

MAJOR GÖSTA ROLAND
Lärore i strategi vid
Kungl. Militärhögskolans flyglinje

* "Stril 60"

Elektronisk krigföring

Under de senaste fem årens gigantiska kapprustning har elektroniken fått en allt mer dominerande ställning inom krigsmaskineriet hos vår tids två stora maktblock.

Inom den amerikanska krigsmakten satsar man hämningslöst på elektronik. Det framgår inte minst av att USA:s elektronikindustri till betydande del är engagerad för krigsmaktens räkning — inte mindre än ca en tredjedel av de militära anslagen kommer i någon form elektronikindustrin tillgodo. USA satsade under 1960 25 miljarder dollar på elektroniska anordningar för robotstyrning, radarspaning, militära telekommunikationer etc.

En liknande »elektronisering» av krigsmakten pågår i Ryssland. De uppgifter som sipprar ut om vad som händer bakom »järnridån» är ju ytterst knapphändiga, men de ryska långdistansrobotarna och ryssarnas stora framgångar på rymdfartens område — bl.a. bedriften att TV-fotografera månens baksida — tyder på att man även inom östblocket måste ha hunnit långt på elektronikens specialområden.

I Europa ligger England främst med elektroniska system för robotvapen av olika slag. I Sverige har elektroniken fått insteg framförallt inom luftförsvaret — bl.a. har ett i många avseenden märkligt system för luftbevakning och stridsledning, »Stril 60», byggts upp, ett i hög grad elektroniserat system, som tillåter mycket snabb insats av robotvapen och jaktflyg.

I och för sig är det inte egendomligt att elektroniken kommit in i krigiska sammanhang i den utsträckning som fallet är. Krigföring har efterhand blivit en så komplicerad affär och kräver så snabba åtgärder, att det i allt större utsträckning krävs insats av elektroniska anordningar för övervakning, upptäckt, registrering och utlösning av motåtgärder. Inte minst har elektronisk databehandling apparatur med dess utomordentliga snabbhet och kapacitet kommit till sin rätt i dessa sammanhang, de har också använts i en omfattning som väl knappast någon kunnat drömma om för några år sedan.

Den »elektronisering» av krigföringen som skett och sker i alltmer accelererat tempo har givetvis inneburit en enorm stimulans för såväl elektronikforskning som för den elektroniska industrin. Kadrar av vetenskapsmän och forskare har fått en systematisk träning i elektroniskt tänkande och systemanalys. Arméer av ingenjörer och tekniker har fått sätta sig in i elektronisk apparatur och fått klart för sig elektronikens möjligheter i de mest sofistikerade sammanhang. Och en allt större stab av tekniker måste sättas in för att sköta apparaturen och hålla den driftsduglig.

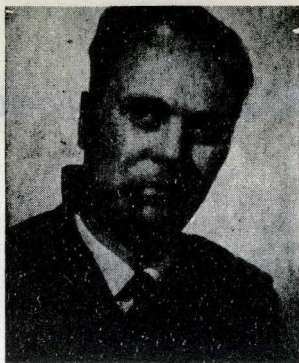
En from önskan är nu att all denna elektroniska sakkunskap skulle kunna slussas in på mera civila sektorer. Så kommer väl också att bli fallet om det skulle vara så lyckligt att elektroniseringen av de rivaliserande blockens krigsmaskiner ledde till att maktbalansen blev orubbad. Det är f.ö. inte helt orealistiskt att tänka sig att elektroniken gör resp. sidors vapen så snabba, välkontrollerade och effektiva att ingen vågar trycka på knappen.

Denna omständighet är ägnad att inge hopp: kapprustningen för att uppnå ett alltmer elektronikstyrt krigsmaskineri kan måhända på lång sikt resultera i en ökad insats av elektronisk forskning på civila objekt.

(Sch)

MAJOR GÖSTA NORRBOHM

Lärare i strategi vid
Kungl. Militärhögskolans flyglinje.



Bakgrunden till "Stril 60" *

Elektronisk
Krigföring

»Andra världskriget drog med sig en enorm expansion av den militära elektroniken. Efter krigsslutet kanaliseras de gjorda erfarenheterna in på allt flera civila områden. Därmed lades grunden till en utveckling som i accelererat tempo lett fram elektroniken till den förgrundsplats den nu intar inom industri och vetenskap.»

Orden är hämtade ur ledaren till denna tidskrifts första nummer. Om dess sanningshalt kan intet tvivel hysas. Blott ett tillägg kan kanske vara på sin plats. Den militära elektronikens utveckling stannade ingalunda upp efter andra världskrigets slut, istället accelererade den i oanad takt.

Mycket populärt skulle man för flygets del kunna uttrycka förhållandet sålunda: Under 40- och 50-talet kostade ett krigsflygplan cirka 100: — per kilo, oavsett om det var ett jaktplan eller ett strategiskt bombplan. Jämförelsen är i och för sig intressant och kanske roande. Framför allt blir den intressant när man jämför siffrorna med dagens; man brukar i USA säga att det strategiska jettbombplanet B58

»Hustler» kostar lika mycket per kilo som om det skulle vara gjort av guld! »Tacka elektroniken för det!» frestas man att utbrista.

50 % elektronik

När elektroniken på allvar kom med i bilden och fick allt större utrymme i flygplanen steg priset påtagligt — hälften gick till skrovkostnader och motor, resten till elektronik. Men samtidigt ökade effektiviteten och utnyttjandegraden i än större grad. Allvädersflygplanet blev en realitet. Man fick inte längre råd att anskaffa samma antal flygplan som tidigare, men trots detta ökade effekten — bl.a. tack vare elektroniken.

Systemtänkandet slog igenom helt, och i dag anses t.ex. ett modernt överljudsjaktplan av typ J 35 »Draken» som en — visserligen högkvalificerad — men dock bara plattform för ett sofistikerat robotsystem, där elektroniken både i flygplan och jaktrobotar är en i det närmaste omistlig länk i kedjan. Men inte nog härmed. För att

kunna sätta in dessa högkvalificerade vapenbärare och nå en hög nedskjutningseffekt krävs ett lika högkvalificerat elektroniskt luftbevaknings- och stridsledningssystem — inom flygvapnet benämnt »Stril 60», dvs. stridslednings- och luftbevakningssystem modell 1960.






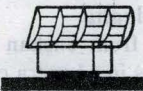

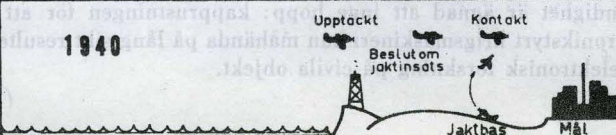


Varför så mycket elektronik?

Förklaringen är mycket enkel och kan i korthet uttryckas sålunda: Vi hinner inte med längre. Flyghastigheterna har ökat. Flyghöjderna har ökat. Vapen- och siktesutrustningen har — tack vare elektroniken — utvecklats så att de olika vapnen kan fällas och avfyra på längre håll än tidigare.

Alltså måste uppgiften för en försvarare bli att ingripa snabbare, på högre höjder och längre ut än tidigare.

Detta vore helt enkelt inte möjligt utan hjälp av modern elektronik.

Tidigare, under andra världskrigets början, upptäcktes inflygande flygplan av den optiska luftbevakningen — »tornsva-

Flygtid Stockholm— Jönköping (290km)		1940  60min.	1950  24min.	1960  12min.
Spaningens räckvidd	Max. 10km. 	Ca 200km 	Mer än 400km 	
Arbetsmetoder	Optisk spaning Telefonrapport (beställt samtal) Nedskrivning av rapport	Radarspaning Telefonrapport (direkta ledningar) Manuell kartmarkering	Radarspaning Elektronisk överföring (radiolänk, ledning) Elektronisk databehandling	
Jaktförsvarets utveckling	1940 	1950 	1960 	

*De höga flyghastigheterna
hos moderna bombplan
och Sveriges utsatta
läge har avsevärt skärpt
kraven på svenska luftbevakningens
effektivitet och snabbhet.*

*

Det svenska halvautomatiserade luftbevakningssystemet av 1960 års modell.

lorna» och deras manliga kamrater. De telefonerade in sina iakttagelser via en filterande luftförsvarsgruppcentral till en luftförsvarscentral, där alla uppgifter om rörelser i luftrummet sammanställdes på ett stort s.k. »plottingbord». Den som hade att svara för insatsen av jakt och luftvärn tog sig en funderare med ledning av läget på bordet och gav sedan order om insats. Order telefonerades ut och jaktförbanden startade och styrde på radioorder till närheten av målet. Där var målspaningen det viktigaste för jaktflygaren. Den var skickligast som först upptäckte fienden så att förbandet kunde anfalla.

Sekundjakt

I dagens läge och än mer om några år är ovannämnda förfaringssätt otänkbart. Ingen optisk luftbevakning kan upptäcka mål på en mils höjd och däröver. Även om en upptäckt skulle vara möjlig på lägre höjd hinner man inte i vartenda fall ringa in rapporten innan det fiendliga flygplanet fällt sin last. Än mindre hinner jaktledaren

ta sig en funderare. Sekundjakten har blivit luftförsvarets plågoris. Allting måste ske på nolltid.

De anflygande flygplanen eller flygplanliknande robotarna måste upptäckas på långt håll — där kommer högeffektradarstationer in i bilden. Radarbilden måste på nolltid förmedlas till centralerna — via radiolänk. Alla data om målet — fart, kurs, höjd, antal etc. — måste registreras på nolltid och detta är möjligt endast med hjälp av elektronik. Jaktledaren — eller kanske rättare luftförsvarsledaren — måste få en sekundaktuell bild av luftläget för att rätt kunna bedöma insatsen av jaktplan, robotar eller luftvärn. Jaktplanens och robotarnas kortaste och snabbaste väg mot målet räknas ut av elektroniska kalkylatorer. I flygplan och robotar måste finnas sådan elektronisk utrustning att man kan finna målet oavsett väder och belysningsförhållanden — allvädersjaktplanet är dagens lösen, det går ej längre för föraren att söka finna målet på optisk väg.

Detta är i korthet bakgrunden till anskaffningen av Stril 60.

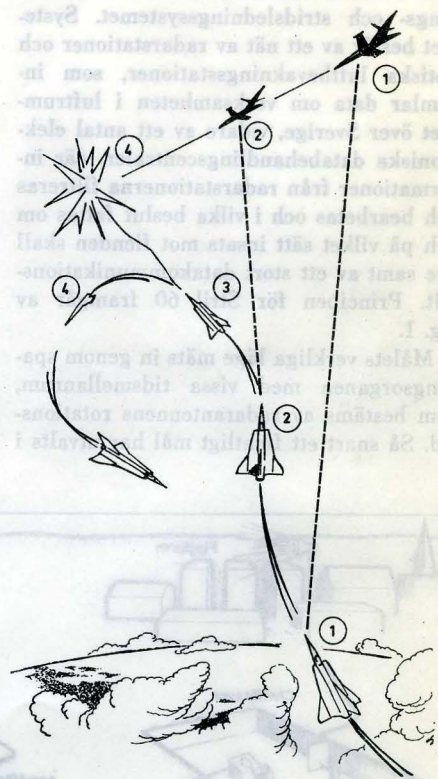


Fig. 2

Exempel på direkthanfall med svenskbyggda robotvapen (Falcon). I läge 1 har jaktflygplanets egen radar fångat och »låst» på det fiendliga målet. Föraren i jaktplanet styr sitt flygplan efter anvisningarna på dess radarindikator. I läge 2 får föraren anvisning från sikten att »ta upp» (hissa) flygplanet. Samtidigt osäkrar han och trycker in avtryckaren. I läge 3 har det automatiska bevapningssystemet lämnat roboten uppgifter om målets bana samt ställt in robotens olika organ med hänsyn härtill. Roboten avfyras sedan automatiskt. I läge 4 skär roboten det fiendliga flygplanets bana — fullträffen är ett faktum. Jaktplanet ligger i läge 4 under undanmanöver och är på väg mot nästa uppdrag eller mot sin bas.

Fig. 1

Utvecklingen under de senaste 20 åren i fråga om flygtider, spaningens räckvidd m.m. inom luftförsvaret.

The advances made in the past twenty years concerning flight times, pursuit range, etc. in Swedish Air Defence.

Det svenska systemet för luftbevakning och stridsledning »Stril 60», som f.n.

är under utbyggnad torde sakna motsvarighet i Europa.

Här några fakta om hur »Stril 60» fungerar, hur utbyggnaden verkställes och hur systemet kom till.

