

Printen in geringe aantallen produceren

met en zonder assemblage



Saad Imtiaz (Elektor)

Je hebt dus een print voor je schakeling ontworpen en getest, en nu wil je die in (kleine) hoeveelheden produceren. Maar als je niet de financiële reserves bezit om gewoon 10.000 geassembleerde printen te bestellen en ze ergens op te slaan om later op je gemak te verkopen, welke alternatieven heb je dan?

De eerste mogelijkheid die bij je opkomt is de printen zelf te assembleren. Dat is heel goed mogelijk als het om kleine aantallen gaat en de print niet te veel componenten heeft (**figuur 1**). Dat klinkt misschien eenvoudig, maar er zijn een paar dingen waar je aan moet denken voordat je begint.

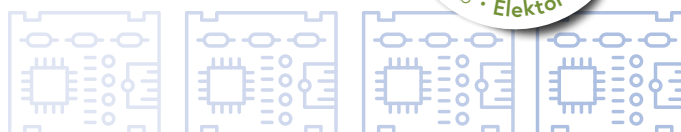
Eerst moet je een bedrijf kiezen dat de printen fabriceert. Dat kan een pooling-service zijn (zie het kader **Pooling**) als je maar een paar printen nodig hebt. Maar als je er (enkele) honderden nodig hebt, dan is het voordeliger om de offertes te vergelijken van diverse fabrikanten die niet poolen.

Component sourcing

Als je het printontwerpproces in de juiste volgorde hebt uitgevoerd, heb je al een onderdelenlijst (bill of materials – BoM) met voor elk onderdeel alle gegevens van de fabrikant en een adres van een bedrijf waar je het onderdeel kunt kopen. Het zou ideaal zijn als je voor alle onderdelen één enkele leverancier had, maar in de meeste gevallen is dat niet het geval. Om alle onderdelen te kopen moet je verschillende leveranciers in de arm nemen, en elke leverancier brengt verzendkosten in rekening. Slim winkelen bespaart je dus geld. Tegelijkertijd kost het je tijd, dus het is belangrijk om die twee tegen elkaar af te wegen.

Het board assembleren

Zodra je de printen en de componenten hebt, is het tijd om de printen te assembleren. Heb je het gereedschap dat hiervoor nodig is? Een kleine soldeerbout (**figuur 2**) is wellicht prima om een prototype in elkaar te zetten, maar werkt hij comfortabel genoeg om twintig, vijftig of honderd printen te assembleren? En de onderdelen – zijn het alleen through-hole componenten, alleen SMT, of is het een mix? Meestal wil je montagetechnieken niet combi-



neren omdat dit de assemblage van printen bemoeilijkt. Alleen SMT is mooi omdat de print in een oven gesoldeerd kan worden. Het plaatsen van dergelijke onderdelen op de print is echter een delicaat karwei. En hiervoor is soldeer pasta nodig – heb je een stencil besteld om die goed aan te brengen? Hoe ga je het stencil uitlijnen op tientallen printen? Dat is gemakkelijker als de printplaten in een houder zitten.

Testen

Nadat de printen zijn geassembleerd, moeten ze worden getest. Hiervoor heb je geschikte apparatuur nodig. Het bouwen van een testopstelling of een programmer (of eventueel beide) kan een goed idee zijn.

Verkopen en verzenden

Als je ooit iets hebt verkocht op een site zoals eBay, dan weet je dat iets verkopen lastiger is dan alleen maar een koper vinden voor het product. Verkopen omvat ook factureren, in- en verpakken en verzenden, en dat kost allemaal tijd en geld.

Wat zijn de opties?

In feite moeten de hierboven genoemde problemen worden opgelost voor elke productiemethode die je kiest, van één exemplaar tot massaproductie. En omdat de productie van printen een complex proces is, zijn er veel bedrijven die diensten aanbieden om het je gemakkelijker te maken. Natuurlijk heeft alles een prijs, dus het is aan jou om het juiste compromis te vinden tussen kosten, tijd en gemoedsrust.

