

# 5G utgör en brytpunkt

## Standarder och konformitetstester formar framtiden

**S**tandardiseringen av 5G och utrollningen av kommersiella nät går snabbt. Mobiloperatörer och tillverkare av nätverksutrustning har lanserat de första kommersiella näten och de första smartmobilen finns att köpa. Enligt marknadsundersökningen "The State of 5G", bygger nästan hälften av operatörer redan 5G-nätverk, eller planerar att göra det inom det närmaste året.

Är vi vid brytpunkten? Vad är en brytpunkt, och varför kan vi vara där? Merriam-Websters definition säger att en brytpunkt är en punkt i tiden utan återvändo, varefter en signifikant förändring sker. 5G New Radio (NR) har kommit långt med Release-15 från juni 2018. En del branschexperter säger att standarderna är kompletta, men är de verkligen det?

Kommer 5G NR att leva upp till konsumenternas förväntningar? Om inte, vad blir i så fall effekten för branschen och produktutvecklingen? Låt oss ta reda på var vi befinner oss i utbyggnaden av 5G NR med hänsyn till erforderliga test, utmaningar och risker.

### 5G erforderliga test

Produkter och komponenter för 5G kräver testning genom hela ekosystemet, inklusive modem, antenner, delsystem och kompletta enheter för slutanvändare. Alla



### Av Sheri DeTomasi, Keysight Technologies

Sheri DeTomasi har under sina 30 år vid HP, Agilent och Keysight haft en rad befattningar inom teknik, kvalitet, affärsutveckling, produktmarknadsföring och management. År 2015 ledde Sheri gruppen som tog fram Keysights första 5G-lösningar för kanalanalys och analys av millimetervågssignaler.



dessa enheter liksom basstationerna har ett liknande arbetsflöde: forskning och utveckling (FoU), designvalidering, test enligt standarder och acceptanctest.

Med många regler och föreskrifter att följa innan en trådlös kommunikationsprodukt kan lanseras utförs många typer av testning för att säkerställa att slutprodukten uppfyller specifikationerna som satts upp av 3GPP (Third Generation Partnership Project), och att den ger den kvaliteten som operatörerna ska leverera till sina kunder.

Konformitetstester är obligatoriska tester som måste genomföras för att få lansera en produkt. Rent praktiskt kopplas en enhet till ett trådlöst testsystem som utför de nödvändiga 3GPP-testerna:

- Test via luftgränssnittet (RF) på upp- och nedlänk – minsta nivå för signalkvalitet
- Demodulation – prestanda för datatakt
- Resurshantering för radion (RRM, Radio

- resource management) – uppkoppling, handover och mobilitet
- Signalering – de övre lagren av signaleringsprocedurerna

**3GPP-STANDARDERNA** identifierar en miniminivå i prestanda för terminaler (UE) och basstationer (gNB). Dessa krav definieras i RAN4 och RAN5:s tekniska specifikationer (TS):

- RAN4 definierar minimikrav för basstationer och UE:s. Där specificeras även testfall och testmetoder för basstationens konformitetstester.
- RAN5 definierar testspecifikationer och testmetoder för terminaler.

**PRODUKTER FÖR 5G NR** kan fungera i två frekvensområden, frekvensområde 1 (FR1: 450 MHz till 6 GHz) eller frekvensområde 2 (FR2: 24,25 till 52,6 GHz), eller för både FR1 och FR2. Testning i FR1 under 6 GHz är väl etablerat med välkända testmetoder och tillhörande osäkerheter.

Med tanke på att FR1 under 6 GHz har liknande karakteristik som LTE kommer de flesta av de test som utförts enligt standarder att göras med en kabel ansluten till enheten. Antennegenskaperna och MIMO-prestanda testas via luftgränssnittet (OTA).

FR2 med millimetervågsspektralfrekvenser adderar en helt ny dimension eftersom alla mätningar sker via luftgränssnittet.

Konformitetstester utförs av fristående testlabbar för att avgöra om en produkt följer specifikationerna. Dessa tester är dyra och de flesta företag gör egna test först för att säkerställa att deras produkt kommer att klara sluttesterna.

