

Waarom EMC Software

Hugo Landman, AR Benelux

de Nederlandse EMC-ESD Vereniging
EMC-ESD Event 2023

Hotel van der Valk Vianen
Dinsdag 21 november

Waarom EMC software?

Tegenwoordig zijn betaalbare testapparatuur en transducers beschikbaar voor pre-compliance emissie- en immuniteitstesten en het debuggen van EMC problemen.

Slimme EMC software helpt bij het op juiste wijze initialiseren, uitvoeren en rapporteren van de metingen. Denk hierbij aan het op de juiste wijze instellen van (real time) spectrumanalyser, limietlijnen, CISPR detectoren & RBW filters, frequentiestap, scansnelheid, correctie factoren etc. tijdens emissietesten.

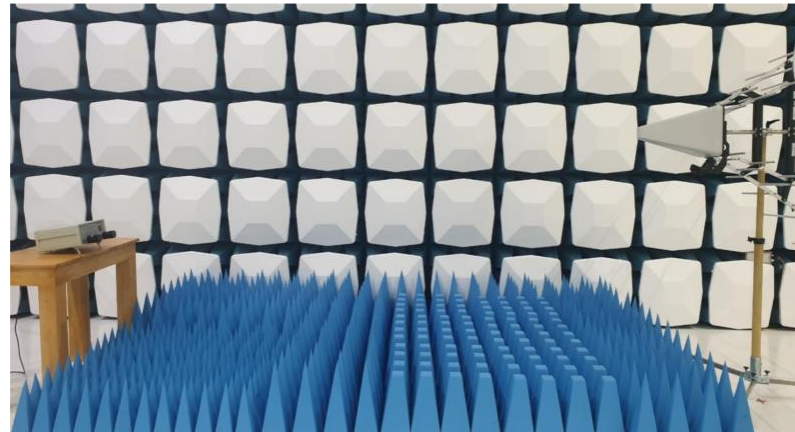
Daarnaast kunnen o.a. geautomatiseerde immuniteitstesten volgens substitutie en closed loop methode uitgevoerd en gedocumenteerd worden.



EMC Pre-compliance Testen

Definitie/Kenmerken

- *Uitvoeren van EMC testen voordat het product door een geaccrediteerd EMC lab wordt getest*
- *EMC testen voor het verbeteren van het product na afkeur bij officiële meting*
- *Vaak intern uitgevoerd door bedrijven die elektronische producten ontwikkelen*
- *Meestal beperkte middelen, lab ruimte, kennis en beperkt budget*
- *Ballans tussen zo eenvoudig mogelijke testopstelling met een testresultaat dat een officiële meting zo dicht mogelijk benaderd*



Doel

Testen van het EMC gedrag van nieuwe producten tijdens de ontwikkeling met als doel het voorkomen van afkeur bij officiële testen met als gevolg noodzakelijke redesigns, kosten extra test(en), vertraagde productintroductie etc.

Pre-compliance testen moet bijdragen aan het verkrijgen succesvol testuitkomst bij de eerste poging



**EMC-ESD
Event 2023**

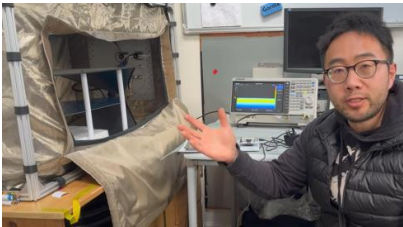
EMC Pre-compliance beperkingen

Budget

- *Beschikbaarheid (Real Time) Spectrum Analyzers met EMI optie (Rigol, R&S, Siglent etc) in plaats van meetontvanger*
- *Eenvoudige EMC testsoftware*
- *Betaalbare transducers (LISN, current Probes, antennes, CDN etc)*
- *Gebruik referentiebron (ruis/spectrum)*

Testruimte

- *Afgeschermd tenten voor reduceren invloed omgevingsstraling als alternatief voor afgeschermd meetkooi*
- *Antenne metingen in lab of buiten in plaats van reflectievrije EMC meetkamer*
- *Beschikbare ruimte voor niet geleidend meettafel en geleidend grondvlak*



Complexiteit

- *Afwijken van compliant testopstelling*
- *Invloed van vereenvoudigde opstelling op meetresultaat (foutmarge)*



Welke Testen?

Meest voorkomende afkeur

- Geleide emissie (CE)
- Geleide immuniteit (CI)
- Gestraalde emissie (RE)
- Gestraalde immuniteit (RI)

Testen met lage complexiteit

- Geleide emissie op voedingslijnen
- Geleide emissie op data en control lijnen
- Geleide immuniteit op voedingslijnen
- Geleide immuniteit op data en control lijnen

Testen met gemiddelde complexiteit

- Gestraalde immuniteit

Testen met hoge complexiteit

- Gestraalde emissie

Nauwkeurigheid pre-compliance meting

Geleide emissie

- Hoge correlatie met testhuis
- Met goede testopstelling “spot on”

Geleide Immuniteit

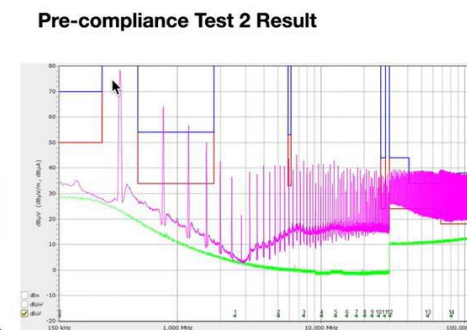
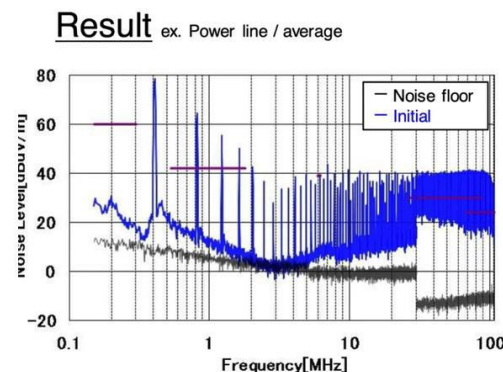
- Goede correlatie met testhuis

