

Capteur de déformation à base de dépôt d'ultrafines particules de graphite sur papier

Caractéristiques générales

- Bon marché
- Mesures de déformations
- Petite taille
- Temps de réponse convenable
- Respectueux de l'environnement
- Fin
- Simple d'utilisation

Description

Ce capteur de déformation a base de dépôt de particules ultrafines de graphites sur papier est fabriqué dans le cadre de la 4ème année de la formation d'Ingénieur en Génie Physique à l'INSA de Toulouse. Écrire avec un crayon papier sur un morceau de papier permet la mise en place d'une couche de graphite à réseau percolé. Le système étant granuleux, il existe dans notre cas une dépendance entre la conductivité électrique et l'espace moyen entre les particules. Ainsi, Une traction ou une compression du réseau percolé affecte cette distance entre particules et va modifier la conductivité globale de la couche de graphite. Cela induit une variation de résistance significative et quantifiable nous permettant de créer un capteur de déformations.

Description des broches

Numéro de broche	Usage
1	Connection à Vin
2	Connection au +Vcc

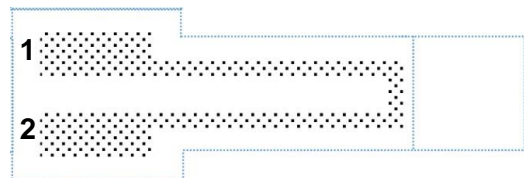


Figure 1 : Capteur vu de dessus

Spécifications

Type	Capteur de déformations à base de nanoparticules de graphite
Matériaux	<ul style="list-style-type: none"> Papier Crayon à papier (graphite) de type 2H ou HB
Type de capteur	Passif
Mesure de déformation	Mesure resistive
Longueur	37 mm
Largeur	16 mm
Épaisseur	1 mm
Montage	Sur les deux emplacements dédiés
Temps de réponse	<300ms

Conditions standard d'utilisation

	Unité	Valeur typique
Temperature	°C	20±5

Caractéristiques Électriques

	Unité	Valeur		
		Min	Typique	Max
Déformation Crayon 2H	MΩ	110	140	200
Déformation Crayon HB	MΩ	40	55	70

Les valeurs max sont les valeurs possibles mesurables avant détérioration du capteur.

Caractéristiques du capteur

Les caractéristiques du capteur basé sur un dépôt de particules ultrafines de graphite ont été déterminées par la mesure de résistance pour plusieurs rayons de courbure. Il est alors possible de calculer la déformation résultante à l'aide de la relation suivante :

Déformation = épaisseur / 2*Rayon de courbure

Les figures représentées ci dessous montrent la variation de résistance mesurée pour ces différents rayons, sachant que R0 est la valeur de la résistance lorsque le capteur n'est soumis à aucune contrainte mécanique extérieure. Les mesures suivantes ont été réalisées pour des crayons de type 2H et HB.

