

5G



Så synkroniseras ORAN

Marknaden för ORAN-lösningar (Open Radio Access Network) i LTE- och 5G-nät har potential att växa snabbt. Operatörerna vill dra nytta av lägre kostnader, ökad flexibilitet och möjligheten att undvika leverantörsinlåsningar. ORAN erbjuder alla dessa fördelar eftersom den gör det möjligt att blanda utrustning från olika leverantörer. Operatörerna kan också dra nytta av realtidsprestanda.

ORAN är det senaste steget i utvecklingen av radioaccessnätet (RAN), som år 1979 inleddes med lanseringen av 1G. År 1991 kom 2G och år 2001 3G. År 2009 lanserades 4G eller LTE (Long Term Evolution) och introducerade paketdata. Under utbyggnaden började man använda MIMO-teknik (multiple input, multiple output) och centraliserad eller molnbaserad (cRAN) mjukvara i radionätet vilket gör det möjligt att dela upp basbandsenheten (BBU) i en distribuerad enhet (DU) och en centraliserad enhet (CU), med kommunikation mellan de två kallad midhaul.

Utrullningen av 5G New Radio (NR) inleddes 2018 och introducerade virtualiserat RAN (vRAN) med basbandsfunktioner (BBU eller CU och DU) implementerade i programvara som körs på servrar. Till exempel kan lastbalansering, resurshantering, routing och brandväggar nu köras med virtualise-



Av Thomas Gleiter, Microchip Technology

Thomas Gleiter är Europaansvarig för kommunikation och 5G på Microchip. Hans huvuduppgift är att hjälpa säljteamet, fungera som gränssnitt mellan kunderna och affärsenheterna samt att fokusera på framtida produkter. Han har en bakgrund från konsultföretaget Rücker + Schindele och från managementkonsulten 3DSE. Sedan 2016 arbetar han på Microchip.

ring av nätverksfunktioner (NFV). Programvaran för radioenheten (RU), CU och DU är dock proprietära. ORAN syftar till att undanröja detta hinder genom att ge operatörerna tillgång till programvarubaserad vRAN med öppen källkod.

Figur 1 visar målet för O-RAN Alliance – en sammanslutning av mer än 300 mobiloperatörer, leverantörer, forskningsorganisationer och akademiska institutioner – att ha öppna RU, CU och DU (varje initial betecknas med ett O-) och med fronthaul specificerat enligt Common Public Radio Interface (CPRI).

Stöd för realtid i 5G är möjligt med överföringshastigheter på upp till 20 Gbit/s, jämfört med 4G som stannar på 1 Gbit/s mellan statiska punkter och endast 100 Mbit/s mellan en eller två rörliga punkter. Dessutom är latensen nere på bara 1 ms för 5G.

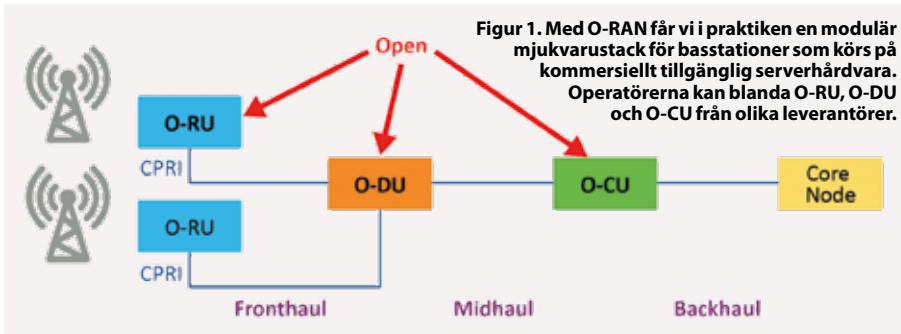
En annan viktig komponent i ORAN är det

som kallas RAN intelligent controller (RIC), som kan vara antingen nära realtid eller icke-realtid, med båda alternativen ansvariga för styrning och optimering av ORAN-element. Figur 2 visar O-RAN:s programvarugemenskap (SC), som följer den arkitektur som definierats av O-RAN Alliance.