PCBA-pooling

Sommige printfabrikanten bieden een assemblageservice aan. Dit zijn zogenaamde PCBA-leveranciers, waar de 'A' voor 'assemblage' staat. Dus in plaats van een kale print bij hen te bestellen, kun je een volledig geassembleerde print bestellen. Dat klinkt handig, toch? Dat is het ook, maar er hangt niet alleen een prijskaartje aan, het maakt het zoeken naar componenten ook ingewikkelder. Jij hebt jouw BoM en zij hebben hun inventaris, en die twee zullen niet voor elke component overeenkomen – en misschien zelfs



Figuur 1. Print met bijbehorende componenten.

voor geen enkele component. Daarom moet je elk onderdeel op je componentenlijst zorgvuldig vergelijken met de onderdelen die het assemblagebedrijf voorstelt. Dat kost veel tijd. En natuurlijk is niet elk onderdeel op voorraad of zelfs maar leverbaar, waardoor kosten en tijdschema's twijfelachtig worden. Je kunt het ontwerp van je schakeling bij voorbaat aanpassen aan de voorraad van het assemblagebedrijf om deze stap te vereenvoudigen.

De meeste PCB pooling-services bieden ook assemblage aan (figuur 3) in combinatie met component sourcing, wat zeer nuttig kan zijn om je de hectische klus van het vinden en vervolgens solderen van de componenten uit handen te nemen; het solderen van een paar PCB's kan leuk zijn, maar meer dan een paar kan een kwelling worden.

Het bestellen van de assemblage van een print is bijna gelijk aan het bestellen van een kale print, maar de fabrikant vereist enkele extra gegevens, zoals het aantal componenten waarvan er maar één wordt gebruikt, het aantal SMD- en through-hole-onderdelen enzovoort (figuur 4). Het is een goede gewoonte om deze informatie toe te voegen aan de BoM en naast de naam van de componenten het type te vermelden. Dit voorkomt vergissingen door de fabrikant en bespaart tijd bij het afhandelen van de bestelling. De fabrikant zal je een offerte geven voor de assemblageservice nadat je informatie hebt gegeven over de componenttypes en -hoeveelheden enzovoort. In deze offerte zijn de kosten van de componenten niet inbegrepen. Nadat je je bestelling hebt ingediend, zal het ondersteuningsteam van de fabrikant zich ermee gaan bemoeien en je informeren of de componenten en hun referenties in de BoM overeenkomen met je print – of niet. Zij zullen je dan een offerte geven voor de componenten.

Om geld te besparen op componenten moet je de prijs van de componenten zorgvuldig bekijken en vergelijken met andere bronnen zoals Mouser, DigiKey en AliBaba (figuur 5). Het is redelijk om met hen in zee te gaan als de componenten een eerlijke prijs hebben en de juiste componenten worden aangeboden door de fabrikant. Meestal zijn sommige componenten niet beschikbaar en andere hebben een hogere dan de normale prijs. In dat geval is het beter om de componenten van AliBaba-resellers te betrekken, omdat zij meestal een veel lagere prijs bieden dan de PCB



Figuur 2. Digitaal soldeerstation.

Assembly Service The PCBs above need assembly

3 flexible options: ☒ **Turnkey** PCBWay supply parts ☐ **Kitted or Consigned** Customer supply parts ☐ **Combo** You supply some parts we do the rest

Board type: Assembly side(s):

We suggest choose to do panel if single PCB qty is more than 20pcs or any side of single board is smaller than 50mm.

* Quantity: pcs

Please fill in total quantity of single PCBs.

* Pay attention: Contains sensitive components/parts: ☒ No ☐ Yes

Do you accept alternatives/substitutes made in China? ☒ No ☐ Yes

+ Other Parameters (Fill in to get the exact price, or leave it blank to wait for final quote.) More v

+ Customized Services and Advanced Options More v

Detailed information of assembly: Please fill in detailed technical information about the PCB assembly, other shell assembly, cable soldering, fuse wires, rivets, etc.

