Sorry but the original french content of this page has not yet been translated to english.

Principe de l'effet Hall

Les capteurs à effet Hall (figure 1) reposent sur les effets de la force de Lorentz sur les porteurs de charge quasi-libres. Celle-ci tend à dévier les porteurs de charge et entraîne l'apparition d'une tension aux bornes du capteur. Celle-ci est directement proportionnelle à l'intensité du courant qui traverse le capteur et au champ magnétique :

$$V_H = K_H \; I \; B$$

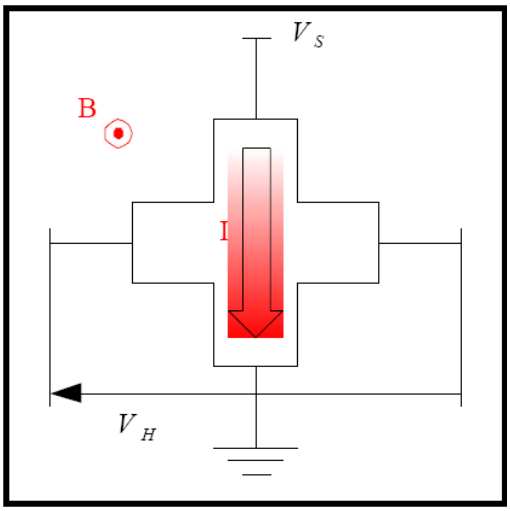


Figure 1 : capteur Hall traversé par un courant I soumis à un champ magnétique B, une tension (V_H) apparaît.

Mise en œuvre d'un capteur et dispositif électronique :

Les capteurs à effet Hall que nous mettons en œuvre ont été conçus à l'origine par Schlumberger (activité reprise désormais par la société ITRON) en collaboration avec le GES (Groupe d'Etude des Semi-conducteurs à Montpellier) pour la fabrication de compteurs électriques aux Etats-Unis. L'originalité de ces capteurs à effet Hall est l'obtention d'un puits quantique qui confine les électrons dans une épaisseur très fine d'une structure en couches. Les électrons forment un gaz à deux dimensions de grande mobilité. Le capteur à effet Hall est ensuite aminci à 70µ et reporté sur substrat (Figure 2).

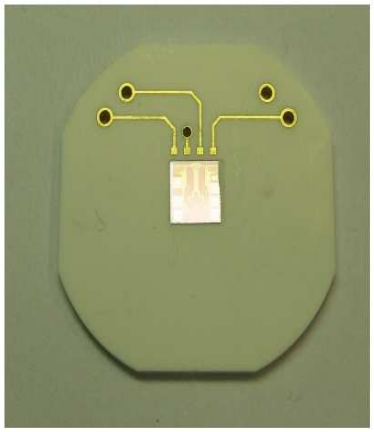


Figure 2 : Capteur à effet Hall aminci à 70µm reporté sur un substrat

Le principal inconvénient de ces capteurs est de présenter un offset ainsi que du bruit basse fréquence dont il est nécessaire de s'affranchir pour rendre le capteur sensible. Un dispositif électronique (Figure 3) doit ainsi permettre de supprimer l'offset dans la mesure et transposer en fréquence le signal à mesure afin de s'affranchir du bruit basse fréquence. La conception de ce dispositif électronique a été réalisée ne partenariat avec la société ITRON. Un premier étage permet de mesurer la tension de Hall tantôt entre 2 bornes, tantôt entre deux bornes orthogonales. Ainsi, la composante qui correspond à l'offset restera inchangée tandis que la composante qui correspond au signal est inversée à chaque commutation, le signal utile est donc transposé en fréquence (i.e. modulé). Les signal est ensuite amplifié, puis démodulé et finalement filtré.

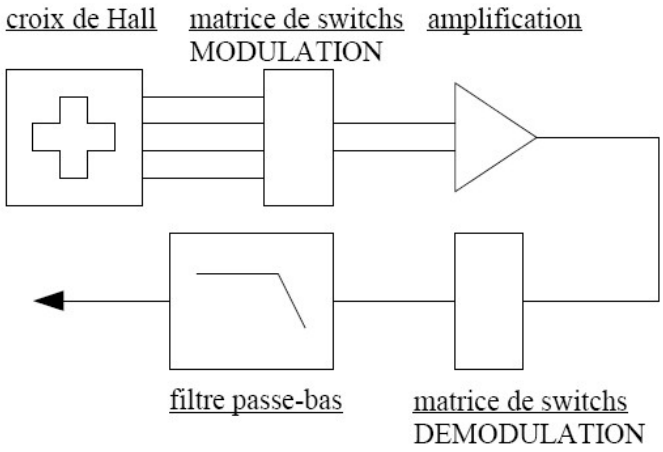


Figure 3 : synoptique du dispositif électronique de conditionnement du signal du capteur à effet Hall

Utilisation de l'amplification magnétique :

Lorsqu'un corps ferromagnétique est immergé dans un champ magnétique il s'aimante, le champ magnétique d'induction à l'intérieur du corps devient plus élevé que le champ magnétique d'induction extérieur. La manière dont le corps ferromagnétique s'aimante dépend de ses propriétés magnétiques (notamment la perméabilité relative) et de sa géométrie. Dans le cas particulier d'une ellipsoïde l'aimantation est uniforme (Figure 4).

