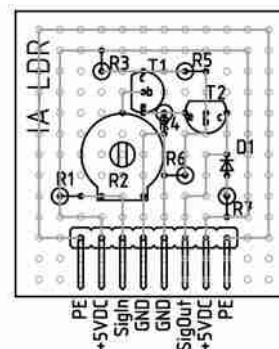
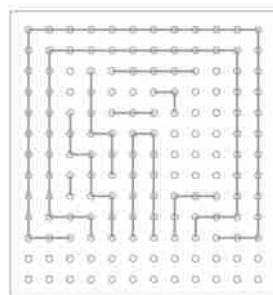
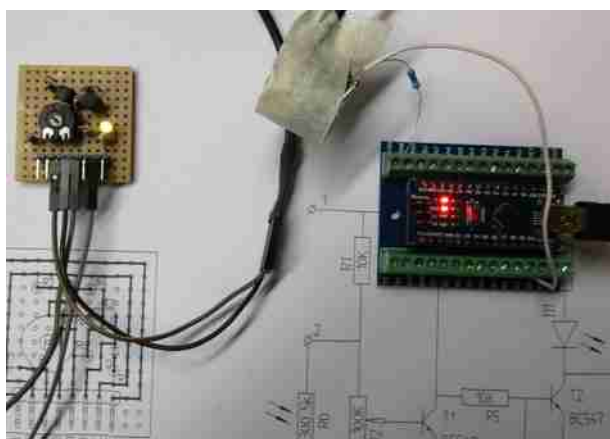
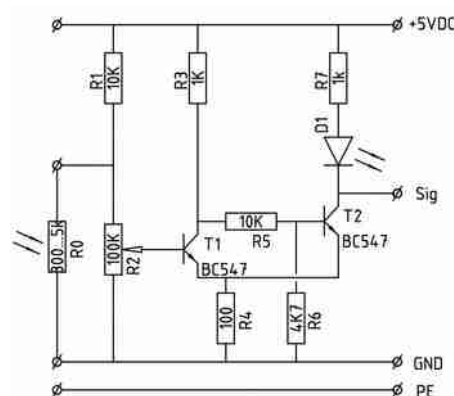


De LDR sensor kan nu met tape recht voor de knipperled worden geplakt. Zorg dat zo weinig mogelijk ‘vals licht’ op de sensor valt.

Digitale LDR op maat (Schmitt Trigger). Wanneer een kant-en-klare module geen oplossing is, kan met het schema hiernaast, zelf een op maat gemaakte LDR-sensor-schakeling worden gemaakt.

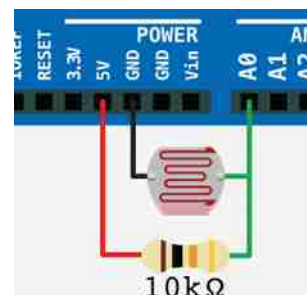
De schakeling is een zogeheten **Schmitt Trigger** en wordt gebruikt voor het verbeteren van de kwaliteit van digitaal signaal. Met instel-potmeter R2 kan de gevoeligheid van de schakeling worden ingesteld. Tevens is er aandacht besteed aan het zo storingsvrij mogelijk ontwerpen, en het eenvoudig aansluiten van de sensor en IA2109-module.

Hieronder is een Arduino met de Blink-sketch gebruikt om de kWh-ledpuls te imiteren, zodat de schakeling gemakkelijk getest en afgeregeld kan worden.



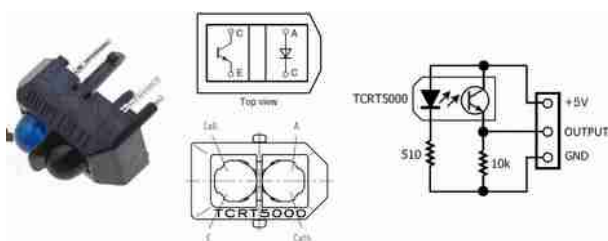
Analoge LDR. Met een losse LDR en een weerstand laat zich al een geschikte sensor maken. Sluit de LDR aan op een universeelmeter in de ohm-stand (Ω) en meet de weerstand in een verlichtte omgeving (bijvoorbeeld 2500 Ω). Dek met een vinger de LDR voor de helft af en meet de weerstand (bijvoorbeeld 12000 Ω). Kies in dit geval voor een pull-up-weerstand van ca 10 K Ω .

