

Met Design for Manufacturing wordt een elektronicaontwerp geoptimaliseerd voor fabricage. Een optimalisatie van kwaliteit en prijs: een zo hoog mogelijke opbrengst, betrouwbaarheid en levensduur, tegen een zo laag mogelijke kostprijs.

# Technische en economische winst door slim ontwerpen

**O**ntwerpen voor fabricage luidt de letterlijke vertaling van Design for Manufacturing. Het is een denkwijze, een manier van werken. Vanaf de start van een project moet de maakbaarheid van het ontwerp in gedachte zijn. Welke componenten zijn beschikbaar? Wie gaat het ontwerp assembleren? Welke productiemethodes en testapparatuur kunnen we gebruiken? Dit zijn slechts enkele aandachtspunten die onder Design for Manufacturing vallen.

## Tweede natuur

In het feitelijke ontwerpproces is DFM één van de belangrijke hulpmiddelen om een betrouwbaar product te maken. Essentieel is dat de ontwerper zich deze regels eigen maakt als een tweede natuur. Het moet in zijn reflexen zitten. Een deel van de benodigde informatie is algemeen bekend. IPC, de internationale branchevereniging voor assemblagebedrijven, verzamelt en verstrekt deze gegevens. Datasheets vermelden volgens welke standaard een component kan worden geassembleerd. Veel informatie echter komt uit eigen ervaringen van de ontwerper en de assembleur, zeker als het om nieuwe technologieën gaat. Constructief overleg is essentieel voor de optimale oplossing. Bij de start van het design moet al vaststaan bij welke assembleur en met welke technieken het product het best geproduceerd kan worden.

De ontwerper kiest natuurlijk voor zo maximaal mogelijk machinaal plaatsen van componenten. Maar kan de machine zijn componenten overal op de print plaatsen? Niet alle machines kunnen lastige locaties op een print goed bereiken. Wat is de minimale afstand tussen componenten, om te voorkomen dat de machine bij het plaatsen van

een component een ander component wegdrukt? Wat is de minimale afstand tussen de pennen en wat zijn de kleinste componenten die de assembleur nog goed kan solderen?

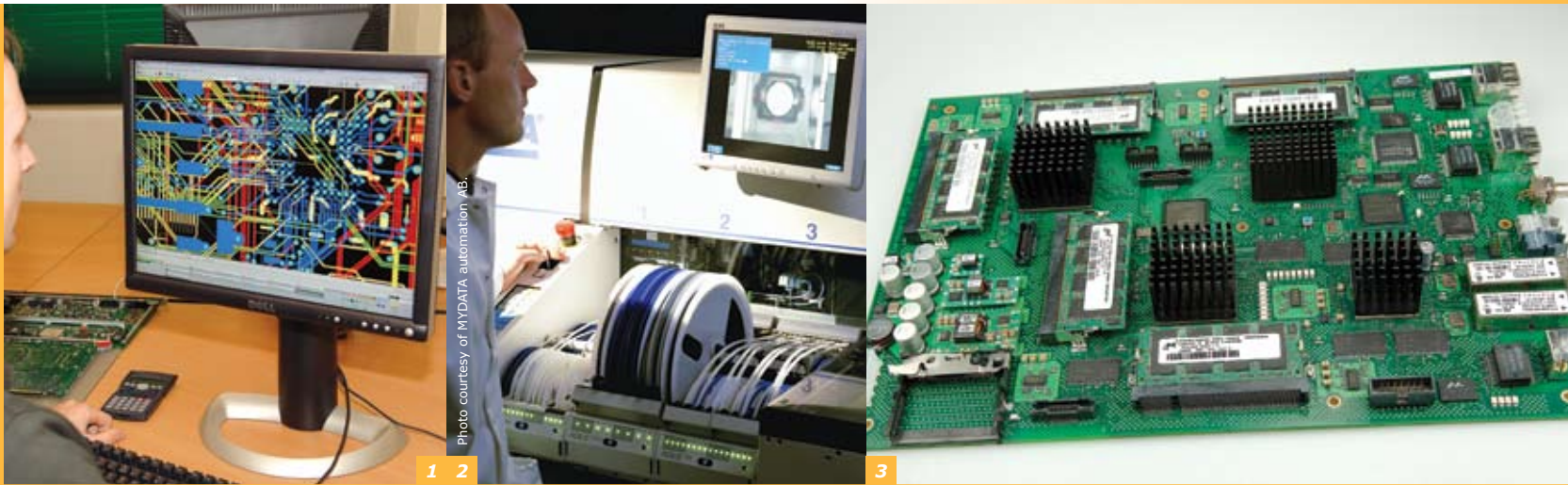
## Optimaliseren

Verder wil de ontwerper weten welke componenten de assembleur standaard op voorraad heeft. Door in het ontwerp zoveel mogelijk deze standaard componenten te gebruiken, wordt op kosten bespaard. Componenten zijn verpakt om op een plaatsingsmachine te gebruiken. Dat zijn vaak grootverpakkingen van wel 3.000 tot 10.000 stuks op een rol. Als een ontwerper maar een paar honderd stuks nodig heeft, blijft hij met enorme restanten zitten die toch betaald moeten worden. Bij voorraadartikelen wordt alleen in rekening gebracht wat is gebruikt. Bovendien is de stukprijs dan lager, omdat de assembleur ze in het groot inkoopt en daar een betere prijs voor kan maken.