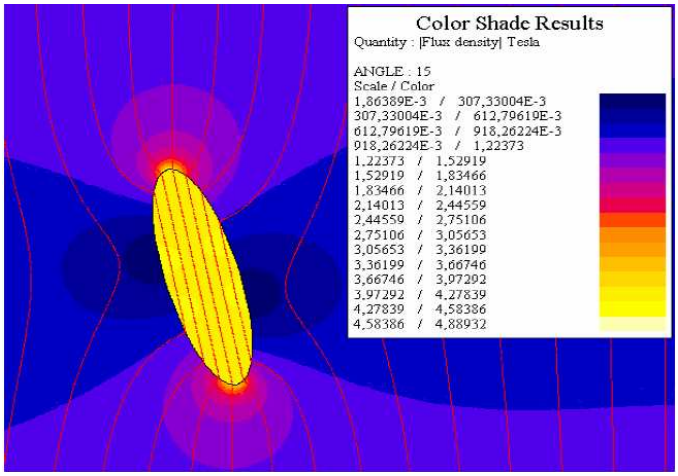
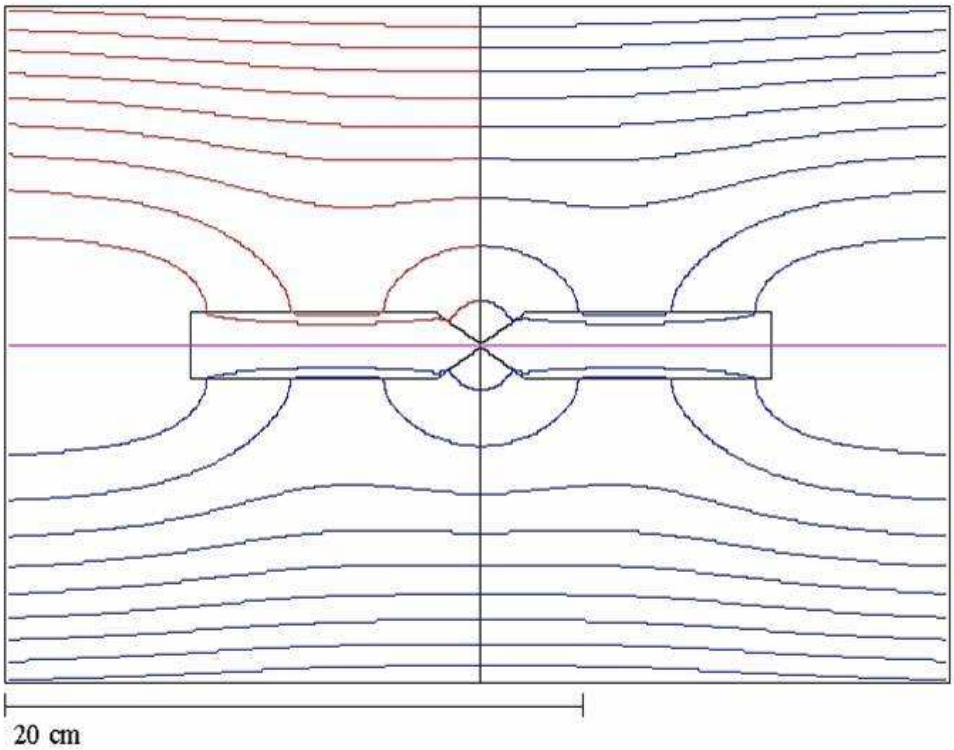


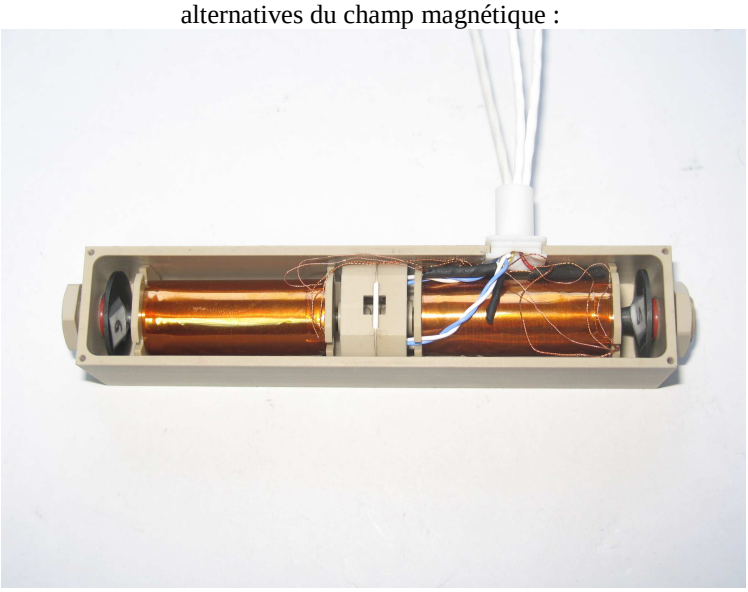
Figure 4 : corps ferromagnétique (elliposide) soumis à un champ magnétique

L'étude qui a été menée avait pour but d'étudier les géométries qui permettaient d'obtenir les amplifications magnétiques les plus élevées possibles. Pour cela des cylindres avec des extrémités évasées apparaissent comme

la géométrie la plus efficace (Figure).

Ensuite, le noyau est coupé en deux de manière à insérer la puce à effet Hall au centre et tirer parti de l'amplification magnétique :



La section des noyaux est réduite, au milieu, afin d'accroître l'intensité du champ magnétique (utilisation directe de la conservation de flux dans un tube de flux : BS se conserve). Ainsi, le champ magnétique mesuré est fortement amplifié, l'amplification magnétique obtenue sur le prototype dépasse 500 et les simulations montrent qu'une amplification magnétique supérieure à la perméabilité relative du matériau peut être atteinte.

Le bobinage est réalisé autour des noyaux magnétiques et l'induction est utilisée pour mesurer les composantes alternatives du champ magnétique :