
DATASHEET

GRAPHITE SENSOR (GS-LA25)

Description générale

Ce capteur a été réalisé dans le cadre d'un projet par un binôme d'étudiantes à l'INSA de Toulouse, en 4^{ème} année de Génie Physique.

Le but de ce projet est de réaliser un capteur low-tech d'extensométrie. Il se base sur la publication scientifique publiée en 2014 *Pencil Drawn Strain Gauges and Chemiresistors on Paper*. Le capteur est réalisé à la main, une forme de U est tracée au crayon avec une mine en graphite sur un rectangle de papier. Le capteur qui en résulte est léger, extrêmement peu coûteux, rapide à fabriquer et son impact sur l'environnement est négligeable.

Le capteur fonctionne grâce au graphite laissé sur le papier, qui va permettre de laisser passer plus ou moins le courant en fonction de sa courbure donc de la proximité entre chaque atome.



Figure 1 : Photo du capteur graphite

Spécificités principales

- Léger
- Fabrication rapide et simple
- Peu coûteux
- Faible impact environnemental
- Portable

Principe de fonctionnement du capteur

Le capteur fonctionne grâce à la conductivité des particules de graphite qui composent la mine d'un crayon de papier. Le graphite est un système granuleux. La figure 2 montre la réaction des particules qui composent la couche de graphite en fonction de sa compression ou son extension.

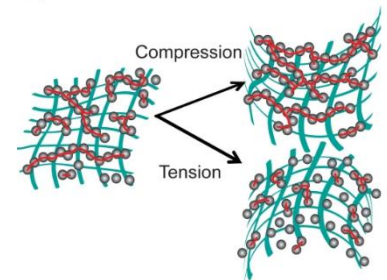


Figure 2 : Schéma montrant le nombre de particules de graphite connectées en fonction de la déformation

- Compression : les atomes se rapprochent, le courant passe plus facilement, la résistance baisse.
- Extension : les atomes s'éloignent, le courant a plus de mal à passer, la résistance augmente.

Il est nécessaire de préciser que la sensibilité à la résistance varie avec le type de crayon utilisé. Il y a différents types de dureté (de 6B à 6H), le plus dur étant le 6H. Moins une mine est dure, plus elle contient de graphite. Ici, il est testé seulement sur 2 mines : B et HB. Les autres mesures n'étaient pas pertinentes.

Spécificités du capteur

| | |
|--------------------------|----------------------------|
| Capteur | Jauge de contrainte |
| Type de capteur | Passif |
| Matériau | Papier (épaisseur = 0,2mm) |
| Mesurande | Résistance |
| Type du signal de sortie | Analogique |
| Tension d'alimentation | + 5V |
| Nombre de pins | 2 |

