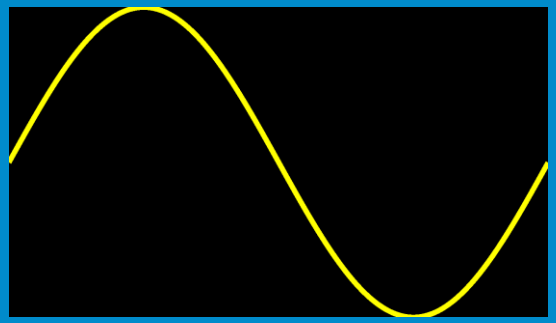
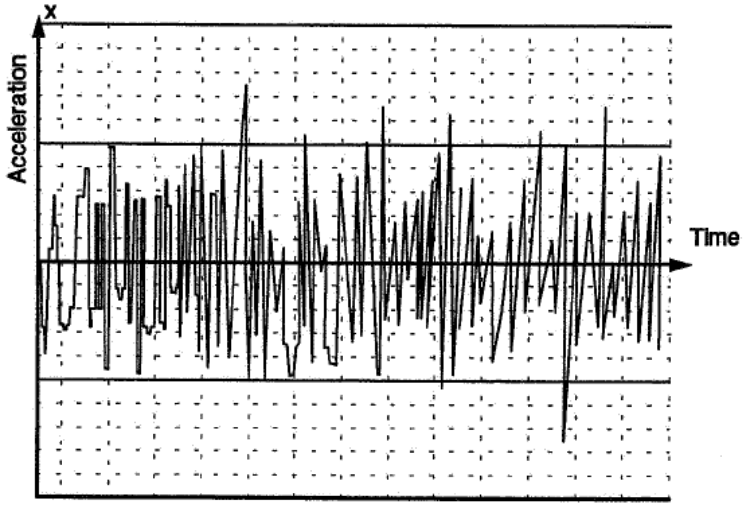


www.thalesgroup.com



Triltesten

PLOT Showcase 25 november 2015

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS. THIS INFORMATION CARRIER CONTAINS PROPRIETARY INFORMATION WHICH SHALL NOT BE USED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO THIRD PARTIES WITHOUT PRIOR WRITTEN AUTHORIZATION BY THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS, AS APPLICABLE.

THALES CRYOGENICS

Introductie

Thales Cryogenics:

Ontwikkeling / productie van cryogene koelsystemen voor o.a. koelen van detectoren van warmtebeeld camera's. Militaire toepassingen maar laatste tijd verschuiving naar industriële en ruimtevaart toepassingen

+

Lithium "reserve"batterijen voor munitie elektronica

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

THALES CRYOGENICS

Environmental testlab Thales Cryogenics

Development testing:

- Components, early phase
- Prototypes
- Test to failure (physics of failure)
- Accelerated test

Experience
Knowledge
testing
from other
industries

Production acceptance testing:

- Environmental screening
- Lot acceptance testing of batteries

Qualification testing:

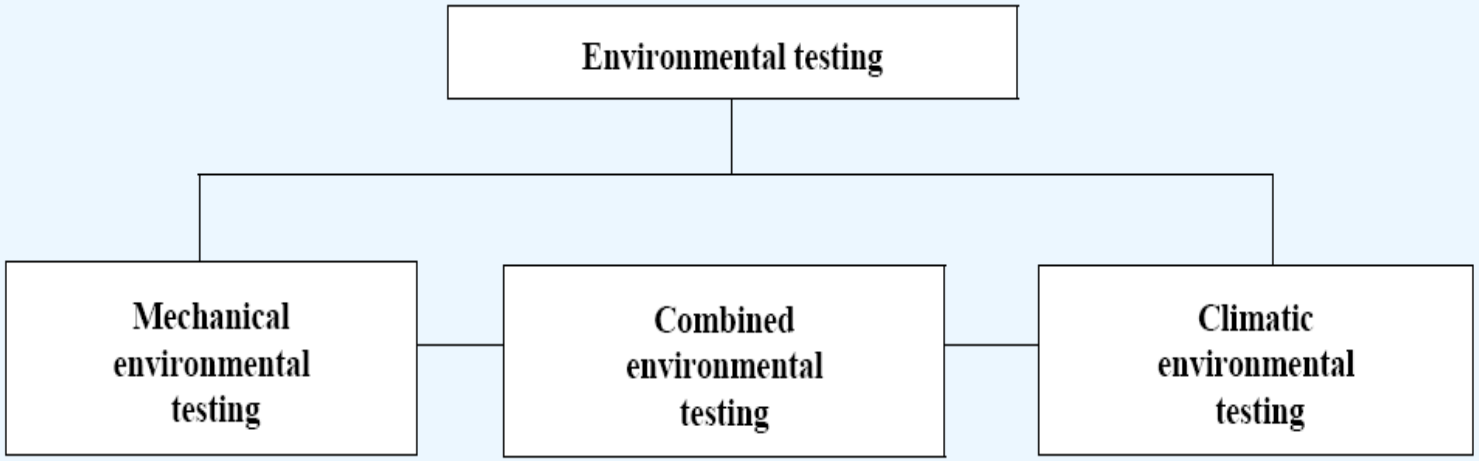
- Military
- Space
- Industrial

Standards / procedures

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

THALES CRYOGENICS

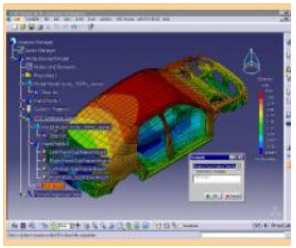
Omgevingsinvloeden

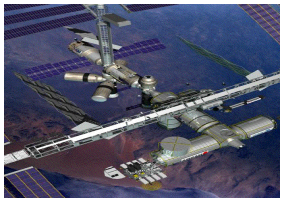


© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

THALES CRYOGENICS

Levenscyclus





Ontwikkeling Productie Transport Opslag Gebruik Service

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

THALES CRYOGENICS

Trillingen

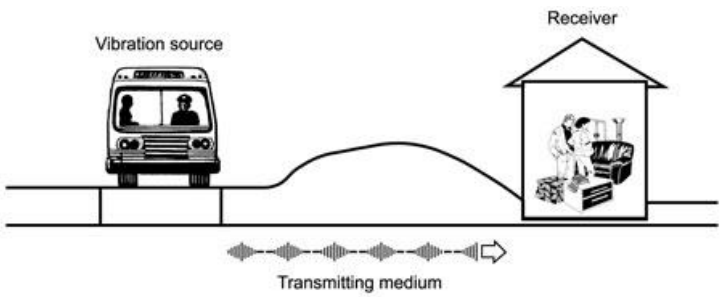
-Transport: truck / schip / vliegtuig / (motor)fiets

-Gebruik van het product in diverse omgevingen

- Automotive
- Aerospace
- Industrieel (zware machines)
- ……..

