

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
بلحاج بوشعيب جامعة عين تموشنت
Université–Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de Technologie
Département D'électronique et des Télécommunications



Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme de Master en : Réseaux et télécommunications
Domaine : SCIENCES ET TECHNOLOGIES
Filière : Télécommunications
Spécialité : Réseaux et télécommunications

Thème

Simulation d'un capteur numérique de Température à l'aide de ArduinoUno

Présenté Par :

- 1) LAKHDARI Yasser
- 2) KACEMI Mohammed Yacine

Devant le jury composé de :

Dr BADIR Houaria	MCB	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Président
Dr BOUTKHIL Malika	MAA	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Examineur
Pr AYACHE Choukria	Pr	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Encadrant

Année Universitaire 2021/2022

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir de modeste travail.

Nos remerciements, notre reconnaissance vont vert notre encadrant de mémoire Pr AYACHE pour sa patience, sa disponibilité et ces efforts durant toute la période de travail.

Nos remerciements les plus vifs s'adressent aussi aux membres de jury Dr BADIR Houaria et Dr BOUTKHIL Malika d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

 *A Mes très chers parents*

Mon père, Ma mère pour leur amour, sacrifices, pensées et soutiens tout au long de mes années d'études et d'apprentissage. Que ce travail soit le témoignage de leurs prières, leurs encouragements et leurs précieux conseils et de tous les efforts qu'ils n'ont cessé de déployer pour mon éducation et mon instruction. Aucune dédicace ne serait exprimer mon profond amour et l'admiration que je leur porte

 *A Mes très chères sœurs*

Je vous remercie pour vos soutiens, et je vous souhaite un très bon parcours et plein de succès. Aucun mot ne serait exprimer mon immense attachement, ma reconnaissance et mon profond amour et respect envers vous.

 *A toute la Famille*

 *A tous Mes amies*

YASSER

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse ALLAH faire en sorte que ce travail porte son fruit ; merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Ma sœur et mon frère qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

YACINE

Résumé

Notre travail s'intitule «Simulation d'un capteur numérique de Température à l'aide de ARDUINO UNO», et a pour objet d'une simulation d'un capteur numérique à base de capteur LM335 piloté par ARDUINO-UNO, qui permet d'afficher la valeur de température mesuré sur un afficheur LCD qui permet d'afficher la valeur de la température en degré Kelvin (°K) qui sera converti en degré Celsius (°C) ensuite afficher sur l'écran LCD.

Mots clés: ARDUINO UNO. Afficheur LCD, Capteur de température LM335.

ABSTRACT

Our work is entitled "Simulation of a digital temperature sensor using ARDUINO UNO", which the aims to simulate a digital sensor based on the LM335 sensor controlled by ARDUINO-UNO, which allows the display the measured temperature value on LCD display allows to display the temperature value in degrees Kelvin (°K) which will be converted into degrees Celsius (°C) then displayed on the LCD screen.

Keywords : ARDUINO UNO. LCD display, LM335 temperature sensor

ملخص

عملنا بعنوان "محاكاة مستشعر درجة الحرارة الرقمية باستخدام ARDUINO UNO"، ويهدف إلى محاكاة مستشعر رقمي يعتمد على مستشعر LM335 الذي يتحكم فيه ARDUINO-UNO، والذي يسمح بعرض قيمة درجة الحرارة المقاسة على شاشة LCD تنتج لك العرض قيمة درجة الحرارة بالدرجات كلفن (درجة كلفن) والتي سيتم تحويلها إلى درجات مئوية (درجة مئوية) ثم عرضها على شاشة LCD.

الكلمات المفتاحية: ARDUINO UNO. شاشة LCD، مستشعر درجة الحرارة LM335

Sommaire

Remerciement.....	I
Dédicaces.....	II
Résumé.....	III
Liste des figures.....	VI
Liste des Tableaux.....	V
Résumé.....	VI

Introduction générale

Chapitre I **Généralités sur la mesure de la température**

1. Introduction	1
2. Définition.....	1
3. Les échelles de température	1
4. Capteurs de températures	2
1. Les capteurs actifs	2
2. Les capteurs passifs	3
5. Capteur température LM35	3
6. Capteur température LM335	4
7. Conclusion.....	6
8. Références Bibliographiques	7

Chapitre II **ARDUINO UNO**

1. Qu'est-ce que l'Arduino ?.....	8
2. Description de la carte Arduino UNO	8
3. Caractéristique de la carte ARDUINO UNO	9
4. Brochage de la carte UNO	10
5. Alimentation de la carte ARDUINO UNO	11
6. Les gammes de la carte ARDUINO	11
7. Le but et l'utilité de la carte Arduino	12

8. Applications du module Arduino	12
9. Pour quoi Arduino UNO ?	13
10. L'environnement de la programmation	14
10.1. Structure générale d'un programme.....	14
10.2. Injection du programme.....	15
10.3. Description du programme	16
10.4. Les étapes de télé versement du programme	16
11. Communication	17
12. Conclusion.....	18
13. Références bibliographiques	19

Chapitre III

Simulation d'un capteur de température

1. Introduction :.....	22
2. Logiciel ISIS : Intelligent Schematic Input System	22
3. Les différentes étapes de la simulation	23
4. Schéma synoptique général	24
5. Nomenclature	24
6. Simulation Virtuelle « PROTEUS »:	28
7. Explication et démarche :	29
8. Programmation en Arduino :	30
9. Conclusion.....	32
10. Références Bibliographiques	34

Conclusion Générale	35
----------------------------------	-----------

Liste des Figures

Chapitre I : Généralités sur la mesure de température

Figure I. 01 : L'échelle de kelven.....	02
Figure I. 02 : Brochage du capteur LM35	03
Figure I.03 : Capteur LM 335	05

Chapitre II : ARDUINO UNO

Figure II.01 : la carte ARDUINO UNO	09
Figure II.02 : Brochage de la carte ARDUINO	10
Figure II.03 : Présentation de logiciel ARDUINO UNO.....	15
Figure II.04 : Le choix de la carte a utilisé.....	16
Figure II.05 : Le port de la connexion de la carte.....	16
Figure II.06 : Les étapes de téléchargement du code.....	18
Figure II.07 : Type de modules Bluetooth	19
Figure II.08: Module shield wifi.....	19
Figure II.09: Module XBee.....	20

Chapitre III : Simulation d'un capteur de température

Figure III.01 : Proteus Pro.....	23
Figure III.02 : Schéma synoptique du dispositif.....	24
Figure III.03 : LM 335.....	25
Figure III.04 : Photo d'un LCD et son brochage	26
Figure III.05 : Résistance.....	28
Figure III.06 : Circuit électronique à base d'une carte ARDUINO sous Proteus ISIS.....	29
Figure III.07 : Schéma d'adaptation pour LM35.....	30
Figure III.08 : Configuration du LCD	31

Liste des Tableaux

Chapitre II : **ARDUINO UNO**

Tableau II.01: Caractéristique de la cartes ARDUINO UNO.....09

Tableau II.02: Les gammes de la carte ARDUINO.....12

Chapitre III : **Simulation d'un capteur de température**

Tableau III.01 : Brochage d'un afficheur LCD.....27

Introduction Générale

La température constitue une information importante dans plusieurs processus industriels et de laboratoire. Elle intervient comme une grandeur principale dont la valeur doit être connue avec précision ou comme paramètre influant sur la qualité d'autres mesures. Certains procédés industriels ou biologiques favorisent des environnements de températures spécifiques, ainsi la régulation de température s'impose.

Les possibilités offertes par l'utilisation de système à base de microprocesseur ont permis de traiter les signaux issus des capteurs numériquement (linéarisation et conversion). Ceci a conduit à des appareils précis et bon marché. Les systèmes à base de Microcontrôleurs constituent la solution la plus attractive.

Dans ce travail nous avons fait la conception d'un capteur de température à base de l'ARDUINO UNO. Notre capteur utilise un capteur intégré LM335 pour la mesure. Le présent manuscrit est organisé comme suit :

- Le premier chapitre est dédié à une présentation globale sur la température.
- Le chapitre suivant sera consacré pour la description de ARDUINO.
- Enfin, dans le troisième chapitre nous allons présenter notre simulation.

Nous terminons notre mémoire avec une conclusion générale et des perspectives.

CHAPITRE I

Généralités sur la mesure de la température

1. Introduction

La température constitue une information importante dans plusieurs processus industriels. Elle intervient comme une grandeur principale dont la valeur doit être connue avec précision ou comme paramètre influant sur la qualité d'autres mesures. Sa valeur sera utilisée pour la correction ou la compensation. Certains procédés industriels ou biologiques favorisent des environnements de températures spécifiques, ainsi la régulation de température s'impose. Cette régulation passe par la mesure de la température de manière continue [1].

