



# Tidsdomänskanning

*Metoden är godkänd för både civila och militära produkter*



## Av Mark Terrien, Keysight Technologies

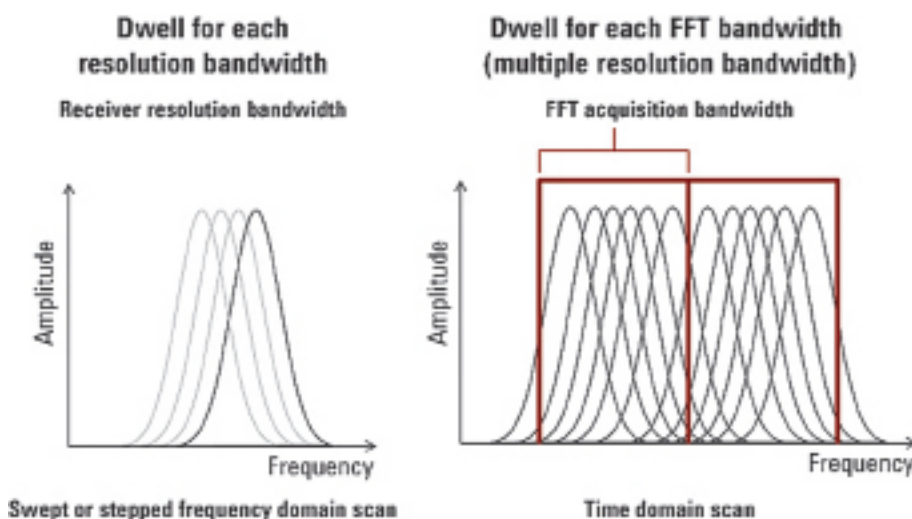
Mark Terrien är EMC business manager på Keysight med ansvar för produkter som används både vid förtester och vid certifieringar. Han har över 20 år erfarenhet av området och har arbetat med EMC-mottagare, spektrumanalysatorer och mikrovågstestare.

Testning av elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) kräver detaljerade metoder för att säkerställa noggrann mätning av alla emissioner. Tyvärr skapar detta långa testtider vilket minskar antalet enheter som kan certifieras under en given tidsperiod. Detta begränsar även intäkterna för ett testhus medan det för en intern testenheter begränsar antalet nya produkter som kan utvecklas utan att köpa in externa testtjänster.

Tidsdomänskanning är en teknik som kan reducera tiden för mottagarskanning avsevärt och därmed reducera den sammanlagda testtiden. Den här metoden godtog i CISPR 16-1-1:2010 och är godkänd för slutlig mätning i de CISPR-standarder som specifikt kräver att versionen från 2010 används. Den senaste versionen av MIL-STD-461 godkänner också att tidsdomänskanning används.

**DE KOMMERSIELLA** och militära teststandarderna kräver en specifik längd på mättiden för varje signal (Dwell) för att säkerställa att mycket korta signaler är korrekt uppmätta. Tidsdomänskanningen reducerar tiden för mottagarskanning samtidigt som erforderlig tid för mätning upprätthålls.

CISPR-baserad kommersiell testning



Figur 1. Frekvens- och tidsdomänskanningar har olika upplösnings- och insamlingsbandbredd.

kan kräva mättider på upp till 1 sekund för förskanningar och, för emissioner med en amplitud som varierar över tiden, 15 sekunder eller mer för slutlig mätning. MIL-STD-461 anger mättider på 15 ms till 150 ms per mätning, beroende på frekvensområde. För bägge standarderna ackumuleras mättiden snabbt när mottagare används som samlar in data i enskilda upplösningsband-

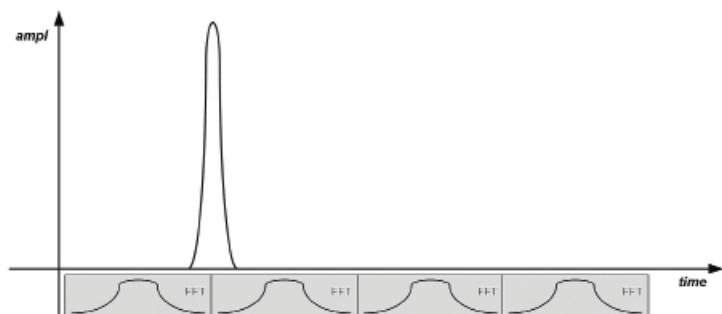
bredder under frekvensdomänskanning baserat på stegade eller svepta lokaloscillatorer.