Price does not include PCB fabrication or the cost of components, exact quotation will be updated after all the files you uploaded pass review or contact Service@pcbway.com for help. Need a quick and accurate quote? Need an efficient production? Please read [SMT Ordering Necessary Files & Info](#) in 1 minute. Thank you very much!

Figuur 3. Diverse assemblage-opties bij PCBWay.

Other Parameters (Fill in to get the exact price, or leave it blank to wait for final quote.) Hide ^

They can be left blank if you're not sure about the number of Unique Parts, SMT Parts, BGA/QFP Parts or THT parts.

Number of Unique Parts: Example no. of Unique Parts: 6 kinds

Number of SMD Parts: Total number

Number of BGA/QFP Parts: Total number

Number of Through-hole Parts: Total number

+ Customized Services and Advanced Options More v

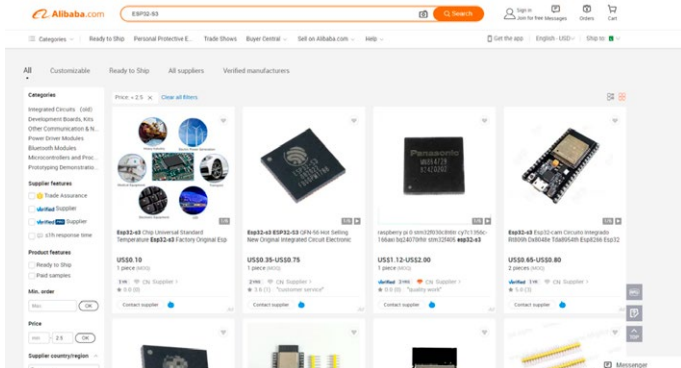
Detailed information of assembly: Please fill in detailed technical information about the PCB assembly, other shell assembly, cable soldering, fuse wires, rivets, etc.

Price does not include PCB fabrication or the cost of components, exact quotation will be updated after all the files you uploaded pass review or contact Service@pcbway.com for help. Need a quick and accurate quote? Need an efficient production? Please read [SMT Ordering Necessary Files & Info](#) in 1 minute. Thank you very much!

Figuur 4. Andere parameters voor assemblage-services bij PCBWay.

Pooling

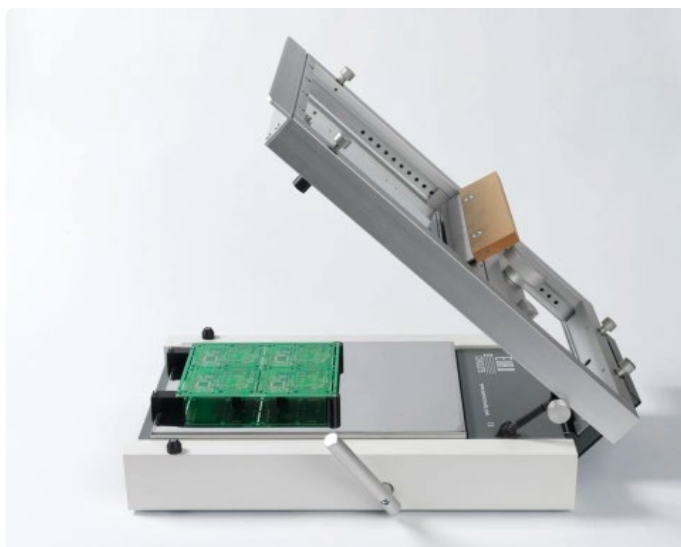
Printplaten worden vervaardigd in een zogenaamd productiepaneel. Hetzelfde productiepaneel kan printplaten met dezelfde specificaties voor verschillende klanten bevatten. Dit samenvoegen van gerelateerde orders wordt pooling genoemd. Pooling bevordert de flexibiliteit en verlaagt de productiekosten.



