



Figuur 1. De Moku:Lab heeft twee analoge in- en uitgangen en is aan de bovenkant van de behuizing voorzien van een gleuf die dienst doet als tabletstandaard.



Automatisch testen en samenwerken aan testresultaten

Stuart Cording (voor Mouser Electronics)

Als het gaat om het testen van complexe toepassingen, zijn een paar hulpmiddelen essentieel, zoals deze samplers uit het assortiment van Mouser Electronics.

De hedendaagse toepassingen worden steeds complexer, niet alleen het ontwikkelen, maar ook het testen. Steeds vaker is testautomatisering nodig, zelfs tijdens de onderzoeks- en ontwikkelingsfase, om die hardnekkige, sporadische en ongrijpbare problemen aan te pakken. Testsessies 's nachts of in het weekend vereisen flexibele en programmeerbare test- en meetapparatuur voor het uitvoeren van een groot aantal testcases. De metingen moeten vervolgens worden opgeslagen voor evaluatie ter ondersteuning van de jacht op die vervelende bug!

Gelukkig is er sprake van een groeiend aanbod aan test- en meetapparatuur met mogelijkheden op het gebied van automatisering en het delen van resultaten. Kwalitatief hoogwaardige leveranciers blijven het aantal aangeboden functies uitbreiden en garanderen met hun certificatieschema's gekalibreerde resultaten. Dan is er een reeks nieuwe namen. Deze leveranciers richten zich vaak op het bieden van ongeëvenaarde niveaus van meetflexibiliteit in combinatie met ondersteuning voor integratie in handgebouwde HIL (hardware-in-the-loop) testoplossingen. Dit is ideaal voor onderzoeks- en ontwikkelingsteams die hun ontwerp snel moeten testen en itereren,

maar geen toegang hebben tot vijf- of zescijferige budgets voor meetinstrumenten of een professionele HIL-opstelling.

Ultieme meetflexibiliteit en headless-test

De laatste tijd zien we een aanzienlijke groei in headless-meetapparatuur, d.w.z. apparaten die voor het weergeven van meetresultaten volledig vertrouwen op laptops, computers of tablets geïnstalleerde software. Deze berusten doorgaans op FPGA (field-programmable gate array) SoC (system-on-chip) apparaten, gekoppeld aan high-speed analoge front-ends en DAC's (digital-to-analog converters). De FPGA stelt gebruikers in staat het instrument tijdens het proces opnieuw te configureren, zodat de tool bijvoorbeeld eerst als oscilloscoop, dan als signaalanalyser en vervolgens als PID-luscontroller te gebruiken is. Bovendien zijn ze dankzij de grote interne opslagcapaciteit ook ideaal voor het vastleggen van metingen, of het nu een milliseconde-burst of een registratie van enige dagen betreft.