Fakta om "Stril 60"

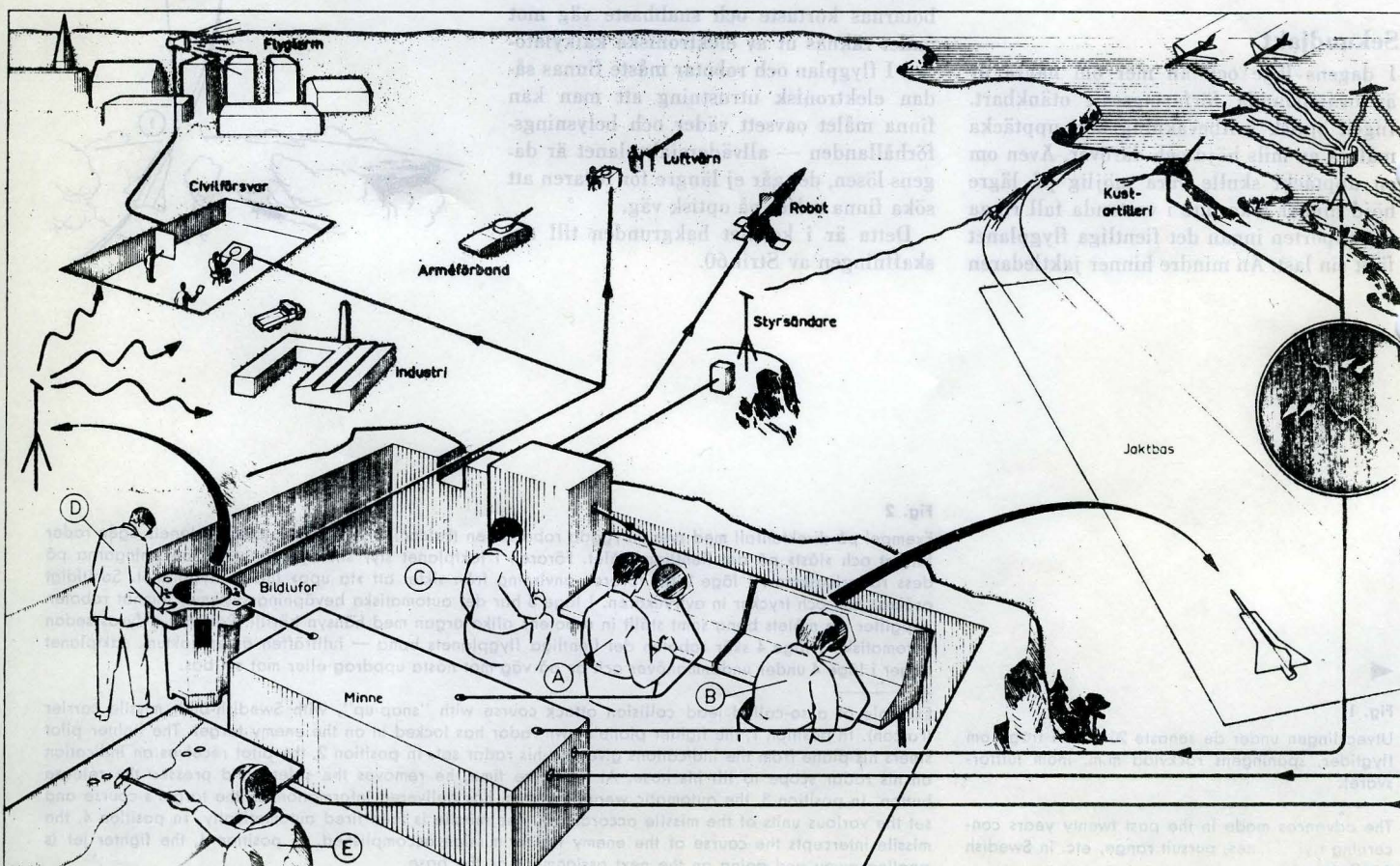
»Stril 60» är det allmänna namnet på det nya svenska halvautomatiska luftbevaknings- och stridsledningssystemet. Systemet består av ett nät av radarstationer och optiska luftbevakningsstationer, som insamlar data om verksamheten i luftrummet över Sverige, vidare av ett antal elektroniska databehandlingscentraler, där informationer från radarstationerna filtreras och bearbetas och i vilka beslut fattas om och på vilket sätt insats mot fienden skall ske samt av ett stort datakommunikationsnät. Principen för Stril 60 framgår av fig. 1.

Målets verkliga läge mäts in genom spaningsorganen med vissa tidsmellanrum, som bestäms av radarantennens rotations-tid. Så snart ett fientligt mål har utvalts i

den inkommande radarinformationen matas automatiskt lägesuppgifterna om detta mål in i databehandlingssystemet, varigenom det centrala dataminnet hela tiden kommer att ha exakta och aktuella lägesuppgifter. Lägesuppgifterna i minnet förändras kontinuerligt på samma sätt som målets läge, oberoende av att lägesinformationen från radarn på grund av radarstationernas rotation endast inkommer en gång per antennvarv. Operatörerna A och B ser denna lägesinformation i form av speciella ljusmärken på bildrör. Mer eller mindre automatiskt kompletteras även lägesinformationen beträffande ett flygföretag med övriga för operatören nödvändiga data, såsom flygplanens höjd, hastighet, kurs, identitet etc.

Viss del av informationen presenteras direkt på radarbildröret, annan information — huvudsakligen bestående av en mängd sifferuppgifter — visas på ett litet rör av TV-typ. I vissa sammanhang användes färgtelevision för att ge en storbild av luftläget. Färgen gör att man snabbt kan skilja de olika målkategorierna åt.

Stridsledningen (C) får uppgifter om bl.a. egna flygplans beredskap, basläge och om väderleken. Minnets uppgifter sammanställs i bild- och tabellform på elektronisk väg och ger luftförsvarsledaren en fullständig helhetsbild av luftläget med alla detaljer tillgängliga. På basis härav sker besluten om vilka insatser som skall göras, antalet plan som skall sättas in i stri-



den, om robotar som skall skickas upp och om plats och mål.

Möjligheten och metoden att genomföra insatser kalkyleras automatiskt av en elektronisk datamaskin. Efter order matas denna maskin från minnet med uppgifter beträffande fienden och egen vapenbärare och genomför på förhand en fullständig beräkning av den egna vapenbärarens hela väg för att kontakten skall ge önskat resultat. Information ges till jaktplanen, som är utrustade med dataenheter, som automatiskt beräknar måldata och automatiskt utlöser vapen.

Stril 60 ger också möjligheter att automatiskt sända information om luftläget — »luför» — (D) till civilförsvaret, luftvärnsförband och viktiga industrier.

Optisk och akustisk luftbevakning användes i begränsad omfattning för att komplettera bilden av luftläget. (E)

Utrustningen för den största och mest komplicerade enheten inom Stril 60 — luftförsvarscentralen — har beställts från *Marcconi Wireless & Telegraph Co.*, England och kostar ca 50 Mkr.

Utbyggnad

Stril 60, vars utbyggnad påbörjades 1960, kommer nu att ytterligare utbyggas och effektiviseras. För denna utbyggnad har flygvapnet i år givit två svenska företag, *Standard Radio och Telefon AB (SRT)* och *Facit Electronics AB* i uppdrag att tillverka och leverera ett antal luftförsvars-

centraler för insamling och bearbetning av radardata och automatiserad vidarebefordran av resultaten till flygplan och robotar. Denna order, som de båda svenska företagen tagit hem i hård konkurrens med de ledande internationella företagen i elektronikbranschen, belöper sig på ca 50 milj. kr. SRT svarar som huvudleverantör för tillverkningen av själva indikatorutrustningen inklusive till denna anslutna datamaskiner. Facit Electronics tillverkar och levererar ett antal datamaskiner som — direktanslutna till systemet — utnyttjas för träffpunktsberäkningar.

SRT började redan 1960 leverera utrustningar för databehandlingscentraler i Stril 60. Utseendet på de utrustningar som kommer att levereras enligt den nya beställningen kommer i stor utsträckning att vara lika det för tidigare levererade utrustningar. I leveranserna enligt den tidigare beställningen ingår fortfarande vissa elektronrörsbestyckade enheter, vilka i den nya beställningen kommer att ersättas av helt transistoriserade enheter.

Facit Electronics datamaskiner för träffpunktsberäkningar är utrustade med remsstans, remsläsare och alfa-numerisk skrivmaskin. Maskinerna har stor minneskapacitet tack vare inbyggda minnen av ferritkärntyp och synnerligen hög räknehastighet. Specifikt för dessa maskiner är det stora antalet kanaler för in- och utmatning av data, vilka är kopplade till centralenheten via två helt separata system.

Så kom Stril 60 till

Stril 60 tog 1954 form i en första skiss. Vid en konferens i Uppsala 1955 samlades främst radarexpertter för att utforma kraven på nya radarmaterial. Vid en internatkonferens hösten 1957 framlades mera definitiva riktlinjer för systemets uppbyggnad.

Arbetet med Stril 60 fortsatte och utvidgades inom den s.k. »LOS-kommittén» (Luftbevaknings och Stridsledningskommittén) som ännu är verksam. I LOS-kommittén ingår representanter för alla berörda avdelningar inom Flygstaben, för byråer inom Flygförvaltningen samt för Forsvarets Forskningsanstalt.

Det stod snart klart att de samlade resurserna inom flygledningen och industrin inte skulle räcka för att klara de erforderliga utredningarna. Därför bildades först ett utredningsorgan, *Teleutredningar AB (TUAB)* — ett av de större teleindustrierna startat företag som har till uppgift att som systemutredare främst stödja Flygförvaltningen inom de delområden för Stril 60 där särskilt omfattande utredningar skulle bli erforderliga.

Nyligen har dessutom bildats ett annat företag, *Teleindustrins Anläggningsplanering AB (TALAB)* med uppgift att bereda det underlag som behövs för att projektera och planera anläggningar och installationer m.m. i Stril 60-systemet.

Kostnaden för Stril 60-projektet som helhet inklusive byggnadsverk uppgår nu till ca 1 miljard kronor.

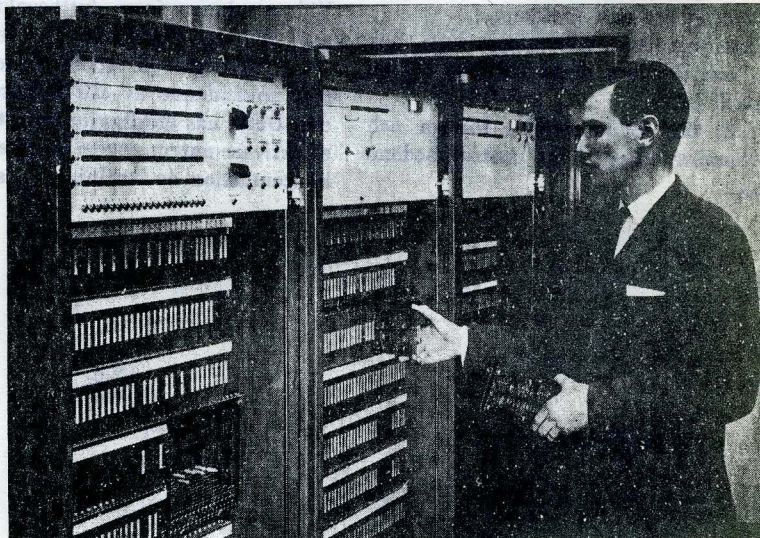
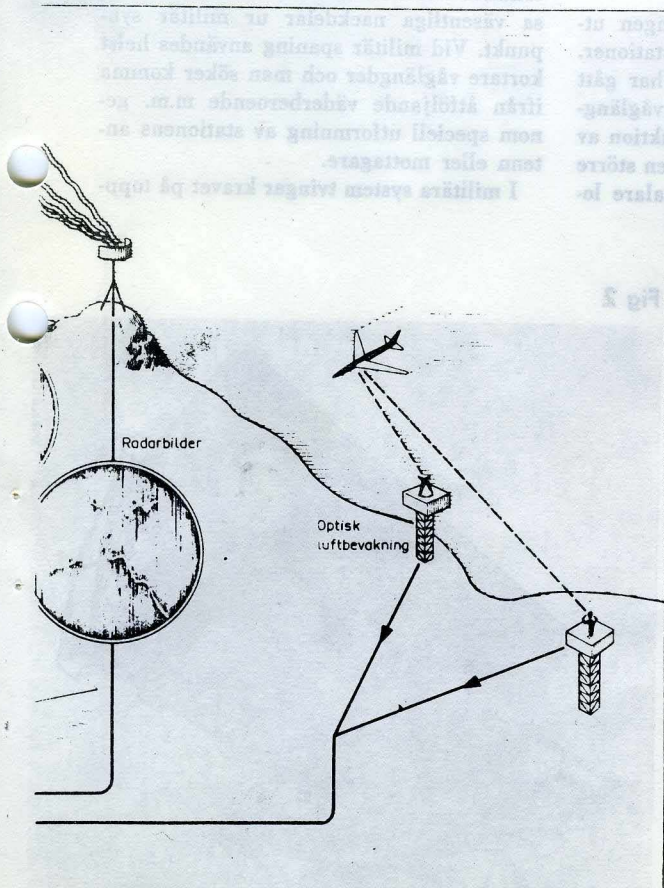


Fig. 1
Stril 60-systemets uppbyggnad.

Function drawing of the Stril 60 system.

Fig. 2
Centralenheten i Facits datamaskin som används i Stril 60-systemet för träffpunktsberäkningar. De elektroniska kretsarna är som synes uppbyggda på lätt utbytbara kretskort.

The central unit in a Facit computer for target interception calculations in Stril 60. Electronic circuits are mounted on readily interchangeable printed-wiring cards.

Överingenjör O Hörberg, chef för luftbevakningsbyrån vid Kungl. Flygförvaltningen, Stockholm.



ÖVERINGENJÖR O HÖRBERG

Om luftbevakning och stridsledning

Ännu under andra världskriget tillhörde i Sverige luftbevakningen och dess centraler en separat militär organisation. Numera sammanfogas vanligen luftbevakning med stridsledning beroende på den intima samverkan i tekniskt och operativt hänseende som måste finnas dem emellan.

