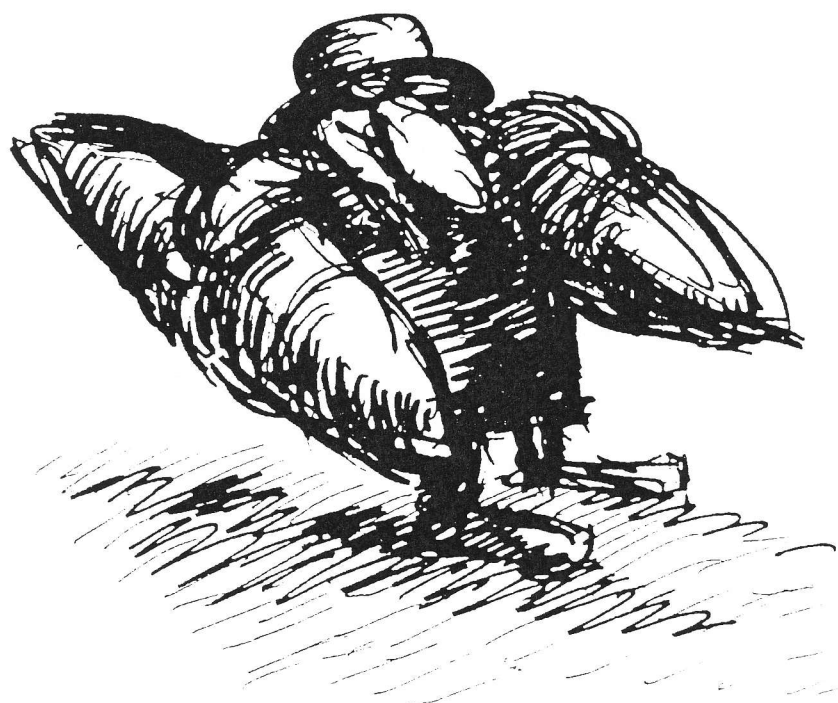




MOTMEDEL
INOM
SVENSKA FLYGVAPNET
1945-2005

INTERVJUSAMMANSTÄLLNING

bengt.bergkvist@gmail.com

INLEDNING

Under min tid vid Flygvapnets Försökscentral i Malmslätt blev jag intresserad av motmedel, såväl av tekniken som av de människor som ägnade sig åt sådan verksamhet. Även efter det att jag övergått till "fiendesidan" och själv börjat med radarkonstruktion, behöll jag mina kontakter och började alltmer intressera mig för motmedlens historia. I början av 2000-talet stödde SAAB AB, där jag då var anställd, aktivt denna verksamhet, och kontakterna med motmedelsfolk tog alltmer formen av dokumenterade intervjuer. Denna rapport utgör en sammanfattning av dessa intervjuer.

Den person som bidragit mest till rapporten är Niklas, N E Nilsson, f.d. FMV, ur vars otroligt goda minne jag kunnat hämta hem mycket information om motmedelsutvecklingen från 1947 fram till 1990-talet. Ett femtiotal andra personer från FMV, stab och industri, har också lämnat information, speciellt kring motmedelshistorien under de senaste 20 åren.

Rapporten är en sammanställning av i huvudsak teknisk information som jag sökt och fått del av. Under 2008 har jag även kontaktat FV flygande personal för att försöka få kunskap om hur de framtagna motmedlen utnyttjats taktiskt på förband. Den begränsade information jag fått del av redovisas även i rapporten.

Arbetet har under de senaste åren bedrivits på eget initiativ, med främst moraliskt stöd från AOCs svenska del, Viking Roost. SAAB AB har även bidragit till tryckkostnaderna av denna skrift.

Syftet med denna utgåva är att få synpunkter och korrigeringar av det befintliga materialet, tips på personer som kan ha tillgång till väsentlig kunskap inom området, och kompletterande bildmaterial.

Innehållet är granskat ur sekretessynpunkt (Överste Thomas Nilsson, Prod_Flyg_Ledn)

Järfälla december 2008

Bengt Bergkvist

Författaren kan kontaktas per email på adress bengt.bergkvist@gmail.com eller per brev till Högbylvägen 70, 17554 Järfälla alternativt telefon 08-58039399

INLEDNING.....	3
1 STÖRNINGENS TIDIGASTE HISTORIA.....	6
2 STÖRNINGENS SVENSKA BARNDOM.....	6
2.1 demilitariserad materiel (1949).....	6
2.2 APQ2 (1951)	6
2.3 PQ30 (1954)	7
2.4 APT3	7
2.5 APT5 ("Carpet IV")	7
2.6 Carcinotronliknande störsändare på X bandet (1958)	8
2.7 Störsändarkoncept för fpl 32 (1954-55)	8
2.8 Avhakande repeterstörsändare (1954).....	8
2.9 initiella Remsfällarförsök	10
2.10 Roterande radarvarnare (1953).....	11
2.11 Varnare och störsändare för B18 (1952).....	11
2.12 Radiostörtillsats.....	12
2.13 Remsfällare typ Hackelsemaskin QP2 (1953).....	12
2.14 Remsfällare med revolvermagasin (1952).....	13
3 FPL29	13
3.1 Varnare	13
3.2 Allmänt	16
3.3 Varnare	17
3.4 Zonrörsstörsändare	20
3.5 Radiostörsändare	20
3.6 Remsfällare.....	21
3.7 Störsändare radar	25
3.8 Störgrupperna	28

4	FPL S35E	29
4.1	Remsfällare KB	30
4.2	Facklor	32
5	FPL AJ37.....	33
5.1	Allmänt	33
5.2	Varnare App 27.....	33
5.3	Störsändare KA (1969).....	34
5.4	Projekt U13 (LAGE).....	38
5.5	U22	39
5.6	U95	40
5.7	Taktisk motmedelsanvändning av fpl AJS37	41
6	FPL JA37.....	42
6.1	Varnare App73.....	42
7	FPL 39 JAS	43
7.1	Telekrigsupphandling för jas.....	43
7.2	Motmedelssystem för första JASserien (VMS1).....	44
7.3	Andra serien. Exportinflytande	46
8	ÖVNINGSSTÖRSÄNDARE.....	48
8.1	Allmänt	48
8.2	Datasammanställning	48
8.3	Närmare Beskrivning av ett antal störutrustningar	50
9	STÖRMATRIELEXPORT FRÅN SVENSK INDUSTRI.....	53
9.1	Philips remsfällaräventyr	53
9.2	SATT export av övningsstörsändare.....	54
9.3	Ericssons export av övningsstörsändare	54

1 STÖRNINGENS TIDIGASTE HISTORIA

Radartekniken utvecklades kraftigt under andra världskriget och blev en väsentlig komponent i krigföringen. Radar kom att utnyttjas för många ändamål där upptäckt och målangivning av flygplan och fartyg (ubåtar) var ett stort användningsområde, navigation ett annat. Samtidigt pågick ansträngningar för att försämra prestanda hos motståndarens radarstationer. Tyska ubåtar försågs med radarvarnare som kunde ge tidig förvarning och maskering av störning användes av bl. a. de allierade för att försvåra kustövervakning. Remsfällning var ett annat effektivt störmiddel som kom till användning under krigets slutfas och som tog i anspråk en signifikant del av den tillgängliga aluminiumproduktion hos de allierade för att producera reflekterande remsmaterial, bakom vilka moln de allierades bombflottor kunde döljas och fövillande falska mål kunde genereras.

Sveriges kunskap om utvecklingen inom såväl radar som störområdet var då begränsad. Det är inte ens säkert att de stora mängder "staniolpapper" som de allierade fällde vid överflygning av Skåne uppfattades som störmiddel mot radar. Omfattningen av den svenska signalspaningen under kriget inom för radar aktuella frekvenser är även oklar för författaren.

Efter kriget ökade insikten i Sverige om radarvapnets användbarhet och behov av utrustningar för spaning och störning uppstod inom främst flygvapnet och marinen. I den följande redovisningen redovisas i huvudsak motmedelsutvecklingen inom flygvapnet på grund av författarens bakgrund.

2 STÖRNINGENS SVENSKA BARNDOM

2.1 DEMILITARISERAD MATERIEL (1949)

Flygförvaltningen insåg tidigt behovet av radarteknik, och chefen för dess avdelning för anskaffning av flygbar radarmateriel, Fdir Eskil Weidstam, for på inköpsresa till Tyskland, där de allierade sålde "surplusmateriel" till lågpris. Förutom radarapparater fanns också "demolerad" störmateriel till salu. Totalt inköptes fyra järnvägsvagnar med utrustning, såväl flygradar som motmedel, som fördes till F2. Genom att låna delar från olika utrustningar (kanibalisering) kom det fram ett antal fungerande utrustningar bland annat 20 signalspaningsutrustningar typ APR4 och 8 störsändare APQ2, och dessutom fick försvaret tillgång till IK utrustningar och remsförpackningar.

2.2 APQ2 (1951)

Störsändaren APQ2 var konstruerad för störning av den tyska spaningsradarn Freya, som arbetade på frekvens kring 200 MHz. Inom samma frekvensområde arbetade också den till Sverige från England anskaffade spaningsradarn ERIIB, som därmed var ett lämpligt testobjekt. Störsändarna saknade dock kraftaggregat, vilka beställdes av FOA. Dessa ville producera sådana som var användbara för flera vapengrenar och därför anpassades de för såväl 50 som

400 Hz matning, vilket gjorde dem otympliga. FOAs erfarenhet av att ta fram miljötålig materiel var vid den tiden också bristfällig, varför samtliga aggregat, när de med lastbil kom fram till Arboga, var trasiga.

Reparerade utrustningar trimmades om av NE Nilsson på radarsektionens specialradardetalj till ERIIBs frekvenser. Som avstämningdon användes en "Lecherledning" som vid korrekt inställning fick triodens katod lysa körsbärsröd. Utrustning installerades på F14 i åtta fpl B18, fyra med FOAs och fyra med på annat sätt anskaffade kraftaggregat. Som kraftkälla användes 28V som via en AC/DC omvandlare till 400 Hz. Belastningen på kraftnätet i flygplanet blev stor, vilket gjorde, att kompromisser gjordes på säkringssidan. I samband med en felfunktion hos ett aggregat kortslöts flygplanets elsystem. Propellervinklar liksom bensinpumpen, som styrdes elektriskt, gjorde att detta flygplan fick nödlanda. Kraven på flygvärdighet även för "superhemliga" flygplansinstallationer ökades därefter. Flygplan med fungerande störsändare lyckades kraftigt störa spaningsstationerna.

2.3 PQ30 (1954)

FOA tog fram tre störsändare baserad på APT4 ("Rug") som var dimensionerad mot tyska siktesradarn Würzburg. FOA bytte ut dess sändarrör på ca 500 MHz mot vattenkyld encellig magnetron av typerna QK59, 60, 61 eller 62 beroende på önskad störfrekvens. Ungefär 50 W störeffekt kunde genereras med 5 MHz avstämningssområde. Utrustningen deltog i flygvapenövning 1952 där den störde ut PJ21 system.

Störsändaren användes också på marken installerade i utplacerade i labbussar. Vid en flygvapenövning arresterades dock störoperatörerna av militärpolis som sabotörer och kunde först frigges efter ingripande av stridsdomare. Vid ett annat tillfälle då "sabotörer" upptäcktes vid en flygvapenövning, fördes dessa utan att visiteras in till radarstationen där de detonerade medhavda övningsladdningar och därmed slog ut radarn under övningen.

2.4 APT3

APT3 ("Mandrel") var en kommunikationsstörsändare för 88 MHz. Frekvensen drogs ner till 80 MHz och installerades i B18 och användes för störning av PS-16 på kryssarna Tre kronor och Göta lejon. Störverkan blev mycket god inte minst på grund av radarns breda lober.

2.5 APT5 ("CARPET IV")

APT5 var en störsändare mot L-bandet som fanns med i Tysklandsinköpen. Utrustningen använde Lighthouse-rör. Utrustningen installerades i B18 och användes för störning mot PS-41 (TSP1) under 1954.

2.6 CARCINOTRONLIKNANDE STÖRSÄNDARE PÅ X BANDET (1958)

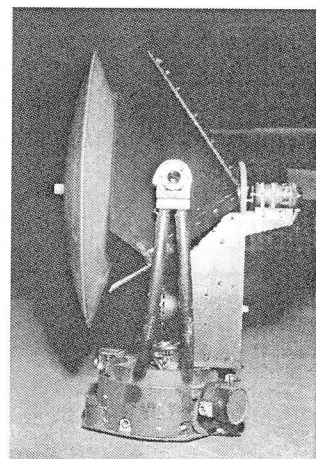
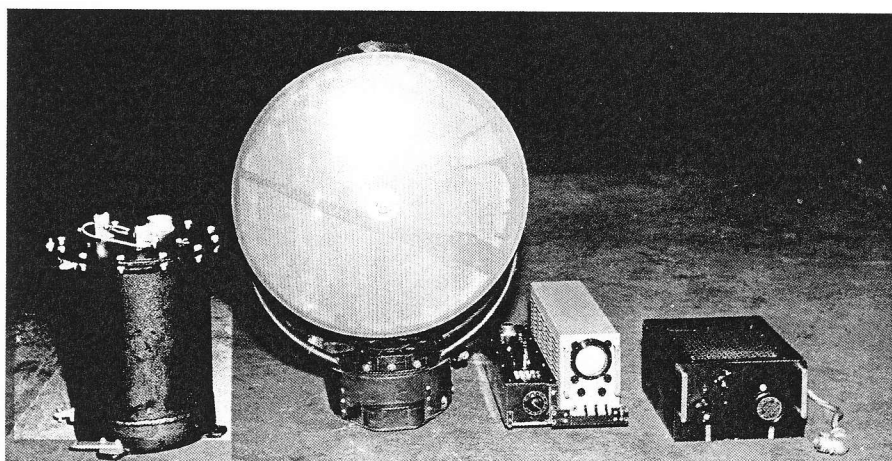
Det fanns ett stort behov av störsändare som snabbt kunde svepas kring önskad frekvens. Erland Ljungdahl på FOA hittade en radiolänkmagnetron på X-bandet, vars frekvens var mycket spänningskänslig (pulling). Genom att variera spänningen kunde snabb frekvensmodulering åstadkommas. En störsändare med 10 magnetroner, var och en med egen antenn, skisserades avsedd att placeras i ett flygplans nosutrymme. Den togs fram i ett exemplar med ett begränsat antal magnetroner som flögs i J33 Venom mot PE-44. Utrustningen avsågs användas fpl 32, som då projekterades, och installation togs fram, men magnetrontillverkaren vägrade att leverera fler pullingkänsliga magnetroner och projektet lades ner.

2.7 STÖRSÄNDARKONCEPT FÖR FPL 32 (1954-55)

Ljungdahl FOA tillsammans med SER tog fram en magnetron, vars frekvens bestämdes av en yttre kavitet. Genom att rotera denna på lämpligt sätt, kunde en långsamt frekvenssvepande signal genereras. Röret skulle användas i en flygburen störsändare på S bandet som man tänkte placera över förarens stol. Detta är det första kända exemplet på en katapultstol med störsändare.

2.8 AVHAKANDE REPETERSTÖRSÄNDARE (1954)

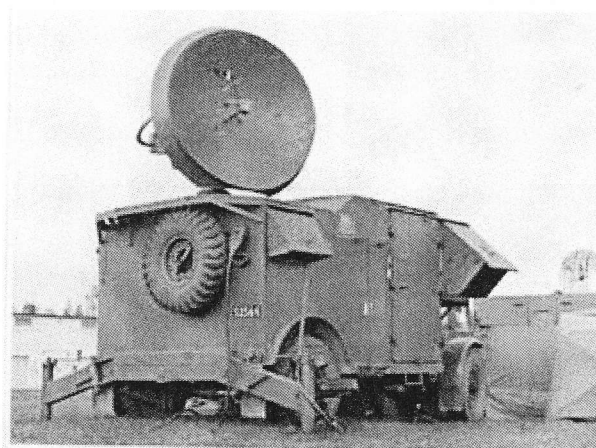
1954-55 togs en målareamodulator fram för Venom efter en idé från Ljungdahl. En böjd dubbelsidig platta med inlagda trådar (Resexo) roterades med en dielektrisk stav framför den bakomliggande hornreflektorn, som var placerad på den normala flygplansradarns (PS-20, S-bandsradar) fixtur. Den cylindriska plattan fungerade som en relativt diffus reflektor för inkommande strålar, då dess polarisation var parallell med trådriktningen. Vid ortogonal polarisation blev plattan genomsläpplig för radarstrålning och radarreflexen bestämdes då av en hörnreflektor. Dess radarmålyta var signifikant större än flygplanets, och den diffusa reflektorns (plattan). Varvtalet kunde varieras och finjusteras med hjälp av en mottagare som presenterade mottagen signalstyrka på ett oscilloskop. Genom att ställa in varvtalet till halva lobrotationsfrekvensen hos den störda radarn blev den uppmätbara vinkelinformationen till radarn felaktig. Efter att först ha testats vid markprov, placerades utrustningen i nosen på Venom.



Mekanisk avhakare med kringutrustning. Utrustningen innehöll även mottagare och amplitudmodulation hos mottagen strålning visades på oscilloskåpet för att möjliggöra exakt inställning av plattans rotationsfrekvens.

Utrustningen provades mot PE-07, som dock använde en roterande linjärpolariserad matare, som genererade långsamt cirkulerande polarisation. Samma relation mellan avsökningsfrekvens och varvtal som mot matare med konstant polarisation fungerade även som effektiv störform mot denna radar.

Proven generade effektiv vinkelavhakning när rätt varvtal ställdes in. Vid markförsök noterades, att det fanns kritiska varvtal på störutrustningen, som måste undvikas, eftersom de alstrade kraftiga vibrationer i flygplanet. Detta var inte det sista interoperabilitetsproblem som motmedel kom att åstadkomma.



Eldledningsradarn PE-07 med roterande matare för vinkelmätning (conical scan).

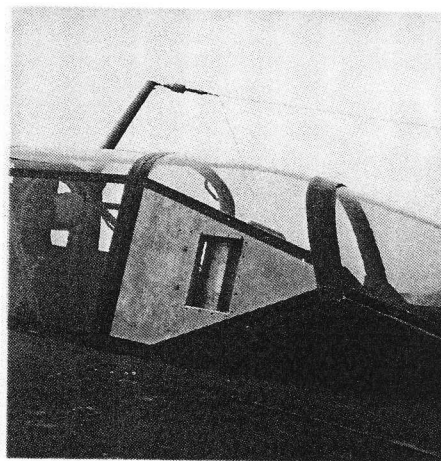
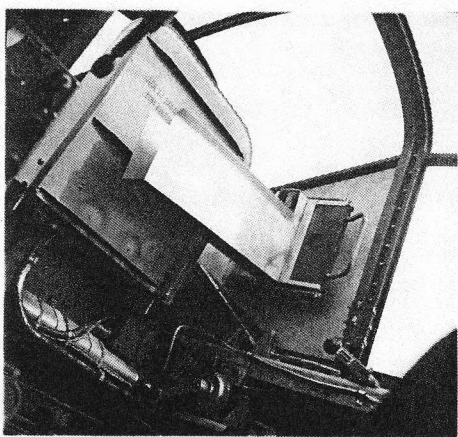
De första kända försök som gjort för att försvåra anfall har rapporterats från F7 där fanjunkare Gert-Olow Colbin 1953 var signalist i T18 som gick målgång för J29. Eftersom det kändes frustrerande att kontinuerligt uppleva lyckade jaktanflygningar, medtog han på eget initiativ gamla tidningar (Blekinge Läns tidning) som han vid upptäckta anfall kastade ut genom aktre lucka. Tidningssidorna uppfattades av J29 piloterna som plåtar som lossnat vilket fick dem att avbryta sina anfall. Huruvida dessa erfarenheter skall rubriceras som tidig informationsstörning (tidningar) eller remsavhakning kan diskuteras.

