



Random Vibration testen

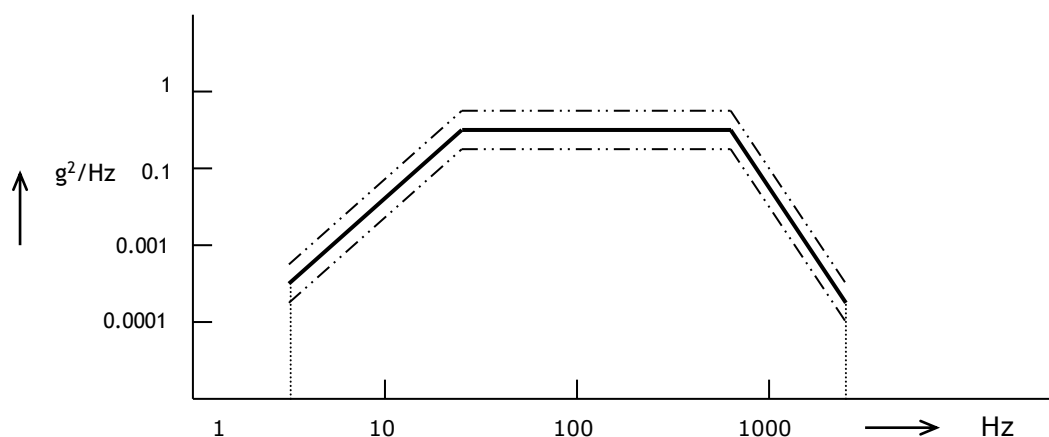
1. Wat is het en waar wordt het gebruikt?

Bij random triltesten worden meerder trilfrequenties “tegelijkertijd” aangestoten op het te testen object. Dit is fundamenteel verschillend in vergelijking met sinustesten, want daar is altijd maar één frequentie tegelijk aanwezig.

Random testen worden toegepast om omgevingen te simuleren waar vele frequenties tegelijk kunnen voorkomen, denk hierbij bijv. aan:

Ruimtevaart	Lancering van raket: trillingen door langsstromende lucht en door de werking van de motor
Luchtvaart	Vliegtuigen: langsstromende lucht en werking van een straalmotor
Wegtransport	Auto's: langsstromende lucht en trilling door contact met de (oneffen) weg, tevens motortrillingen

Bij random testen wordt op de volgende manier gerekend.



Figuur 1 Random tritest spectrum

Zetten we het niveau uit tegen de frequentie (in Hz), dan wordt dit uitgedrukt in PSD (power spectral density) waarden (in g^2/Hz). Het totale vermogen (totale "trilenergie") wordt in een g_{rms} waarde uitgedrukt. Hierbij is de oppervlakte onder de grafiek een maat voor dit vermogen (indien uitgezet op een dubbele lineaire schaal). Zie fig.1 als algemeen voorbeeld, met standaard logaritmische schaal.

De lijnen boven en onder de vette lijn zijn criteria voor een goede uitvoering van de test. Als deze criteria worden overschreden moet de test als mislukt worden beschouwd, en deze lijnen worden dan ook 'abort lijnen' genoemd. Overschrijdt de response de abort lijn, dan zal de test automatisch afbreken. Dit zal pas gebeuren na een aantal middelingen (bijv. 20) van gemeten spectra, omdat het meten van een enkel spectrum een hoge diversiteit heeft, en anders de regeling heel moeilijk stabiel blijft.

2. Algemene normen met toepassingsgebied

Het hangt van de klanteneisen af volgens welke normen er wordt getest. Bij ruimtevaart werkt men veel volgens de ESA ECSS standaard, of op een speciaal voor een project gemaakt testspecificatie. In de (militaire) luchtvaart wordt veelal met de MIL-STD-810F [2] gewerkt, voor algemene producten wordt vaak gebruik gemaakt van IEC 60068-2-64 [1].

3. Specificatie van testen

De tijdsduur van random testen kan zeer verschillend zijn. Doet men echte duurtesten, dan kan een test uren of dagen duren. Hiermee simuleert men de werkelijke belasting. Bij kortstondige testen zijn de niveaus veelal veel



Random Vibration testen

hoger. Hiermee wordt de veroudering van een product op een versnelde manier 'nagebootst'. Voor kwalificatie van een product gebruikt men hiervoor vaak deze (berekende) hogere niveaus.

