

VIS-Traject Prosperita output

**Productverbetering dankzij Ontwerp- en Specificatieregels
voor Elektronica Realisatie en Integratie
gebaseerd op fysische modellering**

Een handleiding PBA realisatie en integratie

Geert Willems

Phone: 016 288962

Mobile: 0498 9199464

E-mail: Geert Willems

November 2010

IMEC, Kapeldreef 75 – B3001 Heverlee



PROSPERITA Leverbaarheden: DfX richtlijnen en hulpmiddelen

Algemene Doelstelling van DfX richtlijnen

Design-for-X richtlijnen om kost-effectieve PBA met gecontroleerde kwaliteit en betrouwbaarheid te ontwerpen, produceren en te integreren met als doel op kost-efficiënte wijze met een korte time-to-market competitieve elektronica-bevattende producten en systemen op de internationale markt te brengen. De DfX richtlijnen vormen de basis van bedrijfsspecifieke ontwerpregels, kwalificatieprocedures, aankoopspecificaties, assemblage specificaties en werkvoorbereiding, kwaliteitscontrole, enz. Ze vormen een belangrijk communicatiehulpmiddel tussen de verschillende schakels van de toeleveringsketen door:

- Het niet-commerciële, onafhankelijke karakter, de wetenschappelijke onderbouw en de aftoetsing bij alle schakels van de regionale elektronische toeleveringsketen (OEM, EMS, PCB,...) vertegenwoordigd door de Electronic Design & Manufacturing (EDM) programma partners.
- Het aanbod van een gemeenschappelijk technisch kader voor de gehele (regionale) toeleveringsketen. Voorbeeld: De PCB performantieklassen die op basis van de EDM's DfM Guideline: PCB specificatie toepassing vinden bij PCB transacties in en met de Benelux.

De DfX-richtlijnen vermijden grote kosten en tijdverlies op vlak van kwalificatie en evaluatie van nieuwe producten enerzijds en/of kosten en tijdverlies gepaard gaande met ontwerperiteraties en niet-kwaliteit anderzijds. Daarenboven betekent de toepassing van de DfX-richtlijnen bij het ontwerpen van PBA een belangrijke verhoging van het confidentieniveau in de betrouwbare werking gedurende de vooropgestelde levensduur bij de klant.

Algemene randvoorwaarden gesteld aan de DfX richtlijnen

- De richtlijnen moeten toepasbaar zijn door niet-specialisten (technologie, materiaal, proces, productie,...) in alle schakels van de toeleveringsketen.
- Praktische toepasbaarheid primeert over volledigheid en wetenschappelijke "orthodoxie". Producten en systemen worden NU gemaakt, ook als bepaalde aspecten nog onvolledig gekend of gekarakteriseerd zijn.
- De richtlijnen bakenen de ruimte af waarbinnen gewerkt dient te worden (window of opportunity). De richtlijnen leggen geen specifieke materiaal, machine, onderdeel, leverancier, enz., op, maar geven de technische criteria – eventueel toepassingsafhankelijk - waaraan deze moeten voldoen.
- De richtlijnen zijn maximaal gebaseerd op industriële standaarden met een hoge adaptatiegraad in de internationale industrie.

Algemene kenmerken

- De richtlijnen richten zich op professionele elektronica, in IPC standaarden geclassificeerd als IPC class 2. Meer dan 90% van de regionaal ontworpen elektronica behoort tot deze categorie. Ze vormen ook de basis voor uitbreiding naar consumer elektronica (class 1) of levenskritische elektronica (class 3). Dit is echter niet het onderwerp van VIS-PROSPERITA.



- De richtlijnen richten zich op de optimalisatie van het compromis snelheid en kost van ontwerp en ontwikkeling, component en PCB kost, productie- en logistieke kost, kwaliteit en betrouwbaarheid. Een toeleveringsketenoverspannende kost/kwaliteit optimalisatie wordt nagestreefd in tegenstelling tot de lokale kostoptimalisatie die doorgaans wordt doorgevoerd in de versplinterde elektronische toeleveringsketen.
- Een belangrijk deel van de richtlijnen is gewijd aan de selectie en specificatie van de geschikte materialen (laminaten, soldeer, lijmen, coatings,...) en onderdelen (componenten). Daardoor vormen ze tevens de basis van een milieuvriendelijk ontwerp of “Green Design”.

Ondersteunende software tools

Het geheel van richtlijnen wordt ondersteund door een verzameling van software tools.

