



**Försvarets Historiska Telesamlingar
Flygvapnet**



Radarfyr PN-55/F

FOI/07
2007-01-07

FÖRORD

På uppdrag av FHT Ledning har detta dokument som beskriver radarfyr PN-55/F framtagits.

Tonvikten är lagd på en allmän beskrivning av objektet, kortfattat verkningssätt av de olika systemen, tekniska data osv. Önskas ett mer detaljerat verkningssätt hänvisas till radarfyrens beskrivning. Omfattningen kan variera beroende på hur mycket fakta och underlag som bevarats. I det fall nya betydelsefulla fakta dyker upp kan historiken kompletteras senare.

Utgåvan är dokumenterad och bearbetad av Karl Gardh, Arboga

Innehåll

1	Inledning	3
1.1	Bakgrund landningssystem	3
2	Kortfattad teknisk beskrivning PN-55/F	3
2.1	Allmänt	3
2.2	Tekniska data	5
3	Mekanisk och elektrisk uppbyggnad	8
3.1	Allmänt	8
3.2	Stativet	10
3.3	Antennerna	12
3.3.1	Allmänt	12
3.3.2	Referensantennen	14
3.3.3	Dubbellobantennen	16
3.3.4	Sektorbegränsarantennerna	17
3.4	Apparatenheterna	18
3.4.1	Allmänt	18
3.5	Apparatenhet A	19
3.5.1	Allmänt	19
3.6	Apparatenhet B	24
3.6.1	Allmänt	24
3.6.2	Apparatenhet C	29
3.6.3	Fjärrmanöverenheten	32
3.6.4	Övervakningsmottagarenheten	33
3.6.5	Logiska kretsar	34
4	Verkningsätt	36
4.1	Allmänt	36
4.2	PN-50/A Landningssystem	36
4.3	PN-59/A landningssystem	38
4.3.1	Avståndsinformation	38
4.3.2	Sidlägesinformationen	39
4.3.3	Sektorbegränsningen	40
5	Handhavande	44
5.1	Start av fyr	44
5.1.1	Lokalmanövrering	44
5.1.2	Fjärrmanövrering	44
5.1.3	Norm för uppställningsplats	45
6	Materialupphandling	46
6.1	PN-55/F	46
7	Serieleveranser	46
8	Underhållsresurser	46
8.1	Personalutbildning	46
8.2	Dokumentation	46
8.3	Speciella bestämmelser	46
8.4	Underhållsutrustning	47
8.5	Utbytesenheter	47
8.6	Reservdelar	47

8.7	Underhåll.....	47
8.8	Avveckling.....	47
9	Drifterfarenheter	48

1 Inledning

1.1 Bakgrund landningssystem

När Sveriges första nattjakt flygplan J30 Mosquito (1948 – 53) tillfördes F1 i Västerås anskaffades en engelsk utrustning som hjälpmedel vid navigering och landning i mörker. Dessa hjälpmedel navigeringsfyr PN-51/F (Eureka) och en landningsradar som kallades för Babs var således föregångarna till de av Svenska Philips konstruerade och tillverkade utrustningarna PN-60 (navigeringsfyr) och PN-52/R (landningsradar). PN-51/F och PN-60/F finns beskrivna i ett av FHT tidigare utgivet dokument (FOI/04).

När fpl 32 (Lansen) kom ut på flygförbanden i mitten på 50-talet började även landningsradar PN-52/R även kallad Barbro att installeras på flottiljer och flygbaser PN-52 var en markbaserad landningsutrustning som bl a innehöll elektronik motsvarande den flygburna utrustningen PN-50 som var installerad i fpl 32 (Lansen), fpl 34 (Hawker Hunter), TP83 (Pembroke) och senare S29 (Tunnan).

När sedan fpl 35 Draken kom ut på förbanden i början på 60-talet var detta fpl utrustat med en modernare variant av NAV-utrustning med beteckningen PN-59. Detta medförde att PN-52 kompletterades med elektronik motsvarande PN-59 så att även fpl 35 kunde betjänas. PN-52 fick således efter modifieringen beteckningen PN-521.

Trots att PN-521 var mycket driftsäker så krävdes rätt mycket förebyggande underhåll både på teleutrustningen och radarvagnen, mycket på grund av att elektronikutrustningen var byggd med 50-talsteknik dvs elektronrörsbestyckad. I början på 1970 talet hade Svenska Philips på uppdrag av FMV tagit fram en modernare variant av DME systemet, PN-55. Den hade exakt samma funktioner som PN-521 men var byggd med halvledarteknik och modernare antenner.

I takt med att PN-55/F installerades på flottiljer och baser så togs PN-521/R ur drift. PN-521/R finns beskrivet i ett av FHT tidigare utgivet dokument. (FO5/05)

2 Kortfattad teknisk beskrivning PN-55/F

2.1 Allmänt

PN-55/F, bild 1, är en radarfyr som samarbetar med de flygburna utrustningarna PN-50/A och PN-59/A, när dessa har landningsfunktion. PN-55/F har riktad sändning och ger en elektrisk QFU, en inflygningslinje med max 4° kursskillnad från den geografiska QFU som sammanfaller med den avsedda landningsbanan. Denna avvikelse är beroende av att PN-55/F av flygsäkerhetsskäl måste placeras vid sidan av landningsbanan. Den elektriska QFU skär landningsbanan 800 m utanför flygplanens sättpunkt eller yttre inflygningsljusen. I den följande framställningen betecknar QFU den elektriska inflygningslinjen.

Kommunikationen mellan radarfyren och de flygburna utrustningarna sker för vissa av funktionerna genom att fyren sänder svarpulser vid frågепulser från flygutrustningarna. Ur dessa svarpulser utvärderar PN-50/A flygplanets sidläge i förhållande till QFU samt avstånd till sättpunkten, under det att PN-59/A endast utvärderar avstånd till sättpunkten. Fyren sänder därför även kontinuerligt en kodad pulsgrupp, som används av PN-59/A vid utvärdering av sidläget i förhållande till QFU. Pulsgruppen sänds med pulsrepetitionsfrekvensen 64 Hz och benämns sidpulsgrupp.

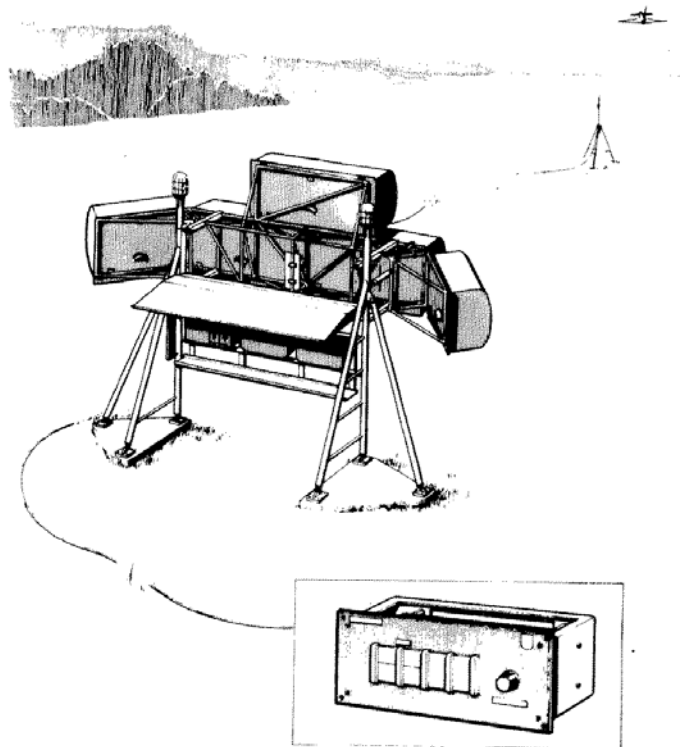


Bild 1. Radarfyr PN-55/F.

Radarfyren har en övervakningsutrustning som bland annat kontrollerar uteffektens värde och att sidpulsgruppens uppbyggnad och signalstyrka är korrekt. Amplitudförhållandet mellan de sidlägesgivande pulserna K1 och K2 övervakas med hjälp av en övervakningsmottagarenhet som placeras framför fyren. Vid effektbortfall eller annat fel som varar längre tid än fem sekunder kopplas fyren automatiskt från, varvid en felsignal utgår till manöverplatsen.

I det fall uteffekten har otillräckligt värde, sker automatiskt och utan sändningsavbrott, en överkoppling till reservsändare. I detta fall får manöverplatsen ingen felsignal.

Med hjälp av en separat fjärrmanöverenhet kan fyren manövreras över en telefonkabel upp till ett avstånd av 6 km. Manövrering kan även ske lokalt vid uppställningsplatsen.

Vid nätbortfall erhålls reservkraft från hålladdade batterier.

Fyrutrustningen är med undantag av fjärrmanöverenhet och övervakningsmottagarenhet sammanbyggd till tre apparatenheter. Dessa innehåller lätt utbytbara underenheter. I en av apparatenheterna finns en provningsenhet med vars hjälp viktiga spänningar och funktioner kan kontrolleras. Provningsenheten används vid rutinkontroll samt vid felsökning, varvid fel kan lokaliseras till enskild underenhet som sedan byts ut.

Apparatenheterna är placerade i ett stativ som även bär upp antensystemet.

Fyren kan kompletteras med ytterligare en antennutrustning och övervakningsmottagarenhet för att betjäna två olika inflygningsriktningar, Bana A och Bana B. Antensystemen sammankopplas med hjälp av en antennomkopplare, varefter omkoppling mellan de två olika sändningsriktningarna kan göras från manöverplatsen genom val av Bana A eller Bana B.

2.2 Tekniska data

Kraftförsörjning

Normal kraft

Spänning	220 V \pm 10%
Effekt max	0,5 kVA, $\cos \varphi \geq 0,8$
Frekvens	50 \pm 5 Hz

Reservkraft

Från batteri	25 V 4 Ah vid 0,8 A
--------------	---------------------

Fyren skall före övergång till reservkraft ha varit i drift med normalkraft minst en timme. Full reservkraftkapacitet finns efter högst 24 timmars laddning.

Reservkraften kan försörja radarfyren exkl hinderbelysning i minst 30 min i en omgivningstemperatur av -20° .

In- och utsignaler

Bärfrekvenser

Sändarfrekvens	232,0 \pm 0,1 MHz
Mottagarfrekvens PN-50 funktion	211,0 \pm 0,1 MHz
Mottagarfrekvens PN-59 funktion	238,0 \pm 0,1 MHz

Frågesignaler

PN-59 3-pulsgrupp kod enligt MIL AIP/MIL AIP H, pulstid $2 \pm 0,5 \mu\text{s}$

PN-50 Enkelpuls, pulstid $2 \pm 0,5^{\circ}$

Radarfyren ger svarssignal när frågesignalnivån överstiger $20 \mu\text{V}$ (74 dB under 0,1 V) mätt vid mottagarens ingång.

Svarssignaler

Sändarmodulering

PN-59 svar. Enkelpuls, pulstid $2 \pm 0,5 \mu\text{s}$

PN-50 svar. Enkelpuls, pulstid $4 \pm 1 \mu\text{s}$ och $12 \pm 1 \mu\text{s}$

Pulstiden växlas mellan dessa värden med frekvens $8 \pm 1 \text{ Hz}$

Effekt

Till referensantenn och dubbellobantenn, pulseffekt >100 W

Till vänster och höger sektorbegränsarantenn, pulseffekt > 200 W

När radarfyren är utrustad med reservsändare, sker automatisk överkoppling till denna när huvudsändarens pulseffekt är mindre än 40 W.

I det fall reservsändare saknas, sker automatisk frångkoppling av fyren när sändareffekten är mindre än 32 W.

Fjärrmanöversignaler

Radarfyren kan manövreras över en tvåtrådsledning med max 6 km längd. Över samma ledning och parallellt med manöversignalerna sänds klar- och felsignaler från radarfyren till manöverplatsen.

- Manöversignaler till radarfyren:

1. Tillslag av radarfyren för inflygningsriktning A.
2. Tillslag av radarfyren för inflygningsriktning B.
3. Frånslag av radarfyren.

- Upplysningssignaler från radarfyren:

1. Klarsignal. Radarfyren i funktion för inflygningsriktning A.
2. Klarsignal. Radarfyren i funktion för inflygningsriktning B.
3. Felsignal. Radarfyren ur funktion.
4. Batteridrift.

Prestanda

Trafikkapacitet

Radarfyren svarar på mer än 70 % av frågorna från max 25 samtidigt landande fpl 32 (PN-50/A) eller fpl 35 (PN-59/A med PRF = 200 Hz).

Avståndsnoggrannhet

Radarfyren medger en avståndsmättnoggrannhet om ± 45 m motsvarande ett fel i frågefördröjningen på $\pm 0,3 \mu\text{s}$. Fel på grund av jitter, orsakad av fukt, får utöver ovanstående uppgå till +25 m.

Sidlägesnoggrannhet

Landningsfyren medger en sidlägesnättnoggrannhet om $\pm 0,5^\circ$. Fel på grund av omgivande terräng är inte inräknat i angivet värde.

Mått och vikt

	Max höjd (mm)	Max Bredd (mm)	
PN-55/F	ca 3500	ca 5700	
Övervaknings- mottagarenhet	Ca 3500		
	Längd	Djup	Höjd
Apparatenhet A	715	280	342
Apparatenhet B	715	250	342
Apparatenhet C	715	250	342

Förrådsbenämningar och förrådsbeteckningar

PN-55/F	M3333-055071
Apparatenhet A	F5225-006283
Skåp A	F5225-006525
Kraftenhet	F5225-006288
Effektenhet	F5225-006289
Antennväxlare	F5225-006290
Sändaromkopplare	F5225-006291
Sändare	F5225-006292
Apparatenhet B	F5225-006284
Skåp B	F5225-006526
Mottagare PN-50	F5225-006546
Mottagare PN-59	F5225-006547
Pulslogikkort EC5	F5225-006278
Pulslogikkort EK1	F5225-006279
Pulslogikkort EM1	F5225-006280
Pulslogikkort EE6	F5225-006301
Pulslogikkort EO1	F5225-006281
Övervakningskort EH3	F5225-006303
Övervakningskort EH2	F5225-006302
Provningsenhet	F5225-006294
Apparatenhet C	F5225-006285
Skåp C	F5525-006527
Manöverenhet	F5225-006295
Kodkort EC6	F5225-006516
Batteri	SAAJ-10RC40A
Övervakningsmottagarenhet	F5225-006286
Övervakningsmottagare	F5225-006528
Stativ	F5225-006529
Antenn	F5225-006530
Fjärrmanöverenhet	F5225-006287
Antennsystem	F2153-000032
Bock vänster	F2153-000033
Bock höger	F2153-000034
Stötta	F2153-000043
Fackverk	F2153-000031
Sidram höger	F2153-000038

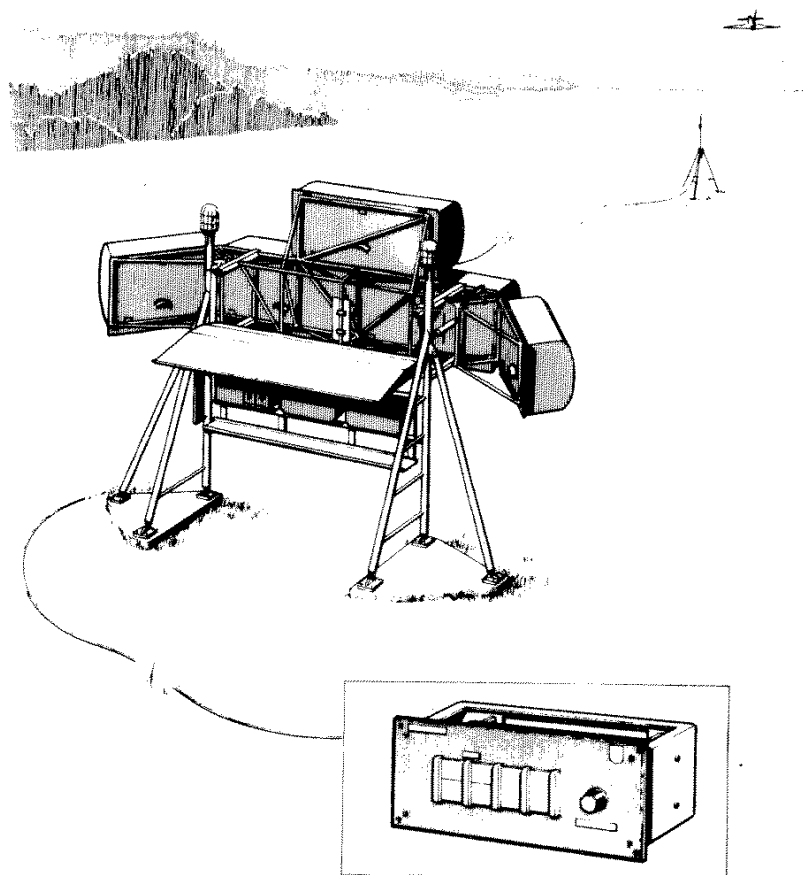
Sidram vänster	F2153-000039
Skåpstege	F2153-000041
Justeranordning	F2153-000040
Riktmedel	F2153-000044
Referensantenn	F2153-000035
Dubbellobantenn	F2153-000036
Sektorbegränsarantenn	F2153-000037
Transformator	F2153-000042
Antennkablage	F2153-000091
Soltak	F2153-000083
Fotplatta	F2153-000085

3 Mekanisk och elektrisk uppbyggnad

3.1 Allmänt

Radarfyr PN-55/F är avsedd att fast uppställas på förutbestämd och förbredd plats.

