



**République Algérienne Démocratique et populaire Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene**

**Faculté de Génie électrique  
Département d'Électronique  
Spécialité : Instrumentation  
Mini-Projet en Electroacoustique .  
Thème :**

## **Décibel mètre**

**Présenté par :**

- AMRANI Abdenmour Aimene**
- MOUALKI Salsabil Rihab**
- KEMMOUCHE Sabrina**
- BELAIFI Naim**
- MAHMOUDI Riad**

**Année Universitaire : 2024/2025**

## **Introduction générale :**

L'intensimétrie acoustique est une méthode de mesure et d'analyse qui permet d'étudier l'intensité sonore dans un environnement donné. Contrairement à la simple mesure du niveau de pression acoustique, qui se limite à l'évaluation de l'amplitude des ondes sonores, l'intensité acoustique prend en compte à la fois la pression et la direction du flux d'énergie acoustique. Cette approche fournit des informations détaillées sur la propagation de l'énergie sonore, ce qui particulièrement utile dans des domaines tels que l'audio. Cette méthode de mesure offre l'avantage de localiser et quantifier les sources de bruit de manière non invasive, ce qui important pour l'analyse des environnement sonores complexes. Elle peut également aider à optimiser la conception des systèmes acoustique et à évaluer l'impact sonore dans diverses industrie.

## **Problématique:**

Face à la montée inquiétante de la pollution sonore, aussi bien en matière de santé publique qu'environnementale, quelles stratégies innovantes peuvent-on envisager pour concevoir un décibel mètre qui garantit une précision et une adaptabilité exceptionnelles dans le contrôle des niveaux de pression sonore, indépendamment du contexte ? Comment organiser un projet visant à fabriquer un décibel-mètre, en favorisant ce choix par rapport au sonomètre, compte tenu des difficultés techniques propres à celui-ci et des caractéristiques particulières requises pour satisfaire de manière efficace aux besoins et contraintes liés à la mesure du bruit ?

## **Les répercussions du son et du bruit:**

En intensimétrie, qui étudie la mesure et la quantification de l'intensité acoustique, le son et le bruit constituent des notions essentielles. Le son est une vibration mécanique qui se diffuse via un milieu élastique (comme la membrane d'un haut-parleur ou les cordes vocales). Elle est ensuite transmise au milieu environnant (l'air) et perçue par un récepteur spécifique comme notre système auditif ou un micro. On le relie souvent à des sources sonores particulières, comme la voix de l'homme, la musique ou les sons naturels. Le son se distingue par des variations de pression régulières dans le milieu d'émission et est caractérisé par des caractéristiques comme l'amplitude, la fréquence et la durée. L'intensité du son, exprimée en décibels.

Le bruit, connu comme la pollution sonore est un problème environnemental qui survient lorsque les niveaux de bruit dépassent les seuils acceptables et perturbent la qualité de vie.

L'impact négatif de la pollution sonore sur la santé physique et psychologique est multiple. Elle peut causer des problèmes auditifs tels que la perte auditive, les acouphènes et les troubles du sommeil. Elle peut également augmenter les niveaux de stress, perturber la concentration, affecter négativement la productivité et provoquer des troubles psychologiques tels que l'anxiété et la dépression.

## **Les effets de l'intensité du son sur l'ouïe humaine:**

Quand on multiplie la puissance sonore ou l'intensité sonore par 2, le volume sonore augmente de 3 db. On considère que le seuil de danger est fixé à 90 db. Une exposition prolongée aux hauts degrés sonores provoque des altérations irréversibles de la capacité auditive.

Les recherches gouvernementales suggèrent que la limite d'exposition sécuritaire est de 85 db pendant huit heures par jour. Voici une échelle de niveaux sonores:

Niveau sonore	Description
1-15 db	Silence
20-40 db	Calme
40-60 db	Conversation normale
60-70 db	Bruyant
90-100 db	Perte auditive
100+ db	Dommages importants à l'ouïe

**Figure 1 :** Tableau de niveau sonore avec description .

La gamme de fréquence audibles par l'oreille humaine varie généralement entre 20 Hz et 20 000 Hz, il est important de noter que la capacité auditive peut être affectée par des facteurs tels que l'âge.

## **L'intensimétrie acoustique:**

L'intensimétrie acoustique est une discipline de l'acoustique qui étudie et évalue l'intensité du son dans un environnement spécifique. L'intensité sonore qui circule à travers une surface dans un temps donné. On peut la mesurer en watts par mètre carré ( $\text{W/m}^2$ ).

L'intensité acoustique est généralement mesurée à l'aide de capteurs spécifiques comme des microphones directionnels. Ces capteurs captent le son provenant de diverses directions, ce qui permet d'identifier la direction et la répartition de l'intensité sonore.