»Stril 60» är benämningen på det ur många synpunkter avancerade stridslednings- och luftbevakningssystemet av 1960 års modell, vilket är under utbyggnad i Sverige. Detta system — som innefattar åtskilliga på elektronik baserade utrustningar och som knappast har någon motsvarighet i något annat europeiskt land — har följande huvudfunktioner:

- 1) att spana efter fienden och upptäcka honom om han kommer;
- 2) att rapportera målets läge, kurs, fart etc. och överföra dessa måldata till en central plats;
- 3) att där sammanställa, sortera och presentera måldata för central bedömning;

- 4) att välja vapenbärare (flygplan/robot) och vapen och leda vapenbärare till insats och övervaka dennas genomförande och därefter i vissa fall återleda vapenbäraren till basen;
- 5) att vid sidan av den direkta ledningen av det aktiva försvaret orientera olika »kunder» om det aktuella luftläget.

Stril 60-systemets huvudfunktioner illustreras översiktsmässigt i fig. 1 (se även översiktsbild på sid. 46—47) som i princip visar det systemtekniska sammanhanget mellan de tekniska utrustningar som fullgör nyssnämnda operativa huvudfunktioner.

Radarspaningen

Vid spaningen inom luftbevakningen utnyttjas i stor utsträckning radarstationer.

Utvecklingen på radarområdet har gått mot användande av allt kortare våglängder. Detta har möjliggjort konstruktion av effektivare antennsystem som ger en större koncentration av strålningen (smalare lo-

ber), högre effekt mot målet och högre effektiv känslighet. Räckvidden har därmed ökat liksom noggrannheten i målbestämningen.

Radarstationer finns numera i ett flertal former anpassade till differentieringen i de operativa kraven. Hittills har det varit vanligast, inte minst av ekonomiska skäl, att man haft separata stationer för spaning och inmätning i planet resp. för höjdmätning.

Exempel på en sådan differentiering är att vid »civils» spaning — t.ex. vid kontroll av trafiken i luftleder och vid flygplatser — användes gärna radarstationer med våglängder ner till lägst 25 cm för att undvika ekon från molnfronter etc. I gengäld erhålles större lobbredder och därmed vissa väsentliga nackdelar ur militär synpunkt. Vid militär spaning användes helst kortare våglängder och man söker komma ifrån åtföljande väderberoende m.m. genom speciell utformning av stationens antenn eller mottagare.

I militära system tvingar kravet på topp-

Fig 1

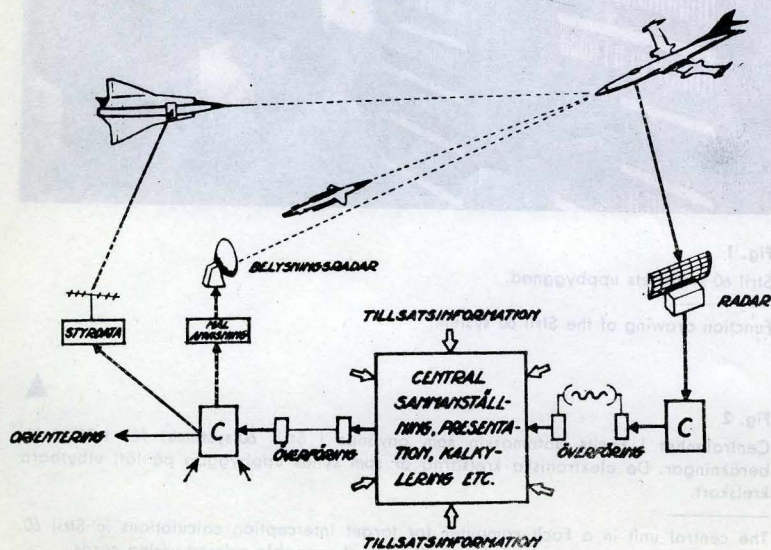
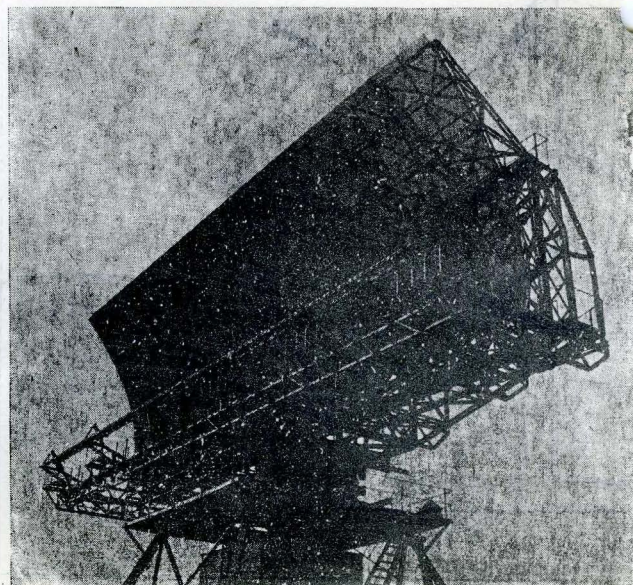


Fig 2



Elektroniska hjälpmedel,

exempelvis radar, datautrustningar

och televisionssystem, ingår som

viktiga element i våra

dagars luftförsvar.

med elektronik

prestanda fram en högt specialiserad produkt. Således finns särskilt utformade radarstationer för fjärr- och höghöjdsspaning (se fig 2) resp. stationer för låghöjd- och kortdistansspaning. Genom särskilda tillsatser eller system kan man specialisera utrustningen för spaning över huvudsakligen vatten eller över land.

Höjdmätningen har hittills vanligen skett med s.k. nickande höjdmätare som styrs att svänga ut i riktning mot det mål som skall mätas och som sedan vertikalt sveper några gånger över målet med en i höjddet starkt koncentrerad lob. Målets elevationsvinkel mätes på detta sätt, se fig. 3.

Senare har olika former av tredimensionella stationer kommit i bruk, där man med stor snabbhet och kapacitet mer eller mindre automatiskt kan bestämma höjden, se fig. 4. I vissa versioner får man höjden samtidigt som planinformationen, vanligen då med något sämre noggrannhet.

Mobila radarstationer måste ha små antennsystem för att kunna framföras på vä-

garna. De måste också av lätt insedda skäl vara lättare och kräva lägre effekt. Detta gör att deras prestanda blir sämre än de fasta stationernas men deras militära värde är ändå stort i det rörliga krigets dagar, då det gäller att dölja för fienden var man har sina stationer, fig. 5. Visserligen märker han det snart genom sin elektroniska spaning men det ger honom ändå en viss osäkerhet i hans bedömning av försvarets uppbyggnad och uthållighet.

En extremt rörlig station, som tyvärr också är mycket dyr i drift, är den flygburna, fig. 6. I t.ex. det amerikanska luftförsvaret patrullerar ständigt sådana stationer utmed landets gränser för att upptäcka mål som det fasta radarnätet ej kan se. En sådan station kan — tack vare sin gynnsamma position — få stor räckvidd och täcka stora områden med relativt måttligt effekttoppåbud. Dess sårbarhet blir relativt hög men det finns goda möjligheter att snabbt sätta in en reservstation, om en station blir nedskjuten.

Det ligger i sakens natur att antalet

Fig. 1

Huvuddelarna i ett modernt system för luftbevakning och stridsledning. Delarna sammanlänkas inbördes och med flygburna system till ett helt slutet vapensystem.

Main elements in a modern semi-automatic air defence system. Ground and airborne units are linked together forming an integrated weapon system.

Fig. 2

Radarstation för spaning och jaktstridsledning. Typiska data: våglängd ca 10 cm eller 23 cm, pulseffekt 1 à 2 MW, pulsrepetitionsfrekvens 200—500 Hz, pulslängd några μ s, antennlobens bredd i horisontalplanet från några tiondels upp till 1 à 1,5°. Antennen är 15 à 20 m bred och ca 5 m hög, stationens räckvidd mer än 400 km mot flygplan. (Decca Radar Ltd.)

Radar antenna for surveillance and attack guidance. Typical specifications: wavelength approx. 10 cm or 23 cm, pulse power 1—2 MW, pulse repetition rate 200—500 c/s, pulse length several microseconds, horizontal lobe-width tenths of a degree up to about 1,5 degrees, antenna width 15—20 meters, height 5 meters, range against airplanes >400 km. (Decca Radar Ltd.)

Fig. 3

Modern västeuropeisk radarstation för höjdmätning. Den svängs in i bärning mot målet, varpå antennen »nickar» upp och ner några gånger för att målets höjdvinkel skall kunna bestämmas. Data överensstämmer i stort sett med de för spaningsstationen (fig. 2). Vertikala lobbredden är några tiondels grader. Nickhastigheten är ett fåtal sekunder för en full nickperiod. (Decca Radar Ltd.)

Modern West European radar antenna for altitude measurement. The antenna takes a bearing on the target, and hunts to determine the elevation. Typical specifications with a few exceptions are the same as for the surveillance radar in fig. 2. Vertical lobewidth is a few tenths of a degree, with only a few seconds for one full hunting cycle. (Decca Radar Ltd.)

Fig. 4

En s.k. volymetrisk höjdmätningsradar, där antennmätningselementet snabbt sveper upp och ned över reflektorn, varvid en »pennsmal» stråle reflekteras ut med på motsvarande sätt snabbt varierad elevationsvinkel, allt under det att hela antennen roterar. (Société Nouvelle d'Electronique et de la Radio-Industrie.)

A so called 3-D radar, antenna-gun sweeps rapidly up and down the reflector, so that a pencil-beam with rapidly changing elevation is reflected out. The entire antenna revolves continuously. (Société Nouvelle d'Electronique et de la Radio-Industrie.)

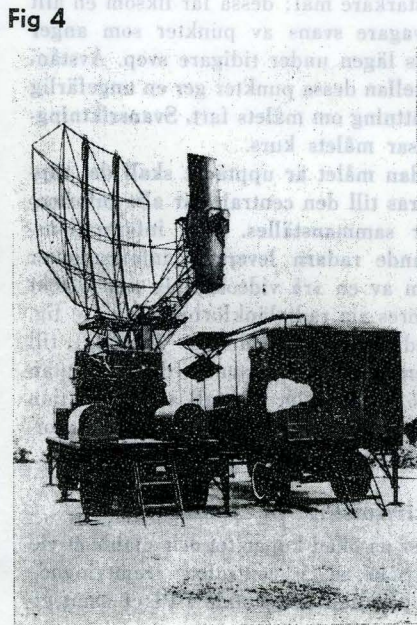
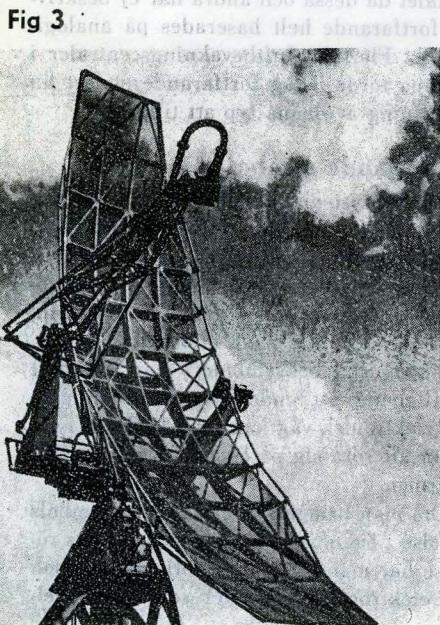




Fig. 5

Principbild för fältmässigt uppställd mobil radarstation för spaning, stridsledning och höjdmätning.

Drawing of a mobile radar station for search, attack guidance, and altitude measurement showing field operation.

Fig. 6

Flygburen spaningsradarstation i amerikansk version. (Grumman Radio Industry.)

American version of airborne radar station for surveillance. (Grumman Radio Industry.)

radarstationer — fasta och rörliga — måste vara ganska stort för att man skall få täckning på önskat sätt inom hela luftvolymen men också för att man skall få militär utställighet och tillräcklig säkerhet mot tekniska driftavbrott.

Det är inte endast antalet radarstationer som är av intresse. Även det antal frekvenser på vilka de kan operera har stor betydelse i händelse av fientlig störningsverksamhet. Med hänsyn till denna söker man att göra såväl antennens lobvinkel som radarmottagarens bandbredd så liten som möjligt. Liten lobvinkel hos radarantennen medför krav på flera samtidiga antennlobber för att man skall kunna täcka den undersökta luftvolymen. Eller också måste man tillgripa komplicerade sökprogram där rymden avsökes kontinuerligt.

De genom spaning med radarstationen insamlade informationerna erhålles från radarmottagaren i form av en videosignal. För att ge denna en för människan-operatören begriplig form användes den planpolära indikatorn eller »PPI» som den oftast kallas.

I denna indikator, som består av ett katodstrålerör, ges med rörliga eller numera vanligen fasta avböjningsspolar en med radarantennen likformigt roterande avböjning av en radiellt intensitetsmodulerad elektronstråle. Denna ger en på lämpligt sätt avpassad efterlysning i katodstrålerörets ytskiktsbeläggning. Bilden på PPI visar — med radarstationen i centrum — de från målen reflekterade signalerna som ljusa punkter eller fläckar i den bäring där signalen kommer in och på det radiella avstånd som motsvarar fördröjningen mel-

lan utgående puls och inkommande svarspuls. Presentationen är ordnad så att norrriktningen är uppåt. Se fig. 7 och 8.

Med särskilda manöverknappar kan avståndsskalan väljas så att radien blir t.ex. 100, 200 eller 400 km. Med en särskild tillsats kan koncentriska avståndsringar läggas in i bilden för att underlätta avståndsbedömningen. Senare har konstruerats s.k. video-map-tillsatser, varmed en godtycklig kartbild, referensnät etc. kan blandas med videosignalen och sam presenteras med radarinformationen på PPI.

