



## Introduktion till Bloodhound MK I (i Sverige benämnd RB 365)

Kortfattad systembeskrivning av Erolf Viklund  
(från intervjuet på Frösön 2007/8)

Denna beskrivning av **luftvärns-robotsystem Bloodhound MK I** (RB 365) är gjord efter den översiktliga informationspublikation, som färdigställdes när Bloodhound 1 i början av 1960-talet skulle tas i tjänst i Storbritannien. I stora drag följer den förlagens disposition och är delvis en direktöversättning av denna. Det bör observeras att förlagan är utformad för brittiska förhållanden beträffande strategi och grupperingsfilosofi.

För att göra beskrivningen kommunikerbar och underlätta referens till något speciellt avsnitt i texten har paragrafindelning enligt förlagens mönster använts.



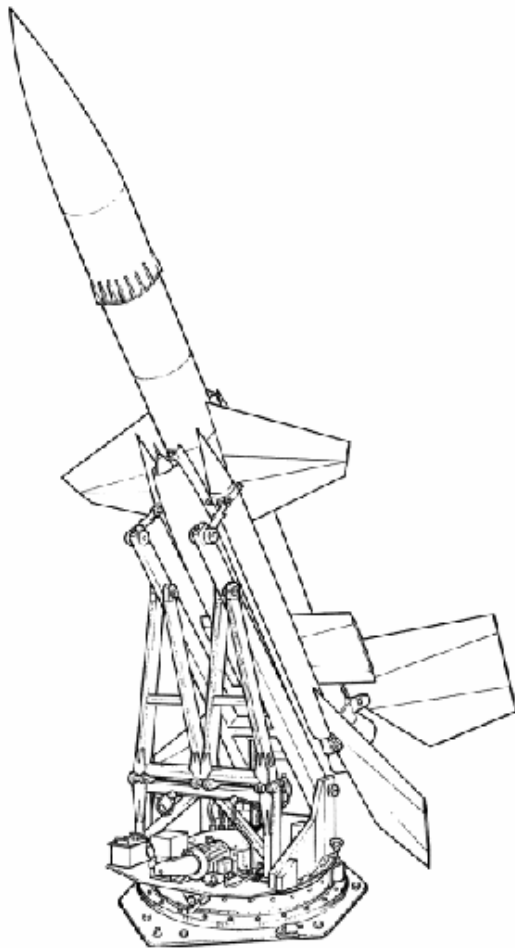
### Allmän översikt A/001

Huvudenheterna beskrivs först kortfattat beträffande uppgift och funktion och ägnas senare en mer detaljerad beskrivning under deras respektive rubrik.

### Systemenheter A/002

Robotsystem Bloodhound består av följande huvudenheter:

- Roboten
- Lavetten och dess serviceenhet
- Robotgruppcentral
- Belysningsradar
- Radar och operatörsutrymme för invisning före insats
- Underhållsfaciliteter



### Roboten A/003.

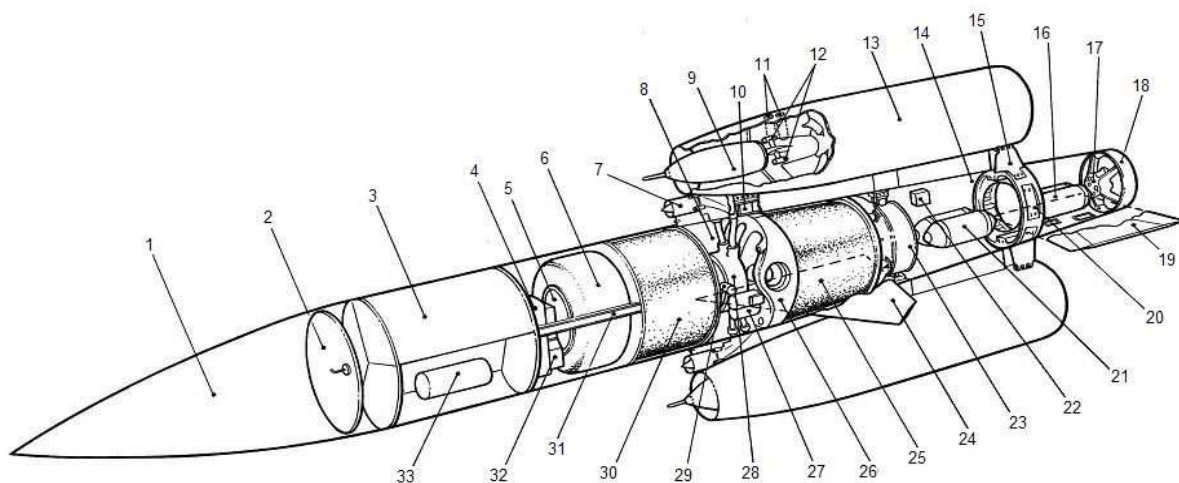
Roboten är ett "mark mot luftmål"-vapen, konstruerat och avsett för bekämpning av anfallande flygplan. Den avfyras från en speciell lavett ( fig. 1. ) och accelereras av fyra raketer under knappt tre sekunder till en hastighet av Mach 1,75. Därefter drivs den av två ramjetmotorer under fortsatt acceleration till en fart mellan Mach 1,75 och Mach 2,2, beroende på marschhöjden. Roboten har fast stabilisator och rörliga vingar och manövrerar genom att vrida dem. Kroppens rörelser i gir- och tippled blir därmed förhållandevis små.

Fig 1. Robot på lavett

### Robotens enheter. Deras placering. A/004

Enheternas i roboten placering visas i fig. 2. För att förenkla beskrivningen av roboten kan den delas in i ett antal sektioner. De är:

- Radom och målsökarutrymme
- Stridsdel
- Främre bränsletank
- Utrymme för vingarnas manövermekanism
- Bakre bränsletank
- Hydraulenhet
- Bakkropp



Radomen (1 i fig. 2) utgör robotens nos och är ett aerodynamiskt effektivt skydd åt målsökarantennen och dess reflektor (2 i fig. 2). Den är fäst vid målsökarutrymmets skal med skruvar och de båda bildar ett trycktätt utrymme för målsökarens och styrsystemets elektronik, växelströmsgeneratorn (33) och hydraulmekanismen för antennstyrningen.

### **Stridsdelen A/006.**

Målsökarutrymmets bakre ram är fäst vid främre ramen på stridsdelens utrymme med snabbkopplingar. Det utrymme innehåller, förutom sprängladdningen (6), dess tändare (5), zonröret (4) och en dopplertransponder (32) som kan användas för att initiera självdestruktion av roboten. På insidan av stridsdelsutrymmet sitter också, jämt fördelade, fyra antenner för zonröret.

### **Främre bränsletanken. A/007.**

Bakom stridsdelsutrymmet sitter främre bränsletanken (30), vars främre och bakre gavel är gjutna och tillverkade av en magnesiumlegering. Bränslet förvaras i en elastisk gummiblåsa inuti tanken. Tryckluft som tas från hjälppapparaternas luftintag (7) används för att driva ut bränsle från tanken.

### **Vingdomkrafternas utrymme. A/008.**

Utrymmet (8) mellan främre bränsletanken och centralskottet (28) innehåller vinglåsningarna (29), som är monterade på bakre tankgaveln, och turbopumpen för bränsle (28) samt vingdomkrafterna (27) som sitter monterade på framsidan av centralskottet. En tapp (24) på vardera vingen passar in i en ursparing i centralskottet.

### **Bakre bränsletanken. A/009.**

Bakre bränsletanken (25) är placerad mellan bakre delen av centralskottet och ett gjutet skott som är bultat till fackverket. Bränslet förvaras i en gummisäck, identiskt lika dn i främre tanken. De båda tankarna är förbundna med varandra som kommunierande kärl och bränslet trycks till rammotorerna av bränslepumpen.

### **Hydraulutrymmet. A/010.**

Hydraulrummet (14) sträcker sig från bakre gaveln av bakre bränsletanken till stjärtskottet (20) och inrymmer hjärpkraftenheten (23), machtalsregulatorn (22) och hydraulackumulatorm (21) för högtrycksolja. Utrymmet täcks av två paneler som även täcker bakre bränsletanken. Högra panelen är demonterbar. På vänstra panelen finns serviceuttag för hydraulsystemet.

### **Bakkroppen. A/011.**

Den del av roboten som sträcker sig från stjärtskottet till bakre änden benämns vanligen bakkroppen. Bultade till stjärtskottet sitter stabilisatorn (19) och bakre fästena (15) för rammotorerna. Inuti bakkroppen är de båda hydraulackulatorerna för lågtryck och på undersidan finns två anslutningsdon genom vilka roboten strömförsörjs medan den ligger på lavetten. Hydraulförsörjningen på lavett görs genom en koaxialutformad anslutning (17) i mitten av robotens akterdel (18).

### **Robotspecifika system A/012**

De system som är nödvändiga för att roboten skall fungera är:

- ( 1 ) Målföljning och styrning
- ( 2 ) Bränsle och framdrivning
- ( 3 ) Hydraul- och elförsörjning
- ( 4 ) Zonrör, tändmekanism och stridsladdning

Här ges en kortfattad beskrivning av dessa system. En mer utvecklad beskrivning ges under deras respektive rubriker i kapitel B.

## Målföljnings- och styrsystemen A/013

Målföljnings- och styrsystemen är ömsesidigt beroende av varandra och samverkar för att göra roboten förmögen att se och gå mot ett förutbestämt mål. Den gör det genom en kombination av roll- och pitchmanövrer i s.k. halvaktiv målföljning.

### Målföljning. A/014.

Målföljningssystemet består av två mottagare, nämligen den bakre mottagaren, som tar emot signaler direkt från en markbaserad radar, som belyser målet och den främre mottagaren som tar emot signaler som sänts ut av samma belysningsradar (BRR) och sedan reflekterats av målet.

### A/015.

De direkta signaler, som sänts ut från belysningsradarn, tas emot i en hornantenn, som sitter monterad i robotens akter och leds genom roboten till bakre mottagaren i målsökarutrymmet. Bakre mottagaren är innan avfyringen avstämd till en specifik belysningsradar, varigenom tillförsäkrats att främre mottagaren bara urskiljer signaler från målet som härrör från den egna radarn. PRF-väljaren förser också främre mottagaren med en triggpuls som används av avståndskretsarna.

### A/016.

Lokaloscillatorn, som övervakas med en krets för automatisk frekvenskontroll, som i sin tur rättar sig efter den bakre signalen, är kopplad till båda mottagarna. På så sätt säkerställs att målföljningskretsarna förblir rätt avstämda till bärvågen från belysningsradarn, även om den reflekterade signalen till främre mottagaren drabbas av fadning.

### A/017.

Den signal, som reflekteras från målet tas emot genom främre antennen, som är en dipol, roterande omkring en parabolisk reflektors huvudaxel. Signalen leds till främre mottagaren, där den "godkänns" av avståndsväljaren och där dess amplitudmodulering används till att korrigera antennens inriktning och robotens flygbana.



### A/018.

En utsignal från mottagaren kopplas till zonröret för att fördröja dess armering. Vidare kan, genom fjärrkontroll av en s.k. Ledexomkopplare, avståndskretsarna modifieras för att tillåta roboten att gå över till passiv målföljning mot mål som använder bredbandsstörning.

**A/019.**

Båda mottagarna har kretsar för automatisk förstärkningsreglering för att hålla signalstyrkan någorlunda konstant trots variationer i inkommande signalens styrka, vilket för främre mottagarens del kan bero på ändringar i avstånd eller i målets attityd.

**A/020.**

Robotens främre antenn är så riktad att den ger en lob, vars centrumlinje beskriver en kon runt reflektorns huvudaxel. Om huvudaxeln är riktad rakt på målet blir den mottagna signalens amplitud konstant. Om däremot axeln är riktad något vid sidan om målet blir signalen approximativt sinusformigt amplitudmodulerad. Fasläget hos modulationen indikerar riktningen till målet från axeln och amplituden indikerar vinkeln mellan axelns riktning och riktningen till målet.

**A/021.**

Riktningsskillnaden mellan reflektorns axel och riktningen till målet används till att ge en signal från främre mottagaren till styrkretsarna. Styrkretsarna riktar i första hand reflektorn mot målet och därefter vingarna så att roboten rollar och tippar till rätt kurs mot målet.

**Styrning. A/022.**

Robotens styrning åstadkommes genom en metod i vilken vingarna vrids åt motsatt håll så att roboten rollar varefter de ställs in så att roboten svänger runt sin tippaxel. Det betyder att den information som målsökaren inhämtar måste översättas till två manöverorder, dels en rollorder och dels en tipporder.

*(Roboten manövrerar på samma sätt som fåglar. Författarens anm.)*

**A/023.**

Det råder ett visst förhållande mellan vinkelhastigheten hos siktlinjen till målet och vinkelhastigheten hos robotens rörelseriktning i flygbanan. Kvoten mellan dem kallas navigationskonstant och har värdet ungefär 6.

**A/024.**

Detta förhållande gör att robotens längdaxel normalt inte pekar mot målet utan mot en träffpunkt någonstans framför målet. Reflektorn däremot pekar alltid mot målet. Den är monterad i ett kardansystem med två frihetsgrader, som tillåter att den vrids 45 grader åt alla håll från robotens längdaxel.

**Reflektorns styrning. A/025.**

Vridningen av reflektorn åstadkommes med två servosystem som vrider den i respektive gir- och tippeld. Tipp- och girrörelserna räknas relativt robotens axlar och inte relativt antenriktningen. Antennservona får reflektorn att bibehålla den riktning, som anvisas av antenngyrot, mycket noga. Antenngyrot precederas i sin tur av signalerna från målsökaren att tätt följa siktlinjen till målet. Eftersom gyrots precessionshastighet är proportionell mot styrkan hos de signaler som åstadkommer den måste utsignalen från mottagaren vara proportionell mot vinkelhastigheten hos siktlinjen.

**A/026.**

Reflektorn vrids av två dubbelverkande hydraulkolvar som i sin tur styrs av elektriskt styrda reglerventiler, som får sina insgnaler från servoförstärkarna.

**Vingstyrningen. A/027.**

De belopp med vilka roboten måste rolla och tippa för att rätt följa sin bana mot träffpunkten representeras av fas- och amplitudvärdena hos den signal som mottagaren hanterar. Signalen skickas till rollkanalen för att vrida vingarna åt motsatt håll och därmed få roboten att rolla och till tippkanalen för att vrida dem åt samma håll så att roboten vrids kring sin tippaxel.

**Framdrivnings- och bränslesystem. A/029.**

Roboten drivs från lavetten av fyra startraketer. Efter raketseparationen drivs den i kontrollerad flykt av de båda rammotorerna med flygfotogen som matas fram till dem av bränslesystemet.

**Startraketer. A/030.**

Startraketerna är placerade symmetriskt runt roboten som visas i fig.1 och är framtill inhakade i en fästianordning på centralskottet och baktill fästa i ett ringformat ok. Deras uppgift är att driva roboten från lavetten och att accelerera den till en hastighet av Mach 1,7, vilket är den hastighet vid vilken rammotorerna kan ge varaktig och tillräcklig dragkraft för att ytterligare accelerera roboten till dess marschfart.

**A/031.**

Var och en av raketerna består av en stålcylander som innehåller ungefär 140 kg gjutet krut som antänds med elektrisk tändare i främre delen av krutstaven, som har en längsgående kanal i mitten. Krutet brinner längs denna kanal och utåt mot stålcylandern. På så sätt uppnås en någorlunda konstant dragkraft. Vardera raket ger mellan 13600 och 15800 kp dragkraft under ungefär 2,5 sekunder. När deras dragkraft avtar trycks de bakåt av luftmotståndet och skjuvar av två skjuvpinnar som håller fast oket vid robotkroppen. De glider bakåt så att hakarna i främre fästet släpper och små fenor fläker ut dem från roboten utan att störa dess flykt.

**Rammotorerna. A/032.**

De båda rammotorerna sitter monterade på robotkroppen, den ena ovanpå och den andra under. De är bultade till fästen på centralskottet och på bakkroppsskottet. Motorerna tänds under raketfasen med sex pyrotekniska tändare i vardera motorn så att de i slutet av raketfasen har tillräcklig dragkraft för att accelerera roboten.

**A/033.**

Varje motor består av ett rörformigt yttre och i centrum av detta en uppsättning detaljer för bränslemätning och förbränning. Luftintagen är utformade för att ge en form av tvåstegskompression och bränslet som pumpas till spridarna sprayas in i den komprimerade luften och antänds av tändarna. Flamman, som stabiliseras med hjälp av en v-veckad ring höjer temperaturen och ökar därmed volymen och hastigheten hos gaserna. Gaserna når maximal hastighet när de lämnar utblåsningsmunstycket, som har konvergent/divergent längdsnitt.

**A/034.**

Maximal dragkraft fås när bränsle-/luftblandningen är korrekt för fullständig förbränning. En bränsle-/luftreglering, monterad i motorns centralkropp justerar bränslemängden för att möta det kravet. För att begränsa robotens fart till att ligga i området Mach 1,6 till Mach 2,2 och därmed tillförsäkra stabil respons på manöversignaler har den försetts med en maktalsregulator. Reglerutrustningen, som känner av farten, är placerad i hydraulutrymmet och påverkar verkan hos bränsle-/luftregulatorn så att bränsle-/luftförhållandet minskas när roboten nått sin marschfart.

**Bränslesystem. A/035.**

Bränslet, flygfotogen, förvaras i elastiska gummiblåsor i de båda tankarna i flygkroppen. Blåsorna är delade i två rum varav det ena innehåller bränslet och det andra, yttre, fylls och trycksätts med luft från hjälpluftintagen (7, fig. 2) mellan rammotorerna och robotens vingmanöverrum. Detta arrangemang möjliggör en forcerad tillförsel av bränsle till bränslepumpen som matar motorerna. Tankarna är sammankopplade under hela flygningen.

**Hydraulsystem. A/036.**

Hydraulsystemet åstadkommer de krafter som erfordras för att manövrera vingarna och reflektorn samt för att driva växelströmsgeneratoren. Systemets uppgifter kan uppdelas i tre faser: förberedelser på lavetten, startfasen och anflygningen. Under förberedelse-

fasen på lavetten och startfasen behövs kraften bara för reflektorn och generatoren medan vingarna är låsta i neutralläge med hydrauliskt manövrerade lås. Roboten tillförs under förberedelsefasen hydraulkraft från en yttre pumpenhet genom en koaxialslang och under startfasen från två hydraulackumulatorer av kolvtyp placerade i robotens hydraulutrymme.

### **A/037.**

I slutet av startfasen förmår hjälpkraftenheten, som innehåller en turbin, driven med luft från hjälpluftintagen, överta försörjningen av hydraulkraft från högtrycksackumulatorena. Två lågtrycksackumulatorer, även de av kolvtyp, tar upp tryckstötter på hjälpkraftenhetens ingångssida.

### **Elförsörjning. A/038.**

Roboten behöver en 30 V, 400 Hz, 3-fassspänning och en 115V, 2400 Hz enfassspänning. De levereras av en kraftenhet i målsökarutrymmet. Enheten består av en växelströmsgenerator och spännings- och frekvensregulatorer. Generatoren drivs av en hydraulmotor via en växellåda.

### **A/039.**

Spänningsregulatorn reglerar magnetiseringsströmmen i växelströmsgeneratorns fältlindning och frekvensregulatorn styr en strypventil på motorns högtryckssida, varigenom motorvarvtalet kontrolleras. Strömförsörjningsenheten kyls före avfyring med en yttre kylfläkt.

### **Zonrör, tändsats och stridsladdning. A/040.**

Zonröret, tändsatsen och stridsladdningen är placerade i robotens stridsdelsutrymme. Zonröret är fäst i det skott som utgör framkanten av stridsdelsutrymmet och tändsatsen är monterad ihop med stridsdelens framkant. Stridsdelen stöds i sin framkant av tändardelen och i bakkanten av en infästning till främre tankens skott.

### **A/041.**

Tändaren, som normalt är säkrad, osäkras genom en varaktig acceleration. Ungefär 5 – 6 sekunder efter avfyring är initieringskretsarna klara att ta emot tändpuls från zonröret. När roboten kommer inom verkansavstånd sänder zonröret en puls till tändsatsen vars tändpärlor bringar stridsladdningen att detonera. Armeringsmekanismen fortsätter att gå efter det att osäkringen skett och initierar efter en viss tid tändmekanismen om roboten bommar.

### **Roboten nedmonterad. A/042.**

För att underlätta förvaring och underhåll är roboten, när den inte av beredsskapsskäl behöver vara tillgänglig, nedmonterad och förpackad i särskilda containers.

### **Telemetri. A/043.**

Utrymmen och faciliteter för telemetrisk utrustning i roboten är förberedda om man vill spela in parametrar under en flygning eller utföra prov. Sändare kan installeras i stället för stridsdelen i syfte att skicka information om komponenters funktion till en service-station på marken.

### **A/044.**

Telemätutrustningen monteras in i stridsdelsutrymmet på exakt samma sätt som stridsdelen och är en självförsörjande enhet innehållande en flerkanalssändare som består av följande underenheter:

- 24-kanalers roterande omkopplare
- Modulator
- Oscillator
- Referensspänning, synkronisering
- Tryckgivare

- "Ledex" ON/OFF-switch för fjärrkontroll av hög- och lågspänningsförsörjningen till sändarna
- Högspännings torrbatterier och lågspännings blyackumulatorer

### **A/045.**

Den 24-kanaliga switchen är batteridrivnen och roterar med 100 varv per sekund. Information från var och en av de 24 kanalerna sänds via en multikanalsändare under rotationen.

### **A/046.**

Sprängning av en robot utan stridsdel kan, om så behövs, göras med en sprängladdning som smetats ut på insidan av stridssdelsutrymmet. Laddningen kan detoneras antingen genom en tidsinställd destruktionspuls eller genom en speciellt modulerad signal från marken.

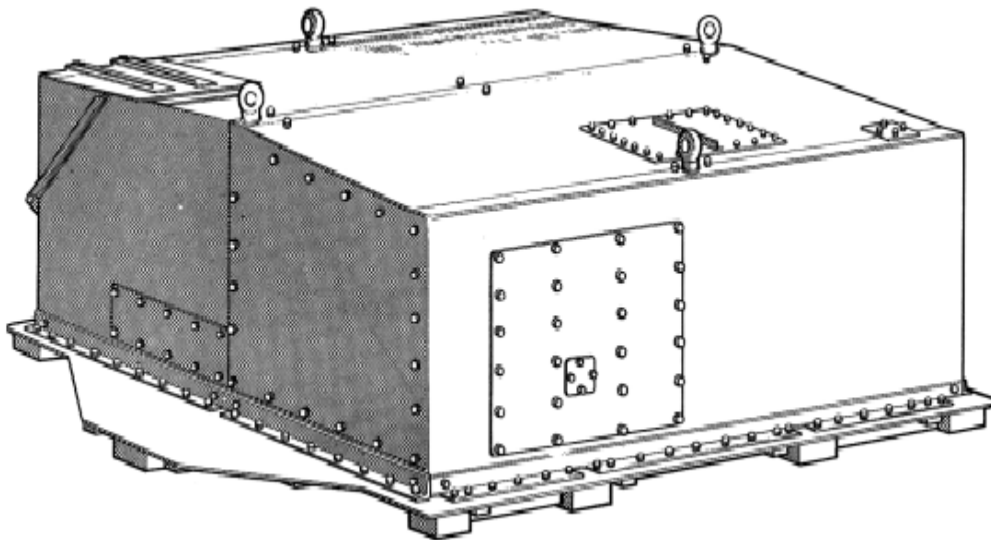


Fig. 3 Försörjningsenheten.

## **Lavett och extern försörjningsenhet.**

### **Lavett typ 200. A/047.**

Lavetten (fig.1) behövs för att förinställa roboten före skott och därmed möjliggöra att den går in i rätt flygbana. Den består av två huvuddelar:

- En servostyrd roterande basdel som kan styras manuellt för laddning och som via ett servo styrs av belysningsradarn så att roboten omedelbart före avskjutning är riktad mot det anvisade målet.
- Ett ramverk som bär roboten på en ramp av "nolllängd". Denna är vridbar i höjdlängd så att den från horisontellt laddningsläge kan eleveras till ett fast läge, 45 grader.

### **A/048.**

Utöver sitt eget hydraul- och elektroniksystem har lavetten anslutningsmöjlighet för att försörja roboten med hydraulkraft och kyluft till elektroniken. Den utrustning som behövs för dessa funktioner är samlad och inrymd i en särskild försörjningsenhet. Vidare finns ledningar dragna för övervakningsfunktioner och för avfyring.

## **Försörjningsenheten. A/049.**

Försörjningsenheten (fig. 3.) inrymmer de delar av hydraul- och kylsystemet som inte får plats i lavettens fundament och en uppsättning apparater som har till uppgift att ställa in reflektorn sedan belysningsradarn fångat och börjat följa målet. Den utgör således en

förbindelselänk mellan RBGC och roboten med avseende på styr- och informations-signaler.

### **A/050.**

Den är uppställd intill lavetten på samma betongplatta som denna och byggd på ett stålfundament. Den skyddas från startraketernas flammor och mot väder och vind av en plåthuv. Olje-, el- och luftledningar mellan försörjningsenheten och lavetten är förlagda i ett rör under marken.

### **RBGC. A/051**

Robotgruppcentralen, RBGC, är operativt centrum för vapensystemets eldenhet. Den innehåller elektronikutrustning som automatiskt styr den slutliga förinställningen av elddenhetens robotar och inriktningen av dess lavetter. Den får invisningsdata från övervakningsradarn för att vrida lavetterna till bäringen till målet och kopplar automatiskt om till mer precisa data från belyningsradarn så snart denna har fångat och låst på målet.

### **A/052.**

Automatiken i RBGC styr lavetterna så att robotarna själva kan låsa på det mål som belyses av belyningsradarn. Samtidigt kontrolleras att robotarna fungerar felfritt och att de är låsta på målet. Robotarna avfyras av robotstridsledaren i RBGC så snart denne fått indikation att robotarna fungerar felfritt och att indikationen "On Target" föreligger. Förreglingar förhindrar att robot vådaavfyras.

### **A/053.**

En komplett RBGC innehåller elektronik ansluten till sexton lavetter och robotar och två belyningsradar och är på en permanent grupperingsplats inrymd i en byggnad. Utrustningen är organiserad i två sektioner A och B, vardera kopplad till åtta lavetter och robotar och en belyningsradar. Upp till åtta robotar kan göras eldberedda och avfyras i en salva.

### **Belysningsradarn. A/054.**

Den belyningsradar, BRR, (fig.4), som används i system Bloodhound 1, är en Thomson – Houston "Sting Ray". Den är en mobil markradar för spaning, målföljning och belysning med två av varandra oberoende radarsystem. De båda systemen använder en gemensam antenn och spaningsradarn arbetar på S-bandet medan belyningsradarn arbetar på X-bandet.

### **A/055.**

Radarutrustningen är uppbyggd i två fordon varav det ena bär antenn, sändar- och mottagarutrustning samt servokretsar och det andra bär utrustning för att extrahera, utvärdera och presentera måldata.

### **Spaningsradar. A/056.**

Ändamålet med spaningsradarn är, som namnet antyder, att förse ett antal eldenheter med luftlägesinformation. En komplett eldenhet i Bloodhound 1 har en robotgruppcentral för lokal stridsledning, sexton lavetter med robotar och två belyningsradar

### **A/057.**

Den spaningsradar, som används tillsammans med Bloodhound är inte enbart en radarstation, utan inkluderar också en mängd utrustning för signal- och databehandling, där grenar av avancerad radartechnik används. Det rör sig om höjdmätning med multibeam-teknik, halvautomatisk målpresentation, målpresentation på indikatorer för speciella befattninghsvare och snabb datatransmission till eldenheter.