Figuur 5. Chinese onderdelenleveranciers bij Alibaba.



Figuur 6. LumenPnP van Opulo.



Figuur 7. De eC-stencil-mate printer van Eurocircuits.

pooling-service (en dat kan vaak nog verder verlaagd worden door te onderhandelen met de reseller). Het is het beste om gesprekken aan te gaan met drie of meer distributeurs voordat je er één kiest die betrouwbaar is en het beste aanbod heeft.

Na een overeenkomst met een van de wederverkopers moeten de componenten naar de PCB pooling-service gestuurd worden. Zorg er daarom voor dat het adres van de fabrikant van de printen goed op het pakket staat. Vraag de verkoper om een foto van het pakket met het adres en het trackingnummer. Dit zorgt ervoor dat alles in orde is en dat de zending gevolgd kan worden. Het is een goed idee om het trackingnummer en de foto van het pakket te delen met het supportteam van de pooling-service. Dit voorkomt vertragingen in de orderverwerking. Een soepel assemblageproces wordt gegarandeerd door effectieve communicatie met zowel de fabrikant als de onderdelenleverancier.

Vijf-sterren-service

Aan de andere kant zijn er bedrijven die je je BoM kunt sturen en die alle onderdelen voor je kopen. Omdat ze veel klanten hebben, kunnen ze in grotere aantallen inkopen dan jijzelf, wat de prijs van de BoM drukt. Deze bedrijven kunnen ook de print voor je bestellen, waardoor er weer een taak van je lijst verdwijnt. Ze kunnen de printen ook voor je assembleren en ze voor je programmeren en testen. Sommige zullen zelfs de printen voor je opslaan en verzenden. Maar daar hangt natuurlijk wel een prijskaartje aan. Ook al is het superhandig, er zit een addertje onder het gras: veel van deze bedrijven accepteren alleen bestellingen vanaf bijvoorbeeld honderd printen, wat misschien net te veel is voor wat je in gedachten had. En ze accepteren wellicht alleen zakelijke klanten, wat betekent dat je eerst een bedrijf moet oprichten.

Zelf assembleren?

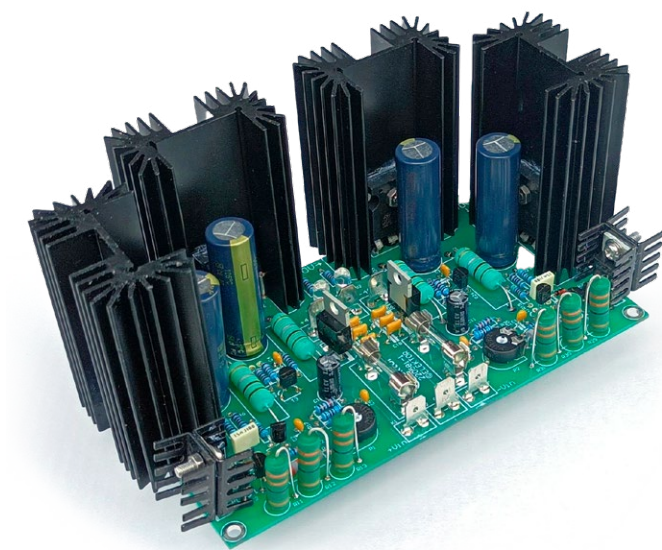
Zelf printen assembleren kan de goedkoopste oplossing zijn, als je de uren die je erin moet steken niet meetelt. Vooral voor SMD-printen hebben allerlei goedkope assemblagetools het licht gezien, van kleine pick&place-machines, stencilprinters tot reflow-ovens en -platen. Voor een paar duizend euro kun je aan de slag. Maar is het zo'n investering waard als je maar honderd printen te doen hebt? Of reken je op vervolgoorders? Zo niet, dan kun je volstaan met een soldeerbout. Koop dan in ieder geval een soldeerdampafzuiger. Een van de opties om je SMD-assemblage op te zetten is LumenPnP van Opulo (**figuur 6**). Het is een open-source, eenvoudig te installeren, kosteneffectieve pick&place-machine die, en dat is het belangrijkste, niet te veel ruimte inneemt op je werkbank. Dit maakt het een goede keuze voor makers en hobbyisten. Andere open-source opties zijn onder andere OpenPnP en SimplePnP. Het aanschaffen en gebruiken van deze PnP-oplossingen is niet het einde van het verhaal, maar het begin van een heel nieuw hoofdstuk. Je hebt een volledige setup en procesflow nodig, inclusief de verwerking van soldeer pasta (**figuur 7**), een PCB-voorverwarmer (**figuur 8**), een reflow-oven (**figuur 9**) en een printplaat-testopstelling. Dat klinkt mooi, maar houd er rekening mee dat al deze tools moeten worden ingesteld en geconfigureerd voor je specifieke print. Je moet testruns uitvoeren om er zeker van te zijn dat de configuratie en instellingen correct geïmporteerd worden uit je PCB-ontwerp. Vervolgens voer je de componenten toe aan de feeders en bewaak je het proces om te controleren of de machine



