

# Zes in één multiscoop

## Geïntegreerde oscilloscoop met spectrumanalyzer

De oscilloscoop is waarschijnlijk het meetinstrument dat het laatste decennia de meeste veranderingen heeft ondergaan. Elk jaar zien we dat dit apparaat weer meer kan, een groter frequentiebereik heeft, sneller is en vooral meer functionaliteit in zich herbergt. Tektronix heeft onlangs weer laten zien dat zij volop meegaan in deze stroom van veranderingen. Zij hebben een oscilloscoop op de markt gebracht die je eerder een multiscoop kunt noemen.

Analoge signalen als functie van de tijd op een beeldscherm weergeven is nog altijd de basis van een oscilloscoop, maar sinds de introductie van de digitale oscilloscoop zijn daar vele functies bij gekomen. Als eerste waren dat rekenkundige functies en de logic analyzer en met de komst van snelle processoren en grote hoeveelheden geheugen ook functies zoals signaalrecording en protocolanalyse. Snelle processoren maken het ook mogelijk om ingewikkelder rekenkundige bewerkingen op het ingangssignaal uit te voeren waaronder FFT om zo ook het spectrum van het ingangssignaal weer te kunnen geven.

Het uitgebreide geheugen biedt ook de mogelijkheid om het gemeten signaal te reproduceren zodat er een arbitrary-functiegenerator ontstaat die weer ingezet kan worden bij de diverse meettaken van de oscilloscoop. Zo langzamerhand is de oscilloscoop een multimeter aan het worden die voor vele doeleinden inzetbaar is. Dit gaat zeker op voor de nieuwe serie oscilloscopen van Tektronix. Hierin treffen we zelfs een echte spectrumanalyzer aan die onafhankelijk van de oscilloscoop gebruikt kan worden.

### De meettaken

Ondanks dat de wereld steeds meer digitaal wordt, blijft het meten van de analoge waarde van signalen meer dan belangrijk. Daarbij zien we dat het niet alleen gaat om de spanning of stroom. Dit maakt dat de oscilloscoop nog altijd naast de multimeter het meetinstrument is dat het meest gebruikt wordt. Daarbij zijn alle functies die we tegenwoordig op een oscilloscoop vinden uiterst handig. Menig project bevat immers niet alleen analoge delen, maar ook digitale en hoog-



frequente schakelingen. De oscilloscoop moet hier allemaal mee overweg kunnen. Tegelijkertijd op het scherm naast golfvormen ook meetwaarden, spectrums en trends kunnen weergeven, is dan ook iets dat we meer en meer zien bij de hedendaagse oscilloscopen. Een golfvorm op zich zegt immers al een heleboel, maar het plaatje wordt nog completer als tegelijkertijd ook bijvoorbeeld het spectrum weergegeven wordt.

### FFT versus spectrumanalyzer

Dat de FFT-functie heel handig is, hoeven we niet uit te leggen, maar wat menigeen zich niet realiseert is het feit dat een FFT-functie ook de nodige beperkingen heeft. Als eerste moet u bedenken dat het uitvoeren van een FFT de nodige rekenkracht van de processor vraagt en dat het op het beeldscherm weergegeven spectrum altijd iets achterloopt ten opzichte van het ingangssignaal. Hoe groot de vertraging is, is afhankelijk van o.a. de kloksnelheid van de processor in de oscilloscoop en wat er nog meer aan functies afgehandeld moeten worden. In veel gevallen zal de vertraging beperkt zijn en geen problemen geven bij de metingen, maar het is wel iets dat u in uw achterhoofd moet houden. Veel oscilloscopen hebben namelijk een dusdanig snelle processor aan boord waardoor vele malen per seconde het spectrum berekend kan worden.

Veel belangrijker zijn de beperkingen met betrekking tot het dynamisch bereik. Op een enkele uitzondering na zijn oscilloscopen uitgevoerd met 8-bits ADC's die het analoge ingangssignaal omzetten naar digitaal. Dit

wil dus zeggen dat er maar 256 stappen zijn waardoor ook de uitkomst van de FFT beperkt is. Kleine pieken in het spectrum naast een grote hoofdpijk kunnen daardoor wegvallen. U ziet dan daardoor niet exact wat er aan de hand is met alle eventuele gevolgen van dien.