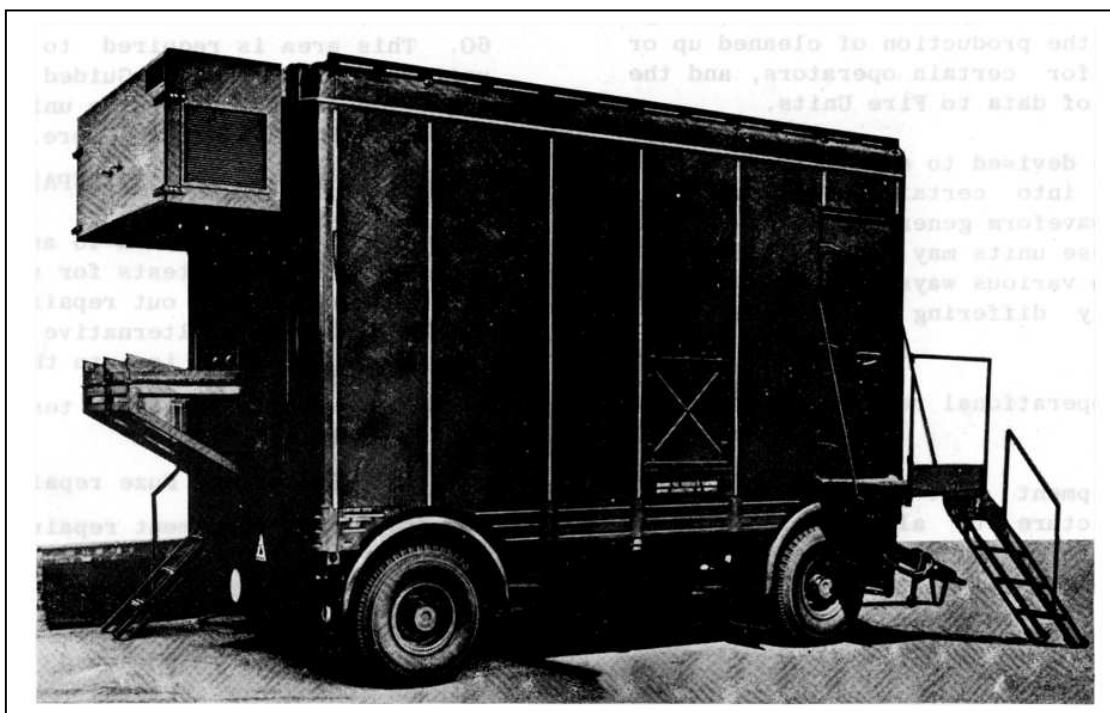
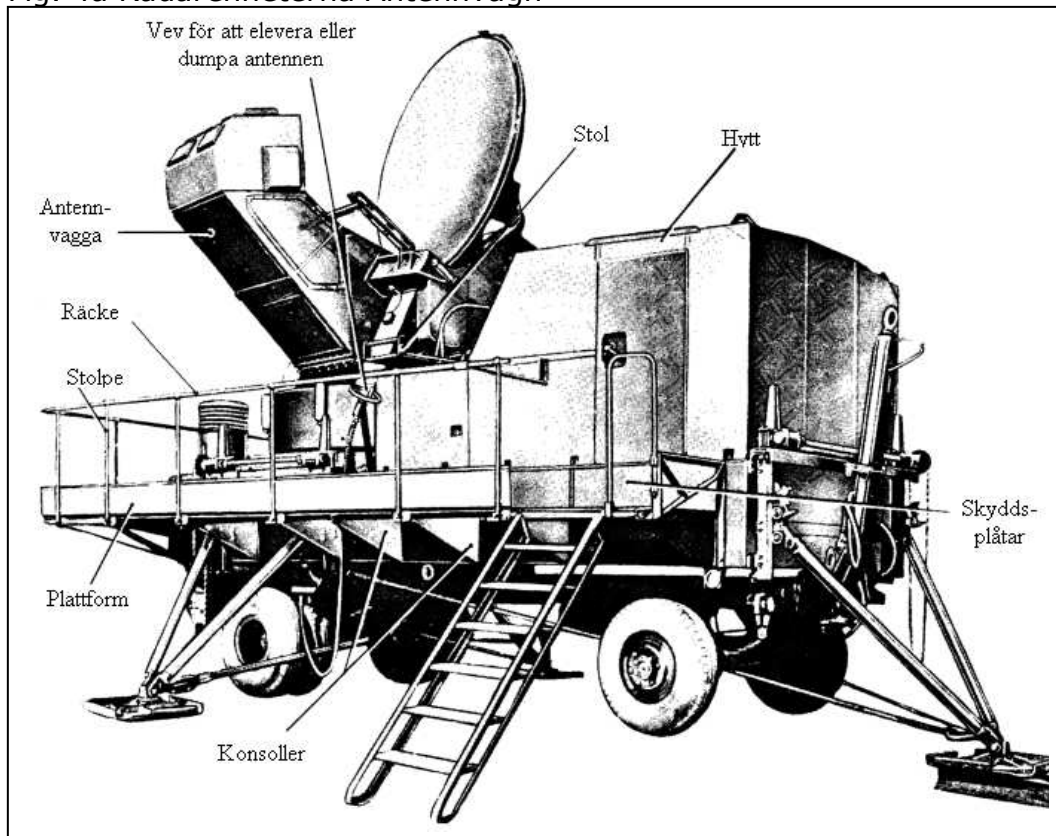
### **A/058.**

Den teknik som utvecklats för att effektuera allt detta har samlats i särskilda enheter såsom indikatorkonsoler, signal- och tongeneratorer, dataminnen och datorer. Dessa

enheter kan vara utförda i form av moduler och kombineras ihop för att utgöra kompletta stationer med vitt skilda operativa funktioner. Två huvudsakliga krav på spaningstationen är

- (1) Utrustningen måste ge en översiktlig bild av luftläget för att de försvarande "mark mot luft"-stridskrafterna ska kunna organiseras och ledas av sektorns stridsledare.
- (2) Den måste också kunna ge noggrann information om särskilda mål. Denna information är nödvändig för att rikta belysningsradarn i den aktuella eldenheten mot det mål som skall bekämpas.

Fig. 4a Radarenheterna Antennvagn



## Underhållsresurser. Verkstad. A/059.

Vapensystemets eldenheter behöver vissa stödfunktioner, vari följande ingår

- Robotförråd
- Test- och reparationsutrustningar
- Bränsledepå
- Förråd för explosivdelar

## Robotförråd. A/060.

Robotförrådet är nödvändigt för att ge robotarna, som är tänkta att förvaras nedmonterade, fullgott skydd mot varje form av åverkan. Här förvaras robotarna utan explosivdelar.

## Test- och reparation. A/061.

Den verksamhet, som bedrivs här, är inriktad på att klargöra robotar inför laddning av lavetterna. Här utförs också tester och vid behov reparationer. Utrustningen kan disponeras på olika sätt men en logisk indelning av utrustningen är följande

- Hopmonterings- och reparationsavdelning
- Zonrörsavdelning
- Avdelning för underhåll och reparation av testutrustning.

## Bränsledepå. A/062.

Den här platsen har faciliteter för tankning och urtankning av robotar, d.v.s. pumpar, slangar, kopplingar som behövs för hantering av bränslet.

## Förråd för explosivdelar. A/063.

Här kan all montering och urmontering av robotens explosivdelar göras. Förvaringsutrymmen för de olika delarna är också tillgängliga. De delar det är fråga om är start-raketerna, stridsdelen, tändsatsen till stridsdelen och de pyrotekniska delarna, nämligen tändarna till startaketerna och tändarna till rammotorerna.

## B. Roboten.

### Rammotorerna.

#### Allmänt. B/001

De båda rammotorerna är identiskt lika beträffande konstruktion och funktion. Fig. 5 nedan visar motorns konstruktion. Centralkroppen inrymmer komponenter för bränslemätningen och bär de delar, som håller flaman vid liv.

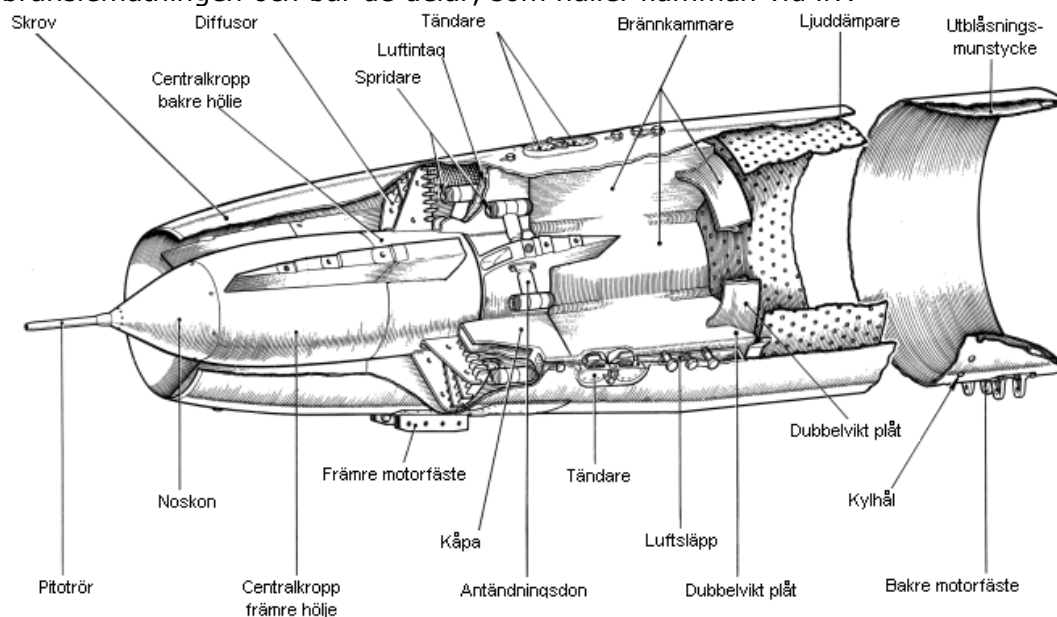


Fig. 5. Ramjetmotor

**Funktion. B/002.**

För att erhålla tillräcklig dragkraft i fartområdet från Mach 1,5 till Mach 2,2, krävs en motortyp betecknad S.A.V.2 , som är utformad med vad som går under benämningen "dubbel stötvågs" luftintag. I ett sådant luftintag konverteras rörelseenergi effektivt till tryckenergi endast i ett relativt smalt machalsområde och en för acceleration tillräcklig marginal mellan dragkraft och bromsverkan fås först över Mach 1,7. Startraketer används för att accelerera roboten till detta minimum av Mach-tal.

**B/003.**

I farter lägre än Mach 1 packas luften jämnt över noskonen mot luftintaget. Så snart ljudhastigheten överskrids utbildas en ungefärligen plan tryckvåg framför noskonen. Så länge tryckvågen behåller denna form passerar luftströmmens "linjer" rakt igenom den och deras riktning förblir oförändrad men luftens hastighet minskar. Hastighetsminskningen åtföljs av en tryckökning och därmed första steget av kompression i luftintaget. När farten ökar blir emellertid tryckvågen konisk och utbreder sig bakåt och konens toppvinkel blir spetsigare ju högre farten är. I överljudsfarter böjs luftströmmens "linjer" när de passerar tryckvågen. Så länge farten ligger under Mach 2,1 ligger tryckvågen utanför luftintagets läpp. Upp till den fart då konens bascirkel når luftintagets läpp ökar luftintagets "fångarea" med ökad fart. Med "fångarean" menas här tvärsnittsarean hos den cylinderformade fria luftström som når luftintaget. Blir farten högre än Mach 2,1 sväljs tryckvågen av luftintaget , vilket resulterar i en minskning av den dragkraftsökning man får med ökad fart.

**B/004.**

För att roboten skall svara stabilt på manöverorder när den går mot sitt mål måste den ligga i fartområdet Mach 1,5 till 2,2 på alla höjder och vid alla roderutslag. För att hålla farten inom gränserna är motorn försedd med en reglermekanism för Mach-talet. Den känner av robotens fart och justerar bränsle-/luftblandningen så att denna varierar mellan gränserna för fet och mager blandning.

**Bränslesystem.****Allmänt. B/005**

En schematisk framställning av bränslesystemet visas i fig. 6. Det bränsle som används av de båda rammotorerna är flygfoto-gen D.E.R.D. 2482, som fövaras i två tankar ( 1 och 17 i fig 6 ), den ena framför och den andra bakom utrymmet för vingstyrningen. Tankarna, som rymmer ungefär 185 liter, är kopplade till sugsidan av en turbindriven pump, som i sin tur drivs med rammluft och som sitter monterad på framsidan av centralskottet. Rammtryck från särskilda intag leds in i luftsäckarna i tankarna och pressar ut bränsle till pumparna. Pumparna matar sedan spridarna med ett bränsletryck som varierar med fart och höjd.

När roboten är i luften drivs bränslepumpen med rammluft, som tas in genom de mindre luftintagen för hjälpmaskinerna. Bränsle matas från de trycksatta tankarna, främre och bakre, till pumplöphjulen som vidarebefordrar det under högt tryck via bränsle-/luftregulatorn till spridarna. Utluf-ten från turbinen blåses via utrymmet för vingstyrningsmekanismen ut genom bakkroppen på roboten. Turbinrotorns varvtal är som högst vid högt Mach-tal vid havsnivå och minskar allteftersom farten minskas eller höjden ökar. Vid Mach 2.0 vid havsnivå är rotorns maximala varvtal 32000 varv per minut och tryckökningen i bränslet ungefär 4,8 MPa. Minimum bränsletryck för livhållning är ungefär 0,68 MPa och det håller pumpen upp till 18000 meters höjd vid Mach 2,0.

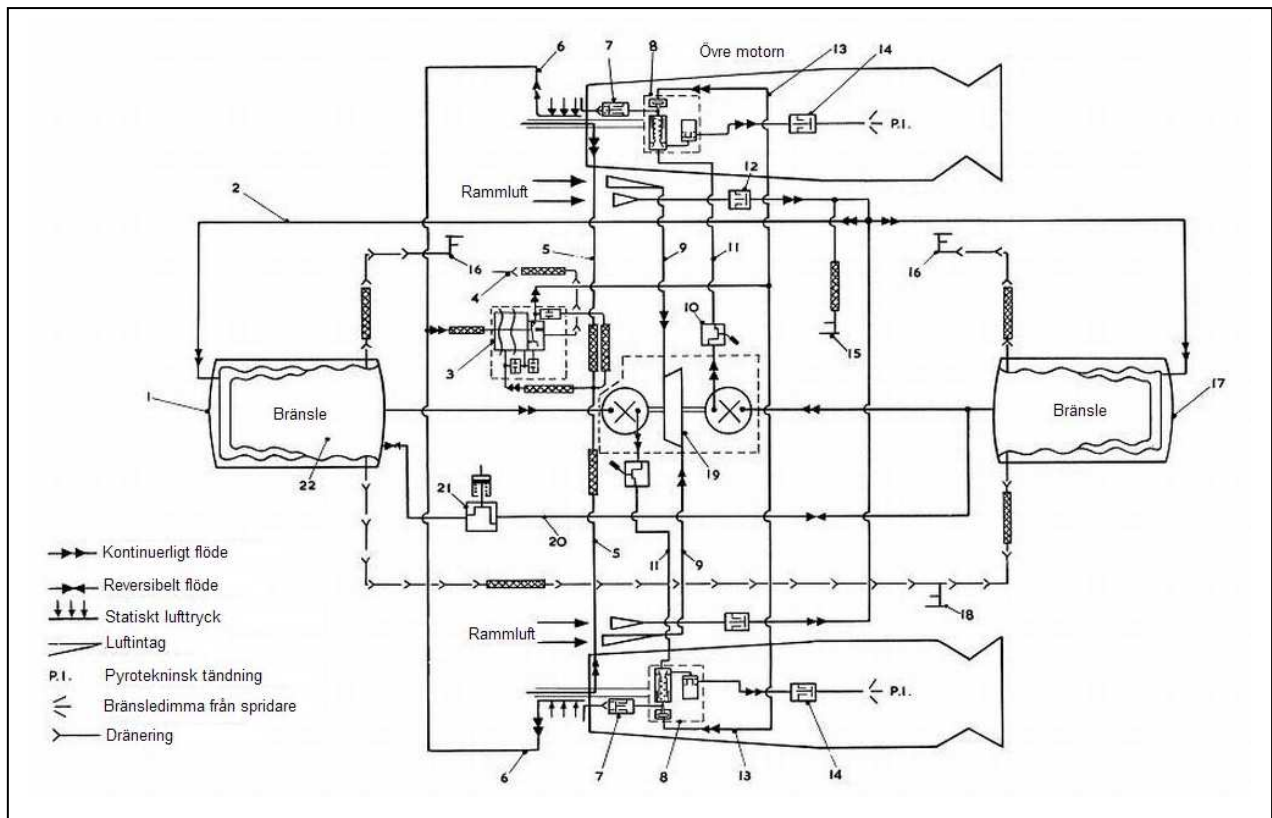


Fig 6

Förklaring till fig 6:

- |                           |                                    |                       |
|---------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| 1 Främre bränsletank      | 10 Bränslekrän                     | 19 Bränslepump        |
| 2 Trycksättningsledning   | 11 Bränsle till motorerna          | 20 Bränsleledning     |
| 3 Machtalskontroll        | 12 Backventil                      | 21 Avstängningsventil |
| 4 Utlopp till det fria    | 13 Mätare lufttryck                | 22 Bränslesäck        |
| 5 Pitottryck              | 14 Kontrollventil                  |                       |
| 6 Statiskt tryck          | 15 Trycksättningsventil (marktest) |                       |
| 7 Överströmningsventil    | 16 Avluftningsventil               |                       |
| 8 Styrning bränsle / luft | 17 Bakre bränsletank               |                       |
| 9 Ramluft till turbinen   | 18 Dräneringsventil                |                       |

## B/006.

Under raketfasen tenderar accelerationen i längdled att driva bort bränslet från tankarnas utloppssida och skulle kunna undanhålla bakre pumpen fotogen med kavitation som följd. För att motverka detta är tankarna förbundna med varandra så att bränsle från den främre tanken trycks in i den bakre under accelerationen.

## Hydraulsystem.

### Allmänt. B/007.

Hydraulsystemets uppgifter är:

- Att driva motor till den generator som ombesörjer elförsörjningen till roboten medan den ligger på lavetten eller är i luften.
- Att manövrera reflektorn enligt styrsignaler.
- Att dra ur vinglåsningarna efter raketseparationen och vrida vingarna enligt styrsignaler.

## B/008.

Som framgår av fig.7 styrs högtrycksoljan till de olika komponenterna enligt följande:

- Hydrauldrivna motor-generatorn (25), via ventilen (23).
- Hydraulkolvarna (27), via ventilen (2) och servoventilerna (1).

- Hydraulkolvarna (18) som vrider vingarna, vinglåsen, som styrs av ventilen (16) och fördröjningsventilen (17).

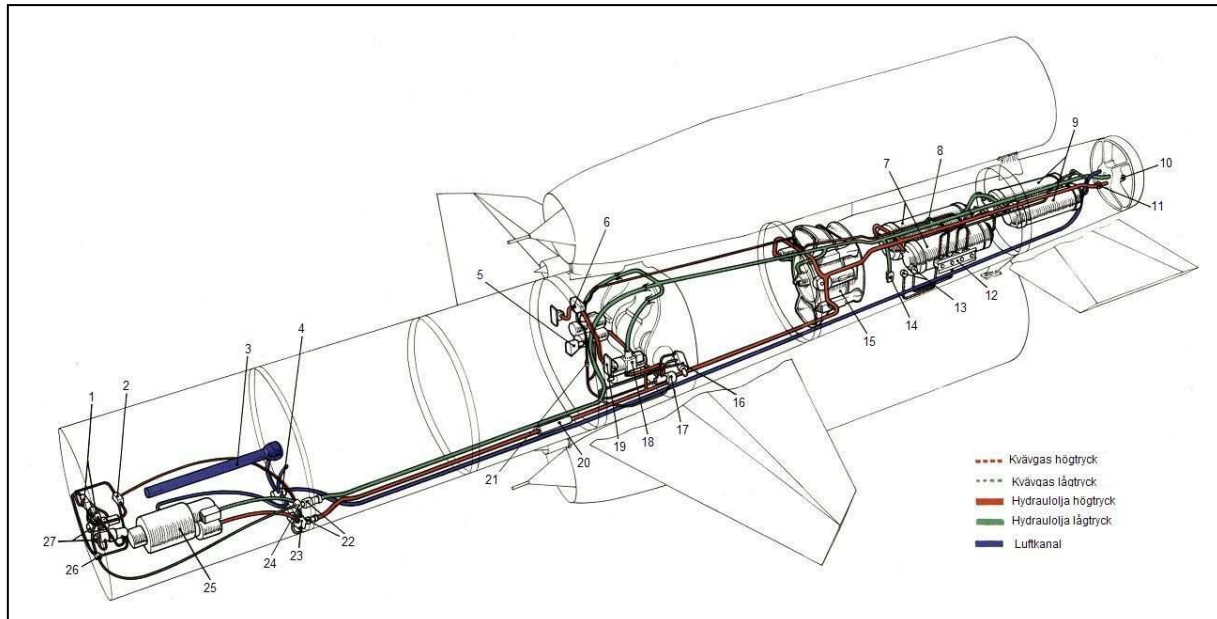


Fig. 7.

**B/009.**

Till hydraulsystemet hör också två högtrycks- och två lågtrycksackumulatorer (7) respektive (9), alla av koltyp. De förladdas genom att kväve blåses in via laddningsventilerna i enheten (12) till torra sidan av kolvarna. Därefter fylls systemet med hydraulolja innan roboten läggs på lavett. Förladdningstrycket i roboten är ungefär 30 kPa och ledningarna från serviceenheten är, för att förhindra att luft kommer in i systemet, satta under samma tryck. För att skydda systemet mot våda av tryckstötter under påfyllning eller test är systemet försett med en säkerhetsventil (14) vid anslutningen och med ett sprängbleck (8). En servicekoppling (12) möjliggör urkoppling av vinglåsen under kontroller på marken.

**B/010.**

Medan roboten ligger på lavett fram till avfyring är den via lavetten och koaxialkopplingen (10) ansluten till serviceenheten (kap. C). Kopplingen är av koaxialtyp i den meningen att returoljan med lågt tryck från roboten omsluter högtryckssoljan från serviceenheten. Oljan pumpas genom koaxialkopplingen till högtryckssidan med ungefär 1,2 MPa. Detta tryck är, för att säkerställa att roboten har tillräcklig energi under första sekunderna efter start, något högre än det tryck, (1 MPa) som robotens egen oljepump ger. Efter startfasen leds returoljan till lågtrycksackumulatorerna och säkerställer tillförsel av olja till hydropumpens sug sida. Därmed elimineras risken för kavitation.

**B/011.**

Med roboten på lavett används oljetillförseln från serviceenheten till att:

- Driva motorn som driver generatoren (25), som i sin tur strömförsörjer roboten
- Med hjälp av hydraulkolvar ställa in antennen så att den "ser" målet.
- Hålla oljekvantiteten i roboten vid rätt nivå och temperatur.

**B/012:**

När roboten är avfyrad och flyger är hydraulsystemet en sluten krets. Olja tas från systemets lågtryckssida och lämnas under 1 MPa tryck av en pump (15), som drivs av en turbin, som i sin tur drivs med luft från ett speciellt luftintag, till högtryckssidan. Högtrycksackumulatorerna (7) håller en viss reserv. Returolja från förbrukningarna går tillbaka till pumpens sug sida. Eventuell olja som pumpen inte tar upp går till förvaring i de båda lågtrycksackumulatorerna (9), varigenom alltför högt tryck på ingångssidan förhindras.

**B/013.**

Tre distinkta faser i hydraulsystemets funktion kan urskiljas, nämligen:

- Prestart, när roboten ligger på lavett och de elektroniska kretsarna värms upp och låsning på mål görs
- Raketfasen, när roboten går som en projektil i fri flykt och accelereras av startraketerna med målsökaren låst på
- målet men med vingarna låsta i neutralläge och med servokretsarna till vingstyrningen inaktiva.
- Anflygningsfasen, när startraketerna har separerat från roboten, vingarna har frigjorts och servomekanismerna
- verkar fullt ut. De operativa delarna av hydraulsystemet under dessa faser visas i prinsipschemana i fig 8 och 9.

**Under prestart. B/014.**

Under prestart och när servicenheten körs, matas högtrycksolja genom koaxialkopplingen framåt till kraftenheten genom backventilen och muffen (11). Bakom kraftenheten delas oljan i en förgrening till de båda högtrycksackumulatorerna (7). Framför kraftenheten förgrenas ledningen i två, den ena ledande till bakre änden fördröjningsventilen (fig. 11) och den andra till framkroppen. En avgrening från framkroppsledningen leder olja till separationsventilen och därifrån till fördröjningsventilens främre del. Kolven i fördröjningsventilen är så konstruerad att högtrycksoljan på främre delen motverkar det som verkar åt motsatt håll på den bakre änden och håller på så sätt ventilen stängd och därmed oljan till vingdomkrafterna och vinglåsen avskuren.

**B/015.**

Framkroppsledningen fortsätter framåt genom filtret (20) och högtryckskopplingen (22) till de båda brytarna (22) och (2) som styr oljetillförseln till generatorns motor och de kolvar som vrider reflektorn. När elektroniken i målsökarutrymmet har värmts upp öppnas reflektorns magnetventil av en signal från RBGC och möjliggör att hydraulkolvarna manövrerar reflektorn. På samma sätt öppnas magnetventilen för olja till motorn som driver generatorn. Denna startar och levererar kraft till målsökaren och zonröret. Lågtrycksoljan från generatorns motor och reflektorns kolvar flyter genom lågtryckskopplingen (22) leds förbi kraftenheten och lågtrycksackumulatorerna och lämnar roboten genom koaxialkopplingen. Under denna fas håller lågtryckssidan ett tryck av ungefär 125 kPa. Fig. 8 visar att inga andra delar än de nu nämnda är verksamma.

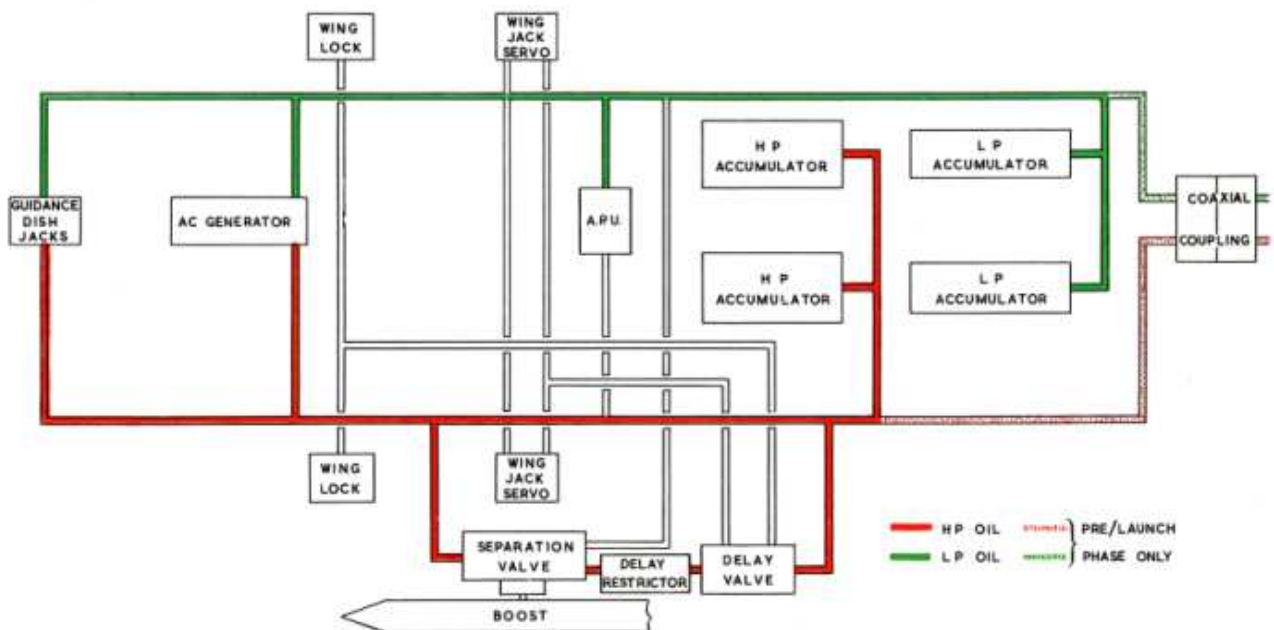


Fig. 8.

### Under startfasen. B/016.

När startraketerna tänts och roboten lämnar lavetten fortfar förhållandena i hydraulsystemet som under prestartfasen med undantag för att kraftbehovet tillgodoses av högtrycksackumulatorerna. Kraftenheten (APU) är inaktiv under första delen av startfasen och trycket i lågtrycksdelen stiger till ungefär 480 kPa. I takt med att farten ökar strömmar emellertid tillräckligt mycket luft genom turbinen som driver hydropumpen för att göra den förmögen att överta försörjningsansvaret från ackumulatören. Så är förhållandena till det ögonblick då raketerna glider bakåt och tillåter separationsventilen att öppna.

### Under anflygningsfasen. B/ 017.

Anflygningsfasen ( fig. 9. ) börjar i och med att separationsventilen öppnar. Därmed släpps olja gradvis ut, från ena sidan av kolven i fördröjningsventilen, genom en strypning och ut i lågtrycksdelen. Strypningen ger en fördröjning på 0,2 till 0,6 sekunder och kolven i fördröjningsventilen frilägger en port som leder högtrycksolja ut till vingdomkrafterna, som nu svarar på rollsignal i den mån vinglåsen tillåter. Kolven i fördröjningsventilen fortsätter att röra sig och efter ytterligare 0,7 till 1,2 sekunder anläggs tryck på vinglåsen. Till följd därav frigörs vingarna. När vinglåsen går ur påverkas mikrobrytare som ansluter tippsignaler till vingdomkrafterna och från och med detta rör sig vingarna i enlighet med alla manöversignaler.

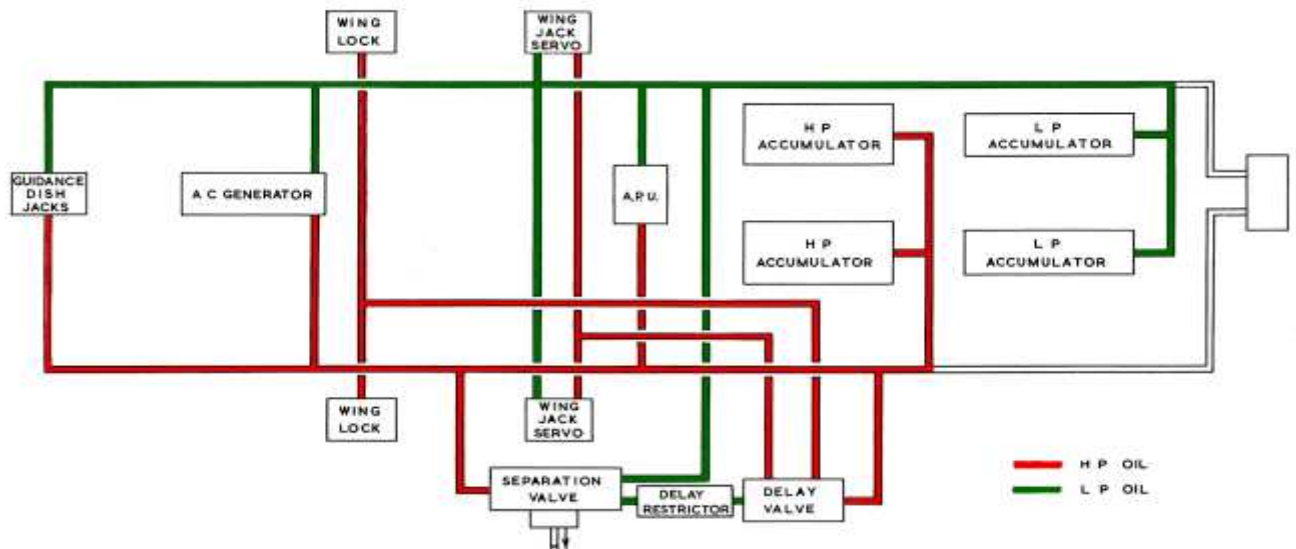


Fig. 9.

### B/018.

Nu arbetar hela hydraulsystemet. Framkroppens hydraulik håller reflektorn riktad mot målet. Generatoren drivs av sin hydraulmotor och levererar elkraft. Hydraulkomponenternas kraftbehov tillgodoses av kraftenheten men extratillskott av hydraulkraft finns tillgänglig i högtrycksackumulatorerna för att klara av täta och snabba vingrörelser i händelse av kraftiga manövrer hos målet.

### Centralkroppens system.

#### Kraftenheten (APU) B/019.

Kraftenheten, avbildad i figurerna 10 och 11, är monterad i hydraulutrymmet i robotkroppen. Dess uppgift är att tillhandahålla hydraulolja under tryck. Enheten utvecklar 20 hästkrafter och håller ett arbetstryck på 10 MPa på 18000 meters höjd vid minimum Mach 1,95.

