

De tijd dat elektronicaontwerpers een ontwerp bij het assemblagebedrijf over de muur "mikten" met de vraag om dit even te produceren ligt al weer ver achter ons. Elektronicaontwerpers moeten nu direct bij de start van het ontwerp met alle productiefactoren rekening houden, waaronder de DFM- en DFT-eisen (Design For Manufacturing / Testability) die bij het beoogde assemblagebedrijf van toepassing zijn.

## Design For eXcellence (DFX) is een echt multidisciplinaire ontwerpcultuur

**E**r worden steeds hogere eisen gesteld aan de complexe designs die gerealiseerd worden. Denk bijvoorbeeld aan hogere frequenties en de toename van functies per component (FPGA's), waardoor het aantal aansluitpunten voor een BGA (Ball Grid Array) kan oplopen naar 1932. Andere componenten worden alsmaar kleiner, het aantal lagen per printboard neemt toe, enzovoort. Dit, in combinatie met allerlei aanvullende eisen zoals EMC en UL, vereist niet alleen een doordacht kwalitatief ontwerp waarbij aan alles moet zijn gedacht, maar ook een kwalitatief proces bij de printfabrikant en assemblageorganisatie (Electronics Manufacturing Services of kortweg EMS). Dit artikel gaat over de professionele samenwerking tussen ontwerpbureau, assemblageorganisatie en printfabrikant die absoluut noodzakelijk is voor complexe designs. De kwaliteit van deze samenwerking is bepalend voor het realiseren van een robuust product met een lange levensduur, dat reproduceerbaar is tegen reële kosten.

### Bareboard

Als een organisatie besluit een elektronisch product te ontwikkelen dan moet dit product niet alleen voldoen aan technische specificaties. Het nieuwe product moet ook uitstekend te produceren zijn

tegen reële kosten. Dit geldt voor het monteren en solderen van de componenten, maar zeker ook voor de productie van het bareboard (de kale printborden, ook wel Printed Wire Board genoemd). Dit vereist een boardontwerp dat vanaf de start van het ontwerp is geoptimaliseerd in overleg met de assemblageorganisatie en de producent van de bareboards. In de praktijk is de printfabrikant vaak de toeleverancier van bareboards aan de assemblageorganisatie. De ontwerpers betrekken daarom ook de printfabrikant bij het opstellen van elektrische en mechanische specificaties waaraan het bareboard moet voldoen. Het is dus van belang dat het ontwerpsteam bij de start, in nauwe samenspraak met het New Product Introduction team (NPI) van de assemblageorganisatie en bareboardfabrikant, de eisen formuleert in relatie tot de productie- en test(on)mogelijkheden waarmee rekening moet worden gehouden tijdens het ontwerp. Door direct bij de start van het boardontwerp dit overleg te voeren, ontstaat de situatie dat de ontwerpers exact inzicht verkrijgen in de mogelijkheden van de productiemachines en testsystemen. Het resultaat daarvan is een goed kosteneffectief (re)produceerbaar product dat voldoet aan de specificaties, met zo min mogelijk handwerk, een hoge "first pass yield" en een hoge (automatische) testdekking.

*Het nieuwe product moet ook uitstekend te produceren zijn tegen reële kosten.*

Door de hogere frequenties en hoge componentdichtheid worden de nauwkeurigheidseisen aan de elektrische eigenschappen van bareboards steeds hoger.

