

Vi lever i en uppkopplad värld, där vi tar för givet att det alltid finns mobil- eller WiFi-täckning så att vi kan kontakta dem som vi bryr oss om, hitta rätt i en ny stad, finna nog med information att fatta ett beslut, eller helt enkelt bara roa oss. Detta är inte på något vis endast ett svenskt fenomen. Det finns idag 7,9 miljarder mobilabonnemang på jorden, vilket är 200 miljoner fler än vad det finns människor. En framtidsvision som redan håller på att hända är att inte bara människor, utan även föremål som t ex hushållsapparater, bilar och medicinska implantat skall kunna vara uppkopplade. I varje uppkopplad pryl finns det en sändare och mottagare, som kan omvandla de elektromagnetiska signalerna i luften till digitala data som vi har i våra datorer och telefoner. Eftersom signalerna i luften är analoga, så är även den del av sändaren och mottagaren som sitter närmast antennen analog. Just denna del, specifikt sändaren och dess ingående delar, är vad denna avhandling handlar om. För att en sändare skall passa i konsumentelektronik, måste den vara billig och dessutom strömsnål, så att batteriet håller länge. Billigare kan den bli om man gör den i en vanlig sorts kiselteknologi som kallas CMOS, och strömsnålare kan den bli om man noggrant går igenom varje liten del i sändaren och försöker att hitta nya sätt att spara ström. Sändare utsätts också hela tiden för hårdare krav. Ju bättre upplösning som filmen som vi vill streama har, desto mer data måste vi skicka samtidigt. När alla vill ha högre datahastigheter, tar utrymmet i luften som vi delar helt enkelt slut. Tänk dig ett rum, där alla skriker samtidigt. Ingen kommer att bli hörd och förstådd. Det finns redan många system för att utnyttja vårt gemensamma utrymme bättre, och det finns hårda krav på hur sändare får lov att sända för att störa andra så lite som möjligt. Ett system för att använda rummet bättre, är att alla pratar endast när det är deras tur. Ett annat snillrikt system efterliknar en situation där alla i rummet talar olika språk, vilket gör det lättare att urskilja en enskild person. Ibland använder avancerade system även trattar (antennor) för att se till att ljudet går mest i den riktning som man vill. Att alla pratar på olika frekvenser är ytterligare ett sätt, ungefär som om någon bara får tala med basröst, och någon annan bara i falsett. Men oavsett hur många finurliga sätt som man har kommit på, börjar platsen ta slut. Vad som ligger närmast i utvecklingen är att tillåta och möjliggöra att kommunikationen kan ske på högre och högre frekvenser. Det är svårt, eftersom naturen har ordnat det så, att ju högre frekvenser som används, desto mer dämpas signalen i luften. Dessutom blir det svårare att använda den billiga och vanliga CMOS-kiselteknologin, eftersom de individuella transistorerna får svårare att hänga med och fungera korrekt. Vad sändarna som den här avhandlingen handlar om måste klara är att skicka rätt data med en bärvågsfrekvens på upptill ungefär 65 GHz. Eftersom en elektromagnetisk signal med en frekvens mellan 30 och 300 GHz har en våglängd som är mellan en och tio millimeter, så kallas det här frekvensområdet för millimetervågor. Som en jämförelse använder inga mobiltelefoner i dagsläget frekvenser över 6 GHz. Det finns redan produkter som kan kommunicera kring 60 GHz, men jämfört med flera miljarder mobiltelefoner är de är extremt få, och för att kunna bli en del av vår vardag behöver de bli billigare, och förbättras genom att varje individuell del görs mer effektiv. Vi kallar kretsar för mer effektiva om de kan utföra sina uppgifter korrekt men med mindre förbrukad effekt, eller om de kan göra sin uppgift bättre med samma effektförbrukning som innan. Denna avhandling fokuserar på två delar av analoga millimetervågssändare: effektförstärkare, som ofta förbrukar mer än hälften av den totala effekten i en sändare och där varje uns av förbättring ger stora effekter, samt den grupp av kretsar som är ansvariga för frekvensgenereringen. En förstärkare som är ovanligt effektiv i sin klass har konstruerats, likaså en faslåst loop som utför sin uppgift lika bra som andra publicerade faslåsta loopar, men med mindre än halva effektförbrukningen. Olika förslag på ytterligare förbättringar av viktiga delar i faslåsta loopar har utvecklats, och lett till konstruerade och mätta spänningsstyrda oscillatorer och injektionslåsta delar som visar att dessa kretsar kan klara sin uppgift och samtidigt bara förbruka en femtedel till en tredjedel av vad som är standard. Sammantaget presenteras elva kretsar som alla innehåller exempel på hur millimetervågssändare kan bli mer effektiva.