



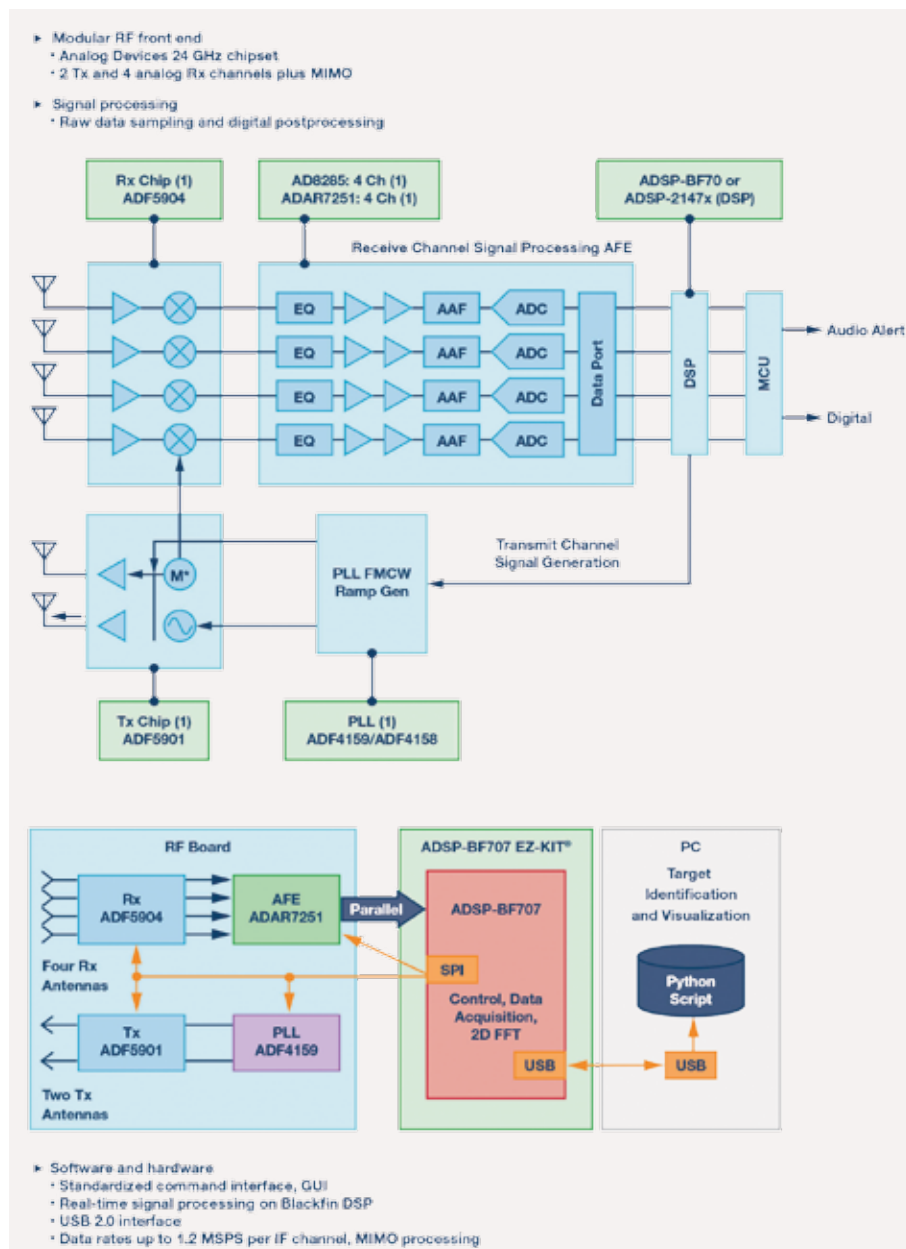
Demorad – en genväg

Flexibel 24 GHz- prototyp

Av John Morrissey, Analog Devices



John Morrissey har arbetat på Analog Devices sedan 1984 och är produktansvarig för rf- och mikrovågsgruppen (RFMG) som bland annat stöder företagets affärsområde fordons- och industriradar. John började med att konstruera ADC:er, DAC:ar och blandsignalkretsar för industri- och kommunikationstillämpningar. År 1999 övergick han till rf- och mikrovågskonstruktioner för kommunikationsområdet. Han har en elektronikingenjörsexamen (BENG) från universitetet i Limerick, på Irland.



