



## BELYSNINGSRADAR PE-44/R

av N-O Karlberg (prel version)

### Systemfunktion

Belysningsradarn (brr) är tillsammans med robotgruppcentralen (rbgc) samt roboten (rb) med tillhörande lavett huvudenheterna i robotsystem 68 (Bloodhound Mk II). I övrigt ingår elverk, kraftfördelningsenhet, radiolänk m.m. i ett komplett system.

Brr har till uppgift att hitta mål, följa mål, ge målinformation till rbgc samt sända kommando-signaler till roboten. Genom att brr vid följning belyser målet erhåller rb reflekterade signaler som den utnyttjar för att styra mot målet.

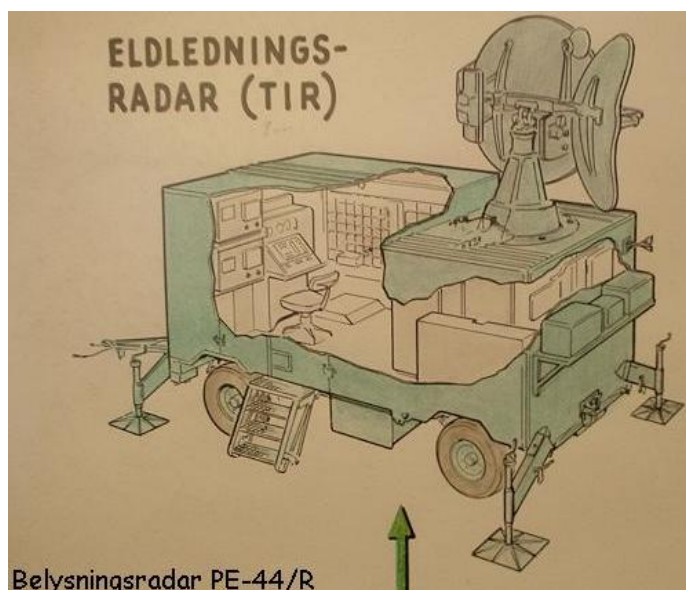
Brr styrs från rbgc, som i sin tur är (via radiolänk, RL) ansluten till en luftförsvarscentral (Lfc). Lfc anvisar mål och svarar för identifiering av mål samt ger ldtillstånd.

### Radarns huvudenheter

Radarn är byggd i en kabin ovanpå ett chassie på hjul som möjliggör transport/omgruppering, varvid antennbommen demonterades och antennpedestalen sänkts ner.

Brr består av följande huvudenheter:

- A- Antennsystem
- B- Radarsändare
- C- Videoenhet
- D- Manöverbord
- E- Antennstyrenhet
- F- Kraftförsörjningsenhet
- G- Kylaggregat
- H- Chassie
- I- Mätenhet
- J- Filterbank
- K- Rbgc-simulator
- L- Sektorspärrenhet
- M- Grindenhet (endast Fenix)



