

Radarstyrning av robotar

Torsten Linell

Detta är en bearbetad version av föredraget den 5 november 1992.

Rivstart efter andra världskriget

Ekoradion användes allra först för spaning mot mål i luften. Relativt snart efter FOAs bildande började också andra tillämpningar av radartechniken studeras – navigering, zonrör och robotstyrning – och en motmedelsverksamhet kom också snabbt igång.

Institutionen Styrning och navigering vid FOA 3 hade sina laboratorielokaler (ganska primitiva baracker) på Signalregementets område vid Frösunda i Solna. Där höll också vågutbredare, antennspecialister och motmedelsgrupperna till. Med dessa och andra grupper förekom ofta ett nära samarbete. Styrningsinstitutionens tidiga verksamhet innefattade ett aktivt radarmålsökarprojekt, som följdes av ett semiaktivt projekt och ett som gällde passiv radarmålföljare (en signalsökare). Ytterligare ett projekt startade under tidigt 50-tal och det visade sig bli det allra viktigaste eftersom det resulterade i en målsökare för ett operativt robotsystem – sjömålsroboten RB 04C. Det projektet får nog betraktas som FOA 3 "flagg-skepp". Det finns naturligtvis inte utrymme att här presentera alla projekten. Det urval som gjorts innebär att det första projektet – den aktiva radarmålsökaren – presenteras, därefter "flaggskeppet" och slutligen studierna av signalsökare. Dessa studier pågår faktiskt fortfarande vid FOA 3, inte därför att originalprojektet aldrig blivit färdigt utan för att duellen mellan signalsökare och radar ständigt fortgår.

Det första radarmålsökarprojektet

Det dröjde ända till 1950 innan konstruktion av en radarmålsökare kom igång. Det började som ett samarbetsprojekt mellan FOA och Robotvapenbyrån vid Kungl Flygförvaltningen (KFF). Det var här inte fråga bara om forskning utan också om ren

utveckling. KFF var beställaren och bekostade inköp av en del nödvändiga mätinstrument och komponenter. Dessutom placerades några av KFFs tjänstemän vid FOA 3 och deltog mycket aktivt i arbetet med vår första målsökare. De var också kontaktmän med KFF och med de industrier som så småningom kopplades in i arbetet.

Den målsökare det var fråga om var tänkt att användas i en jaktrobot som skulle beväpna de jaktflygplan man började skissa på redan i början av 50-talet. Roboten skulle vara helt autonom efter avskjutningen; målsökaren skulle följaktligen vara aktiv, dvs både radarsändare och mottagare skulle finnas i robotnosen. Projektet fick beteckningen RMS-P. (Radarmålsökare-puls) och den robot som målsökaren skulle placeras i hade fått beteckningen Rb 321.

Tillgången till radarsändare bestämde vilken våglängd målsökaren skulle arbeta vid och det blev 10 cm. För den våglängden fanns en magnetron att köpa i USA men den gav inte den pulseffekt som krävdes. Genom att förse den med en kraftigare magnet kunde de önskade 50 kW erhållas. Andra mikrovågsdelar såsom blandare och lokaloscillator var "surplus"-materiel liksom antennen, som kom från en amerikansk flygplanradar. Även mellanfrekvensförstärkaren var en surplusenhet. Resten av målsökarens mottagare, dvs lågfrekvensdelarna, där viktiga enheter var ekopulsföljaren och avståndsmätningdonet, fick vi själva ta fram. Allt gjordes förstås med diskreta komponenter och elektronrör.

Med den allra första upplagan av denna experimentmålsökare gjordes försök på marken 1952-53. Efter flera modifieringar och förbättringar gjordes

sedan många försök i luften under åren 1954-55 med målsökaren placerad i något av FOAs lab-flygplan. Vi disponerade faktiskt sådana med besättning och allt; först en bombare, B3 ("Blondie") och sedan en DC3. Som målflygplan uppträdde oftast en J29, "Tunnan". Mot detta mål uppnådde målsökaren i framifrånsektorn en räckvidd på 3-4 km.