## **Sonomètre:**

Un sonomètre est un appareil électronique qui joue un rôle essentiel dans la mesure de la pression acoustique dans l'air, exprimée en décibels (dB). Ce dispositif est équipé d'un microphone sensible qui capte les ondes sonores émises par une source sonore. Pour représenter le niveau de bruit ambiant, il est nécessaire de convertir ces signaux en une lecture numérique. Certains sonomètres vont plus loin en enregistrant des données sur une période spécifique, offrant ainsi une vision des fluctuations du niveau sonore au fil du temps.



**Figure 2 : Aperçu sonomètre .**

## **Unité de mesure du son:**

La notion de sonie, qui exprime la perception subjective du volume sonore par l'oreille humaine, est suivie par le décibel, une unité relative utilisée pour mesurer le niveau de pression acoustique. La sonie est impactée par différents éléments,

En particulier, on peut mesurer le niveau de pression acoustique en décibels et la fréquence de son. À des décibels équivalents, la perception du volume sonore diffère selon la fréquence. Les sons peuvent être détectés par une oreille humaine ordinaire dans une plage de fréquences allant de 20 Hz à 20 kHz. Toutefois, sa sensibilité diffère en fonction des fréquences, ce qui implique que

certaines fréquences requièrent des niveaux de pression acoustique plus élevés pour donner les mêmes sensations d'intensité ou de sonie.

En outre, il existe une autre unité de mesure spécifique du son appelée le phone (qui est une unité physiologique). Cette unité évalue la manière dont l'oreille humaine perçoit le volume sonore à une fréquence donnée, généralement 1 kHz. À la différence du décibel (unité physique), le phone se concentre sur cette fréquence particulière pour évaluer la perception du son, tandis que le décibel mesure la pression acoustique sans se limiter à une fréquence spécifique.

## **Le decibel mètre:**

Un décibel mètre est un dispositif de mesure destiné à quantifier le volume sonore en décibels (dB) dans un contexte spécifique. Cela signifie qu'il s'agit d'une sorte particulière de sonomètre employée spécifiquement pour déterminer les niveaux de décibels. Le décibel mètre considère la fréquence des ondes sonores pour obtenir une mesure pondérée, car toutes les fréquences ne sont pas perçues de manière identique par l'oreille humaine. Par conséquent, des pondérations A, B ou C sont fréquemment employées pour illustrer de manière plus précise la sensibilité de l'oreille humaine aux diverses fréquences.

## **La différence entre le sonomètre et le décibel mètre:**

Généralement, la distinction entre « décibel mètre » et « sonomètre » est généralement davantage liée au sens ou au contexte que technique. Dans beaucoup de cas, ces expressions sont employées de façon interchangeable et désignent un instrument d'Évaluation du son qui évalue les degrés sonores en décibels. Néanmoins, certaines personnes peuvent distinguer théoriquement le « décibel mètre » comme une catégorie particulière de « sonomètre », plus orienté vers la détermination exacte des niveaux en décibels. Cependant, dans la réalité quotidienne, une grande majorité de personnes et d'entreprises utilisent ces expressions sans distinguer de manière notable les unes des autres.

## **Les applications de decibel mètre:**

Le décibel mètre, un dispositif de mesure spécialement conçu pour quantifier les niveaux de pression sonore, est couramment employé et adapté à plusieurs secteurs :

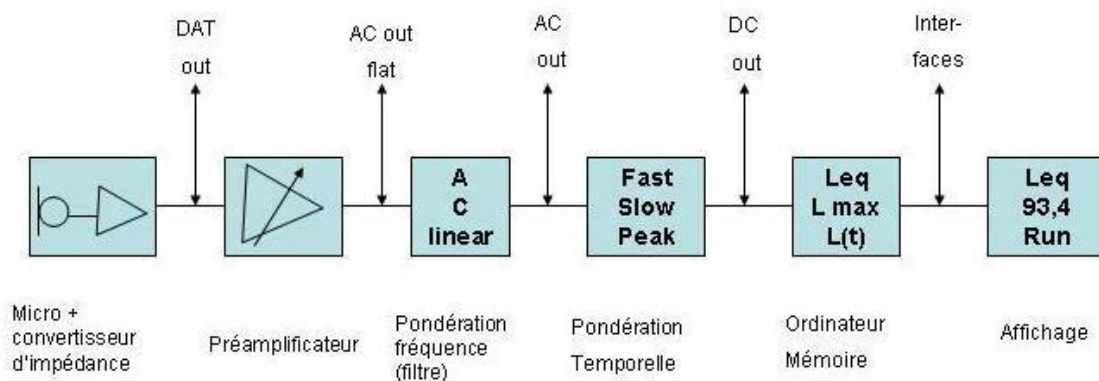
- **Environnement et urbanisme :** Dans le but d'évaluer le degré sonore en milieu urbain, en proximité d'infrastructures ou d'industries, pour contrôler et réduire les perturbations sonores.
- **Sécurité et santé au travail :** Pour surveiller et réguler les niveaux de bruit dans les milieux professionnels, afin d'éviter les dangers auditifs et assurer le respect des normes de sécurité.
- **Secteur de la musique et du divertissement :** Pour juger les performances sonores lors de concerts, manifestations sportives ou captures sonores, et assurer que les auditeurs et les employés du domaine respectent les normes de sécurité.

