

Aan de slag met je oscilloscoop

zo gebruik je de knoppen en schakelaars

Clemens Valens (Elektor)

Indien je al een tijdje knutselt met elektronica en je projecten serieuzer worden, is de kans groot dat je ook een oscilloscoop nodig hebt. Een oscilloscoop is een instrument dat het verloop van een of meer spanningen in de tijd weergeeft. Maar hoe kies je er een uit? En hoe gebruik je die?

elektor TV

Bekijk dit project op video!



Je hebt natuurlijk al in een multimeter geïnvesteerd, en dat is prima, maar met een oscilloscoop kun je dingen doen die met een multimeter niet mogelijk zijn. Oscilloscopen zijn echter ook veel complexer dan multimeters; daarom kost het wat tijd en moeite om er het onderste mee uit de kan te halen.

Wat heb je nodig?

Oscilloscopen waren vroeger duur maar tegenwoordig zijn de prijzen zo sterk gedaald dat bijna iedereen zich er wel een kan veroorloven. Bij de meeste zelfbouwprojecten voor hobbyisten, knutselaars en makers is een basismodel oscilloscoop meer dan afdoende. Als je voorkeur daarbij uitgaat naar Arduino- of Raspberry Pi-projecten, of het bouwen en repareren van audioversterkers, muziekinstrumenten of effectschakelingen, dan is het echt niet nodig om te investeren in een vier- of nog meerkanaals oscilloscoop met een bandbreedte van honderden megahertz en vele gigasamples. Een tweekanaals 20...50-MHz oscilloscoop volstaat dan (**figuur 1**).

Niet te klein graag

Hoewel het misschien verleidelijk is, raad ik niet aan om geld te besteden aan een van die goedkope kleine DHZ-oscilloscoopkits die online worden aangeboden (**figuur 2**);

die bieden domweg niet het gemak en de functies van een goedkoop tafelmodel 'scoop. Misschien zijn ze wel handig om op reis mee te nemen of wanneer je écht ruimtegebrek hebt, maar meer pluspunten zijn er waarschijnlijk niet. Ik wil dat mijn oscilloscoop blijft staan waar hij staat als ik aan een meetkabel trek en hij moet knoppen en schakelaars hebben die ik snel kan vinden. Voor mij is een oscilloscoop zonder draaiknoppen voor de horizontale en verticale as dan ook geen echte oscilloscoop.

Headless oscilloscopen

Natuurlijk zijn er zogenaamde headless oscilloscopen met uitstekende specificaties (**figuur 3**) maar deze hebben een tablet of een computer met een muis nodig. Zulke apparaten kunnen handig zijn bij het uitvoeren van metingen op afstand, voor documentatie of constante monitoring, of voor datalogging en nabewerking (of voor uiterst nauwkeurig werk dat veel gepriegel vereist). In mijn lab-opstelling heb ik echter mijn computer nodig om schema's weer te geven, firmware aan te passen, datasheets te lezen en op internet te zoeken. Ik wil dus niet dat mijn computer ook als oscilloscoop dient. En ik wil al helemaal geen tweede computer omdat die te veel werkruimte in beslag neemt. En ik wil ook gewoon echte knoppen.



DSO, MSO, analoog?

Moderne oscilloscopen zijn digitaal en worden DSO's genoemd, wat staat voor Digital Storage Oscilloscope. In het verleden waren oscilloscopen analoog. Analoge oscilloscopen zijn groot en beperkt en die wil je dus liever niet, tenzij je heel speciale wensen hebt. Er zijn ook hybride modellen geweest die beide werelden combineerden, maar die wil je liever ook niet. Verwar die laatste overigens niet met een zogenaamde Mixed Signal Oscilloscope of MSO, want dat is een DSO met speciale functies voor digitale signalen, communicatiebussen en dergelijke.

Aan de slag

Nu we wat meer over oscilloscopen weten, kunnen we die leren gebruiken. Als je slim bent geweest en een goedkope hebt gekocht, zal deze niet al te veel functies hebben en kun je er gemakkelijk en snel mee aan de slag. Zoals we al opmerkten, toont een oscilloscoop het verloop van een spanning als functie van de tijd (het 'signaal') in de vorm van een tweedimensionale grafiek met het nulpunt in het midden van het display. Merk op dat ik

'spanning' schreef en niet 'stroom'. Een oscilloscoop is eigenlijk een luxe voltmeter.

De belangrijkste bedieningselementen

Omdat de signalen als grafieken worden weergegeven, heeft een oscilloscoop regelaars om de horizontale en verticale as van de 'grafiek' aan te passen. Op elke moderne oscilloscoop die ik ken zijn de betreffende elementen gegroepeerd in een sectie met het label *Horizontal* en een sectie met het label *Vertical* (figuur 4). De horizontale sectie wordt ook wel de tijdbasis (*Time Base*) genoemd omdat de horizontale as meestal de tijd voorstelt.