Figur 2. Signalkedjan, RF till basband, samt ett förenklat blockdiagram av radarsystemet.

Radarsensorer i kisel på 24GHz öppnar för en ny generation smarta, kontaktlösa lösningar i såväl industrisystem som konsumentprodukter. Fordon och drönare är två exempel på volymtillämpningar. En radarsensor kan ge realtidsinformation, exempelvis position, rörelse, hastighet och avstånd, om objekt som befinner sig mellan några få centimeter till flera hundra meter från den.

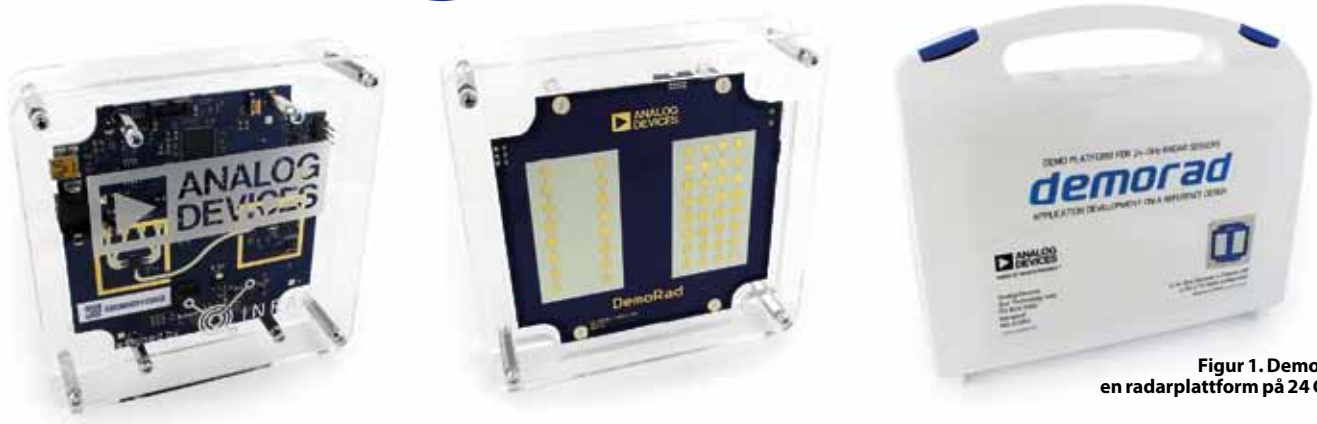
Tills nyligen har radarsensorer på millimetervägsområdet krävt diskreta lösningar, som är stora, komplicerade och dyra att bygga. Det begränsar en bred acceptans inom industri. Nu finns det dock nya radarprodukter, som ger den prestanda som behövs och som möjliggör integrering i små, billiga och lättanvända system för detektion, spårning, säkerhet och kollisionvarning.

FÖR ATT UNDERLÄTTA FÖR FÖRETAG som vill ta fram sensorer baserade på radarteknik har Analog Devices, ADI, släppt en prototyplösning för ett 24GHz radarsystem, kallad Demorad. Den gör det möjligt att utveckla tillämpningar med hjälp av referenskonstruktioner för hela system. Demorad fungerar som en plattform för utvärdering, konstruktion och tillverkning av sensorer som utnyttjar mikrovågsradar. Utvecklingen av radarsensorer kan därmed komma igång mycket snabbt och det blir lättare att ta fram prototyper för produkter som ger information i realtid om ett målobjekts rörelse, vinkelposition, hastighet och avstånd från sensorn.

Demorad detekterar avstånd och hastighet för ett objekt som befinner sig på upp till 200 meters avstånd med en upplösning på cirka 75 cm. Synfältet (field of view, FOV) är ungefär 120° för azimut och 15° för höjd, allt beroende av antensystemets konstruktion.

PLATTFORMEN INKLUDERAR antenner och en fullständig signalkedja från RF till basband som är baserad på ADI:s 24 GHz-kretsar och

till färdig radarsensor



Figur 1. Demorad, en radarplattform på 24 GHz.

digitala signalprocessor, se figur 2. Antenner med två kanaler för sändning och fyra för mottagning finns på ena sidan av kretskortet, medan RF-kretsar, AD-omvandlare och DSP är placerade på kortets baksida.