Tidsdomänskanning sparar tid genom att använda snabb Fouriertransform (FFT) med hög överlappning för att samla in emissionsdata samtidigt under ett frekvensområde som inkluderar flera upplösningsbandbredder. Vanliga FFT-bandbredder

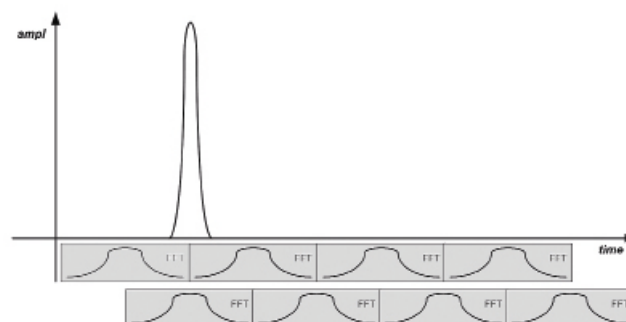


Keysight MXE är en EMI-mottagare för test enligt standarder som också inkluderar signalanalysfunktioner och grafiska mätverktyg som gör det enkelt att undersöka signaler i detalj.

# ger snabbare EMC-tester



Figur 2a. Det finns risk att traditionella FFT:er missar korta signaler.



Figur 2b. Starkt överlappade FFT:er har högre sannolikhet att fånga korta signaler och därmed mäta korrekt amplitud.

sträcker sig från 1 till 10 MHz, ibland högre, vilket är ordentligt mycket mer omfattande än standardstyrd upplösningbandsbredd.

Mottagaren samlar in data med den större bandbredden och bearbetar den i föreskrivna bandbredder för att säkerställa en mätning enligt standarden. Tidsdomänskanning är snabbare eftersom den lämpliga föreskrivna mättiden endast tillämpas en gång för all data för en specifik FFT-bandbredd.

**TIDSDOMÄNSKANNING** sparar ytterligare tid eftersom de bredare insamlingsbandbredderna omfattar ett helt band som är av intresse under färre frekvenssteg än vad som är nödvändigt vid stegad frekvensdomänskanning. Varje frekvenssteg kräver att lokaloscillatorn ändrar frekvens och får tid på sig att stabilisera sig innan mätningens startar.

Mätningar med tidsdomänskanning måste överensstämma med kraven i CISPR 16-1-1:2010 och MIL-STD-461 för amplitud-

noggrannhet. För att uppnå erforderlig noggrannhet använder mätningar en hög grad av överlappning (till exempel 90 procent) vid beräkning av FFT:erna. EMI-mottagaren måste också upprätthålla en hög amplituddistortionsprestanda för de större bandbredderna som används vid insamling av IF-signalen.

Ett stort överlapp säkerställer att korta signaler registreras och mäts noggrant. Figur 2a visar en kort signal i tidsdomänen när kontinuerliga eller dåligt överlappande FFT:er används. Om en ingångssignal inträffar i skarven av en FFT-period kan den uppmätta signalamplituden vara låg eller saknas helt. Figur 2b visar samma signal i tidsdomänen vid starkt överlappande FFT:er: Det finns en mycket högre sannolikhet att signalen registreras med rätt amplitud.

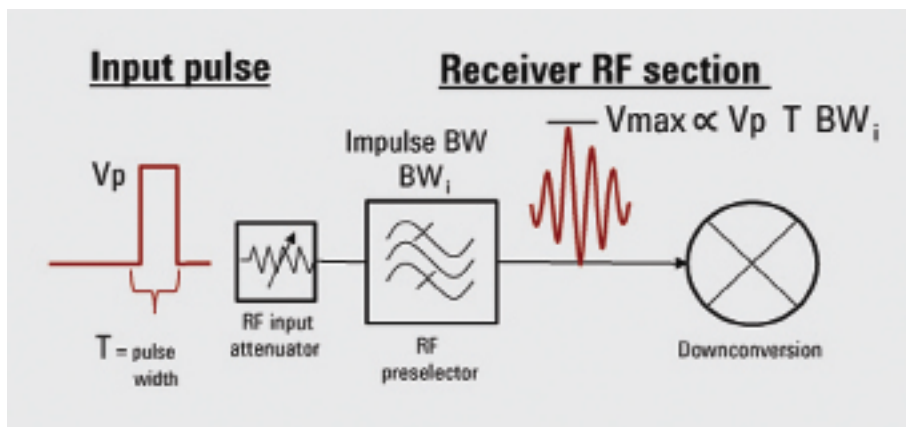
Bandbredder för insamling vid tidsdomänskanning måste också räkna in bandbredder för rf- och mikrovågskedjan. Förfilter begränsar den rf-energi som kan nå mottagarens första blandare, vilket för-