2. Définition [2]

Qualitativement, la température d'un objet détermine la sensation de chaud ou de froid ressentie en le touchant. Plus spécifiquement, la température est une mesure de l'énergie cinétique moyenne des particules d'un échantillon de matière, exprimée en unités de degrés sur une échelle standard.

La température peut être mesurée de deux façons différentes:

- A l'échelle atomique, elle est liée à l'énergie cinétique moyenne des constituants de la matière;
- Au niveau macroscopique, certaines propriétés des corps dépendant de la température (volume massique, résistivité électrique, etc...) peuvent être choisies pour construire des échelles de température.

3. Les échelles de température [2]

La plus ancienne est l'échelle centésimale(1742), attribuant arbitrairement les valeurs 0 et 100 degrés à la glace fondante et à l'eau bouillante, sous la pression atmosphérique normale. La température ainsi définie dépend du phénomène choisi (la dilatation d'un fluide) pour constituer le thermomètre étalon. On utilise de préférence l'échelle Celsius, définie à partir de l'échelle Kelvin par:

$$T (^{\circ}\text{C})=T(\text{K}) - 273.15 \quad [1]$$

Cette dernière échelle, qui est celle du système international, ne dépend d'aucun phénomène particulier et définit donc des températures absolues. Le zéro absolu ($-273,15^{\circ}\text{C}$) a pu être approché à quelques millièmes de degrés près. Les phénomènes physiques qui se manifestent aux très basses températures connaissent d'importantes applications (supraconductivité). Dans le domaine des hautes températures, les torches à plasma permettent d'atteindre 50000K et les lasers de grande puissance utilisés pour les recherches sur la fusion nucléaire contrôlée donnent, pendant des temps très brefs, des températures dépassant 100 million de degré.

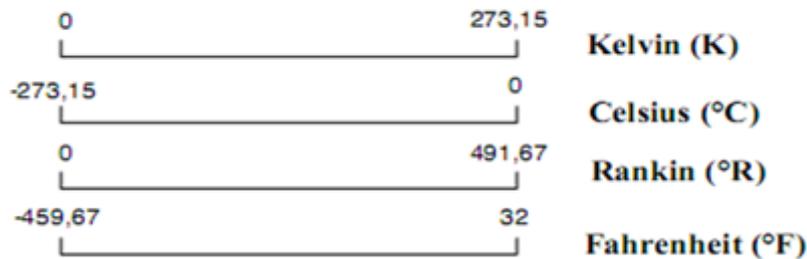


Figure I.1 : L'échelle de Kelvin [2]

4. Capteurs de températures [3]

Les capteurs ont l'avantage d'avoir de divers d'emploi (information, transmission, enregistrement) tout en gardant une précision suffisante pour les emplois industriels et de laboratoire.

On peut décomposer les capteurs électriques de température en deux catégories :

- Les capteurs actifs, à couple thermoélectrique
- Les capteurs passifs, à résistance ou thermistance

1. Les capteurs actifs

Fonctionnent en générateur, un capteur actif est généralement fondé dans son principe sur un effet physique qui assure la conversion en énergie électrique de la forme d'énergie propre à la température à prélever. Le signal de sorti d'un capteur actif peut être un courant, une tension ou une quantité de charge en fonction de l'intensité et de la température mesurée.

L'effet physique exploité pour la mesure de la température par les capteurs actifs et la thermoélectricité.

2. Les capteurs passifs :

Il s'agit généralement d'impédances dont l'un des paramètres déterminant est sensible à la température, et dans l'expression littérale de cette impédance on trouve des termes liés à :

- ✓ La géométrie de ce capteur ou de ses dimensions.
- ✓ Les propriétés électriques des matériaux utilisés comme la résistivité, la perméabilité.
- ✓ Magnétique, ou des différentes constantes.
- ✓ L'effet physique exploité pour la mesure de la température par les capteurs passifs est la résistivité, et aussi la constante diélectrique pour les très basses températures.

5. Capteur température LM35

Le capteur de température LM35 est un capteur analogique de température fabriqué par Texas Instruments. Il est extrêmement populaire en électronique, précis, peu coûteux, très simple d'utilisation et d'une fiabilité à toute épreuve [4].

Le LM35 (Figure I.02) est un capteur à circuit intégré qui peut être utilisé pour mesurer la température avec un signal électrique proportionnel à la température (en °C) et on mesure la température avec plus de précision. Le circuit capteur est scellé et non soumis à l'oxydation, etc. Le LM35 génère une tension de sortie plus élevée que les thermocouples et ne peut exiger que la tension de sortie soit amplifiée. Il a une tension de sortie qui est proportionnelle à la température.

Le LM35 ne nécessite pas de calibration externe ou de taille et maintient une précision de $\pm 0,4$ °C à température ambiante et $\pm 0,8$ °C sur une plage de 0 °C à +100 °C.

Le capteur a une sensibilité de 10 mV / °C

Température (°C) * Vout = (100°C / V)

Donc, si V_{out} est à 1V, puis, la température = $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ La tension de sortie varie linéairement avec la température.

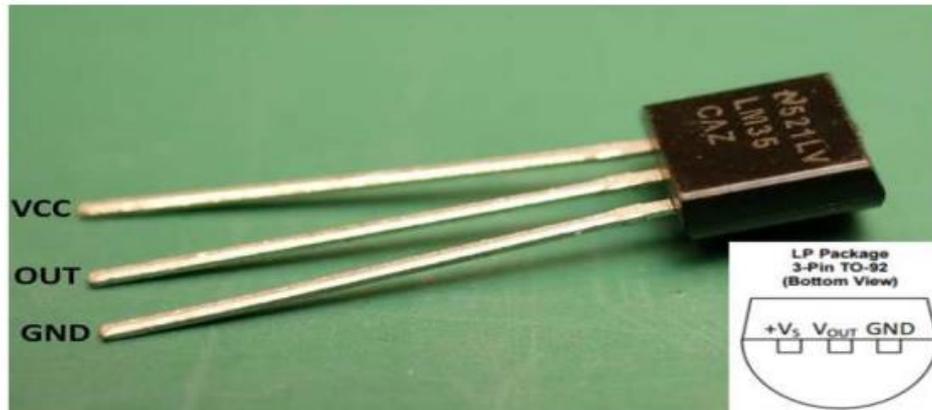


Figure I.02 : Brochage du capteur LM35 [4]

Les caractéristiques LM35 sont :

- Calibré directement $^{\circ}\text{Celsius}$.
- Facteur d'échelle linéaire $+ 10,0\text{ mV} / ^{\circ}\text{C}$
- Précision $0,5^{\circ}\text{C}$ ($+ 25\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- Plage pour le plein nominal -55° à $+ 150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Convient aux applications à distance.
- Faible coût en raison de la coupe de niveau d'insertion.
- Exécute 4 à 30 volts
- Moins de $60\text{ }\mu\text{A}$ de courant de drain.
- auto chauffage faible, air 0.08°C
- Non linéarité \pm seulement $1 / 4^{\circ}\text{C}$
- Impédance de sortie de faible, $0,1\ \Omega$ à $1\ \text{Ma}$.

6. Capteur de température LM335

Aujourd'hui, il existe des capteurs à semi-conducteur de grande précision et à sortie linéaire, bon marché et faciles d'emploi. Exemple, le circuit LM335 (Figure I.03). LM335 sont des capteurs de température de précision dont l'étalonnage se réalise facilement.

Ils fonctionnent comme une diode Zener à 2 bornes. Il présente une tension de claquage directement proportionnelle à la température absolue à $10 \text{ mV}/^\circ\text{K}$. Avec une impédance dynamique inférieure à 1Ω , le dispositif fonctionne sur une plage de courants de $400 \mu\text{A}$ à 5 mA avec pratiquement aucun changement de performances, Lorsqu'il est étalonné à 25°C , le LM335 présente une erreur typique de moins de 1°C sur une plage de températures de 100°C . Contrairement aux autres capteurs, le LM335 présente une sortie linéaire.

Parmi les applications du LM335 figurent presque tous les types de détection de la température sur une plage de températures allant de -40°C à 100°C . Grâce à sa faible impédance et à sa sortie linéaire, il offre un interfaçage avec les circuits de contrôle ou d'affichage particulièrement aisé.



Figure I.03 : Capteur LM335 [4]

Voici la formule à utiliser pour le calcul de résistance R. Le potentiomètre de $10\text{K}\Omega$ permet de régler le décalage et d'étalonner le capteur. La relation entre la tension et la température est donnée par la formule suivante :

$$V(T) = V(T_0) + 0.01(T - T_0) \quad [2]$$

V_T : tension délivrée par le capteur

T : température ambiante

V_{T_0} : tension de référence

Pour une température T_0 . Pour $T_0=25^\circ\text{C}$, $V_{T_0}=2,98\text{V}$. On obtient :

$$T (\text{C}^\circ) = 100 \times V_T - 273.15 \quad [3]$$

7. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vu les différentes échelles de mesure de la température, ainsi que les deux capteurs de températures utilisées pour mesurer cette dernière. Ensuite nous avons projeté la lumière sur les types de capteurs que nous allons utiliser dans notre projet, qui est très connu LM335.

