

Frekvensdomänmätningar: Spektrumanalysator eller oscilloskop?



Förändringar i test- och mätsystem suddar ut gränserna och ger ingenjörerna nya alternativ.



Av Donald Vanderweit, Agilent

Donald Vanderweit tog sin mastersexamen på University of Colorado at Boulder 1988 och började på Agilent år 2006 som applikationsingenjör. Han arbetar med rf- och mikrovågsprodukter framförallt för rymd- och försvarsindustrin. Det omfattar bland annat radar, elektronisk krigföring, telemetry och militär kommunikation.

För generationer av rf-ingenjörer var reglerna enkla: frekvensdomänmätningar (utgångsfrekvens, bandstyrka, signalbandbredd etc.) gjordes med en spektrumanalysator och tidsdomänmätningar (pulsbredd och repetitions hastighet, signaltider etc.) gjordes med oscilloskop.

I TAKT MED ATT DIGITALA signalbehandlingstekniker blivit allt mer spridda började gränserna mellan de två plattformarna att suddas ut. Oscilloskop började komma med FFT (Fast Fourier Transform), som omvandlade tidsdomänkurvor till frekvensdomäner. Spektrumanalysatorer började fånga sina data i tidsdomänen och använda efterbearbetning för att generera bilder på skärmen. Det fanns dock fortfarande tydliga skillnader mellan de två plattformarna.

Oscilloskopets samplingshastighet var begränsad. De kunde se signaler ända ned till likström, men uppåt endast till några få GHz. Spektrumanalysatorer kunde se långt in i mikrovågsområdet, men de missade stör signaler medan de var upptagna med svepet.

Om du skulle behöva se en signal i tidsdomänen, men med bärvågsfrekvensen 40 GHz? Eller fånga en hel bredbandspuls i X-bandet? Det ställs större krav på testutrustningen i takt med att tekniken inom elektronisk krigföring, radar och kommunikationer utvecklas.

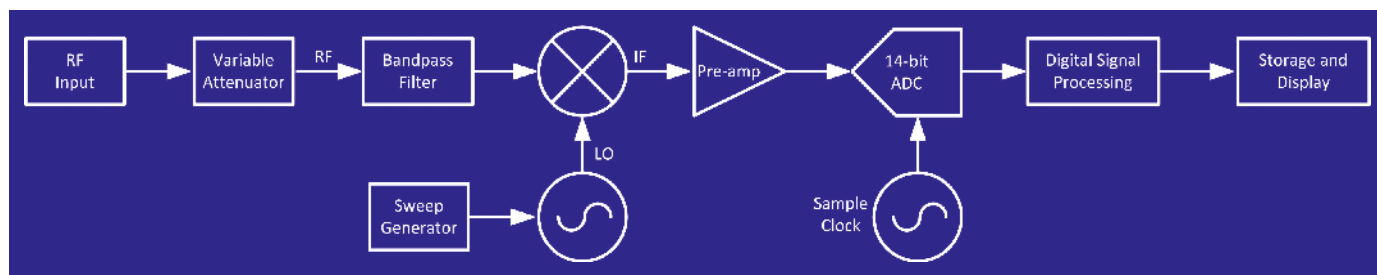
På samma sätt som digitaltekniken öppnat nya möjligheter för alla RF- och mikrovågsutrustningar, har de också gjort detsamma för testutrustningar. Spektrumanalysatorer och oscilloskop kan utföra mycket mer än för några få år sedan, och när deras kapacitet utvidgas blir gränserna allt suddigare och raderas ibland helt.

DE FLESTA SPEKTRUMANALYSATORER har numera en helt digital signalbehandlingsdel (DSP). I likhet med en klassisk spektrumanalysator omvandlas den inkommande signalen till en mycket lägre mellanfrekvens (Intermediate Frequency, IF). Signalen samplas, digitaliseras av en AD-omvandlare och behandlas med digital signalbehandling. Spektrumanalysatorn erbjuder sedan två driftlägen: låta lokaloscillatorn svepa för att se signaler inom ett brett

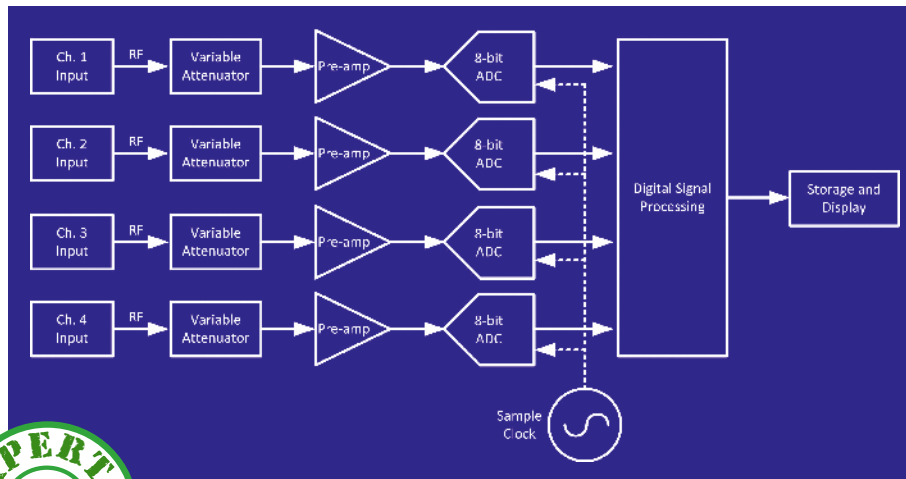
område eller "pausa" lokaloscillatorn för samtidig visning av allting inom den analyserade bandbredden som samplingshastigheten medger.

