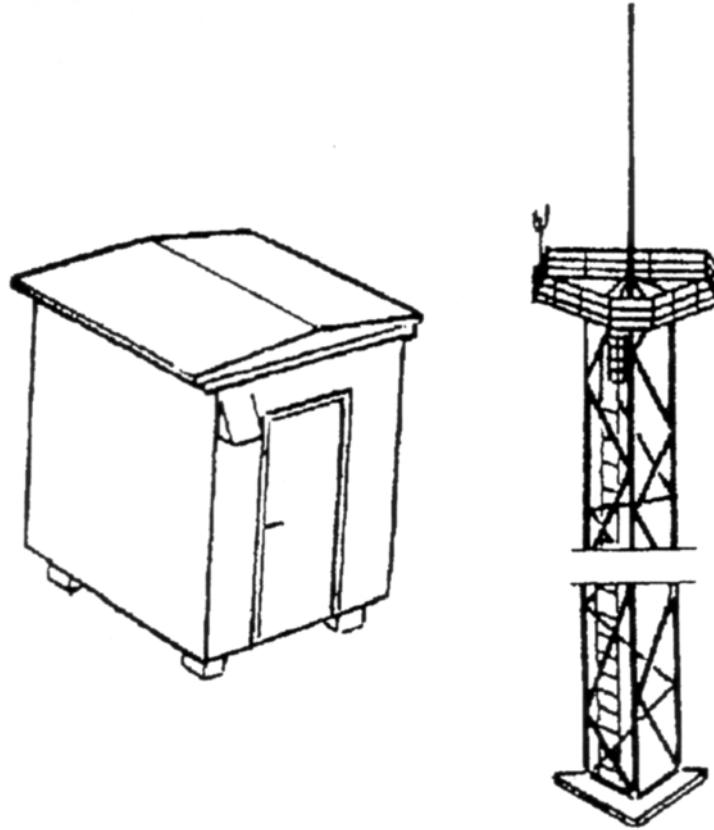




FHT
Försvarets Historiska Telesamlingar
Urvalsgrupp Flygvapnet



RADARFYR
PN-601F (Anita)
PN-513F (Eureka)

HISTORIK, ERFARENHETER

Innehåll	Sida
1 Inledning.....	3
1.1 Bakgrund, Navigering	3
2 Kortfattad teknisk beskrivning PN-601/F (Anita).....	4
2.1 Allmänt.....	4
2.2 Tekniska data	5
2.2.1 PN-50 Systemet.....	5
2.2.2 PN-59 Systemet.....	6
2.2.3 Gemensam utrustning.....	6
2.2.4 Dimensioner och vikter	7
3 Konstruktion PN-601/F	7
3.1 Hydda allmänt.....	7
3.1.1 Stativ för PN-50 systemet	8
3.1.2 Sändarenhet	8
3.1.3 Modulator med kodmaskin.....	9
3.1.4 Mottagarenhet.....	10
3.1.5 Kraftenhet	10
3.2 Stativskåp för PN-59 systemet	11
3.2.1 Allmänt.....	11
3.2.2 Mottagarenhet.....	13
3.2.3 Pulsenhet, förstärkarenhet och omkopplarenhet 2	13
3.2.4 Fördröjningsenhet 1 och 2 (FL1, FL2)	14
3.2.5 Kraftenhet	15
3.2.6 Strömförsörjningsutrustning	15
3.2.7 Värme- och ventilationsanläggning.....	16
3.2.8 Antennanläggning	16
4 Verkningsätt.....	18
4.1 Allmänt Logiska kretsar	18
4.2 Navigeringssystem PN-50	19
4.2.1 Allmänt.....	19
4.2.2 Avstånds- och riktningsinformation till PN-50	19
4.2.3 Pulsfrekvensbegränsning.....	20
4.3 Navigeringssystem PN-59	20
4.3.1 Allmänt.....	20
4.3.2 Avståndsinformation till PN-59.....	21
4.3.3 Riktningsinformation till PN-594.....	22
4.3.4 Inre fördröjning.....	23
4.3.5 Pulsfrekvensbegränsning.....	25
5 Kortfattad teknisk beskrivning PN-513/F (Eureka)	26
5.1 Allmänt.....	26
5.2 Tekniska data	27
6 Konstruktion.....	28
6.1 Manöverenhet.....	29
6.2 Modulatorenhet.....	30
6.3 Sändarens slutsteg	30
6.4 Modulatorns kraftenhet.....	31
6.5 Högspänningsenheter.....	31