- **Évaluation et qualité du son** : Pour contrôler et ajuster les systèmes audio, les dispositifs de transmission sonore et les studios d'enregistrement pour garantir la fiabilité du son transmis.
- **Analyse et recherche scientifique** : Pour mesurer et enregistrer les niveaux sonores dans des études acoustiques, des recherches sur l'environnement ou des enquêtes sur les effets du bruit sur la santé humaine et animale.

Ces applications montrent l'importance du décibel mètre dans la gestion, la prévention et la compréhension des niveaux de pression acoustique dans divers contextes, contribuant ainsi à garantir la sécurité et le confort auditif.

## Principe de fonctionnement:

Le décibel mètre, un instrument essentiel pour mesurer le bruit, se compose de plusieurs composants clés. Tout commence avec le microphone, souvent du type condensateur en raison de sa précision, stabilité et fiabilité. Ce microphone capte le bruit ambiant et le convertit en un signal électrique. Ce signal électrique initial est de faible niveau et nécessite donc une amplification. C'est là qu'intervient le préamplificateur, chargé d'amplifier le signal avant qu'il ne soit transmis au processeur principal. Le préamplificateur joue un rôle crucial dans l'obtention de mesures précises en garantissant que le signal reste exempt de distorsion. Le processeur principal, ou l'outil de traitement du signal, prend ensuite le relais. Il applique des concepts tels que la pondération en fréquence, une technique qui tient compte de la sensibilité différente de l'oreille humaine à différentes fréquences sonores. De plus, il analyse les caractéristiques temporelles conformément aux normes internationales, intégrant le signal pendant une durée spécifiée pour produire une mesure stable et significative. Enfin, les résultats de ces processus sont affichés sur l'écran du décibel mètre, fournissant ainsi des données détaillées sur le niveau sonore de l'environnement mesuré. Cet ensemble de composants permet au décibel mètre de reproduire avec précision le niveau sonore tel que perçue par l'oreille humaine.



Chaîne de mesure d'un sonomètre

**Figure 3** : Chaîne de mesure d'un sonomètre .

## **Materials utilisé:**

### **Arduino uno :**

L'**Arduino Uno** est une carte de développement électronique open-source, conçue pour apprendre et réaliser des projets interactifs en électronique et en programmation. Basée sur un microcontrôleur **ATmega328P**, elle est programmée principalement en **C/C++** à l'aide de l'environnement Arduino IDE. Idéale pour les débutants et les experts, elle permet de combiner facilement matériel et logiciel.

### **Caractéristiques principales de l'Arduino Uno :**

1. **Microcontrôleur** : ATmega328P.
2. **Tension de fonctionnement** : 5 V.
3. **Tension d'entrée (recommandée)** : 7 à 12 V.
4. **Nombre de broches numériques** : 14 (dont 6 peuvent être utilisées comme sorties PWM).
5. **Broches analogiques** : 6.
6. **Mémoire Flash** : 32 Ko (dont 0,5 Ko utilisés par le bootloader).
7. **SRAM** : 2 Ko.
8. **EEPROM** : 1 Ko.
9. **Vitesse d'horloge** : 16 MHz.
10. **Interface de programmation** : USB type B.

### **Écran LCD16x2 :**

Les afficheurs à cristaux liquides, autrement appelés afficheurs LCD (Liquid Crystal Display), sont des modules compacts intelligents et nécessitent peu de composants externes pour un bon fonctionnement. Ils consomment relativement peu (de 1 à 5 mA) et utilisent la polarisation de la lumière grâce à des filtres polarisants.

Caractéristiques :

1. **Alimentation** : 5 Vcc
2. **Interface** : I2C (adresse 0x27)
3. **Caractères** : blancs sur fond bleu
4. **Contraste** : ajustable via potentiomètre
5. **Dimensions** : 80 x 38 x 18 mm

### **Module capteur de son :**

Pour nos premiers tests, nous avons utilisé le module KY-038, un capteur de son souvent associé à des microcontrôleurs comme Arduino. Ce module détecte les variations de pression acoustique (sons) dans l'environnement.

Composition du module :

#### **1. Microphone :**

Il convertit les variations de pression acoustique en signaux électriques. Il est composé de :

- Membrane diaphragme : Partie sensible du microphone qui vibre en réponse aux ondes sonores.

- Bobine mobile : Attachée à la membrane, elle se déplace dans le champ magnétique créé par un aimant. Ce mouvement génère un courant électrique.



- Aimant : Produit un champ magnétique qui interagit avec la bobine, transformant les vibrations en signaux électriques.

Le fonctionnement repose donc sur la conversion mécanique des ondes sonores en signaux électriques.

## 2. Potentiomètre :

Permet d'ajuster la sensibilité du capteur en modifiant le seuil de détection.