- *Informatie en datatools*
Deze tools verstrekken de gebruiker op kwaliteit geselecteerde informatie of zijn een hulpmiddel om deze informatie bekomen. Voorbeelden hiervan zijn het “PCB laminaatoverzicht” en het “IPC standaard informatie zoektool”.
- *Checklists*
Checklists helpen de gebruiker bij het opstellen van specificaties, het aansturen van de toeleveringsketen, de werkvoorbereiding in productie, enz. Het zijn belangrijk hulpmiddelen om het multidisciplinaire karakter van de elektronische product realisatie te beheersen en de volledigheid van specificaties te verzekeren. Voorbeelden van checklists zijn de “NPI questionnaire” om het ontwerp en industrialisatieproces in kaart te brengen en de “PB Assembly Checklist” die een volledige lijst geeft van assemblage aspecten bepalend voor de kwaliteit en betrouwbaarheid van PBA.
- *Rekentools*
De richtlijnen bevatten grafieken en relaties tussen parameters. De reken tools laten toe concrete gevallen door te rekenen. Voorbeelden van reken tools ter ondersteuning van de DfM Guideline: PCB specificatie zijn de “Cycles-to-Failure” calculatoren voor delaminatie en via falings.
- *PBA simulatietool*
Het PBA simulatietool heeft als doel de impact van ontwerp, kwalificatie, industrialisatie en/of productie ingrepen objectief te evalueren. De tool maakt het mogelijk de falingsdistributie van een PBA op basis van de stuklijst, ontwerpgegevens en werkingsomstandigheden te schatten. Verschillende toepassingen kunnen hieruit afgeleid worden zoals DfX kwaliteitsanalyse, kostberekeningen, offerteaanmaak voor assemblage, enz.

Alle tools met uitzondering van de PBA simulatietool worden gratis ter beschikking gesteld via de EDM website www.edmp.be aan EDM partners en leden. De PBA simulatietool is een off-line werkende tool.

DFX Guidelines sectie overzicht

De DfX Guidelines bestaan uit verschillende secties die doorheen het VIS traject uitgebracht en geïmplementeerd worden bij de doelgroep samen met de ondersteunende hulpmiddelen. Zo ontstaat een continue kennisstroom van PROSPERITA naar de doelgroep die al start voordat de richtlijnen worden vrijgegeven via de actieve participatie van de EDM partners en technologieadviezen bij de doelgroepbedrijven.

De DfX Guidelines bestaan uit twee groepen:

- **Design-for-Manufacturing** richtlijnen gericht op de kosteffectieve productie van Printed Board Assemblages met gecontroleerde kwaliteit en betrouwbaarheid.
- **Integratie** richtlijnen gericht op het correct inbouwen van PBA in een groter systeem en het vertalen van belastingscondities van het systeem naar de PBA('s) toe.

Design-for-Manufacturing richtlijnen

1. PCB Specificatie

1.1. Doelstelling

Selecteren en specificeren van PCB in overeenstemming met ontwerp en toepassingsvereisten.

1.2. Randvoorwaarden

Gebruik maken van parameters gespecificeerd door IPC : IPC-4101B, IPC-6012,...

1.3. Inhoud

Fysische, kwaliteit en identificatievereisten voor PCB: laminaat, soldeermasker, soldeerbare afwerking.

1.4. Ondersteunende hulpmiddelen

- Laminaatoverzicht met voor berekend aantal cycli tot falings voor delaminatie en viafaling.
- Rekentools: cycli tot falings voor delaminatie, viafaling

1.5. VIS-PROSPERITA activiteit

Een eerste versie van de PCB specificatie werd gepubliceerd in januari 2010. In VIS-PROSPERITA zal een nieuwe versie worden uitgebracht met een verbeterd via-falingsmodel en de incorporatie van de nieuwe PCB vochtgevoelighedsstandaard IPC-1601.

2. Component Specificatie

2.1. Doelstelling

Samenstellen van een stuklijst (BOM) die 100% compatiebel is met het loodvrije assemblageproces en die een PBA met gecontroleerde betrouwbaarheid (soldeervermoeiing, tin whiskers, SIR,...) oplevert. Basiselementen voor het aansturen van assemblage bij het gebruik van temperatuursgevoelige componenten.

2.2. Randvoorwaarden

Gebruik maken van JEDEC/IPC standaarden: J-STD-020, J-STD-75, component data sheets,...

