



FHT
Försvarets Historiska Telesamlingar
Urvalsgrupp Flygvapnet



Svenska Flygvapnets Styrdatasystem



*Ett tekniskt genombrott
med internationell uppmärksamhet.*

Arne Larsson

2005-05-29
F22/04

Förord.

Min uppgift är att för framtida intressenter dokumentera flygvapnets markradio från starten 1916 fram till 1990-talet. Senare framtagna utrustningar är sekretessbelagda

Beskrivningen kommer att bestå av två delar, där denna första del avhandlar flygvapnets styrdatasystem. Styrdatasystemet, med funktionen att stridsleda våra jaktflygplan med automatisk målföljning, planerades i mitten av 1950-talet och realiserades under de första åren på 1960-talet, var en unik svensk teknisk utveckling inom försvarsområdet.

Den andra delen, som planeras bli klar i slutet av år 2005, kommer att innehålla radioutrustningar från löjtnant Claes Flemings första lyckade försök med radio mark-flyg på Skillingaryd 1916 fram till 90-talets radiosystem för Stridsledning och Flygtrafiksledning.

För denna första del vill jag framföra ett tack till alla som hjälpt till att få fram information om styrdatasystemet. Bland de många som bistått mig med underlag och information vill jag speciellt framhålla Erik Åhman, SRT, som var aktiv med utvecklingen av SRTs del i systemet, hans tekniska kunskap och goda minne har varit mig till ovärderlig nytta. Jag vill även framhålla Lars-Bertil Jonsson som på ett mycket sakkunnigt sätt bidragit med underlag om utrustningen i flygplanet, Lennart Linstam KFF/FMV som bistått med uppgifter från myndighetssidan och som varit mitt bollplank under framtagning. Överste John Hubbert som granskat handlingen ur operativ taktisk synvinkel och som bidragit med värdefulla synpunkter. Svante Valfridsson och Jens Rönnkvist med erfarenheter från Televerkstäderna och Teleservicebaserna. Personer från Marconi som tog fram ledningssystemet vid Lfc. Lennart Ragvaldson vid SaabTech system som gav mig tillgång till SRT/Stansaab arkiv. Krigsarkivet och Flygvapenmuseet som bistått med underlag. Eric Gunnarson som hjälpt till med layouten av framsida och bilder samt alla övriga som inte blivit namngivna.

Arne Larsson

Innehållsförteckning.

| | | |
|-------|---|-----|
| 1 | Inledning..... | 4 |
| 2 | Hur det Svenska styrdatasystemet kom fram | 8 |
| 2.1 | Beredningen vid Flygstaben (Fs) och Kungliga flygförvaltningen (FF)..... | 8 |
| 2.2 | Nyckelpersoner inom Flygstaben och FF vid framtagning av styrdatasystemet. | 12 |
| 2.3 | Utdrag ur protokoll från beredningsfasen 1954 – 1958. | 18 |
| 2.4 | Bakgrunden hos Standard Radio & Telefon | 36 |
| 2.5 | Marconis utveckling av Lfc typ1. | 46 |
| 3 | Systemöversikt. | 54 |
| 3.1 | Inledning..... | 54 |
| 3.2 | Översiktlig systembeskrivning..... | 54 |
| 3.3 | Ledningscentraler | 56 |
| 3.3.1 | PS-08 | 56 |
| 3.3.2 | Luftförsvarscentral Lfc typ 1 m/60 | 57 |
| 3.3.3 | Radargruppcentral (Rrgc/F) | 59 |
| 3.3.4 | Transportabel radargruppcentral (Rrgc/T) | 60 |
| 3.4 | Förbindelser..... | 62 |
| 3.5 | Radioanläggningar | 63 |
| 3.5.1 | Radioanläggning FMR-10..... | 63 |
| 3.5.2 | Radiostation TMR-20..... | 64 |
| 3.6 | Styrdatafunktioner på bas och i flygplan..... | 64 |
| 4 | Funktionsbeskrivning | 68 |
| 4.1 | Inledning..... | 68 |
| 4.2 | Styrdatameddelandet | 68 |
| 4.2.1 | Bakgrund | 68 |
| 4.2.2 | Grundstommen i styrdatameddelandet..... | 71 |
| 4.2.3 | Styrdatameddelanden för fpl. 35 Draken | 71 |
| 4.2.4 | Testmeddelanden..... | 73 |
| 4.2.5 | Styrdatameddelande för fpl 37 Viggen | 73 |
| 4.2.6 | Teknisk meddelande kontroll | 75 |
| 4.2.7 | Gränsytor..... | 75 |
| 4.3 | Ledningscentraler | 76 |
| 4.3.1 | PS-08 OP-rum. | 76 |
| 4.3.2 | Luftförsvarscentral Lfc typ 1..... | 80 |
| 4.3.3 | Ledningscentral Rrgc/F | 83 |
| 4.3.4 | Transportabel ledningscentral. Rrgc/T | 87 |
| 4.4 | Radioanläggningar. | 89 |
| 4.4.1 | Radioanläggning FMR-10..... | 89 |
| 4.4.2 | Radiotäckning FMR-10 sändaranläggning..... | 91 |
| 4.4.3 | Radiostation TMR-20..... | 94 |
| 4.5 | Utrustning i Flygplanet för styrdata | 96 |
| 4.5.1 | Allmänt..... | 96 |
| 4.5.2 | Antenner. | 96 |
| 4.5.3 | Flygradio | 96 |
| 4.5.4 | Styrdataomvandlare FD10 och FD 11 | 96 |
| 4.5.5 | Datacentralen och indikatorer | 99 |
| 4.5.6 | Signalanalysatorn | 100 |
| 4.5.7 | Manöverenhet 3 (ME3) | 101 |
| 4.5.8 | Radio i flygplan 35 Draken | 101 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.5.9 | Radio i flygplan 37 Viggen | 101 |
| 5 | Systemutprovning, anskaffning och underhåll | 103 |
| 5.1 | Systemutprovning | 103 |
| 5.2 | Anskaffning av styrdatasystemet | 106 |
| 5.3 | Underhåll | 109 |
| 6 | Markradioanläggningar | 113 |
| 6.1 | Sändaranläggning FMR-10 | 113 |
| 6.2 | Antenner | 119 |
| 6.2.1 | Allmänt | 119 |
| 6.2.2 | Riktsrålantenn AU287/051 | 119 |
| 6.2.3 | Rundstrålände antenn HA107/444 | 121 |
| 6.2.4 | Rundstrålände antenn HA74/21 | 122 |
| 6.2.5 | Rundstrålände antenn HA107/844 | 123 |
| 6.2.6 | Krigsreparationssats SD | 124 |
| 6.3 | Övervakningsutrustning SD | 124 |
| 6.4 | Radioanläggning TMR 20 | 125 |
| 7 | Kortfattade tekniska materielbeskrivningar | 131 |
| 7.1 | Specifik digital styrdatamateriel | 131 |
| 7.1.1 | Styrdata i central PS-08 | 131 |
| 7.1.2 | Sammanlagrare 1 | 136 |
| 7.1.3 | Sammanlagrare 2 | 138 |
| 7.1.4 | Styrdataomvandlare FD 10 och FD 11 | 140 |
| 7.1.5 | Signalanalysator | 144 |
| 7.1.6 | Manöverenhet 3 | 146 |
| 7.2 | Modem | 146 |
| 7.2.1 | Inledning | 146 |
| 7.2.2 | Linjetonsändare T1F3/S | 148 |
| 7.2.3 | Linjetonmottagare T1F3/M | 150 |
| 7.2.4 | Radiotonsändare T1G2/S | 151 |
| 7.3 | Radioutrustningar mark | 152 |
| 7.3.1 | Radiosändare FMR-10 | 152 |
| 7.3.2 | Radiostation TMR-20 | 158 |
| 7.4 | Radioutrustning i flygplan | 159 |
| 7.4.1 | Flygradio Fr 13 | 159 |
| 7.4.2 | Flygradio Fr 14 | 160 |
| 7.4.3 | Flygradiomottagare FRM 15 | 162 |
| 7.4.4 | Flygradio FR 21 | 162 |
| 7.5 | Teknisk kontrollutrustning | 165 |
| 7.5.1 | Allmänt | 165 |
| 7.5.2 | Teknisk kontrollmottagare | 165 |
| 7.5.3 | Taktisk kontrollmottagare | 167 |
| 7.5.4 | Meddelandeanalysator (MEDA) | 167 |
| 7.5.5 | Kontrollsändare | 168 |
| 7.5.6 | Funktionskontroll i flygplan av styrdata, signalanalysator och manöverenhet 3 .. | 169 |
| 7.5.7 | Provningsenhet FR | 169 |
| 7.5.8 | Testsändare styrdata | 170 |
| 7.5.9 | Provningsenhet FD | 170 |
| 8 | Logiska kretsar, kretskort och leveransk kontroll vid SRT | 171 |
| 8.1 | Allmänt | 171 |
| 8.2 | Logiska kretsar | 171 |

| | |
|---------------------------------|-----|
| 8.3 Kretskort..... | 173 |
| 8.4 Leveranskroll vid SRT | 178 |
| 9. Förkortningar..... | 181 |

1 Inledning

Avsikten med denna beskrivning är att för framtida intressenter beskriva styrdatasystemet, hur det kom fram, dess funktion, användning och ingående utrustningar. Tyngdpunkten ligger på redovisning av taktiska krav, vad som köptes in, varför det blev som det blev, episoder och händelser. Även kunden och leverantörernas synpunkter redovisas. Läsare som är intresserade av en teknisk fördjupning hänvisas till att söka detta i de beskrivningar som finns vid Flygvapenmuseets Bibliotek E-mail biblioteket@flygvapenmuseum.nu Tfn. 013 283697 i Linköping.

Under slutet av 40-talet och början av 50-talet växte en ny hotbild fram. Sovjetunionen utvecklade bombplan som hade lång aktionsradie, höga fartprestanda och som kunde flyga på höga höjder. Om inga åtgärder vidtogs skulle det medföra att vårt dåvarande jaktflyg inte längre kunde bekämpa dessa flygplan. Under mitten av 50-talet togs Tupolev Tu-16 Badger i operativ drift. Tu-16 hade en toppfart av 960 km/h på hög höjd och en aktionsradie av 4800 km med full last. Tu-16 flygplanet var ett mycket stort hot mot vårt dåtida försvar. 1969 flögs för första gången det kärnvapenbärande bombflygplanet Tupolev Tu-22M Backfire. Dess max. fart på hög höjd var M 1,8 och hade en aktionsradie på 4500 km. Atombomben sågs som ett realistiskt hot.

Den 1 november 1954 presenterade vår dåvarande ÖB riktlinjerna för det svenska försvarets utveckling fram till mitten av 1960-talet. Dessa riktlinjer kom att inleda en ny epok för det svenska försvaret. Bland annat angavs ”*Den stegrade verkan av luftkrigets anfallsmedel skärper kravet på ett verksamt försvar mot dessa. Varken land-, sjö- eller luftstridskrafter kan utveckla sin fulla styrka utan ett effektivt luftförsvar.....*”. Ett på hög höjd anflygande bombförband och som dessutom kunde bära kärnvapen måste mötas och bekämpas innan det kommit in över landets gränser. Mot denna bakgrund utvecklades ”intercepttaktiken” d.v.s. jaktflyget skulle mycket snabbt kunna stiga till flyghöjder på över 12 000 meter och bekämpa det fientliga flygförbandet till och med på mötande kurs.

Det nya svenska jaktflygplanet skulle ha fartresurser på minst en och en halv gånger ljudets samt kunna operera på höjder upp till 15000 m. Mycket höga krav ställdes i övrigt på flygplanet som bland annat skulle kunna operera under dåligt väder och i mörker samt kunna beväpnas med jaktrobotar. Det nya skapelsen blev flygplan 35 Draken som togs i operativ tjänst 1960.

Hotbilden och den accelererade tekniska utvecklingen medförde också att ett nytt och snabbare luftbevaknings- och stridsledningssystem (STRIL 60) erfordrades. Kärnvapenhotet innebar också att nya flygbaser (BAS 60) erfordrades. Hotbilden innebar också krav på ett bättre störskydd för det taktiska radiosambandet mellan stridsledningen på marken och flygplanen i luften och framtagning av ett nytt radiosystem. Systemet benämndes inledningsvis ”Styrradio”. Det skulle vara ett system som kunde överföra taktisk information i form av data till vårt jaktflyg. Rent tekniskt såg man möjligheten att i ett senare skede direkt kunna påverka flygplanets styrsystem. Den tekniska utvecklingen för flygplan och vapen hade medfört att snabbhetskraven för funktionskedjan- målupptäckt, insatsbeslut och överföring av information till föraren i luften- hade ökat markant.

Nedanstående tabell, som är tagen från en artikel i Teknisk tidskrift, skriven av Kjell Mellberg SRT, ger en grov uppfattning om hur man såg kravförändringen från målupptäckt till bekämpningsorder i flygplan:

| Stridsledningssystem. | Flygplanshastighet. | Metod. | Reaktionstid sek. |
|------------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------|
| • < Stril 50 | 0,3 Mach | Människa -människa | 120-300 |
| • Stril 50 | 1,0 | Radarplottning | 30-60 |
| • Stril 60 | 1,5 | Människa -dator | 6-10 |
| • ”Stril 70” | 2,5 | Datorstyrd | < 5 |

I en anvisning från 1940-talet som beskriver luftbevakningsfunktionen står följande att läsa.

”När luftbevakningsposten på ett Ls-torn observerar flygverksamhet beställer han ett luftförsvarsamtal till Lc , uppkopplingstiden kan normalt ligga på 1 min. När telefonisten vid Lc svarar läser han upp sin rapport. Lc telefonisten skriver då ner rapporten på en mottagningsblankett och överlämnar den sen till expeditionschefen. Därefter går rapporten vidare till en kartritare som ritar in rapporten på en karta som denna har framför sig. Vid kartan sitter också en rapportör som rapporterar de uppgifter som markerats till en jaktcentral Jc. Kartmarkören i Jc, som tar emot rapporten, markerar den på ett kartbord. De kan därifrån med ledning av markeringarna på kartbordet ge jaktförband erforderliga order och orienteringar. Det är en lång väg som rapporterna skall vandra och det tar lång tid. De fientliga flygförbanden kan ha ändrat kurs flera gånger och släppt sin bomblast innan vårt jaktflyg hinner starta”.

En reaktionstid på 4 minuter uppgavs som tämligen normal.

Ovan angivna hotbilder, dåvarande systems brister och de tekniska utvecklingsmöjligheterna blev upptakten till en unik svensk utveckling av ett nytt datoriserat luftbevaknings- och stridsledningssystem. I systemet var målinformationshanteringen och stridsledningsberäkningarna datoriserade. Systemet, som kom att kallas Stril 60, väckte internationell uppmärksamhet och kom att användas under en tidsperiod av 40 år. Stril 60 är benämningen för hela det strilsystem som byggdes upp under 60-talet innehållande stridsledningscentraler, radarstationer, radiolänk och radioutrustning. Kärnan i detta system var de moderna luftförsvarscentralerna och radargruppcentralerna med sina digitala datautrustningar.

För informationsöverföringen mellan stridsledningscentral och flygplan i luften togs ett nytt radiosystem fram som möjliggjorde dataöverföring. Radiosystemet benämndes **Flygvapnets Styrdatasystem.**

På ledningssidan hade stora förändringar skett under 50-talet. Strilsystem m/50 som var under uppbyggnad var helt manuellt och arbetade för långsamt för att effektivt kunna leda flygplan med de hastigheter som skulle bli aktuella på 1960-talet. Ett nytt stridsledningssystem Stril 60 var beslutat. Från England köptes fyra nya radarstationer som benämndes PS-08. Med PS-08 inleddes ny epok inom luftbevakningen. Radarstationens räckvidd var mycket stor, upp till 50 mil, och dess förmåga till målupptäckt av föremål på hög höjd var mycket god. Däremot hade man inte löst låghöjdstäckningen över land. Till radarstationerna uppfördes ledningscentraler som benämndes PS-08 OP-rum. Dessa togs i operativ drift under början av 60-talet.

Parallellt med utbyggnaderna av de moderna luftförsvarscentralerna (Lfc 1 och Lfc 2) utbyggdes bredbandiga radiolänkförbindelser. När Lfc 1 togs i operativ drift 1964 kunde informationen från bl.a. PS-08 bredbandigt inlänkas till ledningscentralen. Där databehandlades målinformationen och luftläget kunde presenteras elektroniskt på indikatorer, så kallade PPI-er, samt på en storbild. Alla befattningshavare i centralen hade nu samma presentation av luftläget som redovisades kontinuerligt och i nära realtid. Detta att jämföras med det manuellt skötta plottnings-bord som fanns i Lfc m/50 med uppgifter från radar- och optisk luftbevakning.

Standard Radio & Telefon (SRT) i Sverige hade under 50-talet fått en beställning av FOA på att studera och ta fram en studieutrustning för digital automatisk målföljning. I anslutning till detta fick SRT en beställning på framtagning av ”Dator-, presentations- och kommunikationsutrustning” för PS-08 OP-rum. Avsikten med denna utrustning var att man skulle kunna påbörja digitala prov med begränsad datastridsledning mot målföljda flygplan. Systemet med datastridsledning från ledningscentralen vid PS-08 (kallades även för Stril 59 och

experimentmålföljning m/59. Ett annat namn som även användes var Baby-LOS, där LOS betyder luftbevakning och stridsledning). Till detta system utvecklades styrdatasystemet med överföring av digital ledningsinformation från radarstationen till flygplan. PS-08 behöll under alla åren sitt OP-rum. Med detta erhöles en reservfunktion för luftförsvarscentralerna.

Marconi fick 1959 en beställning på att ta fram utrustning till två stora ledningscentraler som benämndes Lfc typ 1. Dessa blev stommen för stril 60 systemet. Här infördes ett avancerat automatiskt målföljnings- och taktiskt stridsledningssystem uppbyggt med digitalteknik som för styrdatasystemet bibehölls tills mitten av 90-talet.

Tekniken gick snabbt framåt och medgav att nya och betydligt mer avancerade operativa krav kunde ställas. Låghöjdsradar i form av PS-15 anskaffades till det svenska försvaret. Informationen till Lfc typ 1 ökade vilket fick till följd att 8 st radargruppcentraler Rrgc/F anskaffades. De utgjordes av en fortifikatoriskt skyddad radargruppcentral med tillhörande ledningscentral betydligt mindre i storlek än Lfc typ1. Beställningen på ledningscentralsystemet lades på SRT. Med kraftfullare datorer erhöles bland annat en betydligt säkrare och bättre automatisk målföljning än vad som kunde åstadkommas från de tidigare ledningscentralerna. Rrgc/F var anslutna till Lfc typ1 men kunde även operera som autonoma ledningscentraler samt generera och skicka styrdatameddelanden. Det första Rrgc/F togs i operativ drift 1966.

Införandet av styrdata till flygplan skedde 44 år efter det att löjtnant Flemming och ingenjör Fransson år 1916 genomfört de första lyckade försöken med radiosamband mark-flyg och 36 år efter det att luftbevakningen hade sin trevande start med ett misslyckat försök att på radio föra över information till flygplan. Övergången från muntligt överförd information till flygföraren till överföring av taktiska data direkt från stridsledningens datorer till flygplanets instrument var ett mycket stort steg. Ett tekniskt mycket stort svenskt genombrott, som väckte stor internationell uppmärksamhet, hade skett. Att införandet av styrdatasystemet var framsynt visas bland annat av att det kom att vara i operativ funktion under 45 år.

Som avslutning på inledningen kan nämnas tidningen Expressen som den 2 augusti 1960 ”chockade” initierade med en artikel på två helsidor som utförligt beskrev det ännu inte provade styrdatasystemet med målstyrning med bland annat följande slutsats:

*” **Piloter i moderna jaktplan blir instrumentövervakare. Nej det är inget trolleri. Det är teknikens triumf över de mänskliga sinnenas begränsning och ofullkomlighet. Automatikens sinnrikhet håller allt mer på att förvandla piloten till ”övervakare” vid instrumenten än utförare av deras order och anvisningar**”.*

I följande kapitel beskrivs historiken om hur det Svenska flygvapnets styrdatasystem med automatisk målföljning kom till, hur det först var tänkt att operativt nyttjas samt hur det slutligen blev.

2 Hur det Svenska styrdatasystemet kom fram

2.1 Beredningen vid Flygstaben (Fs) och Kungliga flygförvaltningen (FF)

En första skiss för det nya Svenska Stridsledningssystemet modell 60 (Stril 60) togs fram 1954. Vid en konferens i Uppsala 1955 samlades landets experter inom området för att utforma kraven och 1957 hölls en internatkonferens där mera definitiva riktlinjer för systemets uppbyggnad framtogs.

Från mitten av 50-talet startade diskussioner inom Flygstaben och FF om en "styrradio" som skulle kunna överföra meddelanden från stridsledningscentral till flygplan. Information om detta hade troligen uppsnappats från USA eller England där denna möjlighet också diskuterats. Diskussionerna om styrradio sammanhänge nära med utvecklingen av det nya stridsledningssystemet med automatisk målföljning/ledning av jaktflygplan.

Till en början användes benämningen "styrradio" för systemet. Den tekniska möjligheten att från marken med data direkt kunna påverka flygplanets styrautomat diskuterades. Den överförda informationen skulle i dylikt fall påverka "flygplanets roder". När man kom till insikt om de problem och risker som detta skulle innebära begränsades målsättningen till att överföra order och information till piloten och benämningen för systemet ändrades senare till "styrdata" som bättre motsvarade dess funktion.

I denna historik användes de benämningar som var i bruk vid aktuell tid.

Det skulle visa sig att den tekniska lösningen skulle bli en inom FF intern het fråga som inte fick sin lösning förrän under 50-talets senare del. En av anledningarna till den långvariga och intensiva diskussionen inom FF var att vissa lösningar innehöll digitalteknik som var okänd för de flesta tekniker vid denna tidpunkt och att beslutsfattare kände tvekan att acceptera oprövad teknik för en så viktig funktion som ledning av flygplan. En annan anledning står att finna i att det vid flygförvaltningen/FMV alltid funnits starka personer med stort tekniskt kunnande och som med kraft drivit sina idéer. Två sådana personer var Ove Norell och Torsten Bergens, båda byråchefer och med var sitt förslag till teknisk lösning. Norell chef för radiobyran med förslag att använda digitalteknik och radioöverföring på VHF-frekvenser, Bergens med en lösning baserad på en befintlig navigationsutrustning (DME) som genom modifiering även skulle kunna överföra stridsledningsinformation.

I Krigsarkivet finns ett stort antal handlingar från denna debatt dels i Ove Norells arkivsamling, dels i Radio-, Flygelektro- och Radarbyråernas arkiv samt i arkivet från flygstabens signalavdelning.

Arbetet med att ta fram ett kraftfullt sambandsmedel för samband mellan mark och flygplan fick en rivstart med ett möte på FOA i oktober 1954. Deltagare var berörda linjechefer på FF och Flygstaben. Två arbetsgrupper utsågs. En med byråchef Ove Norell som ordförande. Denna grupp fick i uppdrag att före årets slut framlägga ett förslag till utformning av styrradiolänken. I december var gruppen klar och dess sekreterare inlämnade ett preliminärt förslag. Förslaget behandlade erforderlig information i båda riktningarna, samt vilken noggrannhet som krävdes, vilken

informationstäthet man skulle räkna med i de olika faserna av en jaktstrid. Där redovisades också tankar på hur informationen skulle presenteras för piloten. I januari 1955 kom den fullständiga rapporten som nu även innehöll en omfattande redogörelse över vilken fientlig motverkan som systemet skulle motstå.

Arbetsgruppens resultat efter tre månaders arbete måste betraktas som enastående och imponerande när man nu efter nästan 50 år kan se och jämföra hur "styrradion" utvecklades och har fungerat. I stort gäller flera av kraven dagens utformning av styrdata.

Förslaget överlämnades till den andra gruppen ledd av Flygdirektör Bergens. Denna grupp hade i uppdrag att föreslå hur länken skulle realiserats rent materiellt. Nu startade en dragkamp mellan olika tekniska lösningar.

Norells på radio baserade lösning och Bergens med sin DME-baserade blev ganska snart de två huvudalternativen. Det av Ove Norell föreslagna alternativet byggde på en digital binär överföring av styrdata från ledningscentral till jaktflygplan. Den tekniska ansatsen hade utarbetats av SRT och innebar att datameddelanden som erhöles i binär form i ledningscentralens dator överfördes digitalt smalbandigt över tråd/radiolänk till utplacerade radiosändare för överföring till jaktflygplan. Radioöverföringen kunde göras smalbandig med 50 kHz bandbredd, vilket underlättade störskyddet mot de kraftiga störsändare som anfallande bombförband förväntades ha.

Torsten Bergens förslag med DME avsåg dåtidens navigeringsutrustning som på marknaden bestod av två utrustningar PN-601 "Anita" för avståndsbestämning och PN-521 "Barbro" för hjälp vid inflygning till landning. I flygplanen fanns en utrustning benämnd PN-59 med tillhörande instrument.

PN-601 hade frekvensområdet 218 - 242 MHz och fungerade så att flygplanet skickade ut en puls (frågepuls) till önskad DME-station varvid denna svarade med en svarspuls. Ur tidsskillnaden mellan frågepulsen och den i flygplanet mottagna svarspulsen kunde avståndet till DME-stationen beräknas. Bandbredden hos utrustningarna var 2,8 MHz vid 6 dB.

PN-521 hade frekvensområdet 208 till 249 MHz och gav inflygningshjälp (kurs och glidbana genom att dividera höjden med avståndet) och kan jämföras med dagens ILS-utrustning. I flygplanet presenterades informationen på samma instrument som avståndet.

Fld Bergens förslag var att använda detta system även för överföring av styrdata. Samma utrustning skulle användas för två helt skilda ändamål, som styrdatamottagare under strid och som navigerings- landningshjälpmedel vid hemflygning och landning. Detta var ett starkt argument för DME-lösningen då fpl 35 var fullbestyckat med olika utrustningar.

För att få in den nya funktionen erfordrades omfattande modifieringar av främst den flygburna utrustningen PN-59. PN-59 skulle förses med tre extra "strober" för att kunna omvandla de planerade fyra styrdataundermeddelandena. Varje strob kunde omvandla tiden mellan två pulser till analog drivspänning till styrradioinstrumenten. För att täcka landet beräknades 12 markanläggningar PN-510/F med vardera en huvudfyr och två bifyrar behövas och för att distribuera styrdata från lfc till fyrarna erfordrades 7 st särskilda sändare för dataöverföring PN-511.

Men det fanns även andra förslag:

Bd E. Ljungdahl på radarbyrån kom hem från en studieresa i Frankrike med en lösning baserad på "aléatoire-radar" med carcinotronstyrning och chefen för radarbyrån J-F Hamilton utarbetade en skiss med en radarstation kopplad till en styrd parabolantenn för varje jaktföretag.

Efter två års utredande och diskuterande började det bli kritiskt att få fram styrradio till flygplan 35 som enligt planen skulle gå ut på förband i början av 1960-talet. För att komma till beslut anordnade avdelningschefen Henrik Lindgren en konferens den s.k. Fribergkonferensen i december 1956. Syftet var att tvinga fram en samsyn på vilken teknik som skulle användas.

Denna målsättning uppfylldes tyvärr inte. Visserligen var Norell och Bergens förslag de som dominerade resonemangen men inget avgörande dem emellan kom till stånd.

I sin sammanfattning säger CEL att inga nya argument framkommit och att man som hittills bör satsa på båda systemen.

Både Norell och Bergens var skickliga, verbala och tekniskt kunniga.

Norell var den större taktikern och hävdade att hans lösning hade framtiden för sig varemot Bergens DME redan var ett system under avveckling (utom i Sverige) och hade problem med frekvenstilldelning. DME torde kräva höga underhållskostnader pga. ingående analoga omvandlingar mellan stridatavärden till tidsavstånd mellan pulstider som sedan i flygplanet skulle omvandlas till drivspänningar till instrumenten.

Norell hade också god hjälp av Standard Radio och Telefon AB (SRT) som på Norells uppdrag tagit fram en demonstrationsutrustning för digital signalering. Bergens DME-förslag belastades av att Svenska Philips som var leverantören av DME-utrustningar var tveksamma till de föreslagna modifieringarna och att de angav långa leveranstider för både utveckling och serietillverkning.

Från 1957 och fram till hösten 58 har inga dokument påträffats men säkerligen fortsatte argumentationen om störsäkerhet och om troliga kostnader för att tillverka materielen enligt de två huvudkonkurrerande systemen. På SRT pågick länkstudier och offertarbete för PS-08 OP-rum. I november berättar Börje Grängsjö ELR (Elektronikavdelningens radiobyrå) att han bevittnat en demonstration av en datalänk som kunde överföra 1060 bits/sek och han skissar hur denna typ av länk kan överföra data från ett lfc via radiolänk till en marksändare för överföring till flygplanmottagaren.

Något slutligt dokument har inte gått att hitta där en beslutsfattare tydligt tar ställning för alternativet med radioöverföring och digital signalering. Troligen gick det till så att SRT i sitt arbete med PS-08 OP-rum utvecklade styrdatasystemet mer och mer samt visade att det gick att genomföra.

Bakom den tekniska utvecklingen av ett styrradiosystem låg de operativa kraven som ställdes av CFV genom flygstaben. Sammanfattningsvis kan sägas att man från operativa utgångspunkter krävde ett system med:

- Ökad snabbhet
- Ökad säkerhet inklusive sekretess
- Ökad kapacitet.

Vid Krigsarkivet finns ett stort antal protokoll arkiverade dels i Ove Norells privatsamlingar dels i Radio-, Flygelektro- och radarbyråernas arkiv samt även i arkivet från Signalavdelningen vid Flygstaben.

I avsnitt 2.3 visas utdrag ur vissa av protokollen som bedömts vara intressanta.

Detta är i huvudsak en teknisk beskrivning över styrdatasystemet med datainformationskällor samt behandling och presentation i flygplanet.

Anledningen till att den automatiska målföljningen och att styrdatasystemet infördes var att taktiskt kunna stridsleda våra jaktflygplan och möta de resurser som en motpart förväntades att ha.

Tekniskt visade det utförda arbetet med PS-08 systemet att automatisk målföljning och stridsledning var fullt möjlig med digital binärbehandlad teknik som SRT utfört.

Det taktiska pionersarbetet var minst lika omfattande som det tekniska. Här gällde det att helt släppa rutinerna från den optiska luftbevakningen och tänka i andra banor.

Det stora genombrottet var utvecklingen av Lfc typ 1.

Gudmund Rapp från flygstaben och ingenjör Sven Sjögren från flygförvaltningen utarbetade mot slutet av 50-talet den systemskiss som utgjorde grund för de offerter som senare lämnades av Decca och Marconi. Offertunderlagen var tillräckliga för att möjliggöra det rätta valet av system: Decca eller Marconi, valet föll på Marconi. När Marconi utsetts som leverantör återstod det stora och viktigaste arbetet nämligen att steg för steg och detalj för detalj, omsätta de operativa kraven till ett fungerande tekniskt-operativt system. Detta arbete kom under de närmaste åren att från flygstabens sida ledas av Sven-Olof Olson i nära samarbete med KFF närmast FF/ELB med Olle Hörberg som chef. Det var en stor arbetsuppgift som krävde mycket stor innovativ förmåga hos deltagarna eftersom att något motsvarande system som man kunde ta erfarenheter av inte var känt. Arbetet var mycket omfattande och lade grunden till det som under 30- 40 år skulle komma att bli ett svenskt världsledande taktiskt system. Arbetet resulterade 1959 i en beställning till Marconi i England som i storlek och innehåll överträffade allt som hittills var känt i Europa. Marconi uppgav att funktionen och kraven låg 10 år före andra kända kravställningar för motsvarande system.

Samarbetet mellan Flygstaben, Flygförvaltningen och Marconi (när beställningen lagts) var mycket effektivt. Byråkrati och prestige undveks vilket bidrog till att ett komplicerat tekniskt system kunde utvecklas under kort tid. Under utvecklingsarbetet vid Marconi hölls ett stort antal progressmöten där kraven omvandlades till operativa tekniska detaljlösningar. Det är omvittnat hur Marconi imponerades av kompetensen hos den svenska motparten och hur dessa under möten kunde arbeta fram lösningar som under sittande möte beslutades. Lösningar som visade sig vara riktiga.

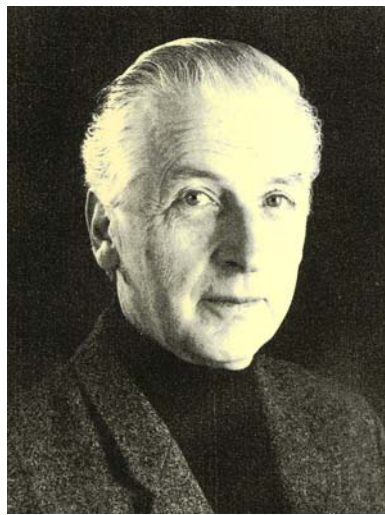
Lfc typ1 blev det stora genombrottet för det svenska ledningssystemet med automatisk målföljning och taktisk stridsledning av jaktflygplan baserat på digitalteknik.

Många var de utländska besökarna vid ledningscentralerna som förundrades över att Rrjal vid ledningscentralen kunde leda jaktflygplanen mot tilldelade mål utan att tal utvecklades.

2.2 Nyckelpersoner inom Flygstaben och FF vid framtagning av styrdatasystemet.

När det gällde de operativa kraven som uppställdes under 50-talet kan namn som Gudmund Rapp, Carl-Ulrik Lundgren och Olle Carlsson nämnas. Under genomförandet av Stril60 var Sven Olof Olson en centralgestalt.

För att realisera de krav som ställdes på styrradiosystemet krävdes stora resurser. Av den anledningen blev många personer vid flygstaben och flygförvaltningen engagerade. Inom flygstaben las denna typ av arbetsuppgifter på signalavdelningen



Carl-Gustav Simmons

Från flygstabens signalavdelning måste främst dess chef **major Carl-Gustav Simmons** nämnas. Han var en teknisk kunnig och mycket uppskattad person som hade förmåga att sätta sig in i såväl behov som i de konkurrerande systemens lämplighet för funktionen. C-G Simmons blev Fänrik i Flygvapnet 1941, Löjtnant 1943, Kapten 1948, 1949 militär assistent vid FOA, Major 1955, Överstelöjtnant 1957 och Överste 1964. Mellan åren 1953 till 1961 var han chef för Flygstabens signalavdelning och hans fylliga och välskrivna protokoll vittnar om en stor insyn och kompetens i de tekniska områden som signalavdelningen handlade. Han deltog i möten för styrradiosystemet under hela den period som beredningsprocessen pågick. 1961 blev C-G Simmons Baschef vid F18 och tjänstgjorde som vikarierande flottiljchef vid ett flertal tillfällen. 1964 Var Simmons sektorledare vid F10 efter ett antal år i civil tjänst återvände han till flygvapnet och blev chef för F12 mellan åren 1970 – 76.

1983 gav Simmons ut en bok med titeln Människor emellan ”Från rop till radio, en bok om kommunikationer från Hedenhös mot våra dagar”. I ingressen till boken står det ”När Carl Gustav Simmons flög längs den svenska västkusten som neutralitetsvakt 1940, hade han all anledning att fundera över det här med kommunikation människor emellan. Dels försökte han att hålla liv i en knastrande radio, dels grundade han över hur den mänskliga kommunikationen kunde bryta samman så totalt att en hel värld sattes i brand”.

Simmons hade bakgrund och kompetens att sätta sig in i och bedöma vilket av styrradioalternativen som var bäst och lämpligast att använda. Vid ett samtal, augusti 2004, berättade Simmons för denna skrifts författare att det för honom var helt självklart att Ove Norells digitala förslag med VHF radio var det bästa.



Björn Hedblad

Björn Hedblad anställdes den 1/10 1966 vid flygstabens signaltjänstavdelning. Han var bland annat ansvarig för tal- och datakommunikation med flygplan och var därmed också ansvarig för styrdata. Hedblad blev chef för signaltjänstavdelningen en tjänst som han hade fram till sin pensionering. Björn Hedblad hade lätt för att sätta sig in i tekniska frågeställningar och kunde lättförståeligt hävda taktiska krav varför samarbetet med handläggarna vid FMV löpte friktionsfritt. Han var en mästare på att snabbt få fram ett CFV beslut.

Björn Hedblad gick bort år 2003



Ove Norell. Foto Statens Provningsanstalt.

Vid FF utfördes den tekniska beredningen och teknisk handläggning. Först av alla vid FF måste **överingenjör Ove Norell** nämnas, det var han som lanserade den digitala lösning på VHF för styrradio och som under beredningstiden inte vek från sin uppfattning utan drev denna lösning fram till dess realisering.

Ove Norell växte upp i Ulricehamn och tog studentexamen i Jönköping 1934. Efter en två årig kurs vid Kungliga Telegrafverket tog han Telegrafassistentexamen och tog därefter anställning som extra telegrafassistent vid Rikstelefonbyrån i Stockholm. Efter civilingenjörsexamen vid KTH 1941 anställdes Ove Norell vid Kungliga Marinförvaltningen för konstruktionsarbete inom radarområdet. 1942 – 1943 fortsattes detta arbete i Statens uppfinnarnämnds regi. Från 1943 - 1946 var Ove Norell anställd vid Kungliga Telegrafverkets radiobyrå med konstruktions och provningsarbeten inom ultrakortvågs- och trådradioområdena. Han arbetade parallellt med detta som lärare i ultrakortvågsteknik vid Kungliga Tekniska Högskolan. Därefter blev Norell anställd vid SAS/ABA åren 1946-1951 som chef för radiosektionen, tf chef för utrustningsavdelningen, bitr. chef för tekniska kontoret och chef för kommunikationsavdelningen. 1951 fick Ove Norell anställning vid Kungliga Flygförvaltningen (FF) och en tjänst som byrådirektör och chef för radiosektionen. Det var en tekniskt välmeriterad person som anställdes och som snabbt avancerade på sin arbetsplats. 1954 blev Norell Byråchef och mellan 1961-66 Överingenjör och chef för Telebyrån. 1966 slutade han vid FF. Att Ove Norell var en uppskattad chef vid FF vittnar ett brev om från Chefen för Elektronikavdelningen Henrik Lindgren skrivet till Chefen för FF:

”I mars detta år har överingenjör Ove Norell avböjt ett förlängt förordnande efter den 1/7 1966. Enligt min uppfattning vore det mycket olyckligt för de militära förvaltningarna om Ove Norell avginge från sin tjänst 1 juli 1966. Omläggningen av den militära förvaltningsorganisationen skall ytterliggare utredas och det kommer att ta minst två år innan den nya organisationen kan träda i kraft. Norell som bl.a. självständigt under CFF har ansvaret för utbyggnaden av telekommunikationerna för den militära regionala ledningen bör från sin position inom förvaltningsorganisationen få tillfälle att bidra med sin stora tekniska, ekonomiska och administrativa kunskap till utformningen av den nya organisationen. Han har redan tidigare som sakkunnig varit knuten till den av Hugo Larsson gjorda utredningen och kommit med många synnerligen värdefulla bidrag. Under den tid som kommer att präglade de båda närmast kommande åren är det utomordentligt angeläget att behålla Norell på sin post som telebyråchef. Därför vill jag föreslå att förhandlingar om kontraktsanställning inleds med Norell snarast möjligt”

Henrik Lindgren avsåg den stora organisationsförändringen från FF till FMV. Förhandlingarna med Ove Norell lyckades inte ur FF synpunkt utan han slutade och bedrev egen konsultverksamhet fram till sin anställning 1971 som Generaldirektör vid Statens Provningsanstalt där han stannade till 1977. Ove Norell fick följande vitsord när han slutade vid Statens Provningsanstalt.

”Under Ove Norells tid som Generaldirektör vid Statens Provningsanstalt har SP genomgått sina största förändringar sedan starten 1920 som självständig myndighet. En helt ny provningsanstalt har vuxit fram. Det gäller även i rent bokstavig mening genom SP omlokalisering till Borås, där verksamheten nu bedrivs i nybyggda och ändamålsenliga lokaler med modern utrustning.

Ove Norell har gjort avgörande insatser för att SP i framtiden skall kunna fungera väl som Sveriges officiella provningsanstalt och samordnande myndighet för provning, kontroll och meteorologi. Denna utveckling bidrog Ove Norell till redan innan han kom till SP då han på Kungl Maj:ts uppdrag utredde SP:s framtida verksamhet.

SP tackar Ove Norell varmt och uppriktigt för insiktsfulla och uppoffrande insatser under det hittills viktigaste skedet i SP:s historia. Styrelsen och personalen vill med detta erinra om betydelsen av Ove Norells arbete.”

Norell hade även ett antal andra uppdrag som ordförande i forskning rörande kärnkraftens säkerhets och miljöfrågor 1972-75, Statens kärnkrafts inspektion 1974-79, programrådet för radioaktivt avfall 1975-81, Standardiseringsutredningen 1978-80, styrelseledamot i Svenska rymdaktiebolaget 1972-83. Energisparkommittén 1978-81, styrelseledamot i Standardiseringskommissionen 1976-77.

Ove Norell gick bort den 13 augusti 1989.



Torsten Bergens

Torsten Bergens tog civilingenjörsexamen vid KTH 1948 och anställdes den 1/1 1949 som byråingenjör hos utrustningsbyrån elektriska sektionen vid FF. Från den 1 juli 1957 blev Bergens byråchef och chef för flygelektrobyrån och utsågs den 1/7 1961 för att under 6 år vara överingenjör med överstes tjänsteklass. En kortare period under 1959 fick Bergens tillåtelse att representera Saab i samband med anbudslämning av flygplan 35 till Schweiz. Bergens torde vara den förste som insåg nödvändigheten av sätta föraren i centrum för systemuppbyggnaden i de för sin tid mycket avancerade ensitsiga stridsflygplan som började tas fram i Sverige från 50-talets mitt. Han insåg också de möjligheter att bygga ett både funktions- och presentationsmässigt integrerat elektroniksystem, som den snabba tekniska utvecklingen som var på gång på elektronikområdet medförde och hade kraften att genomföra många av sina banbrytande idéer. 1966 tilldelades Bergens Thulinmedaljen för sina konstruktiva insatser. Efter denna period begär Bergens avsked från FF (den 30/6 1967). Tillförordnade chefen för Flygförvaltningen Lars Brisning ger i samband med detta Bergens följande vitsord. *”Bergens har stor arbetsförmåga, Han fordrar mycket av sina medarbetare, mycket av sina motparter och lika mycket av sig själv”.*

Bergens tog därefter anställning vid AGA där han blev anställd som överingenjör.

Torsten Bergens gick bort 1989.

Flygdirektör K G Berg tog civilingenjörsexamen på KTHE 1941 och anställdes samma år på flygförvaltningen. Berg tog initiativ till svensk tillverkning av en flygradiopojlmottagare, varvid han utgick från en amerikansk Bendix-station. Han var upphovsmannen till den Talande radiofyr på UKV som AGA under ett antal år tillverkade och levererade till Flygvapnets flottiljer och som även salufördes på världsmarknaden. Berg var en skicklig konstruktör som bl a tidigt utnyttjade den nya transistortekniken. Han ledde t ex även utvecklingen av Fr 17 på labbet på Linnégatan i

Stockholm. Berg höll också i styrdatautprovningen i Tp 52 Canberra. Han slutade på FF under andra hälften av 60-talet. Berg tillämpade sina kunskaper även på andra områden och utvecklade t. ex. elektronik till fjärrvärmeverket i Västerås, konstruerade temperaturstyrda värmeregleringar för bostadshus m.m.



Lennart Linstam FMV/ELT 2.

Lennart Linstam tog civilingenjörsexamen vid Chalmers Tekniska Högskola och efter en tid som lärare där anställdes Linstam 1962 i Flygvapnet med placering på Flygvapnets Radarskola (FRAS) som då fanns på fd sjöflygflottiljen F2 i Hägernäs. Linstam var ansvarig för drift och underhåll av utbildningsmateriel inklusive radarstationer vid skolan. 1965 värvades Linstam till dåvarande Kungliga Flygförvaltningens radiobyrå och blev 1966 utsedd till sektionschef med ansvar för radiokommunikation mark till flygplan. Under Linstams tid som chef genomgick radiosambandet med flygplan genomgripande förändringar. På flygplatserna omutrustades såväl torn som KC med nya radiostationer RK-03 och manöverutrustningen MARA. På strilanläggningar infördes UHF som komplement till VHF och den tidigare helt dominerande AM-moduleringen ersattes med FM. Styrdatasystemet fick sin slutliga utbyggnad och utformning under Linstams tid. Linstam kom att ägna mycket tid åt studieuppdrag på såväl svensk som utländsk industri för att få fram hjälpmedel att använda vid specificering och validering av nya radiokoncept såsom TDMA och CDMA. Dessa studier byggde upp den kunskap vid FMV och hos anlidade konsultföretag, som var en förutsättning för att kunna starta utveckling av FV nya radiosystem som planerades ingå i Gripen, StriC och Bas 90. Från 1986 och till sin pensionering 1991 var Linstam projektledare för detta system.

Börje Grängsjö var anställd vid flygförvaltningens radiobyrå och var aktiv under senare delen av 50-talet och under de första åren av 60-talet med styrdatasystemet där han med sin tekniska kunskap bidrog med värdefulla insatser. Deltog även vid framtagningen av Lfc typ1. Grängsjö anställdes därefter vid SRT för att senare gå över till Ericsson i Göteborg.

Bengt Lundqvist. Efter civilingenjörsexamen vid Chalmers 1948 tog Lundqvist anställning på LME och arbetade på Nätsektionen belägen i Stockholm. Till försvaret kom Lundqvist i mitten av 50-talet - först till Marinens labb på Lidingö och sedan till Telebyråns radiosektion. I denna befattning hade han hand om försvarets radio- och navigeringsutrustningar däribland flygvapnets styrdatasystem som var under

uppbyggnad. Under tiden fram till 1965 då han efterträdde Norell som byråchef drev Bengt Lundqvist styrdataprojektet såväl administrativt som tekniskt . Lundqvist var en av dem som tidigt insåg att dåvarande teknik för att ernå störsäkerhet (högeffektsändare och riktantenner) var vid vägs ände och tog 1975 initiativ till studier om bandspridningsteknik. Första studien innebar framtagning av en snabb frekvenssyntetisator för en frekvenshoppande radiostation.

1978 avgick L med avtalspension och efterträdes som byråchef av Tom Cassel.

Arne Pramberg var handläggare för styrdatasystemet vid radiobyrån under slutet av 50- och början av 60 talet där han stod som teknisk handläggare för ett stort antal beställningar till SRT. Pramberg anställdes därefter vid TUAB i Stockholm.

Rune Brodén blev handläggare för styrdatasystemet vid radiobyrån efter Arne Pramberg fram till 1965 då han lämnade radiobyrån för att ägna sig åt andra arbetsuppgifter inom flygförvaltningen.



Olle Söderbäck

Olle Söderbäck var infödd stockholmare. Efter civilingenjörsexamen på KTH teletekniska linje rekryterades han till det nystartade företaget Teleutredningar AB (TUAB). TUAB hade bildats av svensk försvarsindustri för att genom konsulttjänster stödja försvaret i den akuta brist på kvalificerade tekniker som FF led av under efterkrigstiden. Som konsult arbetade Olle Söderbäck till sin pensionering huvudsakligen åt radiobyrån på FF.

Alla kvalificerade överväganden och vägval som gjordes på radiobyrån fram till 1990-talet medverkade Olle Söderbäck i. Han var den främste bidragsgivaren till sk spelkort och Teknisk Prognos (TP) för radiosystem. För styrdatasystemet medverkade Olle Söderbäck redan från de första flygprovningarna och var sedan tongivande konsult för systemet.

Olle Söderbäck var en ovanlig kombination av kunskapsmässig överlägsenhet och timid framtoning.

Alf Jedving Teleplan arbetade som teknisk konsult med styrdatasystemet. Han deltog vid leveranskontrollerna av FMR-10 samt specificerade kompletterande utrustningar som nya antenner, ny drivsändare samt övervakningsutrustning. Jedving gjorde även beräkningar av räckvidder vid avsiktlig störning av FMR-10.

2.3 Utdrag ur protokoll från beredningsfasen 1954 – 1958.

Under den långa och segslitna beredningsprocessen av styrradiosystemet vid FF hölls ett stort antal möten och sammankomster där de två alternativa förslagen till styrradio behandlades. Det följande är utdrag ur de protokoll som påträffats med bibehållandet av det språkbruk som använts i protokollen. De kommentarer som ges efter varje protokollsutdrag är författarens kommentarer med försök att efter 50 år analysera vikten av diskussionerna och besluten.

9/11 1954 Detta är det första protokollet som har hittats och som berör Styrradio.

Deltagarna var:

- Bch Norell ELR
- Maj Simmons FS/S
- Kpt Lindblom FS/Op
- Kpt Rapp FS/Op
- Kpt O Carlsson FOA3
- Ing Zetterberg FOA3
- Kpt Wachtmeister ELR

I protokollet står att man vid ett tidigare möte på FOA3 (27/10 54) bildat två arbetsgrupper för framtagning av Styrradio med följande uppgifter för de båda arbetsgrupperna:

Grp. 1. Uppgift att fastställa de viktigaste kraven på styrradio och utgöra ansvarigt forum för de under utvecklingsarbetet erforderliga modifieringarna av dessa krav som en teknisk möjlig lösning av frågan kan nödvändiggöra.

Deltagare:

- Från FF Norell ordförande, Wachtmeister.
- Från FS Berglund, Lindbom, Rapp, Simmons
- Från FOA Carlsson, Ljungdahl, Risberg, Zetterberg.

Grp. 2 Uppgift att ombesörja den tekniska utvecklingen av en användbar styrradio.

Deltagare:

- Från FF Berg ordförande, Bergens
- Från FOA ej utsedda

Fientlig störning var under hela utvecklingstiden ett stort hot mot systemet och man var medveten om att fientliga bombplan medförde störsändare. Följande direktiv gavs till AG-1:

- 1) Flygburna störsändare ha en uteffekt av 50W eller 500W (två alternativ)
- 2) Markstationens uteffekt 2 kW
- 3) Talkanalen utstöres vid ”vitt brus” och ett signalstörförhållande <1.

Följande information skall erhållas över styrradion.

| Information | Minimikrav | Önskemål |
|-----------------------|--|--|
| I. Kursinformation | Sväng höger vänster 5, 15, 45, 180° | 0-360° alt. höger/vänster, 0-180° |
| II. Höjdinformation | Stig/Dyk 500, 2000, 5000m | Flyghöjd alt.1. 0-20 km alt.2. Stig/Dyk 0-10km |
| III. Målinformation | Avläggset, nära, kontakt. | Avstånd, höjd, sidvinkel |
| IV. Taktikinformation | Taktikfall: 3st | |

Kommentar: Vilka som tagit fram kraven enligt ovan kan inte hittas i tillgänglig dokumentation eller från personer som har kontaktats. Internationella tidningsartiklar har hittats i Ove Norells arkiv där förslag till dataöverföring från mark till flygplan presenterats. Klart framgår att ovan angiven kravställning ur ett internationellt perspektiv är mycket tidigt.

Av den information som har påträffats framgår att Ove Norell varit en teknisk innovativ person som varit långt före sin omgivning inom försvaret. Hans kontakter med Stig Eriksson SRT startade när de båda var anställda hos Televerket i slutet av 40-talet och kontakterna fortsatte när Stig Eriksson arbetade vid SRT och Ove Norell vid FF.

20/12 1954 Arbetsgrupp 1 redovisar:

- Styrradioinformationen redovisas i bilaga där ytterliggare krav upptagits relativt mötet ovan.
- Det synes för närvarande som mest smakligt om ff. erhåller informationen på instrument i flygplanet. Då emellertid synen bedömes bli hårt engagerad, även en styrradion förutan, skulle en hörselinformation också kunna tänkas.
- Det framtida önskemålet är att jaktstridsledaren skall kunna leda flygplan genom att påverka flygplanets styrautomat.

Kommentar: Informationsinnehållet i dataöverföringen var ett omdiskuterat område där kravbilderna ofta ändrades. Här kan noteras att möjligheten att direkt från ledningscentralen kunna påverka flygplanets styrautomat via styrdata framförts som önskemål. Denna fråga har allt sedan dess varit föremål för diskussioner men aldrig blivit accepterad med anledning av krav på pilotens beslutsfunktion i flygplanet.

29/1 1955 Grp 1 redovisade i protokoll ELRH695/55 de funktionskrav, önskemål och synpunkter som bör beaktas för framtagning av styrradio enligt följande:

- a) Hållfasthet mot fientlig störning. Det är framförallt angeläget att styrradioförbindelserna göras hållfasta mot fientlig störsändning. I en bilaga redovisas exempel på antagen fientlig störning som kan vara såväl flygburen som markplacerad. Störsändarna kan finnas i speciella störflygplan eller i aktiva bombplan och vara antingen bredbandiga eller smalbandiga. Från specialplanen antogs en bredbandig brusstörning med en uteffekt på max 10 KW inom intervallet 100 till 130 Mp/s. Från stridsplan antogs en bredbandig brusstörning med en uteffekt av 1 KW från upptill 15 flygplan. Smalbandiga störningar antogs utgöras av brus eller ett komplex av toner (säckpipa) med ett störningsområde på några kp/s och möjlighet att inställa bärvågen inom det aktuella området 100 till 150 Mp/s. Manuell inställningstid bedöms till c:a 3 sek och automatisk inställningstid c:a 0 sek inklusive avsökningstid. Konsekvenser av dessa antaganden blir att förbindelsen bör konstrueras så att den bredbandiga brusstörningen genombryts. Den smalbandiga störningen övervinnes i första hand genom användning av ett flertal kanaler, ex.vis 500, utspridda inom ett brett område av 50 Mp/s eller genom växling av frekvenser där varje frekvens används en kort tid.

- b) Vilseledande fientlig signalering. Det bedömdes som svårt för en fiende att sätta in vilseledande signalering. Styrsignalerna bör vara svårtolkade (kodbyte).
- c) Förbindelsevägar. Följande förbindelsevägar har diskuterats:
- 1) Från markstn. (JAL eller TL) till ett eller flera flygplan
 - 2) Från ett jaktflygplan (jfpl) till markstation (JAL eller TL)
 - 3) Från ett jfpl till ett eller flera fpl.
- Av ovanstående vägar är 1) den som i första hand skall klaras med styrradion. Vissa önskemål beträffande 2) framställdes dock. Beträffande 3) gäller att förbindelsen helt klaras av den vanliga radiotelefonin.
- d) Erforderlig information mark till flygplan. Den information som styrradion skall överbringa till flygplan redovisades i en bilaga (överensstämmer med tidigare ställt krav).
- e) Erforderlig information flygplan till mark. Den information som jaktstridsledaren fordrar från flygplan var svår att förutsäga då problemet är avhängigt av lösningen från andra frågor rörande jaktstridsledning. Arbetsgruppen kom fram till följande önskemål:
- I. Kontakt etc.: radarkontakt, ögonkontakt, målet, vän eller fiende, anfallstillstånd, målet missat.
 - II. Stridsvärde
 - III. Sändande flygplans identitet.
- Vidare kan det vissa sig vara önskvärt att flygplan kan meddela att angiven order rätt uppfattats och föranlett åtgärd.
- f) Informationstäthet som funktion av tid och avstånd för förbindelse mark-flygplan. I en bilaga redovisas detta grafiskt för ett jaktanfall på mötande kurs som data/min som funktion av avstånd till mål för parametrarna enligt pos d). Data/min varierar mellan 2 – 16. (Begreppet informationstäthet är något svårt att förstå speciellt med storheten data per minut. Det framgår inte vilken typ av data som avses att överföras men slutsatsen är att man tänker sig tonsignalering, detta är i ett mycket tidigt skede av dataöverföring där referenser troligen inte funnits att tillgå, författarens notering)
- g) Eventuell sändning från markstation av en och samma information till flera flygplan samtidigt. För styrsystemets utformning kan det vara av betydelse att veta om normalt varje flygplan styrinformerar individuellt eller om i varje fall från början flera flygplan ges samma information med möjlighet att i en senare stridsledningsfas övergå till individuell styrinformation. Arbetsgruppens studier av de taktiska problemen i samband med luftstrider under den närmaste framtiden har visat att man för minikravet kan räkna med att alla i samma förband ingående flygplan kunna styrinformerar gemensamt. Separat ledning av olika flygplan inom samma förband kan i undantagsfall ske genom kompletterande radiotelefontoni.
- h) Presentation i flygplan. Det synes för närvarande mest smakligt att flygföraren erhåller information på instrument i flygplanet. Härvid bör kombinationsinstrument utnyttjas i största möjliga omfattning. Då emellertid synen bedömes bli hårt engagerad även styrradion förutan, och instrumentpanelens storlek är begränsad, skulle en hörselinformation också kunna ifrågakomma. Dylik hörselinformation bör då ges föraren i form av

klartextmeddelanden. **Det framtida önskemålet är att jaktstridsledaren skall kunna leda flygplan genom att påverka dess styrautomat. Denna utvecklingslinje är så viktig att man bör utforma styrradio typ 1 med tanke på en övergång till direkt styrautomatpåverkan varvid dock alltjämnt styrinformationen bör presenteras för flygföraren.**

- i) Minne. Viss information är aktuell under längre tid (svängorder, höjdorder). För att undvika kontinuerlig utsändning av stående order bör fplradion presentera sist erhållen information.

Allmänna synpunkter:

De ovan av arbetsgruppen angivna kraven och önskemålen skall ej uppfattas som kategoriska, de utgör ett försök att precisera styrradioproblemet.

Eftersom hållfastheten mot fientlig störning är det viktigaste kravet listas slutligen några tekniska åtgärder som framledes bör analyseras:

- a) Ökad nyttig fältstyrka (särskilt från mark till flygplan) genom:
 - Minskad bandbredd på sändningen
 - Uppökning av sändningseffekten genom kortvarig överbelastning
- b) Minskad störsignalverkan genom minskad bandbredd på mottagarna
- c) Tidprogram för information av standardkaraktär
- d) Tidprogram för frekvensväxling
- e) Kodsystém för information
- f) Telefonmottagare på annan frekvens än styrradiomottagaren, varvid koincidens mellan öppningssignal över båda förbindelserna är nödvändig för att styrradion skall kunna ta emot styrinformation
- g) Riktad mottagning

Kommentar: Här kan noteras att man efter några månader har ändrat uppfattning om storleken av fientliga störsändare från tidigare 2 kW till nu 10 kW. Krav har också ställts på möjliga förbindelsevägar där behovet fpl-mark och fpl-fpl definierats.

Arbetsgruppens resultat efter tre månaders arbete måste betraktas som enastående och imponerande när man nu efter nästan 50 år kan värdera ut hur ”styrradion” utvecklades och har fungerat. I stort blev flera av kraven uppfyllda. Önskemålet att jaktledaren skulle kunna påverka ”flygplanets styrautomat” skall ses som en teknisk möjlighet som framförts av tekniker. Från operativ sida har alltid kravet varit att piloten skall ta initiativet till flygplanets aktioner med stöd från information från ledningscentral.

26/3 1955 I februari 1955 reste Bd E Ljungdahl ELP på en studieresa till Frankrike och där besökt CSF som demonstrerat en ”alétoire-radar” med TPOM-rör och carsinotronstyrning. När Ljungdahl kom hem skriver han ett PM, H 403/55, där han visar på en dylik radarstations förmåga att överföra information till flygplan med mycket stor störsäkerhet. I PM:et anges bl.a. följande:

- För att en styrradio skall ha någon funktion att fylla förutsätts att egna och fi flygplan kunna övervakas med radar. Detta ställer stora krav på radarn ur anti-störsynpunkt.
- En lämplig radar i styrradiosystemet kan vara den Franska CSF ”alétoire-radarn” med TPOM-rör.
- I rapporten anges effekter, moduleringsystem, informationskapacitet och mottagare för radarn.

Kommentar: Här bör noteras bredden av beredningsarbetet för styrradio inom FF där även Radarbyrån engageras.

18/7 1955 I en skrivelse, ELR H 5019 tar Fld Berg upp ett antal tekniska frågeställningar och påståenden som han diskuterat med bl.a. FOA, FF/FL och FF Bergens (med avseende till hans förslag om användning av DME).

I skrivelsen anges bl.a. följande:

- När problemen ursprungligen togs upp angavs två olika problemställningar
 - a) Att åstadkomma ett ”maskinellt” system för överföring av information från Lfc till fpl så att man får högre resistans mot störning än med telefoni
 - b) Att åstadkomma ett system som direkt kopplar ihop kalkylatorn i Lfc och fpl styrautomat.
- Om pkt a) vidgas till ”hur skall man med minsta kostnad för mark och flygutrustning få maximal störresistans” blir frågeställningens riktighet självklar.
- Beträffande b) är motiveringen mycket svårgripbar. För flygplan som skall styras från marken som en bemannad robot fordras styrning i såväl vertikal- som horisontalplanet. F.n. ger inte markradioutrustningen tillräckligt höjdinformation. Man kommer alltid att fordra att ett bemannat flygplan skall kunna flygas utan hjälp av markstyrning. Anflygningen mot fi kommer rent flygtekniskt att kunna göras av piloten förutsatt att han får tillräckliga informationer från marken.
- Störeliminering kan ske antingen genom att sända på två frekvenser samtidigt eller genom att byta frekvenser. Med hänsyn till frekvensomställningstider kan man knappast ställa om frekvenserna snabbare än var 30:e sekund.
- Slutsats drogs att det är lämpligare att sända på fler kanaler inom samma band istället för att med en stark sändare på en enda kanal.
- DME utrustningen i flygplan erbjuder en möjlighet till dataöverföring.

Kommentar: I rapporten utvecklar Berg mycket utförligt sina argument om varför stridsledningen från marken inte direkt kan få påverka flygplanets styrautomat. I ett tidigt skede reagerar han på kravet att från ledningscentralen kunna direkt påverka flygplanets styrautomat och därigenom direkt kan styra flygplanet. Bergs påstående accepterades och denna funktion kom aldrig in i systemet. Rapporten är även i övrigt mycket intressant .

23/2 1956 I ett PM med registreringsnr ELP H307/56 och rubriken ”PM beträffande användning av DME som styrradio” redovisar Berg ELR och S Å Lilja ELP varför de anser att denna funktion bör användas:

- Starka skäl, som redovisats i annat sammanhang, tala för att DME-utrustningen bör användas för styrinformation som presenteras på flygplansinstrumenten.
- Teknisk granskning av DME-utrustningen
 1. Sändaren är en självsvängande oscillator med antennen kopplad direkt till svängningskretsen. Frekvensstabiliteten blir mycket dålig.

I sin helhet är standarden på de frekvensbestämmande organen påfallande låg jämfört med Fr-materielen och det är vår uppfattning att detta är en starkt bidragande orsak till att flottiljerna ha svårigheter med materielen. Om man inför fullgod frekvensnoggrannhet kan man förbättra systemets prestanda avsevärt

2. Mottagaren är en enkeksuper med 45 MHz mellanfrekvens. Bandbredden är c:a 3 MHz. För DME-funktionen skulle 700 KHz vara tillräcklig.
 3. Mottagarens ingång är oavstämd och selektionen fram till blandarrören dålig. Man behöver emellertid säkerligen ej ställa samma höga krav på pulsmottagare som på en kommunikationsradio beträffande korsmodulation, spurious etc.
 4. Om frekvensnoggrannhet och selektion ökas kan man vinna följande förbättringar av systemet
 - a. Ökad trafikkapacitet genom större antal frekvenskanaler.
 - b. Högre känslighet och större räckvidd
 - c. Bättre resistans mot bredbandig störning
 5. Den flygburna utrustningen använder för närvarande skilda antenner. Detta är en principiell svaghet.
 6. Det är ofrånkomligt att jämförelsen radiomässigt mellan nuvarande DME och Fr utfaller till den förras nackdel.
- Trafikkapacitet och störningsresistans.
 1. Fr har ett frekvensband på 45 MHz och DME 42 MHz.
 2. Om Fr används som styrradio måste man förutsätta pulssändning. Det finns då ingen anledning att anta att man skulle välja en pulsteknik som skiljer sig från DME.
 3. DME har en effektiv bandbredd av 700 kHz och en kanalseparation på 6MHz. Fr har en användbar bandbred på 20 kHz och kanalseparation på 90 kHz. I nuvarande skick har Fr på sitt frekvensområde dubbla kapaciteten jämfört med DME. Med idag tillgänglig teknik kan verkningsgraden hos Fr knappast ökas nämnvärt, men DME frekvensutnyttjning utan svårighet kan göras c:a 4 ggr bättre. DME informationskapacitet kan alltså göras likvärdig, med Fr eller bättre.
 4. DME kan på en frekvenskanal överföra styrinformation till 120 flygplan samtidigt med information av fyra uppgifter till varje flygplan, detta görs med en bandbredd av 700 kHz. Fr kan överföra information till tre flygplan samtidigt med bandbredden 20 kHz.
 5. De största DME-fyrarna ha en pulseffekt av 5 kW. Stridsledningssändarna ha 350-500W uteffekt och riktantenner med 10 dB förstärkning (10 ggr). Effekten hos DME och Fr är således ungefär likvärdiga. Utan en mer ingående analys kan man ej avgöra vilken överföringskapacitet som är optimal ur störsynpunkt. För Fr gäller att om den använda bandbredden är 20 kHz måste den verkliga bandbredden vara 40 kHz med hänsyn till frekvensstabiliteten. För DME är det däremot möjligt att göra den använda bandbredden praktiskt taget lika stor som den verkliga. I så motto är alltså DME bättre än Fr.

- **Sammanfattning.**
I det föregående har en viss kritik framförts mot DME systemets radiomässiga utformning. I övrigt har det ej framkommit några synpunkter som ändra uppfattningen att DME-utrustningen med fördel kan användas som styrradio.
Med 700 kHz bandbredd är kapaciteten tillräcklig för att en markfyr skall kunna svara 480 fpl i navigeringsfallet. Som styrradiosändare kan den leda 120 uppdrag. Kapaciteten förefaller omotiverat hög i bägge fallen.

Kommentar.

Rapporten är något märkligt skriven sett med den kunskap som nu finns. Den redovisar DME-utrustningens enkla uppbyggnad, dåliga frekvensstabilitet och stora bandbredd på 3 MHz som gör den mycket störkänslig. Anger att den utöver sin huvudfunktion som navigationshjälpmedel även kan användas som styrradiosändare/mottagare. För att klara detta måste den modifieras till bland annat 700 kHz bandbredd. Här jämförs antalet teoretiska trafikkanaler som kan erhållas vid 700 kHz bandbredd relativt flygradions 20 kHz bandbredd utan att ta hänsyn till störtålig och känslighet. Bristerna hos DME-utrustningen anges kunna modifieras bort och därmed anges den bli lämplig som styrradioutrustning. Här har inte kunskap funnits om fördelen med en smalbandig radioutrustning och hur den binära datatekniken kan nyttjas. Redan på 50-talet var DME-utrustningen omodern ur teknisk synpunkt och det som inte framkommit var att Svenska Phillips inte kunde modifiera utrustningen och inte trodde på den lösning som nu presenterades.