## 3. Comparateur :

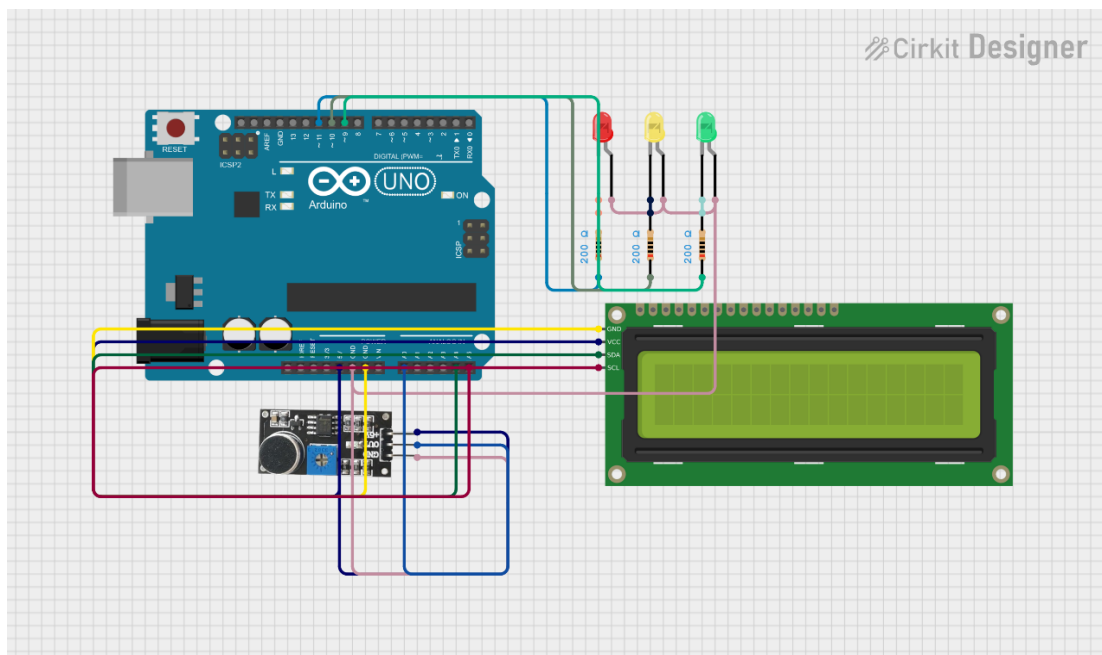
Compare le signal électrique du microphone avec un seuil prédéfini, générant ainsi une sortie numérique en fonction du résultat. Il convertit donc le signal analogique du microphone en signal numérique exploitable.

## 4. LEDs indicatrices :

Fournissent un retour visuel lorsque le module détecte un son.

Après avoir effectué tous les tests avec le KY-038, nous avons développé notre propre module en y intégrant un amplificateur. Cet ajout amplifie le signal analogique du microphone, facilitant son exploitation par le microcontrôleur, qui convertit ce signal en intensité sonore exprimée en décibels.

Nous avons réalisé le montage du projet de décibel-mètre dans le logiciel **Circuit Designer IDE**.



**Figure 4:** le circuit de décibel-mètre.

## Explication de câblage :

### 1. Capteur sonore :

- La broche VCC du capteur est connectée à la sortie 5V de l'Arduino.
- La broche GND est reliée à la masse (GND) de l'Arduino.
- La broche de sortie analogique (OUT) du capteur est connectée à l'entrée analogique A0 de l'Arduino.

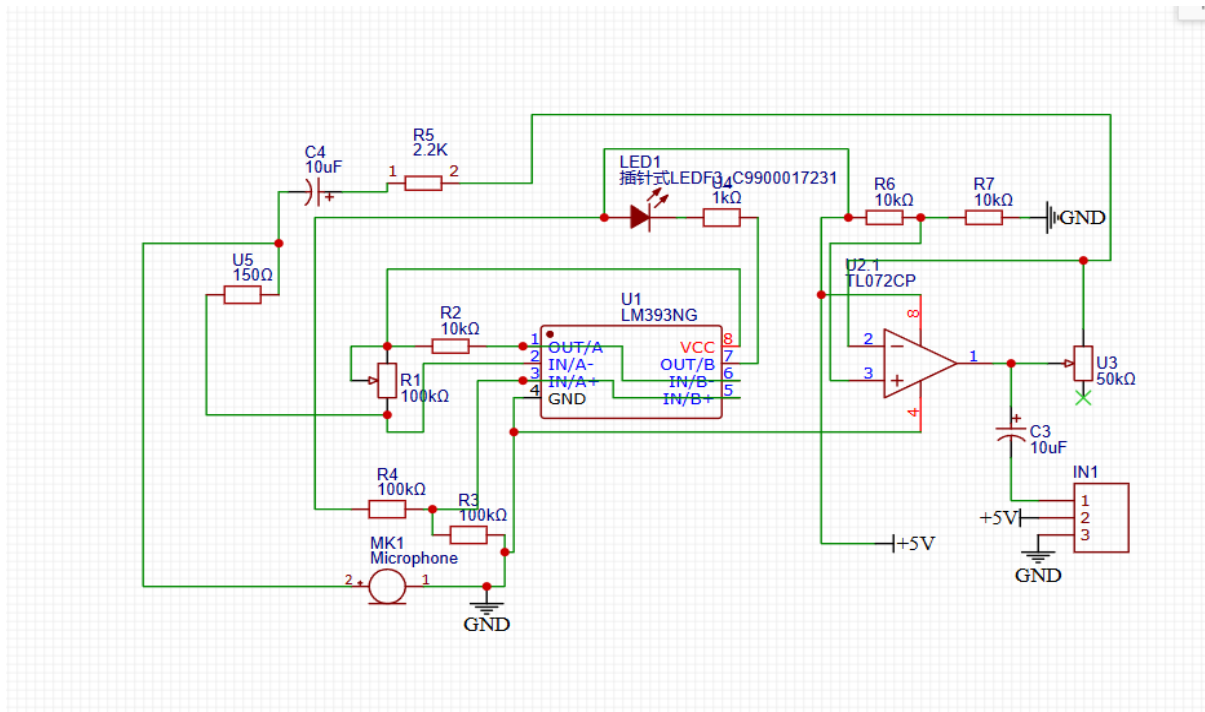
## 2. Afficheur LCD avec interface I2C :