Vergelijken we het resultaat van een FFT-berekening met dat wat een echte spectrumanalyzer op het scherm weergeeft, dan is allereerst de resolutie het grootste verschil. Bij een echte spectrumanalyzer wordt immers geheel analoog door te scannen het gehele spectrum bekeken. Hiervoor wordt een superheterodyne-ontvanger gebruikt die als uitgangssignaal een gelijkspanning levert waarvan het niveau in de tijd overeenkomt met de signaalniveaus van het spectrum. Aangezien de analyzer het spectrum niet met een hele hoge frequentie scant, kan voor het omzetten van het analoge meetsignaal een goedkope ADC gebruikt worden met een hoge resolutie waardoor het dynamisch bereik aanzienlijk groter is dan dat van de FFT-analyzer met een 8-bits ADC.

Doordat ook het scannen van het spectrum tijd kost, kan ook de normale spectrumanalyzer gebeurtenissen in het spectrum missen. Bedenk daarbij dat de scantijd afhankelijk is van de breedte van het frequentiegebied dat gemeten wordt. Ook kan de meetontvanger, die met behulp van een VCO het gehele frequentiegebied doorloopt, dit niet met een hoge frequentie doen omdat dit anders ringing oplevert in de bandpass-filters van de ontvanger.

### Ingebouwde spec

De verschillen tussen een FFT-analyzer en een spectrum-analyzer en het feit dat de spectrumanalyzer als zelfstandig meetinstrument nagenoeg geen rekenkracht van de processor vraagt, zijn voor Tektronix reden geweest om in hun nieuwste oscilloscopen een echte spectrumanalyzer in te bouwen die een eigen ingang heeft en daarmee onafhankelijk zijn meettaak verricht. Als eerste zijn dat de Mixed Domain Oscilloscopes uit de MDO4000B serie (figuur 1). Deze serie is de vervanger van de MSO4000B-serie en

wat oscilloscoop betreft hieraan vergelijkbaar (max. vier analoge ingangen, 16 digitale ingangen en een bandbreedte van 100 MHz tot 1 GHz). Nieuw is dat in de MDO-serie een spectrumanalyzer ingebouwd is die kan meten tot 3 of 6 GHz, afhankelijk van het type.

Helemaal nieuw is de MDO3000B-serie (figuur 2). Dit zijn geïntegreerde oscilloscopen die een spectrumanalyzer, een logicanalyzer, een protocol-analyzer, een arbitraire-functiegenerator en een digitale voltmeter bevatten. Hiermee vervangt de MDO3000 een werktafel vol met dure, gespecialiseerde meetapparatuur en biedt de tools die nodig zijn voor het testen en debuggen van vrijwel elk embedded design. Daarnaast heeft Tektronix de MDO3000 zo ontwikkeld dat het meetinstrument volledig aanpasbaar is zodat klanten kunnen beginnen met de functionaliteit en prestaties die ze nu nodig hebben om ze eventueel later te kunnen uitbreiden.

Volgen Tektronix verandert de MDO3000 fundamenteel de regels voor het aanbieden van de functionaliteit van de oscilloscoop door zes onafhankelijke instrumenten in één apparaat te bieden zonder de aanzienlijke kosten van de afzonderlijke instrumenten. "De voordelen van geïntegreerde, multi-instrument oscilloscopen zijn zeer overtuigend op meerdere niveaus", zegt Dave Farrell, general manager Mainstream oscilloscopen bij Tektronix. "Naast de kostenbesparingen, bespaart de MDO3000 ruimte op de werkbank van de ingenieur, verbetert bruikbaarheid met dezelfde fundamentele bediening voor meerdere instrumenten en zorgt voor toegang tot alle instrumenten die je nodig hebben. Er is geen noodzaak om een spectrumanalyzer of functiegenerator bij de meettaak er bij te halen als die al in de oscilloscoop zijn ingebouwd."