### Antennsystemet (A)

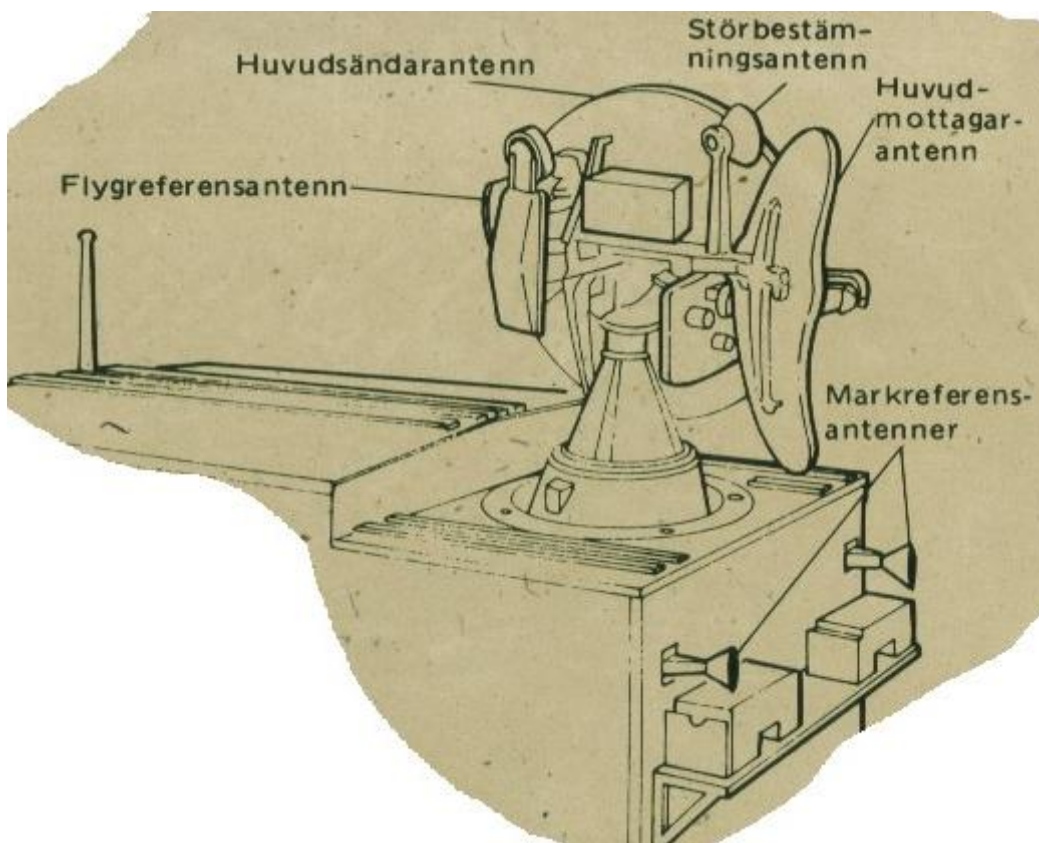
Antennsystemet består av en piedestal och en demonterbar antennenhet. Piedestalen är höj- och sänkbar, vid längre transporter (omgrupperingar) av radarn lyfts antennenheten bort och piedestalen sänks ner och hålen i taket täcks med ett väderskydd. Vid kortare förflyttningar kan antennenheten behållas monterad och piedestalen placeras ner till ett halvnedsänkt läge. Vid normal drift är piedestalen i sitt översta läge.

**Piedestalen** (pedestal aerial) innehåller bl.a:

- motorer för vridning i höjd- och sidled
- elektriska och mekaniska stopp så att antennen inte vrids för långt, max vridning i sidled är ca 3 varv
- kabelvinda för alla signaler till och från antennen, utom sändarsignalen som går i en cirkulär vågledare med roterskarvar

**Antennenheten** (aerial assembly) består av en antennbalk, mottagarens första steg, vågledardetaljer samt följande antenner:

- sändarantenn
- mottarantenn
- flygreferensantenn
- mätantenn
- konstantenn(konstlast)



Sändarantennen (transmitter aerial) är en något snedställd parabol med en lobbredd på 1,35 grader, vilket motsvarar 30 db direktivitet. Genom att snedställa antennen minskar läckstrålningen till mottarantennen. I denna antenn finns ett titthål med ett honeycombfilter (för att förhindra ögonskador) där man kan fästa ett teleskop för kontrollera inriktningen mot ett riktigt mål eller närmålssimulatore.

Mottagarantennen (receiver aerial) är en asymmetrisk parabol som har en smalare lob i höjdlid än i sidled (målets höjd var viktigare än bäringen). Mottagarantennens mottagarhorn är uppdelat i fyra "kvadranter". Genom att jämföra signalen i de två övre kvadranterna med de två nedre erhålls en signal som behandlas i mottagarens höjdvinkelkanal (hv) för att styra antennen rätt i höjdlid så att målet följes korrekt. På motsvarande vis jämförs de två vänstra