De första försöken att kasta ut remsor från flygplan gjordes från såväl DC3 som B18. I DC3 utnyttjades luckor i skrovet, ursprungligen avsedda för antenner. För B18 användes en lucka avsedd för kulspruta. Luckan fungerade dels som ingångslucka, och fälldes då utåt med ett handtag, dels som öppning för en bakåtriktad kulspruta, då den fälldes in i flygplanet med ett annat handtag. I "kulspruteläge" kastades remsor ut, men de separerade dåligt. Vid ett antal tillfällen användes fel handtag med luckfällning som resultat. Luckorna fungerade inte bra som reflektorer, huruvida även de skulle ha varit effektiva mot anfallande jakt är inte känt.

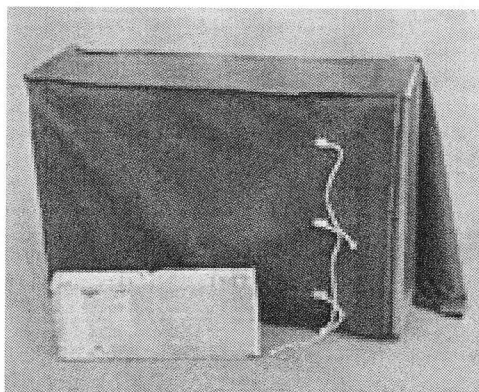
Manuell utkastning av remsor var svårt, varför man tog fram en matarränna ansluten till ett hål i navigatörens huv. Rännan avslutades med en anordning för att slita upp förpackningarna innan de släpptes ut. Remsor anskaffades inlagda i mjukt tidningspapper och matades från en galonsäck in i rännan där höljet skjuvades av innan utsläpp. Metoden fungerade, men remsorna var obenägna att lämna flygplansskrovet och en del sögs även in genom springor i skrovet och alstrade kortslutningar, som i några fall ledde till häftiga undanmanövrer (påverkan av kursstyrsystemet) respektive nödfällning av övningsbomber. Alla springor i skrovet måste därför tätas (tejpas), vilket bland annat innebar, att det skulle ha blivit svårt att få fram gummibåten som satt under huven vid ett flygplanhaveri över hav.

Fällarmekanismen fanns installerad på ett antal B18.

Information om remsfällnings verkan saknas.



Ränna för iläggning av remsor och bild av utsläpp genom navigatorhuv



Remsor inlindade i tidningspapper med förvaringslåda

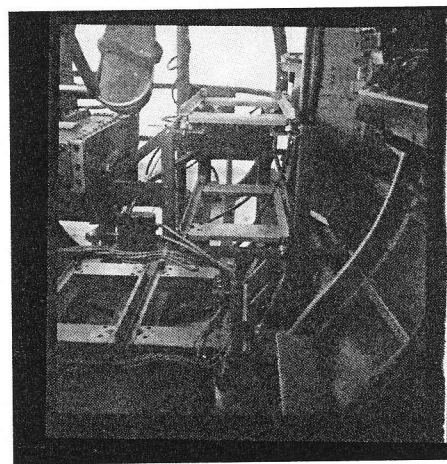
2.10 ROTERANDE RADARVARNARE (1953)

Ljungdahl FOA presenterade en idé till en roterande radarvarnare som provades i DC3. En S-bandsvariant, ursprungligen avsedd för tysk ubåt, utnyttjade en kvicksilveryta för kontaktering mellan roterande antenskopa och detektor. Konstruktionen var inte helt optimerad för användning i flygplan med deras stora möjliga tipp- och rollrörelser, men kvicksilverutsläpp finns ej rapporterad efter försöken. Även en mera fältmässig X-bandsvariant provades som utnyttjade cirkulär vågledare.

Det visade sig vara mycket svårt att avläsa riktning till radarstationen på grund av varnarantennernas sidlobar trots att vid försöken endast en markradarstation var aktiv. Resultatet av försöken blev att roterande varnarantennerna bedömdes olämpliga för användning i flygplan och anläggningar med flera fasta antenner med separata mottagare förordades.

2.11 VARNARE OCH STÖRSÄNDARE FÖR B18 (1952)

En mottagarantenn av spiraltyp monterades på ett genomgående kraftigt rör genom B18 kabin och anslöts till mottagare APR4. Vid den undre rörändan placerades en störsändarantenn. Mottagarsystem utnyttjade spektrumanalysatorn APA10 och man vred röret tills signal hittades, varefter störning initierades på rätt frekvens med PQ30. Det var inte lätt för operatören som satt i ett trångt, att bestämma frekvens och framför allt riktning till hotet.



Störutrustning i B18.

Överst exteriörbilder där röret som höll fast varnar och störsändar-antennerna visas. Den undre bilden visar det utrymme som användes av störoperatören.

2.12 RADIOSTÖRTILLSATS

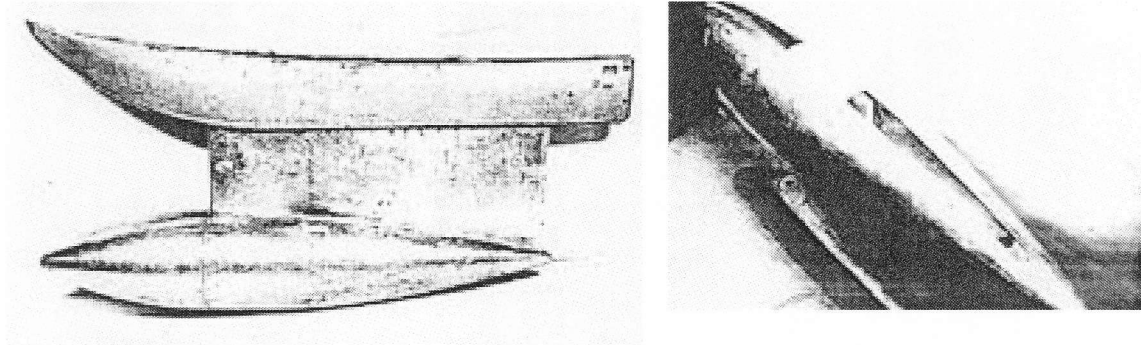
Störning alstrades av en normal FR VII flygradio som modulerades med en av FOA framtagen triodbaserad batteridriven brusgenerator. Den flögs under flygvapenövningen 1952 men flygvapenchefen hemförlovade utrustningen med hänsyn till dess goda funktion. Huruvida detta var utrustningen "Viking" som rapporterats ha använts av F7 är oklart.

2.13 REMSFÄLLARE TYP HACKELSEMASKIN QP2 (1953)

KFF försökte få olika företag intresserade av att ta fram remskastare och Saab i Jönköping blev intresserade. De tog fram en utrustning som skar ut remsor ur en dubbelsidig staniolrulle, som vid lämpliga längder slets av. Utrustningen var avsedd för B18 och skulle drivas med propellrar. Den blev dock stor och tung och flygprov i DC3 med en elektriskt driven försöksutrustning indikerade dessutom otillräcklig verkan.

2.14 REMSFÄLLARE MED REVOLVERMAGASIN (1952)

Revolvermagasin med aerodynamisk utformning och plats för 12 remspaket togs fram av FC för J29. Den flögs 1953 i ett antal försök, bl.a. mot PJ21. Utsläpp skedde vid hastigheter upp till 600 km/h och det rapporterades, att remsorna kunde observeras på radar men inte optiskt. Remsekona var dock mindre än flygplanets eko och dess last (10 utsläpp) gav dessutom otillräcklig uthållighet.



Revolverfällare på balk och sedd underifrån för att illustrera utsläpp

3 FPL29

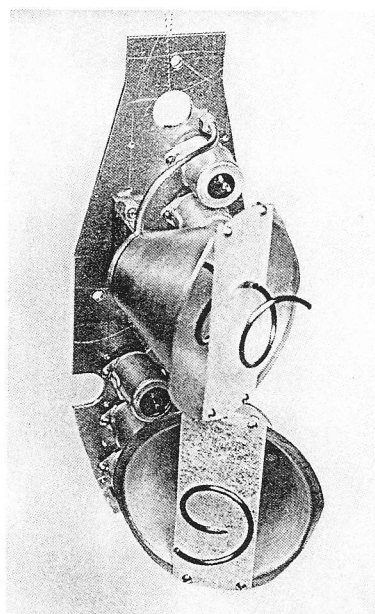
3.1 VARNARE

3.1.1 APS13

Utrustningen var en aktiv radar (bakomvarnare) som arbetade på 415 MHz med amerikansk beteckning APS13, ursprungligen avsedd för J26 Mustang. Vid detekterat eko tjöt en siren i kabinen som larm. Den installerades i S29C. Utrustningen kunde detektera mål men detekterade tyvärr också markreflexer kontinuerligt på flyghöjder under 900 m. Efter provning togs utrustningen bort och det använda utrymmet i flygplanet användes för den passiva radarvarnaren PQ17.

3.1.2 PQ17

PQ17 konstruerades av Erland Ljungdahl, en synnerligen kreativ ingenjör vid FOA. Den dimensionerades ursprungligen för S bandet (10 cm) och provades då i DC-3 mot PS-20, den i landet då tillgängliga jaktradarn.



Tidiga passiva varnare. Erland Ljungdahl med tidig försöksutrustning till vänster, till höger ursprunglig antenn för S29 för S bandet

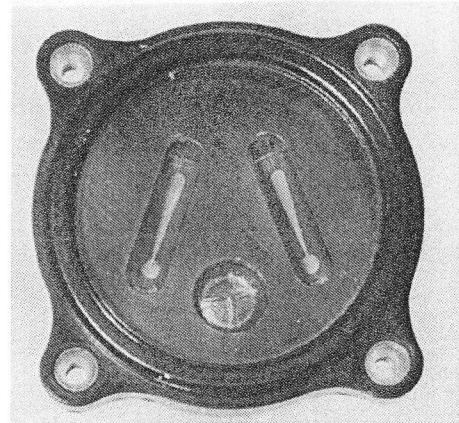
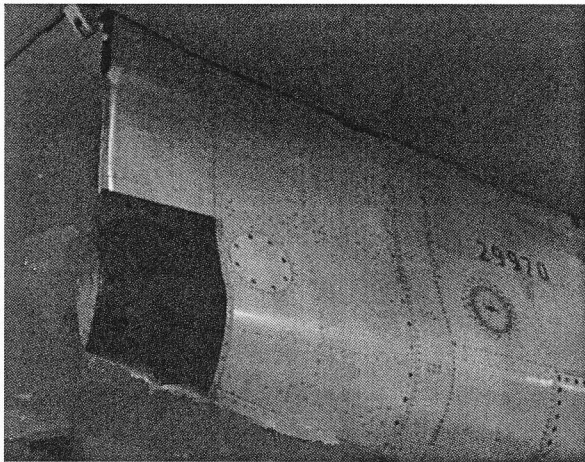
Utrustningen omkonstruerades därefter för X bandet där den även togs fram i serieutförande. För X-bandsversionen användes dock inte spiralantennerna utan dielektriskt lastade horn för att få cirkulär polarisation. Vid antennerna var dioderna placerade och deras (svaga) signaler överfördes till förstärkarenhet i apparatutrymme via dubbelskärmad kabel. Skrovet användes normalt som "jord" och uppvisade stora potentialskillnader, vilket ställde stora krav på jordanslutningar. KFF önskade utnyttja IN23B dioder som detektorer eftersom de betingade betydligt lägre pris än högkänsliga dioder (MA407). Det gick dock att få upp de billigare diodernas känslighet till jämförbar nivå genom att införa biasström, vilken kunde alstras med hjälp av inmonterade torrbatterier. Uppmätt signal indikerades med två lampor; en vid svag signal och en vid stark. Prov utfördes 1950-56.

Ljungdahl ville kalla varnaren Just-i-anus. NE Nilsson Arkimedes (ett vanligt märke på den tidens utombordsmotorer)

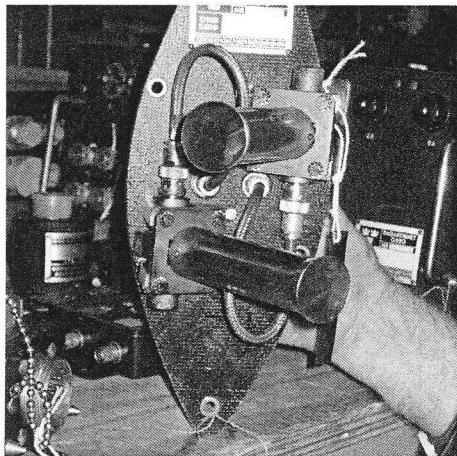
Prov utfördes mot avståndsmätande radar PE-46 i fpl J34 (X bandsradar). Utrustningen larmade på 1.5 km avstånd.

Den ryska bakomvarnaren Sirena för MIG17 sägs uppvisa stor likhet med PQ17. En känd svensk militär spion lär ha haft tillgång till beskrivningar av PQ17.

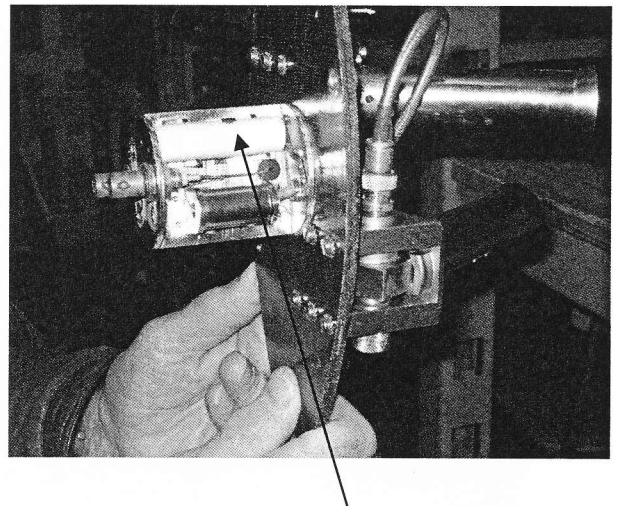
PQ17 överlämnades till förband vars intresse dock var lågt.



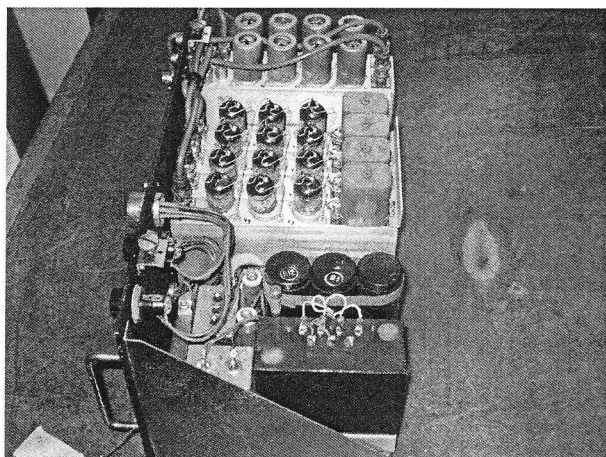
PQ17. Varnarinstallation i akter. Indikator för provutrustning



PQ17. Antennenhet med hornantennner.



*PQ17
Detektorenhet. Notera
inlöst torrbatteri*



PQ17. Elektronikenhet med förstärkare

FPL 32

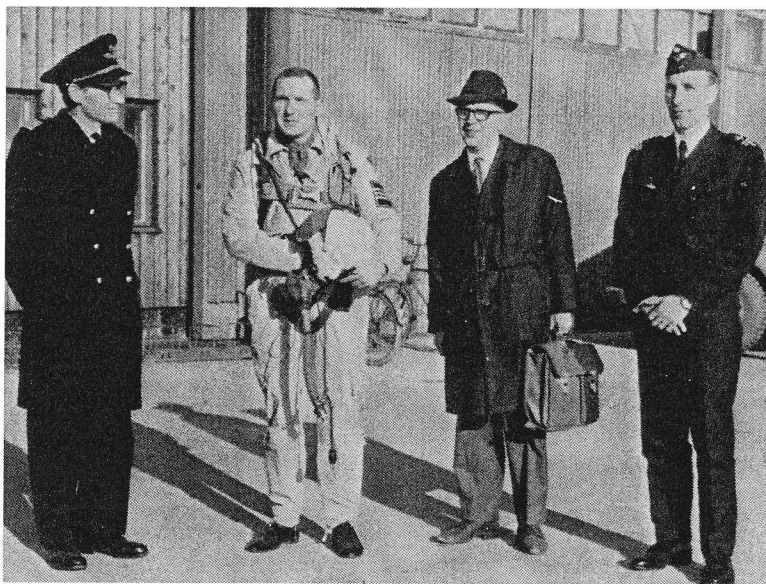
3.2 ALLMÄNT

Fpl A32 försågs med radar i vart fjärde flygplan medan nosutrymmen i övriga plan i princip var lediga. Önskemål om motmedel för fpl 32 från Flygstaben var ursprungligen begränsade och förslag på utrustningar och prestanda kom i huvudsak från KFF/ELP4.

Varje flygplan skulle förses med radarvarnare baserad på de principer som testats i S29C. Varnaren skulle vara integrerad i flygplanet och ursprungligen endast täcka flygplanets aktersektor, senare hela varvet.

Dessutom diskuterades störsändare för övriga flygplan med tomt nosutrymme. En aktiv störsändare mot siktes/spaningsradar planerades, App 91, och andra störsändare för zonrörs- och radiostörning skisserades. Flygplan skulle även utrustas med remsfällare.

F7



Eskil Weidstam Stenfeldt N-E Nilsson Colbin
Fdir För motmedelsutvecklingen viktiga personer

Bilden ovan visar ett antal personer med stor inverkan på motmedelsutvecklingen inom Svenska Flygvapnet. Längst till vänster Fdir Eskil Weidstam, chef för KFF/ELP4. Därefter chefen för försöksdivisionen vid F7, dåvarande löjtnanten Bert Stenfeldt följd av den på ELP4 anställda bdir N E "Niklas" Nilsson och fanjunkare Gert-Olow Colbin, från F7.

N E Nilsson arbetade inom KFF med motmedel från verksamhetens start och var drivande vid framtagning av remsfällare och varnare. Eskil Weidstam var chef för verksamheten inom ELP4 från 1957. Bert Stenfeldt var taktisk utprovningsledare för motmedel för fpl A32 och ledde tillsammans med fanjunkare Colbin en synnerligen energisk och målmedveten person, utprovning och därefter integration av motmedel i Eskaderns taktik.