8. Références Bibliographiques

- [1] Yassine amakassou, « Thermomètre à basz du ARDUINO UNO. », Mini projet, Ecole nationale des sciences appliquée Khouribga, 2013.
- [2] TERTAG Fatima et FERNANE Kheira, « REALISATION D'UN THERMOMETRE ELECTRONIQUE. », MASTER en GENIE BIOMEDICAL, Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen, 2015-2016.
- [3] AMMARKHODJA Nassim, « Etude et réalisation d'une alarme de température à base d'une carte ARDUINO. », Master en Electronique, UNIVERSITE MOULOU MAMMERI TIZI-OUZOU, 2017/2018.
- [4] Malik BOUKHALFA, Yanis CHABANE, « Utilisation d'un capteur de température et de lumière pour un émulateur photovoltaïque. », MASTER PROFESSIONNEL ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE, UNIVERSITE MOULOU MAMMERI DE TIZI-OUZOU, Octobre 2018.

CHAPITRE II

ARDUINO UNO

1. Introduction

Qu'est-ce que l'ARDUINO ? ARDUINO est une plateforme de prototypage à bas coût sous licence Creative Commons. Basée sur les microcontrôleurs ATMEL, elle permet de réaliser rapidement des projets électroniques sur les trois plateformes Linux, Mac et Windows. Il peut être utilisé pour construire des objets interactifs indépendants (prototypage rapide), ou bien peut être connecté à un ordinateur pour communiquer avec ses logiciels (ex. : Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Usine Holly Höck, Pure Data, Super Collider ...). En 2011, les versions vendues sont préassemblées. Dessin formations sont fournies pour ceux qui souhaitent assembler l'ARDUINO eux-mêmes. Le projet ARDUINO a reçu un titre honorifique à l'Ars Electronica 2006, dans la catégorie Digital Communities » [1].

2. Description de la carte ARDUINO UNO [2]

Le modèle UNO de la société ARDUINO est une carte électronique dont le cœur est un microcontrôleur ATMEL de référence ATmega328. Le microcontrôleur ATmega328 est un microcontrôleur 8bits de la famille AVR dont la programmation peut être réalisée en langage C. Cette carte possède 14 entrées \sorties numérique dont 6 peuvent être utilisé comme une sortie PWM (pulse WIDHT modulation), et 6 entrées analogiques avec un convertisseur analogique \numérique de 10 bits de résolution, un résonateur céramique (quartz) de 16 MHZ, d'une connexion USB, une prise de courant, une embase ICSP (In circuit serial programmation), et d'un bouton de réinitialisation. L'avantage de cette carte est qu'elle n'a pas besoin de pilote pour faire la conversion FTDI USB \ série, elle a juste un microcontrôleur ATM méga 328 programmé comme convertisseur USB\ série. Elle a tout ce que le microcontrôleur a besoin pour fonctionner, il faut seulement la connecter avec un câble USB à un ordinateur ou avec une alimentation externe. L'intérêt de cette carte est sa facilité de mise en œuvre. ARDUINO fournit un environnement de développement s'appuyant sur des outils open-source. Le chargement du programme dans la mémoire du microcontrôleur se fait de façon très simple par port USB. les bibliothèques de fonction « clé en main » sont également fournies pour l'exploitation d'entrées – sorties courantes : gestion des E\S, gestion des convertisseurs ADC, gestion des signaux PWM, émission et réception... etc.

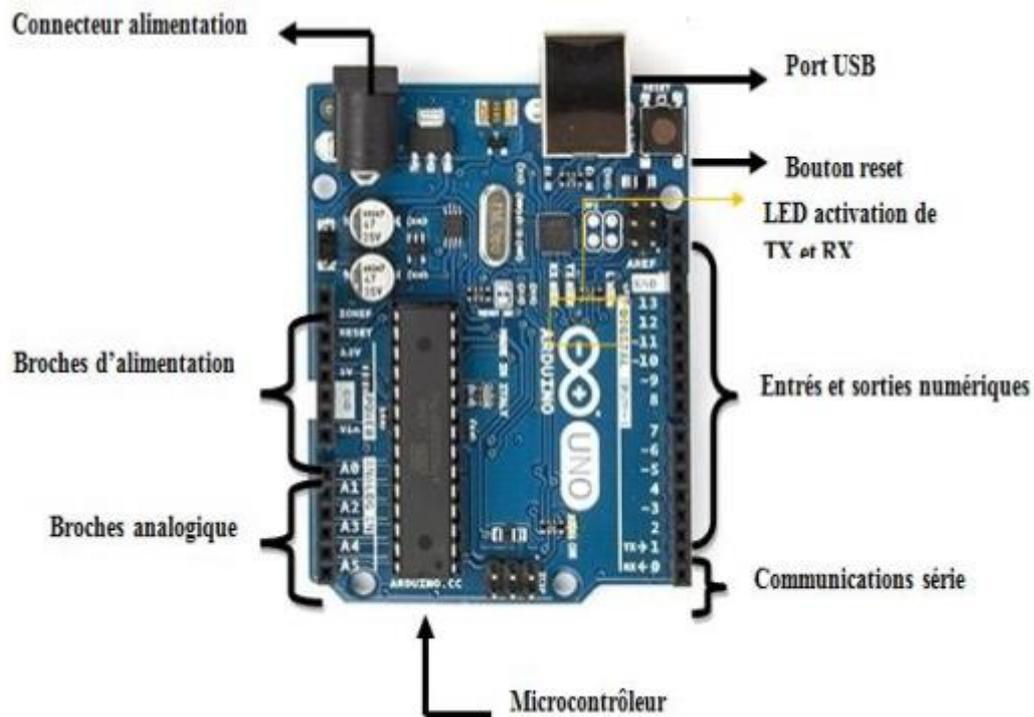


Figure II.01 : La carte ARDUINO UNO [2]

3. Caractéristique de la carte ARDUINO UNO

La carte UNO et la version 1.0 du logiciel dont la référence des versions ARDUINO à venir. La carte UNO est la dernière d'une série de carte USB ARDUINO, et le modèle de référence des plateformes ARDUINO; pour une comparaison avec les versions précédentes [3].

Microcontrôleur	ATmega328
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'alimentation (recommandée)	7-12V
Tension d'alimentation (limites)	6-20V
Broches E/S numériques	14 (dont 6 disposent d'une sortie PWM)
Broches d'entrées analogiques	6 (utilisables en broches E/S numériques)
Intensité maxi disponible par broche E/S (5V)	40 mA (ATTENTION : 200mA cumulé pour l'ensemble des broches E/S)
Intensité maxi disponible pour la sortie 3.3V	50 MA
Intensité maxi disponible pour la sortie 5V	Fonction de l'alimentation utilisée - 500 mA max si port USB utilisé seul
Mémoire Programme Flash	32 KB (ATmega328) dont 0.5 KB sont utilisés par le bootloader
Mémoire SRAM (mémoire volatile)	2 KB (ATmega328)
Mémoire EEPROM (mémoire non volatile)	1 KB (ATmega328)
Vitesse d'horloge	16 MHz

Tableau II.01 : Caractéristique de la carte ARDUINO UNO [1]

4. Brochage de la carte UNO [1]

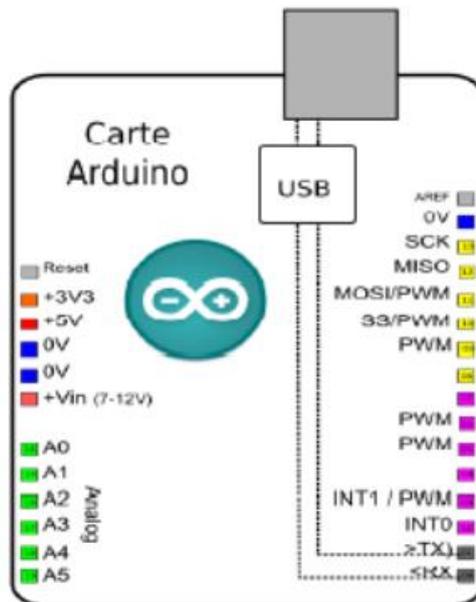


Figure II.02 : Brochage de la carte ARDUINO UNO [1]

5. Alimentation de la carte ARDUINO UNO [2]

Pour fonctionner, la carte a besoin d'une alimentation. Le microcontrôleur fonctionnant sous 5V, la carte peut être alimentée en 5V par le port USB ou bien par une alimentation externe qui est comprise entre 7V et 12V. Cette tension doit être continue et peut par exemple être fournie par une pile 9V. Un régulateur se charge ensuite de réduire la tension à 5V pour le bon fonctionnement de la carte. Les broches d'alimentation se répartissent comme suit:

VIN. La tension en entrée vers la carte ARDUINO quand on utilise une source d'alimentation externe (par opposition aux 5 V provenant de la connexion USB ou d'une autre source d'alimentation régulée).

