

AGA .....	2
Historik och verksamhet .....	2
Produkter, allmänt .....	6
Produkter, militära .....	7
Verksamhet inom optikområdet .....	7
Produkter flygradio.....	9
Produkter flyginstrument.....	19
Produkter elledning.....	20
Produkter radar .....	23
Produkter övrigt.....	24
Ömsesidig nytta .....	26
Källförteckning.....	26

## AGA

Dokumentet är sammanställt av Sture Nyberg.

### Historik och verksamhet

Företaget AGA är starkt förknippat med namnet Gustav Dalén. Företaget grundades år 1904 under namnet Aktiebolaget Gasaccumulator och verksamheten kom att präglas av Gustav Daléns uppfinningar inom många olika teknikområden.

Gustav Dalén föddes 1869 i Stenstorp, Västergötland, och växte upp i ett lantbrukarhem, men han visade tidigt stort tekniskt intresse och uppfinningsriktighet.

Som ung pojke konstruerade Gustav Dalén bl.a. en fettprovare för att mäta mjölkens fetthalt. År 1892 reste han upp till Stockholm för att visa sin uppfinning för industrimannen och uppfinnaren Gustaf de Laval. Denne fann att Daléns fettprovare var nästan identisk med hans egen patenterade provare. Han rådde Gustav Dalén att skaffa sig en ingenjörutbildning. Dalén åkte hem, sålde familjegården och började på Chalmers i Göteborg. 1896 reste han till Schweiz och studerade ett år vid EDT i Zürich. Där studerade han speciellt värmeteknik. Hemkommen arbetade han en tid som turbinkonstruktör vid de Laval Ångturbin.



*Gustav Dalén (Foto AGA)*

Företaget köpte 1901 de skandinaviska rättigheterna till att exploatera den franska uppfinningen acetylène dissous, som innebar att man magasinerade komprimerad gas i stålbehållare. För att minska ex-

plosionsrisken hade gasbehållaren fyllts med en speciell massa. Dalén kom senare att utveckla en fyllningsmassa med högre säkerhet. Med ett utbytessystem av gasbehållare skulle därmed behovet av ett gasverk i många fall elimineras.

Det svenska lotsverket hade under år 1900 påbörjat experiment med att använda acetylen för fyrbelysning. År 1901 fick Svenska Karbid uppdraget att installera acetylenbelysning på Marstrands hamnfyr. Lotsverkets överfyringenjör John Höjer ville fortsätta att utveckla acetylgasens möjligheter som fyrbelysning. Samarbetet med lotsverket kom att innebära ett lyft för AGA:s verksamhet.

1904 ombildades Svenska Karbid och Acetylen Aktiebolaget till Aktiebolaget Gasaccumulator (AGA). Axel Nordvall blev försäljningsdirektör och Gustav Dalén överingenjör i det nya företaget. Man bedrev verksamhet i Saltsjö Järsla, Nacka med bl.a. att framställa acetylgas och fylla gasbehållare. Antalet anställda var 15 personer.



*Aktiebolaget Gasaccumulator (AGA) Saltsjö Järsla. (Foto AGA)*

1905 utvecklade AGA under Daléns ledning ett fyrssystem, vars hörnstenar bestod av:

- Klippapparat med variabel ljuskaraktär och evighetslåga (1905)
- AGA-massan för säker lagring av acetylgas under högt tryck (1906)
- Solventilen, som släcker fyren under dagtid (1907)
- Dalénblandaren, som blandade gasen högsta ljusstyrka vid användning av glödnät och även gav kraft till linsrotationssystemet (1909)
- Linspendeln, som användes på fyrskepp (1915)
- Automatisk glödnätsbytare (1916)

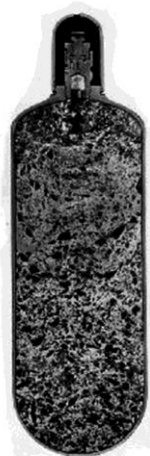


*Klippapparater (Foto AGA)*



*Gustav Dahléns nobelpris (Foto AGA)*

Under 1912 flyttade AGA in i nybyggda lokaler i Skärsåtra, Lidingö. Dit sammanfördes de tidigare utspridda verksamheterna huvudkontor, konstruktions- och ritkontor samt all tillverkning.



*Gasbehållare*



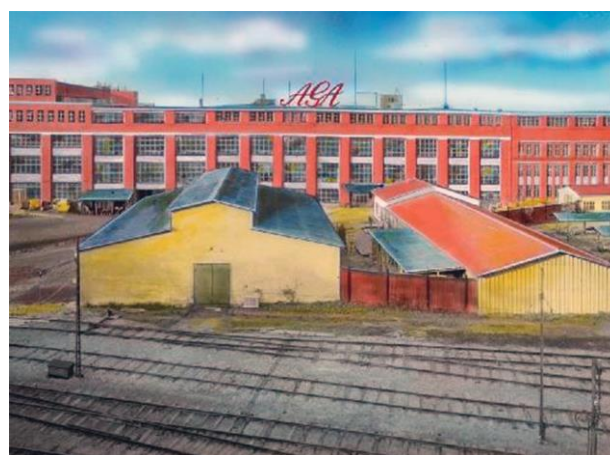
*Solventil (Foto AGA)*

Tillverkningen av klippapparater tog fart 1906 och då inrättades en verkstad på Maria Prästgårdsgata på söder i Stockholm. Här fanns även ett ritkontor.

1912 vann AGA kontraktet på fyrbelysningen i Panamakanalen, vilket blev av stor betydelse för företagets vidare utveckling. Framtiden såg ljus ut.

Men den 27 september 1912 inträffade den svåra olyckan vid ett stenbrott i Alby utanför Stockholm. Under ett experiment med att upphetta gastuber, exploderade en tub, vilket medförde att Gustav Dalén blev blind. Trots olyckan fortsatte dock Gustav Dalén sin innovativa verksamhet.

I december 1912 tilldelades Gustav Dalén Nobelpriset i fysik.



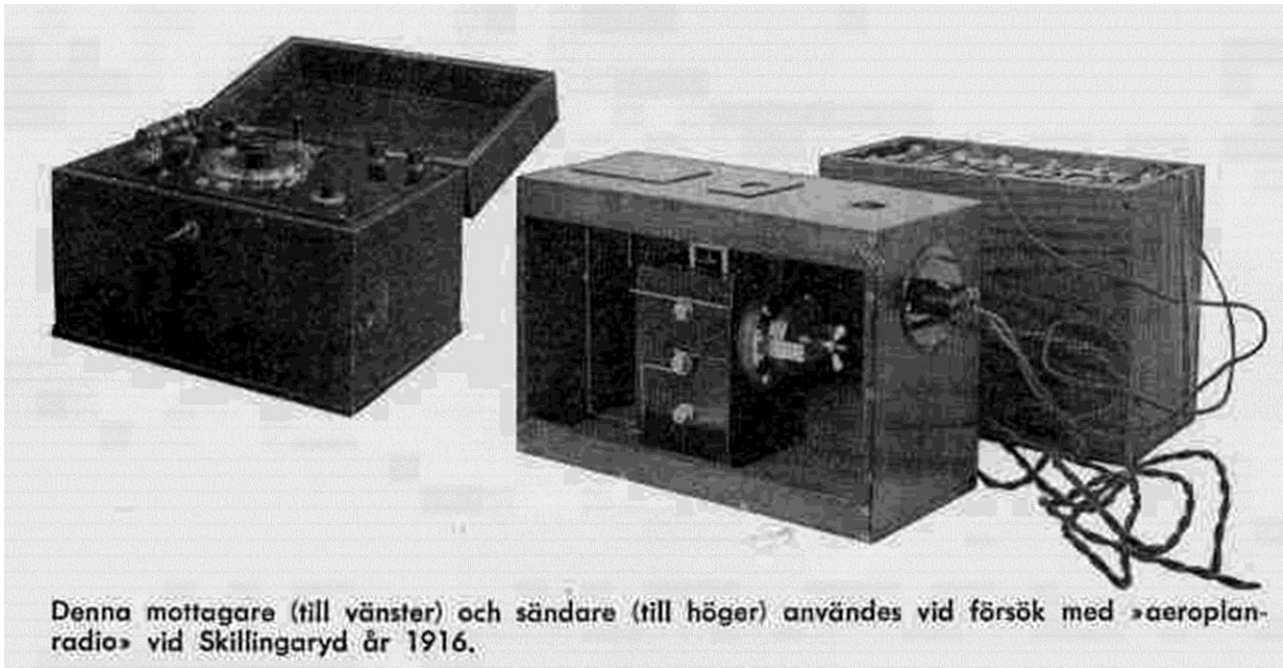
*AGA:s fabriker på Lidingö (Foto AGA)*

Gustav Dalén insåg tidigt möjligheterna att använda radio som hjälpmedel vid navigering. År 1915 anställdes Frans Fransson, som hade examinerats från Chalmers i Göteborg och som hade arbetat med radioteknik inom flottan i Karlskrona åren 1911-1915. Man började bl.a. experimentera med gnistsändare för klockbojar. Löjtnant Claes von Fleming, som var signalofficer vid Livhusarerna i Skövde, och ingenjör Fransson vid AGA genomförde under 1916 prov med radiosamband mellan flygplan och mark vid Skillingaryd. Provet blev mycket lyckosamt och gick till historien som det första radiosambandet mellan flygplan och mark som utförts i Sverige. Utrustningen hade tagits fram vid AGA, varvid Fleming svarade för mottagardelen och Fransson för gnistsändaren.



*Ing Fransson AGA.(Foto AGA)*





AGA, Asea och LM Ericsson bildar 1919 ett gemensamt bolag, Svenska Radio AB (SRA) för att utveckla tekniken inom radioområdet. De flesta av AGA:s radiotekniker flyttade till SRA. Senare (1924) flyttar de dock tillbaka till AGA, som då börjat intressera sig för rundradio. AGA avvecklade sitt intresse i SRA 1927. 1927 lanserar AGA Europas första radio med inbyggd högtalare avsedd för nätanlutning.

AGA-spisen lanseras 1929. Spisen hade uppfunnits av Gustav Dalén och var en avancerad hushållspis, som eldades med koks. Den var ekonomisk tack vare sin effektiva värmeisolering och kunde brinna dygnet runt. Spisen blev mycket populär i större lant-hushåll, på herrgårdar och slott, särskilt i England där den fortfarande tillverkas.

### AGA Baltic

AGA-Baltic skapas 1931. Redan år 1928 köpte AGA radiodelen av företaget Baltic AB, som till en början bedrevs som ett självständigt företag. Dess verksamhet samordnades med AGA:s radiodel år 1931 i bolaget AGA-Baltic AB. Detta bolag kom först år 1947 att helt inordnas i moderbolaget. Företaget sysslade bl.a. med radio och ljudfilm.

1931 blir AGA representant i Norden för det amerikanska radioföretaget Hazeltine Corporation och många av dess patent registrerades i AGA:s namn hos Patent- och Registreringsverket. AGA fick härigenom tidigt löpande information om televisionsteknikens utveckling i USA. År 1946 blev AGA representant för Hazeltine i större delen av Europa, där AGA bevakade Hazeltine:s många patent inom radio och TV-området. Patentsamarbetet kom att ge betydande licensintäkter till AGA.

Civilingenjör Carl-Erik Grankvist anställs 1933 vid AGA Radio. Han kommer, som överingenjör och direktör för AGA:s Elektronikgrupp, att starkt bidra till en kraftig expansion av AGA:s radio- och elektronikverksamhet, inte minst genom egna uppfinningar och patent.

Under andra världskriget kom AGA att utveckla militära utrustningar för det svenska försvaret, såsom optiska instrument, flyginstrument, radiopejlutrustning och flygburen radioutrustning.

En bombsäker underjordisk verkstad börjar 1943 att byggas i berget norr om AGA:s anläggning. Verkstaden var avsedd att användas för tillverkning av bl.a periskop för u-båtar, kikare, avståndsmätare och gyroinstrument.

1948 köper AGA AB Tudor, som tillverkar ackumulatorer och batterier.

1950 flyttar AGA sin radiotillverkning från Lidingö till en nybyggd fabrik i Gävle. Senare kommer även AGA:s televisionapparater att tillverkas här. Även utveckling och tillverkning av mobil kommunikationsradio förläggs hit. I Gävlefabriken inrättas en specialavdelning för montering av militär radio- och elektronikutrustning.



AGA:s Gävlefabrik (Foto AGA)

1952 satsar AGA på televisionstekniken och teknologie licentiat Hans Werthén har anstälts för att leda verksamheten. Hans Werthén hade tidigare arbetat med Televisionsnämndens försökssändningar från Kungliga Tekniska Högskolan. På AGA görs experiment och demonstrationer av färg-TV, baserat på det amerikanska systemet NTSC.



33. Tre TV-expertter provar AGAs färg-TV 1952. Fr v Carl-Erik Granqvist, elektronikchef, Hans Werthén, chef för TV-utvecklingen och Gunnar Dalén, AGAs VD 1950-67 och Svenska Uppfinnareföreningens ordförande 1960-65. Foto Folke Hellberg, Pressens Bild AB.

1956 bygger AGA en ny anläggning i Roslags Näsby i Täby för att där bedriva utveckling och tillverkning av militär utrustning med mycket höga krav på sekretess. Där kan man arbeta mer avskilt från annan verksamhet än vid huvudverkstäderna på Lidingö. Sekretesskraven var bl.a. betingade av AGA:s engagemang i utveckling och tillverkning av radarmålsökaren till sjömålsroboten Rb 04. I Roslags Näsby utvecklades och tillverkades även andra militära produkter såsom övervakningsutrustning för sändare RT-02, spaningsradar PS-04, akustiskt zonerör MHSB för sjunkbomber, luftbevakningssystemet OPUS och flygradio.