Berg/Lilja pekade på de brister som DME systemet var behäftat med men kunde inte dra tillräckliga slutsatser om detta.

I en skrivelse H25 8/6 1962 skriver Dalsjö Fs "Under slutet av 50-talet visade det sig allt tydligare att DME-systemet, främst p.g.a. frekvensskäl, inte var utvecklingsbart. Genom att införa vissa modifieringar och genom rationell frekvensplanering har DME-systemet bedömts kunna nyttjas längst till och med fpl 35 dock med begränsad användbarhet främst p.g.a. risken för interferensstörningar från annan telemtrl. inom bandet. Med anledning av detta anskaffas enbart halva det antal utrustningar som först avsågs att anskaffas. Parallellt med detta uppdrog Fs åt FF att undersöka möjligheterna för inköp av ett modernt landningshjälpmedel t e GCA (PAR). DME-systemet är under avskrivning. Fpl 37 kommer inte att utrustas med DME".

Den interna tekniska strid som uppkom inom FF mellan Norell och Bergens pågick under fyra år fram till 1958. I praktiken innebar detta inte någon systemmässig fördröjning eftersom att ledningscentraler och flygplan inte var klara förrän under slutet av 1961.

28/3 1956 I PM "Beträffande ett system för överföring av data från en plats till en annan företrädesvis användbart för stridsledning, navigering och landning av flygplan" ELF H 004/96 28/3 1956 redovisar Torsten Bergens ELF sin föreslagna lösning med DME.

Det följande är ett utdrag ur PM:et som är på 20 sidor.

Föreliggande PM avser att beskriva ett system för överföring av data från en plats till en annan och i anslutning härtill beskriva tre metoder för systemets användning, för dataöverföring vid stridsledning, vid navigering och för landning.

A. Introduktion.

I DME tekniken utsänder en sändare på mätplatsen en puls som tas emot av en mottagare placerad på den plats som till vilken avståndet önskas uppmätas. Svaremottagaren utsänder en puls som svar på ”frågepulsen” och detta svar mottages på mätplatsen. Genom att mäta tiden mellan den utsända och mottagna pulsen erhålls det sökta avståndet. Om mätplatsen är belägen i flygplanet och svaremottagaren på marken erhålls ett navigeringssystem som anger avståndet från flygplanet till markutrustningen.

B. Principen för det föreslagna systemet.

Det ovan beskrivna systemet kan utvecklas till mer flexibel användning om man beaktar att startningen av tidmätningen ej nödvändigtvis behöver ske av en från mätutrustningen utsänd puls. Den kan även triggas från annat håll. Om man från en sändare utsänder en startpuls för tidmätanordningen och dessutom mätpulsen kan man genom att vid sändaren variera tidsavståndet mellan start och mätpuls översända en information till en eller flera mätmottagare. Den beskrivna anordningen gör det möjligt att överföra en information till ett godtyckligt antal informationsmottagare. Om en särskild information erfordras till var och en av flera informationsmottagare kan detta utföras så att startpulsen kodas. Systemets begränsningar kommer att utgöras av följande faktorer:

- Antal informationer till varje mottagare
- Antal informationsmottagare
- Pulslängden och mottagarens bandbredd
- Erforderliga minsta informationsrepetitionsfrekvens
- Kodgruppernas maximala tidsutrymme
- Tidmätanordningens minne

C. Systemets storsäkerhet.

(Här utvecklas en beskrivning om införande av en speciell AVC funktion)
Informationsöverföringssystemet är tämligen resistent mot störningar av olika slag så länge som den störande signalen har lägre fältstyrka än den önskade signalen.

D. Användning av systemet för stridsledning.

Vid modern jaktstrid ledes flygplanen från en jaktstridsledningsstation på marken fram till målet. Vanligtvis överföres de nödvändiga styr och målinformationerna via tal till flygföraren som omsätter dessa till åtgärder i sitt flygplan. Ett överföringssystem sådant som det här beskrivna gör det möjligt att instrumenten presenterar markens direktiv och i ett utbyggt system även att styra fpl från marken genom införande av de överförda informationerna direkt till en styrautomat.

E. Ett navigeringssystem.

Det ovan beskrivna överföringssystemet kan användas för ett navigeringssystem som ger information om en farkosts läge i förhållande till en fast punkt. (Här visas med några sidors matematiska beräkningar att flygplanet genom att ta in tre DME utrustningar kan beräkna sin position, som dagens R-Nav.)

F. Ett landningssystem. Här utvecklas matematiskt att flygplanet med hjälp av landningsfyr PN-521 (Barbro) och PN-601 (Anita) kan erhålla såväl landningsvinkel som glidbana för landning.

Kommentar: Detta 20 sidiga PM redovisar ett system som utöver de befintliga funktionerna för navigering och landning och genom modifiering kan överföra pulser som kan nyttjas för information. Något motsvarande system blev aldrig tillverkat men Svenska Phillips studerade några fall för utländska kunder. Det framstår som tveksamt om detta system överhuvudtaget kunde framställas och fungera.

11/4 1956 Skrivelse ”Styrradio för fpl 35” ELR H 5060 skrivet av Fld Bergens, Fld Berg. Följande alternativ äro tänkbara:

1. Radio med talkommunikation
2. Utbyggd DME
3. Radio med tillsats för instrumentering
4. Specialmottagare för DME eller radio
5. Radar.

Av dessa alternativ behandlas ej nr 5.

Alt. 1.

Med nu aktuell utrustning är talförbindelsen möjligen tillräckligt resistens mot störning av brustyp. Däremot är den absolut otillräcklig mot sådana störtyper som utformats för att störa tal (frekvens och pulsmodulering). En marksändare på 300 kW skulle erfordras.

Alt. 2

Alternativet är användbart för styrradioöverföring, navigering och landning. DME systemet är inte tillräckligt resistent mot störningar i form av brus- eller cw signaler. Marksändarens uteffekt behöver ökas från 5 till 400 kW.

Med DME metoden får man en förbättrad navigeringsfunktion, två överföringskanaler, instrumentpresentation via DME och talöverföring via radion. Dessutom får fpl behålla möjligheten till förbindelse med övriga flygplan i förbandet och i riktning fpl-mark. Då styrradiosystemet ej kan göras 100 procentigt störsäkert synes dessa fördelar vara så betydelsefulla att endast DME alternativet kan komma i fråga.

Alt. 3

Detta alternativ bygger på ett förslag där man kan överföra data till fyra instrument samtidigt. Tre alternativ med tonfrekvens redovisas utan någon egentlig slutsats.

Alt. 4

Detta alternativ återfinns inte i rapporten.

Kommentar: Bergens/Berg redovisar att DME-alternativet är det bästa alternativet att använda som styrradio.

29/5 1956 Skrivelse ”Radarnavigeringsutrustning till fpl 35 ELP H 314/56”. Bdir Lilja ELP.

Det framstår sedan länge som önskvärt att utbygga möjligheterna till kontinuerlig dataöverföring till jfpl (anbefalld kurs och höjd, avstånd till mål mm). Denna överföring sker fn uteslutande med hjälp av kommunikationsradion vilken emellertid allt för lätt kan störas ut. Den nya överföringslänken, fortsättningsvis benämnd styrradio, bör vara kapabel att presentera styrdata på

instrument i fpl. Möjligheterna att arrangera en sådan styrradio har inventerats av en arbetsgrupp bestående av fld Berg och fld Bergens och redovisas i en rapport ELRH5060 11/4 1956 (rapporten enligt ovan). Med nu tillgängliga effekter (RK-01 + effektsteg 201) finner gruppen att det ur störsynpunkt i stort sett råder likvärdighet mellan kommunikationsradio och ett på nuvarande teknik baserat utbyggt DME system. Ehuru det således icke kan förutses en radikal förbättring av störresistensen rekommenderar gruppen dock DME-systemet, främst när det medger två separata överföringskanaler (Styrradio och kommunikationsradio), men även när det medger att kommunikationsradion fortfarande användes för intern kommunikation inom förbandet. Ytterligare skäl som talar för användandet av DME-systemet är att en och samma utrustning kan användas för två helt skilda ändamål, som styrradio vid anflygning och som navigeringsutrustning vid hemflygning och landning. En avgörande faktor slutligen är den tillgängliga tiden. För att det överhuvudtaget skall bli möjligt att införa någon styrradio i fpl 35 innan alltför många fpl är levererade måste man satsa på ett utbyggt DME system, i allt väsentligt enligt fld Bergens förslag i ELF H 004/56, bilaga till ovannämnd styrradioutredning ELR H 5060. Detta system medger vid anflygning önskad dataöverföring till den flygburna utrustningen PN-59/A, dessutom med ett utbyggt navigeringsfyrssystem PN-510/F rho-theta-navigering, d.v.s. bäring till fyren erhålls oberoende av farkostens kurs. Dessutom medger systemet i förening med en kompletterande Barbro fyr PN-520/R förbättrade landningsmöjligheter. På grund av den geografiska separationen mellan lfc och navigeringsfyrens uppställningsplatser fordras särskilda sändare för dataöverföring, PN-511. Efter detta redogörs för vad som behöver utvecklas för respektive utrustning samt delkostnaderna som summeras till:

- Utveckling 2 Mkr
- Materielanskaffning och anläggning 27,5 Mkr

Kommentar: Rapporten anger att kommunikationsradio är lätt att störa ut och att samband med radiostation RK-01 och effektsteg 201 har samma störkänslighet som DME. Det påpekas att ett utbyggt DME-system krävs.

22/11 1956 I Norells privatsamling på Krigsarkivet hittas följande handskrivna notering av Ove Norell. "Efter diskussion med Phillips 21/11 1956 medger CEL att Styrradio på DME ligger alltmer fjärran."

Kommentar: Troligen har man på ett möte med Svenska Phillips fått klart att DME-utrustningen inte kan modifieras för att klara de krav som erfordras för styrradiofunktionen. Tidpunkten för detta ser ut att ha varit strategiskt vald, 4 dagar före det stora och viktiga mötet med flygstaben GM Torsten Rapp.

26/11 1956 Sammanträde med CF GM Rapp 26/11 1956. Anledningen till sammanträdet var främst att diskutera frågan om DME och styrradio i fpl 35, Deltagare på mötet var:

- CF GM Rapp,
- CEL Lindgren,
- CFL Sundén,
- CFL2 dÁilly,
- CELR Norell,

- CELP Hamilton,
- CELF Bergens,
- CFS/Op Nordenskiöld,
- CFS/S Simmons
- m.fl.

Det var ett imponerande antal linjechefer från flygstaben och flygförvaltningen som var samlade. Av detta kan utläsas att frågan var mycket het och att den inte gått att lösa inom linjen. Det följande är en sammanfattning av mötesprotokollet:

- Frågan om DME och styrradio till fpl 35 har kommit i ett sämre läge än vad som förutsågs för ett år sedan. (Två år hade gått sedan arbetsgrupperna bildades och inom FF/EL pågick en teknisk strid om lösning av styrradion. Författarens notering). Anledningen är otillfredsställande kapacitet hos tillverkaren Phillips. (Tillverkare av DME och de utrustningar som ingår i Bergens DME alternativ, de mycket stora modifieringar som krävs anses troligen inte vara genomförbara. Författarens notering).
- Enligt nu gällande tidsplan för fpl 35 skall första seriefpl levereras i början av 1959. EL hade tidigare räknat med att fpl 35 från början skulle vara utrustat med DME + styrradio. P.g.a. ovannämnda svårigheter med Phillips är detta ej möjligt att genomföra.
- Fullständig DME med styrradio innehåller i jämförelse med PN-50 samma navigeringsmöjligheter men dessutom möjligheter att vid anflygning få information från marken. För detta behövs emellertid flera strobenheter. Vidare erfordras ändring av PN-50 kraftkälla, kylsystem mm. Dessa ändringar innebär omkonstruktion av PN-50 som leder fram till PN-59. Leveranstiderna för PN-59 äro emellertid nedslående. Serieleverans från Phillips kan påräknas först i mitten av 1961.
- Utrustning av fpl 35 med PN-50 innebär således ej införande av styrradio utan man har fortfarande endast DME-funktionen.
- **Andra möjligheter finns att ordna styrradio än med DME. Man har således i dagarna inom EL beslutat ta fram ett allmänt datalänksystem (= en anordning att på annat sätt än med tal överföra informationer). Man skall kunna använda LV, KV, UK eller mikrovåg. ELR och FOA arbetar på detta. Möjligheter finns att köpa från utlandet. Ev. införande av datalänksystem syftar till högre kapacitet, ökad störningsresistans och en bättre presentation samt på längre sikt direkt styrning av flygplan. Ett datalänksystem torde emellertid få sämre leveranstider än vad som skisserats för DME p.g.a. att DME alternativet redan påbörjats och flygplansinstallationen avpassats härför. Det kräver dessutom mer utrymme i fpl än DME emedan extra radiomottagare härför bedömes önskvärd.**

Norell redogjorde för de allmänna tekniska synpunkterna på ett styrradiosystem av nyssnämnda slag som sammanfattats i rapport ELR H 5100 (se nedan) enligt Norells uppfattning pekade dessa synpunkter mot DME-systemet och för ett lågfrekvent smalbandigt system av den

typ ELR tidigare föreslagit för fpl 35. Vid val av system synes det väsentligt att man satsar på ett som räcker långt fram i tiden.

- Simmons framhöll att det av CEL tidigare annonserade sammanträdet om styrradio, varvid EL skall redogöra för alla alternativ, bör komma till stånd snarast möjligt.
- Nordenskiöld CFS/Op angav att CFS inställning till problemen är obekant. Framförda synpunkter nedan äro därför endast att betrakta som Op:s uppfattning i den mån man på den korta tid som stått till buds hunnit att sätta sig in i ärendet:
 1. Man kan inte avstå från DME i början av fpl-35 serien. Fpl har korta aktionstider. Man kommer att operera med fler och smärre enheter än nu varför flygförare och förbandschefer själva måste klara hemflygningen.
 2. Fått intrycket att hela den här frågan om utrustningen i fpl 35 måste tas upp igen. Då måste all utrustning övervägas och inte minst utrustningen på marken. Den måste kombineras med hur vi planerar annan markmtrl.
 3. Principen att tunna ut utrustning i t.ex. fpl 32 förefaller olämplig. Då är det bättre att spara hela flygplan eller robotar eller annat, d.v.s. sådant som man anser minst väsentligt.
 4. Hur skall robotarna styras? Man vill ha samma system som för flygplan. Markutrustningen är kanske en avgörande faktor.
 5. Om nu den Svenska industrins kapacitet är otillräcklig frågar man sig hur det är med den utländska.
 6. Fpl effektivitet i strid måste i princip komma i förgrunden t.ex. framför navigering och landning
- I OTEL som är under utarbetande framgår att kommunikation mark-fpl fn är den svagaste länken p.g.a. störningsrisken.
- På en fråga om Op vill experimentera taktiskt med datalänk, svarade Op, att varje slags styrradio, där man slipper tala i radio, är ett framsteg.

Kommentarer: Detta möte med höga chefer och den inriktning som mötet angav får anses vara ett ställningstagande för ELR med sin datalänk och mot ELF modifierade DME för styrradio. Av protokollet framgår inte vem som sa vad men förmodligen argumenterade CEL Lindgren för Norells förslag genom att framhålla Svenska Phillips resursproblem med att modifiera DME utrustningarna.

Under mötet släpper Norell nyheten att ett datalänksystem är under utveckling och redogör för de stora möjligheter som ett dylikt system innebär och att detta talar mot DME-lösningen. Nordenskiölds positiva inställning till ”att experimentera med datalänk” talar för en fortsättning med utveckling av detta alternativ. Det finns all anledning att tro att flera av deltagarna hade svårt att ta till sig vad detta innebar. Att protokollet saknar en sammanfattning kan vara ett tecken på detta.

Ärendet är dock inte avslutat utan kommer att fortsätta. Positionerna att fatta ett beslut om teknisk lösning för styrradion var fortfarande låsta, det var en ny teknik som för dom beslutande cheferna inte var känd och de möjligheter som ett digitalt system kan ge var med all säkerhet inte bekant för flertalet av Svenska tekniker. Vid den tiden läste man på de tekniska gymnasierna rörteknik och de första läroböckerna om transistorer kom ut under slutet av 50-talet. Med den bakgrunden är det lätt att förstå att när två auktoritära personer som Norell och Bergens kommer med var sitt extremt

modernt tekniskt förslag som ställs mot varandra att det inte är lätt att få beslut om den lösning som skall väljas.

Beslut måste tas och det kallades till en konferens vid Friberg, i december 1956, som kom till stånd för att utse ett system för styrradio. Till denna konferens finns många referenser och den kallades för "Fribergkonferensen".

26/11 1956 Den av Norell under mötet ovan refererade rapporten ELR H 5100 Synpunkter på Styrradio är daterad samma dag som mötet hölls och består av två sidor.

Det följande är en sammanfattning av rapporten:

- Önskemål betr. vilken info som skall överföras motsvarar i huvudsak vad som angivits i rapporten från styrradiogrpp 1.
- Jämfört med nu utnyttjat system med telefoni skall systemet uppvisa förbättrade egenskaper i ett eller flera av följande hänseenden:
 - a) Resistens mot fientlig störning och driftsäkerhet
 - b) Presentation av info för flygföraren
 - c) Presentation av info för styrautomat
 - d) Snabbhet (kapacitet)
- Tekniska synpunkter på hur förbättringarna kan erhållas:
 - 1) Hög uteffekt på marksändarna
 - 2) Riktantenner på marksändarna
 - 3) Mot sannolika kontaktlinjer framskjutna marksändare
 - 4) Riktantenn för mottagare i flygplan
 - 5) Störresistent moduleringsmetod
 - 6) Systematiskt byte av utnyttjad radiofrekvent kanal, varvid
 - a) Antal möjliga kanaler bör vara stort
 - b) Dessa kanaler skola vara fördelade över största möjliga frekvensområde
 - 7) Systematiska förändringar av moduleringsmetoden
 - 8) Använda så enkel utrustning som någonsin är möjligt
 - 9) Vid störningar i systemet eller vid jamning bör piloten få indikering härom
 - 10) Visuell presentation av info till flygföraren
 - 11) Visuell presentation av anbefalld kurs bör ske på eller nära indikatorn för styrd kurs
 - 12) Visuell presentation av uppgifter om fienden bör i fråga om "riktning till" och "avstånd till" ske på eller nära indikatorn för höjd
 - 13) Visuell presentation av anbefalld kurs bör ske på eller nära radarsiktet
 - 14) Överförd info skall kvarstå så länge att flygföraren uppmärksamhet icke måste tas i anspråk i form av kontinuerlig passning av viss indikator.
 - 15) Informationslagring
 - 16) Presentation av info för styrautomat
 - 17) Speciella krav måste ställas för datastabilitet för info till styrautomaten

Kommentar: Efter flera års kontakter med bl.a. SRT är detta troligen den första officiella rapport som Norell sprider om datalänken och funktionen som sedermera skall bli Flygvapnets Styrdatasystem. Rapporten är kortfattad och

koncentrerad samt visar en teknisk möjlighet som DME-funktionen saknar men som det skulle ta ytterliggare två år innan berörda beslutsfattare förstår och ger klartecken till. Under tiden fortsätter SRT sitt utvecklingsarbete.

8/12 1956 Från Flygstabens operativa del FS/Op utgavs ett PM före Fribergs konferensen med ”Operativa synpunkter på behovet av styrdata. Utgivare var kapten G Rapp Det följande är ett sammandrag ur detta PM.

Behov av styrradio föreligger främst för att tillgodose följande önskemål:

A. Allmänt

1. Ökad hållfasthet mot fientliga motåtgärder
2. Ökad Rrjal kapacitet
3. Förenklad transformering av i fpl mottagna styrdata till av dessa betingade manövrer: visuell presentation och automatisk styrning.

B. Antal styrdatakanaler

Antalet samtidiga stridsledningsmöjligheter inom ex sektor O2 är beräknat till 24 i slutet av etapp 2. Som bakgrund till beräkningen ligger bl.a antagandet att 2 Rrjal samtidigt skall kunna leda 3 jaktenheter med hjälp av talkommunikation (samma kanal). Införes styrradio (och kalkylator) torde Rrjal kapacitet kunna öka till det dubbla. Storleksordningen 48 stridsledningsmöjligheter bedömes därför vara en representativ siffra.

C. Talkommunikation

Som komplement och reserv för styrradio kommer talkommunikation att användas i viss utsträckning.

Antalet erforderliga talkanaler är av storleksordningen 8-16 (8 om lagstridsledning kan tillämpas, dvs. om 2 Rrjal kan använda samma kanal för talkommunikation till 6 jaktenheter). Så länge styrradio är i funktion bedömes talkommunikation användas i relativt ringa omfattning.

D. Behov av data

I princip i enlighet med ELR H 696 29/1 1955. Se ovan, i detta protokoll redovisar Grp 1 funktionskrav för styrradio.

E. Avvägning styrradioutrustning – viss övrig utrustning i fpl 35

1. DME-navfunktion. Samtliga fpl 35 skola från början utrustas med DME för navigering p.g.a. flygsäkerhetsskäl.
2. Radarhöjdmätare. Styrradio införes på bekostnad av radarhöjdmätaren om så erfordras. Den ökning av fpl användbarhet i dåligt väder, som radarhöjdmätaren kan ge, bedöms ej motivera att införandet av styrradio i alla fpl 35 omöjliggöres.

F. Behov av styrradio för prov

Det är under alla förhållanden av stor vikt att prov med styrradio kan ske så snart som möjligt för att bl.a. klarlägga den möjliga ökningen av Rrjal kapacitet.

Kommentar: Detta PM kan tolkas så att flygstabens operativa sida kommer in på Norells förslag och ser DME som enbart ett navigations- och landningshjälpmedel och med en styrradio på VHF-bandet.

11-13/12 1956

Så blev Fribergkonferensen av i december 1956. Syftet med konferensen var att välja ut ett av de två föreslagna systemen för styrradio. Mötet leddes av Avdchef Lindgren EL med byråcheferna Kylberg ELB, Hamilton ELP, Norell ELR och Bergens ELF, från FOA Laborator Lundqvist samt ytterliggare 10 personer från Fs och FF.

Protokollsutdrag från konferens vid Friberg betr. styrradio. ELF H 001/57.

1. Operativa synpunkter på behovet av styrradio lämnade av Fs representanter.
 - Rapp FS/S gick igenom ovan redovisade PM.
 - Sjöwall FS/S anslöt till Rapp men förklarade att styrradio är att föredra framför talkommunikation. Högsta prioritet på utveckling av förbindelsen mark-fpl önskas. FS/S önskar styrradio även på tidigare fpl än fpl 35.
2. Allmänna synpunkter på störfastheten hos förbindelser mark-fpl under olika störförhållanden lämnade av FS, FF och FOA.
 - Bismarck FS/S orienterade om störning av befintliga UK(VHF) förbindelser. Under krigsförhållanden kan ostörd förbindelse påräknas 6-14 km från marksändaren.
 - Lundqvist FOA framhöll att fienden ej har någon svårighet att finna våra sändare och att man måste finna ett sätt att vilseleda fienden genom att leda in honom på olika band och frekvenser. Utredningar pågår vid FOA.
 - Berg ELR ansåg att erforderlig sändareffekt ligger omkring 1000 kW

Konferensen övergick efter dessa inledande diskussioner av principiell natur till att diskutera de två föreslagna systemen. Det ena systemet, som föreslagits av Norell var baserat på selektiv kontinuerlig sändning från marken. Det andra, som föreslagits av Bergens och av honom redogjorts för i PM ELF H 004/56 (se ovan), baserar sig på användning av ett pulssystem, där befintliga kretsar i FV navigeringssystem PN-50-52 (DME) utgör grundkomponenterna.

3. Styrradiosystem baserat på radiokommunikationsförbindelse mellan mark-flygplan. Enligt Norell finns ett flertal användbara system baserade på selektiv kontinuerlig sändning. Han redogjorde för 6 olika system, ett av dessa är SELCAL som är ett relativt nytt system och som används av PAA. Systemets används för selektivt anrop till flygplan, det är bättre än talanrop, inga felaktiga anrop kan komma in. (Under slutet av 70-talet anskaffades SELCAL system för anrop från CEFYL till flygplan, författarens notering). Ett andra system har tagits fram av ASEA och används av Vattenfall för driftplatser. Ytterliggare finns ett system föreslaget av CCIT samt ett annat amerikanskt system. De två senare grundar sig på två-tonsprincipen. FOA utvecklar ett system som är färdigt i prototyp. Norell ansåg att det finns för och nackdelar med alla dessa system. Han vill dock föreslå ett två-ton system som ej är exakt likar något av de här nämnda. Den skisserade utformningen av en mark- och flygstation enligt detta system presenterades. (Norell lade tyngdpunkten i sin presentation på att det går att överföra data på radio med två toner). Marklösningen baserar sig på att information tas i ledningscentralen för kurs, höjd, målinformation och taktisk information som med två toner modulerar en sändare. Detta tas emot i flygplanet av dess flygradiomottagare och via en speciell utrustning med Flip-Flopar presenterar information i flygplanet.

4. Styrradio-, navigerings- och landningssystem baserat på DME. Bergens gjorde en resumé av styrdatasystemet enligt sitt förslag och därefter följde demonstration av styrradio uppkopplad av DME-utrustningar.
5. Diskussioner om de två systemen.

Kapacitetsfrågor: Flygstaben ansåg med hänvisning till det av Rapp överlämnade PM att 24 stridsledningsmöjligheter vore nödvändiga från varje Lfc men efter påpekande av CEL Lindgren ändrades siffran till 48 eftersom att FS bedömer att varje Rrjal kan leda 6 enheter.

Bergens meddelade att DME alternativet har en kapacitet av 15-20 adresser per sändare och att det enligt FS krav krävs tre sändare.

En fråga uppkom om styrradiosystemet måste täcka hela sektorn och betjäna 48 adresser. FS ansåg detta som nödvändigt.

Berg ELR ifrågasatte om ej FS krav blivit tilltagna i överkant.

Rapp FS meddelade att man ska kunna leda 72 enheter vid en slumpmässig insats under en timma varför siffran ej är tilltagen i överkant.

Diskussionen sammanfattades:

Lundqvist FOA ansåg att i dagens läge finns endast två system att välja mellan, DME och radiokommunikation. DME är väl genomtänkt, det har demonstrerats och leveranstider finns. På kort sikt bör därför valet ej vara så svårt att göra. På längre sikt bör man dock hålla vägarna öppna.

CEL Lindgren ansåg att diskussionen ej frambringat några nya argument utöver redan kända. Han ansåg att man som hittills borde satsa på båda systemen. (DME för navigation och radio för styrradiofunktionen).

Konferensen uppdelades i arbetsgrupper vars resultat sammanfattas enligt följande.

Norells arbetsgrupp. Skisserade en uppbyggnad med 24 sändare med rundstrålande eller riktade antenner. Förbindelse mellan Lfc och sändare föreslogs ske med selektiv tonfrekvensöverföring som direkt kan modulera sändarna.

Bergens arbetsgrupp föreslog en kombination av oriktade sändare enligt Bergens originalförslag och riktade sändare enligt Hamiltons förslag på sammanlagt 16 sändare per sektor. Överföringen mellan Lfc och sändarna skall med system Bergens göras med likström, med pulsöverföring per länk eller med tonfrekvensöverföring av samma slag som det Norell skisserat. Troligtvis erbjuder på längre avstånd Norells förslag fördelar. Hamilton anslöt sig till det av Bergens arbetsgrupp lämnade förslaget.

Arbetsgruppen för utredande av störförhållandena mellan DME och radio ansåg efter sin undersökning att någon större skillnad mellan störresistans hos DME och UK ej fanns. Radion har mindre bandbredd och mottager därför mindre störningsmängd man kan å andra sidan ej som DME köras tidsselektivt. Tidsplaner uppgjordes och diskuterades. Här framkom att DME trots att det ansågs som färdigt när det köptes fordrar nära 7 år för framtagning . Radioutrustningarna bedömdes ligga på 5 år för framtagning av en apparat.
6. Sammanfattningar och beslut om arbetslinjer:

Punkterna anger prioritetsordning.

 - 1) Ökning av sändareffekten på UK markkommunikation för jaktstridsledning.

- 2) Förbättring av DME landningssystem i den utsträckning som föreslagits av ELP, innebärande bl.a. deriverbara signaler och möjlighet till överföring av ytterliggare information från marken t ex vinddrift
- 3) Eftersom man fått en flygburen utrustning som kan användas för informationsöverföring under stridsledningsfasen bör man satsa på DME av typ PN-59 som huvudalternativ att bygga upp även den markorganisation som fordras inkl. slutsteg med hög effekt 200 kW.
- 4) Ett allmänt dataöverföringssystem användbart för överföring mark-mark, mark-flyg och helst för godtycklig bärvåg bör framtagas av ELR
- 5) Utredning av störhållfastheten för de båda systemen beställes av FOA
- 6) PN-50 framtas f o m fpl 35001. Marksändare med 500 W. Om möjligt förbättring av DME landningssystem. Barbrostationen skall kunna användas för fpl utrustade med nuvarande typ av DME.
- 7) Ytterliggare undersökning ur taktisk, teknisk och ekonomisk synpunkt av möjlighet att införa högriktad sändning enligt förslag av Hamilton, t.ex. 3cm våglängd.

Kommentar: Resultatet av konferensen är svår att tolka. CEL sammanfattning och prioriterade arbetslinjer innebar att radiosändare FMR-10 beställdes samt att DME utrustningen används för navigation. ELR skall ta fram ett dataöverföringssystem enligt Norells förslag. Det finns även öppningar för att fortsätta titta på Bergens informationsöverföringsförslag.

Under resten av 1957 och under första halvan av 1958 finns inga rapporter och protokoll tillgängliga som informerar om styrradioärendet. Vid SRT pågår utveckling av datalänken samt PS-08 uppdraget. Som redovisats i avsnitt 2.4 i denna rapport utförs lyckade försök med överföring av styrdata. Troligt är även att Stril 60 beredningarna påverkar starten av styrradiosystemet.

17/10 1958 Direktiv ang. styrsignalering enligt digitalprincip. Henrik Lindgren CEL. Möjligheten skall undersökas att i fpl 35A och B införa styrsignalering baserad på det enligt "Fribergbeslutet" framtagna allmänna överföringssystemet mark-mark. ELR skall vara huvudansvarig för undersökningen. Undersökningen skall främst omfatta tids och kostnadsplaner för såväl framtagning och installation av flygburen och markmateriel. Den bärande principen skall vara att två högfrekvenskanaler med hög frekvensstabilitet samtidigt skall kunna användas, den ena för tal och den andra för signalering. Senare i höst skall sammanträde med flygstaben hållas så att den fortsatta arbetslinjen kan fastställas före årsskiftet.

Kommentar: Två år efter Fribergskonferensen och fyra år efter uppstartningen ger CEL Henrik Lindgren ett direktiv till Norell att ta fram kostnadsuppgifter för styrradion inför ett avgörande möte med flygstaben. Vid den här tidpunkten är FMR-10 beställd för att användas för ökat störskydd för tal. Detta dokument är det första som hittats som visar att Norells lösning accepterats och att DME används som navigations- och landningshjälpmedel.

11/11 1958 Styrdata över digital förbindelse ELR Grängsjö.

- En prototyp finns av en dataöverföringslänk med överföring i tidsmultiplex. Länken är helt transistoriserad och kräver litet utrymme.

- Länken är anpassad för överföring av data över godtyckligt transmissionsmedium. En länken har en kapacitet av 1060 bits/sek. Länken kan betjäna mellan 1 – 20 företag per sekund
- Med denna kapacitet hos datalänken kan som transmissionsmedium användas telefonkanal på linje eller länk samt radioförbindelse av varje slag med tillräcklig bandbredd, c:a 2000 Hz.
- Länken sammankopplas i Lfc med jaktkalkylatorn, eller dess ersättare, och levererar i flygplan ingångsvärden för servoförstärkaren i datacentralen. Inga tekniska svårigheter föreligger vid sammankopplingen med datacentralen. Denna sammankoppling har genomförts på prototyper av datalänken och datacentralen.
- Länken kan också sammankopplas i Lfc med en indikator av typen QA. I flygplan kan också data presenteras direkt på instrument.
- En skiss visar hur Lfc sänder ut data via tråd till en FMR-10 sändare som ger 10 kW bärvåg för över informationen till flygplan som tar emot bärvågen med flygradio Fr-13. Till mottagarens LF-utgång finns en datamottagare som ansluter data till flygplanets datacentral.
- För 3 sändare och 60 flygplan uppges en kostnad på 2,52 Mkr per sektor. För DME lösningen anges en kostnad på 3,90 Mkr.
- De tider som SRT anser sig behöva för att leverera projekterad utrustning är för serieleverans högst 8 och minst 4 månader efter godkänd prototyp.

Kommentar: En månad efter CEL beslut att starta upp styrradiosystemet redovisar denna skrivelse att SRT framgångsrikt har tagit fram en demonstrationsmodell som visat att det tekniskt går att genomföra, se avsnitt 2.4.

29/11 1958 Skillnader mellan DME-digitalsystem för styrradio, ELR5 29/11 1958.

- DME har bara 4 tillgängliga frekvenskanaler vilket gör att man vid varje störinsats kan inrikta på att störa ut samtliga kanaler. I radiofallet har man tillgång till så många kanaler att man alltid kan hålla fi i ovisshet om vilka som verkligen används för mottagning. Därför blir radioförbindelsen störsäkrare än DME.
- I DME fallet överför man ett fixerat antal data med viss noggrannhet. I ett digitalsystem kan man fritt variera noggrannhet och dataantal så att ex.vis 50 bits kan ges vilken betydelse som helst från 50 data med 1 bits noggrannhet till ett data med 50 bits noggrannhet.
- Eftersom digitaldata kan överföras på telefonlinjer är det lättare att ersätta förstörda markförbindelser resp. etablera nya förbindelser.
- Apparaturen är funktionsmässigt enklare – ja- nej- funktioner vilket gör den driftsäker och underlättar service
- Kalkylator i lfc och datacentral i fpl blir i framtiden troligen av digital typ. Därför bör även överföringen vara digital.

Kommentar: Detta är förmodligen en avrundning av den segslitna, inom EL interna, debatten där en motivering görs varför det digitala radioalternativet valdes före DME alternativet.

Något slutligt dokument har inte gått att hitta där en beslutsfattare tydligt tar ställning för det digitala alternativet och mot DME lösningen. Troligen gick det så till att SRT utvecklade och visade FF att styrdatasystemet var lämpligt att använda. Lösningen blev självklar för de som tidigare varit tveksamma samtidigt som de

stora DME modifieringarna visade sig vara svåra att genomföra. Överste C-G Simmons har berättat att han hade en föredragning för Nordenskiöld där han framhöll det digitala systemets fördelar och fått svaret ” att då får vi dra in på några flygplan för att få råd med anskaffningen”. Någon tvekan att inte ge samråd på styrdataanskaffningen fanns inte.

2.4 Bakgrunden hos Standard Radio & Telefon

Stig Eriksson anställdes 1943 vid Kungliga Marin Förvaltningen och var där verksam med bl.a. radar (Radioeko stn.ER1). Stig Eriksson blev från Marinförvaltningen ”utlånad” till Statens Uppfinnarnämnd där även Ove Norell fanns. Detta var den första kontakten mellan dessa två.

1944 anställdes Stig Eriksson vid Standard Radiofabrik, SRF, som 1956 fick namnet Standard Radio & Telefon, SRT, där han via flygradio kom att vara verksam med radar indikatorer, styrdata, databehandlingsutrustningar mm. Stig Eriksson uppfattades som en mycket kunnig person och som teknisk direktör aktivt följde den tekniska utvecklingen inom företaget.



Stig Eriksson. Foto Veteranklubben ALFA

Stig Eriksson berättar :

”1948 kallade FF till ett möte vid FOA laboratorium vid Bromma flygplats med representanter från försvarsindustrin för att ta fram riktlinjer för hur Sverige skulle kunna utveckla sig inom radarområdet. På mötet deltog bland annat avdelningschef Eric Söderbeck från Kungliga Arme Tyg Förvaltningen (KATF), Vd Frank Hammar från SRF, Tekn. dr C-G Aurell och Thorsten Lange från LM Ericsson. Som ett resultat av mötet togs bland annat beslut om att LM Ericsson skulle inrikta sig på utveckling och framtagning av radarstationer och SRT på utveckling och framtagning av PPI för radar. Detta var ett betydelsefullt beslut som blev starten för SRT:s framgångsrika utveckling och produktion inom området.

SRF hade under mitten av 50-talet fått i uppdrag av Arméförvaltningen att överföra data från PPI till Luftvärnskanoner. Vi försökte först att med likströmssignaler få till överföringen men klarade inte av detta på grund av dämpningen i överföringskabeln och förstod då att vi behövde använda någon form av tonsignalering.

När germaniumtransistorer blev tillgängliga gick utvecklingen snabbt. Den första utvecklingen för digital överföring hade beställts av Arméförvaltningen. Detta

resulterade senare i KATF-länken som tillverkades under typbeteckningarna DS1/DM1. Erfarenheten från detta projekt kom senare till användning för bl.a. en datalänk, som benämndes BISTO, för styrfunktionen till robotsystem Bloodhound.

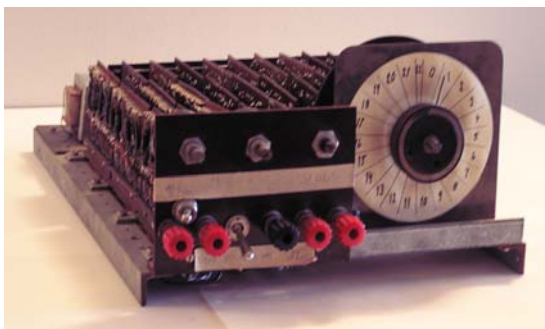
Under 1955 hade jag och Curt-Olof Svensson ett samtal med Ove Norell FF där datalänken diskuterades. Norell var till en början mycket skeptisk till SRT förslag med digital överföring. Jag fortsatte mina kontakter med Ove Norell och kunde något senare (1956) referera till vid SRT lyckade försök med datalänk för Söderbäck på arméförvaltningen och fick därigenom Ove Norell intresserad”.

Datalänken, som Stig Eriksson ovan refererade till, startades 1955 på uppdrag av KATF för att utreda om det var möjligt att överföra lägesinformation från Luftvärnets radar luftvärnskanoner. Med en testmodell som internt benämndes för ”5-biten” och som var en datalänk som överförde information med 5 bitar för bäring och med 5 bitar för avstånd. Detta var enbart avsett för laboratorieprov. Testet visade att det tekniskt var möjligt att överföra digital information på detta sätt.

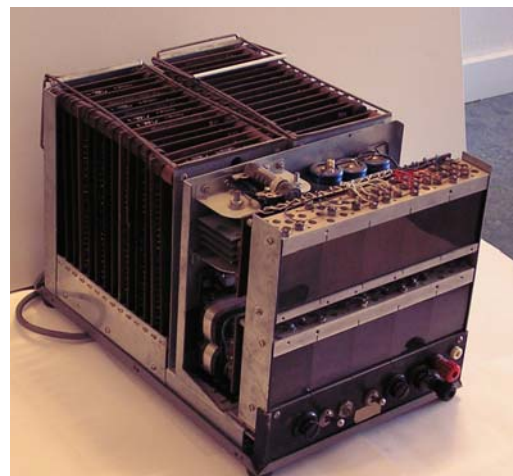
Direkt därefter togs en försöksmodell fram som benämndes för ”12-biten”. Denna datalänk överförde information med 12 bitar för bäring och med 12 bitar för avstånd. Det innebar en upplösning för bäringsinformationen av 0,09 grader. Med denna datalänk utfördes under 1957 ett prov på SRT genom att fyra stora rullar fältkabel med ”två-tråds” ledningar seriekopplades. Ett digitalt meddelande för avstånd och bäring skickades ut i form av 1000 Hz toner och i den andra änden av trådrollarna var en datamottagare ansluten i form av en numeriskt presentation som visade den utsända informationen. Provet visade att det gick att överföra informationen digitalt smalbandigt med stor noggrannhet på telefon-fältkabel. Först utfördes provet med likströmpulser och senare med en enkel form av modulering.

Denna demonstrationsmodell var dels ett underlag för styrradioargumenteringen mot FF och dels resulterade detta i en stor beställning från Arme’n som kallades ”KATF-länken”.

Provutrustningarna finns vid F 20 i Uppsala samt vid Flygvapenmuseum i Linköping.



Datasändaren för ”5 biten”



Mottagaren för ”12 biten” med avtagen kåpa

Vid FF växte iden fram att kunna föra över data direkt till flygplan och att leda dessa mot ett mål.

Stig Eriksson hade under 1956 rest över till USA i ett försök att få fram teknisk information för utveckling av målföljningssystemet. Det visade sig att SRT låg före i utvecklingen och Stig fick resa hem igen utan några nya tekniska applikationer men med

vetskapen om att SRT och Sverige hade en intressant teknisk lösning på gång. Med sig hem fick Stig Eriksson information om en ny teknik som benämndes ”Digital differential integration”. Det var denna teknik som inspirerade Kjell Mellberg vid SRT till det digitala svepsystem (för radarpresentation på PPI) och till det digitala bäringsöverföringssystemet som kom att få avgörande betydelse för SRT fortsatta verksamhet inom radardatatekniken.

Med demonstrationen av den digitala överföring för Arméförvaltningen och genom kontakterna med Ove Norell fick SRT under 1956 ett studieuppdrag att visa om de tekniska idéerna med digital överföring från ledningscentralens datorsystem skulle fungera för ledning av flygplan. Uppdraget var på bok och räkning och lösningarna demonstrerades för FF med ett större ”systemprov” vårvintern 1958.

Vid detta prov skulle datameddelanden överföras från en markplacerad sändare till flygplan. Systemet testades först vid FOA varefter provet utfördes på Barkarby flygplats vårvintern 1958. Data- och radiosändarna var placerade i en barack vid flygplatsen. Med inställningsorgan på datasändarens panel kunde den kurs ställas in för vilken piloten skulle styra flygplanet. Datameddelandet överfördes på radio till en radiomottagare i flygplanet till vilken en datamottagare anslöts. Kursen presenterades på ett visarinstrument som var en voltmeter där skalan bytts mot en skala som visade kursen från 0 – 360 grader. Datamottagaren och visarinstrumentet var provisoriskt fastsatta i flygplanet. Flygplanet startade och när det kommit upp i luften på tillräcklig höjd mottogs signalen. På visarinstrumentet i flygplanet presenterades kursen för piloten.

Carl Norberg, nu pensionerad överste av första graden, var flygplanets pilot, han har i Flygvapennytt nr 2 år 2003 skrivit följande:

”Urpmäriären skedde 1958 när jag som förare i en Pembroke fick se hur en visare angav vilken kurs jag skulle styra. Det var första gången som styrradion ledde en förare utan någon muntlig order. Jag begrep nog att det var en viktig nyhet – men inte att den skulle bli så stor.

För installationen i Draken skulle en av apparaterna helst sitta i kabinens sköna miljö. Kabinattrappen betraktades som färdig och fullstuvad men vid besök på Saab råkade min vänstra armbåge finna en lucka. Där fick enheten plats och möjliggjorde att utvecklingen kunde fortsätta.

Ett stort steg togs under 60-talet när stridsledaren på storradarn PS-08 med utsikt över nästan hela Östersjön kunde leda en Draken helt utan tal och nå perfekt utgångsläge för anfall. Som chef för F13 hade jag förmånen att bese detta.

Att som förare i Draken få tillräcklig ledning trots kraftig störning på talradion kändes som en stor sak. Sven-Olof Olson hade infört de styrdatakommandon som jag föreslagit. Vid mängder med orienteringar för kvalificerade besökare har det varit mycket roligt att kunna berätta om vårt system som verkligen legat på framkant- och med den äran gör det i nutida tillämpningar”.

Detta skrev Överste Carl Norberg 2003 och det är en mycket bra sammanfattning av hela styrdatasystemets funktion. Carl Norberg var under en tid militärassistent vid FF/ELR och arbetade då nära Ove Norell och var mycket insatt i det stora beredningsarbetet och dess interna svårigheter som pågått under många år med Styrradion.

På annat håll har det dokumenterats om utrymmesproblemen i Fpl 35 och att detta var ett tillsynes nästan omöjligt problem att lösa. När Carl Norberg informerat Ove Norell om den möjliga placeringen av styrdataenheten i flygplanet uttryckte den senare sin mycket stora tacksamhet över förslaget. Dataomvandlaren FD 10 delades upp i två

enheter där programenhetens kåpa utformades för att passa in mot flygplanskroppen och flygföraren.

Efter det första flygprovet 1958 var det mycket stolta tekniker som kunde rapportera att provet hade lyckats och att man hade visat att digital information kunde överföras med radio.

För Luftbevakningen var en ny radarstation PS-08 under framtagning, det var en modern radarstation med en smal lob och lång räckvidd som kom att bli revolutionerande för Svensk luftbevakning. Fyra radarstationer beställdes under 1955 av det Engelska företaget Decca och SRT fick uppdraget att leverera indikatorutrustning till radarstationernas ledningscentraler som benämndes PS-08 OP-rum. PS-08 var en milstolpe för Luftbevakningen.

Från SRT kom den tekniska lösningen med automatisk målföljning från radarstation till flygplan med binär digital bearbetning och överföring. Utkastet var revolutionerande och företaget har för alltid skrivit in sig i svenska teknisk historia. Många personer var engagerade av vilka följande speciellt kan omnämnas.

Vd för SRT vid denna tid, mitten av 50-talet, var **Frank Hammar** med **Stig Eriksson** som utvecklingsledare. Stig Eriksson var en ”Teknisk Guru” med stor följsamhet och stort engagemang för såväl stora som små utvecklingsfrågor. Stig Erikssons har tidigare presenterats i detta kapitel.



Kjell Mellberg. Foto Veteranklubben ALFA

Kjell Mellberg studerade vid Kungliga Tekniska högskolan i Stockholm, där han 1956 blev civilingenjör med inriktning teleteknik. Kjell började sin karriär i brytningstiden mellan elektronrör och transistorer, mellan analogteknik och digitalteknik, en tid som kom att präglade hans livsverk. Han bidrog till att Sverige snabbt kom att inta en framskjuten plats inom de nya teknikerna. Redan under värnplikten vid Försvarets forskningsanstalt studerade och sammanställde han nya rön inom digitaltekniken och dess mer avancerade tillämpningsområden liksom under examensarbetet vid Standard Radio och Telefon AB (SRT), där han sedan anställdes med uppdrag att bilda en grupp som skulle ägna sig åt den nya tekniken och dess tillämpningar för försvaret. Redan i slutet av 50-talet producerades de första digitala systemen helt uppbyggda av

transistorkretsar för det svenska luftförsvaret. Därefter följde den stora satsningen på Stril 60 - det svenska systemet för luftbevakning och stridsledning som skulle bli världsledande - där Kjell var en av fäderna till radargruppcentralerna och särskilt deras datorsystem.

Kjell Mellberg gick bort 1997.

Före detta anställda i Barkarby vid dataföretagen Standard Radio, Stansaab och Datsaab har bildat en veteranklubb med namnet ALFA. I veteranklubbens jubileumsskrift 1997 berättar Kjell Mellberg bland annat följande:

”Marconi fick ett uppdrag av FF att utarbeta ett systemförslag för lfc baserat på digitaltekniska lösningar. Decca hade fått samma uppdrag men föreslog analoga lösningar. Då Marconi fick ordern på genomförandet var det nog en ganska vanlig uppfattning, inte minst hos Decca, att Decca skulle få ordern på rgc som tröst, eftersom man inte skulle behöva ha samma krav på modern teknik där. Vissa nytänkare inom FF samt inom FOA, som ju initierat studier över möjlig digitalisering (bl.a. med SRT:s medverkan enligt ovan), såg dock gärna en digitalisering även av rgc. SRT blev därför uppmuntrade att komma in med en offert mot bakgrund av erfarenheterna från experimentmålföljaren, Stril 59.

Till mångas förvåning fick SRT ordern, delvis därför att man redan kunde demonstrera en helt igenom digitaliserad lösning - låt vara i labmiljö. Detta var naturligtvis ett dråpslag för Decca. Vi fick senare höra att man tagit fram ett teoretiskt bevis för att det inte var möjligt att konstruera ett digitalt avlänkat PPI. Nu hade vi ju demonstrerat ett sådant, så FF:s representanter struntade i attacken, även om vi tyckte att de såg fundersamma ut ibland och ställde lite konstiga frågor. Vi vidareutvecklade nu datorn Censor 120 till en riktig programminnesstyrd dator som försågs med den svindlande minnesstorleken 4096 ord om 40 bitar (i offerten hade vi sagt 632 ord men insåg vår underskattning vid tiden för projektspecifikationen).

Vi konstruerade också ett snabbminne med dioder för makroinstruktioner som utfördes ofta (t.ex. trigonometriska beräkningar). Den försågs också med ett avancerat avbrottsystem för att reagera på signaler från omvärlden. Därigenom blev datorn, under namnet Censor 220, troligen den snabbaste programminnesstyrda realtidsdatorn som gick att uppbringa på den tiden. Vi låg tekniskt och systemmässigt i främsta ledet. Rgc försågs med ett förbättrat program för automatisk målföljning kopplat till den vidareutvecklade digitala videokorrelatorn. Dessutom skulle ett avancerat program för stridsledning av jakten ingå (Styrdatasystemet). FF hade givit programmeringsfirman Autocode i uppdrag att utveckla programmet på Lfc och man hade gjort vissa tester på Facits dator DS 9000. Vi tog därför med Autocode som underleverantör, och på inrådan av FF satte vi in DS 9000 för stridsledningsfunktionen som satellitdator till Censor.”

För Stril 59 och Rrgc/F i Stril 60 konceptet var Kjell Mellberg en av nyckelpersonerna, han var mycket kunnig och kompetent och betraktas som en av de Svenska pionjäreorna för digitalteknik. Han kunde tidigt se de stora möjligheterna såväl tekniskt som med ”binär digitalteknik”. Ett av problemen var att denna teknik var ny och att endast ett fåtal personer hade kunskap om detta. Kjell tog därför fram ett kompendium i binär matematik för utbildning av personalen vid SRT och för kunder, se kapitlet Logiska kretsar.

Kjells utveckling av det digitala svepsystemet för radarbild på PPI och det digitala bäringsöverföringssystemet kom att få en avgörande betydelse för SRT:s fortsatta verksamhet inom databehandlingsområdet för radar med måluppföljning och styrdata.

De tekniska problemen var stora och många och mycket tid fick läggas ned för att lösa dessa, bilden nedan, som är tecknad av Kjell Mellberg, visar hur han såg sig själv klämd mellan kundens krav och sitt utvecklingsarbete.



Teckning gjord av Kjell Mellberg föreställande sig som konstruktör.



Curt-Olof Svensson. Foto Veteranklubben ALFA

Curt-Olof Svensson anställdes 1954 vid SRF som utvecklingsledare på fysiklab. 1955 erbjöd Arne Sundkvist, teknisk direktör vid SRT, Curt-Olof Svensson att arbeta med digital teknik. C-O Svensson berättar *"Tekniken var ny, jag läste in den med hjälp av internationella tekniska tidskrifter. Decca hade under andra världskriget tagit fram datalänkar med analog teknik som visat sig ha begränsningar varför detta inte var ett framkomligt spår. Vi började 1956 med digitaltekniken på ett uppdrag från Arméförvaltningen med dataöverföring för avstånd och bäring från spaningsradar till Lv-kanoner. Kontakter hölls med Ove Norell där SRT presenterade digitaltekniken och Norell som kund såg möjligheterna. Ur detta utarbetades ett samarbete under slutet av 50-talet mellan SRT och FF som ledde fram till styrdatasystemet. Vi såg tidigt den tekniska möjligheten till automatisk målföljning. Vi byggde "5- och 12-bitars" försökslänkar och visade med dessa att tekniken var användbar. Ett av problemen var att det inte fanns lämpliga komponenter framme på marknaden utan vi fick bygga vissa komponenter själva.*

Rullbollen var en viktig komponent där Stig Eriksson fick patent på anordningen att få rullbollsrorelser digitala".

C-O Svensson utvecklade det 103-bitars långa styrdatameddelandet som kom att operativt användas under de 40 år som styrdatasystemet var i operativ funktion.

1968 slutade Curt-Olof Svensson vid SRT och startade ett eget företag.



Erik Åhman.

Erik Åhman anställdes 1956 vid SRT och var verksam som konstruktör, konstruktionsledare och projektledare för flertalet datalänkar samt även systemledare för marina ledningssystem. Genom ett stort antal företagsombildningar kom Erik, med sin enda anställning, att ha arbetat vid SRT, Stansaab, Datasaab, SRA, Ericsson Radio, Eriksson Radar, Bofors, NobelTech Systems, och CelsiusTech Systems fram till sin pensionering 1996.

De utvecklingsprojekt som Erik Åhman först var verksam med var delar av ”12-bitars” datalänken och inom styrdatasystemet sammanlagarna, datasändarna, datamottagarna, kontrollmottagarna, kontrollsändarna och styrdatasystemets funktion för PS-08 och Rrgc/F.



Göran Wallin

Göran Wallin anställdes 1956 vid SRT som konstruktör för ”5- och 12-biten” datalänk och senare konstruktionsledare för styrdataomvandlarna FD 10 och FD 11. Följande text är ett citat från Göran Wallin som han kallar för pionjärtiden.

”Våren 1956 beslöt man på AB Standard Radiofabrik att satsa på digitalteknik. På den tekniska avdelningen vars chef S M Eriksson anställt en ny sektionschef C O Svensson och den ny utexaminerade Kjell Mellberg som blev min handledare. Jag hade turen att komma med just i starten dvs. juni 1956. Kjell och jag delade rum med två andra som tillhörde en annan sektion. Rummen som låg på översta våningen på

Johannesfredsvägen bestod av bås med glasväggar och möblemanget av fyra labbord. Cheferna hade råglas på sina bås för att markera högre status. Vår sektion hette Computerlab på den tiden.

Jag lyckades låna ihop de sex enda transistorer som fanns på företaget och byggde en labkoppling med s.k. Flipp-floppar (FF-ar). Efter en del experimenterande utökades kopplingen till en digitalräknare med lampor som visade hur vipporna slog om till ettor och nollor. Detta var ju så nytt och intressant att företagsledningen med Frank Hammar och tekniska direktören Arne Sundqvist kom på ett besök för en demonstration. Nästa steg var att ta fram moduler FF-ar och lamp- förstärkare på s.k. printed circuits (kretskort). Eftersom vi saknade fotoutrustning m.m. fick allt göras mycket primitivt. Första ff-modulen gjordes med hjälp av en pappmall där lödöarna stansades ut och ledarna skars ut med kniv. Därefter ströplades mönstret med täckfärg på kopparfolien på laminatet. Arne Tolvgård på kemilabb hjälpte sen till att etsa bort omålad koppar genom att vippa järntrekloridlösning på kretskortet. Täckfärgen torkades bort och man borrade hål för komponenterna som sen löddes fast. Kretsarna med 8 kontaktytor som passade till en Engelsk kontakt som tyvärr visade sig inte kunna levereras på lång tid. Vår tusenkonstnär Josef Svedberg tog fram verktyg och egna kontakter av vävbakelit med fjädrar av fosforbrons handtillverkade på experimentverkstaden. Såsmåningom växte en demonstrationsmodell fram med två kodskivor där man kunde ställa in 32 lägen (dvs. 5 bitar binärt) på vardera skivan och presentera värdet i decimal form på en lamptabla.

Avsikten med allt detta arbete var att kunna visa våra blivande militära kunder att vi behärskade den nya digitaltekniken. Detta resulterade i att vi kunde gå vidare och utveckla större kretskort med riktiga kontakter och bygga en mer avancerad demoenhet (12-biten) med sändare och mottagare. Där kunde man demonstrera hur data (pulser i serie i form av ettor och nollor) sändes över telefontråd. Försvaret var bl.a. intresserade av att kunna överföra måldata som mättes i spaningsstationer till eldledning på luftvärnet.

Företaget satsade stort på den nya tekniken och sektionen och avdelningen snabbt under 1957 och framåt.

Modellen av den s.k. "5-biten" följde mig som väggdekoration monterad på en träskiva tills jag gick i pension. Den överlämnades med varm hand till Erik Åhman och hans samlingar."

Lars Billström var logikkonstruktör och tog fram de kretsar som behövdes för styrdatasystemet och som beskrivs på annan plats i denna skrivelse. Lars Billström hade även ansvaret för framtagning av armédatalänken som benämndes KATF-länken DS1/DM1. Billström tog fram det klassningssystem som användes för OC 45.

Sven Skåraeus var under denna första period utvecklingsledare för centralutrustningar där bl.a. nämns handläggare av automatisk följning av radareko till Arméförvaltningen under mitten av 50-talet, PPI utveckling, teknisk ledning PS-08 och Rrgc/F. I denna roll var han även SRT kontaktman mot FF/ELB som var beställare på centralsidan. Skåraeus roll var av stor betydelse för utvecklingen av Rrgc/F.

Övrigt

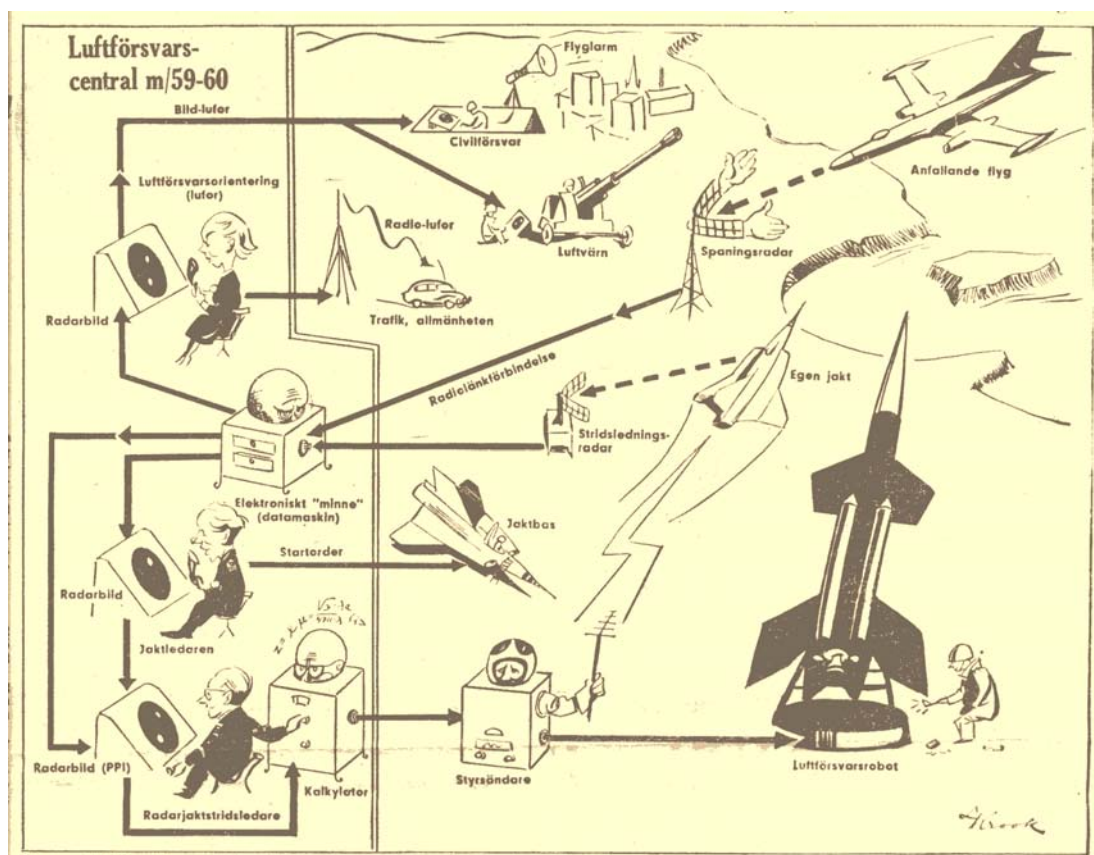
Stridsledningscentralerna med digitalisering, Censordatorerna, automatisk målföljning med styrdata var en stor framgång för SRT, dess ledning och ingenjörspersonal. Det är omvittnat med vilken framåtanda och entusiasm som uppdragen togs om hand samt hur den mängd av svåra problem som uppstod löstes.

Det nationella erkännandet är också dokumenterat och bekant likaså den internationella uppmärksamheten som antalet beställningar vittnar om.

Som oftast är beror framgångar på ett antal slumpartade händelser. Det sägs att när anbudsförfrågan för Luftförsvarscentral m/59 (PS-08) skickades ut hade SRT vd Frank Hammar gett direktiv om att SRT inte skulle lämna in något anbud. Anledningen var att en överenskommelse träffats mellan ledning för SRT och Decca om att SRT inte skulle offerera. Personalen hade de tekniska lösningarna och för berörda kändes det fel att inte lämna in ett anbud. Man beslöt att sätta ett arbetsnamn på anbudsförfrågan som helt skilde sig från det officiella. Anbudet räknades fram, lämnades in och SRT fick beställningen. När vd Frank Hammar fick reda på detta blev det ett väldigt liv inom företaget men man hade fått beställningen och att inte ta emot den skulle vara mycket olämpligt för framtida kontakter med kunden. Detta interna ”illegala” beslut har idag ingen ångrat.

Följande bild från 1959 visar hur Luftförsvarscentral m/59 var planerad med:

- Spaningsradar PS-08
- Bredbandig radiolänk in till Ledningscentral m/59 (PS-08)
- Elektroniskt ”minne”, datamaskin
- Startorder till jaktbas
- Radarjaktstridsledare som med en ”Kalkylator” skickar styrdata till eget jaktflyg
- Luftförsvarsrobot som är Robotsystem 68 ”Blood hound”. Systemet benämndes Bisto.
- Radarbild till Luftförsvarsorientering ”LUFOR” som ger flyglarm till tätbebyggda samhällen samt orientering till Luftvärn.



Luftförsvarssystem m/59

2.5 Marconis utveckling av Lfc typ1.

1957 fick Marconi ett studieuppdrag från den Svenska flygförvaltningen (FF) för Stril-60 systemet. Innan dess hade kontakter förekommit mellan det Svenska flygvapnet och det Engelska Ministry of Defence (MoD). Från MoD fick Marconi under 1958 ett studieuppdrag som benämndes Plan 58 och som var ett uppdrag att studera motsvarande centraler för det Engelska flygvapnet, dessa centraler fick benämningen Linesman. 1958 sände FF ut en anbudsförfrågan för ledningssystem till de nya Luftförsvarscentralerna (Lfc) som skulle bli centrum för Stril 60 systemet. Hösten 1958 lämnades anbud in och det visade sig att Marconi och Decca var de två företagen som konkurrerade om beställningen. I januari 1959 kallade KFF Marconi till kontraktsförhandlingar i Stockholm som något senare under året resulterade i ett kontrakt. Av de planerade fyra ledningscentralerna upphandlades två, dessa blev Lfc O5 som togs i operativ drift den 7/1 1964 och Lfc S1 som togs i operativ drift 10/1 1966.

Vid en veteranträff i Chelmsford den 3 maj 2005, 46 år efter beställningen, träffades tidigare anställda vid Marconi som varit engagerade i den Svenska beställningen, och författaren till denna handling (I samband med John Williamssons 70-årsdag). Ändamålet med träffen var att diskutera och dokumentera det som deltagarna kunde minnas av arbetet före och under framtagningen av utrustningen för de Svenska ledningscentralerna.



Deltagarna vid veteranträffen i Chelmsford 3 maj 2005.

Ron Howik, John Pearce, Alan Mathews, Arne Larsson

Roy Simons, John Williamson, Arthur Young, Derek Watkins, John Lancaster.

Vid Marconi arbetade vid tiden för beställningen ett antal mycket duktiga unga ingenjörer med inriktningen att utveckla företaget och sig själva mot ny teknik. Anbudsförfrågan från Sverige var mycket avancerad och omfattande och var enligt Marconi den största som vid denna tidpunkt lagts utanför USA, kanske var förfrågan den största i världen. (Marconi hade inte insyn i beställningar i USA). Det var mycket viktigt att få beställningen vilket även det Engelska företaget Decca insåg. Marconis anbudsarbete leddes av John Burrows som var en skicklig och erfaren förhandlare.

Arthur Young fick under 1957 uppdraget att leda arbetet med det studieuppdrag som Marconi fått från KFF för Stril 60 för en systemlösning baserad på digital teknik. Vid Marconi hade man under Roger Shipways ledning börjat att studera digitalteknik, inledningsvis i experimentsyfte för civil flygtrafikledning. Man insåg direkt att denna teknik var den ända användbara för att lösa uppgiften för Stril-60. Arthur Young var ensam om att vara engagerad på heltid i studieuppdraget men hade flera ingenjörer till sitt förfogande, bland annat Derek Watkins. Studieuppdraget levererades 1958 och den anbudsförfrågan som kom var nästan identisk med resultatet av studieuppdraget. Detta resulterade i en beställning till Marconi på c:a 4 M£. Det var vid denna tid en mycket stor beställningssumma och den största som lagts utanför USA.

Vid Marconi fick projektet namnet "FUR HAT", på svenska pälsmössa. Anledningen till namnet var ett besök som representanter från Marconi gjorde i Sverige den 10/1 1959 för slutdiskussioner med FF om ledningssystemet för luftförsvarscentralerna. Det var full snöstorm och några grader kallt ute när engelsmännen kom till Stockholm. Dom var inte klädda för detta väder varför man blev tvungen att inhandla vinterkläder i Stockholm och då bland annat pälsmössor på NK, en huvudbonad som intill dess varit okänd för de Engelska besökarna.

Arthur Young nämnde speciellt detta besök i Stockholm som gjordes bland annat tillsammans med Derek Watkins och John Burrows. Utöver vädret var även formen för slutförhandlingen unikt. Förhandlingarna hölls på Grand Hotell i Saltsjöbaden och pågick under en månad. Man delade upp sig i parallella arbetsgrupper för att öka effektiviteten. Arthur Young nämner speciellt effektiviteten under förhandlingarna, samtalen direkt med Flygvapnet och KFF, den vänskapliga atmosfären som rådde dessa faktorer tillsammans spelade en vital roll för succén med Fur Hat. Marconi fick den slutliga beställningen under våren 1959 och Arthur Young avslutade med att säga att han fortfarande med tacksamhet minns den gästfrihet som de Svenska vännerna uppvisade mot sina Engelska besökare.



