

Experimentele Hall-sensor

Burkhard Kainka (Duitsland)

Hall-sensoren kunnen natuurlijk worden gekocht, maar ze zelf maken is veel interessanter (en bevredigender)! Volgens de theorie is het cruciaal om een zo dun mogelijk sensorvlak te gebruiken; lengte en breedte zijn onbelangrijk. Een 'voor de hand liggend' uitgangspunt voor onze proeven is koper, dat in de vorm van printmateriaal gemakkelijk verkrijgbaar en hanteerbaar is. Een eenzijdig met koper bekleed stuk printplaat ligt voor de hand maar is niet ideaal, omdat het een zeer zwakke Hall-constante heeft. Desalniettemin zouden we het Hall-effect ermee moeten kunnen demonstreren door zeer krachtige magneten in onze sensor te gebruiken.

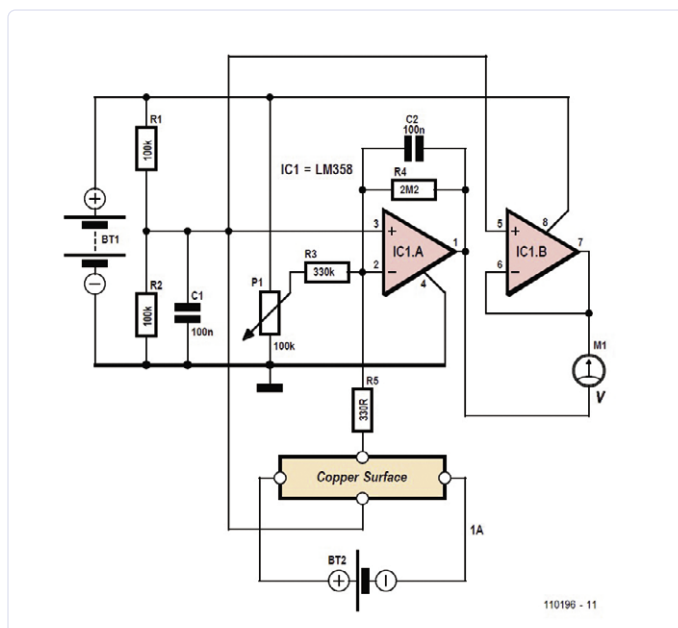
Om het Hall-effect te detecteren, hebben we zoveel mogelijk versterking nodig. In de hier getoonde schakeling wordt de spanningsversterking ingesteld door de verhouding van de twee terugkoppelweerstanden van de eerste opamp. Met de gegeven waarden (2,2 MΩ en 330 Ω) krijgen we een versterking van 6667 maal. Hierdoor ontstaat ook een handig testpunt voor het meten van het Hall-effect. Met de instelpotmeter kan de schakeling nauwkeurig worden afgeregeld. Met een nulinstelling die nauwkeurig is in de orde van grootte van millivolts kunnen we dit testpunt gebruiken om Hall-spanningen van ruimschoots minder dan een microvolt te meten. En last but not least zouden we op deze manier ook de fluxdichtheid van een magneet kunnen meten. Koper heeft een Hall-constante van

$$A_H = -5,3 \times 10^{-11} \text{ m}^3 / \text{C}$$

De dikte van de koperlaag is $d = 35 \text{ } \mu\text{m}$. De Hall-spanning bedraagt dan:

$$V_H = A_H \times I \times B / d$$

Met een veldsterkte $B = 1 \text{ T}$ en een stroom $I = 1 \text{ A}$ wordt een Hall-spanning $V_H = 1,5 \text{ } \mu\text{V}$ geproduceerd. Met de versterking van 6667 maal wordt dat 10 mV. De gevoeligheid van de schakeling bedraagt dus 10 mV per tesla. Niettemin is de aanpassing van het nulpunt met P1 niet bijzonder eenvoudig. De versterker heeft een aparte voeding in de vorm van een 9V-batterij (BT1). Om metingen uit te voeren, sluiten



we een laboratoriumvoeding met instelbare uitgangsstroom (BT2) aan op de Hall-sensor (het kopervlak) en stellen we de stroom door de sensor in op precies 1 ampère. Dan moet het nulpunt opnieuw worden ingesteld.

Vervolgens plaatsen we een sterke neodmium-magneet onder de sensor. De uitgangsspanning van de schakeling moet nu merkbaar enkele mV variëren. Merk op dat er verschillende effecten zijn die onze metingen kunnen beïnvloeden. Elke verplaatsing van de magneet zal een inductiespanning in de voedingsdraden produceren die aanzienlijk groter is dan de Hall-spanning zelf. Elke keer dat u de magneet beweegt, moet u even wachten om de sensor de tijd te geven zich weer te stabiliseren. Bij het meten van zulke kleine spanningen kunnen door temperatuurvariaties ook thermische effecten optreden. Het is het beste om volmaakt stil te zitten – en om je adem zo lang mogelijk in te houden! ◀

200198-02