Dan is er nog een derde sectie met de naam *Trigger*. Dit is waarschijnlijk de belangrijkste sectie omdat hier wordt bepaald hoe en wanneer een signaal wordt weergegeven. Het is doorgaans eenvoudig om het signaal dat je interesseert op het scherm te laten passen door met de horizontale en verticale as te spelen. Maar het kan veel moeilijker zijn om de oscilloscoop nou net dat deel van het signaal te laten weergeven waar het om gaat.

De triggersectie biedt deze mogelijkheid, en daarom is het belangrijk om te begrijpen hoe dat in zijn werk gaat.

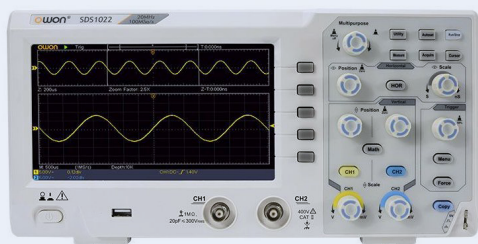
Verticaal

Maar laten we eerst eens kijken naar de sectie *Vertical*. Hier kun je deingangsspanning of het signaal versterken of verzwakken, wat betekent dat je de amplitude kunt aanpassen en dat je het op en neer kunt bewegen. Dit kan apart worden ingesteld voor elk ingangskanaal.

Trouwens, in oscilloscooptaal wordt een signaal ook wel een *trace* genoemd. *Single-trace* betekent één signaal of kanaal, *dual-trace* betekent twee kanalen enzovoort.

XY-modus

Een ander verwarrend punt kan zijn dat de ingangen niet alleen kanaal 1 en 2 heten maar soms ook het label X en Y hebben (figuur 5). Dit verwijst naar een speciale modus van de oscilloscoop waarbij de X-ingang de horizontale as bestuurt in plaats van de verticale. Dit is de modus om de beroemde Lissajous-figuren mee te maken, die graag in oude SF-films



Figuur 1. In de meeste situaties is een eenvoudige tweekanaals 20...50MHz-oscilloscoop alles wat nodig is.



Figuur 4. De belangrijkste drie besturingsecties van elke oscilloscoop: Vertical, Horizontal en Trigger.



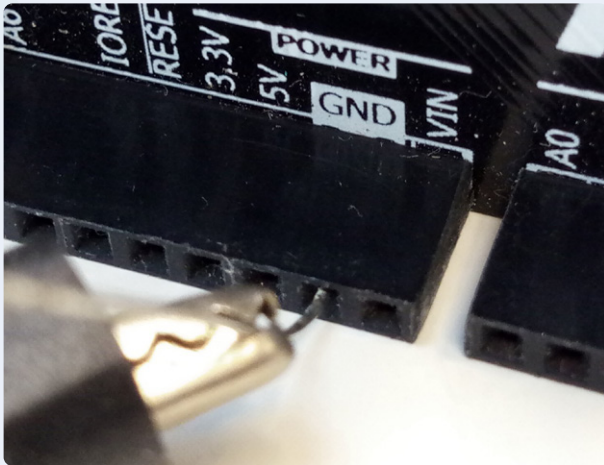
Figuur 5. De X- en Y-ingangen worden gebruikt in XY-modus, waarmee je bijvoorbeeld Lissajous-figuren kunt maken.



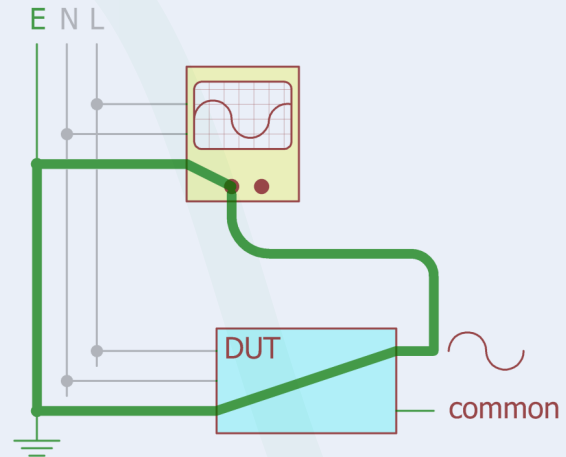
Figuur 2. Hoewel ze misschien cool zijn om te hebben, zijn miniatur-oscilloscopen niet erg praktisch in het gebruik.



Figuur 3. Een headless oscilloscoop bespaart werkruimte. Of toch niet? Voor het bekijken van de signalen heb je in elk geval een computer of tablet nodig.