Ett mål uppträder på PPI som en »blip». Rörets efterlysning är så vald att den efter flera antennvarv är tillräcklig för att man skall kunna få en viss spårbildning av rörliga starkare mål; dessa får liksom en allt ljussvagare svans av punkter som anger målets lägen under tidigare svep. Avståndet mellan dessa punkter ger en ungefärlig uppfattning om målets fart. Svansriktningen visar målets kurs.

Sedan målet är upptäckt skall det rapporteras till den central, där alla informationer sammanställles. Den informations-samlade radarn levererar informationer i form av en »rå videosignal» som direkt överföres via radiolänkförbindelser, se fig. 9, med stor bandbredd (0,5—10 MHz), till en central plats i systemet, där man utan fördröjningar eller bortfall av information samtidigt kan studera och utnyttja informationer från flera olika radarstationer.

Elektroniska "pekpinnar"

Kravet på ökad kapacitet och snabbhet vid operationerna i centralen framtvängde flera parallellt arbetande PPI:er samt ef-

ter hand allt bättre hjälpmedel. Avståndsringarna och den elektroniska kartbilden och rutnätet har redan nämnts. Elektroniska »pekpinnar» började införas för att underlätta ledningen och samordningen av operatörernas arbete. Pekpinnen är en symbol (t.ex. fyrkant, oval, ring) se fig. 11, som med en s.k. »joy-stick» eller rullboll kan läggas över visat mål på det egna PPI:et och samtidigt uppträder på geografiskt sett samma plats även på en annan operatörs PPI. Samtidigt öppnas talsamband mellan berörda operatörer, varigenom anvisningar, överlämning etc. av utpekade mål kan ske snabbt och enkelt.

Så här långt hade utvecklingen ifråga om elektroniska hjälpmedel kommit i slutet på 50-talet då dessa och andra här ej beskrivna fortfarande helt baserades på analogteknik. Flertalet luftbevakningscentraler i Europa torde i dag fortfarande endast ha utrustning av denna typ att tillgå.

Målföljande symboler

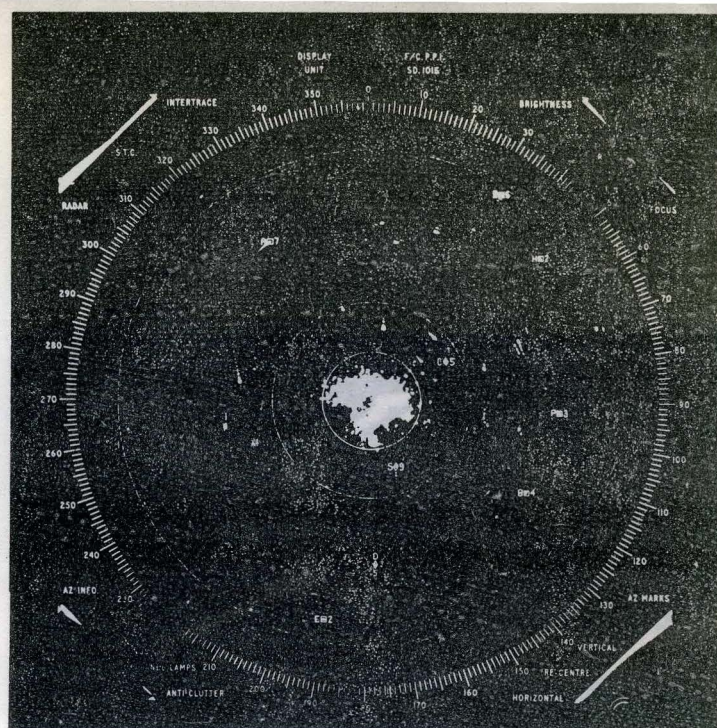
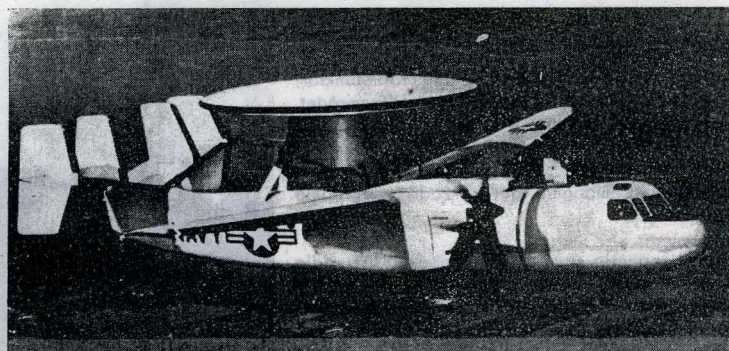
I Stril 60-systemet har man tagit i anspråk elektronisk apparatur, vilken medelst s.k. databehandling kan räkna ut målflyttningar samt presentera dem för operatörerna tillsammans med annan information, t.ex. höjd. I och med införandet av s.k. »elektroniska peksymboler» har man fått möjligheter att underlätta målföljningen. På elektronisk väg kan man få dessa symboler att röra sig på önskat sätt över PPI-skärmen.

Om man bringar en elektronisk symbols rörelse i överensstämmelse med målens rörelse har man fått en målföljande symbol. De elektroniska storheter som styr rörel-

Fig. 7

Modern PPI med rå (okvantiserad) radarbild — här med radarstationen i bildens centrum. Markekon i stationens närhet ger den stora ljusa oregelbundna ytan i mitten. Runt PPI-skärmen 360°-gradering med stationens »norr» uppåt. De koncentriska avståndsringarna kan läggas in vid behov. Typiska »blip»-spår syns t.ex. i bäring 275° vid 3:e ringen. Vissa s.k. syntetiska symboler inlagda. (Marconi's Wireless Telegraph Company Ltd.)

A modern PPI with synthetic intertrace markers and raw display. Ground echoes in the immediate neighbourhood of the station cause the large, irregular bright spot in the center of the display. The PPI screen is graded for 360° with North at the top. Concentric range-rings can be placed where desired. Typical blips can be seen at a bearing of 275°, third range-ring. (Marconi's Wireless Telegraph Company Ltd.)



sen, ger tydligen också målstorheterna läge, kurs och fart. Dessa storheter inställes därvid manuellt med manöverorgan, så att så god fölning som möjligt erhålles. Läget i visst moment inställes eller korrigeras med s.k. »rullbollar», kurs och fart ställs in med i grader och i km/h kalibrerade rattar. Målets läge, kurs och fart kan därigenom med en relativt hög noggrannhet avbildas med elektroniska storheter. Noggrannheten är dessutom lätt att kontrollera genom att man på PPI jämför målets resp. symbolens läge vid samma tid.

Kurs- och fartstorheterna kan direkt användas för att presentera rörelsevektorer på PPI-skärmen. Om dessa till sin längd kan varieras av stridsledningsoperatören med exempelvis en tidsgraderad ratt har denne fått ett enkelt och relativt bekvämt hjälpmedel att bedöma situationens troliga framtida utveckling. Om även symbolen för fienden förses med en likadan rörelsevektor, kan stridsledningsoperatören se, hur anfaller ser ut att avlöpa och med ledning därav ge vederbörliga styrorder m.m. till det uppsända jaktplanet.

Höjdindikering

Väsentligt för stridsledningen är även uppgifter om målens höjdpositioner. För höjdmätning används, som tidigare nämnts, speciella radartyper med vertikalt svepande antennlob (nickande höjdmätare). Vid mätning på visst mål måste höjdradarn vara inställd eller mäta i en sådan bäring, att lobbörelsen sker över målet. Denna bäringsutställning (azikering) görs för de olika målen i kördning eller förtur.

Video-signalen från höjdradarn presen-

teras på en speciell höjdindikator, där den ena koordinaten avser avstånd och den andra höjd, fig. 10. Presentationen utgörs av eikon från de mål, som ligger inom den vid nickningen avsökt rymdsektor. Målens höjder anges av ekonans lägen på skärmen i höjdkoordinatens riktning. Vid manuell mätning placeras med en ratt en linje mitt över målektot, varefter höjdvärdet erhålles direkt på skalor eller som en signal för fjärröverföring.

Även det tidigare omnämnda azikeringsförfarandet vid höjdmätning kan automatiseras i hög grad med hjälp av de elektroniska symbolerna. De elektriska storheter som bestämmer en symbols läge omvandlas därvid till lämplig form, så att de via höjdradarns bäringsmotor ställer in antennen i rätt bäring.

Det förbättrade manuella målföljningsförfarandet ger ett bättre underlag för stridsledningen men lämnar fortfarande en hel del arbete till målobservatören. Denne måste bedöma kurser och farter och inställa dessa på manöverorgan. Antalet mål som en operatör kan bevaka i detta fall blir därför inte särskilt stort.

Halvautomatisk målföljning

En väsentlig avlastning av operatörens arbete kan ske genom att man inför s.k. halvautomatisk målföljning. Denna typ av följning grundar sig enbart på positionsinmatningar från operatörens sida, dvs. denne slipper ifrån kurs- och fartinställningarna. Förfarandet är i korthet det, att operatören med sin målföljande symbol markerar två eikon i ett måls efterlysningssvans på PPI-skärmen. Dessa symbollägen matas efter

varandra till en beräkningsutrustning, som med kännedom om tiden mellan de valda ekona (tiden erhålles ur antennrotations-tiden) beräknar målets kurs och fart. Styrd av dessa data och det sist inmatade ekoläget ges symbolen en rätlinjig rörelse, vilken motsvarar den rätlinjiga extrapoleringen av målets rörelse (prediktering).

Så länge målet rör sig på rak kurs, kommer symbolen att följa målet med en noggrannhet som är beroende av den noggrannhet med vilken symbolmarkeringen av ekolägena göres. Om symbol och målhänor avviker ifrån varandra, exempelvis vid dåligt gjord inmatning eller då målet avviker från rak kurs, korrigeras följningen genom att symbolläget rättas till. Tack vare den arbetsavlastning som den halvautomatiska målföljningen innebär för operatören, kan denne ägna mer tid åt omsorgsfull inställning av startpositionerna för målföljning. Denna kan därigenom ge bättre resultat. Fig. 11 visar principen för denna följningstyp.

Databehandlande utrustning

För att målföljning skall kunna göras på ett flertal mål samtidigt krävs att databehandlingsutrustningen som beräknar mål-data och styr symbolpresentationen på PPI-skärmen har relativt stor beräkningskapacitet. De erhållna beräkningsresultaten måste lagras i minnesenheter.

På grund av kraven på snabbhet, flexibilitet och precision görs databehandlingen helt digitalt. En enda sådan digital databehandlingsutrustning kan betjäna många operatörer. Operatören behöver härvid ej, som tidigare, muntligen dirigera jaktpilo-

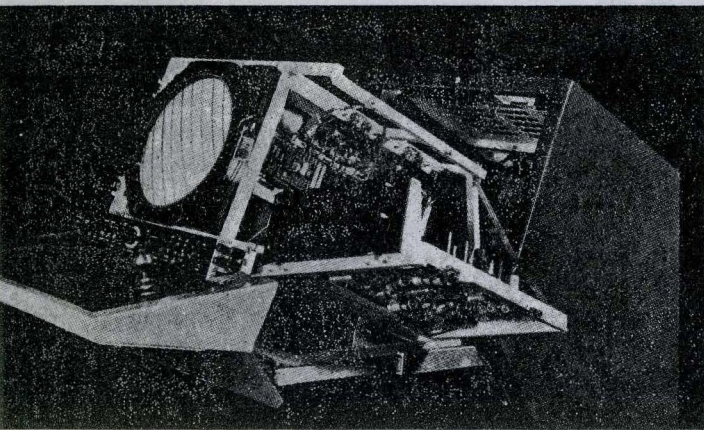


Fig. 8

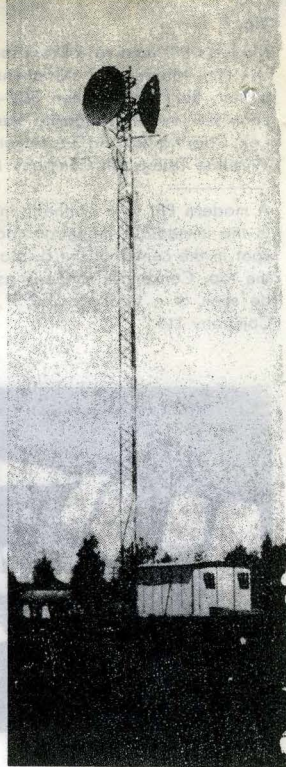
PPI med fasta avböjningsspolar, inbyggt i ett manöverbord för hjälpfunktioner m.m. (Marconi's Wireless Telegraph Company Ltd.)

A 12" tube with fixed deflection yokes built in to a control console provides a PPI-type display. (Marconi's Wireless Telegraph Company Ltd.)

Fig. 9

Typisk relästation för bredbandig radiolänkförbindelse, arbetande inom centimetervågsområdet. I rent civila applikationer användes ofta i stället för fackverksmaster betongtorn, som då samtidigt innehåller all erforderlig tele- och elkraftsutrustning m.m (Compagnie générale de télégraphie Sans Fil.)

Typical repeater station for wideband UHF radio links. In purely civilian applications a concrete tower containing all necessary electronic and power equipment is often used instead of the type shown in the photo. (Compagnie générale de télégraphie Sans Fil.)



ten. De instruktioner som nu finns tillgängliga i binär form i databehandlingsutrustningens minnesenheter kan sändas fortlöpande och automatiskt via datalänkar till en i flygplanet placerad datamottagare. De informationer som här mottas användes dels av flygplanets egen datautrustning och dels också av piloten, som med ledning av de på så sätt erhållna instruktionerna utför vissa bestämda operationer, fig. 12.

I fig. 13 visas en databehandlings- och presentationsutrustnings huvudfunktioner i en av Stril-centralerna. Utrustningen har konstruerats, tillverkats och installerats av *Standard Radio & Telefon AB*, Stockholm, på en total tid av ca 2 år efter beställning — en i detta sammanhang anmärkningsvärt kort tid. Utrustningen består av ett antal indikatorer samt av ett antal stativ, innehållande databehandlingsutrustning, kraftförsörjningsutrustning och för indikatorerna gemensam utrustning, se fig. 14, där även ett tekniskt övervakningsbord finns med. Indikatorerna med tillhörande operationsbord är placerade i ett rum för sig, se fig. 15.

Utrustningen innehåller ca 3500 transistorer och 800 elektronrör. Den sammanlagda effektförbrukningen uppgår till ca 12 kVA, varav största delen åtgår för presentationen av radarbilden. Effektförbrukningen i den egentliga databehandlingsdelen är inte mer än ca 100 W.

Funktionsätt

Från radarstationer erhålles information i form av videosignal och bäring. Videosignalen förstärkes och distribueras lågimpedivt till de olika PPI:erna, där en slutför-

stärkare ombesörjer erforderlig spänningsförstärkning.

Bäringsinformationen erhålles som elgongspänningar, vilka driver en elgon i »följvisarkoppling». Denna elgon driver i sin tur via en reduktionsväxel en resolver, som matas med en 2000 Hz-signal från en lokal spänningsstabiliserad oscillator, fig. 16.

De två från resolvren erhållna spänningarna tillföres var och en sin fasdetektor, från vilken en signal erhålles som till frekvens och fas överensstämmer med antennens rotation. Dessa två signaler som svarar mot sinus och cosinus för antennens bäring, utnyttjas sedan i centralens s.k. svepsystem.

Om man följer svepsystemet får man börja med den s.k. svepgeneratoren. Denna är i princip en integrerande operationsförstärkare, som på en puls från radarstationen startar genereringen av ett sågtandsformat spänningsförlopp. Längden av detta förlopp svarar mot radararns maximala räckvidd och amplituden bestämmes av skal-faktorer i avböjningsförstärkarna. Innan denna sågtandskurva, kallad svepsignal, kan användas för avböjningsändamål i de olika PPI:erna måste den uppdelas på en x- och en y-komponent, fig. 17.

Detta erhålles genom en på analog basis utförd multiplikation av svepsignalen med de sinus- resp. cosinusspänningar som erhållits på förut beskrivet sätt. Multiplikatorn arbetar efter bärfrekvensprincipen och påminner starkt om modulatorer, vanliga inom kommunikationsteknikens enkeltsidbands-utrustningar. Tack vare att likströmsförstärkare ej användes undgår man

problem med drift, trots att en relativt stor utsignalamplitud erhålles.

Svepavböjningen i PPI:ernas bildrör bjuder på många problem, enär »mellanrummen» mellan två på varandra följande radarsvep skall utnyttjas för presentation av symboler.

De förut erhållna x- och y-svepen distribueras parallellt till alla PPI:erna där de förstärkas, så att erforderlig avböjningsström erhålles. För att symboler skall kunna presenteras är förstärkarnas ingångar så utformade att flera samtidiga ingångar kan accepteras.

Symbolingångarna matas i tur och ordning med spänningar, proportionella mot resp. symbols x- och y-koordinater samt överlagras en sådan vägform att elektronstrålen ritar upp den eller de siffror och symboler som önskas, fig. 18.

På själva avböjningsspolens konstruktion ställes stora krav bl.a. i fråga om linjäritet, frihet från remanens och kort utringningstid.

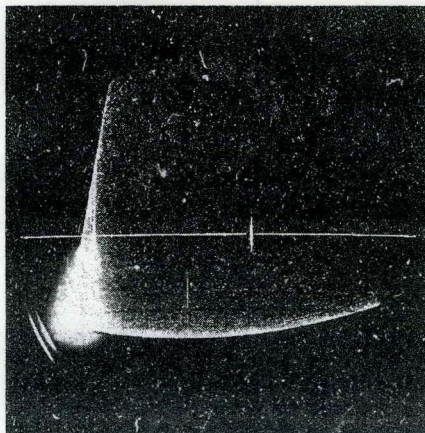
”Rullboll” för symbolförflyttning

Symbolens position kan ändras genom att operatören rullar på ett klot (en rullboll) som är så lagrat att endast en kalott sticker upp över bordskivan, fig. 18. När klotet rullas, genereras i två digitala givare två pulståg, svarande mot symbolens förflyttning i x- och y-led. Pulstågen integreras i dataenheten, där resultaten lagras i ett ferritminne. Från minnet kan sedan vilken operatör som helst hämta ut information i form av målets koordinater. Informationen kommer ut i binär form och omvandlas till analog form samt blandas in

Fig. 10

Höjdiöndikator. Höjdiöxelö har gjorts rätlinjig och likförmig över hela sökömrädet. Ljuslinjer läggs över svaret-mälet och avläsningen sker direkt på röret eller på inställningsrätt. Rätt sökavstånd markeras i avancerade system med en öppning i linjen på det avstörd, där mälet skall återfinnas. (Standard Radio & Telefon AB.)

Altitude indicator. The vertical axis is linear and uniform over the entire scanning area. The horizontal trace is laid on the target and a reading obtained either directly on the CRT or from the control dial itself. In more advanced systems the distance is marked by an opening in the horizontal trace at the correct target range. (Standard Radio & Telefon AB.)



på svepförstärkarna, efter det att svepet är slut.

Vid den halvautomatiska följningen som här användes, matar operatören in nya positionsvärden efter ett eller flera antennvarv enligt den metod som visats i fig. 11. I dataenheten utföres nu en hastighets-, positions- och prediktionsberäkning för mälet ifråga. Resultatet av prediktionsberäkningen i form av binära koordinatuppgifter matas ut 16 ggr per sekund, dvs. så ofta att en flimmerfri rörlig symbolpresentation erhålles.

Operatören kan vidare från dataenheten erhålla uppgifter om mälets rörelser som representeras av en vektor med centrum i mälet och en längd proportionell emot mälets hastighet, multiplicerad med en av operatören valbar tid. Operatören kan även själv åstadkomma en eller flera vektorlinjer, varvid han själv väljer dessas riktning och längd (= fart gånger förut inställd tid). Med dessa hjälpstorheter kan operatören dirigera sin egen jakt till en kontakt med ett utvalt mål.

”Centraldirigerad” höjdbestämnig

För att bestämma höjden hos målen disponerar centralen nickande höjdmätare. Då en operatör önskar höjdmätning utförd, trycker han på den knapp på manöverbordet, som innebär höjdförfrågan för ett visst målnummer, fig. 19. Alla sådana höjdförfrågningar lagras och behandlas av en höjddoperatör i tur och ordning enligt en köprinje.

I dataenheten omvandlas mälets x-y-koordinater till polära koordinater och styr

i denna form direkt ut bäringssvot på en nickande höjdmätare, fig. 20. Höjdmätarens radarbild presenteras på en speciell indikator »HPI», där målens höjdlägen utefter en radie visas. Med hjälp av den vid koordinatömvandlingen erhållna avståndsinformationen kan höjddoperatören identifiera sitt mål. Med en rullbollsgivare, liknande den för positionsinmatning, fast en-dimensionell, styr operatören ut en horisontell linje så att den skär målekot. Höjdvärdet som erhålles lagras i ferritminnet tillsammans med övrig information om målet ifråga samt presenteras hos operatörerna på en siffervisande tablå.

Exempel på stridsledningsoperationer

De här beskrivna delfunktionerna användes av operatörerna exempelvis på följande något förenklade sätt.

Antag att någon av operatörerna vid ett överbvaknings-PPI har upptäckt ett okänt och antagligen fientligt flygförband på sin indikator. Han meddelar detta till stridsledningschefen — jaktledaren, som också kan se samma sak på sitt PPI. Jaktledaren bedömer att egen jakt skall sändas upp. Han utväljer en av stridsledarna att leda jakten mot det fientliga företaget.

Ordergivningen tillgår på så sätt att jaktledaren placerar sin pekpinnesymbol på det fientliga företaget och trycker in en knapp för kommunikation med vederbörande operatör. Jaktledarens symbol visar sig då i form av en cirkel märkt med t.ex. »1» på operatörens PPI över det aktuella målet. Samtidigt får jaktledare och opera-

tör telefonkontakt med varandra så att muntlig ordergivning kan ske.

Operatören övertar nu arbetsuppgiften och placerar en av sina markeringsymboler på måleko, fig. 21a. Han startar därefter den halvautomatiska följningen av målet. Målrets hastighet kan presenteras för operatören i form av ett instrumentutslag. Operatören bestämmer t.ex. att fienden skall anfallas av ett jaktförband, som befinner sig i luften. Han placerar då en annan markeringsymbol över dettas måleko på sitt PPI (fig. 21b).

Operatören kan nu, genom att trycka ner en knapp, få fram vektorlinjer på sitt PPI, fig. 21c. En linje utgår från fiendens måleko och utvisar fiendens kurs. En annan linje kan fås att utgå från egen jakt. Operatören har nu att bestämma en lämplig mötespunkt för fienden och egen jakt. Därvid måste han utgå från vad han vet om jaktens läge, fartresurser och beväpning. Genom att på en ratt ställa in egen jaks fart och bedömd tid till kontakt får operatören en vektorlinje med en viss längd, utgående från egen jakt. Han kan sedan vrida linjen så att den pekar med sin spets på visst sätt mot den vektorlinje, som utgår från fienden. Längden av den från fienden utgående vektorlinjen är bestämd av fiendens hastighet och den tid till kontakt som operatören har bedömt som erforderlig.

Operatören mallar snabbt jaktens kurs och tid till kontakt så att kontakten sker på rätt sätt. Operatören behöver därefter endast kontrollera att jaktanfallet genomföres enligt hans planer. Detta kan han enklast göra genom att t.ex. ta bort de tidigare vektorlinjerna och lägga ut en linje utgående från fienden och med spetsen på egen jakt (fig. 21d). Denna linje representerar då bäringen till fienden, sett från eget jaktplan. Linjen följer fienden och en parallellförflyttning av linjen kommer alltså att bli följden. Allt är riktigt så länge egen jaks eko befinner sig på linjen.

Hur driftsäkert är Stril 60?

Driftsäkerheten hos Stril 60 är naturligtvis en utomordentligt viktig fråga. Det säger sig självt att risken för tekniska driftstörningar generellt sett ökar i den mån komponentuppbådet ökar. Vid ett första betraktande blir driftsäkerheten lika med produkten av alla ingående komponenters driftsäkerhet, om dessa antas vara funktionsmässigt serieberoende av varandra. Detta skulle peka på att tiden mellan uppträdande driftstörningar skulle bli mycket kort. Detta är emellertid inte hela sanningen.

Vid analys av ett systems pålitlighet måste man göra upp ett »pålitlighetsblockschema» där man ser alla enheter kopplade till varandra. Man måste därvid göra klart för sig vilka enheter som är seriekopplade och vilka som är parallellkopplade. Genom att parallellkoppla enheter inför man redundans, dvs. ett visst överskott av säkerhet, i systemet. Trots att feltillfällena härvid kommer oftare ökar dock tiden

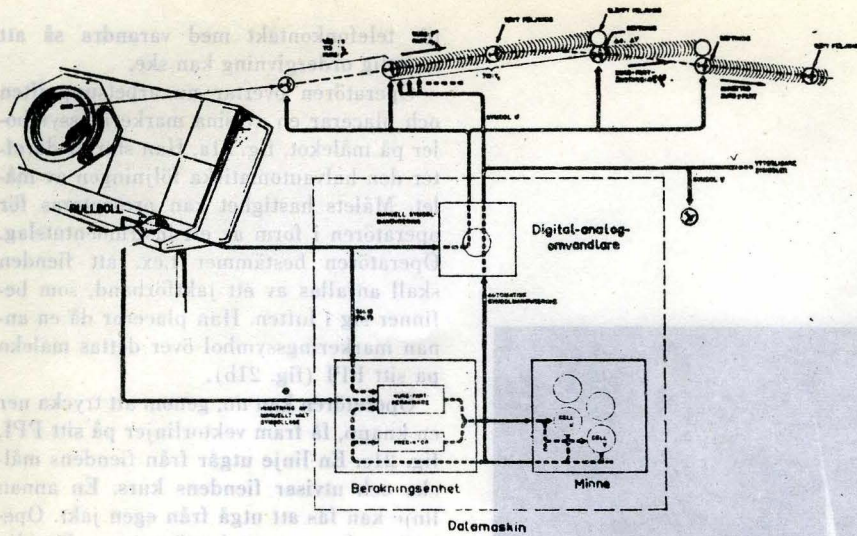


Fig. 11

Halvautomatisk målföljning i korenklad form. De två första eko-lägena med tidsavståndet T_0 markeras av operatören med hjälp av symbol (angiven som en cirkel i fig.) och matas in till en datamaskin. Denna räknar sedan ut vektor-avståndet mellan positionerna, dvs. sträckan S med riktningen φ° . Med kännedom om tiden T_0 beräknas också farten S/T_0 . Dessa mätdata lagras i datamaskinens minne och används för prediktering av symbolpositionen. Vid rätt följning skall måleket dyka upp inom symbolen. Så länge ingen ny inmatning görs till datamaskinen håller denna reda på den löpande tiden för varje mål, dvs. tiden efter senaste inmatning. Om målet svänger, så att följningen släppt efter tiden T_1 rättar operatören symbolen och gör en ny inmatning, varefter datamaskinen beräknar korrekturen ΔS och $\Delta\varphi$ samt hastighetskorrektionen $\Delta S/T_1$, där T_1 är den löpande tiden. Den korrigerade symbolrörelsen kommer därigenom att bli riktad genom symbol-lägena i ändarna av T_1 . Ytterligare korrekturen görs, till dess följningen återigen är godtagbar.

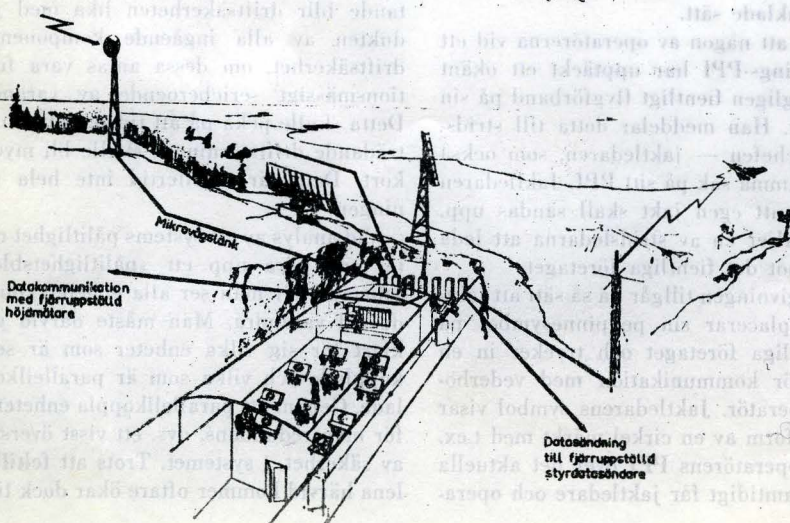
Simplified semi-automatic tracking. The first two track stores are marked by the operator with circular intertrace markers and fed into a computer which calculates the vector distance between the two positions, i.e. distance S at an angle φ° . As T_0 is automatically fed in as a relation of the antenna rotation time, speed (S/T_0) can also be determined. The data is then recorded in storage cells and used for predicting the position of the next marker. The target echo will appear within the marker if tracking is correct.

As long as no new data are fed in, a continuous record is kept of the marker intertrace time, i.e. the time since the last feeding. If the target changes course so that after time T_1 tracking is no longer correct, the operator adjusts the marker for coincidence with the target and feeds in the new data. The computer then calculates corrections ΔS , $\Delta\varphi$, and the speed correction $\Delta S/T_1$. Thus, T_1 gives a continuous trace of time, and the end of T_1 . The corrected marker will in this way always pass through the position of the marker at the end of T_1 . Further corrections are made until tracking is once again correct.

Fig. 12

Principbild av en autonom del av ett modernt system för luftbevakning och stridsledning. I mitten visas en central med typisk layout.

The automatic section of a modern system of surveillance and attack-guidance with the air defence center in the middle.



mellan störningar i systemets operativa drift.

I Stril 60 är vitala centrala delar dubblade och arbetar parallellt hela tiden. Deras funktion övervakas av ett kontrollprogram, som — då fel konstaterats — kopplar bort den felaktiga halvan. Den andra fortsätter med full kapacitet.

Den relativt fullständiga redundans som här skapats kan dock i sig själv ej garantera funktionssäkerhet. Redundansen kan endast förbättra den säkerhet som åstadkommes genom hög tillverkningsstandard, omsorgsfullt val av pålitliga och noggrant kontrollerade komponenter samt lämpligt val och god kontroll av utrustningens miljö (temperatur, fuktighet etc.). Konstrueras kretsar och apparater på lämpligt sätt kan avsevärd kvalitetsförsämrings av en komponent inträffa utan att kretsen upphör att fungera.

Det kan nämnas att vid prov på halvledarkomponenters funktionssäkerhet i en s.k. livstidsmaskin som startades i juli 1960 har mer än 15 miljoner transistortimmar förflutit utan att någon av dessa funktionellt sett seriekopplade halvledarkomponenter gett upphov till fel. Totalt har mer än 150 miljoner komponenttimmar (tiden inkluderar här även motstånd, kondensatorer m.m.) förflutit med endast ett lödfel.

Fellokaliseringsanordningar

För att öka driftsäkerheten i Stril 60-systemet har apparaturen konstruerats så, att fel i den snabbt meddelas och därefter lokaliserar genom ett logiskt uppbyggt felsökningsprogram, understött av lämpligt anordnade kontroll- och mätpunkter etc. Avhjälpandet av det funna felet underlättas slutligen av att det finns utbytesenhet-moduler vilket gör att ev. fel snabbt kan avhjälpas.

Vid de allra största Stril 60-utrustningarna kompletteras ovanstående åtgärder med ett särskilt hjälporgan — en felkontrollcentral, dit alla fel automatiskt rapporteras. Detta markeras dels för driftledaren, så att han omedelbart kan vidta erforderliga åtgärder för att avhjälpa felet, och dels i en maskinell fellogg, som först grovt registrerar alla kända uppgifter om felet — tidsnummer, läge etc. Till denna matas automatiskt även tidsuppgift om då felet är avhjälp, detaljer om felet, komponent, orsak, åtgärd etc. På detta sätt erhålls löpande en felstatistik som är av stort värde då det gäller att analysera möjligheterna att öka driftsäkerheten hos både denna utrustning och kommande utrustningar. Genom ovanstående åtgärder blir — trots det stora komponentantalet — brukbarhetstiden 98,5—99 % av den totalt möjliga och för centrala funktioner med redundans nära 100 %.

Allmänt gäller för utbyggnaden att den sker i en sådan följd att systemet successivt får allt högre styrka och kvalitet, dock utan att eftersätta kravet på att systemet hela tiden utan dröjsmål skall kunna fungera i aktiv tjänst. Man söker därför skaffa

i alla hänseenden självförsörjande autonoma enheter, intill dess de kan inordnas i ett större sammanhang med förbättrade möjligheter till följd.

För att kunna genomföra utbyggnaden med de små medel som Sverige — jämfört med stormakterna — förfogar över, har stora krav ställts på enhetlighet, likformighet och standardisering av ingående enheter för att hålla typantalet nere och därmed minska det arbetskrävande typarbetet. Härmed har även stora besparingar kunnat göras, både ekonomiskt och tidsmässigt.

Materielanskaffningen har i stor utsträckning kunnat ske från konkurrerande in- och utländska nyckelföretag inom området. Detta har resulterat i ekonomiskt fördelaktiga lösningar med bibehållen teknisk kvalitet på utrustningen och leverans har i stort kunnat ske inom önskad tidsram. Det är härvid särskilt glädjande att kunna notera att svensk industri i dessa sammanhang lyckats hävda sig utomordentligt väl.

Fortsatt utveckling av Stril 60

Den fortsatta utvecklingen av främst den centrala delen av Stril 60-systemet skall skisseras i det följande.

Allmänt kan sägas att man strävar mot helt automatiska metoder. Denna tendens mot ökad automatisering har sin grund i en strävan att möta de krav på snabbhet och precision som de alltmer sofistikerade anfallsvapnen medför. Eftersom många moment i den direkta behandlingskedjan kan utföras väsentligt snabbare av en outtröttbar maskin med bibehållen eller t.o.m. ökad noggrannhet jämfört med vad människan kan prestera, är det naturligt att människan i denna utveckling får allt färre rutinmässiga uppgifter och sparas för kvalificerade funktioner, där hennes exklusiva förmåga utnyttjas för övervakning, bedömning och sortering i sådana situationer som en maskin ej framgångsrikt kan programmeras att klara, och för de kvalificerade avgörande besluten samt för att beordra deras genomförande — genom att trycka på en knapp.

Automatiserad måluptäckt

Måluptäckten har hittills skötts av människan-målobservatören. Det kan dock numera med fullt fog diskuteras om inte denna delvis skall överlätas på en automatiskt arbetande utrustning. Svårigheten är att under varierande signalförhållanden få tag på vad som skall anses vara ett mål i den ström av även ovidkommande och störande information som kommer i radarmottagarens videosignal.

Skärps kriteriet för hårt, förloras vissa mål, om vilka information p.g.a. dålig reflexion, utbredningseffekter etc., är något ofullständig. Sättes å andra sidan kraven för lågt ger maskinen alltför många falska mål, som då kommer att onödigtvis belasta minnet och beräkningskapaciteten i maskinen och operatören en alltför miss-

"Stril 60"-systemet

provas

i datamaskiner

För att kunna utforma Stril 60-systemet optimalt krävs en noga planlagd teknisk integrering av alla delfunktioner i hela kedjan: målet — markorganisationen — försvarsvapnet — målet. Genom att exempelvis undersöka hur en variation av de tekniska, fria parametrarna i systemet påverkar totalresultatet kan man få fram en med tiden allt bättre systemprestation. Av praktiska skäl är detta emellertid inte möjligt annat än i en mycket sen fas av utbyggnaden. Därför har systemanalytiska metoder tillgripits genom att man gjort upp en matematisk modell, som bildar en motsvarighet till funktionsparametrarna i Stril 60. Genom att variera parametrarna i denna modell kan man komma fram till ett optimalt system = största nedskjutningssannolikhet vid bibehållen systemkostnad.

Stril 60-systemet har systemprovats på nyss antytt sätt sedan 1958 och analyser har fortgått alltsedan dess. Mycket lovande resultat har erhållits. F.n. studeras en förbättrad markmodell med ca 240 parametrar. Dessa körs på FOA:s datamaskin IBM7090, varvid f.ö. större delen av denna maskins behandlingskapacitet utnyttjas.

Vissa funktioner i Stril 60 specialstuderas i modell i en särskild försöksanläggning bestående av två identiska datamaskiner, Facit DS9000. Den ena maskinen kan därvid t.ex. specialbehandla en funktionsdel i kedjan, medan den andra beskriver miljön omkring den del som studeras. Samma anläggning används även för att i Stril 60-systemet studera anpassningsproblem mellan människa och maskin.

För utbyggnad av Stril 60 har en omfattande produktionsplanering skett med tillämpande av »PERT»¹-teknik, varigenom »flaskhalsar» och kritiska produktionsförlopp kunnat klarläggas på ett tidigt stadium i planeringen.

¹ PERT = Planning Evaluation Review Technics

visande bild för sitt arbete. Arbetet inom detta område går vidare och bedrivs enligt kända och nya metoder av ett flertal större industriens utvecklingsavdelningar.

En viss sortering av målinformationen är nödvändig, eftersom i alla system — både i dag och i morgon — användes informationskällor som oftast ger en kraftig övertäckning av luftrummet. Det kommer med andra ord in information om ett och samma mål från mer än ett håll. De kunder som systemet betjänar — det aktiva och passiva luftförsvarets företrädare — måste emellertid få en entydig och klar bild av luftläget.

Därför måste både på det organisatoriska planet och med teknikens hjälp viss filtrering av informationen ske innan den börjar bearbetas, annars skulle maskineriet bli överbelastat mycket snabbt. Denna filtrering kan tillgå på flera sätt men går ut på att överflödiga information om ett mål som redan är under behandling släcks ut eller hålls tillbaka på ett kontrollerat sätt, så att kvarstående information endast visar följda mål eller mål som ännu ej är omhändertagna av målobservatörerna.

Automatisk målföljning

Det direkta målinmätande arbetet görs både snabbare och säkrare av en automatisk målföljare. Denna typ av följning skiljer sig från den halvautomatiska endast därigenom att den direkta inmätningen av målkoordinater görs automatiskt av utrustningen i stället för av en operatör. PPI-utrustning för operatören motiveras nu endast av kravet på hans möjlighet att kunna anvisa maskinen det mål som skall följas, samt övervaka och eventuellt korrigera målföljningen. Mätningen på målekon görs i stället direkt på radarmottagarens videosignal, varvid samtidigt de fel eliminerar, som uppkommer genom att den halvautomatiska målföljningen påverkas av eventuella fel i presentationen på PPI och av fel som observatören introducerar då han startar följningen.

Svårigheten för den automatiska målföljaren är att den måste arbeta på en till sin natur analog ingångssignal — radarsignaler. Den maskin som sköter målföljningen måste därför förses med speciella anpassningsorgan till radarsignalen. Positionsdata — lämpliga att utföra beräkningar på i en digitalmaskin — måste vidare extraheras ur en med brus och andra störningar bemängd rå videosignal.

De positionsbestämmande mätstorheter från vilka man utgår — ekoreturigen och baringen — lämpar sig i och för sig väl för automatisk databehandling om blott ett lämpligt (oftast cartesiskt) koordinatsystem väljes. Då ett eko erhålles, avläses dess koordinater i speciella tid- och vinkel-mätande organ.

Emellertid ger som ovan nämnts radarn normalt ifrån sig mängder av ekon, härrörande såväl från mål som från störningar. Problemet är att ur dessa signaler utvälja dem som hör ihop med ett visst följt

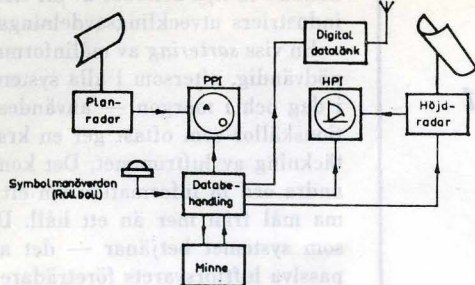


Fig. 13

Huvudfunktioner för en central för luftbevakning och stridsledning. T.v. planpositionsgivarna (PPI), planradarn och symbolmanöverdonet, t.h. höjdpositionsgivaren, överst digital data-link till vapen.