De pullup-weerstand wordt aan de ene zijde met +5VDC verbonden, de andere zijde in serie met de LDR naar GND gevoerd. Er is nu een weerstandspanningsdeler gemaakt, met op het knooppunt van de weerstand en LDR een lichtafhankelijke spanning, welke op één van de analoge ingangen wordt aangesloten. Plak de LDR met een stuk tape vast op de knipperled van de kWh-meter.



IR reflectiesensor. Telpulsen kunnen ook gemaakt worden met een infrarode (reflectie)sensor. Dit kan een oplossing zijn wanneer geen gebruik kan worden gemaakt van een telpuls-led of -uitgang, of de verbruikmeter blijkt voorzien te zijn van een IR-led (komt ook voor).

Hiernaast de infrarode reflectie-zender-opnemer TCRT5000, waarbij de lichte (blauwe) led de **zender (tranceiver)** en de donkere 'led' de **ontvanger (receiver)** is. Hetzelfde is van toepassing bij losse leds; de lichte (soms blauwe) transparante diode ofwel led **straalt (emits)** niet zichtbaar IR-licht uit, welke door de donkere IR-photo-transistor(!) ontvangen zal worden. Onder ideale omstandigheden zijn twee weerstanden genoeg om een digitale puls te kunnen maken.



Het principe van de IR-lichtsluis, is dat gebundeld IR-licht naar een object-oppervlak wordt gericht, en het weerkaatste licht wordt gemeten. Afwisselend lichte en donkere vlakken van een bewegend object veroorzaken wel of géén reflectie van het IR-licht, die door een IR-fototransistor als **basisstroom** wordt gebruikt. De IR-led en IR-fototransistor zijn onder een zodanige hoek in de houder gemonteerd, zodat reflectie mogelijk is op een afstand van 0,2...15 mm. De stroom door de IR-led mag maximaal 60 mA zijn. De Uce is maximaal 70VDC bij een Ic van 100 mA bij 25°C(!).

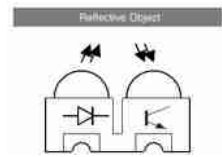


Foto-transistoren verouderen door inwerking van fotonen. De 70% sensorlevensduur bij continu-bedrijf is ca 5 jaar. Optische rookmelders moeten na 10 jaar vervangen worden. Een nieuwe televisie reageert al op de afstandsbediening weerkaatst via een witte muur. Na een aantal jaren lukt dit niet meer en moet de afstandsbediening rechtstreeks op het toestel worden gericht. Anders gezegd; een nieuwe IR-sensor zal in het begin regelmatig bijgesteld moeten worden; maar des te ouder te sensor, hoe minder vaak dit nodig zal zijn.

Hiernaast, uit de datasheet van Vishay een afbeelding van hoe de lichtsluis een reflectie-overgang waarneemt, en het bijbehorend schakelgedrag. Elke reflectie-overgang geeft een analogo signaal, terwijl een digitaal signaal gewenst is. InfraRood is warmtestraling, zodat de omgevingstemperatuur grote invloed op de schakeldrempel heeft. Bij 60°C is Uce terug gelopen naar maximaal 20 VDC bij een $I_{c_{max}}$ van 20 mA.

