

Magneetsensor

H. J. C. OTTEN

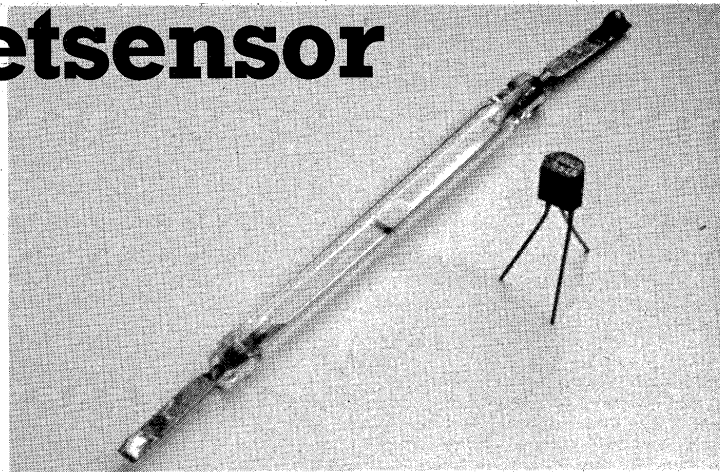
Door gebruik te maken van het Hall-effect zijn er diverse halfgeleidersensoren op de markt die reageren op de magnetische veldsterkte. Veelal wordt het wel of niet aanwezig zijn van een magnetisch veld gebruikt om een passende actie te ondernemen.

Een interessante sensor, waarbij de Hall-generator is uitgebreid met een Schmitt-trigger en een open collector-uitgang, is het type TL172C.

De theoretische achtergrond en een paar praktische toepassingen zoals het vervangen van de ouderwetse reedschakelaar worden in dit artikel toegelicht.

Het Hall-effect

De natuurkundige Hall heeft bij experimenten een interessant verband tussen elektrische stromen en magnetische velden gevonden, dit verschijnsel heeft vervolgens de naam Hall-effect gekregen. In combinatie met halfgeleidend



materiaal heeft dit effect een praktische toepassing gekregen.

Het principe van de Hall-schakelaar wordt nu toegelicht aan de hand van afb. 1.

Bij een Hall-generator wordt een elektrische gelijkstroom door een plaatje halfgeleidend materiaal gestuurd. Loodrecht op de stroomrichting wordt door middel van twee elektroden een spanning gemeten. Dat zal dus zonder speciale invloeden geen spanningsverschil opleveren, de stroom neemt de kortste en dus meest rechte weg door het materiaal. De situatie verandert als er loodrecht op de stroomrichting een magnetisch veld wordt aangelegd. De elektronen, die de stroom vormen, worden enigszins afgebogen en er ontstaat een spanningsverschil.

Het Hall-effect is daarom bruikbaar om een magnetisch veld te detecteren en het is behoorlijk richtingsgevoelig.

Sensor TL172C

Het IC met als typenummer TL172C bestaat uit een magnetische sensor, gebaseerd op het Hall-effect, een

Schmitt-trigger en een uitgangstransistor met een open collector-uitgang. Het blokschema staat in afb. 2.

De sensor heeft maar drie aansluitingen en is in een handige kleine TO-92-transistorbehuizing geplaatst. In afb. 3 is te zien hoe de drie aansluitingen zijn gerealiseerd.

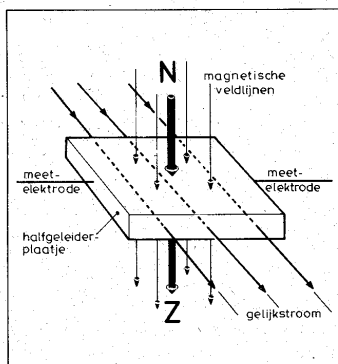
De Hall-generator geeft een spanning af die evenredig is met een eventueel aanwezig magnetisch veld.

De sensor is, zoals reeds vermeld bij de beschrijving van het Hall-effect, gevoelig voor de richting van de magneetveldlijnen. Alleen de veldlijnen loodrecht op het halfgeleidermateriaal hebben invloed. In afb. 3 wordt de gevoeligheidsrichting getoond.

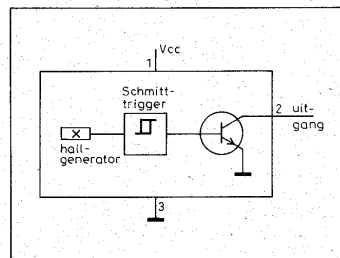
Positie van noord- en zuidpool zijn overigens niet van belang, alleen de richting en de sterkte van het veld. In afb. 4 is een voorbeeld gegeven waar de sensor in het magnetisch veld van een permanente magneet zal zijn in en uitgeschakeld.

De Schmitt-trigger schakelt als de veldsterkte boven een waarde van 400 gauss (de eenheid voor de magnetische veldsterkte) komt. Als de

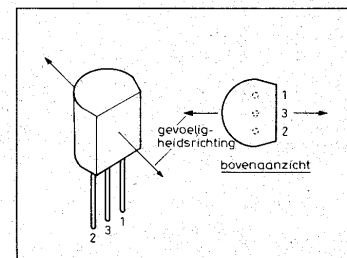
Afb. 1 Het Hall-effect.

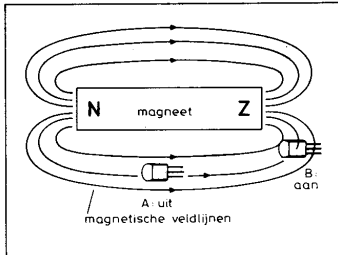


Afb. 2 Blokschema van de magneetsensor TL172C.



Afb. 3 Uiterlijke verschijningsvorm van de TL172C.





Afb. 4 Invloed van de richting van de magneetveldlijnen op het wel of niet ingeschakeld zijn.

veldsterkte daarna afneemt zorgt de hysteresis van de Schmitt-trigger ervoor dat pas beneden een veldsterkte van 230 gauss weer wordt uitgeschakeld. Daarmee wordt effectief contactdender voorkomen. De uitgangstransistor maakt het aansluiten op diverse schakelingen gemakkelijk. De open collector-poort kan tot 30 V en 20 mA verwerken. Het IC vereist een voedingsspanning van 5 V bij een stroomverbruik van 4 mA.

In tabel 1 zijn de eigenschappen van de sensor samengevat. Het temperatuurgebied van 0 tot 70 °C is overigens geen echte beperking. Bij lage temperaturen neemt de gevoeligheid echter af en bij hogere temperaturen verschuiven de drempelwaarden van de Schmitt-trigger. Met deze beperkingen is een temperatuurgebied van -40 tot +120 °C toegestaan.

Toepassingsgebied

De sensor is vooral gemaakt ter vervanging van de reed-schakelaar. De voordelen zijn:

- Grotere gevoeligheid.
- Kleine afmetingen.
- Minder kwetsbaar.
- Gemakkelijk te monteren.
- Geen verouderingsverschijnselen.
- Geen contactdender.
- Hoge schakelsnelheid.

Een nadeel zou de 5V-voedingsspanning en de beperking tot maximaal 30 V en 20 mA kunnen zijn.

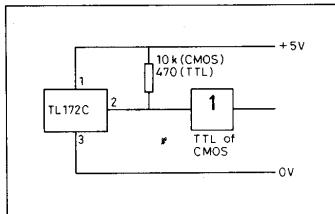
Naast de vervanging van de reed-schakelaar kan de sensor ook worden toegepast daar waar hoge schakelsnelheden en ontbreken van veroudering van belang zijn. Zo wordt de sensor bijvoorbeeld gebruikt in collectorloze gelijkstroommotoren en elektrische ontstekingen.

Toepassingen

De sensor detecteert het wel of niet aanwezig zijn van een magnetisch

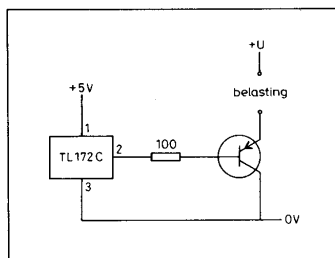
Tabel 1 Eigenschappen van magneetsensor TL172C.

| | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Voedingsspanning: | min. 3,5 V, max. 7 V, typisch 5 V |
| Stroomverbruik: | 4 à 6 mA |
| Max. spanning op collector-uitgang: | 30V |
| Max. stroom in uitgangstransistor: | 20 mA |
| Max. dissipatie in sensor, totaal: | 550 mW |
| Temperatuurgebied: | 0 tot 70 °C |
| Toelaatbare temperatuur: | -65 tot 150 °C |
| Inschakeldrempel: | 400 gauss |
| Uitschakeldrempel: | 230 gauss (hysteresis) |



Afb. 5 Basisschakeling rond de TL172C voor aansluiting op digitale schakelingen.

veld. De uitgang is daarom uitstekend aan te sluiten op een digitale schakeling, variërend van eenvoudig tot een computer. De open collector-uitgang wordt daartoe voorzien van een weerstand naar de voedingsspanning (zie afb. 5), waarbij de weerstands-

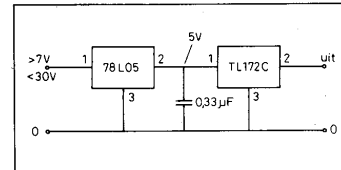


Afb. 6 Toevoeging van een vermogenstransistor om de maximaal te schakelen belasting te vergroten.

waarde voor aansluiting op TTL-schakelingen lager moet zijn dan voor CMOS. De sensor kan zelfstandig belastingen schakelen tot 30 V bij 20 mA (de maximale dissipatie in de sensor is beperkt tot 550 mA, waarvan 520 voor de uitgangstransistor). Mocht dit niet voldoende zijn, dan biedt de schakeling in afb. 6 een oplossing. Voor de transistor moet natuurlijk een toepasselijke vermogenstransistor worden gekozen.

Voeding

De sensor vereist een voedingsspanning van 5 V. Dat is handig in combina-



Afb. 7 Eenvoudige voeding door toevoegen van een spanningsstabilisator.

tie met digitale schakelingen zoals computers, maar is soms een lastige beperking. Opwekken van de 5V-spanning uit een hogere gelijkspanning is gelukkig vrij gemakkelijk door gebruik te maken van een spanningsstabilisator, type 78L05. Daarvan zijn de behuizing en de pennummering identiek aan die van deze sensor.

Omwentelingteller

Door op de as, waarvan we het aantal omwentelingen willen weten, een permanente magneet aan te brengen en de sensor op een vaste positie vlak naast de draaiende as, verkrijgen we een onverslijtbare en betrouwbare omwentelingteller (zie afb. 8). Hierbij komen de hoge schakelsnelheid, de onderdrukking van de contactdender en de onbeperkte levensduur van pas. Dit is maar een voorbeeld van de mogelijkheden van deze interessante sensor.

Afb. 8 Voorbeeld van het gebruik van de sensor in een omwentelingteller.