Arthur Young och Derek Watkins

som båda deltog i slutförhandlingen och upphovet till "Fur Hat" i Stockholm januari 1959.

Den första projektledaren vid Marconi för Stril 60 var Roger Shipway. Under utbyggnaden av Stril 60 tog Eric Priestly över som Marconis projektledare. Vid Marconis fabriker i England deltog flera hundra ingenjörer i utvecklingsarbetet. Dr Eric Eastwood var chef för Marconis forskningsavdelning vid Great Baddows utanför Chelmsford där utvecklingen av det svenska ledningssystemet utfördes. Han var medlem i the Royal Society - den mest exklusiva forskargruppen i England och en av skaparna bakom det engelska radarsystemet som bidrog till att RAF vann slaget om Storbritanien. Arthur Young och Derek Watkins var två nyckelpersoner vid Marconi för

utvecklingen av Stril 60. De var bland annat ansvariga för översättningen av de Svenska kraven och framtagning av systemkonceptet för ett digitalbaserat system.



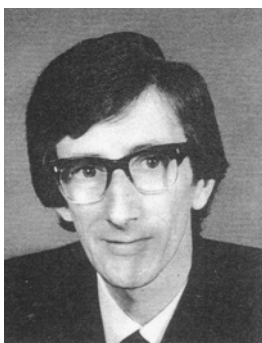
Marconi forskningslaboratorium Great Beddow 1960.



Utveckling av Fur Hat.

Len Whittaker, Ben Straksfield Head of data handling, Roger Shipway Head of data handling lab och Roy Simons Head of engineering.

Eric Atkins var ansvarig för den utvecklingsavdelning där utvecklingen av de digitala delarna utfördes. Där var Brain Partridge verksam med utvecklingen av digitala kretsar. Vid samma avdelning fanns Ron Howick var system ingenjör som hade en stor roll i systemutvecklingen av ledningssystemet.



Brain Partridge



Derek Watkins



Ron Howick

Den tekniska specifikationen från FF var av funktionell typ och med den tidens mått mycket avancerad. Den låg långt före andra specifikationer som Marconi tagit del av. Progressmötena hölls i en öppen anda där båda parter ansträngde sig för att hitta de bästa tekniska och operativa lösningarna. Detta var förutsättningen för och grunden till att man kunde lösa de tekniska problemen på så kort tid som gjordes. Marconi framhöll att de svenska representanternas förmåga att vid sittande bord kunna ta beslut i stora frågor var imponerande och en av anledningarna till det utmärkta samarbetet och goda systemlösningen. Här skall uppmärksammas att det till stor del var en helt ny teknik som infördes och att det inte fanns några referenssystem i världen som man kunde stämma av emot. En av de stora tekniska problemen var att lösa den automatiska målföljningen samt att få fram de indata som krävdes för styrdatameddelandet (som beskrivs på annan plats i detta dokument). Styrdatasystemet var redan beslutat och framtaget i samband med PS-08 systemet och leveransen av fpl 35B. Kraven fanns medtagna i den tekniska specifikationen och nu gällde det för Marconi att lösa detta. Införandet av rullbollen var en annan teknisk parameter som var helt ny och som vållade stort utvecklingsarbete. Övriga system som Marconi tagit fram hade haft Joy sticks för denna funktion och som tekniskt hade gått att lösa på ett enklare sätt. Under utvecklingsarbetet stötte man på många nya tekniska problem som måste lösas. Bland annat uppgavs att störningar uppkom i den nyutvecklade transistoriserade datorn (TAC). Efter ett idogt felsökningsarbete kom man fram till att anledningen var kretskortens kontakter som uppvisade sådana resistanser att funktionen påverkades. Resultatet blev att man tvingades att införa virade förbindningar.

Detta var det första digitala system som Marconi utvecklat och tagit fram och de inblandade är än idag mycket stolta över det arbete som lades ner och det resultat som detta ledde fram till.



Roy Simons

Roy Simons berättar. ”Jag anställdes vid Marconis radaravdelning 1943 där jag var verksam med olika radarprojekt. *Det Svenska flygvapnet var en mycket speciell typ av kund naturligtvis för dess stora tekniska kunskap men också av dess förmåga att kunna fatta snabba beslut. Datamässigt låg Fur Hat på en högre teknisk nivå än det Engelska Linesman. Framtagningen av Fur Hat och Linesman startade samtidigt men Fur Hat blev klart 7 år före Linesman. Fur Hat var det första i operativ drift tagna digitala datahanteringssystem som Marconi producerat. Jag var ansvarig, som biträdande superintendent för ingenjörsdelen vid display och datahanteringslaboratorie där en stor del av utvecklingsarbetet bedrevs. Med avseende till projektets stora innehåll av ny digital teknik krävdes ett stort antal nya ingenjörer såväl från företaget som utifrån.*

Transistortekniken, även om det var diskret transistorlogik, hade nu kommit till praktisk användning. Flertalet av de nya ingenjörerna tränades vid specialkurser som arrangerades vid Marconi College. Projektet innehöll en ny för ändamålet framtagen dator som benämndes TAC. Det var en av de första applikationerna som denna teknik användes för data processor för radar. Huvudminnet nyttjade som lagringsmedia akustiska fördröjnings ledningar.

Lfc O5 var den första central som installerades. Installationen utfördes av SRA med John Williamson Marconi som ansvarig för installation och driftsättning. Från Marconi deltog som mest 65 ingenjör, igångsättningen var inte problemfria med störningar och andra inte förväntade överraskningar. Alan Matthews berättar ” *Ett problem hade uppstått och jag blev tillfrågad om jag kunde resa över till Sverige för några dagar. Jag reste dit och blev kvar i tre månader*”.

Marconi blev klara med installation och driftsättning i slutet av 1963 och den 7 januari 1964 togs Lfc O5 i operativ drift.

Luftförsvarscentralerna väckte stor internationell uppmärksamhet och de utländska besöken var många. Bland annat kan ett besök av en amerikansk överste som 1965 besökte Lfc O5 omnämnas där han efter att ha tagit del av stridsledningen med styrdata sagt ”*Talar du inte med flygplanet*”.

Nedan följer en kort biografi för några av personerna som arbetade vid Marconi med den Svenska Lfc beställningen i Sverige.



Arthur Young

Arthur Young född 1927 i Leeds och utbildade sig till ingenjör vid Clare College Cambridge 1945-1948 med speciell inriktning på elektronik. Efter sin ingenjörsexamen anställdes Arthur Young vid Marconi Company som lärling vid dess College under två år för utbildning inom områdena tillverkning och test. Därefter placerades han vid Marconis forskningsavdelning först vid utveckling av ultra stabila högspänningsaggregat för radar displayer och sedan med utveckling av servomekanik för radarsändare över mikrovågslänkar och andra länkar samt i utveckling av fördröjningsledningar för att detektera radarsignaler i brus. Han kom in i en då nystartad grupp, under ledning av Roger Shipway, med uppgift att utforska om möjligheten att nyttja digital teknik för civil flygtrafikledning. Det var här som kopplingen uppstod till det Svenska Stril-60 systemet. Arthur Young blev chef för en systemutvecklingsgrupp som 1963 utvecklade TAC datorn. Här framhålls Digby Worty som idégivaren och

utvecklaren av TAC datorn. Gruppen startade också upp utvecklingen av Myriad datorn som ersatte den till Lfc levererade rörbestyckade datorn för radarpresentation. Den dator blev en succé för Marconi med flera kontrakt för civil och militär flygtrafikledning. 1979 blev han ansvarig för den avdelning som producerade mjukvara för datorerna för att något senare bli Assistant Technical Director för radar företaget inom Marconi. Arthur Young gick i pension 1987.



Malcolm Daniells

Malcolm Daniells anställdes vid Marconi som junior engineer 1958 vid Marconi College där han under två år studerade radarteknik. Han började att arbeta med trådlös överföring och minnesenheter för Fur Hat projektet tillsammans med John Williamson vid Great Baddow Reseach Laboratories. I september 1962 lämnade Malcolm Daniells utvecklingsavdelningen och gick över till marknadsavdelningen där han under de följande 6 åren blev engagerad i utbyggnaden av det Svenska Lfc systemets utbyggnad samt det Svenska vädersystemet som benämndes Mayflower. Därefter fortsatte han med marknads- och försäljningsaktiviteter i andra länder företrädesvis i Asien. Malcolm Daniells var mycket engagerad mot det Svenska försvaret och aktuella projekt samt blev Sales Manager för RIR-projektet som SRA/Marconi vann 1976. Malcolm Daniells besökte Sverige ett stort antal gånger och har genom sina marknads- och försäljningsinsatser mycket positiva minnen och känslor för Sverige och det Svenska flygvapnet. Malcolm Daniells lämnade Marconi 1983.



Alan Matthews

Alan Matthews började vid Marconi 1952 där han 1959 kom in på avdelningen för system utveckling där han sysslade med utveckling av analoga display system,

displayenheter, analoga presentationssystem, radarsystemunderhåll, resolver mm. Alan Matthews blev tidigt engagerad i det Svenska Lfc projektet och tillbringade under 1963-64 cirka ett år i Sverige med att lösa utvecklingsproblem samt med att skriva handböcker.



John Lancaster

John Lancaster arbetade med det Svenska Lfc projektet mellan 1959-1964 som systemingenjör och deltog under 6 månader vid den slutliga driftsättningsfasen samt under FF godkännandeperiod våren 1964.



John Williamsson

John Williamsson började vid Marconi Wireless Telegraf september 1952 och kom 1958 till utvecklingslaboratoriet i Great Baddows. Under åren 1958-59 arbetade John Williamsson med utveckling av magnetiska fördröjningsledningar som minnesenheter för Stril 60. När det Svenska Lfc projektet började att tillverkas blev John Williamsson ansvarig för delar av installation och driftsättning av ledningssystemen först vid Lfc O5 1961-64 och därefter vid Lfc S1 åren 1964-66. Efter det att Lfc S1 godkänkts av FF blev John Williamsson kvar i Sverige som Marconis kontaktperson mot FF/FMV för kommande utbyggnader och modifieringar. Efter att ha varit VD för Svenska GEC AB startade John Williamsson ett eget företag i Sverige där han representerade Marconi och även andra företag. John Williamsson har blivit Sverige trogen och det är många inom försvarsorganisationen som känner honom.

Digby Worthy var den övergripande utvecklaren av TAC-datorn som var Marconis första transistoriserade dator. Han var hjärnan bakom den matematiska beräkningen av datorn och ses som en mycket stor personlighet, stor begåvning samt pionjär inom området. Det var med stor respekt som Arthur Young beskrev Digby Worthy.

Sven-Olof Olson kapten vid Fs/Plan 1958, aktiv och tongivande i den Svenska utvärderingsgruppen för Lfc nämnde i ett anförande vid nedläggningen av Lfc O5 där följande är saxat:

”Grundspecifikationen skrevs från teknisk utgångspunkt som ett analogt system, vilket var det enda där någorlunda god kunskap fanns. Marconi och Decca radar var de två huvudanbudsgivarna. Båda företagen lämnade godtagbara lösningar, men Marconi presenterade utöver grundförslaget också ett digitalt system och pläderade för detta vid sin muntliga presentation. Under utvärderingsarbetet svängde såväl KFF som FS över mot Marconis mera moderna lösning. De pläderade på ett övertygande och trovärdigt sätt och Marconi utsågs av KFF till vinnare. Detta ledde till ett raseriutbrott hos chefen för Decca Radar som anmälde KFF för val av leverantör på felaktiga grunder. I dagens ljus kan det ses som en självklarhet att vi valde ett digitalt system. Men om vi förflyttar oss i tiden till 1958 så fanns ingenstans i världen något digitalt system av den storleksordningen som det var fråga om. Vi blev helt enkelt banbrytande. Det var tack vare valet av digitalteknik som strilsystemet kunnat bevara sin modernitet med förnyelse i successiva steg till dags dato.

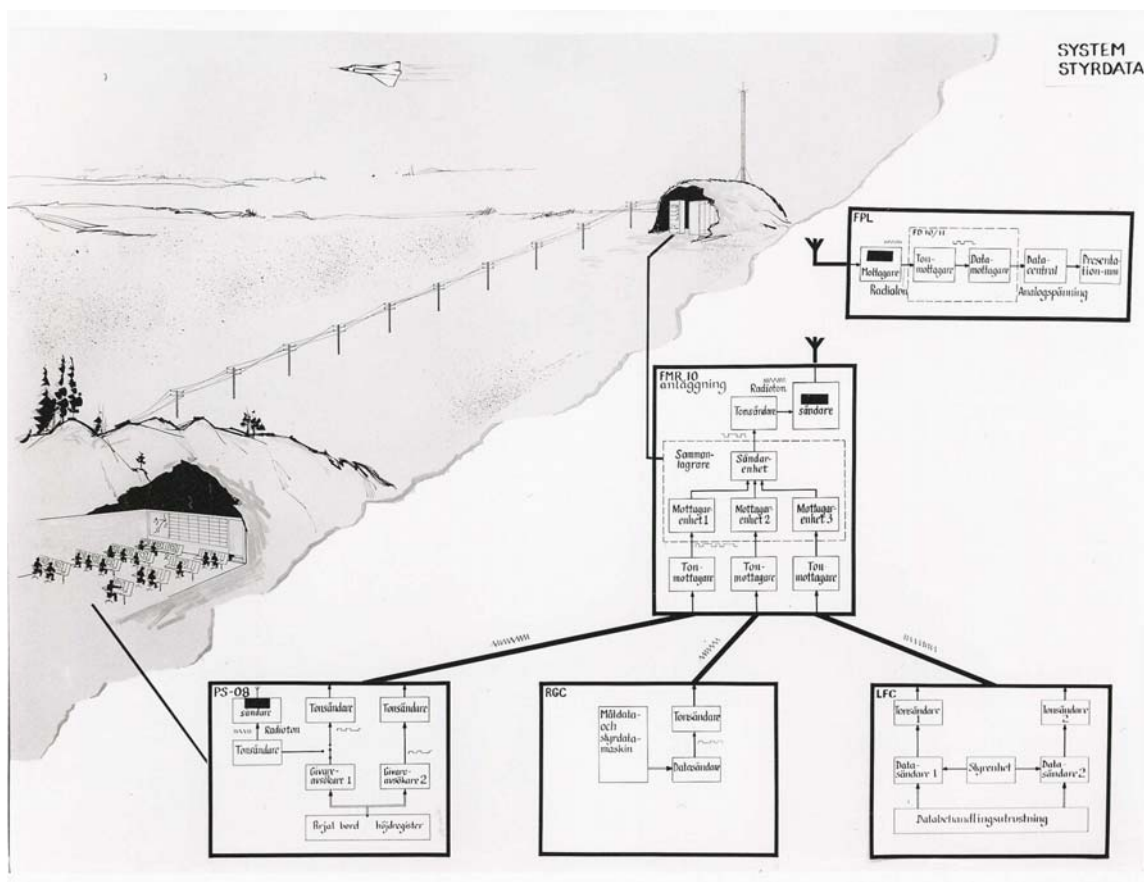
Sammanfattningsvis kan sägas att skapandet av Lfc I var en framgångsrik teknisk och operativ lösning som placerade oss i allra främsta ledet vad gäller modern stridsledning i världen.”

3 Systemöversikt.

3.1 Inledning

I detta avsnitt ges en kortfattad mycket allmän översikt över hela styrdatasystemet med ledningscentraler, radioanläggningar och flygplan. Utförligare teknisk information finns i kapitlen Funktionsbeskrivning och Kortfattade tekniska materielbeskrivningar.

Bilden nedan är en tidig systembild som visar styrdatasystemets infrastruktur.



Styrdatasystemet

3.2 Översiktlig systembeskrivning

Anledningen till att styrdatasystemet anskaffades var som tidigare framgått den nya hotbilden med högtgående och snabbare fiendliga bombplan som ställde krav på ett effektivt ledningssystem. Styrdatasystemets uppbyggnad med digital information direkt från stridsledningscentral till flygplanet var en revolutionerande förbättring för ledningssystemet.

Tekniskt kännetecknas styrdatasystemet, utöver dess digitala funktion, av stor störsäkerhet och av människa - maskin interface i flygplanet som medgav presentation och lagring av information på flygplanets indikatorer. Ledning med tal från ledningscentral till flygplan bibehölls som ett komplement till styrdatafunktionen.

Störsäkerheten var ett av de grundläggande kraven på styrradion. Många trodde att datakommunikation i sig skulle vara mer störsäker än tal. Så är dock inte fallet utan en enkel datasignalering är störkänsligare än tal. Vid ett signalbrusförhållande = 1 är felhalten ungefär 50 % och totalt oläsligt för data. Tal vid samma signalbrusförhållande

kan läsas av en van signalist utan större svårighet om talet är ”standardiserat” genom att ett begränsat antal meddelanden används. Att styrdatasystemets datasändning var överlägset tal vid kommunikation för stridsledning berodde på följande åtgärder/förhållanden:

- Meddelandena uppdaterades och upprepades kontinuerligt.
- Genom sammanlagring sändes meddelandena för ledda flygplan över flera sändare samtidigt på olika frekvenser.
- I flygplanets valdes automatiskt den först godkända radiokanalen.
- Styrorder och information presenterades för piloten på instrument och kvarstod tills nästa order kom. Detta medförde att piloten kunde läsa av en order flera gånger och behövde inte memorera innehållet.

Bilden på sista sidan i detta avsnitt visar styrdatafunktionen med radaranläggning, sändaranläggning och flygplan. Bilden visar radaranläggning PS-08, sändaranläggning FMR-10 och flygplan 35B.

Den första installationen av styrdata gjordes vid PS-08 OP-rum utanför Norrköping. Som radioutrustning användes först de vid anläggningen lokalt installerade Fmr-7 stationerna och därefter de fjärrplacerade större och kraftfullare Fmr-10 radiosändarna. De första flygplanen som utrustades för mottagning av styrdata var flygplan 35B Draken.

Styrdatafunktionen började vid radarstationen där ett oidentifierat flygföremål indikerats. I ledningscentralen bedömdes om insats skulle göras. Bijal tilldelade målet till en Rrjal som ställde in adressen till aktuellt jaktflygplan på flygbas samt övriga fasta uppgifter. Med inställningsorgan vid den operativa positionen gjordes inställningar som utgjorde grund för de lägesinformationer som skulle sändas till eget jaktflyg. På trådförbindelsen gavs en muntlig startorder till jaktflygplanets pilot som startade för uppdraget.

På ledningscentralen hämtade styrdatasystemets givaravsökare in styrdatainformation från datagivare, inställningsorgan i manöverbord samt höjdinformation som påfördes styrdatameddelandet och utsänds till anslutna sändaranläggningar FMR-10.

Styrdatameddelandet bestod av 103 bitar. Från ledningscentralen gick meddelandet ut på tråd eller radiolänkförbindelser som frekvensskiftad datainformation. Det var ett binärt seriemeddelande bestående av ettor och nollor som överfördes med två toner.

På sändaranläggning FMR-10 togs styrdatameddelandet emot i en sammanlagrare. Till varje radioanläggning kunde upp till tre ledningscentraler anslutas. I sammanlagraren sammanlagrades de inkommande styrdatameddelandena från de tre centralerna till en dataström med en konstant datahastighet av 3000 bitar per sekund.

Det vill säga 30 styrdatameddelanden i sekunden. Om det till exempel var 30 jaktflygplan i samma område skulle var och ett få ett uppdaterat meddelande i sekunden. I en radiotonsändare frekvensskiftades styrdatameddelandet till ettor och nollor. Det frekvensskiftade styrdatameddelandet anslöts till FMR-10 sändaren där meddelandet fasmodulerades. FMR-10 sändaren, som arbetade inom frekvensområdet 103-156 MHz, kunde avge en bärvågseffekt av 10 KW som vid denna tidpunkt var en mycket hög uteffekt. Över markplacerade riktantenner kunde bärvågen förstärkas upp till 11 ggr. Maximal bärvågseffekt var i riktantennernas huvudriktning 100 KW ! Detta var en nödvändig bärvågseffekt för att kunna undertrycka fientlig störsändning inom jaktflygplanens operationsområde.

I flygplanet togs radiosignalen emot av en av dess två flygradiomottagare som i exemplet är flygradio Fr-14. I flygplanet användes för styrdatamottagning normalt dess stjärtantenn som hade en bakåtriktad mottagningslob som dämpade signaler framifrån och som hade en förstärkning för signaler som kom bakifrån. Detta var ytterliggare en önskad parameter för att undertrycka förväntad störsändning. Styrdatameddelandet innehöll en specifik adresskod när denna överensstämde med flygplanets individuella adress togs meddelandet om hand i dataomvandlaren för bearbetning. Piloten kunde även ta emot ett speciellt testmeddelande för kontroll av funktionskedjan. I dataomvandlaren omvandlades styrdatameddelandet till signaler som över flygplanets datacentral presenterades på flygplanets indikatorer med följande information till piloten.

- Målets höjd
- Avstånd från flygplanet till målet
- Flygplanets bäring till målet
- Flygplanets kurs för att styra mot målet
- Kommandon till piloten

Med styrdatainformation kunde flygplanet ledas mot målet till att dess egen radar fick låsning på målet och kunde ta över ledningen.

3.3 Ledningscentraler

Styrdata kunde genereras från följande fyra ledningscentraler i Stril 60 systemet:

- PS-08 Op-rum (Ledningscentral vid PS-08)
- Luftförsvarscentral Lfc typ1 m/60
- Fast radargruppcentral som benämndes Rrgc/F
- Transportabel radargruppcentral som benämndes Rrgc/T

3.3.1 PS-08

Fyra PS-08 anläggningar uppfördes och samtliga benämndes med manliga förnamn. Den första installationen av styrdata gjordes vid PS-08 Dick på Vikbolandet i Östergötland. Därefter följde PS-08 Harry utanför Södertälje, PS-08 Tom utanför Emmaboda och slutligen PS-08 Fred i trakten av Norra Rörum i Skåne. Utöver dessa fanns även en utbildningsanläggning vid F2 Hägernäs.

Som radiostation för styrdata användes först de lokalt installerade Fmr-7 stationerna och därefter de fjärrplacerade Fmr-10 sändaranläggningarna.

Den operativa målföljningsfunktionen i PS-08 OP-rum benämndes som ”Halvautomatisk målföljning”. I vissa dokument benämns denna fas som ”Experimentmålföljning Stril 59”.

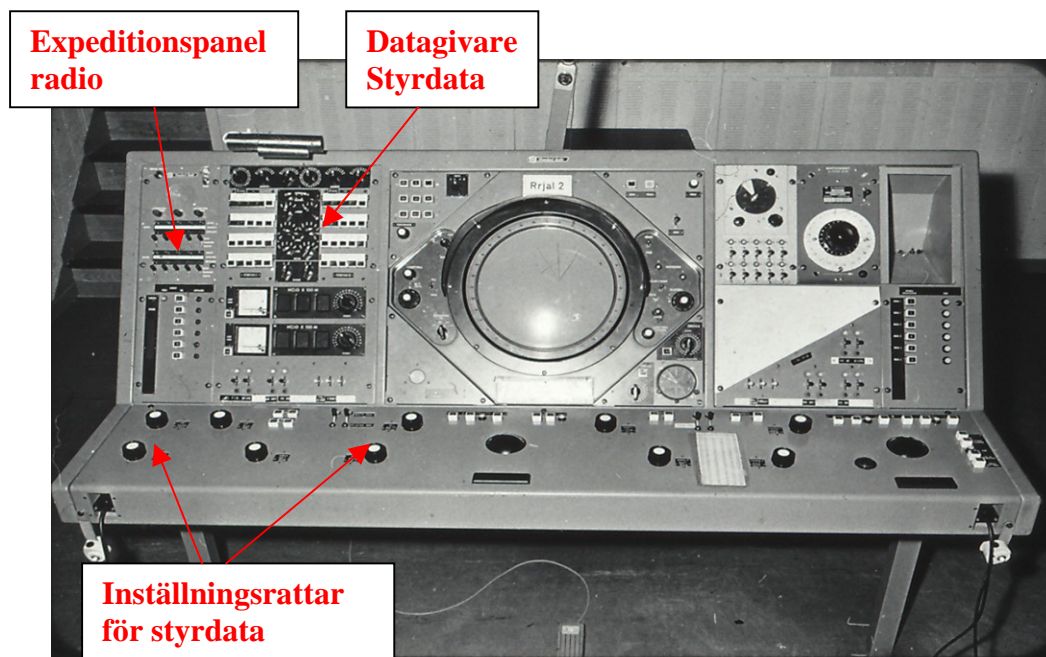
Styrdatafunktionen initierades av radarjaktledaren (Rrjal).

På datagivaren ställdes jaktflygplanens adresser in och kommandon valdes.

Den halvautomatiska målföljningsmetoden gick ut på att en operatör Rrbi (radarjaktledarbiträdet) såg till att positionen på PPI, för en s.k. datasymbol, noga överensstämde med det av radarn inmätta läget för målet. Om så inte var fallet gjordes en manuell korrigerings.

Med rattar lade Rrjal manuellt in vektorer på PPI för kurs, bäring och avstånd mellan egen jakt och mål samt beräknad interceptpunkt. Genom vridning av rattarna kunde rrjal ändra vektorerna för företaget. Givaravsökare läste av operatörens inställningsorgan i

manöverbordet och sände ut informationen som ett styrdatameddelande. Höjdinformationen hämtades normalt från anläggningens interna höjddatasystem.



PS-08 Rrjal panel.

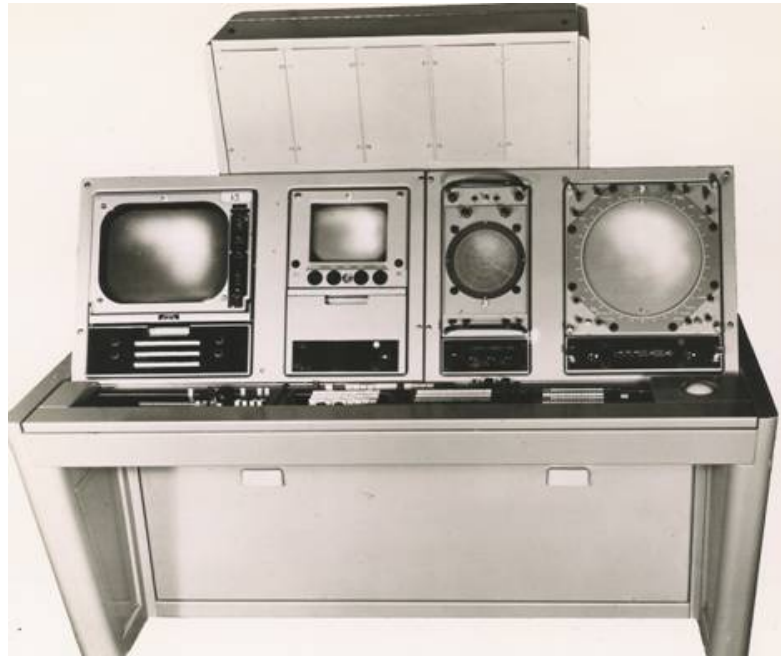
Då ett mål upptäcktes på ledningscentralens PPI tilldelades detta en Rrjal varefter målet inmättes av ett Radarbiträde (Rrbi). Därmed startades centralutrustningens halvautomatiska målföljning. Detta gick till på så sätt att Rrbi, med rullbollens hjälp, lade ut en av sina två symboler på målektet varvid koordinaterna matades in i kursfarträknaren. Förnyad inmatning gjordes vid en senare tidpunkt (två radarvarv senare) och den automatiska extrapolationen av målbanan startade.

Rrjal lade ut sin symbol på egen jakt och erhöll därefter två kursvektorer med respektive fotpunkter på det aktuella målet och på egen jakt. För detta nyttjades funktionstangenterna *Fart*, *Kurs* och *Tid* till kontakt. Vektorerna passades in till lämplig mötespunkt. Rrbi lade därefter ut baslinjen, d.v.s. en vektor med fotpunkter på målet och spetsen på egen jakt och utnyttjade därvid rattarna *Bäring* och *Avstånd*. Den egna jakten skulle om korrekta inmätningar gjorts hela tiden befinna sig på vektorn, varför i detta fall Rrbi endast behövde korrigera avståndet. Rrjal och Rrbi gjorde efterhand justeringar av nämnda inställningar. Dessutom utförde Rrjal erforderliga inställningar av *Skede* och *Kommando*. Datagivarnas rattar var kopplade till de givarelement som krävdes för centralutrustningens generering av bland annat kurs- och fartvektorer till Rrjal PPI. Vektorerna i PPI bilden utnyttjades för bland annat den mötespunkberäkning som Rrjal måste utföra för att kunna ställa in korrekt styrdata. Detta löste Rrjal genom lämplig inpassning av vektorerna med hänsyn till bland annat målets och den egna jaktens positioner samt de aktuella tid- och fartvägsvektorerna. Korrigering kunde göras efterhand om förutsättningarna ändrades

3.3.2 Luftförsvarscentral Lfc typ 1 m/60

1957 gick KFF ut med en anbudsförfrågan för ledningssystem till de nya Luftförsvarscentralerna (Lfc) som skulle bli centrum för Stril 60 systemet. Hösten 1958 lämnades anbud in och det visade sig att Marconi och Decca var de två företagen som

konkurrerade om beställningen. I januari 1959 startade KFF kontraktsförhandlingarna med Marconi för att något senare lägga beställningen. Av de planerade fyra ledningscentralerna upphandlades två. Dessa blev Lfc O5 som togs i operativ drift den 7/1 1964 och Lfc S1 som togs i operativ drift 10/1 1966.



Rrjal position Lfc m/60 typ 1

Vid Lfc typ 1 fanns bland annat nedanstående takiska funktioner med huvudsaklig inriktning:

- Jaktledaren, JAL, ledde genomförandet av stridsledningen i realtid.
- Biträdande jaktledare, bijal 1, gav startorder till jaktflygplanen i beredskap och ledningsorder till rrrjal i Lfc typ 1. Bijal 2 gav ledningsorder till ledningscentraler anslutna till Lfc.
- Trådjaktledaren, tråjal, uppdaterade bl. a högstatablån som angav flygplan i högsta beredskap och tidsbestämd beredskap.
- Luftbevakningsledaren, lbevled, ledde val och inkoppling av luftbevakningsunderlag (radarstationer etc.).
- Målföljningsledare, måled, ledde målföljningen och fördelade målföljningsuppdrag till målobs.
- Identifieringsledare, ileled, ledde identifieringen av företag.
- Målobservatören, målobs, målföljde av måled anvisade företag.

Målföljning utfördes från två hytter (målhytt 1 och 2) där målhytt 2 målföljde jakten och annat eget flyg och målhytt 1 målföljde fiendliga och okända företag.

Jaktstridsledningen utfördes från tre rrrjalhytter med vardera en rrrjalplats och fyra rrrjalplatser. Varje Rrjalplats kunde hantera 8 ledningsuppdrag, som sedermera reducerades till fyra. I praktiken kunde rrrjal dock genomföra två ledningsuppdrag samtidigt.

Vid jaktinsats angav rrjal målets företagsnummer och startade det preparerade ledningsuppdraget som bland annat innehöll följande information:

- Förbandschefens och förbandsmedlemmarnas (1-3) anropssignaler (Adresser).
- Beväpningsalternativ
- Startbas
- Startbana
- Anfallsmetod
- Tidsfördröjning, motsvarande tid från startorder till lättning.

Sändning av styrdata påbörjades automatiskt.

Beroende på måltyp och eget vapenalternativ kunde rrjal välja mellan kurvanfall och direktanfall. Förutom radarpresentation av mål och jakt (inklusive IK-svar med anropssignal) och deras målföljningssymboler på PPI kunde rrjal kontinuerligt avläsa inmätta måldata och beräknade stridsledningsdata på sin tabellindikator. På en särskild indikator, kurvindikator (KI), presenterades dessutom ett stiliserat förlopp, en s.k. j-kurva, som visade vald anfallsmetod.

Så länge som målföljningen var korrekt behövde rrjal endast övervaka förloppet och på tal informera flygföraren om målets storlek (antal företag), gruppering etc. samt övrig aktuell verksamhet. Detta var dock ett idealiserat förlopp där normalfallet vid övningar var störningar av olika slag, exempelvis undanmanöver av målet och radarstörning, vilket medförde osäker målföljning och behov av manuellt ingripande av rrjal. Denne kunde då själv korrigera såväl jakt som symbolens läge och ge manuell styrorder liksom olika kommandon på styrdata och kompletterande tal.

När uppdraget fullföljts kunde rrjal utföra jaktstridsledning mot nytt mål eller återleda på styrdata till landningsbas. Vid återledning sändes styrkurs och avstånd till basen och beordrad flyghöjd. Möjlighet fanns även att återleda via en särskild inflygningspunkt (IP) med hänsyn till luftvärnets gruppering vid aktuell bas.

För att öka uppdateringsintervallerna för samband/ledning försågs varje anläggning med två parallella styrdatautgångar.

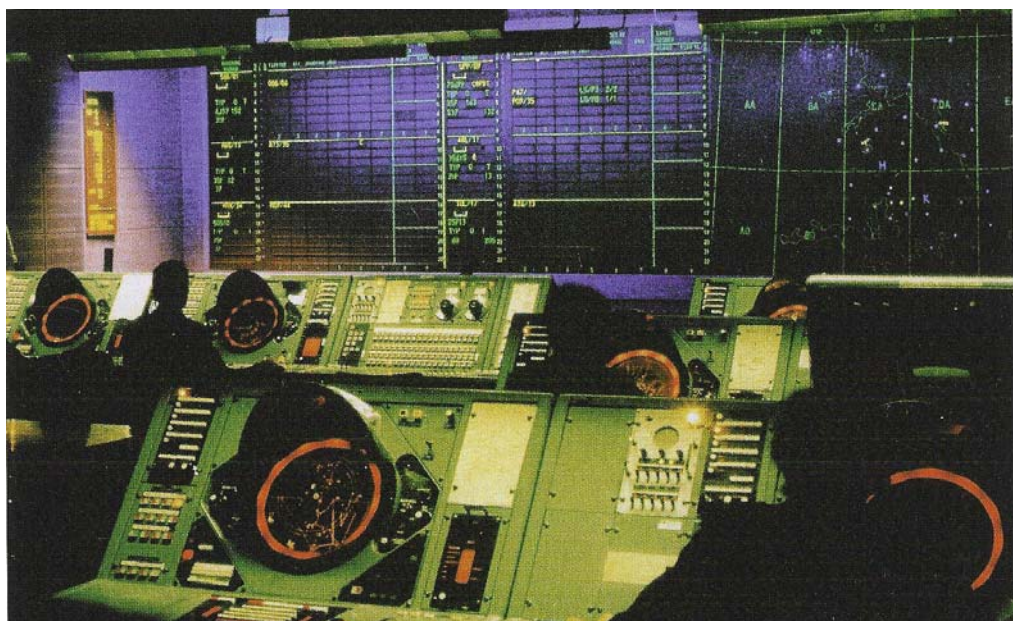
3.3.3 Radargruppcentral (Rrgc/F)

1961 fick SRT en beställning på ett digitaliserat datorsystem för en ny typ av ledningscentral, Radargruppcentral (Rrgc/F) med olika antal operatörsplatser. Typ 1 hade tre målobsplatser och tre rrjalplatser. Typ 2 hade fyra målobsplatser och fyra rrjalplatser.

I den första beställningen ingick 11 st Rrgc/F vilket antal senare reducerades till 8 anläggningar.

I detta koncept ingick en ny dator Censor 220 och ett förbättrat program för automatisk målföljning kopplat till den vidareutvecklade digitala videoextrator samt ett avancerat program för jaktstridsledning i en särskild dator Facit DS 9000.

Dessa två datorer ersattes senare av dator Censor 932 som utvecklades och tillverkades av SRT.



Taktikrummet Rrgc/F

Den operativa funktionen för Rrgc/F skilde sig markant från PS-08. På rrjals PPI presenterades såväl primär som sekundär radarinformation (IK-svar med anropssignal), företagssymboler och en s.k. j-kurva som visade det tänkta kontaktförloppet enligt vald anfallsmetod. På en tabellindikator presenterades data om målet och av stridsledningsprogrammet beräknade data för de olika ledningsuppdragen. På varje rrjalplats fanns möjlighet till 6 samtidiga ledningsuppdrag, men i praktiken begränsades dessa till 2 st.

Vid rrgc/F fanns bl.a. följande taktiska funktioner med huvudsaklig inriktning:

- Chefradarjaktledaren, crrjal, ledde jaktstridsledningen och gav ledningsorder till rrjal efter order om jaktinsats av bijal 2 i Lfc
- Radarjaktledare, rrjal, genomförde jaktstridsledningen mot anvisat mål och svarade för återledning till landningsbas.
- Målföljningsledare, måled, ledde målföljningen av såväl jakt som övriga företag.
- Biträdande måled, svarade huvudsakligen för identifiering av okända företag
- Målobservatören, målobs, målföljde av måled anvisade företag.
- Trådjaktledaren, tråjal, svarade för uppdatering av lägestablän som bl.a. visade vilka flygplan som stod i beredskap och vilka som var i luften.

I början var det väsentliga skillnader mellan jaktstridslednings- och målföljningsprogrammen i Lfc typ 1 och Rrgc/F men i samband med installation av Censor 932 i både lfc typ 1 och Rrgc/F kom programmen att bli i det närmaste identiska. Även om presentationen och inmatningsutrustningen fortfarande uppvisade olikheter kunde ett ledningsuppdrag i Rrgc/F nu i allt väsentligt genomföras på ett likartat sätt.

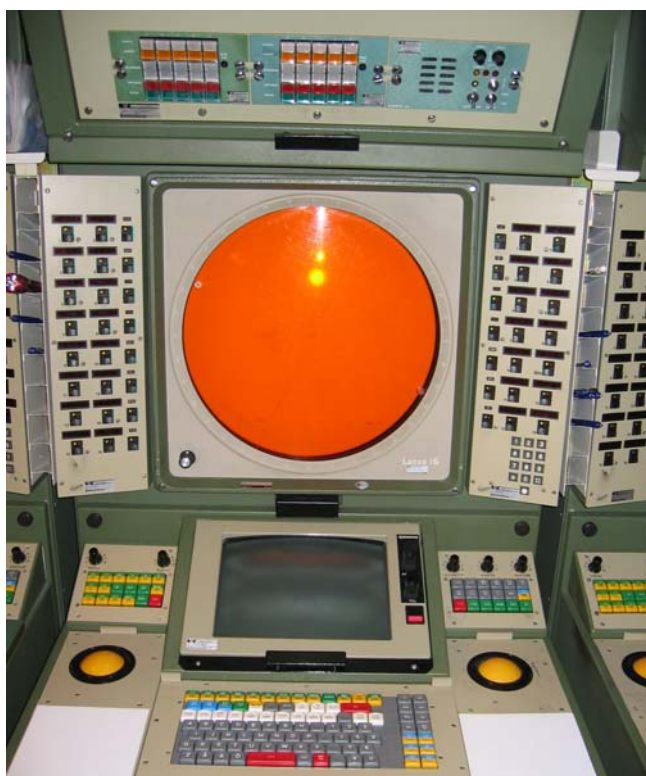
3.3.4 Transportabel radargruppcentral (Rrgc/T)

Under 70-talet gjordes utredningar som pekade på att ledningscentralerna borde göras rörliga och ha ett bättre skydd. Riktlinjer las upp för en rörlig ledningscentral som först fick namnet Rörligt Indikator Rum RIR som senare ändrades till rrgc/T. Beställningen på ledningssystemet gick till Svenska Radioaktiebolaget SRA med Marconi som underleverantör. Systemet utformades och levererades i två nivåer, RIR Hög och RIR

Låg. I lågnivån fanns endast tillgång till radarinformation och jaktstridsledning kunde enbart utföras med tal. I högnivån fanns i likhet med lfc typ 1 och Rrgc/F full funktionalitet för målföljning och datorstödd jaktstridsledning med styrdata.

Rrgc/T bestod av en televagn och 1-3 op-vagnar. Televagnen bemannades av teknisk personal för bl.a. inkoppling av olika datakällor och övervakning av rrgc/T tekniska funktion

Varje op-vagn hade fem platser där fyra var identiska till utformning och utrustning medan funktionaliteten på dessa platser styrdes av programvaran. Vid bemanning angav operatören om han var rrjal, målobs etc. varvid inmatnings- och presentationsfunktionerna på aktuell plats automatiskt anpassades till vald operatörsroll. Den femte platsen bemannades av en administrativ operatör, admop, med uppgift att bland annat preparera högstatablån.



Operatörsplats i Rrgc/T

Vid Rrgc/T fanns följande operatörsplatser:

- Chefradarjaktledare, crrjal, ledde jaktstridsledningen och gav ledningsorder till rrjal efter order om jaktinsats av bijal 2 i Lfc
- Radarjaktledare, rrjal, genomförde jaktstridsledningen mot anvisat mål och svarade för återledning till landningsbas.
- Målföljningsledare, måled, ledde målföljningen av såväl jakt som övriga företag.
- Målobservatör, målobs, målföljde av måled anvisade företag.
- Administrativ operatör, admop, svarade bl.a. för preparering och uppföljning av tablåer t.ex. högstatablån.

Jaktstridsledningsfunktionen i rrgc/T skilde sig i väsentlig grad från lfc typ 1 och rrgc/F. Vid utformning av denna funktion i rrgc/T tog man erfarenhet dels från PS-08 systemet med sin manuella vektorledning dels från den automatiserade jaktstridsledningen i lfc typ 1 och rrgc/F.

Detta innebar bl.a. att rrjal i rrgc/T fick möjlighet att själv starta målföljningen av valfritt företag och genom vektorpresentation på PPI få bättre kontroll över ledningsförloppet. Bl.a. presenterades en styrkursvektor från jaktsymbolen där vektorns riktning visade den styrkurs som rrjal matade in med rullboll och sände till flygplanet. Dessutom kunde ledningsuppdraget utföras enligt liknande automatiserade förlopp som i Lfc typ 1 och rrgc/F.

Två ledningsuppdrag kunde genomföras samtidigt med ett tredje preparerat. I stället för en särskild tabellindikator presenterades mål- och jaktdata samt ledningsdata i ett tabellfält som kunde placeras av rrjal på valfri plats på PPI. För presentation och sändning av styrdatakommandon fanns en särskild skrivindikator. Denna presenterade också anslutna och inkopplade radarstationer liksom olika tablåer etc.

3.4 Förbindelser

Det var viktigt att säkerställa en hög tillgänglighet på funktionen från ledningscentral till radioanläggningarna. Detta säkerställdes genom att följande åtgärder vidtogs.

Systemmässigt datanät från centralerna

- Datasändarna i centralerna var anslutna till minst en Linjetonsändare. Varje linjetonsändare hade distributionsenheter för upptill 8 utgångar till olika sändaranläggningar för styrdatameddelandet. Det innebar att alla styrdatameddelanden från centralerna kunde anslutas till minst 8 olika geografiskt skilda sändaranläggningar. Det var troligt att det i centralerna fanns minst en linjetonsändare för trådförbindelser och en annan för länkförbindelser.
- På ledningscentral Lfc typ 1 fanns två skiljda datasändare som båda sände styrdata för alla de i centralen ledda företagen. Dessa båda utgående förbindelser var tidsmässigt förskjutna. Oftast anslöts båda dessa förbindelser till samma radioanläggningar. Detta förfarande för att få en dubblerad dataöverföringshastighet. Lfc var då planerad för att samtidigt kunna leda väldigt många samtidiga företag.
- Varje radioanläggning kunde samtidigt ta emot styrdata på upp till tre olika förbindelser från olika centraler.
- Detta styrdatanät innebar att de från centralerna utsända styrdatainformationen samtidigt sändes ut från flera olika radioanläggningar.

Transmissionstekniskt datanät

- För de första radioanläggningarna användes fast uppkopplade trådförbindelser från aktuella centraler till aktuella radioanläggningar. Detta blev dock mycket dyrbart varför man senare gick över till länk.
- Som huvudalternativ för transmissionsförbindelserna mellan ledningscentral och styrdatasändare användes tråd i förvarets telenät (FTN). Detta var ett maskformigt nät som medgav ett stort antal alternativa omkopplingsmöjligheter vid avbrott. Detta nät var resistent mot telestörningar, men känsligt för fysiska skador vid krigshändelser. Varje radioanläggning var ansluten med två alternativa trådanslutningar.
- Som reservalternativ för förbindelser från centralerna till radioanläggning användes radiolänk i försvarets fasta radiolänknät (FFRL). Även detta var ett maskformigt uppbyggt transmissionsnät som medgav alternativa

omkopplingsmöjligheter vid avbrott men det var känsligt för telestörningar. Varje radioanläggning var ansluten med två alternativa radiolänkanslutningar.

3.5 Radioanläggningar

Markradiostationerna utgjordes av två typer:

- FMR-10 sändaranläggning
- Transportabel markradio TMR-20

3.5.1 Radioanläggning FMR-10

Radiostation FMR-10 blev den radiostation som huvudsakligast användes för att föra över styrdatameddelandet till flygplan.

De första FMR-10 sändarna beställdes 1957 från Rohde & Schwarz som en AM sändare att användas för att öka störtlågheten för talsamband. Mycket snart stod det klart att radiosändaren var lämplig att använda för styrdatasändningarna varför utrustningen modifierades för att kunna fasmodulera styrdatasignalerna.

Sammanlagt beställdes och installerades 41 st FMR-10 sändare för huvudsaklig installation i en yttre och inre rad efter de svenska kusterna.

Radiostationen var rörbestyckad och opererade på VHF bandet med en maximal uteffekt på 10 KW. Utrustningen bestod av 7 st stativ vilka krävde stor installationsyta och hade speciella krav på strömförsörjning. I radioanläggningarna planerades även installation av en motsvarande sändarutrustning för UHF. Detta kom aldrig att realiseras.

På sändaranläggningarna fanns utöver FMR-10 och dess två antenner även transmissionsutrustning för tråd och radiolänk, sammanlagrare och övrig utrustning för styrdatasystemet samt reservkraftaggregat.

Till Radioanläggning FMR-10 kom styrdatameddelandet in på tråd eller radiolänk i form av frekvensskiftsignaler. Med anledning av radiolänkens störlåghet var tråd det rekommenderade alternativet. I fredstid användes radiolänk av kostnadsskäl.

Styrdatameddelandet anslöts till FMR-10 sändare över linjetonmottagare, sammanlagrare och radiotonsändare.



FMR-10 sändare i dess apparatrum

3.5.2 Radiostation TMR-20

För att fylla vissa luckor i radiotäckningen och för att få en reservsändaranläggning beslutades under mitten av 70-talet att anskaffa en autonom transportabel radiostation med möjlighet att sända såväl talradio som styrdata. Den behövdes också för att utgöra radiosändare för ledningscentralerna Rrgc/T samt för att ersätta utslagna radioanläggningar. Med anledningen av detta anskaffades 20 st Transportabla radiosändare som fick benämningen TMR-20.

Denna transportabla radiosändare innehöll 2 st RK-02 sändare med varsitt effektsteg 202 som över antennfilter anslöts till en gemensam antenn med antennförstärkningen 4 dB i lobens huvudriktning. För styrdatafunktionen fanns sammanlagrare typ 2 installerad.



TMR-20.

3.6 Styrdatafunktioner på bas och i flygplan.

Den sista men viktigaste länken i styrdatasystemet var flygplanet som var anledningen till att ”styrradio systemet” kom till. Det skulle vara ett snabbt jaktflygplan som kunde operera på höga höjder och som skulle kunna ledas från strilcentralerna på ett effektivt sätt med en säker och kort ledningstid. Det var först fpl 35 B och 35D samt i ett andra skede fpl 35 F och fpl JA 37 som kom att förses med styrdata.

Jaktflygplanen var beredskapsmässigt baserade på olika krigsflygplatser inom landet. Det var det då nya Bas-60 systemet som var projekterat för 45 baser spridda från Kiruna i norr till Sjöbo i söder som nyttjades. För sambandsfunktionerna fanns på baserna flygtrafikledningsfunktioner i dels Kommandocentralen (KC) och dels i en hjulförsedd hydda som var placerad vid banan och som benämndes Trafikledning Fält (TLF). Vidare fanns ett omfattande bas- och baskabelsystem förlagt mellan de operativa platserna och uppställningsplatserna för flygplan. Baskabelsystemet var även anslutet till stridsledningscentralerna. Startorder till jaktflygplanen utsändes från stridsledningscentralerna via flygbasernas baskabelsystem direkt till flygplanens uppställningsplatser. (Flygplanens uppställningsplatser benämndes Uom, Bakom och Framom). Vid framom stod jaktflygplanen startklara och var via Telefonsystem 46 anslutna till stridsledningscentralernas startordersystem med en kontaktförsedd kabel från ett banskåp vid uppställningsplatsen.

På ledningscentral togs beslut om att skicka upp jaktflyg för identifikation och eventuell bekämpning. När operatör vid ledningscentralen tagit beslut om start räknade ledningscentralens dator fram starttid för flygplanen varefter startorder utsändes via startordersystemet. På flygbasen tog en mekaniker bort kabelanslutning från flygplanet varefter flygplanet startade med de uppdragsuppgifter som mottagits. Med referens till tabellen i kapitel inledning, där en reaktionstid på 6-10 sekunder angetts från beslut om målinsats på ledningscentral till start av eget jaktflyg var tiden för teknikern att ta bort kontakten lång relativt den totala tiden. Beslut togs om att modifiera flygplansanslutningen för Telefon 46 genom att införa automatisk bortbrytning av kontakten. Detta utfördes genom att en brytkontakt infördes som var förankrad i marken med en vajer. Jaktflyg som stod i högsta beredskapsläge kunde därigenom starta med kontakten som lossade när flygplanet satte sig i rörelse. Trafikledarna i KC och TLF hade medhörning på startordern från ledningscentralen och TLF kunde konstatera och rapportera till KC att flygplanen lyft.

När jaktflygplanet kommit upp på erforderlig höjd för radiotäckning togs stridsledningen över av Rrjal i ledningscentralen. Styrdatainformation, som tidigare beskrivits, hade sänts ut och tonskiftmodulerats i en FMR-10 sändare via styrdatautrustningarna på ledningscentralen, försvarets transmissionsnät, Datatransmissionsmottagare, Sammanlagrare och Datatransmissionssändare på radioanläggning FMR-10. I styrdatameddelandet som sändes ut fanns individuella adresskoder till flygplanen som därigenom fick den information som erfordrades för sitt uppdrag. På flygplanets indikatorer presenterades informationen som ledde piloten mot målet. När målet kom tillräckligt nära fick flygplanets radar låsning och tog då över informationsgivningen till pilot och flygplan. Parallellt med styrdatafunktionen fanns som redundans och komplement ett talradiosamband med Rrjal på ledningscentralen över Striradiosystemet.

Flygplan 35 var försedd med två antenner för mottagning av styrdata. En rundstrålande ryggåsantenn för mottagning och sändning av tal och en stjärtantenn för enbart mottagning av styrdata.

Flygradions funktion var att ta emot talinformation och styrdatameddelanden. Ursprungligen var fpl 35B och D utrustad med flygradio Fr13 som huvudradio (tillverkad av AGA) och Fr 14 som reservradio (tillverkad av Collins). De första styrradioproven utfördes med flygradiostation Fr 13 på VHF bandet med amplitudmodulering. Resultaten blev mindre lyckade vilket ledde fram till att både Fr 13 och Fr 14 modifierades med en direktutgång från LF-delen som anpassades för styrdatasignalen. Därigenom blev Fr 14 huvudmottagare för styrdatafunktionen i flygplanet och Fr 13 huvudmottagare för talsamband. Flygradio Fr14 som bestod av mottagare, sändare och kraftenhet hade en manuell frekvensinställning med vred som innebar att frekvensbyte var en relativt krävande manöver att utföra för piloten. Fr 14 ersattes senare med Fr 21.

Från flygradiomottagaren vidarebefordrades styrdatameddelandet till styrdataomvandlare FD 10/FD 11 där styrdatainformation omvandlades till analog signal som över flygplanets datacentral presenterades på flygplanets indikatorer.

Bärings- och kursinformationen gick till flyglägessystemet (FLI-25). Kursinformationen presenterades på kursindikatorn. Bäringsinformationen jämfördes med fpl gyrokompass-signal för att presenteras som skillnadssignal mellan fpl kurs och målets geografiska

position med styrindikatorns sidvisare ("sidbalken"). D.v.s. när fpl kurs var samma som målbäringen stod sidvisaren i centrum på styrindikatorn.

Avstånd, höjd och kommando presenterades på den s.k. AHK-indikatorn. (AHK = avstånd, höjd, kommando)

Målhöjd presenterades även med styrindikatorns höjdbalk. D.v.s. när fpl höjd var samma som målhöjden stod höjdbalken i centrum på styrindikatorn.

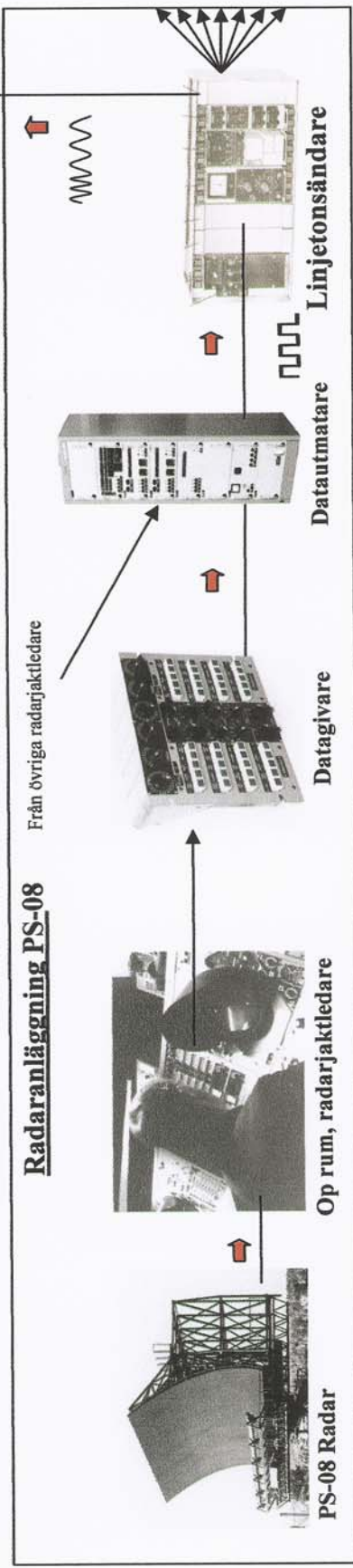
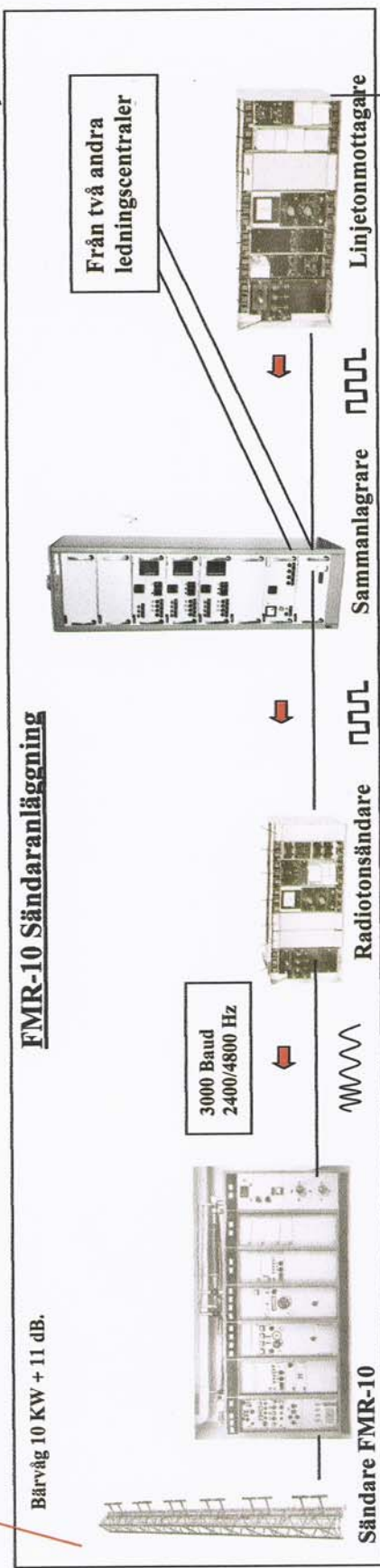
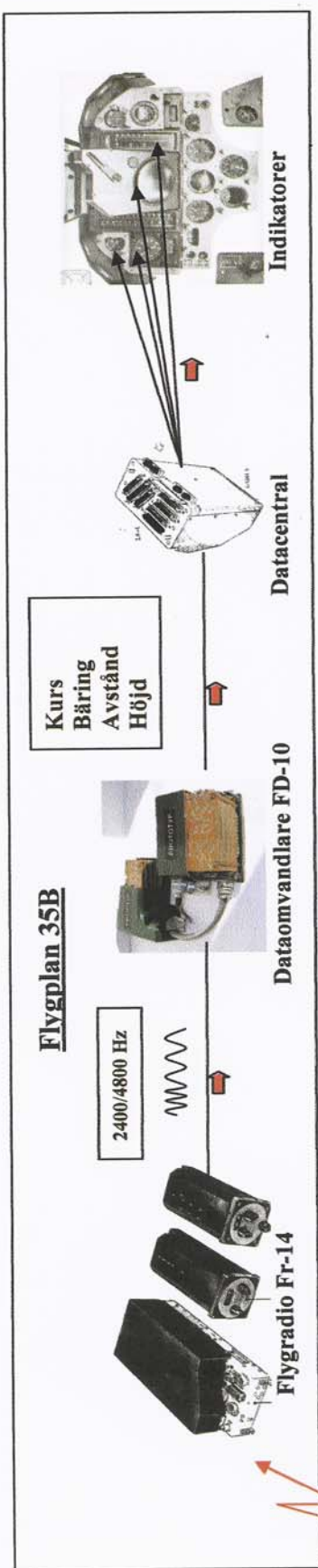
Kommandona var för fpl 35 presenterades i det övre fönstret på AHK-indikatorn. Vid varje kommandoändring genererades en varningston i flygförarens hörtelefon. Avstånds- och höjndikeringen var i form av index på var sin vertikala skala ("termometer-typ") på AHK-indikatorn.

Vidare fanns "skedes-information" där Skede 1 avsåg "anflygning" och Skede 2 avsåg "målsplaning". Vid skedesändring genererades en varningston i flygförarens hörtelefon. Om meddelande med flygplanets adress tagits emot och meddelandet inte accepterats som rätt inom 5 sekunder indikerade kommandoindikatorn "FEL" samtidigt som varningston hördes i ff. hörtelefon. Övriga indikationer förblev "frysta" i senast mottaget läge i ytterligare 5 sekunder, varefter dessa nollställdes .



Flygplan 35 B, indikatorer .

Styrdatasystemet PS 08.



4 Funktionsbeskrivning

4.1 Inledning

I detta avsnitt beskrivs tekniskt styrdatafunktionen med inriktning på den första ledningscentralen som var PS-08 OP-rum, de specifika styrdataenheterna, transmissionsutrustningarna, Radiostation FMR-10, TMR-20 samt flygplan 35 B med flygradio, styrdataomvandlare, signalanalysator, datacentral och indikatordelar. Funktionerna vid Lfc typ1, Rrgc/F och Rrgc/T berörs.

Programvaran för de operativa funktionerna i ledningscentralerna har varit föremål för mjukvarumodifieringar. Styrdatasystemet var under sin livslängd föremål för några modifieringar, dels med avseende till nya tekniska möjligheter dels till förändringar i hotbilden som medförde ändrade taktiska krav.

Därför skall läsaren vara observant på att detta beskriver förhållandet från sent 50-tal och 60-talet med vissa kommentarer om senare utförda förändringar. Ambitionen är inte att ta med alla utförda modifieringar utan inriktningen är beskrivningen från perioden vid införandet.

4.2 Styrdatameddelandet

4.2.1 Bakgrund

Styrdatameddelandet utgör den genomgående ”röda tråden” i hela styrdatasystemet. Den tekniska utformningen av styrdatameddelandet som överförde informationen från markbaserade stridsledningscentraler till flygplan är gjord av Curt Olof Svensson på Standard Radio och Telefon AB, baserat på de operativa kraven på vilken information som skulle överföras. Denna utformning gjordes under 1957 eller 1958, med några mindre förändringar under de närmaste efterföljande åren.

Styrdatasystemet var ett av de första systemen som utnyttjade den då nya digitala tekniken att sända informationen i form av digitala s.k. bitar, där varje bit var kodad som ETTA eller NOLLA i smalbandigt överförda digitala datameddelanden. Digitaltekniken innebär att informationen kan överföras med mycket stor noggrannhet.

För att möjliggöra överföring av de digitala meddelandena på olika former av förbindelser modulerades ettorna och nollorna med två olika toner före utsändning.

Styrdatameddelandet är 103 bitar långt. Detta sändes med hastigheten 3000 bitar/sekund, eller ca 29 meddelanden per sekund, vid överföring på radio till flygplanen. Av dessa 103 bitar utnyttjades 68 bitar, för direkt styrdatainformation till fpl. 35. De övriga användes för teknisk information och några få bitar i reserv. Från centraler till radiosändaranläggningar sändes meddelanden med lägre hastighet, normalt med 1000 bitar/sek.

Längden på datameddelandet var under en första kort tid 83 bitar, men förlängdes mycket snart till 103 bitar när höjdvinkel och höjdändring infördes. Denna grundutformning av datameddelandets struktur användes vid alla typer av styrdataöverföring, för såväl fpl. 35 som för fpl. 37, och bibehölls ända in på 2000-talet. I samband med att flygplan JA37 Viggen infördes, tillkom några varianter på informationsinnehållet, av samma grundmeddelande. Detta innebar bl.a. att Sammanlagrarna för styrdata vid markradiostationerna, kunde bibehållas i oförändrat skick i operativ drift i över 40 år!

I samband med att många andra datameddelanden senare tillkom i samband med Stril-60, typnumrerades alla datameddelanden för att enkelt särskilja de olika typerna från varandra. Då erhöll Styrdatameddelandet nummer 108, (detta då råkade vara meddelande 8 bland alla olika meddelandetyper i kravspecifikationen för rgc.)

För utformningen av Stril 60 förde Flygstaben diskussioner med såväl Svenska som utländska företag samt med flygvapnen i andra länder bl.a. med USA .

I ett protokoll från 1962 står att läsa:

”Rent generellt är det ett önskemål att kunna flytta över så mycket av stridsledningen som möjligt från marken till flygplan. Målet skulle närmast vara att jfpl efter start söker upp, finner och bekämpar sitt mål utan ledning från marken. Fördelarna med ett dylikt förfarande har blivit än mer uppenbara genom de ökade riskerna för fiendlig störning på kommunikationsidan”.

Denna princip för stridsledning benämndes Modified Closed Control (MCC) som innebar att ledningscentralen till flygplanet, över styrdatasystemet, gav information om målets position. Därefter utfördes stridsledningen i och av flygplanet.

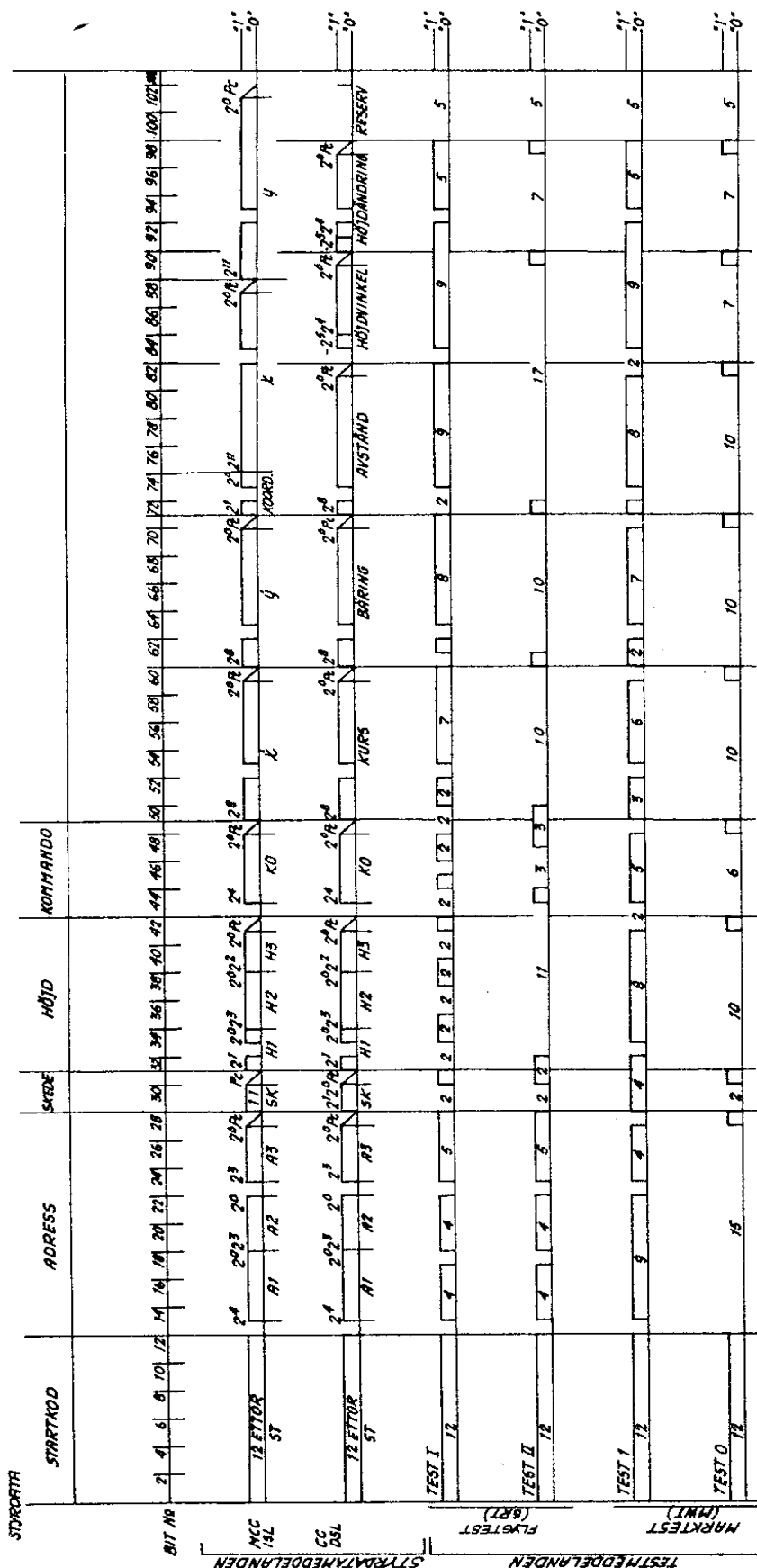
Fpl 35 innehöll en datacentral som kunde hantera uppgifter för presentation men som inte var en dator i den bemärkelsen som krävdes för att utföra beräkningar. Stridsledning för fpl 35 utfördes i ledningscentralerna och flygplanet leddes från marken mot målet tills dess att flygplanets radar fick låsning. Metoden kallades Direkt Strids Ledning (DSL).

