

# Hoe valideer je bescherming tegen elektromagnetische interferentie?

Elektromagnetische interferentie (EMI) is een veelvoorkomend probleem dat gevoelige elektronische apparatuur kan verstoren of zelfs beschadigen. Het valideren van EMI-bescherming is daarom essentieel voor industriële toepassingen, vooral in sectoren zoals defensie, medische technologie en high-tech. De juiste validatiemethoden zorgen ervoor dat apparatuur betrouwbaar blijft functioneren, zelfs in omgevingen met veel elektromagnetische verstoringen. In dit artikel bespreken we hoe je EMI-bescherming effectief kunt valideren en welke normen en testprocedures hierbij komen kijken.

## Wat is elektromagnetische interferentie en waarom is validatie belangrijk?

Elektromagnetische interferentie (EMI) bestaat uit ongewenste elektromagnetische signalen die de werking van elektronische apparatuur kunnen verstoren. Deze storingen kunnen afkomstig zijn van natuurlijke bronnen zoals bliksem, maar vaker komen ze van andere elektronische apparaten zoals zenders, motoren, schakelapparatuur of zelfs mobiele telefoons.

EMI manifesteert zich in twee hoofdvormen: **geleid** (via kabels en geleiders) en **uitgestraald** (via elektromagnetische golven door de lucht). Beide vormen kunnen ernstige gevolgen hebben voor gevoelige apparatuur.

Het valideren van EMI-bescherming is belangrijk om verschillende redenen:

- Het waarborgt dat apparatuur betrouwbaar blijft functioneren in omgevingen met elektromagnetische storingen
- Het voorkomt dataverlies of corruptie in gevoelige systemen
- Het verhoogt de veiligheid, vooral in kritieke toepassingen zoals medische apparatuur of defensiesystemen
- Het zorgt voor naleving van wettelijke eisen en industriestandaarden

Voor sectoren zoals defensie is EMI-validatie niet zomaar een optie maar een noodzaak. Militaire apparatuur moet onder extreme omstandigheden blijven functioneren, waarbij elektromagnetische verstoringen een reëel risico vormen voor missiekritieke systemen.

## Welke methoden worden gebruikt voor EMI-beschermingsvalidatie?

Voor het valideren van EMI-bescherming bestaan verschillende testmethoden. De keuze voor een specifieke methode hangt af van het type apparatuur, de toepassing en de geldende normen. Hier zijn de belangrijkste validatiemethoden:

### Afschermingseffectiviteitsmetingen

Deze tests meten hoe effectief een materiaal of behuizing elektromagnetische straling kan blokkeren. De afschermingseffectiviteit wordt uitgedrukt in decibel (dB) en geeft aan hoeveel van het signaal wordt tegengehouden. Hoe hoger de waarde, hoe beter de afscherming.

Bij deze metingen wordt een signaal met bekende sterkte aan één kant van het afschermingsmateriaal geplaatst, terwijl aan de andere kant wordt gemeten hoeveel van het signaal doorkomt. Dit wordt over verschillende frequenties gedaan om een volledig beeld te krijgen van de afschermingsprestaties.

## **Emissietesten**

Emissietesten meten hoeveel elektromagnetische straling een apparaat zelf uitzendt. Het doel is om te controleren of deze emissies binnen de toegestane grenzen blijven. Deze tests zijn belangrijk omdat apparaten die te veel straling uitzenden andere apparatuur in de omgeving kunnen verstoren.

Tijdens deze tests wordt het apparaat in een gecontroleerde omgeving (zoals een anechoïsche kamer) geplaatst en worden de uitgezonden signalen gemeten met speciale antennes en meetapparatuur.

## **Immunitiestesten**

Bij immunitiestesten wordt onderzocht hoe goed een apparaat bestand is tegen externe elektromagnetische verstoringen. Het apparaat wordt blootgesteld aan verschillende soorten elektromagnetische velden met variërende sterktes en frequenties.

Het doel is om te verifiëren dat het apparaat blijft functioneren binnen de gespecificeerde parameters, zelfs wanneer het wordt blootgesteld aan elektromagnetische storingen. Deze tests zijn vooral belangrijk voor apparatuur die in storingsgevoelige omgevingen moet werken.

## **Conformiteitstesten**

Conformiteitstesten controleren of een product voldoet aan de specifieke EMI-eisen die zijn vastgelegd in relevante normen en regelgeving. Deze tests combineren vaak elementen van emissie- en immunitiestesten en zijn nodig voor certificering en markttoegang.

# **Hoe werkt een professionele EMI-testprocedure?**

Een professionele EMI-testprocedure volgt meestal een gestructureerd proces dat begint met planning en eindigt met certificering. Hier is een stapsgewijze uitleg van hoe zo'n procedure er doorgaans uit ziet:

## **1. Testplanning en voorbereiding**

De eerste stap is het opstellen van een testplan of testprotocol. Hierin wordt vastgelegd welke tests worden uitgevoerd, welke meetapparatuur wordt gebruikt, wat de acceptatiecriteria zijn en wanneer een test als geslaagd wordt beschouwd. Dit plan wordt afgestemd op de specifieke eisen van de toepassing en de geldende normen.