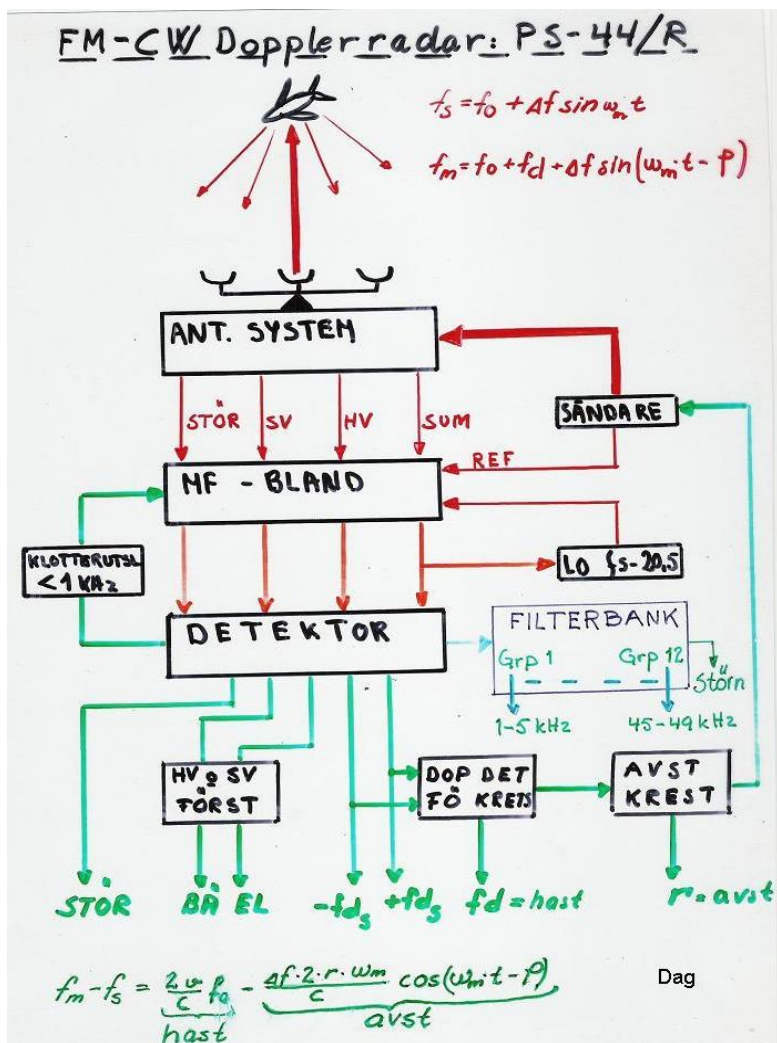
kvadranterna med de två högra för att erhålla en sidvinkelinformation (sv) för styrning av antennen i sidled. Dessutom används den sammanlagda information i alla fyra kvadranterna för övrig signalbehandling, såsom identifiering, hastighets- och avståndsmätning.

Mätantennen (assessment aerial) är en kopia på robotens parabolantenn med roterande dipol och den ger signal till mottagarens mätkanal som mäter signal/brusförhållande (S/N) och störbrusförhållande (J/N).

Flygreferensantennen (in flight reference aerial) är av s.k. osttyp och har en ganska bred lob, speciellt i sidled eftersom den ska belysa roboten som ofta befinna sig vid sidan av syftlinjen mellan radarn och målet. Roboten har en mottagarantenn i bakdelen för att ta mot referenssignal och kommandosignaler. Referenssignalen är ca 30 Hz och är unik för varje station, så att roboten kan säkerställa att målekosignalen och referenssignalen kommer från en och samma radar. De olika frekvenserna är uppdelade med 0,5 Hz skillnad. Förutom referenssignal kan robotstridsledaren sända vissa kommandosignaler till roboten, bl a om motåtgärder under störda förhållanden. Dessa signaler (32 resp 87 kHz) moduleras i olika kombinationer på en 600 kHz underbärvåg.

Konstantennen/konstlasten (dummy load) är en vågledarslinga med absorptionsmateriel som omvandlar sändareffekten, ca 2 kW (kontinuerligt) till värme. Effekten kopplas snabbt (ca 0,1 s) över från sändarantennen till konstlasten (eller vice versa) via en riktkopplare (power divider) med hjälp av en sinnrik konstruktion med skjutbara kolvar i ett vågledarblock. Motivet till funktionen var att inte stråla i onödan, dvs röja sin position.

Mottagarenhet är en metallåda på antennbalkens baksida som innehåller lokaloscillator, blandare (dioder) och ett antal identiska första mf-förstärkare (20,5 MHz mellanfrekvens) för de olika kanalerna (se mottagarantenn ovan) samt ferritmodulatorer för klotterutsläckning för att öka mottagarkänsligheten vid låga dopplerfrekvenser.