Gestraalde Immuniteit

- Redelijke correlatie met testhuis

Gestraalde emissie

- Beperkte correlatie met testhuis, vereist extra moeite en ervaring voor goede absolute meetresultaten.
 - Wel goede relatieve beter/slechter evaluatie
 - Nameten met antenne indien mogelijk
 - Alternatieve methode meten geleide CM emissie
 - Gebruik referentie emissie bron (Noise/Comb)

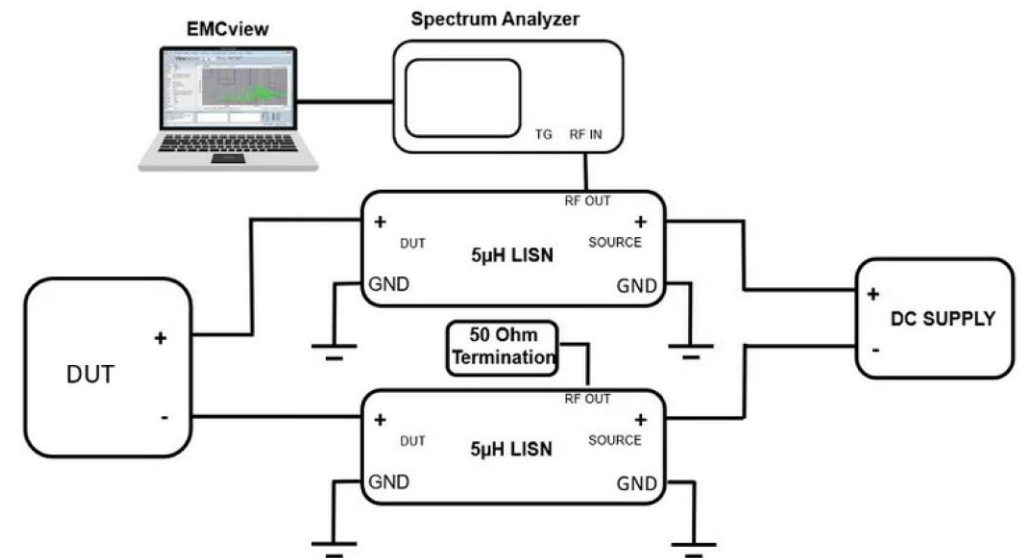
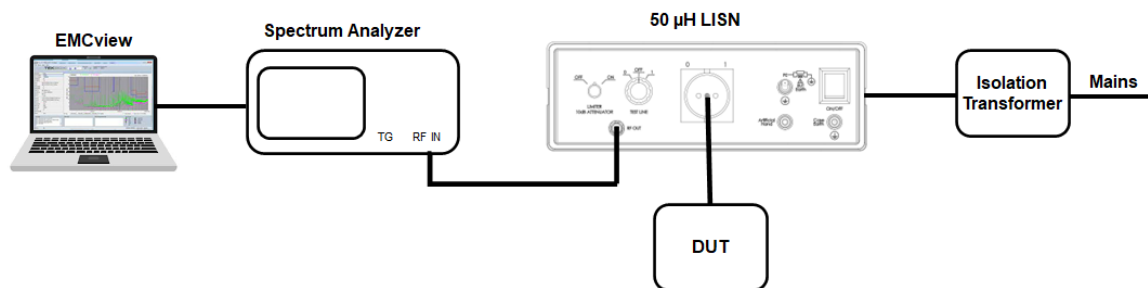


Geleide Emissie

Geleide emissie test

- Meeste geleide emissie testen worden uitgevoerd met een LISN
- $50\mu H$ voor producten voor gebruik in industriële of huishoudelijke omgeving
- $5\mu H$ voor automotive producten

Testopstelling (vereenvoudigd)



Andere transducers en testitems

- RF Current monitor probes
- CDNE
- CISPR Probe
- Testtafel en geleidend grondvlak
- Transiëntlimiter, filters, verzwakkers

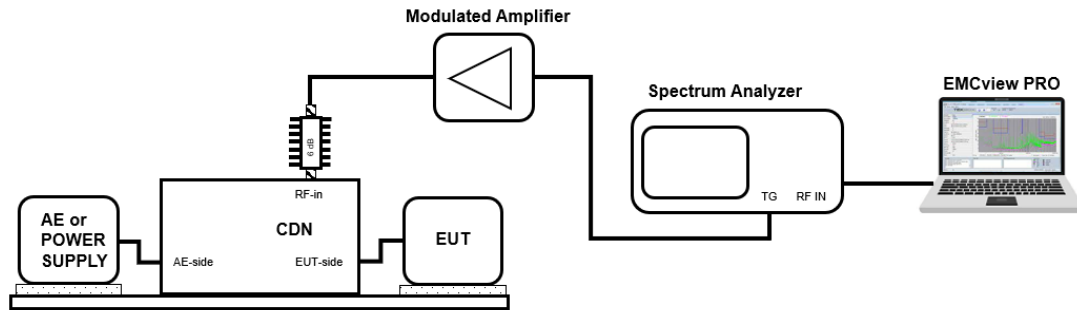


Geleide Immuniteit

Geleide immuniteit test

- Meeste geleide emissie testen worden uitgevoerd met CDN's

Testopstelling (vereenvoudigd)



Andere Transducers en accessoires

- Kalibratie tools
- Gemoduleerde RF Versterker
- BCI Probes
- EM Injectie Clamp
- DCI (componenten)
- Verzwakkers / 50 Ohm Load

The screenshot shows the 'Immunity Test Setup Calibration' software interface. It includes a table of calibration parameters, a 'Calibration Setup Calculator' section, and a 'Measurement Setup' section.