In deze fase worden ook de testopstellingen ontworpen en wordt de benodigde meetapparatuur verzameld en gekalibreerd.

## **2. Testomgeving voorbereiden**

EMI-tests worden meestal uitgevoerd in speciale testomgevingen zoals:

- **EMC-kamers:** Speciaal ontworpen ruimtes die zijn afgeschermd tegen externe elektromagnetische straling
- **Anechoïsche kamers:** Kamers waarvan de wanden elektromagnetische golven absorberen om reflecties te voorkomen

- **GTEM-cellen:** Gesloten testomgevingen die elektromagnetische velden kunnen genereren voor immuniteitstesten

Deze gecontroleerde omgevingen zorgen ervoor dat de metingen nauwkeurig zijn en niet worden beïnvloed door externe factoren.

### 3. Uitvoering van de tests

Tijdens de testfase worden de geplande tests uitgevoerd volgens het testprotocol. Dit omvat doorgaans:

- Het opstellen van de apparatuur in de testomgeving
- Het kalibreren van meetinstrumenten
- Het uitvoeren van de verschillende tests (emissie, immuniteit, afscherming)
- Het nauwkeurig documenteren van alle testresultaten

### 4. Analyse en interpretatie van resultaten

Na het uitvoeren van de tests worden de resultaten geanalyseerd en vergeleken met de acceptatiecriteria. Bij deze analyse wordt gekeken naar:

- Of de emissies binnen de toegestane grenzen blijven
- Of het apparaat correct blijft functioneren tijdens immuniteitstesten
- Of de afschermingseffectiviteit voldoet aan de vereisten
- Of er zwakke punten zijn die verbetering behoeven

### 5. Rapportage en certificering

De laatste stap is het opstellen van een testrapport met alle bevindingen en conclusies. Als het product voldoet aan alle eisen, kan een certificaat worden uitgegeven dat aantoont dat het product conform de relevante normen is.

## Welke normen en certificeringen bestaan er voor EMI-bescherming?

Er zijn verschillende internationale en Europese normen die betrekking hebben op EMI-bescherming en -validatie. Deze normen specificeren de testmethoden, grenswaarden en procedures voor verschillende soorten apparatuur en toepassingen. Hier zijn enkele van de belangrijkste normen:

#### Internationale normen

- **IEC 61000-serie:** Deze serie normen behandelt elektromagnetische compatibiliteit (EMC) en omvat verschillende aspecten zoals emissie, immuniteit en testmethoden
- **CISPR-normen:** Deze normen, opgesteld door het Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques, richten zich specifiek op radiostoringslimieten en meetmethoden
- **MIL-STD-461:** Een militaire standaard die de EMI-eisen voor apparatuur en subsystemen specificeert, [vooral relevant voor defensietoepassingen](#)
- **MIL-STD-464:** Deze norm richt zich op de elektromagnetische omgevingseffecten en compatibiliteitseisen voor systemen

#### Europese normen

- **EN 55000-serie:** Europese normen voor EMC die grotendeels zijn gebaseerd op CISPR-normen

- **EN 61000-serie:** De Europese implementatie van de IEC 61000-serie
- **EN 50121:** Specifieke EMC-normen voor spoorwagtoepassingen
- **EN 60601-1-2:** EMC-eisen voor medische elektrische apparatuur

De keuze voor de relevante normen hangt af van het type product, de toepassing en de markt waarop het product wordt verkocht. Voor defensietoepassingen zijn de MIL-STD-normen vaak de meest relevante, terwijl voor commerciële producten in Europa de EN-normen van toepassing zijn.

## Hoe kies je de juiste verpakkingsoplossing met gevalideerde EMI-bescherming?

Het kiezen van de juiste verpakkingsoplossing met EMI-bescherming vereist een zorgvuldige afweging van verschillende factoren. Hier zijn de belangrijkste aspecten om te overwegen:

### Materiaaleigenschappen

Verschillende materialen bieden verschillende niveaus van EMI-bescherming:

- **Metalen (aluminium, staal):** Bieden uitstekende afscherming tegen elektromagnetische straling en zijn ideaal voor toepassingen die hoge beschermingsniveaus vereisen
- **Geleidende kunststoffen:** Kunststoffen met geleidende additieven kunnen een goede balans bieden tussen gewicht, kosten en bescherming
- **Afschermende coatings:** Kunnen worden toegepast op niet-geleidende materialen om EMI-bescherming te bieden
- **Composietmaterialen:** Combineren vaak de sterkte van kunststoffen met de afschermingseigenschappen van metalen

### Afschermingsniveaus

Het vereiste afschermingsniveau hangt af van de gevoeligheid van de apparatuur en de elektromagnetische omgeving waarin deze zal worden gebruikt. Afschermingsniveaus worden meestal uitgedrukt in decibel (dB) over een bepaald frequentiebereik.