5V. La broche émet du 5 V régulé depuis le régulateur de la carte. La carte peut être alimentée avec du courant depuis la prise électrique CC (7 à 12 V), le connecteur USB (5V), ou la broche VIN de la carte (7 à 12 V). La tension d'alimentation à travers des broches 5 ou 3,3 V contourne le régulateur et peut endommager votre carte. Nous ne vous le conseillons pas.

3V3. Une alimentation de 3,3 V générée par le régulateur intégré. Le flux maximum de courant est de 50 mA.

GND. Les broches de Terre (masse).

IOREF. Cette broche de la carte ARDUINO fournit la tension de référence à laquelle le microcontrôleur fonctionne. Un blindage correctement configuré peut lire la tension de la broche IOREF et sélectionner la source d'alimentation appropriée ou activer les convertisseurs de tension sur les sorties pour travailler à 5 ou 3,3 V.

6. Les gammes de la carte ARDUINO

Actuellement, il existe plus de 20 versions de module ARDUINO (Tableau II.02), nous citons quelques-uns afin d'éclaircir l'évaluation de ce produit scientifique et académique.

Parmi ces types, notre choix s'est porté sur la carte ARDUINO UNO. En effet, cette carte est suffisante pour connecter les différents capteurs utilisés. Elle est aussi économique et très disponible sur le marché.

ARDUINO	Microcontrôleur	Flash KO	EEPROM KO	SPAM KO	Broches d'E/S analogique	Broches d'entrée analogique	Vitesse du processeur
UNO	ATmega238P	32	1	2	14	6	16MHZ
LOENARDO	ATmega32U4	32	1	2.5	20	12	16MHZ
MEGA	ATmega1280	128	4	8	54	16	16MHZ
MEGA2560	ATmega2560	256	4	8	54	16	16MHZ
DUE	Atmel SAM3x8E	512	0	96	54	12	84MHZ
Yun	ATmega32u4	23	1	2.5	20	12	16MHZ

Tableau II.02 : Les gammes de la carte ARDUINO [4]

7. Le but et l'utilité de la carte ARDUINO

Le système ARDUINO, nous donne la possibilité d'allier les performances de la programmation à celles de l'électronique. Plus précisément, nous allons programmer des systèmes électroniques. Le gros avantage de l'électronique programmée c'est qu'elle simplifie grandement les schémas électroniques et par conséquent, le coût de la réalisation, mais aussi la charge de travail à la conception d'une carte électronique.

L'utilité est sans doute quelque chose que l'on perçoit mal lorsque l'on débute, mais une fois que vous serez rentré dans le monde de l'ARDUINO, vous serez fasciné par l'incroyable puissance dont il est question et des applications possibles ! [4,5]

8. Applications du module ARDUINO [4]

Le système ARDUINO nous permet de réaliser un grand nombre d'opérations, qui ont une application dans tous les domaines. L'utilisation de l'ARDUINO est gigantesque. Vous pouvez :

- ✓ contrôler les appareils domestiques

- ✓ fabriquer votre propre robot
- ✓ réaliser un jeu de lumières
- ✓ communiquer avec l'ordinateur
- ✓ télécommander un appareil mobile (modélisme) etc.

Avec ARDUINO, on peut réaliser des systèmes électroniques tels qu'une bougie électronique, une calculatrice simplifiée, un synthétiseur, etc. Tous ces systèmes seront conçus avec une carte ARDUINO et un panel assez large de composants électroniques.

9. Pour quoi ARDUINO UNO ? [4]

Il y a de nombreuses cartes électroniques qui possèdent des plateformes basées sur des microcontrôleurs disponibles pour l'électronique programmée. Tous ces outils prennent en charge les détails compliqués de la programmation, et les intègrent dans une présentation facile à utiliser.

De la même façon, le système ARDUINO simplifie la façon de travailler avec les microcontrôleurs, tout en offrant aux personnes intéressées plusieurs avantages cités comme suit [6] :

- **Le prix (réduits):** les cartes ARDUINO sont relativement peu coûteuses comparativement aux autres plates-formes. La moins chère des versions du module Arduino peut être assemblée à la main, (les cartes ARDUINO pré assemblées coûtent moins de 2500 Dinars).
- **Multi plateforme:** le logiciel ARDUINO, écrit en JAVA, tourne sous les systèmes d'exploitation Windows, Macintosh et Linux. La plupart des systèmes à microcontrôleurs sont limités à Windows.
- **Un environnement de programmation clair et simple:** l'environnement de programmation ARDUINO (le logiciel ARDUINO IDE) est facile à utiliser pour les débutants, tout en étant assez flexible pour que les utilisateurs avancés puissent en tirer profit également.
- **Logiciel Open Source et extensible:** le logiciel ARDUINO et le langage ARDUINO sont publiés sous licence open source, disponible pour être complété par des programmeurs expérimentés. Le logiciel de programmation des modules ARDUINO est une application JAVA multi plateformes (fonctionnant sur tout système

d'exploitation), servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le programme au travers de la liaison série (RS232, Bluetooth ou USB selon le module).

- **Matériel Open source et extensible:** les cartes ARDUINO sont basées sur les Microcontrôleurs Atmel ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA 328, les schémas des modules sont publiés sous une licence créative Commons, et les concepteurs des circuits expérimentés peuvent réaliser leur propre version des cartes ARDUINO, en les complétant et en les améliorant. Même les utilisateurs relativement inexpérimentés peuvent fabriquer la version sur plaque d'essai de la carte ARDUINO, dont le but est de comprendre comment elle fonctionne pour économiser le coût [6].

10. L'environnement de la programmation [1]

Le logiciel de programmation IDE ARDUINO est basé sur le langage C. Une fois, le programme saisi au clavier, il sera transféré et mémorisé dans la carte à travers la liaison USB. Le câble USB alimente à la fois en énergie la carte et transporte aussi l'information.

10.1. Structure générale d'un programme

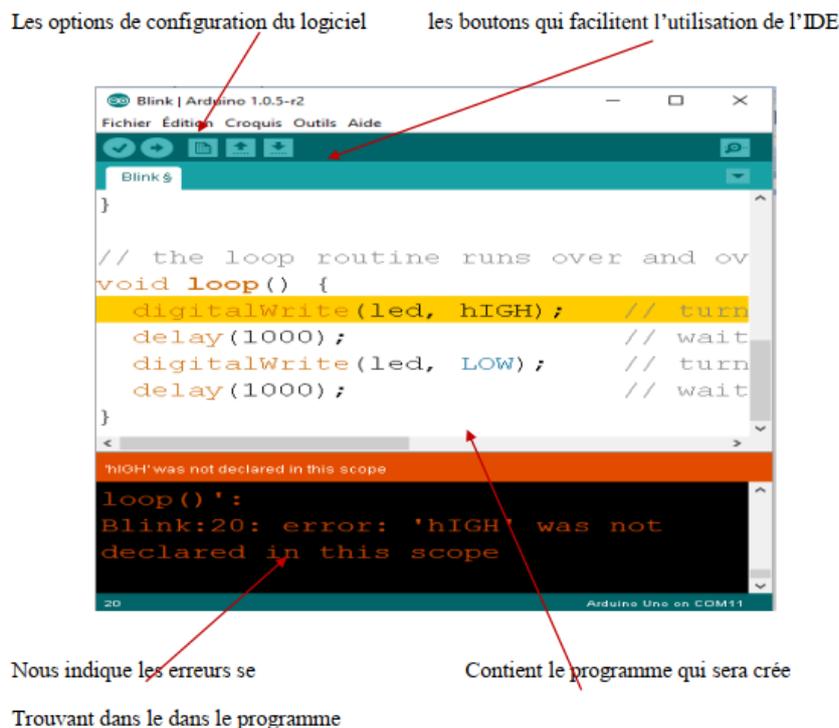


Figure II.03 : présentation de logiciel ARDUINO UNO [2]

10.2. Injection du programme

Avant d'envoyer un programme dans la carte, il est nécessaire de sélectionner le type de la carte (ARDUINO UNO) et le numéro de port USB (COM 11) comme à titre d'exemple les deux figures suivantes (Figure II.04 et Figure II.05).