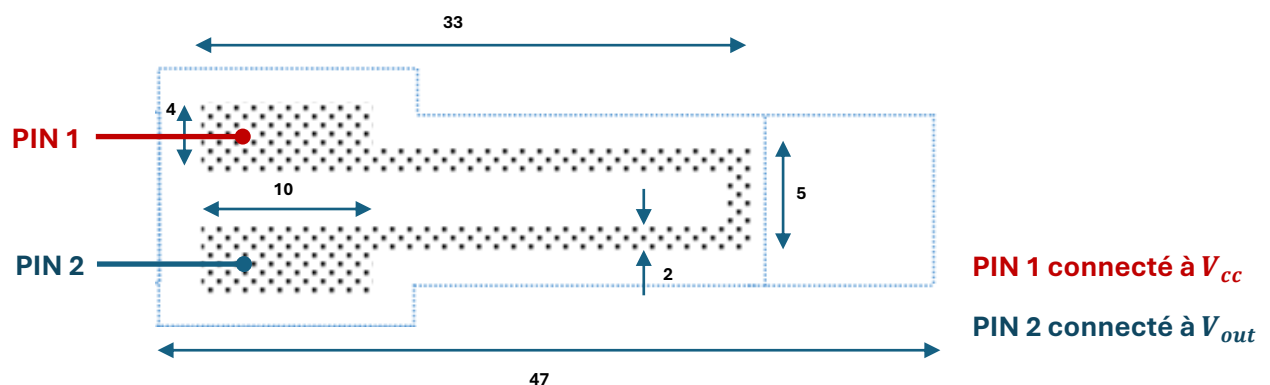
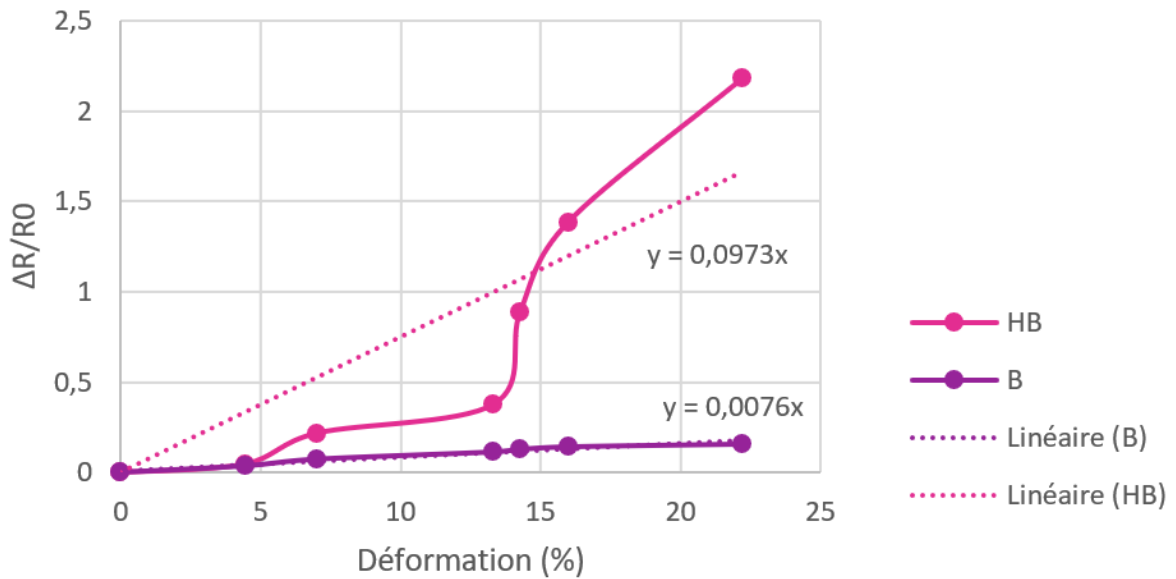


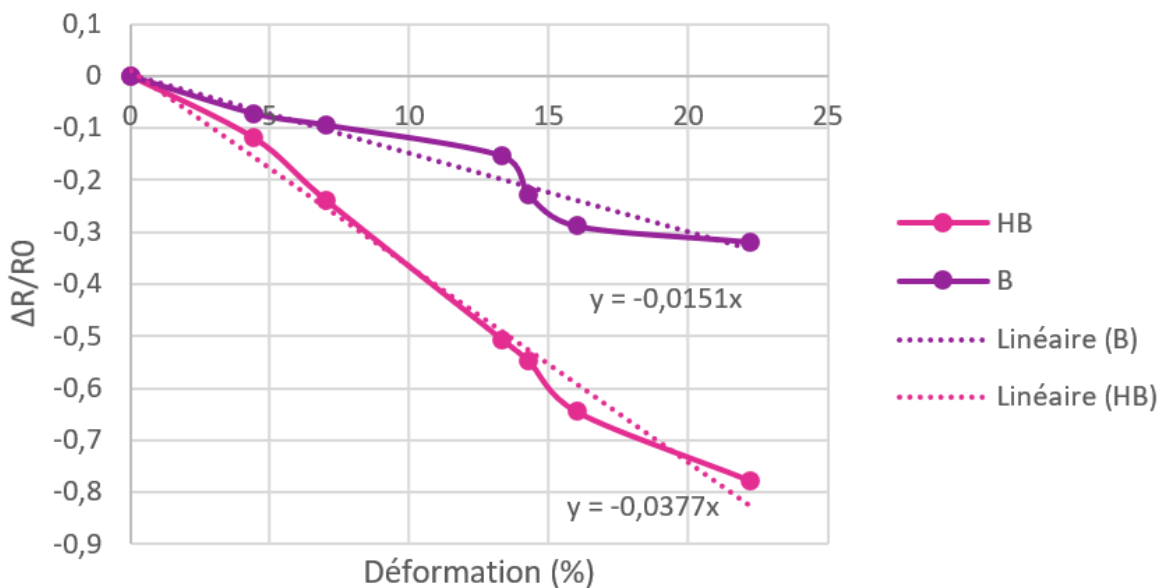
Figure 3 : Schéma du capteur graphite et de ses dimensions en mm ainsi que ses connexions

