

# LTE och radar kan samexistera



*Utvärdering av potentiella störningar kräver ett flexibelt angreppssätt*



**Av Greg Jue, Agilent Technologies**

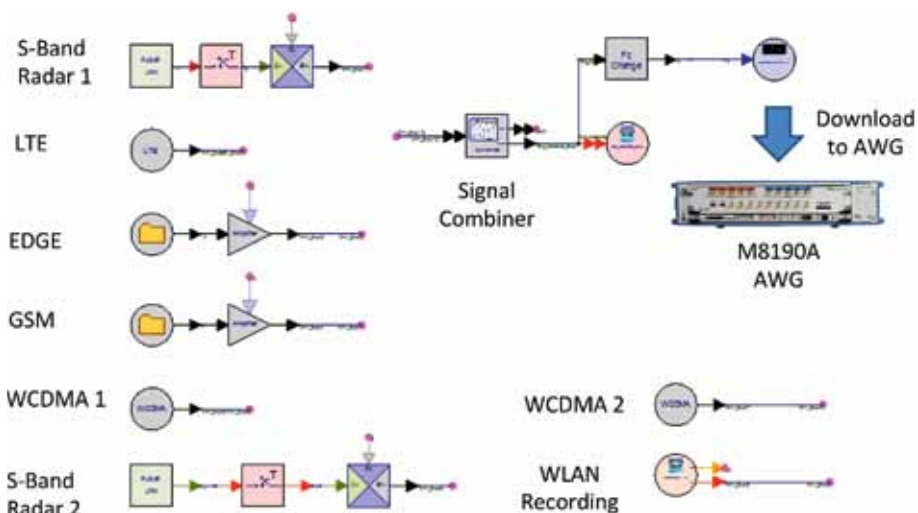
Greg Jue arbetar med rymd- och försvarsapplikationer. Han har skrivit avsnittet om konstruktionssimuleringar i Agilents nya LTE-bok och har författat många artiklar inklusive företagets referensbeskrivning av LTE algoritmer och den nya dokumentet om kognitiv radio. Innan han kom till Agilent 1995 arbetade han med systemkonstruktion inom Deep Space Network i Jet Propulsion Laboratory, Caltech University.

Da gens elektroniska system arbetar i spektrala miljöer som blir allt mer komplexa med många potentiella konflikter mellan radarsystem och radiosystem. Ett extremfall är marinfartyg där det finns mängder av system, inklusive radar och kommunikationssystem, som kan tänkas störa varandra eller störas. Den amerikanska marinen överväger dessutom att införa fartygsbaserade LTE-system för kortdistanskommunikation, vilket ytterligare späder på komplexiteten i den spektrala miljön.

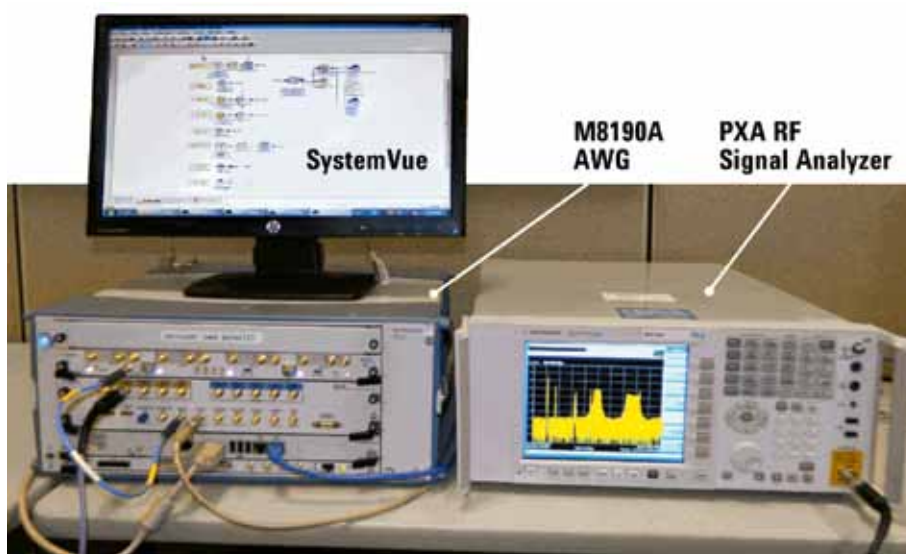
**FÖR ATT KUNNA UTVÄRDERA** störningar vid olika systemkombinationer krävs ett flexibelt analysätt. Det gäller för de olika typer av radiosignaler som simuleras, men också för möjligheten att utvärdera prestanda vid olika störningsscenarier. Det gäller utvärdering av den potentiella påverkan av radarstörningar på en radiosignal kan innebära liksom utvärdering av sådana viktiga parametrar som Error Vector Magnitude (EVM) och Bit Error Rate (BER) eller överföringskapacitet vid ett antal olika störningsscenarier.

Den här artikeln beskriver en flexibel testlösning som kombinerar konstruktionssimulering med en vågformsgenerator (AWG) som levererar lämpliga signaler för att utvärdera olika störningsscenarier. Den första fallstudien visar hur testlösningen används för att skapa ett spektrum med flera sändare inklusive en LTE-sändare i S-bandets frekvensområde, två radarsändare i S-bandet, GSM-, EDGE- samt WCDMA-sändare och en WLAN-sändare.

**TESTUTRUSTNINGEN ANVÄNDS** för att utvärdera de inbördes påverkningarna mellan en LTE och en radarsändare i S-bandet (2,4 GHz) genom att utvärdera LTE EVM-pre-



Figur 1. Simuleringschema för att skapa den sammanlagda signalen från de olika sändarna.



Figur 2. Testutrustning för utvärdering av samtidig förekomst av LTE- och radarsignaler med hjälp av en vågformsgenerator (till vänster), en simulator för systemnivå (installerad på en specialutrustad styrenhet) och en RF-analysator (till höger).

standa när det samtidigt finns en störning från en radarsändare i S-bandet.

Det första exemplet fokuserar på en nedlänk för LTE på S-bandet och en radarsignal i S-bandet. Alla signaler skapas med hjälp av konstruktionssimulering på systemnivå vilket möjliggör att flera radiosignaler, trådlösa nät och radarsignaler simuleras och kombineras med hjälp av simuleringsbibliotek, som finns tillgängliga på marknaden (COTS).

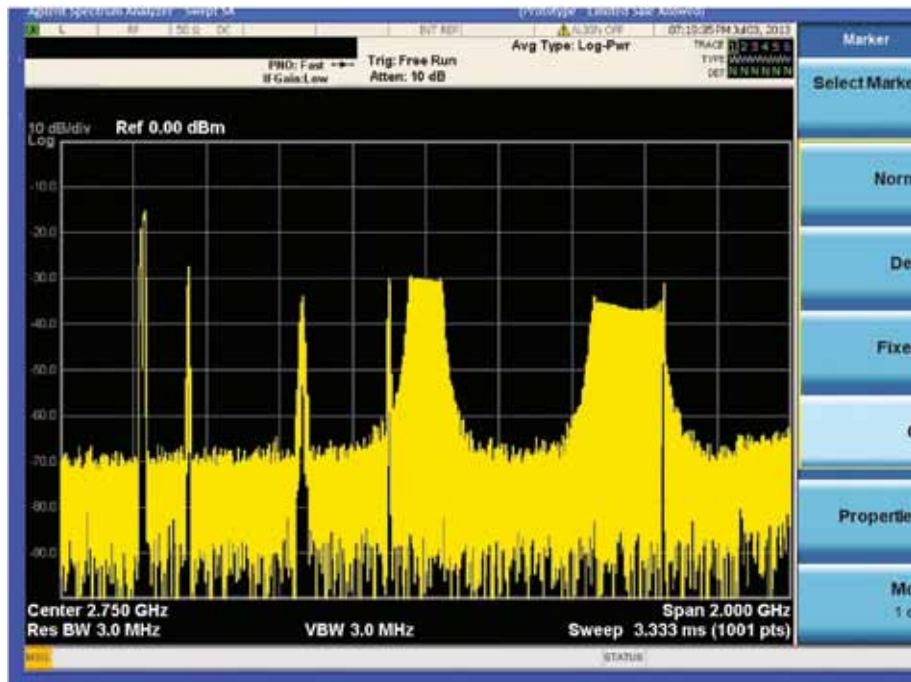
Den sammansatta signalen från de olika sändarna (inklusive nedlänken i LTE och radarsignalen i S-bandet) simuleras enligt schemat i figur 1.

Signalkällan för simuleringen av signalen från S-bandsradarn visas överst till vänster, följt av signalkällorna för nedlänken i LTE, EDGE, GSM och WCDMA. Ytterligare signalkällor för en S-bandsradar och en andra WCDMA-källa syns också. En inspelad Wlan-signal, som använde programvaran i Agilent's 89600 VSA, ingick även den i simuleringsmiljön.

**DE SIMULERADE SIGNALERNA** med olika mittfrekvenser och bandbredder är åter-samlade och kombinerade i en utgående vågform, som sedan kan laddas ned till vågformsgeneratoren.

Uppställningen av den fysiska testutrustningen med flera sändare för att utvärdera samtidig förekomst av LTE och radar visas i figur 2. Det finns en AXle-baserad vågformsgenerator (till vänster) och signalanalysator (till höger). Simulatoren på systemnivå har installerats i styrenheten med AXle för att med vågformsgeneratoren skapa testsignalen från flera sändare.

Det resulterande spektrat från testutrustningen visas i figur 3 och mäts med signalanalysatorn.



Figur 3. Spektrum för flera sändare med LTE- och S-bandsradarsignaler.

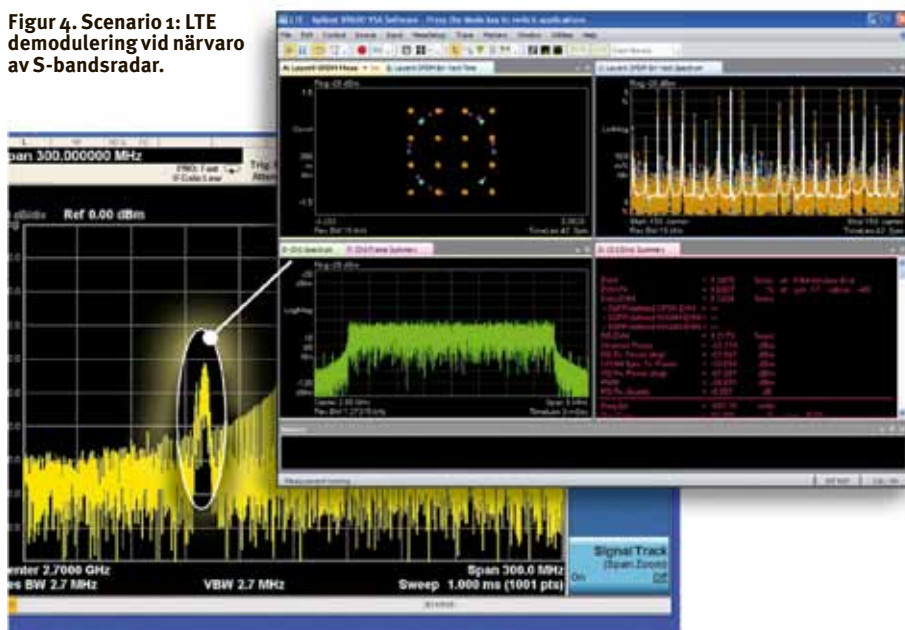
## ”Signalanalysatorn används för att mäta spektrat och EVM-prestanda för att därmed utvärdera den samtida förekomsten av LTE- och radarsignalen”

Spektrat för flera sändare innehåller GSM-, EDGE- och LTE-sändare, två S-bandsradarsändare och två WCDMA-sändare. LTE-sändaren och radarsignalen framträder nära mitten av det uppmätta frekvensspektrat.

Signalanalysatorn används för att mäta spektrat och EVM-prestanda för att därmed

utvärdera den samtida förekomsten av LTE- och radarsignalen. Figur 4 visar spektrat och demoduleringsresultatet av det första scenariot. Signalanalysatorn använd för att zooma in delar av spektrummiljön för flera sändare, som innehåller LTE och radar. Programvaran 89600 VSA används i signalanalysatorn för att demodulera LTE-signalen. 89600 VSA:s demoduleringsmätningar visar konstellationsdiagrammet (uppe till vänster), spektrum (nere till vänster), EVM relativt underbärvågen (uppe till höger) och EVM-felsumma (nere till höger).

Figur 4. Scenario 1: LTE demodulering vid närvaro av S-bandsradar.



**MAN KAN SE ATT** radarsignalen i viss mån påverkar LTE-signalen. EVM ingår med cirka 1,3 procent i radarstörningen och mätningen EVM relativt underbärvågen visar en prestandasänkning på grund av radarstörningen.

LTE-signalen är konfigurerad för ett 5 MHz-band, men kan enkelt ändras till flera olika konfigurationer som stöds av LTE, inom intervallet 1,4 MHz till 20 MHz. Radarsignalen är konfigurerad för en linjär FM-frekvensförskjutning (LFM) med en användarspecifik pulsbredd, pulsrepetitionsintervall och bandbredd. Inställningarna kan enkelt ändras av användaren. Olika moduleringar av pulsens inställningsvärden kan också konfigureras (till exempel Barker-kodning).



I det andra scenariot flyttades radarsignalen närmare LTE-signalen. Se figur 5. Flersändarsimuleringen kördes om igen för att skapa den nya testsignalen.

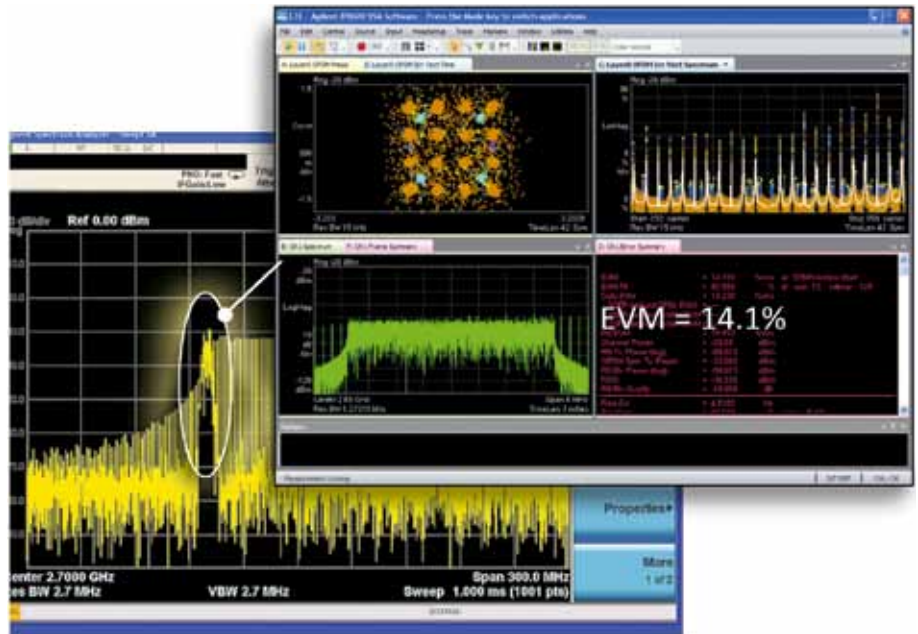
EVM-demoduleringsresultat visas i figur 5. Det är uppenbart att radarsignalen påverkar LTE-signalen starkare i detta scenario jämfört med det första scenariot. EVM har minskat till cirka 14,1 procent som en följd av större spektral överlappning med radarspektrum. Mätningen av EVM relativt underbärvågen visar också en ytterligare försämring av prestanda på grund av radarstörningen jämfört med det första scenariot.

**I DEN ANDRA FALLSTUDIEN** undersöks hur bitfelet i LTE-länken påverkas av en radar i S-bandet. Bitfelet och överföringskapacitet kan vara nyckelvärden för mottagarens känslighet, både med och utan störningar. I fallstudie nummer två används simuleringsschemat i figur 6 för att utvärdera påverkan av en störning från en S-bandradar på en simulerad BER-kodad LTE-nedlänk när störkällans mittfrekvens sveper.