Radarfyren består av ett antensystem samt tre apparatenheter som innehåller erforderlig elektronikutrustning, se bild 1. Till fyren hör även, som separat utrustning, en övervakningsmottagarenhet som är placerad på stativ ca 50 m framför fyren, samt en fjärmanöverenhet.



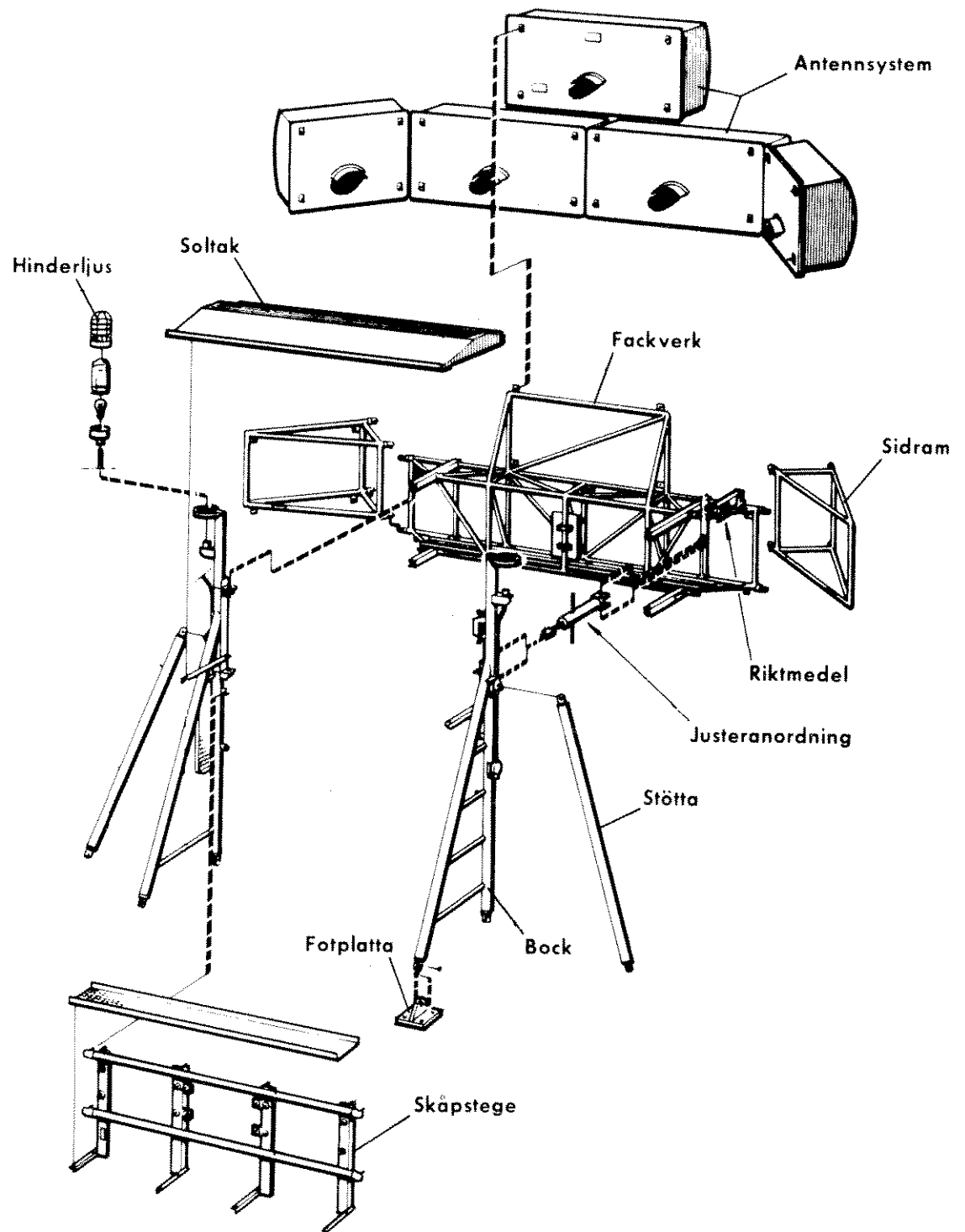


Bild 2. Stativets detaljer samt antensystemet

3.2 Stativet

Fyrens antenssystem och apparatenheter bärs upp av ett stativ som är utfört av varmförzinkade rör. Stativet fästes till ett gjutet betongfundament med hjälp av sex fotplattor.

För att skydda apparatenheterna mot regn, snö och intensiv solbestrålning finns ett soltak som är utfört i glasfiberarmerad esterplast. Taket fungerar även som regnskydd vid arbete med apparatenheterna och som plattform vid arbete på de högre upp placerade antennenheterna och hinderljusen.

Stativet består av ett antal bärbara delar som är så utformade att två man kan sammanfoga dem till en mekaniskt robust enhet.

I stativet ingår, se bild 2:

- Två bockar; vänster bock och höger bock
- Två stöttor
- Fackverk med antenner
- Två sidramar; vänster sidram och höger sidram
- Skåpstege
- Justeranordning
- Riktmedel
- Soltak
- Fotplattor

Antennerna är placerade på fackverket. De båda sektorbegränsarantennerna är placerade på vardera sidram som är infäst till fackverket. Fackverket är efter hopsättning på bockarna vridbart $\pm 3^\circ$ i horisontalplanet. Vridningen görs med justeranordningen varvid hela antenssystemets inriktning finjusteras så att fyrens elektriska QFu skär inflygningsbanan i en förutbestämd punkt.

Denna injustering görs, med hjälp av riktmedlet, utefter en optisk siktlinje mot en utsatt riktkäpp. Riktmedlet är fäst på fackverket. Dess orientering i förhållande till fackverket är utförd vid leverans från fabrik och får ovillkorligen inte rubbas.

De tre apparatenheterna är placerade på en apparatstege som är infäst mellan bockarna. På apparatstegens nedre del finns en kabelränna utmed apparatenheternas längd. I denna ränna är inkommande anslutningskablar samt interna förbindningskablar för sammankoppling av apparatenheterna placerade.

Fyren är försedd med hinderljus som är placerade överst på vänster bock och höger bock.

Bockarna och stöttorna är i de nedre ändarna infästade i fotplattorna, som i sin tur är fästade i betongfundamentet.

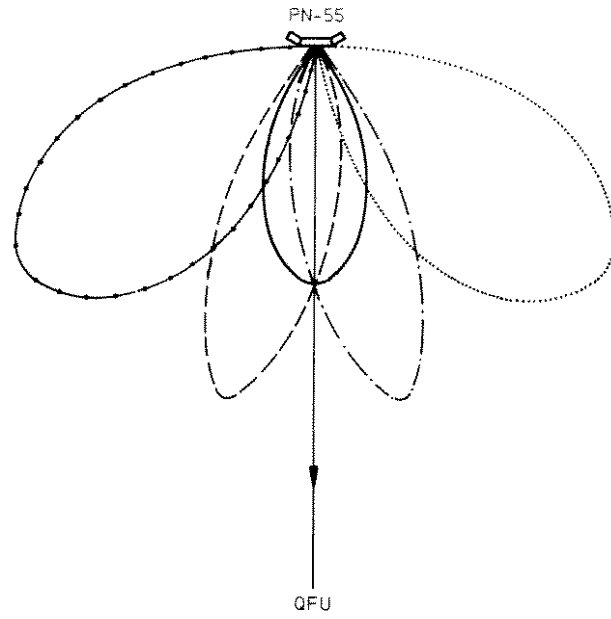


Bild 3. Radarfyrens strålningslober

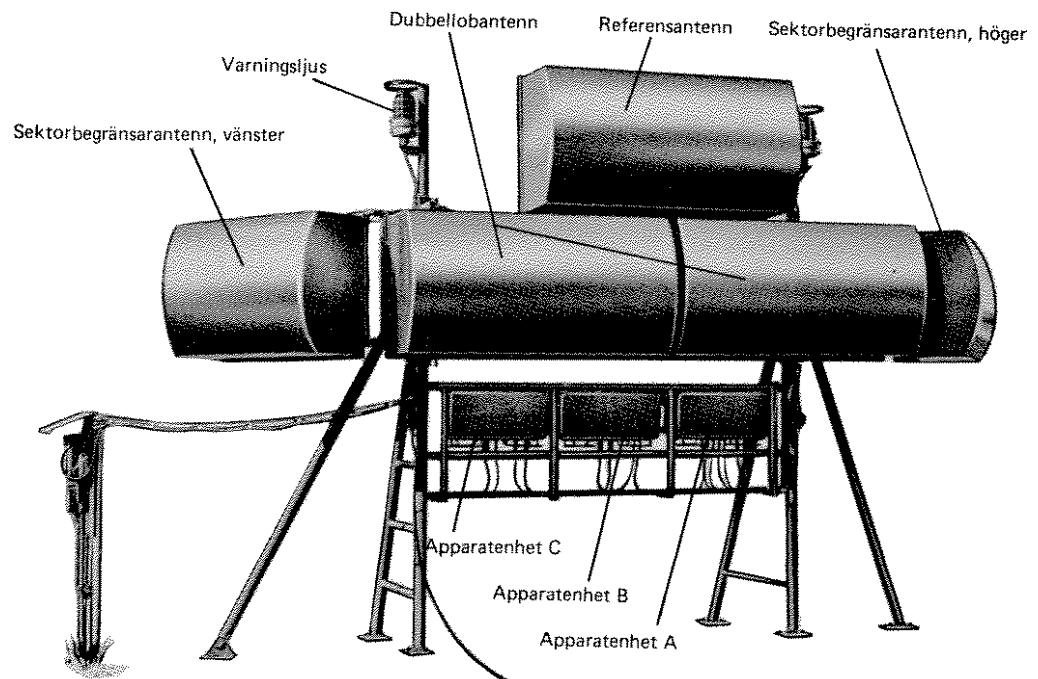


Bild 4. Radarfyrens antensystem

3.3 Antennerna

3.3.1 Allmänt

Radarfyrens antensystem är sammansatt av antennenheter som vid sändning ger fyren ett totalt lobdiagram enligt bild 3.

Antennenheterna benämns, se bild 4:

- Referensantenn
- Dubbellobsantenn
- Vänster sektorbegränsarantenn
- Höger sektorbegränsarantenn

Referensantennen och dubbellobsantennen används i kombination med varandra när fyren sänder sidinformation till PN-50/A eller PN-59/A. I båda fallen skall två sidlobber bildas växelvis och vara symmetriskt riktade på var sida om den elektriska QFU. Det är därför viktigt att kablarna från skåp A till dessa antenner har exakt den rätta längden.

Den effekt som tillförs dubbellobsantennen, sänds av antennen ut i två lobber, A och B, se bild 5. Vardera lobben har ett effektmaximum vid ca 20° från centrumlinjen. Mellan de två lobberna erhålls ett effektminimum som är centralt placerat utmed centrumlinjen.

Beroende av dubbellobsantennens konstruktion, får det elektriska fältet i lob A vid utsändandet ett fasläge som avviker 180° från det fasläge som fältet har i lob B.

Referensantennen ger en lob, referensloben. Fasläget för fältet i denna lob överensstämmer med det fasläge som fältet har i dubbellobsantennens ena lob.

Vid samtidig sändning med referensantenn och dubbellobsantenn, kommer således det elektriska fältet från referensloben och ena dubbelloben att sändas i medfas under det att fältet i referensloben och den andra dubbelloben sänds i motfas. Strålningen från antennen kommer således att sammanlagras och

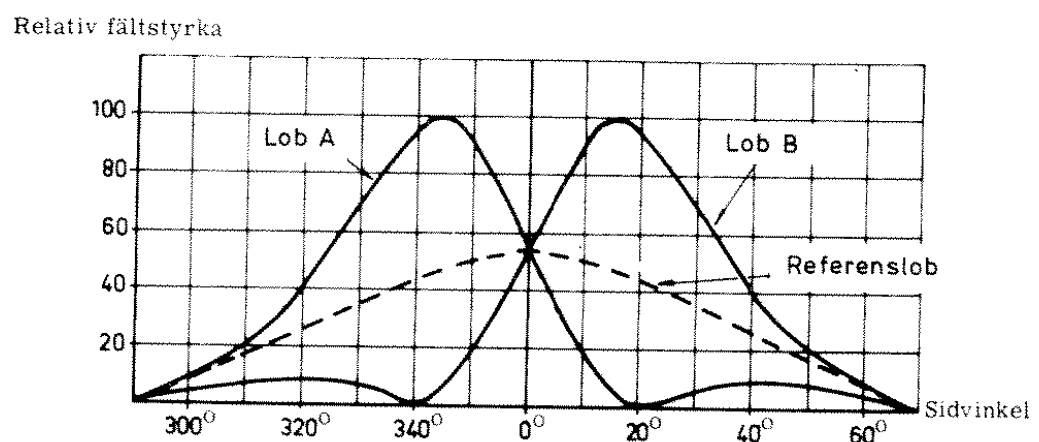


Bild 5. Resultande diagram för referensantennens och dubbellobsantennens lobber.

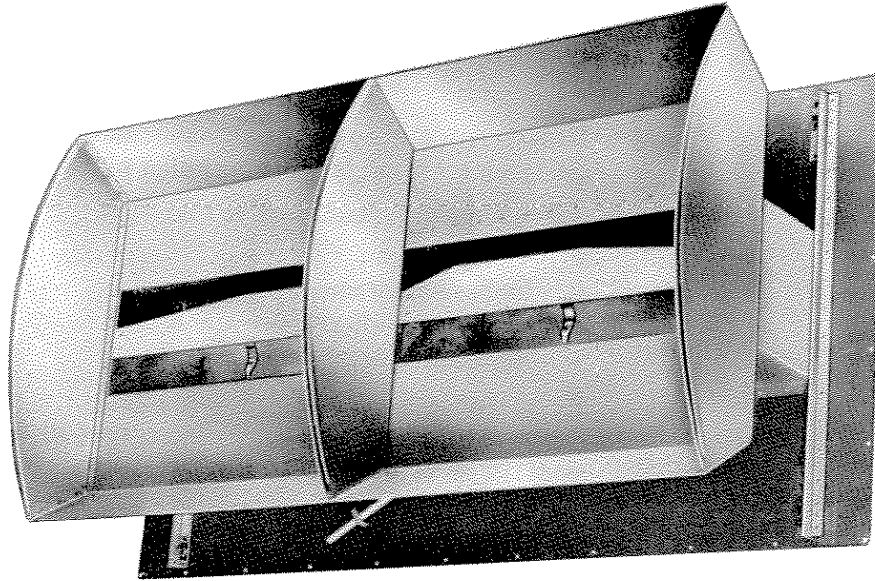


Bild 6. Referensantennen med borttagen radom

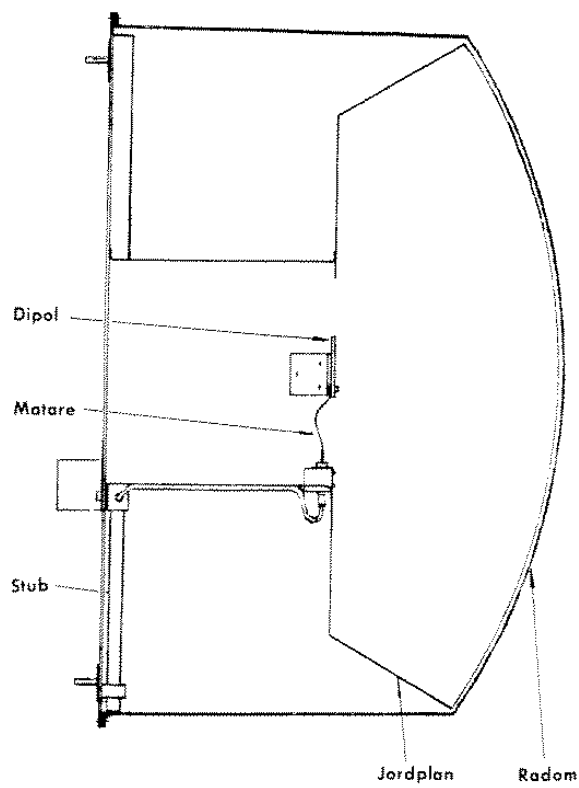


Bild 7. Referensantennens uppbyggnad

förstärkas på ena sidan av centrumlinjen och genom motverkan släckas ut på centrumlinjens andra sida.

I det fall spänningen, före matning till dubbellobsantennen fasvänds 180° , får faslägena motsatta förhållande mellan referenslob och dubbellob. Fältet i referensloben samverkar nu med dubbellobsantennens andra lob. Detta resulterar i en sidlob som är riktad ca 15° vid centrumlinjens andra sida.

Som exempel på detta kan nämnas sändning av sidpulserna K1 och K2 i sidlägesfunktionen till PN-59/A. Sidpulsen K1 sänds ut av både referensantenn och dubbellobsantennen. Spänningen till dubbellobsantennen har i detta fall ett fasläge som medför en samverkan mellan referenslob och den vänstra loben i dubbelloben. Sidpulsen K1 kommer således att sändas i en resulterande lob till vänster om centrumlinjen. Med hjälp av antennväxlaren fasvänds spänningen till dubbellobsantennen, vid utsändandet av sidpulsen K2, varvid referensloben och den högra loben i dubbelloben sammanlagras till en resulterande lob till höger om centrumlinjen.

3.3.2 Referensantennen

Referensantennen består av två sammanbyggda parallellt matade delantennor för att ge en lob med liten bredd.

Vardera antennen kan betraktas som en helvågs slitsantenn. Matningen till antennen sker symmetriskt med hjälp av en dipol som placerats i jordplanets slits, se bild 6. Slitsens längd är mindre än en våglängd beroende på att den inplacerade dipolen har en viss bredd.