- La broche VCC de l'écran est connectée à la sortie 5V de l'Arduino.
- La broche GND est reliée à la masse (GND) de l'Arduino.
- La broche SDA (données) de l'écran est connectée à la broche A4 de l'Arduino.
- La broche SCL (horloge) de l'écran est connectée à la broche A5 de l'Arduino.

## 3. LEDs avec résistances :

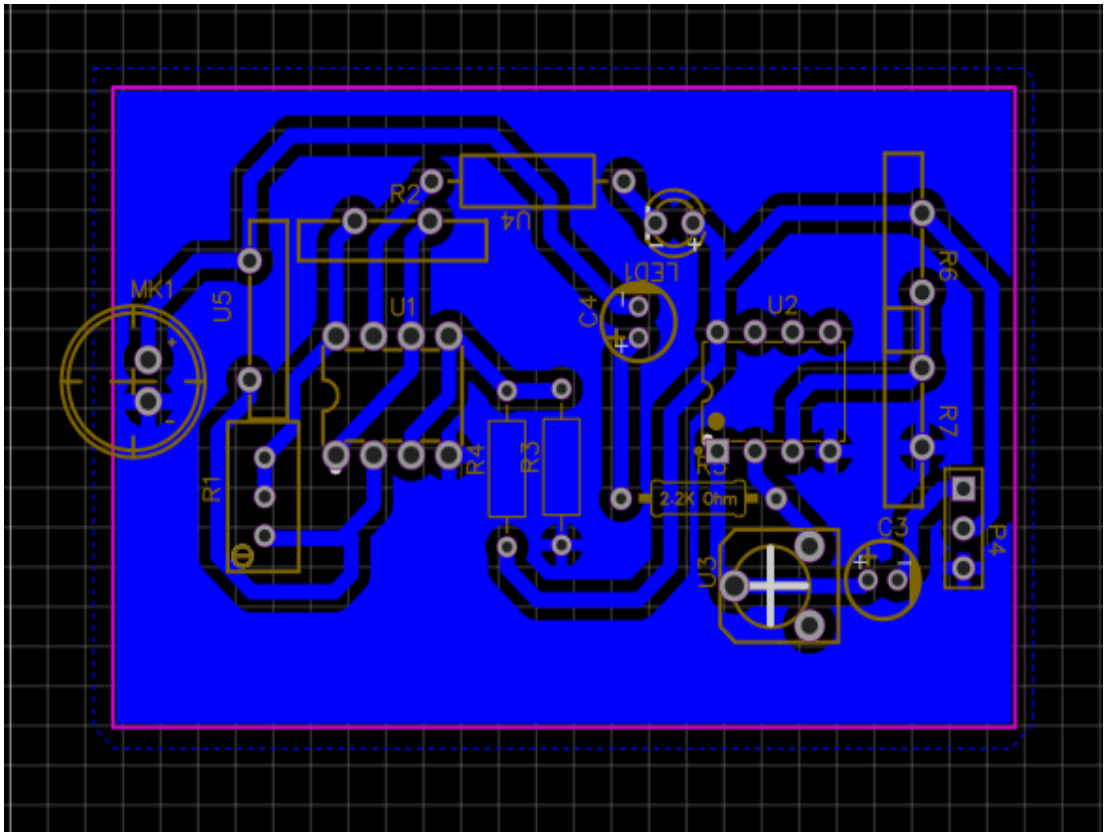
- Pour chaque LED, l'anode (patte longue) est reliée à une des broches numériques de l'Arduino via une résistance de 330  $\Omega$  pour limiter le courant et protéger la LED.
- La première LED, représentant le niveau Quiet, est connectée à la broche numérique 11.
- La deuxième LED, représentant le niveau Moderate, est connectée à la broche numérique 10.
- La troisième LED, représentant le niveau High, est connectée à la broche numérique 9.
- La cathode (patte courte) de chaque LED est reliée directement à la masse (GND) de l'Arduino.

