

# FFT perfekt för EMI-mätningar på fordon

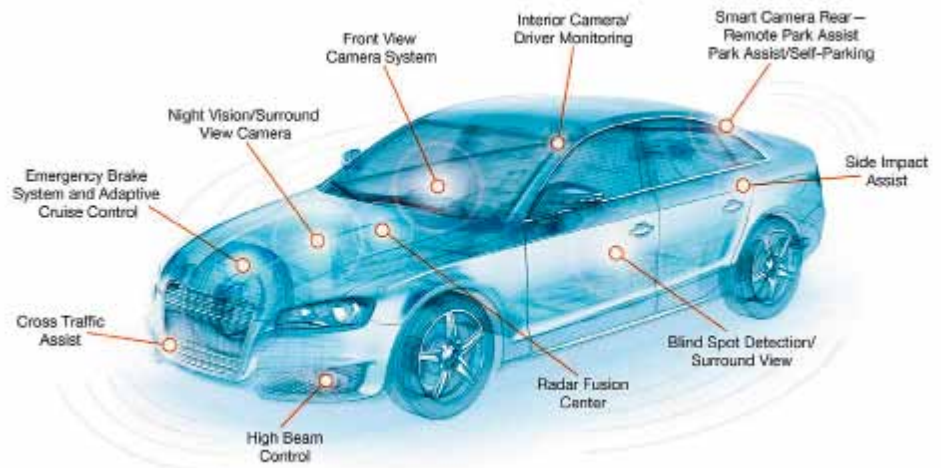


*Ger snabbare och tillförlitligare tester*

## Av Volker Janssen, Rohde & Schwarz



Volker Janssen började på R&S 1986 med att marknadsföra och sälja spektrumanalysatorer. Idag har han ett globalt ansvar som produktmarknadsförare av EMI-instrument.



De nya utmaningarna när det gäller fordonstestning för felfri och säker funktion hos elektroniska delsystem i en bil är väldigt komplexa ur EMC-perspektiv. Det kan gälla system som hjälper föraren (Advanced Driver Assistance Systems), kommunikation mellan fordon, nödmeddelanden (e-call), radar och sensorer liksom aktiva och passiva system. Det handlar om säkerhetssystem som vid hastigheter över 100 km/h varnar för bilar som körs mot trafiken, olyckor, vägarbete och byggarbetsplatser.

Komponenter och delsystem behöver både testas hos underleverantören och hos biltillverkaren efter installation i bilen för att säkerställa EMC-egenskaperna och säkerheten i den kompletta bilen.



Testning av elektroniska delsystem för bilar.

Pumpar och motorer producerar störningar som uppträder under en kort tid. I enlighet med de standarder som finns för fordon (till exempel CISPR 25) behöver man dock mäta över stora frekvensområden och värdena från detektorerna skall ställas mot kravgränserna. Den godkända metoden med att använda en snabb mätprocedur löser konflikten med att ha mindre tillgänglig tid men mäta med ett större fönster och tusentals parallella detektorer för att fånga upp och analysera sådana störningar med en beprövad reproducerbarhet och noggrannhet.

Startmotor, motorer för sätesinställningar, yttre backspeglar, signalhorn, motorer för svankstödsjustering, fönsterhissmotorer, motorer till pumpar för spolarvätska, vindrutetorkare, motorer för rattinställningar – det finns många elektroniska komponenter och delsystem som bara är igång under en begränsad tid och under den tiden skall man detektera deras emissioner inom specificerade frekvensområden.

- startmotor – 100 ms till 1 s
- fönsterhissmotor – 2–3 s
- spolarpump – x–100 ms

**OM TIDEN FÖR UTVECKLING** och testning är begränsad kan man vid mätningen av emissioner dra fördel av de nu accepterade mätmetoder som använder skanning i tidsdomänen för att detektera signaler som bara uppträder under en begränsad tid eller sporadiskt.



Testobjekt från bilar, exempel med begränsad gångtid och begränsad tid för emissionstester.



Under utvecklingsfasen kan avlusningsprocedurer och förtester dra fördel av analyser med realtidsmätningar och större bandbredder. Båda metoderna bygger på FFT-baserade mätmetoder.