Jordplanet är beskuret och har således liten dimension jämfört med det oändligt stora plan som teoretiskt sett erfordras hos en slitsantenn. För att antennen skall ge en lob med specificerade egenskaper, har jordplanet vikts till en hornliknande konstruktion, se bild 7.

Den inkommande koaxialkabeln är ansluten till en kilformad matare som ansluts symmetriskt i dipolens nedkant. Matningspunktens läge på dipolen och dipolens form är bestämd av den strömfördelning som är önskvärd i dipolen. Antennen är försedd med ett bakstycke vars uppgift är att nedbringa antennernas backstrålning så att backloberna blir så små som möjligt i lobdiagrammet.

Referensantennens två delantennor har vardera den karakteristiska impedansen 100Ω . Vardera delantennen ansluts med en koaxialkabel, som har impedansen 100Ω , till ett kopplingsblock där de parallellkopplas. Den resulterande utimpedansen vid referensantennens kontakt blir således 50Ω . På kopplingsblocket finns en stub, som är ansluten till koaxialkablarnas sammanbindningspunkt. Med stubben kan en fintrimning göras av referensantennens impedans samt fasläget mellan de två delantennerna.

Referensantennen är innesluten i en radom av vinylplast.

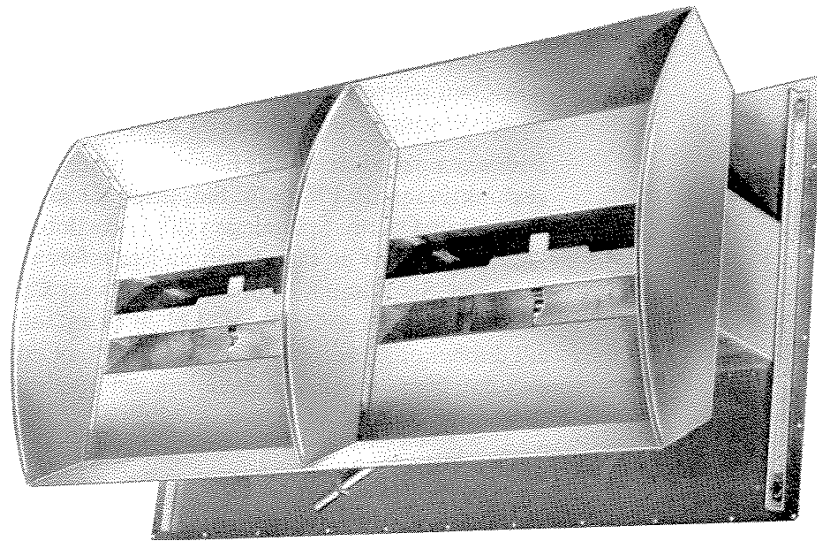


Bild 8. Dubbellobantennen med borttagen radom.

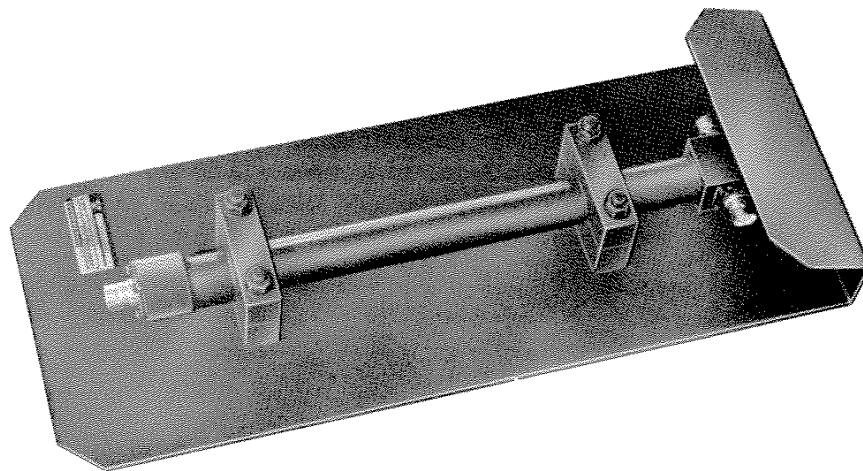


Bild 9. Kvartvågstransformatorn (Transformator F2153-000042)

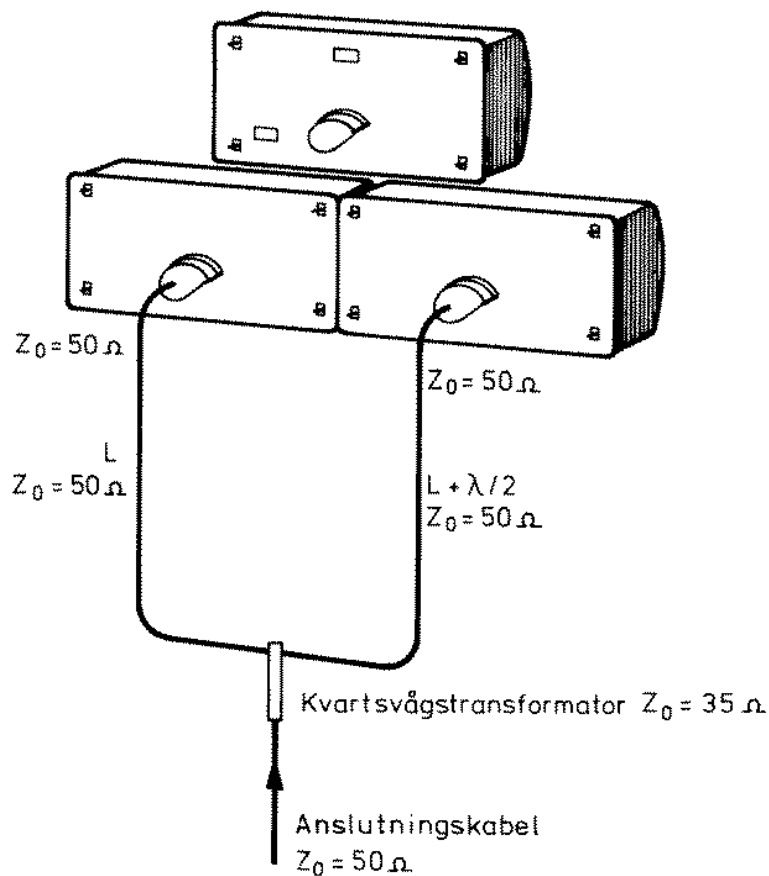


Bild 10. Dubbellobsantennens inkoppling.

3.3.3 Dubbellobsantennen

Dubbellobsantennen är sammansatt av två antenner som till konstruktionen överrensstämmer med referensantennen, se bild 8. Dubbellobsantennens två kompletta antenner har vardera 50Ω anslutningsimpedans. Koaxialkablarna ansluts parallellt till en kvartsvågstransformator, bild 9, som har impedansen $z_0 = 35 \Omega$ och som överför impedansen 25Ω vid kablarnas sammanbindningspunkt till 50Ω vilket överensstämmer med sändarens utgångsimpedans, se bild 10.

Kvartsvågstransformatorn består av ett rör med innerledare. Denna är utformad som en pinne och har sådana dimensioner att den tillsammans med ytterröret ger impedansen ca 35Ω .

De två antennerna ger den önskade dubbelloben. För att man vid sammanlagring med referensloben skall få en sidlob på ena eller andra sidan om centrumlinjen, fordras att fasläget för spänningen till den ena dubbellobsantennen avviker 180° från fasläget för spänningen till den andra antennen. Detta erhålls genom att de två matningskablarna från kvartsvågstransformatorn har olika längd. Den ena kabeln är en halv våglängd, $\lambda/2$, längre än den andra, vilket innebär att spänningens fas har vridits 180° vid anslutning till antennen, se bild 10.

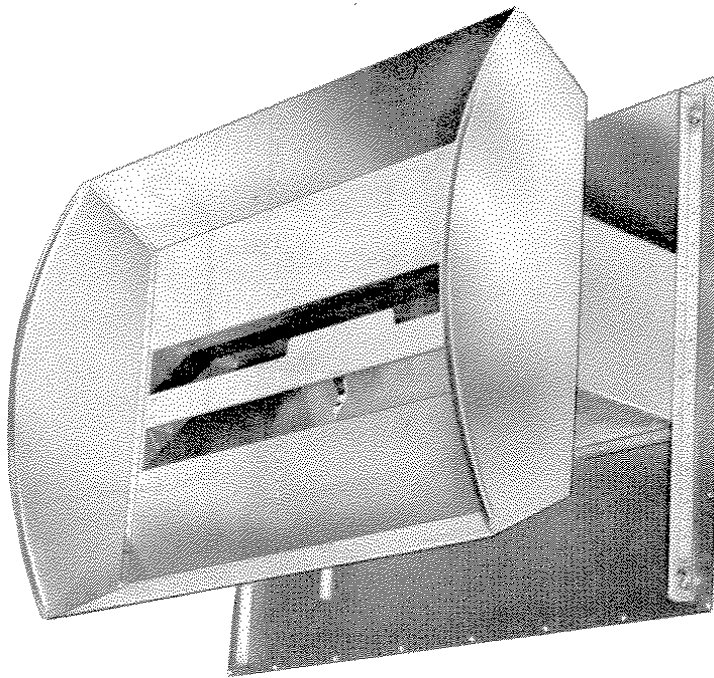


Bild 11. Sektorbegränsarantennen med borttagen radom.

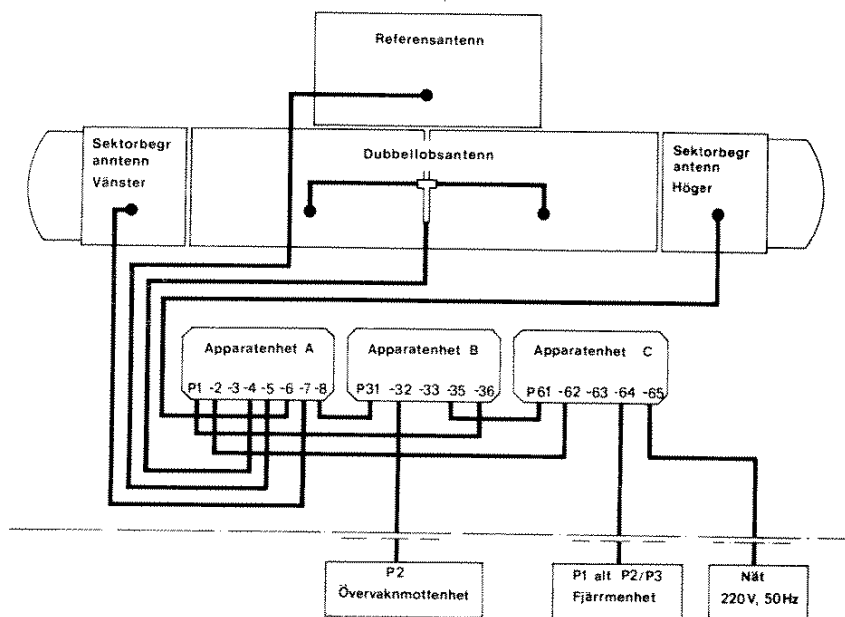


Bild 12. Apparatenheternas sammankoppling.

3.3.4 Sektorbegränsarantennerna

Sektorbegränsarantennerna är utförda som enkelantenn, se bild 11. Vardera sektorbegränsarantennen har således en konstruktion som med mindre avvikelser överensstämmer med konstruktionen för en av referensantennens delantenn. Matningspunktens impedans är $100\ \Omega$ och överförs genom en kvartsvågstransformator till $50\ \Omega$ vid antennens anslutningsdon.

Kvartsvågstransformatoren består av en koaxialkabel med längden $\lambda/4$, som är förlagd innanför antennens bakstycke.

3.4 Apparatenheterna

3.4.1 Allmänt

Radarfyrens elektronikutrustning är fördelad på de tre apparatenheterna, som är placerade på stativet under solskyddet. Apparatenheterna är elektriskt förbundna till varandra med kablar som ansluts till mångpoliga anslutningsdon eller koaxialanslutningar på enheternas undersida, se bild 12. Apparatenheterna är lätt utbytbara för att underlätta underhåll och service.

De kompletta apparatenheterna består av skåp som innehåller underenheter, vilka är utförda som insticksenheter. Skåpet är tillverkat av rak, formsträngpressad lättmetallprofil, som är hopbockad och svetsad till en ram. Ramens ytersidor är utformade med kylprofil för att leda bort värme från underenheterna.

Intuti apparatskåpet finns glidskenor av teflon för att underlätta inpassningen av de större enheterna. Anslutningsdonen för insticksenheterna är rörligt monterade på en bakplåt, på vars baksida alla kabelförbindningar är förlagda.

På skåpens undersida finns anslutningsdon för yttre förbindningskablar. Undersidorna är även försedda med två runda ventilationshål som är täckta med finmaskigt metalltrådsnät.

Skåpens fram- och baksidor täcks av luckor som är fästa på gångjärn och således är nedfällbara. I uppfällt läge kan luckorna låsas med hänglås. På insidan av den främre luckan finns en skylt med benämning för de underenheter som ingår i skåpet. På luckans utsida finns en färgmärkning som underlättar identifiering av skåpet.

Skåpets gavlar är försedda med bärhandtag.

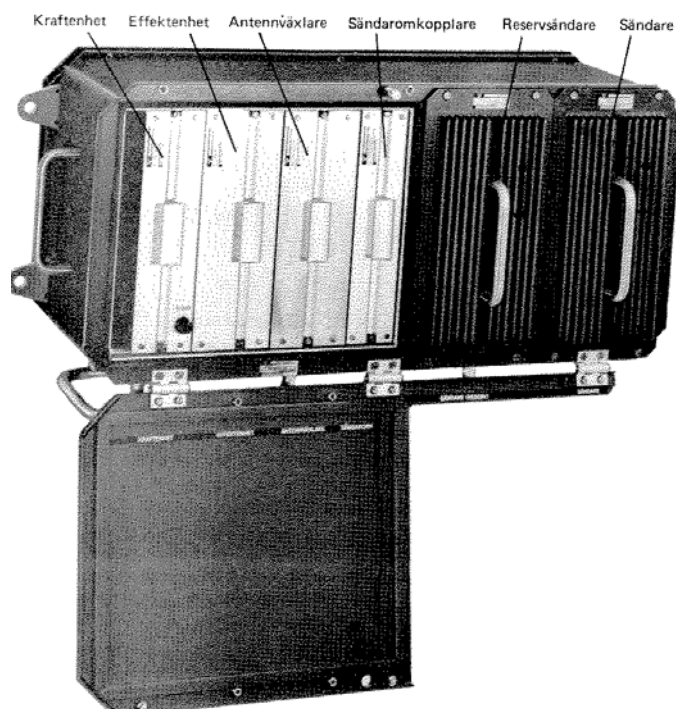


Bild 13. Apparatenhet A.

3.5 Apparatenheter A

3.5.1 Allmänt

I apparatenhet A, bild 13, ingår följande underenheter:

- Kraftenhet
- Effektenhet
- Antennväxlare
- Sändaromkopplare
- Reservsändare
- Huvudsändare

Enheterna vilar på glidskenor och styrs vid insättningen in mot styristift och anslutningsdon som är placerade i en bakre monteringsplåt. Styristiften till sändarenheterna är dock placerade på själva enheterna och inte i apparatenhetens monteringsplåt.

Skåpets främre lucka täcker endast de fyra vänstra enheterna och således inte sändarna. Sändarnas frontpaneler är försedda med kylflänsar, som har utformats så att de ligger an mot apparatenhetens ram. Frontpanelerna kyls således direkt av den omgivande ytterluften, varvid den värme som normalt alstras i sändarna leds bort.

Kablingen mellan enheterna som till stor del består av koaxialkabel är förlagd på monteringsplåtens baksida.

På plåtens baksida finns även en dämpsats, U1. Denna är inkopplad i ledningen till referensantennen och dämpar effekten till denna 0,5 dB, vilket kompenserar för den dämpning som transformator T 424 i antennväxlaren ger för effekten till dubbellobantennen.

På apparatenhetens undersida finns åtta anslutningsdon.

Apparatenhet A är på främre luckan märkt med röd färgtriangel.

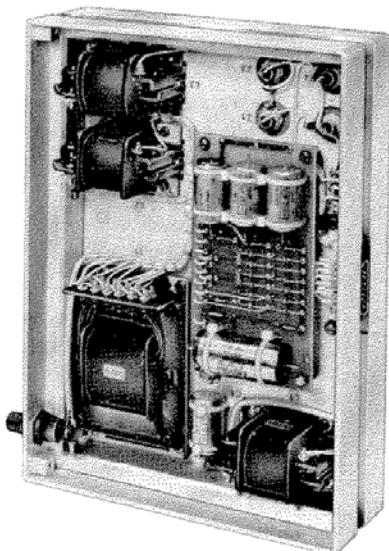


Bild 14 Kraftenheten

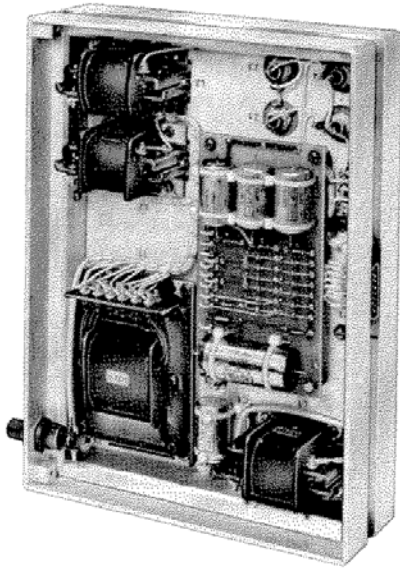


Bild 15. Effektenheten

3.5.1.1 Kraftenheten

Kraftenheten, bild 14, är uppbyggd med en ram av bockad lättmetallprofil. En monteringsplåt, som uppbär enhetens tyngre komponenter, är fastskruvad försänkt i ramen. Övriga komponenter är placerade på ett kretskort som är fäst till distansmuttrar på monteringsplåten.