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

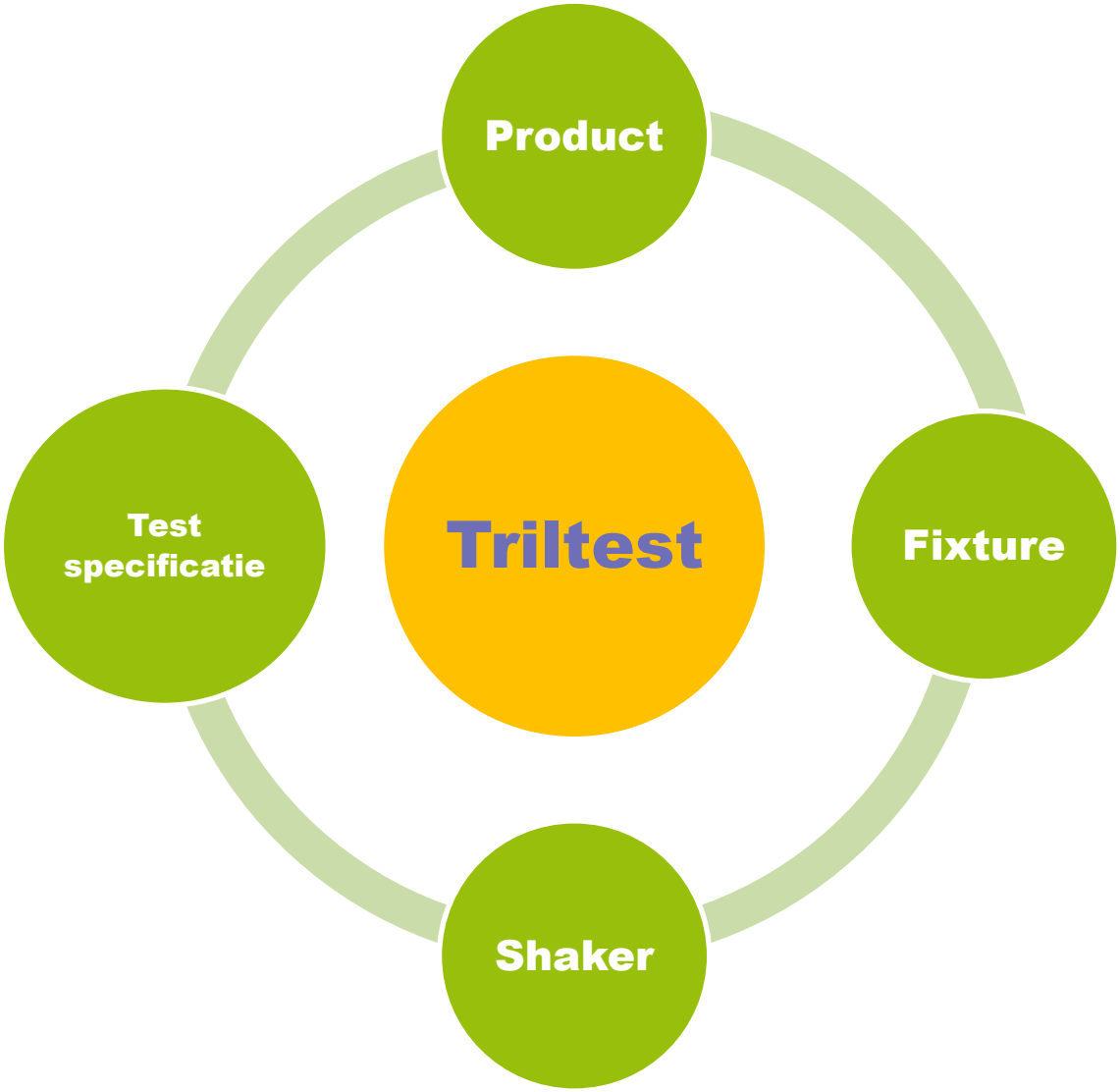
Trillingen in de praktijk



© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

THALES CRYOGENICS

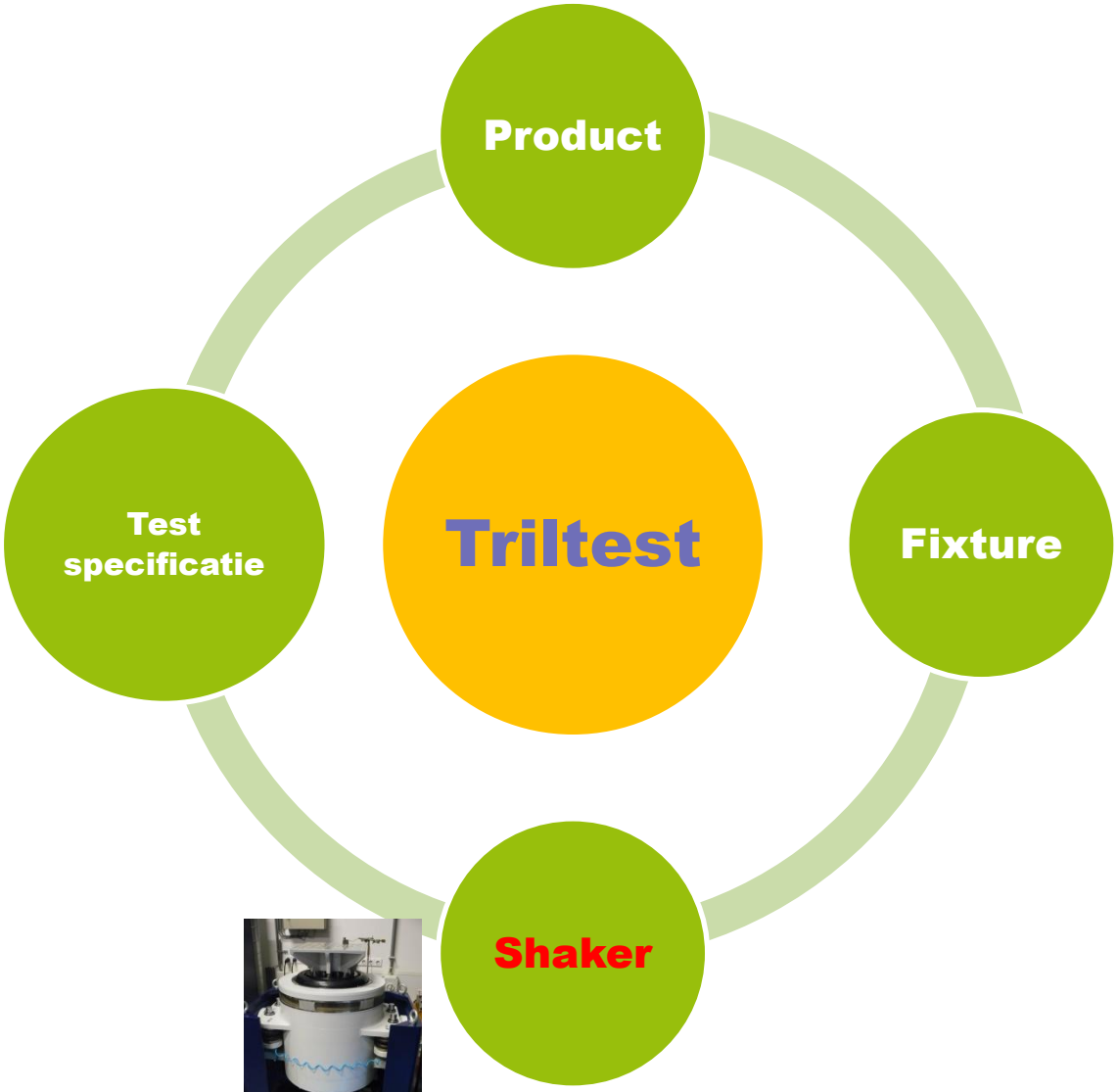
Aantonen dat product bestand is tegen trillingen: Triltest



© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

THALES CRYOGENICS

Triltest

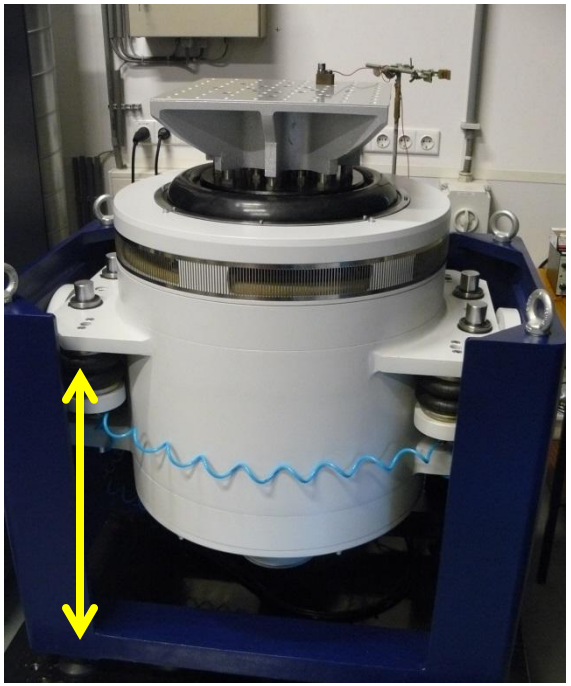


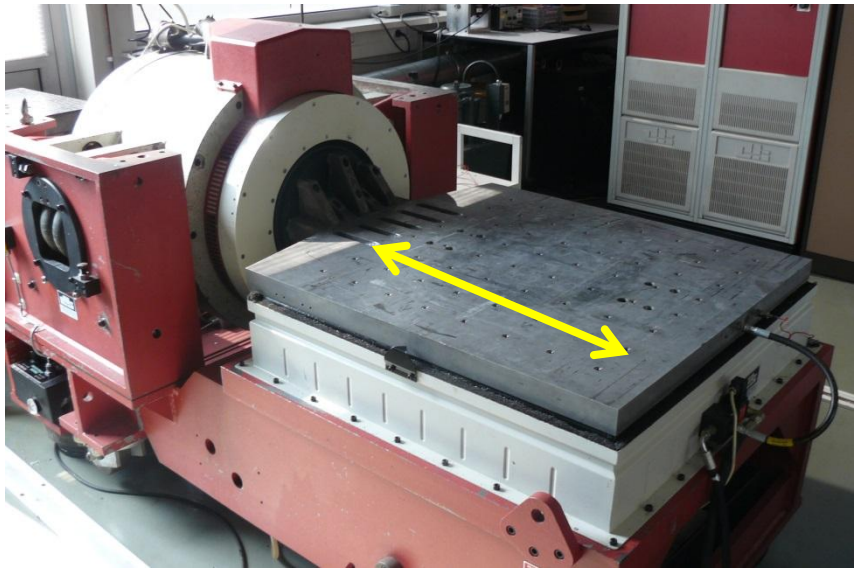
© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

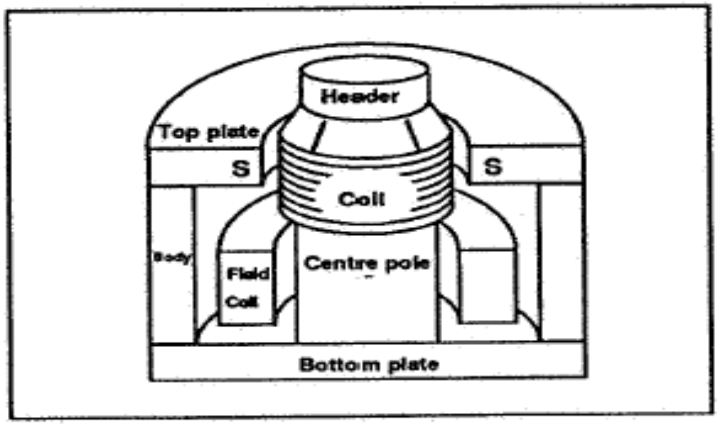
THALES CRYOGENICS

Shakers

Electrodynamische shaker







Frequentie bereik: 5 tot 3000 Hz

Hoge versnellingen: 100g

Beperkte amplitude en massa

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

Hydraulische shaker

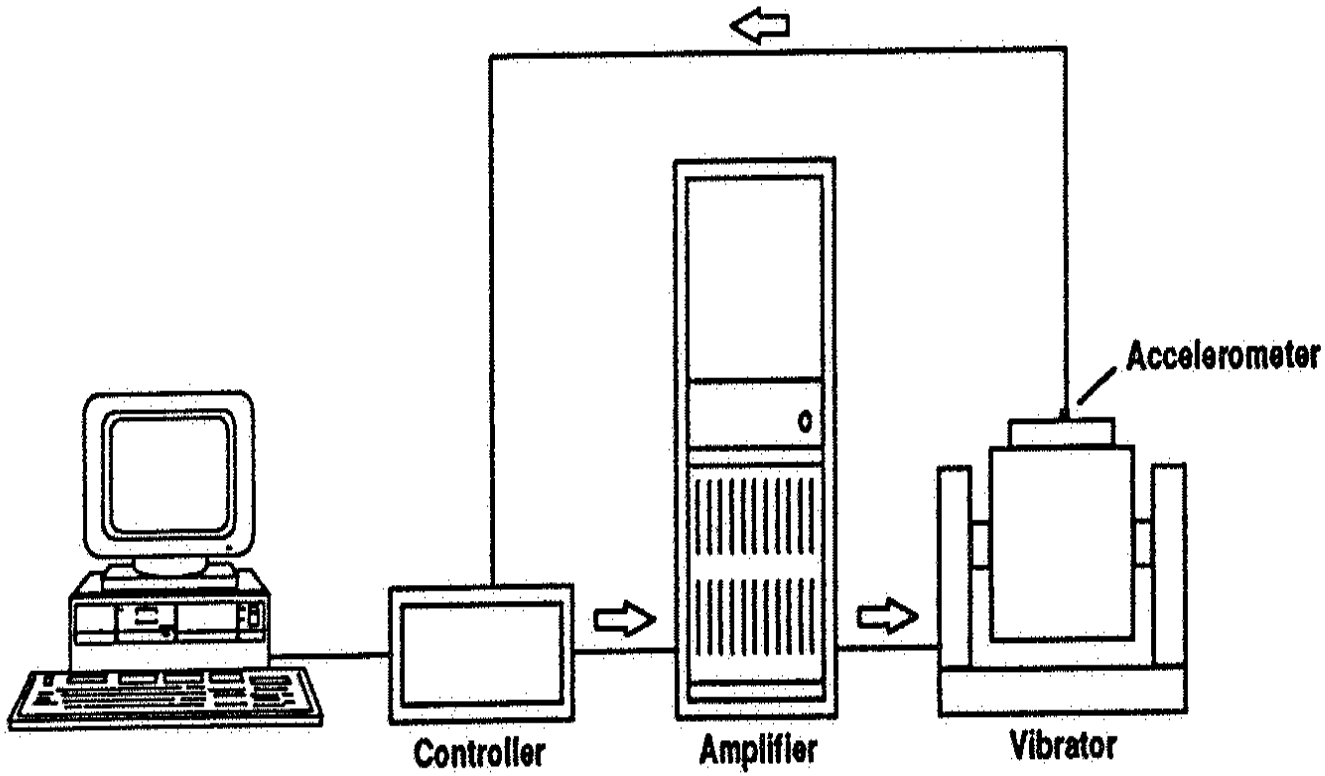
Frequentie bereik 1 tot 300 Hz

Grote verplaatsingen(10 cm)

Grote massa’s (tot duizenden kilo’s)