1959 blir elektronikverksamheten inom AGA den största delen med avseende på fakturerad försäljning.

1967 blir Björn Rosén vd för AGA. Man beslutar att satsa på de högteknologiska verksamheterna elektronik och medicinsk teknik. En särskild division, AGA Innovation, bildas år 1968 och förläggs till Roslags Näsby-anläggningen.

1970 hamnar AGA i en krissituation bl.a. på grund av den stora och ekonomiskt misslyckade satsningen på en medicinsk automatisk analysmaskin, "Autochemist". AGA:s vd avgår och "företagsdoktorn" Ulf af Trolle inkallas för att sanera företaget. Han anser att företaget är så diversifierat inom så många olika produktområden, att det är nästan omöjligt att bilda sig en uppfattning om de olika delarnas lönsamhet. Han rekommenderar en uppdelning av verksamheten på flera fristående dotterbolag, med eget lönsamhetsansvar. Sven Ågrup, civilekonom och ekonomidirektör vid AGA, utses till vd.

1971 säljs Rundradio- och TV-verksamheten till Svenska Philips.

## **AGA Aerotronics AB**

1972 delas AGA:s verksamhet upp på ett antal mindre produktbolag. AGA Aerotronics AB bildas för att ta över AGA:s militära verksamhet, d.v.s. flyginstrument, elledningssystem, optik samt flygradioverksamheten.

Andra nybildade företag är bl.a. AGA Geotronics AB, AGA Infrared Systems AB och AGA Mobilradio AB.

1974 säljs AGA Mobilradio AB med verksamhet inom området civil mobil kommunikationsradio till Sonab, ett företag inom AB Statsföretag.

## **Bofors Aerotronics**

1977 förvärvas AGA Aerotronics av AB Bofors och får namnet Bofors Aerotronics AB. Företaget inordnas i Bofors Försvarsmaterielsektor, men verksamheten fortsätter i Lidingö. År 1978 inkorporeras Jungners optikverksamhet i Bofors Aerotronics.

## **NobelTech AB**

1991 överfördes Bofors Aerotronics AB till NobelTech AB.

## **CelsiusTech AB**

Under de stora företagsförändringar som skedde med svensk militärelektronikindustri under 1993 bildades CelsiusTech AB dit bland andra företag även NobelTech AB fördes.

## **SMS Communication**

Radioverksamheten samlades i Skrubba Tyresö, där bl.a. korthållsradion LUF utvecklades och tillverkades. Den förmedlade bl.a. startorder till piloten i flygplan på uppställningsplats.

## **SaabTech Electronics AB**

År 2000 förvärvar Saab större delen av den svenska elektronikindustrin samt de centrala verkstäderna som ingick i Celsius och Tietoenator.

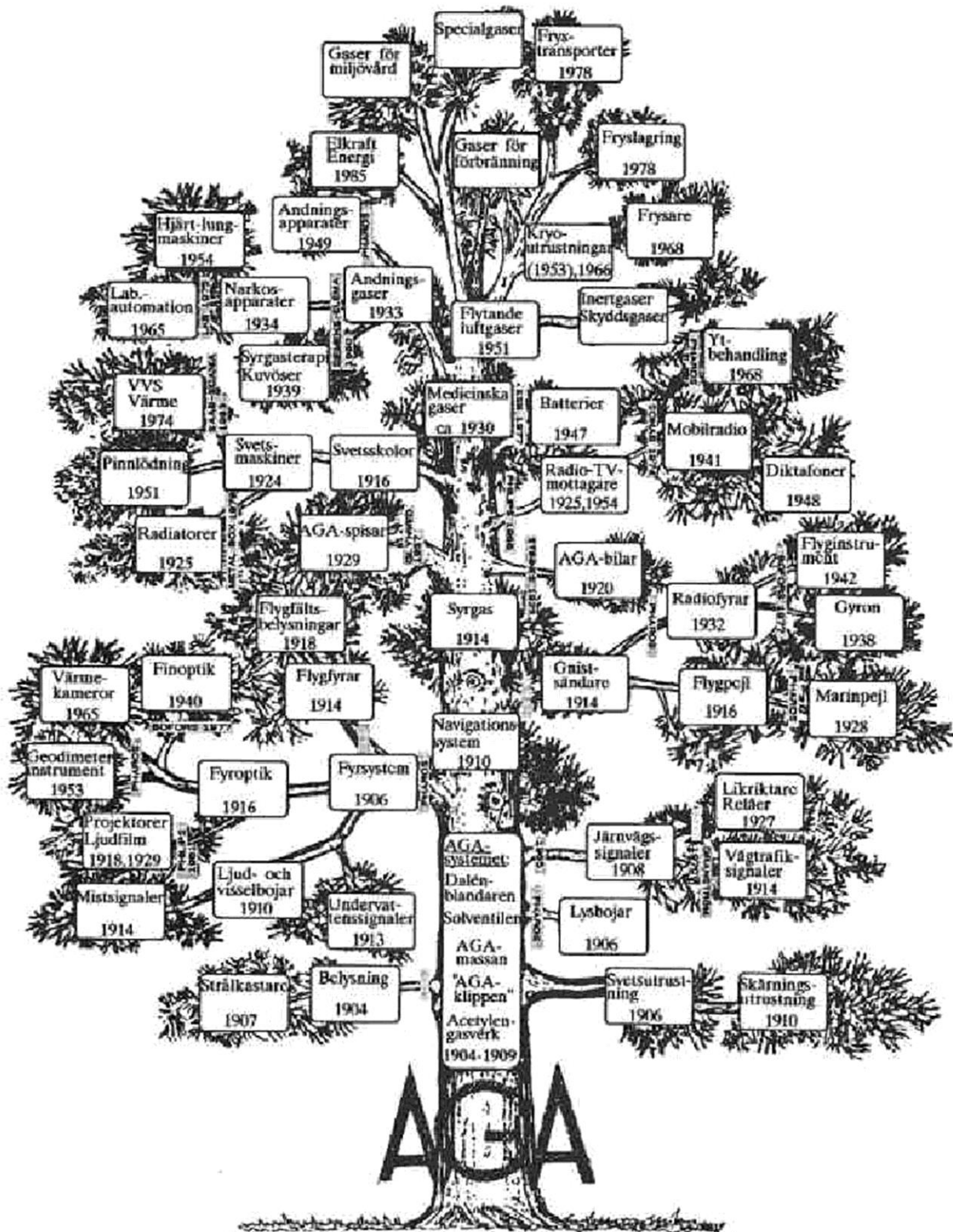
Idag ingår merparten av Aerotronics tidigare verksamheter i SAAB AB, Järfälla. Optikverksamheten ingår i FLIR Systems, Danderyd (f.d. AGA Infrared Systems).

2000 förvärvar det tyska gasföretaget Linde AGA och Lennart Selander, AGA:s vd sedan 1997, blir därmed den siste vd:n i det självständiga AGA.

## Produkter, allmänt

AGA kom från början att präglas av Gustav Daléns optimism och uppfinnaranda. Under årens lopp kom ständigt nya idéer och uppfinningar att skapa nya produkter. Utvecklingen skedde inom många olika

teknikområden. Detta innebar att verksamheten blev alltmera diversifierad och svåröverskådlig. Nedanstående bild av "AGA-trädet" försöker ge en bild av utvecklingen.



AGA produktträd (Foto AGA)

## Produkter, militära

Den uppfinnaranda som Gustav Daléns verksamhet spred inom AGA, stimulerade genom åren till insatser inom det militära området.

Som nämnts ovan utfördes 1916 ett kommunikationsprov mellan mark och ett artillerispaningsplan vid Skillingaryd med AGA-byggda gnistsändare och mottagare.

Under 1930-talet arbetade AGA bl.a. med radiopejlarna i flygplan, bedrev agenturverksamhet med flyginstrument och licenstillverkade också mot slutet av 1930-talet Sperrys horisont- och kursgyron.

Strax före det andra världskriget konstruerade AGA ett bombfällningssikte med rörlig siktlinje, som påverkades och korrigerades av ett gyroskop.

Under 1940-talet utnyttjades AGA:s breda teknologibas inom områden som optiska instrument, gyroinstrument, radiopejlar, flygradio, syrgasapparater till flygplan, skarvdon, t.ex. koaxialkontakter, och man svetsade vingbalkarna till J 21.

Under kriget beställde försvaret sikten, avståndsmätare och kikare.

Dotterbolaget AGA-Baltic AB utvecklade 1941 ett bombsikte för B 5 och AGA:s första egna gyroinstrument var en fjärrkompass för B 17 samma år. För flygplan J 21 tog AGA 1945 fram den första svenskutvecklade flygradion. På 1950-talet utvecklades markbundna navigationshjälpmedel som talande radiofyr och automatpejl, vilka kunde användas med den vanliga flygradion.

På flygsidan fortsatte utveckling och tillverkning av successivt allt mer sofistikerade utrustningar på radio-, gyro- och gyroplattformområdena för flygplan 29, 32, 35, 37 och delvis JAS. Med införandet av tröghetsnavigering i JA 37 förlorade AGA gyroplattformsmarknaden, men fortsatte att för JA 37 tillverka reservinstrument, varefter gyROUTVECKLINGEN upphörde.

På radioområdet där den tekniska utvecklingen var mycket snabb och där kommunikationsbehoven sträckte sig mot allt högre frekvensband, tog AGA fram och tillverkade ett brett sortiment flygradioapparater för alla typer av flygplan och helikoptrar i flygvapnet och för export. Vissa av dessa apparater var tekniskt världsledande. Efter att ha levererat flygradiosystemet till JAS delserie 1 och 2, förlorade man en upphandling för delserie 3 av ett JTIDS-liknande kommunikationssystem till en utländsk leverantör. Samtidigt köptes med hänsyn till export och kompatibilitetskrav med Nato/PFF även den övriga

radioutrustningen från utlandet. Den 85-åriga flygradioepoken hos AGA och dess efterföljare upphörde därmed.

AGA:s verksamhet inom optikområdet breddades efter hand, bl.a. genom att Jungner Instrument kom att ingå i verksamheten och blev mycket omfattande även inom försvarsområdet, för huvudsakligen armé- och marintillämpningar (bildförstärkare, värmekameror, optiska och elektrooptiska sikten m.m.). För flygplanssystemområdet tillförde man främst optisk specialistkompetens för systemutredningar och systemdefinition för flygspaningsystem 37 och JAS, levererade bildtolkningsutrustningar samt utförde vissa förbättringar av befintliga kamerautrustningar.

År 1972 uppdelades AGA:s elektronikdivision i ett antal produktbolag. Den militära verksamheten sammanfördes till AGA Aerotronics AB. År 1977 förvärvade AB Bofors verksamheten och bolagets namn blev Bofors Aerotronics AB (BAAB). Verksamheten bedrevs såsom förut i Lidingö. År 1978 överfördes verksamheten vid Jungner Instrument till BAAB.

Nästa större omvälvning kom 1992 när BAAB införlivades i Nobeltech AB. Därefter följde man med i de förändringar som 1993 skapade CelsiusTech AB och 2000 SaabTech Electronics AB och för radioverksamhetens del Saab Communication AB. År 2001 såldes optikverksamheten till FLIR Systems och den övriga kvarlevande verksamheten härstammande från AGA ingår sedan 1 april 2003 i SaabTech AB.

## Verksamhet inom optikområdet

### Ubåtsperiskop

Under andra världskriget tillverkade AGA periskop till nya ubåtar på licens från italienska Galileo. Tillverkningen skedde i den då nybyggda bergverkstaden i Lidingö. Detta ansågs vara av så stor betydelse för svenska marinen, att det föranledde den unika händelsen att sända ett särskilt tackbrev till AGA för dess insats.

### Rb 70 Sikte med ledstråloptik

Bofors hade påbörjat utvecklingen av robotsystem 70 år 1969 för svenska arméns luftvärn.

År 1972 tecknades ett viktigt utvecklingskontrakt mellan Bofors och AGA. Kontraktet avsåg utvecklingsarbete och prototyp tillverkning av sikte och optik för styrning av robot 70 med hjälp av laserledstråle. AGA:s konkurrent i denna affär var Jungner Instrument.



I konceptet för siktet ingick en specialkikare och en zoomoptik för laserstrålen med mycket stort zoomförhållande.

Projektet att utveckla en ”Optiskt kompenserad Zoom” fick redan från början beteckningen OZ. Detta högt kvalificerade utvecklingsarbete stötte på många och svåra tekniska problem under arbetets gång, bl.a. på grund av en mycket krävande teknisk specifikation med hårda miljökrav. Under stark press från Bofors löstes dock problemen underhand och framgångsrikt av AGA:s optiska och mekaniska ingenjörer.

Serietillverkning av OZ kom igång 1975 i successivt förbättrade versioner.

Bofors köpte AGA Aerotronics den 1 april 1977. Anledningen till köpet var att man ville säkerställa leveranserna av den viktiga siktesdelen av Rb 07, vars utvecklingskostnad väsentligt hade överskridit kalkylen.

OZ-projektet är det största och mest långvariga projekt som funnits inom AGA:s optikverksamhet.



*Robot 70 sikte (Foto AGA)*

### **HK 6 Handkamera**

AGA Baltic tillverkade en handkamera under 40-talet som användes i flygplan B 3 och S 16 Caproni. Den kunde laddas med 8 mm rullfilm eller med glasplåtar. Bildkvaliteten var mycket god men kameran var tung och svårhanterlig.



*HK 6 Handkamera (Foto Arne Larsson)*

### **Avståndskamera Ska 24D för SH 37.**

Spaningskamera SKA 24D användes för avståndspaning för flygplan SH 37 och var placerad i en speciell avståndskamerakapsel som var monterad på flygplanets högra kroppsbalk. AGA deltog vid framtagningen av SKA 24 C/D.