På enhetens frontpanel finns hållare för säkring F1 som avsäkrar drivspänningen +12 V till antennväxlarens drivkretsar.

3.5.1.2 Effektenheten

Effektenhetens ram är utförd av bockad lättmetallprofil, se bild 15. På ramens insida finns en stödskena på vars ena sida är fäst ett kretskort som uppbär större delen av enhetens komponenter. På stödskenans andra sida är en plåt fäst mellan enhetens bakre och främre del. På plåten är fyra riktkopplare U1 – U4 placerade.

3.5.1.3 Antennväxlaren

Antennväxlarens konstruktion överensstämmer i stora drag med effektenhetens konstruktion, se bild 16.

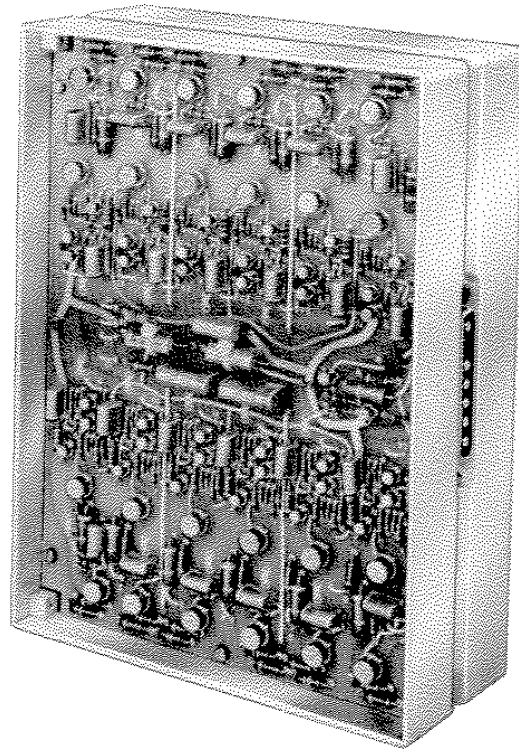


Bild 16. Antennväxlaren

På båda sidor av stödskenan på ramens insida är kretskort fastskruvade. Det ena kortet, HF-kortet, innehåller samtliga kretsar för koppling av högfrekvent effekt till antennerna. Högfrekvenseffekten tillförs HF-kortet eller tas ut från detta genom koaxialledning med anslutningsdon, som ansluts till motsvarande koaxialdon. På kretskortet finns transmissionsledningar av två utföranden.

I effektdelaren ingår två ledningar med en längd något mindre än en kvarts våglängd. Ledningarna har impedansen 75Ω . De består av innerledare och dielektrikum som är förlagda i fasta kopparrör. Kvartsvågsledningarna i sektorväxeln ingår i det tryckta mönstret på kretskortets baksida.

Det andra kretskortet, drivkretskortet, innehåller de komponenter som ingår i drivkretsarna för antennväxlarens kopplingsdioder.

3.5.1.4 Sändaromkopplaren

I sändaromkopplarens ram är en monteringsplåt infäst, se bild 17. På plåten är relä K2, för kraftmatning till reservsändaren, placerat. Relä K1 är ett koaxialrelä som kopplar om utgående sändareffekt, mellan huvudsändare och reservsändare. Relä K1 är fastskruvat på enhetens ram.

På monteringsplåten är även riktkopplaren för sändpulsdetektorn placerad. Ovanpå riktkopplaren finns ett kretskort med komponenter för reläkretsar och sändpulsdetektering. En kopplings slinga är fastlödd på kretskortets undersida.

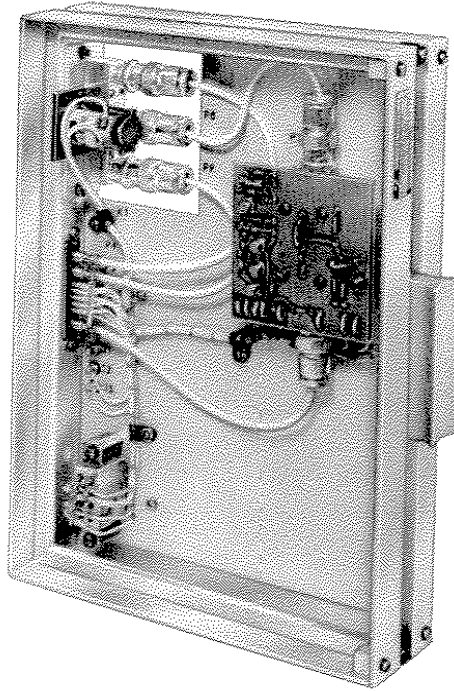


Bild 17. Sändaromkopplaren.

Kopplingslingan när in i riktkopplaren och överför därmed en del av den passerande sändareffekten till detektorn på kretskortet.

3.5.1.5 Sändaren

Sändarens stomme är gjuten i lättmetallgods. Vid gjutningen har utformats avskärmade fack med olika djup för sändarens kretsar.

På stommens vänstra sida finns tre fack. Det bakre innehåller kraftaggregat med transformator T1, se bild 18. I detta utrymme finns i huvudsak kretsar för alstring av anodspänning till sändarrören. Erforderliga dioder och belastningsmotstånd finns på ett kretskort som är placerat på fackets ena vägg. Motsvarande komponenter för lågspänningsdelen finns på ett kretskort, placerat i ett utrymme i sändarens högra sida.

De båda rören V1 och V2 är placerade i avskärmade utrymmen intill varandra. Rören är placerade horisontalt tvärgående och vända 180° i förhållande till varandra.

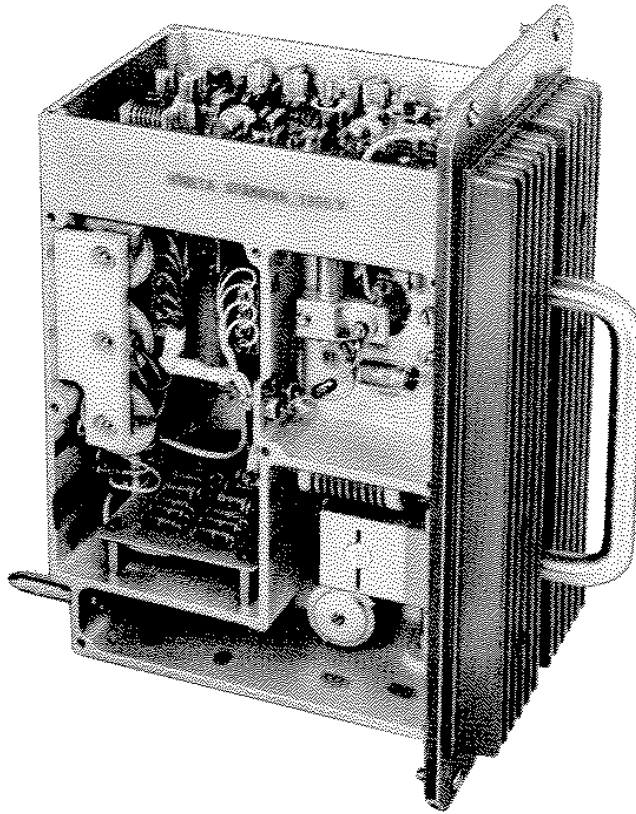


Bild 18. Sändare sedd från vänster.

På sändarens vänstra sida finns ett nedre vinkelformat fack som innehåller anodanslutning till V1 samt de avstämde anodkretsar som tillhör röret. I dessa ingår spolen L3 i form av en metallstav som placerats i den hålrumresonator som bildas av det nedre utrymmet i facket. Anodkretsen avstäms med en pistontrimmer, C12. Denna är genom ett hål i enhetens stomme åtkomlig för trimning.

I facket ovanför V1 finns en avstämmd krets som är ansluten till katodsidan i röret V2.

På sändarens högra sida finns anodkretsar för röret V2 samt katodkretsar för V1. Kretsarna är placerade i två skilda utrymmen och helt i överensstämmelse med motsvarande kretsar på sändarens vänstra sida, se bild 19.

I sändarens övre gavel finns ett skärmat utrymme med plats för ett kretskort som innehåller lågspänningsstabilisator, modulator, kristalloscillator samt effektförstärkare.

Utrymmena på sändarens vänstra och högra sida samt på den övre gaveln täcks av skyddsplåtar för att åstadkomma avskärmning för den högfrekventa effekten.

Sändaren har en gjuten frontpanel som är utformad till kylprofil för bortledning av den värme som alstras av rören i slutsteget.

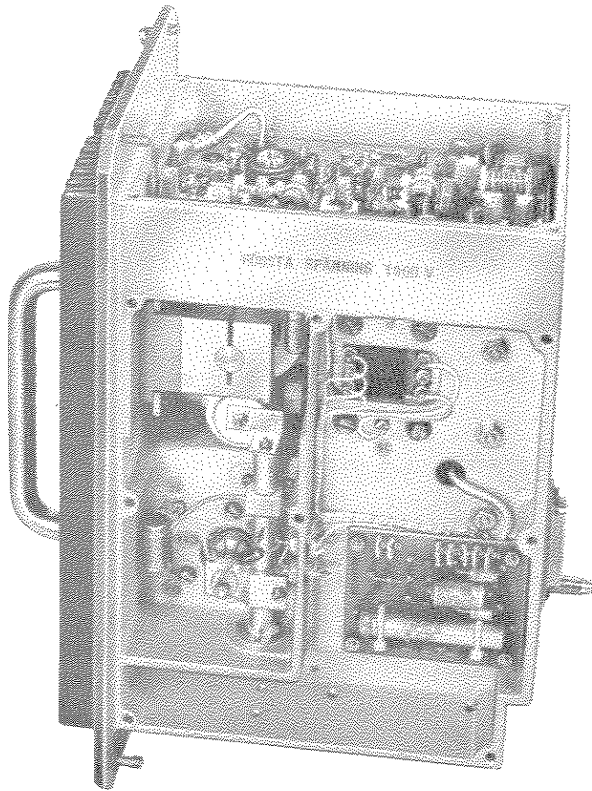


Bild 19. Sändare sedd från höger.

3.6 Apparatenhet B

3.6.1 Allmänt

I apparatenhet B, bild 20, ingår följande underenheter:

- Mottagare PN-50
- Mottagare PN-59
- Pulsdel med fem pulslogikkort
- Övervakningsdel med två övervakningskort
- Provningsenhet

De båda mottagarna är helt lika till konstruktionen, men intrimmade till olika signalfrekvenser. För att de båda mottagarna inte skall förväxlas, finns en styrpinne under vardera mottagarens anslutningsdon i skåpets bakplåt. Pinnarna, som har olika placering för de båda, mottagarna, passas in i kodhål i mottagarna när dessa placeras i skåpet.

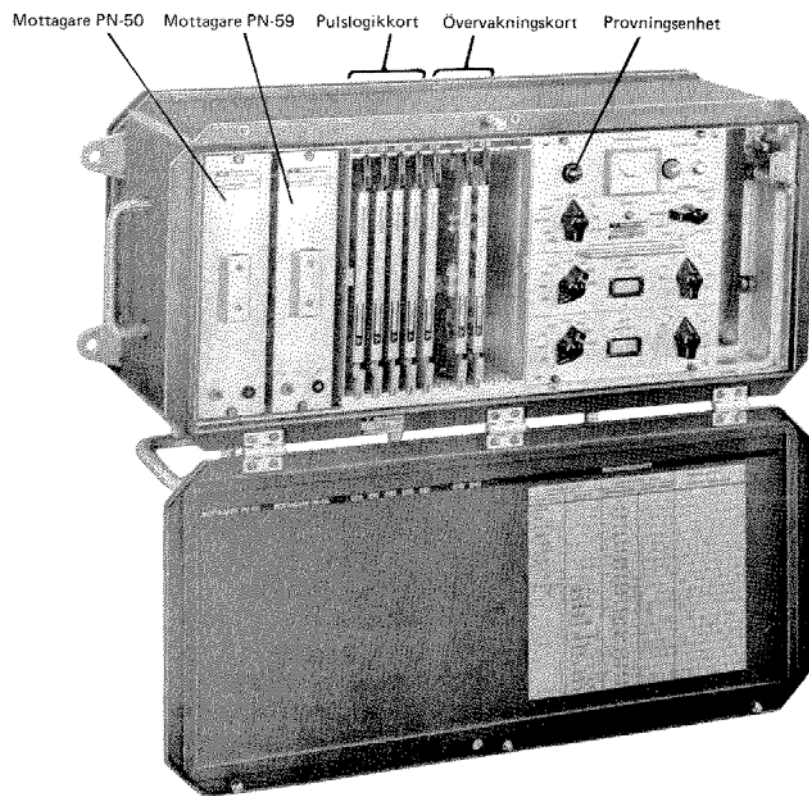


Bild 20. Apparatenhet B.

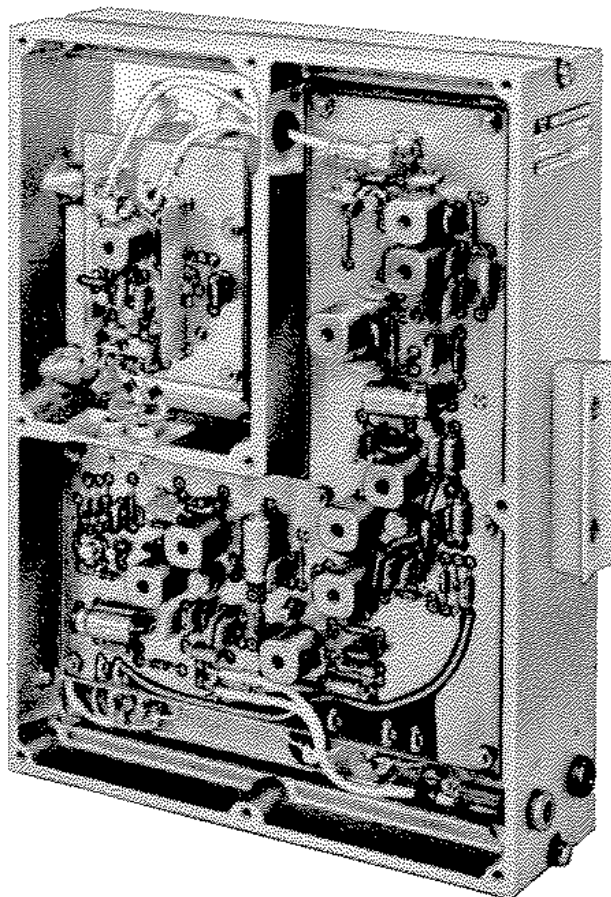


Bild 21. Mottagare sedd från vänster.

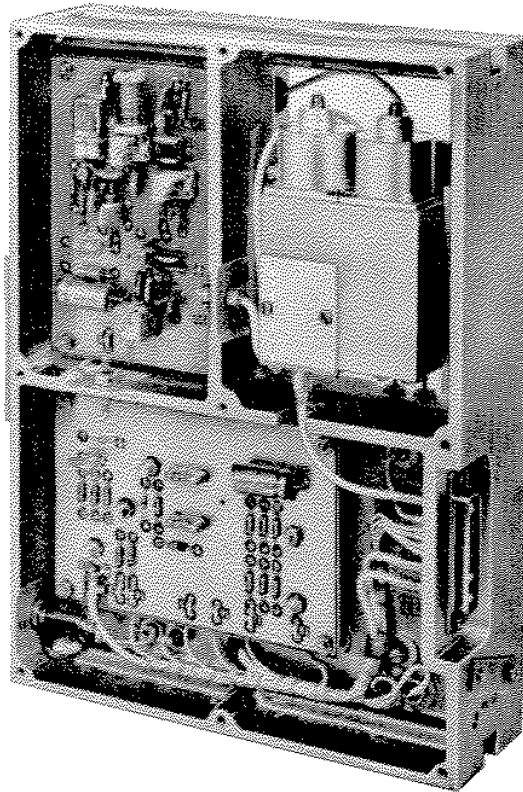


Bild 22. Mottagare sedd från höger.

Pulsdelen består av de fem pulslogikkorten EC5, EK1, EM1, EE6 och EO1. Dessa är placerade tillsammans med de två övervakningskorten EH2 och EH3 som ingår i övervakningsenheten.

Samtliga kort är placerade i en sluten låda. Korten sticks in i anslutningsdon som är kodade så att korten inte kan placeras fel. Lådan för korten är försedd med ett skyddslock.

Förbindningarna till de olika underenheternas anslutningsdon är åtkomliga när apparatenhetens bakre lucka fälls ned. Till höger är mottagarnas anslutningsdon placerade. Mottagarnas signalingång P131 respektive P133 är med koaxialledning sammankopplade till ett koaxialdon P58 av T-utförande. P58 är vidare ansluten till S/M-växlaren i antennväxlingsenheten. Koaxialledningarna från P58 till mottagarnas signalingång har längden $3 \lambda/4$ och ger därför elektrisk isolation mellan mottagarna så att dessa inte belastar varandra.

På insidan av skåpets främre lucka finns en tabell med normalvärden för provningsenhetens instrument, gällande för olika lägen av enhetens omkopplare. På tabellen finns även plats för anteckning av avläst värde samt datum och signatur för kontrollen.