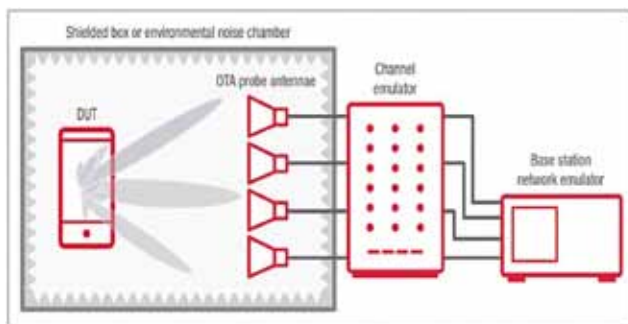
### Nya funktioner innebär nya testutmaningar

5G NR introducerar många nya funktioner som ökar testkomplexiteten. Högre frekvenser, större bandbredd, flexibel utformning av vågformerna och det ökande antalet testfall som måste valideras. För det mesta är test

### FAKTA

#### Merriam-Websters definition av en brytpunkt:

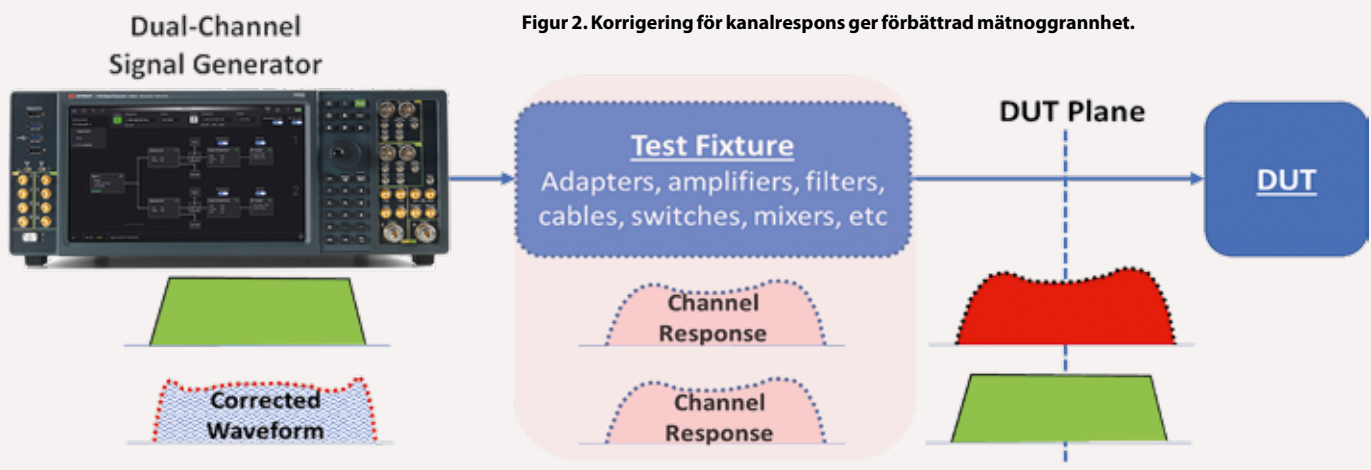
Den kritiska punkten i en situation, process eller system bortom vilken en signifikant och ofta ostopparbar effekt eller förändring sker.



Figur 1. Förenklad OTA-lösning med en nätverks- och kanalemulator.

Du hittar minimikraven och specifikationerna för konformitetstest och testmetoderna för alla frekvensområden i följande 3GPP-dokument:

	Minimikrav	Konformitetstest
<b>Basstation</b>	TS 38.104	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TS 38.141-1: Del 1: Genomfört Konformitetstester för FR1</li> <li>• TS 38.141-2: Del 2: Konformitetstestning för specifika konfigurationer för basstationer i FR1 och FR2</li> </ul>
<b>Användarutrustning</b>	TS 38.101	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TS 38.521-1: Område 1 Fristående – FR1 Tester via kablage</li> <li>• TS 38.521-2: Område 2 Fristående – FR2 Tester via luftgränssnitt</li> <li>• TS 38.521-3: Intervalloperation 1 och 2 med andra förhållanden – FR1 genomförda och FR2 via luftgränssnittet</li> </ul>



Figur 2. Korrigering för kanalrespons ger förbättrad mät noggrannhet.

under 6 GHz i FR1 liknande de som används för LTE. De största utmaningarna ligger i att testa produkter som använder frekvenser mellan 3,5 GHz och 6 GHz. De har större bandbredd och använder massiva MIMO men också att testa produkter för FR2 eftersom att de kräver OTA-tester. OTA introducerar många nya utmaningar som konstruktörer av mobiler och basstationer ännu inte stött på och som har stora konsekvenser för testmiljön.