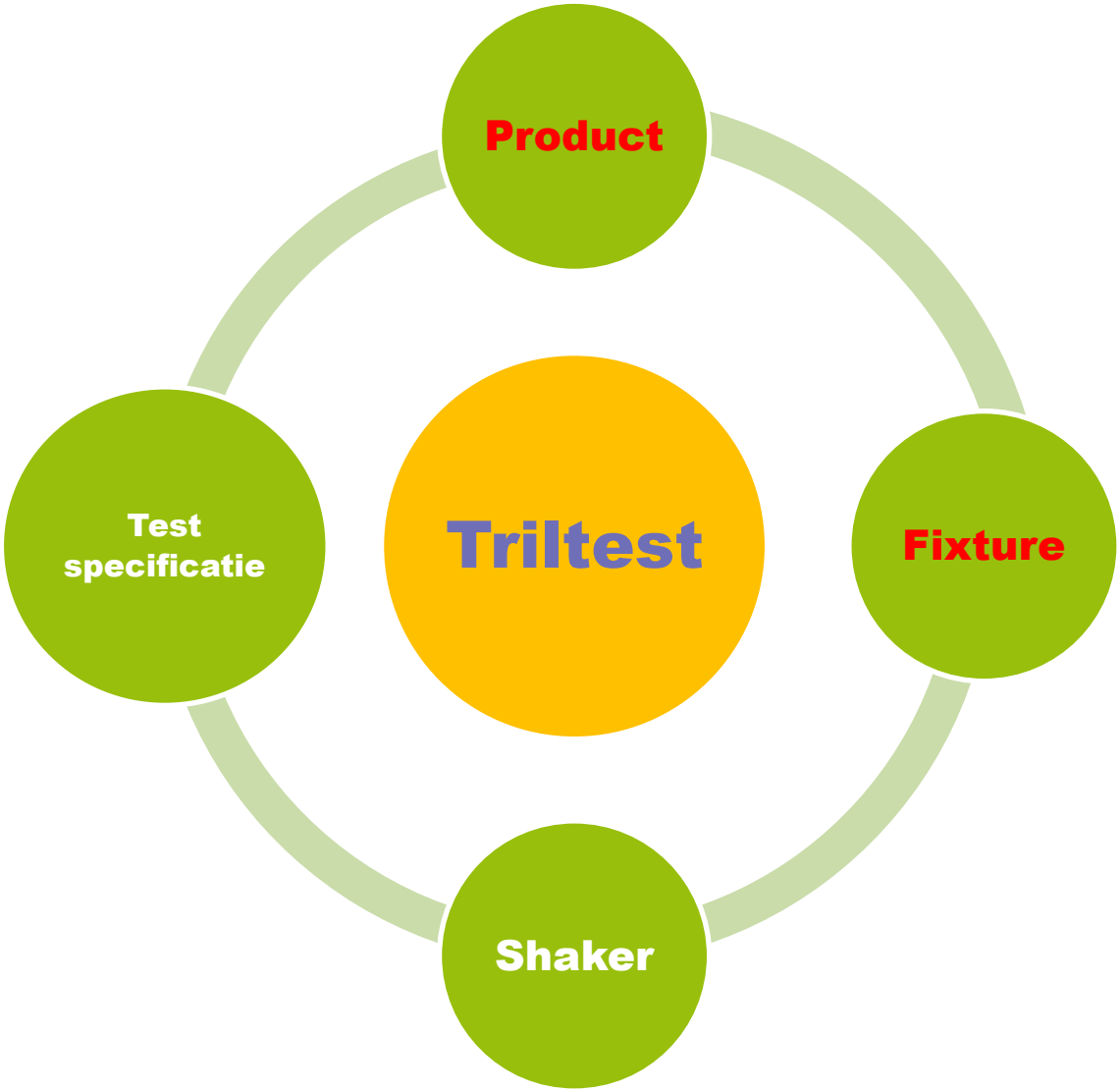
© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

Shaker systeem



© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

Triltest



© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

Product en fixture

- Status: operationeel of niet operationeel
- Operationeel ? → welke parameters moeten gemeten worden
- Richtingen en wijze van opspannen (gebruik sliptafel)
- Hoeveel producten?
- Fixture: zorgen voor goede overdracht van trillingen
- Opspannen zoals in de praktijk

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

Triltest

Soort test

Norm

IEC 60068-2-27

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Test specificatie

Product

Triltest

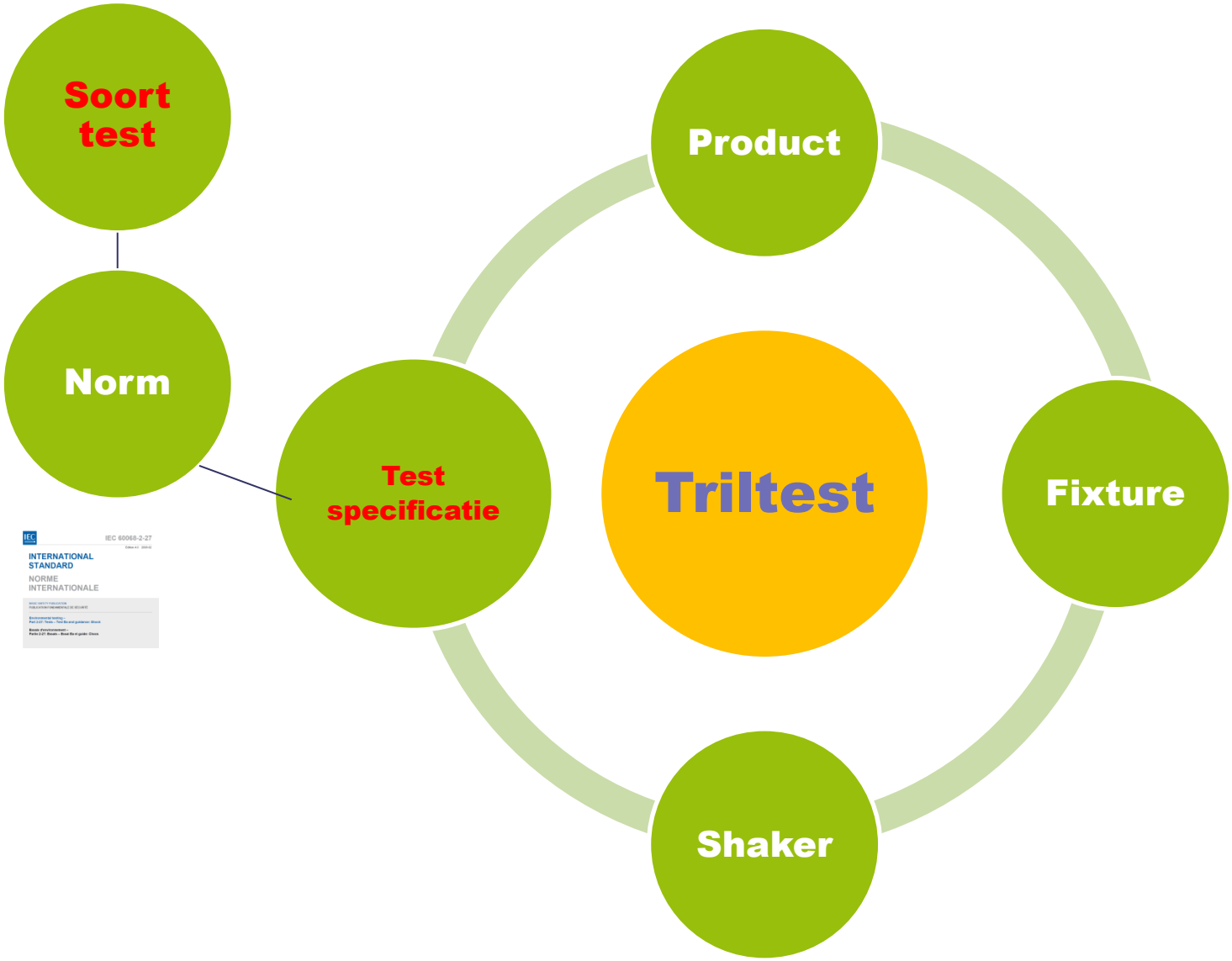
Fixture

Shaker

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

THALES CRYOGENICS

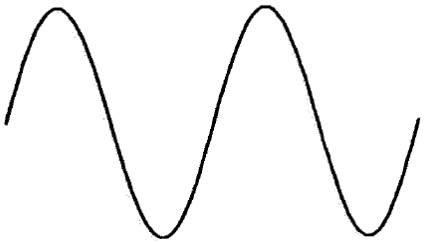
Triltest

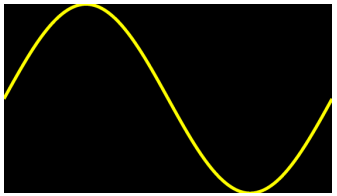


© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

THALES CRYOGENICS

Sine vibration





$D = \dfrac{V}{\pi F}$	$= \dfrac{GA}{2\pi^2 F^2}$	$= \dfrac{2V^2}{GA}$
$V = \pi F D$	$= \dfrac{GA}{2\pi F}$	$= \sqrt{\dfrac{GAD}{2}}$
$A = \dfrac{2\pi^2 F^2 D}{G}$	$= \dfrac{2\pi F V}{G}$	$= \dfrac{2V^2}{GD}$
$F = \sqrt{\dfrac{GA}{2\pi^2 D}}$	$= \dfrac{V}{\pi D}$	$= \dfrac{GA}{2\pi V}$

Metric Units	Imperial Units	SI Units
D = mm peak - peak V = mm/s peak A = g_n peak F = Hz G = 9806.65 mm/s² π = 3.141592654	D = in peak - peak V = in/s peak A = g_n peak F = Hz G = 386.0885827 in/s² π = 3.141592654	D = mm peak - peak V = mm/s peak A = m/s² peak F = Hz G = 1000 mm/s² π = 3.141592654

