

Applikationstest
för E2E analys
av effektförbrukning
och trafikegenskaper.

LTE – framtiden för Internet of Things



*Global tillgänglighet
och nya releaser
öppnar för billig
IoT över LTE*



Av Jörg Köpp, Rohde & Schwarz

Jörg Köpp är ansvarig för marknadsföring av test- och mätinstrument till IoT-kunder. Innan han började på Rohde & Schwarz arbetade han på Siemens och Siemens Nokia Networks som systemarkitekt, projektledare och ansvarig för systemutveckling.

Inom en inte alltför avlägsen framtid kommer sakernas Internet, IoT, att ha flera miljarder uppkopplade enheter. Enligt Harbour Research uppskattas att 2 miljarder IoT-enheter ha sålts under 2014 och år 2020 räknar man med mer än 7 miljarder sålda enheter. Detta är bara möjligt om det finns kostnadseffektiva nätverk för kommunikationen och kostnadseffektiva trådlösa enheter. Genom att använda trådlösa tekniker som Bluetooth, Zigbee, Wi-Fi eller mobilnät, kan nästan allt överallt i världen, snabbt och säkert kopplas upp mot Internet. De nyaste cellbaserade teknologierna, LTE-M och NB-IoT, kommer att spela en viktig roll för framgången för Internet of Things.

Flertalet applikationer använder lokala nätverk för licensfria frekvensband. Appli-

kationer som kräver mobilitet eller global access däremot måste använda sig av satellitkommunikation och mobila nätverk. I det senare fallet oftast av andra eller tredje generationen. Typiska exempel är vagnsparkshantering (fleet management), containerspårning, kaffeautomater, uttagsautomater och personliga hälsoprylar. För flertalet av dessa gäller att applikationerna genererar lite datatrafik och ofta kan klara sig med ett SMS för att sända sina data. Ungefär 60 procent av dagens IoT-enheter som är uppkopplade via mobilnäten använder andra generationens teknik till exempel GPRS. Övergången till tredje generationens mobilnät kommer att äga rum inom de närmaste åren, speciellt med tanke behovet av högre datahastigheter och framtidssäkra system. Den fjärde generationens mobilnät

som använder LTE har fram tills nu spelat en mindre roll.

Eftersom LTE primärt är optimerat för mobilt bredband, har IoT inte i någon större omfattning haft behov av 4G. Dessutom är kostnaden för ett 4G-modem fortfarande relativt hög jämfört med ett GSM-modem. Det är emellertid några aspekter när det gäller LTE som gör det allt mer attraktivt.

EN AV DESSA ÄR den globala tillgängligheten. Enligt GSMA kunde 422 operatörer i 146 länder erbjuda kommersiella LTE tjänster i september 2015. Den långsiktiga tillgången för LTE är en annan aspekt. Ett ökande antal teleoperatörer har aviserat att de inte längre kommer att stödja mobilnät med andra generationens teknik. Därför är det nödvändigt att ställa om till



den senaste tekniken. De första kretsuppsättningarna för LTE som är optimerade för M2M-marknaden när det gäller kostnad och effektförbrukning finns redan framme. Ytterligare en aspekt är att LTE har tekniska fördelar som bättre spektrumanvändning, svarstider och datahastighet.

Behovet av optimerade lösningar för IoT identifierades tidigt under framtagningen av 3GPP-standarden, så särskilda förbättringar för MTC (Machine Type Communication) har tagits fram. Till exempel har kommittén definierat egenskaper i Release 10/11 som har till syfte att skydda mobilnäten mot överbelastning till följd av alltför många IoT-enheter. Mobilnätoperatörerna måste vara skyddade i det fall många tusen enheter samtidigt försöker ansluta till nätet. Det kan gälla abrupta förlopp som när ett elnät som haft avbrott blir spänningssatt igen.