Under senare delen av utvecklingskedet gjordes successiva resultatavtappningar till industrin som hade fått i uppgift att tillverka en provserie om 25 målsökare. AGA hade huvudansvaret för detta uppdrag. Svenska Elektronrör tillverkade lokaloscillatorklystron och sändarmagnetron till målsökaren. En av de tillverkade målsökarna finns bevarad vid FOA 3. Redan innan produktionen av provserien beställdes hade KFF beslutat att inte fullfölja projektet. Det hade då börjat dyka upp färdiga jaktrobot-system på marknaden och som bekant blev det ju också sådana som så småningom valdes för våra jaktflygplan.

RMS-P-projektet var naturligtvis oerhört utvecklande för personalen från FOA 3 och KFF och så småningom även för den tekniska personalen vid de företag som producerade provserien. Grunden för svensk radarindustri och robotindustri lades av FOA och Krigsmaterielverket under de första åren på 50-talet.

Redan innan arbetet med RMS-P avslutats, omkring 1956, påbörjades studier av en semiaktiv radarmålsökande luftmålsrobot. Anledningarna var flera. Dels ville man studera den semiaktiva principen, dels ville man bekanta sig med de problem som hänger samman med luftvärnsrobotar, dels ville man studera mikrovågsteknik vid en högre frekvens (10 GHz) än den som RMS-P konstruerats för. Ungefär samtidigt påbörjades också ett projekt som gällde ledstrålestyrning av en robot mot luftmål. Dessa båda projekt förde radarkompetensen ytterligare många steg framåt men det finns inte plats för presentation av de här.

FM/CW-målsökare för attackrobot mot sjömål

Det här projektet var en aktiv radarmålsökare på S-bandet och hade beteckningen RMS-I (I för interferometer) som startade 1951 och bedrevs med hög intensitet under ganska lång tid och med medverkan av personal och ekonomiskt stöd från KFF. Grundprincipen utarbetades av en FOA-forskare som sedermera skrev en licentiatavhandling (hemlig) om den. Projektet resulterade så småningom i att målsökaren hamnade i den första svenska och svensktillverkade sjömålsroboten, dvs RB 04C. Även denna robots höjdhållare och zonrör utvecklades vid FOA 3. Målsökaren tillverkades i både prototypserie och operativ serie av AGA. Roboten i övrigt tillverkades av Centrala Verkstaden i Arbog (CVA, sedermera FFV).

FM/CW-principen innebär att målsökaren utsänder en kontinuerlig bärvåg med en periodiskt varierande frekvens. Roboten skulle fällas på höjden under målsökningsfasen gå på konstant, mycket låg höjd över vattenytan. Antennsystemet var fast och robotens bana blev därför en hundkurva. Avståndet till målet erhöles genom frekvensjämförelse mellan utsänd signal och samtidigt mottagen signal som ju sänts ut en stund tidigare och reflekterats i ett mål.

Redan under senhösten 1951 kunde de första markproven i fält göras. Sommaren 1953 gjordes de första flygproven mot ett förankrat reflektormål i Väneren och med målsökaren i en B3. Under 1954-55 gjordes flygprov mot fartygsmål med målsökaren i ett flygplan av typ DC3. 1956 fanns den första industriprototypen av målsökaren i sådant skick att flygprov kunde göras med den. Ett problem som då särskilt studerades var hur målsökaren uppförde sig när flera mål nära varandra fanns inom målsökarens synfält.

FOA 3 medverkan i projektet avtog nu och det blev Försvarets Robotvapenbyrå, AGA och Försökscentralen i Malmslätt som svarade för den

fortsatta utvecklingen och utprovningen. Det första riktiga robotskottet ägde rum 1958. Robot 04C blev operativ i början av 1960-talet.

Passiv målsökare (signalsökare) för attackrobot

Arbetet med en passiv radarmålsökare avsedd att användas i en attackrobot som skulle sättas in mot sändande radarstationer startade 1962. Det var den pågående utvecklingen i USA av den signalsökande attackroboten Shrike som var upphovet till det projektet som kom att pågå under lång tid med skiftande målsättningar. Huvudsyftet med signalsökarforskningen var att finna effektiva metoder att skydda våra egna radarstationer mot fientliga signalsökande robotar. Signalsökare studeras fortfarande vid FOA 3 med i huvudsak samma syfte.