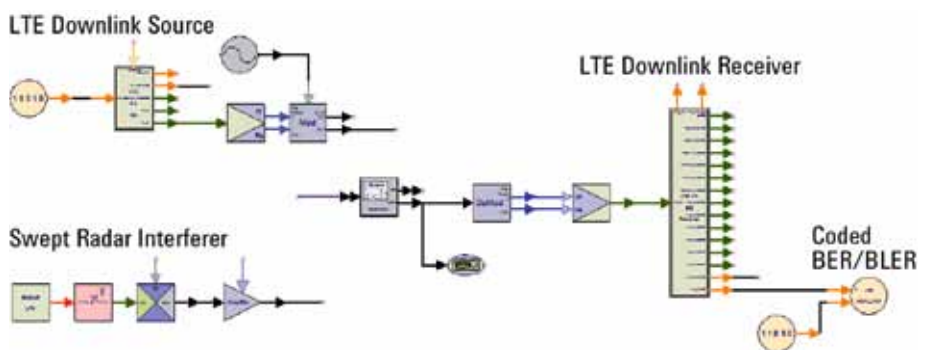
Schemat innehåller en LTE-nedlänk som signalkälla uppe till vänster. Denna simulerade signalkälla är hierarkisk. Om man dyker ned i den går det därför att se den fysiska lagerkodning som använts på signalen, inklusive segmentering av kodblock, Turbo-kodning, rate matching etc. Detta framgår dock inte av schemat. Under LTE-länken finns en signalkälla för en linjärt frekvensmodulerad radarsignal, LFM. Mittfrekvensen sveps för bitfelssimuleringen i LTE-länken.

**LTE-SIGNALEN OCH** radarsignalen sätts samman och den kombinerade signalen matas sedan in i LTE-mottagaren för mätning av den kodade BER-simuleringen. LTE-mottagaren utför sedan den fysiska lagerkodningen, som avsegmentering av kodblock, Turbo-avkodning, rate de-matching etc., för att återställa databitarna så att kodat bitfel och överföringskapacitet kan mätas i simuleringen.

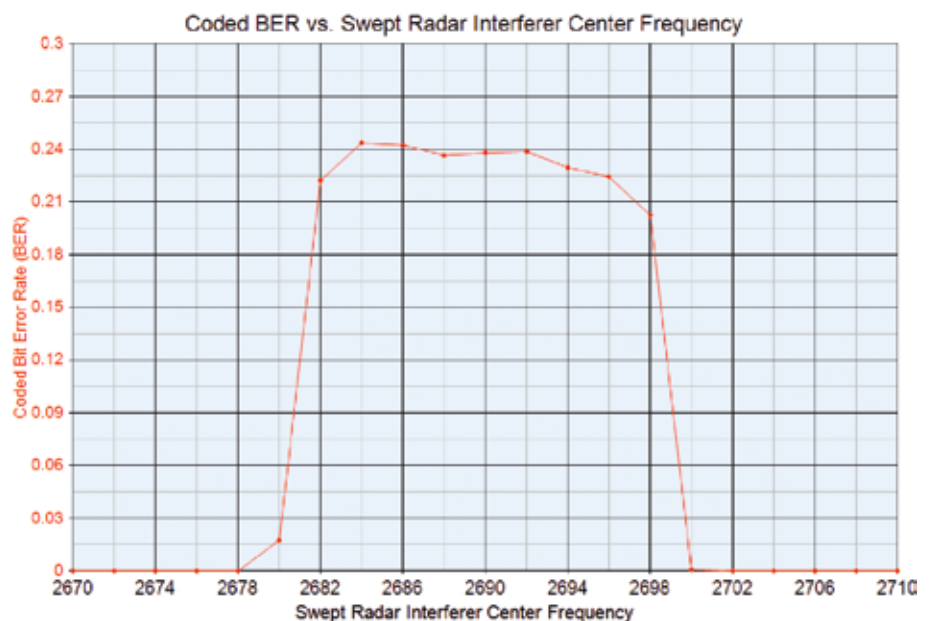
Figur 7 visar det LTE-kodade bitfelet som en funktion av radarstörningens mittfrekvens, som sveptes i simuleringen. Prestanda påverkas betydligt när radarstörningens mittfrekvens sveps över LTE-länkens frekvens. Påverkan ökas från 0 procent BER till cirka 24 procent BER. LTE-konfigurationen, radarns konfiguration och effektnivåerna kan varieras för att utvärdera potentiella problem vid samtidigt förekomster av sändare. En RF-sändarkonstruktion och en mottagarkonstruktion med försämringar inbyggda i modellen kunde också ha utvärderats som en del av denna simulering. ■



Figur 5. Scenario 2: LTE demodulering vid närvaro av S-bandradar.



Figur 6. Simuleringschema för utvärdering av en S-bandradars störning på en kodad BER.



Figur 7. Simuleringsresultat för kodad BER relativt den störande radarns frekvens.