Kameran hade en brännvidd på 600 mm, slutartid på 1/200-1/1600 sekund och automatisk exponeringskontroll. Filmen var 5” med en längd av 30 m med bildformatet 57\*114 mm.



*Avståndskamera Ska 24D för SH 37 (Foto Arne Larsson)*

### **Flygspaningsfotografering.**

AGA:s optikavdelning fick flera uppdrag från FMV för att utreda problem i samband med spaningsfotografering, bl.a. med kamerafönster för flygplan SH 37. AGA fick även ett studieuppdrag att så fullständigt som möjligt kartlägga de olika faktorer som verkar försämrande på bildskärpan vid spaningsfotografering. Uppdraget resulterade i en diger rapport 1977, som kom till god användning inom FMV. Därefter började FMV att ge AGA årliga anslag för studier i syfte att upprätthålla en optisk kompetens på området flygspaningsfotografering.

### **Tolkbord 37**

Tolkbordet användes för att studera framkallade bilder från flygspaningen. Under en stor del av 1970-talet levererade AGA/Bofors Aerotronics ett femtiotal tolkbord till FMV.



*Tolkbord 37 (Foto AGA)*



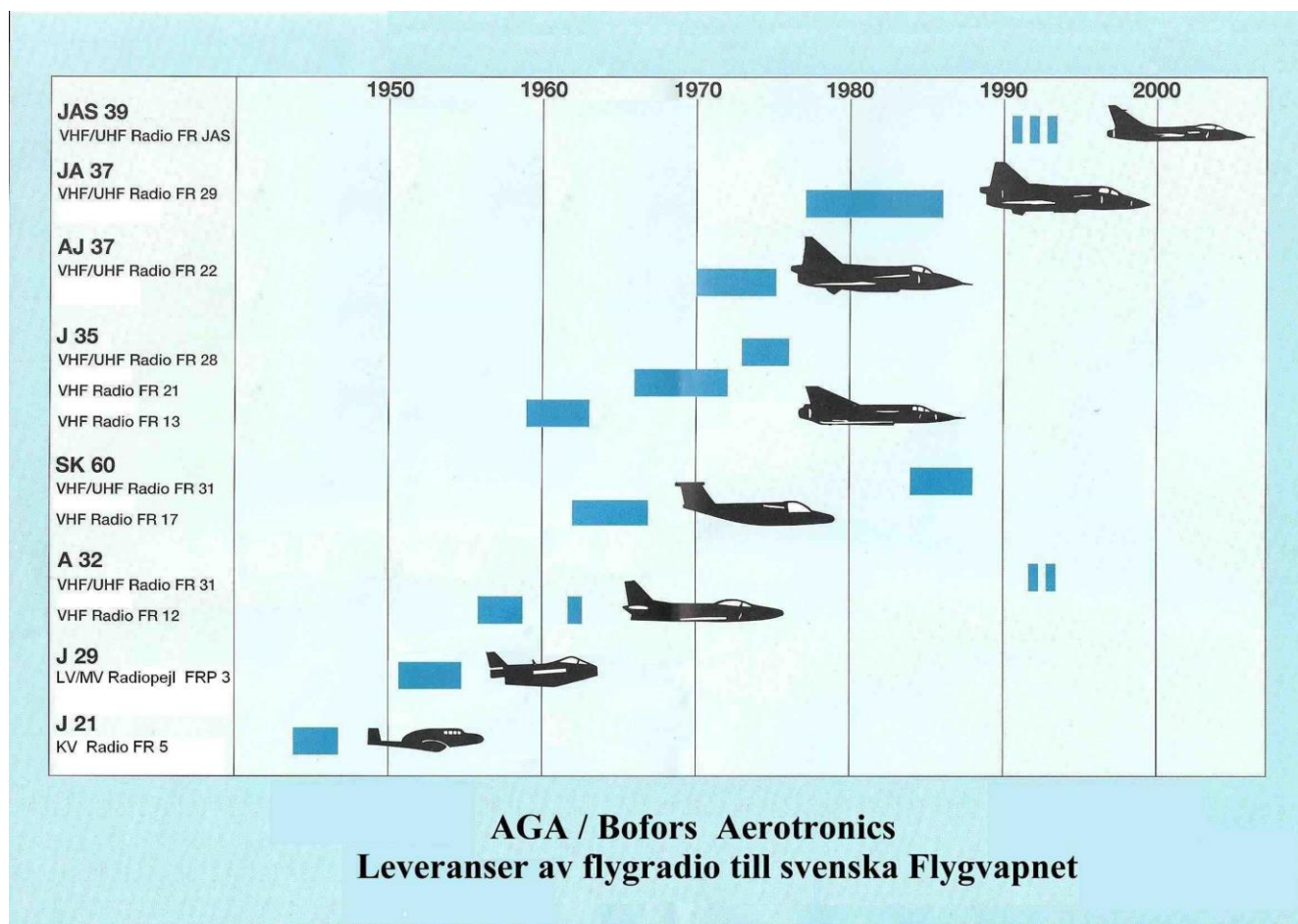


Tolkbord 37 (Foto AGA)

### Modifiering av spaningskameror för flygplan S 37

Under 1973 och 1974 utvecklade AGA en anordning med vars hjälp bilddatauppgifter kunde exponeras direkt på filmen i flygspaningskamerorna. Tolkborden och kamerorna med AGA:s exponeringsanordning används fortfarande efter viss modifiering i Sveriges aktuella uppdrag för internationella fredsbevarande operationer.

## Produkter flygradio



Sammanställningen ovan visar leveranser till svenska flygvapnet av flygradio, som utvecklats och producerats av AGA/Bofors Aerotronics under en tidsperiod, som sträcker sig från slutet av andra världskriget till slutet av 1990-talet. År 1977 övertogs AGA:s militära verksamhet av AB Bofors.

Under denna tidsperiod producerades flygradioenheter i ett stort antal varianter och utföranden. Sammanställningen visar endast de viktigaste stegen

i denna utveckling, vilka beskrivs kortfattat nedan. Verksamheten inom elektronikområdet vid AGA leddes av den karismatiska tekniske direktören Carl Eric Granqvist. Han var född 1910, blev civilingenjör 1933 vid KTH och anställdes samma år vid AGA. Han blev chef för AGA:s elektroniklaboratorium 1945, överingenjör 1950 och direktör vid AGA 1954. Med stort intresse, engagemang och uppfinningsrikedom involverade han sig djupt i utveckling

och konstruktion av nya, avancerade elektronikprodukter. Hans insatser ledde ofta till nya och epokgörande produkter, inte minst inom flygradioområdet.



Carl Eric Granqvist (Foto AGA)

### Flygradio Fr-5

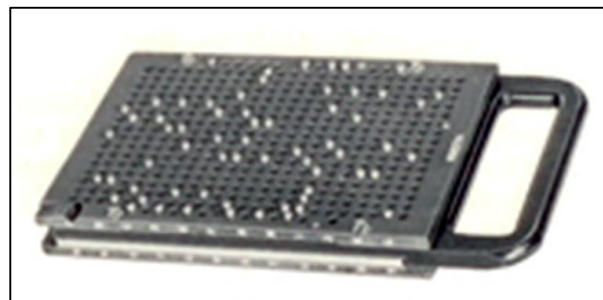
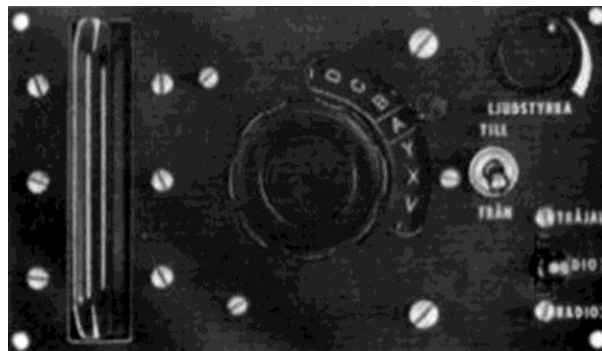


Flygradio Fr-5 (Foto Lars V Larsson)

Fr-5 var en kortvågsgradio avsedd för flygplan J 21. Frekvensområdet var kortvåg 3000 - 5000 kHz och uteffekten 3 W. Modulationstyp: A2 (tontelegrafi) eller A3 (telefoni).

År 1944 beställdes 260 stycken från AGA-BAL-TIC. Flygradio Fr-5 var den första helsvenska flygradio.

### Flygradio Fr-12



Flygradio Fr-12. Manöverenhet, sändtagare, och förväljarinsats. (Foto AGA)

Fr-12 var den första svenskutvecklade VHF-flygradio med multikanalkapacitet. Den var avsedd för flygplan 32, flygplan 34 och andra flygplan.

Teknisk prestanda:

- Frekvensområde: VHF 103 - 147,05 MHz
- Kanaldelning: Ursprungligen 180 kHz och efter modifieringar 50 kHz.
- Uteffekt: 5 W
- Modulationstyp: A3 (telefoni)
- Strömförsörjning: 28 V likström och 115 V trefas växelström 400 Hz

Fr-12 bestod av en sändtagare samt en manöverenhet i ett av fem utföranden beroende på flygplanstyp. Med hjälp av en förväljarinsats ("spaden"), som sköts in i manöverenheten, kunde 24 kanaler inprogrammeras.

AGA startade tillverkning av Fr-12 under första halvan av 1950-talet. Totalt producerades cirka 660 enheter.

### Flygradio Fr-13

Flygradio Fr-13 var en VHF-radio avsedd att användas i flygplan 35. Konstruktionen var baserad på Fr-12, men med vissa förändringar, bl.a. en ny manöverenhet.

En LF-utgång för styrdatasignal infördes.

Teknisk prestanda:

- Frekvensområde: 103 - 147,05 MHz
- Strömförsörjning: 200 V trefas 400 Hz.

Flygradio Fr-13 bestod av sändtagare Fr-13 och manöverapparat Fr-13. Dessutom användes i flygplan 35C en manöverapparat för lärare i baksits.

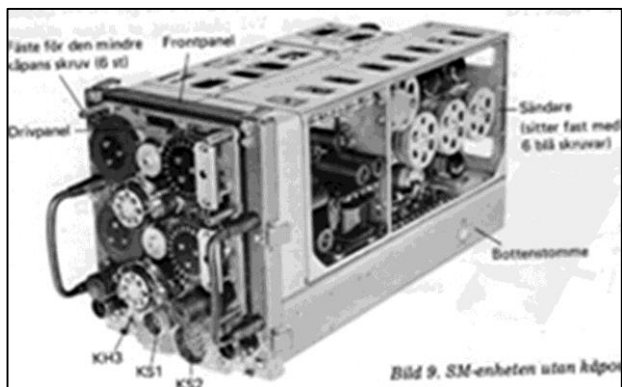


24 förprogrammerade kanaler kunde väljas med en kanalomkopplare. Kanalerna förprogrammerades på en utbytbar ”spade” som stoppades in på manöverenhetens frontpanel.

Med antennomkopplingsenheten kunde man välja mellan rundstrålande eller riktantenn.

I flygplan 35C intern talkommunikation mellan fram- och baksits.

AGA tillverkade cirka 310 flygradio Fr-13 under åren.



*Flygradio Fr-13 Sändtagare (Foto AEF)*



*Flygradio Fr-13 Manöverenhet. (Foto AEF)*

### Flygradiomottagare Frm-15



*Flygradiomottagare FRM-15 (Foto Arne Larsson)*

Flygradio Fr-15 var en 10-kanals mottagare för frekvensmodulerad VHF-signal avsedd att användas vid överföring av styrdata mellan mark och flygplan. AGA hade emellertid på egen hand och bekostnad påbörjat utveckling av en helt ny generation av flygradio (Fr-21), som hade både AM- och FM-kapacitet och som var lämplig att använda även för styrdata-mottagning. Därför kom Fr-15 att tillverkas endast i ett mindre antal (cirka 30 stycken).

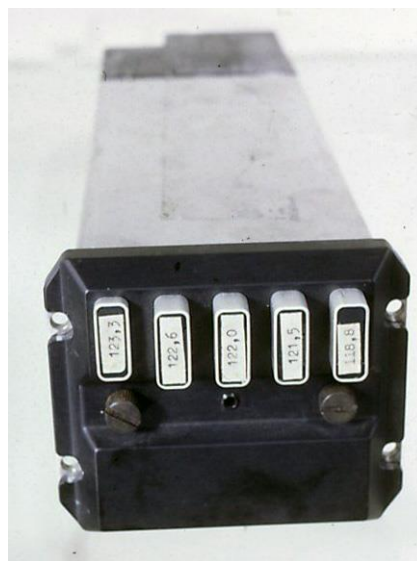
### Flygradio Fr-16

Fr-16 var en VHF radio med 5 kanaler och var den första heltransistoriserade flygradion i Sverige. Den var avsedd att vara reservradio tillsammans med flygradio Fr-17 i flygplan 35E och F. När flygradion i flygplan 35 E och F utbyttes mot Fr-21 blev den markradio i form av Fmr-16 och Tmr-16.

Teknisk prestanda:

- Frekvensområde: 103 - 156 MHz
- Kanalavstånd: 50 kHz
- Uteffekt: 2 W
- Modulering: AM
- Strömförsörjning: 28 V likspänning.

AGA tillverkade 350 Fr-16 sändtagare.



*Flygradio Fr-16 (Foto FHT)*

### Flygradio Fr-17



*Fr-17 Sändtagare och manöverenhet (Foto FHT)*

Flygradio Fr-17 var en mångkanalig VHF-radio, som var heltransistoriserad med undantag för ett rörslutsteg i sändaren.

Sändtagare Fr-17 fjärrstyrdes från Manöverenhet Fr-17. Antalet förprogrammerade kanaler var 24 stycken.