Apparatenheten är försedd med en lockbrytare. Denna påverkas när skåpets främre lucka öppnas och kopplar bort felsignalen från manöverenheten så att sändarmoduleringen inte bryts vid arbete i skåp B, samt ansluter drivspänning till en generator som alstrar PN-50 frågor.

På apparatenhetens undersida finns fem anslutningsdon.

Apparatenheten är märkt med grön färgtriangel.

3.6.1.1 Mottagaren

Mottagarens kretsar är placerade i en stomme av gjutgods. Vid gjutningen har utformats skärmade utrymmen i form av fack på vardera sidan om en lodrät skiljevägg.

På skiljeväggens vänstra sida är ett stort vinkelformat kretskort placerat. Kretskortet innehåller MF-förstärkare med detektor, se bild 21.

På höger sida om skiljeväggen finns två fack. Det övre innehåller kretskort för lokaloscillator och det undre ett kretskort med blockeringskrets för puls-AKR samt förstärkare för överhörningsblockering, se bild 22.

Bakom oscillatorns kretskort finns ett fack som bryter igenom skiljeväggen och således är gemensamt för båda sidor. Facket innehåller koaxialresonatorer för banpassfiltret i HF-steget samt ett kretskort med HF-förstärkare och blandare.

På enhetens front finns en blåmärkt anslutningshylsa som är ansluten till mottagarnas signalutgång samt en svartmärkt hylsa som är ansluten till stommen. Ett oscilloskop kan anslutas till hylsorna vid kontroll av mottagarens utsignal.

Mottagarens sidor är försedda med täckplåtar för att avskärma de olika kretsarna. På enhetens övre gavel finns två hål genom vilka koaxialresonatorernas justerskruvar är åtkomliga vid trimning.

På mottagarens baksida finns två hål för kodstift samt en vridbar täckplåt. Denna kan täcka för det ena eller andra hålet beroende på om mottagaren trimmats för PN-50 frekvens eller för PN-59 frekvens.

3.6.1.2 Pulsdelen och övervakningsdelen

Pulsdelens och övervakningsdelens kretsar finns på sammanlagt sju kretskort. Kretskortens anslutningsdon är utförda i form av pläterade och förgyllda kantkontakter, se bild 23.

I kantkontaktområdet har tagits upp spår som motsvaras av brickor i apparatskåpets anslutningsdon. Härigenom erhålls en kodning av kretskorten, som förhindrar att korten kan sättas in på fel plats.

Kretskortens främre långsida har en mekanisk förstärkning i form av en metallskena. På skenan finns en skylt som uppger enhetens beteckning och M-nummer samt individnummer och tillverkningsnummer.

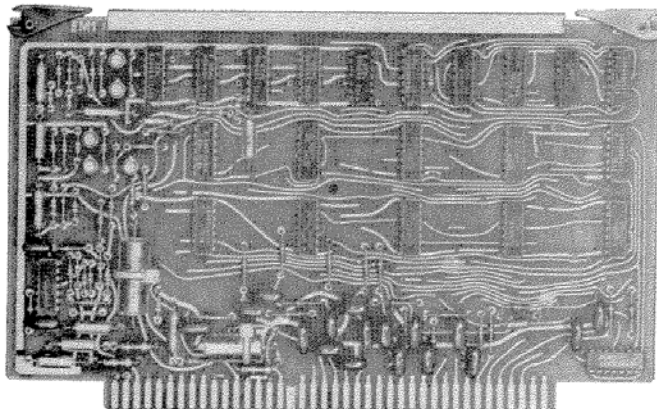


Bild 23

3.6.1.3 Provningsenheten

Provningsenhetens stomme består av två ramar som hålls samman av tvärsgående balkar, se bild 24. I den vänstra ramens bakre gavel är anslutningsdonet P1 fastsatt. Anslutningsdonet P2 är fastsatt på motsvarande plats i den högra gaveln.

I den vänstra gaveln finns ett kretskort som innehåller samtliga komponenter för provningsenhetens kretsar med undantag av de panelmonterade komponenterna.

Provningsenhetens panel är indelad i tre horisontella fält. I det övre fältet finns instrument M1, samt omkopplarna S1 och S2 för inkoppling av M1 till olika mätpunkter för kontroll av fyrens funktion.

Under instrumentet finns potentiometern RV1 för inställning av övervaknings-sektorns bredd.

Till höger om instrumentet finns omkopplaren S7 TEST. När S7 trycks in, startar överkoppling från huvudsändare till reservsändare. Lampan V2 RESERV-SÄND tänds när reservsändaren är inkopplad.

I det mellersta fältet finns omkopplarna S3 och S4 för inställning av referensvärden vid övervakning av sättpunktens läge för Bana A. Mellan omkopplarna finns plats för en signeringsskylt där aktuellt sättpunktsavstånd skall antecknas.

Det undre fältet innehåller motsvarande omkopplare S5 och S6 samt signeringsskylt för Bana B.

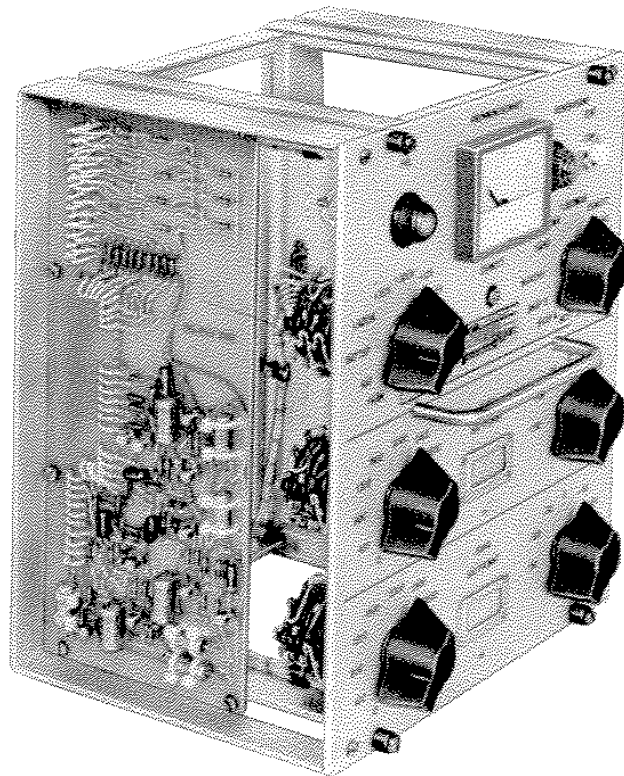


Bild 24. Provningsenheten.

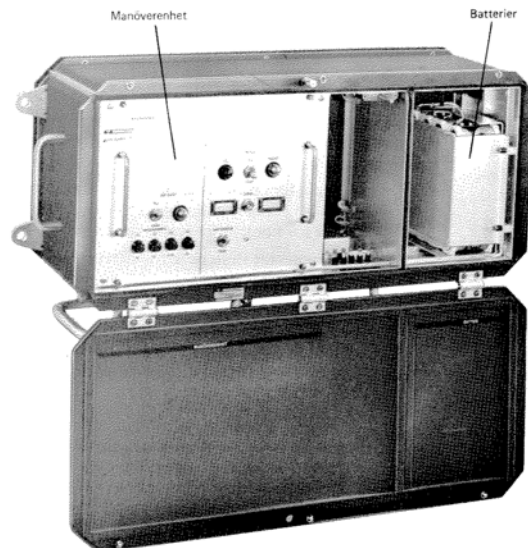


Bild 25. Apparatenhet C.

3.6.2 Apparatenhet C

Apparatenhet C, bild 25, innehåller följande underenheter:

- Manöverenhet
- Batterier
- Kodkort (visas på bild 27)

Manöverenheten är placerad till vänster i skåp och vilar på glidskenor av teflon. Enheten styrs vid insättandet av en styrskena av stål in mot styrstift och anslutningsdon i en bakre monteringsplåt.

Till höger om manöverenheten finns fem hållare för reservsäkringar.

Batterierna är placerade i ett utrymme längst till höger i skåpet, se bild 26. Batterierna hålls på plats av ett vinkelbockat lock som är festsatt på gångjärn och fästes framtill med två grönmärkta fästskruvar. Locket kan därför fällas åt sidan så att batterierna blir åtkomliga.

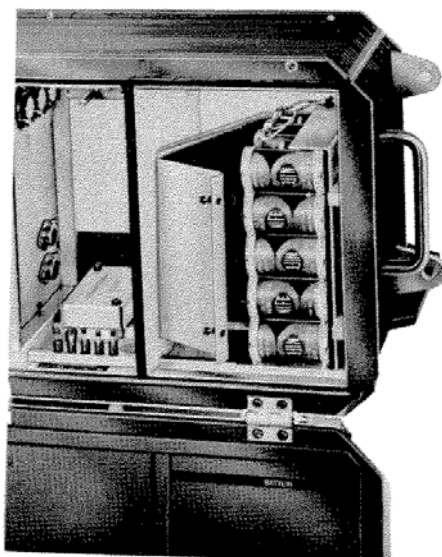


Bild 26. Batterierna i apparatenhet C.

Ovanför batterierna är en drifttidmätare placerad i apparatenhetens gavel. Mätaren är avläsbar utifrån.

På apparatenhetens undersida finns 5 mångpoliga anslutningsdon

När apparatenhetens främre lucka öppnas, påverkas skåpkontaktarna S1 och S2, varvid en automatisk omkoppling sker från fjärrmanövrering till lokalmanövrering av fyren.

Kodkortet EC6 är åtkomligt när apparatenhetens bakre lucka öppnas, se bild 27. Kodkortet sticks in i anslutningsdonet P71 och fästs med fyra skruvar. Kortet, som innehåller programmering för fyrens kod och sättpunktfördröjning, är speciellt för varje fyr. Vid utbyte av skåp C skall därför kortet EC6 behållas och placeras över i det nya skåpet.

Apparatenhet C är på den främre luckans utsida märkt med svart färgtriangel.

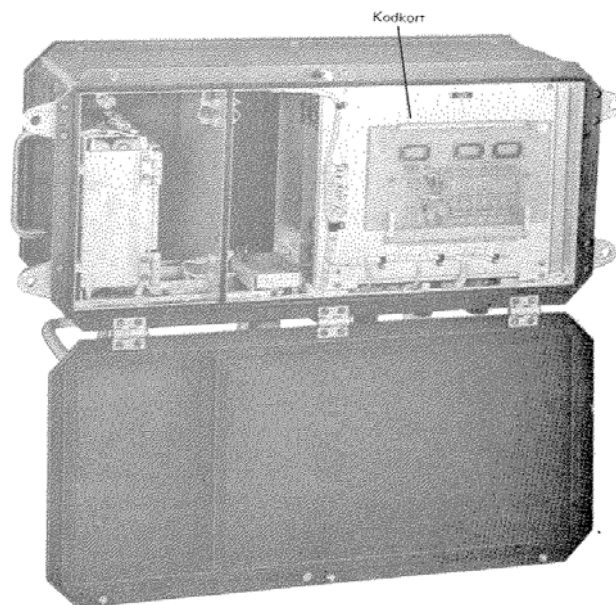


Bild 27. Apparatenhet C, baksidan

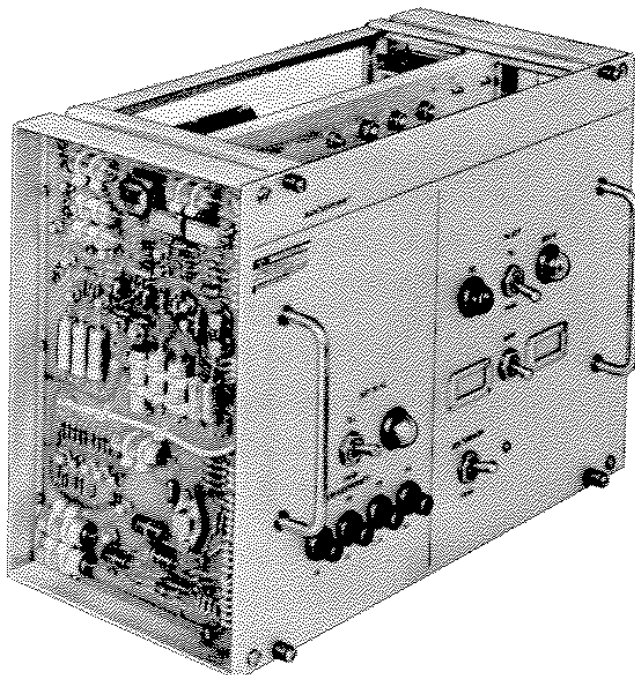


Bild 28. Manöverenheten sedd från vänster.

3.6.2.1 Manöverenheten

Manöverenhetens stomme är uppbyggd av två gavelramar som hålls samman av tvärsgående balkar, se bild 28.

Anslutningsdonet P1 är placerat i den högra gavelramens bakre del. I ramens sidofack finns en plåt där effektransistorerna Z1 – Z5 är placerade, se bild 29.

I motsvarande sidofack i den vänstra gavelramen finns ett kretskort som innehåller samtliga mindre komponenter som ingår i manöverenheten, se bild 28.

Bakom enhetens frontpanel finns en tvärgående monteringsplåt där de tyngre komponenterna såsom transformatorer och induktansspolar är placerade. Reläerna K1, K2, K3 är tillsammans med kondensatorerna C1 – C6 placerade på enhetens tvärsgående bottenplåt.

Manöverenhetens panel är delad i två vertikala fält, se bild 28. I det vänstra fältet finns omkopplaren S2 och indikerlampan V3, båda märkta NÄT 50 Hz. Med S2 i läge TILL sluts nätspänning till fyren, varvid detta indikeras av V3. I det vänstra fältet finns även de säkringar F1 – F4 som avsäkrar in- och utgående spänningar.

I panelens högra fält finns överst omkopplaren S1, PN-55/F, samt indikerlamporna V1 och V2. Vid lokalmanövrering startas fyren med S1 i läge TILL. Lampan V2, 800 HZ, tänds när fyrens enheter får drivspänningar. Lampan V3, FEL, tänds när övervakningssystemet ger felsignal.

Under S1 finns omkopplaren S3, BANA för val av Bana A eller Bana B. Bana A är vald när omkopplaren ställts i högerläge och Bana B när omkopplaren ställts i vänsterläge.

Nederst i fältet är omkopplaren S4, SEKTOR, placerad. Med S4 kan fyrens sektorbegränsningsfunktion kopplas bort.

3.6.2.2 Batterierna

Batterierna ger reservkraft till fyren. Batteriesatsen består av laddningsbara nickelkadmium-ackumulatorer. Varje ackumulator ger spänningen 1,25 V. Ackumulatorerna sätts ihop till två moduler med tio ackumulatorer i var modul, varefter två moduler sätts ihop till den kompletta batteriesatsen.

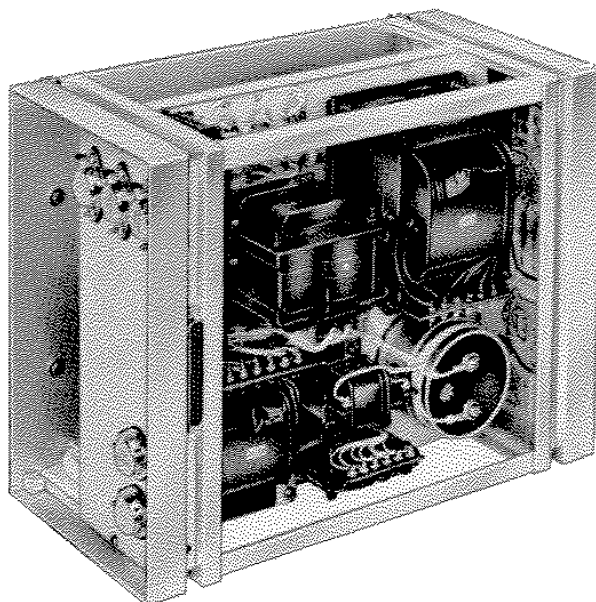


Bild 29. Manöverenheten sedd bakifrån.

3.6.3 Fjärrmanöverenheten

Fjärrmanöverenheten är uppbyggd av en ram som består av bockad lättmetallplåt, se bild30. På ramens bakre gavel finns på höger sida anslutningsdonet P1, samt på vänster sida anslutningsdonen P2 och P3 för inkopplingen av manöverlinjen. Under P2 och P3 finns säkringen F1. F1 avsäkrar enhetens drivspänning.

Ett kretskort som innehåller enhetens mindre komponenter är placerat på den bakre gavelns insida. På högra gavelns insida är effekttransistorerna Z81 och Z82 placerade på en plåtvinkel.

På enhetens frontpanel finns erforderliga kontrollorgan för fjärrmanövrering av fyren.

Omkopplarna S1 och S2, är placerade till vänster på panelen. Omkopplarna består av en tryckplatta på panelsidan som påverkar mikroströmställare på panelens baksida. I tryckplattan finns två fält. För belysning av fälten finns i S1 lamporna VL1 och VL2 samt i S2 lamporna VL3 och VL4.

Vid intryckning av S1 och S2 tänds först det övre vita fältet i tryckplattan och markerar att omkopplaren är vald samt att fyren startas. Efter ca 88 s, när fyren uppnått godtagbara prestanda, återsänds en klarsignal, varvid det undre gröna fältet i tryckplattan tänds.

Till höger om S1 och S2 finns en rödmärkt tryckplatta, FEL, som inte påverkar någon kontaktfunktion, utan endast innehåller två lampor VL5 och VL6. Lamporna tänds vid felsignal från fyren.

Den högra omkopplaren S3, LAMPTEST, används vid kontroll av att samtliga indikerlampor är hela. När S3 trycks in skall lamporna VL1 – VL6 tändas oberoende av fyrens tillstånd.