3.3 VARNARE

3.3.1 F9

3.3.1.1 F9/3 (1960)

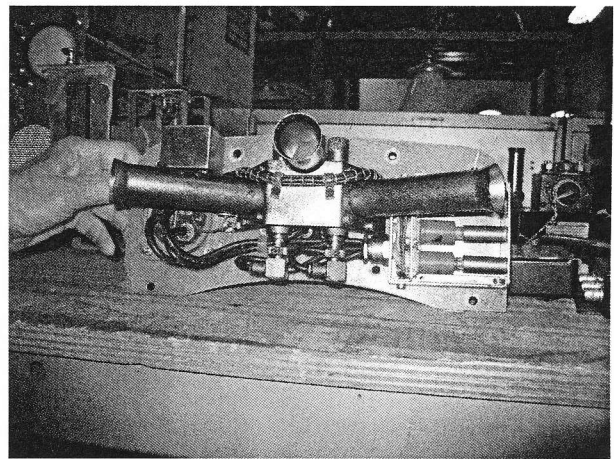
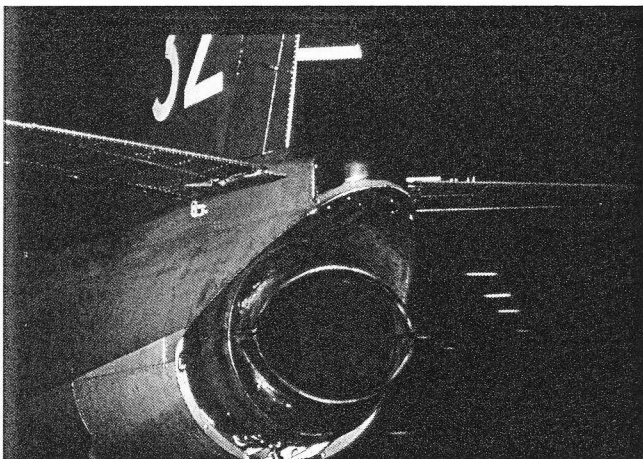
Officiellt namn på varnaren var PQ19

Som antenn användes horn med dielektrisk skiva av samma typ som i PQ17. Nu placerades förstärkare vid antennerna och här användes hårdgjorda miniatyrrör eller, för senare framtagna enheter, nuvistorer (GE). Mottagarskydd utvecklades av Sivers Lab efter amerikanska förebilder. Utrustningen hade ursprungligen tre bakåtriktade antenner som täckte X bandet.

Initiellt tillverkades antennerna av Sivers Lab men dessa överfördes till Magnetic. SATT producerade förstärkare och presentationsutrustning. Denna bestod av en indikator i kabinen med ett antal lampor som drevs av transistorer (som medförde åtskilliga problem i början av utvecklingen). Indikatorn placerades hos piloten på sargen eftersom ursprungligen avsedd plats reserverats för en annan FMV avdelning. Placering av motmedelsindikatorer i kabinen hade låg prioritet. Den upphöjda placering blev dock mycket uppskattad eftersom indikatorn då även kunde observeras av navigatören.

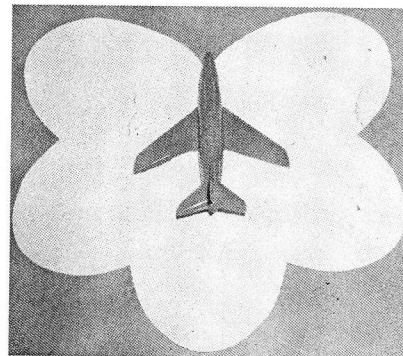
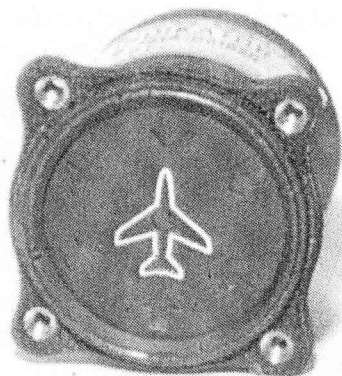
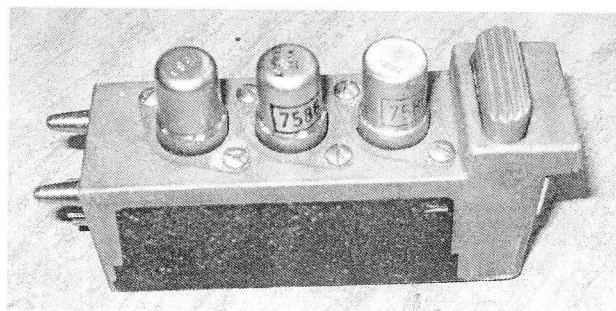
Utrustningen kompletterades på 60 talet med 2 snett framåtriktade skrov-placerade antenner. Dessa kopplades ursprungligen in i tidsmultiplex i S32 vilket dock gav en mycket svårtolkad indikering varför en ny indikator med separat indikering per riktning infördes.

1965 levererades varnare till F7 Stenfeldt/Colbin för utprovning.



F9/3 Akterplacerade antenner

Nuvistorer för förstärkning



F9/5 Indikator och beräknad vinkeltäckning

3.3.1.2 F9/5 (1968)

Utrustningen beställdes hos SATT som nu tog fram komplett utrustning. En ny indikator med 6 pilar, som indikerande hotriktning, togs fram för F9/5 med fem riktningspilar med en kompletterande pil i rakt framriktningen för att visa signal från App 11, se nedan.

Utrustningen var försedd med inbyggd test på videonivå och som komplement inköptes "testpistoler" från Magnetic.

Med 5 antenner blev varningen runtomtäckande. F9/5 togs fram för A32 i överantal och installerades även i S32 med de framåtriktade antennerna vid luftintagen.

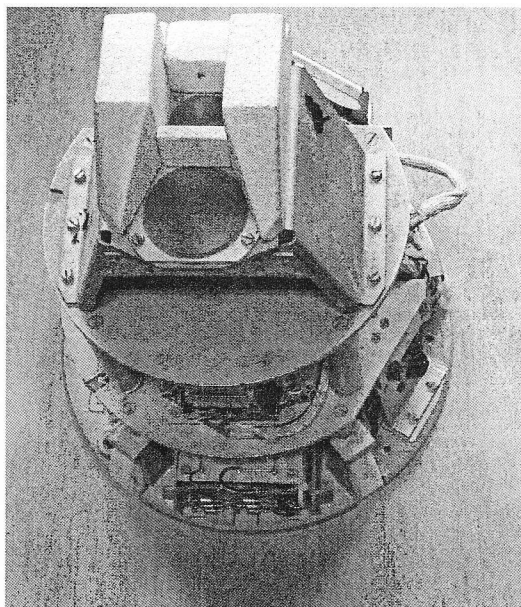
3.3.2 App 11

Varnarutrustningen kompletterades med framåtriktad varnare placerad i remsfällare BOX3 nos och gav varnartäckning även för S- och C-bandet. Skilda spiralantennor utnyttjades för S+C- och X-bandet. Utrustningen var helt transistoriserad med dyra komponenter (videotransistorer kostade då 300 kr/styck) som dessutom var mycket transientkänsliga. Prf-filter av högpasstyp infördes med 400 Hz filtergräns för att begränsa indikering till eldledningsradarstationer.

Elmiljön var besvärlig och transienter från remsfällarens motorer gav varnarindikeringar. Med hjälp av gjutna lådor med filterkondensatorer uppnåddes tillfredsställande isolation.

Radom levererades från Trelleborgsplast.

Tyska flygvapnet lär ha varit intresserad av App11 men något köp skedde ej. Varnarutrustning ansågs på den tiden väldigt hemlig, vilket kan vara en möjlig orsak till att affären gick i stöpet. Alla fällare typ Box 3 utrustades med App 11



App 11. Stativ

3.3.3 Varnarutprovning vid F7

Förband hade tidigare inte uttryckt några behov av radarvarnare. Navigatören hade normalt hand om all spaning efter anfallande jakt och eftersom flygning i huvudsak skedda dagtid och begreppet "nattjakt" var ett relativt okänt begrepp bedömdes den optiska spaning tillräcklig

Ansvarig för varnarutprovning vid F7 var lt Stenfeldt som tillsammans med främst fj Colbin raskt satte sig in i utrustningens funktion och genom praktiska prov upptäckte dess egenskaper, som djupt imponerade på dem. Besättningen kunde nu snabbt upptäcka anfallande jakt på stora avstånd och även konstatera om hotet var på väg att låsa sin radar (snabbt avsökningsmönster) eller redan hade fångat flygplanet (fast ton). Genom att utföra dykning mot lägre höjder vid låsförsök och därefter svänga mot tvärskurs, kunde låsning försvåras och ofta helt omöjliggöras vid förekomst av markklotter. Vid anfall från framifrånsektorn, vilket då prioriterades av svensk jakt (direktanfall), kunde sannolikheten för nedskjutning reduceras kraftigt. Utprovningsgruppen kunde snabbt få fram taktiska anvisningar och utföra träningsprogram, som gjorde personalen medveten om varnarsystemets värde.

Normalt medföljde remsfällare med den framåtriktade App11 attackflygplanen, där App11 förbättrade riktningsinformationen i den väsentliga framsektorn. Däremot utnyttjades tillgången till täckning av även frekvensband för

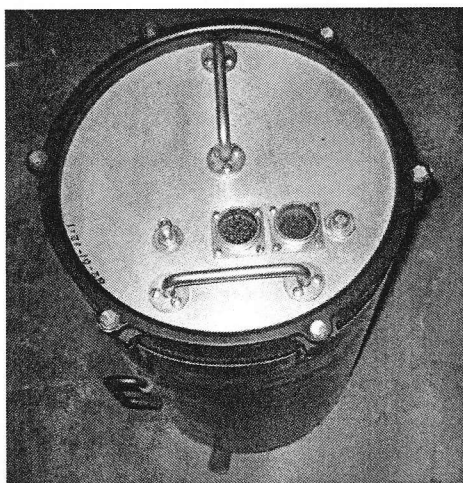
spaningsradar hos utrustningen mycket ringa. Information om förekomst av spaningsradar ansågs inte tillräcklig för att påverka taktiken.

3.4 ZONRÖRSSTÖRSÄNDARE

En zonrörsstörsändare skulle placeras i nosutrymmet på vart fjärde flygplan. En prototyp togs fram av AGA och SATT i form av en rund "radarburk". FMV monterade ihop olika delsystem.

AGAs enhet hade sändare och plats för SATTs modulator. Denna blev dock av misstag spegelvänd vid tillverkningen, men gick trots det att montera på grund av enhetens symmetri. Utrustningen blev aldrig flygvärdighetsgodkänd men provades på Bofors skjutfält 1964-65 på marken under bana för projektil (40 mm) som förmåddes att detonera.

För att kunna täcka även lägre frekvenser krävdes en sändare med en ca 15 cm längre kavitet som dock inte fick plats i behållaren. Projektet lades ner.



Zonrörsstörsändare för fpl32. Prototyp

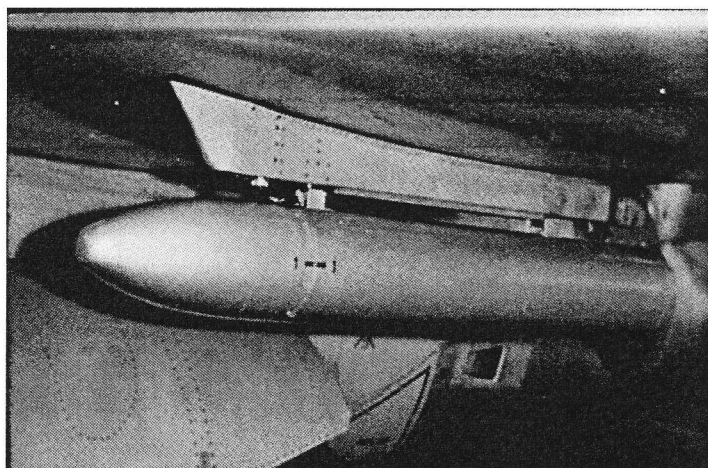
3.5 RADIOSTÖRSÄNDARE

Radiostörsändarprojekt 9512 var av någon anledning ett extremt hemligt projekt. 4 störsändare för banden 100-150 MHz med 10 MHz svept bandbredd skulle produceras för vart fjärde flygplan. Projektet lades dock ner.

3.6 REMSFÄLLARE

3.6.1 Q299 (55-59)

Proverfarenheterna med den enkla revolverfällaren visade, att en fällarkapsel med betydligt större kapacitet krävdes. N E Nilsson vid KFF/ELP4 föreslog en konstruktion med runda remsbuntar i rör. Buntarna skulle tryckas ut via kolvar och i rörmyningarna skäras upp med knivar. Kapseln skulle bestå av ett stort antal entumsrör. En utrustning baserad på dessa principer togs fram av försvarets verkstäder i Malmslätt och FC i två exemplar, Q299.



Q299. Fällare i förvaringslåda respektive hängd på FPL 29.

Q299 flögs på FC i fpl 29-101, första J versionen. Flyttades därefter över till fpl 32 som man försåg med installation för både Q299 och BOX3, den senare en serieproducerade fällaren. De flög dock aldrig samtidigt.

Flera försök gjordes att få fram cylindriska remsbuntar och såväl Arenco som en av bröderna Rausing kontaktades men det ledde inte till någonting eftersom remsbehoven bedömdes vara för små. Lämpliga förpackningar med försilvrade nylonremsor kunde dock slutligen levereras av det engelska företaget Chemring.

Remsförpackningarna skars ursprungligen upp med triangulära fasta knivar, vilket inte fungerade helt tillfredsställande. N E Nilsson tog kontakt med ett Trollhätteföretag (Stridsberg) och kom fram till, att underskurna (med midja) roterande knivar gav bättre funktion.

Q299 provades bland annat mot rb322 målsökare i Halmstad 1961. Vid fällning blommade remsmoln upp i omedelbar anslutning till flygplanet vilket inte tidigare fällare lyckats åstadkomma.

Utrustningen hade dock driftsproblem. Utmatningshastigheten för likströmsmotorn varierade kraftigt beroende på kvarvarande remslast vilket gav ojämn fällhastighet och problem att bedöma kvarvarande remskapacitet.

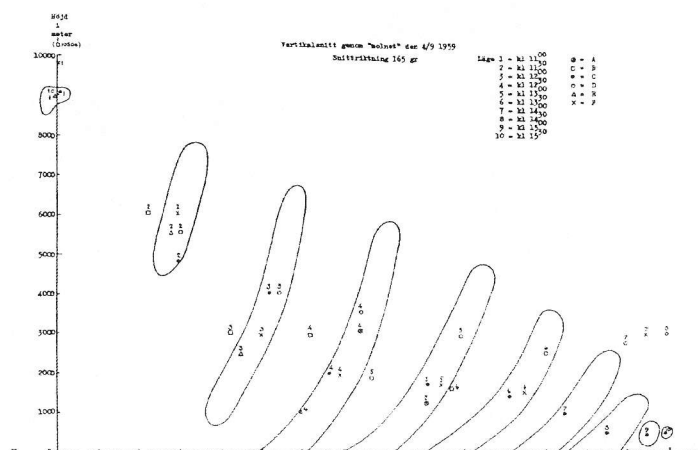
3.6.2 BOX3 (M2198-101010)

För att få fram en serieutrustning kontaktades Arencos Instrumentavdelning (senare Arenco Electronics) med vars chef Fdir Weidstam hade goda relationer.

Vindtunnelprov indikerade att bäst spridning skulle uppnås med fällare placerad i eller nära vingpets. Sådan skulle dock försämrade rollprestanda för flygplanet och flygning med fyrgrupp skulle då inte bli möjlig. Därför användes balkläge under vinge (balkläge 2).

Större remsbunt diameter (45 mm) infördes för att öka kapaciteten.

En prototyp togs fram med assistans av aerodynamiker och specialister på flygplansmekanik på FMV och FC och konstruktionen provades i fpl 32. Fällaren utnyttjades i ett tidigt skede för att undersöka hur stoftet från en kärnvapensexpllosion skulle spridas. För att simulera detta fälldes ett remsmoln vid Gotland vars utbredning och förflyttning kunde följas av radar under lång tid. Tyvärr blev vid ett av provtillfällena remsornas fallhastighet mycket låg, vilket i kombination med ogynnsamma vindar fick remsmolnet att kraftigt och under lång tid störa civil flygtrafikövervakning, vilket inte blev populärt. Försöken gav god kunskap om vindhastighetens variation med höjden vilket var av stor betydelse för att kunna förstå remsors förvånande stora inverkan även på modern spaningsradar med bred elevationslob och fastekundertryckning (Moving Target Indicator, MTI.)



Fällarförsök vid Gotland. Höjdprofiler vid olika tidpunkter som indikerar kraftigt höjdberoende vindhastighet.

Vid försöken observerades remsläckage från fällaren vid flygning från provområdet vilket gav slutsatserna dels att fällarkapseln måste förses med en förslutningsanordning (mantel), dels att remsfällaren även kunde användas för utläggning av remsstråk. Fällaren försågs därför med en förslutbar mantel som

för styrning tog två "remsrör" i anspråk och även med utmaningsprogram anpassat för stråkläggning.

Den nya fällaren benämndes BOX3 efter Arenco ritningsbeteckningar.

Ett skyddande hölje togs fram för att förekomsten av kapseln inte skulle avslöjas. Tanken var att skyddet skulle tas bort först vid startbanans början vilket dock inte föll bl.a. provpersonal FC på läppen, varför fällaren tilläts hänga blottad på flygplanet även under taxning.

Problem uppstod med drivströmmen till motorerna som blev 300 A när såväl framdrivningsskruv som mantel aktiverades. Vid prov vid FC konstaterades, att kablaget brann om flygplanet försågs med två fällare som arbetade parallellt. Man införde startfördröjning och seriemotstånd. Dessutom upptäcktes problem med att manteln slog i bakkonens "kineshatt" och man fick införa skjuvpinnar.

Utprovning av fällförmågan vid FC blev ganska begränsad. Intresset för verkan av fällning mot flygvapnets egen radarmatriel var mycket stort och utprovningen av själva fällarens funktion fick delvis stå tillbaka. Försöken kom dock Flygvapnet till del genom den framtagning av störskyddsmedel för radar (framkantföljning) som då initierades.

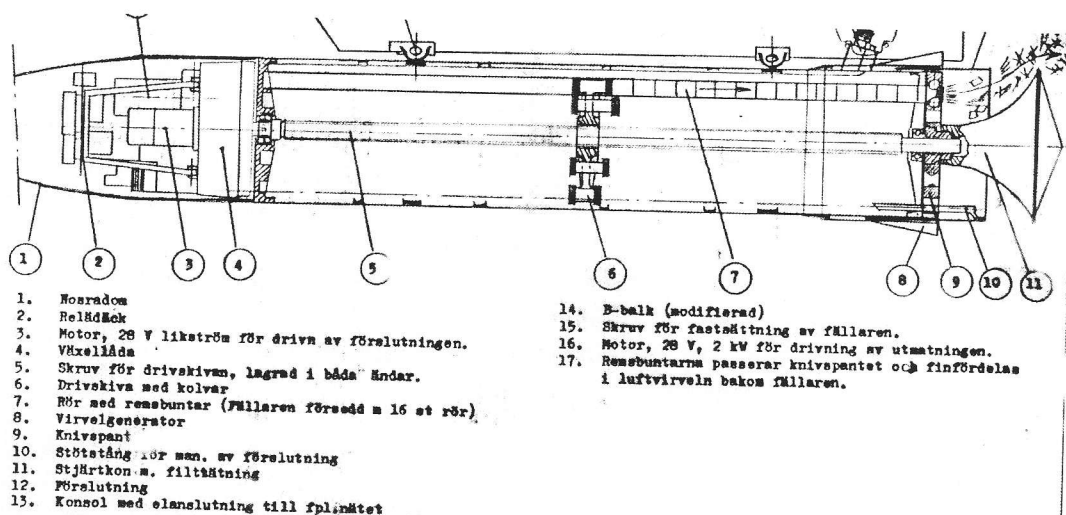
På flottilj var man bekymrad vad som skulle hända vid skevservobortfall och osymmetrisk last med bara en fällare hängd. Ursprungligen antogs att kapaciteten hos 2 fällare krävdes, men prov visade att detta inte var nödvändigt. Ovana förare bedömdes dock inte säkert kunna landa vid sådant bortfall vid osymmetrisk last. Vid flygning med bara en fällare användes 120 kg blindbomb som balans på motstående vinge tills fällaren gjorts fällbar. Totalt 3 fällare fälldes vid FC med godkänt resultat.

Remsmateriel köptes från Chemring som lärt sig försilvra nylontråd och använda "antiklibbmedel" som gjorde att trådarna separerade.

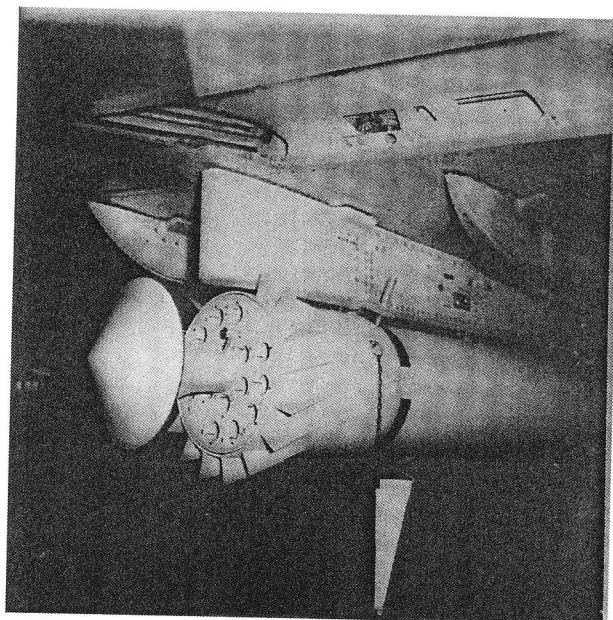
För att undersöka remsors eventuella påverkan om de kom in i flygplanmotorer gjordes markprov genom att mata ansemliga remsmängder in i en motor. Man fann då att motorns effektivitet ökades (samma dragkraft vid minskad bränsleförbrukning) vilket visade sig bero på att remsorna sintrades fast vid motorns skovlar, vars utformning härigenom förbättrades. En incident vid LVSS gjorde dock att flygning förbjöds inom en kon bakom en remsfällande flygplan.

Tanken på export av fällare uppstod och prov arrangerades på Gotland där en fransk general närvar. Radiokommunikationen var dock dålig (radiokablaget hade av någon anledning skurits av) vilket tvingade provledaren Fdir Weidstam att improvisera okodad ordergivning till navigatören. Denne (författaren) blev synnerligen förvånad av detta eftersom rigorösa sekretess var beordrad. Provresultaten blev dock mycket goda och exportmöjligheter öppnades.

Även prov med långa remsor, remsband, som var hoprullade kring en tyngd, provades mot danska radarstationer med låg bärfrekvens. Verkan var helt bedövande och delar av Danmark mörklades av de långa ledande remsorna, som kortslöt kraftledningar.



Box 3. Fällare i genomskärning

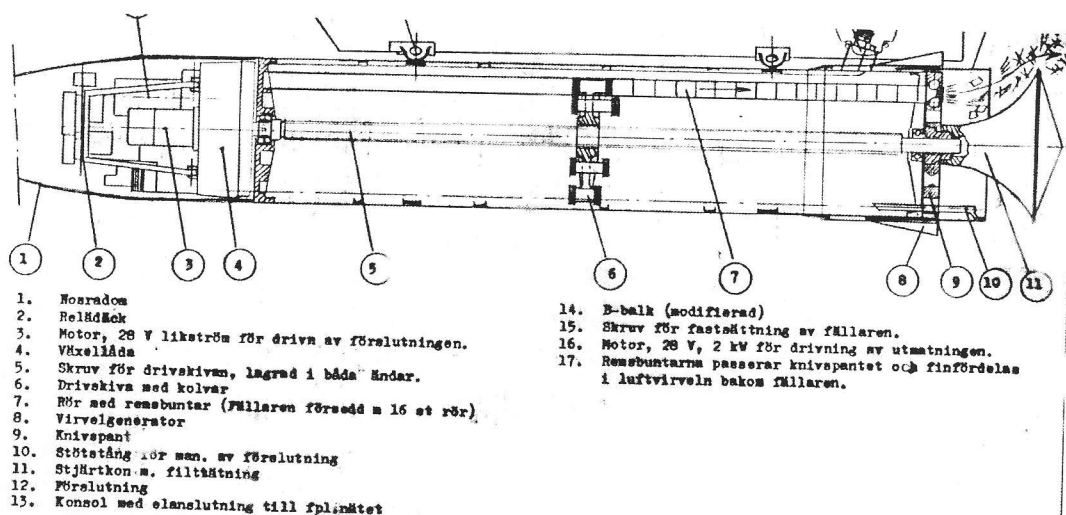


Box 3. Fällarens bakdel

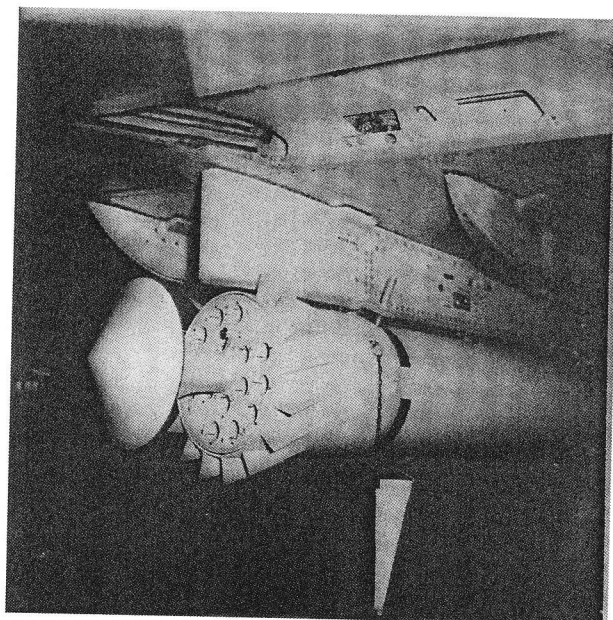
3.6.3 Taktiskt Utprovning vid F7

Fällare levererades till F7s provgrupp som redan tidigare infört aktivt utnyttjade radarvarnarna vid taktiska anfall.

Genom att komplettera undanmanövertaktik med remsfällare kunde radarlåsning dels försvåras, dels redan etablerad följning brytas upp. Vid anfall med J35D blev remsfällning ett synnerligen effektivt motmedel eftersom radarn efter



Box 3. Fällare i genomskärning



Box 3. Fällarens bakdel

3.6.3 Taktiskt Utprovning vid F7

Fällare levererades till F7s provgrupp som redan tidigare infört aktivt utnyttjade radarvarnarna vid taktiska anfall.

Genom att komplettera undanmanövertaktik med remsfällare kunde radarlåsning dels försvåras, dels redan etablerad följning brytas upp. Vid anfall med J35D blev remsfällning ett synnerligen effektivt motmedel eftersom radarn efter

låsning endast presenterade piloten med styrinformation och radarns följeegenskaper endast kunde observeras genom de anvisade styrkommandona. Att konstatera överlåsning på remsmoln fördröjdes därigenom kraftigt. Även mot J35F med PS-01 och PS-011 fungerade remsfällning effektivt även om denna radar försetts med förbättrad presentation och moder med kantföljning hos radar.

Remsfällningen fick extra stor inverkan på attacken prestanda i samband med anfall mot mål eftersom vapeninriktning då oftast inte var möjlig att kombinera med undanmanöver. Vid normala dykanfall fälldes därför remsor intermittent så fort radarlåsning indikerades, vilket gav attacken gott skydd.

Tillgången till motmedel uppskattades av E1 men tilläts dock inte i högre utsträckning påverka den redan fastslagna taktiken.

3.7 STÖRSÄNDARE RADAR

3.7.1 App91

Inom flygförvaltningen bedömdes det önskvärt att förse fpl A32 med en elektronisk störsändare. Flygelektrobyråns chef Hamilton hade presenterats för ett nytt franskt frekvensavstämbar sändarrör, Carcinotron, som väckt stort intresse. 1958 föreslog det franska företaget CSF en frekvenssvepande störsändare med detta rör för fpl 32. Inställning av mittfrekvens för störningen skulle ske med en induktionsregulator (Variak) och överlagrad modulation skulle generera bandbredd hos störningen..

Fdir Weidstam bedömde dock det möjligt att få fram en betydligt effektivare störning genom att införa snabbare frekvensmodulation och kombinera sändaren med en sinnrikt konstruerad mottagare som patentsökts av honom (hemligt patent) . Den snabbare modulationen krävde ett mer komplicerat kraftaggregat där förslag togs fram förutom av CSF även av ASEA och Oltronics.

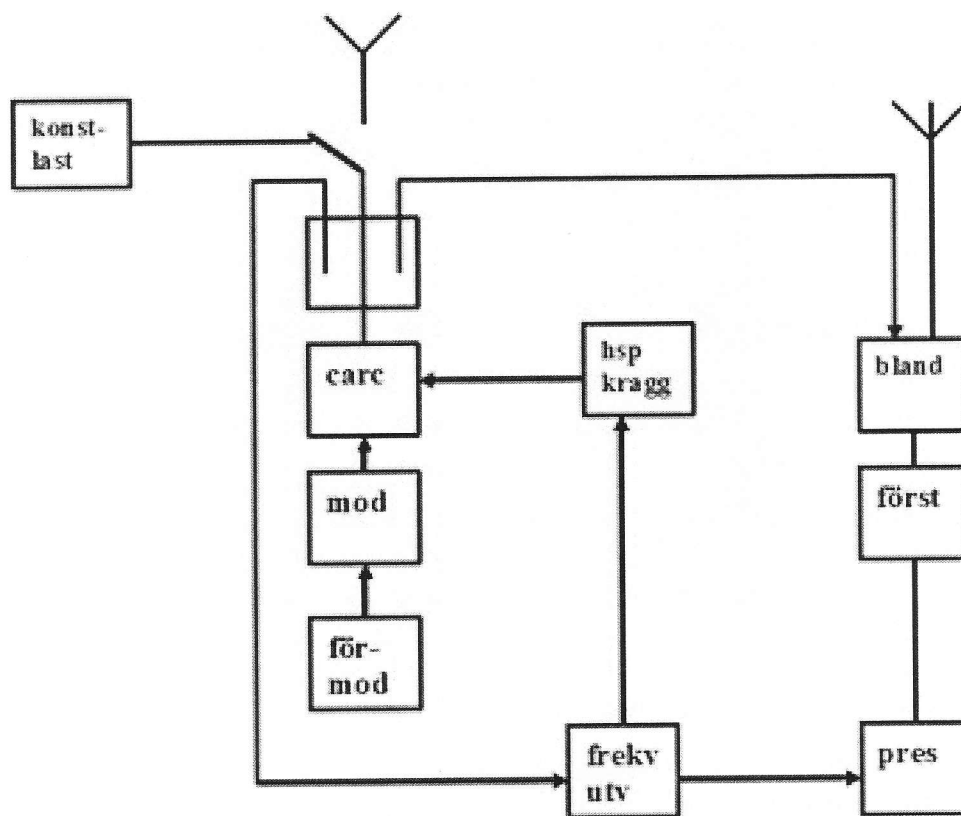
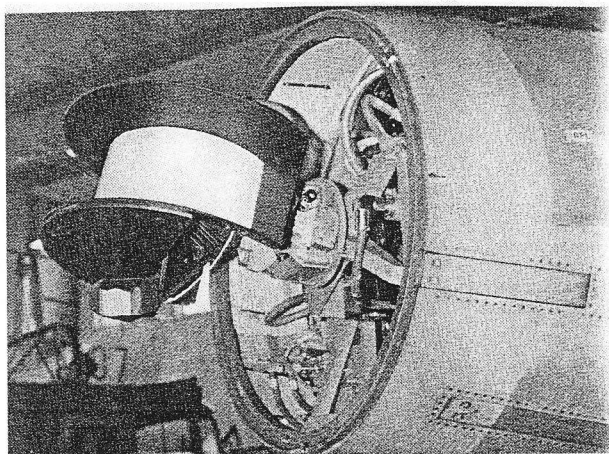
En konstruktion med sändare med snabbt frekvenssvep beställdes 1960 hos CSF och med en avancerad mottagare från SRA. SER fick samtidigt beställning att ta fram Carcinotronrör inom landet.

Det ursprungliga CSF förslaget hade en relativt låg frekvenssvephastighet vilket berodde på att modulering skedde på "skenan", en styrelektrod (accelerations-anod) i röret som hade hög kapacitans. Med modulation på katoden kunde betydligt snabbare modulation, upp till 700 MHz/ μ s åstadkommas. Den modulerade signalen kunde förutom för maskeraande störning även användas som lokaloscillator för mottagaren (se bild nedan).

För att producera snabb variation av katodspänningen krävdes en lösning baserad på parallellkopplade transistorer (2*8 push pull kopplade). Ojämn belastning av någon transistor gav upphov till strömrusning som överbelastade transistorerna. Tillgången till lämpliga transistorer var även begränsad på grund av amerikanska exportrestriktioner. När transistorer väl kunde köpas från Texas Instruments visade dessa sig ha anslutningsben, som vid lågt lufttryck gjorde kontakt med transistorhöljet som därmed kortslöts, vilket var ytterligare en faktor som försvårade framtagningen. Slutligen fann man vid SRA att kommersiella

germaniumtransistorer från Philips var bättre lämpade och sådana ersatte trasiga transistorer vid reparation av sändare, som utfördes i Sverige. Arvid Lundbäck vid ELP4 utförde ett omfattande och energiskt arbete för att få fram en fungerande sändare från det franska företaget.

Som sändarantenn användes en dipol instängd mellan två plåtkoner. Framför sändardipolen sattes dielektriska skal med påtryckta successivt mera lutande ledare (dipoler), som gav elliptisk polarisation. Som mottagarantenn användes en spiralantenn med plåtar för lobskärpning. Båda antennerna satt på ett vridbord för att stabiliseras vid flygplanmanöver. Att stabiliseringen visade sig vara felkopplad under hela utprovningen förbättrade inte störsändarens prestanda (proven pågick dock normalt i planflykt).

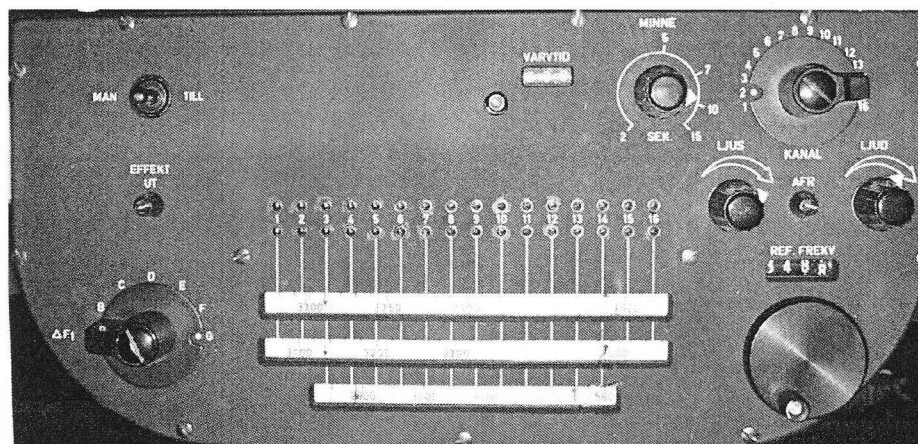


Principskiss App 91

Blockschemat ovan visar utrustningens principiella utförande. Sändarröret "carc" spänningmatas och frekvensstys via "hsp kragg". Dess spänning

kontrolleras av en reglerkrets som mäter upp carcinotronsvepets aktuella maximalfrekvens och styr spänningsnivån. Denna moduleras av "mod" som ger upphov till snabbt frekvenssvep. I "mod" bestäms svepets bandbredd och genom "förmod" adderas en tilläggsmodulation som skall se till att stationära "hål" i störspektrat inte uppkommet genom den periodiska modulationen. Carcinotronens alstrade effekt kan antingen matas till en konstlast eller sändas ut via antennen. Utrustningen är även försedd med en mottagarantenn vars insignaler blandas med frekvenssvepet från Carcinotronen. Blandprodukter förstärks och filtreras och detekterade signaler presenteras genom att en indikeringslampa vid uppmätt frekvens lyser (Se bild på manöverpanel nedan)

På manöverpanelen visades inkomna detekteringar på en tablå med 16 lampor som tänds vid detektering i aktuellt band. Mottagaren kunde arbeta med svepbredder 704, 356 och 128 MHz och enbart störning kunde gebereras ner till 22 MHz. Utrustningen fungerade som avsett när sändning skedde i konstlast eller flyghöjden översteg 700 m. På lägre höjd stördes mottagaren kraftigt av markreflexer från sändarsignalen.



Manöverpanel för App 91

Carcinotronens maxfrekvens ställs in av runda vredet

Frekvenssvepet bredd av ratt till höger ($\Delta F1$)

Genom att välja indikerad kanal 1-16 kan även varvtiden uppskattas och signalen avlyssnas.

Utrustningen skulle enligt Carl Lennart Palm på ELP4 användas för att upptäcka fientlig radar och bestämma dess frekvens. Därefter skulle maximal frekvens och svepbredd ställas in och störning slås till. Att radarn fortfarande fanns kvar och använde den nu störda frekvensen skulle man kunna avgöra genom att studera lamptablan, åtminstone vid ej alltför låg flyghöjd.

Apparat 91 var mer en demonstration över tekniska möjligheter än svar på ett operativt behov, vilket framkom, då utrustningen presenterades för Eskadern. Maskerande störning mot inivisningsradar för luftvärn och eventuellt även radarsikten var i och för sig behjärtansvärt men upptäckts- och inmättningsavstånden för App91 mottagare blev otillräckliga om Eskaderns normala låghöjdstaktik skulle utnyttjas. Om attacken skulle frångå denna, vilket ELP4 föreslog, skulle anflygning mot mål kunna ske med bättre bränsleekonomi men App 91 kunde inte erbjuda något maskerande skydd mot spaningsradarstationer

på andra frekvenser, vilket var känt att potentiella fiender använde. Dessutom krävdes hög störtäthet från App91 för att hindra genombrott vilket inte var möjligt mot i frekvens spridda stationer som fanns i den då aktuella hotbilden. De potentiella invisningsradarstationernas frekvensområde visade sig dessutom ha utökats utöver vad tillgängliga Carcinotroner kunde täcka, när utrustningen väl blev leveransklar.