Synkronisering

En av de största utmaningarna vid implementering av ORAN är att säkerställa synkronisering av de olika ORAN-elementen, inte minst på grund av behovet av ökad stringent synkroniseringsprestanda vilket kräver tidsnoggrannhet ned till ± 130 ns.

Att hålla RU-switcharna och DU-enheterna synkroniserade är viktigt för en effektiv funktion i ORAN-nätet. Det förhindrar förlust av datapaket, minimerar nätverksavbrott och hjälper till att hålla strömförbrukningen så låg



Figur 1. Med O-RAN får vi i praktiken en modular mjukvarustack för basstationer som körs på kommersiellt tillgänglig serverhårdvara. Operatörerna kan blanda O-RU, O-DU och O-CU från olika leverantörer.

som möjligt. Synkroniseringen hjälper också operatörerna att uppfylla sina skyldigheter som licenstagare av olika frekvensband.

En annan viktig skillnad mellan 5G och tidigare mobilstandarder är övergången från frekvensdelad duplex (FDD) till tidsdelad duplex (TDD) vilket gör att upp- och nedlänken kan arbeta parallellt på två separata men närliggande frekvensband. Olika tidsluckor används för upp- och nedlänksignaler över samma frekvens, vilket ger bättre utnyttjande av spektrum för exempelvis mobilt bredband (eMBB), eftersom förhållandet mellan upp- och nedlänkstid kan justeras efter behov.

TDD ger också bättre kompatibilitet med lobformning (Mimo) och C-bandet (3,7 till 3,98 GHz), som kommer att användas av operatörer för att bygga ut 5G i både stora och små celler. För att undvika störningar inom och mellan celler finns det en skyddsperiod mellan upp- och nedlänksändningar. Trots detta är noggrann synkronisering avgörande för driftseffektiviteten (minskad felfrekvens) och för att kompensera för eventuella frekvens- eller fasförskjutningar.

Exakt tidsbestämning

Alla nya radiolösningar måste ha en fasmusivering till en UTC (Universal Coordinated Time) och satellitbaserad tidskälla som är bättre än ±1,5 mikrosekunder. Att följa olika branschstandarder och rekommendationer från branschorgan är också viktigt när man skapar realtidsuppkopplingar.

För exakt tidsdistribution i hela nätverket används protokollet PTP (Precision Time Protocol IEEE 1588-2019). Protokollet har en huvudklocka (eller PTP-master) mot vilken andra PTP-klockor i nätverket synkroniseras med hjälp av PTP-meddelanden. Synkroniseringen tar hänsyn till effekter som fördröjningar på vägen, och standarden specificerar funktioner för time boundary-clock (T-BC) och time transparent clock (T-TC) för att motverka asymmetri uppströms och nedströms samt variationer i tiden det tar för paketen att gå olika vägar (paketpacket delay variation, PDV).

ITU-T, som är en del av Internationella teleunionen, har också utfärdat rekommendationer för TDD. Till exempel specificerar ITU-T G.8272/Y.1367 kraven för primära referens-tidsklockor (pRTC) som är lämpliga för synkronisering av tid, fas och frekvens i paketnät och ITU-T G.8273.2 rekommenderar tids-egenskaper för telekomgränsklockor och sekundära telekom-tidsklockor för användning med fullt tidsstöd (FTS) från nätet.

I hela nätverket placeras klockor i kedjor där tidsignalen filteras och brus tar bort med så kallade gränsklockor. Utrustningen måste dock uppfylla en av fyra prestandaklasser, definierade av ITU-T G.8273.24, som sträcker sig från klass A till D. Av dessa har C och D de högsta noggrannhetskraven. Exempelvis måste tidsfelet för en T-BC-klocka i klass D vara mindre än 5 ns. Utöver satelliter (GNSS/UTC) och PTP används även SyncE

(Synchronous Ethernet) i 5G-nät. Tillsammans kan alla tre leverera tid, fas och frekvensnoggrannhet i hela nätet.