Potentiometern RV1, FÖRDUNKLING, används för att ställa in ljusstyrkan för lamporna VL1 – VL4. Lamporna VL5, VL6, FEL påverkas ej av RV1 inställning.

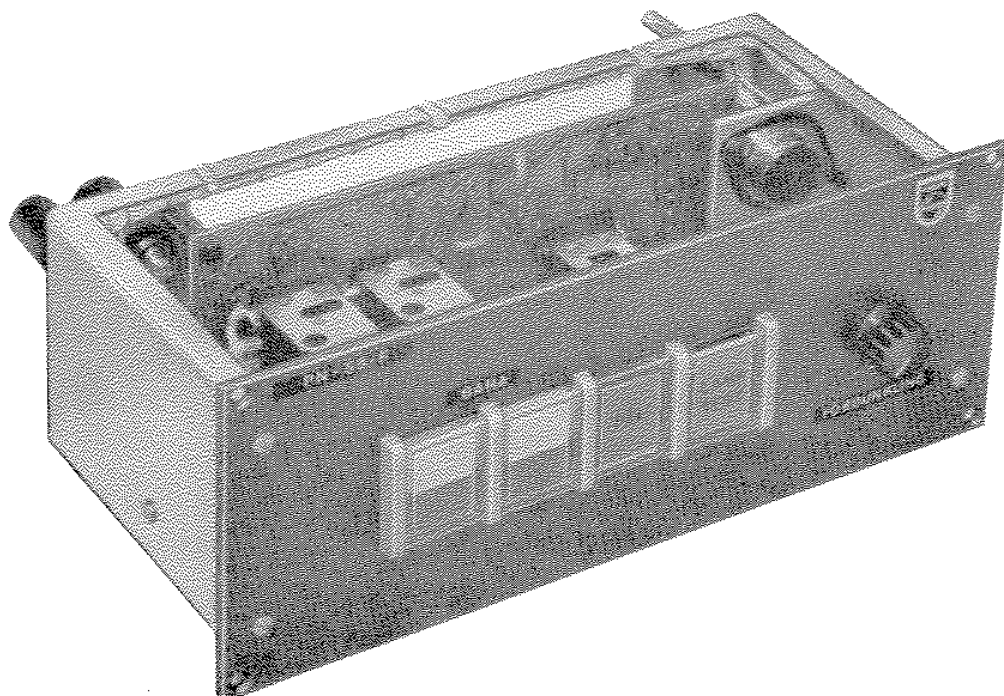


Bild 30. Fjärrmanöverenheten

3.6.4 Övervakningsmottagarenheten

Övervakningsmottagarenheten är avsedd att placeras i terrängen framför fyren. Den består av ett trebent stativ vars övre del avslutas med en plattform, se bild 31. På plattformen är enhetens antenn placerad. Under plattformen finns en box som innehåller övervakningsmottagare.

Vardera av stativets ben avslutas nedtill av en fotplatta. Stativet fixeras vid marken med hjälp av pinnar som drivs genom hål i fotplattorna. Pinnarna dras ur och placeras i hållare på vardera stativbenet, när enheten skall flyttas.

3.6.4.1 Övervakningsmottagarenhetens antenn

Övervakningsmottagarenhetens antenn är en dipol i koaxialutförande med längden λ $5/8$. Den har cirkulärt antenndiagram.

Den fria dipoldelens längd utgör ungefär hälften av den totala antennens längd. Den resterande nedre delen av antennen har koaxialt utförande med ett ytterrör som verkar som jordplan, se bild 31.

Den övre dipoldelen förs genom en isolator in i ett nedre ytterrör och centreras i detta av en stödisolator. Dipolen fortsätter således som mittledare i det nedre röret och är stomförbunden vid rörets nedre ände.

Koaxialkabeln till antennen ansluts, över ett koaxialkontaktidon, med skärmen till ytterröret och innerledaren till dipolen inuti röret. Anslutningspunktens läge är vald så att 50Ω impedans erhålls.



Bild 31. Övervakningsmottagarenheten

3.6.4.2 Övervakningsmottagaren

Övervakningsmottagaren är placerad i en gjuten, vattentät box. Inuti boxen finns ett kretskort som innehåller mottagarens samtliga kretsar, se bild 32.

På boxens undersida finns två koaxialkontaktidon för anslutning av antennen och förbindelsekabeln till fyren.

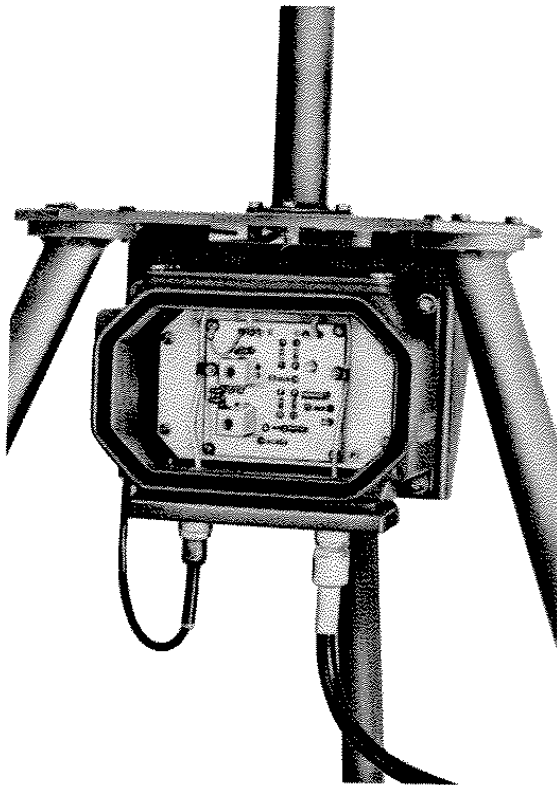


Bild 32. Övervakningsmottagaren

3.6.5 Logiska kretsar

Elektronikdelarna i PN-55/F är till stor del uppbyggda av logiska kretsar i halvledarteknik. Huvuddelen av dessa utgörs av integrerade kapslar. De innehåller vippor, grindar och inverterare, som arbetar med positiv logik, d v s en etta svarar mot en spänning som är ca 5 V och en nolla svarar mot en spänning som är ca 0 V.

3.6.5.1 Vippor

De vippor som används är huvudsakligen bistabla JK-vippor. Schemasymbolen för en JK-vippa visas på bild 33. Vippans sanna utgång betecknas Q och dess falska utgång \bar{Q} . Ingångarna betecknas J och K. Vippan triggas med en positiv puls på ingång T. Vid triggpulsens framkant avläses informationen på J- och K-ingångarna, d v s vilket av invärdena som är »1». Om informationen innebär att vippans läge skall förändras, slår den om vid triggpulsens bakkant.

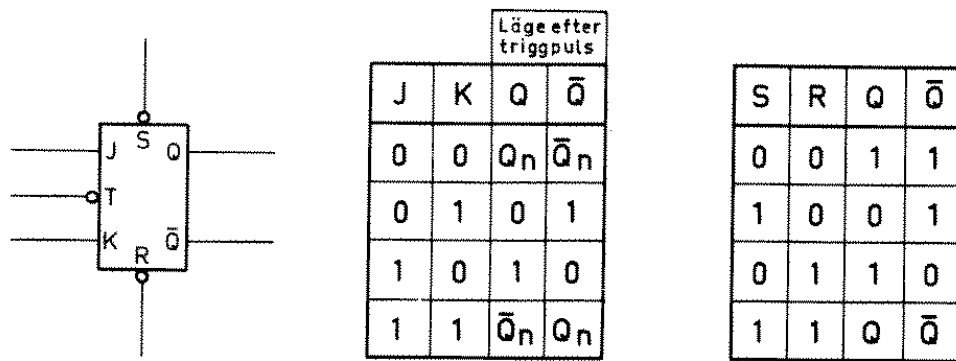


Bild 33. JK-vippa med tabell.

På bild 33 finns även en sanningstabell för en JK-vippa. Av denna framgår att om båda ingångarna matas med en nolla, ger triggpuls ingen förändring av vippans läge. Om J är en nolla och K en etta blir resultatet på vippans utgångar att Q blir noll och \bar{Q} blir ett. Omvänt förhållande på ingångarna ger omvänt resultat på utgångarna. Om både J och K är ett, slår vippan vid bakkanten hos varje triggpuls. Detta förfarande används när en vippa ingår i en räknare.

Anm. Om J- eller K-ingången inte är ansluten, är detta liktydigt med att ingången matas med en etta.

På JK-vippan finns även två ingångar betecknade S och R (set och reset, se bild 33). Dessa ingångar är likspänningsingångar och med en nolla på någon av dem styrs vippan tvångsmässigt oberoende av vad som sker på J-, K- och T-ingångarna.

Av sanningstabellen framgår att om både R och S är noll, blir både Q och \bar{Q} ett. Detta är en onormal funktion hos vippan och används inte i praktiken.

Om S är noll och R är ett, sätts vippan så att Q blir ett och vid omvänt förhållande på ingångarna blir Q ett.

Om både R och S är ett, påverkas inte vippan utan kan styras från J-, K- och T-ingångarna.

3.6.5.2 Grindar och inverterare

De grindar som används är OCH-grindar samt inverterande OCH-grindar (NAND-grindar). Bild 34 visar schemasymbolen och sanningstabellen för en NAND-grind.

Om endast en ingång används på en grind fungerar den som inverterare, d v s etta på ingången ger nolla på utgången och omvänt.

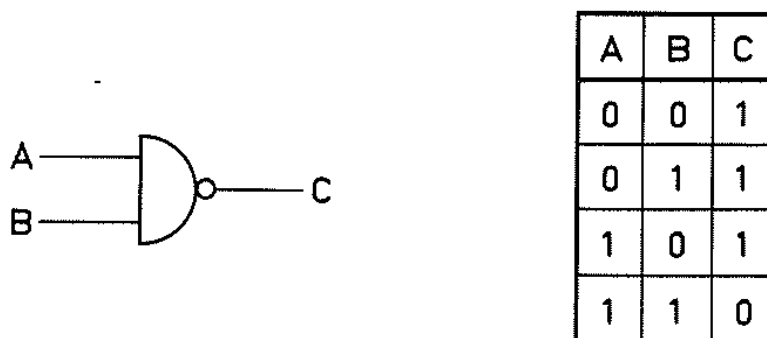


Bild 34. NAND-grind med tabell.

En OCH-grind kännetecknas av att villkor samtidigt erfordras på grindens alla ingångar för att funktion skall erhållas vid utgången. För en ELLER-grind gäller att ett villkor vid någon av ingångarna ger funktion vid grindens utgång. Se bild 35.

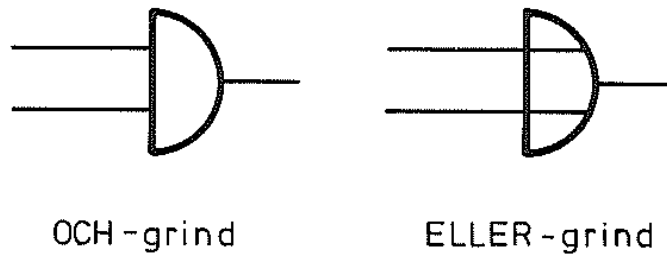


Bild 35. Symbol för OCH-grind samt ELLER-grind.

4 Verkningsätt

4.1 Allmänt

PN-55/F skall betjäna de flygburna utrustningarna PN-50/A och PN-59/A. Dessa ingår i två olika systemfunktioner där radarfyrens informationer utvärderas enligt skilda principer. Av denna anledning måste fyrens kretsar vara så utformade att de utsända svarspulsernas egenskaper anpassas till aktuell flygutrustning.

För att åskådliggöra detta lämnas en kort beskrivning för vardera flygutrustningens landningssystem.

4.2 PN-50/A Landningssystem

De svar som utgår från PN-55/F på PN-50/A frågepulser består av korta ($4\mu\text{s}$) och långa ($12\mu\text{s}$) pulser som sänds ut med hjälp av två antenner. Dessa ger tillsammans omväxlande en lob på den vänstra och den högra sidan om QFU. Loben växlar sida med frekvensen 8 Hz. När loben befinner sig på den vänstra sidan om QFU, sett i fyrens sändningsriktning, har svarspulserna pulstiden $12\mu\text{s}$. Svarspulstiden ändras till $4\mu\text{s}$ när loben växlat över till högra sidan om QFU.

Fyrens svarspulser tas emot av PN-50/A med olika signalstyrka om flygplanet befinner sig vid sidan om QFU. I det fall att flygplanet är till höger om QFU, sett i flygriktningen erhålls, från mottagaren i PN-50/A, svarspulser med pulstiden $12\mu\text{s}$ och hög amplitud, samt svarspulser med pulstiden $4\mu\text{s}$ och lägre amplitud.

Amplitudförhållandet mellan $12\mu\text{s}$ puls och $4\mu\text{s}$ puls beror på hur stor sidvinkel flygplanets position har i förhållande till QFU. I PN-50/A jämförs amplituderna mellan de korta och de långa svarspulserna, varefter en spänning erhålls, vars värde är lika med skillnaden mellan svarspulsernas amplitud. Spänningen matas till ett instrument som visar för flygplanets förare hur flygplanet är beläget i förhållande till QFU, se bild 36.

PN-50/A mäter även tiden mellan utsänd frågepuls och mottagen svarspuls. Denna tid är ett direkt mått på avståndet mellan flygplan och fyr och omvändlas i flygutrustningen till en spänning som matas till ett andra visarsystem i det instrument som är placerat hos föraren. Visarsystemet har en skala som är graderad så att avståndet till sättpunkten direkt kan avläsas.

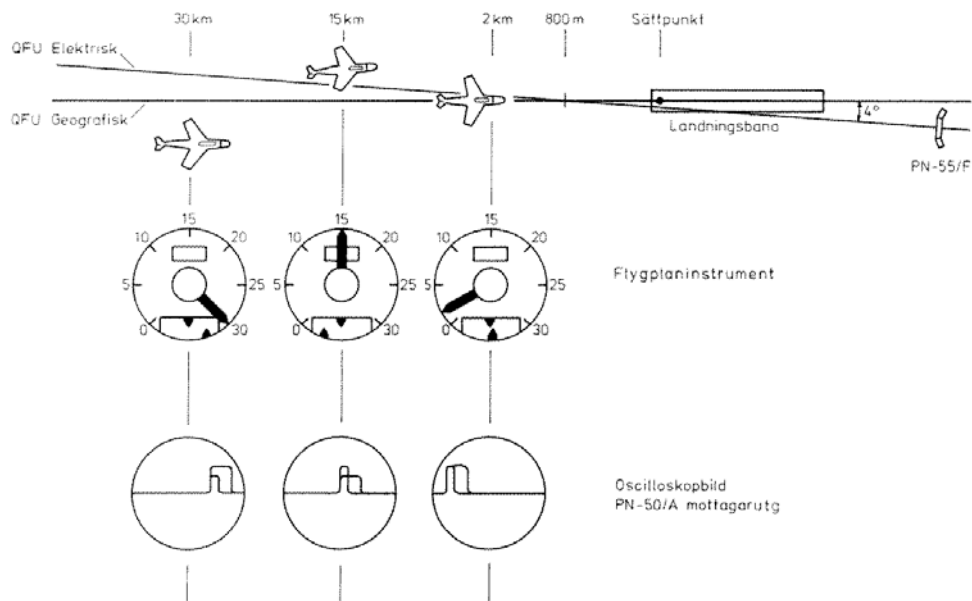


Bild 36. Landningsfunktion PN-50/A

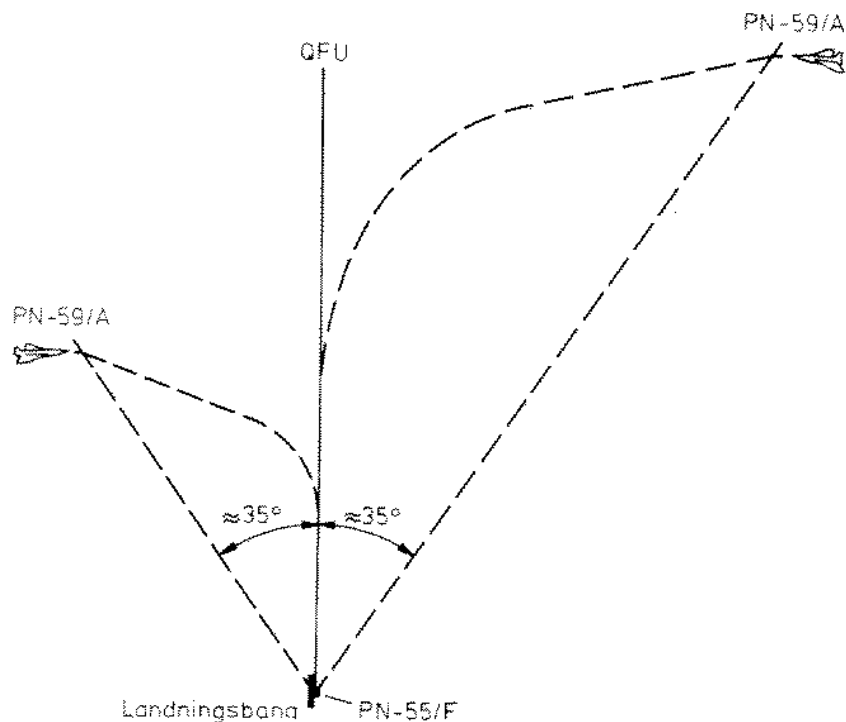


Bild 37. Exempel på inflygningsbanor.