Figuur 8. De eC-pre-heater en eC-fume-cube van Eurocircuits.



Figuur 9. De T-962 infrarood reflow-oven.



Figuur 10. Volledig geassembleerde print: de Elektor ± 40 V lineaire spanningsregelaar (kit).

Vergelijking van verschillende PCB-services

Beta Layout: valt op door zijn uitgebreide serviceportfolio voor printplaten. Ze bieden opties voor printplaatproductie, assemblage en zelfs 3D-printen. Beta Layout biedt een snelle en betrouwbare productie, met een breed scala aan beschikbare materialen en afwerkingen. Hun gebruiksvriendelijke website beschikt over een online Gerber-viewer, waardoor het gemakkelijk is om ontwerpen te bekijken en te controleren. Daarnaast biedt Beta Layout een Design Rule Check-tool (DRC) om te helpen bij ontwerpvalidatie. <https://eu.beta-layout.com>

Eurocircuits: staat bekend om zijn hoogwaardige printfabricage en -assemblage-service. Ze bieden een breed scala aan PCB-opties, waaronder prototype- en productieruns. Het bedrijf biedt ook een gebruiksvriendelijk online-platform met directe prijzen en een snelle doorlooptijd. De sterke focus op klantenondersteuning en uitgebreide ontwerpregelcontroles zorgen voor optimale resultaten. Eurocircuits biedt ook een visualisatietool waarmee gebruikers hun PCB-ontwerp kunnen bekijken voordat het geproduceerd wordt. <https://eurocircuits.com>

JLCPCB: staat bekend om zijn scherpe prijzen en hoogwaardige productie. Ze bieden een breed scala aan PCB-opties, waaronder snelle prototypes en grotere productieruns. JLCPCB biedt een gebruiksvriendelijk online-bestelplatform en ondersteunt meerdere bestandsformaten. Hun uitgebreide kwaliteitscontroleprocessen, zoals geautomatiseerde optische inspectie (AOI), zorgen voor een betrouwbare PCB-fabricage. <https://jlcpcb.com>

OSH Park: een community-gerichte PCB-service die bekend staat om zijn opvallende, paarsgekleurde printplaten. Ze zijn gespecialiseerd in de productie van prototype-PCB's en leveren resultaten van hoge kwaliteit met aandacht voor detail. OSH Park heeft een gebruiksvriendelijke website waar gebruikers hun ontwerpen kunnen uploaden en een visuele rendering van de gefabriceerde PCB kunnen bekijken. Ze stellen transparantie voorop en bieden gedeelde projecten voor feedback van de community. <https://oshpark.com>