Med fpl 37 infördes en kraftfull system dator som medgav stridsledningsberäkning i flygplanet. I samband med detta infördes ”MCC” som fick benämningen Indirekt Strids Ledning (ISL).

Datameddelandet på nästa sida är från tidigt 60-tal och innehåller 6 rader:

- Den översta raden benämns MCC/ISL. Den visar hur man tänkte sig datainnehållet för MCC/ILS. När fpl 37 kom i operativ drift kom meddelandet att ändras något.
- Andra raden är benämnd CC/DSL där CC står för Closed Control. Detta styrdatameddelande användes för fpl 35.
- De två följande raderna märkta Flygtest/SRT visar de testmeddelande, enligt ovan, som utsändes från Ledningscentralerna PS-08 och Rrgc/F och från sammanlagarna. De två nedersta raderna märkta Markttest/MWT visar de två testmeddelandena, som beskrivits ovan, som utsändes från Lfc men som ej kunde nyttjas i flygplan

Som databärare fanns styrdatasystemet kvar med samma funktioner och protokoll som det som 1959 togs fram för PS-08. Det hade under fyra generationers ledningscentraler visat sig vara tillräckligt funktionellt och framför allt tillförlitligt för att kunna användas fram till nedläggningen av den sista Rrgc/T ledningscentralen år 2004.



Styrdatameddelandet början av 60-talet

4.2.2 Grundstommen i styrdatameddelandet

Synkronisering av datameddelanden

För att ge möjlighet till informationssynkronisering av bitströmmen inledes varje datameddelande med en fast startkod på 12 ETTOR åtskild av en NOLLA före och efter. Detta för att datamottagarna skulle kunna känna av var meddelandet började. För att styrdatainformation inte felaktigt skulle kunna uppfattas som startkod i informationsströmmen inplacerades fasta skiljenollar var tionde bit i meddelandet, dvs. som bit 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93, och 103.

Teknisk intern meddelandekontroll

För att man på mottagarsidan skulle kunna upptäcka enstaka bitfel i överföringen avslutades varje informationsenhet (Adress, Kurs etc) med en ”paritetskontrollbit”, på engelska parity-check-bit (P/C-bit, eller på svenska U/J-bit).

Vid utsändningen av meddelandet räknades antalet ettor i varje informationsenhet. Om det då var ett jämnt antal ettor i fältet sändes den efterföljande P/C-biten som en ETTA, annars som en NOLLA. I datamottagarna kontrollerades att det var udda antal ETTOR i varje informationsfältet. Vid fel nyttjades ej det aktuella informationsfältet.

Speciellt med styrdatameddelandet var att det var en P/C-bit för varje informationsfält. Detta medförde vid överföringen att varje enskild informationsfält (som t.ex. kurs) kunde kontrolleras i datamottagaren, så att alla korrekta delar av datameddelandet kunde användas även om andra delar av överföringen hade blivit störd. Om det var P/C-fel i adressen, så nyttjades givetvis inget alls av meddelandet.

Följande bitar var P/C-bitar: 28, 31, 42, 49, 60, 71, 82, 90 och 98.

(Senare blev vanligt i andra typer av datameddelanden, att placera P/C-biten på fast plats före varje skiljenolla, oberoende av de operativa informationsfälten i datameddelandet.)

4.2.3 Styrdatameddelanden för fpl. 35 Draken

Flygplan 35 Draken leddes från olika typer av stridsledningscentraler på marken med Direkt Strids Ledning (DSL). Detta innebar att man pekade ut målets position i lufthavet (enligt ledningssystemets uppfattning) i förhållande till jaktflygplanets inmätta position (likaså enligt systemets uppfattning). Det som överfördes var således riktning och avstånd till målet, räknat från jakten. Utpekningssmetoden medförde en viss inbyggd osäkerhet, eftersom felaktig inmätning av antingen jaktens eller målets position kunde medföra felaktig utpekning.

Nedanstående informationsfält överfördes från olika strilcentraler till fpl. 35 Draken.

Varje styrdatameddelande var direkt adresserat till ett visst jaktstridsplan.

Styrdatameddelandet möjliggjorde att information från radarjaktledaren (rrjal) i stridsledningscentralen snabbt och säkert med mycket stor noggrannhet kunde överföras på radio till piloten. Informationen innehöll primärt även hur piloten skulle styra för att kunna komma till lämpligt läge för att kunna bekämpa målet.

I flygplan 35 mottogs radiobärvågen av en av dess radiomottagare varefter styrdatameddelandet över dataomvandlare och datacentral överförde informationen till de olika visarinstrumenten för piloten.

- Adress, eller Anropssignal

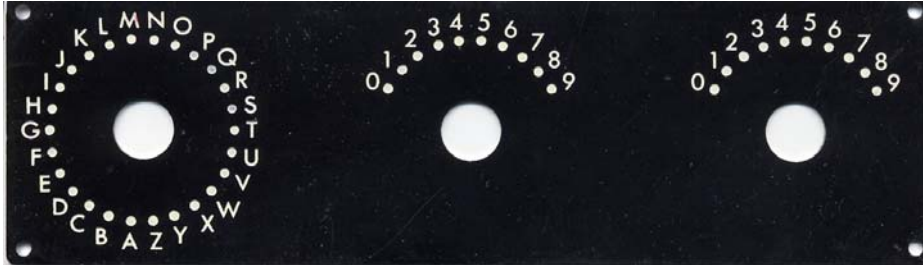
Alla styrdatameddelanden inleds efter startkoden av en Adress. Denna uppdelades i tre grupper och bestod av en bokstav och två siffror. Varje enskilt flygplan hade sin egen adress. Då det var koder för 26 bokstäver fanns det en teoretisk möjlighet att

adressera 2600 enskilda flygplan!

Adressen sändes med $5+4+4 = 13$ databitar

(Det är troligt att det från första början ”bara” var tänkt att använda ca 20 bokstäver.)

I de fall informationen skulle till flera flygplan i roten sändes samma information till de olika adresserna som rrjal angivit.



Adressinställning på datagivarpanel PS-08 (märkskylt)

- Skede
Det fanns två skeden, dels Skede I för Anflygning, och Skede dels II för Målspaning. Skedet användes samtidigt som en teknisk information för omskalning av avståndsinformationen. Vid Skede II *Målspaning*, under 40 km, ökades samtidigt upplösningen hos Avstånd 10 gånger. Skedet sändes med 2 databitar.
- Målets höjd
Höjden sänds decimalkodad bestående av tre decimala siffror med upplösningen 200 meter. Höjden sändes med $2+4+3=9$ databitar. Den angivna överförda maxhöjden var för fpl 35 begränsad till 20 000 m, och för fpl 37 till 30 000 meter.
- Kommando
Denna funktion möjliggör att sända ett av 20 fördefinierade klartextkommandon med taktiskt innehåll från radarjaktledaren till piloten. Dessa kommandon överfördes med 5 databitar.
För fpl 35 Draken användes till exempel följande kommandon. Betydelsen av de ursprungliga kommandona har ändrats några gånger.
Kommandon

| | |
|-------------|-----------|
| FEL | O (Nolla) |
| HÖJDÄNDRING | FRAM |
| FLERA MÅL | TVÄRS |
| JAKT | BAK |
| REMSOR | ÖKA |
| NYTT MÅL | STIG |
| OSÄKERT | BRANT |
| VARNING | BRYT |
| MÅLFART | KVARLIGG |
| MÅLKURS | LANDA |
- Kurs för jakt mot mål.
Kursen sändes binärkodad med 9 databitar, med den tekniska upplösningen 0,703125 grader.
- Bäring till mål
Bäringen (dvs. riktningen till mål) sändes på motsvarande sätt som för kursen.
- Avstånd till mål.
Avståndet sändes binärkodad med 9 databitar.

Upplösningen var 1 km på avstånd över 40 km upp till 400 km.
I Skede Målspaning, under 40 km, sändes avstånd med 10 gånger högre upplösning.

- Höjdinkel till mål
Vinkel upp eller ner i grader sändes med 6 databitar.
Denna information var inte med från första början. Höjdändring har troligen inte använts i fpl 35,
- Höjdändring till mål
Ändring i höjd upp respektive ner i meter, sändes med 6 databitar.
- Reserv
Det fanns ytterligare 4 databitar, som inte utnyttjades i detta DSL-meddelande för fpl. 35.

4.2.4 Testmeddelanden

Utöver ovanstående informationsmeddelanden till piloten, överfördes även två speciella testmeddelanden I och II, för att möjliggöra funktionstest av överföringen på radio och presentationsfunktionen i flygplanet.

För detta ändamål konstruerades två olika flyg-testmeddelanden som innehållsmässigt var så olika som möjligt, men presentationsmässigt för piloten var så lika som möjligt. Det innebar att t.ex. informationen KURS i det ena testmeddelandet TEST I sändes som 179,2 grader, och i det andra testmeddelandet TEST II, som 180 grader. Då piloten tryckte in testknappen på datamottagaren på sin vänstra sida, skulle instrumenten ställa in sig på detta testläge. Om detta inte skedde fanns det ett funktionsfel i överföringskedjan.

Testmeddelanden genererades i Sammanlagarna vid radiosändarna.

Samma testmeddelanden genererades även i de centraler som Standard Radio levererade, dvs PS-08 och Rrgc/F. Detta innebar att det var möjligt att i reservmod sända styrdata direkt från dessa centraler med lokal radio till jakten.

Från Lfc utsändes testmeddelanden där alla informationsbitar bestod av enbart ETTOR resp. NOLLOR. Dessa kunde inte användas för lämplig presentation i flygplanet. Detta förfarande medförde därför att alla testmeddelanden som sändes från samtliga centraler togs bort i Sammanlagaren. I Sammanlagarna genererades i stället de båda typerna Flygtestmeddelanden, Flygtest I och II, som då var anpassade till fpl 35. Dessa sändes växelvis som vart 16 meddelande.

Synkoniseringsmeddelanden

I de lägen då det inte fanns några aktuella informationsmeddelanden in till Sammanlagarna från någon central, sände dessa ut så kallade "Växelmeddelanden" som enbart bestod av en kort startkod på 9 ettor och därefter växelvis ettor och nollor. Detta för att datamottagarna skulle vara bit-synkroniserade och klara för att ta emot styrdata så snart som det sändes ut.

4.2.5 Styrdatameddelande för fpl 37 Viggen

Flygplan 37 Viggen kunde antingen ledas direkt med information från stridsledningscentralerna på marken på samma sätt som för fpl. 35. Alternativt kunde ledning ske indirekt mot mål, med primärinformation från markcentralerna. Härvid överfördes information om mållägen till flygplanen, varefter piloten med hjälp av datorsystemet i flygplanet, själv mer självständigt kunde agera i luften. Denna metod blev möjlig

eftersom flygplan 37 hade en kraftfull systemdator och intern, noggrann navigeringsfunktion som hjälp att ständigt följa upp den egna positionen. Nu behövde således endast strilsystemets information om målets position överföras, vilket kan sägas halverade risken för felaktigt utpekande. Dessutom kunde stridsledningsberäkningarna utföras i flygplanet i stället för på marken, vilket ökade möjligheterna att de skulle bli korrekta. På marken hade man ju små eller inga möjligheter att snabbt följa upp flygplanets attityd (stig, sjunk, sväng, etc.)

I fpl. 37 infördes utökad datorstöd som utnyttjades för många olika funktioner, bl.a. för att ta emot styrdata. Det möjliggjorde att utnyttja vissa databitar i styrdatameddelandet mer tekniskt optimalt. Några av databitar i styrdatameddelandet har därvid använts som teknisk märkning av alternativa varianter av grundmeddelandet.

För JA 37 Viggen började nya metoder att diskuteras. Flygplanstypen opererade i många år parallellt med J 35 Draken, men krävde en betydligt större och förändrad datamängd för att kunna utnyttja sina förbättrade egenskaper. Detta löstes på förslag från PC Stril och i samarbete med Saab genom att det i det ”gamla” styrdatameddelandet för J 35 fortfarande fanns en icke använd kod, vilken kunde utnyttjas för att styra ut om innehållet skulle tolkas för J 35 eller JA 37. Om denna enskilda speciella kod indikerade JA 37 kunde resten av meddelandet få en annan betydelse.

Även anfallsmetoderna förändrades kraftigt under denna tid. För J 35 hade tillämpats s.k. relativ stridsledning, vilken endast tog hänsyn till den inbördes positionen i rymden för mål och jakt, när anfallsgeometrin datorberäknades (DSL). Vilken positionen var i förhållande till den underliggande terrängen saknade betydelse. För JA 37 började istället tillämpas en utpekning av målets position vilket kontinuerligt överfördes i ISL

För fpl.37 användes fyra olika alternativa varianter av styrdatameddelandet. Dessa åtskiljdes med vissa speciella koder hos några av databitarna. Grundstrukturen av datameddelandet med meddelandelängd, adress/anropssignal, startkod, skiljenollar, P/C-bitar var detsamma som för fpl 35. I övrigt skedde mer eller mindre stora förändringar. Till exempel infördes begreppet ”ingen information”, d v s en särskild kod i respektive fält vilken indikerade att det som fanns i fältet avsiktligt var blankt, och kunde lämnas utan avseende. Detta kunde till exempel utnyttjas när man från marken inte krävde att jakten skulle följa en viss styrkurs, utan kunde välja den anflygningsväg som piloten eller flygplanets interna beräkningar fann vara bäst.

Under åren 1976 till 1981 pågick utveckling och utprovning och specificering av funktionerna för JA 37 vid PC Stril, som var förlagt till ett speciellt Rrgc/T. Därefter infördes dessa funktioner för Lfc och Rrgc/T.

Senare i början av 1980-talet tillfördes ytterligare speciella funktioner som innebar att ytterligare sex varianter med tilläggsinformation kunde överföras.

JA 37 Normalmeddelande, för relativ ledning.

Detta datameddelande var informationstekniskt i huvudsak lika motsvarande för fpl. 35, men anpassat något för fpl. 37. Bl.a. var Adress och kursinformationen identisk.

Genom att några databitar för 35-funktion ej behövde utnyttjas för fpl. 37, kunde dessa bitar frigöras och användas för andra tekniska ändamål.

På så vis kunde t.ex. antalet databitar för Kommando ökas med en extra databit till 6 databitar. Detta innebar då att antalet möjliga olika kommandon kunde ökas från 20 till 60. I och med att det fanns en dator i fpl 37 kunde vissa kommandon utnyttjas logiskt för direkt påverkan av och betydelsen av andra överförda informationer. Några exempel på kommandon var: Nytt mål, Viloläge, Maxfart, Beredskapsläge, Anpassa fart, Landa, Indirekt ledning.

I stället för höjdvinkel och höjdändring sändes till fpl 37 målfart och målhöjd.

JA37 Specialmeddelande mark

Detta meddelande användes för vissa speciella ändamål som att leda jakten mot bl.a. beredskapsläge, information inför landning.

JA37 Specialmeddelande luft

Detta meddelande användes för att anvisa ny landningbas för flygplanet.

JA 37 Normalmeddelande, för absolut målangivning

Rrjal kunde alternativt genom att välja ett kommando ”Indirekt ledning” i stället för direkt ledning av jakten i stället sända målläget i absoluta målkoordinater med latitud och longitud, samt målfart och målhöjd.

JA37 Sekundärmeddelande

För tilläggsinformation till meddelandet för ”Absolut målangivning” kunde sex varianter av Sekundärmeddelande med ytterligare uppgifter tillfogas.

Sekundärmeddelandena användes bl.a. för att överföra information om beredskapslägen, peksymbol, lv-område, sekundärföretag, och raderingsinformation.

Dessa tilläggsmeddelande innehöll bl.a. position i form av latitud och longitud, riktning, fart och höjd. Den operativa betydelsen av den överförda informationen angavs med några tekniska styrbitar.

Jaktlänk, mellan flygplan 37

I och med att det i fpl. 37 infördes en dator i flygplanet, öppnades möjligheten att även sända över styrdatainformation mellan olika fpl. 37. Detta skedde med en ny närbesläktad datalänk, som betecknades med ”Jaktlänken”, Se avsnitt 4.5.9

4.2.6 Teknisk meddelande kontroll

För teknisk meddelandekontroll av utsända styrdatameddelanden användes främst ”Teknisk kontrollmottagare” (KDM) med beteckningen SU 2992, där de enskilda databitarna kunde studeras i detalj.

Se vidare avsnitt ”Teknisk kontroll utrustning”.

4.2.7 Gränssytor

Innehållet i Styrdatameddelandet översändes datatekniskt med ETTOR och NOLLOR. Dessa definieras i gränssytor mellan olika transmissionsmedia med nedanstående nivåer och frekvenser.

| | Gränssyta | ETTA | NOLLA | Anm |
|-----------------------|---------------------------------|--------------|--------------|------------|
| Likströmpulser | Mellan datautrustning och modem | Negativ nivå | Positiv nivå | Alltid |
| Linjeton | Trådförbindelse | 840 Hz | 1800 Hz | Normalt |
| Linjeton | Länkförbindelse | 1320 Hz | 2280 Hz | Normalt |
| Radioton | Radioförbindelse | 2400 Hz | 4800 Hz | Alltid |

4.3 Ledningscentraler

4.3.1 PS-08 OP-rum.

I PS-08 OP-rum var ett för operatörerna stort gemensamt OP-rum. Där fanns fyra operatörsplatser för Radarjaktledare (Rrjal). Vardera operatörsplatsen innehöll, utöver PPI, funktioner för att ställa in styrdatainformation. Rrjalbordet innehöll den operativa delen för styrdatautrustningen, d.v.s. de manöverorgan med vilka Rrjal ledde företagen. Varje Rrjalbord var utbyggt för att samtidigt kunna leda två företag. För styrdatasystemets datagivning fanns vid varje Rrjalpositionen dels en datagivarpanel, vertikalt installerad, samt dels i bordet infällda inställningsorgan i form av rattar med stor mekanisk utväxling med vilka operatören kunde lägga in vektorer på PPI. Dessa inställningsorgan fanns i två uppsättningar för att Rrjal med biträde samtidigt skulle kunna leda två företag. Manöverorganen placerades med hänsyn till krav på lättillgänglighet för handhavandet.

Därför placerades på den horisontella delen av bordet pulpeten inställningarna för:

- Kurs
- Bäring
- Avstånd
- Fart (tid till anfall)

På den lutande vertikala datagivarpanelen är omkopplare placerade för:

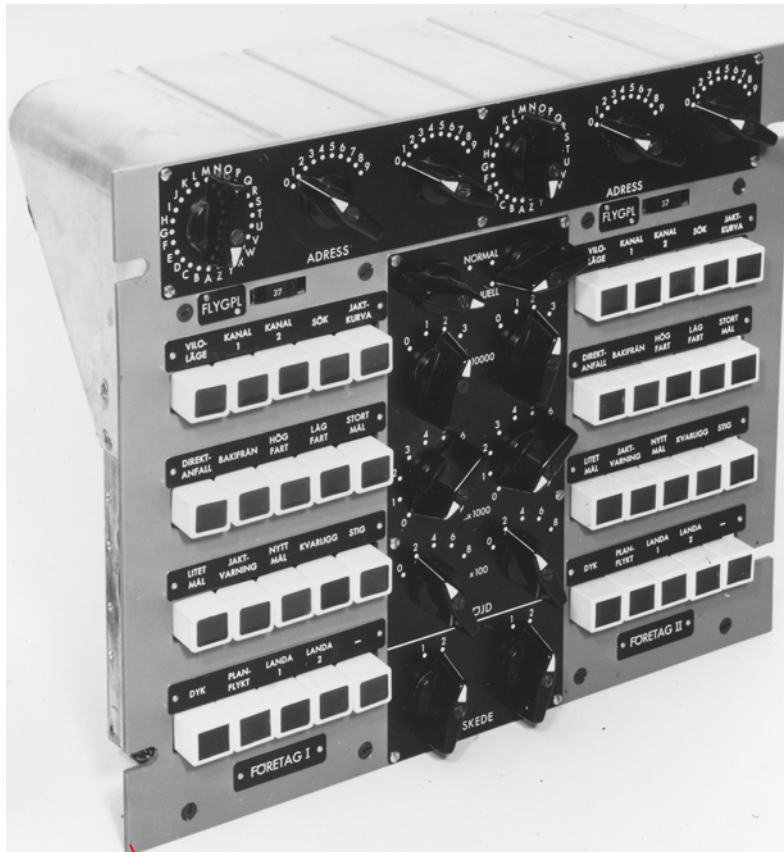
- Flygplanadress, anropssignal
- Kommando till piloten
- Skede
- För manuell inställning av höjd (som reservmod)

Från Rrjalbordet hämtades alla data som krävdes för styrdatafunktionen, med undantag för höjdvärden. Höjdvärdena hämtades från B-stativet i anläggningen. Vid Rrjalpositionen fanns en höjdtblå som visade målets höjd. Som reservförfarande kunde höjdvärdet ställas in manuellt av Rrjal, i detta fall indikerades inget höjdvärde på höjdtblån.

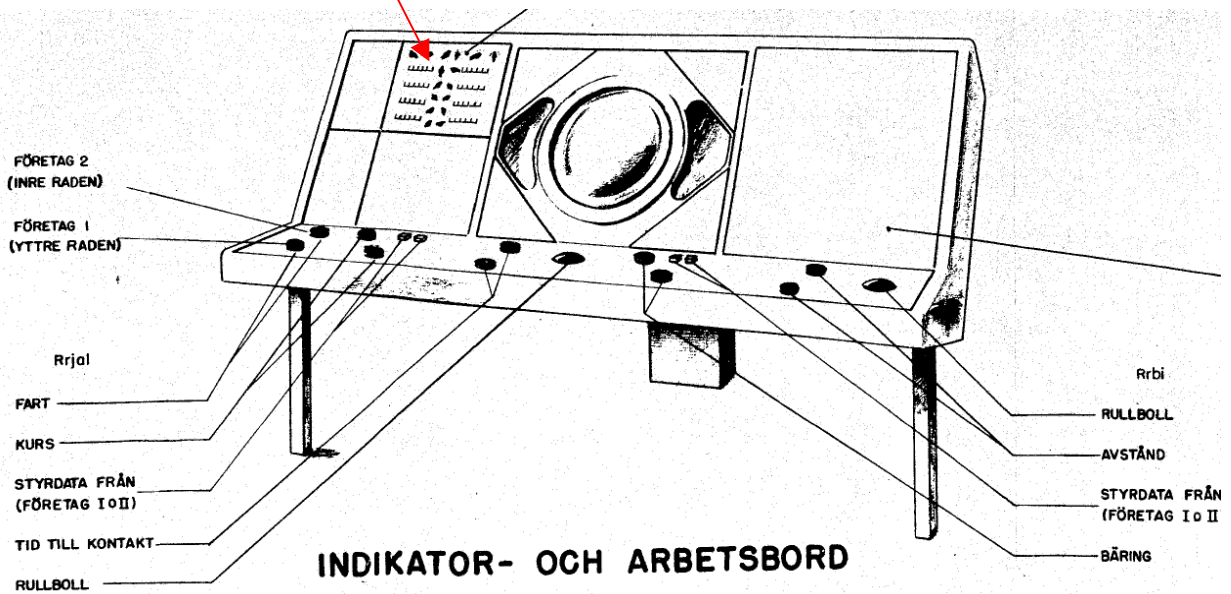
På trekanten vid PPI nedre högra hörn fanns två vridomkopplare installerad som användes för inställning av ”vinkelframförhållning” för två företag som påverkade kursen.



Inställningsorgan för vinkelframförhållning (för kurs)



Datagivarpanel styrdata PS-08.



**INDIKATOR- OCH ARBETSBORD
FÖR Rrjal OCH Rrbi**

Rrjal och Rrbi bord PS-08

Datagivaren

Datagivaren, som enbart fanns i PS-08 OP-rum, var installerad i Rrjal arbetsbord.

På datagivarens panel fanns inställningsmöjligheterna för de stegvis variabla storheterna. Önskade värden inställdes på vridomkopplare och med tryckknappar:

- Datagivaren bestod av två identiska halvor med omkopplingsorgan för två företag
- Adress, tre adressomkopplare finns på panelen för inställning av adress till individuellt flygplan. För en bokstav och två siffror. Ex.vis A12
- Skede, skedeomkopplaren har två lägen. Skede I ”Anflygning” som används när ett företag startar och Skede II ”Målspaning” som används när flygplanet befinner sig närmare än 40 Km från målet.
- Kommando. 20 tryckknappar finns för att välja en av 20 förvalda kommandon. Dessa tryckknappar har magnetisk hållning som utlöses när annan tryckknapp intrycks. Intryckt knapp indikeras med tänd lampa.

Kommandona var för fpl 35 20 st och presenterades i det övre fönstret på AHK-indikatorn hos piloten i flygplanet.

Kommando

| | |
|---------------|--------------|
| 1 FEL | 11 O (Nolla) |
| 2 HÖJDÄNDRING | 12 FRAM |
| 3 FLERA MÅL | 13 TVÄRS |
| 4 JAKT | 14 BAK |
| 5 REMSOR | 15 ÖKA |
| 6 NYTT MÅL | 16 STIG |
| 7 OSÄKERT | 17 BRANT |
| 8 VARNING | 18 BRYT |
| 9 MÅLFART | 19 KVARLIGG |
| 10 MÅLKURS | 20 LANDA |

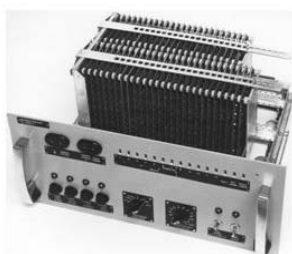
Antalet kommandon ökades senare till 30 st och kom att finnas i en version för Fpl 35 och en annan för Fpl 37. Detta löstes operativt genom att en lös skiva låg över tryckknapparna på central med en sida för Fpl 35 och en andra för Fpl 37.

- Manuell höjd. För manuell inställning av målets höjd finns tre omkopplare. Höjden kan inställas upp till 30 000 m med en noggrannhet av 200 m Höjdvärden från B-stativet visades på höjdtablån vid PPI om inte manuell höjdmod valts.
- Typomkopplare, för inställning av vilken flygplanstyp som styrdata skall sändas till.
- Omkopplare Manuell/Normal. Omkopplarens läge bestämmer om höjdvärdet skall tas från det här beskrivna manuella läget eller om det skall hämtas från höjddregistret i styrdatastativet.

Informationen från Rrjalbordens datagivarpanel och inställningsorgan hämtades i parallell form av givaravsökaren. Styrdatafunktionen vid PS-08 var koncentrerad till ett stativ som benämndes "H-stativ".



H-Stativ



Givaravsökare



Höjdregister

H-stativ med två givaravsökare, ett höjdregister och en kontrollmottagare PS-08.

I detta stativ fanns:

- 2 st Givaravsökare
- 1 st Höjdregister.
- Plats för en kontrollmottagare

Givaravsökare.

De två Givaravsökarna hämtade informationen i parallell form från de fyra Rrjalbordens inställningsorgan. I dess programdel alstrades pulserna som erfordrades för övriga kretsar samt rastret till det 103 bitar långa styrdatameddelandet som användes för att ge flygplanen nödvändig information. PS-08 anläggningarna innehöll två givaravsökare, En användes för att skicka styrdatameddelandet till extern radioanläggningens sammanlagrare med datahastigheten 1000 bit/s och den andra användes för att möjliggöra anslutning till lokal Fmr-7 radiosändare. I det senare fallet gjordes anslutningen över en radiotonsändare T1G2/S till lokal sändare.

Höjdregister.

I stativet fanns ett Höjdregister som var ett buffertregister mellan radarhöjdmätarens höjdminne i B-stativet och givaravsökaren. Registret matades kontinuerligt med höjdvärden för de olika företagen och informationen i registret avlästes av givaravsökaren. Som tidigare nämnts kunde höjden som reservförfarande matas in manuellt av Rrjal.

Kontrollmottagare.

I stativet kunde även en teknisk kontrollmottagare anslutas på vilkens panel fanns indikeringar för avläsning och kontroll av utgående meddelanden.

Från Stativ H anslöts styrdatameddelanden i binär form till en Linjetonsändare T1F3/S.

Linjetonsändare T1F3/S.

T1F3/S var en datatransmissionsterminal för omvandling av binära bassignaler till tonskift för överföring på telefonförbindelser och radiolänk för att föra över styrdatameddelandet från ledningscentral till sammanlagrare vid markradiosändare. T1F3/S kunde sända ut till max 8 sammanlagrare (radioanläggningar).

Linjetonutrustningen bestod av två enheter, sändare och mottagare, som kunde nyttjas för enkelriktad trafik och var åtskilda från varandra med sändaren på centralen och mottagaren på radioanläggningen.

Tonsignalens frekvens styrdes av den inkommande binära signalen där en pluspolaritet alstrade en hög tonfrekvens (f_2) och en minuspolaritet en låg frekvens (f_1).

Frekvensskiftet kunde med strappningar på modulators front sättas till 480 Hz eller 960 Hz. Kanalmittfrekvensen på transmissionssidan kunde kopplas om mellan 10 olika frekvenslägen. Datahastigheten kunde väljas mellan 500, 600, 750, 1000, 1200 och 1500 Bit/s. Avsikten var att datahastigheten skulle kunna väljas med avseende till förbindelsekvaliteten men verkligheten blev att samtliga funktioner driftsattes med 1500 Bit/s men som för drift inställdes till 1000 Bit/s. Andra kombinationer kunde förekomma men summa av de inkomna signalernas hastighet fick inte överstiga 3000 Bit/s.

Under en kortare inledningsperiod kunde enbart vid PS-08 lokalt placerade sändare användas för sändning av strydatafunktionen till flygplan. Dessa utgjordes av FMR-7 sändare som var försedda med en speciell LF-ingång som möjliggjorde modulation i sändaren med tonfrekvenserna 2400 och 4800 Hz för etta och nolla. När FMR-10 sändarna installerades övergick FMR-7 till att vara ett reservalternativ.

PS-08 var den första ledningscentralen som bestyckades för styrdata och det var från den anläggningen som de första styrdataproven gjordes mot flygplan. Styrdatautrustningen i PS-08 klassas som "hårdvaruprogrammerad" vilket bland annat innebar att ändringar måste göras med lödkolv.

Vid efterföljande Ledningscentraler fanns kraftfullare datorer att tillgå och som kunde ta hand om flera funktioner. Detta medförde att PS-08 var den enda anläggningstypen som hade Datagivaren, Givaravsökare och manuella inställningar för Rrjal.

4.3.2 Luftförsvarscentral Lfc typ 1.

Som tidigare redovisats fick Marconi beställningen på ledningssystemet i Lfc typ 1 där centralens styrdatafunktion ingick.

SRT hade 6 månader före Lfc beställningen fått motsvarande beställning för PS-08 och där utvecklat styrdatasystemet med halvautomatisk målföljning. I SRT åtagande för PS-08 ingick bland annat att ta fram protokollet för styrdatameddelandet, modem samt specifika styrdatautrustningar för radioanläggningar.

I den tekniska specifikationen för Lfc var funktionskravet för hela funktionen medtaget.

Marconis utvecklingsarbete för Lfc resulterade i ett rörbestyckat datorsystem för DBU som bland annat hanterade informationen till PPI och ett transistoriserat datorsystem för den taktiska stridsledningen inklusive styrdatadelen. Datorerna var installerade i 170 st fullhöjdsstativ på en yta av 600 kvm (40*15 m). Varje anläggning innehöll 60 st operatörsplatser. Datorsystemet för den taktiska stridsledningen innehöll två datorer, som benämndes TAC. Vardera datorn hanterade 4096 ord med en längd på 24 bitar.

Centralminnet var gemensamt för all databehandlande utrustning. Det var uppbyggt av elektromagnetiska trådminnen (fördröjningslinor) varje lina rymde 1500 bitar a´ 2 µs. Alla bitar lästes ut för att uppdatera presentation, beräknas eller modifieras varefter de på nytt skrevs in. Detta gjorde att alla användare och beräknande utrustningar hade access till all minnes information var 3:e ms.

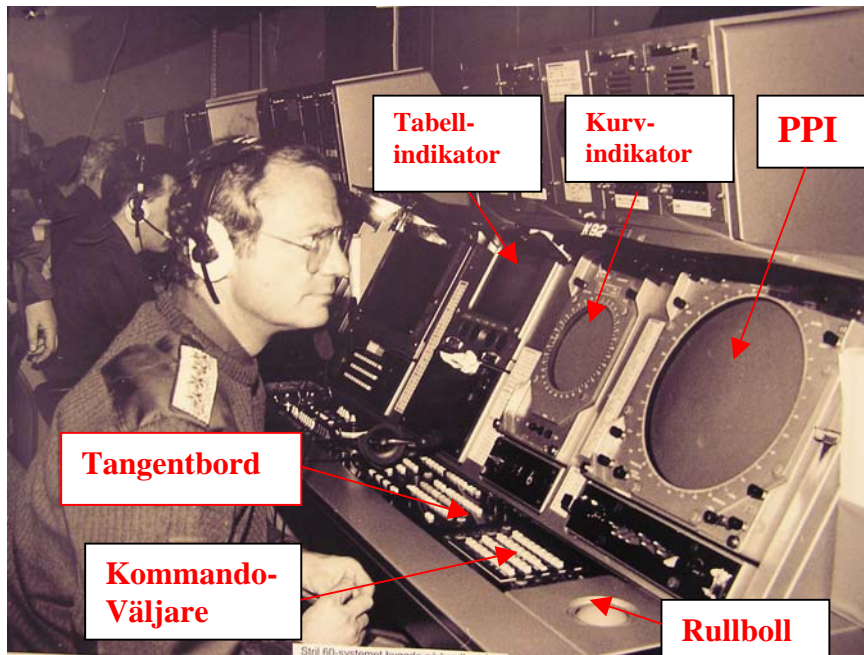
Det centrala minnet bestod av 72 st fördröjningslinor staplade på varandra och synkroniserade med varandra vilket innebar att minnets ordlängd (kolumn) kan sägas vara 72 bitar och eftersom varje lina rymde 1500 bitar var den totala minnesstorleken 108 kbit. Det var organiserat (adresserbart) i 150 företag bestående av 10 kolumner vardera vilket ger $10 \cdot 72 = 720$ bitar per företag. Centrala minnet och all övrig databehandlande utrustning var dubblerad i ett A- och B-stativ av redundansskäl. De två minnessystemen inrymdes i 9 st fullhöjdstativ, efter 30 års drift modifierades minnesfunktionen och ersattes med RAM-minnen inrymt i en korthylla. Marconi uppgav i en artikel, skriven i början av 90 talet, att det var så modern teknik från 60-talet att den står sig i jämförelse ”med dagens teknik”. I systemet ingick 70 displayer och totalt 64 stativ. TAC var Marconis första heltransistoriserade dator som vid denna tidpunkt var unik modern. TAC datorn användes för bland annat styrdatafunktionen.



TAC datorn med trådminnesenheter i bakgrunden. Foto Lfc 05



Alan Matthews och John Williamson visar det av dem utvecklade trådminnet.



**Kung Carl Gustav vid en rrjalposition.
Foto F10 Museum**

Chefradarjaktledaren tilldelade Rrjal ett ledningsuppdrag, som innebar att leda ett eller flera flygplan mot angivet mål. Rrjal matade in målets företagsnummer (ex. A 9) i det disponerade ledningsuppdraget och startade detta.

Han beordrade ett minnesfack i datorns centrala minne där han med sitt tangentbordet skrev in:

- Adress till eget jaktflyg, ex. A 24
- Vilken bas som flygplanet fanns på
- Flygplanstyp
- Beväpning
- Typ av anfall
- Kommando med 30 valbara tryckknappar.

Den manuellt valda informationen lästes in av TAC datorn som automatiskt tog fram uppgifter om:

- Höjd
- Kurs
- Bäring
- Avstånd
- Höjdvinkel
- Höjdändring

TAC datorn, som med erhållen information bildade innehållet i styrdatameddelandet, lagrade detta på trådminnen med en bit per minne för överföring till flygplan.

Över startorderförbindelsen hade ledningscentralen talkontakt med piloten i det egna jaktflygplanet som stod i högsta beredskap för att starta direkt som startorder gavs. Startorder gavs och flygplanet lyfte från flygbasen. När flygplanet kommit upp i luften på tillräcklig höjd för radiotäckning fick det fortlöpande stridsledning över radio. På kurvindikatorn i Lfc såg operatörerna såväl jaktflygplanen som målet som vid behov

kunde korrigeras för att interceptpunkten skulle inträffa på rätt ställe. Tabellindikatorn visade information om innehållet i styrdatameddelandet.

Styrdatafunktionerna var mycket tillförlitliga och TAC datorerna var i operativ funktion till andra halvan av 80-talet och ersattes då av Censor 932 som tillverkades av SRT.

Trådminnena användes fram till början av 90-talet.

4.3.3 Ledningscentral Rrgc/F

Ledningssystemet vid denna typ av central benämndes DBU 205.

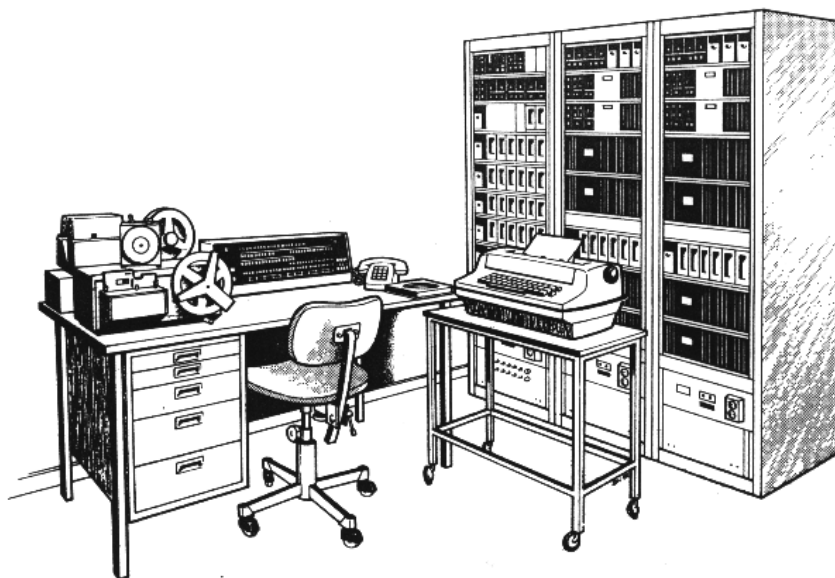
Den 14/12 1961 fick SRT ett beställningsbemyndigande att starta tillverkning, installation och provning av 11 st Rrgc/F. Den första anläggningen skulle vara klar till den 1/10 1964. Av dessa 11 beställda anläggningarna blev 8 st installerade.

Rrgc/F-beställningen innebar att SRT, som 1964 flyttade till Barkarby, sammanfattningsvis nyutvecklade:

- moderna, transistoriserade och generellt programmerbara datorer, som fick namnet Censor 220. Censor-datorn, som utgjorde Rrgc/F:s huvuddator (Måldatamaskinen), var speciellt utvecklad för snabba förlopp i realtid och med möjlighet för andra delar av systemet att självständigt läsa och skriva i dess minne (det centrala minnet), genom s.k. direktminnesaccess. Namnet Censor kom från central processor.
- operatörskommunikationssystem för presentation och operatörsinmatning. Presentationsdelen omfattade bildskärmar för presentation dels av radarinformation med överlagrad digital information såsom symboler och jaktkurvor, dels av alfanumeriska tabelldata på separata tabellindikatorer medan operatörsinmatning gjordes med hjälp av tangentbord, speciella knappsatser och rullbollar. Senare presenterades även elektroniska kartbilder, ELKA.
- radarkorrelator (föregångare till den kommande radarextraktorn), för digitalisering av den analoga radarsignalen som möjliggjorde dels målföljning av såväl eget som fientligt flyg, dels den senare införda smalbandsöverföringen av radardata.
- ett flertal kommunikationslänkar till/från omgivningen, bl.a. för överföringen av styrdata till jaktflyget.
- sist men inte minst, Censor-datorns realtidsprogramvaror för operatörskommunikation (inmatning och presentation), automatisk målföljning och datakommunikation med flygplan och andra centraler.

För stridsledningsberäkningar utnyttjade SRT den existerande Facitdatorn DS9000 som i KFF:s regi tidigare hade ingått i en försöksverksamhet avseende bl.a. stridsledning. DS9000 utnyttjade den ovan nämnda möjligheten till direktminnesaccess för att dels hämta målföljningsdata för jakt/fi, dels återlagra beräknade styrdata för presentation hos berörda operatörer och för överföring till egen jakt via styrdatalänken. Styrdatalänken, liksom övriga externa kommunikationskanaler, och operatörskommunikationssystemet (d.v.s. presentation och inmatning) utnyttjade således autonomt direktminnesaccessen mot Censorns minne vilket då avlastade datorns processor från de rena dataöverföringarna.

Senare under Rrgc/F:s vidareutveckling ersattes såväl Censor 220 som DS9000 av den av SRT nyutvecklade datorn Censor 932 som hade högre funktionalitet, prestanda samt även högre säkerhet bl.a. genom möjlighet till dubblerade datorfunktioner.



Dator Censor 932K

Datasändare med modernare halvledarteknik bestående av transistorer och integrerade kretsar hade införts. För in- och utgående smalbandsdata fanns två terminalstativ T2 och T3. Dessa var bestyckade med ett antal kassetter som kunde vara antingen datasändare eller datamottagare. Datasändarna och datamottagarna läste respektive skrev data direkt i centralens centrala minne. Utgående styrdata anslöts över modem Linjetonsändare T1F3/S till tråd eller länk.

Med avseende på operativ användning innebar tillkomsten av Rrgc/F stora skillnader relativt PS-08, inte minst för styrdatasystemet. Operatörerna i Rrgc/F arbetade visuellt mot bildskärm och tabellindikatorer med inmatning via tangentbord/knappsats för alfanumeriskt data och med användning av rullboll för positionsutpekning. Manuellt initierad automatisk målföljning på egen jakt och fientligt flyg infördes som bl.a. gav grundinformation till stridsledningsberäkningarna. Målföljningens resultat presenterades hos målobservatörer och radarjaktledare (Rrjal) som s.k. företagspresentation dels på bildskärm/PPI i form av på råbilden överlagrade målsymboler med tillhörande företagsbeteckningar, dels på tabellindikatorerna med uppgifter om kurs, fart, höjd.

Inför ett jaktuppdrag definierades ett s.k. ledningsuppdrag genom sammankoppling av aktuellt mål med en vald egen jakt. För egen jakt matade Rrjal in uppgifter såsom startbas och anropssignal. Rrjal kunde även välja s.k. anfallstyp. Under ett ledningsuppdrags genomförande kunde Rrjal genom inmatningar antingen ge manuella styrorder eller påverka den automatiserade jaktstridsledningsfunktionen, d.v.s. styrdataberäkningarna, genom att t.ex. välja annan anfallsstrategi. Resultatet av stridsledningsberäkningarna visades sedan hos Rrjal som ledningsuppdragsdata (= hopkopplade jakt/fi-företag) dels på bildskärm/PPI i form av positioner och jakt/anfallskurvor, dels på tabellindikatorerna i form av alfanumerisk information med riktning och avstånd till målet som tillägg till målföljningsdata. På detta sätt kunde ansvarig Rrjal följa utsänd styrdatainformation medan andra operatörer i centralen på sina skärmar kunde se att egen jakt var engagerad mot målet.

Det senare införandet av Censor 932 i såväl Rrgc/F som i Lfc typ 1 tillförde ytterligare teknisk och taktisk funktionalitet såsom ökade prestanda avseende bl.a. målföljnings- och jaktstridsledningsfunktionerna med tillhörande presentationsfunktioner.

**Radiokanalväljare
för
talkommunikation**

**Tabell-
indikator**



Kommandoval

Tangentbord

Rullboll

Rrjalbord Rrgc/F.

Följande bilder visar några enheter ingående i Rrjal bordet:

- Skrivtangenter för inmatning av bl.a. data i ledningsuppdragen.
- Tabellindikator som presenterade data för ledningsuppdragen
- Kommandoväljare för inmatning och sändning av styrdatakommandon. Över knapparna kunde två mallar läggas av vilka en var för flygplan 35 med 20 kommandon och en för flygplan 37 med 60 kommandon.



Skrivtangenter

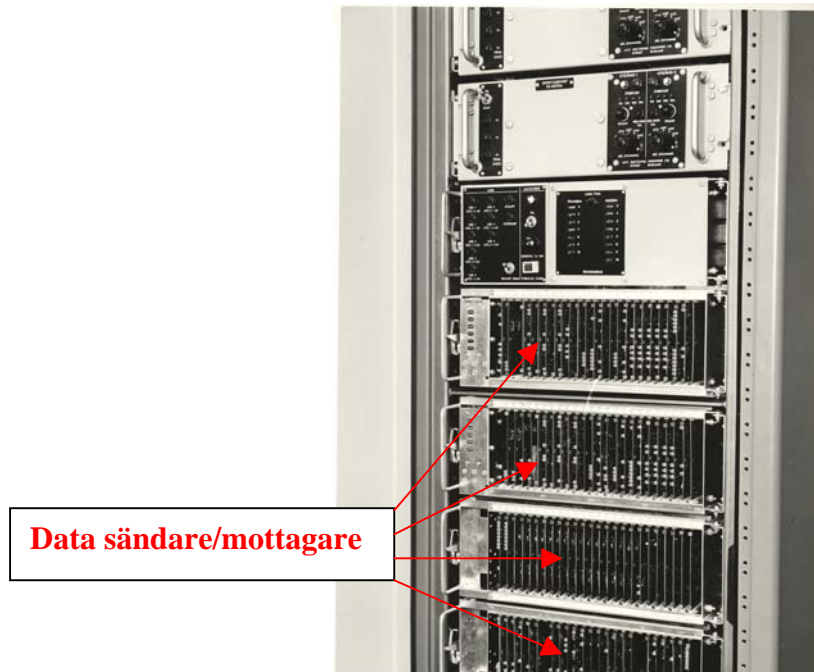


Tabellindikator för rrjal



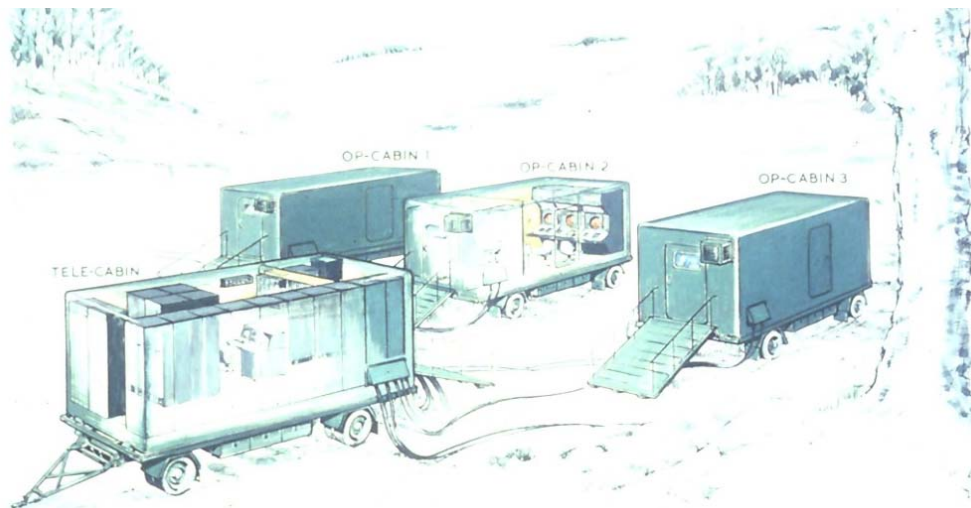
Kommandoväljare för styrdata (utan märkplatta).

Censordatorn beräknade informationen för de parametrar som erfordrades för styrdatameddelandet . I ett terminalstativ fanns datasändare som med digitala signaler sände meddelandet till modemmet som överförde detta över tråd och länk till radioutpunkterna.



Rrgc/F Terminalstativ T2, T3.

4.3.4 Transportabel ledningscentral. Rrgc/T



Rrgc/T. Tidig bild från Marconi.

I försvarsbeslutet 1972 bestämdes att såväl radarstationer som ledningscentraler skall vara rörliga. SUS 70 (Systemutredning Stril 1970) hade angett en inriktning mot Rörliga Indikator Rum, RIR, efter det Engelska systemet Transportable Operation Room, TOR. Efter en tid togs benämningen Rrgc/T.

Anbudsförfrågan gick ut 1974 och beställningen lades 1976 till SRA med Marconi som underleverantör.

Ledningscentralerna tillverkades i ett antal av 4 mobila anläggningar som benämndes Rrgc/T hög respektive Rrgc/T låg med två anläggningar av vardera typen. Enbart Rrgc/T hög kunde generera styrdatameddelanden.

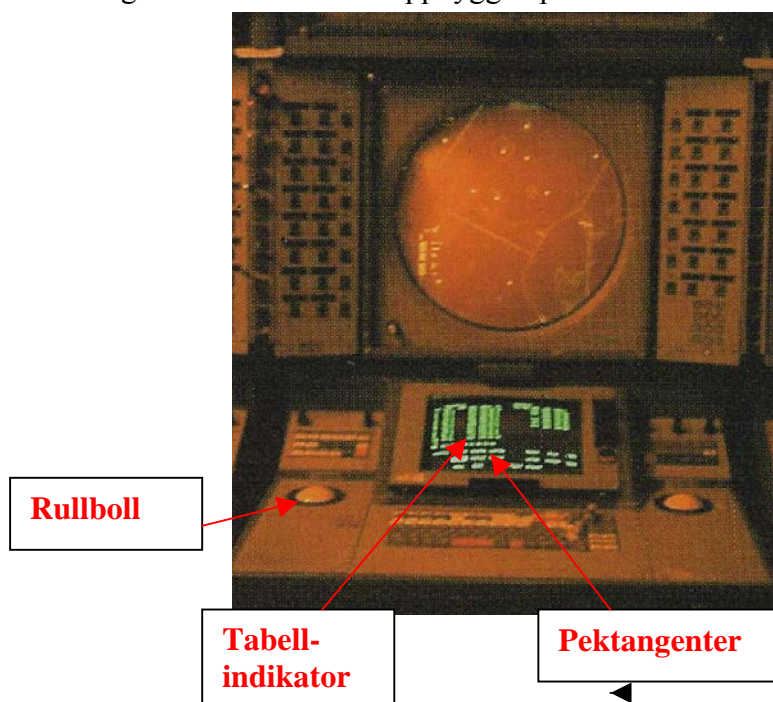
Med bl.a. koppling till Rrgc/T anskaffades även mobila radioanläggningar TMR-20 som utöver tal även skulle kunna sända styrdata. Dessa beskrivs på annan plats i detta dokument.

Många viktiga erfarenheter hade kommit fram från den operativa driften vid PS-08, Lfc och Rrgc/F. Den automatiska målföljningen hade visat sig ha vissa brister. Rrjal hade inte möjligheten att målfölja själva samt att direkt på skärmen kunna se vilken kurs man beordrat sin jakt att styra. Jaktflygplanens radar var bra men inte så bra att piloterna kunde sköta sig helt själva.

Inför specificering och beställning av de olika funktionerna i Rrgc/T byggde dåvarande Stansaab i Barkarby en provcentral för metodutveckling av bl. a. målföljnings- och jaktstridsledningsfunktionen i Rrgc/T. Detta var första gången som förbandspersonal under utprovningens enhetens (TUStril) ledning fick möjlighet att vara med från grunden och utforma de funktioner som de själva skulle jobba med framöver. Utvecklingsarbetet nådde så långt att om styrdatasändare varit ansluten till provcentralen hade styrdataledning varit möjlig från denna testposition. Vid utprovning av målföljning lade man stor vikt på att målobs på ett enkelt sätt skulle kunna bestämma målets kurs och fart genom så kallad vektormålföljning.

Jaktstridsledningsfunktionen i Rrgc/T kan sägas vara en blandning av motsvarande funktion i 08-systemet och lfc typ 1 samt Rrgc/F systemen. Man tog tillvara på och förbättrade 08-systemets funktioner för manuell jaktstridsledning och Lfc typ 1- samt Rrgc/F funktionerna för automatisk datastridsledning.

Målföljningsprogrammet var modernt och utökade operatörernas kapacitet. Med pektangenter på bildskärmen kunde kommandon väljas och skickas iväg betydligt enklare än tidigt. Funktionerna var uppbyggda på ett användarvänligare sätt än tidigare.



Rrgc/T Operatörsplats med styrdatafunktioner.

4.4 Radioanläggningar.

4.4.1 Radioanläggning FMR-10

Radiostation FMR-10 blev den radiostation som huvudsakligast användes för att föra över styrdatameddelandet till flygplan. För detta ändamål byggdes 41 st radioanläggningar.

Till Radioanläggning FMR-10 kom styrdatameddelandet in på tråd eller radiolänk i form av frekvensskiftsignaler.

Signalerna kopplades i trådfallet över linjetransformatorer till MK-OK stativet och i radiolänkfallet över multiplexutrustning till MK-OK stativet. Från MK-OK stativet matades signalerna över överdrag, som anpassade signalens nivå, till Linjetonmottagare T1F3/M.

Vid dataöverföring över trådnät togs hänsyn till ”fasgången”, signaler med olika frekvens fortplantar sig med olika hastighet som korrigerades med löptidsutjämnare som fanns installerade på radioanläggningen.

Linjetonmottagare.

Linjetonmottagarens uppgift var att omvandla de från centralen utsända frekvensskiftade tonsignalerna till ursprungliga likströmpulser till datamottagaren i sammanlagaren. Radioanläggningarna kunde ha upp till tre Linjetonmottagare vilket innebar att en anläggning kunde anslutas till tre ledningscentraler.

Sammanlagrare.

Den centrala styrdataenheten i radioanläggningen var Sammanlagaren. Sammanlagrare fanns i två varianter Sammanlagrare 1 och Sammanlagrare 2. Sammanlagrarens uppgift var att sammanlagra styrdatameddelandet från stridsledningscentraler för utsändning över sändare FMR-10 till flygplan.

Sammanlagrare 1.

Linjetonmottagarna anslöts till sammanlagaren vars ingångar bestod av datamottagare med register för lagring av informationsmeddelandena. I Sammanlagaren ingick en datasändare som dels läste av i datamottagarna lagrade meddelanden, sammanlagrade dessa och sände en dataström vidare med en konstant datahastighet på 3000 Bit/s oberoende av antalet anslutna centraler.

med kontrollmottagarna utföras på såväl inkommande som utgående meddelanden. Från Sammanlagarens datasändare överfördes dataströmen som likströmpulser till Radiotonsändare T1G2/S.

I Sammanlagarens stativ fanns plats för en kontrollmottagare med vilken styrdatameddelandet kunde detekteras och presenteras på en lamptabla.

Radiotonsändare T1G2/S.

I denna enhet omvandlas de från Sammanlagaren kommande likströmpulserna till frekvensskiftsignaler med LF frekvenserna 2400 Hz och 4800 Hz för etta respektive nolla.

Från Radiotonsändaren anslöts det frekvensskiftanpassade styrdatameddelandet till Radiosändare FMR-10.

Sammanlagrare 2.

Denna sammanlagrare anskaffades 1972 och bestod utöver enheterna i sammanlagrare 1 även av linjetonmottagare och radiotonsändare. Detta möjliggjordes genom ny teknik

och mindre komponenter. Sammanlagrens radiotonsändare anslöts direkt till FMR-10 sändaren.

Radiosändare FMR-10.

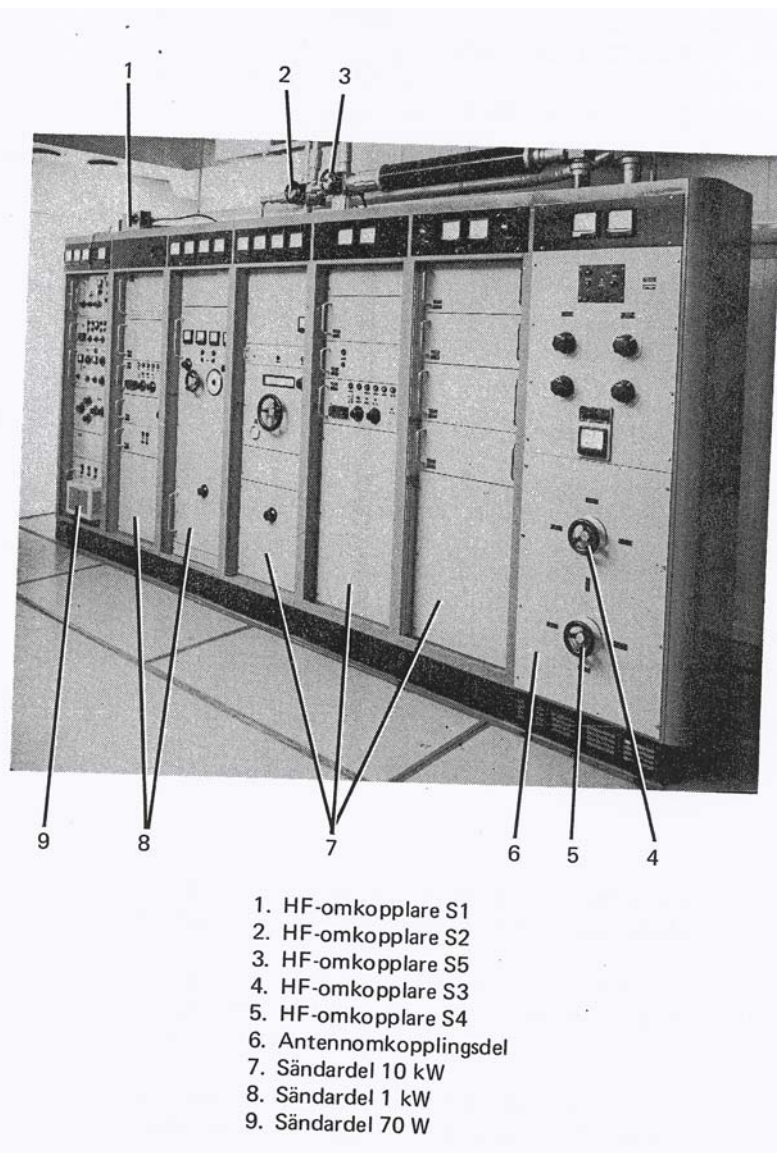
FMR 10 var uppbyggd med tre sändardelar och en antenncopplingsdel:

- 70 W-delen
- 1 KW-delen
- 10 KW-delen
- Antenncopplingsdelen

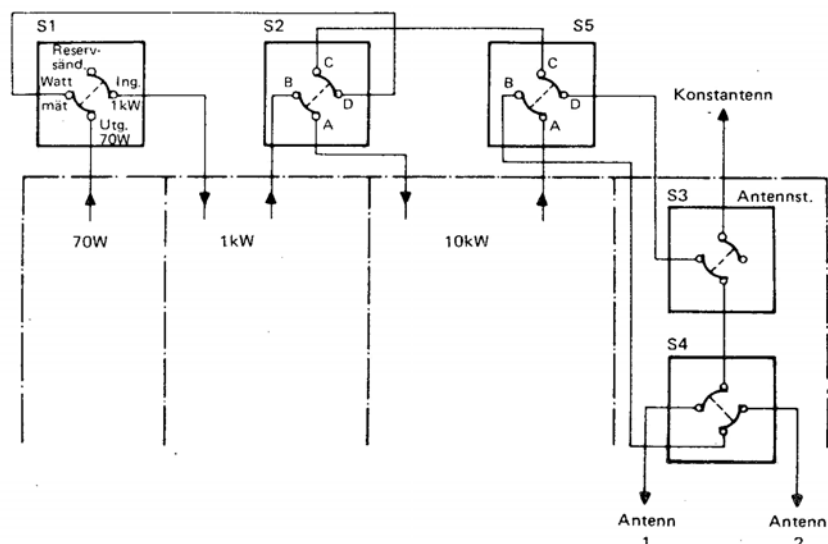
I 70 W-delen fanns kretsar för amplitud- och senare även frekvensmodulering. Varje sändardel hade egna strömförsörjningsdelar vika medgav att varje sändardel kunde anslutas till antennen.

Med omkopplare på stationens ovansida kunde respektive sändare kopplas till antennen.

Bilderna som följer visar radiostation FMR-10 med sändardelar samt antenncopplingsdelen med HF-omkopplarna inställda för att ansluta 70 W steget direkt till antennen. Som framgår kunde ett antal olika alternativ väljas med omkopplarna.



Radiostation FMR-10



Antennomkopplingsdelen inställd för anslutning av 70 W till antennen.

Som ett ytterligare reservalternativ kunde en extern sändare anslutas till 1 KW steget för att upprätthålla styrdatafunktionen. För detta ändamål kunde radiostationerna RK-02 och FMR-7 användas. Radiostationernas sändare var försedda med en specialingång för LF som medgav modulation med tonfrekvenserna 2400 och 4800 Hz samt frekvensmodulation. FMR-10 sändarna, som var i operativ drift från starten 1960 fram till 2004, hade en hög tillförlitlighet vilket gjorde att de här beskrivna reservalternativen ej behövde användas.

Vid radioanläggning FMR-10 fanns två antenner installerade, en rundstrålande antenn och en riktantenn med 11 dB förstärkning i huvudloben. Med 10 KW sändareffekt och riktantennen erhöles en fältstyrka i antennens huvudriktning som motsvarade en bärvågseffekt på 100 KW.

Styrdatasystemets radiodel var från början dimensionerat för flygoperationer på hög höjd vilket riktantennens loblyft var anpassat för. Senare framkom att tilltänkta fientliga flygplan började att operera på låg höjd vilket fick till följd att de första riktantennerna fick bytas mot riktantenner med lägre loblyft.

4.4.2 Radiotäckning FMR-10 sändaranläggning.

Radioförbindelsen mark till flyg ansågs vara styrdatasystemets känsligaste länk med avseende till risken att utsättas för riktad fientlig störning.

Mycket arbete lades ned på att hitta lämpliga platser för radioanläggningarna. Hänsyn skulle tas till att få den radiotäckning som den operativa funktionen ställde. Med avseende till de höga uteffekterna från sändarna fick dessa inte placeras för nära tätbebyggda områden. Hänsyn skulle även tas till att med rimliga kostnader förlägga kablar för teleförbindelser och strömförsörjning samt att vägar med underhåll inte skulle få kosta för mycket. För att öka systemets storsäkerhet utsändes samma information från flera närliggande sändare på olika frekvenser för att flygplanens signalanalyser skulle kunna välja den bästa signalen. Därför eftersträvades en överlappning för marksändarnas radiotäckningsdiagram.

Mycket arbete lades ned på att begränsa fientliga störsändares påverkan genom att bland annat maximera marksändarnas yttäckning och få ut så stor effektförstärkning som möjligt från antennerna mot tänkta operationsområden.

Rekognoseringen av sändarplatserna var mycket tidskrävande och utfördes gemensamt av FF/FMV, Flygstaben och FortF. När lämplig plats hittats återstod att teckna

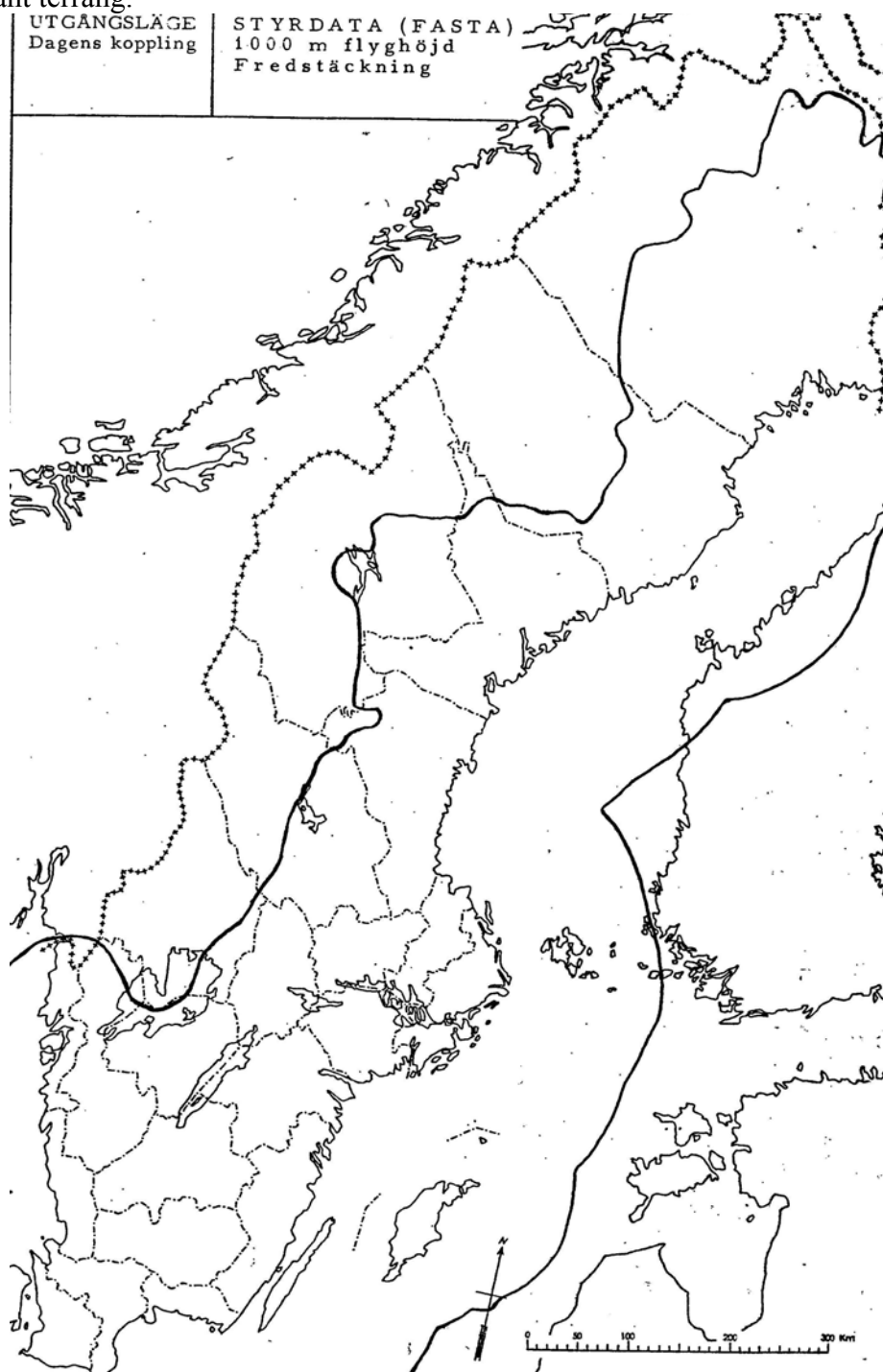
markavtal med markägaren vilket inte alltid var det lättaste. Markavtalen skrevs normalt på en tid av 49 år.