Den var avsedd att användas i flygplan 35E, 35F och SK 60.

Som reservradio för Fr-17 ingick flygradio Fr-16 I flygplan 35F ingick även flygradio Frm-15 för styrdatamottagning.

Fr-17 systemen beställdes 1960. Efter det att AGA på egen hand påbörjat utvecklingen av flygradio Fr-21, beslöt FMV 1965 att Fr-17, Fr-16 och Frm-15 skulle ersättas av Fr-21 i flygplan 35E och F. I flygplan SK 60 ersattes Fr-16 med Fr-23, en 5-kanalig AM-radio byggd på teknik från Fr-21.

Efter demonteringen i flygplan-35 installerades Fr-17 i flygplan-60.

Teknisk prestanda:

- Frekvensområde: 103,00 - 154,95 MHz
- Kanaldelning: 50 kHz
- Antal kanaler: 1040
- Uteffekt: 20 - 45 W
- Modulering: AM/FM
- Strömförsörjning: Växelspänning 200 V trefas 400 Hz och 28 V likspänning.

Cirka 150 stycken Fr-17 tillverkades av AGA under åren 1964 - 1967.

### Flygradio Fr-21

På 1960-talet startade AGA på egen hand ett utvecklingsarbete av en radio, där radiosignalen genererades enligt en helt ny princip, medelst en s.k. digital frekvenssyntes. Principen innebär att signalen från en högfrekvensoscillator, vars frekvens  $f_o$  kan styras med en elektrisk spänning (Voltage-Controlled Oscillator), neddelas  $N$  gånger till en lägre frekvens  $f_o / N$ . Neddelningen sker med hjälp av en inställningsbar digital delare. Den neddelade signalen jämförs med en signal från en kristaloscillator med frekvensen  $f_k$  i en fasdetektor, vars differenssignal styr högfrekvensoscillatorn i en s.k. Phase-Locked Loop. Således gäller att  $f_o = f_k \cdot N$ , dvs. man kan styra oscillatorns frekvens  $f_o$  genom att ställa in olika värden på delningstalet  $N$ . På så sätt kunde man skapa en multikanalradio styrd med hjälp av endast en kristall. Såväl sändarsignal som lokaloscillatorsignal till mottagaren alstrades på detta sätt.

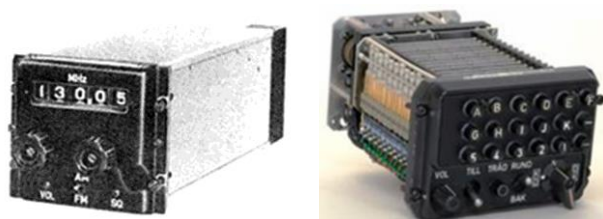
FMV blev så småningom intresserad av den nya radiotypen och lade beställningar hos AGA. Leveranser till svenska flygvapnet påbörjades år 1967.

AGA lär ha varit först i världen att seriemässigt producera radioutrustning med digital frekvenssyntes.

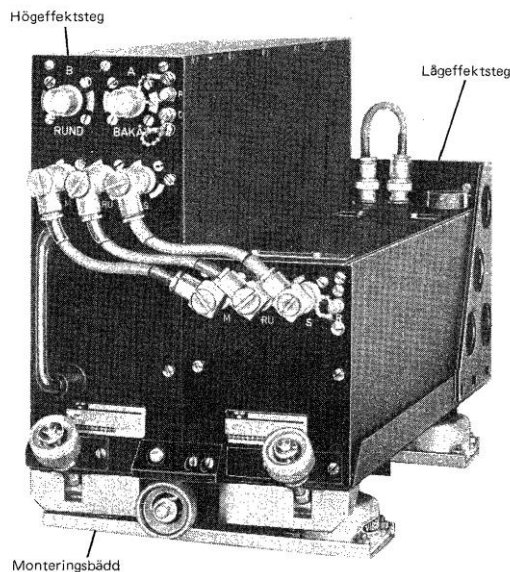
Fr-21 var en multikanal VHF radio avsedd att användas i flygplan 35 för talkommunikation och styrdatamottagning. Den installerades även i andra flygplan.

Teknisk prestanda:

- Frekvensområde: 100 - 159,95 MHz
- Kanaldelning: 50 kHz
- Uteffekt:
  - med Fr-21 Lågeffektsteg 5 W
  - med Fr-21 Högeffektsteg 20 W
- Modulering: AM och FM
- Strömförsörjning: Växelspänning 200 V trefas 400 Hz och 28 V likspänning.



Fr-21 Sändtagare och manöverenhet 1 (Foto AEF)



Fr-21 Hög- och lågeffektsteg (Foto AEF)

Fr-21 innehöll:

- Mottagare
- En FM modulerbar styroscillator, som levererade signal till sändarstegen
- Frekvensinställare
- Fr-21 Lågeffektsteg och Fr-21 Högeffektsteg innehöll en bredbandig effektförstärkare samt AM-modulator
- Fr-21 Manöverenhet 1 innehöll förvalda kanaler för både talkommunikation och datamottagning



Totalt tillverkade AGA cirka 1200 Sändtagare, 600 Lågeffektsteg, 400 Högeffektsteg och 400 Manöverenheter.

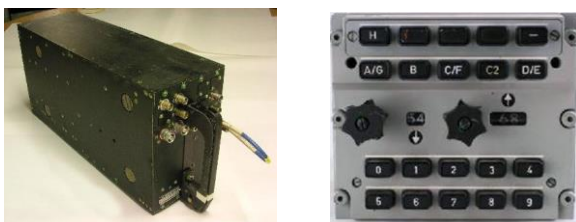
### Exportversion av Fr-21

Fr-21 ingick i exportversioner av flygplan 35 till Finland (35S) och Österrike (35OE) samt flygplan Orion i Norge.

### Markradiostation AMR 255

Markradiostation AMR 255 avsedd för VHF-kommunikation med flygplan. System AMR 255 utnyttjade enheter från Fr-21. Cirka 200 stycken AMR 255 exporterades till f.d. Jugoslavien.

### Flygradio Fr-22/Fr-24



Fr-22 Sändtagare och manöverenhet 1 (Foto AEF)



Fr-22 Frekvensinställare Flygradio Fr-24 (Foto AEF)

I slutet av 1960-talet förelåg i Sverige krav på utökat frekvensutrymme för militär flygradiokommunikation. I USA och inom Nato utnyttjades redan tidigare frekvensbandet på UHF mellan 225 - 400 MHz för detta ändamål.

För flygplan AJ 37 utvecklades vid AGA en ny flygradio Fr-22, som skulle täcka både VHF och UHF-bandet. Fr-22 blev därmed den första svenska flygradion för UHF-bandet.

Teknisk prestanda:

- Frekvensområde:
  - VHF 103,00 - 159,95 MHz
  - UHF 225,00 - 399,95 MHz
- Kanaldelning:
  - VHF 25 kHz
  - UHF 50 kHz
- Modulation: AM och FM
- Uteffekt:
  - VHF AM 25 W, FM 50 W
  - UHF AM 10 W, FM 20 W

- Strömförsörjning: Växelspänning 200 V trefas 400 Hz.

I systemet ingick ett antal olika enheter såsom Sändtagare, Omkopplingsenhet, Manöverenhet, Frekvensinställare, m.m.

Fr-22 Sändtagare innehöll mottagare och sändare för VHF och UHF. De båda sändarna var av bredbandstyp och utan avstämningsanordningar.

Fr-22 Manöverenhet 1. Samtliga flygplanets kanaler var förvalda och organiserade i en grupp för baskanaler och en för stridsledningskanaler. I manöverenheten lagrades kanalfrekvenserna på stansade hållremor av tunn aluminiumtape, vilka avlästes på optisk väg. Totalt kunde uppemot 1000 förvalda kanaler lagras. Med en särskild knapp kunde man växla till Fr-22 Frekvensinställare, varvid frekvensen kunde ställas in manuellt.

Fr-24 var en reservradio på VHF-bandet och ingick i systemet. Den användes för funktionsomkoppling och som en reservradio med fem VHF-kanaler. En av dessa kanaler användes för passning på nödkanal 121,5 MHz.

Totalt tillverkade AGA cirka 200 stycken Fr-22/Fr-24 enheter med startår 1972.

AGA utvecklade även en UHF flygradio och en UHF reservradio baserad på Fr-22 för flygplan 35XD (Danmark).

### Flygradio Fr-23



Flygradio Fr-23 (Foto AEF)



Markradiostation Ra-351 MT. (Foto AEF)

Fr-23 var en kristallstyrd VHF-radio med 5 kanaler och ingick som reservradio tillsammans med Fr-17 i flygplan SK 60. Cirka 200 Fr-23 tillverkades vid AGA.

Fr-23 ingick även som sändtagare i Markradiostation Ra-351 MT.

## Flygradio Fr-28

I början på 1970-talet uppstod behov av radiokommunikation på UHF även för flygplan 35. På grund av utrymmesbrist i flygplanet kunde flygradio Fr-22 ej användas. FMV startade då en upphandling av en VHF/UHF-radio med mindre dimensioner. Radions skulle även användas i JA 37, den kommande versionen av flygplan 37. AGA tog hem denna order i skarp konkurrens med Plessey (Storbritannien), ECI (USA) och Motorola (USA). Radion betecknades Fr-28 Sändtagare.

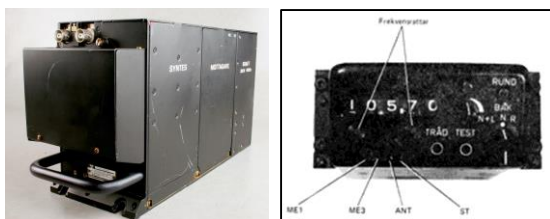
Teknisk prestanda:

- Frekvensområde:
  - VHF 100,00 - 159,95 MHz
  - UHF 225,00 - 399 MHz
- Kanaldelning:
  - VHF 25 kHz
  - UHF 50 kHz
- Modulation:
  - AM  $\leq$  80%
  - FM sving  $\leq$  7 kHz
- Kanalväxlingstid: 10 ms
- Uteffekt:
  - VHF AM 25 W, FM 50 W
  - UHF AM 15 W, FM 30 W
- Strömförsörjning: Växelspänning 200 V trefas 400 Hz.

I radiosystemet för flygplan 35 ingick följande enheter:

- Sändtagare Fr-28
- Manöverenhet ME1 Fr-28
- Manöverenhet ME3 Fr 28
- Markteleförstärkare

I systemet ingick även en Sändtagare Fr-21, som användes för styrdatamottagning och såsom reservradio.



Sändtagare Fr-28 AC/DC och manöverenhet ME3 Fr-28 (Foto AEF)

Manöverenheten ME1 Fr-28 var baserad på ME1 Fr-22 men försedd med en frekvensinställare och AM/FM omkopplare för Sändtagare Fr-28.

Manöverenhet ME3 Fr-28 innehöll bl.a. funktionsmodomkopplare, frekvensinställare för Fr-21 i reservläge, omkopplare för larmmottagning, volymkontroll för förarens hörtelefon, m.m.

Leveransen av Fr-28 startade 1973.

Totalt tillverkade AGA:

- 600 Sändtagare Fr-28
- 250 Manöverenhet ME1 Fr-28
- 250 Manöverenhet ME3 Fr-28



Manöverenhet ME1 Fr-28 (Foto AEF)

## Internationellt intresse av Fr-28

Fr-28 väckte tidigt stort internationellt intresse. AGA hade kontakt och förde förhandlingar med många länder om köp eller licenstillverkning. Bland dessa länder kan nämnas Storbritannien, f.d. Jugoslavien, Rumänien och Indien.

I Storbritannien slöts ett licensavtal med Marconi, som hade stora förhoppningar om att slå ut Plessey som leverantör av flygradio till Royal Air Force. Plessey hade nämligen stora leveransproblem beroende på låg driftssäkerhet på utrustningen. I de första samtalen med AGA nämnde Marconi ett behov av 1000-tals enheter. I England kallades Fr-28 för VHF-UHF radions "Rolls-Royce".

AGA hade även flera besök från brittiska Ministry of Defence, varvid man uttryckte sina bekymmer över situationen. Med FMV:s välvilliga bistånd kunde prototyper av Fr-28 användas i tester i England vid Boscom Down och Farnborough med gott resultat. Så småningom löstes dock Plesseys leveransproblem, men Marconis intresse kvarstod. En UHF-version av Fr-28 licenstillverkades av Marconi för det brittiska spanings- och ledningsflygplanet Nimrod med 8 enheter i varje plan. Totalt tillverkades cirka 100 enheter av Marconi.

Till f.d. Jugoslavien exporterade Bofors Aerotronics cirka 100 stycken Markradio, AMR 750, som var baserad på delar av Fr-28.

## Flygradio Fr-29

Flygradio Fr-29 betecknar det system, som togs fram för flygplan JA 37. Det beställdes 1975 hos AGA. Leveranserna påbörjades 1978, då AGA:s flygradioverksamhet övergick till Bofors Aerotronics AB.

Då systemet baserades på Sändtagare Fr-28 och hade därmed samma radioprestanda som system Fr-28 för flygplan 35. För Fr-29 utvecklades en särskild enhet betecknad Stationsväxel Fr-29 som utgjorde en förbindelselänk mellan sändtagarna och flygplanets centrala dator (CD).

Projektledare för Fr-29-systemet på AGA/Bofors Aerotronics var Kurt Nordfors.

I Stationsväxel Fr-29 ingick följande funktioner:

- Styrdataomvandling
- Jaktlänk
- Antennväxling
- Manöverlogik
- Bandspelarlogik
- Tonorgel för varnings- och lystringssignaler

För Fr-29 utvecklades även en version av sändtagare Fr-28 (DC), som strömförsörjdes med 28 V likström.