Parameter	Value
Freq Start[Hz]	150000
Freq Stop[Hz]	80000000
Freq Step[%]	50
Calibration Level [dBm]	-7.45

Buttons: Calibrate, Abort Calibration, Save Calibration File

Calibration Setup Calculator:

- EN 61000-4-6 CDN | EN 61000-4-6 BCI | ISO 11452-4
- Level[#]: Level 3
- Required RF power[dBm][W]: 38.55 dBm = 7.16 W

Measurement Setup:

Parameter	Value
Calibration	none
Freq Start Sweep[Hz]	150000
Freq Stop Sweep[Hz]	80000000
Freq Step Sweep[%]	1
Dwell Time Sweep[s]	1
Freq Single[Hz]	150000
Mode	sweep
Current Probe	none

Buttons: Play, Pause, Stop, Refresh, TG ON Pause, Modulation=AM

Messages: Clear, Save

TG:



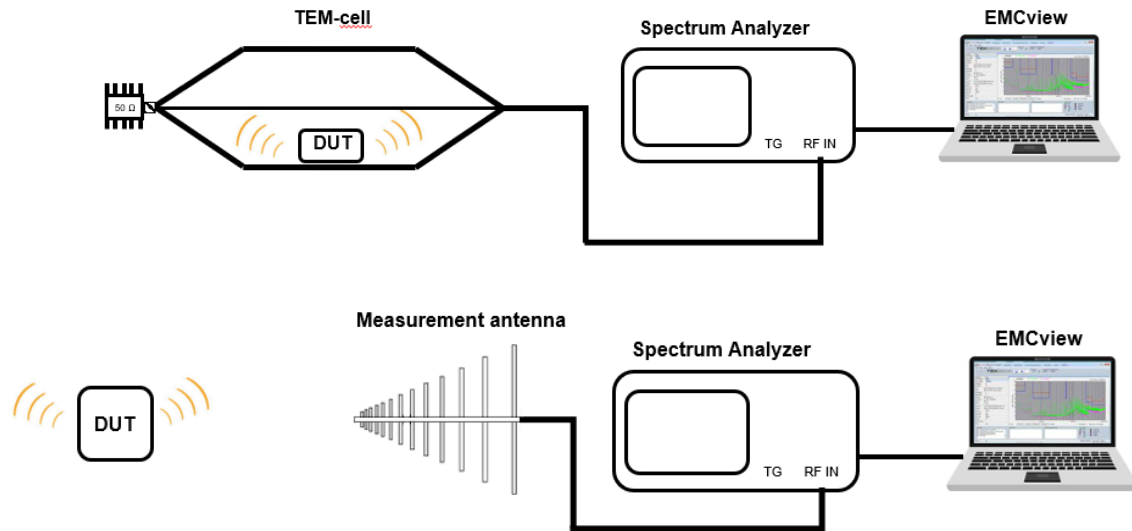
EMC-ESD
Event 2023

Gestraalde Emissie

Gestraalde emissietest

- Meeste gestraalde emissie testen worden uitgevoerd met antennes in een anechoïsche kamer (FAC of SAC) op 1, 3 10 meter afstand. Soms buiten op OATS (Open Area Test Site)

Testopstelling (vereenvoudigd)



Andere Transducers

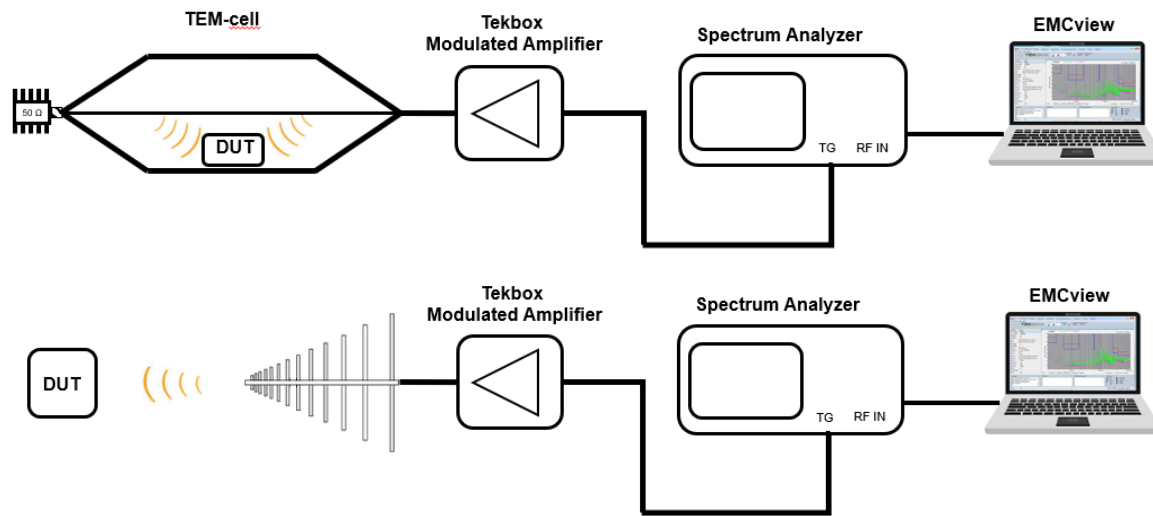
- TEM
- GTEM
- Near Field Probes (debug)

Gestraalde Immuniteit

Gestraalde immuniteit test

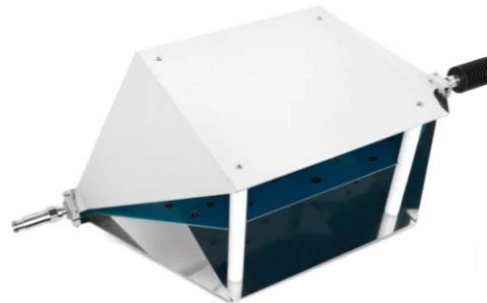
- *Meeste gestraalde immuniteitstesten worden uitgevoerd met antennes in anechoïsche kamer.*

Testopstelling (vereenvoudigd)



Andere Transducers

- TEM
- GTEM
- Stripline
- Near Field Probe (debug)



Wat heb ik nodig – Voorbeeld Basisbenodigdheden

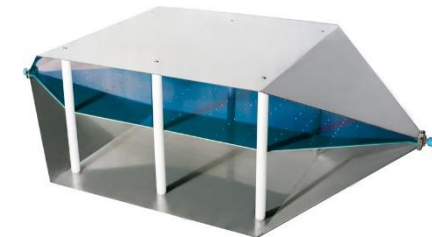
(Real Time) Spectrum Analyzer

- EMI Optie (CISPR) Filters & Detectors
- Tracking generator
- min. (9) 150 kHz – 1.5 (6) GHz bandbreedte
- Interne of externe preamplifier



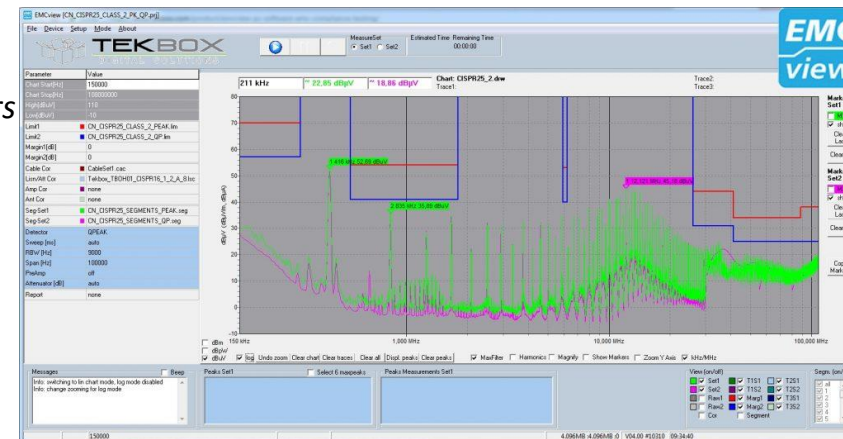
Transducers

- Near Field probe set
- LISN / CDNE / CISPR Probe
- RF Current Monitor Probe
- (G)TEM Cell
- Meetantennes (Bicon, Logper, Hoorn)
- CDN / BCI Probes



EMC Software

- Verzorgt juiste configuratie spectrum analyzer volgens CISPR (Filters, Detectors, Frequentie Stap, Scan snelheid etc)
- Compensatie frequentie response van transducers, kabels, verzwakkers, filters
- Bibliotheek met voorgedefinieerde projecten voor gangbare standaarden (Zoals CISPR 11, 14, 15, 32, MIL STD, ISO etc)
- Rapportage
- Correlatie (G)TEM (EN 61000-4-20)
- Geleide CM emissie naar gestraalde emissie predictie



EMC Pre-compliance metingen met Spectrum Analyzer

CISPR Eisen:

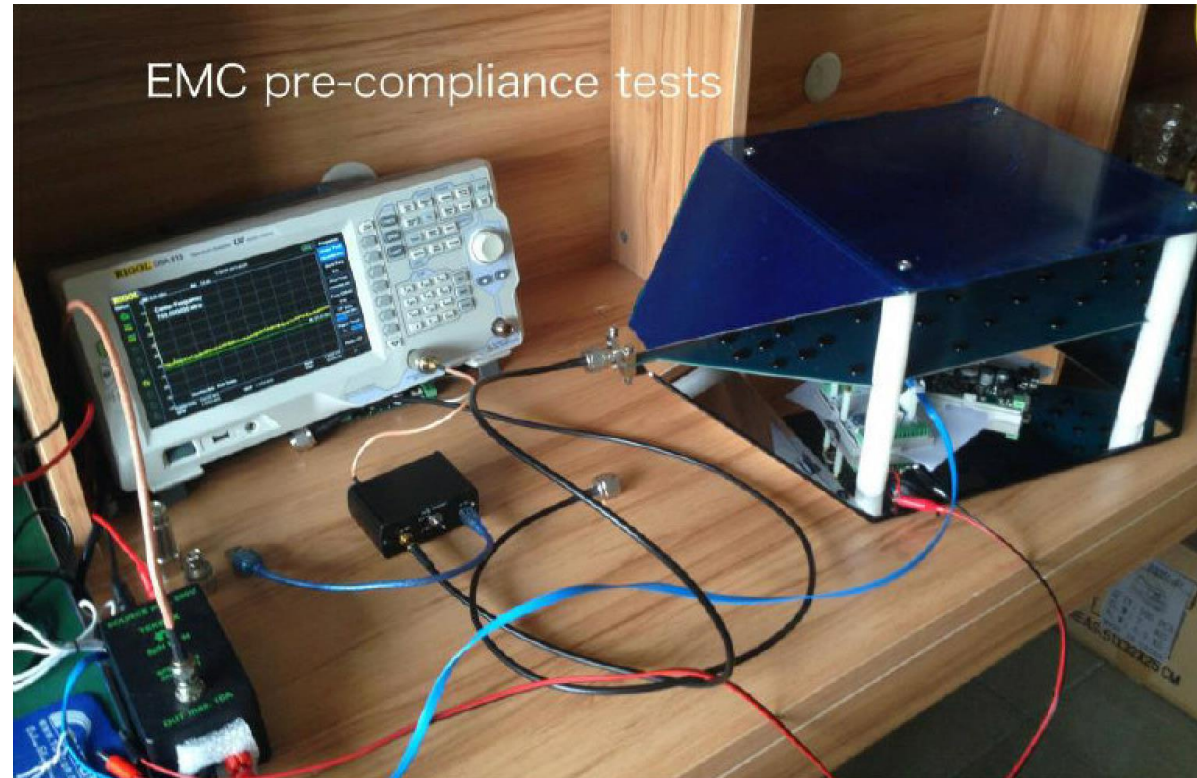
- *CISPR Filters*
- *CISPR detectors*
- *Frequentiestappen Span*
- *Dynamisch Bereik*
- *Scan snelheid / dwell tijd*

Gevoeligheid eisen:

- *Limieten*
- *Verzwakking/Versterking*
- *Resolutie bandbreedte*

RF Ingangsportectie

- *Transiënten*
- *50 Hz residu amplitude*
- *Sub harmonischen*

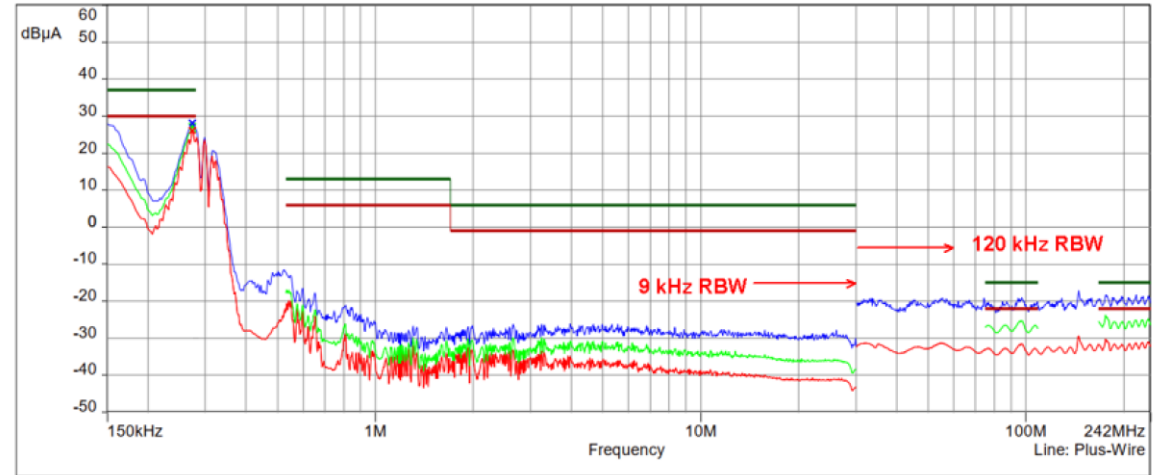
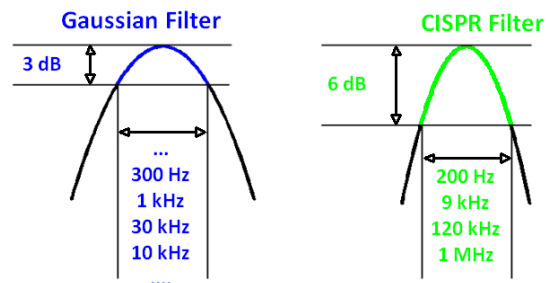


CISPR Eisen IF Filters (RBW)

Resolutie Bandbreedte (RBW)

- Spectrum Analyzers hebben traditioneel Gaussische filters met 1 – 3 – 10 volgorde; 100 Hz, 300 Hz, 1 kHz, 3 kHz, ...
- CISPR filters wijken echter af: 200 Hz, 9 kHz, 120 kHz, 1 MHz (EMI optie)

CISPR Filters filters zijn gedefinieerd over 6 dB bandbreedte



CISPR specifies frequency bands and the corresponding filter bandwidth

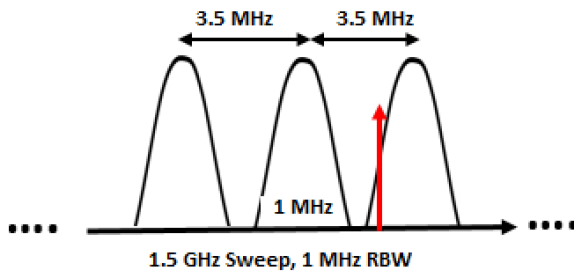
CISPR band	Frequency range	Resolution bandwidth
A	9 kHz - 150 kHz	200 Hz
B	150 kHz - 30 MHz	9 kHz
C	30 MHz - 300 MHz	120 kHz
D	300 MHz - 1 GHz	120 kHz
E	> 1 GHz	1 MHz



CISPR Eisen Frequentieresolutie

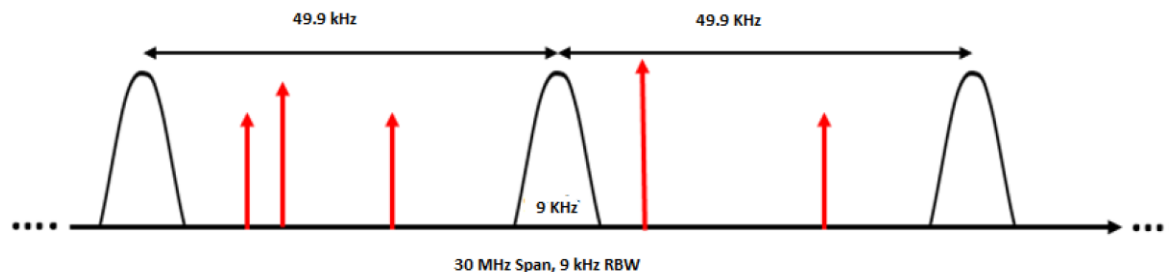
Moderne digitale spectrumanalyzers voeren frequentiesweeps uit in discrete stappen. Meestal is het aantal frequentie stappen gelijk aan het aantal horizontale pixel van het display. Voor Rigol Spectrum Analyzer bijvoorbeeld 601 frequentiepunten per sweep. (Andere gebruikelijke spectrumanalyzers hebben bijvoorbeeld 751 frequentiepunten)

Voorbeeld 1: Spectrum analyzer met 1.5 GHz Span , 601 punten en 1 MHz RBW ($1.5 \text{ GHz}/601 \rightarrow 3.5 \text{ MHz}$)



Bij 1 MHz RBW kunnen significante meetfouten ontstaan

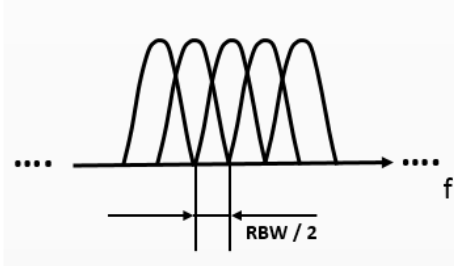
Voorbeeld 2 : geleide emissie meting 9 kHz – 30 MHz, 601 punten, 9 kHz RBW ($30 \text{ MHz}/601 \rightarrow 49,9 \text{ kHz}$)



Bij 9 kHz RBW wordt een groot deel van het spectrum helemaal niet gemeten!

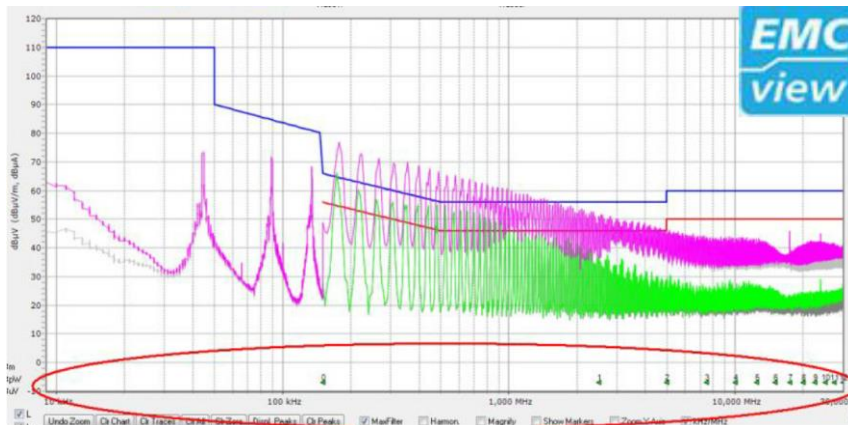
CISPR Eisen Frequentieresolutie

CISPR 16 eis: opvolgende frequentiepunten dienen maximaal de helft van de resolutiebandbreedte te bedragen (RBW/2)



Aantal frequentiepunter per sweep Rigol : 601		
Frequentie Range	CISPR Bandbreedte	Maximale Frequentie Span
9 kHz - 150 kHz	200 Hz	60 kHz
150 kHz - 30 MHz	9 kHz	2.7 MHz
30 MHz - 1 GHz	120 kHz	60 MHz
1 GHz en hoger	1 MHz	300 MHz

Een 150 kHz – 30 MHz geleide emissie meting moet hierdoor tenminste in $(29.85/2.7 =)$ 11 segmenten opgesplitst te worden. In de praktijk 12 segmenten van 2.5 MHz vanwege eenvoud



Handmatig uitvoeren van 12 sweeps en achteraf combineren tot 1 grafiek is bewerkelijk. EMC software doet dit automatisch. Sommige analyzers met EMI optie doen dit ook automatisch echter resulterende grafiek is beperkt tot aantal beschikbare beeldpunten.