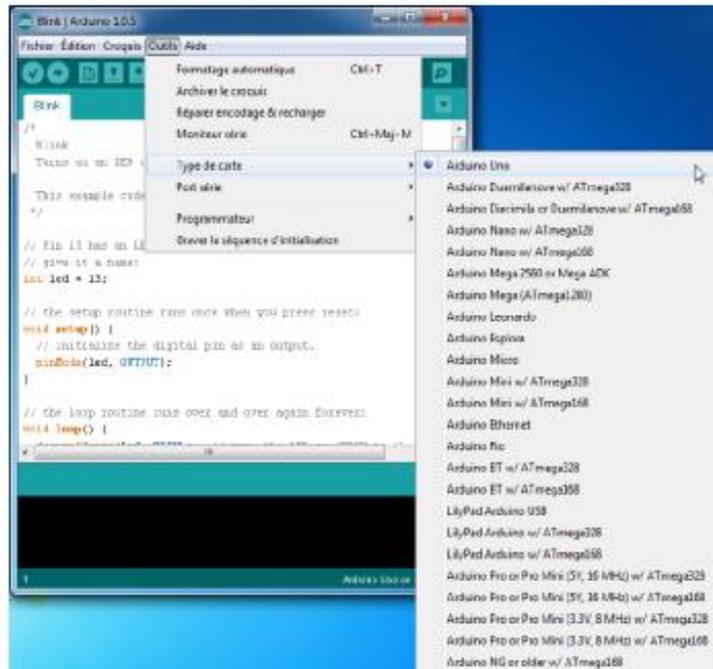


Figure II.04 : Le choix de la carte a utilisé [2]

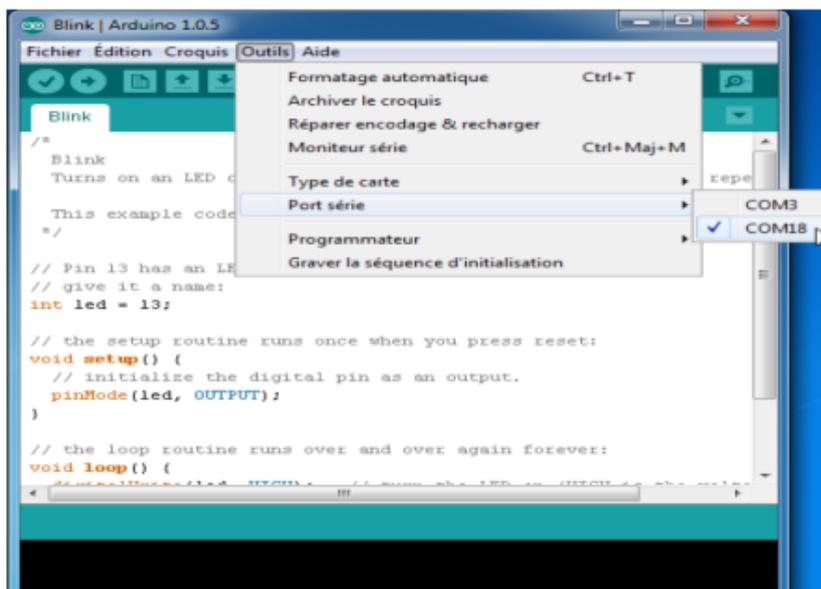


Figure III.05 : Le port de connexion de la carte [2]

10.3. Description du programme [1]

Un programme ARDUINO est une suite d'instructions élémentaires sous forme textuelle (ligne par ligne). La carte lit puis effectue les instructions les unes après les autres dans l'ordre défini par les lignes de codes.

10.4. Les étapes de téléversement du programme [4]

Une simple manipulation enchaînée doit être suivie afin d'injecter un code vers la carte ARDUINO via le port USB (Figure II.06).

1. On conçoit ou mi en on ouvre un programme existant avec le logiciel IDE ARDUINO.
2. On vérifie ce programme avec le logiciel ARDUINO (compilation).
3. Si des erreurs sont signalées, on modifie le programme.
4. On charge le programme sur la carte.
5. On câble le montage électronique.
6. L'exécution du programme est automatique après quelques secondes.
7. On alimente la carte soit par le port USB, soit par une source d'alimentation autonome (pile 9 volts par exemple).
8. On vérifie que notre montage fonctionne.



Figure II.06 : Les étapes de téléversement du code [4]

11. Communication [1]

Pour établir une communication entre la carte ARDUINO et un autre équipement, nous pouvons utiliser plusieurs modules :

Le module ARDUINO Bluetooth

Le Module Microcontrôleur ARDUINO Bluetooth est la plateforme populaire ARDUINO avec une connexion série Bluetooth à la place d'une connexion USB, très faible consommation d'énergie, très faible portée (sur un rayon de l'ordre d'une dizaine de mètres), faible débit, très bon marché et peu encombrant (Figure II.07).

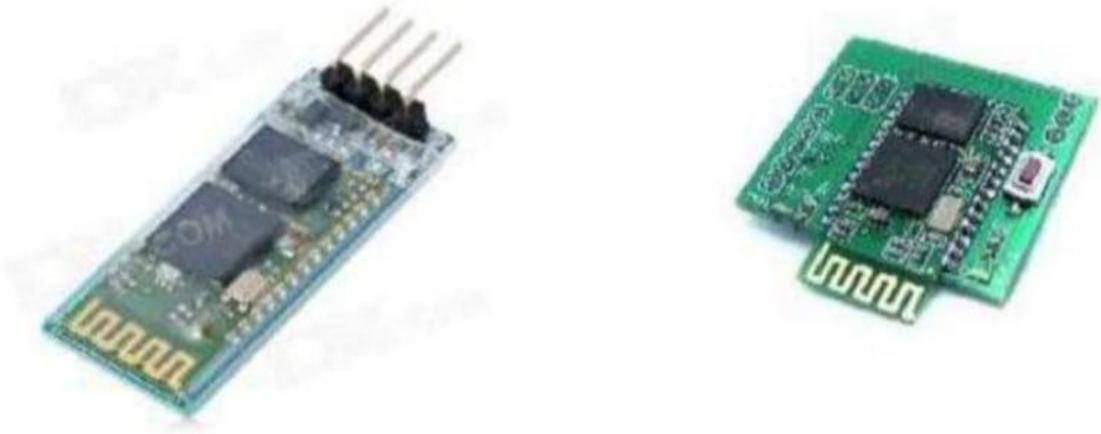


Figure II.07 : Type de modules Bluetooth [1]

Le module shields ARDUINO Wifi

Le module Shield ARDUINO Wifi permet de connecter une carte ARDUINO à un réseau internet sans fil Wifi (Figure II.08).



Figure II.08: Module shield wifi [1]

Le Module XBee

Ce module permet de faire de la transmission sans fil, faible distance /consommation /débit/ prix (Figure II.09).

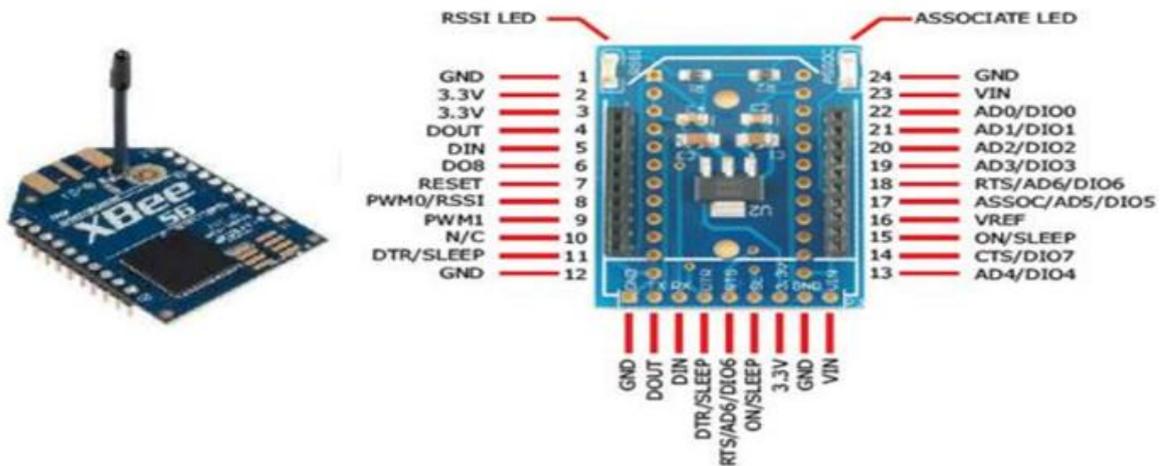


Figure II.09 : Module XBee [1]

12. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présentés les caractéristiques de la carte ARDUINO donnant ainsi les raisons pour lesquelles on l’a choisie, puis nous avons cité des différents types de cette dernière. Ensuite, nous avons expliqué les deux parties essentielles de la carte ARDUINO ; la partie matérielle et la partie programmation. Enfin, Nous avons expliqué le principe de fonctionnement de la carte ARDUINO et ses caractéristiques.