### Design For eXcellence

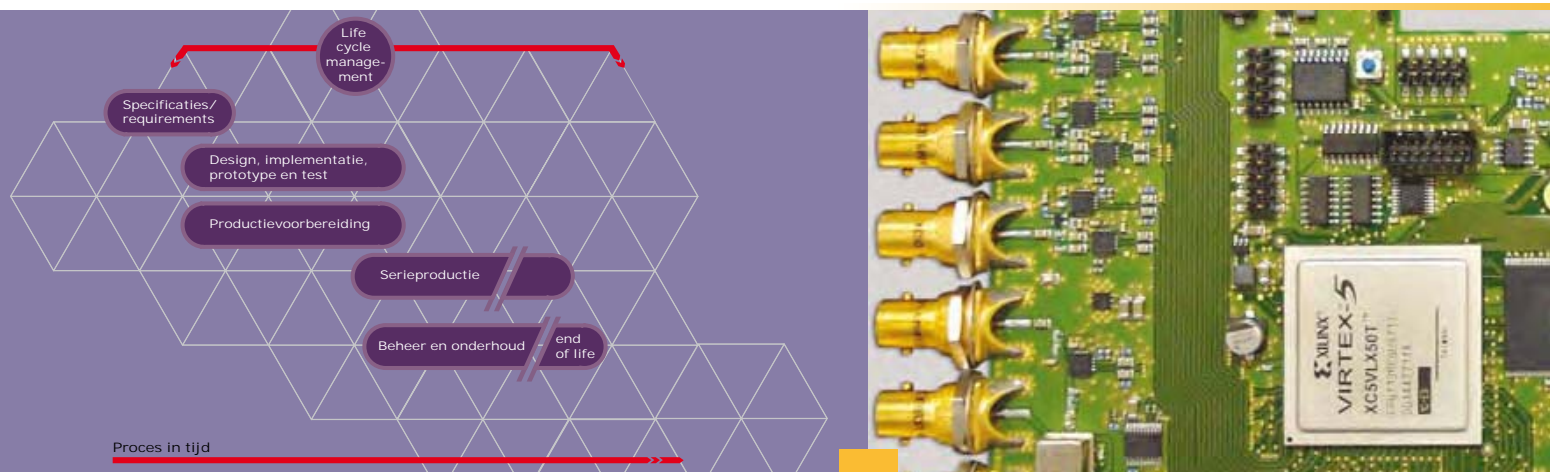
Het ontwerpen van een elektronisch systeem dat aan hoge industriële eisen voldoet, vereist van het ontwerpteam een breed pakket aan vaardigheden. Deze vaardigheden zijn het resultaat van veel kennis en ervaring. Al deze gebundelde kennis en ervaring wordt Design For eXcellence (DFX) genoemd en is in feite een echte ontwerpcultuur. Een cultuur die zich niet makkelijk laat kopiëren door organisaties die dit niet bezitten. De essentie is dat het een bijna van nature aanwezige mindset dient te zijn bij teams en ontwerpers. Ontwerpteamen moeten daarom per definitie multidisciplinair zijn en veel kennis en ervaring bezitten op het gebied van elektronica, programmeerbare logica en software en niet in mindere mate van productietechnologieën, testmethoden, mechanica en soms ook thermodynamica. Uitgebreide kennis hiervan stelt het team in staat om op het juiste niveau overleg te voeren met assemblageorganisaties, producenten van bareboards en andere partners. Door deze aanwezige kennis kunnen voor de klant en voor onszelf bij deze organisaties audits uitgevoerd worden om te bepalen of zij de juiste kwaliteit kunnen leveren voor fabricage en assemblage van het product.

Waar let Technolution dan op bij de selectie van deze organisaties? In de wereld van de EMS bestaan normen waaraan zij kunnen voldoen. Deze normen worden wereldwijd uitgevaardigd door onder andere het Amerikaanse instituut IPC van de Association Connecting Electronics Industries. IPC stelt deze normen weer op naar aanleiding van de ervaringen van de EMS-partijen. Er bestaan voor bepaalde activiteiten meerdere normen die het verschil in kwaliteitsniveau aangeven. Afhankelijk van de normen waarmee een assemblageorganisatie werkt, kan dit een startpunt zijn voor samenwerking. De IPC-normen dekken echter niet alles en kunnen soms wat verouderd zijn ten opzichte

van de huidige stand van de techniek. Daarom stellen wij altijd aanvullende eisen op. Bij de bareboardfabrikant zien wij erop toe dat men de processen goed heeft geborgd en dat men repeteerbaar de tolerantienauwkeurigheid kan garanderen. Door de hogere frequenties en hoge componentdichtheid worden de nauwkeurigheidseisen aan de elektrische eigenschappen van bareboards steeds hoger. Door op het bareboard gebruik te maken van technieken als planaire trafo's, filters en antennes komen daar nog eens aanvullende eisen bij. Daarom is bij de start van het project overleg noodzakelijk om te bepalen welke basismaterialen, materiaaldikten en koperdikten kunnen worden toegepast en welke bijzondere eisen aan de materialen worden gesteld. Kan de fabrikant bijvoorbeeld de gewenste etsfactor nauwkeurig realiseren en kan men controlemetingen uitvoeren om de impedanties te testen? Welke (automatische) inspecties kan men uitvoeren tijdens het productieproces en welke testmethoden kan men toepassen voor de eindcontrole na de productie?