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

Sine vibration test specificatie

Minimale eisen voor test specificatie sine vibration:

Frequentie bereik: lage f en hoge f (Hz)

Niveau bij elke frequentie uitgedrukt in verplaatsing, snelheid of versnelling

Sweep snelheid (in octaven per minuut)

Octaaf = verdubbeling van de frequentie

Aantal sweeps (tijdsduur van de test)

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

Voorbeeld sinus triltest specificatie

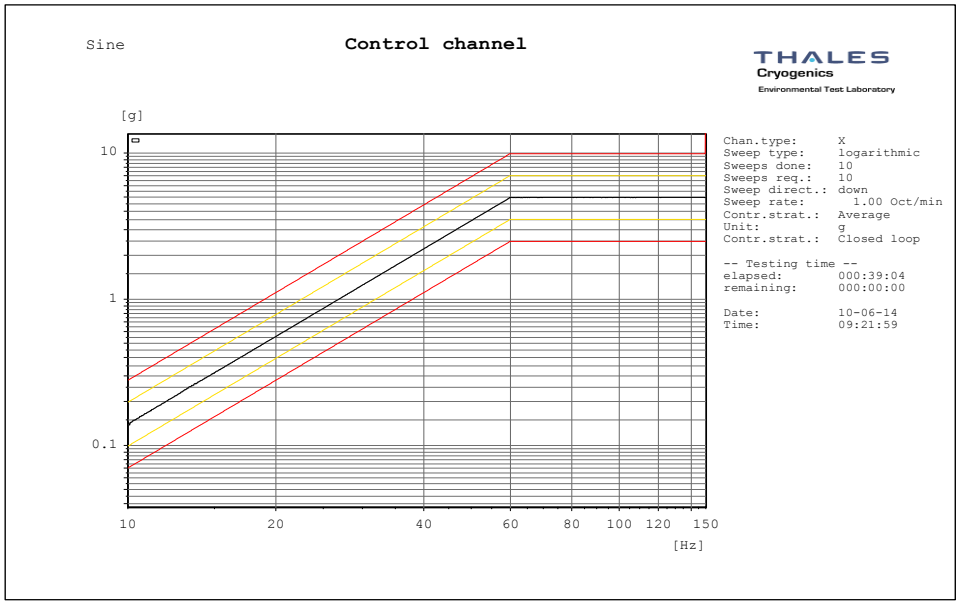
Frequentie bereik: 10 – 150 Hz

10 – 58 Hz: 0.35 mm amplitude

58-150 Hz: 5g

1 octaaf per minuut

5 cycli (=± 39 minuten) per as



D:\Daten\m+p\Extern\Philips Lighting Eindhoven\2014 10 Xitanium 50W driver\10-150 Hz 0.35 mm or 5g 5 cycles ETS icp _Z.rsn

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

Gebruik sinus triltesten

Sinus triltest:

-In omgevingen waar sinus trillingen dominant aanwezig zijn: helicopters, dichtbij machines met bepaalde toerentallen…….

-Voor resonantietesten aan producten

Veel testspecificaties schrijven sinus testen voor terwijlrandom triltesten geschikter zijn voor een bepaalde applicatie

- Vroeger sinus generatoren

- Normen en standaarden zijn conservatief

-(sinus testen zijn eenvoudiger te begrijpen)

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

Massa veer systeem

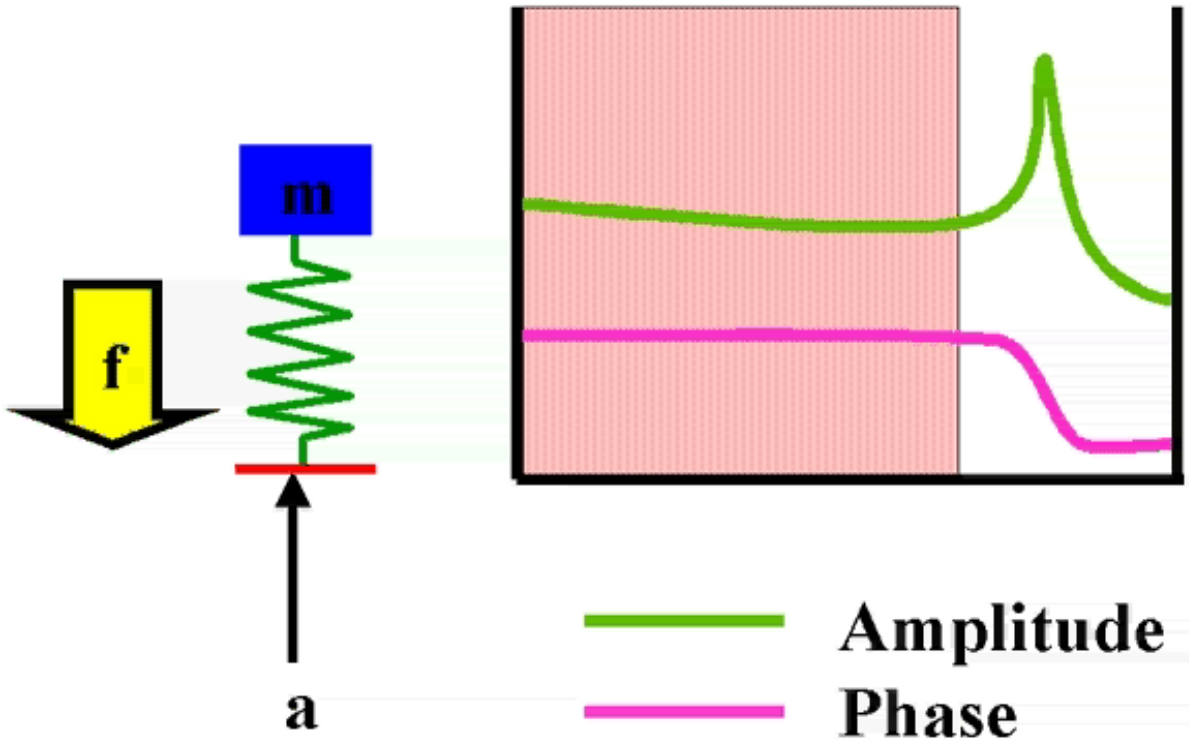
$2 \pi f = \sqrt{(K/M)}$

f = resonance frequency

K = spring constant

M= mass

$F = ma$



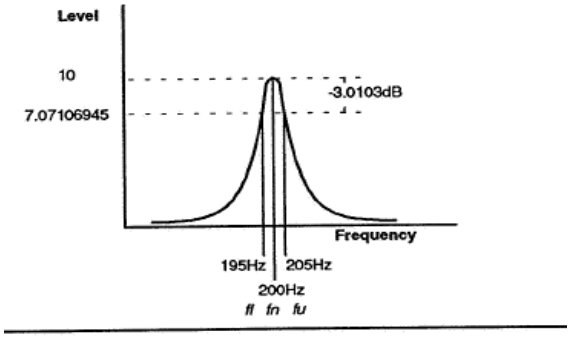
© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

Duurtest op resonantie: sine dwell

Resonantiefrequenties gevonden tijdens resonantie test (met Q-factoren boven een bepaalde waarde):