PCBWay: een populaire keuze voor de productie van PCB's in kleine aantallen vanwege de betaalbaarheid en snelle doorlooptijden. Ze bieden een gestroomlijnd online-bestelproces, met real-time prijsberekening en onmiddellijke prijsopgave. PCBWay ondersteunt een verscheidenheid aan PCB-opties, waaronder flexibele en rigid-flex printen. Hun website biedt ook een online Gerber-viewer en ontwerpregelcontrole om de nauwkeurigheid van het ontwerp te garanderen. <https://pcbway.com>

Samenvatting en aanbevelingen

Het kiezen van de juiste PCB pooling-service hangt af van specifieke projecteisen, budget en gewenste eigenschappen. In de vergelijking tussen de bovengenoemde poolingdiensten, is PCBWay de goedkoopste van het stel als je 10 of minder printen bestelt, maar bij grotere aantallen kost elke andere service ongeveer hetzelfde. JLCPCB komt op de tweede plaats in termen van prijs, met doorgaans een heel aantrekkelijk aanbod. Overweeg factoren zoals prijsstelling, productiemogelijkheden, doorlooptijd, kwaliteitscontrolemaatregelen en klantenondersteuning. Het is ook nuttig om de feedback en beoordelingen van gebruikers voor elke service te bekijken.

Tips voor een beter PCB-ontwerp

Wanneer je streeft naar kosteneffectieve printontwerpen, kan aandacht voor specifieke technische details en industriestandaarden je aanpak enorm optimaliseren. Hier zijn enkele waardevolle tips en trucs ter overweging.

Spoorbreedte en tussenruimte: volg de IPC-2221 standaard voor richtlijnen [1] over spoorbreedte en de gewenste stroomcapaciteit. Houd voor de tussenruimte tussen sporen, pads of componenten een minimale afstand van 0,2 mm aan voor laagspanningsontwerpen (<50 V) in een standaardomgeving [2].

Fabricagetoleranties: zorg ervoor dat je ontwerp compatibel is met de fabricagetoleranties die door de fabrikant zijn opgegeven. Controleer of de afmetingen, tussenruimte en gatafmetingen voor componenten en vias binnen acceptabele grenzen liggen om fabricageproblemen te voorkomen.

Juiste impedantie: voor hoogfrequente ontwerpen of toepassingen die een specifieke impedantie vereisen, moet je de spoorbreedte en -afstand berekenen op basis van de gewenste karakteristieke impedantie, de diëlektrische constante van het substraat en de koperdikte. Gebruik online calculators of gespecialiseerde softwaretools om de afmetingen van de sporen nauwkeurig te bepalen.

Uitlijning soldeermasker en zeefdruk: zorg voor een juiste uitlijning van het soldeermasker en de zeefdruklaag. Zorg ervoor dat het ontwerp rekening houdt met de vereiste uitlijningstolerantie zoals gespecificeerd door de fabrikant om het uiterlijk en de produceerbaarheid te behouden.

Samenstelling panelen: optimaliseer de productie van kleinere aantallen door meerdere printen op één paneel samen te voegen. Volg hiertoe de richtlijnen van de fabrikant om efficiënte productie en kostenreductie te garanderen.

Footprints van onderdelen: gebruik gestandaardiseerde footprints voor componenten om compatibiliteit te garanderen en productiekosten te verlagen. Controleer of de footprints overeenkomen met de specifieke componenten die je wilt gebruiken en raadpleeg bibliotheken met industriestandaarden of aanbevelingen van de fabrikant van de componenten voor optimale nauwkeurigheid.