CISPR Eisen Sweep tijd

CISPR 16 maakt onderscheid tussen smallband en breedband emissie

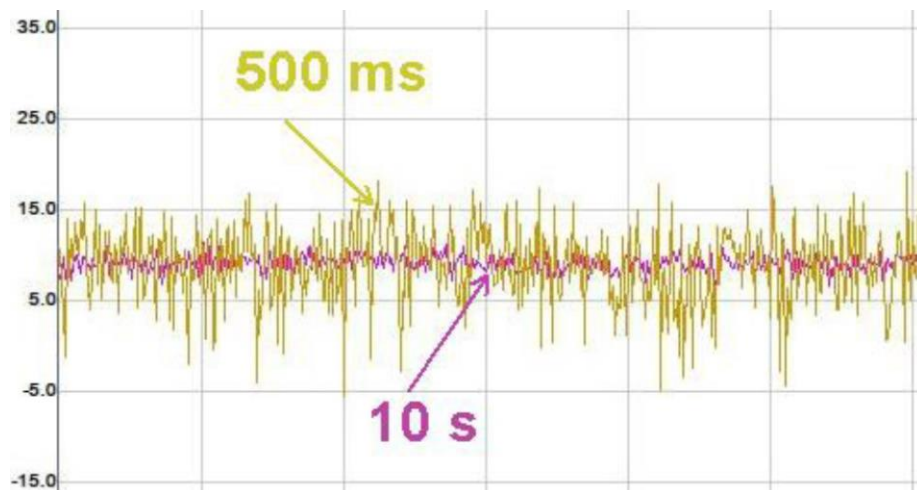
- Smallband emissie : Bijvoorbeeld Clock signaal
- Breedband emissie : Data en control signalen

Daarnaast kunnen signalen iteratief zijn afhankelijk bijvoorbeeld van werkingsmode. Met een te snelle sweep kunnen pulsen worden gemist of breedband emissie incorrect gemeten worden.

CISP16 specificeert minimale sweeptijden, afhankelijk van frequentieband en type detector.

Frequency range	Peak detector	Quasi-peak detector
9 kHz – 150 kHz	100 ms / kHz	20 s / kHz
150 kHz – 30 MHz	100 ms / MHz	200 s / MHz
30 MHz – 1 GHz	1 ms / MHz	20 s / MHz

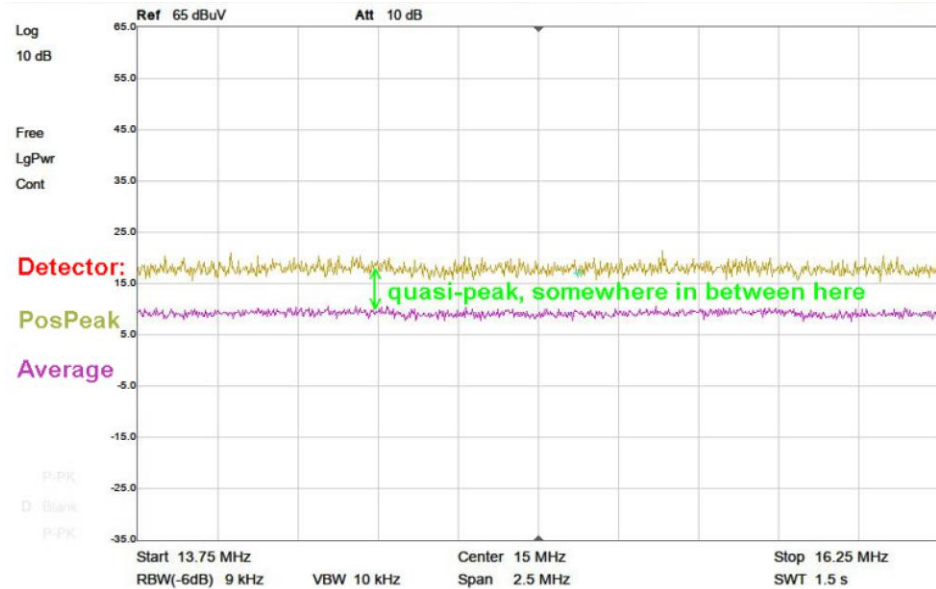
Lange sweeptijden hebben een middelend effect waardoor ruisvloer daalt.



EMC-ESD
Event 2023

CISPR Eisen Detectors

De meeste emissiestandaarden geven limieten voor metingen uitgevoerd met Average (AVG) en Quasi-Peak (QP) detectors (of alleen QP)



Metingen met AVG of PosPeak (Pk) detector zijn relatief snel Pk detector waarde is altijd hoger dan AVG detector. De QP waarde ligt tussen Pk en AVG waarde. Meting met QP detector duurt erg lang (uren).

Remedie:

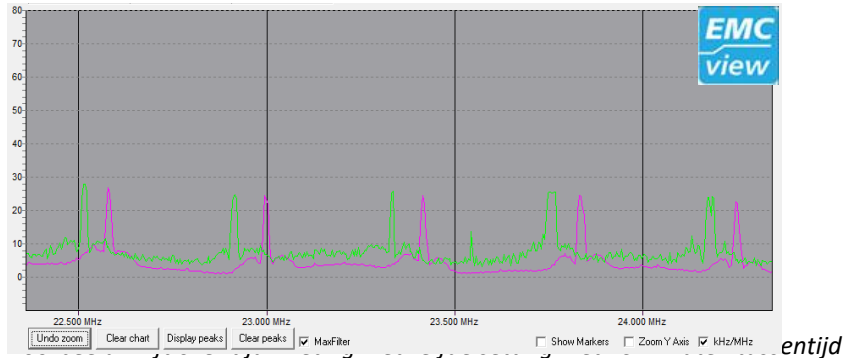
Initiële scan uitvoeren met Pk detector vs. QP limiet.

Alleen frequenties die limiet overschrijden worden met QP detector opnieuw gemeten.



Drift compensatie

Vanwege tijdsverschil Pk meting en QP meting bestaat dat de frequentie van de verstoring is weggedrift. Bijvoorbeeld emissiepieken afkomstig van en geschakelde voedingen kunnen behoorlijk driften over de tijd, belasting en temperatuur. En QP metingen kan daardoor onjuist zijn doordat de frequentie intussen is verschoven.



