|  |
| --- |
| **Jauge de déformation à base de feuillets de**  **graphite fournie avec son conditionneur** |

**Numéro de référence**: GPINSA2021-2494-5215

**Schéma du capteur**

A : Largeur du pad de connexion[[1]](#footnote-1)

B : Hauteur du pad de connexion

C : Ecartement entre les pads

D : Longueur du capteur

E : Epaisseur du capteur

**Matériel nécessaire pour la création du capteur**

* Crayons de graphite de différents types : 3H, 2H, H, HB, B, 2B, 3B
* Feuille de papier imprimé avec le modèle du capteur (grammage minimum160g/m²)

**Caractéristiques générales du capteur**

* « Low-tech »
* Facile à créer, transporter et utiliser
* Respectueux de l’environnement
* Bas coûts
* Feuillets de graphite déposés avec des crayons du 3H au 3B
* Faible consommation d’énergie
* Mesure de la résistance électrique traduisant une déformation de la pièce

**Applications possibles**

?

**Remarques**

Capteur réalisé dans le cadre d’un projet dans l’unité de formation « du capteur au banc de test » par des étudiants du Génie Physique de l’INSA Toulouse : Gaich Eléonore et Stephen Calvin au cours de l’année universitaire 2020-2021.

Pour toute informations complémentaires à la datasheet, veuillez consulter le github ci-dessous : ou nous envoyer un mail : [gaich@etud.insa-toulouse.fr](mailto:gaich@etud.insa-toulouse.fr) ou [stephen@etud.insa-toulouse.fr](mailto:stephen@etud.insa-toulouse.fr)

**Description du fonctionnement du capteur**

Notre capteur « low-tech[[2]](#footnote-2) » est une jauge de contrainte ou de déformation, aussi appelée extensomètre. Il exploite la théorie de la percolation au sein d’un système granulaire[[3]](#footnote-3) constitué de particules de graphite formant des feuillets. Une couche fine de ce matériau est déposée en forme de U sur un papier rectangulaire (voir le schéma ci-dessus) à l’aide d’un crayon de graphite. En observant la structure de cette couche à l’aide d’un microscope électronique à balayage (MEB), nous pouvons observer le dépôt de particules ultrafine de carbone formant un réseau percolé[[4]](#footnote-4) de nanoparticule de graphite.

La conductance totale du capteur est la somme de la conductance intragrain[[5]](#footnote-5) et de la conductance tunnel ou intergrain[[6]](#footnote-6). Dans un système granulaire ou régime isolant, le quanta de conductance est très inférieur à 1. La résistance tunnel est très importante. Ainsi, le transport des électrons, soit le courant passant à travers le système, est régi par l’effet tunnel. Le film de nanoparticules est modélisé par des conductances locales connectées. Elles dépendent de la barrière de potentiel à franchir (hauteur et largeur), de la distribution énergétique Ec et de la température, (agitation thermique) et la distance inter-particules. Le système percole à partir d’un certain seuil rendant le film conducteur.

Lorsque le papier est soumis à une tension, le taux de percolation des réseaux diminue. Ceci implique une augmentation de la résistance de la couche de graphite car la distance effective entre les particules augmente, ne permettant plus aux molécules d’être connectées pour que le courant circule. De même, lorsque le papier est soumis à une compression, le taux de percolation des réseaux augmente, expliquant une diminution de la résistance (distance entre les particules diminuant). En bref, une déformation du capteur ??

*Figure n°1 : Schéma représentant la notion de compression et tension du capteur [1]*