## Sändare (B)

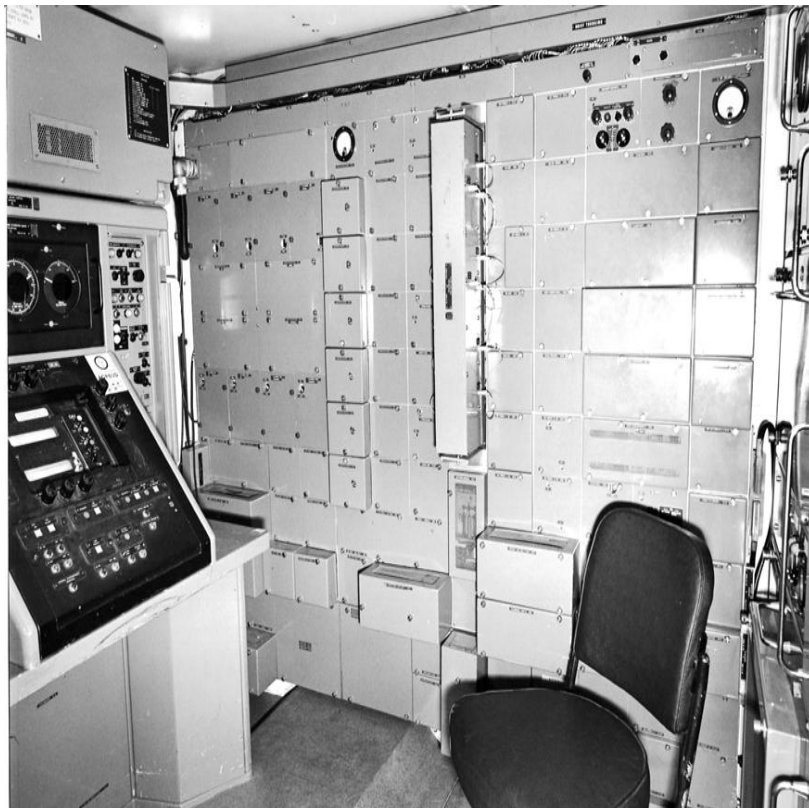
Sändaren (transmitter radar) står mitt i kabinen och består av tre stativ. Det vänstra stativet (B2) består av högspänningenhet som levererar filtrerad och stabiliserad 13 kV till effektklystronen. Enheten består av en trefas vridtransformator, likriktning sker i elektronrörsdioderna ESU 112 och stabilisering med hjälp av hf-modulering. Mittenstativet innehåller bl a högspänningenhet (B6) för strömförsörjning (6,8 kV) till masteroscillatorn, strömförsörjningsenheter, serviceoscilloskop med spektrumanalysator (B4) samt effektsteg (B11) för underbärvågen (600 kHz).. Detta effektsteg är rörbestyckat och ger några 10-tal watt för modulering av mark och flygreferenssignalerna.

Det högra sändarstativet innehåller LF-oscillator, modulationskretsar samt mikrovågs-sändaren. **LF-oscillatorn** (ca 32 Hz) styrs av en mekanisk stämngaffel, ett antal unika frekvenser med 0,5 skillnad används i de olika stationerna. Denna frekvens används både för identifiering och för avståndsmätning. Avståndsmätningen sker genom frekvensmodulering av sändarsignalen. **Modulationskretsarna** (B5) styr moduleringen av sändaren beroende på mätavstånd. **Mikrovågssändaren** (B8) består av en master oscillator, kavitet, lokalscillator samt effektförestärkare (klystron) samt en mängd vågledardetaljer, modulatorer, fasvridare, dämpare och klottersläckkretsar. Sändaren är en frekvensmodulerad CW-radar som ligger på ca 9 GHz (X-band) och stationerna utnyttjar 6 unika frekvenser med ca 10 MHz skillnad. Den exakta frekvensen bestäms av en kavitet. Effektklystronerna är mycket smalbandiga och är därför unika för resp frekvens. En klystron ger 2-3 kW kontinuerlig uteffekt.