### Testutmaningar för användarutrustningar:

5G NR rymmer många olika användarfall från mycket hög dataakt till små datapaket för IoT men också mycket korta fördröjningar (latenser) med hög tillförlitlighet. För att stödja ett så stort antal användarfall definierades det fysikaliska skiktet i 5G NR med hög flexibilitet som förändras beroende på hur signalerna skapas och fungerar. Dessutom finns det sju olika systemarkitekturalternativ och dubbel anslutning via 4G LTE som kommer att implementeras. Testning måste utföras för de många olika användarfallen. Dessutom innefattar det signal- och RF-test, inklusive testning för fullständig kommunikation från ändnod-till-ändnod med verkliga störningar inklusive kraftig signalförlust, flervägsutbredning och olika fördröjning för olika signaler. Att testa dessa funktioner kräver en OTA-lösning som kan emulera basstationens protokoll och kanalförhållanden för att avgöra den verkliga prestandan hos terminalen.

Den drastiska ökningen av antalet testfall som måste valideras under utveckling, för standardtester och acceptans hos operatörerna ökar komplexiteten och testtiderna. Att säkerställa att du testar enligt de senaste specifikationerna och får regelbundna programvaruuppdateringar för testsystemen är avgörande för att minimera risken för parallell utveckling, minska kostnadskrävande omkonstruktion och se till att produkterna uppfyller kraven i 5G NR som hela tiden för-

ändras.

### Basstationens testutmaningar:

Lobstyrning och lobformning i 5G kräver validering via luftgränssnittet. Viktiga parametrar som antennförstärkning, sidolob och noll djup för 5G-frekvenser liksom bandbredder kan ha stor inverkan på systemets prestanda. I synnerhet introducerar den tredimensionella antennloben komplexitet i testandet.

Medan ökad förlust i kanalen och signalförvrängningar inte var ett problem under 6GHz är sådana fenomen problematiska i millimetervågsområdet. Därför behöver testlösningar för dessa frekvenser inte bara klara bredare kanalbandbredd, utan även adressera den högre utbredningsförlusten. För detta ändamål måste en testlösning ha ett adekvat signal-till-brusförhållande (SNR) för att exakt kunna fånga och demodulera 5G-signaler.

Vid testning av sändare är SNR i testanalysatorn kritisk för att kunna göra mätningar av felvektormagnitud (EVM) och nivån på kanalläckaget (ACLR, adjacent channel leakage ratio). För att förbättra SNR i en testlösning som används för att testa mottagare blir användningen av signalgeneratorer med högre uteffekt per EVM och ACLR viktigt. Dessutom är kalibrering på systemnivå kritisk för att korrigera för fäsen på systemnivån och skift för amplitud över mätbandets hela bandbredd.

### Risker och konsekvenser

Hur bra kommer en radio för 5G NR att fungera? Kommer mobilerna att koppla upp sig felfritt från en basstation till en annan, och ge dubbelad anslutning med 4G LTE? Kommer mobiler, basstationer och hela ekosystemet att leverera enligt huvudsakliga prestandaindikatorer såsom 20 Gbit/s i nedlänk för UHD-video? Kommer de att tillhandahålla den förväntade låga latensen för självkörande bilar? Och kommer de att leverera den höga tillförlitligheten som behövs för nya tillämpningar? Det här är bara några

av de frågor som håller konstruktörerna vakna på nätterna.

Dåliga produkter kan leda till högre reparationskostnader, fler returer och resultera i lägre marknadsandelar och krympande vinster för ditt företag. En produkt med låg prestanda eller som kräver dyra tester kan få stora konsekvenser för både rykte och försäljning hos tillverkare av halvledare, kommunikationsutrustning, bilar eller medicintekniska produkter.

Förutom uppdateringarna till 5G NR release-15 har 3GPP redan påbörjat arbetet med release-16 med fokus på nya typer av tjänster, enheter, installationsmodeller och spektrumband med tonvikt på extremt pålitlig kommunikation med låg latens (URLLC "ultrareliable low latency communications"). Det handlar om industriellt internet (IIOT), användningen av olicensierade band, fordons-till-allt-kommunikation (V2X) och UE-positionering och effektivitet.

Men ofullständiga och ständigt ändrade målsättningar är pressen stor på utvecklingarna som måste se till att deras konstruktioner och tester är flexibla nog för att hantera framtida krav. Modeller och testsystem måste skala till nya högre frekvensband, eventuellt med högre bandbredd för kanaler, och klara lägre latens och samexistens med olicensierade band.

### Brytpunkten för 5G kommer att komma med kritiska applikationer

Med tanke på att 5G NR Release-15 är spikad, är vi vid brytpunkten? Vi är på kanten: Vi är på en punkt där specifikationerna är färdiga för 5G NR release-15 men är det en punkt utan återvändo? Nej.

De första mobiltelefonerna kommer att vara starkt beroende av 4G för kritiska funktioner och de kommer att använda 5G för extra snabb nedladdning. Det verkliga testet för 5G ligger längre fram i tiden när det kommer produkter för säkerhetskritiska applikationer. ■