Endast begränsad provning av App91 skedde på förband och Eskadern bestämde sig snabbt för att inte göra utrustningen operativ.

3.8 STÖRGRUPPERNA

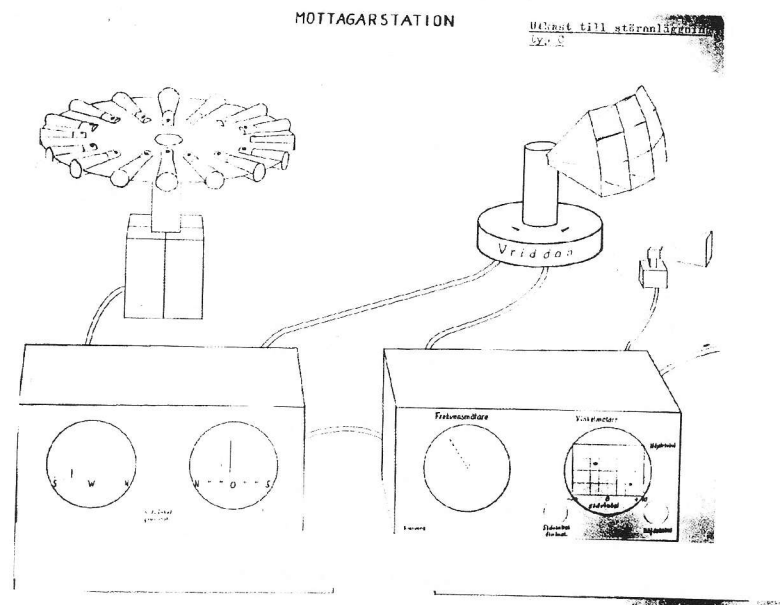
Störning bedömdes kunna ge skydd mot fientliga anfall genom att störa fiendens navigeringsförmåga liksom dess möjlighet att mäta in markmål med hjälp av fast störsändare vid aktuella mål. Armen och Flygvapnet hade båda ambitioner att ha hand om sådan verksamhet och slutligen bestämdes att Flygvapnet skulle få ansvaret

Kring 1958 diskuterades Störgrupp A, B och C som skulle innebära störinsatser mot olika funktioner vid fientliga flygangrepp.

Störgrupp A avsåg utrustning för att störa fiendens navigering. Sådan togs fram och gjordes operativ, men är nu skrotad.

En annan (Störgrupp) C skulle ta fram störsändare mot bombfällningsradar. Ericsson i Hägersten tog fram en sändare med en magnetron med 50 kHz prf som provades. Man kom fram till att det var svårt att störa ut en sådan radar tillräckligt effektivt.

FOA Ljungdahl studerade även ett annat alternativ baserat på magnetron 4J51. 20 sådana rör skulle placeras i gitter 4*5 med 2.5 m långa rör innehållande modulator och antenner i form av "sjukhusvaser". 80-90 enheter skulle tas fram och placeras vid kritiska broförbindelser. KFF spenderade 4 Mkr på denna konstruktion men endast 3 rör (modulsändare) togs fram.

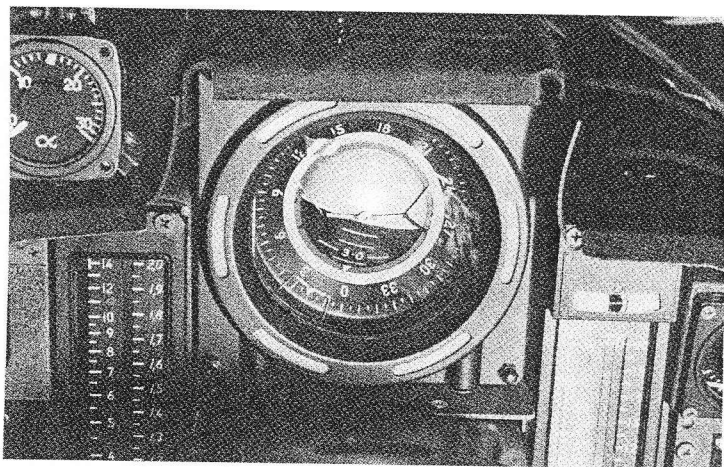
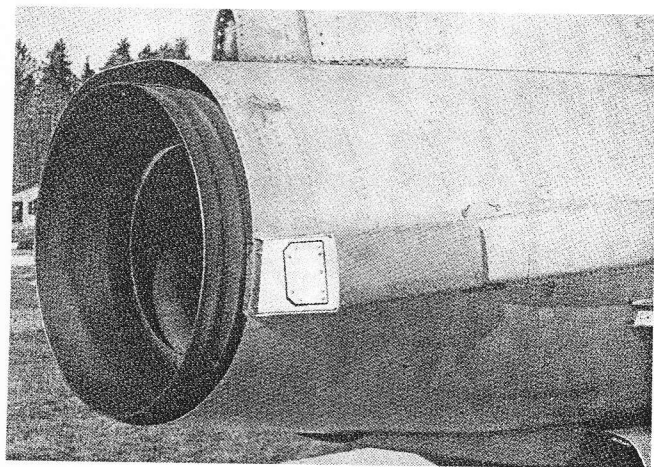


*Skiss till störutrustning mot bombfällningsradar av FOA Ljungdahl.
Utrustningen visar troligen mottagarfunktionen med runtömtäckning
kombinerad med höjdmättningsförmåga. Uppgiftssökning pågår fortf.*

4 FPL S35E

Flygvapnet hade behov av ett spaningsflygplan och därför modifierades en årsproduktion av J35D (J35B2). Ett antal B2 byggdes om till S35E. Ursprungligen diskuterades möjligheter att placera kamerautrustning i en kapsel under flygplanet som även skulle innehålla remsfällare och radarvarnarutrustning för bakåtriktningarna medan framåtsektorns radarvarnarbehov skulle täckas av utrustning i radomutrymmet. Vid närmare undersökning fann dock Saab att vibrationsmiljön i en kapsel inte skulle medge tillräckligt stabil kamerainriktning, varför kamerorna fick flyttas till radomutrymmet och de framåtriktade radarvarnarna till kapseln. Uppdragsfall där kapsel inte behövde medfölja men radarvarnare skulle vara önskvärda fanns, varför även varnarantennerna måste flyttas in i skrovet.

För fpl 37 hade framtagning av en varnare påbörjats 1962 och denna konstruktion användes även för S35E under namnet App15. Varnaren täckte frekvensbandet S, C och X (E-J) med separata prf-filter för varje band. En lösning med 6 i vinkel separerade antenner valdes. Utrustningarna för S35E och AJ37 samordnades och togs fram med SATT som huvudansvarig leverantör.



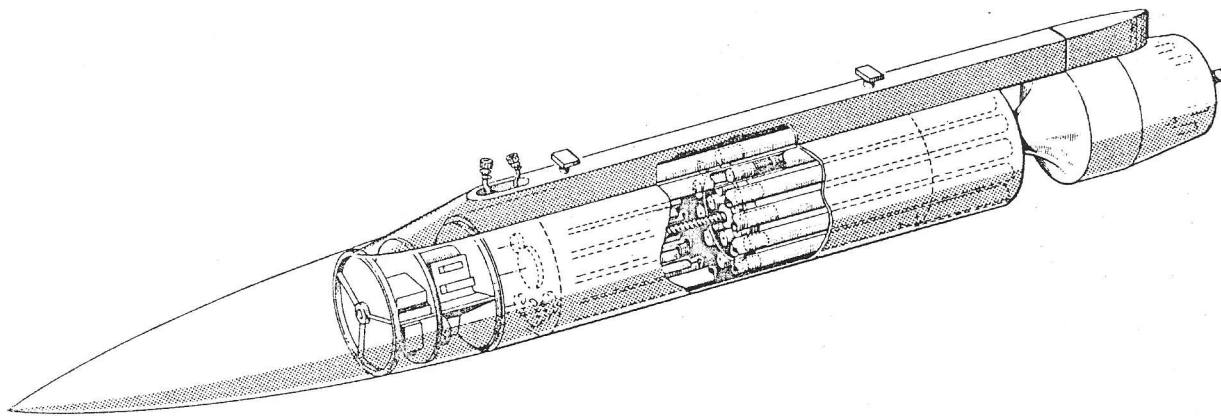
Aktre radarvarnare för S35E och integrerad lampindikator (6 lampor)

4.1 REMSFÄLLARE KB

S35E skulle även förses med motmedel i form av remsfällare. Vid samma tidpunkt projekterades även AJ37s motmedelssystem där remsfällare även skulle ingå. Den nya remsfällaren skulle kunna fungera i överljud.

ELP4 ansåg att en ny remsfällare måste ta till vara den omfattande erfarenhet som kommit fram under arbetet med BOX3. Man valde därför att basera en ny fällare på utveckling av den befintliga. För att reducera mängden av varianter inom flygvapnet skulle samma utrustning användas för såväl S35E som AJ37. Areco Electronics, som nu även anställt en aerodynamiker, fick huvudansvar för konstruktion. Försvaret pressade företaget hårt och fick fram ett synnerligen lågt pris för serieleveranserna som senare kom att ske från PEAB, då detta företag köpt upp Areco Electronics av helt annat syfte.

Fällaren som fick namnet KB baserade sig på konstruktionen hos BOX 3 med remsförpackningar placerade i rör. I nosen, där ursprungligen framåtriktade radarvarnarantennerna skulle ha placerats, reserverades nu utrymme för en kompletterande mottagare till KA-kapseln. Remsutsläppet skedde i en spalt, och området bakom spridarkonen byggdes ut för kunna tillhandahålla utrymme avsett för facklor (Ursprungligen bakåtriktade varnarantennerna).



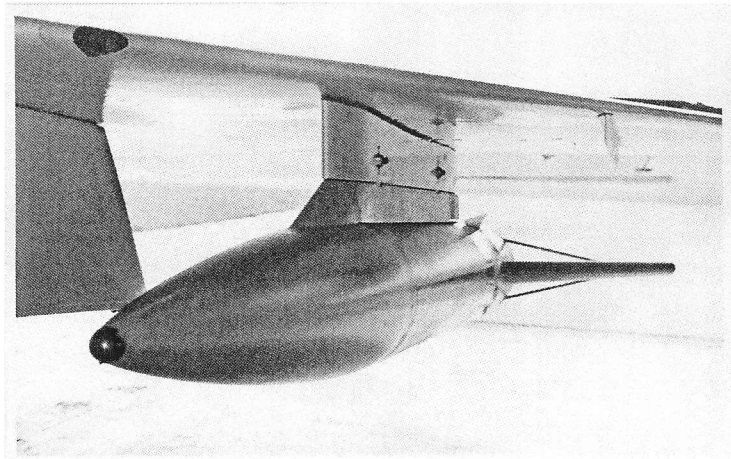
Rems/fackelfällare KB

Luftinsläpp placerades senare på kapselskrovet för att alstra övertryck i kapseln och därmed hindra remсор från att sugas in i skrovet. Spridarkonen skoddes med rostfri plåt liksom akterdelen för att hindra blästringseffekter vid användning av glasfiberremсор.

Fällaren utprovades på FC och ett antal olika utformningar testades för att förbättra spridningsverkan. Bland annat undersöktes inverkan av stag för förbättrad remsspridning enligt figuren nedan. Antalet "virvelgeneratorer" varierades också för att minimera kapselns motstånd vid bibehållen spridningskapacitet. För denna funktion valdes slutligen 4 fenor och för att

kompensera deras ökade luftmotstånd krävde Saab att kapseln radom utformades som en ideell von Karman kurva, vilket skedde.

*Fällare med extra
stag för ökad
turbulens*



Prov utfördes mot i Sverige tillgänglig materiel. Flygvapnet ställde upp med radarstationer i fpl 32B; PS-42, i fpl J35D; PS-03 och den senaste varianten för fpl J35F; PS-01. Armens provgrupp "Armelab" levererade radarsikten M48 och Cig760 och även med ett exemplar av PE-07 med personal.

Proven komplicerades av att olika instanser och vapengrenar ansvarade för de olika utrustningarna. Vid såväl flygets som armens radarutrustning kunde den automatiska avståndsföljningen stöttas för att motverka remsavhakning, men då sådan var utomordentligt operatörsberoende var det svårt att få reproducerbara resultat. All "stöttning" förbjöds därför under proven och alla radarutrustningar förvandlades till mätutrustningar vars prestanda nu bestämdes av deras mätförmåga och inte deras operativa avhkningsresistens. (Att stöttning dessutom inte var förenligt med goda prestanda för kanoneldledning var en annan aspekt). Det arbete som lades ner inom detta område visade sig ge goda förutsättningar för en rimligt objektiv prestandautvärdering av motmedel mot kanonluftvärn.

Proven av fällaren visade på mycket god tillgänglighet hos provutrustningen och goda remsspridningsprestanda. För avhakning, som orsakas av remsgenererad radarmålyta i det fällande flygplanets omedelbara närhet, visade sig låg utmatningshastighet ge lika god verkan som hög, vilket tyder på, att spridningskonen som uppstår efter fällaren var mättad med remсор (koppling mellan närliggande remсор) och att därför öppningsvinkeln för flygplanets luftvirvel snarare än remsmängden bestämde den uppnåeliga målytan.

I samband med proven vid FC fälldes stora mängder remсор. Antalet rapporterade "Luskungar" ökade under tiden vilket kunde hänföras till dåligt spridda remspaket som på vägarna vid ytlig betraktelse såg ut som "luskungar".

På taggtråd som inhägnade hagar med kor hittades också ofta remsor, som kreaturen förmodligen gnidit av mot denna. När aluminiumremsor fälldes kunde nerfallna sådana tydligt observeras på t ex fält. Lantbrukare riktade krav mot FC för ersättning på grund av "aluminiumfällning" och sådan utlovades för varje djur som avlidit av sådan. Inga ersättningar lär ha behövt utbetalas. Kontrollerade tester utfördes även genom att mata kor och getter med glasfiberremsor vid Ulltuna och analysera effekterna av detta. Inga skador kunde då konstateras av kosttillskottet.

ELP4 tillät Arenc Instruments att marknadsföra fällaren internationellt och i samband med beställning skrevs in en klausul i avtalet om royalty.

4.2 FACKLOR

KBs akterdel innehöll ett tomt utrymme, ursprungligen tänkt för bakåtriktade radarvarnarantennar, som visade sig lämpligt för att användas för IR motmedel.

Framtagning av facklor komplicerades av att sådan utrustning klassades som ammunition och att de därför skulle tas fram av Vapenbyrån. Samarbetet mellan ELP4 och Vapenbyrån blev inte friktionsfritt.

Viss "amatörverksamhet" pågick också hos AB Chemotron, ett bolag som användes av Patrik Wahren, en entusiastisk fackelkonstruktör.

Förberedelse för fackelprov från snabbgående fordon. Patric Wahren i mitten. Bredvid honom står oförvägna provingengörare. På vänster sidan FMV representant Gustavsson, på höger författaren.



Slutligen togs facklor fram från Hanssons pyrotekniska och Societe Lacroix med något olika utförande och prestanda. KB modifierades och framgångsrika prov utfördes 1975 (och även senare) med utvärderingsutrustningar från främst FOA.

5 FPL AJ37

5.1 ALLMÄNT

Flygstaben krävde ett gott motmedelsskydd för AJ37. Utrustningen skulle enligt TTEM ha en "bra" varnare, remsfällare och dessutom störsändare.

Utrustningar betecknade med bokstäverna A-F skulle utgöra radarvarnare placerad i flygplansskrovet. Utrustning G skulle bestå av en passiv robotskottvarnare placerad i fenan (aldrig framtagen).

Följande utrustningar skulle placeras i kapslar

KA	elektronisk störsändare
KB	rems- och fackelfällare
KC	inställningsmottagare för KA för SK37 (ej framtagen)
KD	signalspaningskapsel (ej framtagen)
KE	App 91 kapselplacerad (ej framtagen)

Saab propagerade för en enhetskapsel som skulle kunna användas för flera olika ändamål. Eventuellt skulle även elektronisk störning och remsfällare kunna dela på kapsel. Eftersom KB kom att tas fram separat och KA krävde utrymmet i en hel kapsel blev det ingen enhetskapsel.

Centralenheten L skulle placeras i flygplanet. Det diskuterades, om hot och verkansbibliotek för motmedelssystemen skulle integreras i CK37 men Fdir Weidstam var kraftigt emot denna tanke, troligen främst av sekretesskäl. Det visade sig dock vara ett klokt beslut med hänsyn till den framtida hårda belastningen av CK37.

5.2 VARNARE APP 27

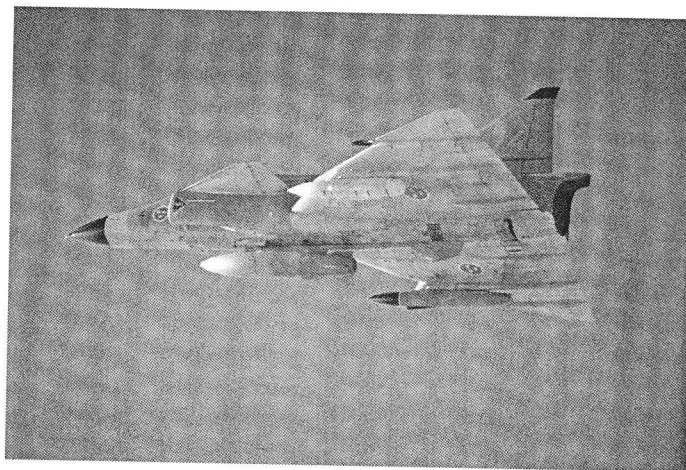
Radarvarnare specificerades för att täcka frekvenserna inom S-, C-, X- och K-banden (E-K band). SATT gavs huvudansvar för framtagning.

En lösning valdes med 6 antenner med 60 graders vinkelseparation och tre frekvensband. Inom varje band fanns separata filter för att endast låta pulser med hög repetitionsfrekvens (siktesradar) passera. Dessutom fanns speciellt filter för att ta bort signaler från egen radar.

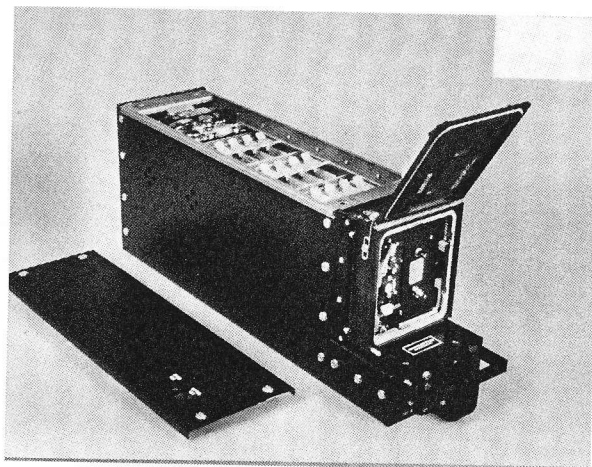
De bakåtriktade antennerna placerades i skrovet vid motorutsläppet, de sidriktade som "pyloner" på vingarna. Vibrationsnivåerna var mycket höga för samtliga enheter och värmemiljön besvärlig för enheten över motorutsläppet.

Utrustningen försågs i S37 med App 48 för registrering som utvärderades med hjälp av Signaltolk STA 48 som tillfördes Undplut37.