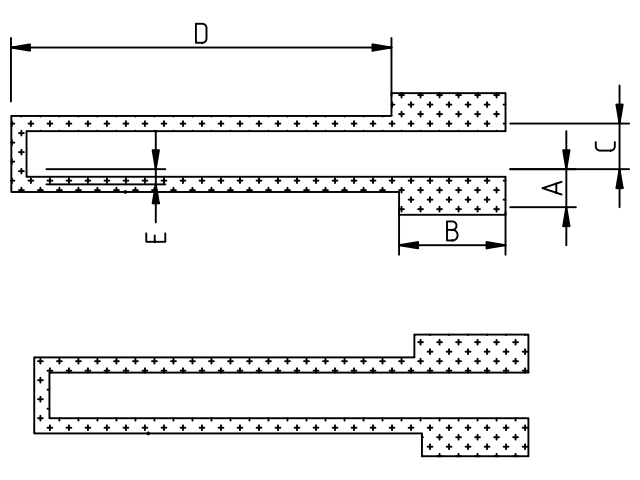
La variation de la résistance étant proportionnelle à la déformation du capteur permet d’en déduire la déformation subie. Cette variation de résistance est très petite et passif d’où la nécessité d’un conditionneur de signal qui est constitué d’un amplificateur de transimpédance.

Type de crayon à expliciter en fonction de la teneur en graphite

**Configuration des points de contact**

Point de contact n°2

Point de contact n°1

****

|  |  |
| --- | --- |
| **Numéro du point de contact** | **Usage** |
| 1 | Connecté à l’alimentation du circuit + Vcc = 5v |
| 2 | Connecté à l’entrée du circuit analogique Vin |

**Spécifications du capteur**

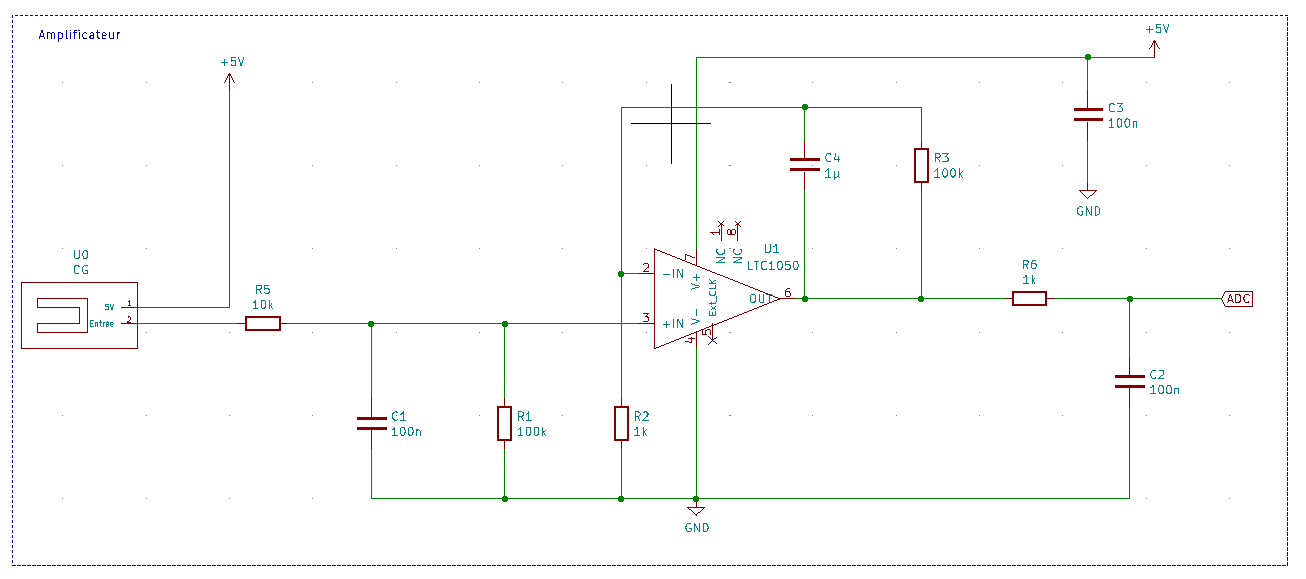
|  |  |
| --- | --- |
| **Type** | Jauge de contrainte/déformation à base de feuillets de graphite |
| **Effet théorique exploité** | Système granulaire  Résistance tunnel  Réseau de percolation |
| **Matériaux utilisés** | Feuillets[[7]](#footnote-7) de graphite (carbone)  Ion argileux (C,Mg,Al,Si)  Fibres cellulosiques végétales (papier) |
| **Quantité des matériaux sur le capteur** | Non évaluable[[8]](#footnote-8) |
| **Type de capteur** | Passif, nécessitant donc un conditionneur[[9]](#footnote-9) |
| **Type de graphite utilisable** | 3H, 2H, H, HB, B, 2B, 3B |
| **Nature de la mesure** | Mesure résistive |
| **Dimensions** | Variables en fonction des expériences[[10]](#footnote-10) |
| **Prise de contact** | Avec des pinces crocodiles sur les pads de connexion du capteur |
| **Temps de réponse** | Qq secondes pour que la valeur soit réellement stable |