MEKANISMER FÖR ATT hantera överbelastning och alternativ för att minska signaleringen i näten har allerede för att hantera denna typ av händelser. Många IoT applikationer – till exempel nätverk av givare sänder sällan data och behöver inte reagera sekundsnabbt. Dessa enheter kan rapportera till nätet att de kan acceptera längre fördröjningar under uppkopplingen (så kallad "delay tolerant access"). Release 10 innehåller en process som tillåter att nätet, när det är risk för överbelastning, initialt avisar begäran om uppkoppling från dessa enheter och fördröjer denna till ett senare tillfälle (så kallad "extended wait time"). Från och med Release 11, kan anslutning till det mobila nätet kontrolleras med hjälp av accessklasser. I detta fall kan en enhet sätt upp en anslutning endast om den tillhör en klass som just då tillåts av nätet. Nätet sänder då ut en bitmap (eab Barring Bitmap) (eab – extended access barring) som identifierar vilka klasser som har tillåtelse att ansluta.

Dessa processer som introduceras i Release 10 och 11 ser till att det blir en säker

"Räckvidden måste förbättras för applikationer som till exempel smarta elmätare installerade där det råder extrema mottagningsförhållanden"

och stabil funktion för IoT-applikationerna, för såväl dagens som framtidens prylar i mobilnäten. Och detta utan att äventyra de mobila bredbandens funktion.

DET SOM FORTFARANDE saknades var optimerade lösningar för IoT-enheter med låg datatrafik, låg effektförbrukning och låga kostnader. Kommittén startade med dessa i Release 12. Det blev emellertid snart tydligt att det inte kommer att finnas en gemensam enkel lösning för alla applikationer. Kraven för applikationer som container-spårning, övervakning av soptunnor, smarta elmätare, givare inom jordbruket, aktivitets- och hälsoarmband är alltför olika. Därför koncentrerar man sig i Release 12 på områdena effektförbrukning och kostnads-effektiva modem. Resultatet är ett effektsparläge (PSM – Power Saving Mode) som

är speciellt viktigt för batteridrivna enheter och LTE-modem av typen kategori 0, som bara skall ha 50 procent av komplexiteten hos ett kategori 1 modem.

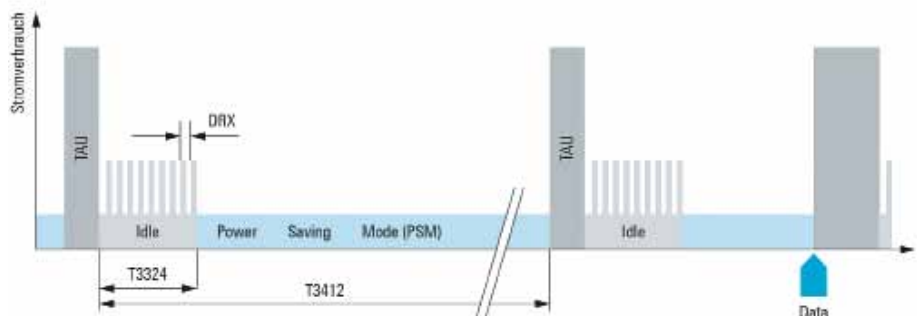
Effektsparprocessen startar efter att en dataförbindelse avslutats eller efter en avslutad periodisk TAU-procedur (Tracking Area Update). Enheten går först in i normalt viloläge under vilket den periodiskt slår över i mottagningsläge för att kunna ta emot meddelanden. Detta innebär att den är tillgänglig vid sökning. Efter att timer 3324 löpt ut, går den över till PSM. I detta läge är enheten alltid redo att sända meddelanden eftersom den förblir registrerad i nätet. Däremot är mottagaren avslagen så att det inte går att nå enheten med hjälp av sökning. PSM är därför användbart i nätverk för givare där man endast sällan behöver sända data till enheterna och då endast små datamängder. Denna process är inte lämplig för applikationer som kräver snabba svar eller för tidskritiska åtgärder. Applikationer som använder PSM måste tolerera detta beteende och konstruktionen måste ha optimerade timervärden för viloläge och för PSM. Det är viktigt att testa End-to-End för att matcha applikationens beteende med nätets egenskaper.