Det koncept som utarbetades vid FOA 3 utgick ifrån att målsökaren skulle utgöras av en interferometerpejl med fyra cirkulärpolariserade antenner. Det listiga med just denna antenntyp var att den i systemet erforderliga fasvridaren, med vars hjälp man via en servokedja skall återställa faslikhet mellan antensignalerna oberoende av målvinkeln, kunde bestå av en av antennerna. Rotation kring den egna centrumaxeln av en cirkulärpolariserad antenn medför en elektrisk fasvridning av den mottagna signalen "bakom antennen" som är lika stor som den mekaniska vridningen. Rotationsvinkeln blir alltså ett direkt mått på riktningen till signalkällan.

Målsökaren utvecklades i en fältprovversion, i vilken de fyra antennerna täcktes av var sin tunnväggiga sfäriska radom, och den monterades i ett flygplan av typ Pembroke med vilket många flygprov gjordes under mitten av 60-talet. Dessa hade karaktären av anflygningar mot olika typer av radarstationer.

Flygproven inriktades efter hand mot rena antenndiagrammätningar och signalsökarutrustningen ersattes då av en antenn och en mottagare med

extremt stor dynamik. Dessa systematiska mätningar har legat till grund för utvärdering av störhotet mot våra radarstationer och hotet från signalsökande robotar.

Några andra robotstyrningsrelaterade verksamheter

Målgitter, mark- och sjöklotter samt anomal utbredning av radarvågorna var områden som blev föremål för studier och merendels även omfattande laborieförsök och mångåriga fältmätningar under 1950- och 60-talen. Skälen var tidiga planer på att förse framtida jaktflygplan (Viggen) med dopplerradar, behovet av kunskap om inverkan av utbredda måls radartyngdpunkts förflyttning med tiden och de så småningom anskaffade luftvärnsrobotsystemens funktion mot mål över Östersjön som är känd för att under vissa årstider vara utsatt för sådana anomala skiktbildningar som böjer av radarvågor på litet märkliga sätt och kan ställa till stora problem för radar.

Målgittret från flygplan studerades bl a med hjälp av en semiaktiv målsökare. Mätningar av radartyngdpunktens egenskaper hos fartygsmål gjordes med hjälp av belysningsradar till det första Bloodhound-systemet. Markekon uppmättes experimentellt, dels från en mätstation som placerades högst upp på ett antal vattentorn, dels från en rörlig plattform – ett flygplan. De resultat som erhöles och publicerades kom att uppmärksammas världen över och alltjämt inkommer förfrågningar om huruvida man får åberopa FOAs mätresultat i nya publikationer.

Dopplerradar blev ju mycket aktuell i samband med anskaffningen av Bloodhound II och Hawk. Försvaret köpte dessa system utan att veta hur de i detalj uppförde sig och hur bl a terrängen och olika typer av störningar kunde påverka dem. Dessutom hade man tidigt bestämt sig för att Jaktviggen skulle ha pulsdopplerradar. För att undersöka en del av de problem som ställdes bestämde sig FOA för

att bygga en egen dopplerradar att använda som mätapparat och den kom till mångårig och viktig användning.

Robotsystem i försvarsgrenarnas studier

I den studieverksamhet som påbörjades inom alla försvarsgrenarna omkring 1960 kom våra befintliga och tänkta robotsystem att studeras i stor omfattning och det blev FOAs uppgift att i dessa studier försöka få ett grepp om de osäkerhetsfaktorer som vi ansåg fanns och som vi inte visste hur robotsystemen skulle reagera för. Det gällde terrängkon, vågutbredningsförhållanden och skuggningsfenomen m m och inte minst systemens funktion i närvaro av avsiktliga störningar.

Ett relativt stort antal FOA-forskare kom att ingå som permanenta medlemmar i de studiegrupper som bildades. Själv deltog jag växelvis i samtliga av stabernas studiegrupper under relativt lång tid och i de särskilda studier som igångsattes inför vissa större materielanskaffningar. En sådan studie gällde utvecklingen av beväpningen för fpl AJ 37, i vilken bl a RB 04E och RB 05 blev ingående studerade och värderade. Det är ställt utom allt tvivel att den kompetens och de kunskaper som byggdes upp vid FOA, FMV och staberna genom denna studieverksamhet kom till utomordentligt stor nytta i materielanskaffningsprocessen under de följande decennierna.