In verhouding tot de gevoeligheid van de IR-fototransistor is de IR-straling vrij fors. Zelfs de lichtsluishouder voorkomt niet dat er direct IR licht op de transistor valt (overspraak). Een ander probleem is ongewenste omgevingsreflectie, veroorzaakt door glas, spiegelende of licht gekleurde oppervlakken, enz. Zonlicht, daglicht, maar ook lampen en gekleurde leds, stralen IR-licht uit, welke de opnemer kunnen verstoren. Om een ongewenste basisstroom te voorkomen, is een gesloten of lichtafgeschermd opnemer-omgeving eigenlijk een vereiste.

De belangrijkste schakelfactor is de IR-lichtsterkte welke door de fototransistor wordt ontvangen. De IR-fotonen veroorzaken een basisstroom. Wanneer deze te groot is (te veel IR-licht), raakt de transistor verzadigd en zal de schakeltijd van de neergaande flank sterk oplopen. Bij verzadiging is het schakelgedrag verstoord, wordt er ongewenste warmte ontwikkeld, en geeft een extra snellere veroudering. Om IR-led-overstraling te voorkomen zou deze regelbaar moeten zijn.

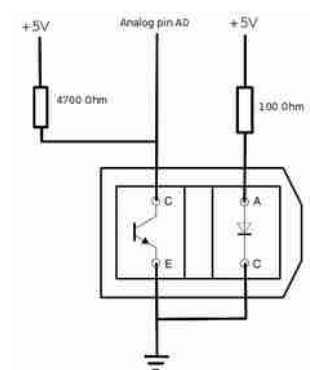
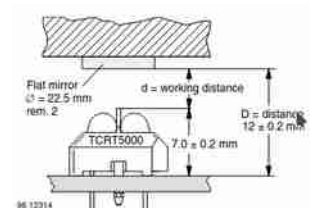
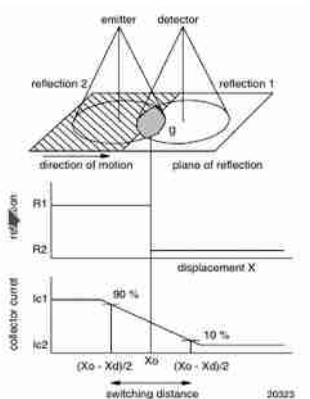
IR-licht is voor het menselijk oog onzichtbaar. De werking van een IR-led kan gecontroleerd worden, door naar de led te kijken via een digitale fotocamera of webcam.



Analoge IR-sensor. Een zeer eenvoudige meetoplossing is hiernaast weergegeven, waarbij de collector van de foto-transistor gebruik maakt van een analoge ingang. Met de pullup-weerstand van 4k7 is de analoge ingang maximaal hoog. De ingang krijgt een lagere waarde op het moment dat de sensor een reflectie waarneemt. Het resultaat is een redelijk stabiele waarde op de ingang, afhankelijk van de gemeten reflectie ergens tussen 0 en 255.

Bij de analoge meetmethode moet de software aangepast worden naar de gemeten analoge waarden, ofwel dit is een typische 'programmeurs-oplossing'.

IR-sensor en Opamp. Een standaard IR-lichtsluis-module is meestal opgebouwd rond een opamp (393, 358, 741, oid), en geeft een digitaal signaal af. De IR-led straalt maximaal. Met een instelpotmeter kan de transistor-schakeldrempel worden ingesteld. IR-sensormodules hebben over het algemeen drie aansluitingen; +5V, GND, en de sensoruitgang. Soms is als extra een analoge signaaluitgang beschikbaar.



In veel gevallen (en wanneer zelf de reflectievlakken aangebracht kunnen worden), is dit een goedkope en prima oplossing. De overspraak bij de module hiernaast is zonder afscherming enorm groot, zodat daarvoor een constructieve oplossing moet worden bedacht. Door de niet regelbare IR-straling is de veroudering ook fors, en zal de instelling telkens gaan verlopen.