13. Références bibliographiques

- [1] BouichHouria, hibane Fadhila, « Etude et Simulation D'une Carte d'Acquisition de température et d'Humidité à base d'Arduino UNO. », MASTER EN GENIE ELECTRIQUE, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, 2020.
- [2] LadjimiSekoura, Maguemoun Lynda, « Conception et Réalisation d'un système de contrôle de température, humidité et la qualité de l'air dans un milieu hospitalier. », MASTER ACADEMIQUE Electronique biomédicale, UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU, 2016.
- [3] Projet de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme de MASTER2 En INSTRUMENTATION ELECTRONIQUE- Système de contrôle par GSM- Année Universitaire: 2016-2017
- [4] Melle. BRADAI Ikhlas , Melle. GHEZEL Roumaissa, « Etude, Simulation d'un Thermomètre Numérique à base d'Arduino. », Master en Instrumentation, 2021.
- [5].<https://wiki.mdl29.net/lib/exe/fetch.php?media=elec:arduino-pour-bien-commencer-en-electronique-et-en-programmation.pdf>
- [6] AMMARKHODJA Nassim, « Etude et réalisation d'une alarme de température à base d'une carte Arduino », Mémoire de fin d'études, UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI « TIZI-OUZOU », 2017/2018.

CHAPITRE III

Simulation d'un capteur de température

1. Introduction

Après l'étude théorique, on passe dans ce chapitre à la simulation du système. Nous allons d'abord commencer par l'élaboration d'un schéma électronique de câblage du système, ensuite nous implémentons le logiciel afin de pouvoir simuler le projet avec le Proteus Professional. Malheureusement et vu les circonstances, nous aurions souhaité continuer le travail en réalisant la maquette mais cela n'était pas possible à cause du temps.

2. Logiciel ISIS : Intelligent Schematic Input System [1]



Proteus est une suite logicielle destinée à l'électronique (Figure III.01). Développé par la société Labcenter Electronics, les logiciels inclus dans Proteus permettent la CAO (conception assistée par ordinateur) dans le domaine électronique. Deux logiciels principaux composent cette suite logicielle: ISIS, ARES. Cette suite logicielle est très connue dans le domaine de l'électronique. De nombreuses entreprises et organismes de formation (incluant lycée et université) utilisent cette suite logicielle. Outre la popularité de l'outil, Proteus possède d'autres avantages : Pack contenant des logiciels facile et rapide à comprendre et utiliser. Le support technique est performant. L'outil de création de prototype virtuel permet de réduire les coûts matériel et logiciel lors de la conception d'un projet.

Le logiciel ISIS de Proteus est principalement connu pour éditer des schémas électriques puis procéder à une animation en temps réel du montage. Par ailleurs, le logiciel permet également de simuler ces schémas ce qui permet de déceler certaines erreurs dès l'étape de conception. Indirectement, les circuits électriques conçus grâce à ce logiciel peuvent être utilisés dans des documentations car le logiciel permet de contrôler la majorité de l'aspect graphique des circuits.

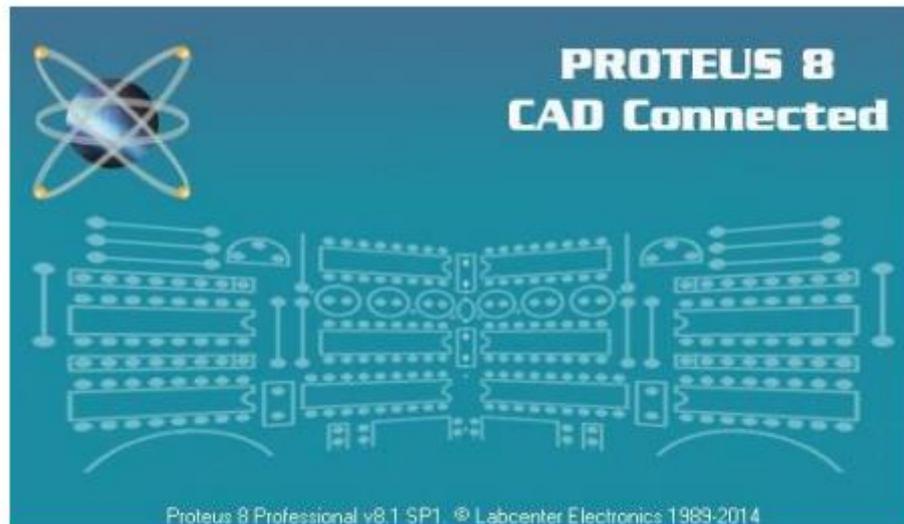


Figure II.01 : Proteus Pro [2]

3. Les différentes étapes de la simulation

Notre simulation a été faite en trois parties:

- La première partie est la conception de tout le système électronique.
- La deuxième partie est la simulation du dispositif.
- La troisième partie est la mise en marche du dispositif.

1. La première partie de notre projet est très importante, on est passé par plusieurs étapes:

- ✚ Chercher les différentes structures des blocs constituant notre projet et qui vont avec les objectifs fixés et les moyens disponibles.
- ✚ Présenter les différents éléments ou composants constituant chacun des blocs en choisissant des composants aux caractéristiques voulues, on choisira ceux disponibles sur le marché.

2. Dans la deuxième partie « simulation », on passe par les deux étapes suivantes :

- ✚ Présenter les différentes étapes de la simulation.
- ✚ On assemble ensuite les composants suivant notre montage, en commençant par l'alimentation générale de notre dispositif.

3. La troisième partie ; c'est la mise en marche

4. Schéma synoptique général

Le schéma synoptique général de notre dispositif est indiqué par la Figure III.02. En ce qui concerne l'élément principal de ce dispositif, notre choix était la carte ARDUINO UNO.

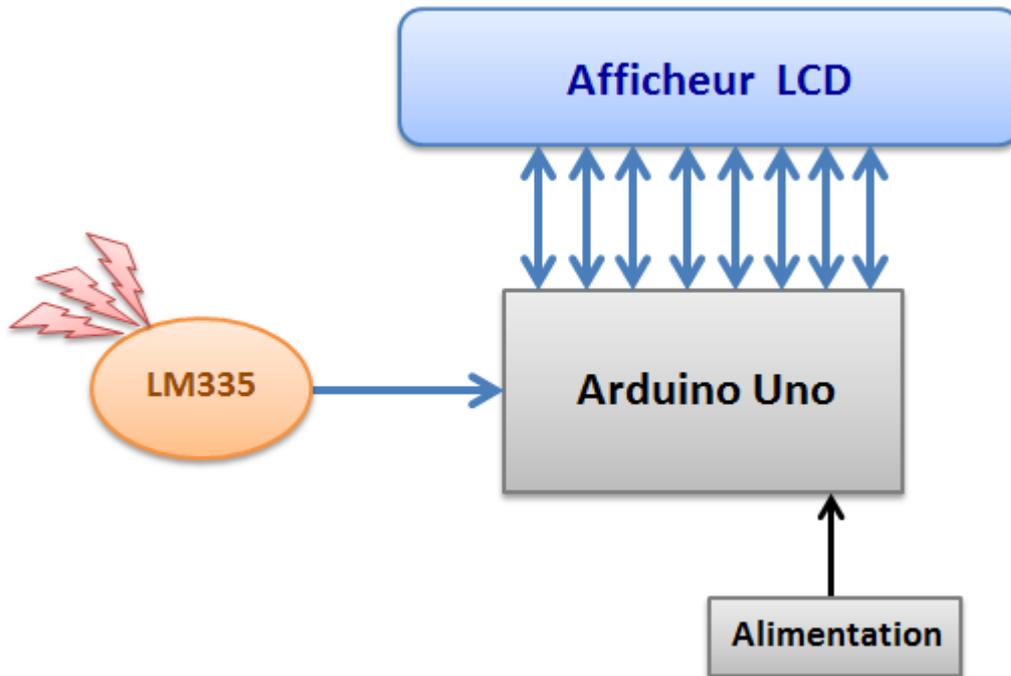


Figure III.02 : Schéma synoptique du dispositif

5. Nomenclature

Le schéma électrique du capteur à réaliser se compose des composants suivant:

1. Composants utilisés :

Dans ce projet on a utilisés les composants suivant:

- ✓ ARDUINO UNO ;
- ✓ Capteur de température LM335 ;
- ✓ Afficheur LCD ;
- ✓ Résistance ;
- ✓ Potentiomètre.