6.6	Reläenhet	32
6.7	Fjärrmanöverenhet	32
7	Verkningsätt.....	33
7.1	Allmänt.....	33
7.1.1	Manöverenhet.....	33
7.1.2	Modulator	34
7.1.3	Sändarens slutsteg	35
7.1.4	Modulatorns kraftenhet	36
7.1.5	Högspänningseenheten	36
7.1.6	Fjärrmanövrering.....	37
8	Materielupphandling	38
8.1	Radarfyr PN-51/F "Eureka"	38
8.2	Radarfyr PN-60/F "Anita"	38
9	Serieleveranser	39
9.1	PN-51/F	39
9.2	PN-601/F	39
10	Underhållsresurser	41
10.1	Personalutbildning	41
10.2	Dokumentation.....	41
10.3	Underhållsutrustning.....	41
10.4	Utbytesenheter (PN-601/F).....	41
10.5	Reservdelar	42
10.6	Underhåll	42
10.7	Avveckling.....	42
11	Drifterfarenheter	42

1 Inledning

1.1 Bakgrund, Navigering

Under min värnpliktstid vid F11 i Nyköping åren 1954-55 hörde jag gamla flygplanmästare skämta om att i militärflygets barndom när det var lågt till tak som det hette, så flög man efter järnvägen för att hitta hem och var man väldigt illa ute så landade man på en åker nära ett samhälle, gick till närmaste diversehandel och köpte en påse skorpor. På påsen läste man sen t ex C Karlssons hembageri i Hybo och då visste man ungefär var man var. Skrönor kan hända, men vem vet?

Min bror Bo som var flygsignalist vid F11 och flög bl a B3 och S18A och sedan även fpl S32 som navigatör har berättat att på de förstnämnda planen hade man förutom kompassutrustning även en långvågsspejl. På strategiskt placerade platser fanns det radiofyror som förutom en fast ton sände en morsesignal som angav vilken fyr man pejlat in. Man fick då bäringen till fyren och för att veta sin position var det bara att krysspejla. Även Sveriges Radios långvågssändare typ Motala, Hörby, Falun o s v dög utmärkt som navigeringsfyror.

När fpl 32 (Lansen) kom ut på flygförbanden i mitten på 50-talet hade ett helt nytt navigeringssystem tagits fram. PN-60/F även kallad Anita PN-60 var en markbaserad utrustning som bl a innehöll elektronik motsvarande den flygburna utrustningen PN-50 som var installerad i fpl 32 Lansen, fpl 34 Hawker Hunter, TP 83 Pembroke och sedermera även S29C Tunnan.

När sedan fpl 35 Draken kom ut på förband i början på 60-talet var detta fpl utrustat med en modernare variant av NAV-utrustning med beteckningen PN-59. Detta medförde att alla PN-60/F stationer kompletterades med elektronik motsvarande PN-59 så att även fpl 35 kunde betjänas. PN-60 fick således efter modifieringen beteckningen PN-601/F.

PN-601/F är konstruerad och tillverkad av Svenska Philips. Elektronikutrustningen var helt elektronrörsbestyckad. PN-601/F torde vara ett av de första elektroniksystem som tillfördes Svenska försvaret som var konstruerad med s k "Logiska kretsar" d v s "och- eller- icke" kretsar, vippor och dylikt.