Testbaarheid: ontwerp de print [3] met het oog op testbaarheid om de test- en debuggingkosten te verlagen. Zorg waar nodig voor testpunten, toegang voor een probe en ingebouwde zelftestmogelijkheden (BIST). Dit maakt efficiënt testen tijdens productie mogelijk, waardoor de noodzaak voor kostbare reparaties of foutzoeken wordt geminimaliseerd.

goed draait, niet zonder componenten komt te zitten en de componenten op de juiste plaats zet. Dit kan de werklust verminderen in vergelijking met handmatig solderen, maar het kan ook vervelend zijn omdat het een voortdurende controle vereist als je niet teleurgesteld wilt worden na terugkomst van een koffiepauze. Al met al is het een leuke opzet, maar als je deze weg niet wilt bewandelen, kun je altijd nog kiezen voor PCBA-services.

Welke optie je ook kiest, de aanblik van een volledig geassembleerde print (**figuur 10**) is altijd bevredigend! ◀

230477-03

Vragen of opmerkingen?

Hebt u technische vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? Stuur een e-mail naar de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.

Over de auteurs

Saad Imtiaz (Senior Engineer, Elektor) is een mechatronica-ingenieur met vijf jaar ervaring in embedded systemen, mechatronische systemen en productontwikkeling. Hij heeft met meer dan 200 bedrijven, variërend van startups tot ondernemingen wereldwijd, samengewerkt aan productprototypes en -ontwikkeling. Saad heeft ook gewerkt in de luchtvaartindustrie en heeft een technologische startup geleid. Sinds kort werkt hij bij Elektor en is hij verantwoordelijk voor projectontwikkeling op het gebied van software en hardware.



Gerelateerde producten

- > **Voltera V-One Desktop PCB Printer**
www.elektor.nl/18250
- > **Upgraded T-962 Infrared Reflow Oven (Elektor Version)**
www.elektor.nl/20346
- > **Digital Desoldering Station ZD-915**
www.elektor.nl/20142
- > **Weller ESF 120ESD PCB Holder**
www.elektor.nl/17481

WEBLINKS

- [1] IPC-2221-normen toepassen bij het ontwerp van printplaten [PDF]: <https://tinyurl.com/ipc2221a>
- [2] PCB-ontwerp volgens de IPC-7351-norm: <https://tinyurl.com/ipc7351>
- [3] Praktische tips voor de PCB-layout die elke ontwerper moet kennen: <https://tinyurl.com/pcbtips>

NU BESTELLEN!