bättrar det tillgängliga dynamikområdet vid mätning av korta signaler. För att säkerställa att FFT-amplituden är korrekt räknar tidsdomänskanningen med förfiltret på två sätt:

- Justering av amplitud kontra frekvensgång över FFT-bandbredden för att kompensera för förfiltret.
- Reducering av maximal FFT-bandbredd så att FFT-amplitud kontra frekvens effekter inte avsevärt bygger på förfiltrets amplitud- kontra frekvenssvar.

**TRE FAKTORER** som tar tid vid certifierings-testning:

- Uppställning och demontering av utrustning som testas.
- Förskanning för att identifiera misstänkta frekvenser till slutlig mätning, inklusive tid för antenn- och vridbordsrörelser och mottagarskanning.
- Slutlig mätning, inklusive tid för antenn- och vridbordsrörelser och mätning av singelfrekvenser.



Figur 3. Förfiltrets impulsbandbredd begränsar ingångspulsens spänning till mottagarens nedkonverteringskedja.

Uppställnings- och demonterings- och demonteringstid varierar kraftigt beroende på testobjekt och kan sträcka sig från mindre än en timme till mer än en dag. Tiden för antennrörelser skiljer sig mellan tillverkare, men ett vanligt värde är fem sekunder per antennposition. Vridbordsrörelser skiljer sig också beroende på tillverkare men ett vanligt värde är fem sekunder per 15 graders rotation. Tiden för slutlig mätning kan variera kraftigt beroende på antalet frekvenser på listan över misstänkta frekvenser och mängden vilotid som krävs för varje frekvens.

Tidsdomänskanning sparar en stor mängd tid under förskanningen eftersom mottagaren måste justera igenom hela mätbandsbandet. Vid insamling av misstänkta frekvenser enligt de metoder som krävs i CISPR 16-2-3:2010, ver. 3.1, sektion 7.6.6, ska en svepning göras var 15:e grad vid vridbordsrotation och för mottagarens båda polarisationer (48 skanningar allt som allt). Dessutom kan skanning av antennhöjd krävas: justering av tre höjder vid varje azimut för varje polarisation kräver 144 skanningar.

**FÖR ATT MÄTA EMISSIONER** i frekvensområdet 30 MHz till 1 GHz skapas en lista över misstänkta frekvenser genom förskanning med en maxdetektor, fyra mätpunkter för varje upplösningsbandbredd (t.ex. varje 30 kHz för en 120 kHz CISPR-upplösningsbandbredd) och 10 msec mättid för varje punkt. I frekvensdomänen gör kommersiellt tillgängliga mottagare den här skanningen på ungefär 250 sekunder, vilket skapar en total förskanningstid på ungefär 10 timmar.

Vid tidsdomänskanning behöver EMI-mottagaren Keysight N9038A MXE mindre än 3 sekunder, vilket minskar den totala skanningstiden till mindre än 7 minuter. Observera att den totala tiden för vridbords- eller antennrörelser i båda scenarierna är ungefär 12 minuter för 144 registrerade skanningar.



Tidsdomänskanning kan också användas för att spara tid när de CISPR-specifierade viktade detektorerna används: kvasi-topp, EMI-medel och RMS-medel. Respektive viktad laddnings- eller urladdningstid leder till tidsdomänskanningar som är långsammare än de som tas med en toppdetektor. Däremot är dessa skanningstider avsevärt snabbare än viktade frekvensdomänskanningar.