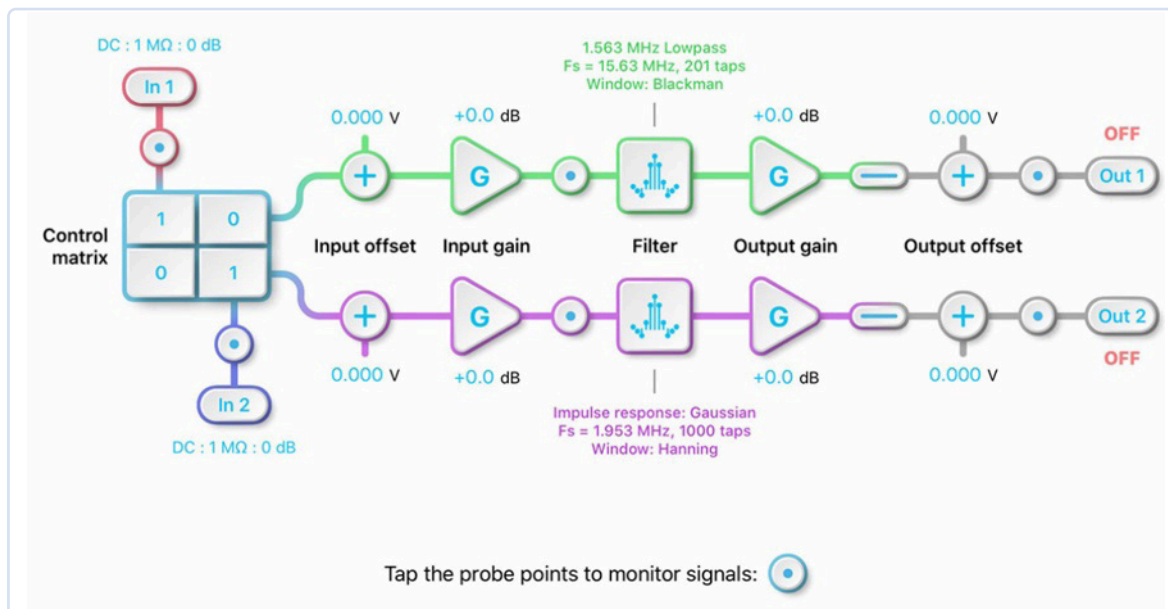
De Moku:Lab van Liquid Measurement [1] is zo'n herconfigureerbaar hardwareplatform. Dit lab biedt 12 verschillende instrumenten en wordt geleverd met software voor Windows en Mac OS desktops/laptops, en

als app voor de iPad. Dankzij zijn ronde behuizing met een diameter van slechts 20 cm (7,9") en een hoogte van 4,4 cm (1,7") past dit apparaat op iedere labtafel. De bovenkant is voorzien van een gleuf die tevens dienst doet als iPad-standaard. Gegevens, instellingen en screenshots kunnen, naast het gebruik van het interne geheugen, ook rechtstreeks worden gedeeld via Dropbox en andere clouddiensten, of worden verzonden per e-mail.

Het front is voorzien van vier verzonken BNC-connectoren. Het rechterpaar vormt de analoge uitgangen, met een bemonsteringsfrequentie van 1 GSa / s per kanaal met 16 bit resolutie en een bandbreedte (-3 dB) > 300 MHz. Het linkerpaar vormt de analoge ingangen, met een bandbreedte (-3 dB) van 200 MHz in 50 Ω en een bemonsteringsfrequentie van 500 MSa / s per kanaal met 12 bit resolutie. De interne tijdsbasis biedt een nauwkeurigheid van meer dan 500 ppb (**figuur 1**).

Aan de achterzijde zijn BNC-connectoren beschikbaar voor een externe 10 MHz-referentieklokingang en een 10 MHz-uitgang. Hiermee kunnen de signalen door meerdere Moku-apparaten worden opgevangen en met elkaar worden gesynchroniseerd. Het apparaat is tevens uitgerust met een triggeringang, evenals een ethernet-poort, een USB-interface, een USB-oplaadpoort (voor het opladen van een tablet), een SD-kaartslot en een DC-stroomingang, en heeft een connectiviteitsondersteuning via WiFi (802.11 b/g/n).

Onder de 12 ondersteunde instrumenten bevinden zich o.a. de gebruikelijke die u zou verwachten, samen met tools die tegelijkertijd gebruikmaken van de in- en uitgangen,



Figuur 2.
De Moku:Lab
FIR filterbouwer
verduidelijkt wat er
in het signaalpad
gebeurt en zorgt
voor een eenvoudige
configuratie.

waaronder een PID-controller met twee volledig configureerbare paden en een FIR filterbouwer voor eindige impulsresponsfilters met maximaal 14.819 coëfficiënten (figuur 2). Er is ook een Laser Lock Box inbegrepen. Deze maakt gebruik van de Pound-Drevel-Hall techniek [2] om de laserfrequentie te stabiliseren. Deze techniek vindt vooral haar toepassing in gravitatiegolfdetectoren, tijdmeting en atoomfysica.