## Schéma et réalisation du PCB du capteur de son :



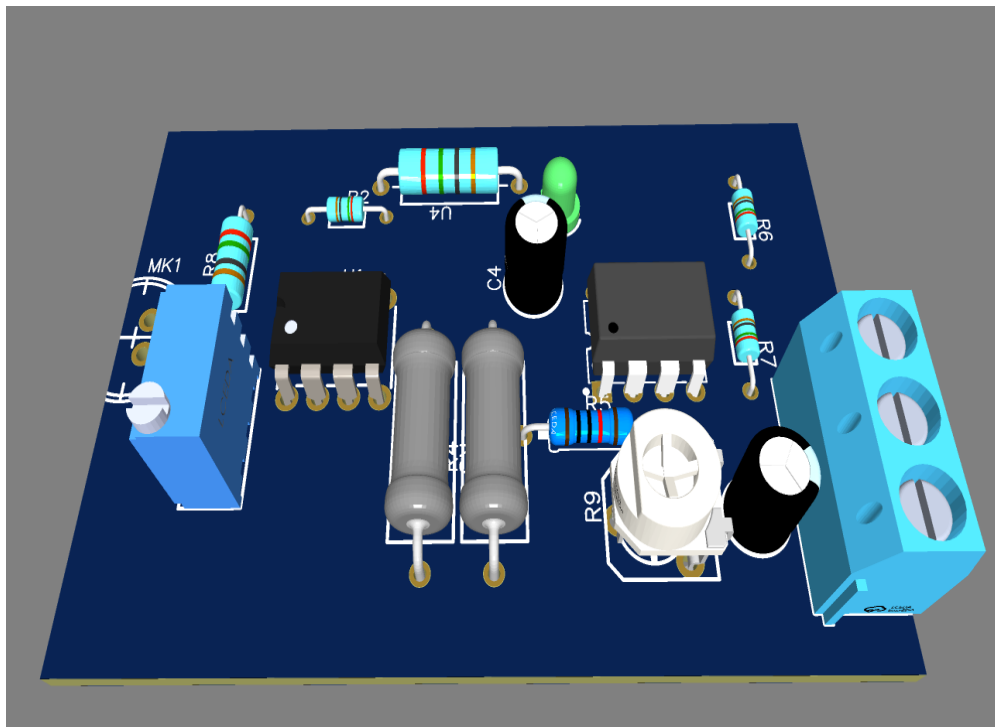
**Figure 5 :** Schéma du circuit réalisé par le logiciel Easy EDA.

La figure ci-dessous représente le schéma électronique du capteur de son. Ce circuit est basé sur un microphone électret (MK1), un comparateur LM393 et un amplificateur opérationnel TL072CP. Le microphone capte les variations acoustiques et les convertit en signaux électriques. Ces derniers sont amplifiés et comparés pour fournir une sortie indicative du niveau sonore. Des composants passifs, tels que des résistances et des condensateurs, assurent l'ajustement des signaux et la stabilité du circuit.



**Figure 6 :** Réalisation du PCB par le logiciel Easy EDA .

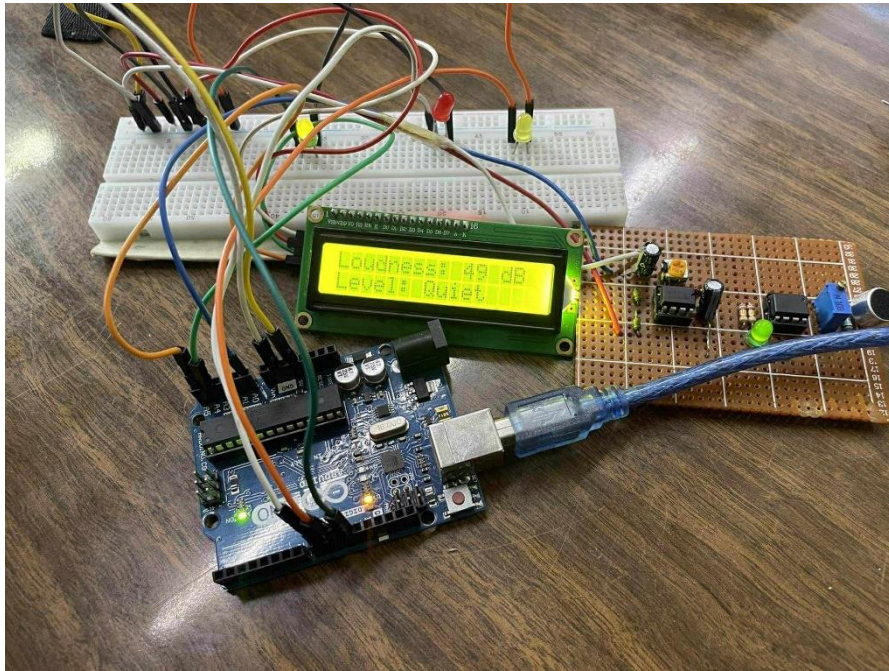
La figure montre le tracé du circuit imprimé (PCB) correspondant au schéma électronique. Les pistes ont été conçues pour minimiser les interférences et optimiser la connectivité des composants. Le routage a été effectué de manière à réduire les longueurs inutiles, et une couche de plan de masse a été ajoutée pour améliorer la performance électrique.



