

Utilisation de l'effet Hall

L'effet Hall fut découvert en 1879 à l'université Johns Hopkins par E.H. Hall. Les tensions obtenues à partir des composants disponibles à l'époque étaient très faibles et utilisables seulement en laboratoire. Le développement de nouveaux composants a permis d'exploiter cette découverte. Les principaux matériaux utilisés sont le silicium, l'indium antimoine (InSb), l'indium arsenic (InAs). L'indium arsenic, qui donne moins de tension que l'InSb, est le plus utilisé parce qu'il a un coefficient de température de moins de 0,1 % par degré C et une résistance d'entrée faible.

Un générateur de Hall est un semi-conducteur quadripôles qui produit une tension de sortie V_H , proportionnelle au produit du courant d'entrée I_C , la densité du champ magnétique B et le sinus de l'angle entre B et la surface du générateur de Hall.

$$V_H = K_{HOC} I_C B \sin \theta$$

ou si $\sin \theta = 1$ ($\theta = 90^\circ$)

$$V_H = K_{HOC} I_C B \text{ ou } V_H = Y_B B$$

ou V_H = tension de sortie de Hall en millivolts.

$$K_{HOC} = Y_B \text{ (mV/mA KG) produit sensibilité en circuit ouvert.}$$

Gaussmètre Bell 640.

Y_B = sensibilité magnétique (charge ou non charge) pour un courant de contrôle spécifié.

I_C = courant de contrôle, mA (AC ou DC).

B = champ magnétique.

Toute inversion dans la direction du champ magnétique ou du courant de contrôle changera la polarité de V_H . Une inversion des deux paramètres ne changera pas la polarité.

En maintenant le courant de contrôle constant, la tension de Hall sera utilisée pour la mesure du

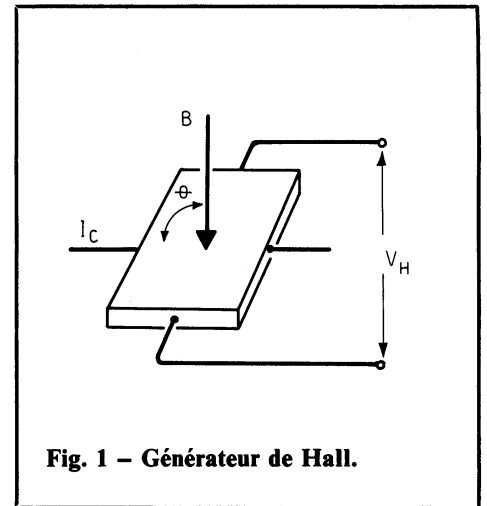


Fig. 1 - Générateur de Hall.

champ magnétique. Une multiplication peut être effectuée par variation du courant de contrôle et du champ magnétique.

Mesure de courant

Les composants à effet Hall sont très souvent utilisés dans les mesures de courant. Ils permettent une bonne précision et réponse en fréquence dans la mesure des courants continus. Si un générateur de Hall est positionné près d'un conducteur traversé par un courant, la tension de Hall développée est proportionnelle à la grandeur du champ magnétique entourant le conducteur. Puisque le champ ma-



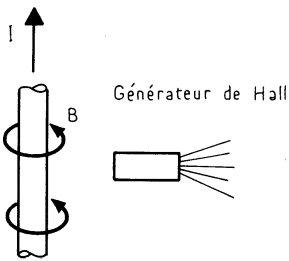


Fig. 2 - Capteur de courant simple.

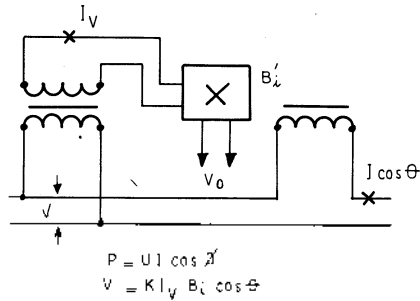


Fig. 6 - Transducteur de puissance.