Optimaliseren op componenten gebeurt uiteraard zonder de technische kwaliteit uit het oog te verliezen. Een zeer belangrijke component in dit hele verhaal is de print, zeker bij high speed designs. Deze boards worden vaak opgebouwd uit twaalf, veertien of meer lagen. De assembleur bestelt die prints op maat bij een printfabriek. Daar levert de ontwerper alles voor aan, inclusief de specificaties van het elektrische gedrag. Alleen gespecialiseerde printfabrikanten halen de elektrische specificaties die nodig zijn voor de high speed designs en weten deze te reproduceren. Design for Manufacturing slaat dus niet alleen op de ontwerper en de assembleur, maar ook op de printfabrikant.

Het is van belang om tijdens het ontwerpproces softwaretools te gebruiken die een ontwerp

*In het feitelijke ontwerpproces is DFM één van de belangrijke hulpmiddelen om een betrouwbaar product te maken.*



1. Board design. 2. Assemblage board. 3. Eindproduct.

controleren en doorrekenen op maakbaarheid en potentiële fouten. Deze tools kennen de eigenschappen van de machines van de assembleur en de in het ontwerp toegepaste componenten. Daarmee krijgt de ontwerper direct feedback over mogelijke productieproblemen, nog voordat er een component is gesoldeerd.

### Geen handjes

Assemblagebedrijven bieden nog steeds ambachtelijk handwerk voor moeilijk te solderen onderdelen. Maar in een efficiënt productieproces komt geen handwerk meer voor. Daarmee wordt ook de kans op potentiële fouten verkleind. De ontwerper kiest componenten die volledig machinaal te plaatsen zijn en wel zo dat de print in één keer, dus kosteneffectief over de machine kan. Daardoor kan de assemblage in de Noord-Europese regio blijven plaatsvinden.

Ontwerpen voor fabricage betekent ook ontwerpen voor testen. Om er zeker van te zijn dat de klant een goed werkend product krijgt, wordt elke print na assemblage getest. Ook hier is het weer belangrijk te weten over welke mogelijkheden de assembleur beschikt. Naast diverse optische inspecties waarbij de plaatsing, oriëntatie en soldeerverbindingen gecontroleerd worden, kunnen diverse tests uitgevoerd worden in één testrun. Eventueel voegt de ontwerper een zelftest toe aan het ontwerp. Hoe gericht de test, hoe meer voorzieningen daarvoor in het ontwerp moeten worden opgenomen. Om bepaalde netten of delen van het circuit voor tests te bereiken, zijn extra contactmiddelen op de print nodig.

Programmeerbare testmachines kunnen heel veel testpennen tegelijk aansturen en uitlezen. Maar dat is duur. Een op maat gemaakte mal om de print te contacteren kost al snel 10.000 euro, plus eenzelfde bedrag voor het bijbehorende testprogramma.

Goedkoper en eenvoudiger is de flying-probetest, die met twee of vier pennen alle componenten afzonderlijk meet. Uit deze test blijkt of alle componenten op de juiste manier op de juiste plek zitten. Het is vooral een controle van de assemblage en de soldeerverbindingen. Daarna kan een zelftest of functionele test de feitelijke werking van het product controleren. Wanneer een defect wordt gevonden, kan tot reparatie worden besloten. Zeker als het een kostbaar product betreft. Sommige chips die net op de markt zijn, kosten meer dan duizend euro. Bovendien kan het een prototype zijn, waarvan slechts enkele exemplaren beschikbaar zijn. Ook bij testen let de ontwerper op een goede balans tussen de mogelijkheden, het gewenste gedrag en de prijs daarvan.

### Total cost of ownership

De economische aspecten van Design for Manufacturing zitten niet alleen in de kosten van componenten en productie. Wat echt telt is de optelsom van alle kosten: van de start van het ontwerp totdat het product bij de klant ligt. Inclusief alle bijkomende kosten voor testen, uitval, nazorg en onderhoudbaarheid. Houd je bijvoorbeeld rekening met de te verwachten leverbaarheid van een component? Wanneer wordt een component uit productie genomen ('obsolete')? De voorspelbaarheid daarvan is moeilijk. Totaal onverwacht kan een component 'obsolete' worden verklaard. Leverbaarheid is een aspect waar bij de start van een project al rekening mee wordt gehouden. Voor elke component wordt al tijdens het ontwerp standaard een alternatief gezocht. Maar dat is niet altijd mogelijk. Niet voor alle componenten zijn vervangende alternatieven. Alleen als al deze aspecten worden meegenomen, ontstaat een eerlijk beeld van de werkelijke kosten. Anders kan de 'total cost of ownership' voor een ogenschijnlijk goedkoop product ineens een stuk hoger uitvallen.

***Wat echt telt is de optelsom van alle kosten: van de start van het ontwerp totdat het product bij de klant ligt.***