**Figure 7 :** PCB en 3D avec le logiciel Easy EDA.

## Résultats obtenus :

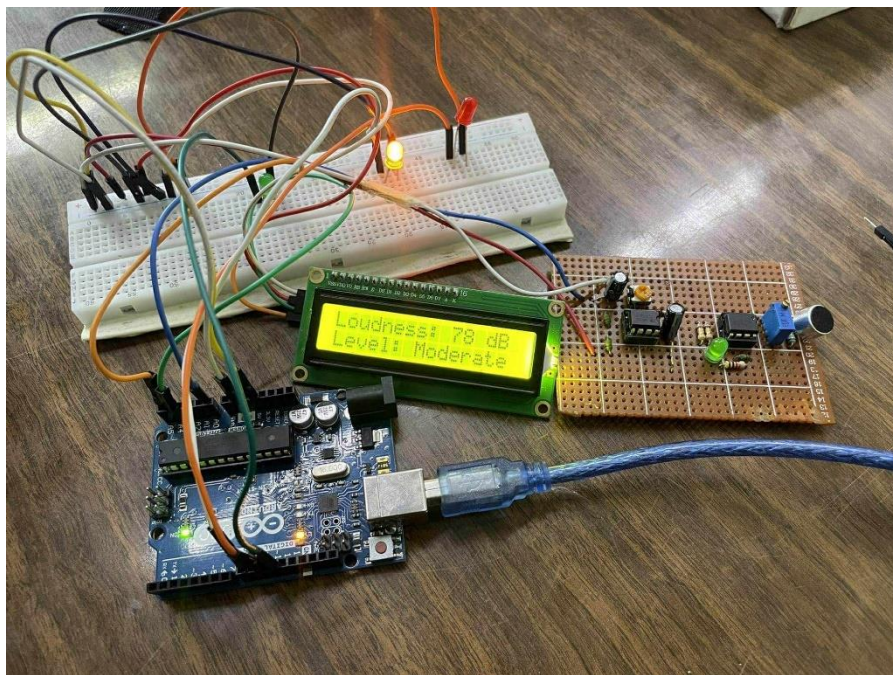
Le premier cas :



**Figure 8 :** la réalisation sous un sonore de 60 dB.

La LED verte s'allume lorsque l'intensité sonore est inférieure à 60 dB. Dans cette photo, l'intensité du son est mesurée à 49 dB, ce qui correspond à un niveau suffisamment bas pour déclencher l'allumage de la LED verte.

Le deuxième cas :

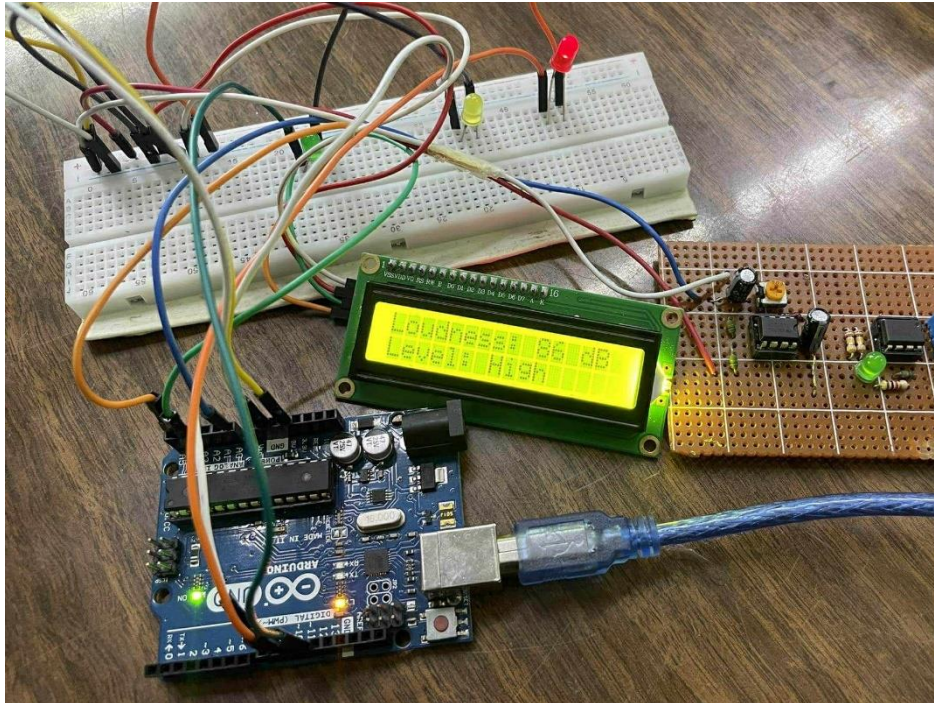


**Figure 9 :** la réalisation entre 60 et 85 dB.



La LED orange s'allume lorsque l'intensité sonore est située entre 60 et 85 dB, correspondant à un niveau sonore modéré. Dans cette situation, avec une intensité sonore de 72 dB (niveau modéré), la LED orange s'allume.