Voor sommige toepassingen kan een bescheiden afscherming van 20-30 dB voldoende zijn, terwijl kritieke militaire of medische apparatuur mogelijk 80-100 dB of meer vereist.

### Specifieke vereisten per toepassing

Verschillende toepassingen stellen verschillende eisen aan EMI-bescherming:

- **Defensie:** Militaire apparatuur vereist vaak robuuste bescherming tegen een breed spectrum van elektromagnetische dreigingen, inclusief EMP (elektromagnetische puls)
- **Medisch:** Medische apparatuur moet betrouwbaar functioneren in omgevingen met andere elektronische apparaten en mag zelf geen storing veroorzaken
- **High-tech:** Gevoelige elektronische componenten vereisen bescherming tijdens transport en opslag om beschadiging door statische elektriciteit of EMI te voorkomen
- **Communicatie:** Communicatieapparatuur moet worden beschermd tegen externe storingen en mag zelf geen interferentie veroorzaken

### Praktische overwegingen

Naast de technische vereisten zijn er ook praktische aspecten om rekening mee te houden:

- **Gebruiksgemak:** De verpakking moet praktisch zijn in gebruik, met toegankelijke openingen en eventueel modulaire interieurs
- **Duurzaamheid:** Voor herhaald gebruik moet de verpakking duurzaam zijn en de afschermingseigenschappen behouden na veelvuldig gebruik
- **Gewicht en formaat:** Vooral voor mobiele toepassingen kunnen gewicht en formaat belangrijke factoren zijn
- **Bescherming tegen andere omgevingsfactoren:** Naast EMI-bescherming kan bescherming tegen water, stof, schokken en trillingen nodig zijn

## Conclusie

Het valideren van EMI-bescherming is een essentieel proces voor het waarborgen van de betrouwbaarheid en veiligheid van elektronische apparatuur, vooral in kritieke toepassingen zoals defensie en medische technologie. Door de juiste testmethoden te gebruiken en te voldoen aan relevante normen, kun je ervoor zorgen dat je apparatuur bestand is tegen elektromagnetische interferentie.

Bij het kiezen van een verpakkingsoptlossing met EMI-bescherming is het belangrijk om rekening te houden met de specifieke eisen van je toepassing, de materiaaleigenschappen en de praktische aspecten van de verpakking. Een goed ontworpen verpakking biedt niet alleen bescherming tegen EMI, maar ook tegen andere omgevingsfactoren zoals schokken, trillingen, vocht en stof.

Bij Faes begrijpen we de complexe eisen die worden gesteld aan verpakkingen voor gevoelige elektronische apparatuur. Onze expertise in gereguleerde sectoren zoals defensie en high-tech stelt ons in staat om verpakkingsoptlossingen te ontwikkelen die voldoen aan de hoogste normen voor EMI-bescherming en andere beschermingseisen.

## Veelgestelde vragen

### Wat zijn de meest voorkomende fouten bij het implementeren van EMI-bescherming?

De meest voorkomende fouten zijn onvoldoende aandacht voor naden en openingen in afschermingen, het negeren van kabelafscherming, onjuiste aarding, en het kiezen van ongeschikte materialen voor de specifieke frequentiebereiken. Ook wordt vaak de impact van temperatuur en veroudering op afschermingsmaterialen onderschat. Zorg voor een holistische benadering waarbij alle potentiële zwakke punten worden geïdentificeerd en aangepakt.

### Hoe kan ik EMI-problemen troubleshooten als mijn apparatuur al in gebruik is?

Begin met het identificeren van wanneer en onder welke omstandigheden de interferentie optreedt. Gebruik een spectrum analyzer om de frequentie van de storing te bepalen. Probeer vervolgens de bron te lokaliseren door apparaten één voor één uit te schakelen. Voor tijdelijke oplossingen kunt u extra afscherming aanbrengen, kabels herpositioneren, of ferrietten toevoegen aan kabels. Voor permanente oplossingen is het raadzaam om een EMC-specialist te raadplegen.

### Wat is het verschil tussen EMI-bescherming en ESD-bescherming en heb ik beide nodig?

EMI-bescherming richt zich op het blokkeren van elektromagnetische straling, terwijl ESD-bescherming (elektrostatische ontlading) beschermt tegen plotselinge elektrische ontladingen. Hoewel sommige materialen beide vormen van bescherming kunnen bieden, zijn de vereisten vaak verschillend. Voor gevoelige elektronica heeft u meestal beide nodig: EMI-bescherming voor betrouwbare werking en ESD-bescherming om schade tijdens hantering en transport te voorkomen.