Fig. 10. Kraftenheten, vänster sida

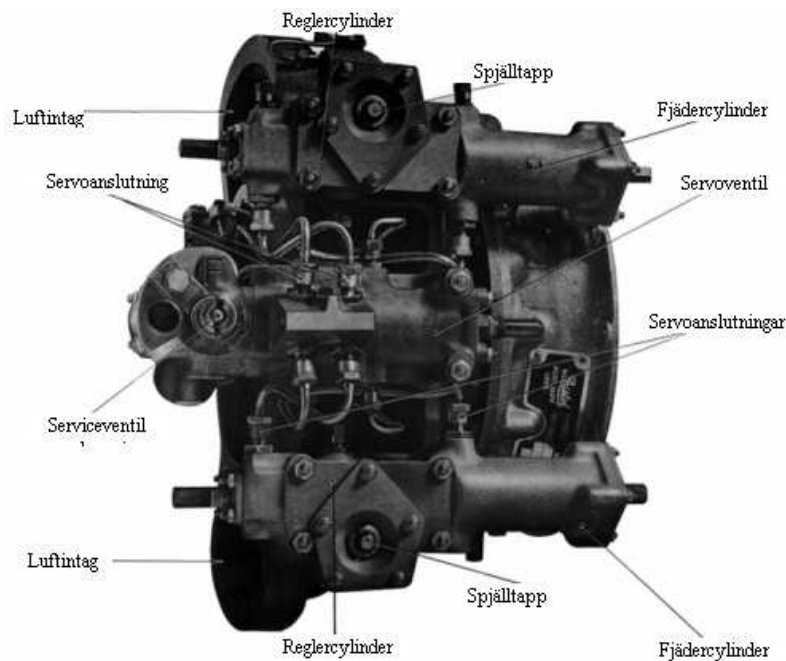
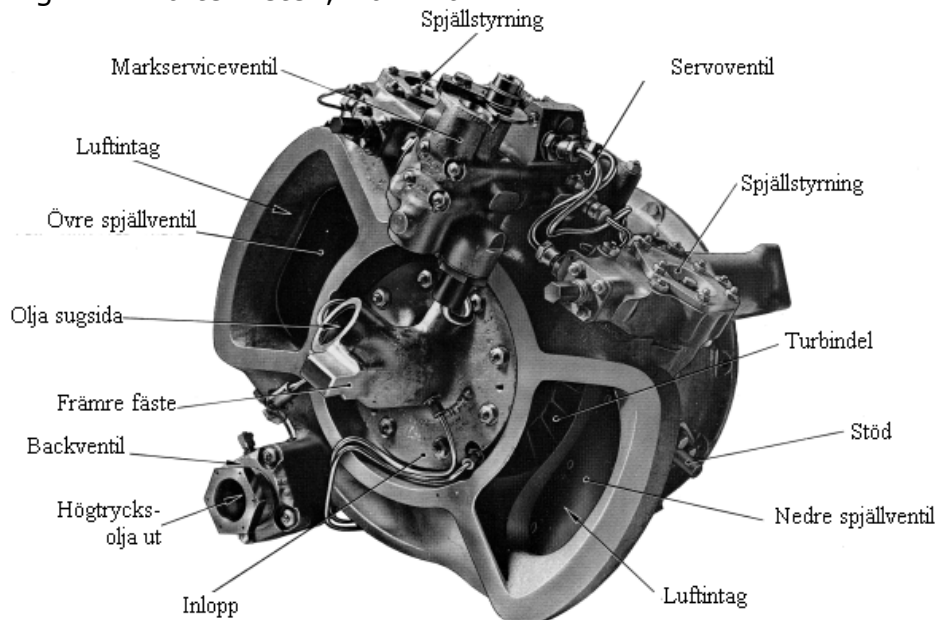


Fig. 11. Kraftenheten, framifrån

**B/020.**

Kraftenheten består av två huvuddelar:

- Hydraulpumpen och dess turbin
- En automatisk reglermekanism

Utöver kraftenheten ingår två högtrycks- och två lågtrycksackumulatorer i hydraulsystemet. De båda typerna är inte utbytbara mot varandra. Högtrycksackumulatorerna sitter i bakre delen av hydraulutrymmet och lågtrycksackumulatorerna i bakkroppen.

**B/021.**

Högtrycksackumulatorerna (en visas i fig, 12) är i princip helgjutna, slätborrade cylindrar med en friliggande kolv inuti. Kolven har på ena sidan hydrauloljan och på den andra sidan kväve. För tätningens skull är den försedd med kolvringar och en tätningsring av gummi. Olja och kväve ansluts till var sin gavel av cylindern där O-ringar tätar anslutningarna.

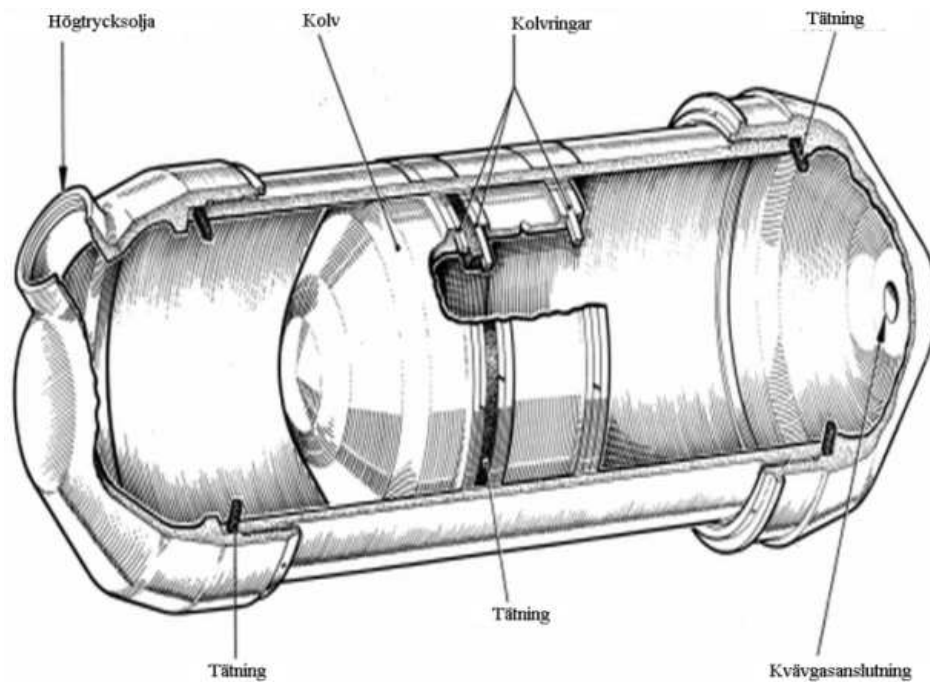


Fig. 12.

### Lågtrycksackumulatorerna. B/022.

Det som skiljer lågtrycksackumulatorerna från högtrycksackumulatorerna är de förras lägre vikt I övrigt är de beträffande detaljutförande lika högtrycksackumulatorerna. De är förladdade med betydligt lägre kvävetryck och fungerar som reservoar för oljan.

### Vingarnas manöverorgan. B/023.

De hydraulkomponenter som har med vridningen av vingarna att göra är:

- Separationsventilen
- Fördröjningsventilen
- Vingdomkrafterna och deras servo- och pilotventiler, filter och överströmningsventiler.
- Vinglåsen

### Separationsventilen B/024.

Separationsventilen ( fig. 13. ) är placerad i nedre vänstra delen av centralskottet. Dess uppgift är att koppla högtrycksolja till främre delen av fördröjningsventilens kolv under prestart och startfasen och att leda ut oljan efter raketseparationen.

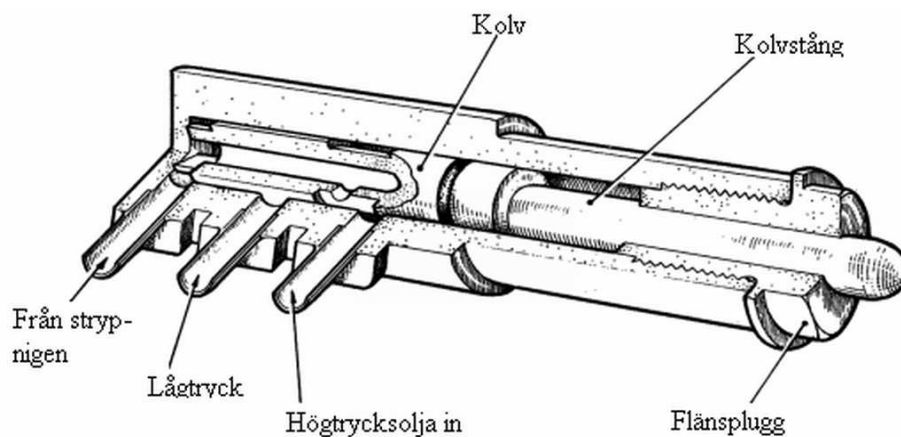


Fig. 13

### Funktionen. B/025.

Ventilens funktion visas i fig. 14. "A" i fig 14 visar ventilen under prestart och raketfasen när olja matas till fördröjningsventilen genom urborningen i kolven. Oljetrycket pressar kolven åt höger i bilden men rörelsen hindras av raketinfästningens fot.

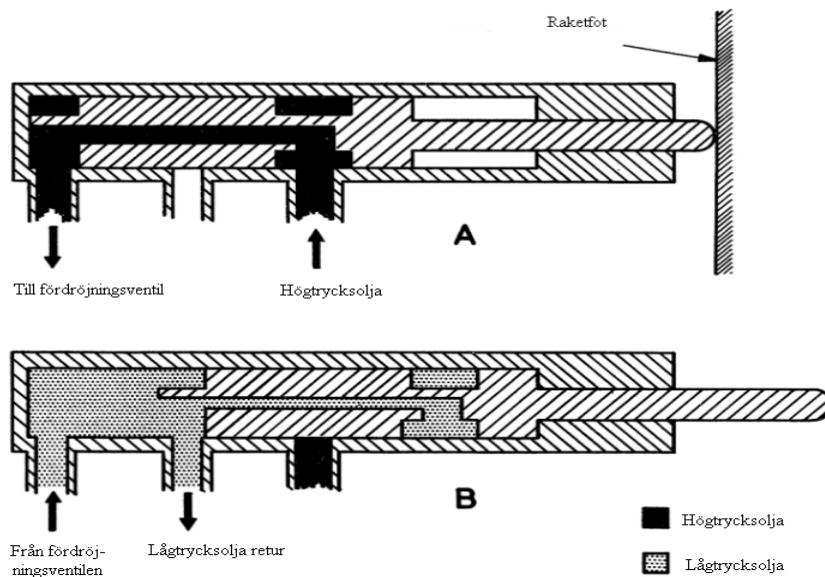


Fig. 14

### B/027.

"B" i fig. 14 visar kolvens läge efter raketseparationen. Den har rört sig utåt och stängt högtrycksoljetillförseln men i stället öppnat förbindelsen för fördröjningsventilen till lågtryckssidan.

### Fördröjningsventilen. B/028

Denna ventil ( fig 15 ) stänger tillförseln av högtrycksolja till vingmanöverdonet till dess att separationsventilen har påverkats och åstadkommer sedan i samarbete med strypningen en fördröjning av frigöringen av vingarna till dess vingdomkrafterna är klara att svara på manöverorder.

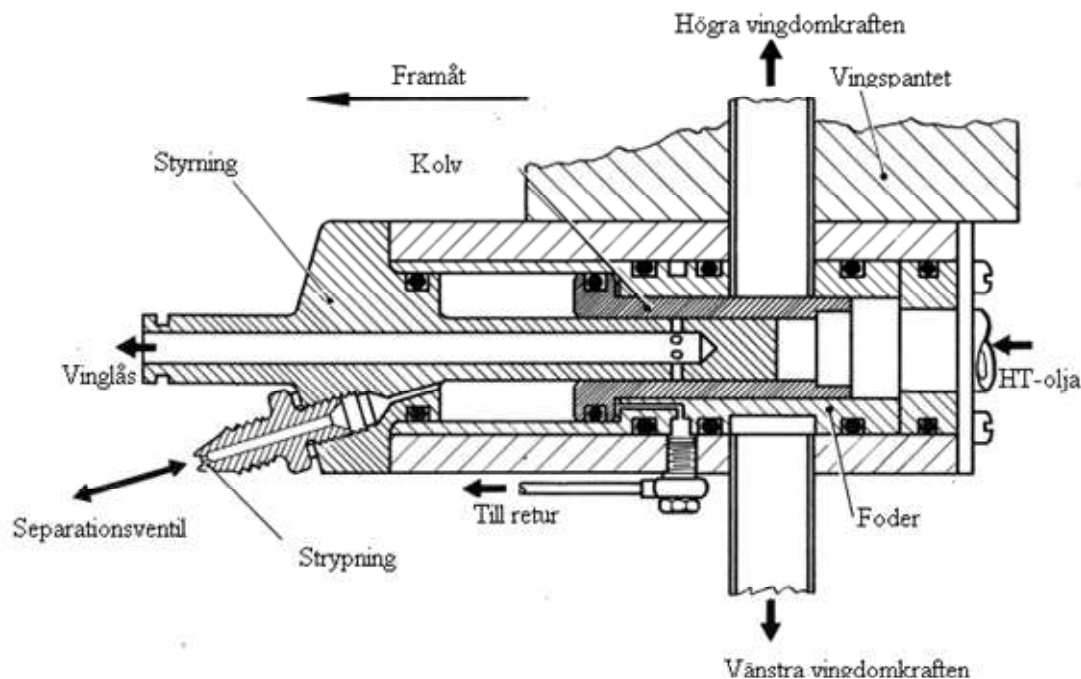


Fig. 15

**Funktion. B/029.**

Ventilens arbete försiggår i tre på varandra följande steg. "A" i fig. 16 illustrerar första steget när högtrycksolja leds till främre delen av kolven via separationsventilen under prestart och raketfasen. Kolvens utformning tillförsäkrar en skillnad i krafterna så att den hålls i position för att skära av högtrycksoljan från bakre delen av kolven till vingstyrningen och vinglåsningen.

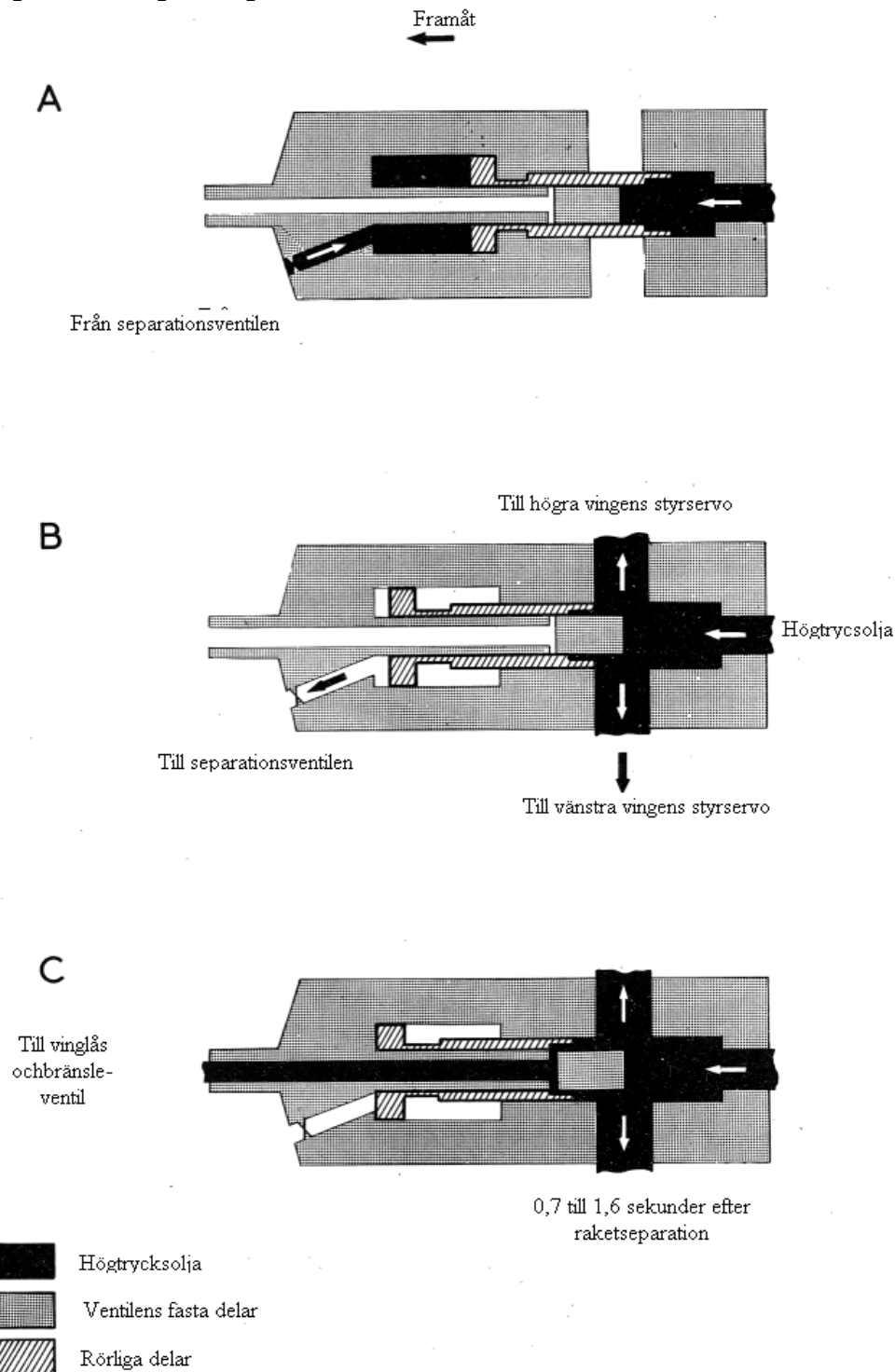


Fig 16. Fördröjningsventilens funktion

**B/030.**

Andra steget, visat i "B" i fig. 16, inträffar efter raketseparationen. Då ansluter separationsventilen högtrycksoljan framför kolven till lågtryckssidan. Olja leds då ut från framsidan av kolven i en takt som bestäms av strypningen och kolven skjuts framåt av oljetrycket på den bakre änden. Hastigheten i kolvrörelse bestäms av den hastighet med

vilken oljan leds ut från dess framände. Under detta andra steg friläggs anslutningarna till vingmanöverenheterna och därmed tillåts oljan att gå till jet- och servoventilerna och till vingdomkrafterna. Det har nu gått 0,2 till 0,6 sekunder sedan raketerna började lämna roboten.

### B/031.

I fig. 16 "C" kan det sista och slutliga steget ses när kolven efter en fördröjning av totalt 0,7 till 1,2 sekunder har flyttats fullt framåt och öppnat ytterligare portar. Högtrycksolja leds nu genom mitten av ventilloppet för att frigöra vinglåsningen.

### Vingdomkrafterna. B/032.

Vardera vingen vrids självständigt med en domkraft, innehållande en dubbelverkande kolv ( fig. 17 ). Domkraften är upphängd i två tappar. Tapparna på ytersidorna är bultade i skrovet och kan tas bort. Domkrafterna är kopplade till vingtapparna med hävarmar innanför vingnaven.

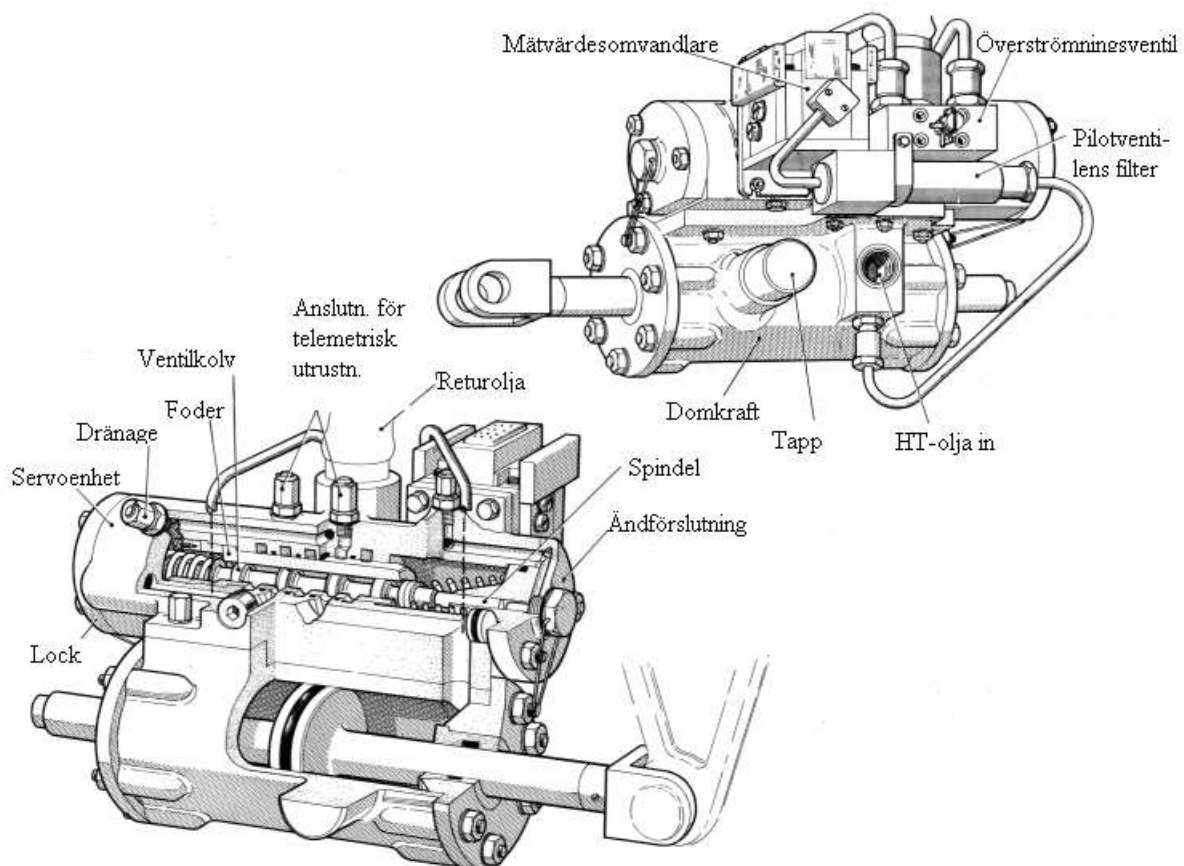


Fig. 17

Högtrycksolja till domkraften för vardera vingen leds till servoventilens mittkammare. Olja för att manövrera ventilkolven tas från inloppet på domkraften och leds till mittporten i servoventilen. Olja för att styra kolven tas också från inloppet på domkraften och leds genom ett filter (B/035) pilotventilen till ändarna av servokolven. Den resulterande rörelsen hos servoventilens kolv öppnar och stänger portar så att högtrycksolja matas till ena sidan av domkraftskolven medan den andra sidan sätts i förbindelse med lågtrycks-sidan. Manöveroljan leds ut till lågtryckssidan genom ett böjligt rör mellan ändarna på servoventilen och ett rör i övre delen av centralskottet. Rörelsen hos domkraftskolven och därmed vingen pågår till dess signalen in på pilotventilen upphör.

### Pilotventilen. B/034.

En pilotventil sitter monterad på utsidan av vardera av vingservoenheterna. De är av typen "riktad oljestråle" och styrs av utsignalen från servoförstärkarna i målsökarenheten. Genom att ändra riktningen och styrkan hos oljestrålen får den trycket på ena eller andra änden av servoventilens kolv att ändras.

### Pilotventilens filter B/035.

För att garantera renheten hos oljan in till pilotventilen finns ett filter inmonterat i ingångsledningen till vardera ventilen.

### B/036.

Placeringen av ett av filtren visas i fig. 17. Filtret är fäst vid domkraftens överströmningsventil med en skruv och klämma. Filterinsatsen består av en sintrad bronskropp, som hålls i läge med ett skruvlock.

### Vingdomkrafternas överströmningsventiler. B/037.

För att möjliggöra vridning av vingarna för hand under klargöring är det nödvändigt att oljan kan komma över från ena sidan av kolven till den andra. Det är tillgodosett genom överströmningsventilen (fig. 17).

### Vinglåsen. B/038.

De båda vinglåsen, fig 18, är bultade till skottet bakom främre tanken, ett på vardera sidan av roboten. De sitter i höjd med vingarna när dessa är i nolläge. Låsen är kopplade till högtrycksoljan via fördröjningsventilen och deras uppgift är att hålla vingarna låsta i nolläge tills raketerna har separerat och vingdomkrafterna är klara att svara på styrsignaler.

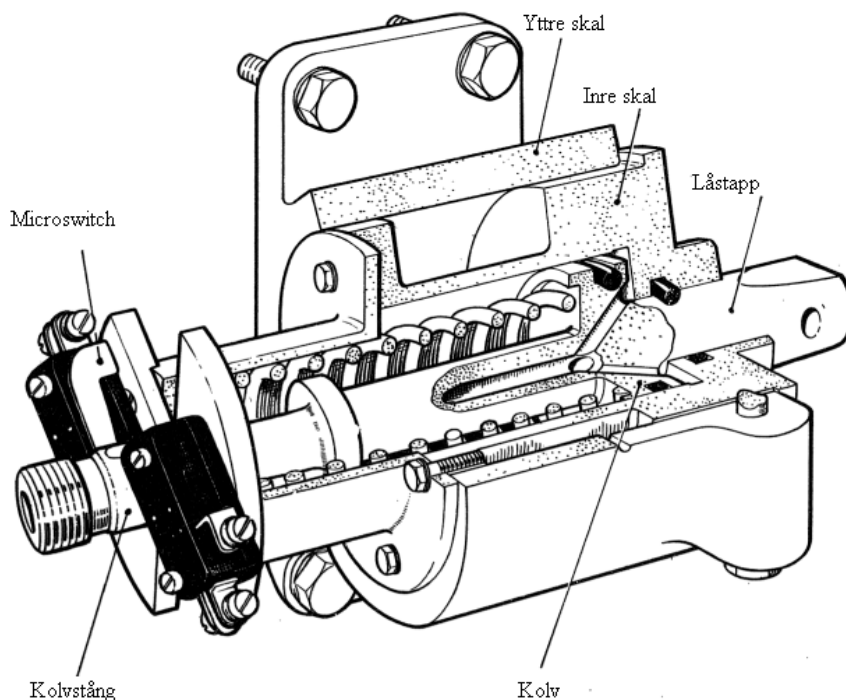


Fig. 18

### Funktion. B/039.

Funktionen hos vardera vinglåset visas i fig. 19. "A" i fig. 19 visar förhållandet när låstappen är i ingrepp med vingroten och hålls i det läget av en fjäder bakom kolven. "B" i fig. 19 visar förhållandet när högtrycksoljan på kolvens framsida har rått över fjädern och dragit ut låstappen från vingroten. Vingen är då fri att röras enligt styrsignaler.

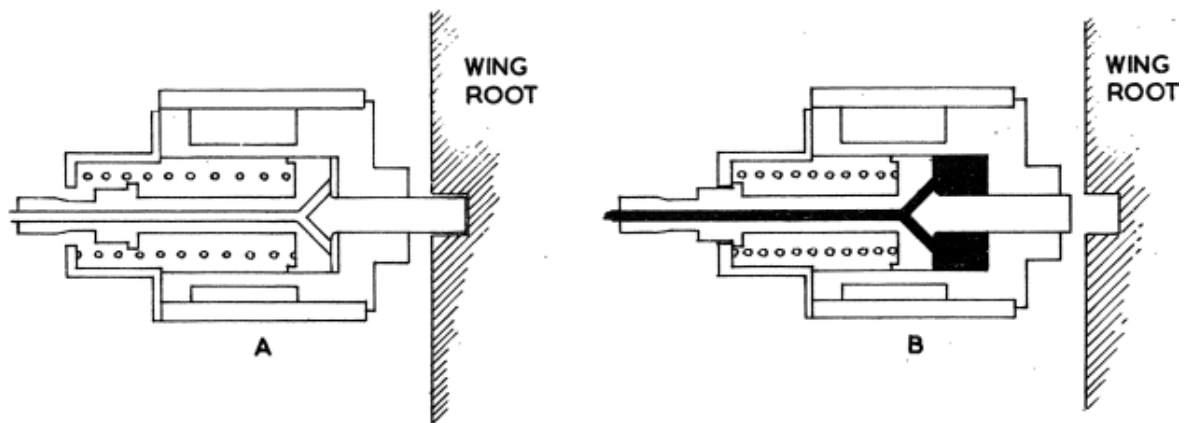


Fig. 19. Vinglåsens funktion

**B/040.**

Vinglåsen kan frigöras under markservice genom en anslutning monterad på vänstra sidan av robotkroppens hydrauldel. Det är den av fyra serviceanslutningar som sitter längst bak och går under benämningen vinglåsanslutningen. Anslutningen består av en påfyllningsventil fastskruvad i ett lättmetallblock som hålls med en klamma vid robotskalet. Från bakre delen av anslutningen går ett rör till förgreningen i övre delen av vingmekanismens utrymme (6 i fig. 3). En backventil i röret från förgreningen till fördröjningsventilen hindrar oljan att gå ut den vägen.

## Markservice och yttre försörjning. B/041.

Resten av hydraulkomponenterna i centralkroppen är de som har att göra med tillsyner och yttre försörjning. De utgörs av anslutning för att leda av lågtrycksolja, anslutning för påfyllning av kväve, anslutning för laddning av olja, säkerhetsblecket för högtrycksolja, vingfrigöringsanslutningen och koaxialkopplingen. Koaxialkopplingen sitter i aktersta delen av robotkroppen medan de övriga sitter i hydraulutrymmet i centralkroppen.

## Koaxialkopplungen. B/042.

Denna koppling (fig 20) som består av två självtätande sektioner, kallade robot- och statisk sektion, möjliggör hydraulolje- och luftanslutning till roboten medan den ligger på lavetten.