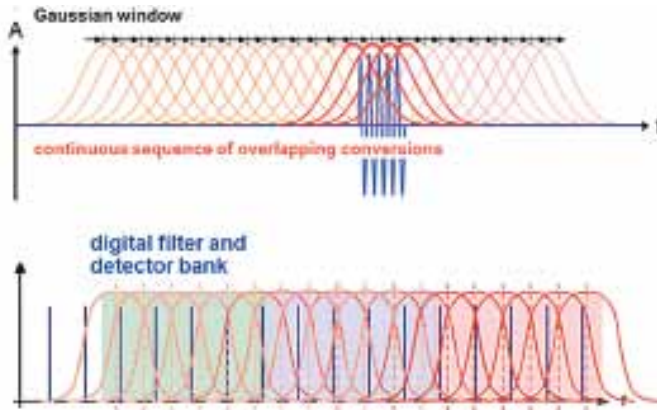
För att få snabba tester när det gäller fordonssystem finns två tidsbesparande principer att ta till:

- Skanning i tidsdomän (TD-skanning)
- Realtidsmätningar

**UTRUSTNINGSTILLVERKARNA** kan idag erbjuda olika lösningar med realtidsspektrumanalysatorer och EMI-funktioner och EMI-mätmottagare som har funktioner för skanning i tidsdomänen, skanning, svep och realtidsmätningar. Tillförlitliga mätningar för regulatoriska tester hänvisas till certifierade EMI mätmottagare eftersom de har rätt förvalsfiltre i sina ingångssteg.

Nyckelkomponenten för att uppnå tidsvinsterna jämfört med konventionella svep- eller skanningstekniker är en FPGA som matas med fönsterbandbredden och med optimerad samplingshastighet och hög upplösning på A/D-omvandlaren (t.ex. 16-bitars A/D). Samplingshastigheten skall uppfylla Nyquistkriteriet. Vägningsfaktorer som Quasi-Peak, CISPR-AV-, RMS/AV- eller standard detektorer representeras med korrektionsfaktorer och tidskonstanter i FPGA:n som kan göra 250 000 FFT-beräkningar per sekund för realtidsmätningar. En CPU-baserad FFT-beräkning i datordelen av mätinstrumentet är mycket långsammare, den har också en "dödtid" och därför blir det mycket svårare att mäta på kritiska testobjekt som har begränsad drifttid.

**UTÖVER DETTA** är den variabla FFT-upplösningen viktig för antalet parallellt uppmätta punkter. En variabel FFT-längd mellan 1 k (1024 punkter) och 16 k (16 384 punkter) gör mätningarna flexibla och tillåter en optimerad upplösning för den valda bandbredden, steglängden och vilka frekvensområden som skall mätas. Med FFT-baserad skanning i tidsdomän implementerat i testinstrument som mätmottagare och spektrumanalysatorer så vinner man snabbhet utan att ge avkall på noggrannhet och repeterbarhet.



Överlappande Gaussiska filter i tidsdomänen. Block- och steglängd visade i frekvensdomänen.

frequency range	Bb	Δf	t <sub>max</sub>	Stepped Scan	Time Domain Scan
150 k to 30 MHz	9 kHz	2.25 kHz	100 ms	1 326 s	0.11 s
30 MHz to 1 GHz	9 kHz*	2.25 kHz	10 ms	4 311 s	0.82 s
...	120 kHz	30kHz	10 ms	323 s	0.52 s

Exempel på mättider som uppnås vid stegad skanning respektive skanning i tidsdomän.

Tack vare hastighetsoptimerad Gaussisk filtrering behöver de Gaussiska filtren en överlappningsfaktor för att kompensera för de amplitudfel som kan förekomma vid kanterna jämfört med ett idealt rektangulärt filter. Med en överlappningsfaktor på över 90 procent är det säkerställt att amplitudonoggrannheten är i storleksordningen tiondelar av en dB (t.ex. 0,2 dB) också för pulsförmade signaler.

Det betyder att man fullt ut uppfyller kraven på noggrannhet som är 2 dB för ledningsbundna mätningar och 3 dB för strålade mätningar för testresultat vägda enligt CISPR.

Förutom realiseringen av FFT-processen för TD-skanning och realtidsoperation i mätinstrumentet har särskilt fokus lagts på de förvalsfiltre som är installerade direkt efter rf-dämpatsen.

För att uppnå maximal hastighet på den FFT-baserade skanningen i tidsdomänen måste förvalsfiltrets bandbredd matcha

bredden på FFT-fönstret eller vice versa så blir den maximala bredden på FFT-fönstret begränsad av motsvarande bandbredd på förvalsfiltret.