Voor MATLAB, LabVIEW en Python zijn API's (Application Programming Interfaces) beschikbaar. Deze bieden talrijke

mogelijkheden voor het implementeren van geautomatiseerd testen en gegevensregistratie die allemaal worden ondersteund met voorbeelden gehost op GitHub [3]. Een robuuste en eenvoudige tweekanaals toepassing voor gegevensregistratie met Python vereist slechts enkele coderegels (figuur 3).

Lange termijn-testen bij thermische problemen

Soms wilt u de lange termijn zelfopwarming of de warmteafvoer van de behuizing van uw apparaat onderzoeken. In dergelijke

lijke gevallen kunnen infraroodcamera's een enorme hulp zijn bij het nauwkeurig lokaliseren van de warme en koude plekken. Teledyne FLIR is een begrip op het gebied van visuele temperatuurmeting. Zijn producten worden ondersteund door een grote hoeveelheid software om de gegevensanalyse, vergelijking en samenwerking te vereenvoedigen. Apparatuur zoals de MR265 [4] (figuur 4) komt met MSX (Multispectral Dynamic Imaging Technology) [5] (MSX®), die de beeldhelderheid verbetert ten opzichte van de traditionele infraroodinstrumenten voor beeldweergave. De unit bereikt dit door een warmtebeeldcamera van 160 × 120 (19.200 pixels) te combineren met een 2 MP visuele camera. Vanwege hun lagere resolutie leveren camera's met thermische beeldsensoren vaak een zeer wazig beeld.



Figuur 4: Warmtebeeldcamera's, zoals de Teledyne FLIR MR265.

```
from pymoku import Moku, StreamException
from pymoku.instruments import Datalogger
import time

m = Moku.get_by_name('Moku')

try:
    i = m.deploy_or_connect(Datalogger)

    # 100 samples per second
    i.set_samplerate(100)

    # Start data logger
    i.start_data_log(duration=10, use_sd=True, ch1=True, ch2=True,
                    filetype='bin')

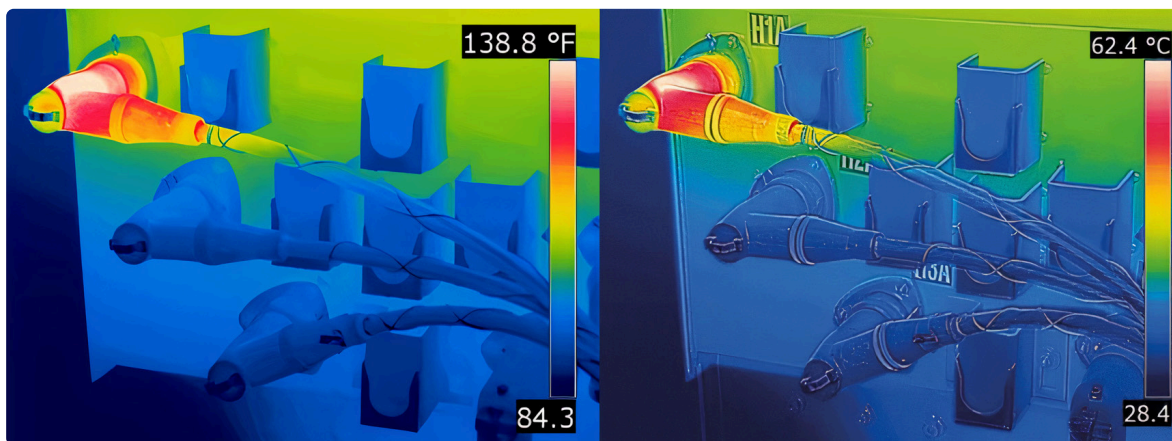
    # Upload the log file to the local directory
    i.upload_data_log()

    # Clean up
    i.stop_data_log()

except StreamException as e:
    print("Error occurred: %s" % e)
finally:
    m.close()
```

Figuur 3. Voorbeeld van een eenvoudige datalogger die de signalen van de twee analoge ingangen vastlegt, geschreven in Python voor Moku:Lab.