## Videoenhet (C)

Videoenhet (receiver video) täcker en stor del av kabinens högersida och består av ca 150 kretskort monterade i en aluminiumram. Korten är uppbyggda av diskreta komponenter som

är lödda eller förbundna med spiralförbindning (wire wrapping). Ledningsdragningen på korten liksom kortens anslutning till stativet är gjort med spiralförbindning. Denna förbindningsteknik är oerhört tillförlitlig, men i gengäld är det tidsödande att ta bort eller montera en ny enhet vid service etc.



*Videoenhet C. Under varje lock sitter en enhet/kretskort. Den stora enheten med kablar är kristallfiltret C1. Till vänster syns del av manöverbordet D och ovanpå detta filterbanken J.*

I videoenheten sker huvuddelen av signalbehandlingen i mottagaren (efter den första mf-förstärkaren på antennen). I C blandas signalen ner till en 2:a mf på 100 kHz. Signalen förstärks och går genom ett smalt kristallfilter (70 Hz brett). Resultatet av signalbehandlingen i C presenteras på indikatorer i brr och/eller rbgc eller matas vidare till andra enheter i radarn.

*En mängd funktioner utförs, såsom:*

- identifieringskontroll, dvs det kontrolleras att det är rätt identitet på signalen
- hv och sv signalerna detekteras fvb till antennstyrningen
- detektering av ekots/ekonass frekvens (doppler) vilket anger radialhastighet samt signalstyrka. Hastigheter upp till Mach 2,5 kan mätas och en radiell hastighet på mach 1 ger en dopplerfrekvens på ca 20 kHz
- avståndet till ekot mäts genom att jämföra fasskillnaden mellan utgående och inkommande 32 Hz-signal
- klarlägga om ett mål är kommande (approaching) eller gående (receding), klarlägga ev noll-dopplergenomgång (crossing target), varvid blindföljning (coasting) tillämpas
- mäta signal/brus- resp stör/brusförhållande. Signalstyrkan mäts med videoenhetens AGC-signal
- logik för styrning av de olika funktionerna
- test och simuleringsfunktioner
- strömförsörjning till enheterna (positiva och negativa lågspänningar)

## **Manöverbord (D)**

- I manöverbordet (Console radar control) som står vid kabinens framvägg finns tryckknappar och indikatorlampor för att starta upp radarn i olika steg (24 V -mains on -radar on -eht on) samt överlämning till rbgc för fjärrkontroll.

- Instrument för att antennens bäring, elevation och avstånd till målet. Bäring och elevation anges i mils, 17,8 mils motsvarar en grad, dvs ett varv är 6400 mils. Avstånd anges i km.
- Två katodstrålerör (A-skop), som i horisontalled visar dopplerhastighet från nära 0 till 50 kHz och i vertikalled signalstyrka (AGC). På det ena röret visas spektrat för kommande mål och på det andra gående mål.
- Telefonenhet för kommunikation med rbgc.
- Manöverenhet för närmålsimulatore. Här kan ett kommande eller gående simulerat mål på 10 kHz (ca Mach 0,5) alstras, antingen med låg signalnivå LOW (strax över brusnivån) eller HIGH, 30 dB högre.
- Sökmönstergenerator som på en vald antenneriktning kan överlagra ett antal olika relägenererade sökmönster för att på ett strukturerat sätt avsöka ett avsnitt i luftrummet.

### **Antennstyrenhet (E)**

Antennstyrenhet ( control aerial) sitter på bakväggen och innehåller två transistoriserade effektförstärkarsteg för matning av antennens motorgeneratorer (Ward- Leonardaggregat).

### **Kraftförsörjningsenhet (F)**

Kraftförsörjningsenhet (power supply assembly) står vid kabinens vänstersida bakom sändaren och innehåller ett antal kraftaggregat för diverse positiva och negativa likspänningar som 150 och 300 V samt 115 V, 400 Hz för matning av elgoner.

### **Kylaggregat (G)**

Kylaggregat (control cooling set) är monterat vid kabinens högersida bakom sändarstativet . Kylaggregatet används för att med vätska (vatten och glykol) kyla effektklystronen samt hålla kaviteten vid konstant temperatur för maximal frekvensstabilitet.