**NÄR MAN MÄTER** bredbandiga pulssade spektra och blandade signaler så ser förvalsfiltret till att ingångsstegets respektive blandaren inte blir överstyrda. I kombination med detektorer för överstyrning är justeringen av RF dämparen optimerad för maximalt dynamiskt område. Förutom fördelarna med hastigheten spelar det dynamiska området en viktig roll när det gäller förutsättningarna för regulatorisk testning.

Mätningar som tidigare har tagit timmar är nu klara inom några sekunder.

Det är mycket värt att avlusa och förtesta under utvecklingsfasen med hjälp av realtidsmätningar. De ger helt enkelt mer information på kortare tid.

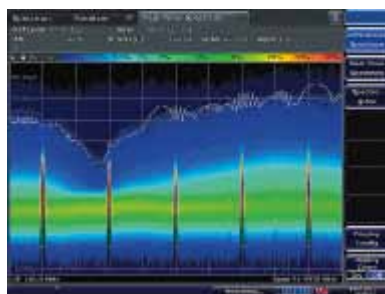
**SOM EN DEL** i mätningarna enligt CISPR 25 för fordonsutrustning och skydd för mottagare i fordonet mäts emissionerna från motorer, pumpar och dylikt via en kopplingsenhet/impedansomvandlare kopplad till antenningången på bilens radio. En störning från en motor för sätesjustering eller en pump skulle kunna påverka mottagningen på AM- eller FM-bandet på radion.

Fönsterhissmotorn aktiveras för upp- och nerkörning av fönstret. Det tar 2-3 sekunder. Hela FM-bandet behöver mätas med 120kHz RBW och i steg om 50kHz. 20MHz delat med 50kHz ger 4000 mätpunkter. Var och en av dessa tar cirka 50 ms vilket ger en total mättid på ca 200 s om man gör en normal skanning.

Om man istället gör en skanning i tidsdomänen tar mätningen totalt 50 ms när man använder en FFT-upplösning som ger 4k (4096) mätningar parallellt. Svepet upp-



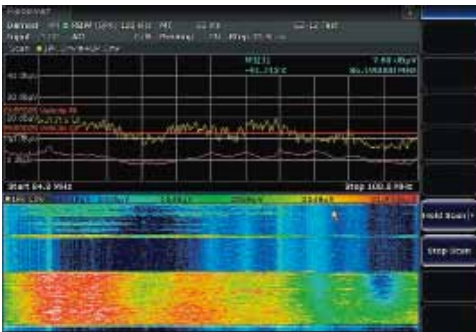
Bredbandiga störningar med Peak detektor vid ClearWrite- och MaxHold-inställning. Med denna klassiska metod kan inte en annan störare eller pulssad signal detekteras.



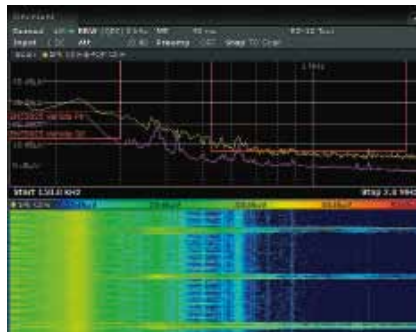
En realtidsanalysator kombinerat med efterlysningsfunktion på displayen visar MaxPeak- och CLWRITE-kurvorna plus en tidigare osynlig pulssad störning, denna kan analyseras och förhoppningsvis undertryckas med lämpliga åtgärder.



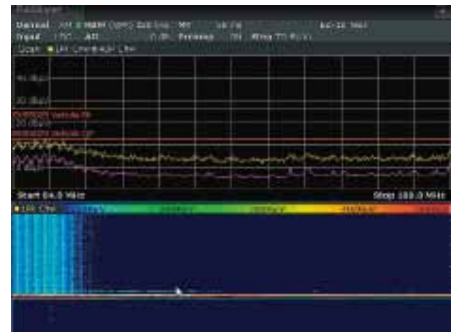
Uppkopplingen inne i bilen med filter som reducerar störningar via skärmen och impedansomvandlare kopplad till antennerna som är integrerade i bilrutorna. Omvandlaren är också kopplad till mätmottagaren som är placerad utanför bilen. Nästan alla rutor i bilen har en specifik antennfunktion: AM, FM, GPS, Bluetooth, wlan, etc.