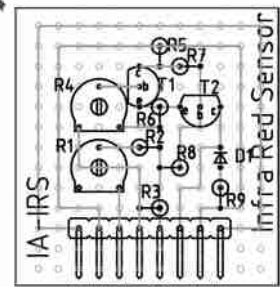
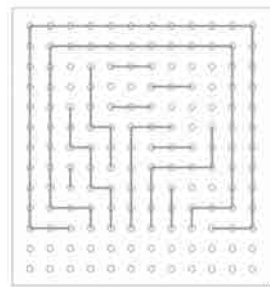
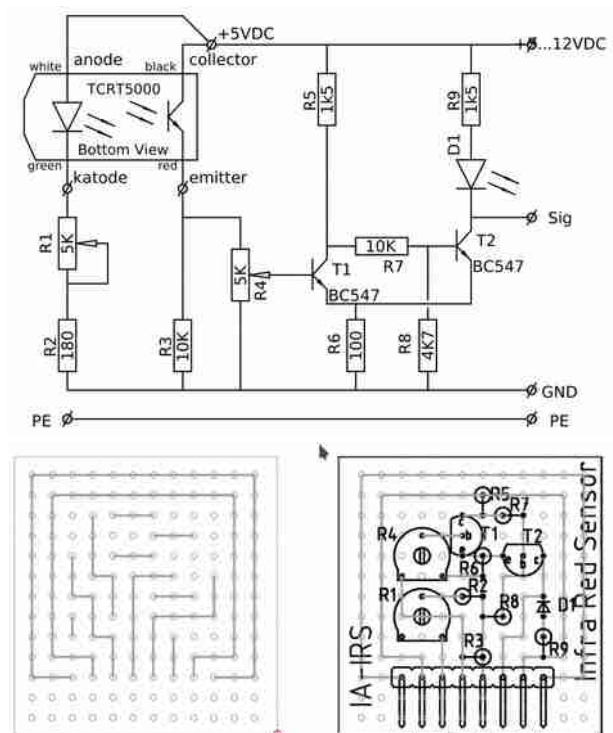
IR-opnemer en Schmitt-trigger. Om de IR-sensor ook voor de meer kritische telwerk-decimaal-cijfer-detectie te kunnen gebruiken, moet zowel de IR-lichtsterkte als de detectie-schakeldrempel instelbaar zijn, en dat bij een Vcc van 5...12 VDC.

In het schema hiernaast wordt potmeter R1 gebruikt voor het instellen van de IR-lichtsterkte. In feite wordt deze potmeter gebruikt om (via een fotonen-koppeling) de basisschakelstroom voor de foto-transistor in te stellen. R2 voorkomt dat de IR-led met een te grote stroom belast kan worden en doorbrandt. De fototransistor zal (zoals uit de datasheet blijkt) bij een IR-reflectie-overgang met een zekere vertraging langzaam gaan geleiden, danwel langzaam gaan afknijpen.

Via de instelbare spanningsdeler R4 met daarop het foto-transistorsignaal, wordt schakeltransistor T1 aangestuurd. T1 en T2 vormen samen een Schmitt-trigger, zodat de schuine schakelflanken van de foto-transistor netjes omgevormd worden tot een eenduidig digitaal signaal.

LED D1 kan eventueel weggelaten worden (wel R9 met de collector verbinden). In de schakeling wordt ze gebruikt als 'power indicator', die Uit gaat wanneer de ingang Hoog wordt, ofwel de uitgang van de Schmitt-trigger is Laag.

De schakeling kan op een experimenteerprintje als 'meetvoorzet' worden gebouwd.

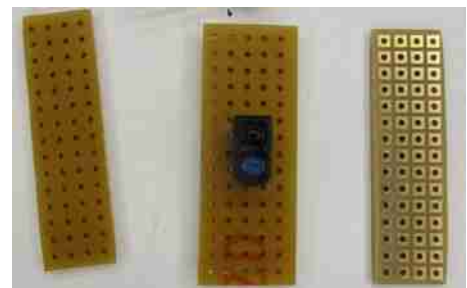
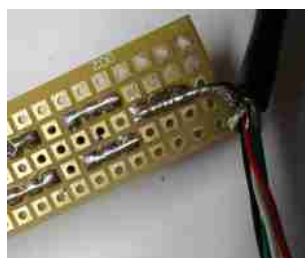


IR-Opnemer. In de praktijk is het uitrusten en lichtdicht monteren van de IR-opnemer een lastige klus. Hoewel Duct Tape handig is, is een meer solide constructie voor de opnemer een betere oplossing. Hoe, en op welke wijze is afhankelijk van de kennis, ervaring en inspiratie van de bouwer.