2.3. Inhoud

De richtlijn identificeert alle relevante parameters die de temperatuurs- en procesgevoeligheid van de componenten bepalen inbegrepen de metallurgische compatibiliteit van de terminalen



met de te gebruiken soldeerlegering. Betrouwbaarheidsaspecten zoals soldeervermoeiing bepaald door de component/PCB configuratie, tin whiskers, enz. komen aan bod.

2.4. Ondersteunende hulpmiddelen

- BOM verificatie checklist.
- PBA reflow simulatietool.

3. Assemblage materiaal Specificatie

3.1. Doelstelling

Het selecteren en specificeren van assemblage materialen die een PBA met gecontroleerde betrouwbaarheid moet opleveren in het bijzonder op vlak van Surface Insulation Resistance (SIR) en corrosie en conform de RoHS regelgeving.

3.2. Randvoorwaarden

Gebruik maken van JEDEC /IPC standaarden: J-STD-001, J-STD-004, J-STD-005, J-STD-006, e.a.

3.3. Inhoud

Vereisten op vlak van flux-classes, soldeermateriaalkwalificatie, soldeerlegering voor no-clean solderen, lijmen, coatings,... Procesaspecten komen eveneens aan bod.

3.4. Ondersteunende hulpmiddelen

PB Assembly Checklist.

4. Assemblage

4.1. Doelstelling

Kosteffectieve componentplaatsing rekening houdende met de mogelijke assemblagesekwenties, assemblageprocessen en herstellingsvereisten.

4.2. Randvoorwaarden

De richtlijn moet bruikbaar met slechts een beperkte kennis van de elektronische assemblage technologie.

4.3. Inhoud

Richtlijnen voor het selecteren van het type PBA (SMD, Through-hole, gemengd, enkelzijdig, dubbelzijdig) en de bijhorende assemblagesekwentie (reflow, wave, reflow-wave, reflow-reflow).

Componentplaatsingsbeperkingen overeenstemmende met de geselecteerde

assemblagesekwentie en soldeerprocessen (reflow, golfsolderen, selectief solderen).

Componentvrije zones voor bordtransport, selectief solderen en herstelling. Plaatsing van referentiepunten (fiducials).

4.4. Ondersteunende hulpmiddelen

Geen

5. PCB densiteitsklassen

5.1. Doelstelling

Optimalisatie van de PCB kost en kwaliteit gecombineerd met een betere voorspelbaarheid door een uitgebalanceerde layout. Consensus over bedrijf en klant-leveranciergrenzen heen rond een gezamenlijk systeem dat kostenbesparend werkt in de PCB toelevering en het PCB ontwerp.

5.2. Randvoorwaarden

Consensus tussen ontwerp (OEM) en PCB leveranciers.

5.3. Inhoud

PCB densiteitsklassen definiëren een consistente verzameling layout dimensies (track/spacing, via diameter, land size,...) waarbinnen een ontwerp kan gemaakt worden om een PCB van een



bepaalde moeilijkheidsgraad voor fabricage te bekomen zonder kritische structuren op vlak van kwaliteit en kost.

5.4. Ondersteunende hulpmiddelen

Densiteitsklassekaart

6. PCB layout: goede praktijk

6.1. Doelstelling

Op efficiënte wijze een goede maakbaarheid en betrouwbaarheid van de te ontwerpen PBA bekomen door het gebruik van doordachte layoutoplossingen.

6.2. Randvoorwaarden

Inhoud en prioriteit worden mee bepaald door de doelgroep. De richtlijn moet bruikbaar zijn met bestaande layout-bibliotheken. Grote aanpassingen van deze bibliotheken dient vermeden te worden. Pad-layout is geen prioriteit in deze richtlijn.

6.3. Inhoud

Verzameling van PCB layoutoplossingen en “goede praktijk”-richtlijnen:

- BGA footprint en BGA fan-out
- Leadless IC footprint (QFN)
- Fine-pitch footprint
- SMD footprints voor golfsolderen
- Thermische ontkoppeling
- Soldeermasker
- Te selecteren elementen

6.4. Ondersteunende hulpmiddelen

Te onderzoeken.

7. Strukturele test

7.1. Doelstelling

Bepalen van een optimale structurele teststrategie. Maximalisatie van yield na test door een goede Design-for-Test.

7.2. Randvoorwaarden

De richtlijnen moeten onafhankelijk zijn van de specifieke testsystemen en enkel gebaseerd worden op de generieke kenmerken van de verschillende structurele testmethoden: Automatische Optische Inspectie, (Automatische) X-ray Inspectie, In-Circuit testen, Boundary Scan testen,...