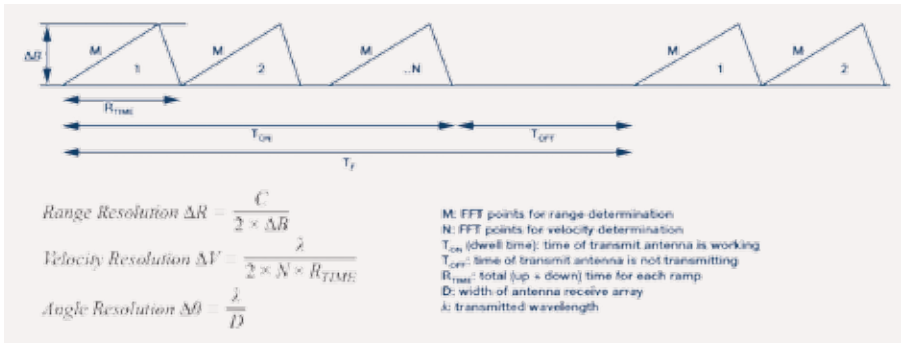
De många kanalerna möjliggör funktion med flera in- och utgångar (multiple-input-multiple-output, MIMO), vilket ökar sensorns vinkelupplösning. Användning av två sänd-

ningsutgångar tillsammans med lämpligt placerad antenn ger exempelvis sju mottagningskanaler, fyra verkliga kanaler och fyra virtuella kanaler med en överlappad kanal.

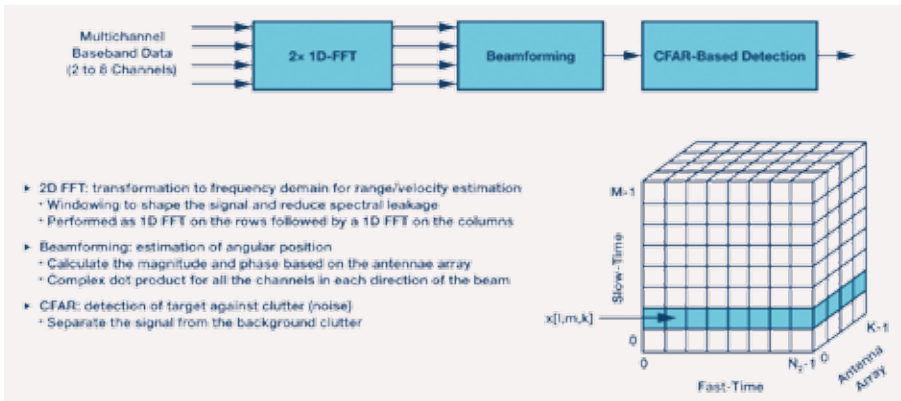
ETT LÄTTANVÄNT grafiskt användargränssnitt ansluter till en dator med programvara. Insamlad rådata kan bearbetas i realtid med hjälp av snabb Fourieranalys (FFT) och algoritmer för

radar som finns tillgängliga i styrkretsens firmware-bibliotek. Rådata kan också efterbearbetas med specialanpassade rutiner framtagna med MATLAB-verktyg som skapar programvara för radarsensorer, exempelvis FFT-analys av 2D/3D-radar, CFAR (constant false alarm rate) och algoritmer för klassificering.

Demorad-plattformen utnyttjar radarteknik baserad på FMCW (Frequency Modula-



Figur 3. Koncept för FMCW-radar.



Figur 4. Digital efterbearbetning av FMCW-teknikens signalkedja.

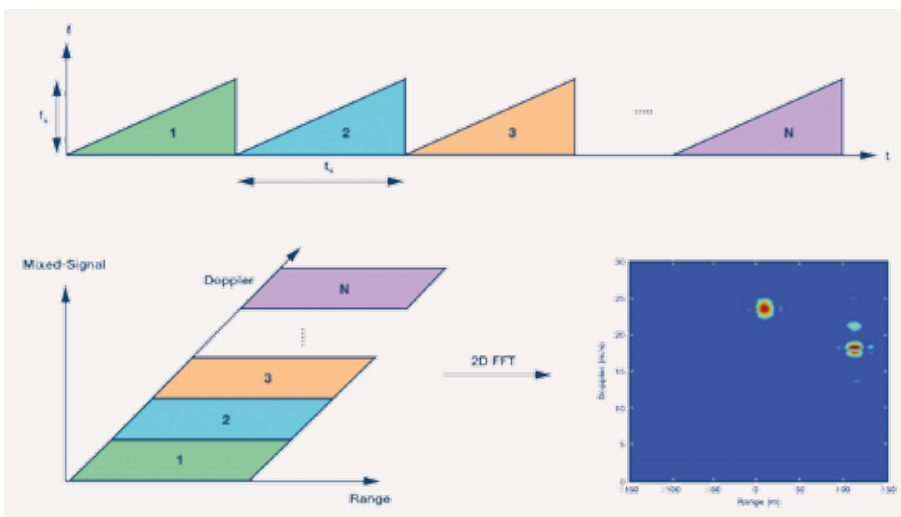
ted Continuous Wave). Figur 3 visar vågformer för tekniken och några viktiga ekvationer som används för att definiera prestanda vid konstruktion av radarsensorer.