Constante frequentie / constante versnelling

10 minuten tot enkele uren



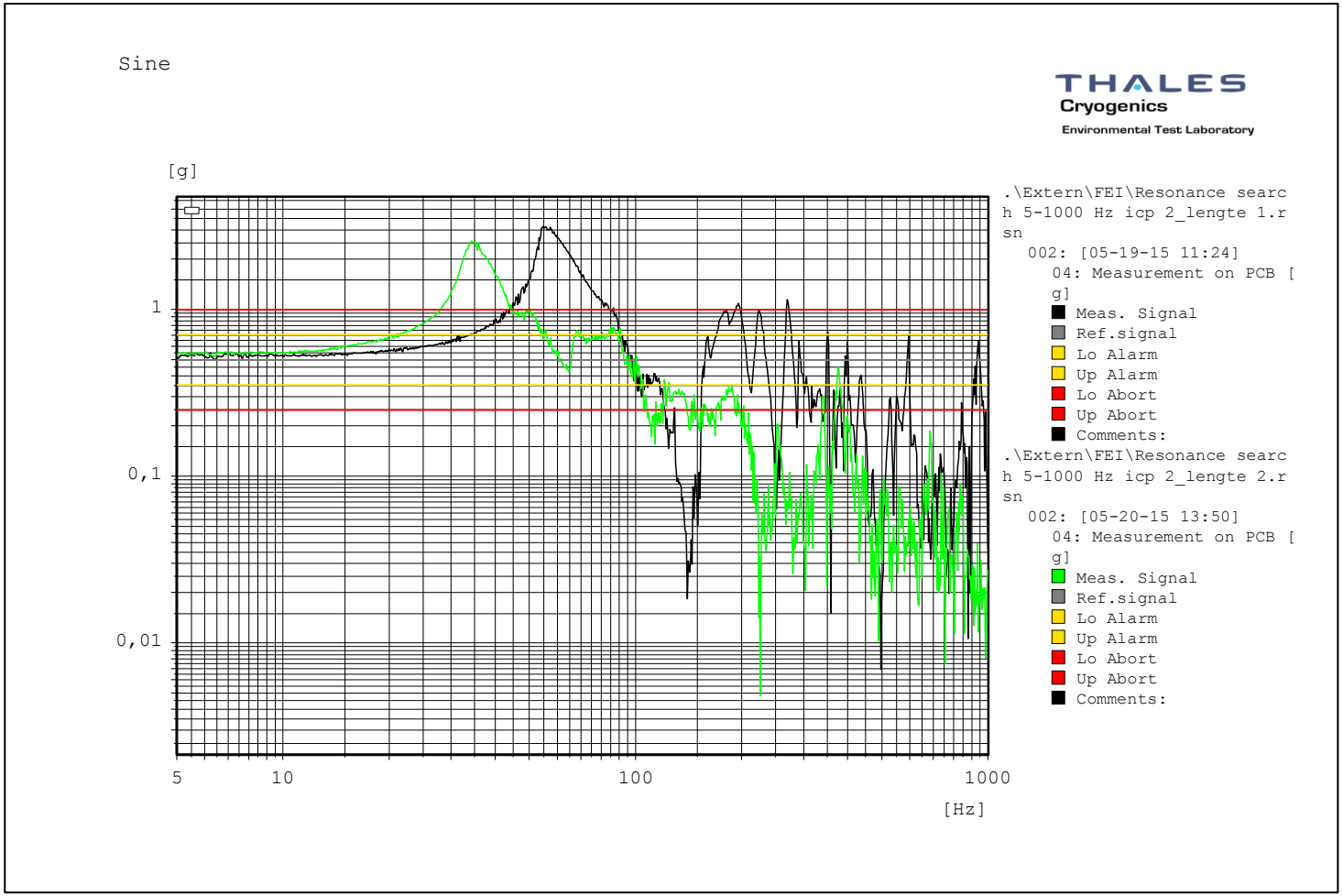
$$Q = \frac{fn}{fu - fl} = \frac{200}{205 - 195} = 20$$

Vermoeiing van materialen

verbindingen

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

Resonantie test voor en na triltest



C:\VcpNT\Daten\Extern\FEI\Rack lengte.gpd

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

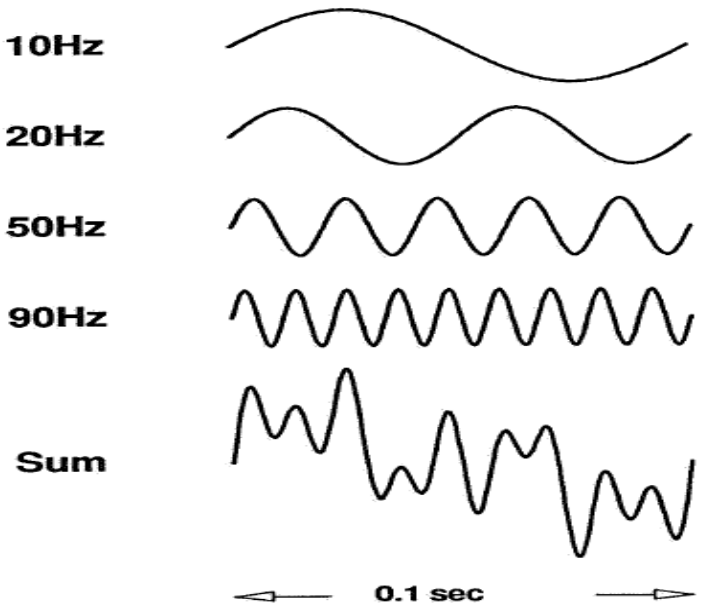
Random vibration

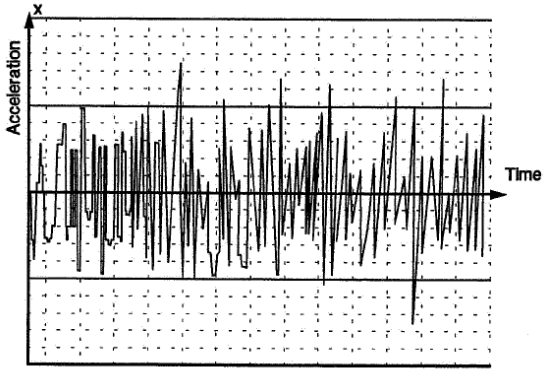
Random vibration:

Alle frequenties in een bepaald gebied tegelijk aanwezig

In meeste gevallen is dit wat in de praktijk plaatsvindt

Ruisachtig geluid tijdens uitvoering van de test





© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

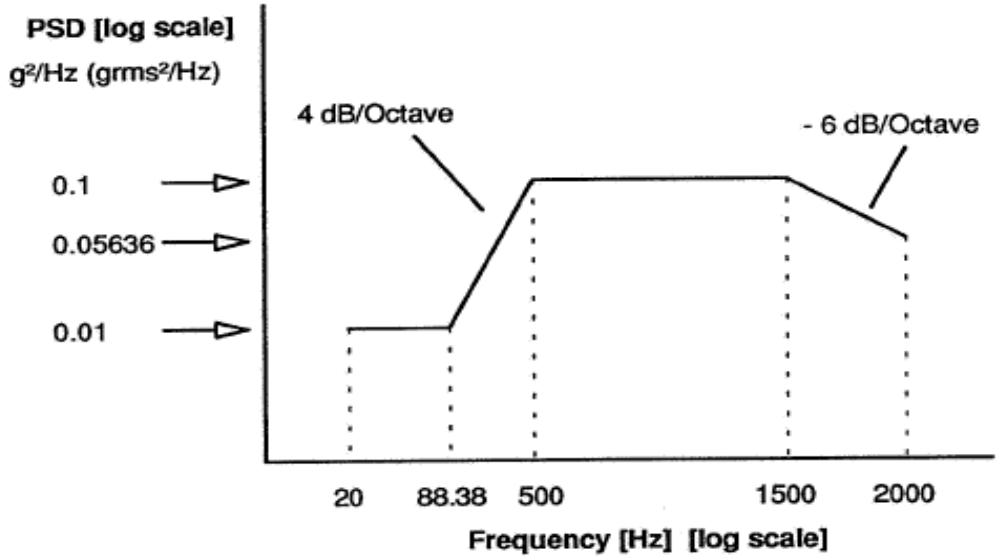
Random test specificatie

Eisen voor random vibration test specificatie:

Frequentie bereik: lage f en hoge f (Hz)

Niveau voor elk frequentie gebied uitgedrukt in Power Spectrum Density (g^2/Hz)