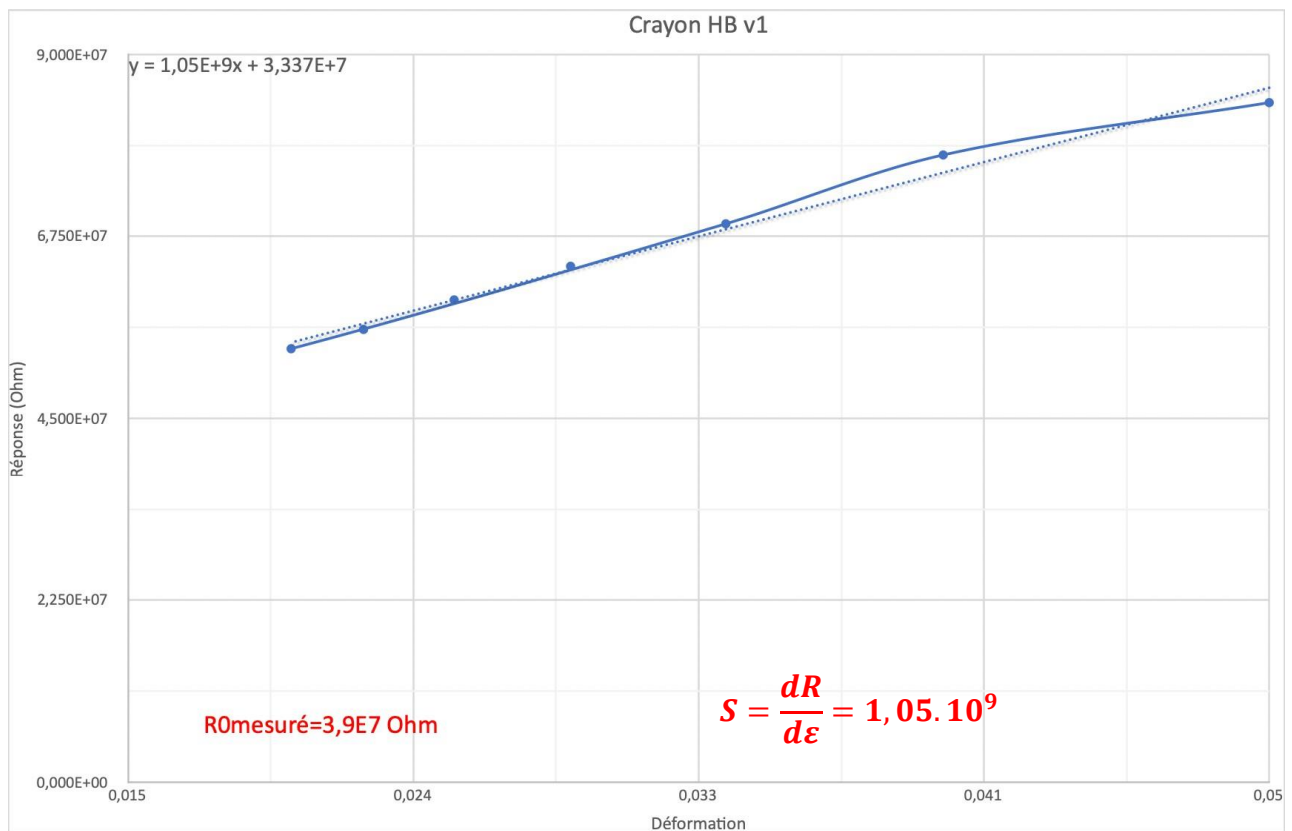


Figure 2 : Étalonnage d'un capteur de type HB

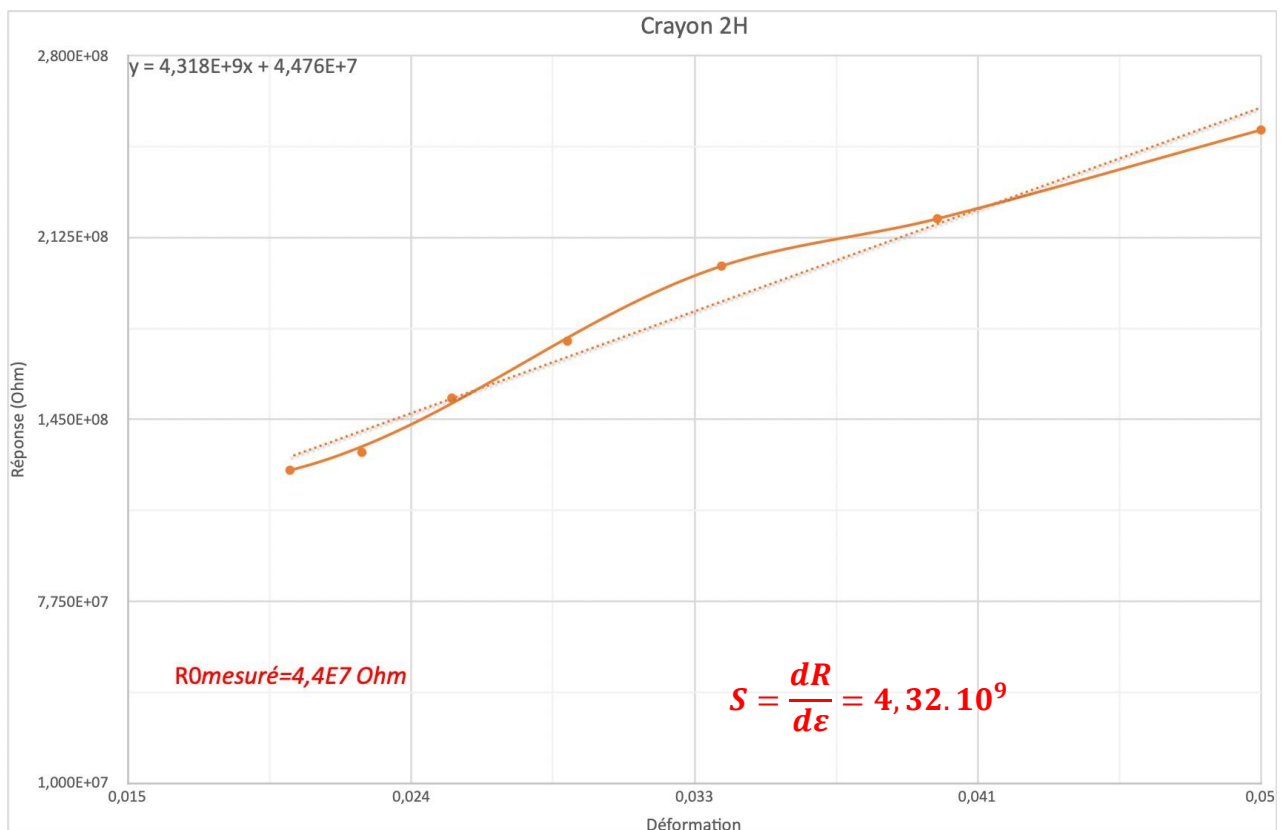


Figure 3 : Étalonnage d'un capteur de type 2H

Pour la figure 4, une comparaison de la réponse en fonction de l'épaisseur de dépôt a été faite pour les crayons de type HB. La courbe bleue correspond au capteur où nous avons déposé moins de graphite par friction.