**Le troisième cas :**



**Figure 10 :** la réalisation au-dessus de 85 dB .

La LED rouge s'allume en cas d'une intensité sonore dépassant les 85 dB, signalant un niveau sonore élevé. Avec une mesure actuelle de 86 dB, la LED rouge s'allume en réponse au niveau sonore élevé détecté.

## **Conclusion général :**

La réalisation de ce projet, visant à concevoir un décibelmètre, constitue une avancée majeure dans le développement d'un outil de mesure essentiel pour évaluer avec précision les niveaux de pression acoustique. Ce projet a permis de combiner de manière efficace des compétences en électronique, traitement de signal et acoustique pour aboutir à un dispositif fonctionnel et performant.

En explorant chaque étape, de la conception du circuit à l'étalonnage final, nous avons pu comprendre l'importance de la précision dans la mesure sonore, notamment pour répondre aux exigences de sécurité et de conformité. Par ailleurs, ce projet a mis en évidence l'impact considérable de la surveillance sonore dans des domaines variés, allant de la réduction de la pollution sonore à l'amélioration de la qualité de vie dans les environnements quotidiens.

En somme, ce travail représente bien plus qu'un simple accomplissement technique : il apporte une contribution pratique et significative pour mesurer, analyser et gérer efficacement les niveaux de bruit. Il ouvre également des perspectives pour des améliorations futures, telles que l'intégration de technologies plus avancées ou l'adaptation du système à des contextes industriels et environnementaux diversifiés.

## **Références bibliographique :**

[https://www.google.com/imgres?q=sonometre&imgurl=https%3A%2F%2Fcdn.svantek.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2023%2F12%2FSonometre-1024x476.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fsvantek.com%2Ffr%2Facademie%2Fsonometre%2F&docid=Dn3ejzcGWDW-wM&tbnid=WAW\\_2aoEAQhN0M&vet=12ahUKEwiPkLWX16-KAxWxQkEAHXIZKfEQM3oFCIABEAA..i&w=1024&h=476&hcb=2&ved=2ahUKEwiPkLWX16-KAxWxQkEAHXIZKfEQM3oFCIABEAA](https://www.google.com/imgres?q=sonometre&imgurl=https%3A%2F%2Fcdn.svantek.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2023%2F12%2FSonometre-1024x476.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fsvantek.com%2Ffr%2Facademie%2Fsonometre%2F&docid=Dn3ejzcGWDW-wM&tbnid=WAW_2aoEAQhN0M&vet=12ahUKEwiPkLWX16-KAxWxQkEAHXIZKfEQM3oFCIABEAA..i&w=1024&h=476&hcb=2&ved=2ahUKEwiPkLWX16-KAxWxQkEAHXIZKfEQM3oFCIABEAA)

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ffr.wikipedia.org%2Fwiki%2FSonom%25C3%25A8tre&psig=AOvVaw0Lxy6C2vsHSDqpvgBhbQMG&ust=1734557375594000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQQjRxqFwoTCODF\\_fPfr4oDFQAAAAAdAAAAABAE](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ffr.wikipedia.org%2Fwiki%2FSonom%25C3%25A8tre&psig=AOvVaw0Lxy6C2vsHSDqpvgBhbQMG&ust=1734557375594000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQQjRxqFwoTCODF_fPfr4oDFQAAAAAdAAAAABAE)

<https://www.circuitstudio.com/>

<https://easyeda.com/fr>

<https://youtu.be/xTLeviRor3M>

[https://youtu.be/U\\_T7eVD5\\_XI](https://youtu.be/U_T7eVD5_XI)

<https://fr.scribd.com/document/482385099/Projet-tutore-SONOMETRE-3-1>

<https://gemini.google.com/>

[https://www.lyc-diderot.ac-aix-marseille.fr/eleves/cours/bts-tp-bat/son.htm?fbclid=IwAR1hqdAhw4ZNkJ2U10rLraed05i3vnU23aLH5\\_cMp5T0GdylmE32w7F-tE0](https://www.lyc-diderot.ac-aix-marseille.fr/eleves/cours/bts-tp-bat/son.htm?fbclid=IwAR1hqdAhw4ZNkJ2U10rLraed05i3vnU23aLH5_cMp5T0GdylmE32w7F-tE0)

<https://iotprojectsideas.com/arduino-based-decibel-meter-with-sound-sensor/>