Tijdsduur per as



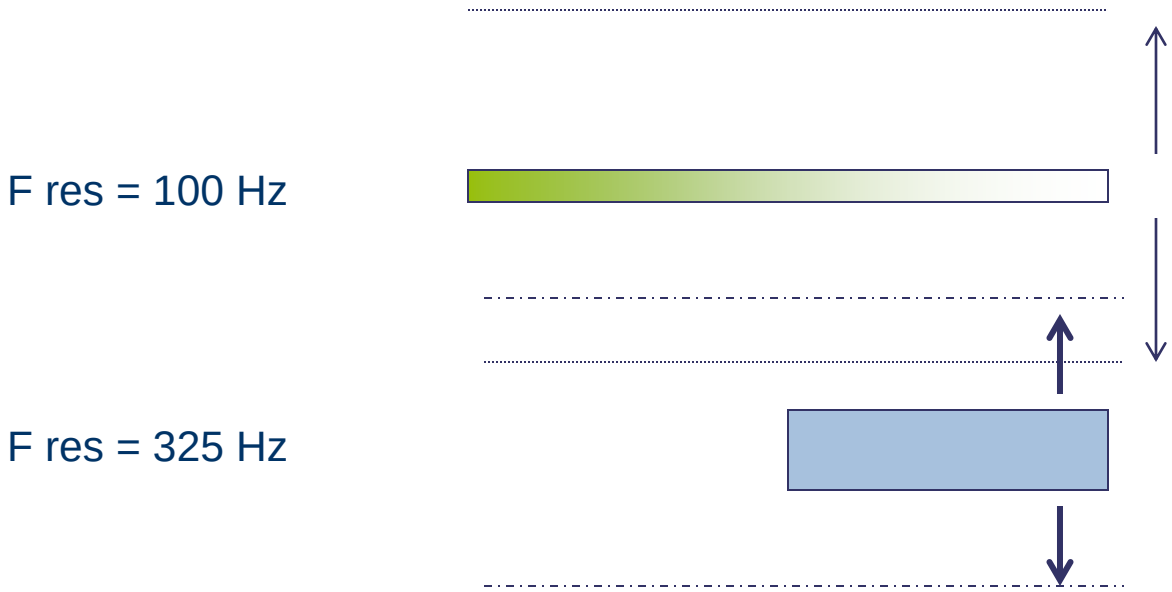
© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

THALES CRYOGENICS

Random versus sinus

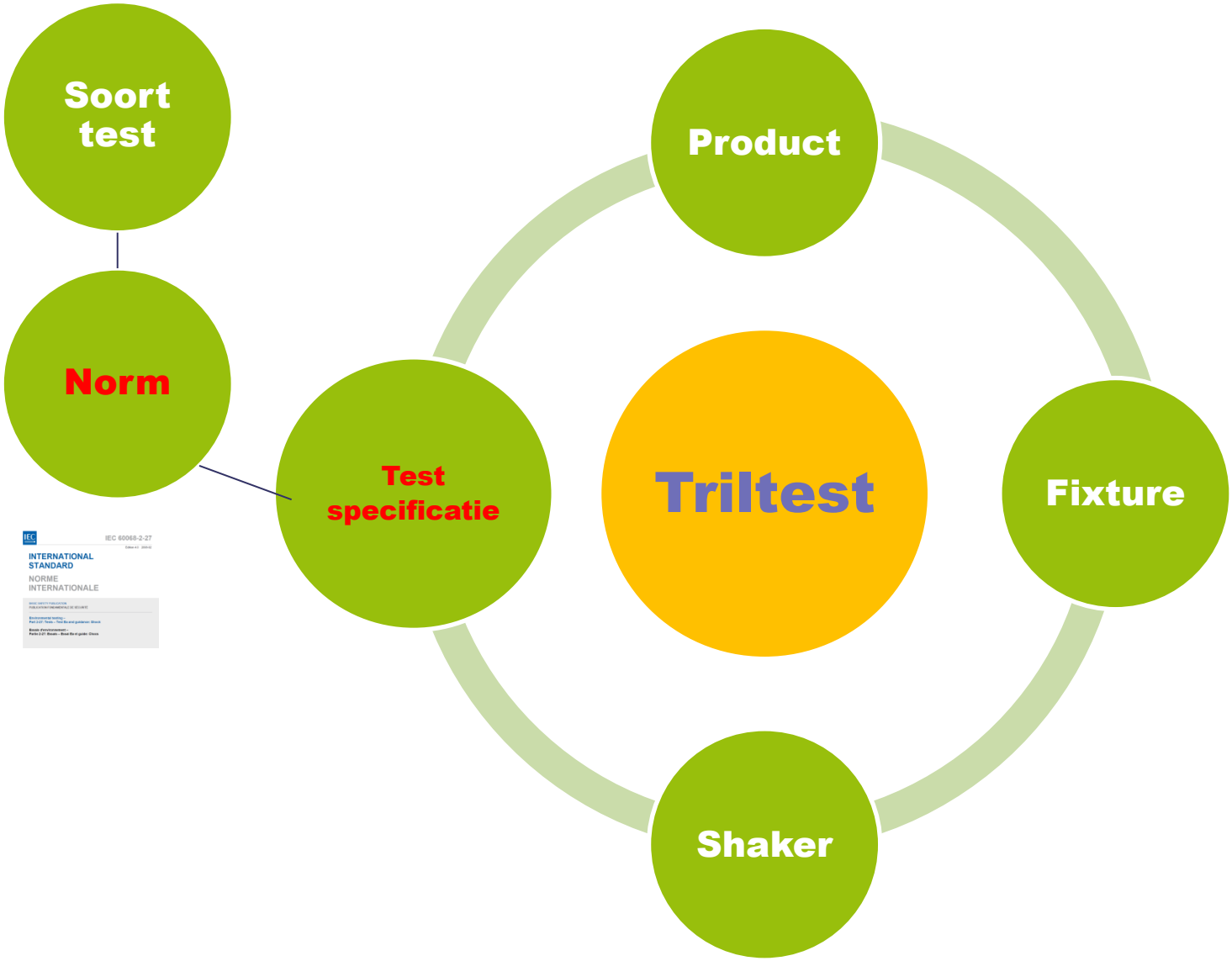
Alle frequenties tegelijk → alle resonantie frequenties worden tegelijk aangestoren

Sinus triltesten kunnen niet omgerekend worden naar random trileisen



© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

Triltest



© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

THALES CRYOGENICS

Normen en standaarden: generieke normen

Generieke normen:

- IEC 60068 / IEC 68-xx-xx serie
- MIL STD 810 F / G

IEC

IEC 60068-2-27

Edition 4.0 2008-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

BASIC SAFETY PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

Environmental testing –
Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock

Essais d'environnement –
Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs

MIL-STD-810G
31 October 2008

SUPERSEDING
MIL-STD-810F
1 January 2000

DEPARTMENT OF DEFENSE
TEST METHOD STANDARD

ENVIRONMENTAL ENGINEERING CONSIDERATIONS
AND LABORATORY TESTS

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

THALES CRYOGENICS

Specifieke normen

Branche specifieke normen:

- DO160: luchtvaart
- Rail toepassingen
- Norm voor signaalgevers / verkeerslichten
- ……..

Nederlandse norm

NEN-EN-IEC 61373

(en)

Spoorwegen en soortgelijk geleid vervoer - Uitrusting voor rollend materieel - Schok- en trilbeproevingen (IEC 61373:2010,IDT)

Railway applications - Rolling stock equipment - Shock and vibration tests (IEC 61373:2010,IDT)

Bedrijfsnormen:

- Automotive (GMW, Volvo, Niss
- ASML
- ……..

GM	WORLDWIDE ENGINEERING STANDARDS	General Specification Electrical/Electronics	GMW3172

General Specification for Electrical/Electronic Component Analytical/Development/Validation (A/D/V) Procedures for Conformance to Vehicle Environmental, Reliability, and Performance Requirements

1 Scope

This document is the GM World Standard for Electrical and Electronic validation. The use of the defined Analytical, Developmental, and Validation procedures is intended to be cumulative in nature, with the intent of generating as many learning cycles as possible during the product evolution process.

This document provides the reliability and validation requirements for most electrical aspects of a product. Product specific performance requirements and failure mechanisms not covered by this document, such as mechanical wear, shall be specifically identified and addressed in the

This should be the earliest activity in the ADV process and provides the earliest product learning and improvement opportunity.

The **Development / Evaluation** tasks are to be performed on first samples to provide the earliest opportunity to qualitatively evaluate and improve physical product. These activities may use only a single sample to differentiate between the relative weaknesses within the product. HALT is a typical example of this type of test.