Producten worden vaak in drie richtingen getest. De niveaus zijn vaak niet hetzelfde, omdat de belasting van een product vaak niet in alle richtingen hetzelfde is (denk aan trillingen in een auto rijdend op een slecht wegdek, waardoor bijv. een autoradio verticaal veel meer belast wordt dan in het horizontale vlak). Het in verschillende richtingen met verschillende niveaus testen heeft alleen zin als de oriëntatie van het apparaat van tevoren bekend is. Zo niet, dan wordt meestal de zwaarste richtingen gebruikt om het product in alle drie de richtingen te testen.

Alle objecten kunnen in feite getest worden. De combinatie van de vorm plus gewicht van het testobject, en shakergrootte bepaalt hoe zwaar de test is die op het object uitgevoerd kan worden.

De specificatie van een random triltest bestaat uit de volgende onderdelen:

- ▶ Frequentiegebied waarin de trillingen worden aangeboden
- ▶ Niveau uitgedrukt in g^2/Hz (PSD) als functie van de frequentie
- ▶ Tijdsduur van de test
- ▶ Aantal richtingen waarin getrild moet worden

Een voorbeeld van een specificatie voor random testen:

Frequentie gebied	20 – 2000 Hz
Niveau	20 – 100 Hz: 3 dB/octaaf 100 – 1000 Hz: 0.4 g^2/Hz constant 1000 - 2000 Hz: -6 dB/octaaf
Tijdsduur	2 minuten
Aantal richtingen	3 (Z-as in verticale richting, X- en Y-as op horizontaal bewegende slijptafel)

Voorafgaand aan de uitvoering van de test dient ook de volgende informatie over het testobject bekend te zijn:

- ▶ Gewicht / afmetingen
- ▶ Speciale voorzieningen (elektrisch, water, ...)
- ▶ Product operationeel tijdens de test of niet
- ▶ De faalcriteria
- ▶ Gevoeligheid voor richting zwaartekracht
- ▶ Specifieke omstandigheden

4. Test apparatuur

De trillingen worden teweeg gebracht door een shaker. Deze wordt aangestuurd door een besturingssysteem, waarmee verschillende trillingsvormen gegenereerd kunnen worden. Met behulp van versnellingsopnemers (accelerometers) worden de trillingen op het testobject en de triltafel gemeten. Deze signalen worden gebruikt voor de terugkoppeling naar het besturingssysteem. De shaker opereert normaal in verticale richting. Draait men deze, dan kan hij aan een slijptafel worden gekoppeld, waarop het testobject in de 2 andere assen getest kan worden.

De benodigde apparatuur voor het uitvoeren van een random triltest bestaat uit:

- ▶ de trilmachine(shaker) elektrodynamisch (breed frequentiegebied), dan wel hydraulisch (hoge belastbaarheid);
- ▶ besturingssysteem: aansturing, controle van de shaker en weergave van de test
- ▶ versnellingsopnemers: meten van de versnelling van de triltafel en eventueel de versnelling van het product.



Figuur 2 Elektrodynamische shaker met slijptafel



Random Vibration testen

Elektrodynamische shaker voor verticale trillingen en horizontale trillingen in combinatie met de sliptafel. De elektrodynamische shaker is in feite een “grote luidspreker” waarmee de trillingen opgewekt worden. (Zie Figuur 2)

5. Aandachtspunten

- Het is belangrijk dat het testobject star verbonden is met de triltafel om te voorkomen dat de trilling op het testobject te veel afwijkt van die van de tafel.
- Als overtesting (het té zwaar testen) een belangrijks aandachtspunt is (bijvoorbeeld voor ruimtevaart), dan kan een dummy massa met dezelfde massa als het testobject nodig zijn bij het inregelen van de test.
- Sommige (zware) testobjecten kunnen de dynamica van de triltafel zodanig beïnvloeden dat de gewenste trilspecificatie (in een bepaald frequentiegebied) niet bereikt kan worden binnen de voorgeschreven toleranties.

6. Referenties

1	IEC-60068-2-64 Environmental testing - Part 2: Test methods - Test Fh: Vibration, broad-band random (digital control) and guidance
2	MIL-STD-810F method 514.5 Vibration
3	Environmental Engineering Handbook, Swedish Environmental Engineering Society, 1997

7. Colofon

Deze uitgave is verzorgd door de PLOT-werkgroep Mechanische Beproevingen. PLOT is een landelijke vereniging met als doel het uitwisselen van kennis op het gebied van omgevingstechnologie, in zijn algemeenheid bedoeld om te bepalen of producten bestand zijn tegen hun omgeving, zowel tijdens transport als in de normale werkomgeving van het product. Nadere informatie over PLOT vindt u op onze site: www.plot.nl