PN-51/F som kommer att beskrivas i följande avsnitt var från början en navigeringsfyr som inköptes från England. Fyren som var tillverkad av MURPHY (ett dotterbolag till Philips) var rörbestyckad och hade hög uteffekt. PN-51/F var således föregångaren till PN-60/F och betjänade J30 Mosquito som var i tjänst mellan 1948 och 1953. I och med att PN-60 infördes plockades en stor del av den föråldrade elektroniken bort från PN-51 och endast slutsteget behölls. PN-51/F blev således en PN-60 utrustad med PN-51 sändare. På detta vis erhöles en navigeringsfyr med hög uteffekt och lång räckvidd.

När sedan PN-59 systemet infördes fick PN-51 den nya beteckningen PN-513. Då PN-60 och PN-601 liksom PN-51 och PN-513 är samma stationer

bortsett från PN-59 systemet så kommer utrustningarna i fortsättningen att benämnas och beskrivas som PN-601/F och PN-513/F.

2 Kortfattad teknisk beskrivning PN-601/F (Anita)

2.1 Allmänt

Radarfyr M3333-060151 (PN-601/F) är en navigeringsfyr, som samarbetar med de flygburna navigeringsutrustningarna PN-50 och PN-59. Härigenom erhåller man i flygplanet avstånd och riktning till fyrens uppställningsplats. Förbindelsen mellan flygplanet och fyren är av typ frågepuls-svarspuls. Med förutbestämd upprepningsfrekvens, sänder fyren även en riktningpulsgrupp, som kan utvärderas av PN-594 till riktning information.

Mottagning av frågepulsgrupp och sändning av svarspulsgrupp sker på skilda frekvenser, som kan väljas inom området 218-242 MHz. Pulserna i pulsgrupperna placeras inbördes i ett antal fasta lägen efter en viss kod. Varje fyr tilldelas sin speciella kod- och frekvenskombination, varigenom flygföraren kan söka kontakt med önskad fyr, genom att ställa in fyrens kombinationer på navigeringsutrustningens manöverlåda i flygplanet.

Utrustningen PN-59 finns i två versioner: PN-593 och PN-594. Endast PN-594 kan tillgodogöra sig den typ av riktning information, som fyren sänder i form av riktningpulsgrupper. För övrigt finns ingen principiell skillnad, varför utrustningarna i fortsättningen gemensamt benämns PN-59.

Avståndet till fyren får flygföraren genom att navigeringsutrustningarna mäter tiden mellan frågepuls och svarspuls (PN-50) respektive frågepulsgrupp och svarspulsgrupp (PN-59). Avståndet presenteras på flygplanets avståndsindikator.

Riktningen till fyren bestämmer navigeringsutrustningarna genom att de tar emot svarspulserna respektive svarspulsgrupperna växelvis över flygplanets två riktantenner och därefter jämför signalamplituderna. Riktning informationen presenteras på flygplanets styrvisarindikator, vertikala balken (PN-59) eller på ett speciellt riktning sinstrument (PN-50).

PN-601/F sänder även en s k riktningpulsgrupp, oberoende av inkommande frågepulser. PN-594 är så konstruerad att den kan bestämma riktningen till fyren med hjälp av denna pulsgrupp, således utan att sända frågepulser. I flygutrustningen benämns denna funktion NAVRIKT.

PN-601/F består av en trähydda, där stativ och skåp för den elektroniska utrustningen jämte strömförsörjningsutrustning, värme- och ventilationsanläggning är inrymd (se bild 1). Fyrens antenn sitter i toppen på en ca 20 m hög mast (se bild 2). I fyren ingår även strömförsörjning och fjärrmanöverledning med strömställare.