Tidsfördröjningen mellan frågepuls och svarspuls, skall för PN-50/A vara $26,7 \mu\text{s}$, när flygplanet befinner sig vid sätt punkten. Beroende på skillnaden i de lokala förhållandena mellan olika flygfält kan det bli nödvändigt att ställa upp fyren på olika avstånd från landningsbanans sättpunkt. Den interna fördröjningstiden i fyren måste därför kunna ändras så att summan av denna tid och den dubbla gångtiden mellan fyr och sättpunkt alltid är $26,7 \mu\text{s}$.

4.3 PN-59/A landningssystem

PN-55/F ger två helt separata informationer till PN-59/A. Dessa är svar på avståndsfråga och sidlägesinformation.

I flygplanet utvärderar PN-59/A dessa informationer och ger i likhet med PN-50/A en avståndsspänning som är proportionell mot avståndet till sättpunkten samt en sidspänning vars tecken och storlek beror av flygplanets läge i förhållande till QFU.

PN-59/A kan av flygföraren ställas in för två flygskeden, LANDN 40 och BARBRO.

- Flygskede LANDN 40

Avståndsspänning och sidspänning förs tillsammans med utspänning från andra, samverkande utrustningar till en datacentral (DC2). PN-59/A avståndsspänning bearbetas där tillsammans med spänning från ett barometerhöjdmätarsystem och ger en resulterande spänning som är proportionell mot flygplanets avvikelse från en förutbestämd glidbana. Spänningen förs till flygplanets styrindikator där den påverkar höjdbalken.

PN-59/A sidspänning ger tillsammans med spänning från ett kursgyro en information till styrindikatorns sidbalk. Förarens uppgift är att styra flygplanet så att styrindikatorns höjdbalk och sidbalk intar mittläge. Flygplanet följer då en i sidled krökt bana med lutning 3° . Banan ansluter till QFU och följer denna till sättpunkten, se bild 37.

PN-59/A avståndsspänning förs även till en AHK-indikator där bland annat avståndet till sättpunkten direkt kan avläsas.

- Flygskede BARBRO

I detta läge blir sidinformationen och oberoende av andra utrustningar i flygplanet. Sidspänningen påverkar då direkt styrindikatorns sidbalk under det att avståndsspänningen endast förs till AHK-indikatorn. Sidbalken visar direkt flygplanets sidläge i förhållande till QFU, varför planet följer QFU om föraren styr flygplanet så att sidbalken intar mittläge.

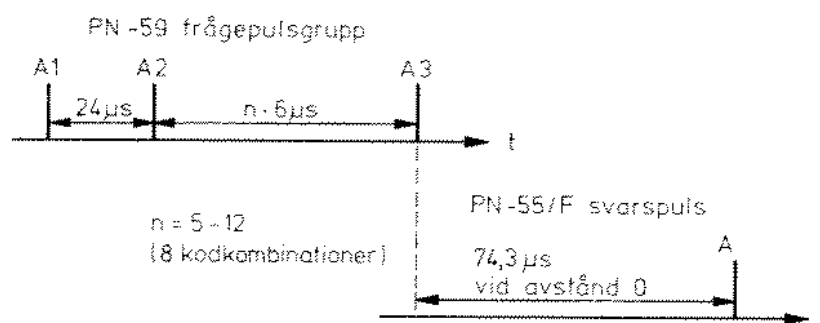


Bild 38. Frågepulsgrupp och svarspuls för PN-59/A.

4.3.1 Avståndsinformation

Flygutrustningen sänder en pulsgrupp bestående av tre pulser. Pulsgruppen är kodad enligt ett system med åtta olika koder. Två PN-55/F som är uppställda på närbelägna platser kan därför ställas in för olika kod så att informationerna från dem kan särskiljas av PN-59/A.

De pulserna i frågepulsggruppen benämns adresspulser och har beteckningen A1, A2 och A3, se bild 38. Tiden A1 – A2 är alltid 24 μs , medan tiden A2 – A3 kan ändras från 30 μs – 72 μs i åtta steg om vardera 6 μs .

Svarspulsen från PN-55/F består av en enkelpuls med pulstiden 2 μs . PN-59/A nollavståndsfördröjning är 74,3 μs , d v s när flygplanet befinner sig vid sättpunkten mäter dess utrustning en tidskillnad mellan pulsen A3 i frågepulsggruppen och svarspulsen på 74,3 μs .

Denna tid utgör summan av den dubbla gångtiden mellan radarfyr och sättpunkt samt en variabel och en fast fördröjningstid i fyren. Summan av den variabla fördröjningstiden och dubbla gångtiden fyr-sättpunkt är inställd till 26,7 μs , gällande för PN-50/A. Den fasta tilläggsfördröjningen har därför värdet 47,6 μs som då i PN-59/A höjer nollfördröjningen till 74,3 μs . Detta värde är fastställt med anledning av att ett extra tidsintervall åtgår i PN-59/A vid navigeringsfunktion för dekodering av kodade svarspulsggrupper. Detta är inte aktuellt vid landningsfunktion, men av praktiska skäl får även här värdet 74,3 μs gälla vid nollaavstånd.

4.3.2 Sidlägesinformationen

PN-55/F sänder kontinuerligt sidlägesinformation till PN-59/A. Detta sker utan fråga från flygutrustningen. Informationen består av en pulsgrupp om fem pulser och sänds med repetitionsfrekvensen 64 Hz. Pulsgruppen benämns sidpulsgrupp och har vid utsändandet företräde framför avståndssvar till PN-50/A och PN-59/A.

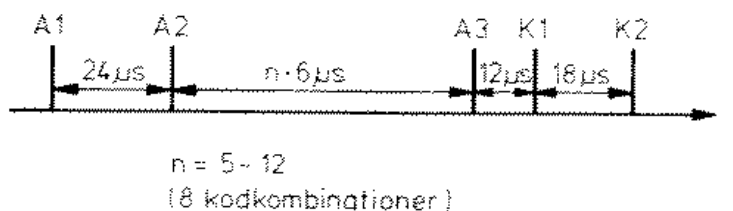


Bild 39. Sidpulsgrupp för PN-59/A.

Sidpulsggruppen består av adresspulserna A1, A2 och A3 samt två sidpulser K1 och K2, se bild 39. Adresspulsernas tidsläge kan ställas om för olika koder där dock tiden mellan A1 och A2 alltid är 24 μs , medan tiden mellan A2 och A3 kan ändras från 30 μs – 72 μs i åtta fasta steg om 6 μs . Tiden mellan A3 och K1 är 12 μs och mellan K1 och K2 18 μs . Pulstiden är för alla pulser ca 2 μs .

Den kompletta pulsggruppen sänds ut från fyrens referensantenn. Sidpulserna sänds även ut från dubbellobantennen, se lobdiagram bild 40. Detta resulterar i att sändningsmaximum för adresspulserna sammanfaller med QFU och ger i PN-59/A en signalstyrka som bildar referensvärde för signalstyrkan från K1 som sänds ut i en lob till vänster om QFU och K2 som sänds till höger om QFU (sett från fyren).

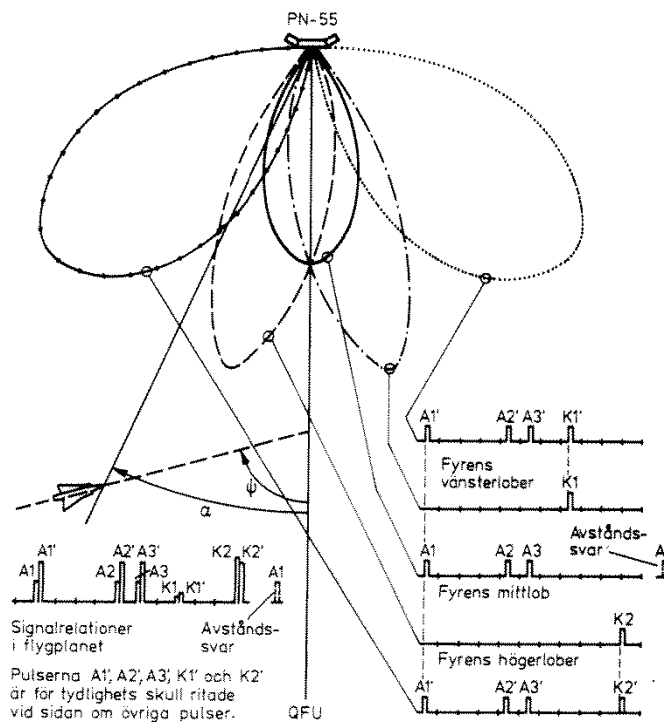


Bild 40. PN-55/F strålningslobber vid PN-59 funktion

PN-59/A mäter amplituden hos K1 och K2 vid mottagarutgången och ger en spänning som utgör skillnaden mellan amplitudernas spänningvärden. Spänningen benämns sidspänning och förs i flygplanet antingen till datacentralen (funktionsläge LANDN 40) eller obehandlad direkt till styrindikatorn (funktionsläge BARBRO)

I flygskede LANDN 40 presenteras en glidbanas koordinater med hjälp av styrindikatorns båda balkar.

I flygskede BARBRO styrs endast sidbalken medan höjdbalken är ställd utanför flygförarens synfält.

4.3.3 Sektorbegränsningen

PN-55/F sänder ytterligare två lobber utöver de tidigare visade. Dessa benämns vänster och höger sektorbegränsarlob och ingår i ett system med uppgift att begränsa den sektor, inom vilken information från PN-59/A vidarebehandlas och används, till $\pm 35^\circ$. Utanför denna sektor kan osäker och i vissa fall falsk information erhållas.

I fyrens vänstra sektorbegränsarlob sänds adresspulserna A1' och A2' och A3' och sidpulsen K1'. I motsvarande högra lob sänds adresspulserna och sidpulsen K2', se bild 5. Sändningen ingår i fyrens ordinarie sidlägsfunktion, som har repetitionsfrekvensen 64 Hz och sker efter ett mönster där sidpulsgruppen först sänds ut från referensantenn och dubbellobsantenn för att så vid nästa sändningstillfälle sändas från sektorbegränsarantennerna.

Sidpulsgruppen sänds således omväxlande som sidlägesinformation och som sektorbegränsningsinformation. De båda informationerna får således vardera repetitionsfrekvensen 32 Hz. Genom att sända informationerna i olika tidsmoment, undviks interferens mellan de båda antensystemen.

Sektorbegränsningsinformationen kan manuellt kopplas bort med en omkopplare på fyrens manöverenhet. Detta är en fördel vid uppställningsplatser med svåra

omgivningsförhållanden där annars reflexionsproblem uppstår på grund av de sidriktade sektorbegränsarantennerna.

Med bortkopplad sektorbegränsning kan normal inflygning ske mot fyren. Risken för falska informationer vid sidan om QFU skall dock uppmärksammas.

4.3.3.1 Funktion

När PN-59/A har flygskede LANDN 40 skall flygföraren styra planet så att styrindikatorns sidbalk alltid intar mittläge. Flygplanet kommer så att följa en i horisontalplanet krökt inflygningslinje mot QFU. För ett visst sidläge med vinkeln α i förhållande till QFU måste flygplanet styras i en viss upphållningsvinkel ψ , för att styrindikatorns sidbalk skall inta mittläge och rätt inflygningslinje följas. Förhållandet mellan vinklarna α och ψ för en inflygningslinje visas i bild 41.

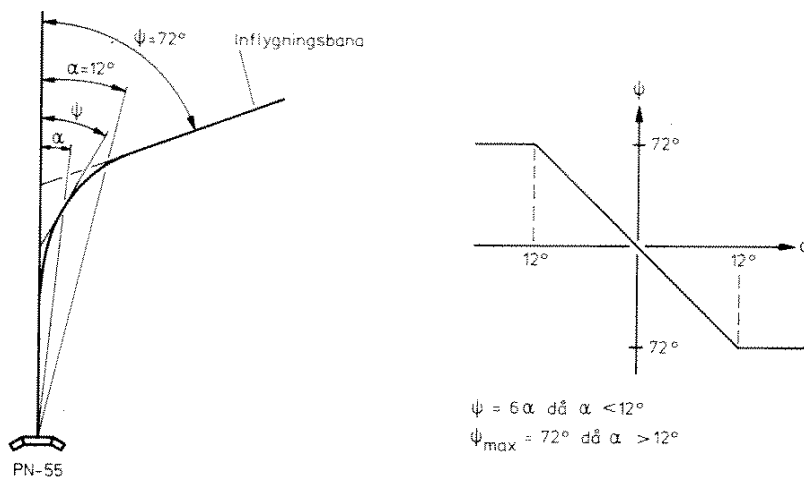


Bild 41. Förhållandet mellan upphållningsvinkel och sidlägesvinkel.

För att klargöra begränsningens funktionsprincip skall här i korthet redogöras för de förhållanden som råder med sektorbegränsningen bortkopplad.

Bild 42 visar PN-59/A sidsignal, d v s skillnadsspänningen mellan sidpulsernas amplitud som funktion av vinkeln α . På diagrammet kan avläsas även den upphållningsvinkel ψ som flygplanet kommer att få som funktion av PN-59 sidspänning. Som framgår av bilden når sidspänningen ett maximalt värde vid $\alpha = 20^\circ$, därför att fyrens sidlober är inriktade 20° från QFU. Sidspänningen begränsas i PN-59/A till ett värde som motsvarar den maximala vinkeln $\psi = 72^\circ$. Denna begränsning inträder vid $\alpha = 12^\circ$.

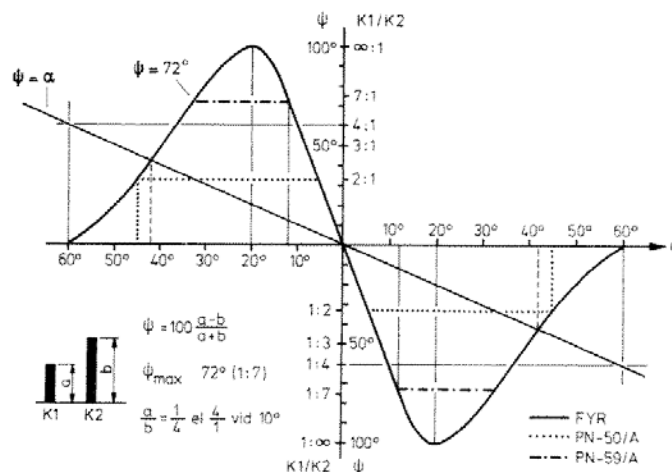


Bild 42. PN-59/A sidspänning, PN-55/F utan sektorbegränsning

I diagrammet finns en linje som utgör funktionen $\psi = \alpha$. Där denna linje skär kurvan för PN-59 sidspänning uppstår en kritisk punkt. Vid rätt intrimmad fyr erhålls denna punkt vid $\alpha \approx 42^\circ$. För $\alpha < 42^\circ$ leder funktionssambandet mellan sidspänning från PN-59/A och kursspänning från kursgyrot till förutbestämda inflygningsbanor som ansluter till fyrens QFU. Anslutningspunkten kommer närmare sättpunkten för varje ökat värde på vinkeln α . Vid $\alpha = 42^\circ$ sker inflygningen rakt mot sättpunkten, se bild 43.

Av bild 42 framgår att PN-59 sidspänning når ett maximalt värde vid $\alpha = 12^\circ$ för att vara konstant till $\alpha = 35^\circ$ och sedan minska med stigande värden på vinkeln α . Vid $\alpha \approx 60^\circ$ har PN-59 sidspänning gått ner till 0. Spänningen 0 erhålls även vid 0° , alltså rak inflygning på QFU, varför datacentralen oavsett det höga värdet på α ger sådan information att flygföraren styr flygplanet i en kurs som överensstämmer med den på gyrot förinställda kursen. Vid $\alpha < 42^\circ$ kommer därför inflygningsbanan på grund av funktionssambandet mellan sidspänning och kursspänning att ansluta till QFU vid en punkt som är belägen bortom fyren, se bild 43. Detta resulterar i en skenbart riktig inflygning mot landningsbanan. I praktiken sker inflygningen på en parallellkurs till inflygningsbanan på någon mils avstånd från denna.

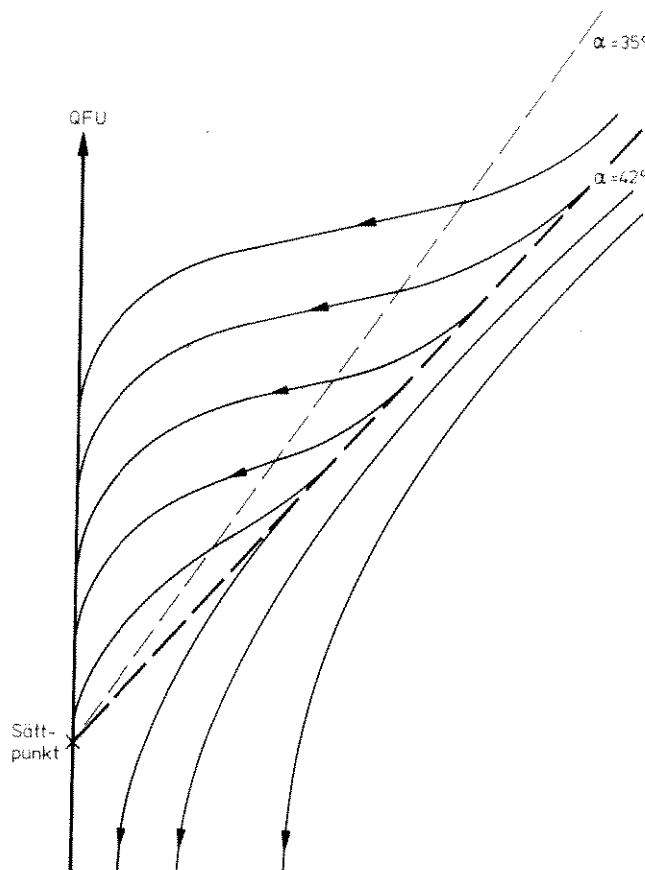


Bild 43. Övergång till falska inflygningslinjer.