Remedie: In plaats van meting van een enkele frequentie de QP metingen uitvoeren op meerder omliggende frequenties. EMC software kan op deze wijze voro drift compenseren automatische de correcte QP waarde toepassen.

{Plaatje driftcompensatie}

Overige aandachtspunten

- Instelling gevoeligheid spectrumanalyzer (verzwakker/ voorversterker) in relatie ruisvloer en Limietlijn (> 6 dB headroom)
- Oversturing ingang Spectrumanalyzer ten gevolgen van sterke pieken (Intermodulatie 2^e order en 3^e order IMD) – controle met externe verzwakker
- Oversturing ingang spectrumanalyzer ten gevolge van totale RF energie
- Bescherming ingang spectrumanalyzer tegen transiënten (bij gebruik LISNs)
- Subharmonischen ten gevolge van SMPS – gebruik externe verzwakkers/limiters/filters bij eerste meting
- 50 Hz residu voeding op RF uitgang LISN – Gebruik 9 of 150 kHz LPF



Waarmee kan EMC software ondersteunen?

The screenshot shows the EMC software interface with several callout boxes highlighting key features:

- Extensive library with pre-configured standards**: Points to the menu bar and parameter list.
- Supports numerous analyzers**: Points to the 'PreScan' button.
- Fast pre-scan**: Points to the play button.
- Up to 6 reference traces**: Points to the 'Trace1' and 'Trace2' labels.
- Post-processing**: Points to the 'Magnify' button.
- 4 Measurement modes**: Points to the 'MeasureSet' dropdown.
- Chart configuration**: Points to the parameter list on the left.
- Limit-files**: Points to the 'Limit1' and 'Limit2' settings.
- Compensation-files**: Points to the 'Cable Cor' and 'Limit Cor' settings.
- Analyzer configuration-files**: Points to the 'Seg1' and 'Seg2' settings.
- Measurement-report**: Points to the 'Report' setting.
- Status messages**: Points to the 'Messages' window at the bottom left.
- Project configuration**: Points to the 'Project' dropdown.
- Limit violations**: Points to the 'Peak1' and 'Peak2' measurement results.
- Quasi-Peak post-scan**: Points to the 'Quasi-Peak Measurement Set2' table.
- Display harmonic lines**: Points to the 'Harmonics' checkbox.
- Trace visibility**: Points to the 'View (on/off)' checkboxes.
- Scan selected segments**: Points to the 'Segn (on/off)' checkboxes.

The main chart displays a frequency spectrum from 10 kHz to 30,000 MHz. A magnified view of a peak is shown with a 'Magnify' callout. The interface includes a parameter list on the left, a control bar at the top, and a status bar at the bottom.



**EMC-ESD
Event 2023**

Waarmee kan EMC software ondersteunen?

- Correcte instellingen spectrum analyzer conform CISPR vereisten (frequentiescan, RBW, gevoeligheid, scansnelheid, compensatie overdracht transducers etc)
 - Correcte testexecutie (scans van meerdere segmenten)
 - Combineren resultaten van de segmenten tot een grafiek
 - Bibliotheek met project files voor de meeste EMC standaarden
 - Bibliotheek met compensatie files van transducers
 - Gelijktijdige scan 2 traces (AVG en (Q)Pk) voor sommige analyzers
 - Snelle pre-scan met Pk en AVG detector
 - Snelle QP meting met drift compensatie
 - Harmonischen markers
 - Configureerbare limieten en segment files
 - Configureerbare testmarges
 - Configureerbare compensatiefiles voor kabels, LISN, versterkers, antennes, current probes etc
 - Importeren en vergelijken huidige en eerder metingen
 - Post processing (Math, Markers, Labels etc)
 - Aansturen tracking generator t.b.v. immuniteitstesten
 - EN 61000-4-20 (G)TEM correlation
 - Correlatie CM meting met current probe naar antenne meting
 - Fader functie voor compensatie ambient ruis
 - Projectfiles voor eenvoudige testmanagement
 - Aansturen externe apparatuur (o.a. relaiskaart)
 - Rapportage
 - En meer....
- Geleide Immuniteit EN 61000-4-6 CDN / BCI kalibratie en testexecutie
 - Geleide immuniteit ISO 11452-4 BCI kalibratie en testexecutie
 - Real Time metingen (momenteel alleen Rigol/Siglent Analyzers)



AR Benelux geeft 2 demonstraties tijdens EMC-ESD event 2023

- Emissie/Immunitetsmeting in GTEM cell met Real Time EMC Spectrum Analyzer en EMC software
- Immunitetsmeting met CDN/BCI.
Kalibratie en testexecutie met Spectrum Analyzer, RF versterker en EMC software



Meer informatie

The academy of EMC <https://www.academyofemc.com/>

Gratis onafhankelijke informatiebron over EMC

EMCFastPass <https://emcfastpass.com/>

Website met informatie over EMC; handleidingen etc

MachOne Design <https://www.youtube.com/@MachOneDesignEMC/videos>

Instructievideos pre-compliance EMC testen.

Tekbox <https://arbenelux.com/brands/tekbox-precompliant-emc-test-equipment/>

EMC Software en hardware voor pre-compliance EMC testen, application notes, testhandleidingen etc



**EMC-ESD
Event 2023**

Vragen?

Hugo Landman

Steve Fischer

+31-172-423000

arbeneluxinfo@arworld.us

Per 1-1-2024 info@electrometric.eu