Figuur 6. Sluit de krokodillenklem van de probe aan op GND (massa). Aanbevolen wordt om te proberen deze zo dicht mogelijk bij de signaalbron vast te klemmen, maar meestal mag dat 'overall'.



Figuur 7. Houd er altijd rekening mee dat een oscilloscoop verbonden kan zijn met de netaarde. Als dat het geval is kunnen er kortsluitingen optreden mocht de krokodillenklem van de probe zijn verbonden met iets anders dan die aarde.

figureerden. We zullen de XY-modus niet gebruiken in dit artikel; voor ons staat de horizontale as altijd voor de tijd.

Een probe aansluiten

Sluit een probe aan op een van de kanaalingangen, dus niet op de *Ext-, Trigger-, Aux-* of *Z-*connector. Merk op dat probes vaak een schakelaar hebben om te kiezen tussen 1:1 of 10:1. Dit is een extra dempingsmogelijkheid om grote signalen aan te passen of om 'kwetsbare' signalen beter te kunnen meten. Sommigen gebruiken altijd de 10:1-modus; er bestaan probes die altijd in de 10:1-modus staan. (Andere verhoudingen zoals 1000:1 bestaan ook.) Probes worden ook wel met 1x en 10x aangeduid waarbij de 'x' voor de verzwakking staat; geen versterking dus. Vaak is het mogelijk om de oscilloscoop te laten weten welk type probe je gebruikt zodat de meetwaarden navenant kunnen worden aangepast. Voordat je de tip van de probe op het te meten signaal houdt, sluit je eerst de krokodillenklem die aan de probe zit, aan op de massareferentie van de te testen schakeling. De algemene regel hierbij is dat je deze zo dicht mogelijk bij het signaal vastklemmt. In veel gevallen maakt dit echter weinig uit zolang deze maar ergens aan massa hangt (**figuur 6**). Het kan zelfs handig zijn om de krokodillenklem van een tweede probe te gebruiken alleen voor de massa-aansluiting, zodat je de krokodillenklem van de meetprobe kunt verwijderen en deze niet in de weg zit.

Over massa gesproken

Merk op dat massa niet geaard hoeft te zijn, het kan elke spanning of signaal in de

schakeling zijn zolang die maar voor elk kanaal hetzelfde is. Merk ook op dat de probe-massa meestal is aangesloten op de oscilloscoop-aarde die op zijn beurt met de lichtnet-aarde verbonden kan zijn. Dus als je de probe-massa op iets anders dan aarde aansluit kunnen kortsluitingen en gevaarlijke situaties ontstaan (**figuur 7**). Sluit de krokodillenklem daarom altijd aan op aarde tenzij je precies weet wat je doet.

Horizontaal of tijdbasis

Met de knop in de sectie Horizontal kun je in- en uitzoomen op de tijdschaal en kun je het signaal naar links of naar rechts verschuiven. Meestal staat het midden van het scherm voor de nulwaarde.

Triggering

Inmiddels neem ik aan dat je al iets op het scherm van de oscilloscoop ziet, maar misschien is dat niet zo? Een reden hiervoor kan zijn dat het signaal buiten het scherm valt. Gebruik de verticale positieregeling om het te vinden. Een andere reden kan zijn dat de helderheid te gering is. Als dat zo is moet je die opvoeren. Ook kan er een triggerprobleem zijn. Indien je oscilloscoop een *Auto Setup*-knop of zoiets heeft (**figuur 8**) is dit een goed moment om daar eens op te drukken. Daarna zie je misschien niet wat je had verwacht, maar je zou op zijn minst *iets* moeten zien. Gebruik de verticale en horizontale regelaars om het signaal binnen het gewenste bereik te brengen.

Triggering is wat een oscilloscoop echt bruikbaar maakt, omdat het je in staat stelt om

je te concentreren op het interessante deel van een signaal. Er is wel een trigger nodig om een meting te starten. Als er geen trigger is start de meting niet en zie je niets. Dit is de reden waarom een oscilloscoop verschillende opties voor triggering biedt. Je zou zelfs kunnen stellen dat hoe meer triggeropties een oscilloscoop heeft, des te beter hij is. Elke fatsoenlijke oscilloscoop heeft (volgens mij) op zijn minst automatische en normale triggering, een instelbaar triggerniveau, triggering op stijgende en dalende of positieve en negatieve flanken en een externe triggeringang.

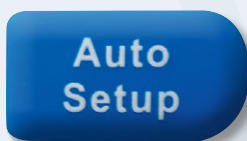
Als eerste moet je kiezen waar het triggersignaal vandaan komt. Meestal is het één van de signalen die je wilt bekijken, maar het kan ook een signaal zijn dat door een ander apparaat wordt gegenereerd.