ORAN kräver standardiserade plattformar

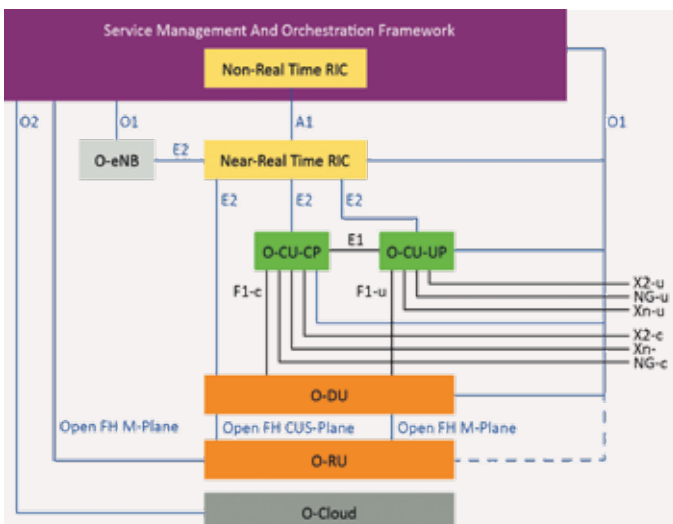
ORAN ger operatörerna tillgång till icke-proprietära lösningar. När det gäller hårdvara kan kommersiellt tillgängliga halvledarkomponenter och plattformar användas för att uppfylla kraven i näten.

Till exempel finns IEEE 1588-kompatibla huvudklockor med PTP- och SyncE-funktioner tillgängliga som uppfyller PRTC klass A, klass B och förbättrade PRTC-specifikationer (ePRTC) plus klass C- och D-specifikationer för multidomängränsklocka. Sådan mångsidighet och multifunktionalitet är avgörande egenskaper för operatörerna för att kunna implementera en synkroniserad tidslösning.

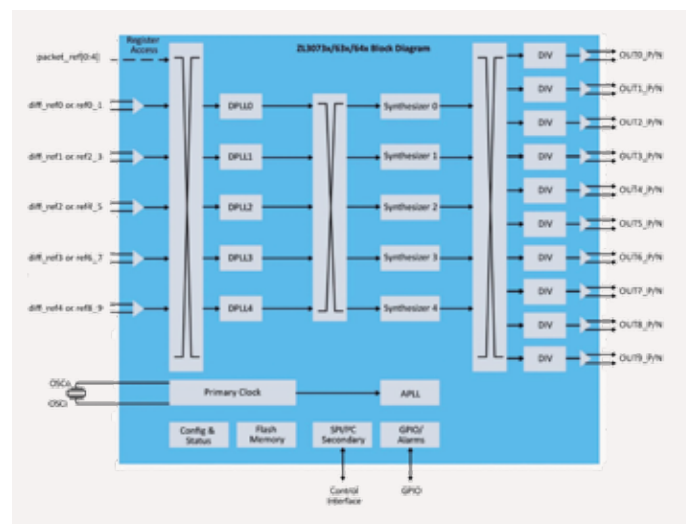
Hårdvara för nätverkssynkronisering som oscillatorer, programmerbara PLL-kretsar, buffertar och jitterdämpare kan installeras i DU-, CU- och RU-utrustning. Dessutom finns dedikerade enkretslösningar för nätverkssynkronisering. I detta avseende var Microchip först på marknaden med sin ZL3073x/63x/64x-plattform. Denna teknik kombinerar DPLL och jittersyntetiserare med låg utsignal med en protokollstack enligt IEEE 1588-2008 för precisionstid och mjukvarumoduler för synkroniseringsalgoritmer.

En annan viktig faktor för timing i 5G ORAN är stabilitet över det specificerade temperaturområdet. Temperaturkompenserade oscillatorer och PLL:er samt små atomklockor (chip scale atomic clocks) används redan i tuffa miljöer inklusive militära och industriella tillämpningar och är lämpliga för RU-, CU- och DU-hårdvara.

Sammanfattningsvis ger användningen av TDD i 5G stora fördelar men innebär också utmaningar för synkroniseringen. Operatörerna och de företag som levererar system för ORAN har tillgång till halvledare och plattformar som kan användas för att skapa ett heltäckande radionät och samtidigt undvika att vara bundna till proprietära lösningar. ■



Figur 2. O-RAN SC-arkitektur med dess RAN-kontroller (RIC).



Figur 3. Enkretsplattform ZL3073x/63x/64x för nätverkssynkronisering.