### Profiling

Bij de assemblageorganisatie zal tijdens een audit op de productievloer worden getoetst of de eisen die wij stellen volledig worden gerealiseerd. Zeker door de introductie van loodvrij solderen (RoHS) is het productieproces nog kritischer geworden. Wij willen herkennen dat dit proces volledig onder controle is en dat de procesparameteroptimalisatie van het soldeerproces, onder andere met behulp van profiling, wordt gerealiseerd. Profiling is een techniek waarbij met behulp van een referentietestboard, waarop temperatuursensoren zijn aangebracht op de kritische punten, de soldeertemperaturen in de verschillende zones van de soldeeroven worden gemeten. De meetresultaten worden vastgelegd door middel van een hittebestendige datarecorder. Met behulp van deze techniek kan het proces worden gecontroleerd en



1. Life cycle management cyclus. Een complex board dat door middel van Design For eXcellence is ontwikkeld.

zo nodig worden gecorrigeerd en liggen de procesparameters goed vast. Wij verlangen van de assemblageorganisatie dat zij een bepaalde filosofie en aanpak hebben om te komen tot een stabiele en hoge "first pass yield" na het assemblageproces. Dit komt de kwaliteit en daarmee de langetermijnstabiliteit van het product sterk ten goede en niet minder belangrijk, het bespaart ook kosten. Onze filosofie is: **no rework after reflow!** Dus zo min mogelijk correcties op nieuw geassembleerde boards uitvoeren.

Het is belangrijk om ook de productievoorbereiding en de totale logistiek mee te nemen in een audit. Met name het onderdeel tracking en tracing moet goed zijn ingericht. Voor producten in de medische sector is dit zelfs een must. Dit betekent dat tijdens het assembleren wordt geregistreerd op welk bareboard welke componenten met bijbehorende productiedatum worden geplaatst. Daardoor kan altijd worden teruggezocht op welke boards een specifiek component met een specifieke productiedatum is geplaatst. Het kan namelijk voorkomen dat een chipfabrikant aangeeft dat er een probleem zit in chips uit een bepaalde productiebatch. Daarmee kan, indien noodzakelijk, direct een preventieve actie worden ondernomen.

### Testfaciliteiten

Welke testfaciliteiten zijn belangrijk tijdens het assemblageproces? De structurele testfaciliteiten die wij verlangen moeten bestaan uit: Automatic Optical Inspection (AOI), Automatic X-ray Inspection (AXI), Flying Probe, Boundary Scan en In Circuit Testing (ICT). Met AOI kan de positie van aangebrachte pasta en componenten voorafgaand aan het soldeerproces worden geïnspecteerd. Mogelijke afwijkingen kunnen beter voorafgaand aan het soldeerproces gecorrigeerd worden, dan dat dit achteraf hersteld moet worden. Met AOI kan ook na het soldeerproces inspectie

plaatsvinden. Hier wordt gekeken of de positie van de componenten nog hetzelfde is (tombstoning) als voor het soldeerproces en of de soldeerverbindingen er kwalitatief goed uit "zien". Voor boards met BGA's is een inspectie met X-ray noodzakelijk om de soldeerkwaliteit onder de BGA te inspecteren (sluitingen, contaminatie en cracks). Met de Flying Probe en de ICT-test kunnen elektrische verbindingen worden getest. Na deze testen kan de functionele eindtest worden uitgevoerd. Met de hiervoor genoemde testfuncties ontstaat een hoge testdekking ter ondersteuning van het assemblageproces. Het integreren van diverse testen op verschillende momenten tijdens het productieproces kan op het eerste gezicht onnodig overkomen en kan de indruk wekken van hoge testkosten. Deze kosten worden echter ruimschoots gecompenseerd, omdat correctieve acties aan het einde van het assemblageproces veel kostbaarder zijn. Bij een hoge "first pass yield" na het soldeerproces nemen de kwaliteit en de langetermijnstabiliteit aanzienlijk toe en dat bespaart later in het veld hoge onderhoudskosten. Dit komt de Total Cost of Ownership sterk ten goede.

Een product ontwerpen, produceren en assembleren is een samenspel van veel activiteiten, waar Technolution vanwege haar kennis als een spin in het web inzet en waarmee wij onze klanten zorg uit handen nemen. Dit is slechts een kleine greep uit alle activiteiten. In de praktijk zijn het zeer veel activiteiten die moeten worden gestart en begeleid om te komen tot een goed en betrouwbaar eindproduct. Als betrokken partijen constructief en open met elkaar communiceren en als zij terecht kunnen vertrouwen op elkaars vakmanschap dan werpt dit zonder twijfel zijn vruchten af. Met het combineren van dit vakmanschap komt de totale kennis hoger uit dan de som van de partijen apart en dan is een belangrijke voorwaarde van Design For eXcellence ingevuld.

**Onze filosofie is: no rework after reflow!**