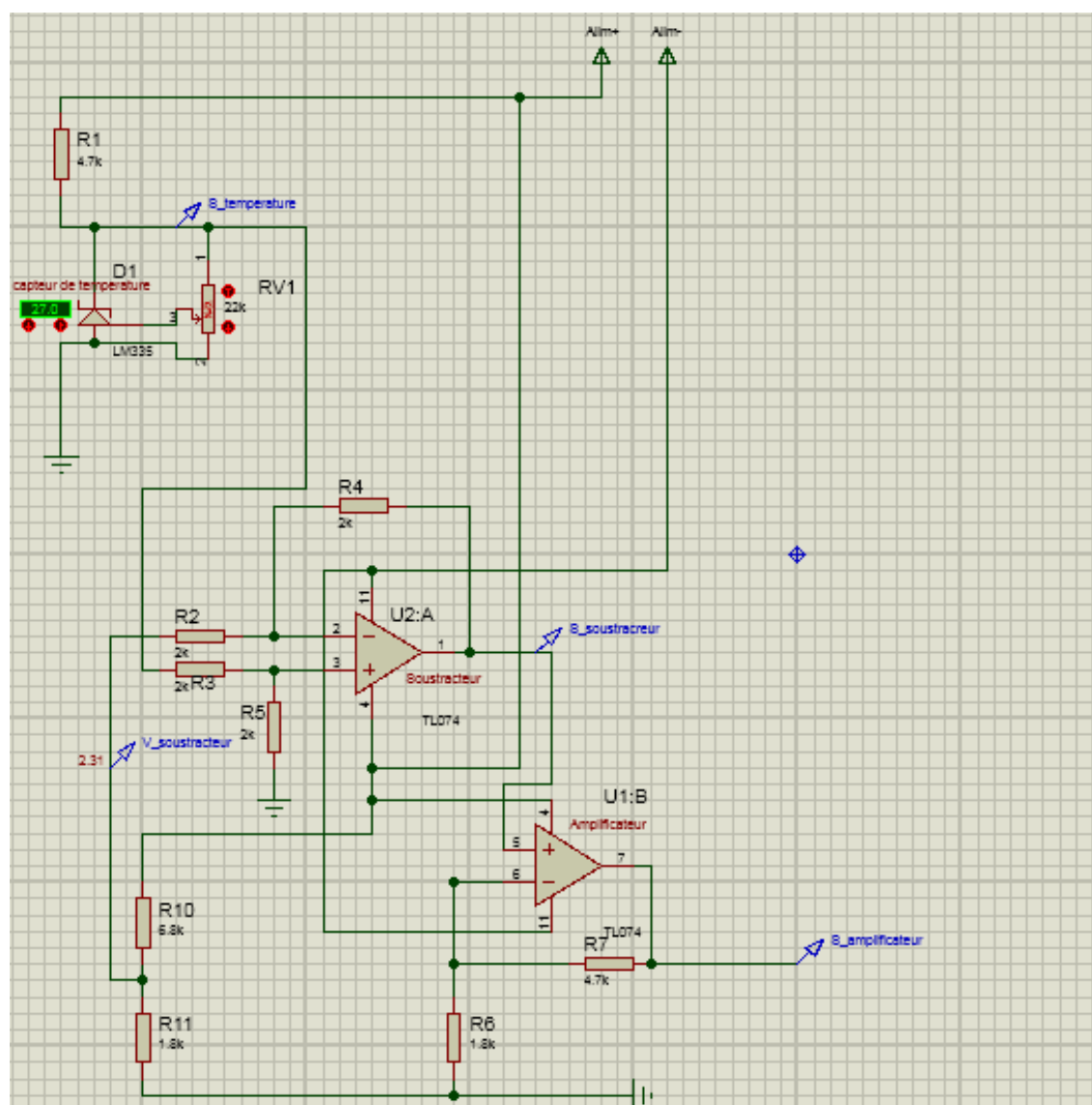


FIGURE 30 – Schéma électrique pour la simulation de la carte 2

Bill Of Materials for Carte1

Design Title Carte1
Author
Document Number
Revision
Design Created mercredi 9 octobre 2019
Design Last Modified mercredi 16 octobre 2019
Total Parts In Design 17

0 Modules				
<u>Quantity</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Unit Cost</u>
Sub-totals:				€0,00
1 Capacitors				
<u>Quantity</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Unit Cost</u>
1	C1	47u		
Sub-totals:				€0,00
3 Resistors				
<u>Quantity</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Unit Cost</u>
1	R1	690k		
1	R2	47		
1	R3	120K		
Sub-totals:				€0,00
3 Integrated Circuits				
<u>Quantity</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Unit Cost</u>
1	U1	LM317T		
2	U2, U4	LM35		
Sub-totals:				€0,00
0 Transistors				
<u>Quantity</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Unit Cost</u>
Sub-totals:				€0,00
0 Diodes				
<u>Quantity</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Unit Cost</u>
Sub-totals:				€0,00
10 Miscellaneous				
<u>Quantity</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Unit Cost</u>
6	J1-J2, J4-J7	CONN1		
1	J3	masse		
1	J8	masse2		
2	SW1, SW4	COMM1X2P		
Sub-totals:				€0,00
Totals:				€0,00

lundi 6 janvier 2020 22:05:12

FIGURE 33 – Nomenclature de la carte 1

Bill Of Materials for Carte2

Design Title Carte2
Author
Document Number
Revision
Design Created vendredi 6 décembre 2019
Design Last Modified mercredi 11 décembre 2019
Total Parts In Design 51

0 Modules				
<u>Quantity</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Unit Cost</u>
Sub-totals:				€0,00
3 Capacitors				
<u>Quantity</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Unit Cost</u>
1	C1	47u		
2	C2-C3	10uF		
Sub-totals:				€0,00
24 Resistors				
<u>Quantity</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Unit Cost</u>
2	R1,R7	4.7k		
9	R2-R5,R8-R9,R13,R15-R16	2k		
3	R6,R11,R22	1.8k		
1	R10	6.8k		
1	R12	120K		
4	R14,R17,R23-R24	1k		
1	R18	100		
2	R19-R20	1.5k		
1	R21	560		
Sub-totals:				€0,00
5 Integrated Circuits				
<u>Quantity</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Unit Cost</u>
2	U1-U2	TL074		
1	U3	LM3914		
1	U4			
1	U5	LM35		
Sub-totals:				€0,00
1 Transistors				
<u>Quantity</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Unit Cost</u>
1	Q1	IRLIZ34N		
Sub-totals:				€0,00
1 Diodes				
<u>Quantity</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Unit Cost</u>
1	D1	LM335		
Sub-totals:				€0,00
17 Miscellaneous				
<u>Quantity</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Unit Cost</u>
1	J1	CONN3ALIM		
14	J2-J15	CONN1		
1	RV1	22k		
1	SW1	COMM1X2P		
Sub-totals:				€0,00
Totals:				€0,00

lundi 6 janvier 2020 22:05:39

FIGURE 34 – Nomenclature de la carte 2