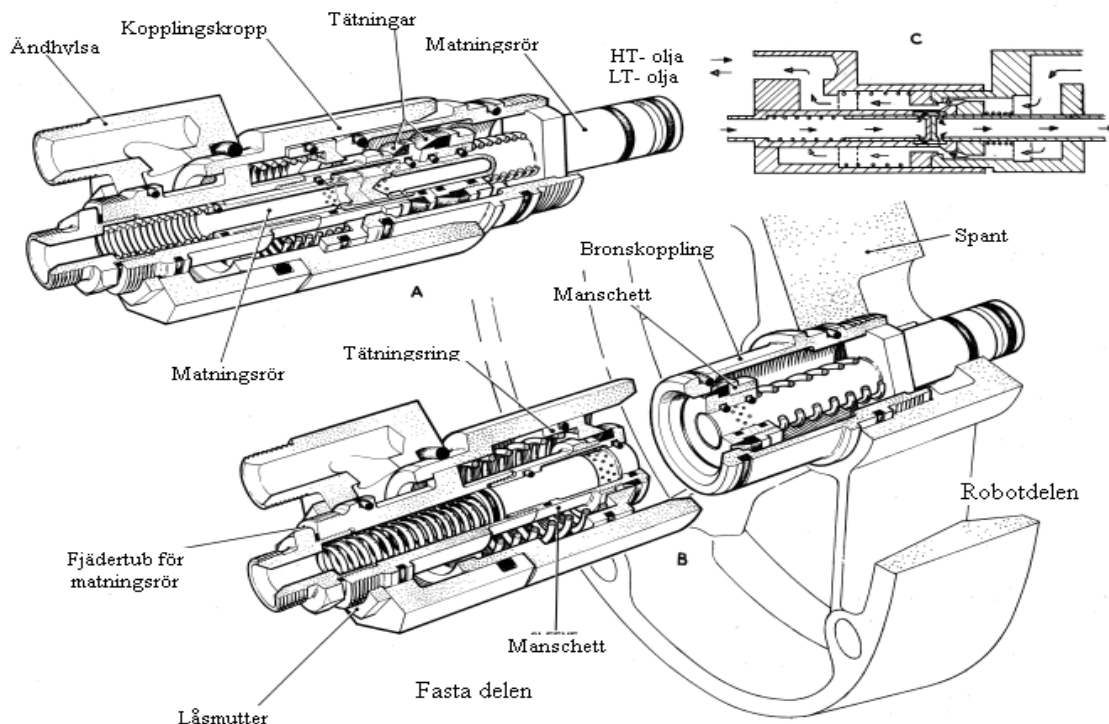


Fig. 20

### Kylluftsystem. B/043.

Medan roboten ligger på lavetten krävs också kylluft till växelströmsgeneratoren och övriga elkomponenter i målsökarutrymmet. Den luften tillförs från servicenheten genom ett munstycke på koaxialkopplingen.

### B/044.

Som visas i fig. 3 leds luften från aktern genom ett rör framåt längs kroppen till den trycktäta delen där den via ett flexibelt rör ansluts till den kombinerade in- och utblåsningsventilen (4). Från denna passerar luften genom flexibla ledningar till generatoren och till en kylluftskanal som är fäst vid insidan av målsökarkomponenterna. Luften cirkulerar runt elektroniken innan den leds ut.

### B/045.

Fram till avfyring är inblåsnings- och utsläppsventilerna öppna och det är fri luftcirkulation genom målsökarutrymmet. Vid avfyringen kopplas luftinblåsningen bort i aktern och inblåsnings- och utsläppsventilerna stänger och tätar målsökarutrymmet. Därmed tillförsäkras att trycket i målsökarutrymmet hålls konstant även på hög höjd. Trycket är nödvändigt för att eliminera risken för överslag i de elektriska kretsarna.

### Generators motor och regulatorer.

#### Allmänt. B/046.

Elkraftenheten fig. 21, som består av generatoren och den hydraulmotor som driver den, en spänningsregulator och en frekvensregulator ger den 115 V 2400 Hz enfass och 36-38 V 400 Hz trefassspänning som behövs för alla komponenter i roboten.

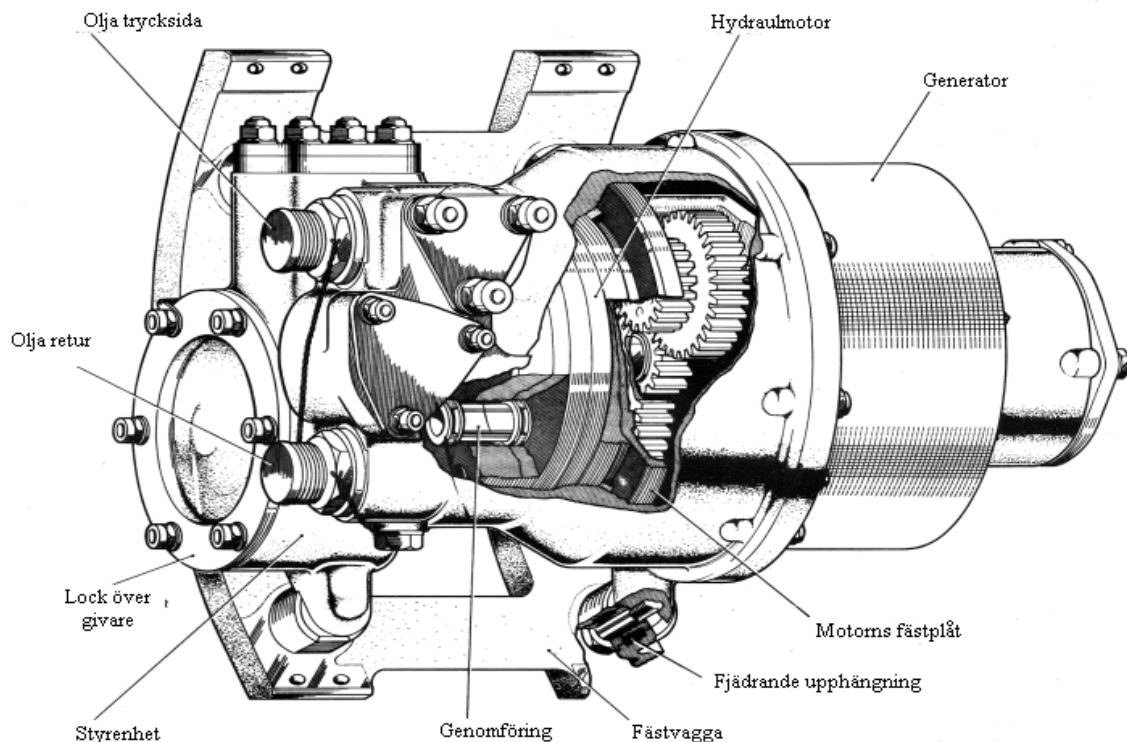


Fig. 21

### B/047.

Hydraulolja pumpas genom en motor av kugghjulstyp som driver rotoraxeln på en växelströmsgenerator via en tvåstegs växellåda. Högfrekvensrotorn och lågfrekvensrotorn sitter på samma axel.

### B/048.

För att hålla ett konstant varvtal på motorn och därmed en konstant frekvens på spänningarna kontrolleras oljeflödet genom motorn med en strypventil som i sin tur är

hydrauliskt styrd av en manöverventil. Manöverventilen är kopplad till en givare, som känner av utsignalen från en frekvenskänslig krets i frekvensregulatorn

### **B/049.**

Spänningen från enfasgeneratoren hålls vid sitt nominella värde genom en spänningsregulator som reglerar strömmen genom fältlindningarna på högfrekvensstatorn.

### **B/050.**

För körning på lavett finns utrustning varmed kyluft leds till generatoren och växellådan

### **Funktion. B/051.**

Hydraulolja vid ett tryck av nominellt 10,35 MPa leds genom ett filter till strypventilen som reglerar oljeflödet till motorn. Ventilen kan vridas ungefär 60 grader vid full slaglängd hos kolven. Motorn arbetar tillfredsställande vid oljetryck mellan 6,2 och 11,8 MPa.

### **B/052.**

Från strypventilen leds olja med ett tryck av mellan 3,1 och 5,5 MPa - aktuella trycket beroende på strypventilens inställning - till motorn och driver den med 4070 varv/minut.

### **B/053.**

Växellådan med en utväxling av ungefär 1: 5,9 ger rotorn i generatoren ett varvtal på ungefär 24000 r/min.

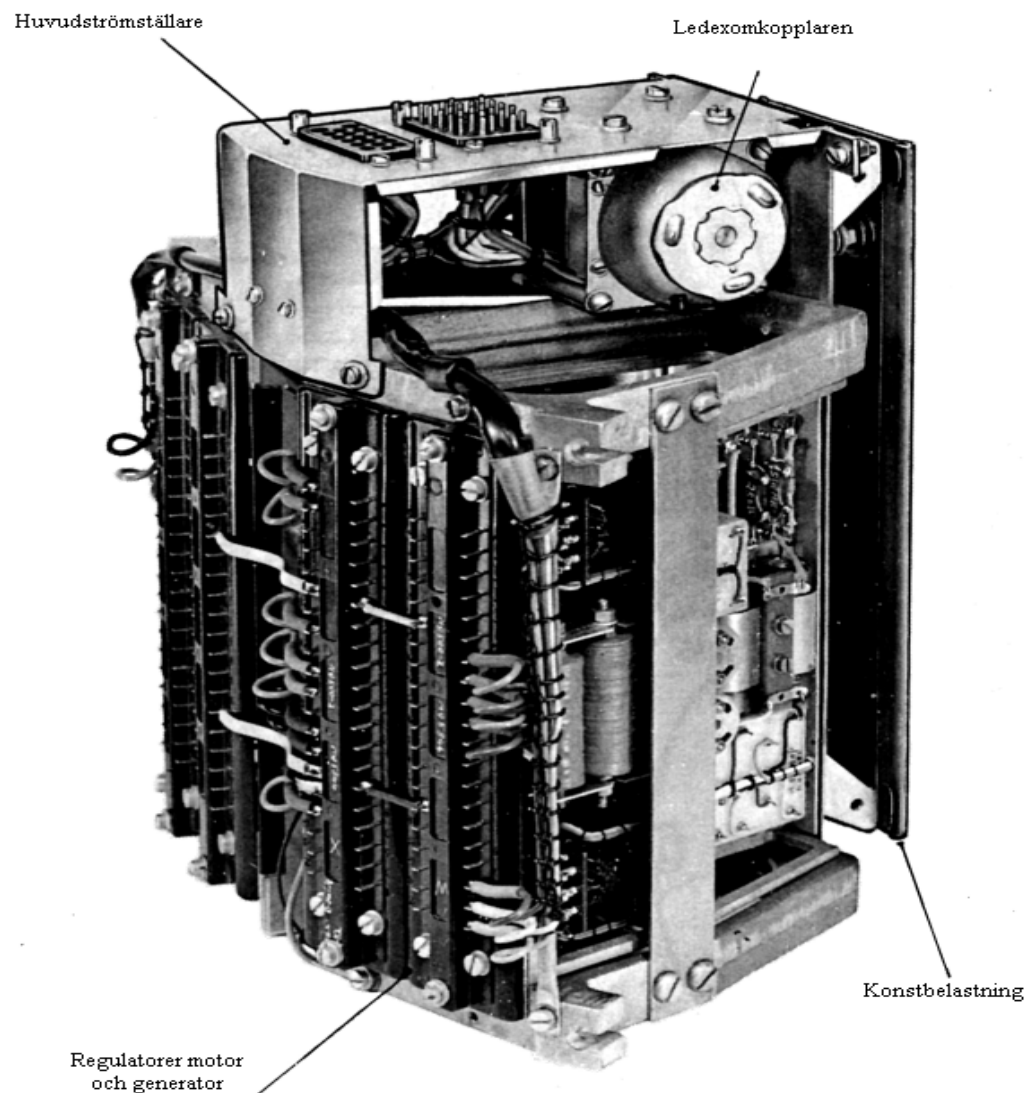


Fig. 22

**B/054.**

Huvudströmställaren (fig 22) väljer strömkälla till målsökar- och styrkretsarna, antingen från den interna generetorn (INT), eller från en extern kraftkälla (EXT). Enheten är monterad på en konsol på främre änden av ramen som bär regulatorerna till generetorn. Den innehåller en "Ledex"-brytare med plugg- och sockelanslutning.

**B/055.**

Enheten är en roterande fyralägesomkopplare. Med en strömställare i RBGC kan vilken som helst av följande fyra lägen väljas:

EXT 1 - Matning från yttre kraftkälla ( om använd ) 2400 Hz för glödström till alla andra rör än de som sitter i olika kraftenheter och 400 Hz trefas för dipolens motor och för gyrorotorer.

EXT 2 - Matning från yttre kraftkälla ( om använd ) 2400 Hz för all glödström och högspänning och 400 Hz 3-fas för dipolens motor och för gyrorotorerna.

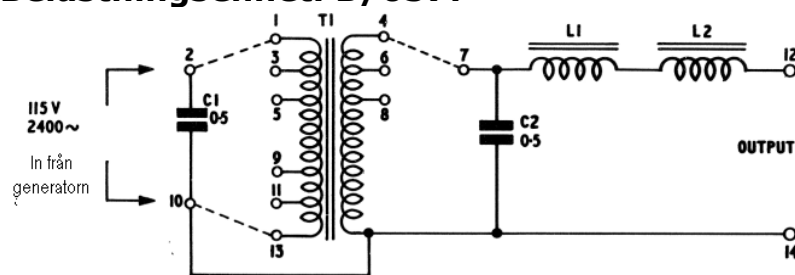
INT 1 - Generetorn levererar ström 2400 Hz 1-fas till alla rör utom de i kraftenheterna (glödström) och ström 400 Hz 3 - fas till dipolens motor och till gyrorotorerna.

INT 2 - Generetorn levererar 2400 Hz 1- fas till glödström, anodspänning för alla rör och 400 Hz 3-fas för dipolens motor och för gyrorotorerna.

**B/056.**

För att förebygga stora varvtalsfluktuationer hos hydraulmotorn är det nödvändigt att hålla dess belastning inom vissa gränser och därför är i läge INT 1 en konstbelastning inkopplad för att simulera den belastning som de extra kretsarna i läge INT 2 utgör.

Eftersom motorn startas med glödström och konstbelastning inkopplade är generetorns belastning initialt högre än under normal drift (huvudsakligen beroende på kalla glödtrådar). Glödtrådarna matas därför via generetorns belastningsenhet (fig 23) som består av en transformator, T1, två seriekopplade drosslar L1 och L2 samt två kondensatorer, C1 och C2, för att förbättra effektfaktorn. L1 och L2 förhindrar överbelastning av generetorn . Transformatorn är genom utprovning anpassad till spänningsfall över L1 och L2.

**Belastningsenhet. B/057.**

Utspanningen ökar med ungefär 1 V om omsättningsstalet ökas 0,0119

Fig. 23

**Målföljnings- och styrsystem.****Allmänt. B/058.**

Målföljnings- och styrsystemen är hopkopplade med varandra till ett styr- och regler-system och samarbetar ömsesidigt för att manövrera roboten mot målet. Målsökarinformation översätts av målsökarsystemet och lämnas till styrsystemet. Vingdomkrafterna är verkställande organ i styrsystemet och justerar vingutslagen efter målsökar- och styrsystemkretsarnas anvisningar för att rolla och tippa roboten till rätt kurs i flygbanan. Fig 24 visar funktionerna i målsökar- och styrsystemen i blockschemaform.

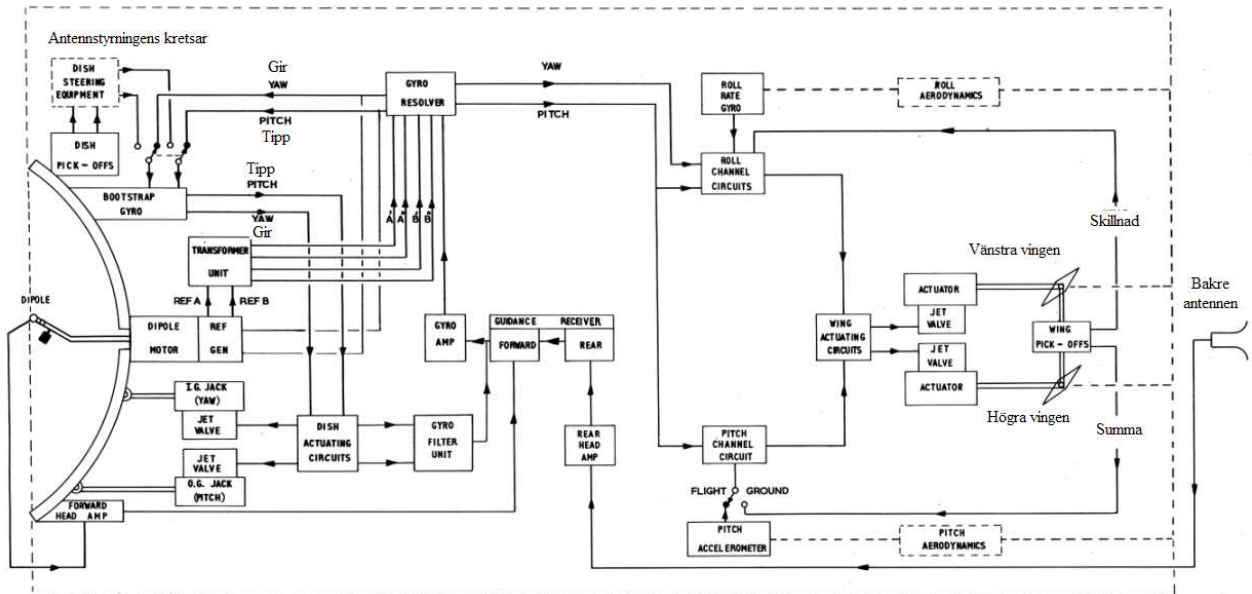


Fig. 24

**B/059.**

Målsökarutrustningen utgörs av främre och bakre mottagare och styrsystemet omfattar reflektorn och de kretsar som är nödvändiga för att utföra reflektor- och vingrörelser. Med undantag för bakre antennen, som sitter längst bak i roboten är målsökaren och styrkretsarna placerade i framkroppen.

**B/060.**

Framkroppen är genom plåtväggar uppdelad i tre utrymmen, här kallade styrdelen, mottagardelen och strömförsörjningsdelen. Spantet som bär reflektorn och dess manövermekanism bär också främre huvudförstärkaren, blandare och antenngyrot.

**B/061.**

Vart och ett av styrsystem- och mottagarutrymmena är försett med ett ramverk i vilket alla chassienheter är fästa. Ramverket är uppbyggt av fyra förstyvade och stagade chassimoduler. Ramverket är fäst i utrymmet med bultar som är elastiskt infästa i longeronerna. Apparaturen är vidare stagad och hålls på plats mot ventilationstrumman med tre tappar, som passar in i motsvarande hål i ramen.

**B/062.**

Chassimodulerna och kabelrännorna delar upp ramverket i tolv fack, som vart och ett kan hålla två moduler.

**B/063.**

Alla el-, hydraul- och luftledningar från övriga delar av roboten in till framkroppen går genom trycktäta genomföringar.

## Målsökarsystem, princip.

**Bakre mottagaren. B/064.**

**Bakre mottagaren 2/30 n:**  
Införlivad med Bloodhounds målföljningssystem är en bakre länk mellan belysningsradarn ock roboten. Den utgörs av en antenn i robotens bakersta del och en mottagare som tar emot strålning direkt från radarn nere på marken.

**B/065.**

Tack vare den starka signal som sänds ut från radarn är den signal som tas emot genom bakre antennen tillräckligt stark och fri från fading att vara användbar som referens både beträffande HF och PRF.

**B/066**

Båda mottagarna använder samma lokaloscillator (fig. 25). Den AFC, som reglerar lokaloscillatorns frekvens baseras på signalen in till bakre mottagaren och används även till att hålla främre mottagaren, som får sin insignal av reflexion från målet, avstämd till rätt frekvens. Det skulle vara betydligt svårare att åstadkomma en korrekt AFC om bakre mottagaren vore bortrationaliserad och AFC-kretsarna skulle förlita sig på signalen från målet, svag och benägen för fading som den kan vara.

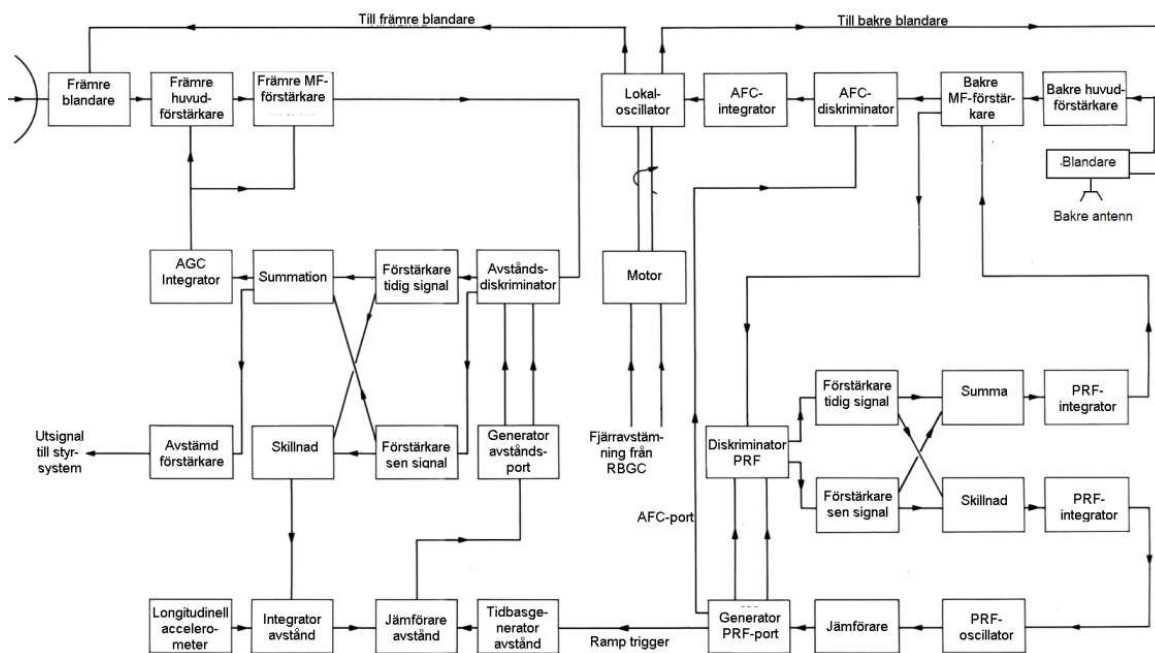
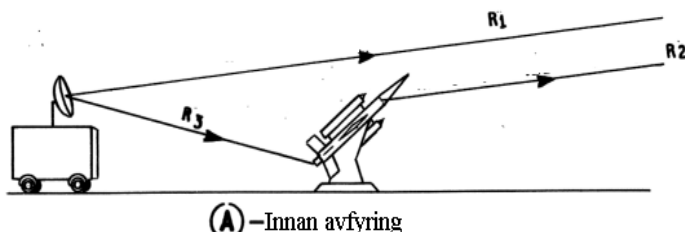


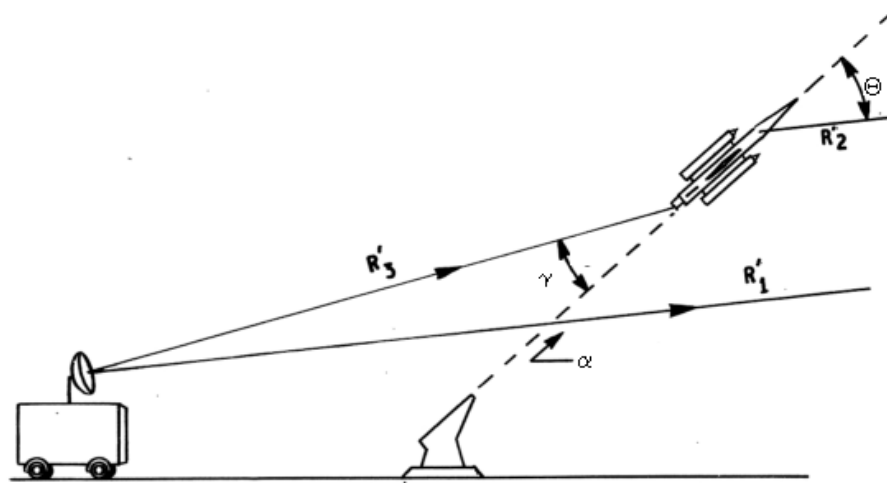
Fig. 25

**B/067.**

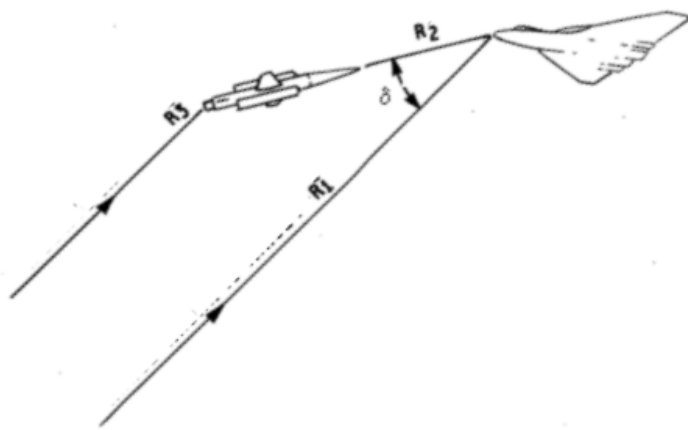
En annan nytta som kan dras av den direkta signalen är dess användbarhet som tidsreferens. Det bör observeras att tidskillnaden mellan mottagandet av den direkta signalen och mottagandet av den reflekterade, utgör ett gott approximativt mått på avståndet mellan roboten och målet (fig 26). Således, i stället för att hålla en oscillator låst på den svaga reflekterade signalen, vilket i praktiken är mycket svårt, kan man använda normal radarteknik. En enkel avståndstidbas genereras och avståndsporten, som strobas ut en kort tid på ömse sidor om den reflekterade pulsens ankomst, fördröjs mer eller mindre i förhållande till den direkta signalen.



- $R_1$ : Avstånd radar - mål
- $R_2$ : Avstånd robot - mål
- $R_3$ : Avstånd Radar - lavett



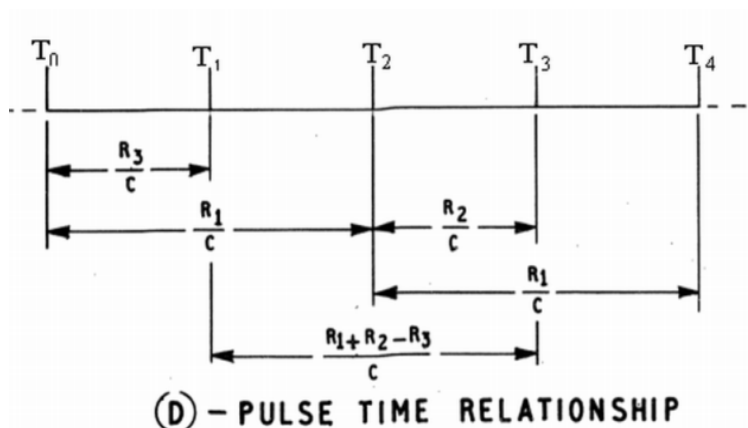
(B) - Under raketfasen



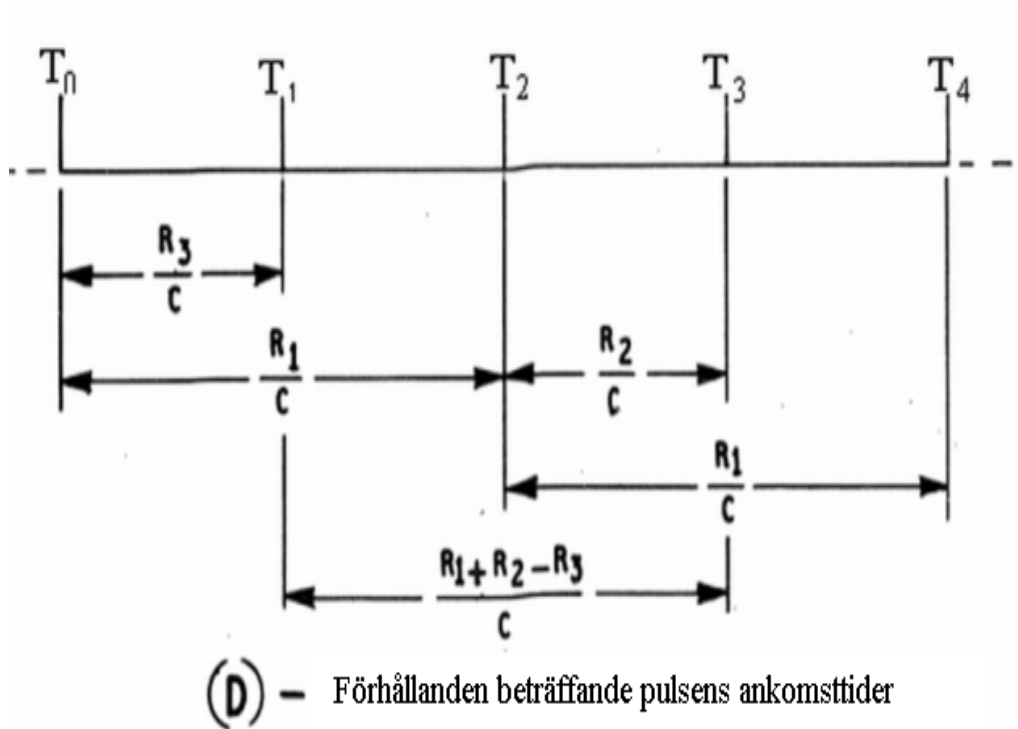
(C) - I närheten av intercept

□: Robotens acceleration i banriktningen

Acceleration i stråliktningen =  $\alpha(\cos \gamma + \cos \theta)$



(D) - PULSE TIME RELATIONSHIP



$T_0$ : Puls sänds ut från radarn

$T_1$ : Pulsen anländer till robotens bakre mottagare

$T_2$ : Pulsen anländer till målet och reflekteras

$T_3$ : Den reflekterade pulsen anländer till främre mottagaren

$T_4$ : Den reflekterade pulsen anländer till radarn

Fig. 26.

### B/068.

Av rent praktiska skäl leder detta till en mycket mindre bandbredd hos de kretsar som hanterar avståndsföljningen än vad som skulle ha varit fallet utan bakre mottagare.

### B/069.

Ännu en betydelsefull fördel hos idén med en bakre mottagare, i ett målföljningssystem där kännedomen om avståndet mellan robot och mål är av betydelse, får man genom att hålla zoneret inaktivt ända till bråkdel av sekunden innan roboten är framme vid målet.

### B/070.

I Bloodhound blir zoneret operativt först när endast 150 meter återstår tills roboten är framme vid målet. På så sätt minskas möjligheterna att använda motmedel, som verkar direkt på zoneret, till ett minimum. Vidare kan närmandehastigheten till målet beräknas säkrare och därmed kan tidpunkten för brisaden fastställas noggrannare och vapenverkan optimeras.