Automatische triggering

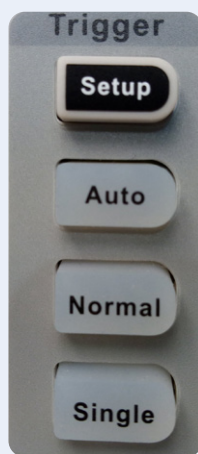
Automatische triggering is het gemakkelijkst te gebruiken (**figuur 9**). In deze modus beslist de oscilloscoop zelf wanneer hij moet triggeren en kan de gebruiker het triggerniveau instellen en de signaalfank kiezen waarop moet worden getriggerd. Deze modus is handig om snel te zien of er 'iets gaande is' op een ingang, of om simpelweg een gelijkspanning te meten.

Normale modus

In de normale modus wordt de oscilloscoop alleen getriggerd wanneer het triggerniveau en de flank kloppen (of welke triggerinstelling je ook hebt gemaakt). Na een trigger loopt de meting door totdat de rechterkant van het



Figuur 8. De Auto Setup-knop kan je helpen uw meetsignaal te vinden, maar het resultaat is misschien niet waar je op hoopte.



Figuur 9. Verwar de Auto Trigger-knop niet met de Auto Setup-knop. De automatische triggermodus is handig om snel een meting in te stellen voordat je overschakelt naar de normale modus.



Figuur 10. Met de knoppen Run, Stop en Single kunnen infrequente meetsituaties worden vastgelegd of metingen worden bevroren zonder dat het signaal verdwijnt.

scherm is bereikt. Een nieuwe trigger is nodig om de meting opnieuw te starten. Als je het triggerniveau te laag of te hoog instelt loopt de trace vast of wordt deze mogelijk niet weergegeven omdat hij nooit wordt getriggerd. Deze modus is handig voor onregelmatige meetsituaties of om op speciale gebeurtenissen te bekijken.

Run/Stop en Single

Waarschijnlijk heeft je oscilloscoop een **Run/Stop**- en een **Single**-knop (**figuur 10**). Met **Run/Stop** knop kun je het display bevroren, wat handig is als je een signaal in detail wilt bestuderen zonder dat een nieuwe trigger het kan wijzigen of laten verdwijnen. Druk nogmaals op de knop om deze modus te verlaten.

De **Single**-knop kan worden gebruikt wanneer een situatie slechts af en toe optreedt, bijvoorbeeld alleen bij het inschakelen, of na het indrukken van een knop, of wanneer het niet periodiek is. Nadat de trigger is opgetreden wordt de meting slechts één keer uitgevoerd en komt de oscilloscoop vervolgens in de Stop-modus. Je moet op **Run** of **Single** drukken om een nieuwe meting te starten. Druk nogmaals op **Single** of **Run** om terug te gaan naar de normale modus (welke knop moet worden ingedrukt hangt natuurlijk af van de oscilloscoop).

Afhankelijk van de oscilloscoop kunnen er meer triggeropties zijn. Typische andere opties betreffen het triggeren op beide flanken, of op een specifiek interval tussen flanken (een soort puls dus) of het triggeren op een *sequence*, binnen of buiten een venster, met

vertraging of wat dan ook. Zoals ik al eerder zei, hoe meer triggeropties des te beter. Hier houden we het even voor gezien. Je oscilloscoop heeft waarschijnlijk nog diverse andere knoppen die niet in dit artikel worden behandeld. Maar nu je weet hoe je een stabiel signaal op het scherm kunt krijgen, kun je deze andere functies zelf uitproberen. Wat je ook doet – bedenk altijd dat je, voordat je iets gaat meten, op zijn minst een idee moet hebben van wat je kunt verwachten, zodat je het resultaat kunt vergelijken met wat je verwacht. Als je niet weet wat je kunt verwachten, dan kun je ook niet beoordelen of wat je ziet al dan niet klopt. ◀

200661-03

Vragen of opmerkingen?

Hebt u technische vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? We zijn ons ervan bewust dat het artikel onvolledig is en dat we hier en daar kort door de bocht zijn gegaan. Dit artikel is niet bedoeld voor experts. Stuur bij vragen een e-mail naar de auteur via clemens.valens@elektor.com of naar de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.



GERELATEERDE PRODUCTEN

- Owon SDS1022 2-ch Digital Oscilloscope (20 MHz) (SKU 18898)
www.elektor.nl/18898
- LabNation SmartScope USB Oscilloscope (SKU 17169)
www.elektor.nl/17169
- PeakTech 1375 All-in-one 4-ch Oscilloscope (100 MHz, 1 GS/s) (SKU 19316)
www.elektor.nl/19316
- JYE Tech DSO Coral 112A Oscilloscope (SKU 18319)
www.elektor.nl/18319