In dit voorbeeld worden een paar stukjes vlak en recht gevijld experimenteer-printplaatjes gebruikt. De IR-opnemer wordt zo haaks en recht mogelijk midden op de 'bodem' gemonteerd. De aansluitpennen worden aan de koperzijde plat omgebogen en voor de stevigheid over drie soldeereilanden vastgesoldeerd.

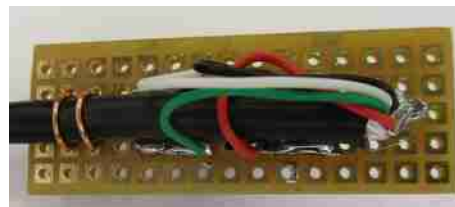
Elke 'zijwand' wordt voorzien van een viertal koperdraadjes, welke gebruikt gaan worden om de 'zijwanden' op de 'bodem' te monteren.

De afscherming van een vierdraads kabeltje (oude USB-printerkabel) wordt aan de bodem vastgesoldeerd. Let op; de kabel-afscherming mag bij de sensor elektrisch nergens mee verbonden worden! Dit wordt 'afisoleren' genoemd.



Verbuig de gesoldeerde afscherming en leg de kabel er teruglopend over heen; de gesoldeerde afscherming wordt nu alleen gebruikt als 'trekonlasting'.

Nu kunnen de aders aan de opnemerpenen gesoldeerd worden. Alle vier aansluitpenen worden 'volbedraad', ofwel elk met één ader verbonden. Eventuele doorverbindingen kunnen bij het aansluiten van de kabel worden gemaakt. De kabel wordt met twee koperdraadjes aan de 'bodem' vast 'getwist'.



Nu kunnen de 'zijwanden' worden geplaatst en vastgesoldeerd. Als laatste worden met enkele koperdraadjes en soldeer de 'zijwandjes' voor de totale stevigheid onderling met elkaar 'verankerd'. De uitstekende koperdraadjes worden door een ander gaatje teruggebogen.

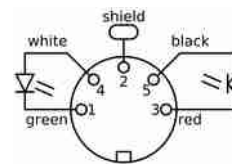


Nadat de sensor met met *afzetband (masking tape)* afgeplakt is, is de rest van de holle ruimte met donkere siliconenkit opgevuld. (tape-plakzijde tegen de siliconen).

Op de 'bodemaansluitzijde' zijn de blootliggende soldeerverbindingen met siliconenkit afgedekt en dus elektrisch geïsoleerd. Na droging van de siliconen kan de tape gemakkelijk verwijderd worden.



Omdat IR-opnemers verouderen zullen deze gemakkelijk vervangen moeten kunnen worden. Wanneer de kabel voorzien wordt van een volbedrade vijfpolige stekker, ontstaat een 'universeel opnemer'; het vervangen is dan een kwestie van een nieuwe opnemer inprikken. Een eenvoudige goedkope oplossing is het gebruik van een vijfpolige DIN-stekker.



Opmerking; om storing te voorkomen mag de kabel niet te lang worden gemaakt. Ca 70 cm is toch wel het maximum.

Ferrarimeter. De Ferraris-meter is de ouderswetse draaischijf-kWh-meter. De draaischijf is voorzien van een markeerstreepje, welke als pulsgever gebruikt kan worden.

Op de meter wordt een PulsWaarde genoemd als $P_w=375$, of als 375 Umdr/1kWh. Dit betekent dat na 375 omwentelingen (of Umdr) 1kWh verbruikt is.