7.3. Inhoud

Definitie van testcoverage. Richtlijnen voor het opzetten van een optimale teststrategie. Design-for-Test richtlijnen: testpunten, boundary-scan keten.

7.4. Ondersteunende hulpmiddelen

Yield en testcoverage calculator.



Integratierichtlijnen

1. Mechanische PBA-systeem interactie

1.1. Doelstelling

PBA ontwerp en integratie in overeenstemming met de mechanische belasting op het systeem tijdens stockage, transport en werking.

1.2. Randvoorwaarden

Richtlijnen moeten bruikbaar zijn zonder dat beroep moet gedaan worden op simulatietools en toepasbaar door niet-specialisten in mechanisch ontwerp en analyse.

1.3. Inhoud

Karakterisatiemethode van externe mechanische belasting op PBA. Schattingsmethode voor de mechanische respons van PBA op mechanische belasting: eigenfrequenties en amplitude.

Grenswaarden voor mechanische respons. Methoden voor mechanische respons aanpassing: inklemming, bevestigingspunten, verstevigingsribben, componentpositie.

1.4. Ondersteunende hulpmiddelen

Mechanische respons schatter.

2. Thermische PBA-systeem interactie

2.1. Doelstelling

PBA ontwerp en integratie in overeenstemming met de thermische belasting op het systeem tijdens stockage, transport en werking.

2.2. Randvoorwaarden

Richtlijnen moeten bruikbaar zijn zonder dat beroep moet gedaan worden op simulatietools en toepasbaar door niet-specialisten in thermisch ontwerp en analyse.

2.3. Inhoud

Karakterisatiemethode van externe thermische belasting op PBA. Schattingmethode voor de temperatuur van specifieke componenten op de PBA. Grenzen aan de thermische belasting van componenten. Koelingsmethoden: koelvinnen, geforceerde koeling, PCB warmtegeleiding,...

2.4. Ondersteunende hulpmiddelen

Component temperatuur schatter.

3. EMC PBA-systeem interactie

3.1. Doelstelling

PBA ontwerp en integratie in overeenstemming met de EMC interactie met het systeem tijdens werking.

3.2. Randvoorwaarden

Richtlijnen moeten bruikbaar zijn zonder dat beroep moet gedaan worden op simulatietools en toepasbaar door niet-specialisten in EMC ontwerp en analyse.

3.3. Inhoud

Basisregels voor goed EMC en signaalintegriteits ontwerp. Richtlijnen voor het gebruik van afschermingen.

3.4. Ondersteunende hulpmiddelen

Te bepalen



4. PBA systeemintegratie

4.1. Doelstelling

Integratie van PBA in systemen waarbij aan alle integratie vereisten (mechanisch, thermisch, EMC, e.a.) wordt voldaan op kosteffectieve wijze en met behoud PBA kwaliteit en betrouwbaarheid.

4.2. Randvoorwaarden

Richtlijnen moeten bruikbaar zijn zonder dat beroep moet gedaan worden op simulatietools en toepasbaar door niet-specialisten. De gebruikerscommissie heeft inspraak bij de inhoud en prioriteitbepaling van de integratierichtlijn.

4.3. Inhoud

Richtlijnen voor integratie in verschillende systemen met specifieke werkingscondities:

- Stationaire machines
- Mobiele systemen bv. automobiel
- Vaste installaties bv. gebouwen
- Te bepalen

De mechanische, thermische en EMC vereisten worden verder aangevuld met andere omgevingsbelastingsaspecten zoals vocht, gecontamineerde lucht, stof, enz.

4.4. Ondersteunende hulpmiddelen

Integratieevaluator: mechanisch, thermisch, EMC, PBA & systeem betrouwbaarheid.

PBA simulatietool

De PBA simulatietool integreert de hierboven vermelde rekentools die verbonden zijn met de richtlijnen samen met verschillende andere PBA aspecten om te komen tot een volwaardig PBA evaluatiehulpmiddel. Aspecten die in het tool mee verwerkt worden en die niet expliciet in het overzicht van de richtlijnen terug te vinden zijn:

- Assemblage foutfrequentiemodellering (DPMO)
- Assemblage flow modellering
- Soldeerverbindingbetrouwbaarheid: vermoeingsfalen, falingen van interfaces
- Kwantificeerbare kritische falingsmechanismen geïdentificeerd tijdens het project
- Kostaspecten
- DfM kwaliteit en effectiviteit

In het project wordt de nodige activiteit voorzien om deze elementen te integreren in de PBA simulatietool.