## Målföljningsservots bandbredd och robotens acceleration.

### B/071.

I ett "lås-följ" radarsystem, där reflekterade signaler anländer som en serie pulser med relativt långa intervall mellan dem, måste en funktion vara att "porta" in en kort tidsperiod runt den önskade signalen. Detta medger ett högt signal/brus-förhållande och gör det möjligt att, i fråga om avstånd, särskilja den önskade signalen från andra, besvärande signaler.

### B/072.

De portar som väljer ut målet bringas att följa det med användning av normal servoteknik. Som med vilket annat servo som helst bör målföljningsloopens bandbredd hållas så låg som möjligt eftersom det reducerar effekten av brus och andra störningar. I en mark-

baserad radar är det ett tämligen enkelt problem eftersom graden av ändring att ta hänsyn till bara härrör från acceleration hos målet bort från eller mot radarn.

### **B/073.**

I fallet med en halvaktiv robot är förhållandena helt annorlunda eftersom roboten i början av sin bana accelererar mycket hastigt mot målet och kravet på det avståndsföljande servot verkligen är mycket högt. Av det skälet är det omöjligt att minska bandbredden hos avståndsservot i samma utsträckning som i fallet med markradarn utan att tillämpa särskild teknik.

### **B/074.**

Utöver vad som ovan sagts är det två faktorer som påverkar avståndsservots bandbredd. Den första av dem rör servots beteende vid närvaro av brus och detta nödvändiggör en större bandbredd än vad som nätt och jämt skulle krävas för att följa med i en aktuell acceleration. Om det inte vore så, skulle gränsen för följningsavvikelsen, eller accelerationsfördröjningen, nås som ett direkt svar på målets beteende men tillkommande brus och andra störningar skulle bringa servot utanför sitt linjära följsamhetsområde och få det att förlora låsningen.

### **B/075.**

Den andra faktorn är sprungen ur det förhållandet att mottgaren måste kunna hantera signaler som är behäftade med fading och är så svaga i förhållande till det interna bruset att förstärkarens AGC inte kan hålla en användbar signalnivå. För att klara de effekterna måste servot kunna behålla låsningen när de signaler det arbetar på är svagare än optimala nivån.

### **B/076.**

Sammantagna konsekvensen av ovanstående är att även om roboten kan accelerera med 35 g, måste följeservot utformas för att kunna följa signalaccelerationer motsvarande 80 g (5 mikrosek per sekundkvadrat kortare tid mellan pulserna) när signalstyrkan var tillräcklig för AGC-kretsarna att arbeta fullt ut. Denna förmåga att följa i höga accelerationer är en allvarlig olägenhet i händelse av att fienden använder motmedel i form av avhakning eller remsor och lämpliga åtgärder har också vidtagits för att kringgå det problemet genom att man infört ett kompenserande organ och därmed kunnat reducera bandbredden.

### **B/077.**

Det antyddes, fast inte i detalj utsagt ovan, att Bloodhounds avståndsföljningssystem är ett andra ordningens system med hastighetsminne och virtuellt noll fördröjning. Därav påståendet att huvudsakliga kravet på systemet är det som ställs under raketfasen. Fig. 26 B ger en antydning om hur främre signalens acceleration i förhållande till bakre signalen orsakas av robotens acceleration bort från radarn och mot målet. Genom att anbringa en accelerometer som mäter accelerationen i robotens längdled och att kompensera dess utsignal för riktningsskillnaden mellan robotkropp och reflektorns riktning, kan en mycket god approximation av det värde som servot behöver åstadkommas. Efter lämplig behandling kan de komponenter i acceleration som uppmätts, matas in på servot och på så sätt har det mesta av kraven på servot betydligt minskats.

### **B/078.**

Servots bandbredd har kunnat minskas så pass att den ekvivalenta acceleration som det skall följa nedbringas till ungefär 10 g (  $0,6 \text{ m/s}^2$  ).

### **B/079.**

Detta utrymme i avståndssvar är nödvändigt för att täcka alla toleranser i kompenseringen av acceleration och manövrer hos målet.

**Avståndföljningens minne. B/080.**

Om ett mål flyger med konstant fart och om, till följd av någon ändring av ekvivalenta målytan, den reflekterade signalen ändras till en mycket låg nivå, är det naturligtvis önskvärt att avståndsporten fortsätter i samma takt som före fading. På så sätt hamnar den reflekterade pulsen, när den åter uppträder, någonstans inom porten.

**B/081.**

På grund av drift och förspänningar i avståndsservot är balansen aldrig helt perfekt och om det föreligger en felsignal ut från diskriminatoren kommer det att kompenseras genom att porten flyttas något i förhållande till signalen. Om signalen försvagas under tröskeln, genereras en stegsignal på ingången till integratoren, vars utsignal - rampformad - ersätter diskriminatorns.

**Grupperingsplatsens utformning och dess inverkan på avståndsservots prestanda. B/082.**

För att få korrekt kompensation för accelerationen är det alltså nödvändigt att mäta accelerationen i riktning bort från belysningsradarn och mot målet. Detta är uppenbarligen icke möjligt ifall målet befinner sig rakt bortom radarn, dvs om skottet måste gå över radarn och därför har det varit nödvändigt att acceptera vissa approximationer men det har visat sig att det räcker att mäta med en enda accelerometer och att det inte behövs några korrektioner beträffande måldata bäring och elevation. Den höga accelerationen föreligger ju också under cirka tre sekunder.

**Styrsystem. B/083.**

Det kompletta styrsystemet består av reflektorns och vingarnas styrutrustningar. Styrsystem tillsammans med målföljningssystem visas i schemaform i fig. 24 och vingmanöversystemet för sig själv, mer detaljerat, i fig. 28. Det är utformat att tillgodose följande krav:

Att bringa främre mottagarantennen, här kallad reflektorn, att följa siktlinjens till målet rörelser och därmed, i det avseendet, följa målet, oberoende av robotens rörelser.

Att bestämma den hastighet varmed siktlinjen vrids och dess riktning i förhållande till robotaxlarna. Det problemet kan representeras i form av vektorrepresentation av siktlinjens vridning.

Att rolla roboten genom att vrida vingarna så att den så kallade spinvektorn ligger i vingarnas plan.

Att tippa roboten genom att vrida vingarna åt samma håll så att den följer en kurs bestämd av vad som kallas proportionell navigering, det vill säga vridningshastigheten hos flygbanan i tipplet är proportionell mot vridningshastigheten hos siktlinjen.

**B/084.**

Tredje och fjärde attsatsen ovan avslöjar att roboten manövrerar genom en kombination av roll- och tipp Rörelse, i vissa sammanhang kallad "vrid och styr". En gir utförs så att den rollar, tippas och rollar tillbaka tills den ligger rätt på vingarna. Den flyger alltså alltid helt rent, utan tendens till flatsväng, med sin längdaxel tangentiell mot flygbanan och ryggen mot kurvcentrum.

**B/085.**

Utsignalen från målsökaren består av två likspänningssignaler som är proportionella mot gir- och tippkomposanterna hos siktlinjens avvikelse från riktningen till målet. På dessa signaler grundas styrningen av roboten.

**Reflektorns styrning. B/086.**

Detta är ett fritt, eget system, som bäst förklaras genom att det inledningsvis betraktas i två dimensioner eller plan. Fig. 27 är ett blockschema som visar väsentligheterna av

systemet tillsammans med en nyckel som visar involverade riktningar och deras belopp i förhållande till horisontal- och vertikalplan på grupperingsplatsen. Siktlinjen är den räta linjen mellan främre antenn och mål och vinkeln mellan siktlinjen och reflektorns huvudaxel är instorhet till mottagaren. Värdet på skillnaden mellan gyrots och huvudaxelns riktningar subtraheras från mottagarens utsignal och resultatet, som är ett mått på avvikelserna mellan siktlinje och gyroriktning, används till att precedera gyrot. Man måste komma ihåg att gyrot är en rymdreferens och precederas i förhållande till jorden och inte till roboten. Gyrot är monterat på reflektorn och avvikelserna mellan gyrot och huvudaxeln matas in på antensservot så att antennen vrids i förhållande till roboten. Därmed minskas riktningssviktningen och felsignalen ut från mottagaren.

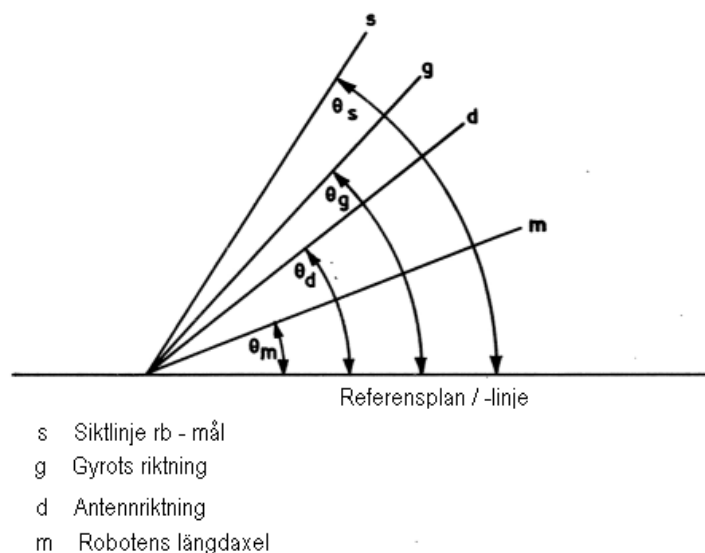
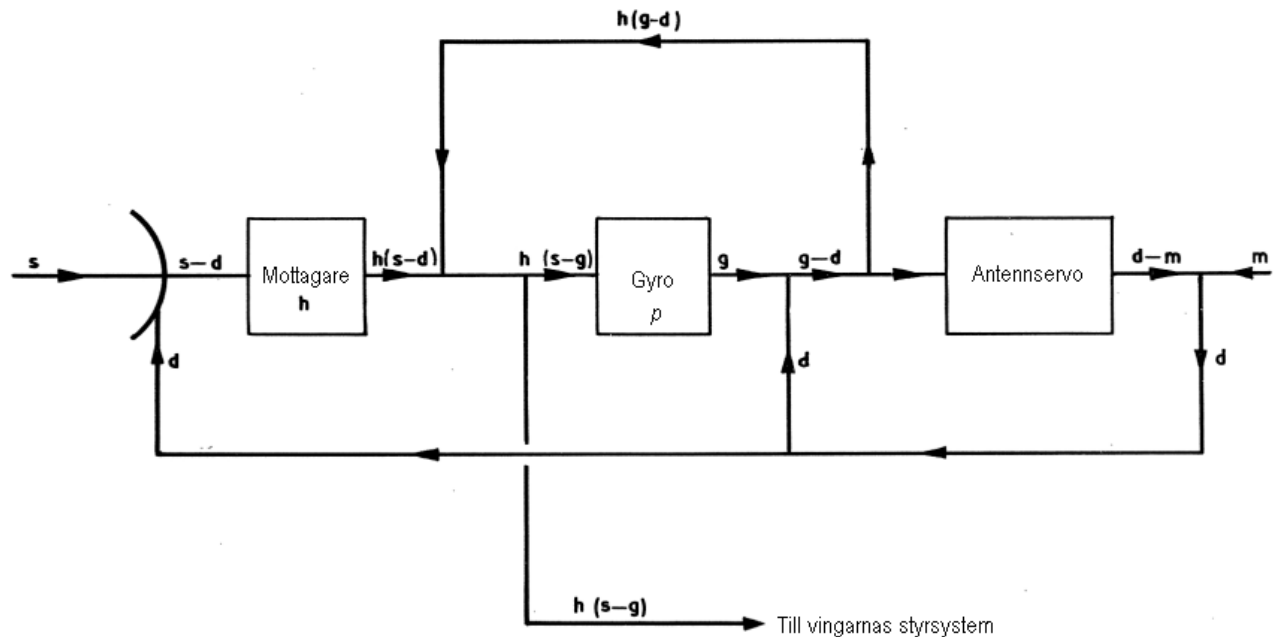


Fig. 27

**B/087.**

Om antennservona vore perfekta skulle det inte vara nödvändigt att gå omvägen via gyrot, men i praktiken hinner de inte med när roboten går i turbulent luft. Därför är det bättre att referera antennens läge till ett gyro än till robotkroppen.

**B/088.**

Av fig. 27 framgår, om gyroenhetens överföringsfunktion är inverterade värdet av  $p$ , att

$$h(s-g) = \frac{p}{1 + \frac{p}{h}} \cdot s$$

Utsignalen till styrsystemet följer således efter ändringen hos siktlinjens riktning i rymden. I Bloodhound är  $h=3$

### B/089.

I praktiken är systemet naturligtvis tredimensionellt och visas mer i detalj i fig. 28. Dessutom visas den återkoppling som har dämpande effekt på gyrot.

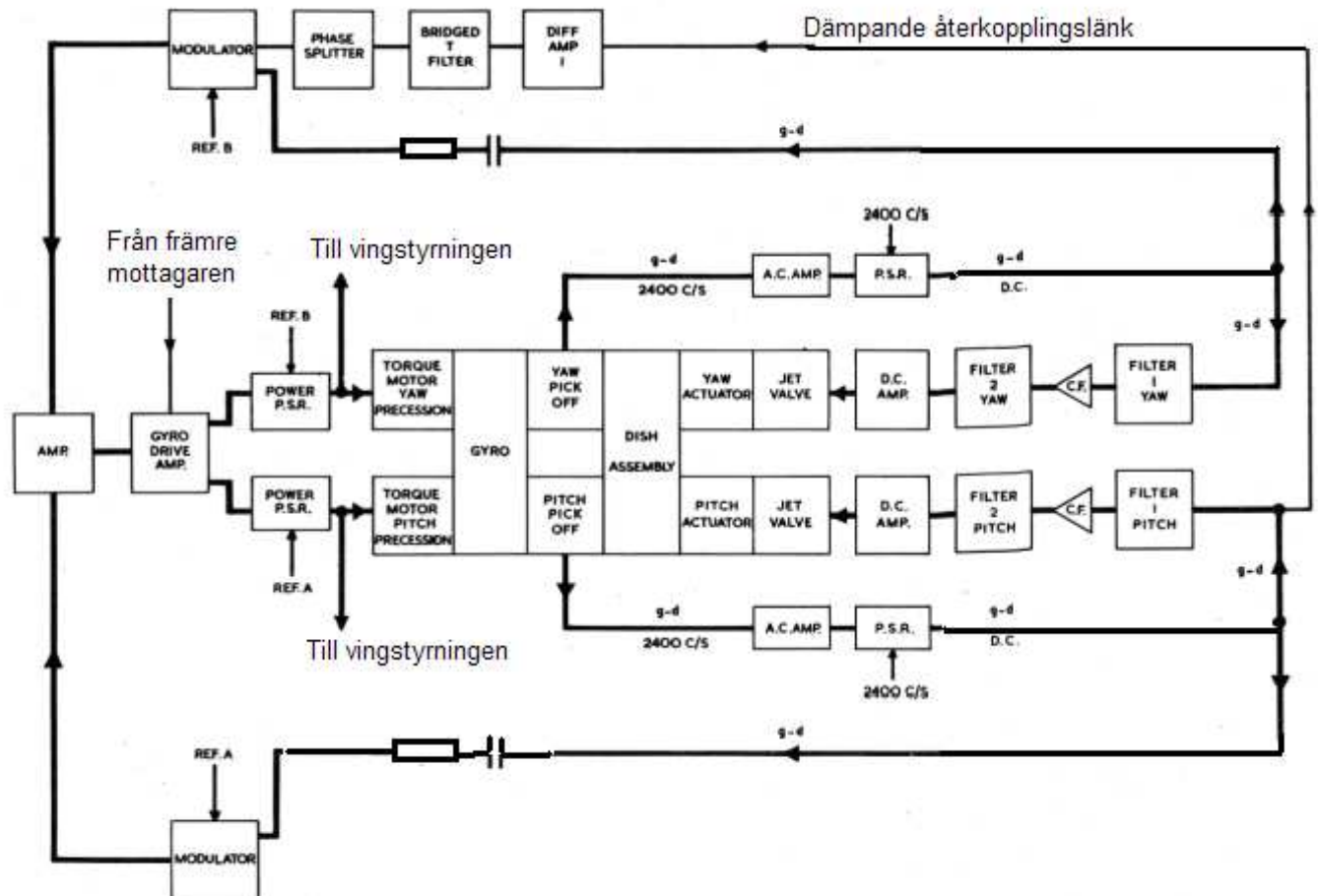


Fig. 28

### B/094.

Den praktiska lösningen på antennstyrningen är ett blandat växel- och likströmssystem. Dipolen och reflektorn bildar främre mottagarens antennenhet. Antennen sitter något vid sidan om huvudaxeln och roteras med varvtalet lika med skannerfrekvensen. Motorn, som driver antennen, driver också en referensgenerator som producerar två referensfaser, kallade referens A och referens B. De är förskjutna 90 grader i förhållande till varandra och används till att bestämma målets riktning i gir- och tippel. Referensfaserna skall betraktas som liggande i robotens axelsystem, den ena i robotens vertikalled och den andra i dess horisontalled och ingen axeltransformering görs.

### B/095.

Utsignalen från främre mottagaren är, efter att ha passerat en avstämd förstärkare, en sinusformigt varierande signal, vars fasläge i förhållande till referenserna A och B representerar siktlinjens riktning i horisontal- och vertikalplan och vars amplitud motsvarar värdet på vinkeln mellan huvudaxeln och riktningen till målet. Sedan signalen från antennen och den från gyrot jämförts, matas skillnaden in på en förstärkare som, via en

faskänslig detektor, driver gyrots precessionsorgan. Skillnadssignalen matas också till vingservot.

### **B/096.**

Antennenheten är monterad på ett "inverterat" kardansystem, där den inre kardanramen ligger parallell med robotens tippaxel. Monterad på antennenheten är huvudmottagaren och gyrot med två frihetsgrader. Gyrot bringas att precedera med två precessionsorgan, drivna med utsignalerna från två faskänsliga likriktare. Två lägesgivare mäter avvikelser mellan reflektorn och gyroaxeln. Efter förstärkning likriktas givarnas signaler och matas till antennservona. Dessutom matas signalerna till en dämpkrets och till en jämförare i mottagarens utgång.

### **B/097**

Dämpkretsarna till gyrot skiljer ut nutationsfrekvenserna och matar in dem i motfas på precessionsorganen.

### **B/098.**

Sammanfattningsvis matas signaler, som får gyrot att precedera så att det följer siktlinjen till målet, in på precessionsorganen. Utsignalerna från givarna på gyroenheten matas in i antennservot så att antennen följer gyrot. Eftersom gyrot följer siktlinjen kommer även reflektorn att göra det och därigenom följa målet. Dessutom utgör gyrot en rymdreferens så att reflektorn är praktiskt taget opåverkad av robotens roll- och tipp Rörelser. Detta, som av konstruktören beskrivs med termen "isolerad siktlinje"-system garanterar fullständig bortkoppling av robotrörelsernas påverkan av antennen. Extra återkoppling garanterar att gyrot är adekvat dämpat. Den hastighet varmed gyrot precederas är proportionell mot kraften i precessionsorganen och den i sin tur är proportionell mot styrsignalen. Således är styrsignalen ett mått på den hastighet varmed gyrot precederar och eftersom gyrot följer siktlinjen är styrsignalen också ett mått på siktlinjens riktningssändring, som är grundelementet i det navigationssystem som roboten använder.

### **B/099.**

För att reflektorn skall kunna vara riktad mot målet innan målsökaren låser på det, finns givare, som lämnar information till antennservot anbringade på reflektorn. Arrangemanget visas i form av blockschema i fig. 28. Externa signaler matas in på servolooparna i roll- och tipp för att ge antennen korrekt inriktning i elevation. Lavetten riktas kontinuerligt mot målet och följer det i bäring varför reflektorn bara behöver ställas in i elevation och ingen extern bäringssignal erfordras.

### **Robotstyrning. B/100.**

Grundtanken i robotstyrningen är vad som blivit kallat proportionell styrning. Det innebär att den hastighet varmed robotens längdaxel vrids i rymden är proportionell mot den hastighet varmed siktlinjen till målet vrids. Proportionalitetsfaktorn kallas i detta sammanhang navigationskonstanten.

### **B/101.**

Bloodhound styrs att följa en bana i proportionalnavigering genom att dels rolla och dels tippa tills robotens längdaxel pekar mot en punkt i målbanan framför målet. Hela styrsystemet i roboten visas i form av ett blockschema i fig. 29.

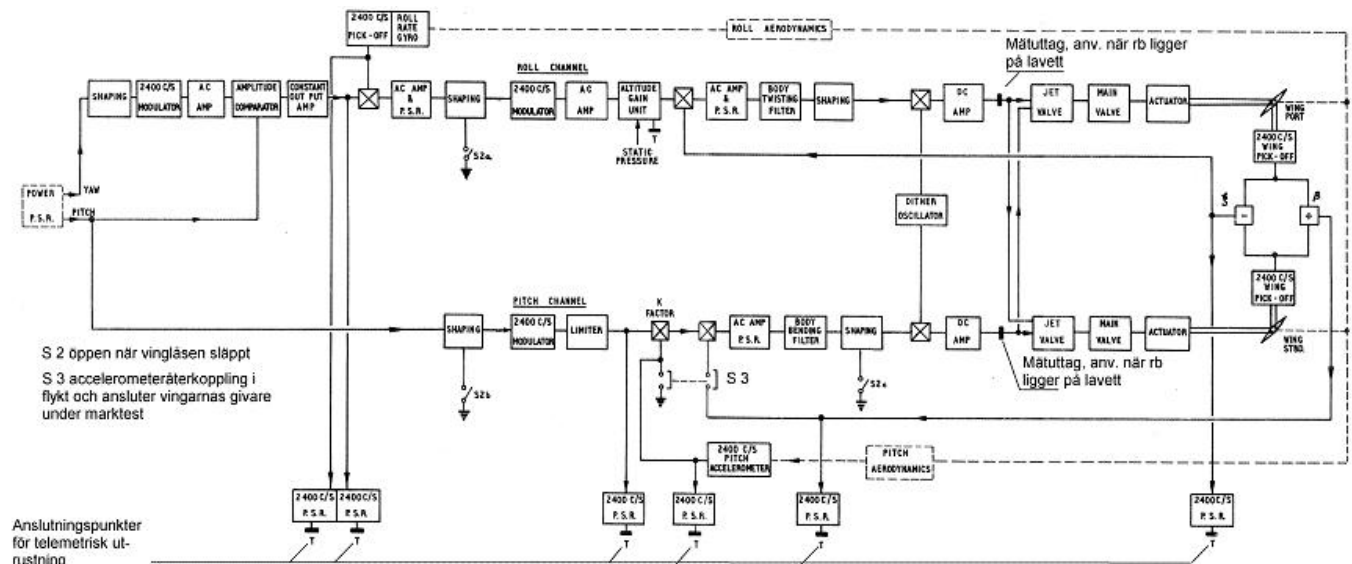


Fig. 29

**B/102.**

Eftersom vingarna, tillsammans med sina hydraulservon, är gemensamma för roll- och tippmanövrer, kan det vara värt att se på vingdomkrafterna innan roll- och tippsystemen diskuteras.

**Vingdomkrafterna. B/103.**

En vingdomkraft visas schematiskt i fig 30. Det finns två identiskt lika enheter, en för vänstra vingen och en för den högra. I var och en sitter en elektrohydraulisk mätvärdesomformare som styr den hydrauliska servoventilen. Denna slussar hydraulolja med 10 MPa tryck till ena eller andra sidan av en dubbelverkande hydrauldomkraft som är förbunden med vingen och som förmår åstadkomma 430 kNm vridmoment på vingarna. Maximala motståndet att övervinna torde ligga vid ungefär 170 kNm.

Av fig 30 framgår också att servoventilens kolv centreras av två fjädrar. Deras styvhet, kolvarean och munstyckenas i mätvärdesomvandlaren area är så avpassade att det är möjligt att få idealisk följsamhet mellan flödesändringarna i mätvärdesomvandlaren och öppningen av aktuell port i servoventilen. I korthet är funktionssättet att när tungan, T, i mätvärdesomformaren (MVO) för över oljestrålen åt ena sidan, t.ex. den högra, minskas trycket i den högra ledningen och högra sidan av sliden så att den öppnar för mer olja till högra sidan av domkraftens kolv. Konstruktionen säkerställer att vingrörelserna inte störs av aerodynamiska eller andra krafter.

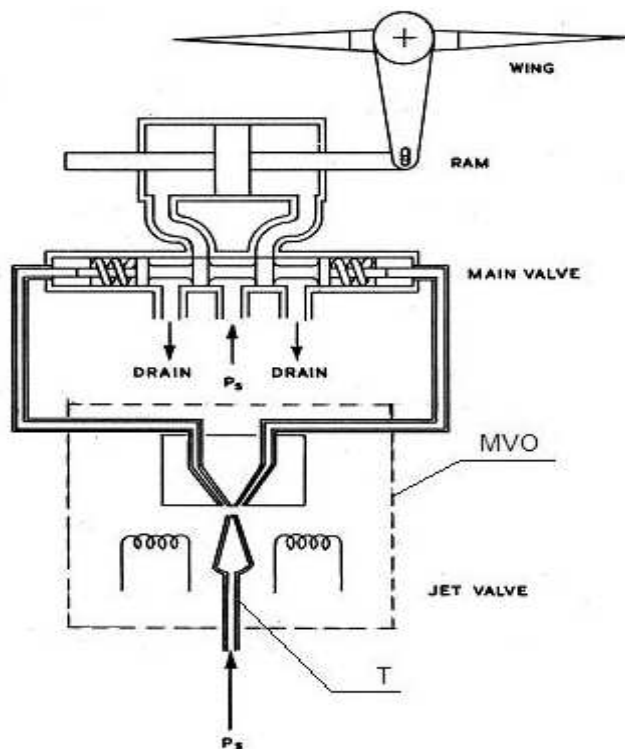


Fig. 30

**B/104**

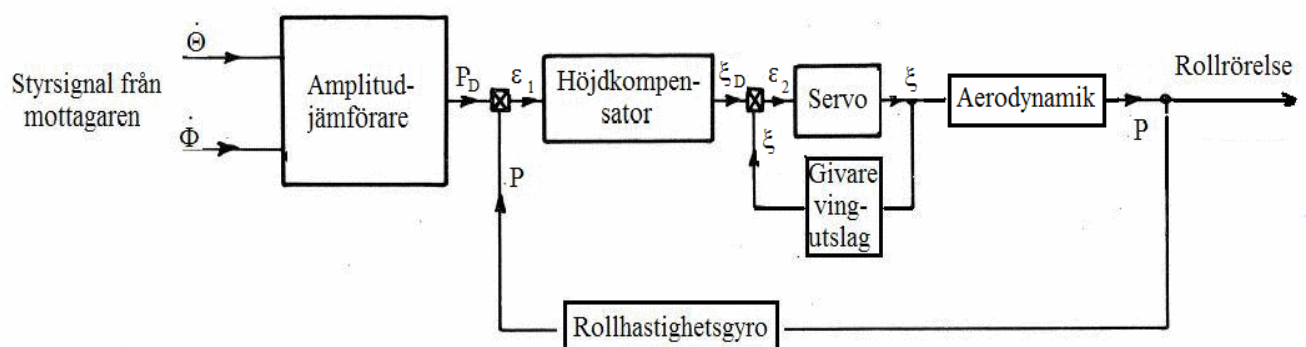
Insignalerna till de båda mätvärdesomformarna är kopplade så att vingarna vrids åt samma håll för tippmanöver och åt motsatt håll för roll. Vingservosystemet visas i fig. 32.

**B/105.**

För styrningens skull mäts vingrörelserna med givare som är monterade en på vardera vingaxeln och skillnaden mellan deras ut signaler används som mått på vingarnas rollvinkel. Summan av utsignalerna som är vingarnas tippvinkel används bara för marktest.

**Rollstyrningen. B/106**

Ett blockschema över de kretsar som ombesörjer styrningen i roll-led visas i fig. 31. De måste rolla roboten snabbt tills siktlinjens plan ligger "mitt under" roboten, m.a.o. tills siktlinjens girkomposant blir noll.



$\dot{\Phi}$  = tippkomponentens hos siktlinjen ändringshastighet  
 $\dot{\Theta}$  = girkomponentens hos siktlinjen ändringshastighet  
 $P_D$  = Beordrad rollhastighet  
 $P$  = Erhållen rollhastighet

$\epsilon_1 = (P_D - P)$   
 $\xi_D$  = Beordrat vingutslag, roll  
 $\xi$  = Erhållet vingutslag, roll  
 $\epsilon_2 = (\xi_D - \xi)$

Fig. 31

**B/107.**

Ett diskontinuerligt styrsystem som garanterar att felvinkeln i roll alltid är liten används. Filosofin bakom detta system är att om felvinkeln är liten, mindre än tio eller tolv grader från korrekt värde behöver inget göras, men om felet överstiger det värdet måste det reduceras snabbast möjligt. Under sådana omständigheter bringas roboten att rolla 180 grader per sekund. Detta system gör att roboten alltid svarar mot de krav som ställs på den framför allt i slutfasen av en insats.

**B/108.**

Roboten är monostabil i roll, vilket betyder att den bara kan ta upp g-kraft åt ett håll. Om den får målet på fel sida i tippled måste den rolla över. Snabbheten i roll gör att detta inte är någon nackdel. Snarare är tendensen att visa målet "undersidan" fördelaktig om man vill förse roboten med stridsladdning med riktad sprängverkan. Den aspekten står i viss kontrast mot fördelen att även kunna svänga i girled och visa målet vilken sida som helst men låta en del av sprängverkan förloras åt fel håll.