Kostnadseffektiva enheter med LTE kategori 0

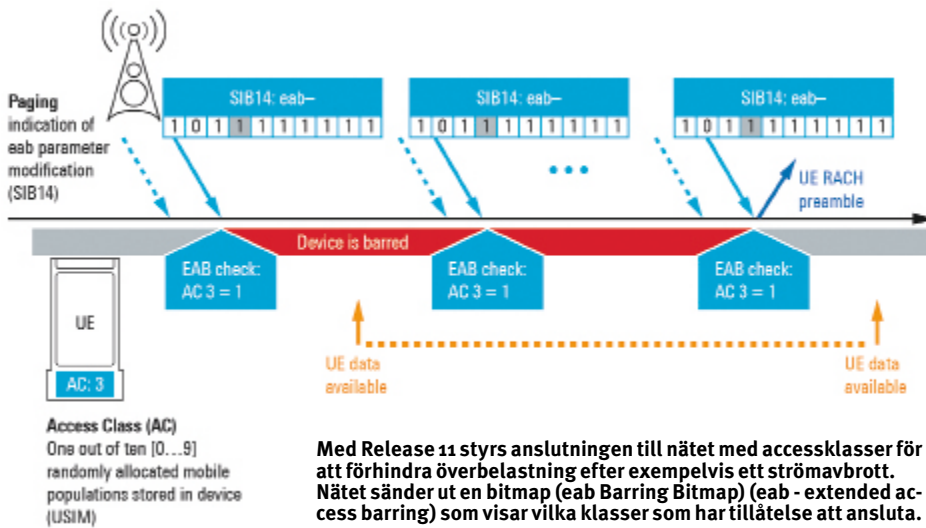
Introduktionen av kategori 0 var ett första försök att tillåta påtagligt billigare modem för M2M-marknaden. I det ideala fallet kommer de också att ha lägre effektförbrukning. För att uppnå detta har komplexiteten hos modemet reducerats genom att minska den tillåtna datahastigheten till 1Mbit/s. Detta minimerar kraven på processorkraft och minne. Tillverkaren kan också ta bort full duplex och hantering av flera antenner. På så sätt eliminerar man behovet av duplexfilter som annars skulle behövas för att förebygga störningar mellan sändare och mottagare.

Kategori 0 enheter är fortfarande under utveckling och kommer troligen att introduceras under 2016.

LTE-M har tagit de första stegen. Release 13 innehåller ytterligare kostnadsreducerande åtgärder, framför allt lägre band-



PSM (Power Saving Mode) är användbart i nätverk för givare där man sällan behöver sända data till enheterna och då endast små datamängder. Denna process är inte lämplig för applikationer som kräver snabba svar eller för tidskritiska åtgärder.



bredder i både upplänk och nerlänk, lägre datahastigheter och reducerad sändareffekt.

YTTERLIGARE EN REDUCERING av effektförbrukningen planeras. Detta gäller enheter som inte kan använda PSM eftersom enheten måste vara nåbar åtminstone under korta perioder även om den inte själv sänder någon data. I detta fall går modemet periodiskt från viloläge till mottagarläge för att kunna nås av meddelanden och systemstatusinformation. Den så kallade DRX-timern bestämmer hur ofta detta görs. Det kortaste intervallet för närvarande är 2,56 sekunder. Detta är ganska ofta för en enhet som till exempel bara väntar data var 15:e minut. Planerat och under diskussion är en förlängning av timern (eDRX), som skulle ge en betydligt längre batteritid – upp till flera år.

Räckvidden måste förbättras för applikationer som till exempel smarta elmätare installerade där det råder extrema mot-

tagningsförhållanden, till exempel i källare eller applikationer inom jordbruket med väldigt utspridda enheter. Olika tekniker, bland annat omsändning av data och mindre strikta krav när det gäller tider och fel, skall förbättra effektbalansen mellan sändare och mottagare med 15 dB. På så sätt kan man öka räckvidden.

För Release 14 har fordonsindustrin kommit in med önskemål om att man skall utreda möjligheterna att drastiskt reducera fördröjningarna mellan användarnas enheter, så att det exempelvis blir möjligt med realtidskommunikation mellan fordon.