SPECTRAN[®] V6

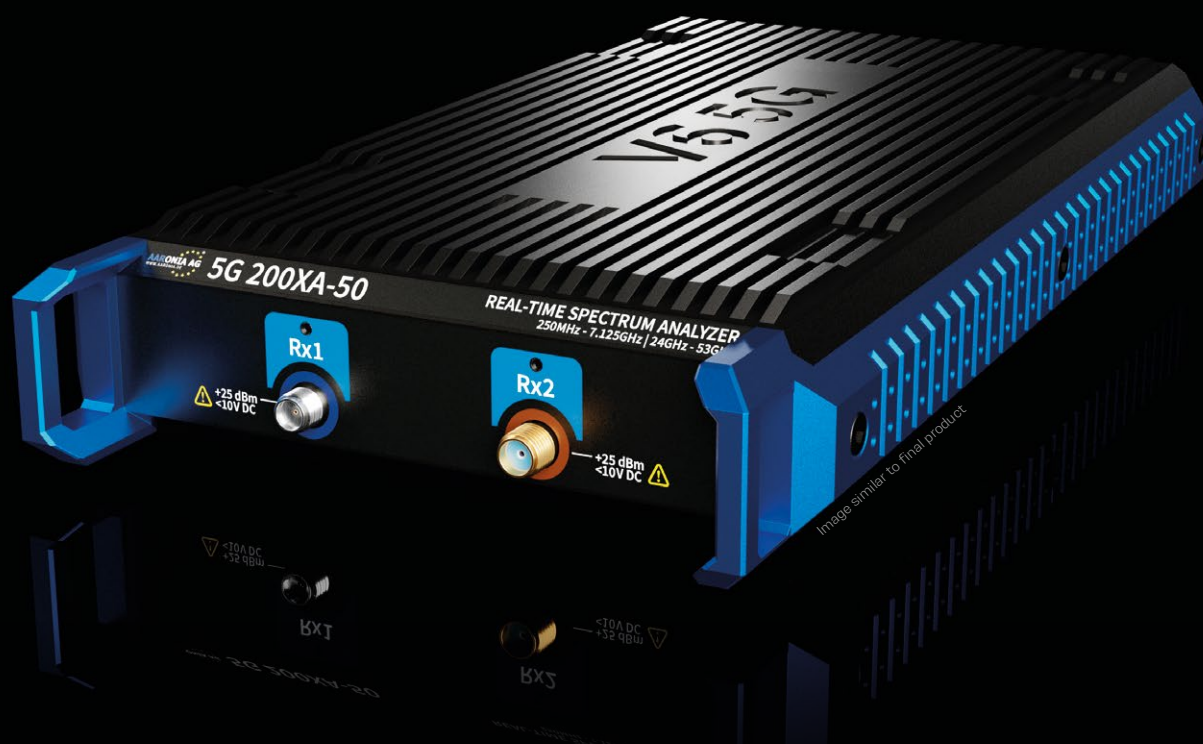
— BEYOND REALTIME —

REALTIME SPECTRUM ANALYZER

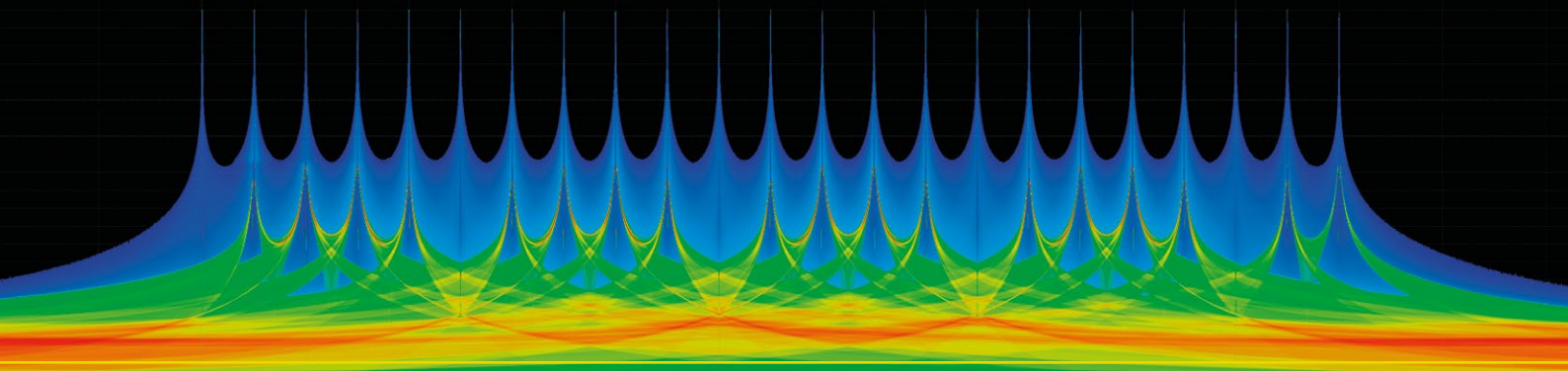
5G

53 GHz USB Real-Time Spectrumanalysator (FR1 & FR2)

250 MHz - 53 GHz | Dubbele ontvanger | 3 THz/s sweep | 450 MHz IBW | 16-Bit 2 GSPS ADC | IQ streaming
-170 dBm/Hz DANL (4 dB NF) | Compacte USB vormfactor | Inclusief krachtige RTSA-Suite PRO-software



Elk apparaat wordt geleverd met 's werelds meest geavanceerde spectrumanalysesoftware "RTSA-Suite PRO".



MADE IN GERMANY



 www.aaronia.com

 mail@aaronia.de

 +49 6556 900 310


AARONIA AG
WWW.AARONIA.DE