- I system Fr-29 ingick följande enheter:
- Sändtagare Fr-28 AC
- Sändtagare Fr-28 DC
- Stationsväxel Fr-29
- Radiopanel RP29 för val av funktionsmod och styrdatakanal
- Kanalväljare KV1 för val av radiokanal
- Kanalväljare KV3 för val av Jaktlänkfunktioner
- Markteleförstärkare

Normalt utnyttjades den ena sändtagaren för tal-kommunikation och den andra för styrdatamottagning och jaktlänkfunktion.



Stationsväxel Fr-29 och markteleförstärkare (Foto AEF)



Radiopanel RP-29, kanalväljare KV1 och programstav. (Foto AEF)

För Fr-29 togs en speciell programstav fram med vars hjälp samtliga radiokanaler kunde tillföras Fr-29 KV1.

I Fr-29 ingick också en markteleförstärkare för kommunikation med mekaniker Stril m.fl.

Totalt tillverkade AGA/Bofors Aerotronics 175 exemplar av varje ingående enhet utom Markteleförstärkaren, som tillverkades i 325 exemplar.

I samband med utvecklingarna av Fr-28/29 presenterade AGA utkast till mjukvarulösningar för den operativa funktionen kring flygradion.

### Jaktlänken

Under 1980-talet utvecklades en ny funktion Jaktlänken, som gjorde det möjligt att utväxla data mellan flera flygplan via flygradiosystemet. Jaktlänken implementerades i Fr-29 av AGA och i Centraldatorn (CD 107) av SAAB för JA 37.

Jaktlänken gjorde det möjligt att utbyta information mellan flygförarna (ff) i flygplan JA 37 och automatiskt förmedla angriparens position (från egen målinmätning), egen flygplan-position, stridsstatus, fartvektor m.m. för visning på den Taktiska Indikatorn (TI) samt stödja målfördelning, vapenval, samverkan mellan de egna förbandsmedlemmarna och med stridsledning.

Jaktlänken var troligen den första i sitt slag i världen och gav ff i ett JA 37 förband en gemensam situationsuppfattning (Situation Awareness) med stora möjligheter till ett helt nytt taktiskt uppträdande i strid.

Exempel på taktisk användning var i första hand att kunna bredda avstånden mellan flygplanen och därmed täcka en effektivare gruppering. Dessutom kunde man flyga tätare i en grupp i dåligt väder och mörker, samt att ha god koll på varandra i en "dog-fight". Att lättare kunna samla och positionera sig i en "spärr" m.m. blev bonusar i funktionen. Vissa av flygplanen i ett förband kunde också gå "tyst" men ändå via jaktlänken erhålla måldata etc. Flygplan i "högstälaget" på marken, kunde nu också få mycket aktuell information från inmätande flygplan i luften.

Vid kontakter med andra flygvapen (Väst) fann FMV att någon motsvarande funktion inte existerade. US Airforce representant beklagade sig över sin situation med samordning med Navy och Army över många triviala ting som tog mycken tid i anspråk och var översvallande berömlig över FMV beslutsamhet och förmåga till snabba och smidiga tekniska lösningar.

UK Royal Air Force häpnade över funktionen och tog snabbt tillbaka sitt något nedlåtande uttalande om vår teknikutveckling då man fann att JA 37 hade den datalänk som man önskade i sin Eurofighter men ännu inte utvecklat.

Idegivare till jaktlänksfunktionen var bl.a. den alltid lika iderike Börje Fondén på Saab, Jan Manhem (CL37) och den allestädes närvarande och receptive KG Bohlin på FMV/Flygelektrobyrån som för övrigt ansvarade för utvecklingen av alla FR-system från Fr-12 t.o.m. Fr-39 (DS1) inom Svensk Militär Flygradio.



## Datastav/Planeringsdator



Datastaven (Foto AEF)

Namnet ”datastav” kommer från tiden när flygplan B3LA projekterades. Flygplanet skulle innehålla ett frekvenshoppande radiosystem som skulle styras av en stavformig nyckel.

Tämligen snart, kring 1980, ersattes den av en elektronisk stav som innehöll en mikroprocessor, en noggrann oscillator för tidhållning och ett batteriunderhållet minne.

Den version av datastaven som levererades med FR-JAS hade 128 kbyte minne och en kommunikationsförmåga om cirka 7 kbit/s. Dess hållare placerades i kabinen.

När AJS 37 utformades var ett av målen att åstadkomma effektiv preparering för uppdrag samt registrering av parametrar från flygplanet. Verktöget blev datastav DS 37, till det yttre lik den till FR-JAS men med ett helt annat innehåll. Den var försedd med ett litet operativsystem och ett transparent filsystem och var en löstagbar del av avioniksystemet. För JAS togs datastav DS 39 fram och var den sista enheten

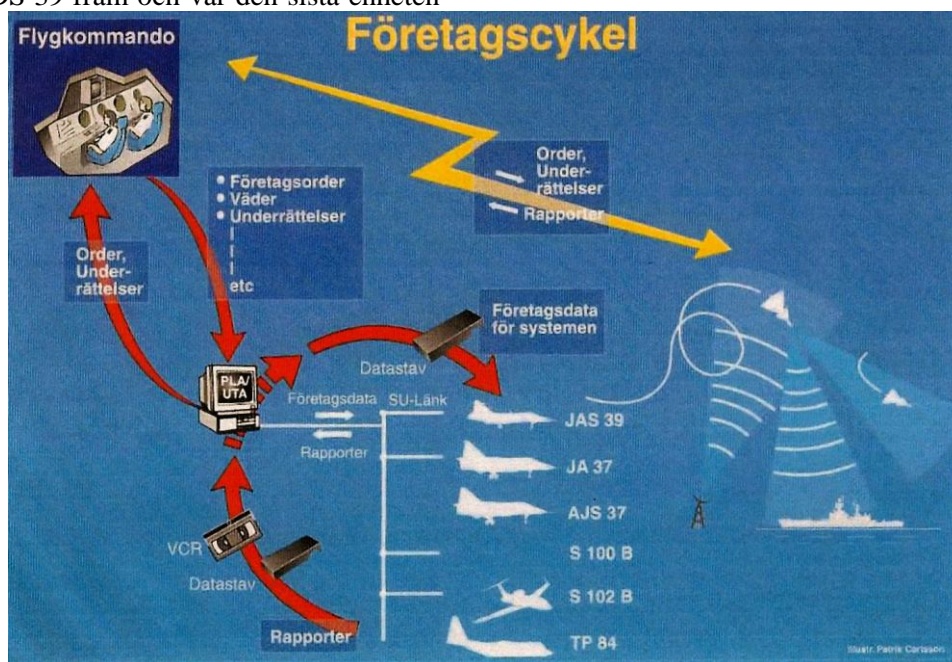
som AGA/BAAB tillverkade på Lidingö innan verksamheten flyttades till Skrubba.

För markutrustningen behövdes en anpassningsenhet att kunna ansluta DS 37 till en vanlig dator. Lösningen blev en stavladdare med plats för fyra stavar.

AGA (Bofors Aerotronics) utvecklade och tillverkade datastavarna fram till och med DS 39.

FMV upphandlade från Bofors Aerotronics och Ericsson i Kista en utrustning, benämnd PLD (planeringsdator), vars funktion var att ladda datastaven med sambands- och uppdragsdata samt att ta emot och presentera data från flygplanet efter utfört uppdrag. Utvecklingen av denna avbröts 1989. Fem exemplar tillverkades med benämningen PLS och som användes för att sammanställa sambandsdata samt för utveckling, provning och drift på dispens (krypto). Planeringsdatorn utvecklades för flygplan 37 och 39 och fick benämningarna PLA, FASA och benämns numera MSS.

I samband med införandet av flygplan JAS 39 definierades den taktiska loopen enligt bilden nedan. Bilden visar hur företagsordern går från ledningscentral till planeringsdatorn vid flygbas (eller motsvarande) där företagsdata laddas på en datastav (DTU) som tas med till flygplanet där systemdatorn laddas med företagsinformation och radiosystemet med frekvenser och övrig information. Under flygföretaget sparas information på datastaven från flygplanets dator. När flygplanet landat tas datastaven till planeringsdatorn för utvärdering och vidareledning till flygkommando.



Del av taktiska loopen (Foto FHT)



## Flygradio Fr-31

Fr-31 utvecklades och tillverkades av Bofors Aerotronics AB (BAAB) för flygplan SK 60 och som reservradio för flygplan JAS 39, men ingick även i andra flygplanstyper. Den kunde användas i trafikmoder fixfrekvens, störskydd (hoppfrekvens) och med textskydd (krypterat digitalt tal).

Ursprungligen planerade FMV en radio för SK 60 enbart för VHF-bandet, men för egna medel kompletterade BAAB flygradion med UHF-bandet.



*Flygradio Fr-31 (Foto AEF)*

Teknisk prestanda:

- Frekvensområde VHF: 104,000 - 161,975 MHz
- Frekvensområde UHF: 223,000 - 407,975 MHz
- Kanaldelning: 25 kHz
- Modulation: AM och FM
- Uteffekt: AM 10 W, FM 50 W
- Strömförsörjning: Likström 28 V

Serieleveranser startade på mitten av 1980-talet. BAAB tillverkade cirka 300 enheter.

## AMR 345 - Exportversion av Fr-31



*AMR 345 (Foto AGA)*

Flygplanstillverkaren Pilatus i Schweiz beställde hos Bofors Aerotronics en version av Fr-31 med dubbelkommando för sitt skolflygplan PC-9. Systemet betecknades AMR 345.

PC-9, som var ett mycket snabbt turbopropplan, var avsett att användas vid utbildning av piloter för jetflygplan.

AMR 345 beställdes även av Hawker de Havilland, Australien, för att installeras i deras licenstillverkade PC-9.

## Flygradio Fr-JAS

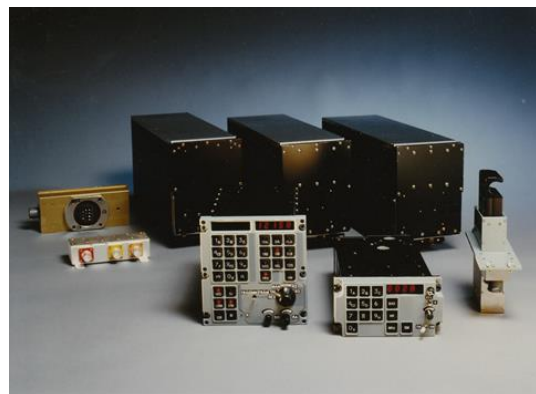
Utvecklingsarbetet för Flygradio Fr-JAS beställdes på 1980-talet, och systemet installerades i flygplan JAS 39A/B.

System Fr-JAS hade följande funktioner:

- Analog talkommunikation
- Datakommunikation
- Mottagning av stridsledningsdata (STRI)
- Analogt tal över trådförbindelse
- Datakommunikation över trådförbindelse
- Överföring av radiokanaldata och uppdragsdata med Datastav (DS)
- Pratorfunktion (Audiomeddelande till flygföraren initierade av Systemdatorn SD)
- Radioreläfunktion
- Störskydd
- Textskydd

I system Fr-JAS ingick följande enheter:

- Sändtagare Fr-38
- Flygradio Fr-31
- STRI-datamottagare
- Radioterminal RT-36
- Centralenhet för kommunikation med Systemdator SD (1553 databuss)
- Radiopanel RP 39 för manövrering och central för LF-systemet. Prator, taldigitalisering
- Datastavhållare DSH för anslutning av Datastav DS
- Interfonpanel IP-30 i dubbelsitsversion av flygplan JAS 39
- Marktelefonförstärkare



*Flygradio Fr-JAS (Foto AGA)*

### Radiostation Ra-730

Radiostation Ra-730 är en mångkanals UHF markradiostation avsedd för kommunikation mellan mark och flygplan.

När FMV radiobyrå skulle komplettera de befintliga markradiostationerna för VHF/UHF fick AGA en beställning att utveckla en markvariant av den mycket lyckade flygradio Fr-28.

År 1975 beställde FMV från AGA 40 st radiostationer med separata sändare och mottagare samt 15 st sändtagare. Radioutrustningen fick benämningen Ra-730 MT. Ra-730 skulle bland annat klara de storsignalkrav som krävdes vid installation i befintliga radioanläggningar. Detta innebar en kraftig skärpning mot kraven för flygradio Fr-28. I flygplan sänds i samma frekvensområde endast på en kanal åt gången, medan det på marken kan sändas på flera kanaler samtidigt. Uteffekten från marksändare med effektförstärkare inkopplad är mer än 1000 gånger högre än vad som förekommer i flygplan, vilket avsevärt försvårar för närbelägna mottagare. Utvecklingsarbetet för Ra-730 bestod i att anpassa utrustningen från Fr-28 till de nya storsignalkraven.



Radiostation Ra-730 (Foto FHT)

Teknisk prestanda för Ra-730:

- Frekvensområde UHF: 225,000 - 399,95 MHz
- Kanaldelning: 50 kHz
- Modulation: AM och FM
- Uteffekt: 25 W vid AM och 60 W vid FM.

Ra-730 består av mottagar- och sändarenheter som kan installeras i mottagar- och sändaranlägg-

ningar, men finns också i en sändtagarvariant. I mottagarenheterna finns en kristallstyrd nödmottagare avstämd till den internationella nödfrekvensen 121,5 MHz.

Mottagarenheten har två LF-utgångar, en 600 ohms smalbands- och en 600 ohms bredbandsutgång för styrdata. Sändaren har två LF-ingångar, en 600 ohms smalbands och en 600 ohms bredbandsingång.