Courbes caractéristiques

Variation de résistance en extension



Variation de résistance en compression



Pour une température ambiante $T = 20^\circ\text{C}$

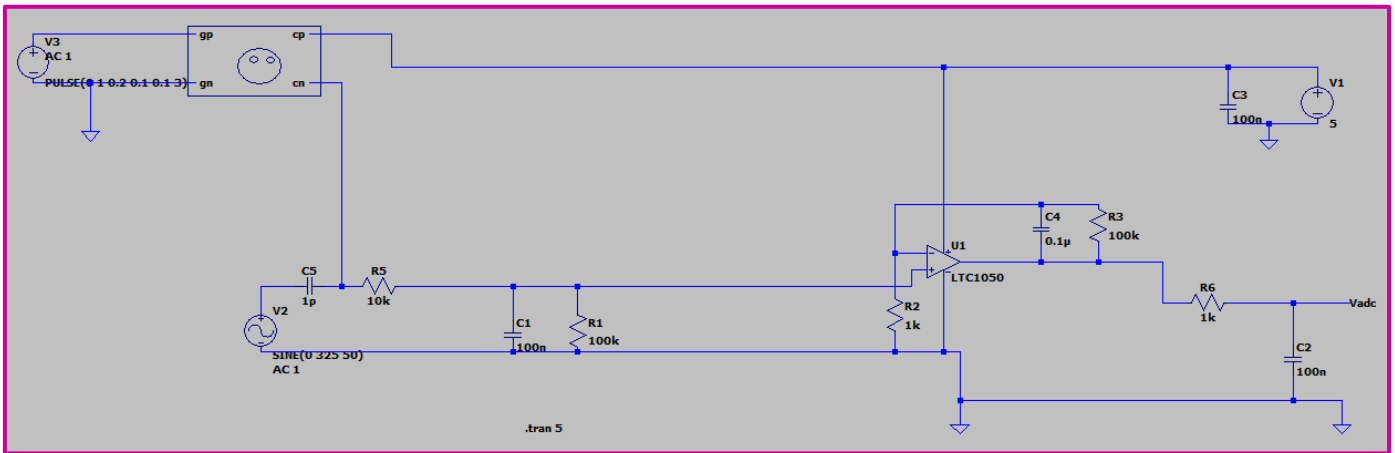
La résistance est mesurée avec deux crayons de dureté différente : B et HB.

$$\frac{\Delta R}{R_0} = \frac{R - R_0}{R_0} \text{ Avec } R = \text{Résistance sous contrainte ;}$$

R_0 = Résistance du capteur au repos.

$$\varepsilon = \frac{e}{2r} \text{ Avec } e : \text{épaisseur du capteur ;}$$

Exemple d'application



Sur la figure 4 ci-dessus est donné un exemple d'application pour le capteur graphite.

Dans cette configuration, le capteur est branché à un circuit amplificateur qui va permettre d'amplifier et de filtrer le signal. La sortie de l'amplificateur est reliée à un Arduino Uno, ce qui permet d'acquérir les valeurs de tension et mesurer la résistance du capteur.

La résistance du capteur graphite se calcule avec la formule suivante

$$R = R_1 \left(1 + \frac{R_3}{R_2} \right) \times \frac{V_{CC}}{V_{ADC}} - R_1 - R_5$$