Den främsta fördelen med denna teknik är förbättrad noggrannhet och tillförlitlighet: när de analoga komponenterna ersätts av digitala minskar osäkerheten. Klassiska spektrumanalysatorer komponenter som filter för upplösningsbandbredden (RBW) och logaritmiska förstärkare implementeras nu digitalt och görs noggrannare och repeterbara.

TVÅ YTTERLIGARE FÖRDELAR uppnås genom att man kan "pausa" lokaloscillatorn och samla data runt en enskild frekvens. Den första fördelen är att man kan titta på en bredbandssignal i tidsdomänen. Eftersom signalen nu är samplad och digitaliserad, kan den visas i tidsdomänen på samma sätt som i ett oscilloskop. Den största skillnaden här är att spektrumanalysatorn har nedkonverterats, så att visade data är relativa i förhållande till mittfrekvensen för mätningen. Den andra fördelen är möjligheten att se fasinformationen. Genom



Förenklat blockschema för en spektrumanalysator.



Förenklat blockschema för ett fyrkanligt oscilloskop.



att utföra viss grundläggande signalbehandling kan man demodulera och analysera fasförhållanden hos signaler av typen kommunikationssignaler och radarsignaler med frekvenssvop (chirp). Vissa tillverkare kallar spektrumanalysatorer med denna möjlighet för "signalanalysatorer" för att återspegla denna nya förmåga att demodulera och analysera signalerna på bärvågen.

Signalanalysatorn har dock fortfarande en viktig begränsning: samplingshastigheten hos AD-omvandlaren mellanfrekvensdelen. Den begränsar analysbandbredden till endast några hundra MHz.

PÅ SAMMA SÄTT som i mellanfrekvensdelen i en signalanalysator samplas signelhändelser på oscilloskopets ingång och behandlas digitalt, men med mycket högre hastigheter. Det finns nu realtidsoscilloskop som kan sampla i hastigheter upp till 160 GSa/s, vilket tillåter oscilloskopen att se signaler från likström upp till 63 GHz.

Det finns några faktorer som kan begränsa användbarheten hos denna arkitektur. En faktor är lavinen av data från den snabba

samplingen. Hundratal gigabyte data genereras varje sekund, och i typfallet kan endast bråkdelar av en sekund fångas och analyseras samtidigt om hela bandbredden används. Databehandlingstekniker som segmenterat minne kan utöka infångningstiden, men denna teknik fungerar enbart för pulsade eller repetitiva signaler. En annan faktor är att snabba AD-omvandlare endast ger åtta bitars upplösning, i motsats till 14 eller 16 bitar i signalanalysatorer. Om du letar efter lågnivåsignaler över ett brett frekvensområde (till exempel vid sökning av spuriöser) har spektrumanalysatorn en fördel, men för de flesta kommunikations- och radartillämpningar bör skillnaderna mellan de två lösningarna inte ha någon betydelse.

Även om de två teknikerna överlappar varandra, finns det några grundläggande skillnader:

BÄRVÅGSFREKVENSS OCH SIGNALBANDBREDD: Den viktigaste enskilda parametern att beakta är bandbredden hos signalen som du vill analysera. Om din signal ligger inom bandbredden för spektrumanalysatorn och bärvågsfrekvensen är högre än några

få GHz, är spektrumanalysatorn ofta det bättre alternativet. Spektrumanalysatorns lägre samplingshastighet ger dig möjlighet att fånga upp och analysera data under en längre tid. I allmänhet är också spektrumanalysatorer billigare än sina motsvarigheter inom oscilloskop vid frekvenser på 10 GHz eller mer. Om du däremot har behov av att analysera signaler med större bandbredd än några hundra MHz, eller att se stig- och falltider under 20 ns, är oscilloskopet ett bättre val.

SPÄNNINGSUPPLÖSNING (effektupplösning) och brusgolv: Dataupplösningen kan vara ytterligare en faktor att ta i beaktande. Typiska spektrumanalysatorer samplar data i 14 bitar, medan typiska oscilloskop är 8-bitarsenheter. I motsats till spektrumanalysatorn har oscilloskopet också en vidöppen ingång (ingen filtrering), och mer bredbandigt brus kan hitta in i mätningen. Detta kan vara ett problem i miljöer med höga nivåer av brus eller bakgrundssignaler. I många tillämpningar kan databehandlingstekniker i oscilloskopet minska eller eliminera denna skillnad.