Major units of a surveillance system: to the left planar radar, plan position indicator (PPI), and control stick; to the right, height position indicator (HPI), and above it the digital data link for the weapons.

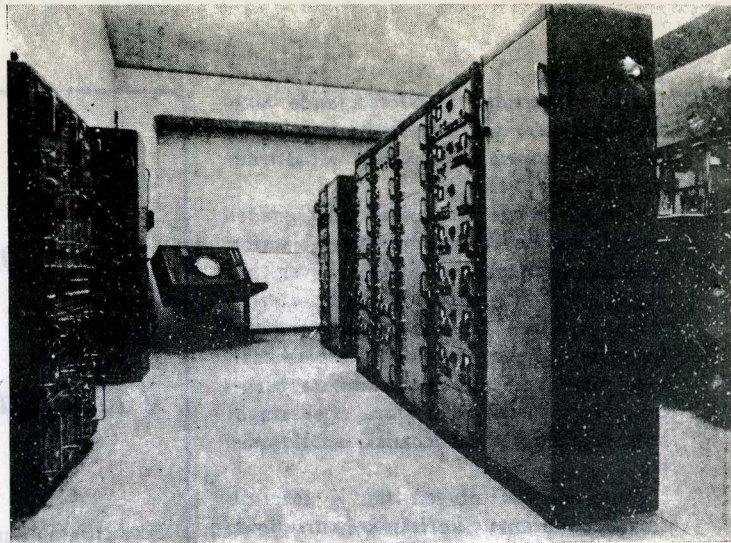


Fig. 14

Telerum med stativ för databehandlingsutrustning, kraftförsörjning etc. (i mitten) samt tekniskt övervakningsbord för driftkontroll och felsökning (i fonden).

Equipment room with computer racks power supply, etc. in the middle and the monitoring console for operational checks and localization of faults in the background.

mål. Först skall då störningarna sällas bort och därefter de ekon, som härrör från andra mål. (Det tidigare berörda problemet vid sorteringen av målinformationer sammanhänger mera med den situation som uppkommer då flera informationskällor samtidigt utnyttjas. Den automatiska målföljaren arbetar med mål från en informationskälla åt gången.)

I det manuella och halvautomatiska fallet görs »störningssällning» på så sätt, att operatören iakttar videosignalerna på PPI-skärmen. Han försöker där visuellt skilja störningar från målekon, genom att de senare — åtminstone vid måttlig grad av störning — lyser starkare än de förra, vilket bl.a. beror på att svaret består av flera på varandra följande pulser, då radarloben sveper över målet. Dess ekon integreras i PPI:ets lysskikt och ger därmed vanligen en förhöjd ljusintensitet. Urvalet av de målekon, som hör ihop med ett visst följt mål, gör operatören med hjälp av den målföljande symbolen. Dennas lägen styr och styrs av den databehandlande utrustningen.

Videokorrektor sällar radar-informationer

I det automatiska fallet tillämpas maskinellt delvis samma principer för urval av målekon. Vid bortsällande av störekon m.m. utnyttjar man det ovannämnda förhållandet, att flera svarekon (träffar per mål) erhålls vid översvepning av målet. Antalet är beroende av radarns pulsrepetitionsfrekvens och lobbredd och således karakteristiskt för radarn. Måleket ger alltså ett visst pulsmönster, som saknas hos de slumpmässiga störningarna (här avses icke avsiktliga, vilseledande pulsstörningar, vilka är ett kapitel för sig). I en s.k. videokorrektor kontrolleras därför videosignalerna med avseende på sådana pulsmönster och endast godkända sådana tillåts utgå eko-signaler från korrektorerna. Korrektorerna kan

med fördel göras digital och blir därigenom en utmärkt anpassningslänk mellan radarn och den målföljande databehandlingsutrustningen. Den medger desutom en mycket noggrann positionsmätning, vilket som nämnts är önskvärt i moderna system.

Sedan bruttoinformationen rensats, kvarstår i idealfallet en komplett nettoinformation om alla verkliga måls lägen. För att man automatiskt skall kunna genomföra följningen av utsedda mål, återstår nu att hänföra rätt måleko till rätt mål. Detta sker genom att den målföljande maskinen jämför samtliga mätta målpositioner med samtliga följda måls förväntade positioner vid den tidpunkt då mätningen görs (radarn sveper över målet). Var och en av dessa senare förväntade lägen anknötes därefter till den uppmätta position, som ligger närmast. Med hjälp av denna vidtas därefter eventuella korrektioner av följningen, på samma sätt som angivits för den halvautomatiska följningen.

En annan metod är att låta målföljarutrustningen bilda en s.k. lucka i planet omkring ett följt måls beräknade position och endast söka associera något av de ekolägen som uppmäts inom luckan till dennas position. Därigenom minskas belastningen på utrustningen. Förekommer många mål och speciella störningsfall blir annars lätt utrustningens minnes- och beräkningskapacitet otillräckliga.

Målobservatorerna kan vid automatisk målföljning sköta väsentligt flera mål samtidigt än förut och kan nu koncentrera sig på upptäckt, målval och övervakning av följningen. I speciella situationer kan han alltid återgå till mera manuella metoder.

Helautomatisk höjdmätning

Den automatiska målföljningens princip kan även utnyttjas vid helautomatisk höjdmätning med s.k. tredimensionell (3D) radar. Ett exempel är en sådan, där antenn-

loben sveps runt i planet samtidigt som den gör nickande vertikala sveprärelser. En sådan radar kan i princip användas för tredimensionell målföljning, men eftersom mätnoggrannheten i planet ofta inte är fullgod, föredrar man att i normala fall endast utföra höjdmätningen i denna radar och planmätningen i planradar. (Vissa förekommande typer av 3D-radar har dock redan nu tillräcklig noggrannhet och i framtiden torde denna form av radar bli mycket vanlig.) Planmätningarnoggrannheten i 3D-radarn räcker emellertid redan nu för att göra korrelationer mellan uppmätta ekolägen från 3D-radarn och målföljningspositioner erhållna från planradar.

Det automatiska höjdmätningeförfarandet kan utföras på så sätt att en höjdförfrågan besvaras så snart målets position i planet sändes till en datautrustning, sammankopplad med 3D-radarn. I denna bildas videoluckor omkring målpositionerna på samma sätt som vid automatisk målföljning. Ekon som mottas inom dessa luckor används till att mäta de mot ekona svarande höjdvärdena, beräknade ur uppgifter från radarn om elevationsvinklar och radialavstånd. Det erhållna höjdvärdet sänds därefter tillbaka till den frågande utrustningen som z-komponenten för de x-, y-måldata, som redan lagrats där.

Kapaciteten vid detta höjdmätningeförfarande är mycket hög och teoretiskt sett nära obegränsad jämfört med den hos tidigare manuella eller halvautomatiska system. Som alltid har den automatiska metoden dock vissa begränsningar. Som i nästan alla militära applikationer gäller därför även här inte antingen-eller utan både-och.

Genom att införa metoder för automatisk målföljning samt genom införande av videokorrektor och annan utrustning har den primära radarinformationen förbättrats både vad beträffar noggrannhet och tillförlitlighet. Dessa förfinade radar-

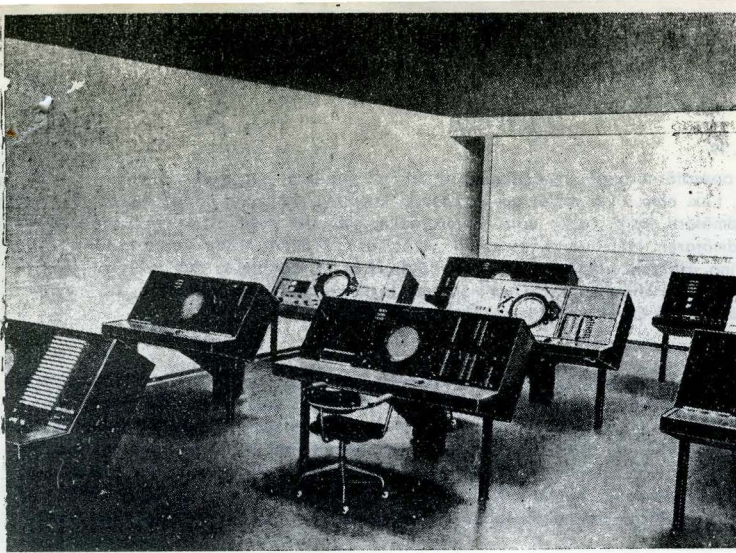


Fig. 15

Operationsrum i mindre central för luftbevakning och stridsledning. Varje manöverbord innehåller utrustning och manöverorgan, som vid behov differentieras efter operatörens funktion.

Operation room of one of the smaller air-defence centrals. Each control contains the equipment and controls appropriate to the operators function.

data lämnas fortlöpande till efterföljande delar av datacentralen.

I detta sammanhang skall även omnämnas, att eftersom en del av behandlingen av radarinformationen i viss utsträckning kan ske lokalt vid stationen och utan permanent mänsklig övervakning, är det i princip möjligt att med bibehållen nyttoinformationsmängd överföra informationen på ett väsentligt smalare frekvensband än det som åtgår vid den tidigare nämnda bredbandsöverföringen av obehandlad radarbild.

Större minne

Den sammanställda, sorterade informationen om målens rörelser m.m. representerar, särskilt vid de större anläggningarna, en mycket stor informationsmängd. Denna lagras i mindre minnesenheter i direkt anknytning till vissa av utrustningens specialfunktioner men framför allt i ett centralt större minne, varur informationen sedan hämtas för presentation, kalkylering, delgivning till kunder utanför anläggningen etc.

Bättre presentation av informationerna

Presentationen av information för befattningshavarna inom en central måste kunna differentieras allt efter deras behov och snabbt ändras till innehållet alltefter situationens krav. Det senare sker bl.a. genom s.k. kategorival, där varje operatör väljer att läsa ut ur minnet den information som är erforderlig för just hans arbete. Genom att förse varje mål med lämpliga märken kan han plocka ut varje mål för sig, alla fientliga mål, alla över en viss höjd, alla oengagerade mål etc.

Mycket arbete har lagts ner på att presentera informationerna i en lämplig form för operatören. Det gäller ju att presentationen blir så lättläst och entydig som möjligt, så att ett ödesdigert misstag ej kan

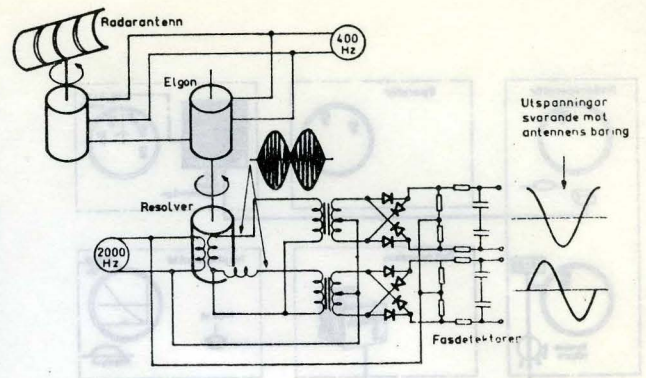


Fig. 16

Bäringsgivare. Radarantennens vridning överförs med elgoner i följvisarkoppling över en reduktionsväxel till en resolver, som matar fasdetektorer, vilka ger utspänningar svarande mot sinus resp. cosinus för antennens bäringsvinkel.

Bearing transmitter. The antenna rotation is transferred by means of synchros, and a reduction gear. The resolver feeds phase detectors which deliver signal voltages corresponding to the sine and cosine of the antenna bearings.

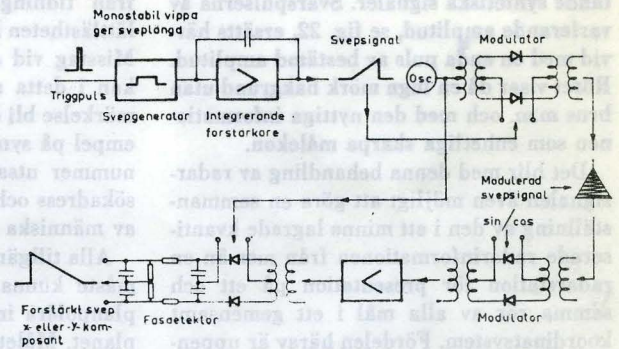


Fig. 17

Bildavböjningssystem. Svepgeneratoren (upptill t.v.) ger en svepspänning, som multipliceras (f.h.) med spänningar från bäringsgivarkretsen, varvid svepspänningens x- resp. y-komponent erhålles ur sinus-cosinus-fasdetektorn (nedtill t.v.).

Radar sweep. The sweep generator output is multiplied by the voltages from the bearing transmitter. The x and y coordinates are obtained from the sine and cosine phase detectors.

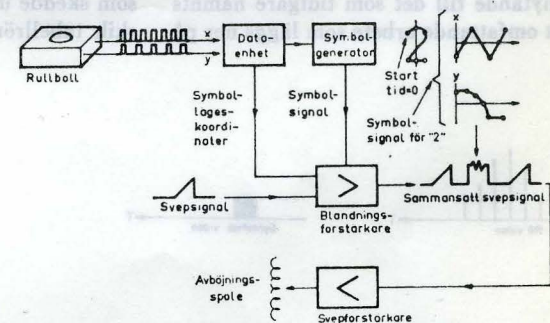


Fig. 18

Symbolerna formas elektroniskt av en s.k. symbolgenerator, koordinaterna för symbolen anges av en dataenhet, som kan kontrolleras av en rullboll. Den blandade signalen stoppas i mellanrummen mellan svepens symbolinformation.

