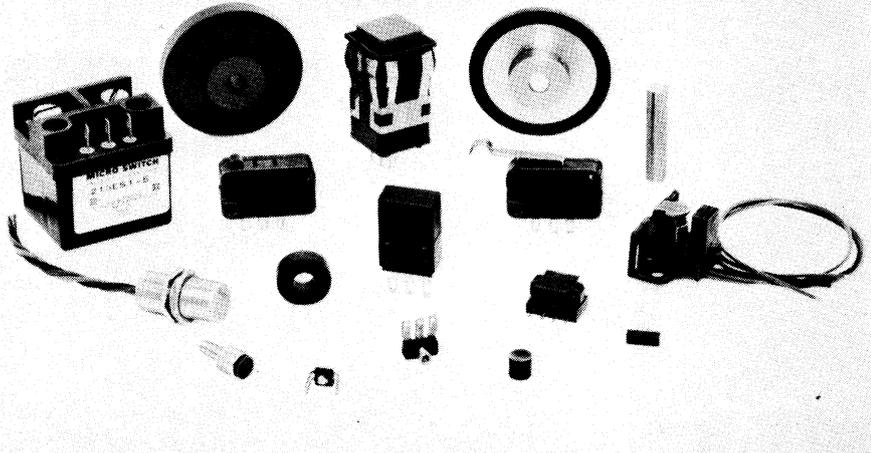


# Détection de courant par l'effet Hall

par G. NOEL (\*)

L'effet Hall est connu depuis plus d'un siècle mais n'a trouvé un usage pratique qu'au début des années 50. Le développement et la production en grande quantité des semi-conducteurs a certainement contribué à l'utilisation de l'effet Hall dans des produits d'usage courant tels que touches de claviers pour ordinateurs, machines à coudre, automobiles, etc.

Les principaux capteurs à effet Hall d'Honeywell.



L'effet Hall est illustré fig. 1. Il s'agit simplement de la génération d'une tension à angle droit par rapport à un courant traversant un conducteur ou un semi-conducteur lorsque celui-ci est placé dans un champ magnétique appliqué perpendiculairement au courant. Cette tension est connue comme la tension Hall et est donnée par la formule :

$$V_h = \frac{R_h I_c B \sin \Theta}{t}$$

avec :

$R_h$  = coefficient Hall dépendant du matériau

(\*) Product Manager - Honeywell Europe S.A.

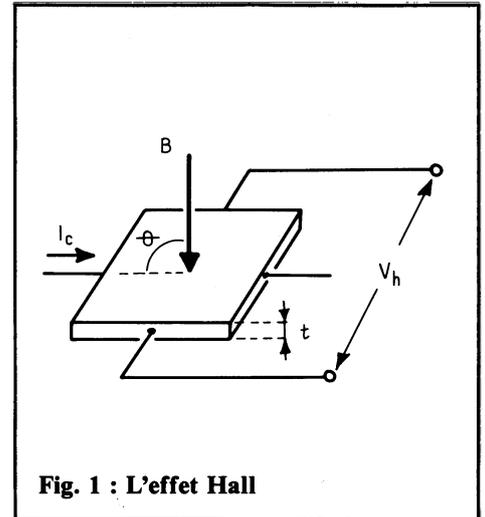


Fig. 1 : L'effet Hall

$I_c$  = courant de contrôle

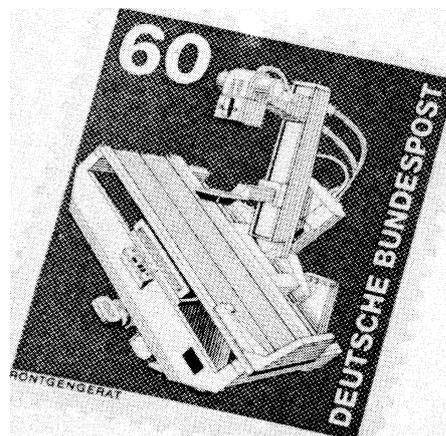
$B$  = induction magnétique

$\Theta$  = angle entre la direction du flux magnétique et le plan de l'élément Hall.