IR-Opnemer op Ferrarimeter. De kWh-meter is van het energiebedrijf en mag niet geopend of aangepast worden. De IR-opnemer moet exact uitgelijnd boven de dunne ferrarischijf worden 'gemonteerd', en zoveel mogelijk tegen omgevingslicht worden afgeschermd.

Van papier is een mal van de glasopening gemaakt, welke iets groter uit een afvalstukje aluminium of pertinax (HPL) is overgetekend. Na het uitzagen moet dit 'meetplaatje' zodanig bijgevoerd worden, zodat deze zonder speling (dus bewegingsvrij!) op de glasplaat kan worden gelegd.



Rondom het glas is tijdelijk afzetband aangebracht. Met een lineaal is de horizontale en verticale positie van het meetpunt gemarkeerd. Op dezelfde manier worden eventuele andere openingen gemarkeerd.

Plaats de meetplaat op het glas en gebruik de randmarkeringen om de gewenste openingen aan te geven.

Na voorboren kunnen de gewenste openingen met een figuurzaag worden uitgezaagd.

De achterkant van de meetplaat is matzwart gemaakt om ongewenste reflectie zoveel mogelijk te voorkomen.

Om de IR-opnemer gemakkelijk te kunnen positioneren, is op de voorkant de meetpunt-locatie met een ingekraste lijnen aangegeven.

Wanneer de opnemer goed uitgelijnd is, kan deze met een rupsje smeltlijm worden vastgezet.

Als laatste wordt Duct Tape gebruikt om de meetplaat op de Ferraris-meter vast te zetten. De opnemer staat nu exact uitgelijnd voor de ferraris-schijf en de kWh-stand kunnen we nog steeds uitlezen.

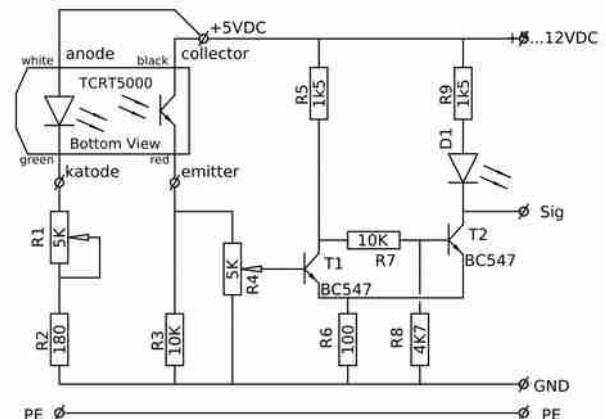


Afregelen IR-sensor. Het afregelen van de Schmitt-trigger vraagt enige geduld en beleid. Sluit een grote stroomverbruiker aan, zoals een stofzuiger, zodat de Ferraris-schijf draait. Tel het aantal seconden tussen twee omwentelingen; dit is de wachttijd tussen twee pulsen.

Begin met het in stappen omhoogdraaien (R1) van de IR-straling naar maximaal. Probeer tussen deze stappen met R4 heen-en-weer draaiend de Schmitt-trigger te laten schakelen.



De ferrarisschijf is reflecterend en de markering niet. De trigger-ingang is dus normaal Hoog (!) en wordt door de markering Laag (!). De Schmitt-trigger-uitgang is dus normaal Hoog en tijdens een puls Laag, ofwel de Led is normaal Uit en tijdens een puls Aan.



Geduld! Verlaag de IR-led stroom een beetje wanneer de IR-transistor (niet) schakelt, en probeer opnieuw met R4 de IR-transistor te laten schakelen.

Verlaag zo in stapjes naar de laagst mogelijke IR-led stroom totdat de kritische onderwaarde bereikt is waarop de ingang niet meer triggert. Stel R1 dan 10% hoger in, en regel R4 nu definitief af. Het stroomverbruik is nu minimaal met een stabiele schakeldrempel en de snelste flanktijden.