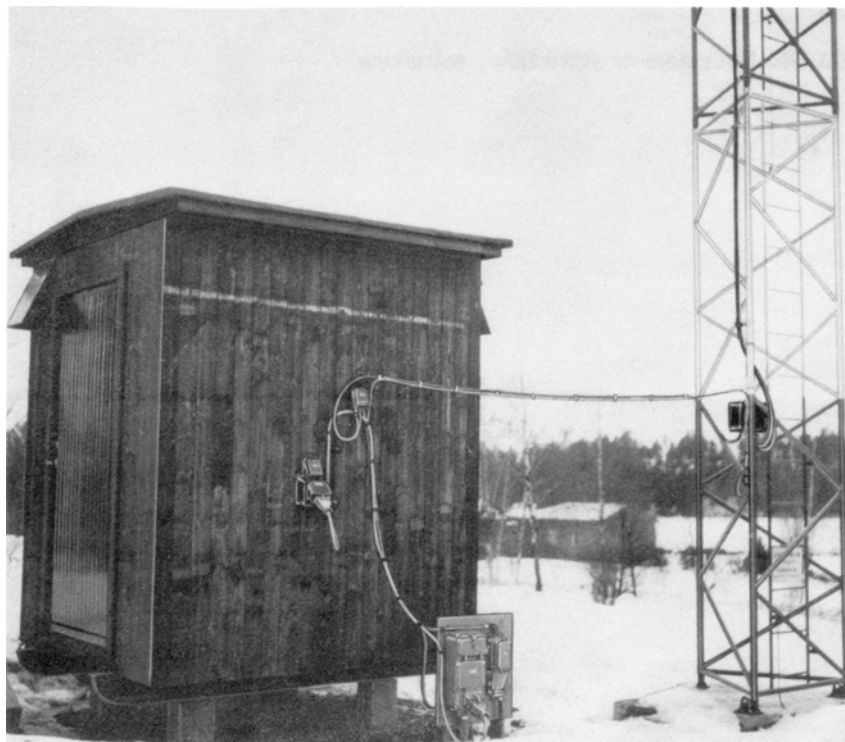


Bild 1. Radarfyr M3333-060151 (PN-601/F)

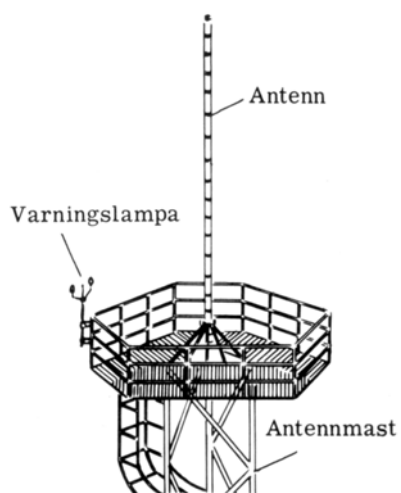


Bild 2. Antennen och övre delen av antennmasten

2.2 Tekniska data

2.2.1 PN-50 Systemet

Mottagarenhet

Frekvensområde

218-242 MHz

Känslighet

25 μ V eller 72 dB under 0,1 V vid signalbrusförhållandet 4:1

Bandbredd

minst 2,8 MHz vid 6 dB dämpning

Mellanfrekvens	30 MHz. Lokaloscillatorns frekvens är högre än signalfrekvensen.
Lokaloscillatorfrekvens	36 gånger kristallfrekvensen

2.2.2 PN-59 Systemet

Mottagarenhet

Frekvensområde	217-249 MHz
Känslighet	10 μ V = 80 dB under 0,1 V vid signalbrusförhållandet 2:1.
Bandbredd	ca 2 MHz vid 6 dB dämpning
Mellanfrekvens	45 MHz. Lokaloscillatorns frekvens är lägre än signalfrekvensen.
Lokaloscillatorfrekvens	5 gånger kristallfrekvensen

2.2.3 Gemensam utrustning

Sändarenhet

Frekvensområde	218-242 MHz
Uteffekt	minst 500 W (pulseffekt)
Sändarfrekvens	27 gånger kristallfrekvensen

Antenn

Frekvensområde	208-242 MHz
Antennförstärkning	1,5-2,0 gånger
Polarisation	vertikal
Strålningsriktning	rundstrålande