41 st styrdataradioanläggningar installerades utefter den svenska kustlinjen.

Följande bild visar radiotäckningen från de installerade radioanläggningarna till flygplan på en höjd av 1000 m.

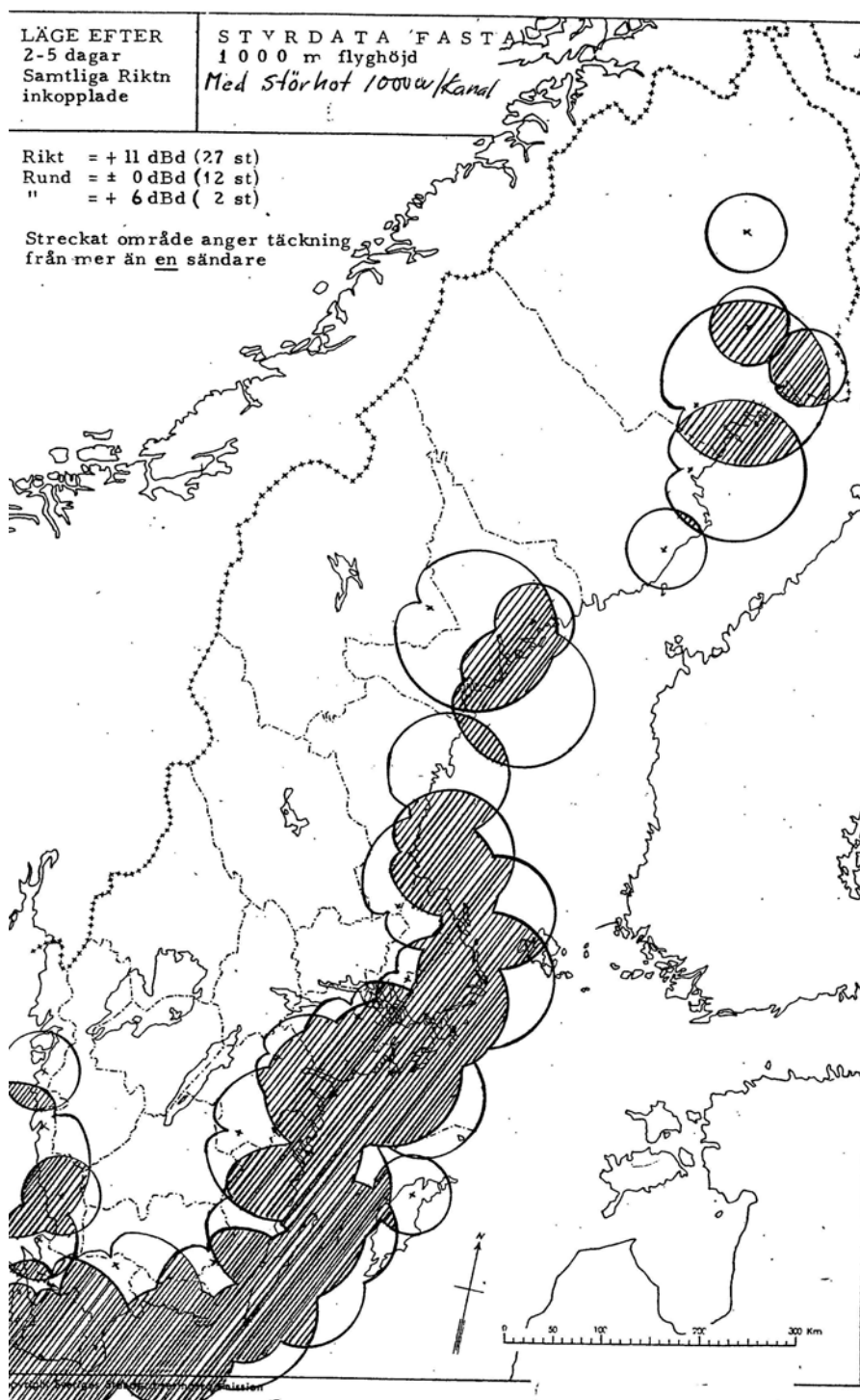
Med fredstäckning avses ostörd miljö.

Av bilden framgår att radiotäckningen, för övningar och motsvarande var mycket bra över samtliga kustlinjer men obefintlig mot den Norska gränsen delvis beroende på höglänt terräng.



Radiotäckning styrdata 1000 m flyghöjd i ostörd miljö.

Följande bild visar styrdatasystemets radiotäckning vid 1000m flyghöjd och med fientlig störsändning med 1000W. Vid 27 av de 41 marksändarna används för beräkningen riktantenner med 11 dB riktverknig ut mot kusterna. De streckade ytorna i karten visar överlappning från två eller flera marksändare. Bilden visar en stor operativ begränsning relativt föregående bild och att luckor finns i täckningen som en fiende kan utnyttja till sin fördel. Med anledning av detta beslutades att ett antal mobila sändaranläggningar skulle anskaffas som först hade benämningen TMR-10 (Transportabel Markradio) men som i sitt slutliga utförande fick namnet TMR-20 .



Radiotäckning styrdata 1000m flyghöjd och 1000W störsändning.

Förbindelser

En mycket viktig parameter för styrdatafunktionens tillförlitlighet var förbindelserna mellan ledningscentral och radioanläggning. Under 50-talet hade försvarets fasta radiolänknät, FFRL, börjat att byggas ut. Det fanns många förespråkare att nyttja FFRL som huvudtransmissionsmedia för överföringen bland annat med motiveringen till den relativt låga installationskostnaden relativt kabelförläggning och de årliga höga förbindelsekostnaderna till Televerket. Utredningar visade att radiolänk på den tiden var lätt att störa ut. Under 60-talet fördes långa och heta diskussioner mellan ELT 2 och Flygstaben om vilket förbindelsealternativ som skulle väljas och tillslut togs beslut om att kabel skulle vara huvudalternativet där det var möjligt och att radiolänk skulle dras fram till sändaranläggningarna som ett reservalternativ. Tråd- och radiolänknäten var maskformigt utbyggda över landet för att medge alternativa överföringsvägar om någon del blev utslagen. Anslutningen till varje enskild radioanläggning var en relativt svag länk. För att någorlunda kunna reducera denna svaga länk anslöts varje anläggning med tråd och radiolänk från två olika håll

Totalt fanns fyra typer av ledningscentraler som kunde generera styrdata:

- PS-08 (dessa anläggningar benämndes med manliga förnamn Harry, Fred, Tom och Dick). Fyra anläggningar uppfördes. Därutöver fanns en utbildningsanläggning vid F2 Hägernäs.
- Rrgc/F, 11 anläggningar beställdes varav 8 st utfördes
- Lfc, Luft Försvars Central m/60 typ 1. 2 anläggningar installerades.
- Rrgc/T, Rörligt indikatorrum. 4 mobila anläggningar anskaffades och installerades.

Förbindelserna från ledningscentral till radioanläggning bestod som tidigare redovisats av tråd- och radiolänkförbindelser.

Centralerna var anslutna till flera radioanläggningar med ett rutformat förbindelsesystem som gav stora omkopplingsmöjligheter vid störningar.

I protokoll från tidigt 60-tal redovisades följande kostnader för trådanslutning till sändaranläggning FMR-10. Anslutningarna från PS-08 ledningscentraler avsåg styrdataöverföring. Förbindelserna från Lfc var från Lfc m/50 och avsåg talkommunikation.

- radioanläggningen på Dalarö skall anslutas till PS-08 ledningscentral Harry och till Lfc O2. Förbindelsekostnaden till Harry beräknades till 12 000 Kr och för Lfc O2 till 7 500 Kr.
- radioanläggningen på Arholma ansluts till PS-08 ledningscentral Harry och till Lfc O3. Trådkostnad till Harry 160 000 Kr och till Lfc O3 21 000 Kr
- radioanläggningen på Torö ansluts till Harry, Dick och Lfc O2. Förbindelsekostnad till Harry 13 500 Kr, Dick 34 000 Kr och till Lfc O2 11 000 Kr.
- radioanläggningen vid Arkösund ansluts till Harry, Dick och Lfc O1. Förbindelsekostnad Harry 25 000 Kr, Dick 4 000 Kr och Lfc O1 6 500 Kr.

4.4.3 Radiostation TMR-20

Av besparingsskäl hade antalet Sändaranläggningar FMR-10 reducerats från 70 till 41 vilket resulterade i brister för radiotäckningen. En autonom transportabel styrdatasändare som benämndes TMR-10 hade likaledes av ekonomiska skäl strukits. Under 70-talet anskaffades 20 st Transportabla radiosändare med benämningen TMR-20. Dessa radiosändare var avsedda att dels kunna vara styrdatareserv för

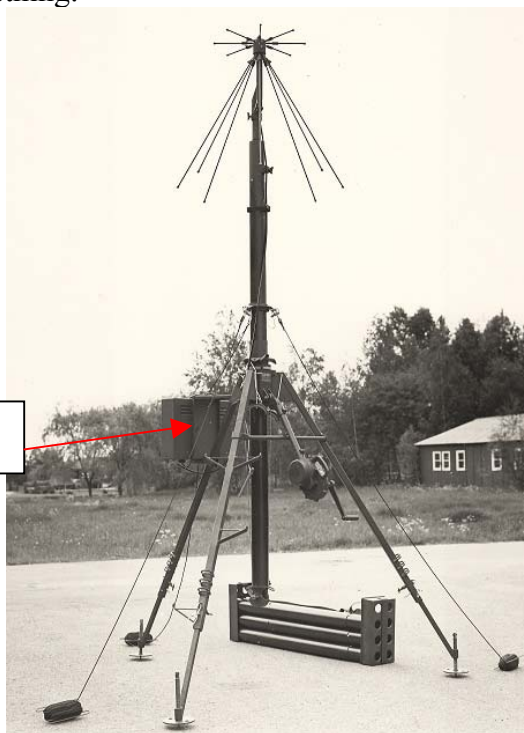
sändaranläggning FMR-10 och dels vara talkommunikationsreserv för övriga strilradioanläggningar.

Denna transportabla radiosändare innehöll 2 st RK-02 sändare med varsitt effektsteg 202 som över antenfilter anslöts till en gemensam antenn med antennförstärkningen 4 dB. För styrdatafunktionen fanns sammanlagrare typ 2 installerad.



TMR-20 med nedsänkt antennmast

Tillsammans med sändarstationen fanns även en mottagareutrustning med benämningen Radiomottagare 316. Den hade en 20 m hög rörmast med en VHF antenn samt en låda som monterades på masten i vilken fanns två mottagare, antennfördelare och signalomformarutrustning.



Radiomottagare 316

Radiomottagare 316 med nedsänkt mast.

Till TMR-20 kunde samtidigt tre ledningscentraler anslutas och styrdatafunktionen var densamma som för Radioanläggning FMR-10 med undantaget att maximal uteffekt var 2 KW med 4 dB förstärkning i antennens huvudriktning.

Funktionen för radiomottagare 316 i styrdataapplikationen var att som övervakningsmottagaren för FMR-10 till centralen indikera att sändarna sände ut bärvåg.

TMR-20 var även radiosändarkomplement till Talradiosystemet där Radiomottagare 316 användes som ordinarie mottagare när sändarna nyttjades.

TMR-20 kom huvudsakligen att nyttjas som ett transportabelt alternativ för talradio.

4.5 Utrustning i Flygplanet för styrdata

4.5.1 Allmänt

Det nya flygplanet skulle vara ett snabbt jaktflygplan som kunde operera på höga höjder och som skulle kunna ledas från strilcentralerna på ett effektivt sätt med en säker och kort ledningstid. Det var först fpl 35 B, 35D och 35J samt i ett andra skede fpl 35 F och fpl JA 37 som kom att förses med mottagningsmöjligheter för styrdata.

I flygplan 35B fanns för styrdatafunktionen:

- Antenner
- Flygradio
- Styrdataomvandlare FD-10
- Signalanalysator (Infördes retroaktivt i fpl 35D samt i fpl 35F och i JA 37)
- Datacentral DC2
- Indikatorer för piloten

4.5.2 Antenner.

Flygplanet var försett med två antenner en ryggåsantenn och en bakåtriktadantenn. Ryggåsantennen var en rundstrålande antenn och användes som huvudantenn för mottagning och sändning medan den bakåtriktade antennen enbart användes för mottagning av styrdata. Radio- och antennval gjordes antingen manuellt med en omkopplare på flygradions manöverenhet märk ”Rund” och ”Bak” eller automatiskt när signalanalysatorn infördes. Det fanns antennomkopplingsreläer som gjorde det möjligt för flygföraren att välja styrdatamottagning från flygplanets rundstrålande ryggåsantenn eller från den bakåtriktade antennen som satt monterad i bromsfallskärmsluckan bakom flygplanets stjärtfena. Den sistnämnda antennen var avsedd att användas i ”radiostörd miljö” då det förutsattes att flygplanet vid mottagning av styrdatameddelande var riktad med nosen mot störsändarna.

4.5.3 Flygradio

Flygradions funktion för styrdatafunktionen var att ta emot och detektera styrdatameddelandet. Styrdatameddelandet var frekvensmodulerat med frekvenserna 2400 och 4800 Hz. Från flygradiomottagarens LF-del överfördes styrdatameddelandet som frekvensskift till Styrdataomvandlare FD-10 eller FD 11.

4.5.4 Styrdataomvandlare FD10 och FD 11

Inledning

Huvudfunktionen för Flygdatamottagaren FD10 är att ta emot tonsignalen med styrdatameddelandena från radiomottagarens LF-utgång. I styrdataomvandlaren

demodulerades först den frekvensskiftade signalen till ett digitalt datameddelande. Därefter avkändes adressen på de mottagna meddelandena. Informationsinnehållet från datameddelandet med adress till aktuellt flygplan lagrades digitalt i styrdataomvandlaren. De utgående signalerna från styrdataomvandlaren omvandlades till analoga spänningar, för anslutning till flygplanets ”datacentral” för att därefter presenteras på förarens analoga instrument.

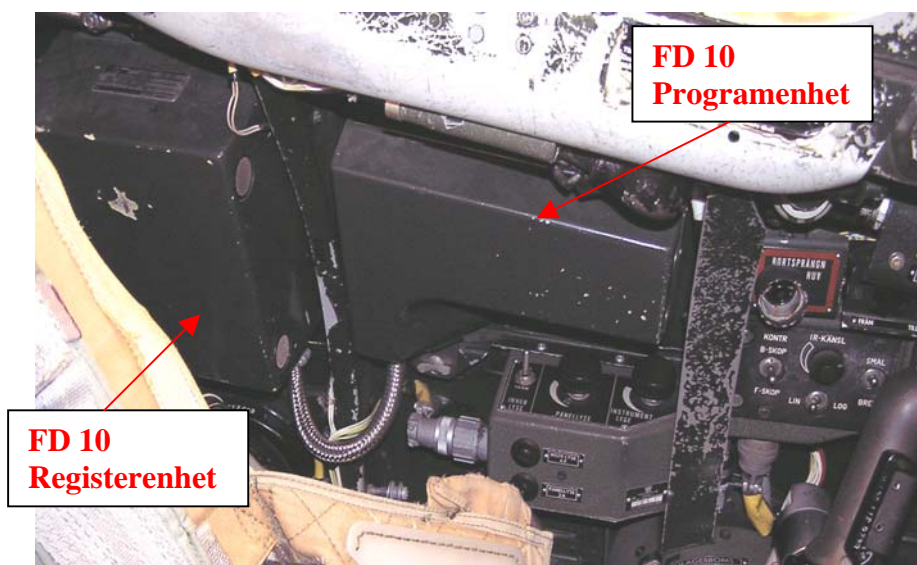
Utsignaler fanns för kommando, styrkurs, målbäring, avstånd, målhöjd, och skede.

En senare version FD11 hade i huvudsak samma funktioner och var främst avsedd för 35F.

Installationsplats i fpl 35

Enligt protokoll från FF framgår att flygplan 35 var fullbestyckad med utrustning och att varken utrymme eller vikt tillät ytterliggare utrustningar för styrdatasystemet.

Funktionen var viktig och mycket arbete lades ned för att hitta en lösning. Enligt Överste Carl Norberg kom han under en flygning på att en ledig lämplig plats fanns vid sin vänstra sida under sargen i jämnhöjd med gasreglaget. Denna plats ställdes till förfogande för FD 10. Detta fick till följd att datamottagaren måste delas på två olika fysiska enheter och vars yttre form var helt styrd av tillgängligt utrymme med böjd struktur mot skrovets sida. De två enheterna Programenheten och Registerenheten var förbundna med en kraftig armerad kabel. Dessa var målade i den mörkgröna färgen som fann invändigt i planet.



FD 10 fpl 35 vänster sida

Konstruktionssvårigheter

Ett av de första stora problemen vid konstruktion av Styrdataomvandlaren var att fysikalisk få plats med elektroniken i dessa små enheter som blivit anvisade.

Mycket arbete behövde läggas ner för att minimera komponentytan på ledningskorten.

Komponenterna behövde monterade saxade. Det visade sig tidigt att det inte fanns fysikalisk plats med några vanliga kontakter för kablaget mellan ledningskorten. Det fanns enbart fysikalisk plats för själva kontaktstiften!

Andra problem var att uppfylla miljökraven på skak och vibration, som löstes med extra stödkutsar, mellan de fastskruvade ledningskorten.

För skydd mot fukt lackades kretskortens över- och undersidor med polyretanlack.

Grundfunktion

I Styrdataomvandlaren omvandlades i en demodulator (modem) den frekvensskiftade tonsignalen till pulsformad signal. Enhetens egen kristallstyrda taktsignal synkroniserades till det mottagna datameddelandets datatakt. En startkoddetektor detekterade informationens början. Styrdatameddelandet mottogs i serieform och skiftades in det mottagna meddelandet i ett inregister. Vid rätt adress och rätt P/C kontroll överfördes de mottagna databitarna till de olika lagringsregister för de olika informationstyperna.

Flygplanadress

Varje flygplan hade sin unika adress, eller anropssignal t.ex. A12. Styrdataomvandlaren skall då enbart lagra meddelanden med rätt adress. För att ange vilken adress som gällde för respektive plan användes i FD-10 en speciell adresskontakt som sattes fast på adresskortet inne i enhetens registerenhet.

Programenhet FD 10

På programenheten satt testknappen. Den gjorde det möjligt för flygföraren att funktionskontrollera styrdatamottagningen. När testknappen hölls intryckt mottogs styrdatameddelandena ”Test1 och Test2”. Dessa testmeddelanden var så uppbyggda att de analoga utsignalerna till indikatorerna endast numeriskt skildes av den minst signifikanta binära bitens numeriska värde. Det ena meddelandet innehöll den mest signifikanta binära biten i varje ord och det andra meddelandet innehöll alla övriga binära bitar i varje ord. Den numeriska skillnaden mellan de två meddelandenas innehåll motsvarade alltså värdet av den minst signifikanta biten i varje ord. På så vis testades alla binära bitars numeriska värden och ett fel i en ”vippa” skulle omedelbart visa sig på flygplanets indikatorer i form av ett avvikande ostabilt (ryckande) värde.

I programenheten omvandlades den frekvensskiftade tonsignalen till pulsformad signal som synkroniserades med enhetens egen ”klocka” och som korrigerades med den mottagna signalens ”klocka”. Där fanns en startkoddetektor som detekterade informationens början. Programenheten tog mot styrdatasignalen i serieform ”packade upp den” och överförde den i parallellform till registerenheten för vidare omvandling till analoga storheter.

Registerenhet FD 10.

Registerenheten omvandlade styrdatasignalerna till analoga nivåer som var anpassade för de ingångar som styrde ut de olika indikatorerna som presenterade styrdatainformation för flygföraren.

Registerenheten innehöll ett kretskort för vardera adress, avstånd, kurs, bäring, höjd, kommando och förstärkare för analoga utgångssignaler.

Till adresskortet anslöts adresskontakten som var flygplanets digitala adress och anropssignal ex.vis A12. Varje fpl hade en unik adresskontakt. Vid byte av registerenhet måste den urmonterade enheten öppnas och adresskontakten flyttas till den registerenhet som skulle inmonteras. (På FD11 anslöts adresskontakten till skarvdon utanpå enheten, adresskontakten var fäst i fpl).

I registerenheten detekterades adressinnehållet i inkommande signal. ”Rätt” adress innebar att meddelandeeinnehållet stegades in i de olika registren där det binära innehållet omvandlades till en analog signal som förstärktes och anslöts till datacentralen.

4.5.5 Datacentralen och indikatorer

Informationen överfördes i analog form från Styrdataomvandlaren till datacentralen. Datacentralens uppgift i flygplanet var att ta emot och sammanställa informationen i styrdatameddelandet och från andra i flygplanet signalgivande organ samt bearbetade och presenterade dessa för flygföraren.

Systemet bestod av:

- Datacentral
- Luftdataenhet
- Flyghöjdställare
- Avstånd-, höjd- och kommandoindikator (AHK)
- Machfartindikator
- Höjdindikator med marktryckinställare
- Styrindikator
- Anfallsvinkelgivare
- Ytterlufttemperaturgivare
- Nospitorör
- Radarindikator
- Flyglägesystem

Samtliga enheter, med undantag för de tre sista, tillverkades av Arenco i Bromma.

Från styrdatasystemet fick datacentralen uppgifter om:

- Målhöjd
- Målavstånd
- Målbäring
- Styrkurs
- Kommando

Från datacentralen fick flygföraren informationen presenterad på följande indikatorer:

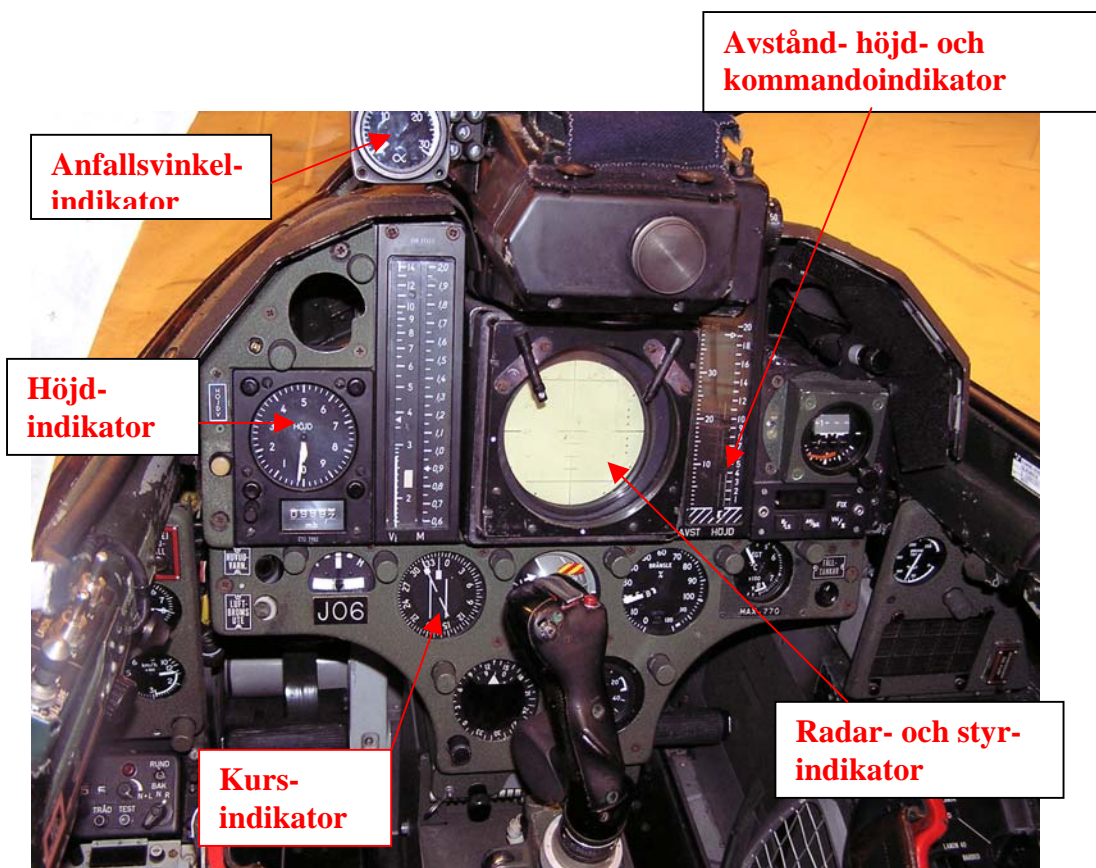
- Kursinformationen presenterades på kursindikatorn
- Bäringsinformationen jämfördes med fpl gyrokompass-signal för att presenteras som skillnadssignal mellan fpl kurs och målets geografiska bäring med styrindikatorns sidvisare ("sidbalken"). D.v.s. när fpl kurs var samma som målbäringen stod sidvisaren i centrum på styrindikatorn. Bäringsinformationen presenterades även på radarindikatorn.
- Avstånd, höjd och kommando presenterades på AHK-indikatorn. Avstånds- och höjdindikeringen var i form av index på var sin vertikal skala ("termometer-typ") på AHK-indikatorn. Kommandona som var 19 st presenterades i klartext i det övre fönstret på AHK-indikatorn. Vid varje kommandoändring genererades en varningston till flygförarens hörtelefon. Avståndsinformationen presenterades även på radarindikatorn.
- Målhöjd presenterades även på styrindikatorns höjdbalk. När "fpl höjd" var samma som målhöjden stod höjdbalken i centrum på styrindikatorn.

Två signaler (bärings- och kursinformationen) gick till flyglägesystemet (FLI-25, FLI-27 i fpl 35F).

Vidare fanns "skedes-information" där Skede 1 avsåg "anflyingning" och Skede 2 avsåg "målsparing". I läge målsparing var avståndspresentationen uppskalad till 10 gånger högre upplösning.

Om inget meddelande med rätt adress mottagits inom 5 sekunder indikerade kommandoindikatorn "FEL" samtidigt som varningston hördes i ff. hörtelefon. Övriga

indikationer förblev ”frysta” i senast mottaget läge i ytterligare 5 sekunder (i fpl 35F 10 sek.), därefter nollställdes även dessa.



Flygplan 35B indikatorer för styrdatainformation

4.5.6 Signalanalysatorn

Signalanalysatorn tillverkades av SRT och avsågs ursprungligen att ingå i ersättningen för FD11 . Så blev det inte utan signalanalysatorn togs fram för att samverka med FD 11 och Manöverenhet ME 3.

Dess funktion var att i flygplanet se till att styrdatafunktionen var ansluten till en radiokanal som hade godkänd kvalitet. Detta kunde åstadkommas genom att styrdatameddelandet sändes ut från flera marksändare på olika frekvenser. Signalanalysatorn mätte felmängden i de mottagna meddelandenas fasta innehåll d.v.s. skiljenollar, PC-fel, avsaknad av egen adress, förekomsten av testadresser, startkodlängd, frekvensavvikelser i mottagen signal, signal-brus mm. Signalen från den markradiosändare som bäst uppfyllde gränsvärdena valdes för mottagning av styrdatameddelandet.

Signalanalysatorn arbetade i två funktionsmoder: sökmod och kontrollmod. När felmängden blev för stor initierades en kanalväxling till ME3 som skiftade radiofrekvens till nästa förinställda strikanal. Signalanalysatorn ”avkände” först den mottagna informationen i ”sökmod” (som hade större tolerans än kontrollmod). Om signalen var ”godkänd” ett specifikt antal mottagna meddelanden övergick ”avkänningen” till kontrollmod. Om signalen inte var ”godkänd” i sökmod initierades kanalväxlingspuls till ME3 och förloppet upprepades.

4.5.7 Manöverenhet 3 (ME3)

Manöverenhet 3 tillverkades av SRT. Den var programmerad med samtliga strilradio-kanaler och var därför hemlig såväl som enhet som till funktion.

På ME3 fanns en kanalvalsplugg där den ”egna” sektorns kanaler fanns inprogrammerade. Detta innebar vid ombasering av fpl att man måste byta kanalvalsplugg till en kanalvalsplugg med den nya sektorns kanaler.

Flygföraren kunde manuellt välja kanal men normalt var det ME3 och signalanalysatorn som ombesörjde att den första bästa strilradiokanal användes.

ME3 satt monterad på vänster sidopanel i fpl-kabin nedanför Flygradiostationen.

ME3 fungerade också som kanalväljare för reservradio och hade de fem allmänna talkanalerna inprogrammerade och som kunde väljas med enhetens knappsats av flygföraren.

4.5.8 Radio i flygplan 35 Draken

De första fpl 35F som levererades hade flygradiostn Fr17 som huvudradio och Fr16 som reservradio samt Frm15 som mottagare för styrdata, radiosystemet var tyvärr otillförlitligt och ersattes därför relativt omgående med två st Fr21..

Fpl 35D försågs senare med Fr21, i stället för Fr14, som möjliggjorde styrdatamottagning av FM-modulerad signal. I ett senare skede utbyttes även Fr13 mot Fr21.

Flygradiostation Fr 21 bestod i sitt grundutförande av två sändtagare Fr21, ett högeffektsteg (normal-radio), ett lågeffektsteg (reservradio) och en manöverenhet. Manöverenheten hade två frekvensintällningsfunktioner, en för kommunikation och en för styrdatamottagning. Antennväxlingsfunktionen var integrerad i högeffektsteget och styrdes med manöverenheten. Systemet tillät att man växlade mellan normal- och reservradio utan att förlora styrdatamottagningen.

Samtidigt infördes Signalanalysatorn och Manöverenhet 3 (ME3). Genom att Fr21 kunde ta emot FM modulerade signaler erhöles en bättre signalkvalitet på styrdatameddelandena och med Signalanalysatorn och Manöverenhet 3 erhöles ”automatisk markstationsökning” för styrdatamottagning där systemet genom analys av de mottagna marksändarnas signalens kvalitet kunde välja den markstation som gav godkänd mottagning.

Såväl signalanalysatorn som ME3 tillverkades av SRT/Stansaab

I sammanhanget kan det påpekas att signalanalysatorn blev den driftsäkraste enheten i flygplanets elektroniksystem. (Prototypen granskades i juni 1971, typprovades i september 1971 och var införd 1973).

Senare ersattes Fr21 (som normalradio) av Fr28 i fpl 35F, därvid utgick högeffektsteget och ena sändtagaren Fr21 samt manöverenheten och ersattes med sändtagare Fr28 och manöverenhet Fr28. Fr28 var försedd med UHF för talkommunikation vilket medförde att flygplanet bestyckades med en UHF antenn.

Radiosystemet kompletterades också med signalanalysator och manöverenhet ME3

4.5.9 Radio i flygplan 37 Viggen

Flygplan JA 37 innehöll en vid den tiden kraftfull systemdator som tagits fram av Singer-Kearfott i USA och som medförde att databehandling kunde göras i denna typ av flygplan vilket inte var möjligt i Fpl 35. AGA hade från FMV fått en beställning på att utveckla en ny flygradiostation FR-28 som bland annat innehöll en mikrodatorstyrd stationsväxel. Detta medförde att AGA fick uppdraget av FMV att ersätta såväl Styrstyrdataomvandlaren FD11 som signalanalysatorn med funktioner i FR-28

stationsväxel och i fpl JA 37 systemdator. I samma systemlösning ingick även en jaktlänk som medgav att ett flygplan, med samma protokoll som styrdatameddelandet, kunde överföra såväl egen som sitt måls positioner till andra jaktflygplan. Vidare kunde styrdatameddelanden länkas till övriga flygplan . Denna jaktlänk var även den en internationellt sett tidig utveckling.

5 Systemutprovning, anskaffning och underhåll.

5.1 Systemutprovning

Den första flygplanstypen som skulle bestyckas med styrdata för operativ funktion var fpl 35B. För att få erforderlig tid att testa och prova styrdatasystemet togs vid ett sammanträde den 11/4 1959 ett beslut att använda ett av de nylevererade fpl 35A för installation och utprovning. Den tidigaste tidpunkten för utprovning vid FC (Försökscentralen i Linköping) angavs vara den 1/7 1960.

Kn Olsson FS angav att proven måste göras med aktuella fplprestanda för att få ett rättvist resultat och att samordning måste ske med verksamheten vid TVL.

Organisationen TVL är i dag relativt okänd. I en instruktion för TVL från 8 januari 1960 finns bland annat följande angivet:

- Redan under arbetet med stril m/50 uppstod behovet av en försöksanläggning för luftbevakning och stridsledning för att kunna pröva utformningen av materielen och dess omgivning.
- TVL disponerade en byggnad vid F2 för detta ändamål.
- TVL arbetar som en sektion under CELB/FF

För styrdatasystemet nämns TVL i protokoll fram till 1962

Exempel på provobjekt för styrdatasystemet angavs:

- Inverkan av olika hastighet i datainsamling resp. dataöverföring
- Noggrannhet och kapacitet vid lika typer av målföljning
- Automatisk resp. manuell utmatning av styrdata, snabbhet, noggrannhet och störfasthet.
- Flygförarens reaktioner vid flygning på styrradio enskilt och i förband
- Lämplig teknisk och taktik t.ex. vid ledning av flera fpl mot ett mål
- Kraven på data från flygförarens synpunkt
- Behov av kommandon och deras utformning
- Behov av tal samtidigt som styrradio

Följande riktlinjer rekommenderades:

- 3 fpl 35A (kompleta) utrustas som provflygplan. De bör vara flygklara 1/7 1960
- Fpl tilldelas FC och flygs gemensamt av FC och provdivisionen vid F13
- CFC leder proven med flygburen mtrl i samarbete med CFBS
- Samordning av proven sker i samarbete mellan CFC och CELR

Utprovningsplanen visar att man gav utprovningen mycket hög prioritet genom att tilldela tre flygplan för utprovningen och ställa stora resurser till förfogande.

Tidsmässiga problem uppstod dock för SAAB med att få de tre fpl 35A klara till 1/7 1960. Direktiv gavs om att styrradioproven skulle få prioritet framför annan utprovning.

- 30/1 1961** Styrradioproven bestämdes att påbörjas vid PS-08 anläggning Dick den 30/1 – 10/2 1961. I op-rummet, som benämndes m/59, utfördes en provisorisk installation för sändning av styrdata med mottagning och presentation i de tre flygplan 35 A. Vid Dick disponerades en normalutrustad Rrjalkonsol inkl. radio och styrradioutrustning samt höjdmätare. Från FC disponerades två fpl 32, ett fpl 35A samt två J29 som målflygplan med förare ur F13.
- 17/11 1961** Under en period efter detta finns underlag från en skriftväxling mellan olika instanser där modifieringsbehovet belyses ur olika infallsvinklar och behov. I en skrivelse nämns att det prov som skulle göras med fpl 35 den 15/1 1961 inte kunde genomföras förrän den 17/11 1961 med anledning av brist på provflygplan. Bristande träning hos Rrjal angavs även som en begränsande faktor.
- 16/1 1962** Proven drog ut på tiden och den 16/1 1962 meddelar CEL Henrik Lindgren i en skrivelse till Chefen för Flygstaben att prov utförts som verifierat att materielen ur teknisk synpunkt har fungerat i huvudsak tillfredsställande och att det med detta är lämpligt att avsluta del 1 av styrradioproven. I protokollet står ”Vissa operativt betingade modifieringar har införts, andra modifieringar är ännu på diskussionsstadiet”. Målföljningen i Oprum PS-08 har dock visat sig kräva sådan uppmärksamhet att det visat sig svårt att få den noggrannhet i inställningen av målbäring och målavstånd som fordras. Det har också visat sig att vektorlinjerna har begränsad operativ användbarhet”.
Noteringar finns som anger att ”Stril 59 systemet lider av allvarliga brister som påverkar styrdatautprovningen”.
- 14/3 1962** Med anledning av resultatet från utprovningen kom SRT in med en offert den 14/3 1962 om modifiering av indikatorsystem PS-08 till en kostnad av 229 000 kr.
- 16/10 1962** Den 16/10 1962 utfördes en demonstration av stridsledning med styrradio för CEL vid Dick med noteringen att ”Styrradioöverföringen har i stort fungerat bra. Inställningen vid m/59 är idag mer positiv än för några månader sedan trots vissa brister är systemet ett värdefullt hjälpmedel för Rrjal i många fall”.
Under några år fortsatta utprovningar och modifieringar av styrradiosystemet

Operativt finns uppgifter om att utprovningarna gav mycket intressanta resultat. Det visade sig vara möjligt att helt utan talkommunikation genomföra stridsledning till fullständiga anfall, eftersom tillräcklig information kunde överföras överöverstyrdatasystemet. Den förhärskade anfallsmetoden vid den tiden var kurvanfallet, där jaktflygplanet leddes till anflygning tvärs mot målets anflygningskurs för att sedan svänga in bakom till ett läge där vapenleverans kunde göras. Själva kurvanfallsberäkningarna var dock besvärliga att göra, varför man under provningarnas gång kom på att utnyttja den s.k. ”framförhållningen” (med betoning på första

stavelser), det vill säga vinkelskillnaden mellan jaktflygplanets och målets kurs. Genom att långsamt förskjuta denna vinkel till att bli mindre och mindre erhöles en jämn och fin insvängning från det tvärsförhållande som först uppnåts. Ett manuellt, stort reglage under Rrjalkonsolen monterades på prov, så att den dessförinnan teoretiska metoden skulle kunna provas. Med reglaget kunde en "framförhållning" mellan plus/minus 5-55 grader i steg om 12 fasta värden väljas. Inställt värde påverkade den styrkurs som sändes ut i datameddelandet, genom att addera eller dra ifrån inställt värde i förhållande till bäringen mot målet. Metoden visade sig medföra en stor förbättring, varför reglaget senare infördes som standard, men med ett mindre vred monterat på den lutade panelen (vinkelframförhållning som beskrivs på annan plats med bild).

Uppfattningen var att styrdatasystemet vid PS-08 fungerade på ett utmärkt sätt och att det relativt snabbt var i funktion.

Stridsledningsmetoderna var till stor del utarbetade i Sverige, TuStril var en av de enheter vid vilken mycket av detta togs fram. Där hade stor stridsledningserfarenhet samlats, bl.a. av två eldsjälur, Göran Jonsson och Jack Carlsson, båda före detta nattjaksnavigatorer vid F1 i Västerås. Baserat på erfarenheterna från indikatorrum PS-08, lfc typ 1 och rrgc/F ledde de bland annat utprovningens verksamheten av jaktstridsledningsfunktionen i Datasabaas provcentral i Barkarby.

Exempel.

Ett exempel på en tidig "modifiering" är följande: "*I samband med stridsledningspass från PC Stril i samband med en provflygning från SAAB i slutet på 70-talet, indikerade presentationen ett underligt resultat av de datorberäkningar som gjordes av anfallsgeometrin. Just denna dag var det mycket kraftiga höjdvindur rakt västerifrån. Eftersom aktuella vindhastigheter och vindriktningar dagligen matades in i varje anläggning, och dessa påverkade anfallsberäkningarna borde de ha gett en tydlig effekt på den s k jaktkurva som visades på PPI:et. Så var också fallet, men resultatet blev i stället som om vindarna varit rakt ostliga!*

En undersökning startades omedelbart, och det visade sig att inlagda värden var korrekta, men ett styrtecken som avgjorde från vilken riktning vinden kom, var felaktigt. Fortsatt kontroll gjordes med de meteorologer som levererat parametrarna, och den kom fram till att så hade man alltid gjort! Denna procedur som upprepats dagligen i samtliga Lfc - och Rrgc/F-anläggningar i hela landet hade alltså hela tiden innehållit detta felaktiga styrtecken, innebärande att vinden blåste från "fel" håll! Och det hade således resulterat i felaktiga anfallsberäkningar under lika lång tid, utan att det tidigare uppdagats!"

Eftersom det under en ganska lång tid diskuterats om hanteringen av väderparametrar verkligen var nödvändig, eller kanske bara var en onödig förfining, beslöts snabbt att alla värden i fortsättningen skulle nollställas, något som än idag tillämpas.

5Som ytterligare en kuriosu kan nämnas att radiolänkutrustning RL 02 först installerades till Sändaranläggning FMR-10. Rapport kom om att ett flygplan tagit emot bärvåg från en FMR-10 sändare trots att ingen operativ sändning förekommit från ledningscentralerna. Olle Söderbäck TUAB startade en undersökning som teoretiskt visade att brus från RL 02 kunde starta upp FMR-10 sändarna. Utöver detta konstaterades att när 10 KW sändes ut från FMR-10 blockerades RL 02 mottagare. Detta resulterade i att RL 02 byttes mot radiolänkutrustning av annan typ.

5.2 Anskaffning av styrdatasystemet.

Som framgått i kapitel 2 gav avdelningschef Henrik Lindgren radioavdelningen KFF/ELR den 17/10 1958 uppgiften att införa ”Styrsignalering enligt digitalprincipen”. Studieuppdrag hade tidigare lagts på SRT först från FOA och senare från KFF.

Beställning på sändare FMR-10 lades på Rohde & Schwarz den 23/8 1957 men då var avsikten att först använda radiosändaren för talradio från Lfc m/50.

Det har varit svårt att hitta alla beställningar för styrdatasystemet i arkiven och det följande är ett utdrag av de beställningar som påträffats.

Tydliga indikeringar finns på att vissa beställningar kan ha lagts efter det att tjänsten/produkten har utförts.

24/9 1957. En beställning för prov och försök av ett digitalt dataöverföringssystem mark-flygplan med en summa på 175 000 kr.

(Detta ligger i tid med SRT försök med ”12-biten” och innan beslut tagits om vilket system som skulle användas). Se avsnitt 2.4

4/7 1958. SRT en beställning från KFF på utveckling och konstruktion av apparatutrustning för automatisk målföljning av 20 mål samt framtagning av 1 st provmodell till en kostnad av max. 600 000 kr.
(Detta var utvecklingen av det system som inledningsvis kom att benämnas ”Halvautomatisk målföljning”).

Som kuriosa kan nämnas att i samma beställning anges följande timpriser för personal vid SRT:

- Civilingenjör 13 kr/tim
- Laboratorieingenjör 9 kr/tim
- Tjänstemän 8 kr/tim
- Arbetare i experimentverkstad 5,75 kr/tim

Leveranstiden var satt till senast 12 månader efter beställning.

17/11 1958. Anbud från SRT. I anbudet anges ”... ha vi härmed nöjet att skriftligen konfirmera de pris och leveranstidsuppgifter beträffande olika datalänksalternativ som tidigare lämnats”.

Följande priser gavs:

- Datalänk Mark-Mark
 - Sändare för 20 kanaler 13 000 kr
 - Mottagare 34 000 kr
- Datalänk mark-mark-luft
 - Sändare 13 000 kr
 - Markmottagare 3 000 kr
 - Luftmottagare 19 000 kr

Om större antal beställs kan en prisreduktion på 10-25 % ges.

23/12 1958. Den föregående år utlagda beställningen för dataöverföringssystem utökades med 225 000 kr till 400 000 kr.

10/6 1959. SRT fick en beställning som benämndes ”Indikatorsystem m/59”, med tillägg för 5 st rullbollar a´ 7 800 kr och modifiering av givare vid Rrjalbord. Beställningen var på totalt 630 700 kr. *(SRT hade tagit fram en*

rullboll som kunde användas till att bland annat markera och digitalt överföra positionsvärden från PPI).

- 25/8 1959.** Beställning gjordes på utveckling av dataöverföringsutrustning med framtagning av tre prototyper och provserie med 10 "Attrapper" till datadelen för Rrjal inklusive kodskivor. En markutrustning med analog-digitalomvandlare, allt med leverans 1959-60.
Handläggare av detta vid KFF var Arne Pramberg.
- 7/9 1959.** Här beställdes styrdatautrustning för PS-08 systemet till en kostnad av 2 932 000 kr och leveranstid av 10-15 månader efter beställning. Nu var tillverkningen i full gång vid SRT.
- Datamottagare, 100 st a'23 500 kr.
 - Datasändare, 10 st a'10 500 kr.
 - Datatransmissionsterminaler, a'4 900 kr.
 - Datageneratorer mottagare och sändare, 20 st a'8 800 kr.
 - Datagivare, 20 st a'2 100 kr.
 - Kodgivare, 20 st a'15 500 kr.
- 4/11 1959** Utredning att nyttja automatisk målföljning för framtida GCA (PAR), Bok och räkning, BoR.
- 4/10 1960** Tillverkning av:
- 1 st prototyp Frd 1
 - 10 st förserie Frd 1
 - 1 st prototyp till mark
 - Utrustning för Op-rum m/59 nr 1 bestående av:
 - 1 datagivare
 - 2 givaravsökare
 - 2 T1F/S
 - 4 T1G/S
 - Prototyp buffertregister höjd
 - Prototyp sammanlagrare
 - 2 prototyper testsändare inkl. T1G/S
 - 2 prototyper testsändare med Fr 14 samt telefoniförstärkare
 - Utveckling av 3 dataomvandlare för Fpl 35.
 - Utveckling av 3 kontroll mottagare.
- Beställningssumma 1 300 000 kr med leverans 31/8 1960 – 1/6 1961. Här skedde första leveransen innan beställningen gavs.
- 17/2 1961** Undersöka om mikrominiaturisering av dataomvandlare i flygplan.
Redovisa 1/7 1961, kostnad 200 000 kr.
- 14/4 1961** Tillägsbeställning
- 10 st Givaravsökare a'24 000 kr
 - 20 st Datagivare a'2 400 kr
 - 5 st Datagivare a'4 500 kr
 - 5 st Buffertregister a'24 000 kr
 - 20 st Sammanlagrare a'120 000 kr
 - 5 st Stativ H a'4 400 kr

- 11/6 1961** Avtal om utveckling, tillverkning och installation av samkörnings och indikatorutrustning för 5 platser.
Plats 5 kan avbeställas.
Halvautomatisk målföljare.
Leverans av mtrl. Plats 1, 1 april 1960 !
Utveckling 850 000 kr
Utrustning per plats 1 160 000 kr
Installation 300 000 kr
Riktpris utbyggnad av halvautomatisk målföljare till helautomatisk 135 000 kr
- 15/6 1961** Beställning
- Databehandlingsutrustning för höjdmätare med digital Ekokorrektor 7 st a'676 750 kr
 - Samkörning av radarstn och databehandlingsutrustning 7 st a'35 000 kr
 - Systemansvar BoR max 1 000 000 kr
- 20/6 1961** Fortsatt utveckling och tillverkning
- 4 st FD 10
 - 1 st sammanlagrare
 - 2 st Testsändare
 - 4 st modifiering av tidigare lev. Testsändare
 - 3 st FD 11
 - 3 st Kontrollmottagare
 - 1 st Sammanlagrare
 - 1 st Höjdregister
 - 1 st Givare och Givaravsökare
- Beställningssumma 1 800 000 kr leverans 1/11-1/7 1962
- 20/6 1961** Höjdmätsystem för fjärrstyrd höjdmätare
- Komplettering av indikatorsystem PS-08 3 st a'170 000 kr
 - Höjdmätutrustning PH-40 1 st a'219 100 kr
 - Höjdmätutrustning PH-13 10 st a'208 000 kr
- 30/6 1961** Utökning av beställning INKH 92435 7/9 59.
- 10 Linjetonsändare T1F/S a'7 200 kr
 - 40 Linjetonmottagare T1F/M a'8 900 kr
 - 4 Radiotonsändare prototypvst. A'6 562 kr
 - 21 Radiotonsändare serietillverkade a'5 250 kr
- 9/11 1961** 10 st handgjorda testsändare a'47 000 kr
44 st testsändare a' 30 000 kr
- 14/12 1961.** SRT fick ett beställningsbemyndigande på tillverkning, installation och provning av 11 st RGC med en beställningssumma på 4 406 000 kr per anläggning. 1:a anläggningen skulle vara klar 1/10 1964. Detta var den stora RGC beställningen som omnämns på ett antal andra platser.

- 15/5 1962** Tillägg
- 5 st Provsändare sammanlagt 49 st a´29 94
- 30/5 1962** 13 st Datamottagare a´ 21 736 kr
- 3/9 1962** RGC tillägg, byte av kondensatorer 11 satser a´55 000 kr
- 18/9 1962** Tilläggsbeställning
- 4 st FD 10
 - H-stativ
 - 4 st Testsändare
 - 4 st FD 11
 - 4 st Kontrollmottagare
 - 2 st Testsändare
 - 1 st Höjdregister
 - 1 st Givare och Givaravsökare
 - 1 st Myggan
- Beställningssumma 2 700 000 kr, leveranstid oktober 1962-februari 1963
- 14/9 1962** Utveckling konstruktion av helt ny mikrominiaturiserad prototyp av flygdataomvandlare. 400 000 kr, leverans 31/3 1963
- 18/9 1962** Modifiering styrdata 5 centraler 390 000 kr
- 8/11 1962** Tillägg FD 10 4 st summa 40 000 kr
- 21/12 1962** Modifiering FD 10, 103 st 810 800 kr.

5.3 Underhåll.

Underhållet var under styrdatasystemets tid uppdelat i tre nivåer:

- A-nivå, som normalt utgjordes av underhållstekniker på anläggning.
- B-nivå som var en regional nivå och som under 60-talet benämndes Televerkstad (TV), under 70- och 80-talet Teleservicebas (TSB) och under 90-talet Markteleverkstad vid Underhållsregemente.
- C-nivå, Central verkstad (C-vst) som i de flesta fallen var CVA i Arboga eller Telub i Växjö. I vissa fall kunde leverantörer utses som C-vst.

Styrdatasystemets enheter fanns på olika platser Ledningscentraler, radioanläggningar och i flygplan.

På ledningscentralerna utgjordes A-nivån av tekniker som var fast placerade på centralerna. På Lfc m/60 var A-nivåunderhållet utlagt på SRA för Lfc/O5 och på Telub för Lfc/S1. Radioanläggningarna var obemannade och där var TV såväl A-nivå som regional underhållsinstans. För utrustningarna i flygplanen var flottiljverkstan A-nivå. B-nivå var för ledningscentralerna och radioanläggningarna TV. För flygplansutrustningarna utgjordes B-nivå av Flygverkstad F som fanns vid vissa flottiljer.

C-vst och tekniskt underhållsstöd för samtliga platser var CVA som under kommande årtionden bytte huvudman och namn ett flertal gånger.

Under de 40 år som styrdatasystemet varit i operativ funktion har felutfallet varit mycket litet och den operativa tillgängligheten har varit hög.

40 år är en mycket lång tid för en utrustning och det är ett gott betyg åt de handläggare vid såväl KFF/FMV, leverantörer och underhållsorganisationer som handlagt utrustning och system.

Med anledning av systemets viktiga operativa funktion och betydelse i krig var det ett väl tilltaget underhållssystem som togs fram för driften. I de lägesrapporter som under en tidsperiod årligen togs fram åt Fuh framgår att de årliga underhållskostnaderna enligt tabell nedan. Den stora delen av underhållet utgjordes av kostnader för förebyggande underhåll där olika grupper från underhållsorganisationen periodiskt besökte anläggningarna och gick igenom sina delar av systemet. Bland annat avslutades ofta tillsynen på radioutrustningen med att golvet målades. Anläggningarna var mycket prydliga och välvårdade. Många är historierna om underhållet på Sändaranläggning FMR-10 som idag kan tyckas vara överdrivet. Under de sista 15 åren började kostnaderna att ifrågasättas speciellt som att felutfallet var så extremt lågt. De många resorna, där en dag kunde gå åt för att hämta och lämna nycklar, kändes kostsamt speciellt som ett stort antal olika underhållsintressenter utförde underhållet. Man arbetade för att underhållspersonalen skulle få en bredare kompetens och det lyckades, trots stort motstånd från vissa håll, att samordna underhållsinsatserna till ett mindre antal besök.

Den centrala underhållsverkstan tog varje år fram speciella lägesredovisningar för underhållet och följande finns angivet för FMR-10 inklusive styrdata samt för hela anläggningen. I kolumnen för anläggning ingår FMR-10, Transmission, Master, Reservkraft samt Anläggningen. Fram till 1996 redovisades kostnaderna budgetårsvis mellan den 1/7 – 30/6. Från 1996 redovisades kostnaderna kalenderårsvis.

| År | Underhålls kostnad FMR-10 | Underhålls kostnad anläggning. | Notering |
|---------|---------------------------|--------------------------------|--|
| 1989/90 | 2 139 Kkr. | - | |
| 1990/91 | 2 818 | 7 950 | |
| 1991/92 | 3 243 | 7 444 | Grundsteg 70 W visar högre felutfall än tidigare år. Reservdelsbrister ger längre hindertider, kaviteter och keramikkondensatorer. Sämre driftsäkerhet p.g.a. reservdelsbrister för 70 W steget. |
| 1992/93 | 2 987 | 7 879 | |
| 1993/94 | 2 520 | 6 248 | |
| 1994/95 | 2 574 | 8 969 | Reservdelsbrist och vissa komponenter kan inte nyanskaffas |
| 1995/96 | 2 750 | 6 110 | |
| 1996 | 3 046 | 6 000 | |
| 1997 | 2 041 | 4 941 | |
| 1998 | 2 533 | 4 911 | Kontrollsändare och MEDA ersätts med SMEDA. Införandet av fjärrprov pågår. Tillsammans med avställning av effektstegen bedöms detta komma att sänka underhållskostnaden betydligt. |
| 1999 | 2 091 | 4 035 | |
| 2000 | 2 371 | 4 324 | |
| 2001 | 160 | 2 023 | |
| 2002 | 232 | 1 523 | |
| 2003 | 110 | 1 246 | Här började anläggningarna att avvecklas. |

Av ovanstående framgår att underhållskostnaderna för anläggningen och FMR-10 var höga. Dels låg platserna avsidet, arbetsskyddet tillät inte ensamarbete, nycklar fick oftast hämtas vid uppborndsflottiljen, hemlig underhållsutrustningen måste förvaras på säkert ställe vilket medförde att den i många fall fick låsas in på närbelägna polisstationer om den inte kunde lämnas kvar på anläggningen, de flesta utrustningarna

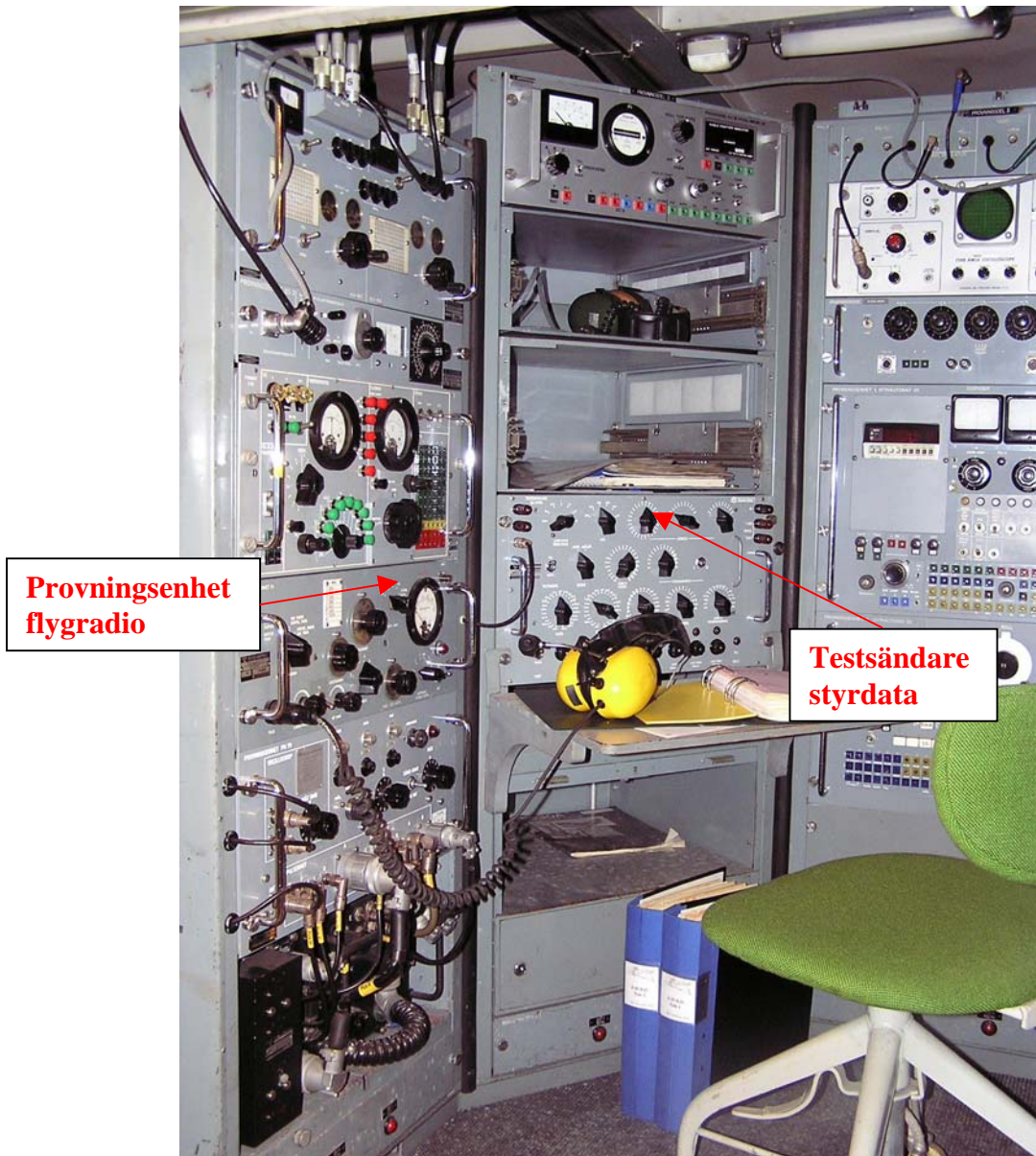
hade tidsbundna tillsyner, radio, transmission, master och elverk krävde olika yrkeskompetens varför olika grupper besökte anläggningarna. Omfattning var så stor att hela kalenderveckor oftast planerades in.

Beloppen ovan är angivna i respektive års kostnadsläge och för FMR-10 med styrdata kan konstateras att de underhållsbesparande åtgärderna som införts hade marginell betydelse fram till år 2001 då det förebyggande underhållet togs bort. Då inträffade en dramatisk kostnadssänkning. Redan under 70-talet startade en diskussion om betydelsen av förebyggande underhåll på marktelemtrl. På vissa radiosystem infördes redan då enbart avhjälpande underhåll (underhållsinsats när fel uppstod) där man kunde visa på att funktionstillgängligheten inte sänktes genom detta. På Striradiosidan ansågs att periodiskt underhåll krävdes för att bibehålla kraven på tillgänglighet. För anläggningen i övrigt kan noteras att det periodiska underhållet på master med åtgärder förlängdes till 6 år under andra halvan på 90-talet samt att även det periodiska underhållet på reservkraften förlängdes. År 2001 togs allt förebyggande underhåll bort.

För underhåll av utrustning i flygplan togs speciella servicebilar fram som automatiskt kontrollerade elektronikutrustningarna i flygplan 35. Bussarna benämndes Servicebil 405 och kördes fram till flygplanen. Kopplingen till flygplanen gjordes med kablage som var monterat på en svängbar arm och som anslöts till flygplanets ryggås med 2 st 200 poliga kontakter. Servicebilarna utrustades vid CVA i Arboga under den tekniska chefen Carl-Rickard Ekblads ansvar.



Servicebil 405. Foto F10 museum.



**Provningsenhet
flygradio**

**Testsändare
styrdata**

Testutrustning i servicebil 405. Foto F10 museum.

6 Markradioanläggningar

6.1 Sändaranläggning FMR-10

Av protokoll framgår att:

- De första 4 FMR-10 sändarna beställdes den 23/8 1957 enligt beställning FMR-10 INKS/PW-72352.
- Ingenjörerna A Pramberg KFF och B Sörelius KFF besökte Rohde & Schwarz mars/april 1958 och utförde mekanisk och elektrisk kontroll för prototypgodkännande av sändaren typ SU/891 och antenn AU 287/051. KFF godkänner sändaren och antennen med ändringar angivet i det utfärdade protokollet. Kontrollen gjordes på sändare nr. 1. Ankomstbesiktning görs när sändaren kommer till CVA (Centrala Verkstaden Arboga).
- den första radioanläggningen som togs i operativ drift var sändaranläggningen på Dalarö. (För inledningsvis talradio).
- ett brev från Bertil Sörensson Elektronikbolaget anger att Rohde & Schwarz inte kan leverera den andra FMR-10 sändaren förrän den 1/8 1958.
- ett nytt brev från Elektronikbolaget önskas att KFF skjuter fram kontrollen till den 20/9 1958 med anledning av Rohde & Schwarz 25 årsjubileum.
- brev från Elektronikbolaget den 16/9 1958 anger att all mtrl. är klar för KFF kontroll i München (tre sändare). Bundespost har avslagit begäran att testa sändarna med 10 KW och antenn. Konstlastprov föreslås.
- Fs/Tele anger den 6/4 1959 vilka organ i strilsystem m/50 som skall anknytas till FMR-10 stationerna.
- i skrivelse från Fs/Tele Kn. Stålhammar 5/11 1959, FMR-10 är avsedd för jaktstridsledning. Den har främst tillkommit för att ge ökad radioräckvidd och störresistans i förhållande till nuvarande radio RK-01. FMR-10 skall ingå i och förstärka stridsledningssystem m/50 samt senare även som styrradiosändare i stridsledningssystem m/60.
- de tre senast levererade FMR-10 sändarna skall vara driftklara 1/1 1960
- i skrivelse från Fs/Tele Kn. Stålhammar 20/1 1960 skall under 1962-63 ytterligare 9 radiostationer FMR-10 anskaffas. Stationerna skall användas för talkommunikation och/eller styrradiodirigering av flygförband. De skall utgöra en integrerad del i strilsystem m/60 och är förutsättningen för att detta system skall fungera. Stationerna kommer övergångsvis att ingå i och förstärka nuvarande strilsystem m/50.
- i skrivelse från Fs/Tele C-G Simmons 18/5 1960 redogörs för krav på FMR-10. FMR-10 anskaffades för att radiostn RK-01 med effektsteg och riktantenner ej gav tillräcklig uteffekt för att vid störning kunna ge radiosamband med eget flyg ut till den kontaktlinje som uppsatts som gräns. Under ostörda fredsförhållanden bör den utstrålade effekten ej överstiga 500 W ERP. ”FMR-10 är Tysktillverkad och rent kommersiell varför alla data rörande stationen äro tillgängliga för envar”.
- i skrivelse från Fs/Tele Hans Sjövall den 19/1 1961 skall under 1962-63 9 st radioanläggningar FMR-10 byggas. Sammanlagt skall 41 anläggningar byggas till en uppskattad kostnad av c:a 20 Mkr

Radioanläggningarna för sändare FMR-10 benämndes med B nummer med kolonbeteckning för de individuella anläggningsplatserna enligt den s.k. befästningskoden. Men med anledning av att B nummer var hemligt kallades anläggningarna för sändaranläggning FMR 10. Det uppfördes totalt 41 st anläggningar.

Anläggningarna utgjordes av ett rektangulärt hus byggt i betong med två Antennmaster utanför byggnaden.



FMR 10 sändaranläggning med radioantenn AU287/051 och med HA74/21 installerad på antennmastens topp.

Riktstrålantennen var normalt ansluten till sändaren. På vissa anläggningar var sändaren försedd med två antennavstämningseenheter och två antennutgångar som var anslutna till de två antennerna. Med en omkopplare på sändarens antenncopplingsdel valdes önskad antenn.

På några anläggningar som var försedda med de två antennerna fanns enbart en avstämningseenhet och därmed en antennanslutning. Omkopplingen mellan de två antennerna skedde då genom skifte av vinkelkontaktdon på utgående koaxialkablar i kabelrännan under omkopplingsdelen. Med tanke på att det var en 70 mm grov koaxialkabel kunde detta skifte vara bevärligt att utföra.

Tidigare nämnd restriktion om högst 500 W utstrålad effekt gav problem för underhållet. Sändaren kunde ju kontrolleras på full effekt 10 kW om den var ansluten till konstlast men då det var en ständig oro för att fukt kondenserats i de grova "luftisolerade" kablarna eller om regnvatten trängt in i antennerna, vilket skulle resultera i kortslutning och driftstopp, begärde driftansvariga att få prova sändaren inklusive

antenn med full effekt. Staben medgav detta men under högst 10 minuter vid enstaka tillfällen och ej på ordinarie frekvens utan på en speciell frekvens



Stig Ståhl och Bo Bergman CVA vid genomgång av manuset.

Under framtagningsperioden och hela drifttiden medverkade personal vid CVA. Under framtagningsperioden som konsulter och kontrollanter vid leveranskontroll och driftsättning samt under drifttiden som tekniskt underhållsstöd och central verkstad. Såväl företaget som rollerna byte namn ett flertal gånger under de 40 år som detta pågick men arbetsinsatsen var den samma.

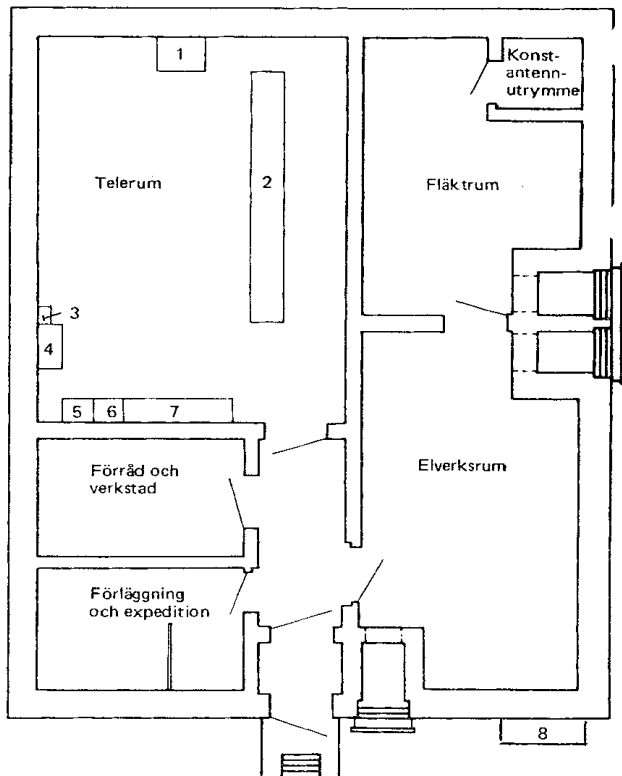
Stig Ståhl var teknisk handläggare vid CVA och ledde fram till 1994 den grupp som arbetade med styrdatasystemets markutrustningar.