### Zes in één

Met de MDO3000 Series, kunnen ingenieurs beginnen met de minimale prestatie- en functionele niveaus die ze nodig hebben om het project te verwezenlijken dat ze onder handen hebben met de wetenschap dat hun test-platform kan worden opgewaardeerd. Bij de upgrades van de prestaties gaat het om de analoge bandbreedte van de oscilloscoop en de maximale ingangsfrequentie van de spectrumanalyzer. Bij de functionele uitbreidingen hebben we het over toevoeging van digitale kanalen, protocolanalyse, functiegenerator of digitale voltmeter. In de meest uitgebreide vorm bevat de oscilloscoop zes verschillende meetinstrumenten die onafhankelijk van elkaar gebruikt kunnen worden. Uiteraard is het apparaat zo opgebouwd dat u wel de relatie tussen de verschillende functies zichtbaar kunt maken. Zo zijn triggers te koppelen waardoor bijvoorbeeld het verband tussen het spectrum en dat wat er op de digitale ingangen gebeurt, zichtbaar gemaakt kan worden.

De MDO3000 serie oscilloscopen zijn voorzien van 2 of 4 analoge ingangskanalen met bandbreedtes van 100 MHz tot 1 GHz, 16 digitale ingangen en een HF-ingang voor de spectrumanalyzer die in principe een frequentiebereik heeft van 9 kHz tot de bandbreedte van de oscilloscoop. Deze HF-ingangsfrequentie kan worden uitgebreid tot 3 GHz. Uniek aan de spectrumanalyzer is het feit dat hij in één sweep de totale band kan scannen. Bij de meeste spectrumanalyzers is dit slechts een beperkt frequentiegebied. Veelal niet meer dan 10 MHz alhoewel dure exemplaren soms ruim het tienvoudige aan kunnen, maar bij de MDO3000 kan de totale 3 GHz in één keer op het scherm zichtbaar gemaakt worden. De kans dat men iets mist in het spectrum is daarmee zeer klein geworden.

De protocolanalyzer is bedoeld voor het analyseren van seriële datastromen. Hierbij gaat het om de gangbare bussen zoals I2C, SPI, RS-232, USB 2.0, CAN, LIN, FlexRay, MIL-STD-1553 en Audio. Hierbij wordt dankbaar gebruikgemaakt van de nieuwe FastAcq functie die er voor zorgt dat de MDO3000 meer dan 280.000 golfvormen per seconde vast kan leggen. Om deze overzichtelijk op het scherm weer te kunnen geven, is ook deze oscilloscoop-serie uitgevoerd met een digitaal fosfor display. Dit wordt al jaren door Tektronix toegepast en maakt het mogelijk om gemakkelijk zeldzame afwijkingen in een signaal op te sporen.

Uiteraard is de oscilloscoop uitgerust met een groot aantal verschillende trigger-functies om ook hiermee elke denkbare signaalverandering te vangen en weer te kunnen geven. Daarbij kan er zowel getriggerd worden op gebeurtenissen in de golfvorm, het spectrum of de digitale signalen die met de logicanalyzer gemeten worden.