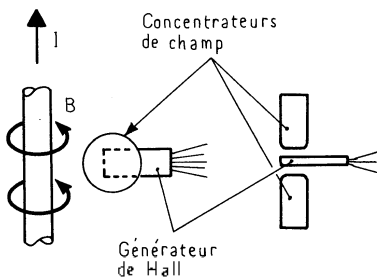


Fig. 3 - Des concentrateurs de champs montés perpendiculairement au générateur de Hall augmentent la sensibilité.

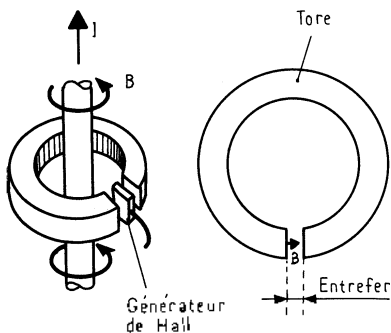


Fig. 4 - Mesure de courants faibles.

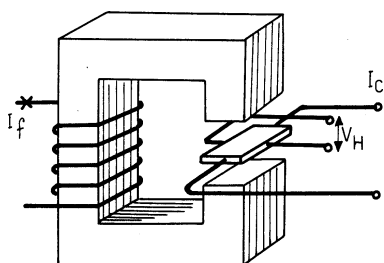


Fig. 5 - Utilisation en multiplicateur.

gnétique est proportionnel à l'intensité traversant le conducteur, la tension de Hall sera aussi proportionnelle à la grandeur du courant. Des amplificateurs seront nécessaires pour augmenter cette tension à un niveau compatible avec les équipements récepteurs.

Le capteur de courant le plus simple consiste à monter un générateur de Hall près d'un conducteur (fig. 2). Il sera utilisé pour des mesures de courant supérieures à 1 000 A/T. Deux concentrateurs de champ, perpendiculaires à la surface active de la cellule de Hall (fig. 3) augmenteront la sensibilité du système. Une barre de ferrite ou d'acier à haute perméabilité de 0,7 cm de diamètre fera l'affaire. Avec de tels concentrateurs, la sensibilité sera d'environ 500 A/T.

Pour la mesure de faible courant, la tension de Hall créée par le champ n'étant pas utilisable, un montage plus sensible doit être utilisé (fig. 4). Le système consiste à placer une cellule de Hall dans l'entrefer d'un tore. Le tore entourant le ou les conducteurs fait office de concentrateur de flux et produit un champ convenable à la cellule de Hall placée dans l'entrefer. Ce système permet des mesures de courant de 0 à 1 000 A/T.

Un système plus sophistiqué est constitué de bobines de contre-réaction montées sur un tore. Le tore a plusieurs entrefers, avec une cellule de Hall dans chaque entrefer. Quand ce système est placé autour d'un conducteur traversé par un courant, un champ est généré dans le tore. La cellule de Hall détecte ce champ et commande des amplificateurs qui fournissent du courant aux bobines de contre-réaction. Ce courant de contre-réaction établit un champ en opposition avec celui in-

duit pas le conducteur. Le courant de contre-réaction nécessaire à annuler le champ induit est proportionnel au courant dans le conducteur. Dans ce système, la cellule de Hall est utilisée comme détecteur de flux nul. Ni la linéarité, ni un gain fixe ne sont nécessaires dans cette application, mais la dérive et l'alignement avec la température et le temps sont importants.

Multiplicateur

Le générateur de Hall peut être utilisé comme multiplicateur. Comme le montre la figure 5, ce circuit a deux entrées :

- (1) le courant de commande de la cellule de Hall I_c ,
- (2) le courant dans la bobine I_f . Ces courants peuvent être continus ou alternatifs ou un mélange de courant continu et alternatif. La tension de Hall V_H est proportionnelle au produit des deux courants.

La multiplication par effet Hall est utilisée dans de nombreuses applications telles que : modulateur, multiplicateur analogique, doubleur de fréquence, détecteur quadratique et transducteur de puissance (fig. 6).

Mise en application

Les quelques exemples suivants montrent des réalisations pratiques utilisant cet effet.

Le premier est le gaussmètre 620/620 de Bell (*).