Fönsterhissmotor vid upp- och nerkörning av fönstret.



Störningar från signalhornet (aktivering, mätning, registrering).



Öppning av centrallåset med fjärrkontroll.

dateras var 50 ms och registreras som ett spektrogram. Varje svep lagras och kan senare analyseras med hjälp av tidsmarkörer. Tolkningen kan vara lättare att göra om informationen presenteras i ett histogram.

När motorn startar från öppet läge måste den också övervinna gravitationen och drar mer ström under uppkörningen av fönstret. När proceduren avslutats ser man att rörelsen nedåt kräver mindre ström och orsakar mindre störningar vilket kan jämföras med de kravlinjer enligt CISPR 25 som visas i diagrammet.

**NÄSTA EXEMPEL VISAR** oss vilka effekter det blir när man aktiverar bilens signalhorn när bilen är i drift, vilket betyder att motor och elsystem är aktiverade, luftkonditioneringen igång och man registrerar de störningar som genereras i lång- och mellanvågsområdet.

Signalhornet aktiveras tre gånger och effekten visas med 9 kHz RBW i lång- och mellanvågsområdet upp till 2 MHz med snabbt uppdaterande parallellt arbetande Peak och Quasi-Peak-detektorer. De upptäckta störningarna är inte kritiska i förhållande till kraven i de specificerade banden.

Exempel 3 visar aktiviteten i bilen när man öppnar den med det fjärrstyrda centrallåset och tiden efter att man låser dess dörrar igen. Efter att man initierat öppning

så öppnas alla dörrar, elsystemet dras igång och sätena justeras men bilens motor är ännu inte startad.

Spektrogrammet visar aktiviteterna och registrerar kurvorna permanent. Informationen skulle inte ha kunnat fås ut direkt av informationen från kurvorna på instru-

mentet. Efter sporadiska händelser skriver nämligen nästa svep över informationen, varför spektrogram/histogram funktionen är oundgänglig för hitta dem.

Fördelen med snabbare mätningar genom TD-skanning för att fastställa att man uppfyller kraven enligt CISPR men också för förtester, diagnosticering och avlusning med realtidsmätningar är att metoden är beprövad och att man får den noggrannhet som är nödvändig. Alla testprocedurer för EMI kan snabbas upp ordentligt. Testutrustning som mättagare och spektrumanalysatorer med TD-skanning och realtidsfunktioner gör att man lättare och snabbare hittar störningar, gör det lättare att tolka mätresultat och förenklar certifieringsmätningar (både ledningsbundna och strålade) i enlighet med EN/CISPR/FCC.

**NÄR DET GÄLLER** bilar är FFT-proceduren perfekt för testning av fordon och enheter enligt biltillverkarnas riktlinjer. Som en effekt av snabbare testprocedurer kan en enhet som förändrar sitt beteende över tid testas mycket mer tillförlitligt. Det gäller till exempel motorer som blir varma, belysning under drift och enheter med korta driftscykler som motorer för fönsterhissar, vindrutetorkare, justering av backspegel, sätesjustering, startmotorer etc. Nu kan dessa enheter analyseras mer tillförlitligt. ■

#### FAKTA:

Status för produktstandarder som redan kan användas proceduren med TD-skanning för officiella godkännanden:

##### CISPR 13:2001 (Radio + TV)

Tillämpbar sedan 21 juni 2010

##### CISPR 32:2012 (Multimedia)

Tillämpbar sedan 30 januari 2012

##### CISPR 15:2013 (Lighting)

Tillämpbar sedan 8 maj 2013

##### CISPR 11:2015 (ISM)

Tillämpbar sedan 9 juni 2015

##### CISPR 12:201x (Automotive)

Publicering av utgåva 7 förväntas under 2016

##### CISPR 14-1:201x (Household)

Publicering av utgåva 6 förväntas under 2016

##### CISPR 25:201x (Automotive)

Publicering av utgåva 4 förväntas under 2016

**Så förändrar det uppkopplade samhället världen**

**Science & Innovation Day**

Sundsvall 18 oktober 2016

[www.scienceandinnovationday.se](http://www.scienceandinnovationday.se)

fiber optic valley

Åkroken science park

BIOBUSINESS ARENA

Mittuniversitetet  
MID SWEDEN UNIVERSITY