### **Trailern (H)**

Trailern (trailer electrical) består av ett chassie med fyra hjul, dragögla, bromsar, fjädring, fyra stödben och dylika fordonsdetaljer. Dessutom ingår kabinen samt en mängd utrustning på kabinens in- och utsida såsom:

- Luftkonditioneringsaggregat för att hålla lämplig temperatur i kabinen
- Motor och drivanordning för hissning av piedestalen
- Ward-Leonard-aggregat för drivning av antennenmotorerna (sida och höjd)
- Vågledare, modulator och tre sk markreferensantennor (hornantennor) för att sända referenssignal (on launcher reference signal) till roboten när den befinner sig på lavetten. Dessa antenner är placerade i tre av radarna hörn för att möjliggöra 360 graders täckning.
- Kraftdistributionspanel med kabelintag, fasfelkännare, automatsäkringar m.m.
- Förvaringslådor, placerade under luftkonditioneringsaggregat. I dessa förvaras verktyg, instrument, testutrustning och reservdelar.

### **Mätenhet (I)**

Mätenhet (panel monitor) sitter på framväggen mellan manöverbordet och videoenheten och möjliggör mätning av diverse väsentliga signaler.

### **Filterbank (J)**

Filterbanken (filter bank assembly) är placerad över manöverbordet och innehåller ett 10-tal kristallfilter och signalbehandling, för att vid spaning snabbt kunna detektera mål genom att dela upp mottagarspektrat i segment. Filterbanken anger även om mottagen signal är eko eller störning.

### **Rbgc-simulator (K)**

Rbgc-simulatore (simulator LCP) är en enhet som kan ersätta rbgc för kontroll m.m. Enheten kan ge insignaler, t ex invisning till radarn, liksom presentera div signaler från radarn avsedda för rbc.

## **Sektorspärrenhet (L)**

Sektorspärrenheten (taboo zone unit) är en programmerbar enhet för att förhindra att radarn inte strålar i icke önskvärde bäringar i fyra valbara höjdsektorer. Om antennen under sändning hamnar i en förbjuden riktning kopplas konstantennen automatisk in.

## **Grindenhet (M)**

Grindenheten (gating unit) innehåller logikkretsar för att förbättra filterbankens funktion vid spaning mot både störande och icke störande mål. Denna enhet finns bara i fenixversionen av radarn, dvs PS 44.

## **Kringutrustning**

Utöver radar ingår nedanstående utrustning:

### *Transportenhet (4)*

Transportenheten (pack radar) är en rörstomme med presenning. I denna enhet förvaras antennen m.m. under transport.

### *Ue-Sats (5)*

Ue-satsen (maintenance kit electronic equipment) är en väderskyddad metallåda som innehåller 39 olika utbytesenheter, ue. Eftersom många enheter i radarna är identiska täcker ue-satsen en stor del av radarns kritiska enheter.

### *Närmålssimulatorn*

Närmålssimulatorn (collimation check unit) är en transponder som manövreras från radarn och som monteras på en mast på ca 100 m avstånd. Den används för att simulera ett mål, vilket möjliggör kontroll av radarns viktigaste funktioner. Närmålssimulatorn består av ett mottagarhorn, modulator och ett sändarhorn. Den ursprungliga masten ersattes med en svensk fackverksmast för få en stabilare och mer lätthanterlig mast.

### *Lyftok*

Detta ok används för att lyfta på och av antennen på piedestalen. Det ursprungliga lyftoket ersattes med en svenskt ok som tillsammans med den på radarns dragbil monterade hydraulkranen skötte lyftet på ett enklare sätt.

### *Kablar*

Följande kablar erfordras för radarns drift

- Kabel 50 – kraftkabel 240/415 V 50 Hz. Kraftförsörjning sker från fasta nätet eller robotgruppens egna dieserverk, 2 st à 100 kVA
- Kabel 51 - för anslutning av närmålssimulatorn
- Kablar 21 - 24 datakablar för anslutning till rbgc



## Föreskrifter till skydd för hälsofarlig mikrovägsstrålning PE-44/R och PS-44/R:

Situationsplan för robothöjden på F 13:

