

IA2109FD Fluxmeter

Inleiding. Voordat er verder gegaan wordt met de gas- en watermeter, eerst een verdieping in het meten van magnetisme. Steeds meer telwerken van gas- en watermeters zijn voorzien van een klein staafmagneetje in de laagste teleenheid van het telwerk, zodat met een reed-contact of HALL-sensor een puls kan worden gemaakt. Controleer met een kompas of dit het geval is; bij een magneetpuls-telwerk wijst de kompasnaald Noord (*uni-polaire opnemer*), of afwisselend Noord en Zuid (*bi-polaire opnemer*) naar de lokatie van het magneetje.

'Magneetpuls-voorbereide' gasmeters geven dit aan met een aanduiding als '1 imp = 0,01m³'. Ofwel de Puls-Waarde is dan 1m³ = 100 pulsen.

1 imp ≈ 0,01 m³

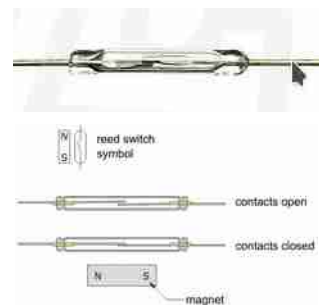


'Pulsvoorbereid' klinkt leuk, maar het daadwerkelijk plaatsen en afregelen van een magnetisch gevoelige pulsopnemer is vaak lastig, omdat magnetisme niet zichtbaar is, en tweedehands fluxmeters nog steeds behoorlijk prijzig zijn.



Rietschakelaar (Reed Switch). Van alle magnetisch gevoelige pulsgevers heeft de *rietschakelaar* (*reed switch*) de eerste voorkeur; het is eenvoudig, goedkoop en bedrijfszeker. Een reedcontact bestaat uit twee *schakeltongen* die geplaatst in een magnetisch veld, zelf magnetisch worden en daardoor elkaar aantrekken en contact maken. Met het plaatsen van een eenvoudige reed switch als opnemer, is een pulsgever snel gemaakt. Het contact zelf kan als elke andere digitale ingangs-schakelaar worden aangesloten. Vanwege de mechanische opbouw is de schakelsnelheid beperkt.

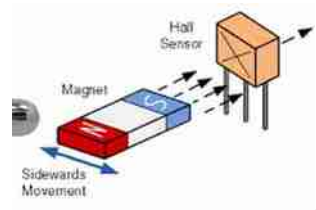
In de praktijk is de verkrijgbaarheid van het juiste formaat en de juiste magnetische gevoeligheid nogal een hindernis. Ook is vaak de opneemlokatie en/of sensor- en/of magneet-positie en -oriëntatie nogal kritisch (of zelfs geheel onbekend). Bij het krap ombuigen van de reed-aansluitdraden zal het glazen buisje snel doen breken.



Reedcontact-module. Voor een paar euro kan via een landelijke internetwinkel een reedcontact-module worden aangeschaft. Wel een beetje vreemd en overbodig om een simpel aan-uit-contact via een operationele versterker LM393 aan te willen sluiten; een simpele pushup- of pulldown-weerstand is immers al genoeg. Aan de andere kant; het is wel een manier om zo goedkoop één reedcontact te kunnen kopen.



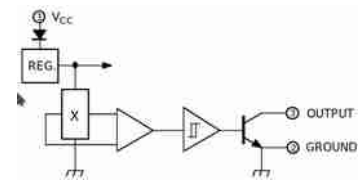
Hall effect (A3144 , 49E). Als vervanging voor een reedcontact kan een Hall effect *sensor* worden gebruikt. In een stoffige, explosiegevoelige (gasmeter), natte of smerige omgeving (zoals bij auto's en elektrische fietsen) zijn mechanische of licht-sensoren als opnemer niet zo geschikt. In dat geval kan beter gebruik worden gemaakt van een magneetje en een *Hall Effect opnemer* (ontdekt door Edwin Hall 1879). Zoals een spoel magnetisme kan omzetten in spanning, kunnen bepaalde specifieke halfgeleider-elementen dat ook.



De **A3144** is een spotgoedkope in automobielen zeer veel gebruikte Hall *sensor*. De A3144 ziet er uit als een transistor (TO92), maar is een hybride-schakeling van *opnemer*, voedings-spanningunit, Schmitt-trigger en uitgangsschakelversterker in één; kortom een complete *sensor* met een digitale uitgang. Merk op dat de beweging van de magneet altijd onder de juiste hoek en richting ten opzichte van de opnemer'-kijkvlak' moet plaatsvinden.

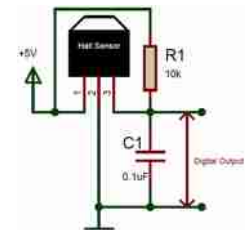


De A3144-sensor verdraagt een voedingsspanning tussen 4...24VDC. De uitgang (pin3, open collector) wordt Laag wanneer een voldoende sterk bewegend magnetisch veld van de juiste polariteit (of Noord of Zuid) **loodrecht** op de Hall opnemer wordt gedetecteerd. Wanneer de opnemer niet reageert moet of de opnemer of de magneet omgekeerd worden.

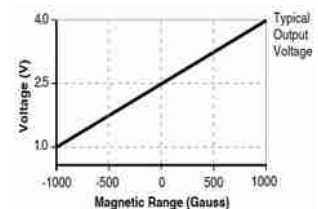
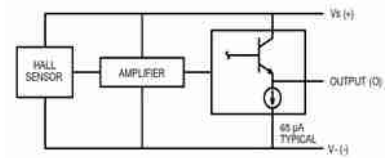
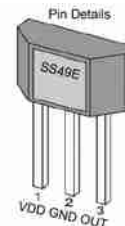


De Schmitt-trigger zorgt voor snelle schakelflanken en uiteraard een hysteresis van circa 60 Gauss, ofwel een iets lagere afschakel-veldsterkte (debounced). Meestal wordt de uitgang met een pullup-weerstand hooggemaakt, zodat een bediende Hall laag wordt.

Bij wat langere signaalleidingen moet de voedingsspanning bij de sensor met een 100 nF condensator gestabiliseerd worden. Eventueel kan de arduino-signaalingang met een 10 nF-condensator ontstoort worden.



De **SS49E** is een goedkope **analoge** hall sensor, en kan de magnetische veldsterkte (flux) meten. Wanneer geen magnetisch veld aanwezig is, is de uitgang de helft van de voedingsspanning. Bij het naderen van een Noordpool, zal de uitgangsspanning lineair toenemen tot de voedingsspanning, en bij het naderen van een Zuidpool zal de uitgangsspanning lineair afnemen naar nul volt. De SS49- meetfunctie is lineair in Gauss (G of Gss). De officiële SI-definitie voor magnetische flux is de Weber (Wb) in aantal Wb/m², vaak afgekort tot één Tesla (T als meeteenheid). Voor omzetten Gauss naar Tesla geldt 1 G = 10⁻⁴ Tesla (0,0001 T = 0,1 mT).



Bij een Vcc van 5 VDC is de onbelaste uitgang ca 2,5 VDC. Wordt een 1000 Gauss Noordpool waargenomen, is de uitgang maximaal 4 VDC, en bij een 1000 Gauss Zuidpool ca 1 VDC. Kortom het meetbereik is 2000 Gauss bij 1 ... 4 VDC uitgangssignaal, ofwel 2000 x 0,0001T = 0,2 Tesla.

De analoge uitgang (max 10 mA) van de 49E kan direct aan een analoge ingang van een Arduino worden aangesloten. De SS49E is ook handig wanneer een instelbaar digitaal signaal gewenst is (schakeldrempel); met een Schmitt-trigger of comparator laat zich dit eenvoudig configureren.

Hall opnemer versus sensor. Er bestaat een groot verschil tussen een Hall **-opnemer** en een Hall **-sensor**. Een opnemer detecteert alleen het magnetisch veld. Sensoren zijn hybride-apparaten van een Hall-effect-opnemer en de nodige volgschakelingen voor al of niet specifieke toepassingen. Hall-sensoren zijn er dus in soorten, maten en magnetische gevoeligheid; elke sensor heeft zijn eigenaardigheden, zoals;

A3141 ... 3144 4,5 ... 24 VDC, Algemeen, bipolair switch. 70...350 Gauss, Open collector (max 25 mA) digital out (gebruik pullup – weerstand). Hysteresis circa 60 Gauss
De A3141 en de A3142 zijn de vervangers voor de oudere UGN/UGS 3141 en 3142 typen.
De A3144 is de vervanger voor de oudere UGN/UGS3120.
Zie Allegro's datasheet voor meer informatie.

Partial Part Number	Operate Point (G) Over Oper. Voltage & Temp.	Release Point (G)	Hysteresis (G)
A3141x	30 to 175	10 to 145	20 to 80
A3142x	115 to 245	60 to 190	30 to 80
A3143x	205 to 355	150 to 300	30 to 80
A3144x	35 to 450	25 to 430	>20

A1302KUA 4...6 VDC, Algemeen bipolair, Linear analog out, 1,0...1,6 mV/Gss bij VCC = 5 VDC.
(02K = A1302KUA)



SS49(E) 3...6,5 VDC, Algemeen bipolair, -1000...1000 Gauss, Linear analog out.

OH49E SS49E-compatible

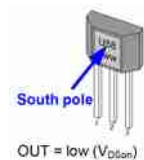
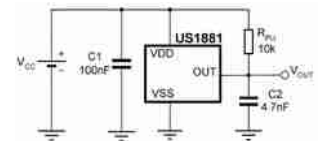
US1881 4 ... 24 VDC, Schakelbare (*latching*) 10 kHz sensor; Eenzijdige sensor, Schakelt Hoog (5VDC) door een Noord, en blijft hoog, schakelt weer Laag (0VDC) door Zuid. Bereik 0,5...9,5 mT, hysteresis 12 mT Aan ... 12mT Off.

U18 (010) US1881-compatible
FUS1881 US1881-compatible
U18728 US1881-compatible

US5881 3,5...24 VDC, Unipolair, digitaal, high speed, lage schakeldrempel, kleine hysteresis, CMOS open drain, pullup toevoegen, zuidpool schakelt naar nul

US1881 Magnetic Specifications

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Units
Operating Point	B_{OP}	EUA ES01UA150 25°C, $V_{IN}=5.5 \pm 0.2$ with DC	1.0	5.0	9.0	mT
Release Point	B_{RP}	EUA ES01UA150 25°C, $V_{IN}=5.5 \pm 0.2$ with DC	-9.0	-5.0	-1.0	mT
Hysteresis	B_{HY}	EUA ES01UA150 25°C, $V_{IN}=5.5 \pm 0.2$ with DC	7.0	10.0	12.0	mT



Magneten. In tegenstelling tot reedcontacten, triggeren Hall sensoren op de poolrichting (of Noord en/of Zuid). In de praktijk is het vaak even uitproberen hoe de sensor moet worden uitgericht (geplaatst ten opzichte van de magneet), om een positieve (of juist negatieve) schakelspanning op te wekken.

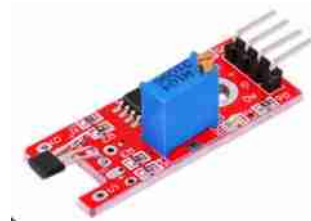
Andersom geldt hetzelfde wanneer magneten geplaatst worden om een hall sensor te *schakelen (triggeren)* moeten deze wel de juiste pool 'laten zien'.

In de praktijk zijn kleine magneetjes op een as of wiel al voldoende om een Hall sensor te schakelen. Bij een kunststof ondergrond (zoals waaiers) kunnen de magneetjes worden vastgelijmd. Let op; bij gebruik van meerdere magneten op één as, moet de magnetische polariteit wel allemaal dezelfde richting hebben.



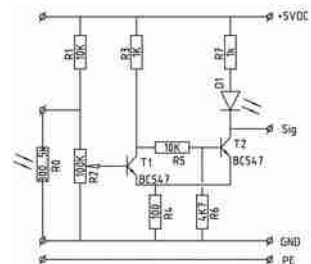
Houdt bij het plaatsen van de magneten wel rekening met de onbalans die ze kunnen veroorzaken, en bij hoge toerentallen dat ze niet als kogels kunnen wegschieten.

Hall Sensor-module. Voor een paar euro kan al een Hall opnemer-module worden aangeschaft. Maar let op; de ene module is de andere niet! Alleen bij een analoge uitgang hall sensor *kan* een achterliggende hulpschakeling handig zijn. Analoge sensoren kunnen meestal direct op een analoge ingang worden aangesloten. Bij digitale-uitgang-Hall-sensoren is de aanvullende schakeling vaak compleet overbodig(!). Controleer bij het aanschaffen van een sensor-module altijd welk type sensor er gebruikt wordt, en wat de magnetische gevoeligheid is!



Wél een handige module is de KY-024 met de SS49E-sensor. Bij deze module is naast een digitaal ook het analoge signaal beschikbaar. Het analoge signaal van de 49E wordt via een potmeter en ingangsnetwork naar een LM393 comparator gevoerd, welke als digitale uitgang is gebouwd. Met de potmeter kan de schakeldrempel ('magnetische inschakelgevoeligheid') ingesteld worden. Merk op dat de SS49E voor de juiste magnetische polariteit omgekeerd is gemonteerd.

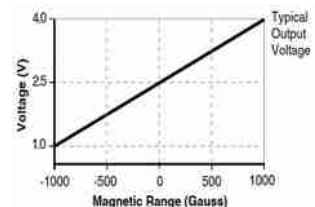
Zelfbouw sensor-module. De analoge uitgang van de 49E kan natuurlijk ook op de eerder behandelde (LDR-) Schmitt-trigger worden aangesloten. Houdt er wel rekening mee dat hall-opnemers/sensoren bijzonder temperatuurgevoelig zijn! De soldeertijd moet zo kort mogelijk zijn.



Schakelsnelheid. Bij gebruik van het analoge signaal op een analoge ingang is de schakelsnelheid beperkt door Arduino's analoge ADC meetcyclus van ca 100 microseconden. Het analoge signaal is zeer handig bij het opsporen van de lokatie en positie voor de meetsensor. Als toerental-opnemer-ingang is ze niet zo geschikt.

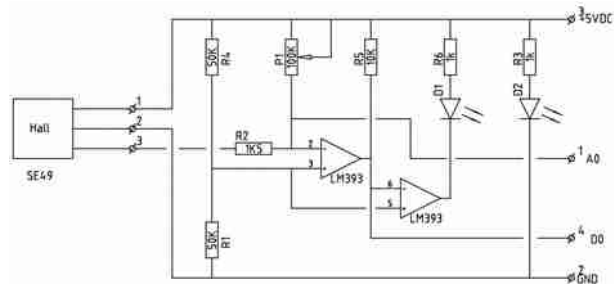
Wanneer op de analoge manier de optimale meet-opstelling gevonden is, kan daarna beter een digitale sensor gebruikt worden.

Kalibratie offset. Bij een Vcc van 5 VDC, heeft de SS49E een gespecificeerd lineair uitgangssignaal-bereik van 1 VDC voor -1000 Gauss tot 4 VDC voor 1000 Gauss. Wanneer de SS49E geen magnetisch veld detecteert, heeft de analoge uitgang een spanning van 2,5 VDC.



Het SS49E-sigitaal wordt gebruikt als ingangssignaal voor de module-hulpschakeling. De module-opamps en diens instelbare ingangsschakeling, veroorzaken een afwijking in de **module**-analoge-uitgang; het *lijkt* alsof het magnetisch nulpunt een ander spanningsniveau krijgt, hetgeen inderdaad als zodanig door de analoge ingang van de Arduino gemeten wordt. Deze afwijking wordt een **'ernaast zitten' (offset)** genoemd.

Hoewel de **sensor** het correcte signaal afgeeft, laat de **module** een ander analoog spanningsniveau zien. Bij het programmeren van een analoog flux-schakelpunt, zijn de daadwerkelijk gemeten binaire waarden (0...1023) bepalend. Wanneer echter de daadwerkelijke flux gemeten moet worden, moet de module-offset softwarematig gecompenseerd worden. Het bepalen van de grootte van de offset, kan als programma-opstartfunctie als **nulpunt-kalibratie** worden geprogrammeerd.



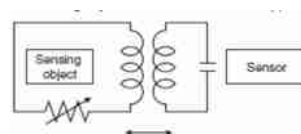
Eenzelfde waarschuwing geldt voor het gebruik van de digitale uitgang. Omdat de comparator-opamp (theoretisch) hystereseloos geschakeld is, zal deze op **elke** Hoog- of Laag-doorgang gaan schakelen. Een roterende magnetische flux (draaiend schakelmagneetje) kan soms zeer grillig zijn, en daardoor al snel wat extra in- en uitschakelpulsen opwekken! Het correct afregelen van de schakeldrempel voor de digitale uitgang is vaak zo eenvoudig nog niet, en met elke schakeldrempel-wijziging wijzigt ook de analoge offset. (Helaas is de module niet voorzien van een instelbare hysteresis.)

Naderingsschakelaar (Inductief). Veel opnemers zijn te gebruiken als **naderingsschakelaar (proximity switch)**, ofwel er wordt een schakelsignaal opgewekt wanneer een object zich tot een bepaalde afstand tot de opnemer genaderd is. De IR-lichtsluis en de Hall-sensoren zijn in principe ook als 'naderingsschakelaar' te gebruiken.

De **inductieve naderingsschakelaar** is een buitenbeentje omdat deze al reageert op de **nabijheid** van metaal. In een spoel wordt een magneetveld opgewekt, met een bepaalde **schijnbare weerstand (=impedantie)**. Bij het in het magnetisch veld inbrengen van een magnetiseerbaar metaal, zal de impedantie veranderen, en daardoor een schakelsignaal kunnen triggeren. Vanwege het veelvuldig gebruik in de industrie, zijn de meeste naderingsschakelaars uitwendig gebouwd als water- en stofdichte 'bout met fixeermoeren' met een ingegoten aansluitkabel.



De interne constructie en opbouw van een inductieve naderingsschakelaar is zeer gevarieerd; van simpelweg twee gekoppelde opneemscoepen (trafo-principe), tot zendspoel met hall-opnemer en schakelversterker, tot enz. enz. Vaak met gebruik van eigen voedingsspanning en met bijbehorend stroomgebruik, en voorzien van een digitale en/of analoge signaaluitgang.



Alleen het **product-specificatieblad (datasheet)** geeft aan welk meetprincipe en exacte werking de naderingsschakelaar heeft.