*Figuur 5:
Zonder MSX®
(links) ontbreken
de labels op dit
aansluitpaneel.
Met MSX® (rechts)
zijn de labels
duidelijk te zien en
wordt de algehele
beeldkwaliteit
aanzienlijk verbeterd.*



Met dergelijke hulpmiddelen gemaakte foto's kunnen zo slecht zijn, dat het haast onmogelijk is om de inhoud van de afbeelding te begrijpen zonder kennis te hebben van waar de foto is genomen. MSX® koppelt de thermische output aan een hoog-contrast beeld van de camera voor zichtbaar licht (**figuur 5**). Samen worden de zichtbare details in het beeld duidelijker en de thermische meting coherenter. Deze camera's worden ook ondersteund door de FLIR Thermal Studio Suite [6], die zowel individuele beelden als videostreams

kan verzamelen. U kunt delta's en formules toepassen voor beeldanalyse, terwijl de meetarmen worden gedefinieerd wanneer nodig. De resultaten kunnen eenvoudig worden gedeeld met collega's. Indien ondersteund, kan ook dubbele streaming worden ingeschakeld, zodat zowel zichtbaar licht als radiometrische video-opnames van het te meten doel kunnen worden opgeslagen. De MR265 biedt een 9 Hz updatesnelheid en meet temperaturen van 0 °C tot 100 °C (32 °F tot 212 °F) voor objecten op een afstand > 10 cm. Verder ondersteunt deze

unit ook vochtmetingen van 7 % tot 100 % via een ingebouwde pinloze meetsensor of afzonderlijk verkrijgbare kogel- en pinsondes. De resultaten worden weergegeven op de 2,8", 320 × 240 pixel TFT-kleurenscherm.

Geautomatiseerde metingen met traditionele labapparatuur

Hoewel zeer configureerbare, headless meetapparatuur in sommige gevallen aantrekkelijk is, kan een extra tablet of laptop voor de weergave van de resultaten een belemmering vormen. Soms is

Menu Bar
Access all feature and function settings by selecting a category from the menu bar.

10.1-inch Capacitive Touchscreen
Intuitive touchscreen gestures facilitate adjustment of waveform position and scale per division.

Advanced Triggering
Isolate the signal with advanced triggers including Edge, Slope, Pul, Video (HDTV supported), Window, Interval, Dropout, runt, Pattern and Serial.

Serial Bus Decoding
Edit serial bus decoding settings for I²C, SPI, UART, CAN and LIN. Additional protocols available with purchase of license key.

16-Channel Digital Port
Connect a logic analyzer probe to access 16 digital channels. Standard in MSO models and available as an upgrade for DSO models.

Two USB Host Ports
Connect USB flash drive to conveniently store and recall waveform data, setups and screenshots. Mouse and keyboard peripherals are supported as well.

Arbitrary Waveform Generator Output
The 50 MHz waveform generator comes standard in all 2560B models. Output signal supports Bode plot function.

*Figuur 6:
De B&K Precision
2569B-MSO biedt
vier 350MHz-
kanalen en een
16-bit digitale logic
analyzer.*

wat u weet gewoon beter. De B&K Precision 2560B Mixed Signal Oscilloscoop-serie [7] met een groot 10,1" capacitief touchscreen in combinatie met soft-touch- en draaiknoppen stelt in dit opzicht niet teleur. En met een diepte van slechts 111 mm (4,4") neemt hij niet veel ruimte in op de werktafel. Het topmodel 2569B-MSO biedt vier kanalen met een bandbreedte van 350 MHz en een 16-kanaals digitale poort (figuur 6). Het apparaat heeft tevens een geïntegreerde 50MHz-golfvormgenerator die een Bodediagram ondersteunt. Hierbij komen ook nog de geavanceerde activeringsopties, zoals edge, slope, pulse en video (inclusief HDTV), samen met seriële busdecodering voor de gangbare interfaces in ingebouwde systemen. Andere seriële interfaces, zoals CAN FD, FlexRay, I2S, MIL-STD-1553B en SENT, zijn verkrijgbaar als upgrade. Zowel de afstandsbediening als de gegevensvastlegging worden ondersteund via de USB- en ethernet-interfaces. Voor USB is een USBTMC (USB Test & Measurement Class) driver nodig. Dit NI-VISA product van National Instruments wordt aanbevolen [8], maar er zijn alternatieven als u bereid bent rond te kijken. GitHub biedt een selectie van projecten die USBTMC-apparaten in Python ondersteunen [9]. In combinatie