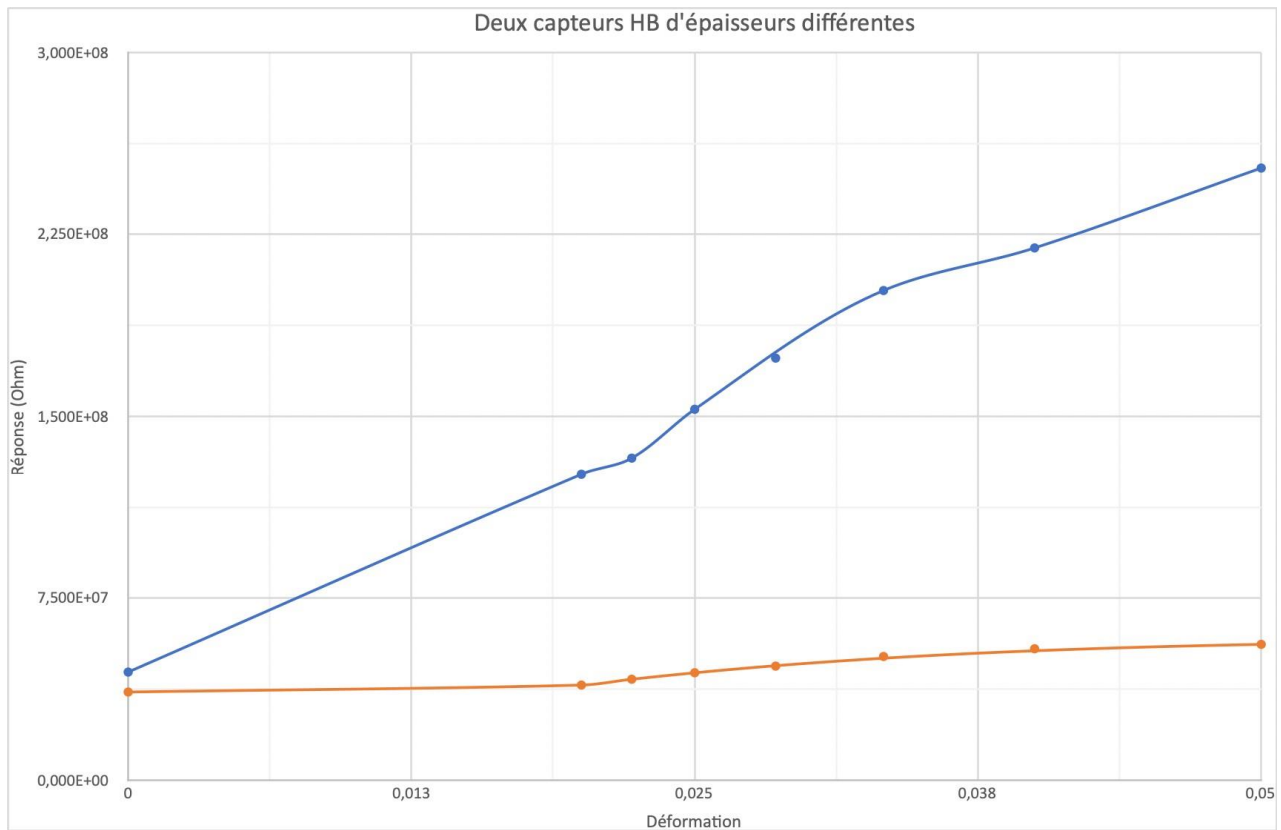


Figure 4 : Comparaison de deux capteurs HB en fonction de l'épaisseur déposée

Dimensions (mm)