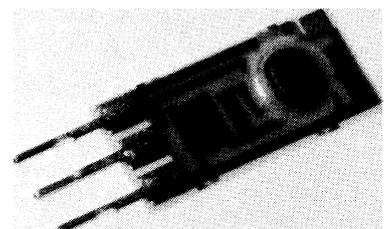
$t$  = épaisseur du matériau.

L'utilisation du silicium en tant que support pour l'élément Hall donne une sensibilité assez faible mais offre la possibilité d'intégrer sur la même puce des circuits électroniques amplifiant le signal et le compensant. C'est ainsi que furent développés les capteurs à effet Hall à sortie digitale utilisés dans l'industrie pour la détection de positionnement ou de mouvement tel que distributeur pour moteur automobile, positionnement du rotor pour moteur CC sans balai etc.

Le développement d'un capteur à effet Hall à sortie linéaire amplifiée grâce à l'intégration d'un amplificateur opérationnel et de circuits de compensation sur la même puce, ouvre la voie à de nouvelles applications. L'une de celles-ci est la mesure de courant.



9SS : Nouveau capteur linéaire « Lohet » à effet Hall.



Le 9 SS Lohet de *Honeywell*, avec des sensibilités allant de 18 V/Tesla jusqu'à 75 V/Tesla, peut être utilisé avec un électro-aimant pour mesures des courants allant de 250 mA jusqu'à plusieurs milliers d'ampères. Une isolation électrique complète entre le conducteur et le capteur est ainsi fournie. La tension de sortie analogique produite par le 9 SS peut être modifiée en ajoutant amplificateurs ou comparateurs pour obtenir des sorties numériques, compensation en température, changement de gain ou autres paramètres désirés.

Les noyaux les plus couramment utilisés dans les électro-aimants sont représentés à la fig. 2.

B = induction magnétique dans l'entrefer (Tesla)

N = nombre de sp res.

I = courant (ampères)

Le = longueur de l'entrefer (mm).

La plage de mesure de ces composants 9 SS étant de - 0,04 à + 0,04 Tesla, il est recommandé de calculer le nombre de tours nécessaires à l'obtention de 0,04 Tesla à pleine échelle. Le tableau de la fig. 3 montre les droites typiques pour noyaux circulaire et en U et ce pour différentes largeurs de l'entrefer.

L'étude théorique d'un circuit magnétique produira un circuit « idéal » mais à cause des larges entrefers utilisés et des spécifications des noyaux données pour un circuit fermé, le circuit réel sera loin d'être idéal. Une approche plus pratique du problème est l'utilisation d'un élément Hall calibré mesurant le niveau réel de l'induction magnétique dans l'entrefer.

Les ferrites, les aciers au silicium ou les permalloys sont tout indiqués en

tant que concentrateur grâce à leur haute perméabilité et faible rémanence. Les valeurs de rémanence (Br) données par les fabricants de noyaux sont pour des circuits magnétiques fermés et doivent être adaptées en tenant compte des entrefers, une valeur élevée indiquant qu'une induction magnétique reste après retrait de la force magnétomotrice appliquée, en l'occurrence le passage de courant dans le conducteur. Le positionnement de la bobine sur le noyau n'est pas critique mais le matériau du fil conducteur utilisé doit être à même de porter en permanence le courant à mesurer. Si, par exemple, il nous faut contrôler un courant de 15 A avec des pointes de 18 A, la fig. 3 nous montre qu'avec un noyau circulaire et un entrefer de 2 mm, le nombre de tours nécessaires à l'obtention de 40 mT serait de 3,6. Le nombre de tours étant compté à l'intérieur du noyau, il est nécessaire d'enrouler 4 fois le conducteur et par la formule de la fig. 2

$$B = \frac{1,25 \times 10^{-3} N \cdot I}{L_e}$$

$$L_e = \frac{1,25 \times 10^{-3} N \times I}{B} = \frac{1,25 \times 10^{-3} \times 4 \times 18}{0,4} = 2,25 \text{ mm}$$

Si les courants à mesurer sont suffisamment importants, la nécessité d'un concentrateur de flux ne se fait plus sentir. L'induction développée par le courant traversant le conducteur est donnée par la formule :

$$B = 0,2 \cdot 10^{-3} \frac{I}{d} \text{ en Tesla}$$

où

d = distance entre centre du conducteur et centre de l'élément Hall (mm).