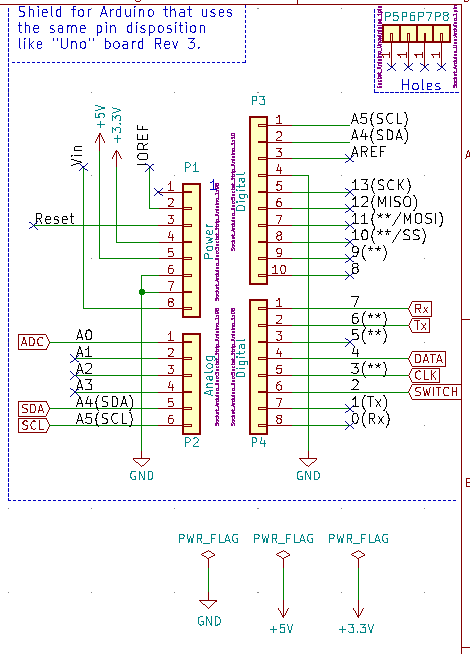
**Conditions d’utilisation standard**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Unité** | **Valeur typique** |
| Température | °C |  |
| Déformation | mm | bbb |

**Conditionneur de notre capteur passif**

* **Matériel nécessaire**
* **Schéma**

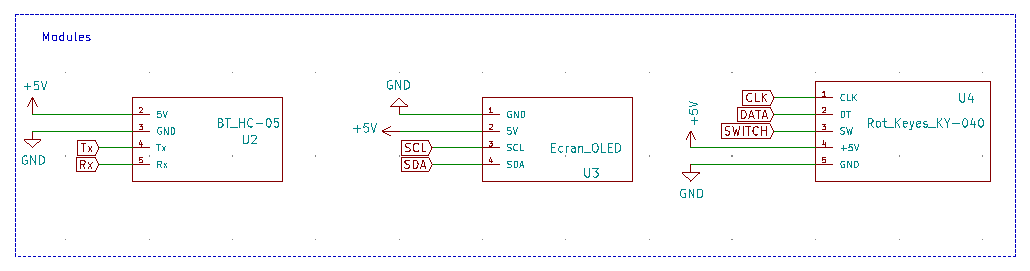
****

**BLABLA**

* **Schéma équivalent de Thévenin de notre conditionneur**

**A FAIRE**

* **Modules additionnels au conditionneur**

****

**Blabla**

* **Création du conditionneur**

Blabla sur le shield

**Caractéristiques électroniques**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**Banc de test utilisé pour réaliser les caractéristiques du capteur**

**Procédure de mesure**

**Influence des dimensions du capteur sur la mesure de la résistance**

**Influence du type de crayon utilisé**

**Influence du type de papier**

**Zones de détérioration du capteur**

**Conclusion sur l’utilisation du capteur**

1. Aussi appelé point de contact du capteur [↑](#footnote-ref-1)
2. Low-Tech : ? [↑](#footnote-ref-2)
3. Système granulaire : ? [↑](#footnote-ref-3)
4. Percolé : [↑](#footnote-ref-4)
5. Conductance intragrain go = avec δ l’espacement moyen des niveaux d’énergie et Eth l’énergie de Thouless [↑](#footnote-ref-5)
6. Conductance intergrain : [↑](#footnote-ref-6)
7. Feuillets ou réseau de nanoparticules [↑](#footnote-ref-7)
8. Voir explication dans la partie « mesure de la couche de graphite » [↑](#footnote-ref-8)
9. Détails dans la partie « Conditionneur » [↑](#footnote-ref-9)
10. ??? [↑](#footnote-ref-10)