2. Capteur de température LM335 [2]

Le LM335 est un capteur à circuit intégré qui peut être utilisé pour mesurer la température avec un signal électrique proportionnel à la température (en °C). C'est un capteur de température précis et facilement calibré. Il fonctionne comme une diode Zener dont la tension de claquage est directement proportionnelle à la température absolue avec un facteur proportionnel de $+10\text{mV}/^\circ\text{K}$. Avec une impédance dynamique inférieure à 1Ω . Il peut fonctionner de -40°C à 100°C sous un courant constant pouvant varier de $400\mu\text{A}$ à 5mA . La tension à ces bornes est de $2,98\text{V}$ à 25°C , le montage le plus utilisé pour ce composant est donnée par la (Figure III.03).

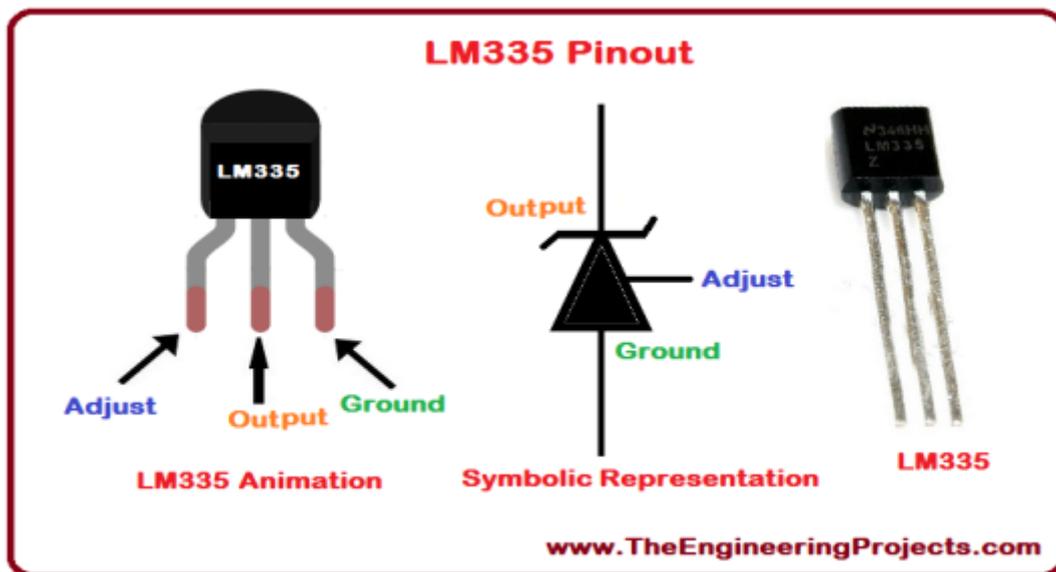
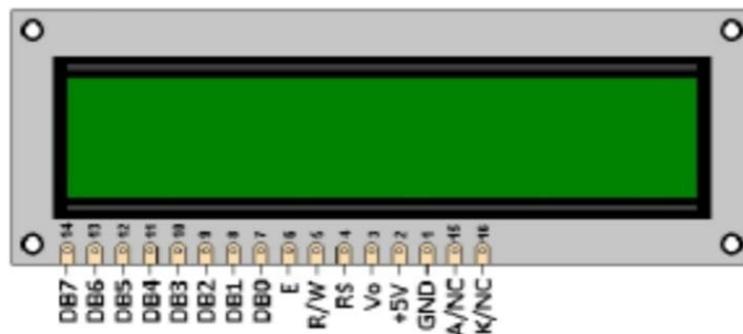


Figure III.03 : LM 335[2]

3. Afficheur LCD (liquid Crystal display) [3]

Les afficheurs à cristaux liquides sont des modules compacts intelligents et nécessitent peu de composants externes pour un bon fonctionnement. Ils sont relativement bons marchés et s'utilisent avec beaucoup de facilité. L'afficheur LCD 2 lignes de 16 caractères est directement connecté aux broches du pin et est alimenté par 5V , et comme le pin ne fait aucune interprétation des codes de commandes des afficheurs, il est compatible avec tous les modèles existants (de 1 à 4 lignes de 6 à 80

caractères). Certains sont dotés d'un rétro-éclairage. Cette fonction fait appel à des LED montées derrière l'écran du module.



FigureIII.04 : Photo d'un LCD et son brochage [3]

Le Tableau III.01 représente le brochage de l'afficheur LCD :

Brochage	Nom	Niveau	Fonction
1	Vss	-	Masse
2	Vdd	-	Alimentation positive +5V
3	V0	0-5V	Cette tension permet, en la faisant varier entre 0 et +5V, l'ajustement du contraste de l'afficheur.
4	RS	TTL	Sélection du registre (Register Select) Grâce à cette broche, l'afficheur est capable de faire la différence entre une commande et une donnée. Un niveau bas indique une commande et un niveau haut indique une donnée.
5	R/W	TTL	Lecture ou écriture (Read/Write) L : Écriture/H : Lecture
6	E	TTL	Entrée de validation (Enable) active sur front descendant. Le niveau haut doit être maintenue pendant au moins 450 ns à l'état haut.
7	D0	TTL	
8	D1	TTL	
9	D2	TTL	
10	D3	TTL	D0 → D7 Bus de données bidirectionnel 3 états (haute

			impédance lorsque E=0)
11	D4	TTL	
12	D5	TTL	
13	D6	TTL	
14	D7	TTL	
15	A	-	Anode rétro éclairage (+5V)
16	K	-	Cathode rétro éclairage (masse)

Tableau III.01 : Brochage d'un afficheur LCD [3]

Les avantages et les inconvénients des écrans LCD [4] :

➤ **Les avantages:**

- La faible consommation d'énergie qui est inférieure à celle des écrans CRT et l'absence de dégagement de chaleur. Au niveau de la qualité de l'image,
- Les écrans LCD actuels,
- Démontrant de très bons niveaux de gris et de couleur.

➤ **Les inconvénients:**

- Manques de luminosité ;
- Contraste limite et couleur peu saturée ;
- Temps de repense insuffisant pour les images animées et surtout l'angle de vision trop faible.

4. Résistance [5]

Une résistance (Figure III.05) est un composant électronique ou électrique dont la principale caractéristique est d'opposer une plus ou moins grande résistance (mesurée en ohms) à la circulation du courant électrique. La résistance électrique traduit la propriété d'un composant à s'opposer au passage d'un courant électrique (l'une des causes de perte en ligne d'électricité). Elle est souvent désignée par la lettre R et son unité de mesure est

l'Ohm (symbole : Ω). Elle est liée aux notions de résistivité et de conductivité électrique.



Figure III.05 : Résistance [6]

5. Potentiomètre [7]

Le potentiomètre POT-hg (appelé familièrement potard) est un type de résistance variable à trois bornes utilisé pour mesurer les différences de potentiel en faisant varier manuellement les résistances. La tension connue est attirée par la cellule ou toute autre source d'alimentation. Le potentiomètre utilise la méthode comparative qui est plus précise que la méthode de déviation. Donc, il est principalement utilisé dans les endroits où une plus grande précision est requise ou où aucun courant ne coule de la source sous test. Le potentiomètre est utilisé dans le circuit électronique, notamment pour contrôler le volume.

Les caractéristiques majeures du potentiomètre sont:

- Le potentiomètre est très précis car il travaille sur la méthode de comparaison plutôt que sur la méthode du pointeur de déflexion pour déterminer les tensions inconnues.
- Il mesure le point zéro ou le point d'équilibre qui ne nécessite pas de puissance pour la mesure.
- Le fonctionnement du potentiomètre est libre de la résistance de la source car aucun courant ne circule à travers le potentiomètre lorsqu'il est équilibré.