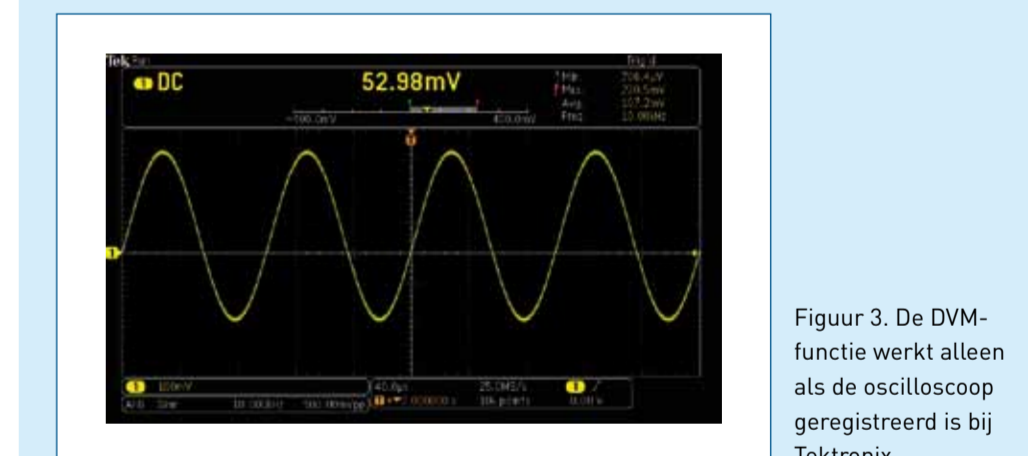
De geïntegreerde, optionele 50 MHz arbitraire-functiegenerator is meer dan twee keer sneller dan bij vergelijkbare generatoren met acht keer meer recordlengte voor de willekeurige golfvorm. Dit geheugen kan gebruikt worden voor zelf samen te stellen golfvormen, maar kan ook vanuit de oscilloscoop gevuld worden. Hierdoor kan er getest worden met reële signalen die eventueel aangepast kunnen worden om zo stoorsignalen en ruis te simuleren. Daarnaast kan de generator ook een aantal standaardsignalen opwekken die natuurlijk ook als basis voor een eigen signaal gebruikt kunnen worden. De geïntegreerde digitale voltmeter (DVM - figuur 3) is geschikt voor het meten van de RMS-waarde van AC-spanningen en uiteraard de DC-waarde, maar ook kan hij beide tegelijkertijd meten wanneer het gaat om een op een gelijkspanning gesuperponeerde wisselspanning. Daarnaast kan hij in 5 digits de frequentie van de gemeten spanning weergeven. Alle meetwaarden van de DVM worden redelijk groot in het scherm direct zichtbaar gemaakt. De functie DVM is standaard op alle modellen van de MDO3000 beschikbaar, maar werkt overigens pas nadat u de oscilloscoop geregistreerd is.



Figuur 1. De MDO4000 is de opvolger van de MSO4000 en is voorzien van een echte spectrumanalyzer.



Figuur 2. De MDO3000 bevat 6 onafhankelijke meetinstrumenten in één.



Figuur 3. De DVM-functie werkt alleen als de oscilloscoop geregistreerd is bij Tektronix.



### Ter afsluiting

Standaard worden bij de oscilloscoop passieve probes geleverd met een ingangscapaciteit van slechts 3,9 pF. Hierdoor wordt de schakeling veel minder belast en komen met name bij de hogere frequenties de gemeten signalen veel beter overeen met de werkelijkheid. Is de scoop uitgerust met de logic-analyzer, dan worden hiervoor ook de probes standaard meegeleverd.

Opvallend is dat elk apparaat uitgeleverd wordt met alle noodzakelijk elektronica al compleet ingebouwd. Dit houdt in dat bij een update naar een uitgebreidere versie, er alleen software aangepast moet worden met behulp van een software option key die eenmalig door de oscilloscoop gelezen moet worden. De oscilloscoop is daarmee direct klaar voor gebruik en hoeft niet teruggestuurd te worden gestuurd voor het inbouwen van de extra functionaliteit. Elk apparaat wordt dus in principe in de meest uitgebreide versie geleverd, alleen zijn de nog niet betaalde functies uitgeschakeld.

Voor de oscilloscoop zijn ook een groot aantal hulpmiddelen beschikbaar die voor bepaalde meettaken zeer handig zijn. In de datasheet leest u hier meer over. Ook geeft de datasheet

u alle informatie en technische specificaties waar we in dit verhaal niet de ruimte voor hadden om daar nader op in te gaan.

Voor meer informatie zie [www.etotaal.nl/achtergrond](http://www.etotaal.nl/achtergrond). Artikel "Zes in één multiscoop".

CN Rood  
[www.cnrood.com](http://www.cnrood.com)

Ewout de Ruiter