Upplösningen i avstånd beror av sändningens svepbandbredd – ju högre svepbandbredd, desto högre blir upplösning. Hastighetens upplösning beror av vistelse-(dwell)-tid och bärfrekvens – ju högre bärfrekvens eller vistelsetid, desto högre upplösning i hastighet. Vinkelupplösningen beror av bärfrekvensen – ju högre bärfrekvens, desto bättre blir vinkelupplösningen. I figur 4 går det att se efterbear-



betningen av data som fångats upp i signalprocessorn ADSP-BF707.

Radarsystemets signalkedja inkluderar vissa grundläggande algoritmer i DSP:n exempelvis FFT-analys, lobformning och CFAR. Detektering och klassificering av målobjekt sker på en värddator. Demorad har i första hand konstruerats för att samla in radarsignaler i tids- och frekvensdomänen och inkluderar inte avancerade algoritmer för detektering av målobjekt eller klassificering av olika objekt. Den typen av applikationer brukar istället hanteras av dem som utvecklar slutsystemet. De har god kunskap om miljö där



Figur 5. Avstånd och dopplerfrekvenser med hjälp av 2D-Fourieranalys.

”Det går att hantera komplicerade trafiksituationer där bilar kör i olika riktningar eller kör om varandra.”

radarsensorn ska arbeta och den objekt-detektering som behövs.

Figur 5 visar några exempel på optimerad 2D-FFT för ADI:s DSP Blackfin med en integrerad fönsterfunktion, som hjälper till att undvika mättnad (saturation), ger högre signal-brus-förhållande (SNR) och optimerar minneslayouten för högre bandbredd och effektivare bearbetning av data.

I FMCW-LÄGE KAN AVSTÅNDET till stationära målobjekt mätas. Frekvensen hos den mottagna nedkonverterande signalen som reflekteras av målet är proportionell mot avståndet till objektet. I det grafiska användargränssnittet (GUI) finns FFT-analys inbyggd som utnyttjas för att bestämma frekvensen. Det går att se mål som rör sig med hjälp av skärmens avstånd/tid-funktion, likaså kan skärmen lagra ett antal FMCW-svep.

I doppler-läge går det att mäta avstånd till målobjekt och analysera hastigheten. I dopplerläge går det att samtidigt bearbeta flera utskickade signal-rampor med hjälp av 2D-Fourieranalys. Bearbetad data visas i ett diagram, se figur 5.

DOPPLERLÄGE är en kraftfull teknik eftersom den kan skilja mellan målobjekt med olika hastighet, även om de befinner sig på samma avstånd. Det är användbart i situationer då flera objekt rör sig snabbt i olika riktningar. Därmed går det exempelvis att hantera komplicerade trafiksituationer där bilar kör i olika riktningar eller kör om varandra.

I läget digital lobformning (digital beamforming, DBF) går det att se avståndet och vinkeln till målobjekt. Signalerna från de fyra mottagarkanalerna används för att beräkna vinkeln till målet. Skärmen visar objektens rumsliga (spatiala) fördelning i xy-planet.

I DBF-LÄGE är systemet konfigurerat på samma sätt som i FMCW-läge, men de nedkonverterade signalerna bearbetas på ett annat sätt. Efter beräkning av avståndet beräknas vinkelinformationen för objekt genom faskillnaderna mellan de fyra mottagningskanalerna. I DBF-läge krävs det att radarsystemets ingångssteg (front-end) kalibreras för att utesluta oönskade deterministiska variationer mellan mottagningskanalerna. Samtliga Demorad-system kommer med kalibreringsdata från fabriken som laddas in när det grafiska användargränssnittet används. De samplade IF-signalerna korrigeras sedan innan mätdata från sensorerna utvärderas.