6. Simulation Virtuelle « PROTEUS »

Pour la simulation, nous avons utilisé un CAO: il s'agit d'ISIS PORTEUS. C'est un CAO électronique perfectionné conçu par Labcenter Electroniques

qui permet de dessiner des schémas électroniques, de les simuler et de réaliser le circuit imprimé correspondant. Le CAO électronique « PROTEUS » est disponible et téléchargeable, et se compose de nombreux outils regroupés en modules au sein d'une interface unique. Ce dernier nous permet de schématiser notre carte électrique et la simuler virtuellement comme le montre la figure suivante :

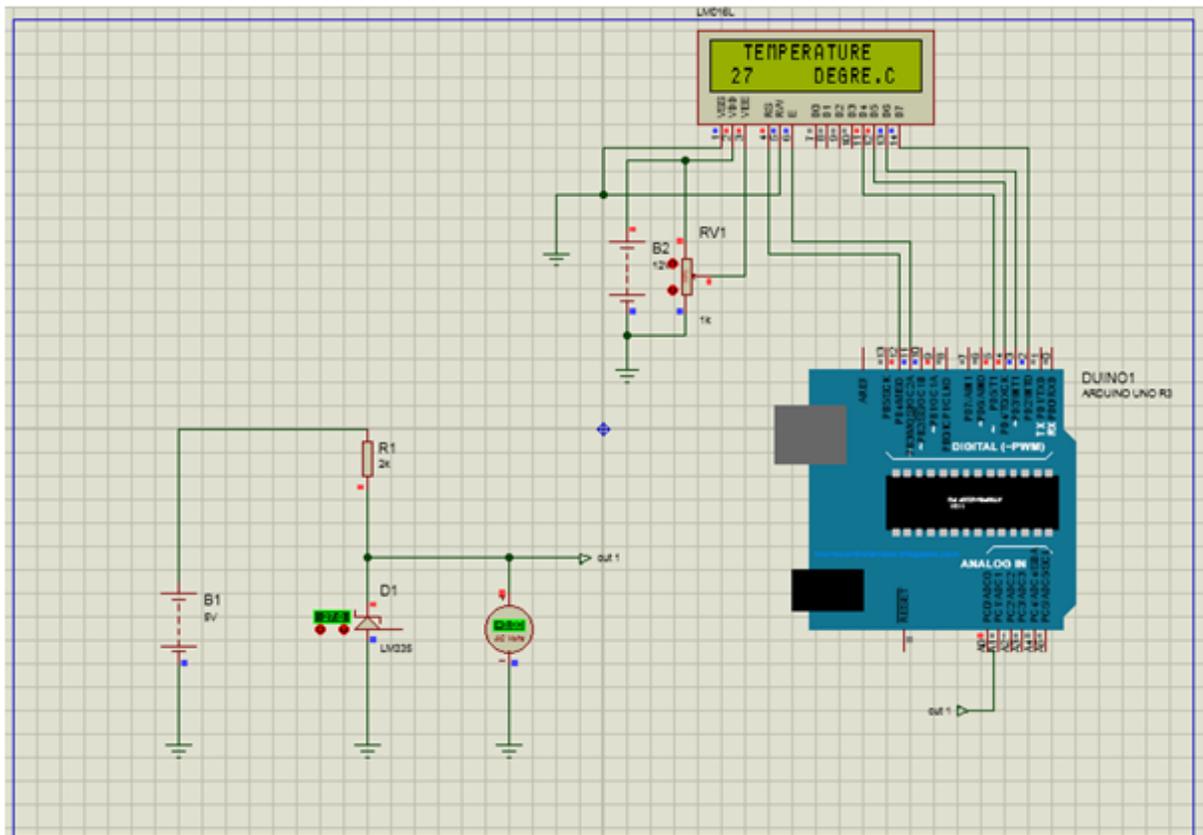


Figure III .06 : Circuit électronique basé ARDUINO UNO sous Proteus ISIS

7. Explication et démarche

Dans cette interface de capteur de température ARDUINO LM335, ARDUINO UNO est utilisé pour contrôler l'ensemble du processus. Notre montage consiste à capter la température ambiante et cela grâce à notre capteur de température LM335 alimenté par une batterie de 5V, et on place une résistance de protection de valeur $2k\Omega$ à la sortie du LM335 alors on obtient une tension continue proportionnelle à la température mesurée (Figure III .07).


```

/* Cette partie n"1 à exécuter sous isis à affichage sur LCD*/

#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12,11,5,4,3,2);
int outputPin= 0;

void setup()
{
  lcd.begin (16,2);
  lcd.clear();
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
}

void loop()
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(3,0);
  lcd.print("UNIV TEMOCHENT");
  delay(1000);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("ANNEE 2021-2022");
  delay(1000);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(3,0);
  lcd.print("2eme ANNEE MASTER");
  delay(1000);
  lcd.setCursor(2,1);

  lcd.setCursor(2,1);
  lcd.print("RESEAU TELECOM");
  delay(1000);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.print("16 Avril");
  delay(1000);
  lcd.clear();
  int valeur= analogRead(outputPin);
  float valeurVolt= (valeur*5.0)/1024.0;
  float valeurTemperaturekelvin= valeurVolt;
  int valeurTemperaturecelcius=(valeur*5.0)/10.24)-273.15; //valeurTemperaturekelvin-273;
  if(valeurTemperaturecelcius>25)
  {digitalWrite(9, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(10, LOW);
  }
  //if(valeurTemperaturecelcius<25)
  if(valeurTemperaturecelcius<25)
  {digitalWrite(10, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(9, LOW);
  }
  lcd.setCursor(2,0);
  lcd.print("TEMPERATURE");
  lcd.setCursor(1,1);
  lcd.print(valeurTemperaturecelcius);
  lcd.setCursor(8,1);
  lcd.print("DEGRE.C");

  lcd.print("DEGRE.C");
  delay(3000);
}

```

Figure III.08 : Configuration du LCD

9. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté la partie qui concerne la simulation d'un capteur de température numérique à l'aide d'un capteur de température LM335 avec le logiciel Proteus ISIS et la programmation par le logiciel ARDUINO.

Un simple CAPTEUR en termes de nombre de composants et de complexité a été rapidement simulé. La flexibilité d'ARDUINO ainsi que son mode d'utilisation ont facilité substantiellement la tâche. Le test du capteur a été effectué avec succès. A travers ce chapitre, nous avons acquis des solides connaissances à propos de l'ARDUINO et du capteur de température utilisé ce qui est bénéfique pour des futurs projets (e.g. détecteur d'incendie, système de confort,... etc.).

10. Références Bibliographiques

- [1] HASSANI ALAOUI Fatima Zahra, « Conception et réalisation du thermomètre électronique à mémoire. », Rapport de PROJET de FIN D'ETUDES, Licence Electronique Télécommunication et Informatique, Université Sidi Mohammed Ben Abdallah, Juin 2011.
- [2] Amirouche Haïtem, « Thermomètre électronique: Etude, analyse et réalisation. », Master Académique Instrumentation, Université 8 Mai 1945 – Guelma, Juillet 2019. Juillet 2019
- [3] DJEBLI ASSIA, BEZZA FATNA, « Conception, simulation et réalisation d'un détecteur de pulsation cardiaque couplé à un thermomètre électronique », Mémoire de fin d'études, UNIVERSITE DE SAÏDA DR MOULAY TAHAR, Soutenu en Juin 2018.
- [4] SADI Adel, « Conception et simulation d'une carte d'acquisition de données météorologique en temps réels à base d'un microcontrôleur 18F45K22 », Mémoire de fin d'études, UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI, TIZI-OUZOU, 27/09/2018
- [5] Achraf HAMMOUMI, Adil BELHAJI, Karim LAGHRISSE, « Conception et réalisation d'un thermomètre numérique à base du PIC16F877A », Mémoire de fin d'études, Institut Supérieur d'ingénierie & des Affaires, « ISGA Rabat » Ecole d'ingénierie, 2015-2016.
- [6] BOUALAM Lydia, HACHICHE Nadia, « Conception et Réalisation d'une Carte de Commande d'une Maquette d'Ascenseur à base d'une Carte ARDUINO Mega2560. », Mémoire de fin d'études, UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI « TIZI-OUZOU », soutenu le 06 septembre 2016
- [7] SOUAK Elmahdi, ELOUAFI Hamza, CHAHID Amal, ELAZAOUY Achraf, « THERMOMETRE A BASE D'Arduino », office de la formation professionnelle et de la promotion du travail.

Conclusion Générale

Cette étude était focalisée principalement sur la simulation d'un capteur de température avec en arrière-plan la mise en évidence de quelques bases d'électroniques générale, l'électronique numérique en introduisant les notions de capteurs.

Ce projet nous a permis d'élargir nos connaissances dans le domaine d'électronique et bien comprendre le fonctionnement des différents composants. C'est dans ce cadre que nous avons mis en pratique nos connaissances acquises ces dernières années, et d'autre connaissance qu'on a appris durant ce mémoire, mais également nous avons appris à nous adapter pour optimiser et on plus appliquer pour simuler notre projet.

Le développement de ce projet comprend plusieurs parties, notamment, l'étude et la sélection de tous les composants du système, la programmation et enfin la simulation. Au cours de ce projet, nous avons eu l'occasion d'étudier et d'utiliser la diversité matérielle et logicielle (programmation, simulation et perception ARDUINO avec Proteus 8 qui ont été très utiles pour notre projet et aussi pour approfondir nos connaissances.

Le capteur de température LM335 utilisé nous a mené à des résultats qui sont satisfaisante grâce à sa précision et sa proportionnalité à la température en degré Celsius.

Ce modeste travail n'est pas une fin en soi mais notre contribution a suscité pour nous, les grandes possibilités de développement de cet axe comme la conception des thermomètres de divers model miniature. Les intérêts pratiques de ces thermomètres à modèles réduits seront d'une utilité certaine et d'une grande importance dans divers domaines d'interventions.