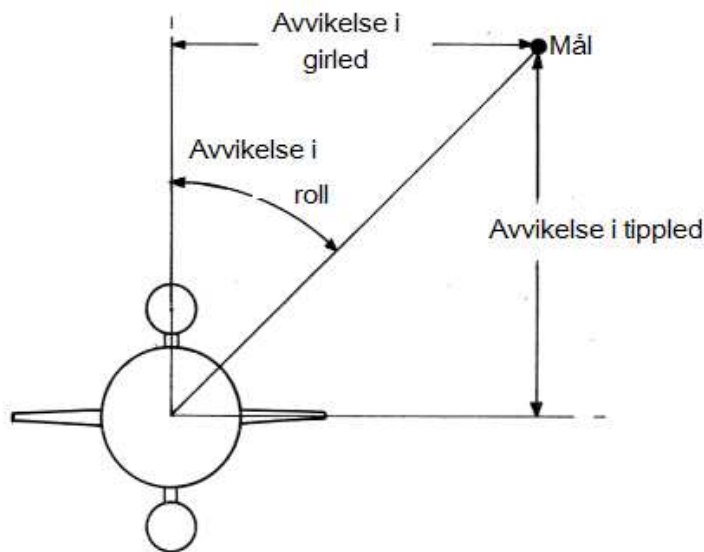
**B/109**

Fig. 32

**B/110.**

Den erforderliga jämförelsen görs av rollstyrenheten. Den jämför fem gånger girvärdet med tippsignalen och om den förstnämnda överstiger den senare krävs full rollhastighet. I balanspunkten (fig. 32) gäller:

$$5Y = P \text{ och } \tan \phi = \frac{Y}{P} = \frac{1}{5} \text{ vilket ungefär motsvarar } 12^\circ.$$

**B/111**

Åter till fig. 29. Rollordersignalen jämförs med det erhållna rollvärdet såsom det uppmätts av rollgyrot och skillnaden sänds i första hand till rollfiltret som avsevärt reducerar drift i rollsystemet och därefter genom höjdkompensatorn. Denna korregerar för ökningen med höjden hos rollfunktionens tidskonstant.

**B/112.**

Rollfiltret är ett fasfördröjande nät som verkar som en integrator vid låga frekvenser men som inte har fasfördröjningen associerad med integratorfunktionen vid höga frekvenser. Detta arrangemang ger en både driftfri och stabil servoloop

**B/113.**

Utsignalen från höjdkompensatorn är en order om ändring av vingarnas vinklar. Den verkställs genom att den kopplas till och verkställs av vingervot. Vingdomkraftens

verkan mäts och matas tillbaka till jämföraren. Det bör noteras att när servoloopen för rollmanöver sluts lämnas loopen för tippmanöver fortfarande öppen.

### B/114.

Robotens rollhastighet, som är proportionell mot vingutslaget, mäts och kontrolleras med hjälp av en givare som är kopplad till ett gyro.

### B/115.

Diverse filter är inkopplade i servolooparna för att ge dem optimal snabbhet och stabilitet. Framför allt eliminerar de resonanstendenser.

### B/116.

I praktiken är rollstyrningen ett kombinerat växel- och likströmssystem. Insignalen i girled konverteras till 2400 Hz innan den förs in på jämföraren. Rollhastighetsgyrots och därmed även jämförarens utsignal, skillnadssignalen, är på 2400 Hz men den senare omvandlas i en p.s.d. innan den leds till rollfiltret. Utsignalen från filtret hackas återigen till 2400 Hz innan den leds till höjdkompensatorn och vidare till en ny jämförare. Dit matas också utsignalen från vinkelgivarna på vingarna. Utsignalen från jämföraren omvandlas till likspänning och filtreras innan den förs vidare till mätvärdesomvandlaren i vingservot.

### Tippstyrningen. B/117.

Ett blockschema över tippstyrningen visas i fig 33. Styrningen i tippeld görs enligt principen "proportionell navigering" utmed siktlinjen i robotens tipplan. Roboten har dessförinnan rollat så att siktlinjen i dess girplan blivit noll, d.v.s.  $\xi_D - \xi = 0$ .

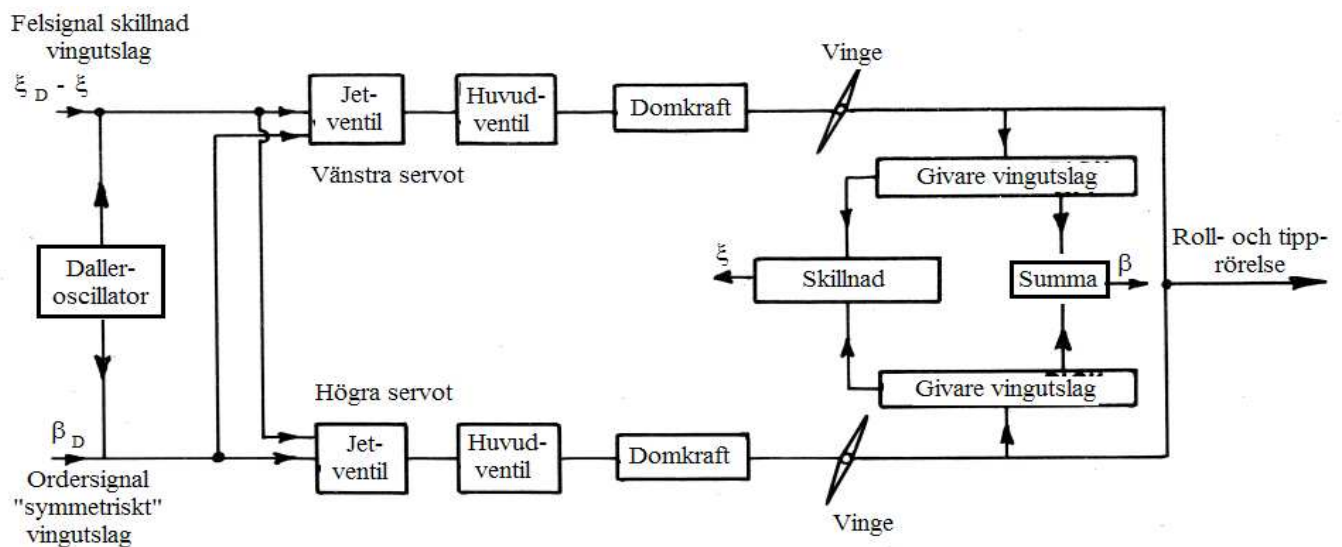


Fig. 33

### B/118.

Tippsignalen passerar ett filter som är konstruerat för att ge optimal systemfunktion och vidare, efter begränsning för att eliminera risken för alltför höga g-krafter, till kretsar som anpassar den till rådande krav på acceleration i tippeld. Accelerationen i tipplanet är proportionell mot hastigheten hos längdaxelns vridning i tippeld, förutsatt att farten är konstant. Hos en rammotordriven robot är farten praktiskt taget konstant.

### B/119.

Önskad acceleration jämförs med aktuell acceleration sådan den uppmäts av en accelerometer. En fördel med att utnyttja en accelerometer för att mäta accelerationen är att man får korrekt värde på riktningsändringen hos flygbanan oavsett höjd.

**B/120.**

Accelerometerns utsignal "drar ner" insignalen till styrservot så att vingutslaget stoppas innan maximalt tillåtet G-värde uppnås

**B/121.**

Accelerometern är placerad i målsökarutrymmet framför robotens tyngdpunkt eftersom detta både förbättrar styrningens servomässiga egenskaper och eliminerar benägenheten för resonansfenomen. Dessutom är de senare ytterligare reducerade genom inverkan av filter i servoloopen.

**B/122.**

Roboten fortsätter att svänga i tippel tills signalen från målsökaren har minskat till noll, varefter den håller kurs mot träffpunkten.

**B/123.**

I tippkanalen hackas signalen till 2400 Hz innan den matas in på begränsaren. Accelerometerns utsignal är på 2400 Hz och skillnaden likriktas innan den matas till mätvärdesomvandlaren i vingservot.

**Zonrör, tändsats och stridsladdning.****Zonrör. B/124.**

Zonröret består av ett antal underenheter, inneslutna i ett aluminiumhölje och en uppsättning antenner i form av fyra slitsade vågledare. Det är placerat i stridsdelsutrymmet bakom framkroppen och är fäst i trycktäta skottet med fyra bultar. Zonrörs-kåpan tjänar som stöd för stridsladdningen och tändsatsen.

**B/125**

Antennuppsättningen bildar en del av skrovet. De fyra separata elementen är kopplade till zonröret och sträcker sig till bakre änden av stridsdelsutrymmet. De är likformigt fördelade med 90° mellanrum runt kroppen.

**B/126.**

Zonrörets uppgift är att upptäcka målet när det kommer inom verkansavstånd. Efter en viss fördröjning - längden på denna beror på hur roboten närmat sig målet - skickar zonröret en elektrisk puls till tändsatsen som bringar stridsladdningen att detonera. Målsökaren tillhandahåller information som zonröret kan använda för att bestämma närmandehastigheten och på grundval av denna och indikation på att målet ligger inom zonrörets antennlob utlöses tändpulsen.

**Tändsatsen. B/127.**

Tändsatsen är fäst i främre änden av stridsladdningen och bildar en länk mellan zonröret och stridsladdningen.

**B/128.**

Innesluten i tändsatsen ligger en serie explosivdelar och en elektrisk tändare. På "dödande" avstånd från målet reagerar tändaren på en signal från zonröret och initierar en explosion i tändsatsen som i sin tur bringar stridsladdningen till detonation.

**B/129.**

För att förhindra vådautlösning av stridsdelen och för att göra tändsatsen hanterings-säker innehåller den elektriska kretsen och explosivdelarna förreglingar i ett armerings-system. Tändsatsens armering, som är beroende av fortvarig acceleration sluter tänd-kretsarna drygt fem sekunder efter det att roboten lämnat lavetten.

**B/130.**

Roboten kan destrueras via en dopplermottagare i stridsdelsutrymmet. På en signal från marken kan dopplerenheten fås att skicka en tändpuls till tändsatsen så att stridsdelen detonerar.

**B/131.**

Om roboten bommar och zonröret således inte initierar detonation och om destruktionsignalen från marken inte verkar tillåter armeringssystemet att en timer alstrar en tändpuls som bringar stridsladdningen till detonation. Tiden från robotavfyring till självdestruktion med det alternativet ställs in innan roboten läggs på lavett.

**B/132.**

Roboten är försedd med en övervakningskrets som gör det möjligt att konstatera huruvida tändsatsen är armerad eller ej.

## **C. Lavett och försörjningsenhet**

### **C/01**

Lavetten, med typbeteckning 200, är så utformad att den tillåter roboten att låta utan någon startsträcka och därmed utan någon friktion mot eller annan påverkan av det underlag den ligger på. En servostyrd mekanism vrider lavetten i bäring och en hydraulisk kraft riktar roboten 45° i höjdlid.

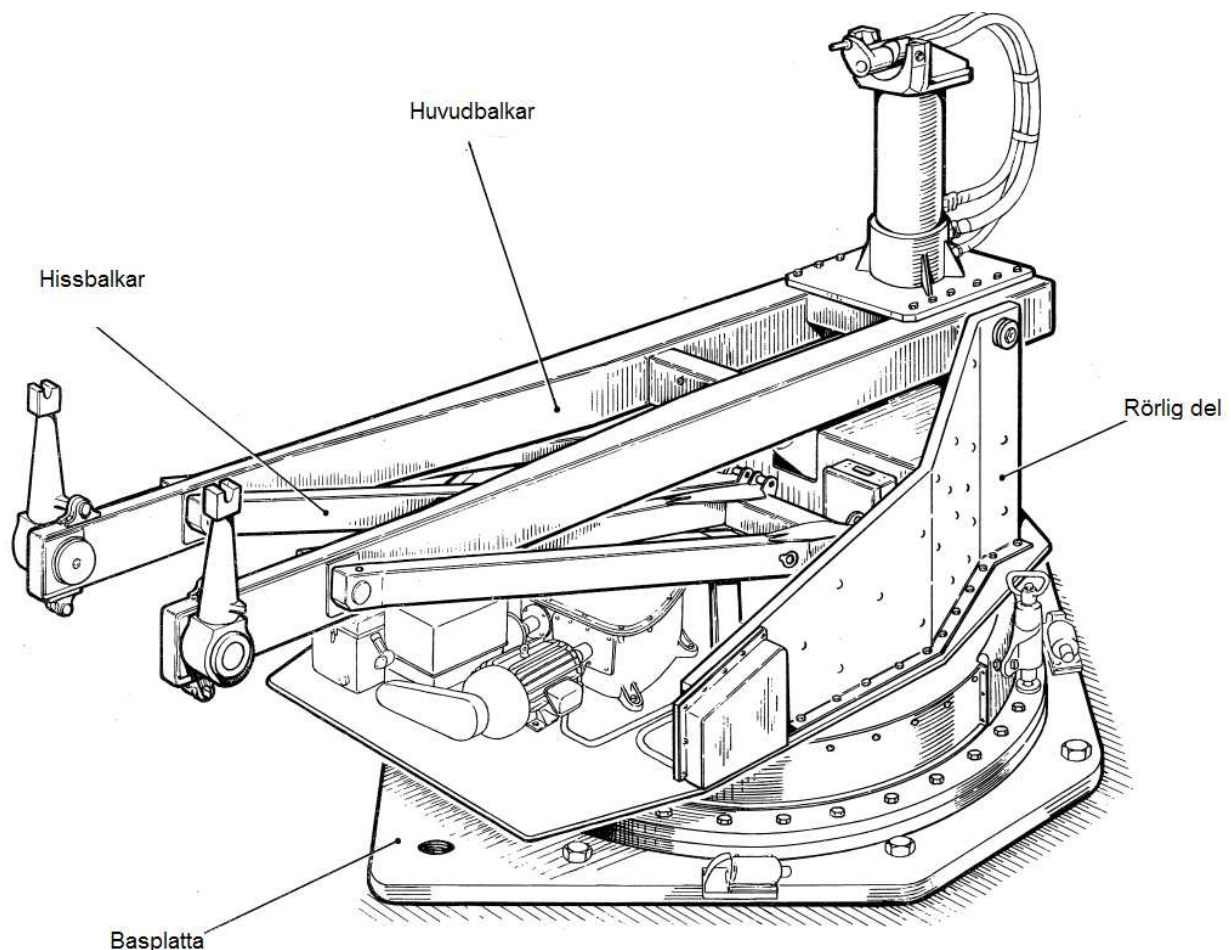


Fig. 34

**Lavett C/02**

Normala gränsvärden för vridning i bäring är 200° åt vardera hållet från en fixerad nollriktning. Gränsvärdena kan tillfälligtvis manuellt ökas till 220°. Rörelseutrymmet i höjdlid är från 0° till 45°. Maximala elevationen är det läge roboten har efter klargöring.

### C/03

Det är nödvändigt att lavetten ställs exakt horisontellt och för den skull krävs i förväg iordningställda betongfundament med ingjutna bultar för avvägning och fastsättning av lavetten. Till fundamentet leder också en trumma i vilken kablar och luft- och oljeledningar förläggs.

### Utformningen C/04

I lavettens uppbyggnad kan följande huvudenheter särskiljas

- Basplattan
- En servicedel
- En rörlig del
- Hissbalkarna
- Huvudbalkarna
- Stödarmarna

Slingar leder olja och luft genom fundamentet och genom servicedelen upp till koaxialkopplingen längst upp på den rörliga delen. Samma väg leds också ett knippe kablar för el-funktioner.

### C/05

Mellan basplattan och den rörliga delen ligger en servicedel, genom vilken alla försörjningsledningar från serviceenheten och signalkablar från RBGC går. Fig. 34 ger en bild av dess konstruktion och funktion. Dess centrala delar är kabelvindan och oljedistributören. Kabelvindans ena ände är fäst i fundamentet och den andra änden i den rörliga delen av oljedistributören.

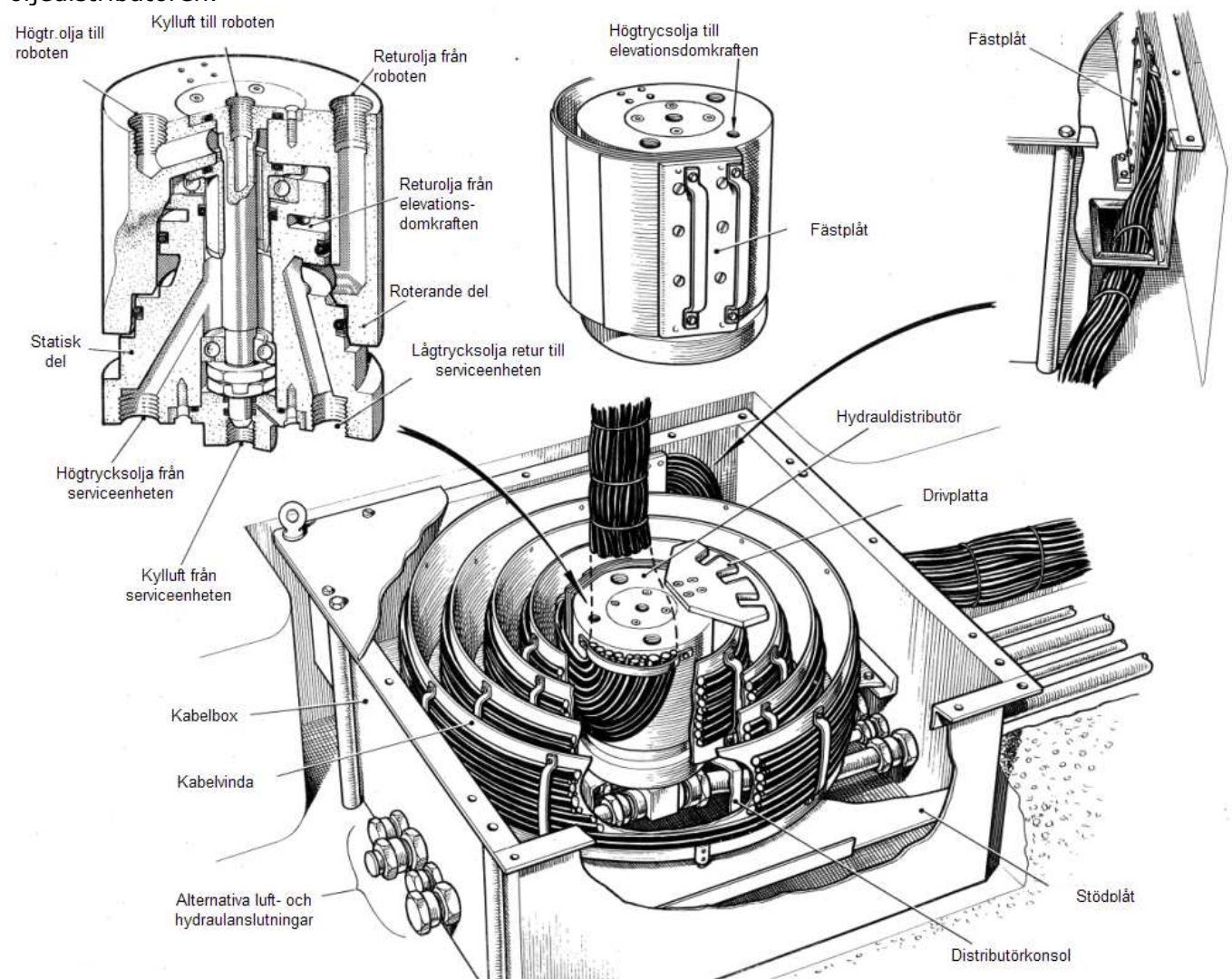


Fig. 35

**C/06**

Kabelknippet terminerar i en 157-polig stickpropp längst upp på den rörliga delen. Stickproppen passar i en motsvarande hylspropp längst bak på roboten

**C/07**

Förreglingar

Två brytare i de nedre hiss balkarna är i läge till om båda hiss balkarna är låsta i 45° elevation. Båda brytarna ingår i avfyringskretsarna.

**Styrsystem C/08**

Det system, som styr lavetten i bäring, är ett slutet reglersystem i vilket elgon i lavetten, kopplade till en elektronikenhet och en motor bringar lavetten att svänga så att dess riktning överensstämmer med en riktning som anvisats av en uppsättning givarelgon i den radar, som belyser målet. Överföringen från elgonen i radarn går via serviceenheten, där det finns möjlighet att, i testsyfte, ersätta dem med manuellt givna elgondata.

**C/09**

Före skott riktas lavetten åt samma håll som radarn, dvs mot ett mål. Därvid minskas utsignalen från de båda elgonen i lavetten i takt med att den vrids, för att bli noll när den är riktad exakt i samma riktning som radarn.

**C/10**

Den mekanism som vrider lavetten består, förutom ovan nämnda elgon, av (fig 36)

- En enhet, innehållande en hydraulpump med variabelt displacement som är ihopbyggd med en motor med fast displacement
- En enhet som innehåller likriktare och förstärkare
- Växellåda
- Trefasmotor

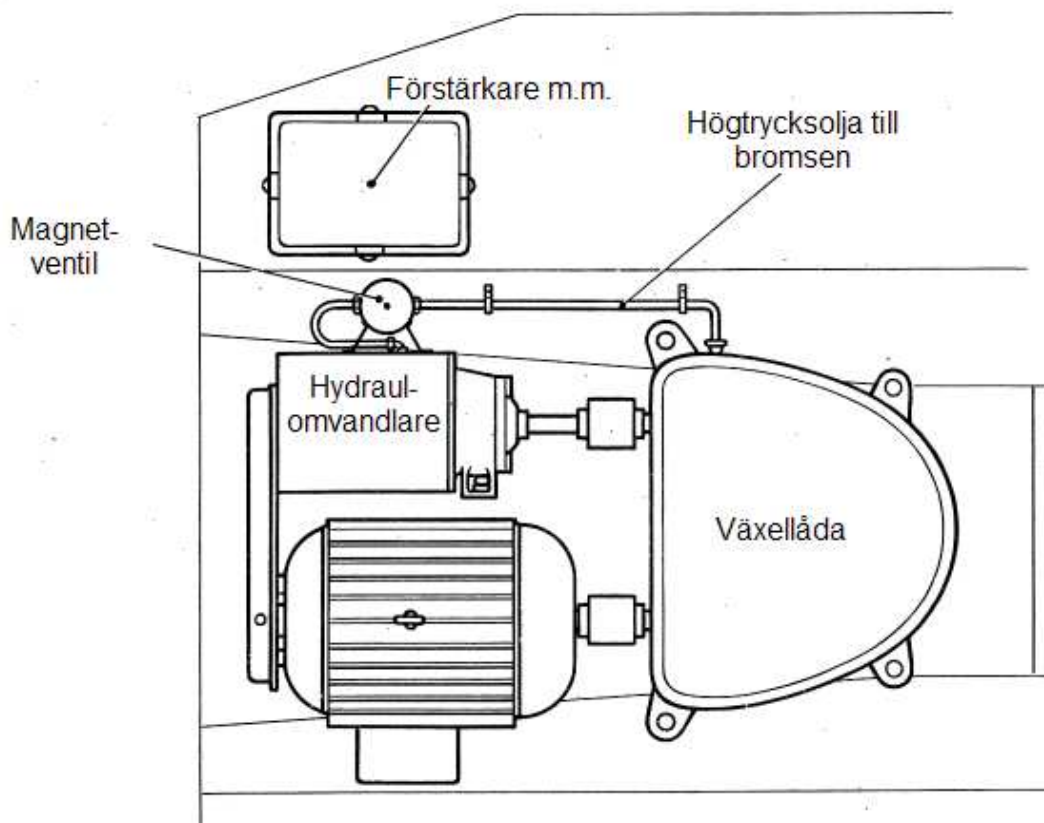


Fig. 36

**C/11**

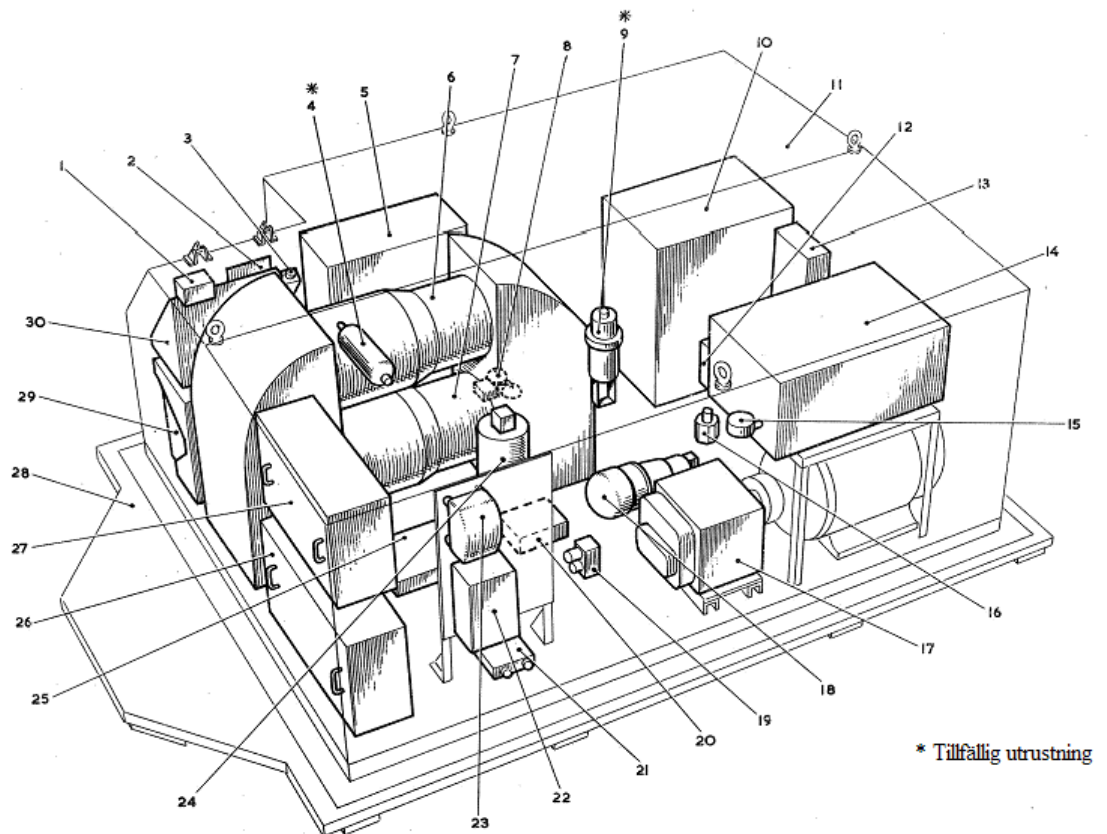
Elmotorn driver via en koppling växellådan och via en kilrem hydraulomvandlaren. Växellådan drivs också via en annan koppling av hydraulomvandlaren. Fördelningen mellan elmotorns och hydraulomvandlarens uppgifter är följande. När lavetten skall vridas snabbt drivs den direkt av elmotorn och hydraulomvandlaren är frikopplad. Rotationsriktningen bestäms med en backväxel i växellådan. När lavetten skall precisoinriktas drivs den via hydraulomvandlaren och rotationsriktningen bestäms med vickskivan i hydraulomvandlaren. Elmotorn är i det läget frikopplad från växellådan.

**C/12**

El- och hydraulkraft samt kylluft för roboten levereras via en tunnel från en försörjningsenhet som normalt står placerad ett tiotal meter från lavetten. Slangar, kablar och försörjningsenhetens funktioner är på så sätt väl skyddade från raketflammorna.

**C/13**

De apparater som finns installerade i försörjningsenheten visas i fig. 37 och deras sammankoppling med enheterna på lavetten i fig 38.



- |                        |                                |                                       |                             |
|------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| 1 Telefoninstallation  | 9 Överströmningsventil *       | 17 Oljepump                           | 25 Kopplingsbox             |
| 2 Testanslutningar     | 10 Luftkylare                  | 18 Oljepump lågtryck                  | 26 Kontaktorbox             |
| 3 Hjälppanel           | 11 Försörjningsenhetens huv    | 19 Säkerhetsventil                    | 27 Kontaktorbox             |
| 4 Ackumulator *        | 12 Termostat                   | 20 Transformator / likriktare         | 28 Basplattan               |
| 5 Stativplatta         | 13 Instrumentpanel luftkylning | 21 Kopplingsbox serviceenhet / lavett | 29 Kopplingsbox och brytare |
| 6 Oljekylare           | 14 Tank                        | 22 Lågtryckskylarens kontaktor        | 30 Manöverpanel             |
| 7 Kylare lågtrycksolja | 15 Switch låg oljenivå         | 23 Lågtryckskylarens manöverbrytare   |                             |
| 8 Ringklocka telefon   | 16 Ventil lågtryckskretsen     | 24 Filter                             |                             |

Fig. 37

**C/14**

Olja pumpas från försörjningsenheten genom en "T-koppling", dels mot elevationsdomkraften via ventilen 37/83 i fig 38 och dels mot koaxialkopplingen och roboten via magnetventilen 38/10. När roboten skall eleveras står ventilen (3) öppen för olja från

pumpen mot domkraften (5). När roboten skall dumpas är den öppen från domkraften mot tanken (1) och oljan trycks till tanken av robotens tyngd. I båda fallen är ventilen (10) stängd. När roboten skall försörjas med olja är båda ventilerna (3) och (4) stängda och ventilen (10) öppen. Ventilen (6) är stängd när roboten ligger på lavetten men öppnar när roboten lämnar lavetten.