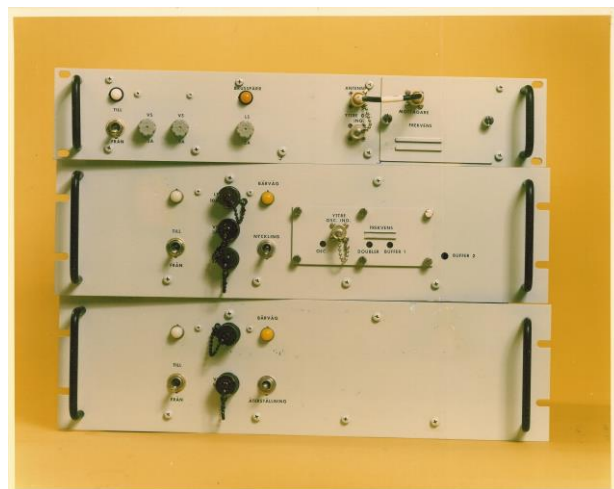
Serieleveransen startade år 1978. Ra-730 installerades vid samtliga tre flygkommandon med början från 1979 och kunde anslutas till Effektsteg 204.

Radiostationen är fortfarande i operativ drift och kommer att få en beräknad operativ driftperiod av 40 år.

### Radiostation Rk-03

Radiostation Rk-03 är en enkanals kristallbestyckad radio-station för flygtrafikledning som installerades vid samtliga militära flygplatser (Flottiljflygplatser, flygbaser och helikopter-divisioner). Den beställdes 1972 från Electronic Communication Inc (ECI) St. Petersburg USA.

Anbudsförfrågan skickades ut av FMV 1969 i internationell konkurrens och efter segdragna anbudsförhandlingar kunde en beställning läggas till ECI som utvecklade radioutrustningen och en förserie på 125 radiokanaler.



Radiostation Rk-03. Överst mottagare, sändare och effektenhet (Foto ECI)

Serietillverkningen av det stora antalet enheter skedde hos AGA i Gävle. Den första leveransen var i början av 1975 och slutleverans under 1976.

Leveranserna omfattade totalt:

- Mottagarenhet 659 stycken
- Sändarenhet 10 W
- 630 stycken Effektenhet 40 W 313 stycken

Teknisk prestanda:

- Frekvensområde: 103 - 156 MHz
- Kanalantal: kristallbestyckad
- Kanalseparation: 25 kHz

- Modulation: AM (A3)
- Uteffekt Sändarenhet: 10 W
- Uteffekt Effektenhet: 40 W
- Strömförsörjning: 24 V/220 V

Radiostation Rk-03 visade sig vara en mycket tillförlitlig utrustning med hög prestanda och som efter 30 års operativ drift uppvisade ett mycket lågt felutfall. Medeltiden mellan fel blev flera hundra tusen timmar vilket avsevärt översteg de specificerade kraven.

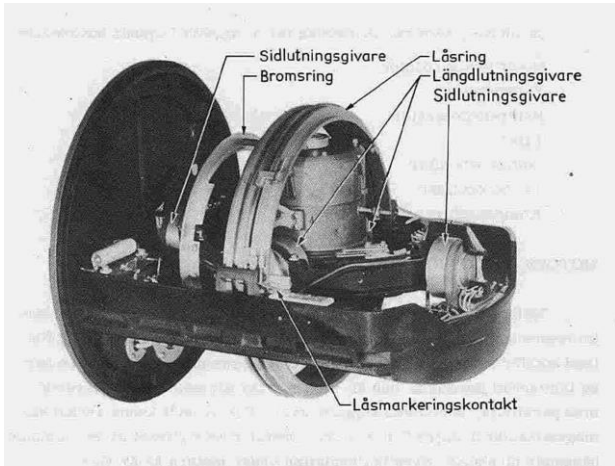
Radiostationen är fortfarande i operativ drift.

## Produkter flyginstrument

### Kurshorizont KH-1

KH-1 kombinerade fjärrkompassen, kursgyrot och horisontgyrot. KH-1 utvecklades vid AGA för flygplan 21. Tidsperiod 1945-1954.

KH-29 var en vidareutveckling av KH-1 med samma funktioner. Användes i flygplan 29. Tidsperiod 1949-1967.



Kurshorizont KH-29 (Foto FHT)

### Reservhorizont HG-2

HG-2 ingick i flygplan 35 och AJ 37 och utnyttjade ett vertikalyro.

### Reservkursgyro RK-1

RK-1 var ett horisontalyro för flygplan 35 och AJ 37 placerat i fenspetsen.

### Flyglägesinstrument FLI-23

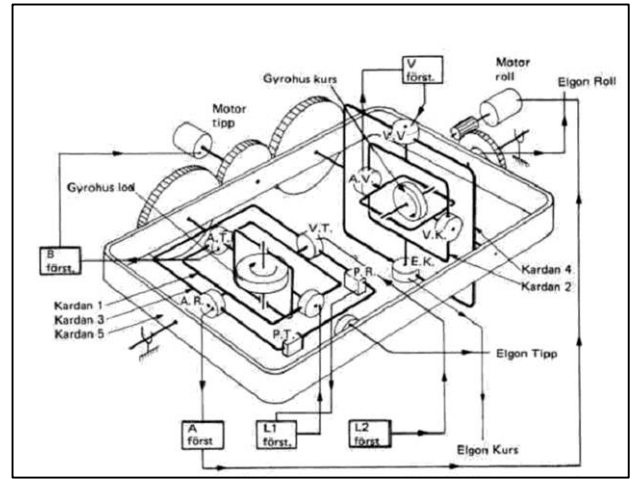
Licentillverkning av Sperry-instrument vid AGA för flygplan 35A. Funktion som FLI-25, FLI-27 och FLI-29. Tidsperiod: 1964 - 1976.

### Flyglägesinstrument FLI-25

Flyglägesinstrument utvecklat och tillverkat av AGA för flygplan 35B och 35D.

Gyroplattformen innehöll kursgyro och lodgyro med respektive servodrivet kardansystem. Systemet kunde mäta och presentera flygläge i Tipp- Roll och Kursplan.

Tidsperiod: 1962 - 1986



Flyglägesinstrument FLI-25 (Foto FHT)

### Flyglägesinstrument FLI-27

Funktion som FLI-25. FLI-27 utvecklades och tillverkades av AGA för flygplan 35F. Tidsperiod: 1965 - 1991.

### Flyglägesinstrument FLI-29

Funktion som FLI-25. FLI-29 utvecklades och tillverkades av AGA för flygplan S 35E. Tidsperiod: 1965 - 1979.

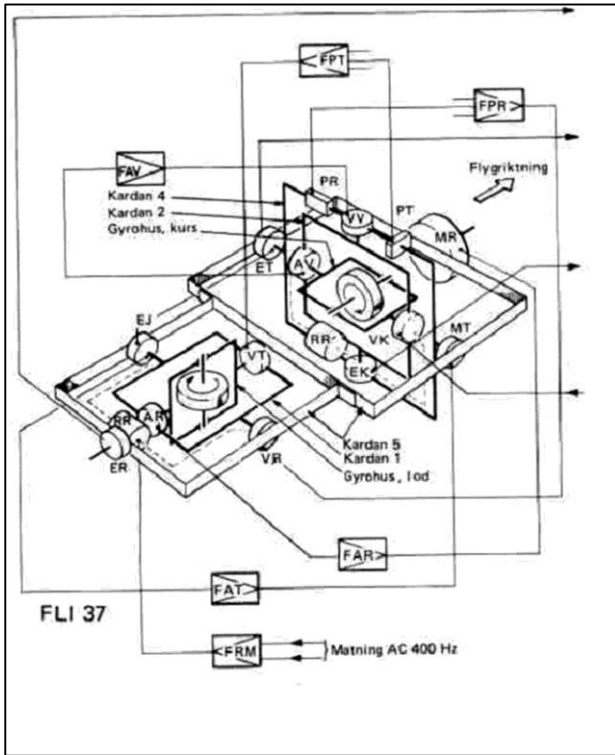
### Flyglägesinstrument FLI-35

Funktion som FLI-25. FLI-35 (delvis digital) utvecklades och tillverkades av AGA för den sista versionen av Draken, flygplan 35J. Tidsperiod: 1987 - 1999.

### Flyglägesinstrument FLI-37

När KFF lade ut uppdraget till AGA att utveckla plattformen (FLI-37) till flygplan AJ 37, gällde att den nya plattformens konstruktionsprincip skulle bygga på FLI-25, men att anläggningen skulle minskas i volym och vikt samt ha förbättrade prestanda. Detta medförde att FLI-37 transistoriserades, kardarna komprimerades, utbytesenheterna konstruerades som plug-in enheter, etc. En annan förändring var att man införde s.k. oscillerande kullager, d.v.s. att de icke servodrivna kardarnas lättgångslager förutom innerring och ytterring också har en mellanring. Denna drivs av en motor som ändrar rotationsriktning med jämna tidsintervall. På så sätt hålls kullorna i lagren ständigt i rörelse och vilofriktionen försvinner.

FLI-37 användes i flygplan 37 AJ, SF, SH och SK. Tidsperiod: 1972 - 2005.



Flyglägesinstrument FLI-37 (Foto FHT)

## Produkter eldledning

Då FMV valde ett tröghetsnavigeringssystem från USA för flygplan JA 37, betydde detta ett avbräck i

AGA:s gyroverksamhet. För att utnyttja denna kompetens kom verksamheten att alltmera inriktas mot system för landnavigering, eldledning i pansarfordon och luftvärnseldledning. Man hade därvid tillgång till företagets kompetens inom optik- och gyroområdet.

### Fast optik och helt oberoende siktlinje.

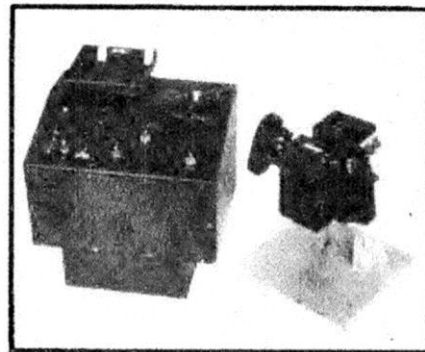
Systemet med sin fasta optik är konstruerat så att vapnets rörelser inte påverkar skyttens riktarbete. Målföljningen blir därför mycket lätt, vare sig målet är stilla eller rörligt.

Skytten behöver bara hålla målet i härkorset. En elektronisk kalkylator i systemet gör de nödvändiga ballistiska beräkningarna och riktar automatiskt in torn och eldrör med hjälp av servon.

Den nya principen i systemet gör att skytten kommer både snabbare till skott och når större träffsäkerhet än med andra rikt- och eldledningssystem för stridsvagnar.

### Svenska armén valde AGA.

För sin infanterikanonvagn IKV 91 har armén gjort omfattande provskjutningar med utrustningar av olika fabrikat. Mot t. ex. mål som rörde sig med 40 km/tim, på upp till 1000 m avstånd uppmättes med AGA:s utrustning så låg träffspridning som



0,5 m i rörelseriktningen. Riktspridningen var 0,25 m och tiden till skott mycket kort.

Dessa provskjutningar plus övriga tekniska egenskaper, pris och leveranskapacitet gjorde att man valde ÅGA, i hård internationell konkurrens.

**AGA**  
Aerotronics AB  
181 81 LIDINGÖ

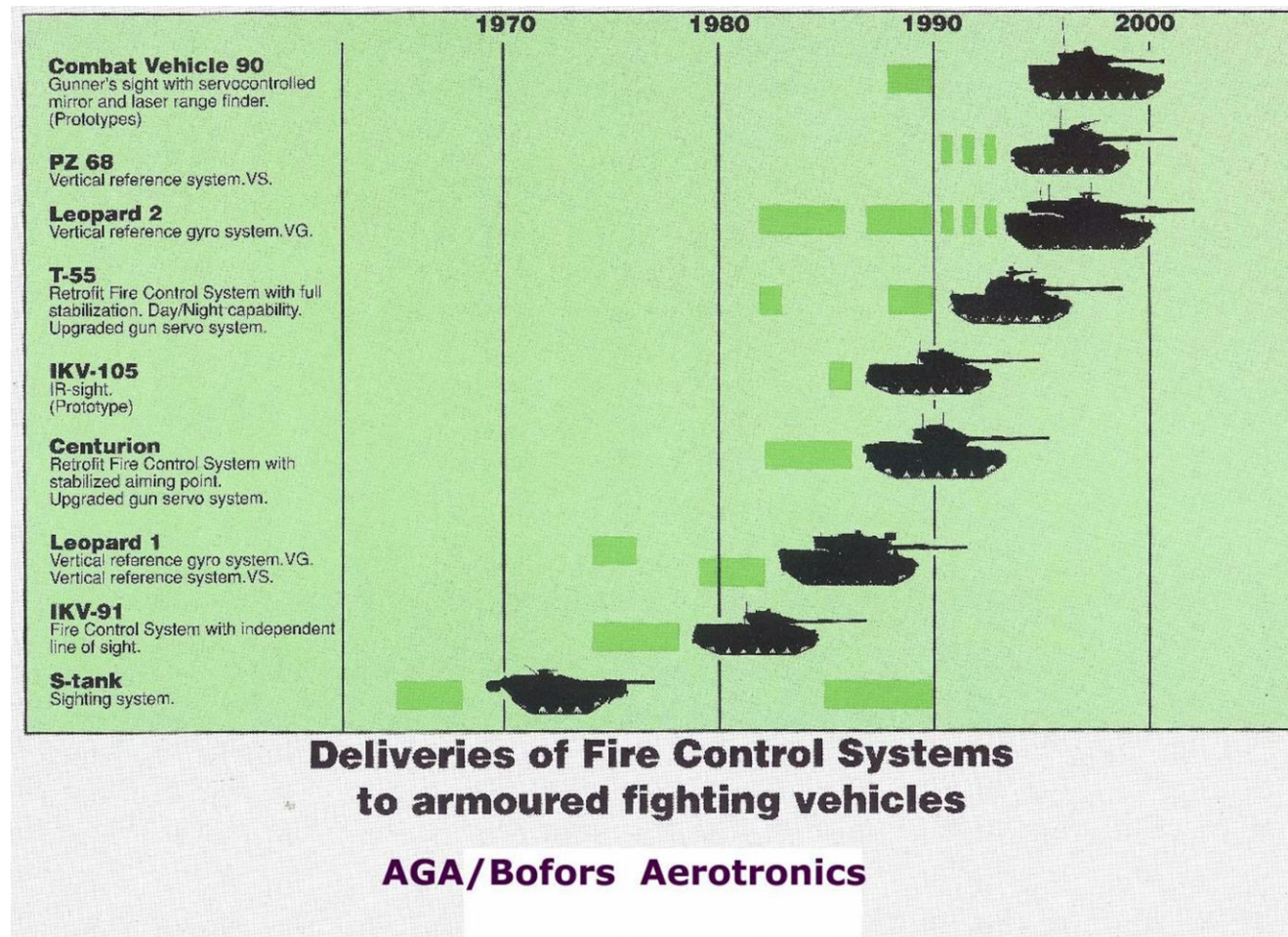


Den drivande kraften vid AGA:s verksamhet inom eldledningsområdet var Torbern Teiling, som anställdes vid AGA:s gyroavdelning mot slutet av 1960-talet. Teiling var teknisk chef vid Arenco Electronics, men lämnade Arenco då företaget kom i svårigheter. Vid AGA uppfann han och fick patent på ett siktesystem med så kallad oberoende syftlinje. Systemet innebär att skytten kan hålla riktmärket oavbrutet på målet, medan systemet med hjälp av en ballistisk kalkylator kontinuerligt beräknar och riktar in kanonen i lämplig position för skottet. För

att kunna skjuta från stridsfordon under gång stabiliserar man kanon och sikte med hjälp av gyron.