Design validation tests that are expected to be of high risk as a result of the DRBFM and AFD should also be run early during the development phase to maximize the number of learning opportunities in areas where the expected need is

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

ASTM D4169: Random Vibration

Table 2.5 **Truck Level** / Assurance level III (Standard ASTM D4169-05)

Frequency (Hz)	PSD Level (g^2/Hz)
1	0.000025
4	0.005
16	0.005
40	0.0005
80	0.0005
200	0.000005

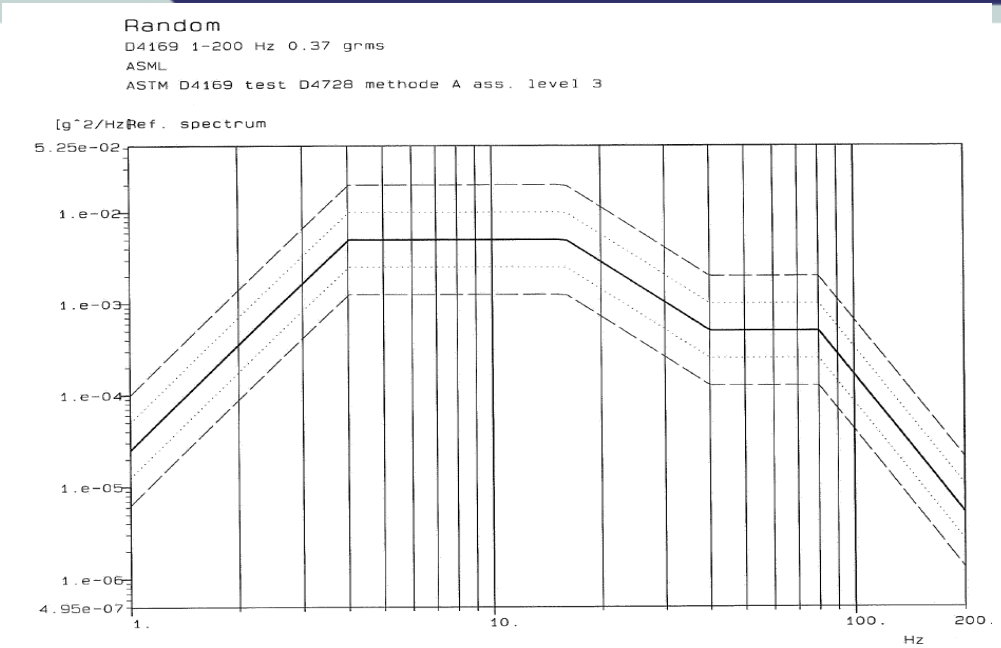
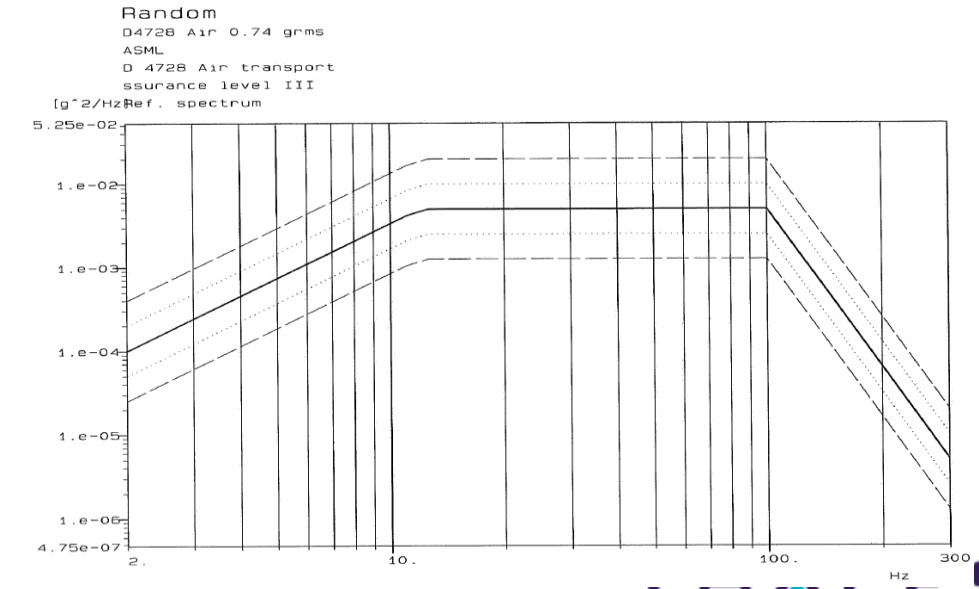


Table 2.6 **Air Level** / Assurance level III (Standard ASTM D4169-05)

Frequency (Hz)	PSD Level (g^2/Hz)
2	0.0001
12	0.005
100	0.005
300	0.000005



© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

THALES CRYOGENICS

Normen / standaarden beschrijven niet alles

Ook deze klant verwacht dat zijn product functioneert

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

Trends in triltest

Testen volgens testspecificatie van de klant

Product OK → succes of.....

Trend naar testen tot falen van product:

- HALT testen
- Robuustheidstesten

3D shakers

met temperatuur

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

Faalmodes en mechanismen

Scheur / crack vorming

Vermoeiing van materialen

Verbreken van elektrische contatcen

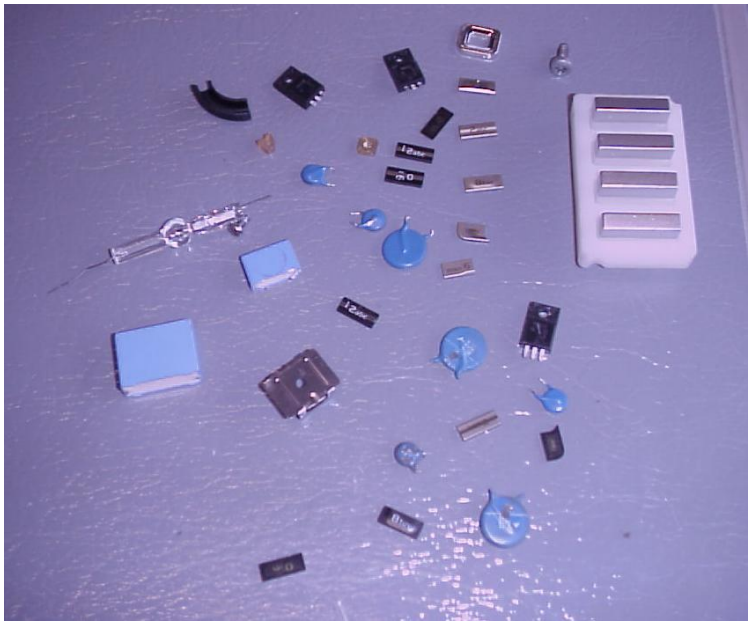
Veranderen van eigenschappen van materialen

Losse onderdelen

Losse boutjes

Losse stekkers

.....



© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page

Meer info?

OmgevingsTesten voor Beginners - OTB-003

Random Vibration testen

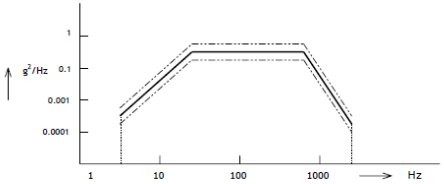
1. Wat is het en waar wordt het gebruikt?

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 triltest 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

© Copyright Vereniging PLOT. Het is niet toegestaan om zonder overleg met de PLOT-werkgroep Mechanische Beproevingen delen uit deze publicatie te vermenigvuldigen. Wel mag de brochure in zijn geheel onbeperkt worden verspreid. (Versie 1.0 - 22-01-2004)

FHI PLATFORM OMGEVINGSTECHNOLOGIE

Werkgroep Mechanische Beproevingen

Thales Cryogenics

Shock Response Spectrum

20 oktober 2015 1

ron.vanleeuwen@nl.thalesgroup.com

THALES CRYOGENICS

© THALES CRYOGENICS B.V. AND/OR ITS SUPPLIERS Subject to restrictive legend on title page