met de programmeerhandleiding van de 2560B-serie [10] is het mogelijk om scripts te ontwikkelen (figuur 7) die het vastleggen en registreren van gegevens automatiseren, evenals seriële gegevens decoderen, metingen uitvoeren of zelfs maskers definiëren voor het al dan niet aangeven of het testen van signalen aan de eisen voldoen.

Testen, testen en nog eens testen

Hoewel de meeste ontwikkelingsingenieurs hun dag het liefste aan de werktafel doorbrengen, is het opsporen van intermitterende storingen met een onduidelijke oorzaak een tijdrovende bezigheid. Gelukkig kan veel van de hedendaagse test- en meetapparatuur, zoals de hier besproken apparaten, worden gekoppeld aan software voor geautomatiseerd testen of gegevensregistratie. Dankzij de eenvoud en flexibiliteit van deze tools kunnen in enkele ogenblikken eenvoudige scripts of testprocedures worden opgesteld, vaak met open-source software, om een aanneme te testen. Zodra de oorzaak van de storing is gevonden, kunnen dergelijke tests worden opgeslagen en worden gebruikt als onderdeel van CI (continuous integration) tests om ervoor te zorgen dat de storing zich niet meer

voordoeft. De resultaten zijn ook eenvoudig te delen als logbestanden via diverse clouddiensten, e-mail of cloudplatforms van leveranciers. Zo kunnen de verschillende teams deskundige collega's van over de hele wereld inschakelen om de resultaten te bekijken en te evalueren. 

230189-03



Over de auteur

Stuart Cording is een freelance journalist die o.a. voor Mouser Electronics schrijft.

Hij is gespecialiseerd in video-content en straft naar technische diepgang en inzicht. Daardoor is hij vooral geïnteresseerd in de technologie zelf en hoe deze past in eindtoepassingen, en in voorspellingen over toekomstige ontwikkelingen. Mouser Electronics is geautoriseerd distributeur van halfgeleiders en elektronische componenten en richt zich op de introductie van nieuwe producten van zijn toonaangevende partners/fabrikanten.

```
import usbtmc
instr = usbtmc.Instrument(<VID>, <PID>, <SERIAL NUMBER>)
print(instr.ask("*IDN?"))
# returns 'BK Precision,2569B-MSO,XXXXXXXXXXXXXX,5.0.1.3.9R3'
```

Figuur 7: USBTMC USB-ondersteuning is te vinden in open-source projecten. Deze code, geschreven in Python, biedt toegang tot de oscilloscoop op basis van zijn VID en PID om zijn naam en serienummer te verkrijgen.

WEBLINKS

- [1] De Moku:Lab van Liquid Measurement: <https://bit.ly/3FI0BAW>
- [2] Pound-Drevel-Hall techniek: https://en.wikipedia.org/wiki/Pound%E2%80%93Drever%E2%80%93Hall_technique
- [3] Liquid Instruments op GitHub: <https://github.com/liquidinstruments>
- [4] MR265 : <http://bit.ly/3Zb4OUK>
- [5] Verbetering van multispectrale dynamische beeldvorming: <https://flir.com/globalassets/industrial/instruments/flir-msx-tech-note.pdf>
- [6] FLIR Thermal Studio Suite: <https://flir.eu/products/flir-thermal-studio-suite/>
- [7] B&K Precision 2560 B Mixed Signal oscilloscoopserie: <http://bit.ly/40tFNW7>
- [8] National Instruments NI-VISA product: <https://ni.com/en-gb/shop/software/products/ni-visa.html>
- [9] USBTMC-apparaten in Python: <https://github.com/python-ivi/python-usbtmc>
- [10] 2560B Series programmeerhandleiding: <https://bit.ly/40lx6gi>