Spänningsregulator

Inspänning	187-242 V, enfas, 40-60 Hz
Utspänning	220 V med inställningsmöjlighet ± 3 %
Belastningsområde	0,1-1,0 kVA vid $\cos \varphi$ 0,8-1,0
Regleringsnoggrannhet	1 till 2 % oberoende av variationer i nätfrekvensen inom området 40-60 Hz
Reglerhastighet	15 % V nominell sekundärspänning på 1,3 s
Uppvärmningstid	mindre än 1 s
Effektförbrukning	ca 40 W
Effektbehov	
Elektronisk utrustning	650 W (220 V 50 Hz)

2.2.4 Dimensioner och vikter

PN-50 systemets stativ

Höjd	960 mm
Bredd	527 mm
Djup	503 mm
Vikt	uppgift saknas

PN-59 systemets stativskåp

Dimensioner	uppgift saknas
Vikt	uppgift saknas

Spänningsregulator

Höjd	370 mm
Bredd	523 mm
Djup	270 mm
Vikt	32 kg

Hydda

Längd	max 2620 mm (inv 2000 mm)
Bredd	max 2560 mm (inv 2000 mm)
Höjd	max 2810 mm (inv 2350 mm)
Vikt (komplett)	uppgift saknas

3 Konstruktion PN-601/F

En komplett radarfyr PN-601/F består av

- Hydda innehållande fyren
- Antennanläggning
- Strömförsörjning
- Fjärrmanöverledning med strömställare

3.1 Hydda allmänt

Hyddan är av trä och har en golvyta på 2x2 m. Den kan flyttas mellan olika uppställningsplatser där den placeras på fyra betongplintar. I hyddan finns följande utrustning:

- Stativ för PN-50 systemet
- Stativskåp för PN-50 systemet
- Strömförsörjningsutrustning
- Värme och ventilation

3.1.1 Stativ för PN-50 systemet

Den elektroniska utrustningen är uppdelad i enheter, med 19" panelstandard och monterade i ett stativ (se bild 3).

Stativet är av stålplåt. Det är med fyra stötdämpare fjädrande uppställt på en ram. På stativets gavlar finns bärhandtag. Enheterna skjuts in i stativet på gejder, och har två handtag och två låsanordningar på frontpanelen. När enheterna dragits ut ur stativet, kan de svängas så att undersidorna blir åtkomliga.

Enheterna är följande uppifrån räknat

- Sändarenhet
- Modulator med kodmaskin
- Mottagarenhet
- Kraftenhet

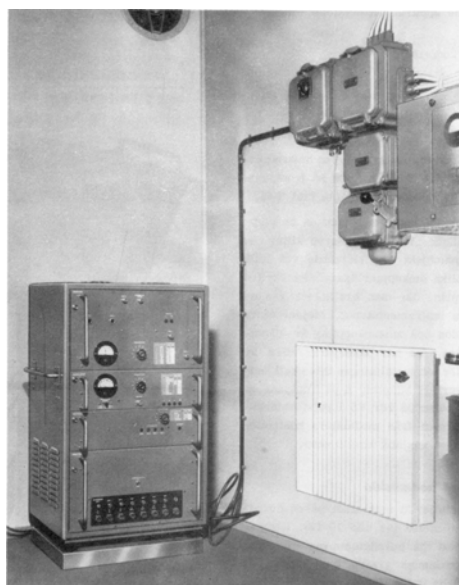


Bild 3. PN-50 systemets stativ på sin ram i hyddan

3.1.2 Sändarenhet

På frontpanelen finns ett instrument och en omkopplare med elva mätlägen. Vid omkopplaren sitter en skylt som anger mätobjekt och mätvärde vid fullt skalutslag för de olika omkopplarlägena. På skylten finns även ett skrivplån, där man kan anteckna sändarenhetens normala instrumentutslag. Mejselvredet för sändarens trimdon och antenncoppling är åtkomliga från frontpanelen. De har låsmuttrar eller är försänkta i panelen för att inställningen inte skall ändras vid ofrivillig beröring. Mätuttag A på frontpanelen är kopplat till gallsidan på rör V5 i puls förstärkaren. Här kan pulsformen från modulatorens kontrolleras med ett till uttaget anslutet oscilloskop. Se bild 4.