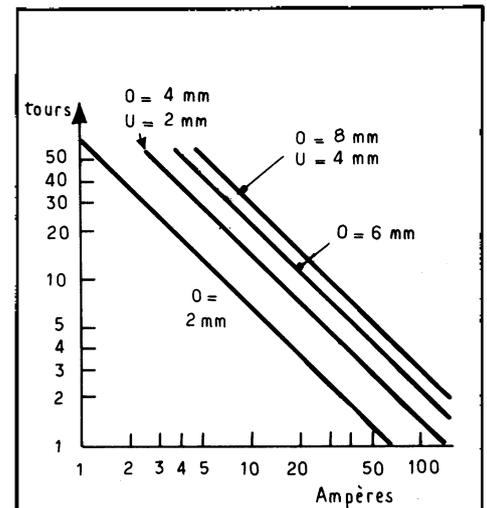


Fig. 3 : Nombre de tours pour 0,04 T

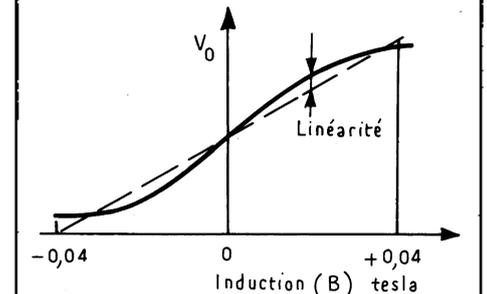


Fig. 4 : Linéarité.

Par exemple, lors du passage d'un courant de 400 A dans un conducteur de 5 mm de rayon, une induction B est créée, cette induction de 8 mT traversant un élément Hall 91SS12-2 LOHET placé contre le conducteur déterminera une sortie en tension de 6,6 V lorsque l'élément est polarisé à 12 Vdc.

La linéarité de ce détecteur est de 1,5 % de la pleine échelle, la courbe typique étant représentée à la fig. 4.

La sensibilité (S) est exprimée en mv/T, les tensions mesurées à -0,034 et + 0,034 T déterminant la ligne droite. La tension de sortie est alors exprimée par  $V_o = V_i + (S \times B)$  avec  $V_i$ , la tension de sortie lorsque l'induction est 0 Tesla. La linéarité est la déviation par rapport à cette ligne droite.

Cette excellente linéarité du composant à effet Hall se répercute lors de son utilisation dans un capteur de courant ce qui justifie le remplacement des transformateurs de courant ou résistances shunt couramment utilisés.

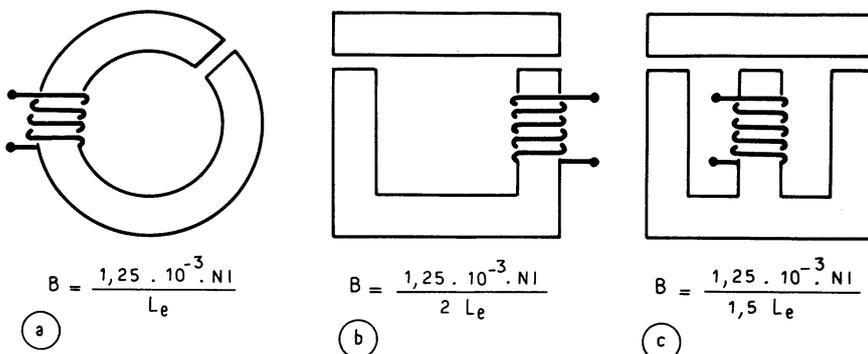


Fig. 2 : Configuration du noyau.