I tidigare eldledningssystem följde skyttens syftlinje och kanonen målet varpå systemets kalkylator beräknade och lade ut ett nytt riktmarke för skytten med hänsyn till målets hastighet, etc. Skytten måste därefter rikta om syftlinjen och kanonen till det nya riktmärket, vilket tog en viss tid.

Nedan visas en sammanställning av viktigare eldledningsprojekt.



### Sikte S-tank (Stridsvagn 103)

Siktet till Strv103 konstruerades och levererades av Jungner Instrument. Strv 103 uppgraderades i flera versioner.

### Eldledningssystem Infanterikanonvagn IKV 91

IKV 91 tillverkades av Hägglund och Söner. I det första skedet utvecklade AGA en analog eldledningkalkylator medan det optiska siktet i vagnen levererades av Jungner Instrument. AGA kom in sent (den amerikanska firman Honeywell misslyckades) för att göra tornstyrning och den ballistiska kalkylatorn för IKV-91. Resultatet blev att AGA:s eldledningssystem med oberoende syftlinje infördes i IKV 91.

### Gyro Stridsvagn Leopard 1

På 1970-talet hade AGA kontakt med Krupp Atlas Elektronik i Bremen, som hade behov av en lodsensor till stridsvagn Leopard 1. AGA skapade då ett vertikalyro VG-1 med gyrohuset från horisontgyro HG-2, som tagits fram som reservhorisont för flygplan J 35 Draken. VG-1 började tillverkas 1975. Stridsvagn Leopard 1 tillverkades av Krauss-Maffei i München i ett antal av cirka 2400 stycken under åren 1965-1979 för Västtyskland och export. Leopard 1 användes i 13 arméer, bl.a. i Danmark och Norge.

### Styrssystem Stridsvagn Centurion

Centurion levererades till svenska armén under åren 1953-1960 i flera versioner. Svenska beteckningar

var Strv 81, 101, 102 och 104. Många vagnar genomgick under åren 1983 - 1987 väsentliga renoveringar och modifieringar. AGA svarade för uppgradering av styrsystem och kalkylator medan L.M. Ericsson svarade för laser och sikte.

### **IR-sikte Stridsvagn IKV 105**

IKV 105 var ett försäljningsprojekt hos Hägglund & Söner med sikte på Indien. Någon beställning skedde ej.

### **Servo Stridsvagn T-55**

T-55 var en sovjetisk stridsvagn, som exporterats till många länder inom Warszawa-pakten. Den förekom även i f.d. Jugoslavien och i Finland.

### **Digital kalkylator**

En ny, digital kalkylator utvecklades därefter och ingick tillsammans med siktet och styrsystemet i ett eldledningssystem för renovering av stridsvagn T-55. Det levererades också senare till Finland.

### **Gyro Stridsvagn Leopard 2**



*Leopard 2(Foto AGA)*

En andra version av AGA:s vertikalgyro VG-1 med benämningen VG-2 blev av intresse för den tyska stridsvagnen Leopard 2. Den första serieproduktionen av VG-2 skedde vid AGA, men övergick 1980/1981 såsom licenstillverkning till den tyska firman Steinheil-Lear-Siegler. År 1995 övertogs licenstillverkningen av firman Autoflug i Hamburg.

Leopard 2 har levererats i ett stort antal, mer än 3000 stycken för den västtyska armén och för export till många länder, bl.a. till Sverige och Danmark. Den svenska beteckningen var Strv 121. Gyro VG-2 kom därför att produceras i motsvarande antal, de flesta på licens i Västtyskland.

### **Eldledningssystem Stridsfordon 90**

I stridsfordon 90 används ett eldledningssystem från CelsiusTech, i vars verksamhet AGA/BAAB:s eldledningsavdelning kom att ingå.

### **Eldledningssystem Eliza Jugoslavien**

För Jugoslavien utvecklade AGA under senare hälften av 1970-talet en prototyp till ett eldledningssystem, benämnt Eliza, som var avsett att installeras i jugoslaviska stridsvagnar av typ T-55. Kalkylatorn i eldledningssystemet var av analog typ.

Utförda provskjutningar i Jugoslavien visade goda resultat. Under 1980-talet beställdes och levererades en prototypserie om 10 system.

### **Gyro Stridsvagn PZ 68 Schweiz**

PZ 68 var en schweizisk stridsvagn, som tillverkades under åren 1971-1982. AGA/BAAB konstruerade en vertikalsensor VS-1, som hade ett rategyro och en pendel för avkänning av lodläget. VS-1 levererades från BAAB via Honeywell, USA, till PZ-68 år 1986. Antalet var 75 stycken.

### **Gyro Stridsvagn K1, Syd-Korea**

I Syd-Korea med en betydande inhemsk vapenindustri tog man fram stridsvagn K1, konstruktioner baserade på den amerikanska stridsvagnen M1 Abrams. För eldledningssystemet bildades samarbete, dels mellan Texas Instrument och Samsung och dels mellan Raytheon och Hyundai. Båda dessa konsortier upphandlade AGA/BAAB:s lodgyro VG-2 från den tyska licenstillverkaren. Under perioden 1985-1995 företog medarbetare från BAAB på Lidingö många resor till Korea för teknisk assistans.

### **Produktion av vertikalgyro VG-1 och VG-2, sammanfattning**

Som framgår av de ovan nämnda stridsvagnsprojekten, kom AGA:s ursprungliga vertikalgyron att användas i många av projekten för stabilisering av torn och kanon. Tillverkning av VG-1 och VG-2 skedde inledningsvis på AGA Lidingö, men de flesta licenstillverkades i Tyskland. Sammanfattningsvis ger en grov uppskattning att dessa gyron tillverkades i uppemot 10 000 exemplar totalt.

### **Navigator för Eldledningspansarbandvagn EPBV 3022**

EPBV 3022 var en version av pansarbandvagn PBV 302. AGA levererade en navigator som omfattade ett gyro och elektronik för positionsbestämning av det egna fordonet relativt en utgångspunkt.

### **UTAAS (Universal Tank and Anti-Aircraft Fire Control System)**



*UTAAS (Foto AGA)*



För egna medel utvecklade Bofors Aerotonics under 1980-talet ett generellt elldledningssystem, med ursprunglig beteckning system U, som kunde anpassas till olika kunders önskemål. Systemet togs fram och demonstrerades. Verksamheten med UTAAS avknoppades till ett separat bolag, som under namnet SaabTech Vetronics AB kom att tillverka och sälja systemet för export.

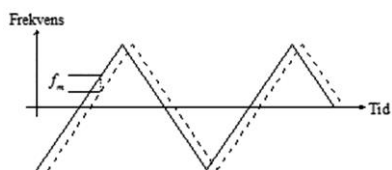
## Produkter radar

### Aktiv radarmålsökare för Rb 04

År 1953 fick AGA ett uppdrag att utveckla en enplans aktiv radarmålsökare till Rb 04 baserad på en experimentprototyp, som tagits fram på FOA 3. Roboten var avsedd att användas mot sjömål och att fällas från flygplan. Målsökaren användes för att styra roboten i horisontalplanet medan en särskild höjdhållare höll roboten på en konstant låg höjd (cirka 10 m) under anflygning mot målet.

Målsökaren benämndes ”K-apparat”. Utvecklingsarbetet vid AGA bedrevs med mycket höga krav på sekretess och flyttades år 1957 till AGA:s nyuppförda anläggning i Roslags Näsby, där även all tillverkning skedde. K-apparaterna installerades i Rb 04D, som tillverkades vid CVA i Arboga.

Målsökaren arbetade med kontinuerlig sändarsignal (CW) i S-bandet. Sändaren frekvensmodulerades med triangelvåg och fördröjningen mellan utsänd och mottagen reflekterad signal åstadkom en skillnadsfrekvens  $f_m$  då dessa signaler blandades. Se bild. Skillnadssignalen från blandaren inmatades i en förstärkare med frekvensdiskriminator. Vid målföljning i avståndsled hölls denna skillnadsfrekvens konstant genom att diskriminatorns utsignal styrde triangelvågens amplitud. Om kontakten med målet förlorades, skedde sökning runt det senast kända värdet på denna amplitud.



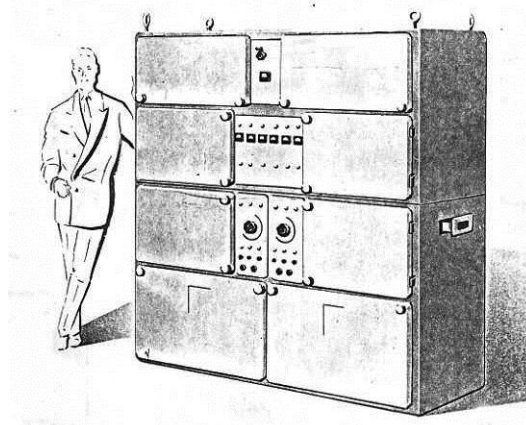
Radarmålsökare (Foto AGA)

Målsökarens sändare bestod av en reflexklystron från den franska firman CSF av typ KR742SC med en uteffekt på cirka 2 W. Den låga utsända mikrovågseffekten gav därmed roboten goda smygegenskaper. Klystronen frekvensmodulerades med triangelformad våg och signalen sändes ut från en separat vingformad sändarantenn med dielektriska stavar. I de första versionerna (K14 och K15) bestod mottagarantennen av en fast dipolantenn och en roterande snedställd parabolisk reflektor för att bestämma vinkeln mot målet relativt robotaxeln.

Senare utvecklades en version (K16) med två fasta dipolantennar och en fast parabolisk reflektor, som skapade en mottagarantenn med två snedriktade lobber i horisontalplanet. (Se figur). I mikrovågsdelen bildades summa- och skillnadssignal (enligt monopulsprincipen) som tillfördes varsin blandare. På mellanfrekvenssidan tillfördes de båda blandarsignalerna till en hybridtransformator, som återbildade de båda lobernas signalamplitud. Vinkelavsökning skedde medelst växling och jämförelse mellan dessa båda MF-signaler. (elektronisk lobväxling).

AGA tillverkade närmare 300 st K-apparater, inklusive prototyper för utprovning.

### Spaningsradar PS-04



Spaningsradar PS-04 (Foto AGA)

Radarn utvecklades för den svenska arméns räkning av det franska företaget Compagnie Française Thomson-Houston (CFTH) och var avsedd att användas inom luftvärnet som spaningsradar. Radarn hade ursprungligen beteckningen PSY No 3. Avsikten var redan från början att radarn skulle kunna licenstillverkas i Sverige. I december 1960 tecknades ett kontrakt mellan Kungliga Armétygförvaltningen (KATF) och AGA om licenstillverkning av 24 stycken radarstationer. Vid AGA, Roslags Näsby, utarbetades ett komplett tillverkningsunderlag på svenska och där utfördes även tillverkningen. Leveranser till KATF påbörjades den 1 juli 1962.