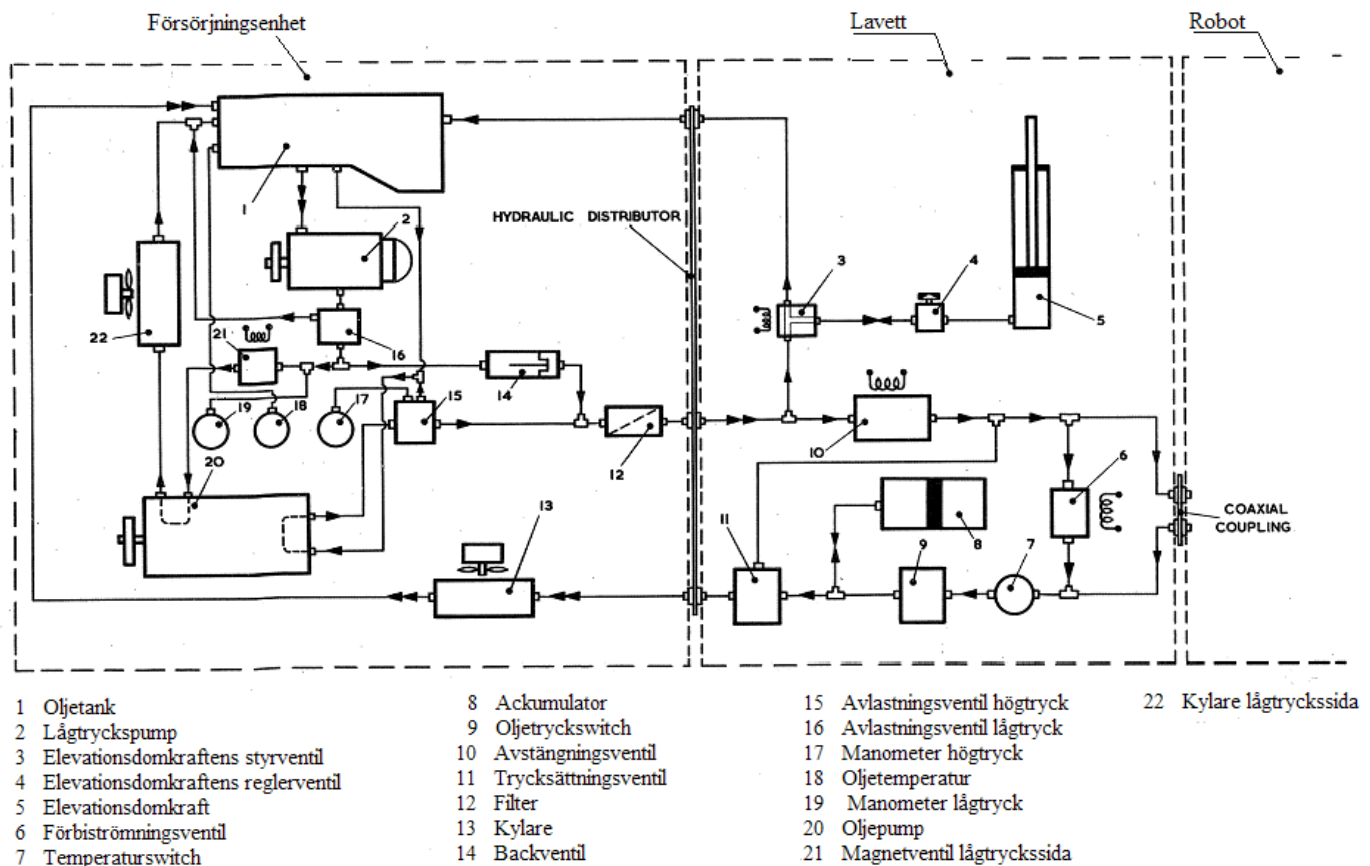


Fig. 38

### C/15

Huvudpumpen (20) kan startas antingen genom att startknappen på försörjningsenheten eller "MISSILE START" i RBGC trycks in. Kontakter på startreläet sluter också ström till lågtrycksoljans pump (2) - om den inte redan är igång - och bryter strömmen till magnetventilen (21) i lågtryckskretsen. Därmed leds lågtrycksolja till huvudpumpen för att kyla denna. Nu startas också klargöringssekvensen för roboten och den motor som driver hydraulomvandlaren på lavetten.

### B/16

Under klargöringssekvensen matas högtrycksolja och kyluft in i roboten. Övervakningsfaciliteter stoppar automatiskt huvudpumpen om lufttrycket är lägre än 125 kPa eller temperaturen över 9,5° C.

### C/17

Olja som passerar avstängningsventilen är tillgänglig för roboten men cirkuleras tillbaka till försörjningsenheten genom förbiströmningsventilen (6) som normalt är öppen. Den ventilen styrs elektriskt från RBGC och kan stängas för att leda högtrycksoljan till roboten men endast om den elektriska förbrukningen är kopplad till generatoren i roboten.

### C/18

För att hålla roboten i beredskap när huvudpumpen inte går, hålls oljans tryck och temperatur vid ett minimum av 0,28 MPa respektive 22° C. När dessa minima underskrids startas lågtryckspumpen i försörjningsenheten av tryck- och/eller temperaturswitchar.

Trycket hålls med hjälp av ackumulatoren och tryckreglerventilen (11) och temperaturen med hjälp av termostatstyrda värmelement i tanken.

## Elsystem C/19

Strömförsörjningen till motorer, värmare och magnetventiler styrs normalt via en relälogik från RBGC men kan även manövreras från försörjningsenhetens kontrollpanel. På kontrollpanelen finns också indikerlampor för de viktigaste funktionerna.

## C/20

Eftersom de signaler som har med avfyring att göra passerar försörjningsenheten har förreglingar, som omöjliggör vådaavfyring från denna, införts.

## D. RBGC.

### Allmänt D/01

RBGC i system Rb 65 innehåller de faciliteter som är nödvändiga för den slutliga klargöringen och avfyringen av en robot. Den har konstruerats med tanke på följande krav och önskemål

- Hög insatsberedskap. Möjlighet till avfyring kort tid efter indikation på insatsbehov har uppnåtts genom hög automatiseringsgrad i utrustningen.
- Lågt bemanningsbehov. Ytterligare en effekt av hög automatisering
- Minimum av enheter och komponenter. Förhållandevis liten mängd enheter och komponenter - i överensstämmelse med A och B - är möjlig tack vare tillämpning av "timesharing"-principen. Hastigheten i klargöringen är tack vare automationen sådan att sambruket av utrustningar inte medför några operativa olägenheter.
- Hög driftsäkerhet. Detta har åstadkommits genom användande av beprövad teknik, självkontrollerande enheter och lättåtkomlig placering av enheter och komponenter.

## D/02

Den fast grupperade versionen, som den används i U.K., är inrymd i en byggnad vars planlösning visas i fig. 39 och kontrollerar 16 robotar och lavetter. Utrustningen är uppdelad på två sektioner, var och en självständigt fungerande med sin tillhörande belyningsradar, men möjlighet att lätt koppla över till den andra sektionens radar finns.

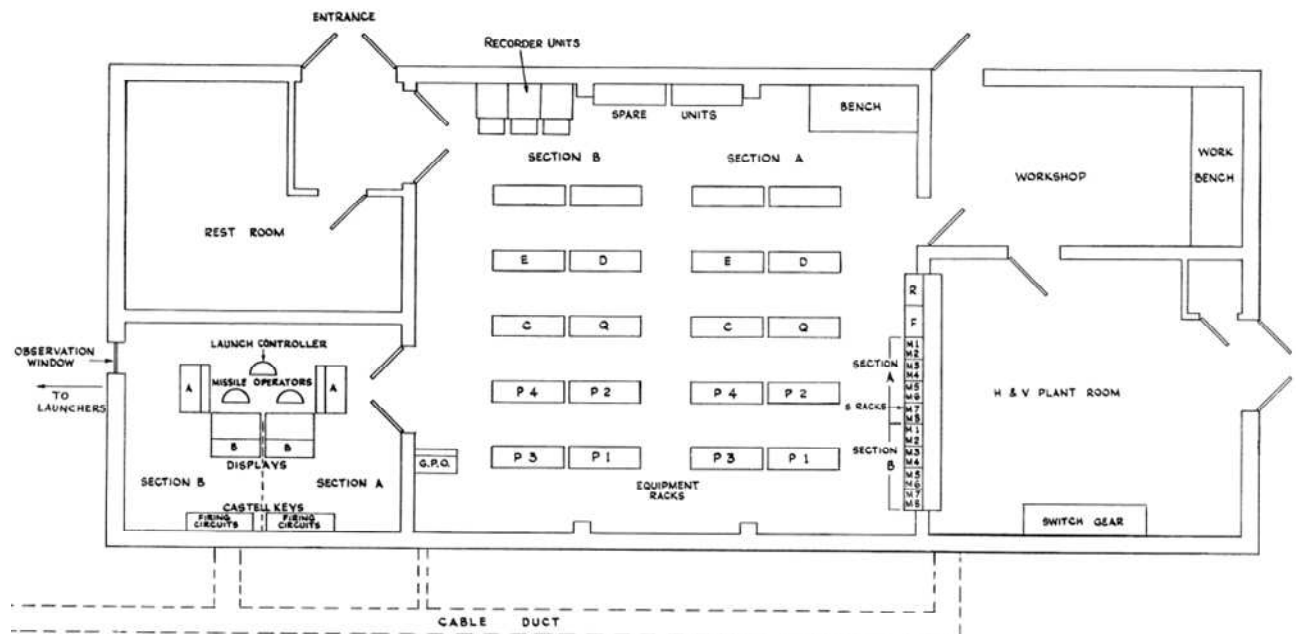


Fig 39

**D/03**

I en mobil version skulle utrustningen, som då skulle ha kapacitet att kontrollera fyra robotar och lavetter, monteras på en 5-tons trailer och vara transporterbar med flyg. Fig 40 visar dess layout. Även i det alternativet skulle den vara delad i två sektioner med möjlighet att utnyttja den andra radarn.

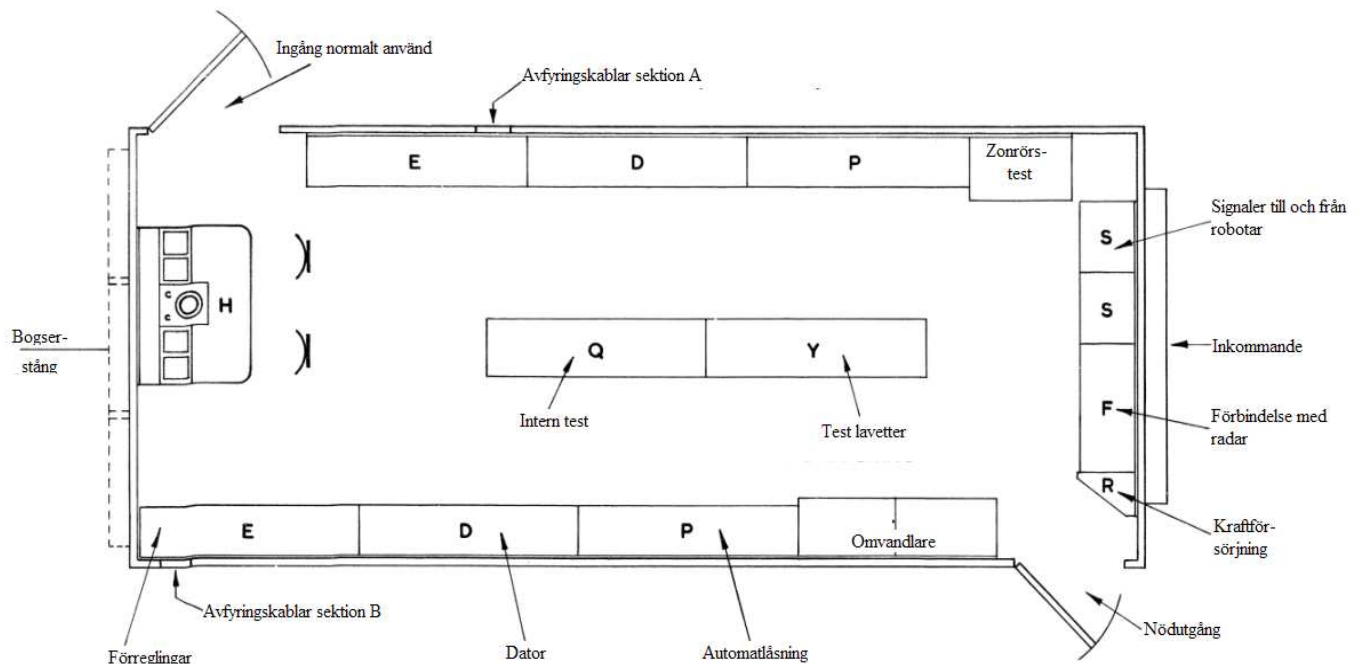


Fig. 40

**D/04**

I båda fallen behövs bara två operatörer, en för vardera sektionen.

**Gruppering D/05**

RBGC är centrum för all aktivitet inom robotgruppen och länkar samman robotar, lavetter, radarstationer och kraftaggregat. All taltrafik och all måldataöverföring mellan den överordnade stridsledningscentralen och robotgruppen går via RBGC

**D/06**

Fig. 40 visar hur en robotgrupp i stationär gruppering i princip skulle kunna se ut. Här är en anseelig eldkraft koncentrerad till ett förhållandevis litet område. Avståndet mellan lavetter är främst dikterat av skaderisk från raketflammorna. De angivna måtten tillåter att en sektion avfyras även om den andra vänder sidan till. Minimiatståndet, 90 m, mellan belysningsradar och robot är bestämt av raketflammans verkan på antennen och maximala avståndet, 270 m., är bestämt av behovet av en säker signal in på robotens bakre antenn. Valet av uppställningsplats för RBGC är mindre kinkig och bestäms mer av vägförhållanden och kabelkostnader.

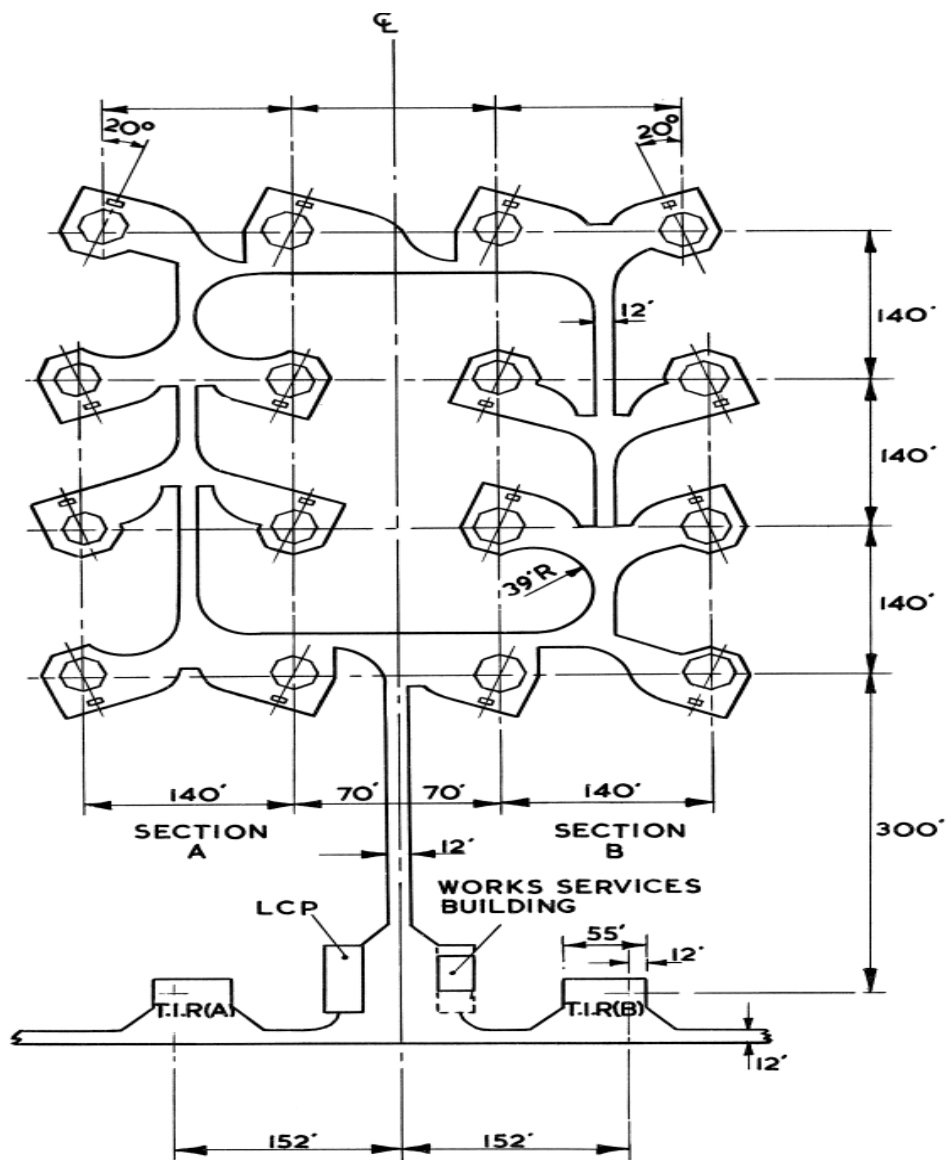


Fig.41



En bild med 8 rb BH 1 grupperade att jämföra med fig 41 principskiss med 16 rb.

## **Funktion. D/07**

Följande aktiviteter och åtgärder initieras från RBGC

- Tillslag av robotens och lavettens krafterheter, hydraulapparater och kyl Luft.
- Överför korrekta elgöndata och övervakar av att de åtlyds
- Låsning av robotens bakre mottagare på belysningsradarns signal
- Låsning av avståndsporten i robotens främre mottagare på målet
- Riktar in målsökarantennen mot målet
- Kontrollerar att den signal roboten får från målet är tillräckligt stark
- Kontrollerar att målet är inom robotens bränsleräckvidd och att raketerne inte faller inom "tabu"-område
- Avfyrar robot, föutsatt att samtliga ovanstående åtgärder korrekt vidtagits och att inga operativa eller säkerhetsrelaterade restriktioner föreligger
- Beräknar flygtiden, signalerar "robot närmar sig mål" och ger indikation på att radarn kan inisas mot nytt mål
- Presenterar genom indikerlampor förhållanden rörande stridsledning och förhållanden på grupperingsplatsen så att insats kan göras med ett minimum av samtal mellan operatörer

## **D/08**

I det statistiskt grupperade systemet ligger robotarna på lavett i månadslånga perioder. I slutet av varje sådan period tas de till verkstad för grundlig översyn.

## **D/09**

RBGC är normalt frånslagen men switcharna på kontrollpanelen "Missile starting" lämnas tillslagna. När order om höjd beredskap sänds till RBGC blir operatörens första åtgärd att trycka på "Master missile start" Därefter ägnar han sig åt panelen "Missile operator" fig. ? men har normalt inga fler åtgärder att vidta med undantag för att välja robotar att avfyras och att trycka på avfyringsknappen

## **D/10**

Den information operatören har tillgång till från panelen är

- Indikerlampor med information om robotarnas beredskapsstatus
- Målposition och målhöjd
- Videosignal från vilken vald robot som helst

## **D/11**

Tidsförhållandena under en insats från "kallt" läge framgår av nedanstående schema. Det förutsätts att 50 Hz och 400 Hz är tillgängliga och tillslagna, att radarn sänder inom 1 min. och 30 sek. och att radarn har hittat och följer målet inom 1 min. och 50 sek.

- 0:00 Insatorder. Operatören startar RBGC
- 0:10 RBGC strömförsörjning fullt på. Operatören trycker på knappen "Master missile start"
- 0:15 Första lavetterna och robotarna påslagna
- 1:15 Robotens högspänning till. Gyronna startar. Mottagaren söker. Lavetten svänger mot målet.
- 1:32 Bakre mottagaren låser på radarn. Främre antennen riktar mot målet.
- 1:37 Främre mottagaren låser på målet. (Hyggligt god signal från målet)
- Eld.
- 1:40 Roboten lämnar lavetten.

## **D/12**

Den tiden kan avsevärt reduceras om sekvensen börjar från "stand by"-läge, d.v.s. om all ström som har med uppvärmning att göra redan är tillslagen. Alla gruppens enheter kan stå i läge stand by under obestämd tid.

## **D/13**

Om radarn sänder inom 20 sek. och låser på målet inom 35 sekunder kan tidskalan få följande utseende

- 0:00 Operatören trycker på "Master missile"
- 0:05 Första roboten tillslagen. Robotarna switchas från Stand by till On
- 0:20 Robotarnas högspänning till. Gyrona i gång. Låsning påbörjas. Lavetten svänger in mot mål.
- 0:37 Bakre mottagaren låst på radarn. Främre antenn riktad mot mål.
- 0:42 Främre mottagare låst på mål
- 0:43 Eld
- 0:45 Robot lämnar lavett.

**D/14**

De funktioner, som tidigare nämnts i D/07, beskrivs i blockschemat fig. 42 och i följande text något mer detaljerat.

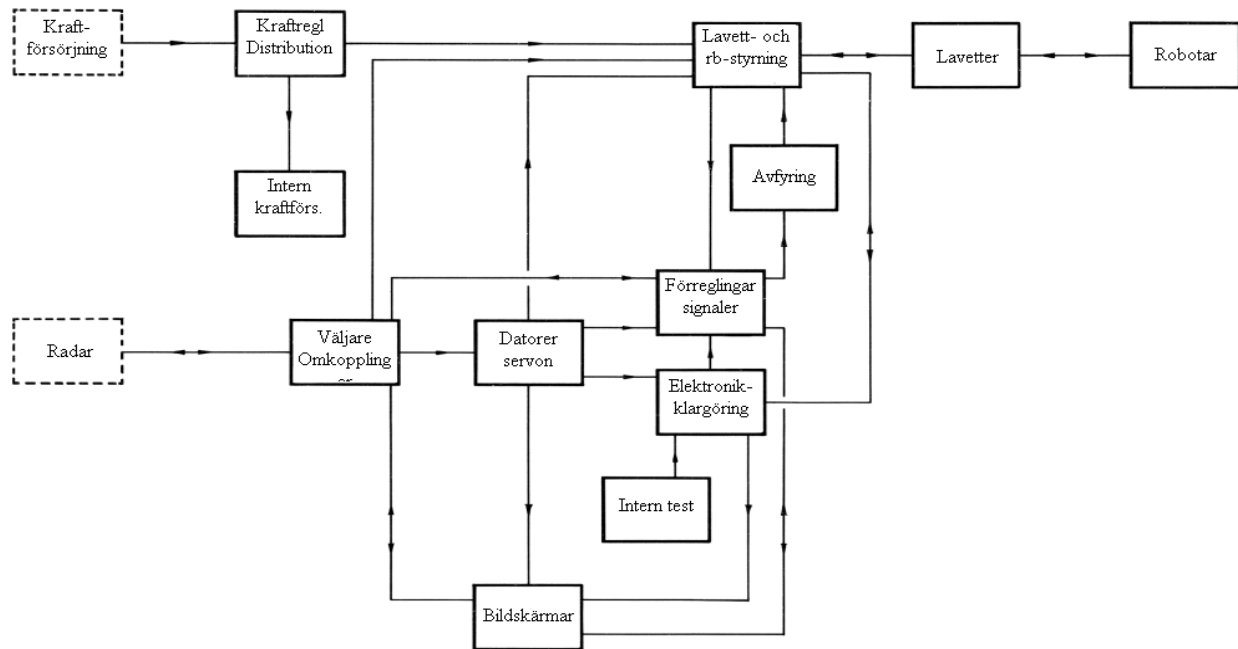


Fig. 42

**D/15**

Varje försörjningsenhet innehåller den hydraulrigg som försörjer roboten och den kompressor och kylmaskin som levererar kylluft till roboten. De, tillsammans med den motor som vrider lavetten, startas i en undersekvens med en enda knapptryckning i RBGC. Lavetterna och försörjningsenheterna startas med ett litet tidsmellanrum mellan varje för att undvika höga momentana belastningar på kraftförsörjningen.

**D/16**

Startenheten skickar också de signaler till roboten som ombesörjer trycksättning av olja till generatorns motor och som säkerställer att Ledex-omkopplaren står rätt att rörens glödtrådar är uppvärmda innan anodspänningarna slås till

**D/17**

För närvarande är 60 sekunder anslagna som uppvärmningstid. Gränssättande för den tiden är den tid lokaloscillatorn behöver för att hitta och ställa in sig på signalen från bakre antennen.

**D/18**

Antenngyrot behöver mellan 25 och 30 sekunder för att komma upp i fullt varvtal men är acceptabelt stabilt efter ungefär 15 sekunder.

**D/19**

Startkretsarna sänder en signal till en magnetventil som öppnar olja till antennstyrningen. Förreglingar förhindrar att antenn en eller generatoren skadas under uppstart och avstängning.

**D/20**

Lavetterna kan styras via elgonöverföring från tre datakällor nämligen belysningsradarn, övervakningsradarn och ett fixerat elgon, det som ger signalen "Standby bearing". Operatören kan med en trelägesomkopplare välja vilket som helst av alternativen men omkopplaren överrids av automatik om beredskapen påfordrar.

**D/21**

Data från övervakningsradarn är användbara när lavetten skall riktas mot nytt mål medan belysningsradarn fortfarande är upptagen med att följa ett tidigare mål fram till träff. Därmed kan man tjäna in några sekunder därför att belysningsradarn svänger snabbare än lavetten. Data från övervakningsradarn kan bara väljas när signalen "Data on line" föreligger därför att vid andra tillfällen kan övervakningsradarns elgondata sakna referens till målets position.

**D/22**

Elgonet "Stand by bearing" ställer lavetterna i ett mittläge, där de normalt står om de inte är "på mål".

**D/23**

Lavetterna måste följa belysningsradarn medan denna håller målet fångat och då överrids signalen "On target" omkopplaren. Efter målfångning kan data komma att ändras om riktningen till målet går in i en "tabuzon" men vid det laget är främre antennen låst på målet.

**D/24**

Medan belysningsradarns antenn kan vridas obegränsat i bäring är lavetten begränsad till 210 ° åt vardera hållet från mittläget. I robotgruppcentralen adderas till elgonvärdena från belysningsradarn en signal som gör det möjligt för lavetten att avgöra åt vilket håll den skall gå utan att stöta på ett gränslägesstopp.

**D/25**

Om lavetten styrs med "Stand by bearing" eller "Tabuzon" används bara grovelgonen. Signalen "Coarse hold" kopplar bort eventuella utsignaler från finelgonen eftersom ingen större noggrannhet behövs i de lägena.

**D/26**

Bakre mottagaren måste förberedd så att den är avstämd till frekvensen hos den egna gruppens belysningsradar och så att den bara godkänner rätt P.R.F. och fasläge till A.F.C. kretsarna och triggkretsarna. Beträffande bärvågens frekvens är det viktigt att ställa in lokaloscillatorns reflektorspänning så att korrekt mellanfrekvens erhålles när den blandas med signalen från främre antennen. Samtidigt är det viktigt att kaviteten justeras så att maximal uteffekt från oscillatorn \*) erhålles. Inställningen görs automatiskt efter en knapptryckning

\*) (Andra moden? Förf. anm.)

**D/27**

P.R.F.-låsningen ombesörjs av ett servo som jämför frekvensen hos portpulserna från roboten med pulser som ursprungligen genereras i belysningsradarn och synkroniserar portpulserna med referenspulserna. När det är klart på första roboten i paret kopplas synkroniseringsutrustningen in på nästa robot. En särskild krets övervakar att bakre mottagaren hålls låst på nominell bärfrekvens och att P.R.F.-generatoren går rätt. Om det visar sig att första robotens låsning skulle bli störd kopplas synkroniseringsutrustningen

omedelbart in på den roboten igen. Återlösning tar betydligt kortare tid än det initiala sök- och låsförloppet.

### **D/28**

Främre mottagarens avståndsport måste ställas in på målektot innan avfyring kan göras. Till följd av att det är ett visst avstånd mellan roboten och belyningsradarn och beroende på riktningen till målet i förhållande till riktningen från radarn till roboten anländer ekot tidigare eller senare till främre antennen än den gör till radarn. I radarn genereras därför pulser som uppträder en viss tid innan ekot når radarn. De modifieras och används som ett slags "artificiellt"eko för att justera in läget på främre mottagarens avståndsport och det är viktigt att den läggs inom avståndsservots sök- och låsområde. Så snart läget på avståndsporten är inställt tar robotens eget servo över kontrollen av den.

### **D/29**

I målfångningsskedet följer lavetten målet exakt i sidled vilket gör antennstyrningen enkel. Antennen står sidledes riktad i robotens vertikala symmetriplan och höjledes riktad  $30^\circ$  mot horisontalplanet. Den enda ängring som behöver göras är därför  $30^\circ$  minus målets elevation.

### **D/30**

Signalen från robotgruppcentralen mot vilken antennriktningen ställs är en likspänning med samma belopp som den från de faskänsliga likriktarna i antennservot. De båda spänningarna jämförs och skillnaden mellan dem används till att precedera gyrot i elevation.

### **D/31**

En liten långsam svepspänning läggs på drivspänningen i elevation. Skälet till detta är en liten risk för omständigheter som försvårar exakt inriktning.

### **D/32**

Särskilda kretsar för signalstyrkekontroll utnyttjar A.G.C.- spänningen, som alstras i roboten i den senare delen av avståndsservot. De ger besked om förmågan till lösning på mål snarare än om signl/brus- förhållandet. Samma kretsar används för att bestämma när antennen skall frigöras och när det är gynnsamt att avfyras.

### **D/33**

Svaret på frigöringssignalen är så inrättat att att det ögonblickligen går till men dröjer en sekund med att gå ifrån. Skälet till detta är att antennstyrningen skall gå över till mottagarens kontroll snarast möjligt men att antennen inte skall gå tillbaka till "nolläge" vid tillfälligt signalbortfall.

### **D/34**

"Klarsignalens" kretsar har givits tre sekunders uppbyggnadstid men men faller ur ögonblickligen vid fading för att tillförsäkra att roboten inte avfyras på en alltför svag signal.

### **D/ 35**

För mål som ses under mycket låg elevation är robotens radarräckvidd betydligt längre än bränsleräckvidden. Avfyring kan därför inte göras förrän beräkningarna av träffpunkten som en dator i robotgruppcentralen gör ger vid handen att bränslet räcker ända fram.

### **D/36**

Det är naturligtvis angeläget att nyckelenheter som radarstationer inte träffas av fallande utbrända raketer och därför förhindrar en särskild krets att avfyring kan göras i en sådan "tabuzon". Det påverkar inte grupperingen av lavetterna men håller inne elden tills

berörd lavett riktats till närmaste fria zongräns. I standardutförandet kan två sådana zoner förinställas.

### **D/37**

Ytterligare faktorer kan motivera restriktioner i eldtillstånd och därför förhindrar en hel kedja av förreglingar vådaavfyring.

### **D/38**

Operatören - i den svenska versionen kallad robotstridsledaren - väljer ut den eller de robotar som skall avfyras och trycker sedan på avfyringsknappen. Det är två sekunders fördröjning från det att rammotorernas tändare initierats tills raketerna tänds. Skälet är att motortändarna måste brinna säkert och hinna höja temperaturen i brännkammaren innan luftströmmen gör sig gällande.

### **D/39**

När första roboten i paret lämnar lavetten kopplas avfyringskretsarna omedelbart in på nästa robot i paret. Om bra signalförhållanden råder är nästa robot klar för skott inom fyra till fem sekunder men innan den avfyras måste ett omsorgsfullt val av mål vara gjort.

### **D/40**

För att på bästa sätt unyttja tiden mellan insatser måste överordnad stridsledning hållas underrättad om när träff är nära förestående så att nytt mål kan väljas ut och belysningsradarn kan visas in på detta så snart den blir ledig. Det kan också visa sig nödvändigt att tala om för belysningsradarn att ett engagemang är avslutat eftersom ett lyckat skott inte nödvändigtvis medför att måleket direkt försvinner.

### **D/41**

En enkel analog räknekrets jämför den uppskattade flygsträckan hos roboten med målavståndet. När datorn uppskattar att tio sekunder återstår till träff sänder den meddelande till överordnad stridsledning att träff är nära förestående. Tio sekunder efter beräknad tid för träff sänder den en annan signal som indikation på att engagemanget är slut. Datorn startas i och med att en robot lämnar sin lavett och nollställs och återstartas varje gång ytterligare robot lämnar lavetten mot samma mål.