Blockering infördes för andra emitttrar i flygplanet.



Fpl JA37 med vingplacerade varnare (App73, störsändare U22 och U95)



Datainsamlingsenhet och analysapparat för App 48(och KA)

5.2.1 Försöksapparat LEO

Under App27s långa livslängd vore ett antal uppdateringar rimligt. Några sådana infördes dock aldrig. CW varnaren LEO var en sådan önskvärd komplettering.

5.3 STÖRSÄNDARE KA (1969)

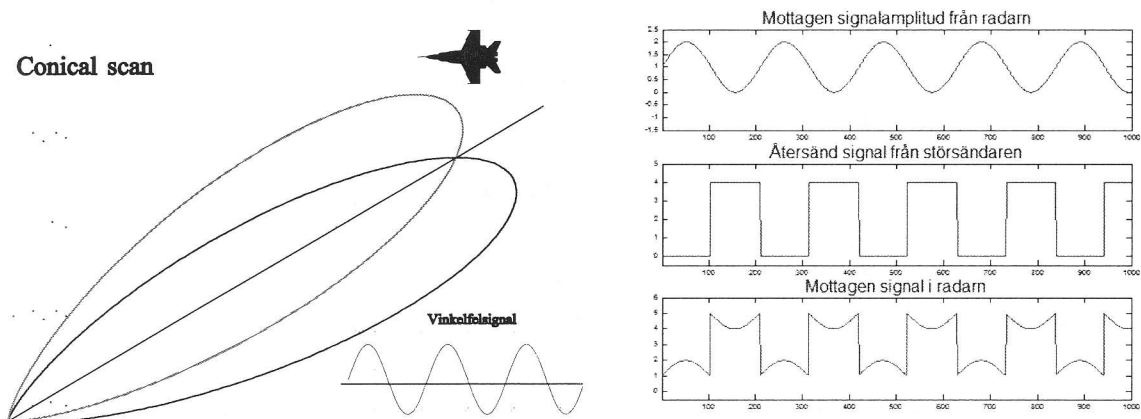
Utrustningen konstruerades för att kunna störa fiendlig radar med hög effekt över ett brett band. Bandet kom dock att begränsas av tillgängliga TWTrör och kom slutligen till att täcka C- till X- band (H-I) efter att försök med inhemsk TWT framtagning (Philips, TWT röret "Kamelen") misslyckats.

En försöksmodell togs fram och provades på FC. Modellen innehöll följande störmoder:

5.3.1 Vågform repetition

Mottagen signal kunde återutsändas förstärkt och eventuellt amplitud- eller frekvensmodulerad.

Modulation hos insignal kunde mätas upp för att generera invers amplitudmodulering mot radarstationer som utnyttjade lobrotation för vinkelmätning.



Princip för inversmodulerad störning.

Radarantennen roterar och radarn bedömer målets läge efter modulationen hos den reflekterade signalen.. I störsändaren tas den belysande signalen mot och ges en modulation i mottakt med den mottagna. Diagrammet till höger är en möjlig modulationstyp

För dopplervhakning kunde repeterad signal frekvensförskjutas med olika hastigheter såväl mot ökande som minskande frekvens (kommande och gående mål) för att simulera rörelseförändring hos målet. Den repeterade signalen kunde ges amplitud som minskade när separationen till måldopplern ökade för att underlätta överläsning på klotter.

5.3.2 Vågform maskerande störning

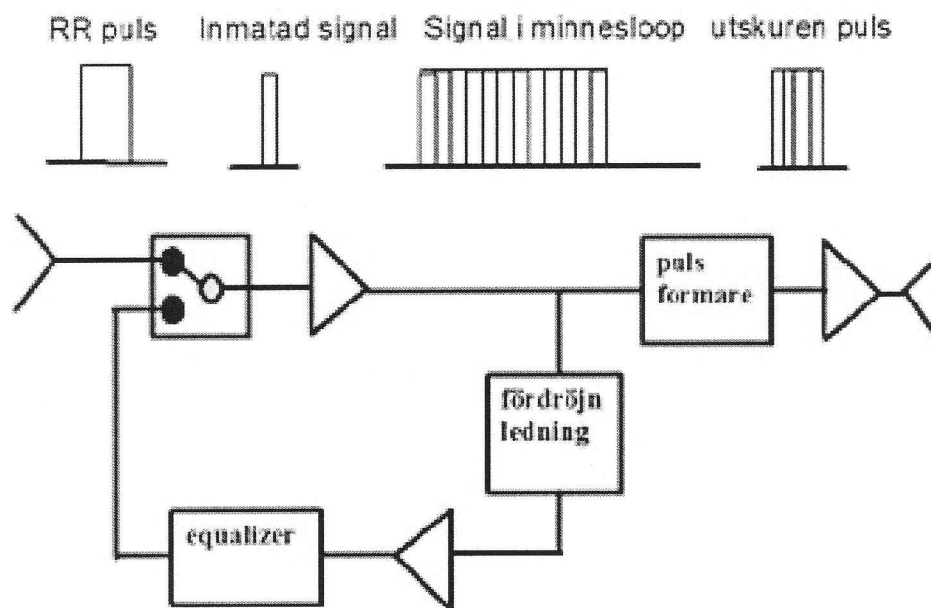
Svepstörning med inställbar mittfrekvens och bandbredd utnyttjades. Någon frekvensmätningssutrustning fanns dock ursprungligen inte i kapseln, men med diverse fiffigheter kunde belysande frekvens skattas med ca 500 MHz noggrannhet.

Brus kunde sändas ut kontinuerligt eller intermittent. De fanns möjlighet att synkronisera intermittensen med rotelygplanets via en radiolänk i kapseln för att åstadkomma synkron glimtstörning. Endast relativt långa störtlslag (storleksordning 100 ms) .

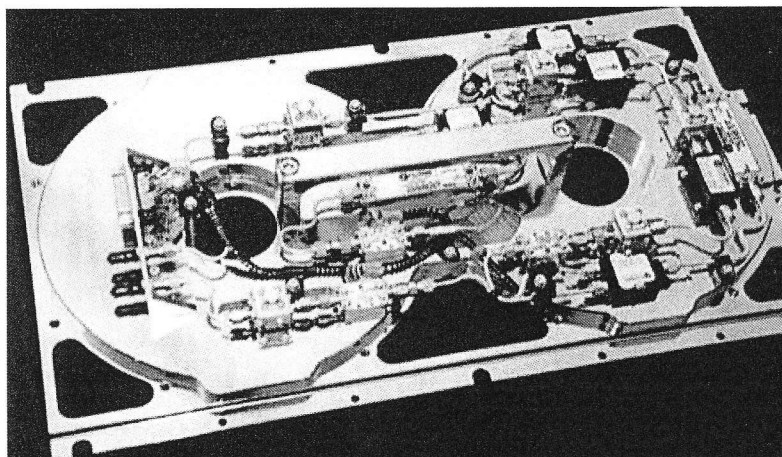
5.3.3 Vågform puls

Mottagare i KA kunde triggas av inkommande puls som då kunde skicka ut en 0.25 μ s lång svarpuls.

Den utsända pulsen kunde skapas med hjälp av ett frekvensminne som alstrades av en Frequency Memory Loop, FML. Utrustningen bestod av en återkopplad fördröjningsslinga som slöts när signal kommit in och fyllt upp fördröjningsledningen. För att undvika att vissa frekvenser favoriserades (gavs hög förstärkning) krävdes en omsorgsfull kontroll av slingans frekvensegenskaper, vilket skedde med ett filter, en equalizer. Dessutom användes en fasvridare som varierades under minnestiden för att undvika problem med repeterad signal i med- respektive motfas.



FML princip

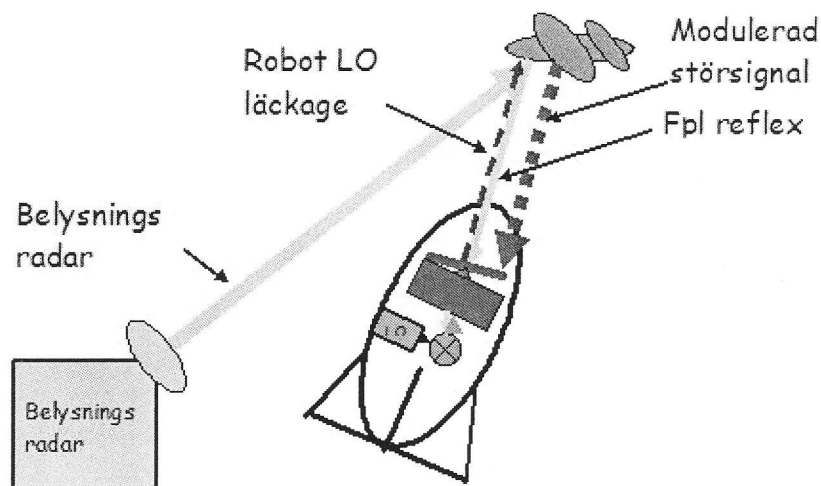


FML slinga utnyttjad i KA

SRAs lösning gick inte att få tillräcklig bredbandig för serietillverkning (endast 50 MHz vid försöken på FC) varför en amerikansk konstruktion (Teledyne) med 2.5 GHz bandbredd anskaffades. (Den från FOA ursprungligen föreslagna lösningen med kontinuerlig utsändning av en lång signal med successivt växande amplitud gick aldrig att implementera stabilt.)

5.3.4 Specialmod MW

För att kunna utföra invers amplitudmodulering mot semiaktiv robotmålsökare med lobrotation infördes en specialmottagare, som placerades i KBs nos (App 16). Mottagaren använde sig av den semiaktiva belysningssändareffekten som lokaloscillator som blandades med i kapseln mottagen förväntad läckageeffekt från robotens lokaloscillator. Blandningsfrekvensen motsvarade robotens mellanfrekvens. För att detektera denna utnyttjades en bank av smalbandiga MF förstärkare, inställda för olika troliga mellanfrekvenser. Amplituden från den MF som gav störst amplitud skulle därefter användas för att detektera målsökar-antennens rotation och styra amplituden hos repeterad belysningssignal.



Princip mod MW

Den av belysningssändaren mottagna effekten reflekteras av målet och tas emot av robotmålsökaren. Målsökaren utnyttjar en roterande antenn som mottagare men en del av dess lokaloscillatorfrekvens läcker ut. Denna signal tas emot av målet som läser av frekvensskillnaden mellan belysningssändare och läcksignal från robot och avkodar dess modulation=mottagarens rotationsfrekvens. Denna modulation tillåts därefter i mottakt modulera utsänd störeffekt från målet.

Under prov vid FC verifierades funktion såväl under markprov som mot en robotmålsökare placerad i nosen på ett flygplan. Räckvidderna mot förväntade

nivåer av LO-läckage bedömdes dock bli för korta för tillräcklig verkan, varför moden utgick till seriebeställningen.

5.3.5 Övrigt

Styrning av kapseltillslag och val av störmod utfördes av pilot. Störmoden aktiverades därefter av mottagare i störkapseln.

Kapseln försågs med ett vridbord som var stabiliserat i sida, höjd och roll som vid försöken på FC ursprungligen hade så hög förstärkning att piloterna noterade att "motmedelstillslag alstrade skakningar i flygplanet". Förstärkningen åtgärdades därefter.

För att kyla elektroniken avsågs ursprungligen luftkylning användas. Dock krävde specifikationen så lång funktionstid under överljudsflygning att luftkylning inte räckte. Kylning av elektronik gjordes med Freon som avdunstades.

Utrustningen testades förutom vid FC flera gånger i simulatorer, där dess förväntade funktion mot utländsk materiel kunde simuleras. Resultaten visade på otillräcklig frekvenstäckning och vissa olämpliga parametersättningar, men slutresultatet för utrustning var positivt

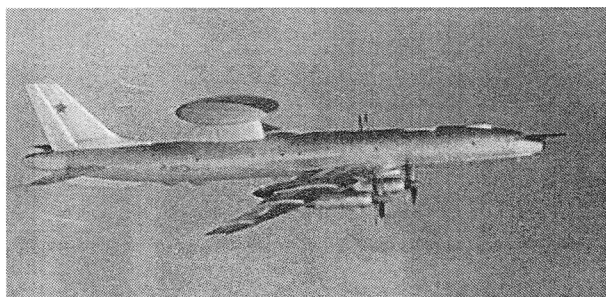
KA levererades till bergrum och användes inte aktiva på förband.

5.4 PROJEKT U13 (LAGE)

U13 avsåg en störsändare i nosen på SK37 mot ryska flygspaningsradarn MOSS som arbetade på frekvensen 800 MHz. Den flygburna utrustningen skulle kompletteras med ett begränsat antal markplacerade störutrustningar.

Utrustningen bestod av en signalmottagare och en kraftfull sändare (drygt 1 kW). Det planerade antennarrangemanget är inte helt klart för författaren. Troligen skulle sändarantennen (En Erland Cassel-konstruktion) suttit innanför flygplanets radom och mottagarantennerna av typ flatplate på flygplanskrovet, men författaren har fått olika uppgifter. Installationen skulle hursomhelst bli mycket dyr. Mottagaren, som skulle detektera och frekvensbestämma sändaren, flögs och dess förmåga att mäta in signaler från MOSS verifierades. Sändaren provades inte i luften, bl.a. på grund av risk att störa svenska TV sändare på samma band. Däremot provades den vid simulator som indikerade god funktion. Det finns uppgifter om att mottagaren ej kunde användas vid aktiv sändning på grund av markreflexer vid flygning på låg höjd.

Förutom den flygburna varianten skulle ett begränsat antal (4) markstörsändare tas fram med utrustning placerade på Giraffradarns antennmast med central sändarantenn och två mottagare placerade på utbyggda vingar.



*Sovjetiskt spaningflygplan
TU-114 med radarn "MOSS"*

MOSS ersattes av en ny rysk spaningsradar (Mainstay) med annan frekvens varför projektet lades ner.

5.5 U22

5.5.1 U22 original

KA hade ett otillräckligt bandbredd och klarade dessutom inte av att störa samtliga multipla hot. Av bland annat dessa skäl togs U22 fram och producerades 1981-88.

Bandbredd C-Ku banden (G-J) i två band.

Utrustningens kapacitet motsvarade 5 KA genom inbyggd förmåga att parallellt behandla flera samtliga hot. Utrustningen utnyttjade 5 pulskanaler (bandbredds-uppdelade) och hade tillgång till två bruskanaler och 2 separata avstämbara frekvensminnen (FML).

Utrustningen utnyttjade ett antal låsmottagare baserade på YIG-filter med 50 MHz bandbredd. Maskerande störsändning kunde utföras med frekvenssvept brus med 10-1200 MHz bandbredd.

Utrustningen hade en hög mottagarkänslighet. Sändning kunde ske med breda lobar i framsektorn alternativt även med en antenn med högre direktivitet.

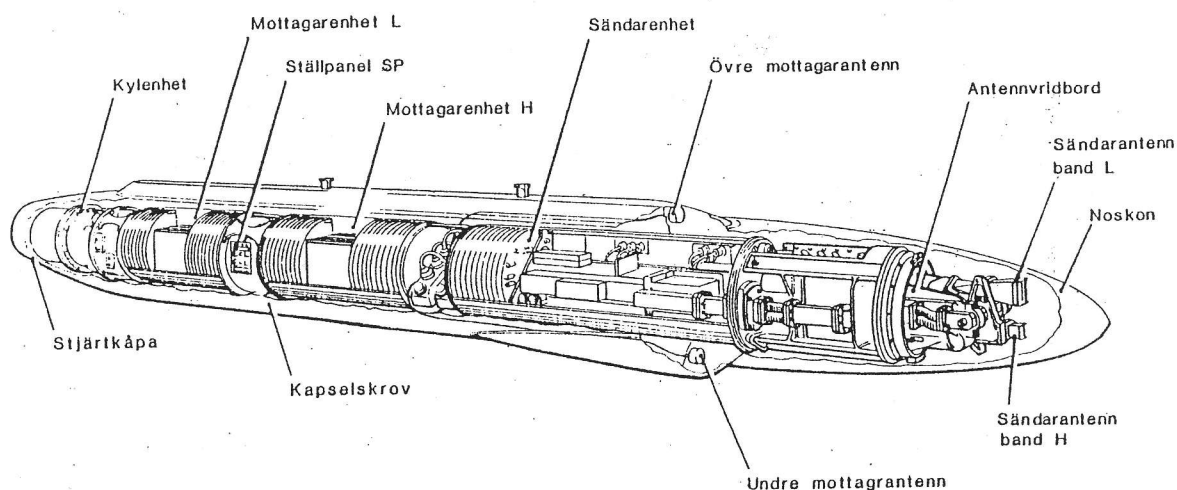
Styrning skedde via fasta program, inställbart via tumhjul före start. Förare hade endast möjlighet till val av beredskap eller aktiv sändning.

Utrustningen hade samma kylsystem som KA baserat på avdunstning av Freon.

5.5.2 U22A

Det öppna Freonbaserad kylsystemet på U22 gick inte ihop med modernt miljötänkande och ett slutet system utvecklades därför och infördes i U22A.

Känsligheten hos mottagarna i U22 ökades och prf-prediktor infördes som möjliggjorde att täckpulsstörning kunde tillföras.



Störsändare U22

Styrningen av kapseln förbättrades så att 2 förprogrammerade störstrategier kunde väljas av piloten under ett uppdrag.

En datastav för registrering av uppmätta insignalen infördes.

Utrustningen levererades 96-97

5.6 U95

Utrustningen baserades på övningstörsändaren A100, en vidarutveckling av Petrus (se senare) men anpassades för möjlig taktisk användning mot fientligt jaktflyg. Utrustningen täckte aktuella jaktradarfrekvenser (X bandet) och använde tre vinklade mottagarantennar med tillhörande mottagare med känslighet anpassad även för CW och HPD stationer. Mottagarna hade dessutom stor dynamik som medgav vinkelutvärdering genom antenninterpolation. Utrustning försågs med FML för att kunna hantera stationer med hoppfrekvens. Med prf-mätning som medgav prediktion även mot radar med staggade pulsintervall kunde effektiv Coverpulsstörning och/eller störpuls före skineko

åstadkommas med störpuls av brustyp, frekvensbestämd från inläsningsmottagare.

Utrustningen utrustades även med ett hotbibliotek med frekvens, pulslängd och prf som parametrar. Piloten kunde med vred välja mellan 6 olika åtgärdsbibliotek.

5.7 TAKTISK MOTMEDELSANVÄNDNING AV FPL AJS37

5.7.1 Verkansutprovning via simulatorkörningar

Verkan av AJS37 motmedelssystem mot troliga hot provades och optimerades via simulatorkörningar i utlandet varvid goda prestanda uppvisades. För att få bättre kontroll över denna verksamhet och för att få möjlighet att utbilda flygvapnets personal inköptes ett exemplar av den använda simuleringsutrustning till Sverige. Utrustningen benämndes MARS och placerades på FMV prov i Malmslätt och skulle hanteras av dess personal där och 3 personer utbildades av leverantören. Med utrustningen följde ett begränsat antal modeller av aktuella hot. Körning av dessa modeller fungerade och användes främst för att utbilda EIs personal under 3 dagarskurser, som gav piloterna god känsla för de problem som hotsystemen upplevde under störning.