The markers are formed by a "symbol" generator and their coordinates are given by a computer which can be instructed by a control stick. The mixed signal is placed in the interspace of the marker information for each sweep.

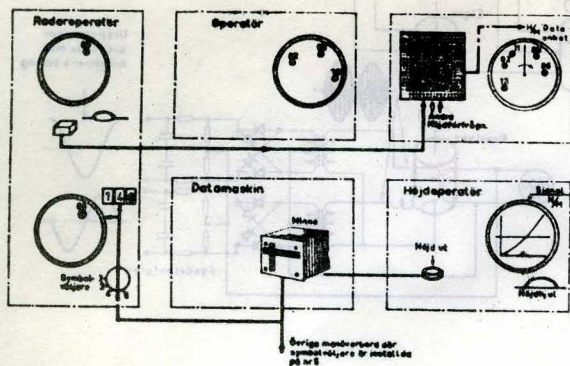


Fig. 19

Då operatören begär höjdmätning av ett mål, placerar han med sin rullboll sin symbol, t.ex. nr 5, över målet och trycker in knappen »höjd». Höjdoperatören för vald höjdmätare (H/M) sätter upp en turordning som ger mest effektivt utnyttjande av höjdmätaren. När turen kommer till symbol nr 5, svänger höjdmätaren in till anvisad bäring. Höjdoobservatören rullar sitt höjdhjul så att höjdlinjen skär målekat. Höjden utsändes då knappen »höjd ut» nedtryckes, och presenteras med siffror på en höjdtablå och på PPI:et med symbol för lokalisering.

If the radar operator wants an altitude reading of a target he first places marker no. 5 on the target echo by using the control stick, and then presses the height button. The operator for altitude readings presets his strobe to get the most efficient reading possible. When the strobe sweeps marker no. 5 the height indicator tracks the bearing and the altitude observer manoeuvres his control stick so that height line cuts through the target echo. The height indication is transmitted by pressing the "h-u" button and appears both on the height table in numbers and on the PPI by a location marker.

göras i ett kritiskt läge. Katoskopröret självt bör ge en klar skarp »målning».

PPI har hittills visat den råa videosignalen, senare understödd av symboler för pekpinne och målföljning på samma rör (se fig. 7). Tack vare utvecklingen av videointegreringstekniken har det blivit möjligt att presentera den nyttiga radarinformationen på ett PPI, avsett för uteslutande syntetiska signaler. Svarpulserna av varierande amplitud, se fig. 22, ersätts härvid med en enda puls av bestämd amplitud. Röret visar då en lugn mörk bakgrund utan brus m.m. och med den nyttiga informationen som enhetliga skarpa målekon.

Det blir med denna behandling av radarsignalen även möjligt att göra en sammanställning av den i ett minne lagrade kvantiserade radarinformationen från mer än en radarstation för presentation på ett och samma rör av alla mål i ett gemensamt koordinatsystem. Fördelen härav är uppenbar, eftersom radarstationerna vanligen ger en kraftig övertäckning av varandras områden och det annars hos vissa observatörer krävs antingen direkt tillgång till ett PPI för varje station eller andra, tidigare berörda, åtgärder för att sortera informationen.

Tillsatsinformation

Återknyttande till det som tidigare nämnts om det omfattande arbete som läggs ner på

att presentera informationen i en lämplig form, skall här nämnas något om den *tillsatsinformation* som behöver visas på PPI. Det gäller här elektroniskt formade symboler — fyrkanter, ringar, ovaler, ruteress etc. — liksom bokstäver och siffror. Även dessa bör ges sådan form att de ej lätt kan förväxlas. Det är ej utan vidare självklart att de skall ha en viss form. Vi känner alla från tidningar, telefonkatalog m.m. hur lättlästheten hos olika stilarter kan variera. Misstag vid avläsningen av informationen kan i detta sammanhang i bokstavlig bemärkelse bli ödesdiger. Fig. 23 visar ett exempel på syntetiskt PPI med s.k. företagsnummer utsatta vid varje mål för att ge sökadress och referens som kan läsas både av människa och maskin.

Alla tillgängliga informationer om målet måste kunna presenteras vid behov. Den planpolära indikatorn visar endast läget i planet. Målets höjd t.ex. måste därför presenteras genom att visas direkt på PPI som en siffra eller på något annat sätt i anslutning till varje mål, eller — som förut visats — separat på ett instrument mål-vis på begäran. Eftersom det är många andra informationer än positionen som måste beaktas av vissa operatörer, står valet i princip mellan att visa denna tillsatsinformation helt eller delvis på PPI eller på separat tablå, som skedde under 50-talet, eller på ett särskilt tabellrör. Fig. 24 visar ett »neutralt»

exempel på informationsmängd och läsbarhet hos en tabellrörpresentation.

Den första metoden, mest använd i USA, där särskilda rör utvecklats för detta ändamål, sammanför vanligen alla informationer till en liten fyrkant. Med »apotekarskrift» anges där i varje av fyrkantens delrutor alla informationer kategorivis. Risken är dock stor att överskådligheten förloras och att det, särskilt om många mål uppträder samtidigt, blir svårt att läsa av den önskade upplysningen om målet. Tendensen är därför troligen allmänt att använda särskilda tabellrör eller fjärrstyrda tablåer för större delen av tillsatsinformationen, även om detta också har sina nackdelar — det tar utrymme, kräver att blicken flyttas från målet etc.

Det är naturligt att varje operatör har ett eget PPI utrustat på något av de sätt som beskrivits ovan. I många fall föreligger önskemål, särskilt i större centraler, att flera operatörer samtidigt skall kunna dela på samma presentation i ett lagarbete. Man har därvid tillgripit större bildrör än de som användes vid montage enligt fig. 8. Detta större bildrör monteras med ytan horisontellt.

Storbildsprojektion

För att bekvämt kunna få en översikt av det allmänna läget användes i vissa fall



Fig. 22

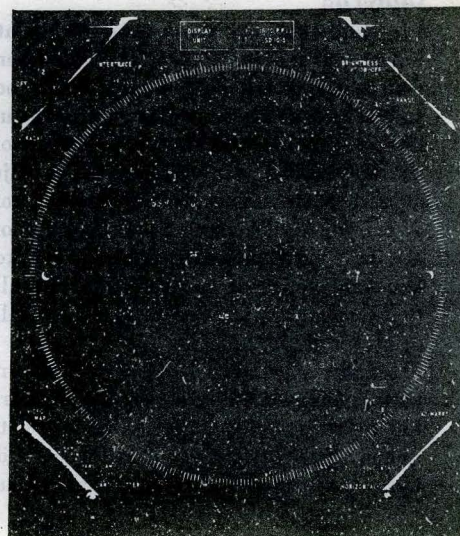
Målet får ett antal »träffare», då radarloben sveper över det. Svarpulsernas antal och amplitud är beroende bl.a. av radarstationens konstruktion och kan efter visat kriterium översättas till en syntetisk kvantiserad svarpuls.

Target during several interceptions as the radar lobes sweep by. The number and amplitude of the response pulses are dependent on, among other things, the construction of the radar antenna, but can be synthetically transposed to quantitative response pulses.

Fig. 23

PPI för syntetiska signaler. Här visas varje måls läge i mitten av fyrkanten. Varje mål tilldelas ett företagsnummer för referens, här en bokstav och en siffra. (Marconi's Wireless Telegraph Company Ltd.)

PPI for synthetic signals. The position of each target is shown in the middle of a square marker. Each target is identified by a set of characters, in this case a letter and a number. (Marconi's Wireless Telegraph Company Ltd.)



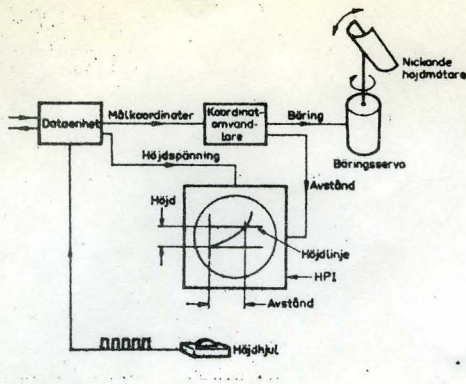


Fig. 20

Dataenheten erhåller positionsdata för målet. Koordinaterna omvandlas till bäring för höjdmätarens inställning, som sker automatiskt med ett servo. Signalen »märkes» med höjdhjulets hjälp. Höjden sänds därefter ut från dataenheten på order (fig. 21).

The computer receives data on position of the target. The coordinates are transposed to bearings automatically by a servo mechanism and appear on the HPI. Markers are fed in by means of the height control wheel, and a height reading can then be transmitted from the computer on command. (Fig. 21.)

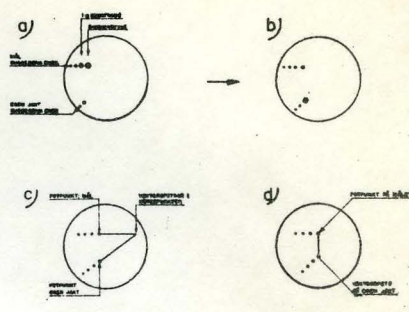


Fig. 21

a) Operatören utlägger med rullbollens hjälp en symbol över målekt och koordinaterna inmatas i kurs-farträknaren. Förnyad inmatning göres vid en senare tidpunkt och den automatiska extrapoleringen av målbanan startar. b) Symbolen är här utlagd över egen jakt. c) Vektorerna inpassas genom lämplig invidning av datagivarnas rattar (egentligen givarna för centralutrustningens vektorgenerering) tills vektorspetsarna sammanfaller i lämplig mötespunkt. d) Utlagd baslinjevektor.

a) The operator guides an electronic marker onto the target echo with the aid of the control stick, and the coordinates are fed into the coursespeed calculator. When additional data is subsequently fed in, automatic extrapolation of the target course begins. b) Markers set out for own fighter. c) The vectors are suitably arranged by turning the controls of the computer (in reality, the vector generating equipment of the central unit) so as to get the vector tips to coincide at an appropriate point of interception. d) Base line laid out.

Fig. 25

Horisontell PPI. Utnyttjas då flera operatörer i ett lagarbete skall dela samma information. (Standard Radio & Telefon AB.)

Horizontal PPI. Used where several operators of a team shall have access to the same information. (Standard Radio & Telefon AB.)

storbildsprojektion, där bilden projiceras på en vägg med TV-teknik — om så behövs i färg — för att differentiera mellan olika kategorier av mål.

För särskilda ändamål förekommer även andra speciella varianter av PPI, där en liten del av det »ordinarie» PPI:ets yta uppförstoras kraftigt för att underlätta ett detaljerat studium av ett mål eller för att presentera ett stridsförlopp och dess premisser.

För presentation av andra slag av information, t.ex. status på baser, väderlek, radiabeläggning o.d. används ofta mekaniska tabläer. Inom större datacentraler görs dock sådan presentation ofta från individuella givarkonsoler en för varje »kanal» via ett internt TV-system, varvid kanalväljare och mottagare finns inbyggda i operatörens manöverbord.

Effektiviserad stridsledning

Den automatiska målföljningen underlättas avsevärt av digitalteknisk apparatur. Stridsledningen har dock inte haft lika god hjälp av dessa anordningar. Tidigare hjälpmedel för stridsledningen skapades naturligt nog med analogteknik liksom de enkla kalkylatorer som först tillkom för att beräkna och visuellt forma den bana som jaktplanet skulle följa för att kunna genomföra ett framgångsrikt anfall.

För att fullt kunna utnyttja det moderna

jaktplanet höga prestanda krävs, med hänsyn till bränsleekonomi, beväpning m.m., att anfallet genomföres efter en s.k. *jaktprofil* i tre dimensioner. Denna måste kunna varieras allt efter målets höjd och rörelser, väderlek etc.

Beräkningarna kan numera genomföras i flertalet större datamaskiner av den typ som används för industriell processreglering och liknande. På grund av den militära »processens» art krävs dock särskilt stor driftsäkerhet, möjlighet att styra maskinens arbete på ett speciellt sätt etc.

I alla faser av stridsledningen kan dessa moderna maskiner hjälpa till. Vid vapenvalet kan maskinen räkna ut vilka bekämpningsalternativ som är möjliga mot ett visst anvisat mål — om jakt eller luftförvarsrobot skall användas och vilka baser som kan komma ifråga.

Sedan beslutet om insats fattats och maskinen meddelats vilka premisser som gäller (de »egna» lagrade i minnet i förväg) anvisar den den profil som jaktplanet skall följa eller den riktning som roboten skall styra. Under anflygningen ger operatören/maskinen därutöver vid behov särskilda instruktioner till vapenbäraren.

Jaktplanet återledning kan också ske med maskinens hjälp, t.ex. kan möjliga baser anges med hänsyn tagen till bränsletillgången etc. liksom lämpliga styrkurser till den valda basen.

C	SIGN	LEVEL	CLA	BKP	NAT	EGLL
G	AHOP	270	1013	1019	1020	1021
G	AXBY	300	1040	1046	1047	1049
LH	432	210	1045	1051	1053	1055
SK	502	190	1050	1056	1057	1059
SN	567	230	1056	1102	1104	1106
EM	534	270	1102	1107	1108	1110
BA	704	180	1110	1115	1117	1120

Fig. 24

Elektroniskt format information, visad på tabellrör. (Marconi's Wireless Telegraph Company Ltd.)

Electronically formed information appearing on a CRT table as an example of one arrangement to show type and readability. (Marconi's Wireless Telegraph Company Ltd.)