### **D/42**

För att undvika förvirring, som lätt kan uppstå när order och rapporter utväxlas muntligen, reducerar en logisk översättare alla nödvändiga kommandon för ett normalt engagemang till ett litet antal lampsignaler. De av signalerna som angår rbgc finns i D/44 (6) nedan.

### **D/43**

De utrustningar och kretsar som handhar förberedelse och inställning av robotmottagaren (A.F.C., P.R.F., låsning osv) kan kontrolleras beträffande korrekt funktion genom att de med en enkel knapptryckning kopplas in på en inbyggd "standardmottagare". Inom ungefär tjugo sekunder kan alla procedurer kontrolleras och varje felfunktion snabbt upptäckas.

### **D/44**

Robotstridsledarens pulpet visas i fig 43. De numrerade komponenterna beskrivs kortfattat i det följande.

- (1) En panel som innehåller reglage för A-indikatorn. En liknande panel innehåller reglage för PPI.
- (2) En liten panel för telefonutrustning. Switcharna är till för uppringning och tal.
- (3) Fjärrkontroller. Tillåter målsökare och zonrör att verka passivt om så behövs.
- (4) Omkopplare som kopplar in signalen från den engagerade robotens färr mottagare till A-indikatorn
- (5) A-indikatorn visar signalförhållandena i målets omedelbara närhet.
  - Denna uppsättning lampor ger följande indikationer:

- "T.I.R. radiating" - Bakre mottagaren kan låsa.
  - "T.I.R. Action" - Betyder att en order har givits till radaroperatören och att dennes åtgärdsbekräftelse inväntas.
  - "No Target Seen" - Radaroperatören hittar inte det mål som tilldelats honom.
  - "New Target" - Indikerar att ett nytt engagemang påbörjas.
  - "Missile Burst" - Indikerar att ett skott har lyckats.
  - "Destroy Missile" - Informerar robotstridsledaren om att belyningsradarn har blivit instruerad att gå ifrån aktuellt mål. Därmed har roboten blivit frångången möjligheten att "se" och hållas låst på målet.
  - I anslutning till lamporna sitter också en switch märkt "Salvo Complete" som robotstridsledaren slår till när alla robotar, som avdelats för ett uppdrag, har avfyrats.
- (6) En panel innehållande följande lampor som ger indikation om robotarnas klargöringsläge:
- "K-lampan" - talar om huruvida den valda roboten i ett par är eleverad på lavetten
  - "Power On" - en lampa för var och en av robotarna, visar om försörjningsenhetens hydraulrigg är tillslagen.
  - "A-lampan" - en för varje robot men bara den ena i paret kan lysa och indikerar då vilken av robotarna som är klar. Lampan lyser när robotens elektronik är uppvärmd.
  - "B-lampan" - lyser när robotens bakre mottagare är låst på belyningsradarn.
  - "C-lampan" - lyser när lavetten följer bäringsdata korrekt och om avståndsporten har legat rätt i tre sekunder.
  - "D-lampan" - indikerar att den mottagna signalen är tillräckligt stark för att mottagaren skall kunna kontrollera antennriktningen.
  - "Ready-lampan" - indikerar att mottagna signalen är tillräckligt stark för att tillåta avfyring.
  - "Test-lampan" - indikerar att en viss kanals klargöringsutrustning är ansluten till den internatestutrustningen för funktionskontroll.

Under lamporna sitter också de knappar med vilka robotstridsledaren kan skifta över klargöringsutrustningen till den andra roboten i paret, förutsatt att båda är uppvärmda. Överskiftningen är automatisk om robot har avfyrats.

(8) Switchen "Site Ready". Robotstridsledaren skickar denna signal till överordnad stridsledning när robotgruppen är eldberedd.

(9) En höjdmätare, graderad 0 – 60000 fot, visar målets aktuella höjd.

(10) Avståndselgon. Ger robotstridsledaren möjlighet att mata in avståndsinformation om belyningsradarn är störd.

(11) Manuell/Elgon. Switch som kopplar in manuella avståndsinformationen skall användas och motmedel tillgripits.

(12) Fyra lampor som ger besked om eventuella avfyringsrestriktioner.

- "Fuel Range" - lyser om målet befinner sig utom bränsleräckvidden.
- "Tabuzon" - indikerar att målet befinner sig i en sektor där raketnedfall inte tillåts.
- "Launcher Limit" - blinkar för att varna för att lavett närmar sig ändstopp och snart kommer att svänga tillbaka.
- "No Restriction" - betyder att ingen av de tre ovanstående faktorerna är för handen.

(13) Mållägesindikator. En svag, rät linje och en starkt upplyst punkt visar riktningen i bäring och avståndet till målet.

(14) Switch med vilken avfyring i förbjudna zoner kan göras om situationen så kräver.

(15) Trelägesomkopplare med vilken robotstridsledaren kan sända data från belyningsradarn, från överordnad stridsledning eller från "Stand by Bearing"-elgonet till lavetterna. Inkluderar också lamporna "T.I.R. On Target" och "Data On Line" som talar om att överordnad stridsledning har tilldelat robotgruppen mål. Tre lampor visar vilken information som används därför att detta, när automatiken tagit över, inte nödvändigtvis överensstämmer med omkopplarläget.

(16) Avfyringspanelen har följande lampor:

- "Hold Fire" - lyser när överordnad stridsledning av någon anledning inte kan tillåta avfyring, även om robotgruppen har tilldelats mål och klargjort robotar.
- "Free to Fire" - lyser när inga taktiska restriktioner för avfyring föreligger och robotar är klara.
- "Launcher Loaded" - en för varje lavett. Så snart robotgruppcentralen är påslagen kan robotstridsledaren se om alla lavetter är laddade. De slocknar när associerad robot avfyrats.

På panelen sitter också fyra vippströmbrytare med vilka robotstridsledaren kan välja vilken robot han skall skjuta. Han trycker då ned respektive vippbrytare samtidigt som han trycker på avfyringsknappen som sitter på samma panel.

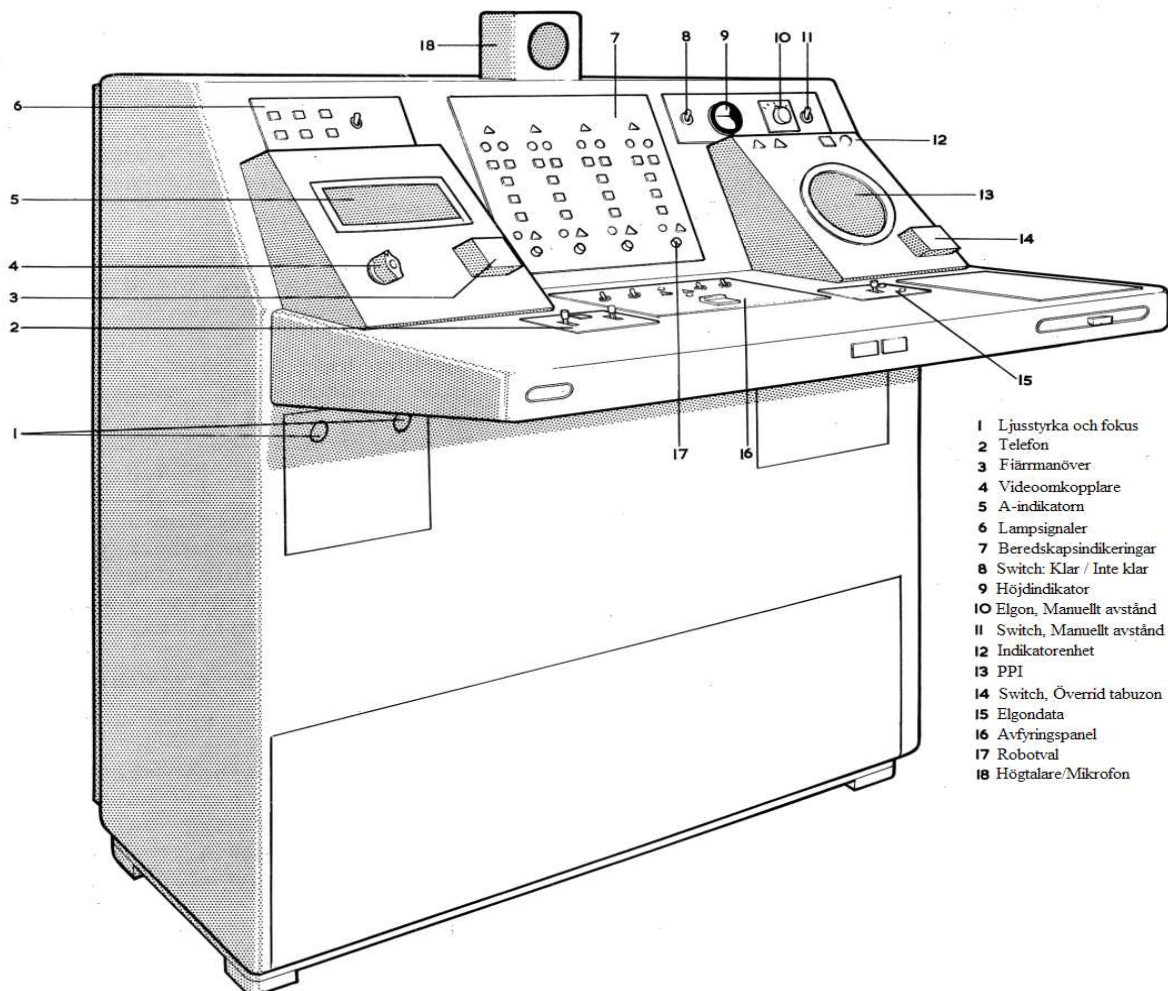


Fig. 43

## D/45

I det utrymme där robotgruppcentralen placerats har mycken möda lagts på att bygga in komponenterna lättåtkomligt. De flesta komponenterna sitter monterade i ett och samma plan på lättåtkomliga plattor som fästs i chassiramar som lätt kan bytas ut. Alla anslut-

ningar utom koaxialkablar görs via hyls- och stiftproppar. Det är i allmänhet en fråga om sekunder att byta ett helt chassi. De operativa kraven på robotgruppcentralen tvingade fram felsökning och reparation på platsen och nästan alla komponenter är åtkomliga och kan ses utan att chassit tas bort. Felsökning underlättas i hög grad genom ett logiskt system för identitetsbeteckning av komponenter.

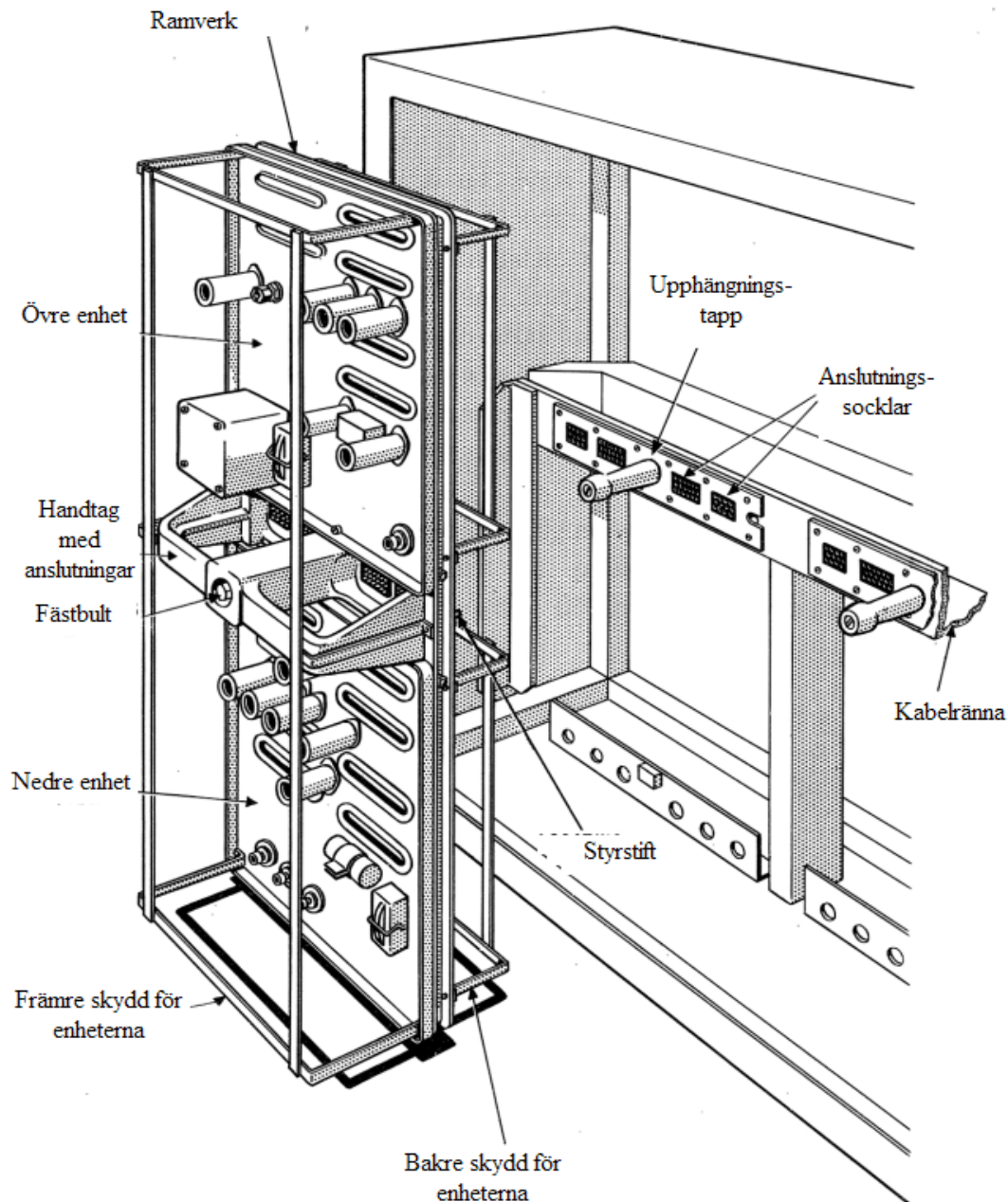


Fig. 44

## E. Belysningsradarn.

### E/01

Den belysningsradar som används i system Bloodhound 1 är den som benämns British Thomson Houston Sting Ray. Dess huvudsakliga uppgift är att noggrant följa och belysa det valda målet. De reflekterade signalerna från målet tas emot av robotens främre antenn och utnyttjas till att navigera roboten mot målet.

**E/02**

Sting Ray har två sändarsystem och kan dels sända på S-bandet med en relativt vid lob för att söka efter, lokalisera och initialt följa ett mål och dels sända på X-bandet med en mycket smal lob för den slutliga följningen och belysningen av målet.

**E/03**

När radarn får invisningsdata från överordnad stridsledningscentral ställer den automatiskt in sig mot dessa data. En viss justering beträffande avstånd kan bli nödvändig för att radarn skall hitta och låsa på målet på S-bandet. Efter låsningen med S-bandet kopplar radaroperatören om den till automatisk målföljning och belysning på X-bandet.

**E/04**

Belysningsradarn kan användas antingen i ett stationärt grupperat eller i ett transportabelt system. Utrustningen inryms i två fordon, det ena här kallat antennvagnen och det andra kallat indikatorvagnen. Till dessa båda ansluts en motorgenerator och två Ward-Leonardgeneratorer. Under transport fraktas de i ett separat fordon tillsammans med domkrafts- och avvägningsmateriel, stegar, plattformar kablage och antennreflektorn.

**E/05**

Sting Ray behöver 415/240 V 50 Hz trefassspänning som tas från elnätet eller från dieseldrivna generatorer. Råkraftens frekvens ändras med en roterande omformare till 1660 Hz för största delen av kraftbehovet och till 400 Hz för elgonöverföringarna.

**E/06**

När Sting Ray är i drift är de båda vagnarna sammankopplade med kablar och står då knappt femton meter från varandra.

**E/07**

Antennvagnen bär den utrustning som erfordras för sändning och mottagning samt för den servomekanism som sköter styrningen av antennen i sida och höjd. Den utgörs av en hydda som är monterad på en trailer som också bär ett vridbord och en antennenhet. Antennenheten bärs av vridbordet och består av en centrumpelare, en vagga och reflektordelen.

**E/08**

Chassit är en stabil plattform för vridbordet. På det vilar en centralpelare som i sin tur bär en horisontell axel. På denna är sedan vaggan som bär vågledaren och antennen fäst. Hela riktmekanismen är utförd med mycket små passningstoleranser.

**E/09**

Antennen vrids i sidled av ett par servomotorer som driver kuggdrev som går i ingrepp med kuggkransen på vridbordet via en kuggväxel. Elevationsrörelse åstadkoms på i princip samma sätt av ett annat par motorer som via kuggväxel är kopplade till vaggan.

**E/10**

Antennvagnen bärs upp av tre domkrafter när den står uppställd på grupperingsplats. Den förses med en stege och gångbord för åtkomst av hyddan och antennheten.

**E/11**

Vaggan innehåller de detaljer som är nödvändiga för sändning och mottagning av radar-pulserna. Den mottagna pulsens frekvens transponeras ned och förstärks. Funktionsmässigt kan vaggan indelas i följande sektioner:

*Kvadranten :*

X- och S-bandens modulatorer, magnetroner och magneter samt deras övervaknings- och skyddskretsar.

*Centersektionen :*

Duplexdetaljer, lokaloskallatorer, A.F.C.-enheter, förförstärkare för MF och summations-förstärkare för båda banden,

*Gondolen:*

Effektdelare för Xbands- och S-bandsenergin, inklusive hornantennerna och matare till dem. Avstämningsskaviteter och tillhörande detaljer som ingår i fjärrstyrningen av HF-sidans frekvensövervakning. Kraftförsörjning för lokaloskallator.

*Reflektorstativ:*

Tryckluft för kylning av magnetronfönstret och för att trycksätta vågledarna. Kylluft av lågt tryck för kylning av vissa speciella detaljer i vaggan. Enhet för allmänkyllning av vaggan. En mätutrustning för övervakning av kylluften.

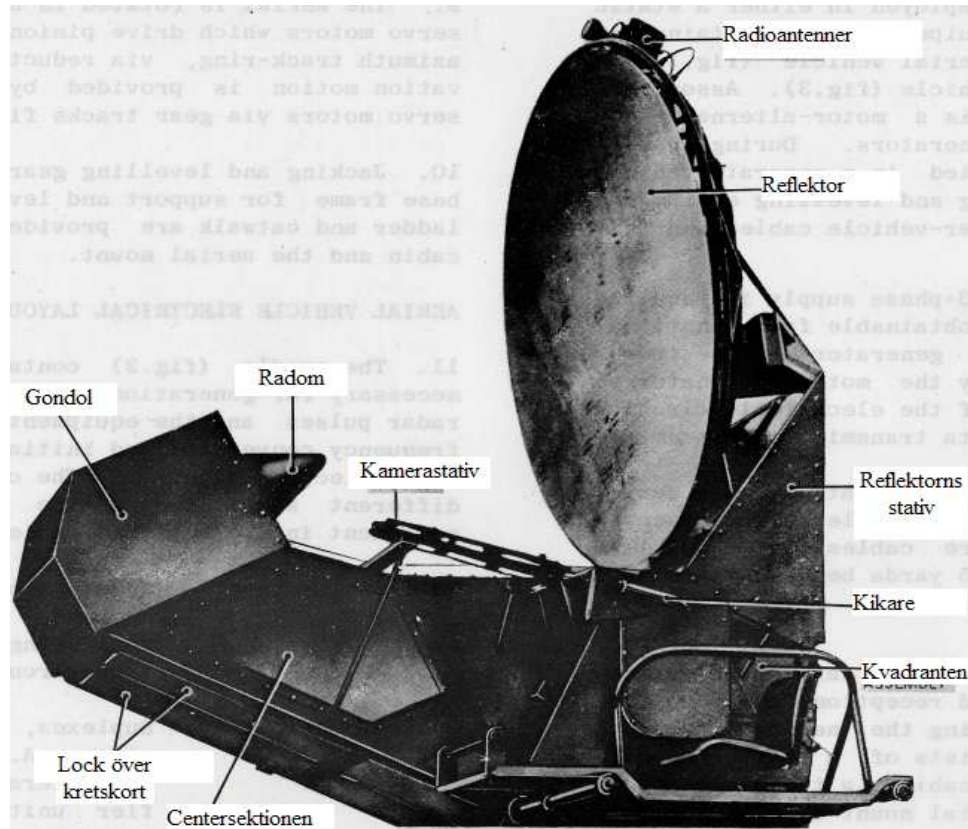


Fig. 45

**E/12**

Hyddan som är placerad på främre delen av vagnen inrymmer de kretsar som har att göra med

1. Styrning, distribution och skydd av högfrekvensenergin och tillhandahållandet av råkraften till HF-energin.
2. Generering, avsäkring och distribution av de likspänningar som behövs för elektroniken i hyddan och vaggan.
3. Generering och reglering av högspänning för modulatorerna i vaggan
4. Generering och reglering av strömmen till magneten
5. Förstärkningen av den mellanfrekvens som sänds till den slutliga användningen i indikatorvagnen.
6. Presentation av information om enheternas aktuella prestanda och eventuella fel.
7. Servoförstärkarna.

**E/13**

Hyddan och vaggan på antennvagnen förbinds direkt med kablar. Inga släpringar används utan i stället förläggs kablarna i spiraler så att antennen tillåts röra sig i såväl sida som höjddled.

**E/14**

Kablarna från kopplingslisterna i hyddan är dragna till en kopplingsbox i underkanten av antennstativet. Därifrån är de enskilda trådarna dragna via kopplingsboxar till vaggans kopplingspanel.

**E/15**

Indikatorvagnen är en tvåaxlig släpvagn på vilken en värmeisolerad kabin är monterad. Denna inrymmer operatörens manöverpulpit och elektroniken för att ta ut och presentera måldata. Tillträde till kabinen fås genom två dörrar, en på vardera sidan. Kabinen är avdelad i två utrymmen, ett för operatören och ett för den utrustning som behövs för signalbehandlingen.

**E/16**

I operatörens utrymme finns manöverpulpiten med de indikator- och manöverfaciliteter som är nödvändiga för stationens enmansbetjäning. Den utrustning, huvudsakligen elektronik, som finns i det andra utrymmet är indelad i fem sektioner, som har med var sin funktion att göra, nämligen:

- (1) Avstånd
- (2) Kraftförsörjning
- (3) Invisning och följning
- (4) Dataförmedling
- (5) Övervakning, manövrering

**E/17**

Placeringen av de olika funktionerna framgår av planskissen fig. 46. Alla sektionerna är lättåtkomligt monterade på golvet på liknande sätt som i antennvagnen.

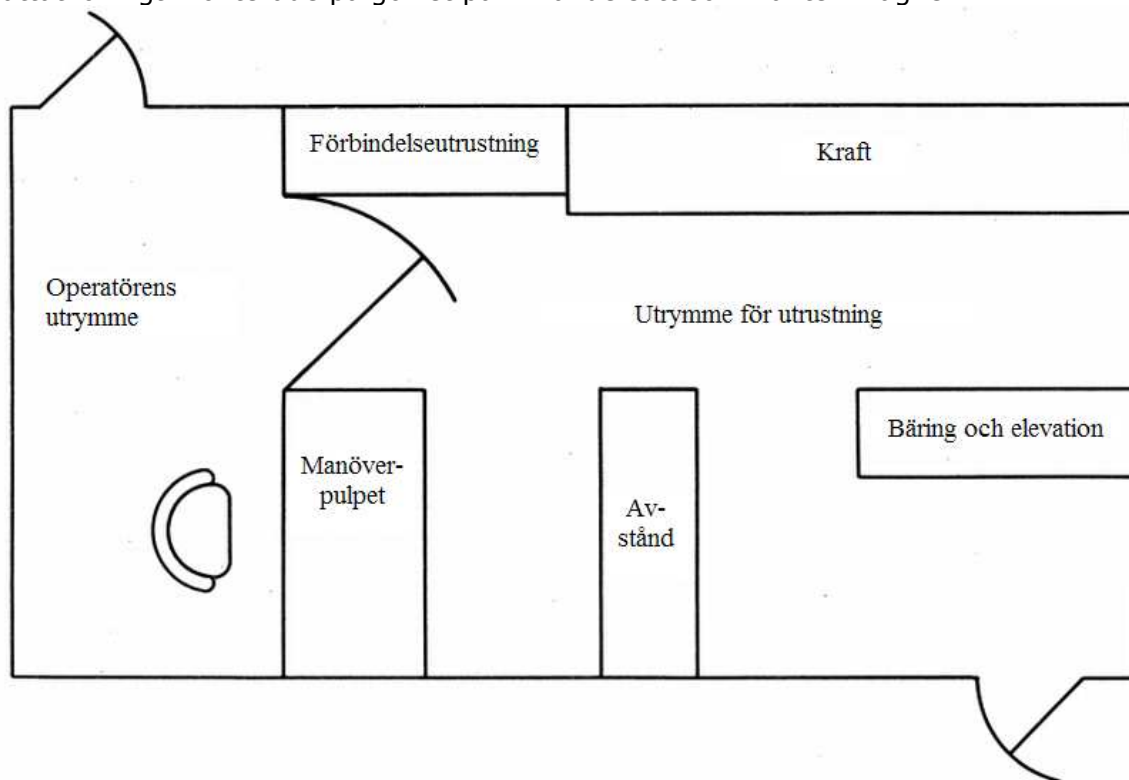


Fig. 46

**E/18**

Innehållet i de olika sektionerna i indikatorvagnen är i grova drag följande:

**Avståndssektionen**

- (1) Automatik och manuella faciliteter för avståndsangivningen
- (2) Mätkretsar för avstånd
- (3) Automatisk och manuell antenrickning med hänsyn till avståndet
- (4) Generering av avståndspulser

**Kraftsektionen**

- (1) Generering och stabilisering av de likspänningar som används i indikatorvagnen
- (2) Slutstegen signalkedjan från mottagarna rörande antennstyrningen
- (3) Första stegen i likspänningsförstärkaren i antennstyrningen

**Invisning och följning**

- (1) Signalbehandling av den likspänning som skall mata generatorerna i antennservot
- (2) Generering av tidreferenspulsarna

Dataförmedling Utrustning för distribution och säkring av den strömförsörjning som behövs i indikatorvagnen. Denna sktion utgör också en kopplingsbox mellan olika enheter i indikatorvagnen och för inkommande försörjning och utgående data.

**Övervakning:**

- (1) Indikatorer i form av katodstrålerör för manövrering av radarsignaler
- (2) En uppsättning tryckknappar för kontroll av Sting Ray
- (3) Driftövervakning och felindikeringar
- (4) Ett system av signallampor för rderutväxling
- (5) Mållägesindikatorer

**E/19**

Övervakningsfaciliteter i varje enhet möjliggör kontroll av hur de olika systemen fungerar.

**E/20**

Sting Ray kontrolleras av en enda operatör vid indikatorvagnens manöverpulpit. Framför sig har han

- (1) Knapparna "On", "Off" och "Two minutes Ready". Hela stationen kan bringas att gå från helt nedsläckt till fullt operativt läge bara genom nedtryckning av "On" - knappen vilket initierar en helt automatisk uppstartningssekvena. När stationen är fullt operativ kan "Two Minutes Ready" väljas genom nedtryckning av knappen med deen texten. I det läget är sändarna och servona – för att minimera slitage – frånslagna.
- (2) Katodstrålerör, "grov" och "fin" som används under målsökning och sedan målet fångats för att ge indikation om följningen i avstånd.
- (3) Lamptryckknappar för radarns olika driftförhållanden
- (4) Visarinstrument för målläge
- (5) Lamptryckknappar för kommunikation
- (6) En väljare som ställs in på den datakälla som skall användas för invisningsdata till belysningsradarn. Manuellt sök tillgrips automatiskt i de koordinater där ordinarie data uteblir.

**E/21**

Fem minuter efter tillslag är radarn operativt klar. Sedan tillslags- och uppvärmningsprocedurerna har slutförts är operatörens uppgifter huvudsakligen att uppmärksamma och verkställa ordersignaler från överordnad stridsledning. Därutöver har han vissa övervakningsuppgifter.

**E/22**

Radarn är konstruerad att utföra vissa i förväg bestämda uppgifter som den verkställer efter att ha fått en enkel ordersignal. Signalerna och vad de skall få radarn att göra är:

**Målfångning:** Antennen och avståndskretsarna i Sting Ray ställs automatiskt in till de värden som sänds från överordnad stridsledning. En mindre manuell justering kan behövas innan signalen "Follow Sw2" väljs och målfångningen fullföljs. I händelse av fel i måldatainmatningen kan radarn visas in manuellt med data som fås på telefon i alla tre koordinaterna.

**Följ på S:** Målet följs automatiskt på S-bandet. Manuell följning i avstånd kan i nödfall göras

**Följ på X:** Målet följs automatiskt på X-bandet. Även här kan målföljning i avstånd göras manuellt.

**Minne:** Sting Ray fortsätter att gå med de respektive hastigheter den hade när signalen "Memory" kom. Denna facilitet tillåter radarn att ligga rätt när ekot återkommer efter att ha varit tillfälligt skymt eller tappat. "Memory" kan också tillgripas för att hindra radarn att börja följa fel mål om två målbånor korsar varandra.

**Stand by:** Programmet "Stand by" är det läge med alla system klargjorda som radarn har omedelbart innan order om sökning efter mål kommer. Radarn försätts i detta läge under pauser mellan engagemang. I "Stand by"-läge kontrolleras alla koordinater manuellt.

## E/23

Utöver startknappen på manöverpulpeten finns individuellt överridande knappar för var och en av funktionerna följning i sida, elevation och avstånd som tillåter att "Remote", "Follow" eller "Manual" väljs oavsett huvudprogrammet. Om till exempel "Follow Sw" är valt (automatisk följning i alla tre koordinaterna) kan avstånd styras manuellt sedan lamptryckknappen "Range Manual" trycks ner. På liknande sätt kan antennen manövreras manuellt med bärings- och elevationsindikatorerna sedan lamptryckknapparna "Azimuth Manual" respektive "Elevation Manual" har tryckts ner.

## E/24

Operatören har följande fasta övervakningsutrustning till sitt förfogande:

- (1) Ett visarinstrument med tillhörande mätpunktsväljare för översiktlig kontroll av radarns funktion på S- och X-banden. Kontrollförfarandet är enkelt och kan göras snabbt och således utföras mellan engagemangen.
- (2) Frekvensmätare för sändarna.

En central grupp indikatorlampor uppmärksammar operatören på avvikelser från det normala i båda fordonen.