PS-04 var en pulsradar med en pulseffekt på cirka 1 MW och pulstid på 0,6 mikrosekund. PS-04 var en



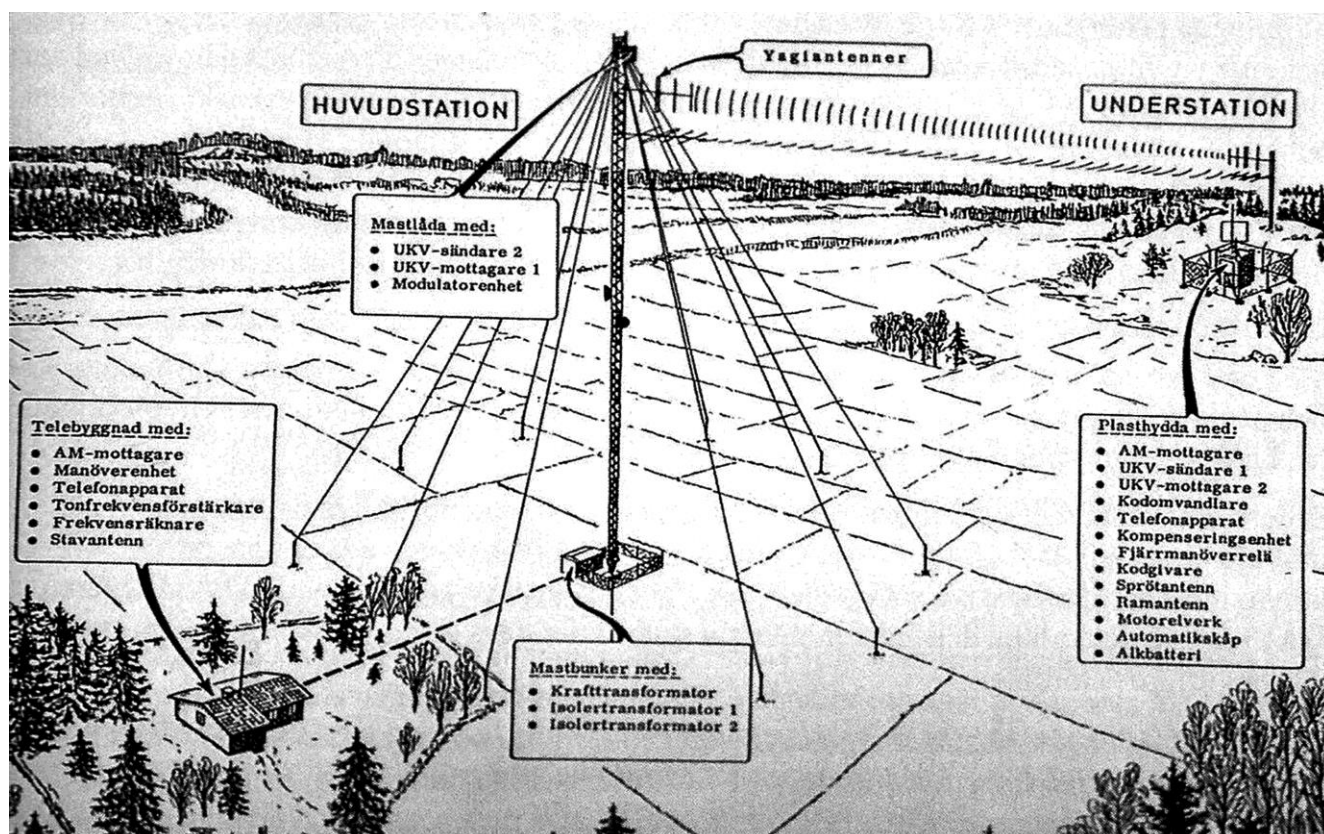
diversitetsradar, som bestod av två separata och identiska radarstationer, som arbetade på en gemensam antenn via ett komplext vågledarfilter. Frekvensen på den ena stationen kunde ligga inom frekvensområdet 2900 - 3100 MHz och på den andra inom området 3100 - 3300 MHz.

Den enda modifiering som utfördes av AGA under licenstillverkningen var att den ursprungliga högspänningstransformatorn och likriktarrören av tyratrontyp utbyttes mot en ny komplett enhet som innehöll transformator och likriktare av halvledartyp

nedsänkta i olja. I PS-04 använde från början ”torra” epoxi-ingjutna högspänningstransformatorer, som tenderade att haverera efter cirka 500 timmars drift. Flera svenska firmor involverades i arbetet med att utveckla bättre ”torra” transformatorer, men dessa visade sig alla ha ännu sämre driftsegenskaper. Den nya enheten, som AGA utvecklade, blev driftssäkrare och krävde mindre utrymme, eftersom de skrymmande tyratronrören kunde utgå. Enheter levererades även till Danmark för installation i deras CFTH-radar.

## Produkter övrigt

### Övervakningsutrustning och System Radiosändare RT-02



Radiosystem RT-02 (Foto FHT)

I system RT-02 ingick ett antal kraftiga långvågssändare för att störa och vilseleda fientliga flygplan, som utnyttjade radionavigeringssystem av typ Loran C, t.ex. det ryska systemet Chayka.

På ett visst avstånd från den egna långvågssändaren (Huvudstation) fanns en övervakningsstation (Understation) som avlyssnade de fientliga sändare, som ingick i deras navigeringssystem.

Kontakt och informationsutbyte mellan understationen och huvudstation upprätthölls med hjälp av en ultrakortvågslänk (UKV-länk).

System Radiosändare RT-02 finns närmare beskrivet i källhänvisningar.

I projektet levererade AGA en UKV-länk 140 - 156 MHz FM, med 2 W sändare och mottagare samt följande utrustningar:

I huvudstation:

- Manöverenhet för styrning av understation
- Långvågsmottagare: 80 - 300 kHz AM
- Tonfrekvensförstärkare
- Telefonapparat
- Isolertransformator
- Mastlåda med modulator och länkutrustning

I understation:

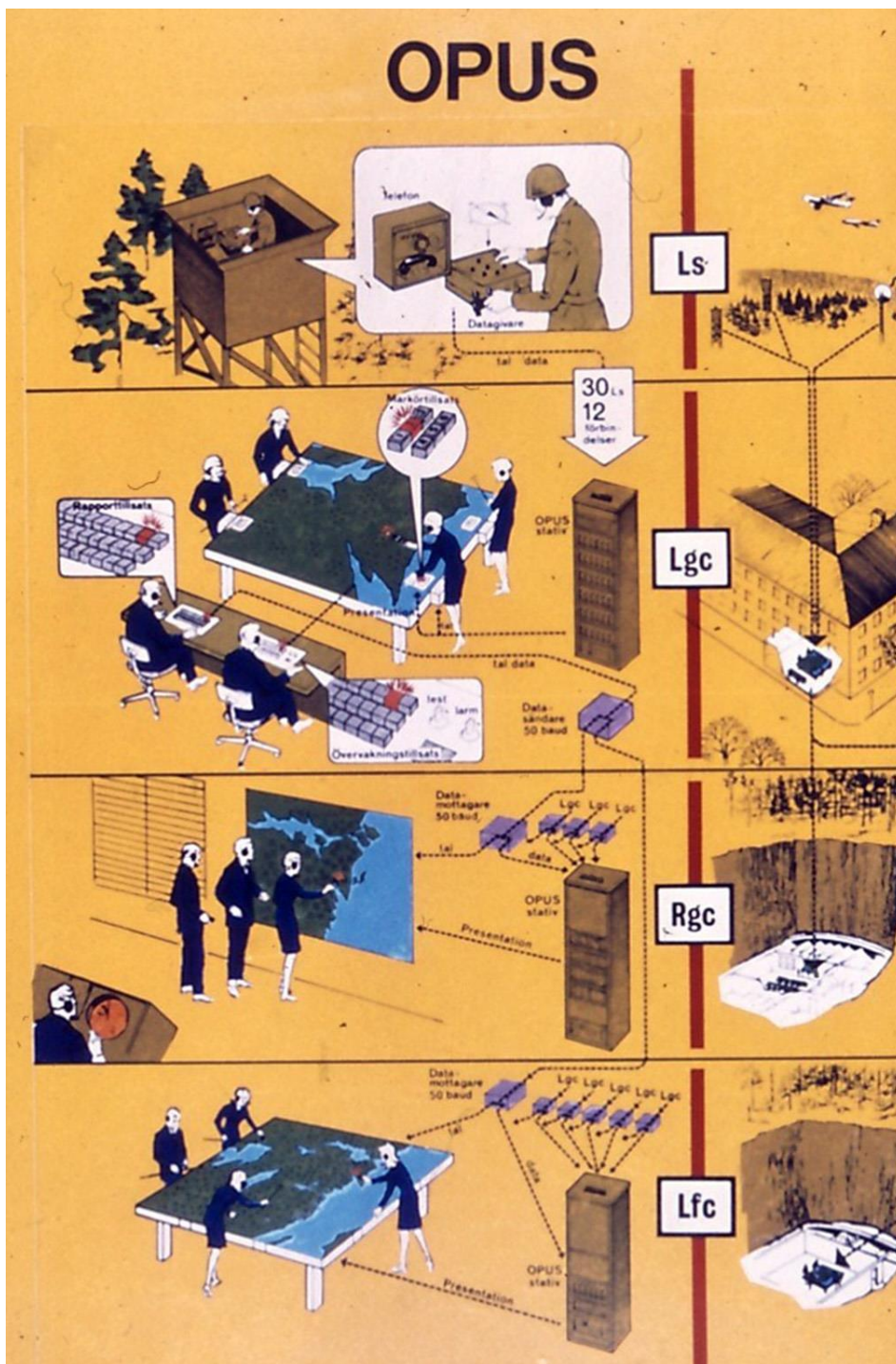
- Långvågsmottagare: 80 - 300 kHz AM. Manuell eller fjärrstyrd kodomvandlare
- Telefonapparat
- Länkutrustning
- Sprötantenn

### Luftbevakningssystem OPUS

OPUS är ett system för insamling, överföring och presentation av information för den optiska luftbevakningen.

På 1970-talet fick AGA en beställning från FMV på utveckla och tillverka utrustningen.

Utrustningen vid Is-tornen bestod av en batteridrivna datasändare och en Is-telefon, som båda anslöts till en telefonledning. Datagivaren hade sju knappar av vilka sex svarar mot bäringarna 2, 4, 6, 8, 10 och 12 enligt den s.k. klockmetoden. Den sjunde knappen används för att rapportera flygplan som befinner sig mycket nära eller rakt över observationsplatsen.



OPUS-systemet (Foto FHT)

När luftbevakaren tryckte ned den knapp som svarade mot den riktning i vilken flygplanet observerats överfördes bäringsinformationen inom cirka en sekund till lgc. En indikeringslampa på datasändaren tändes när informationen hade sänts. Luftbevakaren kunde med ls-telefonen lämna kompletterande upplysningar till lgc, t.ex. uppgifter om flygplanstyp och antal flygplan.

Datasignalen från ls överfördes till indikeringslampor på en rapporteringskarta i lgc. Lamporna var utlagda som en cirkel runt varje på kartan markerad ls och orienterade på samma sätt som knapparna på datasändaren i ls. När en viss knapp på datasändaren trycktes ned tändes motsvarande lampa på kartbordet. Lampan lyste med blinkande sken under 5-15 sekunder och därefter med fast sken. Samtidigt tändes lampor på tillsatserna hos rapportmottagaren, rapportmarkören och avlösningssledaren i lgc. Lamporna på dessa tillsatser visade vilken ls som sänt informationen. Upp till 30 ls kunde vara anslutna till ett lgc-stativ. Felaktiga rapporter på grund av linjefel eller felaktigt handhavande av apparaturen markeras i lgc genom att observatörens lampknapp blinkade med starkt sken.

Informationen från lgc överfördes till RRG/C och lfc med inlagringstelegrafi. Presentationsutrustningen i RRG/C liknade i stort den utrustning som fanns i lgc, men kartan med lampkransarna hade mindre skala. Lamporna på denna karta lyser med kontinuerligt avtagande sken under 1-2 minuter. Det innebar att ett flygplans färdväg framträdde på kartan som en kometliknande "svans" efter hand som rapporter om flygplanet inkommer.

## Källförteckning

Arne Larsson. *Flygvapnets radiosystem del 1, 1916-1945*. (FHT F13/09).

Ebbe Almqvist. *Ett företags teknikskiften, AGA:s första 80 år*. Först publicerad i Tekniska Muséets årsbok Daedalus 1992.

Svenska Mekanisters Riksförening. *Flygtekniska Föreningen Flygteknik under 100 år, Den flygtekniska utvecklingen 1903 – 2003*.

Hans-Ove Görtz. *System Radiosändare RT-02. Ett för försvarsmakten gemensamt telekrigsvapen*. (FHT F05/12).

Kalle Westberg. *Var optimist! AGA:s innovativa verksamhet 1904-1959*. Acta Universitatis Stockholmiensis, Ekonomisk-historiska institutionen 2002.

Lars V Larsson. *Militär flygradion 1916-1990*. (FHT F06/12).

Linde Gas. *AGA 1904 – 2004*. Bildspel (CD-skiva).

Sten Waller. *Vardagsliv i högteknologin. Om optiken vid AGA, Bofors och Celsius på Lidingö*. Författarens Bokmaskin. 2001.

## Akustiskt zornör MHSB för sjunkbomb.

1970-talet fick AGA en beställning från Marinen för utveckling och tillverkning av ett akustiskt zornör för sjunkbomb. Zornöret utnyttjade ultraljudsteknik för detektering av målet.

## Ömsesidig nytta

AGA har haft stor betydelse för det svenska försvaret framförallt inom områdena radio, optik, elledning och IR.

Inom flygradioområdet startade utvecklingen med den första radion för samband flyg-mark 1916 för att under 1940 - 1980-talen näst intill ha en monopolleverantörsroll.

Under slutet av 60-talet fick AGA ett patent på ett siktesystem som medförde att företaget till det svenska försvaret levererade elledningssystem till ett stort antal stridsvagnar.

Inom optikområdet levererade AGA från 1940-talet periskop till ubåtar i den svenska marinen, optik och siktesutrustning till robot 70 samt kameror och tolkutrustning för spaningsflyg.

FMV och dess företrädare såg tidigt en fördel med att ha en kvalificerad och kompetent inhemsk industri som kunde nyttjas för sekretessbelagda uppdrag och utveckling av utrustningar med specifika svenska krav.

Flera av de militära produkterna kunde direkt eller med kundanpassade modifieringar säljas på export till utländska kunder där speciellt kan nämnas eldgivnings- och flygradioområdena.