När sektorbegränsningen är inkopplad, kan flygutrustningen inte ta emot information från PN-55/F i den sektor utanför $\pm 42^\circ$ där risk föreligger för nämnda fenomen.

Sektorbegränsningens två lober har sitt maximala värde vid $\alpha = 45^\circ$. Bild 44 visar det resulterande diagram som erhålls. För tydlighetens skull har endast den vänstra sektorn medtagits. Den ordinare sidloben är oförändrad med sitt maxvärde vid $\alpha = 20^\circ$. Sektorbegränsningens lob med maximala värdet vid $\alpha = 45^\circ$ börjar redan vid $\alpha \approx 30^\circ$.

göra sig gällande, för att sedan helt överta informationen till PN-59/A. Diagrammet visar att PN-59/A sidspänning kontinuerligt kommer att följa de båda loberna. Den kritiska punkt som utan sektorbegränsning ligger vid $\alpha \approx 42^\circ$ är nu utflyttad till $\approx 72^\circ$. Emedan fyrens användningssektor begränsas till $\alpha = \pm 35^\circ$ (PN-59/A i flygskede LANDN 40) får en betryggande säkerhet anses föreligga. Används PN-59/A i flygskede BARBRO, styr PN-59/A sidspänning utan jämförelse med ψ i datacentralen direkt styrindikatorns sidbalk. Diagrammet visar att man i detta funktionsläge får sidlägesinformation upp till $\pm 90^\circ$, i vissa fall ända upp till $\pm 120^\circ$. Avståndsinformation erhålls dock inte vid högre värde på α än $\pm 35^\circ$.

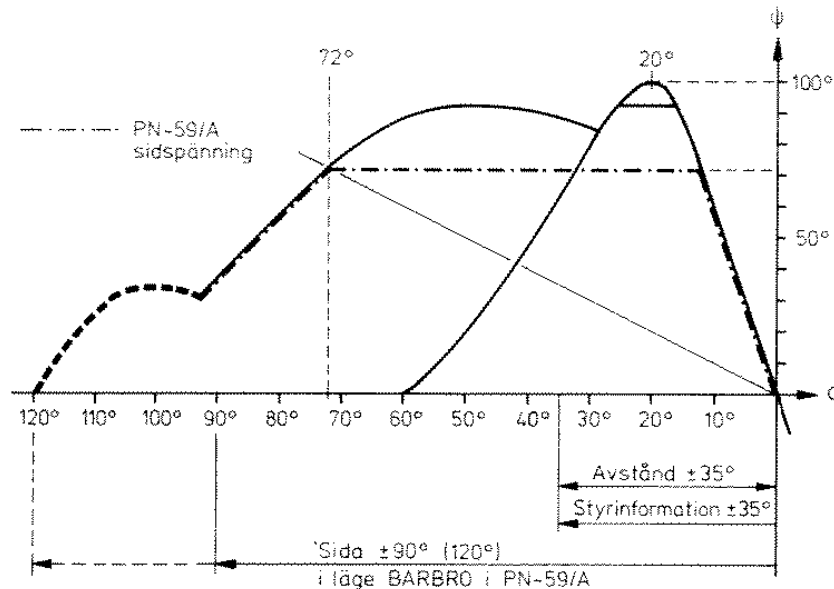


Bild 44. PN-59/A sidspänning, PN-55/F med sektorbegränsning

Bild 45 visar sektorbegränsningens funktionsprincip. I fyrens referenslob sänds adresspulserna samt avståndssvaret. I den vänstra sidloben (20°) sänds sidpuls K1 samt i den högra sidloben sidpuls K2.

I sektorbegränsningens vänstra lob sänds adresspulser och puls K1' samt i sektorbegränsningens högra lob adresspulser och puls K2'.

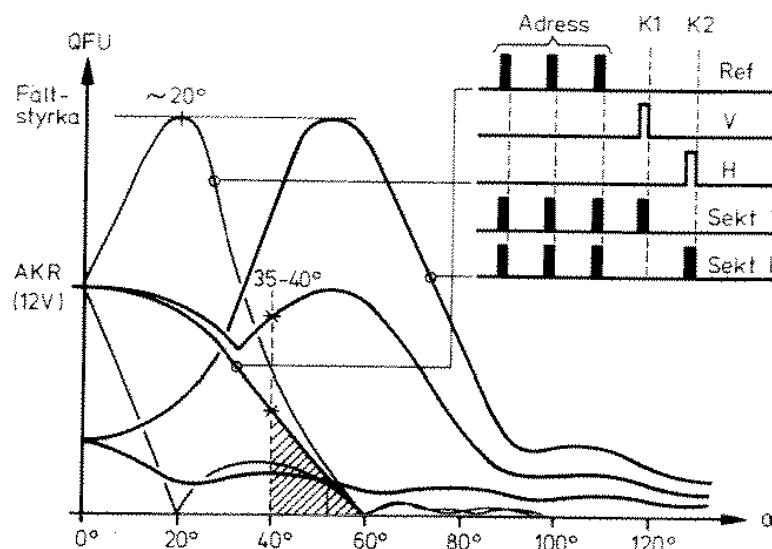


Bild 45. Sektorbegränsningens funktion

I PN-59/A styrs mottagarens AKR och därmed känslighet av signalstyrkan hos pulserna K1 och K2. Detta framgår av diagrammet på bild 10. AKR-kurvan följer den ordinarie sidloben för att sedan när signalstyrkan från denna sjunkit vid $\alpha \approx 30^\circ$ övergå till att följa sektorbegränsarloben. AKR-spänningen följer denna lob och når ett maxialt värde vid $\alpha = 45^\circ$. Emedan signalstyrkan från sektorbegränsarloben ökar sänks således mottagarkänsligheten vid stigande α – värden.

När mottagarens känslighet sänks minskar det från referensloben utsända avståndssvarets amplitud på mottagarutgången. Vid $\alpha \pm 35^\circ$ har svarets amplitud sjunkit så mycket att upplåsning sker i PN-59/A. För att detta skall ske vid $\alpha \pm 35^\circ$ fordras att signalstyrkan i sektorbegränsningens antennloben vid $\alpha \pm 45^\circ$ skall vara 4 ggr så stor som signalstyrkan i referensloben.

När PN-59/A avstånds- eller sidinformation försvinner parkeras styrindikatorns sid- och höjdbalk utanför synfältet och flygföraren får en distinkt indikering på att inflygning mot fyren inte kan ske.

5 Handhavande

5.1 Start av fyr

5.1.1 Lokalmanövrering

1. Fäll ned frontluckan på apparatenhet C. Omkopplare NÄT 50 Hz på manöverenheten skall stå i läge TILL.
2. Lampa NÄT 50 Hz skall vara tänd.
3. Ställ omkopplare SEKTORBEGR/FRÅN i anbefallet läge.
4. Ställ omkopplare BANA i vänster ändläge.
5. Ställ omkopplare PN-55/F i läge TILL. Lampa 800 Hz skall tändas.
6. Lampa FEL skall släckas efter ca 84 s. Fyren har då korrekt funktion.

5.1.2 Fjärrmanövrering

1. Frontluckan på fyrens apparatenhet C skall vara stängd. Fyren kan då manövreras från tl eller kc med hjälp av fjärrmanöverenheten.
2. Tryck in knapp för aktuell bana.
3. Det vita och det gröna fältet i tryckknappen skall tändas.
4. Det gröna fältet i tryckknappen skall släckas och den röda lampan FEL tändas, efter några sekunder.
5. Lampan FEL skall släckas och det gröna fältet tändas i den intryckta knappen, efter ca 84 sekunder. Fyren har då korrekt funktion.
6. Blinkningar med ca 1 s intervall på det gröna fältet, indikerar att fyren har korrekt funktion men drivs med reservkraft.

5.1.3 Norm för uppställningsplats

För att fyren skall fungera tillfredsställande skall följande krav beträffande närzon och fjärrzon vara uppfyllda.

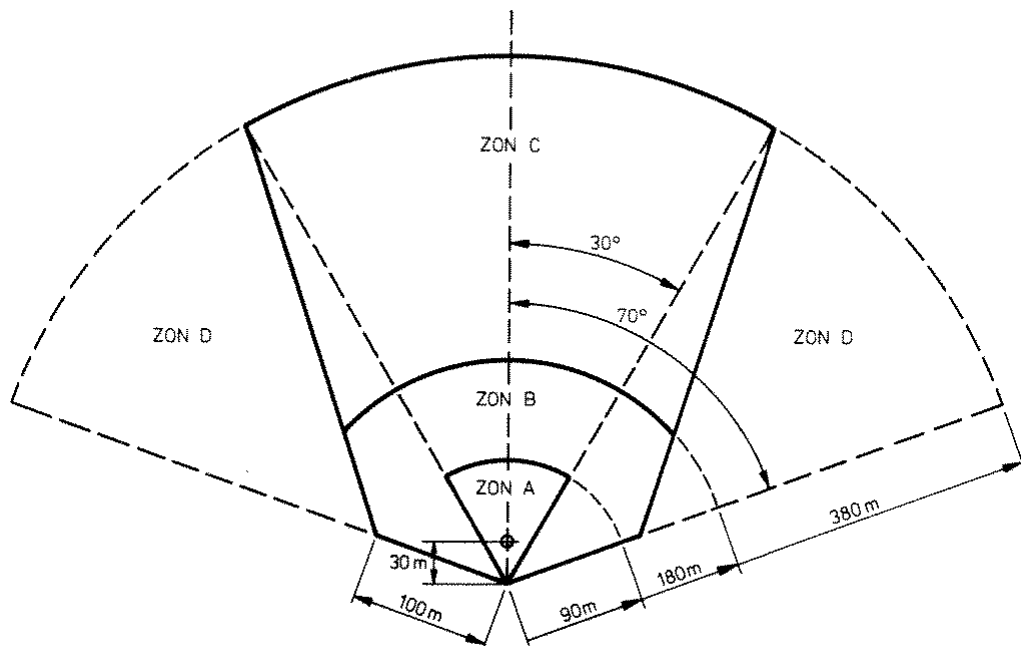


Bild 46. Uppställningsplats, närzon

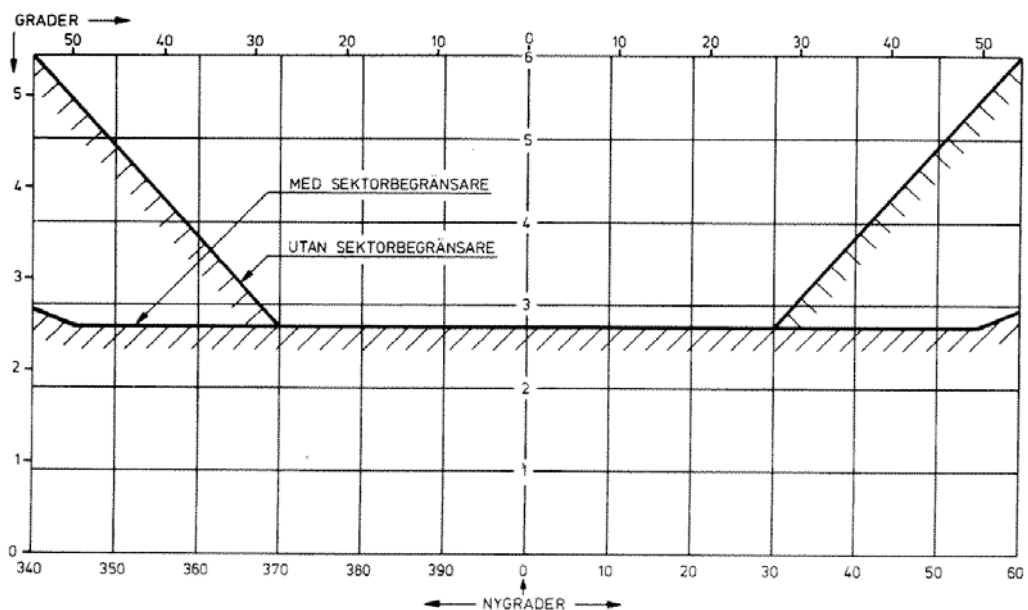


Bild 47. Uppställningsplats, fjärrzon, Maskvinkeldiagram

- Närzon
Se bild 46.

Zon A: Plan mark. Eventuella servicefordon får tillfälligt ställas upp bakom fyren. Inga snövallar får finnas. Gräset skall klippas.

Zon B: Undvik fordon, flygplan, kanonvärn och dylikt. Marken grovplaneras. Maximalt tillåten stigning är 1:150 (gäller även snövallar).

Zon C: Eventuell skog skall röjas. Mindre trädgångar kan få förekomma i ytterkanterna. Större byggnader eller stationsutrustning får ej finnas. (Avsteg kan i vissa fall få göras efter utprovning.)

Zon D: Gäller samma som för zon C om sektorbegränsarentenner används.

- Fjärrzon
Fjärrzonen skall vara enligt bild 47.

6 Materialupphandling

6.1 PN-55/F

Som tidigare nämnts så togs fyren fram av Svenska Philips . Totalt anskaffades ett femtiotal kompletta utrustningar.

7 Serieleveranser

I och med att PN-55/F under åren 1970 – 76 installerades på samtliga flygflottiljer och flygbaser togs föregångaren PN-521/R ur drift. Dessutom fanns en prototyp som användes vid utprovning av uppställningsplatser och en komplett elektronikutrustning på huvudverkstadens (CVA) radarverkstad som provstation och för reparation av utbytesenheter (Ue). En komplett fyr användes även på F14 för utbildningsändamål.

8 Underhållsresurser

8.1 Personalutbildning

Under åren 1971 till slutet av 70 talet anordnades en kurs per år på nuvarande FMTS på F14 i Halmstad. Antal elever var 7 – 8 st, kurslängd 2 veckor

8.2 Dokumentation

Beskrivning Funktion	M7773-423440
Rd-katalog	M7776-404541
UH-FSKR tillsyn	TOMT Radar 055-1
UH-FSKR översyn	FFVAA AF20:116
Underhållsplan materiel	TOUF PN-55-000001B
Skyddsfskr för radiofrekv.strålning	TOMT Radar 111-3
Flygmättningsföreskrift	FFV-U 4440-2:229 (Efter 1995, MILFLIS:95/39)

8.3 Speciella bestämmelser

- Arbetsledare skall se till att personal som skall arbeta med PN-55 har tagit del av skyddsföreskrift för Radiofrekvent strålning.

- PN-55 skall kontrolleras genom flygmätning. Ur flygsäkerhetssynpunkt ska flygmätning utföras på samtliga PN-55 med ett tidsintervall av 24 månader ± 3 månader.

Flygmätning utförs med ett specialutrustat mätflygplan typ PA-31. Inmätningssystem PN-55 (M8393-408110) samt enligt flygmättnings föreskrift FFV-U 4440-2:229 (Efter 1995, MILFLIS:95/39).

- FFV Aerotech/AF25 Arboga svarar för det tekniska underhållsstödet medan TELUB/LRV svarar för verkstadsresurserna.

8.4 Underhållsutrustning

M3618-140011	URI-meter MT	UNIGOR 5 S
M3618-102011	URI-meter MT	AVOLT 8X
M2569-402011	Signalgenerator	HEWPA 608D
M2569-211030	Pulsgenerator	CVA-TTM-488
M2569-252010	Pulsgenerator	XELEX-P-3
M3613-221011	Toppeffektmeter	BIRD 431D
M3613-221019	Mätelement	BIRD P100D
M3613-221029	Mätelement	BIRD P1000D
M3613-221039	Mätelement	BIRD P10000D
M3656-230010	Oscilloskop	TETRO – 453
50 ohm 1 w	Avslutning	Phil – PM9585

8.5 Utbytesenheter

Utbytesenheter anskaffades i samband med upphandlingen av radarfyren. Fördelningen reglerades genom en fastställd UE-fördelningsplan.

8.6 Reservdelar

Materielen var reservdelsbehandlad av FMV-F:UHF (FMV Resmat) i Arboga. Reservdelskvantitet okänd.

8.7 Underhåll

Såväl det förebyggande som avhjälpande underhållet på landningsradarn utfördes till 95% av flygförbandens egen personal. Det förebyggande underhållet var enligt fastställd underhållsplan uppdelat enligt nedan:

- C1 (månads tillsyn)
- D (6 månadstillsyn)
- E2 (vart annat år = flygmätning)

8.8 Avveckling

I takt med att fpl 37 i början på 1970 talet tillfördes flygvapnet togs fpl 32 och 35 ur tjänst eller omplacerades till andra förband. Behovet av landningsradar PN-55 minskade på grund av att fpl 37 använde en annan typ av landninghjälpmedel (TILS). 1999 fanns fortfarande 31 st PN-55 i drift. De två sista PN-55 utrustningarna avvecklades år 2006 från Malmen och Vidsele där de betjänat fpl 32 som fortfarande i några exemplar använts till vissa uppdrag. En PN-55/F MT har sparats för Musei ändamål.

9 Drifterfarenheter

Med navigeringsfyr PN-601/F och landningsradar PN-521/R inleddes en ny och revolutionerande epok vad gäller navigering och landning. Med PN-55/F ökade tillgängligheten och driftsäkerheten ytterligare mycket pga halvledartechniken och mycket reducerat förebyggande underhåll, en 6-mån tillsyn tog t ex bara 1,5 man tim effektiv arbetstid. PN-55 var inte behäftad med några barnsjukdommar och var en av få markteleutrustningar som kunde uppvisa en sådan enastående driftsäkerhet.