DE NYA FUNKTIONERNA i LTE-M gör det möjligt att stödja många fler IoT-applikationer och på så sätt underlätta övergången från 2G/3G teknologi till LTE. Emellertid finns det ett behov för extremt kostnadseffektiva och effektsnåla utrustningar där nuvarande mobilteknik inte verkar vara lämpliga. Därför har ett antal utmanare, bland annat low-power WAN, kommit in på mark-

naden de senaste åren. Till större delen är dessa tekniker optimerade för nätverk med givare som har väldigt låga datavolymer, exempelvis för rökdetektorer och givare för fyllnadsgrad i soptunnor. De har fördelen av att ha god räckvidd och att de använder licensfria frekvensband. En framträdande teknik är Sigfox. Nätverket använder sig av en ultrasmlbandig teknik och används redan i några nationella nätverk. Sigfox är optimerat för glesa sändningar av väldigt små datapaket och tillåter mottagning enbart under ett kort tidsfönster direkt efter att meddelande sänts iväg.

Ett annat exempel är LoRa. Ett antal företag har bildat LoRa Alliance. Baserat på LoRa-tekniken från Semtech har de specificerat standarden för LoRaWAN och ytterligare en specifikation för certifiering av kompatibla enheter. LoRa använder en typ av frekvensmodulerad bandspridningsteknik liknande den som används för radarapplikationer. Den stödjer tre klasser av enheter. Klass A tillåter mottagning enbart under två korta tidsfönster direkt efter sändning, liknande Sigfox. Klass B tillåter periodiska mottagningsfönster, som synkroniseras via beacons. Klass C-enheter kan alltid ta emot förutom när enheten själv sänder. Ytterligare exempel på LP-WAN teknologier är Weightless-N och RPMA.

GSMA HAR OCKSÅ förbundit sig att stödja Internet of Things och har nu lanserat ett LP-WAN initiativ. Målet är att definiera en standard för LP-WAN så fort som möjligt baserat på etablerade standarder för mobilnät i licensierade frekvensområden. De viktigaste leverantörerna inom infrastruktur, modem och kretsar har snabbt börjat samarbeta med nätoperatörerna för att utveckla en lämplig standard. Målet är att godkänna standarden i Release 13 för att kunna släppa kommersiella produkter under 2016. De första fältproven pågår redan.

Ett antal tekniska diskussioner pågår och man har alternativa ansatser. Kommitén har i alla fall redan beslutat att det skall finnas en smalbands IoT-standard (NB-IoT). Denna standard skall göra det möjligt att använda resursblock från LTE-bärvågor, utnyttjade resurser i spektrum mellan angränsande bärvågor och resurser i ett separat, reserverat spektrum. Kravprofilen för denna standard innefattar extremt låg strömförbrukning, väldigt låga kostnader, förbättrad mottagning i byggnader och stöd för en enorm mängd enheter med väldigt lite datatrafik.

Ett stort antal standardiseringsaktiviteter är på gång för att säkerställa att lämpliga kommunikationstekniker finns tillgängliga för Internet of Things. Dessa aktiviteter visar också vägen för femte generationens mobilradio, där också extremt små fördröjningar, mycket lång batteritid och en enorm mängd enheter spelar stor roll. ■

	Cat 1 (Rel. 8)	Cat 0 (Rel. 12)
Downlink Peak Rate	10 Mbps	1 Mbps
Uplink Peak Rate	5 Mbps	1 Mbps
UE RF Chains	2	1
Duplex Mode	full duplex	Halv duplex (opt)
UE Receiver Bandwidth	20 MHz	20 MHz
Max UE Transmit Power	23 dBm	23 dBm
MIMO Layer	1	1
Highest DL Modulation	64 QAM	64 QAM
Highest UL Modulation	16 QAM	16 QAM

Billigare modem för Kategori 0 kommer troligen att introduceras under 2016.

	Sigfox	LoRa	Weightless-N	RPMA
Frekvenser	868 MHz (ETSI) 915 MHz (FCC) 2 400 MHz	868 MHz (ETSI) 915 MHz (FCC)	868 MHz (ETSI) 915 MHz (FCC)	2 400 MHz
Modulation	UNB	Chirp DSSS	UNB	RPMA
Organisation	Sigfox	Semtech	NWave	Ingenu

Det har dykt upp ett antal smalbandiga tekniker de senaste åren. De är optimerade för nätverk med givare som har väldigt låga datavolymer, har god räckvidd och använder licensfria band.