ANTAL DATAKANALER: Spektrumanalysatorn är en enkanalsenhet. Oscilloskop är typiska tvåkanals- eller fyrkanalsenheter. Även om spektrumanalysatorer kan anslutas faskoherent, blir det varken triviellt eller billigt. För mätningar via två, tre eller fyra kanaler har oscilloskopet en naturlig fördel.

För att åskådliggöra de praktiska effekterna av dessa distinktioner anges här några av fördelarna och nackdelarna med spektrumanalysatorer och oscilloskop för ofta förekommande signaler:

RADARSIGNALER (statisk bärvågsfrekvens): Typiska radarsignaler har relativt låg bandbredd (ca 100 MHz) men hög bärvågsfrekvens. Om bandbredden rymms inom analysbandbredden för spektrumanalysatorn, blir den det logiska valet. Signalanalysatorn er-

Välj rätt standard

Med funktionen "PREVIEW" på shop.elstandard.se kan du kostnadsfritt se och ladda hem innehållsförteckningen och det avsnitt som beskriver vad standarden handlar om för att lättare hitta rätt standard.

Beställ direkt från SEK
shop.elstandard.se



Till exempel serierna SS-EN 61000 om EMC-mätningar och SS-EN 61280 om mätning i fiberoptiska delsystem eller SS-EN 62551 om tillförlitlighetsanalys med hjälp av petrinät.



SEK Svensk Elstandard | Box 1284, 164 29 Kista | Tel: 08-444 14 00 | E-post: sek@elstandard.se | www.elstandard.se

	Spektrumanalysator	Oscilloskop
Analysbandbredd	Upp till några hundra MHz	Upp till den högsta frekvensen för instrumentet
Mikrovågsfrekvenser	Ja	Ja, men dyrare
Uppfångningstid	Sekunder eller minuter	Millisekunder
Demodulering/analys	Ja	Ja
Snabba stig/falltider	20 ns	5 ps
Flerkanalssignaler	Kräver flera lådor och synkronisering	Fyra kanaler i samma låda, flera kanaler kan fås med flera lådor eller digitaliserare

Jämförelse av typiska parametrar för de två plattformarna.

bjuder högre upplösning och längre samplingstider, i typfallet till ett lägre pris. Dock kan man för mer bredbandiga radarsignaler behöva ett oscilloskop för att se hela signalen utan att svepa.

FREKVENSHOPPANDE SIGNALER: Om signalen hoppar inom signalanalysatorns bandbredd, kan gapfria data samlas upp under flera sekunder (i vissa fall under flera minuter eller timmar om man använder en extern RAID-samling), jämfört med flera

millisekunder för ett höghastighetsoscilloskop. Men om frekvensintervallet hos den hoppande signalen är bredare, tvingas användaren att gå över till ett oscilloskop.

BREDBANDIGA KOMMUNIKATIONSSIGNALER: Ett höghastighetsoscilloskop kan vara ett utmärkt verktyg för demodulering och analys av kommunikationssignaler med symbolhastigheter högre än 100 MHz. Mätning av signaler på Ka- och Ku-bandet med symbolhastigheter på flera GHz är vanliga.

SÖKNING AV SMÅ SIGNALER: Nyckeln till sökning av spuriöser och andra signaler med låg effekt är att begränsa brusmängden i mätningen. Signalanalysatorns förmåga att genomföra ett smalbandigt svep över ett stort frekvensintervall, och därigenom filtrera bort det mesta av bredbandigt brus, gör den till ett idealiskt verktyg för sökning av små signaler.

FLERKANALSSIGNALER: För vissa tillämpningar som radar med Phased Array-teknik, flerantennsystem för detektering samt system för MIMO-kommunikation, kan det vara önskvärt att analysera och jämföra ett dussin eller fler signaler parallellt. Då har oscilloskopet en naturlig fördel eftersom det är en fyrkanalsenhet med tidskoherenta kanaler.

Vid fler än fyra kanaler kan det korrekta svaret vara att välja bort båda teknikerna som vi har diskuterat och använda en samling digitaliserare. Utan de överflödiga extra komponenterna i spektrumanalysatorer och oscilloskop kan digitaliserare vara en kompakt och kostnadseffektiv lösning för analys av flera kanaler. Nackdelen är vanligtvis det extra arbetet med att konfigurera samlingen och behandla data. ■

BOPLA – DIN KAPSLINGS-LEVERANTÖR!

FLEXIBEL OCH STILREN

Profilkapsling

Kapslingsserien Intertego är robust och flexibelt uppbyggd av profiler och plåtar i aluminium, tillsammans med gjutna zinkgavlar.

- 18 standardstorlekar
- Möjligheter till individuella storlekar
- Bords- och väggmontage
- Färgade packningar möjliggör unik design
- Kan användas för 19"-applikationer
- Goda skärmegenskaper (EMC)
- Stort utbud av tillbehör.





BOPLA



MILTRONIC
A Lapp Group Company

Miltronik AB
Box 1022 · 611 29 Nyköping · Besök Kungshagsvägen 7
Telefon 0155 777 00 · www.miltronik.se