Stig, som tillsammans med Bo Bergman och Hasse Johansson var mycket aktiva som konsulter för KFF/FMV vid införandet av styrdata, berättade att han fått en styrkristall för att göra ett högeffektprov på en sändare i södra Skåne. Han gjorde ett 10 minuters prov med högeffekt på 10 KW på högeffektantennen (11 dB) som gav ytterliggare c:a 10 ggr effektvinst. När han kom hem på kvällen till sin bostad blev han uppringd från Stockholm där Stig informerades om att hans prov blockerat en terminalkontrollfrekvens för Amsterdam flygplats som hade samma frekvens. Det blev en obehaglig erfarenhet att han dels fått fel kristall och dels att sändningen på VHF med 100 kW effekt kunde nå så långt. Riktantennens lob var riktad österut varför det var en sidolob som stört trafiken vid Amsterdams flygplats.

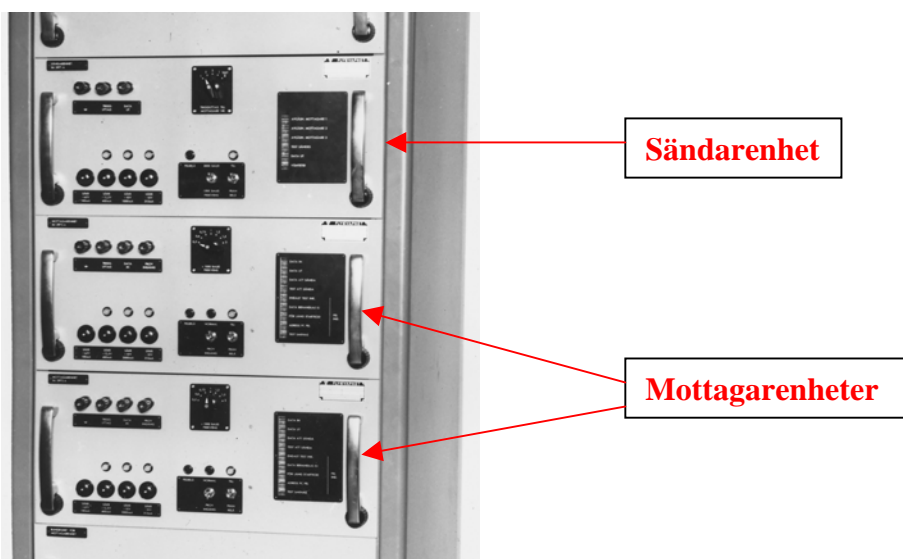
Sändaranläggning FMR 10 bestod av 5 rum:

- Telerum, där elektronikutrustningarna var installerade
 - 1) Sammanlagrare 1
 - 2) Radiosändare FMR-10
 - 3) KK-plint
 - 4) Signalstativ
 - 5) MK-OK stativ
 - 6) Multiplerxutrustning
 - 7) Radiolänk

- 8) Multiplerxutrustning
- 9) Radiolänk
- Elverksrum där reservaggregaten fanns
- Fläktrum med fläktsystem för att hålla lämplig miljö i telerummet.
- Förråd och verkstad
- Förläggning och expedition



Planskiss FMR 10 sändaranläggning



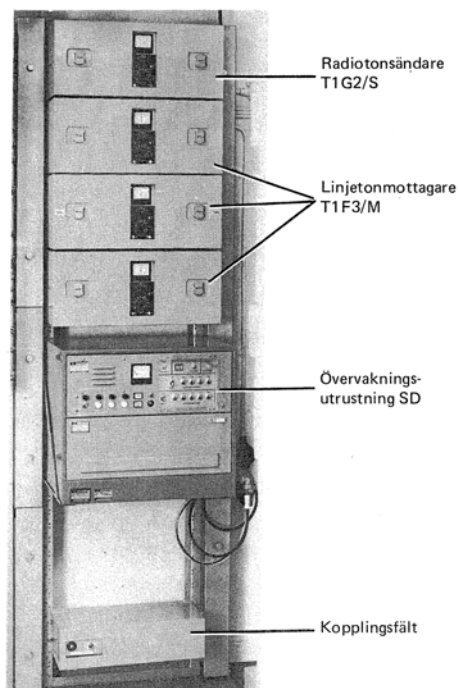
Sammanlagrare 1.



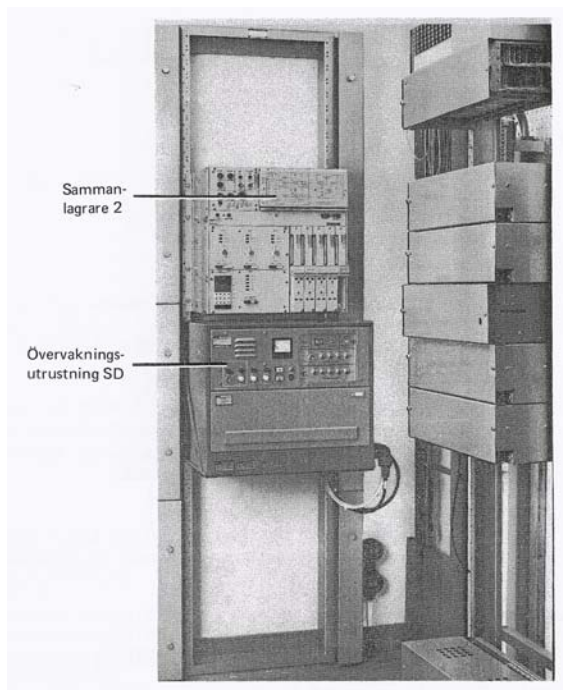
Telerum med FMR-10 och radiolänkutrustning.



Erik Åhman SRT pekar på sammanlagrarstativet för Calle Vedin SRT .

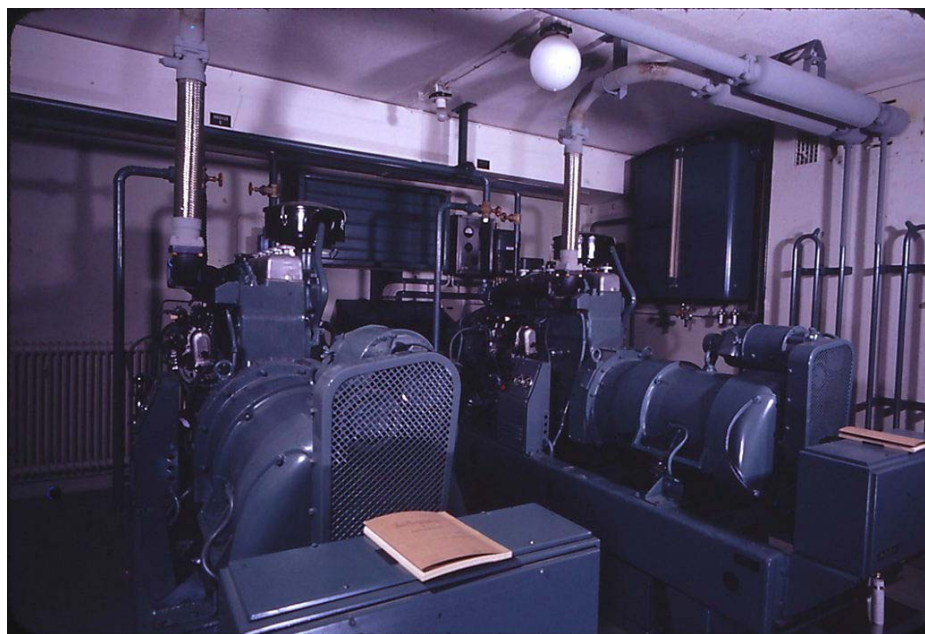


Datatransmissionsstativ



Sammanlagrare 2 och övervakngsutr.

Anläggningarna var ensligt placerade ute i landet och risken för kraftavbrott under kristid var uppenbar. Därför försågs anläggningarna med automatstartande reservkraft aggregat. Deras funktion var viktig och föranledde täta tidsbundna kontroller. Bilden nedan visar anläggningens två dieselmotordrivna generatorer.



Reservkraftaggregat.

Utanför anläggningen fanns ett anslutningskåp där man dels kunde ansluta en transportabel markradiostation TMR-20 och transportabelt elverk om fel uppstått på anläggningens radioutrustning eller strömförsörjning.

6.2 Antenner

6.2.1 Allmänt.

Kravet på radiotäckning under störda förhållanden var stort. I protokoll från Flygstaben står det att ”radioförbindelsen mark-flyg är styrdatafunktionens svaga länk”. Att för rimliga kostnader anskaffa en sändare som gav högre uteffekt än FMR-10 var inte lätt att göra. Följaktligen fick förbättringar av störskyddet ske med flera sändare och med optimering av antennerna.

Med de första FMR-10 sändarna levererades två antenner, en riktantenn AU287/051 med 11 dB antennförstärkning i lobens huvudriktning samt en rundstrålande antenn HA 107/444 med 6 dB antennförstärkning.

Riktantennens 11 dB antennförstärkning gav en effekt i antennens huvudriktning på 100 kW och den rundstrålande antennen 40 kW.

När radioanläggningarna projekterades under sent 50-tal var scenariot att möta och identifiera högt flygande flygplan. Antennernas lobvinklar anpassades till detta. Senare ändrades hotbilden till att vara lågtflygande flygplan. Svenska försvaret anskaffade då låghöjdssradar PS-15 som möjliggjorde målföljningen av lågt flygande mål. Antennernas lobvinklar passade inte in mot detta varför de fick bytas mot antenner med lägre loblyft.

Under den långa tid som utbyggnaden av radioanläggningarna tog att genomföra och även med anledning av att antennerna var utsatta för väder och vind som medförde en relativt snabb åldring behövde vissa bytas. Därför erhöles inte en enhetlig antennfiguration för radioanläggningarna.

Det följande redovisar de antenner som under de gångna 40 åren använts som sändarantenner för styrdatasystemet.

6.2.2 Riktsrålantenn AU287/051

Denna antenn anskaffades med de första FMR-10 sändarna och var den vanligast förekommande antennen.

Det var en 6 elements riktantenn från Rohde & Schwarz (ROSWA AU 287/051) med 11 dB riktverkan. Antennelementen matades över en fördelare genom olika långa, anpassade HF-kablar typ 6/17. Genom detta matningsförfarande erhöles ett loblyft för strålningsdiagrammet, som med de valda kabellängderna, var 8 grader +/- 1 grad. Genom lämpliga kabelval har också skadliga nollställen i antenndiagrammet fyllts ut.

Ett antennelement bestod av en helvågsdipol. Helvågsdipolen var fastsatt på två distansrör som stod ut från en u profil. På denna profil satt ett reflexionsgaller. Därigenom uppnåddes en förskjutning av antenn diagrammet så att frekvensberoendet blev väsentligt mindre än vid de installationer där man använde parasitreflektorer.

Helvågsantennen bestod av två halvstågselement. Den matades med en koaxialkabel som var förlagd inuti den ena halvan. Inuti denna antenhalva och distansröret fanns en rörledning som fungerade som en transformator och som ledde energin från kabeln till helvågsdipolens mittpunkt.

Elektriska uppladdningar och blixtnedslag avleddes från varje del av antennfältet eftersom galvanisk förbindelse till jord fanns överallt.



Riktstrålantenn AU287/051

Teknisk data Riktstrålantenn AU287/051

| | |
|----------------------------------|---|
| Frekvensområde | 100-156 MHz |
| Impedans | 60 ohm |
| Största stående våg | 1:1,35 |
| Största effektvinst | 11 dB, (c:a 12 gånger antennförstärkning) |
| Polarisation | Vertikal |
| Horisontal öppningsvinkel (-3dB) | +70 till +-90 grader |
| Loblyft | 8 grader +-1grad |
| Vikt | 500 Kg |
| Antennanslutning | Dezifix D |

6.2.3 Rundstrålande antenn HA107/444

Detta var den andra antennen som anskaffades tillsammans med de första FMR-10 sändarna och som under slutet av 60-talet ersattes av antenn HA74/21.

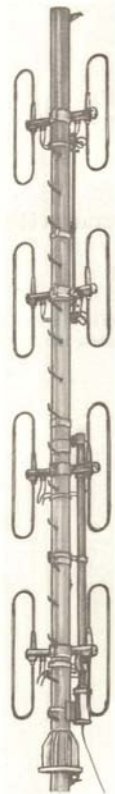
Denna antenn var avsedd för sändning av vertikalpolariserade radiovågor.

Antennsystemet installerades på en 8 m hög stålmaster med 159 mm ytterdiameter och 6 mm godstjocklek. Antennsystemet var uppbyggt i fyra plan. Varje plan bestod av två vikta halvvågs dipolantenn, en på vardera sidan om masten.

Dipolerna matades över en impedanstransformator.

Antennen var rundstrålande . Det gav en hoptryckt strålningslob i vertikalplanet.

Strålningslobens max riktning var upplyft ca 3 grader från horisontalplanet. Denna antenn gav fyra gånger (6 dB) effektförstärkning i huvudriktningen.



Rundstrålande antenn HA107/444

Teknisk data Riktstrålantenn HA107/444

| | |
|----------------------------------|-------------------------|
| Frekvensområde | 100-156 MHz |
| Impedans | 60 ohm |
| Största stående våg | 1:1,5 |
| Största effektvinst | 6 dB, 4 gånger |
| Max sändareffekt | 10 KW |
| Polarisation | Vertikal |
| Horisontal öppningsvinkel (-3dB) | +/-70 till +/-90 grader |
| Loblyft | 8 grader +/-1grad |
| Vikt | 400 Kg |
| Antennanslutning | Dezifix D |
| Lämplig matarkabel | 21/61 |

6.2.4 Rundstrålande antenn HA74/21

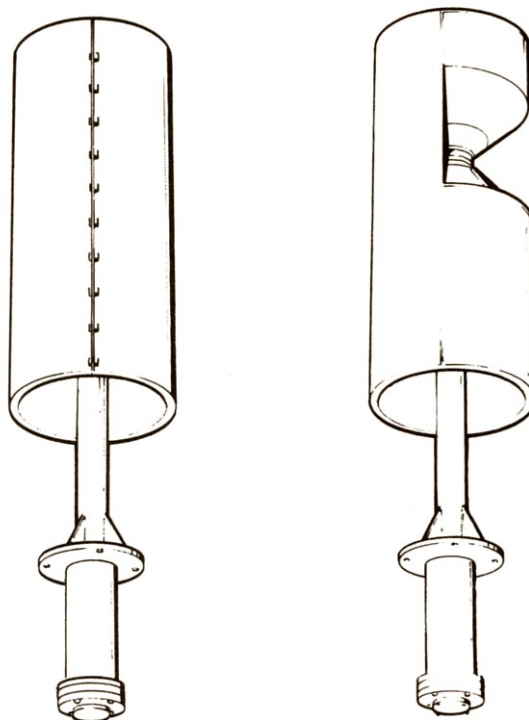
Den bärande konstruktionen bestod av en rörmast med c:a 1,2 m längd och 110 mm diameter. Den strålande delen bestod av två vertikala element av varmförzinkad stålplåt utformade som cylindriska koner. Antenndelen var inbyggd i ett hölje av polyesterharts med glasfiberarméring som hindrade att antennimpedansen förändras vid nedisning. Konerna och väderskydden hade dräneringshål som hindrade att fukt samlades invändigt.

Bredbandsantennen var en dipol med vertikal polarisering. Den undre hälften av dipolen var ansluten till koaxialkabelns ytterledare och den övre delen av dipolen var ansluten till kabelns mittledare. Antennens matningspunkt utgjordes av dubbelkonernas spetsar.

Vid leveranskontroll av antennerna vid Centrala Verkstaden Arboga (CVA) konstaterades mycket dålig elektrisk prestanda från antennerna. Mätuppkoppling och metoder verifierades och befanns vara riktiga. Kontakt togs med leverantören Rohde & Schwarz som blev mycket förvånade då antennerna uppgavs vara provade enligt bifogade protokoll som var medsända. Man ifrågasatte CVA:s mätuppkoppling.

Vi beslöt att titta i en antenn och till vår förvåning strömmade det ut vatten när vi tog isär den, dessutom kom det ut stora svarvspån med vattnet. Det resulterade i att ROSWA skickade över personal från München som hyrde ett garage i Arboga där antenner togs isär och åtgärdades. Efter detta kontrollerades alla antennerna vid CVA och kunde godkännas.

Antennerna fick därefter öknamnet "Kaffeburken".



Rundstrålande antenn HA74/21

6.2.5 Rundstrålande antenn HA107/844

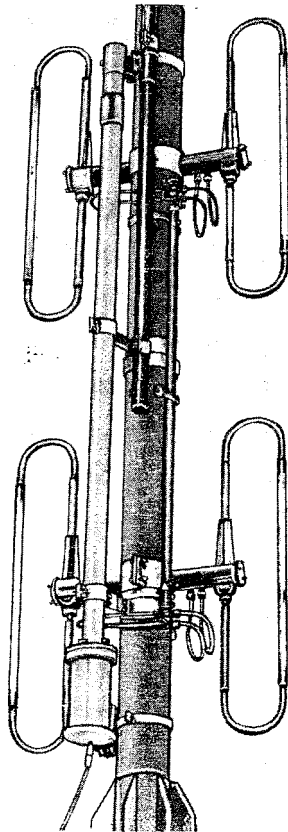
Denna antenn installerades enbart på ett fåtal platser då det konstaterats att antenndiagrammet var för snävt i vertikalplanet.

Antennsystemet var fastsatt på en 14.5 m hög stålmast och uppdelad i tre delar, underrör, mellanrör och överrör.

Antennsystemet var uppbyggt i åtta plan. Varje plan bestod av två vikta dipoler, en på vardera sidan om masten.

Dipolerna matades över en impedanstransformator.

Antennen var rundstrålande och bestod av åtta antennplan. Den ger en hoptryckt strålningslob i vertikalplanet. Strålningslobens max riktning var upplyft ca 4-5 grader från markplanet. Antennen gav åtta gånger (9 dB) effektförstärkning i huvudriktningen.

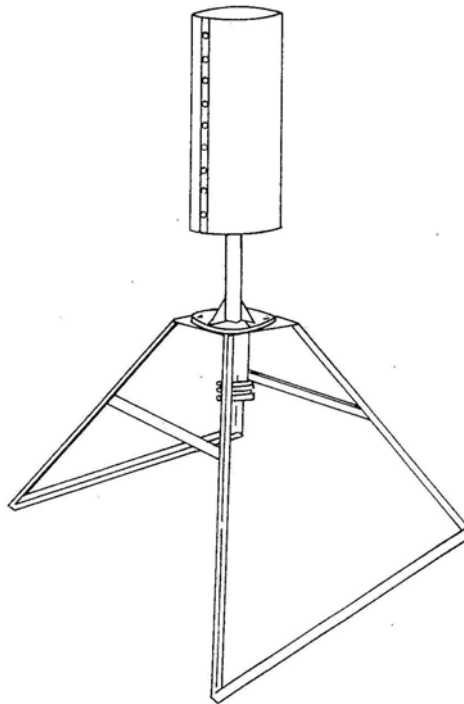


Rundstrålande antenn HA107/844 nedre delen av de 8 planen.

6.2.6 Krigsreparationssats SD.

På anläggningarna fanns en krigsreparationssats SD som bestod av:

- dipolantenn Rohde & Schwarz HA 74/21,
- antennfot,
- 25m koaxialkabel för anslutning av antennen.



Krigsreparationssats SD

Antennen med fot skulle placeras på anläggningens tak varefter koaxialkabeln drogs genom anläggningens entrédörr fram till FMR-10 antennoomkopplingsdel. Där lyftes golvplåten och koaxialkabeln anslöts till omkopplingsdelens antennutgång. Som alternativ till kabelförläggning kunde kabeldiket grävas upp vid anläggningen och kabeln dras ut genom kabelgenomföringen.

Vid användning av krigsreparationssatsen fick högst 5 KW anslutas till antennen.

6.3 Övervakningsutrustning SD

Övervakningsutrustning SD var installerad i saändaranläggning FMR-10 och hade till uppgift att ta emot information från radiosändaren och sammanlagaren och på centralsidan indikera vilken eller vilka sändare som inte uppfyllde ställda fordringar med avseende på uteffekt och modulering.

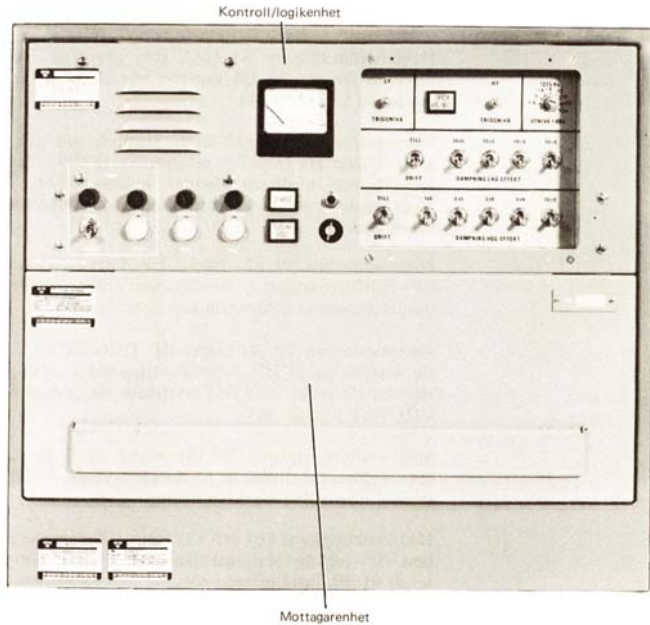
Övervakningsutrustningen bestod av:

- en modifierad RK-02 mottagare,
- antenn som installerats på befintlig antennmast,
- mättillsats som installerats i sändarens antennoomkopplingsdel,

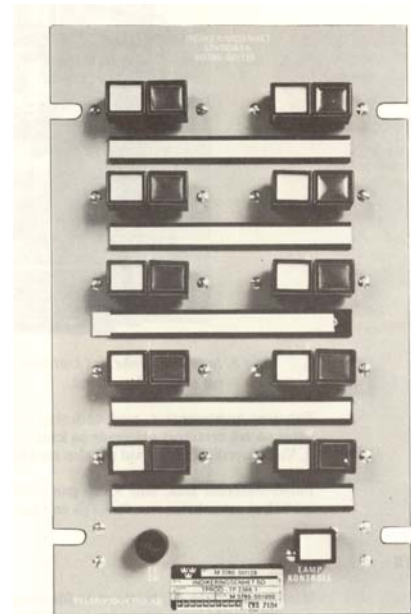
- indikeringsmottagare i centralen.

Med anledning av den höga uteffekten från FMR-10 sändarantenn försågs RK-02 mottagaren med en dämpsats på antenningången för att inte bli överstyrd.

Genom att via mättillsatsen i sändarens antenncopplingsdel känna av uteffekten och genom att avläsa RK-02 mottagarens signalstyrka samt frekvensskiftsignalen på LF-utgången erhöles kontroll av uteffekt och modulation.



Övervakningsutrustning



Indikeringsenhet

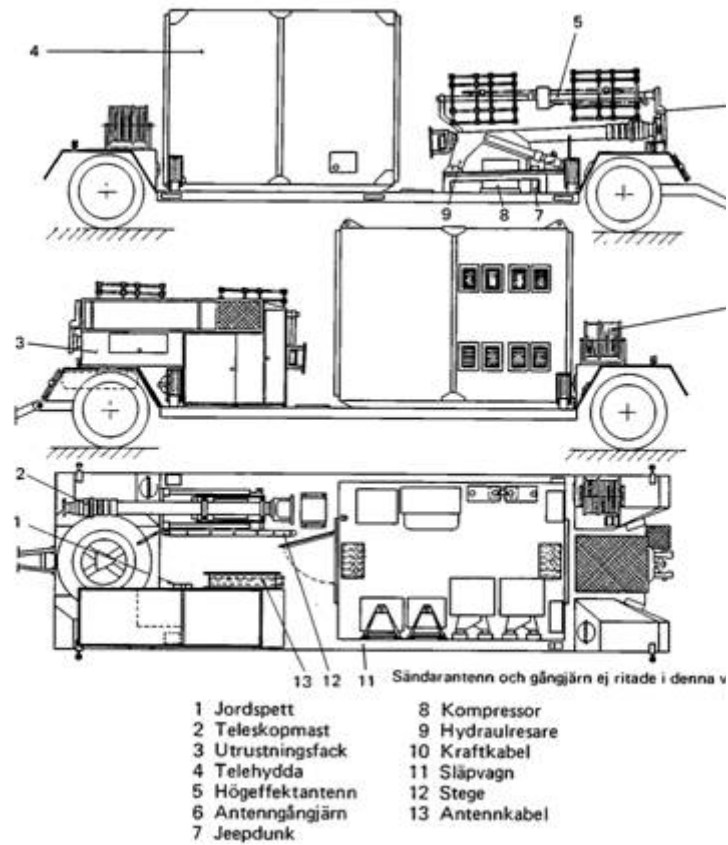
6.4 Radioanläggning TMR 20

Som tidigare nämnts var radiotäckningen under störda förhållanden den svaga länken i styrdatasystemet. För att komplettera brister i radiotäckningen och för att även kunna nyttjas som autonom styrdatasändare vid PS 860/RIR mm togs under 70-talets början beslut om att ta fram en transportabel sändaranläggning som benämndes TMR-20. 21 utrustningar levererades med start 1975.

TMR-20, som innehöll såväl sändare som mottagare, var utöver styrdatafunktionen även avsedd att användas som radioutpunkt för talradio. I denna kortfattade beskrivning läggs tyngdpunkten på dess styrdatafunktion.

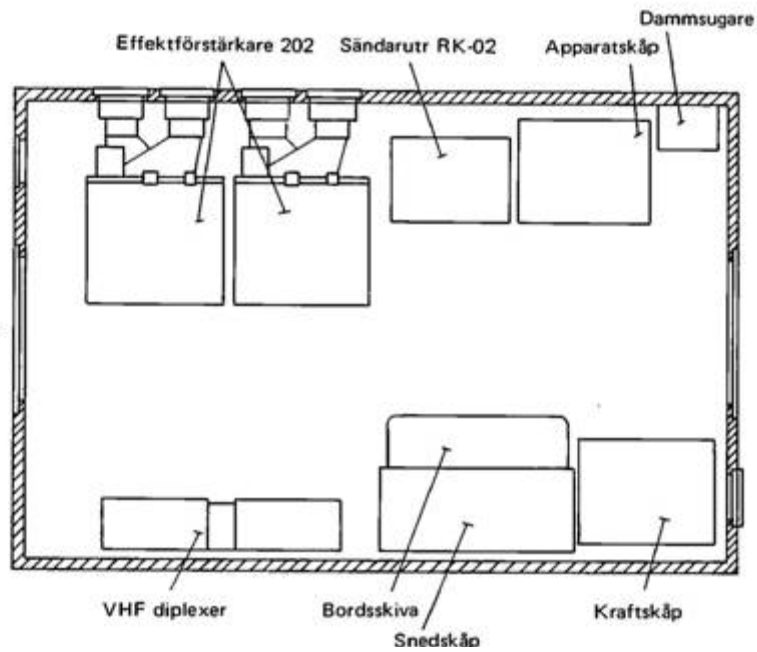
TMR-20 bestod av en plasthydda installerad på en släpvagn. Plasthyddan innehöll två RK-02 sändare, två effektsteg 202, en sammanlagrare 2 samt transmissionsutrustning. För sändarna ingick en 20 m teleskopmast med en högeffektantenn 716.

Mottagarna var placerade i en låda som installerades på en till mottagarna hörande rörmast. För strömförsörjning ingick ett fristående moterelverk.

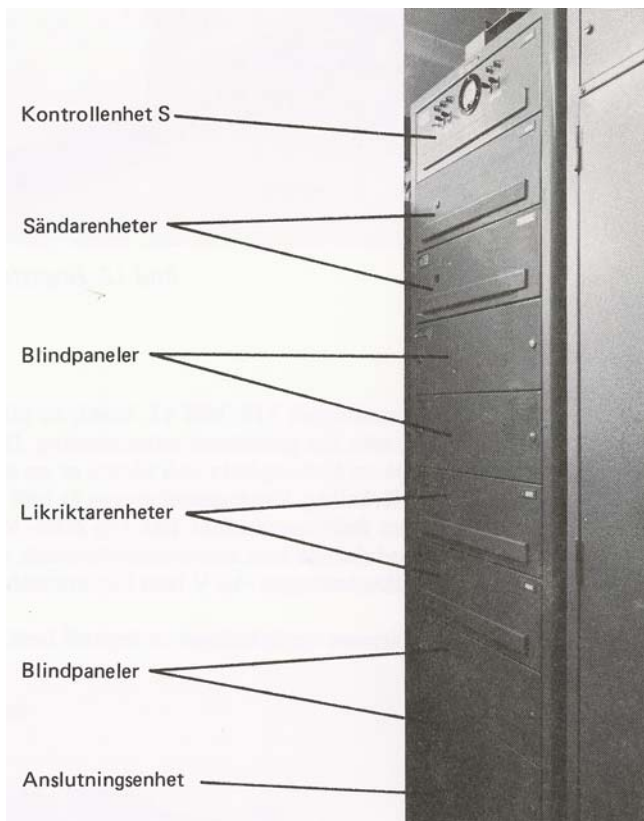


TMR-20 på släpvagn.

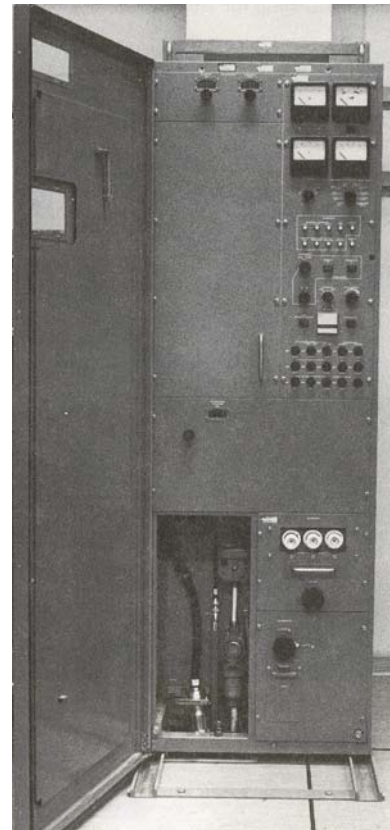
Bilden ovan visar TMR-20 släpvagn med telehydda och bilden nedan dispositionen i hyddan.



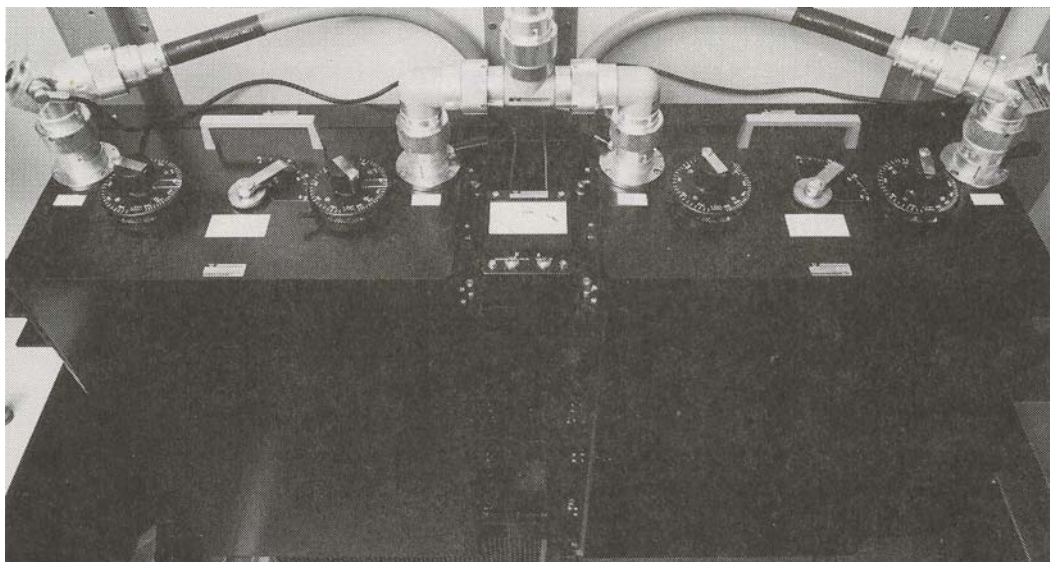
TMR-20 Telehydda.



Radiostn. RK-02



Effektsteg 202



VHF Diplexer

Sändarutrustningen utgjordes av två VHF radiokanaler RK-02.

RK-02 är en enkanals VHF radiostn med frekvensområdet 103-156 MHz, AM/FM med 40 W uteffekt. Sändaren har en specialingång som medger modulering av den tonskiftade strydatasignalen (2400/4800 Hz).

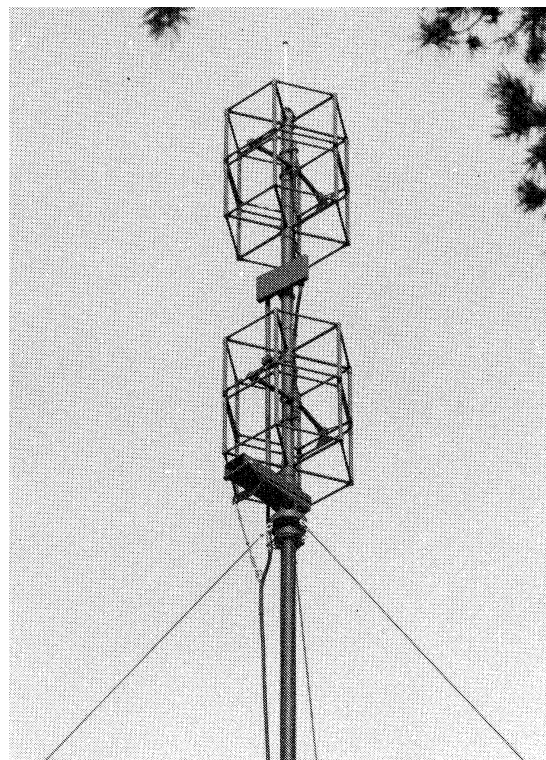
I telehyddan fanns även två effektsteg 202 som var anslutna till RK-02 sändarna. Effektsteg 202 har frekvensområdet 100-156 MHz och 500 W uteffekt på AM samt 2 000 W för FM.

Effektstegen var anslutna till var sin diplex som var hopkopplade till en antenn.

Diplexutrustningen utgjordes av avstämbara kavitetsfilter med frekvensområdet 103-156 MHz som i denna version klarade en effekt av 2 000 W från varje ansluten sändare. Minsta kanalseparation var 2 MHz där filtren hade en dämpning av max. 1 dB.



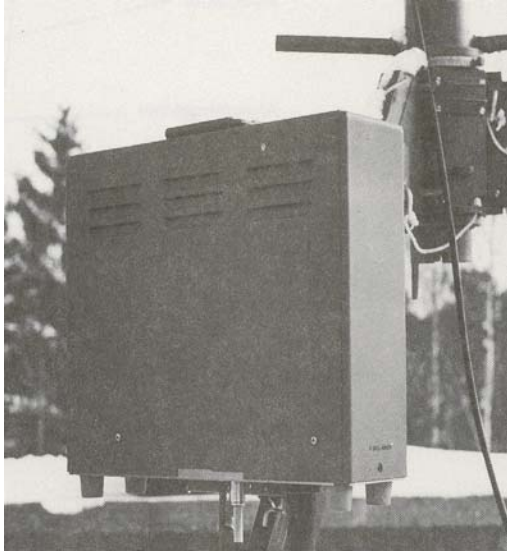
Teleskopmast 20M



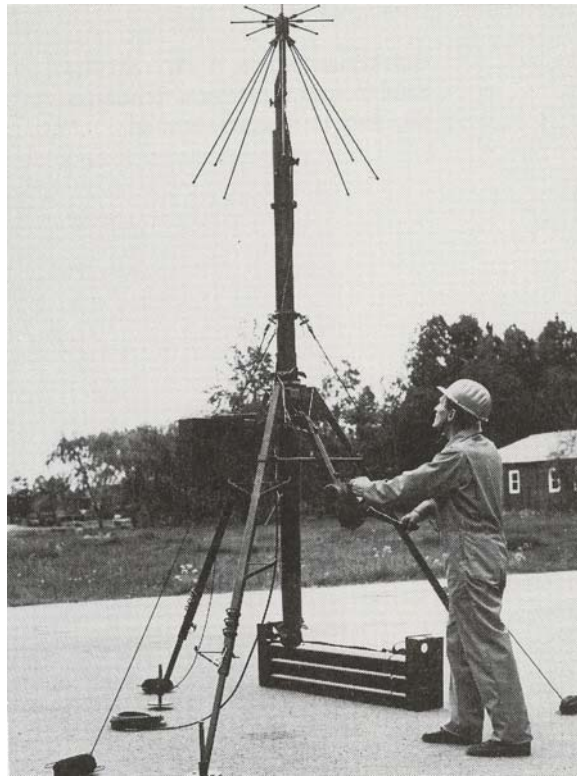
Höeffektantenn 716.

Teleskopmast 20M, som sändarens högeffektantenn är installerad på, består av 10 mastsektioner. Dessa är tillverkade av gröneloxerade lättmetallrör som kan skjutas in i varandra. Höjning och sänkning av masten görs med tryckluft som erhålls från ett medföljande kompressoraggregat. Mastens höjd kan väljas mellan 3,2 till 20 meter. Masten har tre stagplan som erfordras för att masten skall kunna vara helt upprest.

Höeffektantenn 716 har ett frekvensområde på 100-156 MHz ett SVF på $< 1,65$ och antennförstärkning på +3dBd. Antennen är vertikalt polariserad och rundstrålande.



Radiomottagare 316.

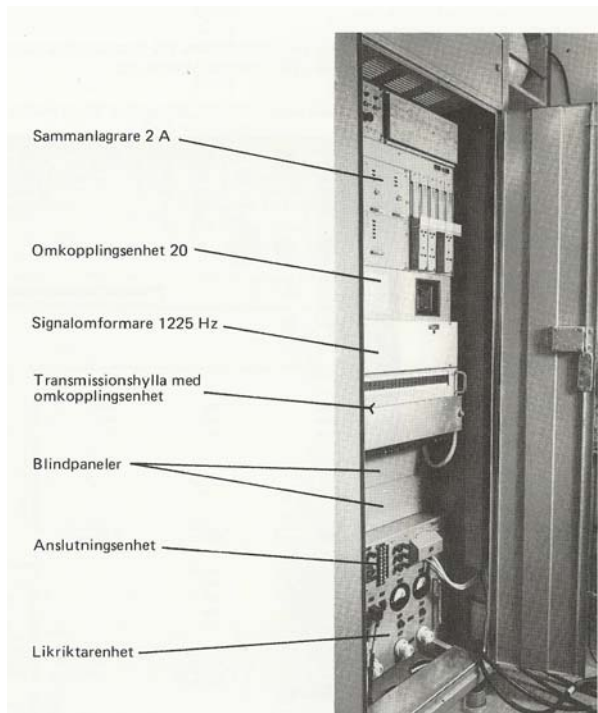


Rörmast 20M

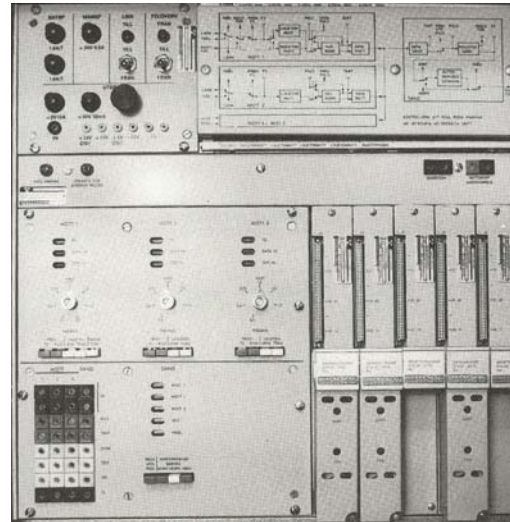
Mottagarantennen är monterad på rormastens topp. Rormasten består av 16 gröneloxerade lättmetallrör, tre teleskopiska stödben med fotplattor, två stagplan, lyftanordning med stagutrustning. Rormasten kan höjas upp till 18 m. När masten skall höjas sätts ett maströr in underifrån i den av stödbenen bildade tripoden samt i lyftanordningens lyftblock. Därefter lyfts maströret upp genom att man vevar med lyftanordningens vev. Därefter sätts nästa maströr in på samma sätt.

Radiomottagare 316 består av två mottagarenheter med frekvensområdet 103-156 MHz och kan ta emot såväl AM som FM signaler. Strömförsörjning erhålls från en ingående likriktare.

Över en antennfördelare är mottagarna anslutna till den gemensamma antennen. Vid drift monteras mottagaren på rormastens nedre sektion. Under transport och förvaring är mottagaren placerad i telehyddan.



Apparatskåp



Sammanlagrare 2

Transmissionsutrustningen består av:

- Signalomformare 1225 Hz
- Transmissionshylla
- Sammanlagrare 2 med
 - Linjetonmottagare
 - Datamottagare
 - Datasändare
 - Radiotonsändare

Styrdatasignalerna erhålls från två anslutna strilcentraler.

Från omkopplingsenheten ansluts de två datalinjerna till transmissionshyllan där inkoppling av förstärkare och löptidsutjämnare görs. Ingångarna till transmissionshyllans förstärkare är med hjälp av ledningstransformatorer anpassade till de inkommande linjerna. Förstärkarna har en maximal förstärkning på 25 dB. För att kompensera för den distorsion som kan uppstå vid trådöverföring finns löptidsutjämnare inkopplade.

Sammanlagrarens funktion är att samtidigt kunna ta emot de två eller tre inkommande förbindelser med styrdata från olika centraler och sammanlagra dessa till en dataström som tonskiftmodulerades.

För mer teknisk information om Sammanlagrare 2 hänvisas till avsnitt i kapitel Kortfattade tekniska materielbeskrivningar.

I styrdata applikationen nyttjas radiomottagare 316 som övervakningsmottagare av från RK-02/Effektsteg 202 utgående bärvåg.

7 Kortfattade tekniska materielbeskrivningar.

Denna del innehåller kortfattade beskrivningar med tekniska huvuddata för de enheter som ingår i och berörs av styrdatasystemet.

Kapitlet är indelat i fyra delar enligt följande:

- Specifik styrdatamateriel, utrustning som togs fram av SRT och som enbart används för styrdata. Kretsutbyggnad redovisas i kapitel 8 Logiska kretsar.
- Modem, utrustning som togs fram av SRT transmissionsavdelning och som i detta system enbart nyttjas för styrdatafunktionen.
- Radioutrustningar mark, radiosystem som är markinstallerad och som används för att överföra styrdatafunktionen.
- Övrig utrustning i flygplan som används för styrdatafunktionen.

Materielenheternas placering och systemfunktion har redovisats i kapitel 4 Funktionsbeskrivning.

För utförligare teknisk beskrivning hänvisas till dokument som finns vid Flygvapenmuseum Linköping.

7.1 Specifik digital styrdatamateriel

7.1.1 Styrdata i central PS-08

Huvudfunktion

Kraven på utsändningen av styrdata från ledningscentralen PS-08 var bl.a. att utsändning skulle kunna ske samtidigt av två oberoende datasändare med olika datahastigheter. Detta för att utsändning skulle kunna ske dels direkt på radio med hastigheten 3000 Baud, och dels med lägre hastighet för överföring till fjärrplacerade Sammanlagarna.

Detta innebar att de båda sändarna (Givaravsökarna) skulle hämta den av operatörerna inställda informationen oberoende av varandra från samma inställningsorgan.

I övrigt skulle det inställda avståndsvärdet multipliceras med 10 vid Skede 2 Målspaning.

Höjdinformationen från det centrala datorsystemet i B-stativet var inte tillgängligt tillräckligt snabbt vid utsändning med 3000 Baud, varför ett speciellt Höjdregister behövdes kopplas in mellan B-stativet och Styrdatautmataren dvs. H-stativet.

Meddelandegenerering

Grunden i första generationen av styrdataenheter är en kristallstyrd oscillator på 192 kHz för att generera stommen i datameddelandet. Pulserna från den räknades ner till den aktuella datahastigheten. Från denna erhålls en pulskant där varje databit börjar, och en pulskant mitt i databiten.

Genomgående vid konstruktionen av stommen för datameddelanden i datasändarna och datamottagarna var att det var en 4-bits räknare för databitar, och därefter en separat 4-bitsräknare för att räkna de olika informationsblocken för de olika informationerna.

Dessa fält varierade mellan 3 och 14 bitar. De båda räknarna hade varsin diodmatris med 16 utgångar. Med hjälp av diodgrindar kopplade till de båda matriserna, fick man därefter fram de behövliga tidslägena när olika logiska operationer skulle ske. Detta kunde t.ex. vara när blockräknaren skulle stega vidare till nästa block.

(Anm: En 4-bitsräknare kan räkna upp till 16)

7.1.1.1 Datagivare



Datagivare

Datagivaren, som enbart fanns i PS-08 OP-rum, var installerad i Rrjal arbetsbord.

På datagivarens panel finns inställningsmöjligheterna för de stegvis variabla storheterna. Önskade värden inställdes på vridomkopplare och med tryckknappar:

- Datagivaren består av två identiska halvor med omkopplingsorgan för två företag
- Adress, tre adressomkopplare finns på panelen för inställning av adress till individuellt flygplan. För en bokstav och två siffror. Ex.vis A12
- Skede, skedeomkopplaren har två lägen. Skede I ”Anflygning” som används när ett företag startar och Skede II ”Målspaning” som används när flygplanet befinner sig närmare än 40 Km från målet.
- Kommando. 20 tryckknappar finns för att välja en av 20 förvalda kommandon. Dessa tryckknappar har magnetisk hållning som utlöses när annan tryckknapp intrycks. Intryckt knapp indikeras med tänd lampa.

Kommandona var för fpl 35 20 st och presenterades i det övre fönstret på AHK-indikatorn hos piloten i flygplanet.

Kommando

| | |
|----------------|--------------|
| 1 FEL | 11 O (Nolla) |
| 11 HÖJDÄNDRING | 12 FRAM |
| 12 FLERA MÅL | 13 TVÄRS |
| 13 JAKT | 14 BAK |
| 14 REMSOR | 15 ÖKA |
| 15 NYTT MÅL | 16 STIG |
| 16 OSÄKERT | 17 BRANT |

17 VARNING
18 MÅLFART
19 MÅLKURS

18 BRYT
19 KVARLIGG
20 LANDA

Antalet kommandon ökades senare till 30 st och kom att finnas i en version för Fpl 35 och en annan för Fpl 37. Detta löstes operativt genom att en lös skiva låg över tryckknapparna på central med en sida för Fpl 35 och en andra för Fpl 37.

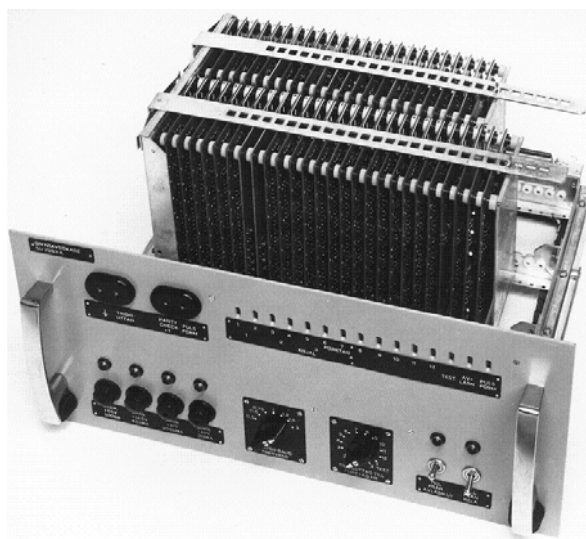
- Manuell höjd. För manuell inställning av målets höjd finns tre omkopplare. Höjden kan inställas upp till 30 000 m med en noggrannhet av 200 m Höjdvärden från B-stativet visades på höjdtablån vid PPI om inte manuell höjdmod valts.
- Typomkopplare, för inställning av vilken flygplanstyp som styrdata skall sändas till.
- Omkopplare Manuell/Normal. Omkopplarens läge bestämmer om höjdvärdet skall tas från det här beskrivna manuella läget eller om det skall hämtas från höjddregistret i styrdatastativet.

7.1.1.2 Funktionstangenter infällda i bordet

Med manöverorgan som är infällda i bordet kunde följande inställas:

- Kurs. inställdes med kontinuerligt vridbara vred till vilka kodgivare för styrdata var kopplade. För kurs och bäringsangivelserna används kodskivor som är cykliskt kodade (Graykod) och som tillsammans med sin/cos potentiometrar styr respektive vektorlinje på PPI.
- Bärning, inställdes med kontinuerligt vridbara vred till vilka kodgivare för styrdata var kopplade.
- Avståndet inställdes med kontinuerligt vridbara vred till vilka kodgivare för styrdata var kopplade.
- Till/Från knappar, en för Rrjal och en för Rrbi, med vilka utsändningen av styrdata avbryts så länge när knappen är intryckt.
- Inställningsorgan för höjdvinkel och höjändring fanns inte vid PS-08

7.1.1.3 Givaravsökare



Givaravsökare

Givaravsökaren framtog för styrdatafunktionen i PS-08 och var installerad i anläggningens H-stativ.

2 st Givareavsökare tar emot information till styrdatameddelandet från de fyra Rrjalborden. De båda givaravsökarna sänder båda ut styrdatameddelandet oberoende av varande.

Givaravsökaren består av:

- Programdel, här alstras pulserna som erfordras för övriga kretsar samt rastret till det 103 bitar långa styrdatameddelandet. Det bestod av en startkod på 12 st ettor åtföljda av en skilje nolla. Därefter kom:
 - Adress
 - Skede, Höjd
 - Kommando
 - Kurs
 - Bäring
 - Avstånd
- Väljare som väljer ut det företag, flygplan, som står i tur att få sig tillsänd data. Tre skiftregister där bitarna lagras innan de sänds iväg
- Pulsformare och räknare, som alstrar paritetsbitar samt en utgångsförstärkare
- Testmeddelanden, fast inlödda
- Maximeringsgrindar, där givaravsökaren maximerar utsända höjdvärden.
- Multiplikation och maximering av avstånd, avläst avståndsvärde skall multipliceras med en faktor 10 när skedesomkopplaren står i läge målspaning.
- Med hastighetsomkopplare på panelen ställdes den hastighet in som skulle användas vid överförning av data. På frontpanelen fanns ytterliggare en brytare med vilken all avläsning från Rrjalborden kunde avbrytas.
- På panelens övre vänstra del fanns två polskruvar för anslutning av en oscillograf där datameddelandet kunde avläsas.

När det 103 bitar långa datameddelandet var sänt stegades räknaren fram till nästa företag, som inte stod i ”Styrdata från”, och tog företagen i turordning. När väljaren kommit till läge 13 sändes testmeddelandet iväg och en särskild flip-flop bestämde om testmeddelande 1 eller 2 skulle sändas.

Det finns tre register med tillhörande program som bl.a. styr utskrivningen ur respektive register. Registren var uppdelade efter hur respektive data skall behandlas i givaravsökaren:

- Omkopplarregistret. Det finns register för de värden som är kodade med vanlig binär kod. Dessa är Adress, Skede, höjd och kommando. Programmet till detta register tillser endast att respektive bit kommer ut i rätt tidpunkt vid utskiftningen.
- Kodgivarregistret, i detta register lagras de värden som kom från kodgivarna och som var kodade i graykod. Dessa värden var kurs och bäring. Höjdvinkel och höjddändring hanterades inte i PS-08 men hela 103 bitars meddelandet sändes med nollor för de delar som inte fanns med.
- Avståndsregistret, avståndsregistret var lagrat i ett speciellt register eftersom det ibland skulle multipliceras (för målspaning) och maximeras (för avstånd).

Bitarna från de tre skiftregistren grindades ut och gick in på en ”eller grind”. Utgången på denna grind anslöts till en pulsformare som alstrade de utgående pulserna. . Pulserna gick in på en udda-jämn räknare för räkning och beräkning av paritetsbit. Om meddelandet innehöll ett jämnt antal ettor las en paritetsetta till för att antalet skall bli udda.

När väljaren stod i läge test kopplades avläsningspulsen till de fast inlödda dioderna, motsvarande de värden som gäller för testmeddelandena 1 respektive 2, till registren på samma sätt som för de övriga meddelandena. Därigenom är det samma utrustning som används såväl i test som i vanliga meddelanden. Fungerar testmeddelandet så fungerar givaravsökaren med stor sannolikhet.

Utgående höjdvärde maximeras till 20 000 respektive 30 000 m för fpl 35 respektive fpl 37. Samtidigt som avläsning görs av alla bitar avläses också typomkopplarnas lägen och värdena lagras i ”typ flip-floppen”. De utgående bitarna anslöts även till två fördöjningssteg så att även de närmast tidigare avsända bitarna kunde avläsas och då 30000m representeras av 11 och 20 000 m av 10 i de mest signifikanta positionerna avlästes dessa positioner. Om det är 11 respektive 10 i dessa positioner så ströps resterande bitar under tiden för sändning av höjdvärde.

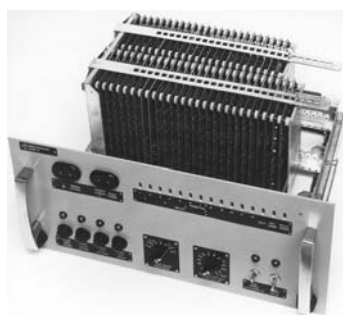
Skedeomkopplarens läge lagrades förutom på sitt ordinarie ställe i registret även i en speciell flip-flop ”Lagring Skede”. Det är denna flip-flop som visar om avståndsvärdet skall multipliceras med 10 eller ej.

Även avståndsvärdet maximerades så att det inte kunde bli längre än 400 Km. Maximeringen skede strax innan avståndsvärdet sändes iväg då de mest signifikanta bitarna avläses i ett grindsystem. Om det avlästa värdet översteg 400 Km så omställdes hela registret så att det motsvarade 400 Km.

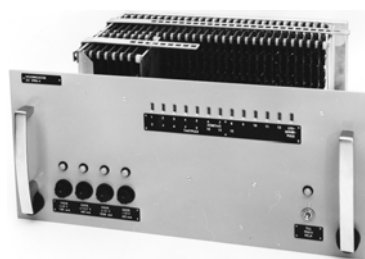
Stativ H benämndes det stativ som vid PS-08 anläggningarna och innehöll Givaravsökare, Höjdregister, Likriktare och Kontrollmottagare



Stativ H



Givaravsökare



Höjdregister

7.1.1.4 Höjdregister

Höjdregistret SU 2986 var ett buffertregister mellan höjdminnet i kurs- farträknaren i B-stativet och givaravsökaren. B-stativet utgjorde centralens gemensamma databas. Registret matades kontinuerligt med höjdvärden för de olika företagen och informationen i registret avlästes av givaravsökaren samtidigt som Rrjalbordens information avsöktes.

I stativet kunde även en kontrollmottagare SU 2992 anslutas på vilkens panel fanns indikeringar för avläsning av utgående meddelanden.

7.1.2 Sammanlagrare 1.

Prototypen för Sammanlagrare 1 beställdes 1960. Utrustningen är uppbyggd med transistorer av typ OC 45.

Samtliga Sammanlagrare typ 1 är installerade vid FMR-10 sändaranläggningar.

Sammanlagrarnas funktion var att ta emot styrdatameddelandena från 1 till 3 linjetonmottagare och att sammanlagra dessa till en gemensam dataström för anslutning via radiotonsändare till radiosändare och vidare till flygplan.

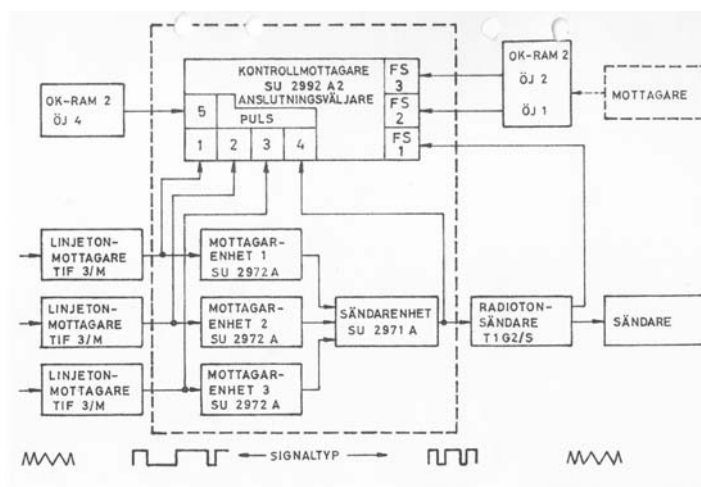
Sammanlagrare 1 bestod av:

- Två till tre mottagarenheter
- En sändarenhet
- En likriktarenhet
- Ett stativ

I stativet kunde också en kontrollmottagare installeras på vilken till sammanlagraren inkommande och utgående styrdatameddelanden kunde avläsas och kontrolleras.

I botten av stativet fanns ett kopplingsfält för anslutning av kraft och signaler.

Stativet anslöts till yttre ventilation för stativets topp och bottendelar.



Sammanlagrare 1 .

Från linjetonmottagarna anslöts styrdatameddelandets likspänningssignaler till mottagarenheter i Sammanlagrare1.

Varje mottagarenhet styrdes av ett eget program som var synkroniserat till de inkommande styrdatameddelandena. Styrdatameddelandet inskiftades i serieform från linjetonmottagaren med undantag för startkod och skiljenollar. När ett komplett meddelande mottagits överfördes det i parallellform till ett sändarregister. Indikering gavs till sändarenheten att meddelande fanns att hämtas och sändas ut.

När ett register blev fyllt med ett meddelande avsöktes det av datasändaren från vilken innehållet matades ut i serieform med hastigheten 3000 Bit/s. Därefter avsöktes nästa register vars innehåll likaledes matades ut med 3000 Bit/s.

På detta sätt sammanlagrades de på ingångarna inkomna meddelandena och matades ut från sändaren i form av likspänningsspulser till radiotonsändare T1G2/S. Efter sändaren i sammanlagrare var alltså från de olika ledningscentralerna inkomna styrdatameddelandena sammanlagrade i en tidsmultiplex. I sändaren adderades startkod och skiljenoller till det utgående styrdatameddelandet.

Sammanlagrarens utmatningshastighet var alltid 3000 Bit/s oavsett hur många ingångar som var anslutna.

Det var från början tänkt att lfc skulle sända på två kanaler med upp till 1500 Baud, och PS-08 eller rgc med lägre datahastighet till en tredje mottagaren.

När summan av ingångshastigheterna riskerar att vara större än utgångshastigheten 3000 bit/sek är det särskilt viktigt att inte tappa några meddelanden. Utsändningen av testmeddelanden skedde till var 16 meddelande, för att optimera dataflödet till flygplanen.

I Sammanlagrare var det en komplex logik för att välja ut den mottagarenhet som hade det överföringsmässigt viktigaste datameddelandet klart för sändning. Mottagare med högre datahastighet på 1500 och 1200 baud valdes för de med lägre hastighet.

Vid mycket omfattande prov provades att verkligen inte Sammanlagrare skulle kunna tappa bort något styrdatameddelande. För detta prov användes många olika datasändare och föregångare till Meda.

Det visade sig att även den kristallstyrda klockfrekvensen kunde inverka. Den kristall oscillator med den högsta hastigheten borde placeras i sändarenheten för att få bästa resultat. För att i detalj studera sekvenslogiken användes på den tiden tillgängliga registreingsinstrument, som utgjordes av bläckstråleskrivare!!!

Senare har datahastigheten på de från centralerna utsända styrdatameddelandena begränsats till 1000 baud.

Om det i sammanlagrare inte alls fanns något informationsmeddelande att sända, började en ny startkod sändas. Denna startkod avbröts dock om det inte kom in något nytt informationsmeddelande, och i stället sändes växelsignal bestående av växelvis ett och nollor för att hålla datamottagarna i fas, så att de snabbt skulle kunna ta emot meddelande så fort något informationsmeddelande kom från någon central.

Teknisk data.

Antal ingångar

3

Datahastighet in

Valbar, 500, 600, 750, 1000,
1200, 1500 bit/s.

Datahastighet ut

3000 bit/s

Insigaler mottagarenhet

Likspänningsspulser

Nolla= +6v

Etta= -6v

Utsignal sändarenhet

Likspänningspulser

Nolla= +7v

Etta= -7v

Kraftförsörjning

220 v 50 Hz

Effektbehov

Max. 600 W

Omgivningstemperatur

+0 till -40 grd.

7.1.3 Sammanlagrare 2.

Sammanlagrare 2 utvecklades 1969-70 och är uppbyggd med integrerade kretsar av typ DTL och TTL.

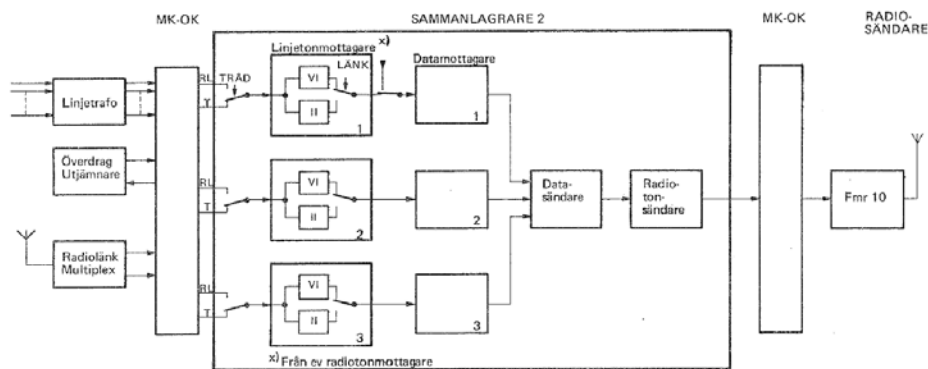
Sammanlagrare 2 fanns vid vissa FMR-10 anläggningar samt i TMR-20.

I slutet av 60-talet uppstod behov av ytterligare sammanlagrare i samband med att antalet ledningscentraler hade ökat.

Sammanlagrare 1 var då tekniskt sett 10 år gammal och tekniken medgav nu ytterligare möjligheter.

Den 12 maj 1969 skickade Försvarets Materielverk (FMV) ut en anbudsförfrågan till SRT om kostnad för 22 st ”Kompleta sammanlagrare i miniatyriserat utförande, bestyckad med 3 mottagare och förberedd för ytterligare en mottagare”.

Resultatet av detta blev en Sammanlagrare 2 som utöver Sammanlagrare 1 även innehöll funktionerna för linjetonmottagare T1F/M och radiotonsändare T1G/S som tidigare beskrivits.



Sammanlagrare 2.

Sammanlagrare 2 bestod av:

- Linjetonmottagare 3 st
- Datamottagare 3 st
- Datasändare 1 st
- Radiotonsändare 1 st
- Likriktarenhet
- Övervakningskort

Sammanlagrare 2 var uppbyggd enligt ISEP-standard i en ramkonstruktion för montage i apparatskåp CVA 1250-201621 eller 19" stativ enligt SEN R430115.

Den stora synliga skillnaden mellan Sammanlagrare 2 och 1 var att Sammanlagrare 2 utgjordes av en komplett enhet med linjetonmottagare och radiotonsändare medan Sammanlagrare 1 utgjordes av ett stativ med separata enheter.

Datamottagarna och datasändaren var uppbyggda med virkort med plats för montering av upp till 150 integrerade kretsar i dip-utförande. Dessutom fanns en tryckt platta där diskreta komponenter monterades.

Sammanlagrare 2 kunde ta emot styrdata från tre ledningscentraler med vardera en linje.

I sammanlagrare 2:s linjetonmottagare demodulerades den inkommande frekvensskiftsignalen. Varje linjemottagare var omkopplingsbar med omkopplare för val av tråd- eller länkförbindelse.

Till varje linjetonmottagare var en datamottagare ansluten. Dessa tar emot styrdatameddelandet från linjetonmottagarna och kunde med en inmatningsväljare lagra vardera 3 meddelanden i var sitt register.

Samtliga register avläses kontinuerligt av datasändarens utmatningsväljare som sedan gav order om från vilket register data skall sändas ut från.

Utskiftningen av meddelanden skede med en konstant hastighet av 3000 bit/s oberoende av antalet meddelanden som kom in från ledningscentralerna. Efter datasändaren i sammanlagrare 2 var alltså de över olika förbindelser till anläggningen inkomna styrdatameddelandena sammanlagrade i tidsmultiplex.

Vid mottagning av meddelanden, info eller test, kontrollerades dessa med avseende på udda/jämn-bitar och skiljenollbitar. Om fel upptäcktes i ett meddelande påverkades respektive statusminne så att felaktiga meddelanden ej kunde repeteras.

Från datasändaren gick meddelandena till radiotonsändaren där de omvandlades till en frekvensskiftad signal med frekvenserna 2400 och 4800 Hz för etta respektive nolla. Från radiotonsändaren i sammanlagrare 2 anslöts den frekvensskiftmodulerade signalen till den radiosändaren som skulle moduleras för samband med flygplan. Detta var i de flesta fallen radiostn FMR-10.

Teknisk data.

Linjetonmottagaren (Ekvivalent med T1F3/M)

Linjetonmottagaren var avsedd att samarbeta med modemutrustning typ T1F3/S

| | |
|----------------------|---|
| Moduleringshastighet | Max 1500 bit/s |
| Kanalmittfrekvens | Länk 1800 Hz Tråd 1320 Hz |
| Frekvensskift | +480 Hz max 1500 bit/s (+240 Hz max 750 bit/s) |
| Ingångsimpedans | 600 ohm |
| Ingångsnivå | Länk 0 till -27 dBm Tråd 0 till -37 dBm |
| Bärvågsdetektor | Länk -32 dBm Tråd -42 dBm |

Radiotonmottagaren (Ekvivalent med T1G/M)

Radiotonmottagaren var avsedd att samarbeta med modemutrustning typ T1G/S

| | |
|----------------------|-----------------|
| Moduleringshastighet | Max 3000 bit/s |
| Kanalmittfrekvens | 3600 Hz |
| Frekvensskift | +1200 Hz |
| Ingångsimpedans | 600 ohm |
| Ingångsnivå | +7 till -19 dBm |

Radiotonsändaren (Ekvivalent med T1G/S)

Radiotonsändaren var avsedd att samarbeta med modemutrustning typ T1G/M

| | |
|----------------------|-----------------|
| Moduleringshastighet | 3000 bit/s |
| Kanalmittfrekvens | 3600 Hz |
| Skiftfrekvens (ETTA) | 2400 Hz |
| (NOLLA) | 4800 Hz |
| Utgångsimpedans | 600 ohm |
| Utgångsnivå | +4 till -26 dBm |

7.1.4 Styrdataomvandlare FD 10 och FD 11

Utvecklingen av Styrdataomvandlare FD 10 startade 1959 vid SRT. Varje enhet innehåller c:a 300 st transistorer av typ OC 45.