Pince ampèremétrique Bell CG 100 D



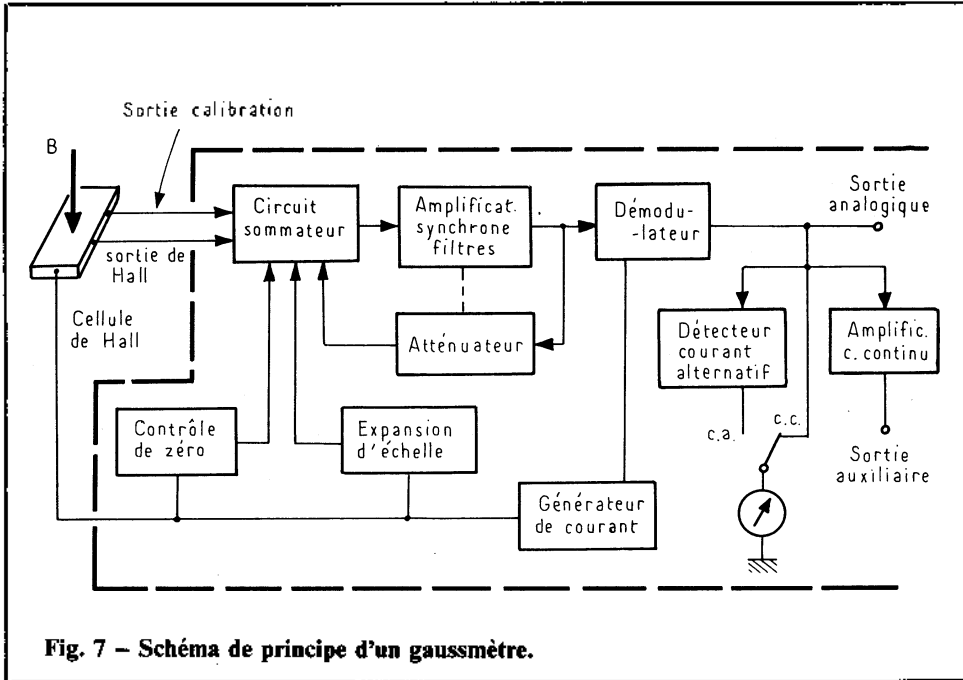


Fig. 7 - Schéma de principe d'un gaussmètre.

Le principe de base est un amplificateur synchrone à porteuse modulée par un champ magnétique. La cellule de Hall est alimentée par un générateur de courant régulé qui fait fonction de « chopper ». Quand la sonde est placée dans un champ magnétique, il y a génération d'une

tension de sortie avec une porteuse modulée par le champ magnétique.

Les caractéristiques principales de ce gaussmètre sont :

- gammes de mesure 0,1 ($10^{-5}T$) à 30 000 gauss (3 T) ;
- précision 0,4 % de la pleine échelle à 10 kg ;

- expansion d'échelle par 1 000 avec zéro central ;
- résolution : 0,001 gauss ($10^{-7}T$) sur la gamme 0,1 gauss ;
- réglage de zéro jusqu'à 30 K gauss ;
- calibration interne $\pm 0,3\%$;
- sortie analogique.

Citons aussi le transducteur de puissance PX 2000 :

- tension d'entrée : 120-220 V ;
- courant d'entrée : 5 à 20 A ;
- puissances : 100 à 4 000 W ;
- temps de réponse : $< 50 \mu s$;
- sortie analogique : $\pm 55 mV$.

Et enfin la pince ampèremétrique à affichage numérique type CG 100 D dont les caractéristiques principales sont :

- gamme de mesure : 0 à 200 A, résolution 0,1 A ;
- précision : 0,75 % jusqu'à 100 A ;
- bande passante : DC et 20 à 400 Hz ;
- sortie analogique : + 2 V pour $\pm 220 A$;
- diamètre d'ouverture : 19 mm.

(*) Importé par Tekelec Airtronic.

DEUX NOUVEAUX 20 000 POINTS (4 ½ Digits) PORTATIFS PRÉCIS, FIABLES, AUTONOMES TOUJOURS AUX MEILLEURS RAPPORTS PERFORMANCES/PRIX