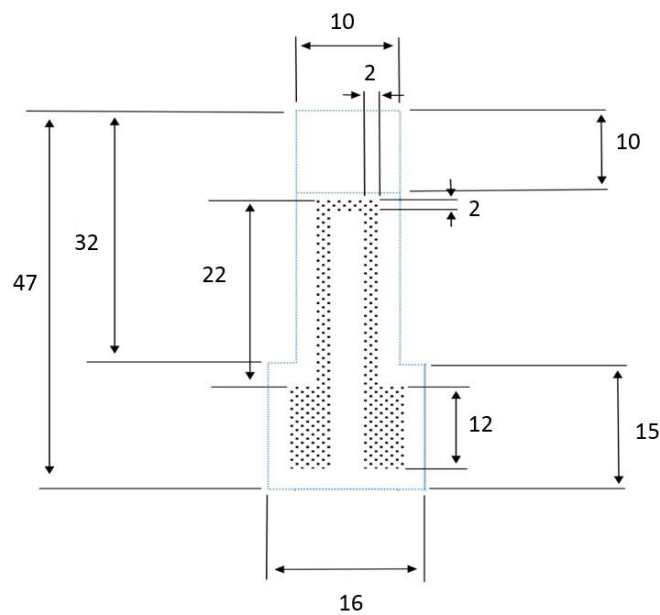


Figure 5 : Capteur vu de dessus

Applications typiques

Ci-dessous se trouve une application typique de ce capteur. R5 protège l'amplificateur opérationnel contre les décharges électrostatiques et forme avec C1 un filtre pour les bruits en tension. C1 et R1 forment un filtre pour le bruit en courant. R2 est interchangeable pour pouvoir adapter le calibre. C4 avec R3 forme un filtre actif, tandis que C2 et R6 forme le filtre de sortie. C3 quant à elle permet de filtrer le bruit sur l'alimentation. Le signal délivré par le capteur traverse un pont diviseur de tension. La tension résultante est amplifiée par le LTC-1050. La sortie portant le nom d'ADC peut être connecté à un ADC 5V. Il est par exemple possible d'utiliser un Arduino à cet effet.

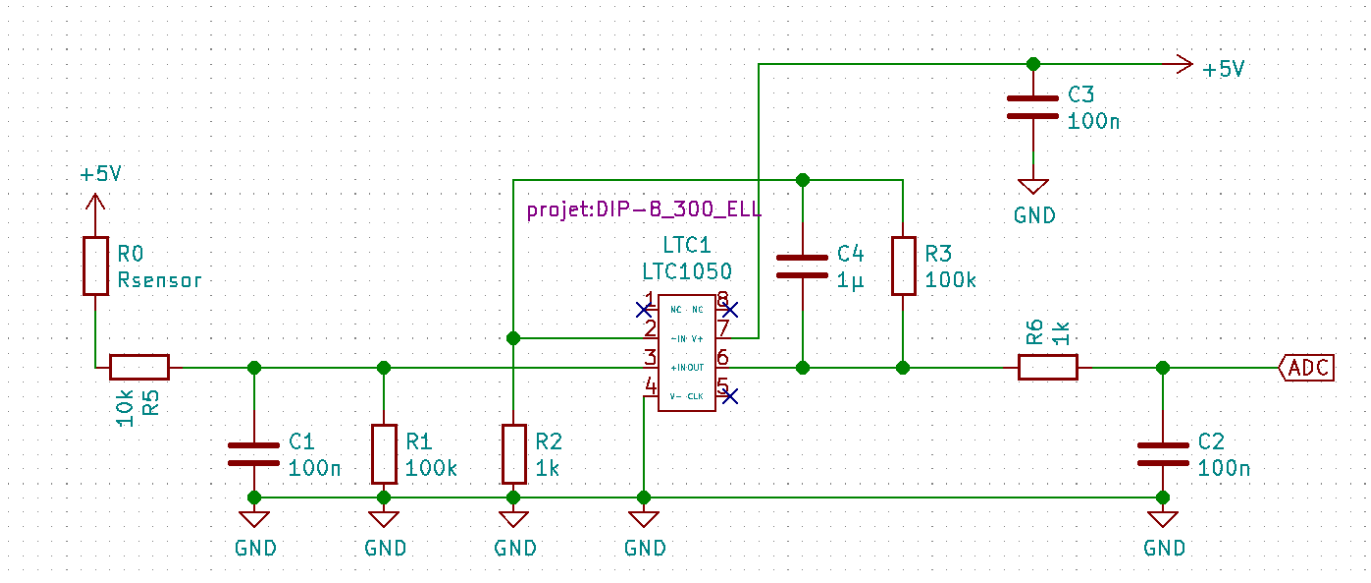


Figure 6 : Schéma électrique

À basse fréquence, la relation suivante est obtenue entre la résistance du capteur et les différents éléments du montage :

$$R_{\text{capteur}} = \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) \frac{R_1 V_{cc}}{\frac{5}{1024} V_{lue}} - R_1 - R_5$$

$$\text{avec } V_{cc} = 5V$$

Des tests à partir d'un capteur de type B ont été réalisés. Aucune mesure exploitable n'a pu être obtenue. En effet, ce type de crayon étant très gras, le capteur est très conducteur et sature. Une solution pour pallier ce problème serait d'augmenter la valeur de la résistance R2 afin de baisser le gain de l'amplificateur.