Försök gjordes att modifiera/komplettera de levererade hotmodellerna och även att införa nya sådana. Den personal som arbetade med utrustningen var dock alldeles för liten och såväl framtagning av modeller som implementering av dem alldeles för komplicerat även sedan fler personer tillförts organisationen.

Anskaffandet av MARS var mycket kostsam. Utrustningen demonstrerades flitigt för "betydande" svenska makthavare inklusive Konungen och hade stor imponeringsfaktor. Tyvärr blev den dock aldrig användbar för att kunna utvärdera och optimera inställningar mot nytillkomna hot och lades därför ner efter ett fåtal år.

5.7.2 Taktisk användning av motmedelssystemet

Vid framtagning av taktik för AJS37 motmedelsanvändning kunde tidigare erfarenheter från EIs motsvarande användning av A32 komma till användning. 37-systemet var dock ett betydligt potentare vapensystem där varje flygplan var försett med såväl radar som kvalificerat navigeringssystem, varför tidigare förbandstaktik där gruppchef styrde och övriga gruppmedlemmar endast hade till uppgift att följa nu kunde ersättas med en där varje pilot kunde ges större handlingsfrihet. En begränsning av 37systemets motmedelsanvändning var dock att flygplanet hade få vapenbalkar och att införande av såväl remsfällare som elektronisk störsändare kraftigt begränsade detta flygplans vapenlast. Detta gjorde att kapselutrustat flygplan ofta användes som medföljande eskortflygplan.

När det gällde användning av den inbyggda varnarfunktionen skiljde den sig från motsvarande i fpl A32 främst genom att alla varningsriktningarna nu var känslig även för signaler inom andra band än X bandet. Trots att filter begränsade presentationen i hörlurarna av signaler med låga pulsrepet-

frekvenser blev pilotens audiella information mindre entydig än för 32 varnaren. När dessutom för att få känslighet mot CW stationer och förbättrad sådan mot radarstationer med hög pulsrepetitionsfrekvens och även information från U22s mottagare lades in genom syntetiska audiosignaler (ambulansljud t ex) blev bilden ännu besvärligare att ta till sig men bedömdes dock fungera fortfarande tillfredsställande.

Roteanfall mot fasta luftvärnsanläggningar kunde nu göras effektivare genom att utnyttja ökade avstånd mellan rotekamraterna och låta den som först blev påläst kunde bryta och därefter kunde gå in för ett nytt anfall vilket kunde ge god utdelning. Mot markstationer kompletterades ofta anfallen med att innan anfall av skyddsobjektet "mjuka upp" luftvärnsförsvaret med bombfällning (tossbombing) eller anfall med bombkapsel.

Vid anfall med medföljande eskortflygplan drog ofta detta flygplan till sig fiendens eld vilket kunde underlätta anfallsuppgiften för övriga flygplan.

Även anfall med utläggning av stråk praktiserades, såväl med användning av speciella stråklägningsflygplan, vars ökade motmedelskapacitet ökade deras chanser att inte bli bekämpade under utläggningen som genom att fälla stråk i samband med första anfallsgruppen.

Användning av speciellt elektroniska motmedel vid praktiska övningar var belagt med kraftiga restriktioner. Dessa reducerades dock när "fredsmoder" som inte avslöjade kritiska störparametrar infördes. Prov utfördes, vilka avslöjade väsentliga problem vid praktisk hantering av kapslarna, som därefter kunde åtgärdas. När det gällde användning av facklor visade försök också att sådan användning måste regleras tydligare, vilket skedde. Provanvändningen begränsades även kraftigt av de miljökostnader som försvaret måste betala så länge som freonkylning användes.

Taktikutvecklingen inom E1 förblev även under AJ37s tid "konservativ" i det avseende att motmedel i huvudsak användes som stöttning av tidigare utvecklad störoberoende taktik.

6 FPL JA37

6.1 VARNARE APP73

Jaktversionen av JA37 bedömdes ursprungligen inte ha något stort behov av radarvarnare för jaktrollen. Genom L37 försorg beställdes dock en sådan, främst för flygplanets attackroll, en modifierad App 27; App 73, dock med endast 4 antenner och frekvensområde begränsat till aktuella jaktradarfrekvenser. Mottagaren var dock kompletterad med en CW-mottagare baserad på hackad HF signal. Inkommande signal analyserades och klassades som LPD, HPD, MPD eller CW. Signaltyp presenterades på display och i förarens hörlurar med syntetiska ljud (CW gav upphov till ambulansljud).

Under flygplanets livslängd ökade dock insikten om mycket goda prestanda hos möjligt fiendligt flyg med långsträckt jaktrobot och krav ställdes på förbättrad MPD-/HPD- och även förbättrad CW-känslighet. Dessutom framkom

önskemål från flygstaben av helt rundtäckande utrustning (4π -varnare), som ledde till mycket studiearbete men slutligen bedömdes ekonomiskt orealistiskt, varför kravet togs bort.

Projekt för att få fram en förbättrad varnarutrustning, App73M, initierades men medel fanns inte för en seriebeställning. I stället kom U95 varningsmottagare stundtals att användas som komplement till radarvarnaren.

7 FPL 39 JAS

7.1 TELEKRIGSUPPHANDLING FÖR JAS

Efter fpl JA37 projekterades ett antal varianter av ett nytt attackflygplan (B3LA etc.) som dock aldrig kom till produktion. Studier påbörjades också av varnarsystem med längre detekteringsavstånd, förbättrad vinkelmätförmåga och klassningsförmåga. Moderna radarsystem utnyttjar allt oftare förbättrad signalintegration som medger ökade räckvidder trots lägre utsänd toppeffekt. Eftersom varnare även i framtiden tvingas till detektering av enskilda pulser, krävs det högre varnarkänslighet. Sådan leder dock även till ökat antal mottagna pulser vilket kräver förbättrad signalsortering. En sådan kan underlättas av förbättrad karakterisering av signalegenskaper där riktningsmätning är speciellt värdefull vilket vid amplitudinterpolation mellan flera antenner kräver tillräcklig signaldynamik.

Inom SATT, som tillverkat tidigare varnare, påbörjades nu studier av ny varnare med högre känslighet och förbättrad signalsortering. För egna medel utvecklades en funktionsmodell för demonstration av en digital sådan varnare. En modell togs fram och demonstrerades på flygutställning där, den väckte viss uppmärksamhet. Detta ledde bland annat till, att FMV föreslog SATT att undersöka möjligheterna till samarbete med den italienska Elettronica koncernen, som bedrev motsvarande utveckling. Något samarbete kom dock inte till stånd av olika skäl (företagspolitik, sekretess). SATT tilldelades då studiemedel av FMV som användes för att ta fram en fullständigare digital funktionsmodell. Det var svårt att klara av signalsortering med den begränsade kapaciteten hos den tidens processorer men genom tips från FMV kom företaget i kontakt med Hylab, ett företag i Göteborg uppbyggt kring "daturgurun" Gunnar Carlstedt. Den signalbehandling (preprocessor) som erfordrades krävde räknekapacitet som var på gränsen till den då möjliga, men tekniken kunde demonstreras med framtagna hårdvara. En funktionsmodell för flygprov togs fram, testades och uppvisade lovande prestanda.

Förutom inhemsk nyutveckling av ett system fanns möjlighet att anskaffa varnarsystem från utlandet. Från USA inhandlades ett system och provades av FC. Prestanda bedömdes intressanta men ett stort problem var hantering av hotbibliotek där flygvapnet krävde, att uppdatering måste kunna ske i Sverige av flygvapnets personal vilket stred mot amerikansk varnarexportpraxis.

Vid upphandling av störsystemet för JAS fanns endast ett genomarbetat varnarförslag från SATT och ett projekterat flygplanintegrerat störsystem, Ture från Ericsson (ESB). FMV beslöt att anskaffa detta system som även skulle

innehålla hotanalys och åtgärdsbibliotek. Systemet benämndes Varnar MotmedelsSystem , VMS1.

7.2 MOTMEDELSSYSTEM FÖR FÖRSTA JASSERIEN (VMS1)

7.2.1 Varnare

Radarvarnaren består av en lösning med 4 antennriktningar med 80 graders separation placerade i två vingspetspoddar. Varje antenn är försedd med DLVA (Detector Log Video Amplifier) med förförstärkare med stor dynamik och dessutom IFM (Instant Frequency Measurement) för snabb frekvensmätning.

Systemet fungerar i stort sett som avsett efter nedskakning. Utvärderingen stördes dock av att insikten om behovet av ett genomarbetat bibliotek kom fram relativt sent.

Ett nära samarbete med FRA inleddes som bland annat ledde till att det blev möjligt att långtidstesta signalmottagare och sorterare på fasta mätplatser

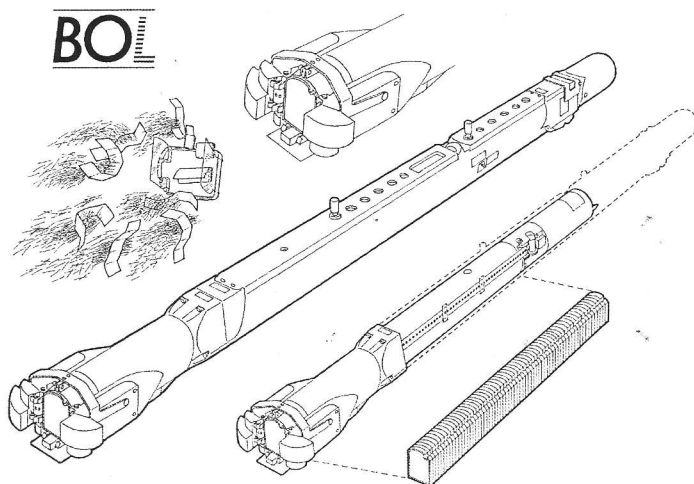
7.2.2 Störsändare Ture

I VMS1 konceptet ingick en i fena integrerade störsändaren TURE med antenn och Solid State förstärkare med cirka en watts uteffekt. Utrustningen beställdes av FMV hos Ericsson Radio Systems AB, 1985. Projektet ifrågasattes kring 1990 för att sändarens uteffekt bedömdes vara alltför låg, att inga metoder för repeterstörning mot pulskompressionsradar fanns integrerade och att robotar med Home-on-Jam mod skulle kunna utnyttja störsändaren för instyrning vid slutstrid (Endgame). Ett modifierat förslag, STURE, skisserades, som innehöll såväl ökad störeffekt som en optikbaserad DRFM funktion. Projekt TURE (inklusive möjliga modifieringar) avbeställdes (1992).

7.2.3 Fällare BOY

FMV initierade studier vid Celsiustech (Järfälla) för att få fram en mindre remsfällare med målsättningen att denna ej skulle ta en hel vapenbalk i anspråk. En ide till en sådan skisserades av Björn Fehrm vid FMV, som därefter flyttade över till Järfälla där han medverkade i framtagning av en ny fällare som fick namnet BOL.

Principen för fällaren framgår av figuren nedan



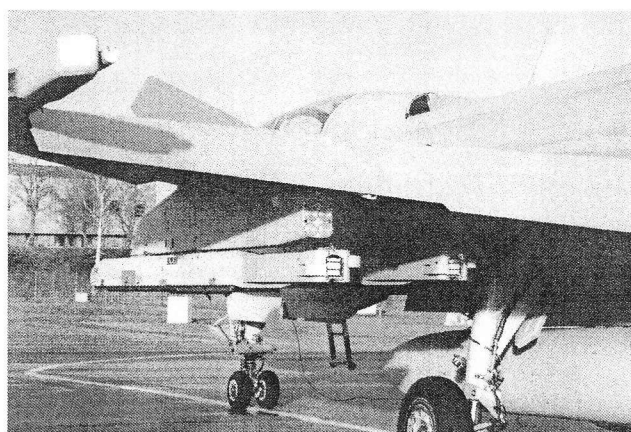
CelsiusTech

Fällmaterialet lagrades i plastaskar som placeras i långa "limpor" i en utmatningsanordning. Vid utmatning öppnas locket på asken, innehållet kastas ut och spreds med hjälp av turbulensgeneratorer vid utloppet. Hela fällaren kan placeras i en robotbalk, som kan ges en ur spridningssynpunkt attraktiv position (vingkant) och inte kräver exklusivt balkutrymme. Remsfällaren var ursprungligen avsedd för J37 men reserverade anskaffningsmedel användes för andra ändamål. Dock inköptes slutligen ett begränsat antal kapslar. Utrustningen anskaffades därefter även för senare versioner av JAS

7.2.4 Fällare BOY

Ett annat alternativ till fällare utan krav på eget balkläge var BOY som består av ett magasin med ett begränsat antal patroner som kan integreras i flygplanskrovet (scab on). Utrustningen kan hantera såväl remsor som fackelpatroner med av NATO standardiserat format. Även denna utrustning anskaffades för JAS version 2.

*Fpl 39 med
remsfällare BOL.
Även fackel-
fällaren BOY402
syns på bilden*



7.2.5 Projekt LENA

Moderna robotsystem har ofta integrerade passiva vinkelmätmöjligheter som kan användas för vapeninstyrning mot mål som utför egenstörning. Möjligheter att lura sådana system med utsläppta eller släpade skenmål var därför redan tidigt ett känt behov där remsfällning och en diskuterad "blåslampa" mot IRmålsökare är exempel på detta. För att komplettera remsfällning vore ett aktivt släpmål ett attraktivt komplement.

Lena är en projekterad repetersändare avsedd att släpas efter flygplan och släppas efter användning. Enligt NE Nilsson syftar namnet på slit- och slängprofeten Lena Larssons koncept. "Lätt Energisk Ny Ansats" är en alternativ tolkning.

Projektet startades 1986 och består av en smal cylinder med sändar- och mottagarantennerna och elektronisk förstärkare med batteri. Utrustningen kunde placeras i ett fackelfällarmagasin (BOY) och efter utsläpp bogseras av en kevlarlina. Flygprov i TRX släpmål utfördes 93 och 98.

7.3 ANDRA SERIEN. EXPORTINFLYTANDE

7.3.1 Allmänt

Under framtagandet av JAS blev exportambitionerna allt mer uttalade hos Saab och dessa stöddes av Försvarmakten. För att förbättra exportutsikterna skedde ett samgående mellan Saab och BAe i England. Dessutom skedde även andra industriomvandlingar. SATT överfördes till Järfälla och blev med tiden Saab Avionics. Ericssons aktiviteter i Stockholm slogs samman med Saab Dynamics i Linköping och ESB (Ericsson, Saab, Bofors) bildades, som med tiden togs över av Saab. Industrikonfigurationerna var inte konfliktlösa och undandrog resurser från konstruktiv motmedelsutveckling.

Under VMS1 utveckling hade de flygburna hoten prioriterats upp. Dessutom hade en bättre insikt om produktionskostnaderna för VMS1-systemet erhållits liksom om det akuta behovet av ett fungerande störsystem för ett exportsystem. När det gällde varnarsystemet hade såväl vid gamla SATT som Ericsson framsteg skett med olika lösningsprinciper.

För VMS1 systemet hade de distribuerade DLVA och frekvensmättonen (IFM) identifierats som kostnadsdrivande komponenter. Ett alternativt koncept som lanserades av SATT var att överföra HF från antenner till centralenhet för vidare analys där med centrala utvärderingsresurser. Förslaget vann FMVs gillande och en demonstrationsanläggning togs fram. Möjligheterna att komplettera en

sådan lösning med smalbandsanalys för ökad känslighet och förbättrad kapacitet i täta signalmiljöer insågs även. Liksom att vinkelinterpolationen borde kunna göras bättre utan tidig signaltröskling.

Ericsson Mölndal fick kring 1992 beställning "Utvecklingspotential JAS" för att studera ett nytt avioniksystem (radar, dator samt VMS) till JAS. Redan i tidigare studier för AJ37 hade Ericsson försökt integrera taktiskt uppträdande hos flygplanet i studierna, men då hade detta inte tolererats. När Ericsson däremot nu förde fram samma tankar, accepterades detta trots att detta var ett klart avsteg från FMV:s tidigare policy att hålla industrier borta från operativ verksamhet. Under studietiden hade Ericsson flera möten med både TUJAS och Flygstaben och ett nytt koncept benämnt Midas kom fram.

JAS huvudsyfte var då att kunna bekämpa de flygande attackplan som i kolonner förväntades anflyga Sverige under skydd av tungt jaktflyg (t.ex. typ SU27) med robotar med stor räckvidd. För att framgångsrikt kunna bekämpa ett sådant skydd krävdes robotinsats från JAS på stort avstånd (Beyond Vision Range, BVR) vilket innebar att fiendens jakt måste kunna avståndsbestämmas passivt på avstånd större än deras vapenporté.

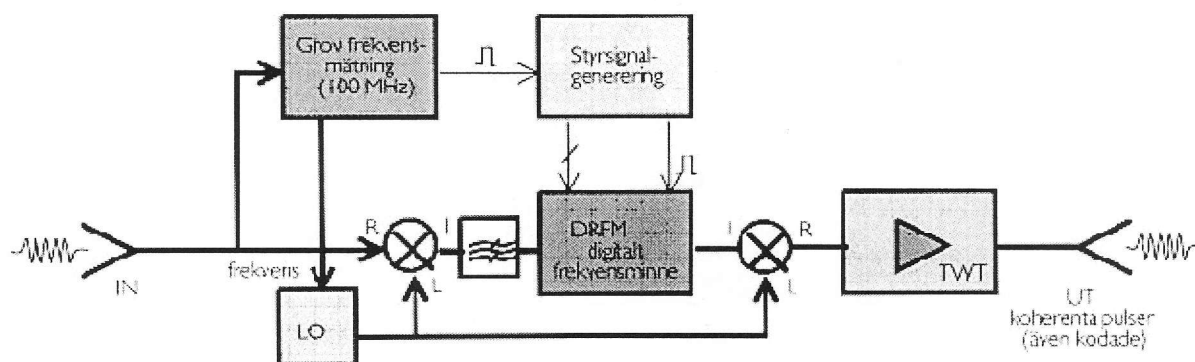
MIDAS projektet valdes inte för JAS delserie 2 av olika skäl. Ett sådant var att befintlig erfarenhet från VMS1 och tidigare varnarsystem då skulle gå förlorad. Ett annat att MIDAS-tekniken bedömdes innehålla alltför mycket ny oprövad teknik. Däremot fortsatte Ericsson med ett försöksprogram där både principer och byggtekniken studerades. Programmet drevs delvis med interna medel men avslutades 2005.