Ursprungligen benämndes FD 10 som "Flyg Datamottagare" vilket återfinns i äldre dokument. FMV Normaliebyrå godkände inte detta som benämning. (Åtskilliga är de sakbyråhandläggare som förgäves försökt att få sina förslag till materielbenämningar godkända hos Normaliebyrå).

FD 10

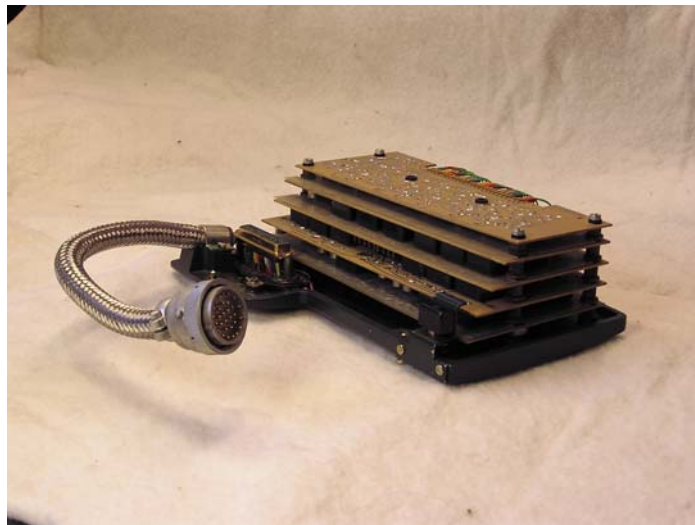
FD10, togs fram för fpl 35 B och bestod av fyra enheter:

- Programenhet SRT-SU2997
- Registerenhet SRT-SU2998
- Kraftenhet SRT-SU2999
- Monteringsbädd SRT-SU3000



Styrdataomvandlare FD 10, programenheten med avtagen kåpa.

Programenhet



Programenhet FD 11 med avtagen kåpa

Programenheten innehöll radiotonmottagare, oscillatorkort, synkkort, grindkort, nollställningskort och diversekort

På programenheten satt testknappen. Den gjorde det möjligt för flygföraren att funktionskontrollera styrdatamottagningen. När testknappen hölls intryckt mottogs i stället för meddelanden med flygplanets ordinarie styrdataadress de båda testmeddelandena ”Flygtest1 och Flygtest 2”.

Dessa testmeddelanden var så uppbyggda att de analoga utsignalerna till indikatorerna skildes av den minst signifikanta binära bitens numeriska värde. Det ena meddelandet innehöll den mest signifikanta binära biten (t.ex. 180 grader) i varje fält och det andra meddelandet innehöll alla övriga binära bitar i varje fält (t.ex. 179,29 grader) . Den

numeriska skillnaden mellan de två meddelandenas innehöll motsvarade alltså värdet av den minst signifikanta biten (t.ex. 0,703 grader). På så vis testades alla binära bitars numeriska värden och ett fel i en bit eller ”vipa” (flipp-flopp) skulle visa sig på flygplanets indikatorer i form av ett avvikande ostabilt (ryckande) värde.

Registerenheten



Registerenhet FD 11 med avtagen kåpa

Registerenheten var ansluten till fpl kablaget och programenheten anslöts till registerenheten.

Registerenheten innehöll individuella kretskort för adress, avstånd, kurs, bäring, höjd och kommando samt ett förstärkarkort.

Registerenheten satt monterad bredvid programenheten vid flygförarens vänstra sida.

På FD 10 adresskortet satt adresskontakten som var Flygplanets digitala adress. Varje fpl hade en unik adresskontakt. Vid byte av registerenhet måste den urmonterade enheten öppnas och adresskontakten flyttas till den registerenhet som skulle inmonteras. Kretskorten var dubbelsidiga och alla halvledare var av germaniumtyp samt var glaskapslade.

I programenheten omvandlades den frekvensskiftade tonsignalen till pulsformad signal som synkroniserades med enhetens egen ”klocka” och som korrigerades med den mottagna signalens ”klocka”. Där fanns en startkoddetektor som detekterade informationens början. Programenheten tog mot styrdatasignalen i serieform och ”packade upp den” och överförde den i parallellform till registerenheten för vidare omvandling till analoga storheter.

Varje ord hade en kontrollbit, s.k. PC-bit som alltid såg till att varje ”ord” hade udda antal bitar. Om något ord hade jämnt antal bitar blockerades detta ord och det sist inlästa ”riktiga ordets” värde presenterades för ff

Programenheten tog emot och behandlade signalen i serieform medan registerenheten omvandlade serieinformation till parallellinformation, d.v.s. ”packade upp” informationen.

I registerenheten detekterades adressinnehållet i inkommande signal. ”Rätt” adress innebar att meddelandeeinnehållet stegades in i de olika registren där det binära innehållet omvandlades till analoga signaler som förstärktes och gick ut till resp. indikatorsystem i flygplan i form av en 400 Hz nivå relativt en referensnivå. Dessa nivåer omvandlades i fpl ”datacentral ” DS-2 till servosignaler till styrindikatorn och AHK-indikatorn.

De mottagna informationerna lagrades i register på vars olika utgångar fanns en **digital analogiomvandlare** (Dian) för varje information. Det var en separat utgående ledare för varje fält dvs. kurs, bäring, avstånd, höjd och kommando. De mottagna informationen sändes vidare i analog form till planets så kallade datacentral f.v.b. till instrumenten. Då instrumenteringen i flygplan 35 var analog måste den mottagna digitala informationen omvandlats till en analog signal för varje fält dvs. kurs, bäring, avstånd, höjd och kommando.

Vid byte av registerenhet måste den urmonterade enheten öppnas och adresskontakten flyttas till den registerenhet som skulle inmonteras.

I FD11 ändrades det så att denna adresskontakt satt utanpå enheten och fysiskt direkt tillhörde resp. flygplan.

Kraftenheten strömförsörjdes av flygplanets 400Hz/trefassystem och satt monterad i flygplanets främre apparatrum.

Kraftenheten levererade 4 olika likspänningar till program/registerenheten Den hade fyra koaxilanslutningar märkta ”RUND, BAKÅT, NORMAL och RESERV”.

Kraftenheten utgjorde också bädd för Fr14 kraftenhet.

FD11

FD11 bestod av tre enheter.

- Programenhet SRT-SU40321
- Registerenhet SRT-SU40322
- Kraftenhet SRT-SU40323

FD11 skilde sig från FD10 på följande punkter:

På FD11 satt adresskontakten utanpå enheten. Adresskontakten satt fast i fpl med en lina i anslutning till registerenheten.

FD11 hade snävare toleranser på utgående signaler än FD10. (ca hälften av toleransen i FD10)

FD11 hade två utgångar fler än FD10 nämligen höjdvinkel och höjdändring.

Höjdvinkeln presenterades på fpl radarindikator (PPI) bredvid radarns vinkelmarkör och markerade i vilken vinkel ff. skulle ställa radarantennen.

Nollställningstiden för nollställning av kanalerna (utom kommando) vid databortfall var 15 sekunder.

FD11 var uppbyggd enligt samma princip som FD10 och den satt på samma plats i fpl kabin.

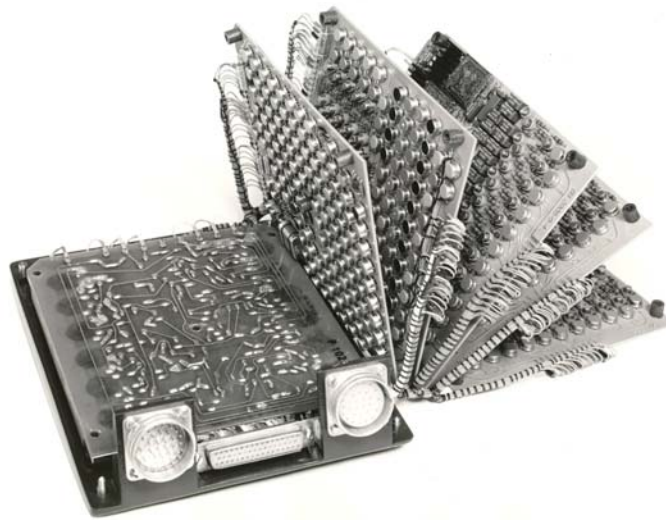
Kretskorten var glasfiberarmerade och dubbelsidigt pläterade med genompläterade hål. Komponenterna var MIL-godkända. Halvledarna var av kiseltyp. Kretskortskontakterna var guldpläterade. Alla binära vippor tillverkades som ”funktionsblock” och bestod av diskreta komponenter monterade mellan två kretskort som försetts med ”komponentben” och som göts in i en plastkapsel. Före ingjutningen doppades kretskorten i en silikongummilösning. Tyvärr uppstod så småningom samma problem som i FD10, d.v.s. påverkan av termisk längdutvidgning som gjorde att det blev

intermittenta avbrott inuti kapslarna. (den direkta felorsaken var brustna lödningar p.g.a. för stora hål i kretskortet i förhållande till komponentbenens diameter)

FD11 byggde på samma koncept som FD10 men var anpassad för att möta kraven för fpl 35F.

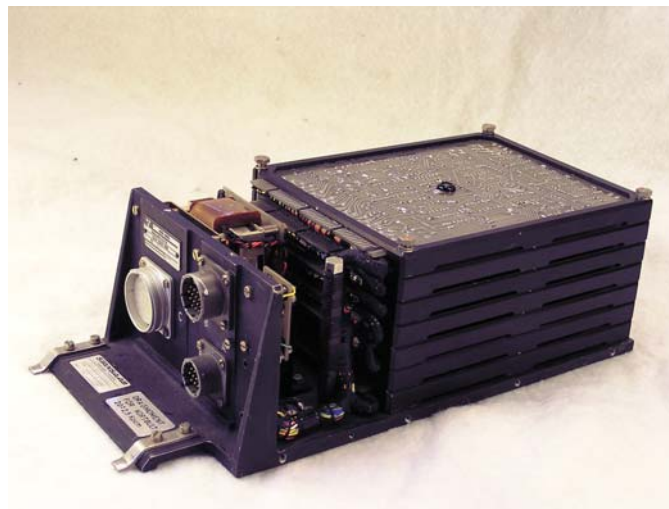
FDX, Myggan

FMV lade ett utvecklingsuppdrag på Stansaab att ta fram en funktionslik styrdatamottagare uppbyggd med den absolut senaste tekniken med integrerade kretsar (som då var i antågande). En enhet byggdes där kraftenheten fick plats i vad som liknar programenheten medan övriga funktioner rymdes i registerenhetens hölje. Dessa unika enheter finns deponerade hos FVM (Flygvapenmuseum) tillsammans med en liten ”historik” och referenser. Enheten fick arbetsnamnet Myggan.



Styrdataomvandlare FDX, Myggan

7.1.5 Signalanalysator



Signalanalysator med avtagen kåpa.

Signalanalysatorn var installerad i flygplan 35

Signalanalysatorn avkände styrdatameddelandet parallellt med FD 10 och FD 11 (Lf-utgången från flygradiomottagaren) med avseende på den mottagna signalens kvalitet. Resultatet avgjorde om en given styrdatakanal kunde accepteras eller inte. Om den mottagna signalens kvalitet understeg den specificerade gränsen skedde kanalväxling till kanal med acceptabel signalkvalité.

Utrustningen innehöll:

- Detektor
- Logik
- Kraftförsörjning

Det Lf-mässiga (2400/4800 Hz för etta och nolla) datameddelandet från flygradiomottagaren analyserades i Signalanalysatorn. Resultatet av detta bestämde vilken mod som Signalanalysatorn skulle arbeta i, sökmod eller kontrollmod.

Vid bestämning av signalkvalitén undersöktes hela tidssekvensen av styrdatameddelandet inklusive testmeddelandet och växelsändning med avseende på fast innehåll d.v.s. startkoder, skiljenollar och paritetsbitar. Om i sökmoden inte godtagbar signalkvalitet erhöles undersöks nya kanaler.

Då låsning skett på en godkänd kanal gick analysen över i kontrollmod och fortsatte så länge kanalen uppvisade godkänd kvalitet.

När kvalitén understeg gränsvärdet gick signalanalysen över i sökmod för att välja en godkänd radiokanal.

Låsning i sökmod inträffade om minst tre meddelanden av 8 i signalanalysen uppfattades som riktiga.

Upplåsningen i kontrollmod inträffade om mindre än 16 meddelanden av 64 uppfattas som riktiga.

Ett meddelande uppfattades som riktigt om följande bitar i meddelandet vid analyseringen var riktiga:

- Startkod: Nolla + 12 ettor + nolla (14 bitar)
- Skiljenollar (8 bitar)
- Udda paritet i sex ord inklusive adress (6 PC-bitar)
- Om egen adress saknades skedde efter 5 sekunder kanalväxling och analysen gick över i sökmod.

Från signalanalysatorn anslöts styrdatainformation till flygplanets datacentral för vidare presentation på flygplanets instrument och indikatorer.

Signalanalysatorn strömförsörjdes från flygplanets 400Hz trefassystem och var alltid i drift så fort flygplanet hade "huvudström till". Trots detta hade den marginellt felutfall. De enda fel, utöver enstaka andra fel, som inträffade var att optokopplaren för kanalväxlingspulsen gick sönder i cirka 20 fall på alla de år som signalanalysatorn var i tjänst (i både 35D och 35F). Anledningen till att optokopplare användes var att man tidigt insåg att ett mekaniskt relä inte skulle tåla den mängd växlingar det skulle utsättas för under enhetens specificerade livslängd

7.1.6 Manöverenhet 3



Manöverenhet 3 (MAE 3)

Manöverenhet 3 (ME3) var programmerad med samtliga stril-kanaler och var därför hemlig såväl som enhet som till funktion.

På ME3 fanns en kanalvalsplugg där den ”egna” sektorns kanaler fanns inprogrammerade. Detta innebar vid ombasering av fpl att man måste byta kanalvalsplugg till en kanalvalsplugg med den nya sektorns kanaler.

Flygföraren kunde manuellt välja kanal men normalt var det ME3 och signalanalysatorn som ombesörjde att den först godkända strilkanalen användes.

ME3 satt monterad på vänster sidopanel i fpl-kabin nedanför FR21.

ME3 fungerade också som kanalväljare för reservradion och hade de fem allmänna talkanalerna inprogrammerade och som kunde väljas med enhetens knappsats av flygföraren.

7.2 Modem

7.2.1 Inledning

Kjell Edvardsson var anställd på SRT transmissionsavdelning i Stockholm och var verksam med utvecklingen av modemerna för bl.a. styrdataprojektet. När projektet började fanns det inga modem att tillgå på den öppna marknaden för datakommunikation varför SRT själva utvecklade och tillverkade dessa. Kjell Edvardsson beskriver detta enligt följande:

” Jag arbetade på LM Ericsson, avdelningen för speciella system sedan hösten 1953 där jag bl.a. utvecklade de första faximilapparaterna.

Standard Radio & Telefon AB annonserade efter en ingenjör som skulle utveckla ett tontelegrafsystem, och jag ringde och anmälde mitt intresse. Jag fick jobbet och fick flytta i stort sett omgående. Jag började på SRT Transmissionsavdelning 1956.

Vi provade diverse olika kodningar och gjorde även en del basbandsmodem. De blev dock ingen succé, men användes en del. Televerket provade basbandsmodem, men räckvidden var ju ganska begränsad.

SRT hade ett AM (Amplitudmodulering) tontelegrafisystem, som var under tillverkning, men hade också kommit på idén att FM (Frekvensmodulering) nog vore bättre. Det skulle därför bli ett transistoriserat frekvensmodulerat tontelegrafisystem. Jag hade ju vissa erfarenheter av detta och prototyper kom snabbt fram och testades. Nu var det förstås ett problem till som måste få en lösning.

CCITT, som utger standards för internationellt samarbete inom telekommunikationsområdet, hade bara standard för AM tontelegrafi. Frågan om FM hade aldrig tidigare väckts. Någon måste alltså börja där, och det var Televerket som då fick agera. Efter många turer lyckades man få med sig England också. Sen började ett långdraget jobb med att skriva erforderliga bidrag till CCITT och föreslå vad standarden skulle innehålla, och hur den skulle formuleras. Stort motstånd mobiliserades i Holland. Philips hade ett nytt AM-system, och dom försökte på alla vis att motarbeta FM-systemet. Efter många om och men blev det i alla fall en standard, och Sverige och England kom överens om att installera en 24-kanals-förbindelse mellan Stockholm och London på försök. Det försöket slog så väl ut, att det stod helt klart att FM var vad man skulle använda i fortsättningen.

Vi gjorde i ordning kanaler för 100 och 200 bit/s nominell hastighet och vi kallade dem rätt och slätt Snabba Kanaler. Vi hade hört talas om att man i USA använde snabba kanaler för dataöverföring i projekt "Early Warning". Där hade man använt benämningen "Modem", som en sammandragning av Modulator och Demodulator. Det lät bra och vi anammade snabbt det nya uttrycket.

Vi fick så småningom kontakt med FMV som arbetade med något som kallades "Stril 60". Här behövdes även överföring av data med så hög hastighet som möjligt. 750- och 1500-bit/s kanalerna kunde ju användas och anpassades snabbt för de nya kraven.

Vi kunde visa att 1500 bit/s var en lämplig maxhastighet att använda för frekvensskiftmodem. Bandbredd, fasförhållanden och störnivåer på normala telefonledningar var sådana att felfrekvensen kunde hållas inom tolerabla gränser vid den hastigheten. Vi använde inkopplingsbara utjämnare för att förbättra överföringsförhållandena, men sådana kunde endast användas på fasta förbindelser. Detta med hastigheten debatterades med hetta i CCITT. Vi hade ju föreslagit att man skulle rekommendera 1500 bit/s, men England kunde inte acceptera detta. Man menade att det var klokt att rekommendera en lägre hastighet som lämnade god marginal, för att man med större säkerhet skulle kunna garantera funktion. Andra teleförvaltningar stödde deras förslag. De ville stanna för 1200 bit/s, och det blev också den hastighet som fastställdes. Det blev också den moduleringshastighet som sedermera användes som bas för modem för högre hastigheter.

Vi fick en förfrågan från FMV om vi kunde göra ett modem för 3000 bit/s som skulle användas för dataöverföring till stridsflygplan. Det blev i princip att än en gång multiplicera med 2, men dessutom så fanns det en del ytterst besvärliga miljökrav som måste uppfyllas. Själva mottagaren, som skulle sitta i flygplanet, har ett schema som mycket nära ansluter till de som vi använde för andra modem.

Temperaturkravet som, så vitt jag minns, var att enheten skulle fungera mellan -40 och +70 grader var verkligen hårt för de stackars germaniumtransistorer som användes vid den tiden.

Jag minns att vi hade kontakt med Curt Svensson. Vi hade också byggt och testat modem för 3000 bit/s med televerkets hjälp så vi visste att det gick att köra den hastigheten på bättre förbindelser, företrädesvis bärfrekvensförbindelser. Det var dessa modem som blev grunden för Flugan.

Ett speciellt problem var mottagarfiltret, som måste gjutas in i en silikonmassa för att klara miljökraven. Det var uppbyggt med spolar på ferritkärnor. Vid provning av prototypen i hög temperatur slutade mottagaren att fungera innan den kritiska temperaturen hade uppnåtts, och funktionen återkom inte när temperaturen sänktes. Felet visade sig vara att ferritkärnorna spruckit! Efter mycket utredande stod det klart att silikonmassan expanderade mycket kraftigt, om den upphettades till en temperatur över den som användes vid härdningen. Den måste alltså härddas vid ännu högre temperatur och jag tror man valde +100 grader för att vara på den säkra sidan.

För Stril 60 krävdes även en taktsignal, varför vi på SRT utvecklade en synkroniseringsenhet.

Det levererades en mängd modem för 1500 bit/s till dessa system. En del av dem med en 75-bit/ss "backkanal" som användes för överföring av peksymboler.

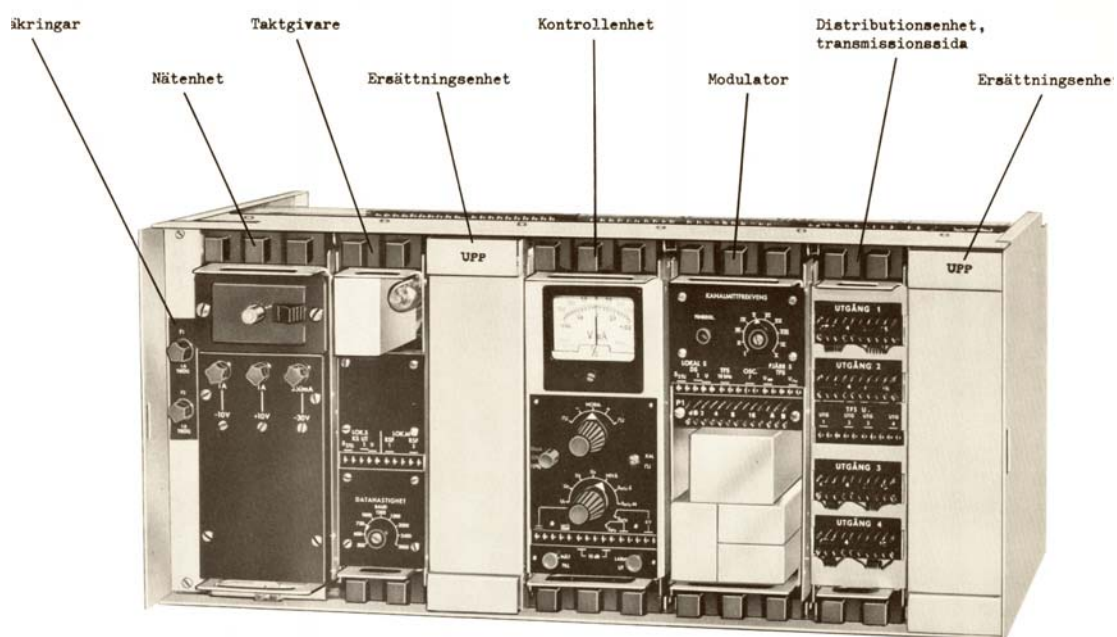
Synkroniseringsenheten hade en finess som vi kallade "snabbsynk". Det skulle föra för långt att här gå igenom bakgrunden till snabbsynken, men det var ett spännande projekt som till att börja med betraktades med stor skepsis av FMV.

Kontaktperson på FMV var bl.a. Hans Nilsson.

Jag representerade ITT och var Televerkets expert under många år i de arbetsgrupper inom CCITT som ansvarade för Telegrafi och Data. Vi lämnade förslag till vad som borde finnas i ett datainterface och hade även förslag till de beskrivningar som skulle användas. Mycket av detta kommer från USA, som var de första som använde modem i större sammanhang.

Jag började vid SRT som utvecklingsingenjör och kopplade, lödde, mätte och experimenterade, för att senare ta över som gruppchef och avdelningschef med en stab av utvecklingsingenjörer”.

7.2.2 Linjetonsändare T1F3/S



Linjetonsändare T1F3/S

Linjetonsändarna var installerade vid samtliga ledningscentraler som sände styrdata, PS-08, Lfc,Rrgc/F och Rrgc/T.

Linjetonsändare T1F3/S var avsedd att överföra binära basbands signaler från ledningscentral över telefonförbindelser till Linjetonmottagare T1F3/M på radioanläggning.

Linjetonsändaren bestod av:

- Modulator
- Distributionsenhet med 4 linjeutgångar
- Taktgivare
- Nätenhet
- Kontrollenhet

Linjetonsändaren är frekvensmodulerad och genom att ändra dess kanalmittfrekvens kan utrustningen anpassas till de dataegenskaper som den anslutna förbindelsens överföringsegenskaper tillåter.

Modulatore omvandlade de inkommande basbands signalerna (likströmssignaler) till transmissionssignaler. Moduleringen sker så att tonen med den högre frekvensen (f2) sänds vid pluspolaritet hos basbands signalen och ton av lägre frekvens (f1) sänds vid minuspolaritet.

Frekvensskiftet kan med strappningar på modulatorens front sättas till 480 eller 960 Hz. Kanalmittfrekvensen kan kopplas om mellan 10 olika frekvenslägen.

Från modulatore ansluts transmissionssignalerna till en eller två distributionsenheter.

Från modulatore matades signalerna till distributionsenheter. Där delades signalerna upp på fyra från varandra skilda utgångar för anslutning till distributionsenheter. Varje distributionssignal innehöll två utgångar vardera vilket innebar att 8 olika sändaranläggningar kunde anslutas till varje linjetonsändare.

Distributionsenheterna innehöll en förstärkare och dämpare med vilken olika utnivåer kunde inställas.

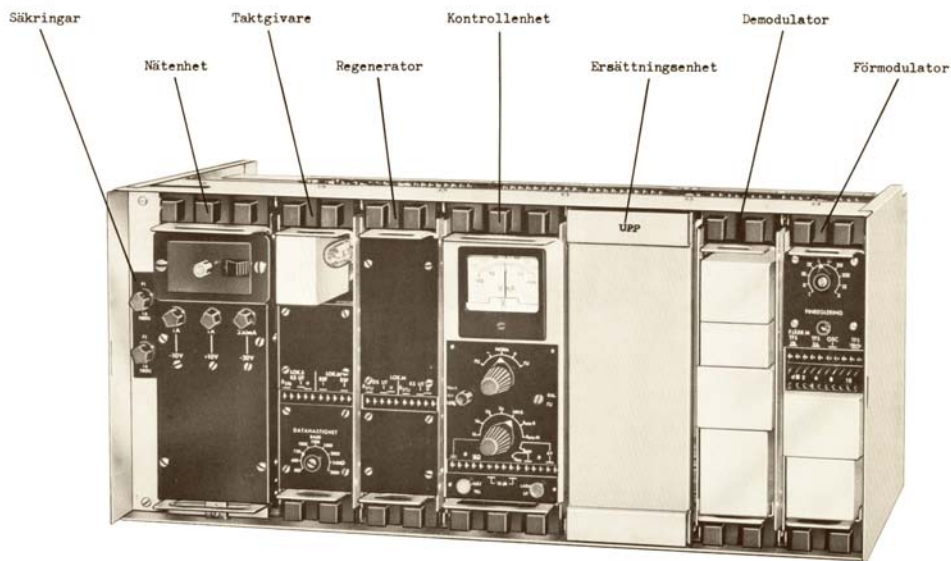
Med kontrollenheten kunde samtliga drivspänningar kontrolleras och signalnivåerna i modulatore. Dessutom kunde distorsionen hos inkommande och utgående basbands signaler mätas. Utöver detta ingick även en larmkrets som larmade om någon av matarspänningarna föll bort eller om den utgående eller inkommande transmissionssignalerna hade för låg nivå.

Transmissionsdata.

Utrustningen kunde anslutas till tvåtråds- eller fyrtrådsförbindelser.

| | |
|----------------------|---------------------------------|
| Impedanser | 600 ohm |
| Sändnivåer | Inställbara i steg om 2 dB. |
| Tvåtråd | Max 0 dBm |
| | Min -30dBm |
| Fyrtråd | Max +4 dBm |
| | Min -26 dBm |
| Frekvensskift | 480 eller 960 Hz |
| Kanalmittfrekvens Hz | 1800 för länk och 1320 för tråd |
| Temperaturområde | 0 till 45 grd C |

7.2.3 Linjetonmottagare T1F3/M



Linjetonmottagare T1F3/M

Linjetonmottagarna fanns vid de radioanläggningar som var försedda med sammanlagrare 1. För sammanlagrare 2 var denna funktion inbyggd i sammanlagraren.

Till radioanläggningen kom styrdatameddelandet in på tråd eller radiolänk i form av frekvensskiftsignaler. Signalerna kopplades i trådfallet över linjetransformatorer till MK-OK stativet och i radiolänkfallet över multiplexutrustning till MK-OK stativet. Från MK-OK stativet matades signalerna över överdrag, som anpassade signalens nivå, till Linjetonmottagare T1F3/M.

Vid dataöverföring över trådnät togs hänsyn till "faskången", signaler med olika frekvens fortplantar sig med olika hastighet, som korrigerades med löptidsutjämnare. Linjemottagarens uppgift är att omvandla de i centralen utsända frekvensskiftade tonsignalerna till ursprungliga likströmpulser.

Radioanläggningarna kunde anslutas till tre transmissionskanaler med datahastigheten 1000 Bit/s per kanal.

Linjetonmottagaren T1F3/M var avsedd att ta emot binära basbands signaler från Linjetonsändaren vid ledningscentralerna och omvandla dessa till likströmssignaler till sammanlagrare på radioanläggning.

Linjetonmottagaren består av:

- Förmodulator
- Demodulator
- Regenerator
- Taktgivare
- Kontrollenhet
- Nätenhet

I förmodulatorens omvandlades de inkommande frekvensskiftade signalerna till signaler lämpliga att detektera. För att det erhållna frekvensbandet skall få den önskade mittfrekvensen är bärfrekvensoscilatorn omkopplingsbar i tio lägen motsvarande sändarsidans frekvenslägen.

De från förmodulatorens inkommande signalerna matades in i ett mottagarfilter. Efter filtrering, förstärkning och begränsning anslöts signalerna till en frekvensdiskriminator där de omvandlades till likströmssignaler.

I varje enhetsintervall mitt undersöktes om basbandsignalen hade plus- eller minuspotential. Efter polaritetsbestämningen regenererades basbandsignalerna och matades ut till regeneratorens utgång.

Nätenheten alstrade samtliga driftspänningar för Linjetonsändaren.

Med kontrollenheten kunde samtliga drivspänningar kontrolleras och signalnivåerna i modulatorens. Dessutom kunde distorsionen hos inkommande och utgående basbandsignaler mätas. Utöver detta ingick även en larmkrets som larmade om någon av matarspänningarna föll bort eller om de utgående eller inkommande transmissionssignalerna hade för låg nivå.

Transmissionsdata.

Utrustningen kunde anslutas till tvåtråds- eller fyrtrådsförbindelser.

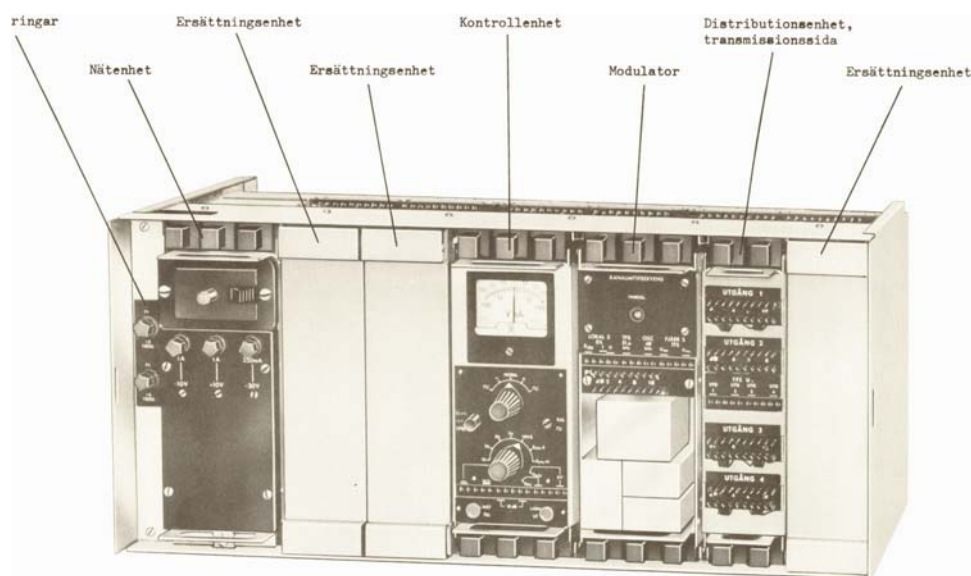
| | |
|---------------------|--|
| Impedanser | 600 ohm |
| Sändnivåer | Inställbara i steg om 2 dB. |
| Tvåtråd | Max 0 dBm Min -30dBm |
| Fyrtråd | Max +4 dBm Min -26 dBm |
| Frekvensskift | +240 eller +480 Hz |
| Kanalmittfrekvens | 1320 Hz |
| Datahastighet bit/s | 500, 600, 750, 1000, 1200, 1500. Nominellt valdes 1000 bit/s. |

Från linjetonmottagarna kopplades styrdatasignalerna till sammanlagrare.

Sammanlagrare fanns av två typer:

- Sammanlagrare 1
- Sammanlagrare 2.

7.2.4 Radiotonsändare T1G2/S



Radiotonsändare T1G2/S

Radiotonsändare fanns vid samtliga radioanläggningar som sände styrdata.

Radiotonsändare T1G/S bestod av:

- Modulator
- Distributionsenhet
- Kontrollenhet
- Nätenhet

Radiotonsändarens uppgift var att ta emot likspänningspulserna från sammanlagrare 1 och omvandla dessa till frekvensskiftsignaler för modulering av markradiosändaren. Sammanlagrarens utgång anslöts till en radiotonsändare T1G2/S. I denna omformades likspänningspulserna till en frekvensskiftad signal för att kunna överföra styrdatainformation via FMR-10 till flygplan. Radiotonsändaren anslöts till radiosändarens modulationsingången.

Radiotonsändaren var frekvensmodulerad. Transmissionssignalens frekvens styrdes av basbandsidans dubbelströmsignaler. Moduleringen skedde så att ton av högre frekvens (f2) sänds vid pluspolaritet och ton av lägre frekvens (f1) vid minuspolaritet i samma krets.

Datatransmissionssändaren hade ett larmsystem som kontinuerligt övervakade dess drift och funktion. Om ett fel uppstod gavs larmsignal och information om felets karaktär. En yttre larmkrets kunde anslutas till reläkontakter i utrustningens interna larmsystem varigenom kontroll och övervakning kunde ske från ledningscentral.

Nätenheten försåg samtliga ingående enheter med drivspänningar.

Teknisk data radiotonsändaren.

| | |
|----------------------|------------------|
| Utimpedans | 600 ohm |
| Utnivå | +4 till -26 dBm |
| Kanalmittfrekvens | 3600 Hz |
| Frekvensskift | +1200 Hz |
| Basbandssignalingång | |
| Impedans | 3000 ohm |
| Inspänning plus | min +3v max +25v |
| Minus | min -3v max-25v |
| Datahastighet | 3000 bit/s |

7.3 Radioutrustningar mark

7.3.1 Radiosändare FMR-10

Allmänt

Markradiosändare Fmr 10 anskaffades i tre varianter som benämndes A, B och C. Den första serien, A, köptes in i ett antal av 4 sändare. Därefter köptes B serien in i ett antal av 17 markradiosändare. Avsikten var att anskaffa ytterligare 40 markradiosändare men den tredje serien, C, begränsades till 20 radiosändare. Totalt anskaffades 41 markradiosändare.

Styrdatasändningarna skedde under de första åren med amplitudmodulering, AM, där flygradiostation Fr-13/14 användes i flygplan JA 35 B och C. Funktionen var inte bra och beslut togs om att använda frekvensmodulering i form av fasmodulering, FM, istället för AM. Markradiosändare Fmr-10 som först anskaffade för att öka störskyddet

för talmodulerad AM var kommersiellt avsedd att användas för rundradio på FM med en deviation på ± 75 KHz. För de krav som ställdes på styrdatafunktionen och på flygradio var detta ett omöjligt modulationsalternativ. KFF gick ut med en anbudsförfrågan och SRT fick beställning på att leverera en ny oscillator med möjlighet till frekvensmodulation.

SRT hade 1964 börjat med leveransen av Radiostation RK-02 som var en VHF radio med ett frekvensområde på 103-156 MHz, modulationen AM och FM samt var försedd med en LF ingång på 300-7000 KHz. Denna LF-ingång på RK-02 sändaren var framtagen för att RK-02 skulle kunna vara en reservsändare till FMR-10. Därför var RK-02 sändarens oscillator med fasmodulation mycket lämplig att användas i FMR-10. Utbytet av ROSWA oscillator mot den av SRT levererade började 1967 Och pågick tills alla markradiosändarna var modifierade. Den utbytta ROSWA oscillatoren lämnades kvar på anläggningarna och användes vid underhåll när bärvåg behövdes utsändas på antennerna. Anläggningarnas frekvenser var hemliga varför en annan frekvens var lätt att ställa in med en signalgenerator ansluten till den äldre oscillatoren.

Verkningsätt

FMR 10 är uppbyggd av tre sändardelar och en antenncopplingsdel:

- 70 W-delen
- 1 KW-delen
- 10 KW-delen
- Antenncopplingsdelen

I 70 W-delen finns kretsar för amplitud- och frekvensmodulering. Varje sändardel har egna strömförsörjningsdelar vilket medger att sändardelarna kunde användas som självständiga sändare.

Med omkopplare på stationens ovansida kunde respektive sändardel anslutas till antennen. Med 70W steget anslutet till 10 KW sändaren erhålls en uteffekt av 2 KW till antennen. Som en reservfunktion kan en annan typ av sändare anslutas till 1 KW steget och upprätthålla styrdatafunktionen. För detta ändamål kunde exempelvis RK-02 och FMR-7 användas.

Fmr 10 arbetssätt kan indelas i följande tre delar:

- Bärvågsdel
- LF-del
- Strömförsörjningsdel

Bärvågssignalen alstras i kristalloskillatorn i 70 W-delen. Kristalloskillatorns grundfrekvens är 1/18 del av den utsända bärvågens frekvens. Efter kristalloskillatorn passerar signalen en trefaldare som ger signalen 1/6 del av slutfrekvensen. Bärvågen FM-moduleras i en fasmodulator och förstärks därefter i två förstärkarsteg. Signalen passerar en ny trefaldare som ger halva slutfrekvensen. Därefter passerar signalen ett dubblarsteg som ger bärvågens utfrekvens som efter en förstärkare ger signalen dess nominella effekt av 70 W. Förstärkningen kan ändras till 25 eller 50% av nominell uteffekt.

Från 70W-delen kan HF-signalen anslutas till antennen eller till någon av de övriga sändardelarna.

I 1 KW-delen passerar HF-signalen genom en förstärkardel som förstärker den inkommande 70 W signalen till 1 KW.

Effektröret, med schema beteckningen RÖ30 och ROSWA beteckning RS1012L, är en tetrod och arbetar som gallerjordad förstärkare med två koncentriska koaxialkretsar. Kretsen mellan katod och galler stäms av genom förskjutning av en kortslutningsring. Från 1 KW-delen ansluts signalen normalt till 10 KW-delen men kan även anslutas direkt till antennerna.

I 10 KW-delen förstärks signalen från 1 KW till 10 KW (om insignalen är 1 KW).

Signalen kan även tas från 70 W-delen och kommer då att ge 2 KW uteffekt.

Effektröret, med schemabeteckningen RÖ401 och ROSWA beteckning RS 1011L, är en sändartriad. De avstämningsbara svängningskretsarna består av två koncentriska koaxialkretsar. Kretsen mellan katod och galler stäms av genom förskjutning av en kortslutningsring. I effektrörets anod finns en säkring som smälter vid övertemperatur. Härvid bryts högspänningen via en strömställare som står i förbindelse med säkringen med en spänd nylonlina.

På utgången finns HF-uttag där spänning och modulation kan mätas för att kontrollera sändarens prestanda.

Från 10 KW-delen matas signalen genom ett lågpasfilter till antennomkopplingsdelen. Lågpasfiltret dämpar bärvågens övertoner med c:a 110 dB och reducerar därmed risken för störningar på andra frekvensband och frekvenser.

Antennkopplingsdelen har omkopplare för anslutning av bärvågen till önskad antenn eller till konstbelastningen. Här ingår även en anpassningsenhet där sändarens utgång kan anpassas till antennen. Uteffekt och reflekterad effekt kan kontrolleras före avstämningsaggregatet på en effektmeter i antennkopplingsdelen. Effektmeteren har två mät huvuden den ena placerat vid 70 W delen och den andra i antennkopplingsdelen.

LF-delen har två ingångar, Ingång 1 och Ingång 2.

Ingång 1, har en LF bandbredd på 300-3000 Hz och är den ursprungliga LF ingången avsedd för analog amplitudmodulering.

Ingång 2 har en bandbredd upp till 15 KHz som används för styrdatasystemets frekvensskiftsignaler på 2400 och 4800 Hz.

För ingång 1 ansluts LF signalen till en reglerförstärkare som förstärker låga signaler och som för höga signaler har en stor amplitudbegränsning. Genom detta erhålls en relativt konstant modulationsgrad även om LF signalens amplitud varierar mycket. För vågtyp A2, telegrafi, används en i LF delen inbyggd 1000 Hz oscillator. Efter oscillatoren finns ett nycklingssteg som medför att signalen kan nycklas med mikrofontangenten. Därefter passerar signalen ett förstärkarsteg samt ett klippningssteg där amplitudtoppar och spänningstransienter, som reglerförstärkaren inte hunnit att blockera, tas bort.

Den amplitudmodulerade LF-signalen passerar låg- och högpasfilter samt förstärks ånyo.

Därefter sker en uppdelning på alternativa signalvägar:

- Signal till fasvänder- och LF-slutsteg. Nyttjas enbart när bärvågen skall amplitudmoduleras. Vid Frekvensmodulering är steget blockerat.
- Signal till TABA förstärkaren. Denna signal används enbart när styrsändarenheten är försedd med oscillatorenheten av ROSWA tillverkning. TABA kretsarna i modulatorenheten är i övrigt passiva.
- Signal till oscillatorenheten i styrsändarenheten. I denna används LF signalen dels för frekvensmodulering av bärvågen, dels för TABA förstärkaren Denna nycklar sedan bärvågen. FMR 10 kan användas för sändning med vågtyperna A0, A2, A3, F2 och F3.

När FR 21 installerats i J 35F och FMR 10 A och B modifierats till FMR 10 C skedde styrdatasändningarna enbart frekvensmodulerat på ingång 2.

Strömförsörjningen utgörs av tre skilda delar, en i varje sändardel. Varje strömförsörjningsdel arbetar oberoende av övriga delar vilket möjliggör att varje sändardel kan arbeta separat från övriga sändardelar.

I sändardelen för 70 W finns en kraftenhet, som manövreras från dess manöverdel. Glödspänning och gallerförspanning manövreras enbart från manöverenheten. Anodspänningen manövreras från manöverenheten men påverkas även av en blockerings slinga som omfattar dörrströmställare, HF-omkopplare mm.

Blockeringsslingan har som uppgift att skydda personalen för höga spänningar och att hindra att stationen skadas genom ett olämpligt sändningssätt. Som exempel kan nämnas att HF omkopplarna måste stå i rätt lägen och att sändningen mot konstlast hindras om kylning av denna ej sker.

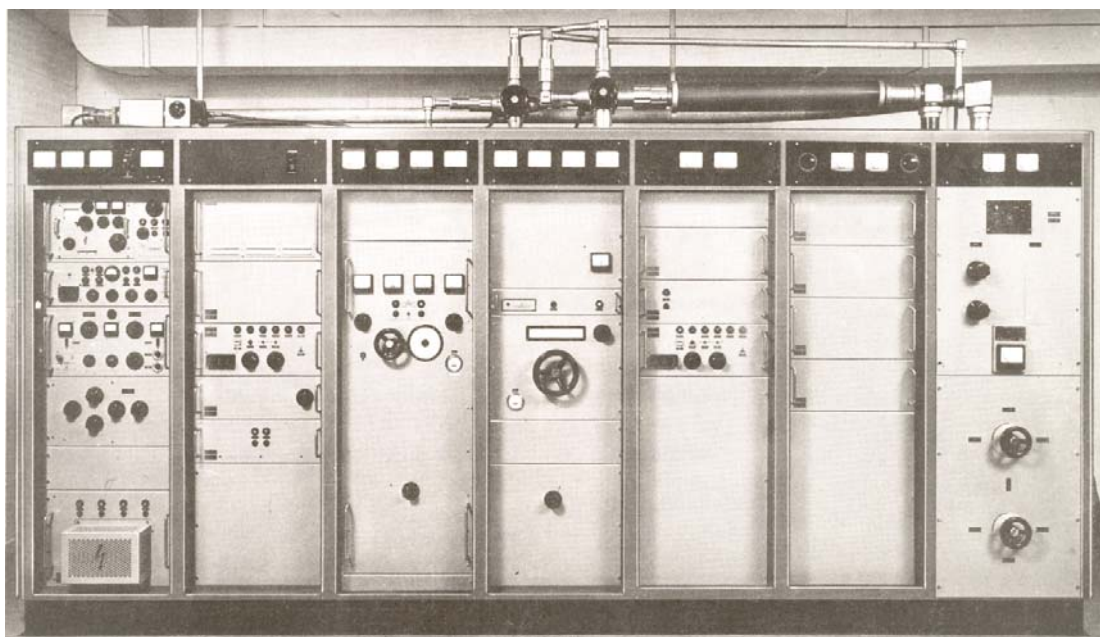
I sändarenheten för 1 KW sker omvandlingen från nätspänning till anodspänning i flera steg. I drosselenheten kan spänningen passera odämpad eller dämpas, beroende på sändareffektregleringen (25 – 100 %). I transformatornheten höjs spänningen, varefter den likriktas och filtreras. En särskild gallerförspanningsenhet ger gallerförspanning till 1 KW steget effektförstärkarrör.

Strömförsörjningen av 10 KW delen sker i stort på samma sätt som i 1 KW delen.

Radiostationen kunde fjärrmanövreras för:

- Till- och frånslag
- Effektkoppling i tre: 25%, 50% och 100%.
- Sändning
- FMR-10 fjärrstyrdes med hjälp av styrdata. 1 minut efter det att FMR-10 hade erhållit styrdata drog ett relä som startade stationen som sände ut bärvåg när rören blivit varma. 1 minut efter det att styrdatasändningen upphört bröts bärvågen. 2 timmar efter det att styrdatasändningen upphört slogs sändaren av.

Uppbyggnad.



Stativ 1. Stativ 2. Stativ 3. Stativ 4. Stativ 5. Stativ 6. Stativ 7.

Markradiosändare FMR 10

Stativ 1 utgör markradiosändarens 70 W sändardel och innehåller:

- Styrsändarenhet 70 W med oscillatorenhet
- Manöverenhet
- Modulatorenhet
- Kraftenhet för 70 W sändardelen

Styrsändarenheten består av sändardel 70 W, oscillatorenhet, förstärkarenhet, mätenhet samt krets för glödspänningstabilisering.

Oscillatorn finns i två versioner, dels den ursprungliga som tillverkats av ROSWA, dels en oscillator tillverkad av SRT

SRT oscillatorenhet placeras i styrsändarenheten och arbetar då istället för den ursprungliga oscillatorenheten från ROSWA. Oscillatorsteget är kristallstyrt och svänger med en frekvens som är 1/18 del av utfrekvensen. Oscillatordelen innehåller en TABA krets vilken funktion kommer att finnas både i modulatorenheten och i oscillatorn. Kretsarna är helt parallelltkopplade. Oscillatorenhetens TABA krets har den lägsta tillslagsnivån varför det är den som arbetar. Här finns också fasmodulorn där LF signalen från modulatorenheten fasmoduleras.

Manöverdelen innehåller funktioner för till och frånslag, övervakning av utrustningen, blockerings slinga för 70 W delen, kretsar för vågtypmanövrering.

Modulatorenheten innehåller reglerförstärkare, frånkopplingsbart klippsteg, hög- och lågpasfilter, mellanförstärkarsteg, fasvändersteg, lågfrekvenssteg, 1 KHz oscillator och kretsar för automatiskt bärvågstillslag TABA. Modulatorns ingång kan kopplas om för frekvensområdena 300-3000 Hz (ingång 1) och 300 -15000 Hz (ingång 2). I modulatorenheten finns omkopplare för inställning av 70 W delens effektlägen 25 %, 50 % och 100 % av full effekt.

Här finns också frekvensmodulorn som moduleras med de frekvensskiftsignaler som kommer från Sammanlagarens radiotonsändare. Frekvensmoduleringen sker som fasmodulering.

I denna del finns en TABA funktion som nycklar sändaren när lågfrekvenssignaler (frekvensskiftsignalerna) erhålls på modulorn. Det finns även en fjärrstartfunktion som startar upp sändaren när styrdata från Strilcentral utsänds. Tillslagstiden är c:a 2 min och frånslag sker c:a 4 tim efter det sist erhållna styrdatameddelandet.

Stativet utgör en självständig sändarenhet och kan anslutas direkt till antennen med omkopplare som finns på stativradens ovansida.

Stativ 2 är strömförsörjningsdelen till 1 KW sändaren och innehåller:

- Likriktarenhet, innehåller fyra rader med likriktare.
- Glättringsenhet, innehåller glättringsdon för spänningen från likriktarenheten.
- Manöverenhet, innehåller indikeranordningar, omkopplare mm som fordras för 1 KW sändardelens övervakning och omkoppling under drift.
- Drosselenhet, innehåller bl.a. tre indikatorer som är inkopplade vid 25 % effekt.
- Gallerspänningenhet, innehåller två likriktarkopplingar varav den ena lämnar skärmgallerspänning och den andra styrgallerspänningen till 1 KW förstärkaren
- Transformatornhet, transformerar erforderliga spänningar till 1 KW förstärkaren

1 KW sändaren är installerad i **stativ 3**. Denna sändare styrs från 70w delen och kan liksom den förra anslutas direkt till antennen med omkopplare som finns på stativradens ovansida.

I **stativ 4** finns 10 KW effektförstärkaren som drivs från 1 KW sändaren.

Effektröret har koncentrisk anslutningar. Galler och anodkretsarna utgörs av två inuti varandra stående koncentrisk koaxialledare. När anodspänningen löser ut sluts en brytare av en spänd nylonlina mellan säkring och strömställaren varvid högspänningen slås från.

Stativ 5 och 6 innehåller strömförsörjningen för effektsteget. Där ingår:

- Likriktarenheter. Tre enheter som lämnar anodspänningen till förstärkarens slutrör och som vardera innehåller 14 selenlikriktare.
- Gallerspänningsenhet som lämnar styrgallerspänning till slutröret.
- Manöverenhet, till manöverenheten är de indikeringsanordningar, omkopplare mm samlade som erfordras för 10 KW sändardelens övervakning och manövrering.
- Kondensatorenhet, utgör tillsammans med drosselenheten ett glättringsdon för anodspänningen till slutröret.
- Transformatorenhet, innehåller huvudsakligen högspänningstransformator, strömtransformatorer och överströmsskydd.

Stativ 7 innehåller antennomkopplingsdelen. Där finns omkopplingsfunktioner för anslutning av effektsteget till de olika antennalternativen samt till konstbelastning om man inte önskar att gå ut på antenn. Här görs också avstämning av effektsteget mot antenn.

För kylning av FMR 10 finns fyra kraftiga fläktar placerade i ett separat fläktrum.

Teknisk data:

- Frekvensområde 100 – 156 MHz
- Frekvensnoggrannhet $\pm 5 \cdot 10^{-5}$
- Vågtyper A0 Omodulerad bärvåg.
A2 Kontinuerlig bärvåg med 1000 Hz Amplitudmodulering.
A3 Amplitudmodulering.
F2 Som A2 men med frekvensmodulering.
F3 Som A3 men med frekvensmodulering.
- Frekvensnoggrannhet $\pm 5 \cdot 10^{-5}$ Efter 24 tim drift.
- Telegrafi A2 Inbyggd tongenerator 1000 Hz
- Telefoni A3 ingång 1 300 – 3000 Hz, reglerförstärkare 15 dB
- Telefoni A3 ingång 2 300 – 15 000 Hz
- Telefoni F3 Deviation med tal $\pm 3,5$ till ± 7 KHz
- Uteffekt 70 W, 1 KW och 10 KW
- Effektomkoppling 25, 50 och 100 % av full uteffekt
- Dämpning av övertoner 45 dB utan filter
- Lågpasfilter dämpning 75 dB (Totalt 120 dB dämpning)

Övrigt

Markradiosändare FMR-10 var för Flygvapnet en unik radiostation med avseende till den höga sändareffekten på VHF-bandet.

Radioanläggningen var mycket komplex med FMR-10 sändarens 7 stativ, styrdatautrustning, transmissionsutrustning och reservkraft. Underhållet utfördes under huvuddelen av drifttiden av specialister inom respektive område och med anledning av arbetskyddsmässiga krav var det minst två personer som besökte anläggningarna vid varje gång. Underhållskostnaden var därför hög relativt andra markradioutrustningar och anläggningstypen var därför kontinuerligt föremål för kostnadsbesparande förslag.

Här kan speciellt omnämnas:

- I 70 W sändardelen fanns modulationsenheten för AM. Modulatorrören var i standbymod och uppvisade, en mot övriga delar i sändaren, hög felintensitet vilket medförde specifika servicebesök. Eftersom att AM normalt inte avsågs att användas togs modulatorrören ut ur sändaren och förvarades i ett skåp på anläggningen.
- 70 W, 1 KW och 10 KW sändardelarna kylades med luft som togs in utanför anläggningen. Detta medförde att frömjöl och dylikt kom in i sändaren med kylluften och täppte dels igen luftfiltren och trängde även in i slutstegen. Följden av detta blev att tidsbunden rengöring infördes där TSB tog isär och rengjorde en av de tre sändardelarna varje år, detta innebar att varje sändardel översågs vart tredje år. Tillsynerna utfördes av två personer och tog en vecka i anspråk. Det var alltså en kostnadskrävande insats. I slutet av 90-talet togs dessa tillsyner bort och ersattes med vid behovs tillsyn som MTK fick i uppdrag att beställa. Detta resulterade i att ett fåtal tillsyner utfördes efter detta beslut.
- Siemens meddelade att serietillverkning av 1 och 10 KW effektrör kommer att upphöra och att intressenter måste förbinda sig att köpa ett överenskommet antal rör varje år. Behovet av reservrör diskuterades och beslut togs om att sänka uteffekten§ för att få längre gångtid på rören. Beslut togs även om att byta ut den rundstrålande antennen mot en antenn från Allgon med 6 dB förstärkning för att ytterligare kunna sänka uteffekten för slutstegen. Allt detta med avsikten att reducera underhållskostnaderna.

7.3.2 Radiostation TMR-20

Radiostation TMR-20 utgörs av en släpvagn med plasthydda.

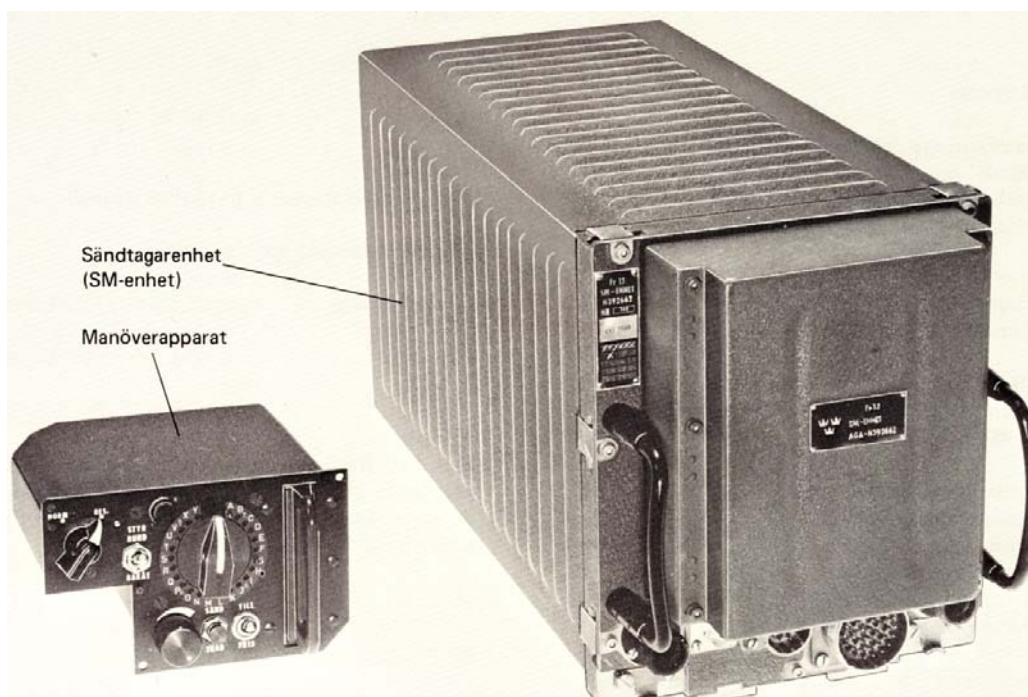
Radiostation TMR-20 innehöll:

- 2 st radiostation RK-02
- 2 st Effektsteg 202
- 1 st Sammanlagrare typ 2
- 1 st Antenn
- 1 st Radiomottagare 316

Kortfattade mtrl. Beskrivningar för dessa enheter finns i det kommande avsnittet för Strilradio.

7.4 Radioutrustning i flygplan

7.4.1 Flygradio Fr 13



Flygradiostation Fr 13 togs fram för flygplan 35 och användes som huvudflygradiostation i versionerna A, B, C och D. I version F fanns den tillsammans med Fr 21 som då blev huvudradiostation

Fr 13 utgjordes av en sändar- mottagarenhet och en manöverapparat, se bild ovan.

Radiostationen utvecklades och tillverkades av AGA.

Den var avsedd för radiotelefoniförbindelse på ”ultrakortvåg” mellan flygplan eller mellan flygplan och markstationer.

Flygföraren kunde med en vridomkopplare på manöverapparaten välja mellan 24 förinställda radiokanaler inom frekvensområdet 103 – 147 MHz. Kanalvalet gjordes genom omflyttning av små fjädrande kontaktstift på en insticksenhet som benämndes ”Kanalförväljare”. Vid kanalbyte skiftar mekanismen styrkristaller och ändrar avstämning hos vissa kretsar i mottagare och sändare.

Utrustningen var enbart avsedd för amplitudmodulering.

Mottagaren var en kristallstyrd dubbelsuperheterodyn med första mellanfrekvensen mellan 21,00 och 23,00 MHz. Andra mellanfrekvensen var fast avstämd till 3,2 MHz.

Sändaren var kristallstyrd och innehöll 21-grovstegs och 21 finstegskristaller.

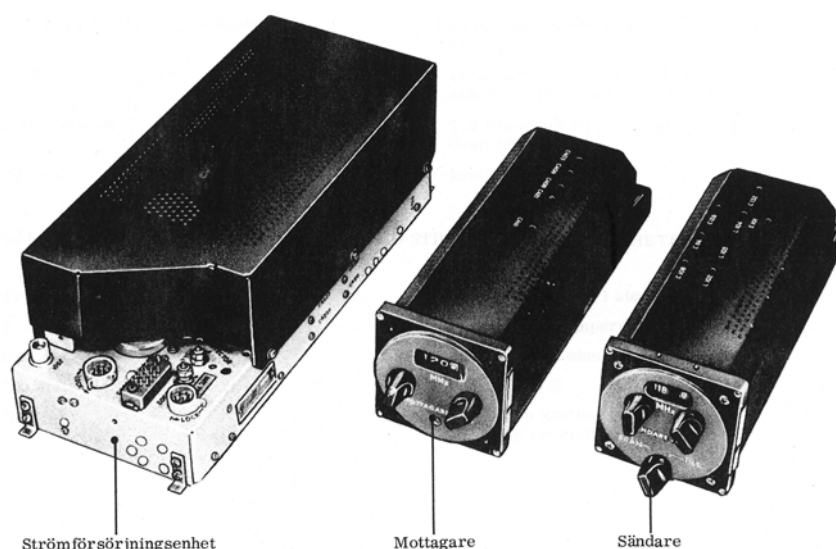
Tekniska data:

| | |
|---------------------|--|
| Frekvens | 103 – 147 MHz |
| Kanalantal | 441 st |
| Kanalavstånd | 100 kHz |
| Frekvensnoggrannhet | +0,75 * 10 ⁻⁴ (eller 9,5 kHz) |
| Vågtyp | A3 Telefoni |

Mottagaren:
 Signalstörförhållande >35 dB vid 1 mV insignal, modulerad 1 kHz, 30%
 Signalbrusförhållande >6 dB vid 2uV, 1000 Hz, 30 %
 LF-karakteristik 200 – 15000 Hz kan tas ut.

Sändaren
 Modulationsgrad 85%
 Övertonshalt < 70 dB relativt bärvåg
 Uteffekt 5 W
 500-5000 Hz mellan 50 och 200 ohm. (Variationen i ingångsimpedans beror på ojämnheter i transistorernas data)

7.4.2 Flygradio Fr 14



Flygradio Fr 14

Flygradiostation Fr 14 är en amplitudmodulerad kommunikationsradio för installation i flygplan med frekvensområdet 108,0 – 126,9 MHz.

Fr 14 anskaffades för flygplan 35 för att användas som reservradio för Fr 13. Som nämnts i tidigare avsnitt började styrdatainformation att tillämpas när flygplan 35B togs i operativ drift. I ett tidigt skede konstaterades att problem fanns med denna överföring över Fr 13. Därför modifierades Fr 14 LF-utgång för att passa till den frekvensskiftade signalen på 2400 och 4800 Hz. Modifieringen blev lyckad och resultatet blev att Fr 14 användes som huvudradio för styrdatafunktionen och Fr 13 blev huvudstation för talkommunikationen. Följaktligen blev radiostationerna reservstationer till varandra. Val av huvud och reservstation gjordes på Fr 13 manöverenhet.

Flygradiostation Fr 14 består av mottagare, sändare och kraftenhet. Sändar- och mottagarenheterna är små kompakta, kristallstyrda enheter avsedda att monteras i flygplanens instrumentpaneler. Båda enheterna har manöverorgan för frekvensbyte vilket kan ses som ett omständligare handhavande för flygföraren.

Mottagaren är avsedd för signaler inom frekvensområdet 108,0 till 126,9 MHz i steg om 100 KHz. Frekvenserna ställs in med två vridomkopplare på mottagarens frontpanel, inställd frekvens indikeras på frontpanelen. Vid inställning av omkopplaren för heltal

ändras inställningen på en variabel kondensator samtidigt som en kristall kopplas in. De 19 kristallerna för heltalsfrekvenserna sitter inlödda direkt på omkopplaren. Kristallerna för tiondelsfrekvenserna är fastlödda på två plintar med fem kristaller på varje plint. I enheten finns fyra rör. Mottagaren har två mellanfrekvenser som ligger på 18 MHz och 3,105 MHz. Dess drifttid är kontinuerlig.

Sändaren är avsedd för amplitudmodulering inom frekvensområdet 118,0 till 126,9 MHz i steg om 100 KHz. Frekvensområdet är 10 MHz mindre än mottagarens. Sändarens frekvens ställs in med två vridomkopplare på frontpanelen. Med den vänstra ställs heltal in och med den högra ställs tiondelarna av frekvensen in. För heltalsinställningen nyttjas nio kristaller som sitter fastlödda direkt på omkopplaren. För 0,1 MHz inställningen finns tio kristaller som är monterade på en plint.

Sändaren är försedd med 5 rör som ger en uteffekt av c:a 3 W vid 52 ohm. Dess drifttid för glödströmmen är kontinuerlig och sändningen är intermitterent. Radiostationens nätströmställare är placerad på sändarens frontpanel.

Kraftenheten är uppbyggd på en stomme av lättmetall. På stommens översida är mottagarens andra MF-förstärkare placerad samt LF och modulationstransformatorerna.

Kraftenheten kan anslutas till 27,5 eller till 13,75 v. Enheten försörjer sändaren och mottagaren med lämpliga spänningar.

Fr 14 köptes från Collin i USA.

Tekniska data:

| | |
|---------------------|-------------------------------|
| Temperaturområde | - 40 C till + 55 C |
| Luftfuktighet | Upp till 100% |
| Höjd | Upp till 9100m (30 000 fot) |
| Kanalavstånd | 100 kHz |
| Frekvensnoggrannhet | 0,01 % inom temperaturområdet |
| Vågtyp | A3 Telefoni |

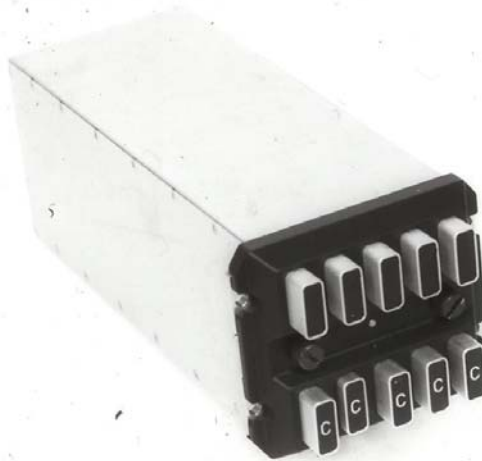
Mottagaren:

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Frekvens | 108,0 – 126,9 MHz |
| 1:a Mellanfrekvens | 18 MHz |
| 2:a Mellanfrekvens | 3,105 MHz |
| Signalbrusförhållande | >6 dB vid 3uV, 1000 Hz, 30 % |
| LF-karakteristik | |

Sändaren

| | |
|-----------------|-------------------------|
| Frekvensområde | 118,0 – 126,9 MHz |
| Modulationsgrad | Upp till 100% |
| Överttonshalt | < 70 dB relativt bärvåg |

7.4.3 Flygradiomottagare FRM 15



Flygradiomottagare FRM 15

Med anledning av de problem som konstaterats med överföring av styrdata mellan mark och flyg med amplitudmodulerad tonskift utvecklades en speciell mottagare som benämndes FRM 15. Den försågs på sin frontpanel med 10 st intryckningsbara kanalenheter som var kristallbestyckade och representerade en radiokanal.

Parallellt med detta hade utvecklingen av Flygradio Fr 21 startat som utöver AM även hade FM. Beslut togs om att styrdataöverföringen på radio skulle ske med FM vilket medförde att FRM 15 enbart tillverkades i ett fåtal enheter.

Till sitt yttre liknar FRM 15 den senare tillverkade sändtagaren FMR 16 med skillnaden att FMR 16 hade 5 kanalenheter mot FRM 15:s 10 kanalenheter.