Den här reducerade skanningstiden har lett till att vissa i branschen har föreslagit att förskanningsresultat från viktade tidsdomändetektorer används istället för en slutlig mätning. Istället för att använda en slutlig mätningssamplutud använder det här tillvägagångssättet med förskanningsamplutud med viktad detektor för att avgöra om den misstänkta frekvensen överstiger emissionsgränsen.

**DETTA ÖVERENSSTÄMMER** däremot inte med rekommenderade mätmetoder. CISPR 16-2-3:2010 version 3.1, sektion 6.5, kräver att den viktade amplituden för varje slutgiltig signal övervakas för att säkerställa att den är kontinuerlig. För intermittenta signaler kräver CISPR att signalens amplitudvariation övervakas i 15 sekunder. Om variationen under perioden är större än 2 dB måste signalen mätas under en längre period för att säkerställa att maxvärdet för alla signaler har registrerats under skanningen. Den ökade mättiden tar ut potentiell reduktion av testtiden.

Mottagarens design kan förbättra tidsdomänshastigheten med bredare insamlingsbandbredder, vilket gör att fler mätbandbredder registreras vid varje insamling. För att kunna dra nytta av större bandbredder krävs bredare förfiltrebandbredder hos mottagaren. Detta reducerar däremot det tillgängliga dynamiska omfånget vid impulsmätning, vilket sänker tröskeln för impulsbelastning.

Som tidigare har noterats förbättrar rf- och mikrovågsfilter överbelastningsmar-

ginaler och mätningens dynamikområde vid mätning av korta signaler. För en kort puls är maximal signalnivå som passerar genom filtret proportionerligt mot pulsens amplitud ( $V$ ), pulsens varaktighet ( $T$ ) och impulsbandbredden ( $BW$ ) för filtret  $V_i \max \propto VT BW_i$ .

**VID BREDDNING** av ett förfiltre för att öka tidsdomänskanningens hastighet ökar filterimpulsbandbredden och reducerar effektivt mottagarens överbelastningsmarginal för korta signaler. Ytterligare ingångsdämpning återställer överbelastningsskyddet, men på bekostnad av mät-känsligheten. Eftersom känsligheten är en nyckelparameter för EMC-testning behöver systemdesigners överväga om de är villiga att byta känslighet mot ökad mät-hastighet. I många fall kommer tidsbesparingen att vara en liten procentdel av den totala mättiden och kanske inte innebära en minskad känslighet.

När en mottagare utvärderas är det viktigt att förstå kompromissen mellan skanningshastighet och överbelastningsskydd. Ett effektivt sätt att avgöra relativt överbelastningsskydd för mottagare med komparativa distorsionsspecifikationer – särskilt 1 dB kompressionspunkt och tredje ordningens skärningspunkt (TOI) – kan jämföras med proportionen för förfiltrets 6 dB-bandbredd vid en given frekvens. Genom att beräkna  $20 \log [(bredare BW_6 \text{ dB}) / (smalare BW_6 \text{ dB})]$  kan systemdesigners göra en rimlig beräkning av den ytterligare ingångsdämpning mottagaren kommer att få med det bredare förfiltret för att undvika överbelastning vid mätning av korta signaler med stor amplitud.

**HASTIGHETEN PÅ** tidsdomänskanning beror på mottagarens uppbyggnad. Specifikt för de attribut som beskrivs ovan erbjuder EMI-mottagaren Keysight MXE utmärkt överbelastningsskydd och snabb tidsdomänskanning, vilket gör den till ett förnuftigt val för den som sysslar med certifieringstester. MXE ger ett kraftigt impulsöverbelastningsskydd med hjälp av smala rf-filter.

MXE täcker intervallet 20Hz till 1GHz med 16 filter, 11 fasta och 5 justerbara, med bandbredder mellan 300kHz och 60MHz. Över 3,6GHz används ett YIG-filter för att ge ungefär 60 MHz filtrering.

Tidsdomänskanning kan kraftigt öka genomströmningen i ett EMC-labb genom att reducera tiden för mätningarna. Detta innebär ökade inkomster och kortare utvecklingstider. Även om tidsbesparingar för tester varierar med mätkrav kan tidsdomänskanning reducera tiden för tester enligt kommersiella standarder med flera timmar. Den största fördelen fås med testmetoder som kräver varierad vridbordsrotation och antennhöjd under förskanning. ■