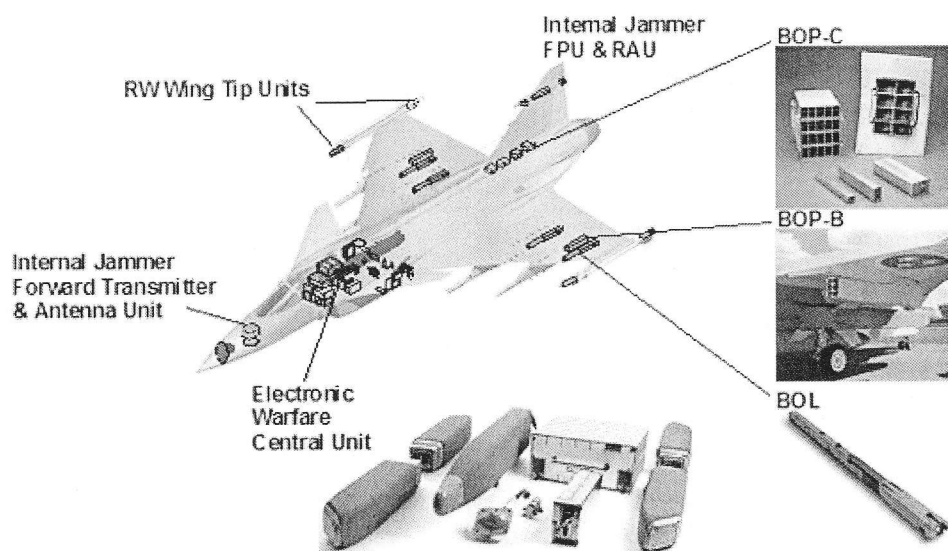
7.3.2 EWS39

Kostnaden för att få fram både en ny varnare och en separat störkapsel skulle bli mycket höga. För att reducera kostnaderna valdes därför att integrera varnar- och störfunktionerna: EWS39 där EWCS (Electronic Warfare Core System) stod för varning, störning och hantering av "omedelbara hot". Övriga komponenter hos EWS systemet innefattar rems- och fackelfällare, logik och presentation.

Ett Digitalt Radio Frekvens Minnet, DRFM, används för repeterstörning. Utrustningen levereras av det sydafrikanska företaget Avitronics som hade en relativt färdigutvecklad lösning framme vid beställningstidpunkten.

EWCS systemet är under leverans till svenska och utländska kunder.





EWCS enheters möjliga placering på flygplanet

8 ÖVNINGSSTÖRSÄNDARE

8.1 ALLMÄNT

De störförsök som utfördes mot svensk militär materiel visade tydligt på samband mellan radarstationernas prestanda och den handhavande personalens utbildning. Då operativ störmateriel inte var tillgänglig eller bedömdes känslig att utnyttja för utbildningsändamål togs speciell störmateriel fram. Inom flygvapnet avsågs denna materiel främst störning av markburen spaningsradar och luftburen jaktradar.

Tabellen nedan är synnerligen ofullständig varför tips och data tacksamt mottas av författaren.

8.2 DATASAMMANSTÄLLNING

	Företag		band	radartyp	mont
(1952)	US surplus	APQ-2	500 MHz	ERIIb Srr	
(1954)	US surplus	PQ-30	S		
		ATP-3	kommunikation		
		APT-5	L	PS-41	B18
1957	CSF	Maquette Broulleur	S	mark	Tp83,Pembroke, Catalina

1958		PQ-30	S	markrr	I fpl J33
		Bert	X?	markrr	markplacerad
1968	ELP4 ?	App90 Old black johanson		Rack i tpfpl	
	FOI	App 9		Rack i tpfpl	
1969	EMW	Sune	X	PS-01	Kapsel32B
1970?	SATT	Adrian	S/C	kapsel	MU2, Learjet, 32E
	SATT	Ingeborg	L/S/C	markrr	Låsmott. till Adrian eller G24
		Markus	X/Ku	marinrr	Mu2
		PQ851	S		vagn
		PQ852	X		vagn
		Hosianna	X/Ku		ftg
1977	EMW	Petrus		kapsel	32E, MU2
1990?	?	G24	L/C/X	32E, JA3E	nos
		G31	S/C		Hkp
1995		U95	X		
1988	EMW	A100 Erijammer	X		
	EMW	U95	X		
		Astor I		I fpl	
		Markus			
		Astor II		I fpl	DRFM
		Mark-Astor II		Mot markrr eller marin	På mast
		A100			
		Felix			
		Rutger		Strilrr	Mo
		Simson		Strilrr	
		Tersi		Strilrr, simulator	

8.3 NÄRMARE BESKRIVNING AV ETT ANTAL STÖRUTRUSTNINGAR

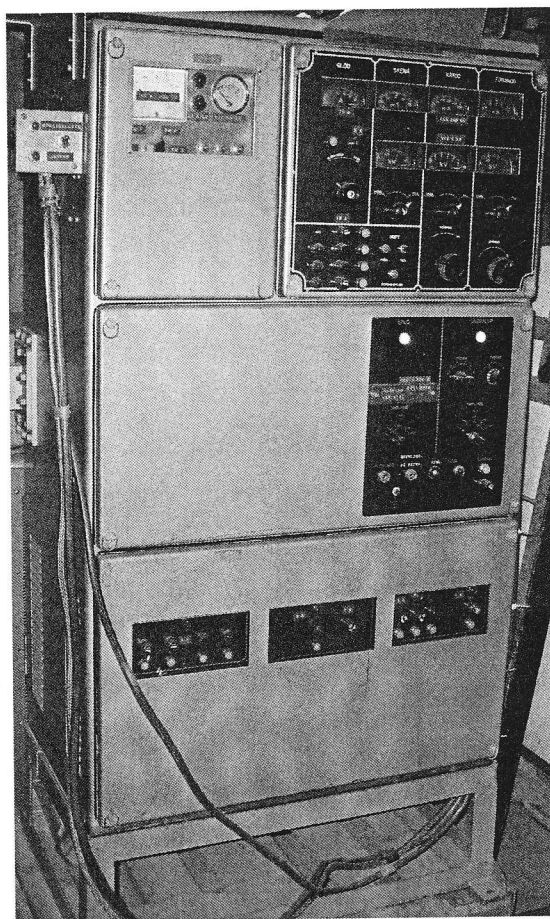
8.3.1 ÖVNINGSSTÖRSÄNDARE Maquette Broullieur

Denna störsändare inköptes från CSF i ett exemplar och besiktigades med svenska skyltar. Innan leverans beslagtogs den dock, troligen för att användas vid angreppet av SUEZ. En liknande störsändare levererades senare, dock med en Carcinotron med andra egenskaper än tidigare specificerade. Modifiering av kraftaggregatet måste därför ske innan svensktillverkade Carcinotroner kunde utnyttjas.

Utrustningen installerades i Tp83 Pembroke och Tp47 Catalina och användes som övningsstörsändare.

1958 presenterade CSF en störsändare för A32 med en induktionsgenerator som variak (frekvensstyrning)

Troligen hade denna utrustning låg modulationsfrekvens.



8.3.2 Störsändare typ 9

1955 införskaffade byråchefen Hamilton en Carcinotron.

FOA byggde sändare för dem i två 19-tumsrackar. Kraftaggregat för 5 kV/0.5 Amp för 380 V/50 Hz. För flyget anskaffades omformare för 28 V som vägde 160 kg. Den totala störsändarvikten blev 960 kg.

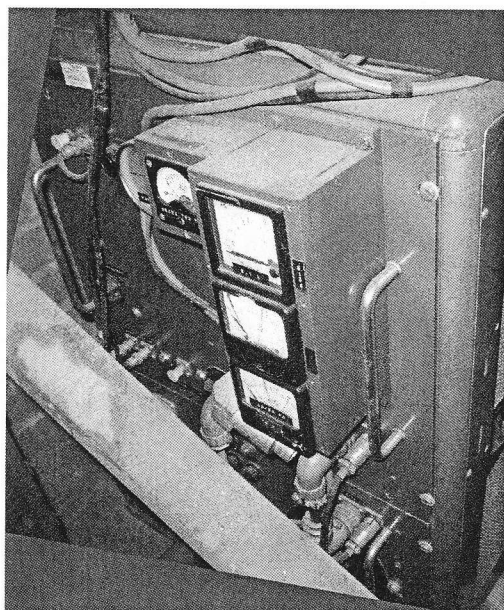
Fem exemplar tillverkades, ett för FOA, ett för KFF och tre för Marinförvaltningen.

Utrustningen provades mot Fjärrspaningsradarn PS-08 Harry på Södertörn som helt bländades vid 350 W/MHz och även 100 W/MHz var katastrofal. "Rimliga" stördiagram erhöles först när störeffekten dragits sned med en 20 dBs riktkopplare (1 W/MHz). När man med störningen mätte antenndiagrammet från radarn upptäckte man sidlobber med antennförstärkning av samma nivå som huvudlobens på 45 graders avstånd från denna (gratinglobber?). Resultatet av dessa störprov gavs en mycket begränsad spridning inom försvaret.

8.3.3 App90 (Old Black Johansson)

Gunnar Lundholm på ELP4 tog fram störsändaren "Old Black Johansson" som kunde utrustas med Carcinotroner för såväl S- som L-banden. Utrustningen användes som övningsstörsändare. Tre kopior tillverkades för flygvapnet med namnet App90. Oklart om sändaren hade hög modulationsfrekvens (som App91)

Bengt Ekberg tog fram en X bandsvariant som var avsedd för flygvapenövningar.



8.3.4 Markstörsändaren BERT

För prov mot flygradar på F7 togs en markbunden X bandsstörsändare fram baserat på App 90 störsändaren BERT (namn troligen efter Bert Stenfeldt). Utrustningen användes för träning av EIs personal och användes även av marinen.

8.3.5 SUNE (1969)

Störsändare är framtagen av NA Nilsson på FE7 och avsedd för prov mot PS-01 i fpl J35F. Störfrekvens valdes med hjälp av inställning hos en klystron vars

utsignal förstärktes i ett 20 W rör efter brusmodulering. Den utsända signalen kunde pulsas av en diodswitch. EMW tog även fram mottagare som kunde generera störpuls med variabel fördröjning relativ uppmätt insignal.

8.3.6 PETRUS

ELP4 hade fått dåligt rykte inom FMV radarbyrå för den långsamma framtagningen av App 91 och måhända även andra skäl. För att snabbt få fram en kraftfullare övningsstörsändare än Sune för utprovning av PS-01 tog byråchefen Strömberg beslut att ta fram en sådan i "egen" regi, och beslut skedde under lätt kuppartade former.

Generation I av Petrus togs fram 1969 och projektledes av NA Nilsson för leveranser 71-76. SRA gjorde slutsteget och EMW i Mölndal övrig elektronik. Utrustningen kunde alstra kontinuerlig brusstörning (termiskt brus) och pulsad avståndsavhakande störning på X-bandet liksom vinkelavhakande störning mot loproterande stationer.

Petrus gen II (leveranser 84-89) försågs även med låsmottagare och utnyttjade mikrodator för processtyrning.

Avståndsavhakande störning kunde utföras med 0.5 μ s lång störpuls vars minsta fördröjning var ca 0.2 μ s. Olika fördröjningsaccelerationer kunde väljas. Det fanns även en mod med tre samtidigt pågående avhakningsförsök.

För störning mot loproterande sikten användes en intermittent brusmod. Under ostörd tid mättes amplitudmodulation på pulsen upp. Därefter skeddes störsändning ursprungligen endast under "lågamplitudtid" vilket gav effektiv vinkelavhakning men även möjligheter att "se igenom" störning. Störmoden modifierades senare så att brussändning med lägre effekt även skedde under "högamplitudtid".

PetrusKA var en ej flygbar störsändare för markprov av JA37 radar.

8.3.7 ERIJAMMER/A100 (84-89)

Utrustningen är en vidarutveckling av PETRUS och försedd med doppleravhakning och frekvensminne FML. Störmoder kan styras från kabin.

Utrustningen är såld i två exemplar till Schweiz, åtta till Canada via amerikanskt företag och två till Sverige.

8.3.8 Markplacerade störsändare mot Markstationer

Ett stort antal markplacerade störsändare mot Strilradarstationer liksom rena simulatorer har tagits fram. De aktiva störsändarna har ibland synkroniserats med störd station genom trigg på kabel eller JF mottagare på störenheten. Grundfilosofin för markstörning inom flygvapnet har dock varit att operatörsutbildning inte skall kunna följas via signalspaning.

9 STÖRMATRIEEXPORT FRÅN SVENSK INDUSTRI

9.1 PHILIPS REMSFÄLLARÄVENTYR

Philips köpte Arencos Electronics 1968. Huvudskälet för Philips intresse var den order på bankterminaler som företaget tagit. Med affären följde bl. a. 10 st Box 9/KB kapslar som tagits fram för försäljning. Arencos direktör, Pelle Engström, hade då redan etablerat kontakter med Tyskland och Frankrike, eventuellt tillsammans med Fdir Weidstam vars goda språkkunskaper och sällskapstalanger i så fall kommit väl till pass. Tre fällare såldes under Arencotiden till Tyskland.

Företaget Philips intresse för fällarna var lågt. Björn Sjunnesson (fd motmedelsansvarig inom Marinen) på försäljningsavdelningen tog upp kontakterna och lyckades sälja tre fällare till Frankrike, en till Schweiz och tre till Italien.

De tyska fällarna provades på Starfighter, de schweiziska på Vampire och Hawker Hunter och de franska på Mirage 2. Vid italienska tester tappades en kapsel i Medelhavet. Eftersom kapseln fortfarande var hemlig ledde detta missöde till att räddningsoperationer snabbt initierades och kapseln lyckades återbördas till flygvapnet.

Franska flygvapnet önskade att fällaren skulle innehålla även fackelfällare och en sådan konstruerades och placerades i KBs akterdel. Tillsammans med andra begränsade modifieringar av KB togs exportfällaren BOZ fram som köptes i 40 ex av Frankrike (Matra).

Matra önskade även tillgång till en mindre fällare och köpte licensrättigheter av PEAB och tog fram en nedskalad fällare med Sidewinders dimensioner, där PEAB levererade elektronik, Phimat. Ca 600 exemplar tillverkades och såldes bland annat till England (Jaguar). I samband med diskussionerna kring Phimat tolkade en av PEABs konstruktörer att han av misstag fått se ritning på en kopierad fällare och sådde misstanken, att Matra försökte kopiera konstruktionen. Huruvida iakttagelsen var korrekt eller inte är oklart, men någon sådan fällarkonstruktion har inte observerats på marknaden.

Tyskland inköpte ett antal (ca 5) flygbara attrapper, ursprungligen för prov på Starfighter. Priset per attrapp översteg priset på fullutrustad Volkswagen, vilket påtalades av den tyska kunden. Klagomålen tystnade dock när Björn Sjunnesson påtalade svårigheterna att flyga en Volkswagen med Starfighter.

Prov utfördes i Tyskland med attrapperna. Det visade sig, att Tornadoflygplanets flygegenskaper kraftigt förbättrades när kapslarna var monterade varför flygförare önskade sådan "beväpning" för alla uppdrag. Tyskland inköpte ett stort antal BOZ. Ytterligare stora antal inköptes via NATO centralt för användning på Italienska och Engelska flygplan och på från England exporterade Tornados. Totalt tillverkades och såldes ca 800 kapslar.

En mindre fällare togs även fram genom ELP4 initiativ, BOL. Projektet togs fram för JA37, men de medel som reserverats för ändamålet användes för annat.

Engelsmännen intresserade sig tidigt för BOL för Harrier. Intresset blev än större då den modifierade lavetten visade sig kunna placera gasflaskor på sätt som gjorde dem utbytbara utan uppallning av flygplanet, vilket tidigare krävts.

Marknadsföring initierades även i USA med Björn Sjunnesson och Lennart Sjöholm. US Airforce visade mycket litet intresse men desto större kom från Navy, där Björn Sjunnesson tidigare övningstjänstgjort. Prov initierades. De nya remsförpackningarna i plast skadade dock ursprungligen stjärtfenor vid utsläpp varför den modifierades och fick en stabil ram med plastlock som skydd. Detta fungerade väl och BOL godkändes för användning 1987, utprovades 88/89 och beställdes 92.

Remsor togs fram av Chemring som använder den patenterade plastförpackningen.

Förpackningarna visade sig senare även vara mycket lämpliga för IR motmedel i form av pyrofora plattor, vilket ytterligare har ökat försäljningen av BOL som för närvarande omfattar mer än 1000 enheter med ytterligare ett stort antal i beställning.

9.2 SATT EXPORT AV ÖVNINGSSTÖRSÄNDARE

SATT kontaktades av en indisk agent i USA (Chandra, välkänd senare i samband med Boforsaffärer) som förgäves försökt få exportlicens av amerikanska störsändare till Indien. SATT sålde ca 1975 övningsstörsändaren Adrian under det företagsinterna namnet Hjalmar i befintligt skick för användning på Mig21. AQA31 blev dess officiella namn.

Hjalmarstörsändaren hade ingen mottagare och krävde kunskap om aktuella störfrekvenser som kunde levereras med olika förvald modulationsform.

Indierna önskade att kapseln även skulle förses med en låsmottagare, och en sådan baserad på Ingeborg (Svepande YIG filter) konstruerades. Utrustning var datoriserad och inkluderade ett begränsat hotbibliotek med val, baserat på uppmätt frekvens och prf. Utrustningen placerades under kapseln där dess frekventa markkontakt i samband med landning ledde till för företaget lönsamma leveranser av reservdelar.

Totalt 20 utrustningar för S-, C-, X- eller Ku-band såldes, ett band per kapsel, till Indien där de användes flitigt, möjligen inte enbart för övning av Indisk flygande personal.

9.3 ERICSSONS EXPORT AV ÖVNINGSSTÖRSÄNDARE

Övningsstörsändaren Petrus försågs med låsmottagare och tillverkades i en exportversion av EMW med beteckningen A100 eller Erijammer kring 1986-7. Utrustningen var kompletterad med möjlighet till doppleravhakning (serrodynstörning) och FML (icke koherent frekvensminne). Utrustningen marknadsfördes internationellt energiskt av Thomas Kahlin och deltog i störförsök bland annat mot stationer i Norge, Singapore och USA. Kapseln inköptes av Schweiz i två exemplar och av Canada (via Rodale) i 6 exemplar.

bengt.bengtson@gmail.com

Uppdaterad 2010-01-08,2010-01-15

Flygplan	motmedel		Operativt från	till
S29			1955	1970
	APS13	Aktiv bakomvarnare	1955	1958
	PQ17	Radarvarnare X band	1958	1970
A32			1955	1979
	F9/5	Radarvarnare X band	1965	1979
	Box 3	Remsfällare	1966	1979
	App 11	Radarvarnare S,C,X i Box3	1968	1979
	App 91	Störsändare S band	(1970)	(1970)
S32			1968	1978
	F9/3	Radarvarnare X	1960	1968
	F9/5	Radarvarnare X	1965	1978
	Box 3	Remsfällare	1966	1978
	App11	Radarvarnare S,C,X i Box3	1968	1979
S35			1965	1979
	App 15	Radarvarnare X	1974	1979
	KB	Rems- o fackelfällare	1974	1979
A37			1972	2000
	App 27	Radarvarnare Ku, X,C,S	1972	2000
	KB	Rems o fackelfällare	1972	2000
	KA	Störsändare	1972	1981
	U22	Störsändare	1981	2000
	U22/A	Störsändare	1995	2000
JA37			1979	2005
	App73	Radarvarnare X	1981	2005
	U95	Störsändare, varnare X	1993	2005
	BOY401	Fackelfällare	1979	2005
	BOL451	Remsfällare lavett	1995	2005
SF/SH37			1975	2005
	App 27	Varnare. Ku,X,C,S	1975	2005
	App48	Registrerutr varnare	1980	2005
	KB	Rems o fackelfällare	1975	2005
	U22	Störsändare	1981	2005
	U22/A	Störsändare		