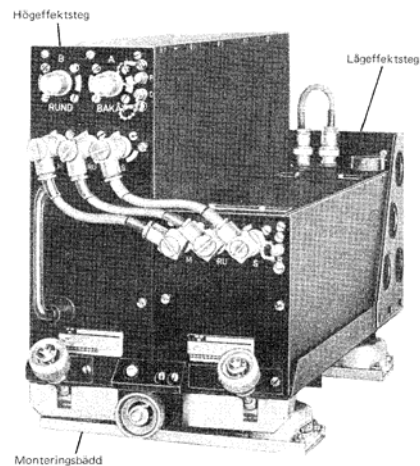
7.4.4 Flygradio FR 21



Fr 21 Sändtagare



Fr 21 Manöverenhet



Fr 21 Låg- högeffektsteg

Flygradiostation Fr 21

Kommunikationsradio Fr 21 var den första flygradion inom det Svenska flygvapnet som kunde moduleras med såväl AM som FM. På sändtagarens frontpanel kunde godtycklig radiokanal väljas inom dess frekvensområde 100-160 MHz med kanaldelningen 50 kHz.

Radiostationen utvecklades och tillverkades av AGA i Sverige och var i första hand avsedd för flygplan 35 där den infördes från Fpl. 35B.

Radiostationen förekom i olika varianter tillsammans med annan flygradio. Förutom talkommunikation kunde Fr 21 även användas för datamottagning i stryrdatasystemet (samt även för interkommunikation med markpersonal, tråjal)

Utrustningen var uppbyggd kring en sändtagare, som kompletterades med effektsteg och manöverenhet. I vissa versioner ingick även andra typer av flygradio i flygplanssystemet.

De ingående enheterna är:

- Sändtagare Fr 21
Sändtagaren innehåller en komplett mottagare, en digital frekvenssyntetisator, en FM modulerbar styroscillator samt en frekvensinställare. På sändtagarens frontpanel inställdes godtycklig radiokanal samt modulation.
- Lågeffektsteg Fr 21
Lågeffektsteget innehåller en bredbandig effektförstärkare och AM modulator. Nominell uteffekt 5 W.
- Högeffektsteg Fr 21
Högeffektsteget, som är bredbandigt, fanns i tre varianter anpassade till matningsspänning och antenninstallation. Nominell uteffekt 20 W.
- Manöverenhet Fr 21
Manöverenheten innehåller förvalda kanaler för både kommunikationsstationen och datamottagningen samt mikrofon- och hörtelefonförstärkare.

Fr 21 fanns i olika varianter och förekom också tillsammans med annan flygradio:

- Fr 21 A,
- Fr 21 B-8, fanns tillsammans med Fr 8 och benämndes då Fr 21B-8. Fanns i fpl 29
- Fr 21B-13, fanns tillsammans med Fr 13 i flygplan 35 A-D. Fr 13 var då ordinarie flygradio för talkommunikation och Fr 21B reservradio för talkommunikation med huvudfunktion som datamottagare för styrdata.
- Fr 21D var avsedd för installation i Hpk 6 och användes även för vissa markinstallationer.
- Fr 21E och Fr 21 F var avsedda för talkommunikation och datamottagning i fpl 35 F. Utrustningarna var de samma men var placerade på olika platser för de två flygplanstyperna vilket medförde skillnader i kablaget. Enligt blockschemat nedan bestod utrustningen av:
 - Två sändtagare Fr 21
 - Ett lågeffektsteg Fr 21
 - Ett högeffektsteg Fr 21
 - En manöverenhet Fr 21

Utrustningen var så uppdelad att den ena sändtagaren tillsammans med högeffektsteget bildar A-system och normalt användes som kommunikationsradio. Den andra sändtagaren bildade B-system tillsammans med lågeffektsteget och användes som datamottagare. Manöverenheten var gemensam för de båda systemen. A-systemet

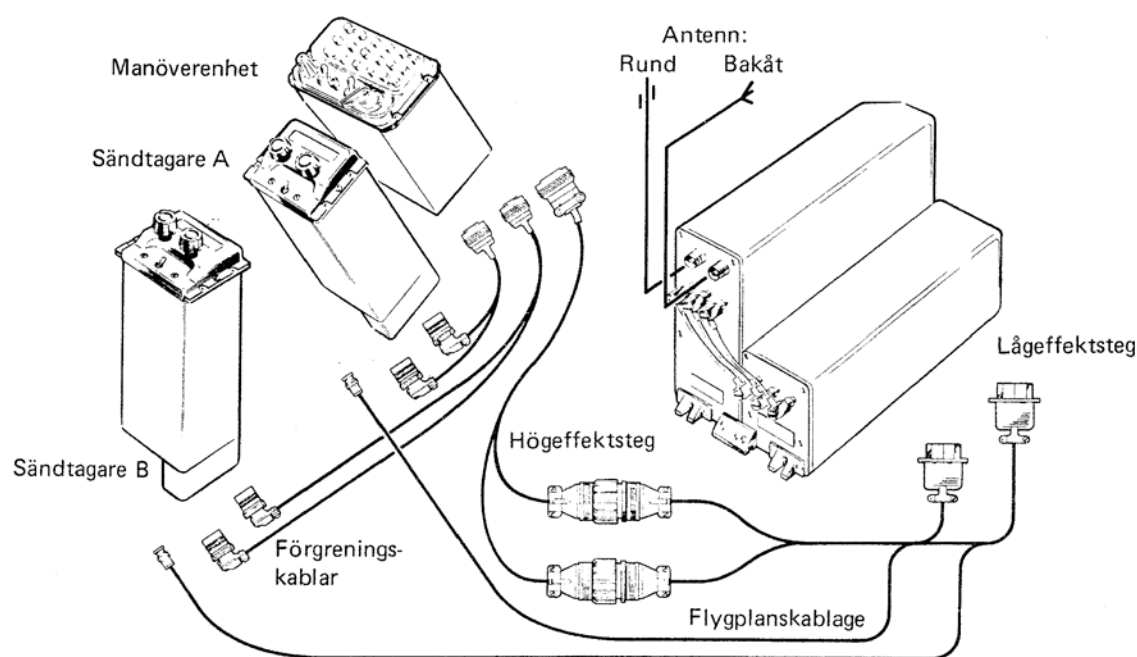
strömförsörjdes från flygplanets växelspanningsnät och B-systemet från flygplanets 28 v likströmsnät.

A-systemets uteffekt var 20 W medan B-systemets uteffekt var 5 W.

Flygplan 35F var utrustad med två antenner, en rundstrålande och en bakåtriktad. I normalfallet kunde man använda en antenn för vardera systemet där system A (talkommunikation) var ansluten till den rundstrålande och system B (datamottagning) till den bakåtriktade. Med antennvalsomkopplaren på manöverenheten kunde system B parallellkopplas med kommunikationen över den rundstrålande antennen.

Från manöverenheten hade flygföraren tillgång till följande funktioner:

- Kanalval av förinställda kanaler för talkommunikation
- Kanalval av förinställda kanaler för datamottagning
- Reglering av ljudnivå för hörtelefon
- Tillslag av kommunikationsutrustningen
- Inkoppling av tråjalsändning
- Antennval för datamottagning
- Normal/reserv- omkoppling



Flygradio Fr 21F

Teknisk data.

Allmänt

| | |
|---------------------|--------------------------------------|
| Frekvensområde | 100 – 159,95 MHz |
| Kanalseparation | 50 kHz |
| Frekvensnoggrannhet | +20 * 10 ⁻⁶ (Max 3.2 kHz) |
| Vågtyp | A3, F3 |
| Modulering | AM, FM |

| | |
|--------------------------------|---|
| Mottagaren | |
| Känslighet | $S+N/N > 10\text{dB}$ vid 4 uV, 1000 Hz, 30 % |
| Mellanfrekvenser | 1:a MF 16 MHz, 2:a MF 455 kHz |
| Lf-karakteristik | Tal: 350-3500 Hz, Data 350-8000 Hz |
| Dämpning av icke önskade sign. | 60 dB |

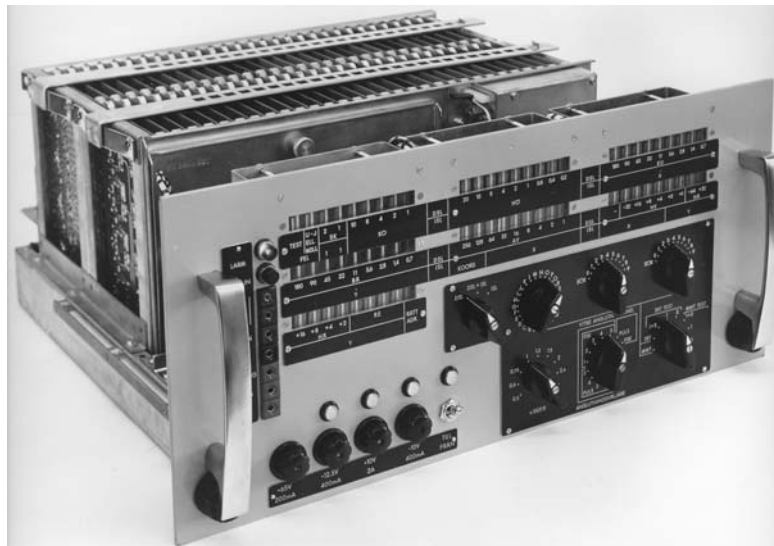
| | | |
|-----------------------------------|------|-----------|
| Sändaren | | |
| Nominell uteffekt högeffektsteg | 20 W | |
| Nominell uteffekt Lågeffektsteg | 5 W | |
| Moduleringsgrad | AM | Min 80 % |
| | FM | + - 7 kHz |
| Dämpning av icke önskade signaler | | 60 dB |

7.5 Teknisk kontrollutrustning

7.5.1 Allmänt

Under den inledande styrdataperioden kontrollerades datameddelandet med oscilloskop. Med dåtida oscilloskop med små skärmar, utan minnesfunktioner och fördröjt svep var det mycket ansträngande att läsa pulstågen för att kontrollera om innehållet var korrekt. Tekniken med oscilloskop gick snabbt framåt och med modernare enheter kunde pulstågen lagras och lättare kontrolleras. Trots detta var det ansträngande att läsa datameddelandena varför Kontrollmottagaren togs fram vilket avsevärt underlättade denna kontroll. För att underlätta underhållet togs ytterliggare kontrollutrustningar fram som kontrollsändare, meddelandeanalysator och testutrustning för flygplan.

7.5.2 Teknisk kontrollmottagare



Teknisk kontrollmottagare.

Den tekniska kontrollmottagaren var avsedd att kontrollera informationsinnehållet i datameddelandet. På dess frontpanel fanns glimlampor som representerade varje informationsbit i meddelandet och som tänd representerade en etta och som släkt en

nolla. Kontrollmottagaren kunde antingen installeras i ett stativ eller i en speciell låda som gjorde den transportabel.

- Sammanlagrarstativen och styrdatastativ H vid PS-08 var kablagemässigt förberedda för installation av teknisk kontrollmottagare.
- I de fall som den tekniska kontrollmottagaren användes som fristående instrument placerades den i den speciella lådan. Lådan innehåller en stabiliserad likriktare samt en 24-polig flatstiftkontakt för inkommande datasignaler och utgående larmsignal. På kontrollmottagarens frontpanel fanns följande manöverorgan:
- Hastighetsomkopplare
- Anslutningsväljare för stativmontage
- Adressomkopplare, med dessa valdes vilken flygplansadress som skulle mottagas och presenteras på panelen och vilket testmeddelande som skulle analyseras.
- Programvalsomkopplare, kontrollmottagaren kunde ta emot och presentera DSL och ISL meddelanden.
- Indikeringslampor, för information av databitar i inkommande datameddelande.

Databehandlingsdelen var uppbyggd på ledningskort och bestod av:

- Radiotonmottagare (transmissionskortet i flygdataomvandlaren FD 10)
- Kretsar för kontroll av U/J-bitar
- Lagringsregister för samtliga värdebitar
- Kretsar för kontroll av testmeddelande

Frekvensräknaren faskorrigerades av bitväxlingarna i inkommande datasignal.

När 12 ettor + 1 nolla inkommit, startades programmet och inkommande data inskiftades i registret.

Adressen avkändes, och om den överensstämde med inställd adress på panelen öppnades de övriga kretsarna för fortsatt behandling av inkommande data. Från inskiftningsregistret överfördes respektive undermeddelande i parallellform till respektive lagringsregister, under förutsättning att ettornas antal varit udda i undermeddelandet (U-J kontroll). Informationen i lagringsregistret presenterades på panelen med lampindikatorer, där binär etta = tänd lampa. På detta sätt kunde innehållet i styrdatameddelandet kontrolleras. (Indikeringarna utfördes med indikeringslampor typ DM 160).

Kontrollmottagaren hade möjlighet att utföra en automatisk analys av samtliga bitar för såväl Flygttest som Marktest. Om någon bit var felaktig indikerades detta med "Test fel".

7.5.3 Taktisk kontrollmottagare



Taktisk kontrollmottagare.

Den ursprungliga avsikten med den taktiska kontrollmottagaren var att den skulle användas tillsammans med Solatrons simulatort som hjälpmedel vid undervisning på F2 Hägernäs. Biträdet vid simulatort genererade jaktteko. Med hjälp av informationen på kontrollmottagarens instrument styrde biträdet ekot så att ett jaktflygplans rörelser efterbildades.

Mottagaren tog emot styrdatameddelandet, med vald adress, varvid dess adressdel, skede, höjd, kommando, kurs och avstånd lagrades.

Registren för skede och kommando avkodades i diodmatriser som styrde ut lamptabåer. Registren för kurs, avstånd och höjd presenterades på visarinstrumentet.

Den taktiska kontrollmottagaren beställdes enligt specifikation "T63/14, utgåva 2" med prototypleverans 1 april 1964 och serieleverans av 10-12 enheter med leveransstart den 15/7 1964.

Den taktiska kontrollmottagaren användes senare även vid Rrgc/F för kontroll av utgående styrdata från radiosändare. Med hjälp av lokal radiomottagare kunde utsänt datameddelande till flygplan kontrolleras.

7.5.4 Meddelandeanalysator (MEDA)



Meddelandeanalysator MEDA

Meddelandeanalysatorn MEDA användes för att kontrollera styrdatameddelandena från ledningscentral till sändaren på radioanläggning. Kontrollsändaren anslöts till linjetonsändaren på ledningscentralen vid central och MEDA:n till linjetonsändaren på radioanläggningen. Med detta erhöles en god systemkontroll av styrdatameddelandet. För ett visst antal utsända styrdatameddelanden fick antalet registrerade fel inte överskrida ett angivet antal.

Med MEDA kunde förbindelser kvalitetsmätas under lång tid.

Dessa mätningar visade att betydligt fler bitfel uppstod för styrdatameddelandet på radiolänkförbindelserna än på tråd.

Enheten utgjordes av en styrdatamottagare med adress och feldetektorer till vars utgångar mekaniska räknare hade anslutits.

När adressen kommit in i skiftregistret undersöktes detta i adressdetektorerna och om adressen överensstämde med någon av de på panelen inställda stegades respektive ADRESS räknare fram ett steg.

Då testmeddelandeadress konstaterats registrerades detta på respektive räknare för test I/I eller test II/O och öppnade testmeddelandekontrollen. Med testmeddelandemkopplaren programmerades testmeddelandekontrollen antingen för Flyg- eller markttest. I testmeddelandekontrollen jämfördes bit för bit det inkommande testmeddelandet med det i enhet genererade testmeddelandet. Om avvikelser konstaterats för någon eller några bitar registrerades detta med ett steg på respektive räknare för FELAKTIGA TESTMEDDELANDEN.

U/J bitarna kontrollerades genom att antalet bitar i varje meddelande skall vara udda. Konstaterades fel stegades FEL U/J fram ett steg.

Kontroll skede av att skiljenollbitarna var nollor, vid fel stegades FEL NOLLOR-räknaren fram ett steg.

Då startkod mottagits registrerades detta på räknaren för INKOMNA STARTKODER.

Uteblev startkoden stegades räknaren för SAKNADE STARTKODER fram ett steg.

Enligt denna princip kontrollerades förbindelser och datautrustningar med hjälp av styrdatameddelandet och antal fel registrerades.

7.5.5 Kontrollsändare



Kontrollsändare

För kontroll av sammanlagrare och styrdataförbindelser kunde centralens styrdatainformation ersättas med kontrollsändaren för att ett säkert identifierbart utgående styrdatameddelande skulle erhållas. De olika informationsbitarna i styrdatameddelandet kunde manuellt inställas med tryckknappar. Med rattar på frontpaneler fanns möjlighet att ställa in olika sekvenser. Kontrollenheten var främst avsedd att användas för kontroll av sammanlagrare.

7.5.6 Funktionskontroll i flygplan av styrdata, signalanalysator och manöverenhet 3

För att kunna funktionkontrollera styrdatamottagningen i fpl togs följande utrustning fram för att ingå i servicebil 405 (Sb405):

- Provningsenhet FR (M3743-607010)
- Testsändare styrdata

Styrdatasignalen genererades i testsändaren och överfördes via provningsenhet FR på radio till fpl

7.5.7 Provningsenhet FR

Provningsenhet FR innehöll en kristallstyrd FM-modulerad signalgenerator. Den hade 8 frekvenser varav 2 var avsedda att användas för styrdataöverföring.

Provningsenheten användes för att funktionkontrollera fpl radio. Signalen matades till fpl ryggåsantenn via en koaxialkabel till en s.k. mätram som monterades på antennelementet. Mätrammen hade två antennloopar en för matning till antennen vid mätning av mottagarkänsligheten och en för mätning av antennströmmen vid radiosändning.

Provningsenheten hade förstärkare för talkommunikation mellan servicebilen och fpl via fpl centrala testuttag på ryggåsen.

På enheten satt en funktionsväljare för de olika mätfall som fanns, där fanns också en attenuator för inställning av signalgeneratorns utspänning.

I samband med att fpl kompletterades med ME3/signalanalysator modifierades provningsenhet FD i sb405 och försågs med en FM-signalgenerator som hade en fast frekvens.



Provningsenhet Fr i testbuss 35

7.5.8 Testsändare styrdata

Testsändaren var en styrdatasändare som hade en omkopplare för varje dataord. Dvs. adress, skede, kommando, avstånd, kurs, bäring, höjd, höjdvinkel och höjdändring. Enheten hade en omkopplare för val av dataöverföringshastighet. Varje omkopplarläge motsvarade en bit i respektive ord dessutom var max-lägena med. Dessutom genererades testmeddelande flygtest 1 och 2. Nackdelen med enheten var att man inte kunde simulera fel med den. Det enda fel som kunde simuleras var adressfel. Provningsenhet FD användes även på flottiljverkstaden där den ingick i provbänk FR/FD.



Testsändare styrdata i testbuss 35

7.5.9 Provningsenhet FD

Dataöverföringshastighet 3000 bit/s.
Fpl adress ställdes in
Därefter stegades respektive ords alla bitar igenom för kontroll mot utslagen på respektive indikator i fpl. Utslagen var toleranssatta i UFS.
När ME3/signalanalysator skulle kontrolleras monterades en speciell kanalvalsplugg på ME3 i stället för den ordinarie kanalvalspluggen.
”Testkanalvalspluggen” var programmerad med provfrekvensen. Det fanns en lysdiod som indikerade kanalväxlingspuls till signalanalysatorn.
Provningsen började med att man inte överförde datasignal till fpl och noterade lysdiodens blinkningar (3/sek).
Därefter anslöt man styrdatasignal så att ME3 ”fick ställa in provfrekvensen” och styrdata presenterades på fpl indikatorer, därefter felställde man adressen och noterade lysdiodens blinkningar.
Därmed kunde man verifiera att systemfunktionen var den förväntade.

8 Logiska kretsar, kretskort och leveranskontroll vid SRT

8.1 Allmänt

I samband med att halvledartekniken gjorde sitt intåg med först diskreta komponenter och senare IC-kretsar med en mängd funktioner i samma komponentkropp samt digitaltekniken med logiska funktioner blev det en snabb utveckling av kretskort speciellt under 60- och 70-talen. Först handlödades kretskorten men mycket snabbt kom maskinell våglödning igång.

Tekniken var ny och oprövad. I inledningen konstaterades att av uppkomna funktionsfel med nya enheter i operativ drift var den domineranden orsaken fel vid lödställen. Dessa fel kunde ha orsakats av dålig eller felaktig lödning som användning av fel lod, dålig rengöring, fel värme vid lödningen mm. Orsakerna fanns också att härleda till kretskorten som kunde bli böjda genom åldringsegenskaper som medförde sträckningar av komponentben och avbrott i komponenter, vibrationer som fortplantade sig in i komponenterna och gav skador.

Allt detta medförde att KFF/FMV inrättade en kvalitetsavdelning som helhjärtat ägnade sig åt de nya kvalitetsproblemen och tog fram ett omfattande regelverk med bland annat krav på förbindningsteknik. Detta kvalitetsarbete resulterade i en stor kvalitetsförbättring. Kretskort av glasfiberlaminat utvecklades med genomplätterade hål för komponenter, flerskiktsfolie och mycket tillförlitliga våglödningsmaskiner. Allt detta medförde att de tidigare så vanliga funktionsfelen beroende på dåliga förbindningar nästan helt försvann. Då detta på 60- och 70-talen innebar mycket stora aktiviteter är det värt att dokumentera och bevara för eftervärlden. Det följande beskriver en del av denna verksamhet med exempel tagna från vissa delar av styrdatasystemet. Styrdatasystemet var en föregångare med införandet av logiska kretsar med halvledare och kretskort och också en föregångare när det gällde att identifiera problemen och att höja kvalitén.

8.2 Logiska kretsar


Huvuddelen av styrdataenheternas innehåll utgjordes av kretskort med logiska kretsar som arbetade med binära storheter. Detta var en ny oprövad teknik som framförallt Kjell Mellberg vid SRT på ett förtjänstfullt sätt utvecklade. För att matematiskt göra tekniken känd för medarbetare och kunder utarbetade han ett kompendie, Digitalteknikens grunder, där det följande är hämtat från.

Grundelementen utgjordes av passiva diodgrindar av ”och” samt ”eller” typ, förstärkare för invertering och olika förstärkningsändamål samt bistabila flipp-floppar som binärräknare och för minnesfunktioner.

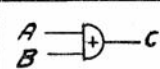
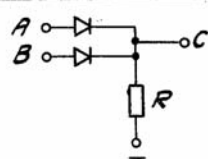

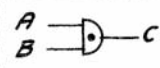
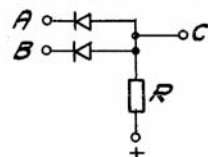
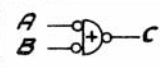
I det följande visas två av de i styrdatasystemet vanligast förekommande kretslösningarna.

Grindtyperna i bilden nedan är av statisk typ dvs. de ”känner” statistiska nivåer.

DIODGRINDAR. (PASSIVA LOGISKA KRETSAR).

GRUNDSYMBOL: 

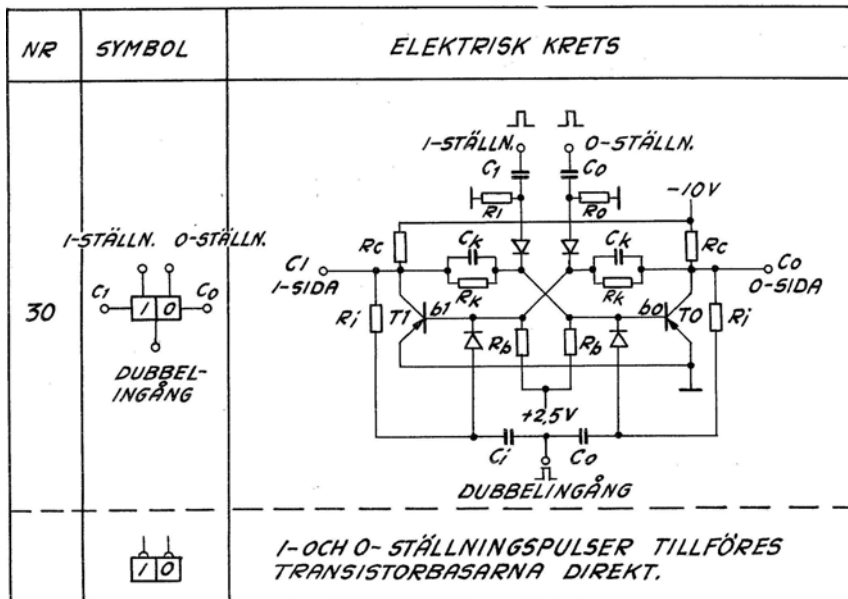
+ MOTSVARAR SPÄNNINGSNIVÅN 0V
 - " " " " " " -10V

| NR | SYMBOL | "1" | FUNKT. | ELEKTRISK KRETS | A | B | C |
|-----|---|-----|----------------------|--|---|---|---|
| 10a |  | + | ELLER $A+B=C$ |  | + | + | + |
| 10b |  | - | OCH $A \cdot B=C$ | | - | - | - |
| 11a |  | + | OCH $A \cdot B=C$ |  | + | + | + |
| 11b |  | - | ELLER $A+B=C$ | | - | - | - |

Diodgrindar.

En annan vanligt förekommande krets var bistabila flipp-floppar. Den var huvudsakligen uppbyggd av två inverterade förstärkare där utgången på den ena är återkopplad till ingången på den andra. Den vanligaste typen var enligt nedan. Flipp-floppen har två stabila lägen karakteriserade av att den ena transistoren är fullt ledande och den andra strypt. Genom påverkan utifrån kan flipp-floppen fås att inta önskat läge. Flipp-floppen är således ett binärt element och dess två lägen betecknas 1 och 0.

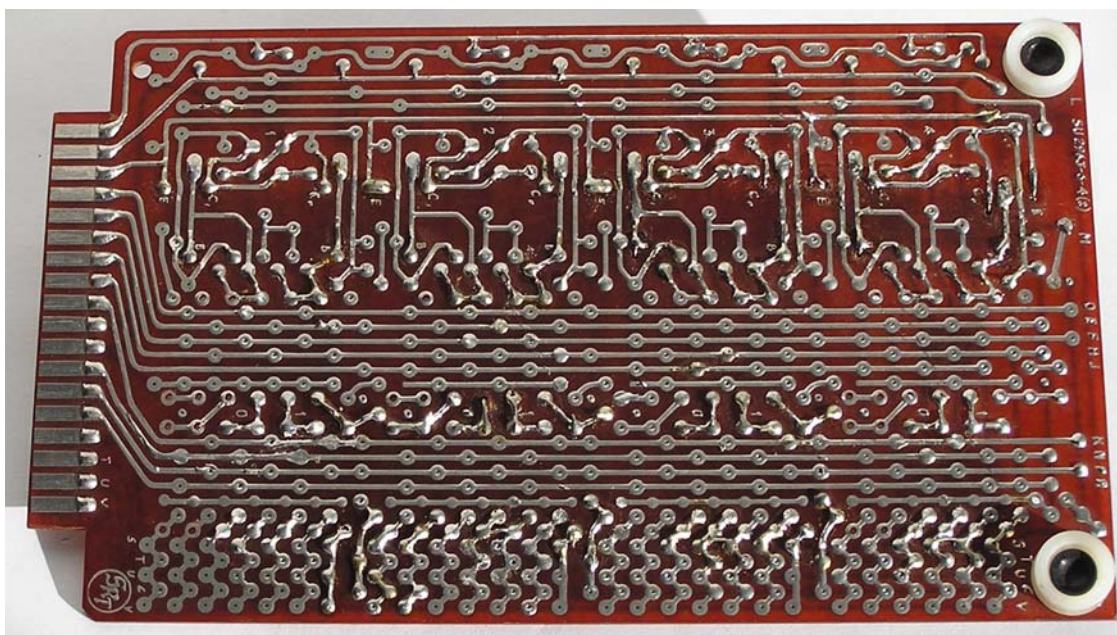
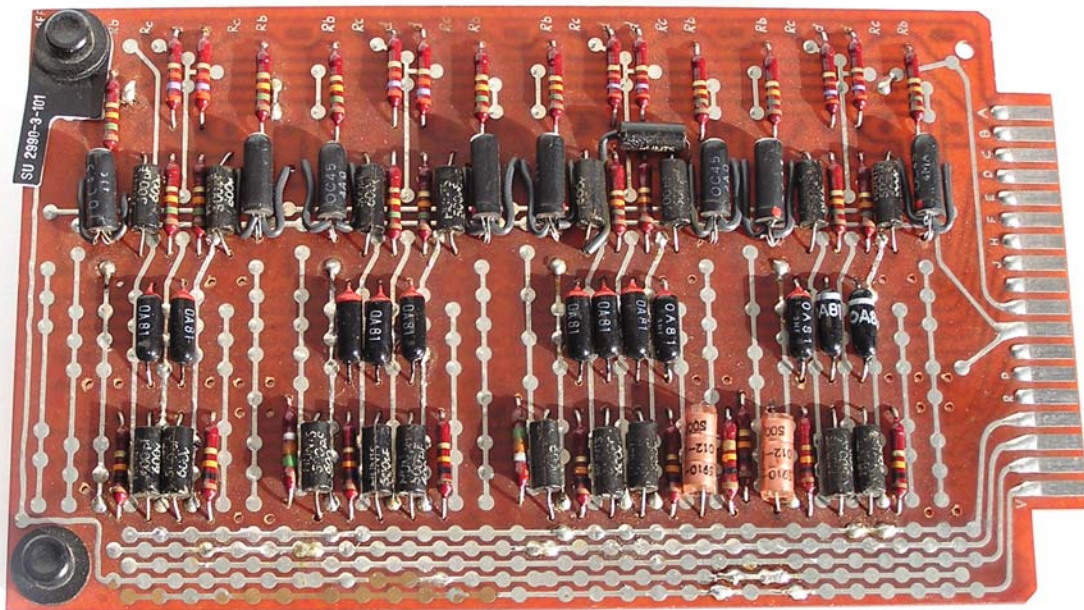
BISTABILA FLIPP-FLOPPAR



Bistabil flipp-flopp.

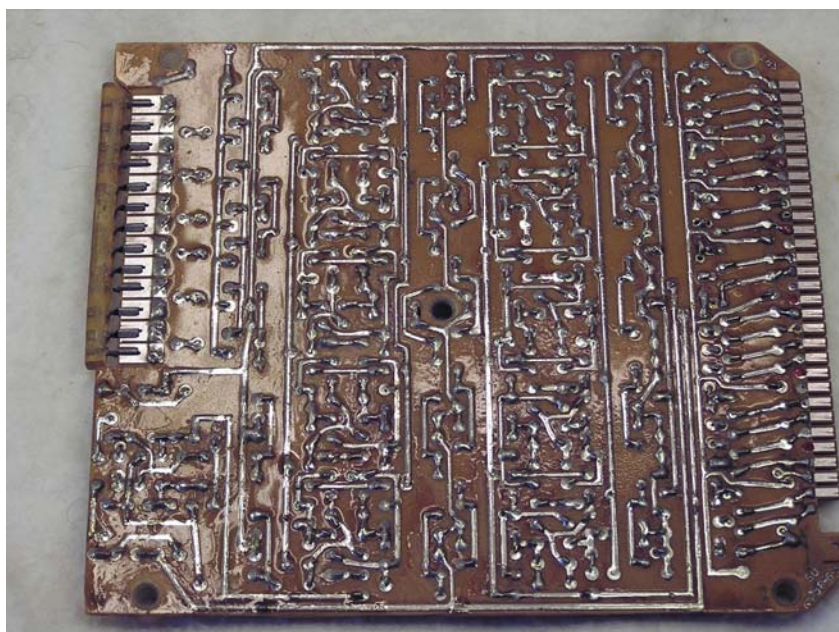
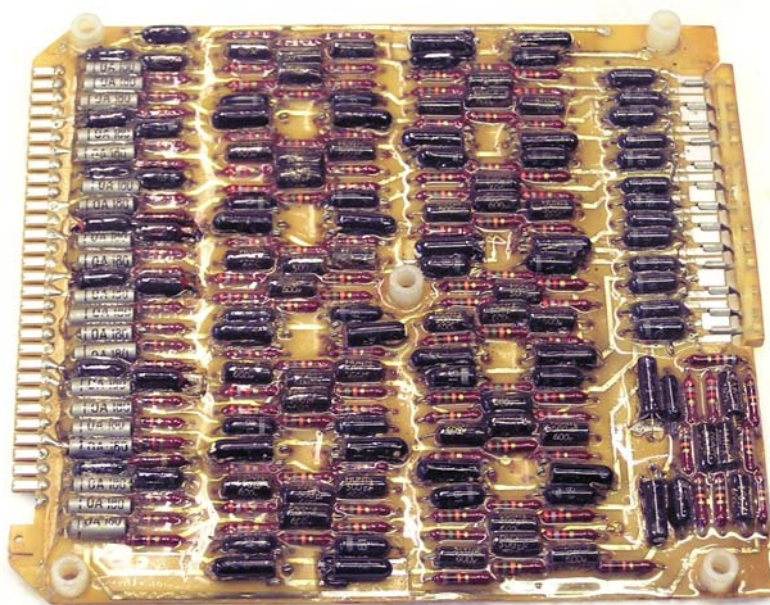
8.3 Kretskort

Den första generationen kretskort som SRT tog fram för PS-08 innehöll halvledare av germanium och kretskort av epoxyaminat. Kretsarna byggdes upp med diskreta komponenter vilket innebar att varje kretskort innehöll ett fåtal grindar och vippor. Tillgången på halvledare var knapp och framförallt var spridningen i data stor. Detta medförde att SRT blev tvingade att testa varje halvledare och med färgprickar klassificera komponenterna. Kretskortet nedan är ett exempel på denna generation och är ett kort från prototypen för sammanlagrare 1. Korten har 4 st flipp-floppar och 8 diodmatriser, germanium glas transistorer OC 45. Kretskortet har tryckt foliemönster och handlödda förbindningar. Period 1959-1965. Denna typ användes för datalänkar och DBU 208 alltså PS-08 ledningscentral.



Kretskort prototyp sammanlagrare och givaravsökare.

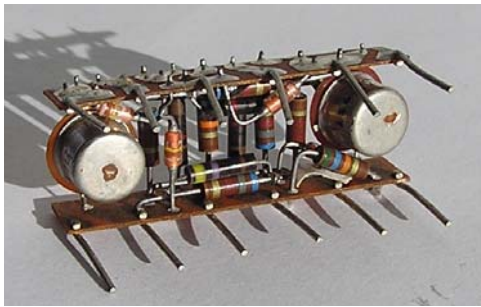
Följande bilder visar ett kretskort för styrdataomvandlare FD 10. Komponenterna består av dioder typ OA81 och OA180 samt OC45 transistorer. Kretskorten kännetecknas av att de har tryckta foliemönster. För att få bättre miljöegenskaper är kretskorten lackade. Den undre bilden visar kretskortets undersida med de bockade komponentbenen och manuella lödningarna.



Kretskort Styrdataomvandlare FD 10.

Kretskorten för styrdataomvandlare FD 11 kännetecknades av att hemmagjorda integrerade kretsar tagits fram, kiselhalvledarna hade gjort sitt intåg, glasfiberlaminat med genomplätterade hål för komponentbenen och av att våglödning införts. Nedanstående visar FD11 oscillatorkort.

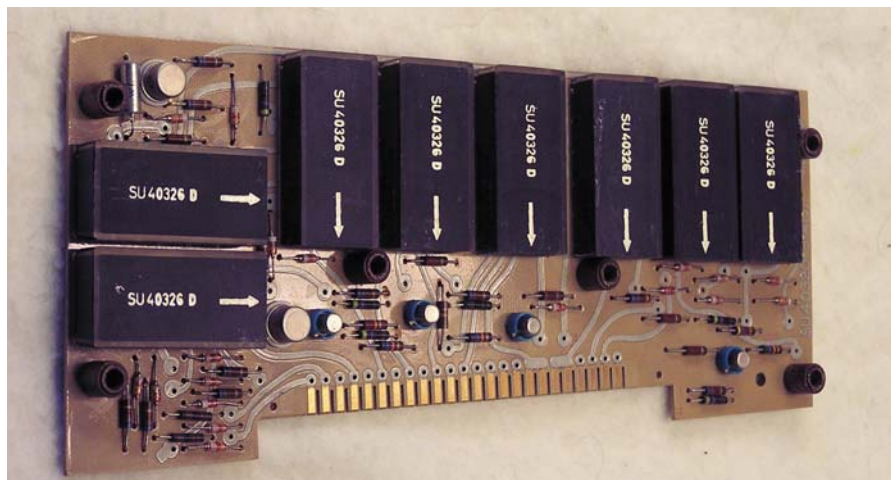
Här hade en stor teknikförändring skett. Den mängd av diskreta komponenter som fanns på FD10 kretskort hade ersatts av svarta block som innehöll kiselkomponenter och "Flipp-flopp" vippor. Dessa klossar gjordes av SRT och bestod av små kretskort med komponenter som gjutets in med en speciell gjutmassa.



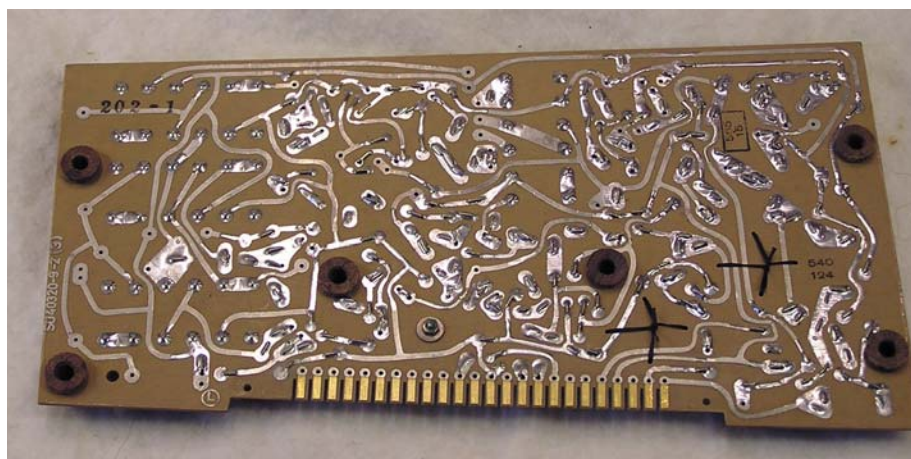
Kretskort före ingjutning



Ingjutet "Flipp-flopp block" FD 11

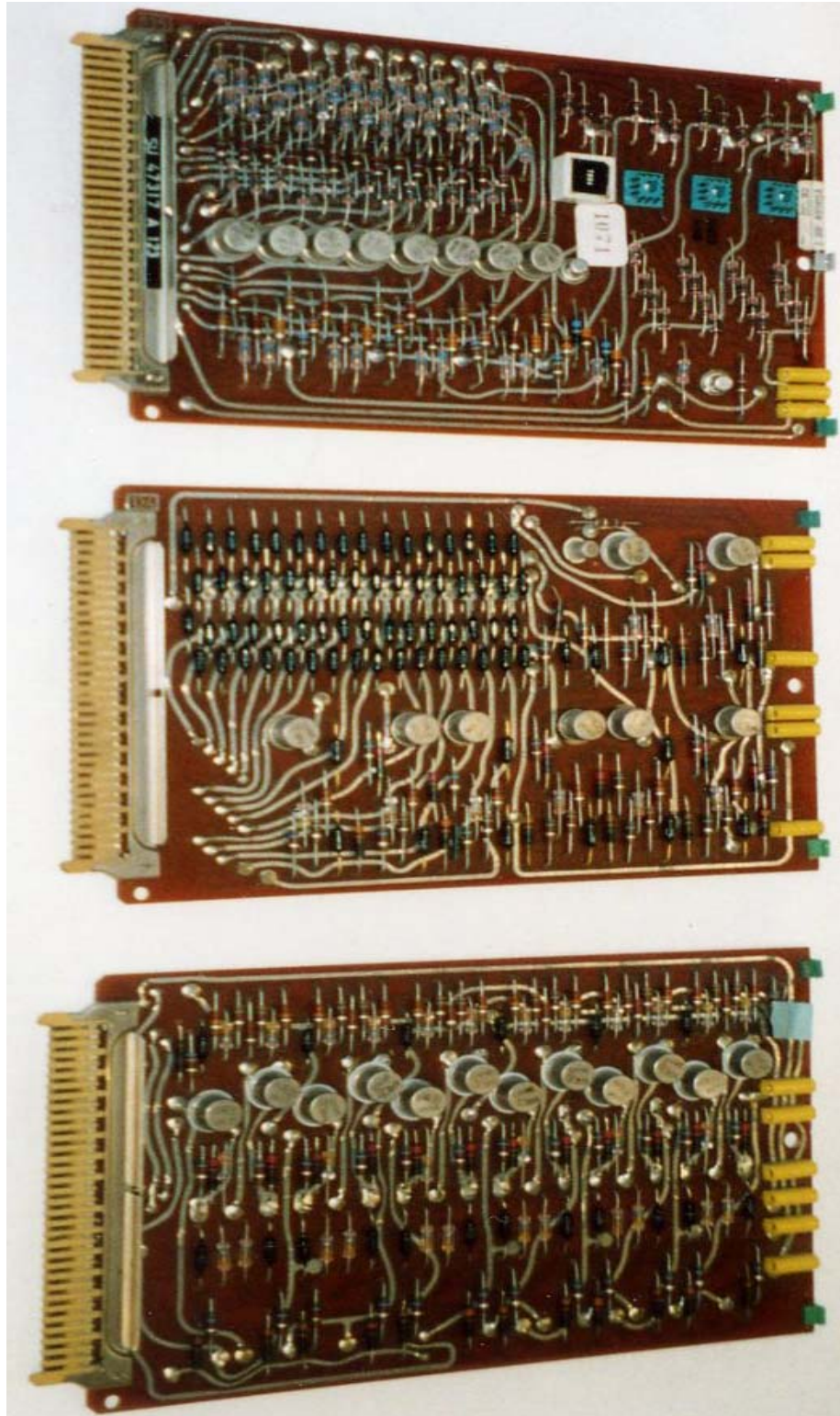


Styrdataomvandlare FD11 programdel ovansida.



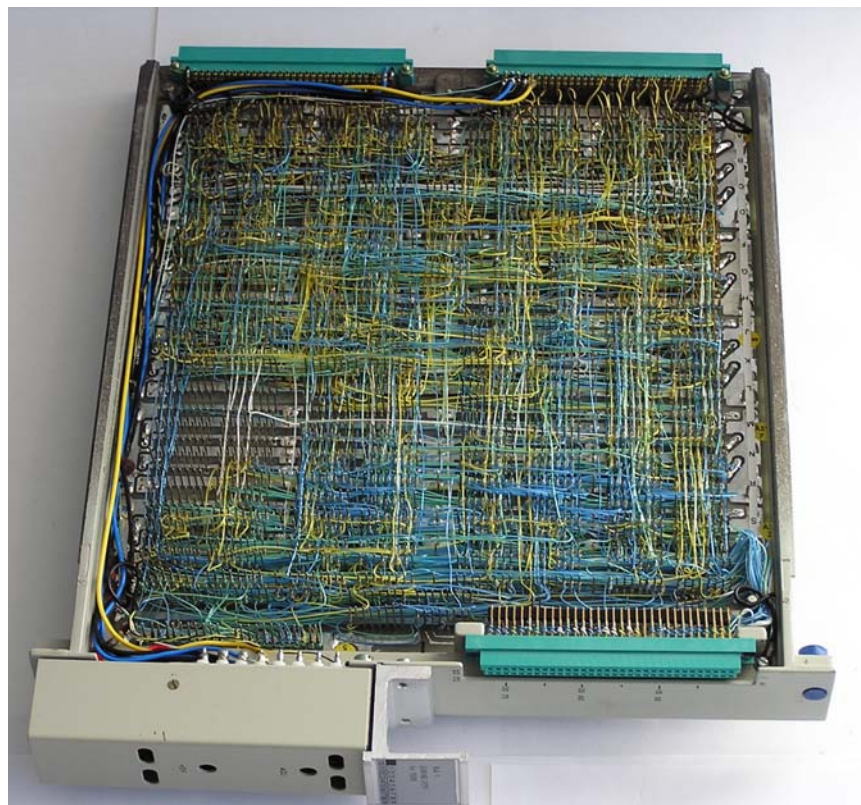
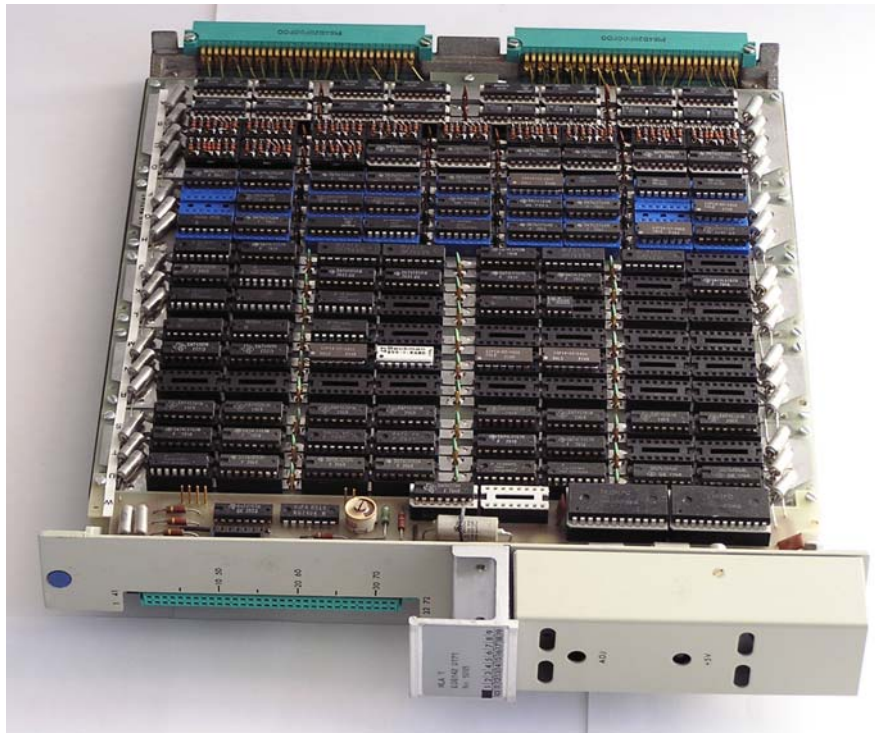
Styrdataomvandlare FD11 programdel baksida.

Under åren 1963-1968 togs ett stort antal kretskort fram för RGC med tryckta ledningsmönster och handlödda förbindningar. Halvledarna utgjordes av kiseltransistorer med TO 18 hölje. Korten placerades i löstagbara ISEP-kassetter med lödda förbindningar. Kassetterna monterades i stora fasta svängarmar i stativen.



Kretskort tidigt ISEP för Rrgc/F

Under en kortare tidsperiod mellan 1965-1969 infördes kretskort med virade förbindningar. Komponenterna hade ersatts med integrerade kretsar som var monterade på kretshållare med ben som lämpade sig för virning. Denna typ av kretskort användes för Censor 932V och i Sammanlagrare typ 2.



Kretskort med IC-kretsar och virade förbindningar som användes för sammanlagrare 2 och Censor 932 V.

8.4 Leveranskontroll vid SRT

Leveranskontrollen vid SRT var av stor omfattning. Utrustningarnas funktioner bestod till sin huvuddel av ett stort antal ”vippor” för den binära funktionen som i sitt första skede var uppbyggda med diskreta komponenter. Detta medförde att kretskorten innehöll mycket komponenter med ett fåtal funktioner per kretskort. Under 60 och 70-talen skedde en snabb utveckling med komponenter och kretskort vilket kom att återspeglas under utvecklingen av styrdatasystemets enheter och som återges i det följande. Det här är även en beskrivning över KFF/FMV kontrollinsatser och dess utveckling.

Utrustningarnas kvalitet och tillförlitlighet under denna tidsperiod bestämdes till stor del av hur lödningarna på kretskorten var utförda. Dåliga lödningar som kallödnings och vätfel var den stora källan till funktionsfel där den operativa miljön med temperaturväxlingar och vibrationer påskyndade brister. Under 60-talet kunde 90 % av funktionsfelen hänföras till dåliga lödningar.

Kravet på mjuklödningar angavs i en speciell lödnorm TV 22. I inledningen angavs att varje mjuklödare skulle ha en för produktionen lämplig utbildning som bland annat bedrevs vid CVA i Arboga. Denna kurs var på en vecka och avslutades med ett praktiskt prov. Kursen beskrevs av de flesta deltagarna som mycket jobbig och påfrestande. Många var dom som blev underkända på det första provet och som fick försöka med ett andra prov. Nils Pettersson CVA var chef över kursverksamheten i Arboga och var ett känt namn och nyttjades flitigt av KFF/FMV för att hos de företag som fått försvarsbeställningar genom internutbildningar öka lödkvalitén.

Under större delen av 60-talet utfördes alla mjuklödningar manuellt med lödkolv. Kretskorten var av epoxylaminat med tennfoliemönster på undersidan där ovansidans komponenter stacks ned genom hål, bockades och mjuklöddes. Norm TV 22 angavs exakt hur detta skulle göras, hur rengöring och ytbehandling skulle vara, att komponentbenen skulle vara 2-6 mm efter bockningen, hur lodet skulle vara, max 15% vätfel fick finnas mm. Andra normer angav kraven på laminat, hur komponentmärkningen skulle vara mm.

Vid FMV inrättades en speciell kvalitetsavdelning ELSK där K G Andersson var chef. Mycket tid och arbete lades ned för att öka kvalitén hos leverantörerna och ett poängsystem infördes där FMV kontrollanter skulle poängsätta resultatet från leveranskrollerna för att dels ”stressa” leverantörerna till ett bättre resultat vid nästa leverans och dels för att kunna jämföra kvalitén hos olika leverantörer. Med detta ökade motsättningarna mellan leverantörernas produktionsansvarig och kontrollanterna. Otaliga var de diskussioner som fördes om vilka poäng en dålig lödning skulle ha, om det var kallödning eller vätfel, om vätfelet var under eller över 15 %, om lödningen var överhettad och korning eller ej.

Många är historierna om dylika diskussioner. Ett fall från SRT berättar att en kontrollant inte orkade med diskussionen med företaget utan åkte hem och ringde från Bro och sa att partiet var underkänt. Detta var självklart inte bra varken för leverantören eller för kunden. På sikt överfördes kontrollansvaret till FMV saksida och en mer flexibel och praktisk syn kom att gälla. Ett bra resultat bygger på ett respekterat förhållande mellan kund och leverantör.

Men utvecklingen av kretskort gick framåt, epoxyaminaten ersattes med kretskort av glasfiber, den manuella lödningen ersattes med lödmaskiner, komponenthållen genomplätterades och lödkvalitén ökade enormt. De diskreta komponenterna ersattas av kretsar som innehöll ett stort antal funktioner.

Idag, år 2004, utförs troligen ingen okulärkontroll av mjuklödningar och funktionsfel förorsakade av lödfel är sällsynta. Ovan angivna förhållanden är historia och återges med viss nostalgi om dåtida förhållanden.

Den elektriska kontrollen utfördes på fullbestyckade enheter där funktionen mättes med speciella instrument, dekadtransformatorer. Här kontrollerades exempelvis varje bit relativt ett normalvärde som kunde vara 30v t-t. Avvikelsen noterades i % av avvikelsen från normalvärdet. Det stora felutfallet var lödningarna och det var det klart dominerande kontrollresultatet.

Den första generationen kretskort som SRT tog fram innehöll halvledare av germanium och epoxyaminatkretskort.

Tidigare bild har visat ett kretskort för FD 10 med aralditförankring och lackning. Komponenterna består av dioder typ OA81 och OA180 samt OC45 transistorer. Vid vibrationsprov konstaterades att komponenterna rörde sig och de förankrades med araldit. För att klara fuktkravet lackades kretskortens över- och undersidorna med polyuretanlack. Genom detta erhöles en bra förankring mot vibrationspåkänningar och stor fukttålighet. Genom lackningen erhöles en viss optisk förvrängning av lödställena vilket inte underlättade tidigare beskriven lödbedömning.

FD10 började levereras 1961. Under tillverkningen konstaterades en del problem som t.ex. spruckna kondensatorer avbrott i spetsdioder p.g.a. dragpåkänningar i tilledarna orsakade av temperaturutvidgningen i gjutmassan/aralditen, knäckta glaskapslar på transistorer av samma orsak. När detta konstaterats slutade man använda araldit på de enheter som återstod att leverera. Redan levererade enheter åtgärdades genom att aralditen skars bort runt alla glaskapslade komponenter.

I slutet på 1960-talet uppträdde en intermittent felyttring som visade sig vara svår att isolera. Flygförarens anmärkningar (ryckande indikeringar) kunde verifieras men den bakomliggande felorsaken var svårare att finna. Felyttringen tydde på överledning i det interna kablaget men kunde inte påvisas. Vid undersökning av kretskortens anslutningar till kablaget med mikroskop kunde man till slut upptäcka att ”påskjutskontaktarna” (av fabrikat AMP) hade nålformiga utskott som gjorde kontakt mot intilliggande påskjutskontakt. Vid förfrågan hos kontakttillverkaren rekommenderades byte av kontakttyp vilket inte var möjligt. De nålformiga utskotten konstaterades vara nålformiga tennkristaller, kända i litteraturen som ”whiskers” och de uppstår på detaljer som pläterats elektrolytiskt med tenn i surt bad. Eftersom signalerna var svaga förmåddes inte de 50 mikro tunna kristallerna brännas av signalen. För att eliminera felorsaken borstades därför alla kretskortskontakter mekaniskt och rengjordes. Efter denna åtgärd återkom inte felyttringen så länge FD10 var i tjänst.

Halvledartekniken utvecklades snabbt. När FD11 skulle tas fram hade kiselhalvledarna gjort sitt intåg samt glasfiberlaminat med genomplätterade hål för komponentbenen. Tidigare bild har visat FD11 programdel.

Här hade en stor teknikförändring skett. Den mängd av diskreta komponenter som fanns på FD10 kretskort hade ersatts av svarta block som innehöll kiselkomponenter och ”Flipp-Flopp” vippor. Dessa klossar gjordes av SRT och bestod av små kretskort med

komponenter som gjutets in med en speciell gjutmassa. Detta var suveränt ur förankrings och fuktsynpunkt. Men verkligheten visade att det blev avbrott i blocken under flygningarna. Det visade sig att hålen i de små kretskorten var något för stora relativt komponentbenen och att vibrationer under flygningarna gav utmattningseffekter hos gjutmassan vilket medförde att lödningarna släppte från kretskorten. Detta fick till följd att reservdelslagret hos FMV förbrukades snabbare än predikerat. Med genomplätterade hål och maskinlödning ökade lödkvaliteten avsevärt och behovet av allkontroll av lödningarna kunde släppas och övergå till stickprovskontroll.

Under en kort tidsperiod användes virade förbindningar i produktionen. Virningarna utfördes med speciella virtänger som med ett angivet moment virade förbindningstråden runt IC-hållarbenet och därmed fick en kallflytning mellan tråden och benet. Förbindningarna blev mycket bra och uppvisade hög tillförlitlighet. Kontrollen övergick mer till att kontrollera virverktygens dragmoment och eventuella förslitning i stället för att kontrollera varje enskild förbindning. Visade funktionskontrollen att enhetens funktion var riktig kunde modulen godkännas för leverans.

Nästa generation av kretskort blev kretskort med glasfiberlaminat, genomplätterade hål och maskinlödning. Nu hade tekniken gått framåt med stora steg. Stora kretskort med ett stort antal tätt placerade IC-kretsar medförde att ett kretskort kunde innehålla ett mycket stort antal funktioner. Glasfiberlaminaten gjorde kretskorten mycket stabila och de motstod såväl vibrations- som temperaturpåkänningar. Lödmaskinernas kvalitet hade ökat och med den säkerhet som de genomplätterade hålen gav lödningarna blev dessa nu mycket bra. Okulärkontrollen av kretskort hade nu nästan upphört.

Den från 60-talet så dominerande lödkontrollen hade nu nästan upphört. Utrustningarna genomgick en elektrisk slutkontroll av köparen. Felutfallet under operativ drift som kunde hänföras till produktionsfel mycket sällsynta. Av de fel som hittades kunde en mycket liten del av dessa härledas till dåliga lödningar.

Erik Åhman berättade en kuriosa från leveranskontrollen av Sammanlagrare som på ett tidstypiskt sätt återger hur vissa kontroller gick till och samspelet leverantör – kontrollant:

”Vid leveranskontrollen av de båda prototyperna till sammanlagrarna provades dessa i såväl värme 40 grader och kyla. För att praktiskt arrangera detta anskaffades brödrostar för uppvärmning av hela stativet, och frysboxar för elektronikenheterna för kyla. Vid kontroll med nätspänningsvariation visade det sig att Sammanlagrarna fungerade även vid mycket låg nätspänning. Även när spänningen var så låg att indikeringslamporna för kraften på Sammanlagrarna slocknat. Då var nätspänningen under halva nätspänningen. Då trodd kundkontrollanten Stig Stål från CVA att han var lurad!!”

Den kvalitetsorganisation som byggdes upp vid FMV började minska i omfattning och idag kan den vara mycket svår att hitta.

60-talets leveranskontroller med lödkontroll är nu en kuriosa men den hade sådan omfattning att den är väl värd att dokumentera och bevara för framtiden.

9. Förkortningar

| | |
|--------------------------|--|
| Admop | Administrativ operatör |
| AGA | Aktiebolaget Gas Ackumulator |
| AHK indikator | Indikator i flygplan för Avstånd, höjd och Kommando |
| AM | Amplitud Modulering |
| ASEA | Allmänna Svenska el aktiebolaget |
| AVC | Automatic Voltage Control |
| Baby LOS | Arbetsnamn på PS-08 OP-rum |
| BAS 60 | Det svenska flygbassystemet från 1960 |
| Bas 90 | Flygbas modell 90 |
| BISTO | Datalänk för Bloodhuond systemet |
| CCITT | Consultative Committee on International Telephony and Telegraphy |
| CDMA | Code Division Multiple Access. |
| CEFYL | Centrala flygtrafikledningen. |
| CEL | Chefen för Elektroavdelningen vid KFF |
| Censor | Benämning på dator från SRT |
| CFF | Chefen Flygförvaltningen |
| CFV | Chefen för Flygvapnet |
| CVA | Centrala flygverkstaden Arboga |
| Datasaab Barkarby | Hopslagning av Datasaab och SRT vid Barkarby |
| DBU | Databehandlingsutrustning |
| DBU 205 | Databehandlingsutrustning vid Rrgc/F |
| DBU 208 | Databehandlingsutrustning vid PS-08 |
| DME | Distance Measurement Equipment, utrustning för avståndsmätning |
| MoD | Ministry of Defence |
| DSL | Direkt stridsledning |
| ELB | Bevakningsbyrån vid KFF Elektroavdelning |
| ELF | Flygplansbyrån vid Elektroavdelningen |
| ELP | Radarbyrån vid KFF Elektroavdelning |
| ELR | Radiobyrån vid KFF Elektroavdelning |
| ELT | Telebyrån vid KFF Elektroavdelning. |
| FC | Försökscentralen i Linköping |
| FD-10, FD-11 | Styrdataomvandlare |
| FF | Kungliga Flygförvaltningen. Byte namn 1968 till FMV |
| FFRL | Försvarets fasta radiolänknät |
| FM | Frekvens/Fas modulering |
| FMR- | Fast Mark Radio följt av typ nummer |
| FMV | Försvarets Materiel Verk. Nytt namn för KFF |
| FOA | Försvarets forskningsanstalt |
| FortF | Fortifikationsförvaltningen |
| Fpl 35 | Det svenska militära flygplanet Draken. |
| FRAS | Flygvapnets Radarskola |
| FRAS | Flygvapnets radarskola |
| FRAS | Flygradio |
| FS | Flygstaben |
| FS/OP | Flygstabens operativa avdelning |
| FS/S | Flygstabens signalavdelning |
| FTN | Försvarets telenät |

| | |
|------------------|--|
| Fur Hat | Arbetsnamn på ledningssystemet för Lfc typ 1 |
| ISL | Indirekt stridsledning |
| JAL | Jaktstridsledare |
| Jc | Jaktcentral dit Lc rapporterade och från vilken jaktflyg beordrades. |
| J-kurva | Jaktkurva |
| KATF | Kungliga Arme Tyg Förvaltningen |
| KC | Kommandocentral vid flygbas |
| KFF | Kungliga Flygförvaltningen, benämnes vanligtvis FF. |
| KTH | Kungliga Tekniska Högskolan |
| KV | Kortvåg |
| Lc | Luftbevakningscentral dir Ls rapporterade |
| Lfc | Luftförsvarscentral |
| Ls-torn | Luftbevakningstorn för optisk bevakning. |
| LUFOR | Luftförsvarsorientering |
| LV | Långvåg |
| MARA | Manöversystem radio, flygtrafikledning |
| Måled | Målföljningsledare |
| Målobs | Målobservatör |
| PAR | Precision Approach Radar, inflygningsradar |
| PC-stril | Provcentral stril |
| PN-521 | "Barbro", inflygningshjälpmedel |
| PN-59 | För presentation av PN-521 och PN-601 i flygplan |
| PN-601 | "Anita", landningshjälpmedel för avstånd. |
| PPI | Plan Position Indicator. Radarskärm |
| PS- | Benämning på radarstationer med efterföljande typnummer |
| RAM | Read access memory |
| RAS 90 | Radiosystem 90 som senare fick namnet TARAS |
| RGC | Tidig betäckning på Radargruppcentral, ersattes av Rrgc/F |
| RIR | Rörligt indikatorrum, senare Rrgc/T |
| RK- | Benämning på Radiokanal med löpande typnr. |
| RL- | Radiolänk med löpande typnr. |
| Rrbi | Radarbiträde |
| Rrgc/F | Radargruppcentral fast |
| Rrgc/T | Radargruppcentral transportabel |
| Rrjal | Radarjaktledare |
| SELCAL | Selektivt uppkallningssystem |
| SOS 70 | Systemutredning Stril 70 |
| SP | Statens Provningsanstalt |
| SRF | Standard Radio Fabrik sedermera SRT |
| SRT | Standard Radio & Telefon AB, Svensk tillverkare av utrustningar för ledningscentraler mm. |
| Stanssaab | Företagsombildning av SRT med Saab |
| StriC | Stridsledningcentral |
| Stril 59 | Benämning på ledningssystemet vid PS-08 op-rum. |
| STRIL 60 | Stridsledningssystem 60. |
| Stril 60 | Stridsledningssystem modell 60 |
| Styrradio | Radiosystem för automatisk stridsledning av svenska jaktflygplan. Benämndes senare som styrdatasystemet. |

| | |
|-------------------------|---|
| T1F3/M | Linjetonmottagare |
| T1F3/S | Linjetonsändare |
| T1G2/S | Radiotonsändare |
| TAC | Den av Marconi utvecklade transistoriserade datorn för stridsledning. |
| TALAB | Konsultföretag som tillkom för att stötta flygvapnet med bla. Stril 60. |
| TARAS | Taktiskt radiosystem |
| TDMA | Time Division Multiple Access. |
| Teleservicebaser | TSB, Regionala underhållsinstanser |
| Televerkstäder | TV, Regionala underhållsinstanser, 6 st. Ersattes av Teleservicebaser. |
| TELUB | Teleindustrins utvecklingsbolag. Slogsihop med TUAB och bildade Teleplan. |
| TL | Trafikledare fält |
| TLF | Trafikledare fält |
| TMR- | Transportabel Mark Radio med löpande typnr. |
| TP | Transportabel |
| TU-16 | Badger. Ryskt bombflygplan från 1950-talet |
| TU-22 | Backfire. Ryskt bombflygplan från 70-talet |
| TUAB | Teleutredningar AB. Slogsihop med TALAB och bildade Teleplan. |
| TUStril | Teknisk taktisk utbildning för stridsledning |
| TV | TeleVerkstäder, underhållorganisation under 1960-talet. |
| TVL | Försöksanläggning för luftbevakning och stridsledning, Hägernäs |
| UHF radio | Frekvensområde inom Flygvapnet 225-400 MHz |
| UK | Ultrakortvåg, under 50-talet avsågs frekvensområdet 80-200 MHz. |
| VHF radio | Frekvensområde inom Flygvapnet 103-156 MHz |
| ÖB | Överbefälhavaren. |



Efter ingenjörsexamen i Örebro anställdes Arne Larsson 1964 vid dåvarande Centrala Verkstaden i Arboga (CVA). CVA tillhörde vid den tiden Kungliga Flygförvaltningen (KFF) som central underhållsverkstad för såväl marktelemateriel som flygplan. Arne Larsson kom att tillhöra kommunikationsavdelningens radiosektion där han var verksam i olika roller till dess att han gick i pension 40 år senare.

Direkt vid sin anställning kom Arne Larsson i kontakt med KFF radiobyrå med arbetsuppgiften att som konsult utföra leveranskontroll av den då nya basradiostationen och av radiostation RK-02. Med tiden kom Larsson att arbeta med allt mer kvalificerade uppgifter såsom framtagning av specifikationer och annat tekniskt underlag inför materielanskaffning.

Som exempel på materielsystem som L medverkat till vid såväl framtagning som vid förbandsintroduktion kan nämnas det nya radiosystemet för flygtrafikledning med radiostationerna RK-03 och RK-11, filterkaviteter, antennfördelare, manöversystemen MARA och RAME, radio för TLF, radio för räddningspersonal mm.

För FMV radiobyrå utvecklades speciella dokument för installation, driftsättning och överlämning till förvaltande instanser av utrustningarna vid militära flygplatser och flygbaser. Här kan även de speciella radiokorten nämnas. Dessa aktiviteter ledde fram till långvariga kontakter med förbandspersonal som kvarstod under Larssons hela verksamhetstid.

När kvalitetsfrågor kom i fokus under 60- och 70-talen deltog Arne Larsson som konsult till den nybildade kvalitetsavdelningen ELSK. Han bidrog aktivt med framtagning av kvalitetsnormer för att höja kvalitén på flygvapnets marktelemateriel.

Materielunderhåll bedrevs under 60-talet huvudsakligen som apparatunderhåll. Arne Larsson medverkade aktivt till att införa ett funktionstänkande för underhåll av radiosystem vid flottiljer och flygbaser med framtagning av direktiv och anvisningar för funktionsunderhåll samt med funktionell driftuppföljning.

Huvudmannaskapet och ägarförhållandet av CVA kom att förändras ett stort antal gånger liksom företagsnamnet. Arne Larsson blev kvar under alla åren vid den organisationsdel som var verksam med radio och navigation. Först som konsult och från 1983 som sektionschef och från 1995 som affärsenhetschef.

Verksamheten under de senaste 20 åren omfattade de flesta av flygvapnets markradiosystem som FYL-radio, Stri-radio, Bas-radio, Lufor och LV-order samt navigationssystem.