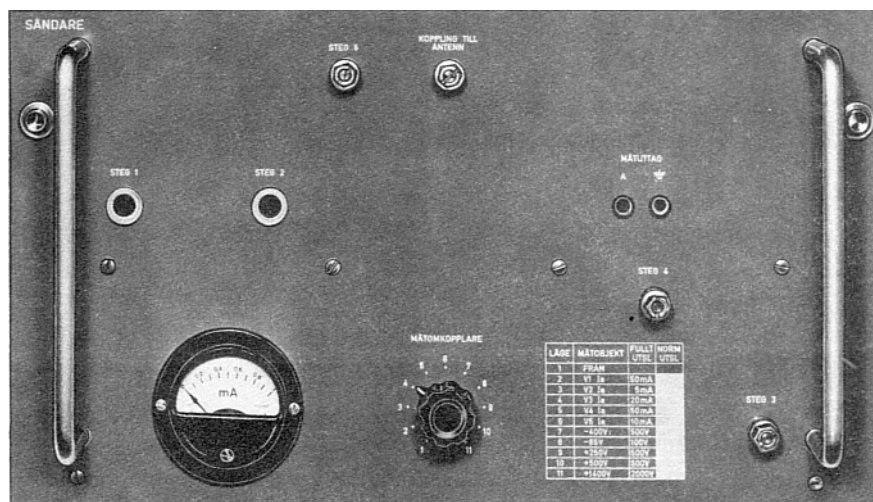


Bild 4. Sändarenhetens frontpanel

3.1.3 Modulator med kodmaskin

Modulatorenhetens detaljer är monterade på en huvudstomme och på frontpanelen. Kodmaskinen är fastskruvad på huvudstommens ovansida. Den utgörs av en mekanisk givare, som sänder de morsetecken som ställts in för ifrågavarande fyr. Maskinen drivs av en motor. Se bild 5.

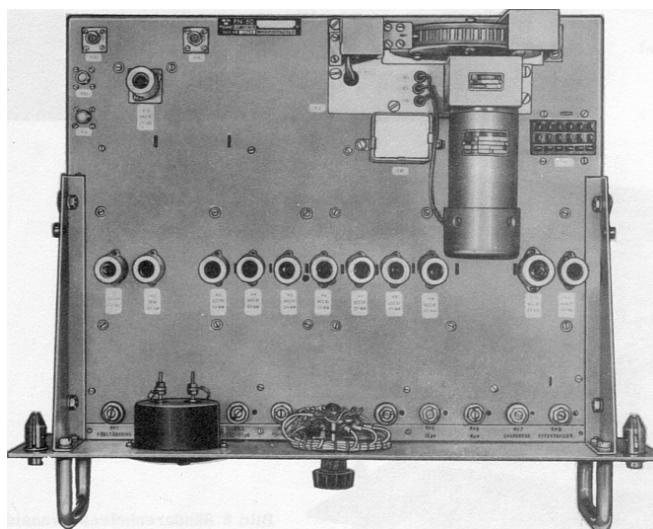


Bild 5. Modulatorenhetens ovansida

På frontpanelen finns ett instrument och en omkopplare med elva mätlägen. Vid sidan om omkopplaren sitter en skylt på vilken mätobjekten i vissa fall fullt skalutslag för de olika omkopplarlägena är angivna. Skylten har dessutom ett skrivplån, där man kan anteckna normala skalutslag. Modulatorenheten har en inbyggd effektmeter, vars omkopplare och mätuttag är åtkomliga från frontpanelen. Effektmeters omkopplare har tre lägen. I läge UTG INSTR kan den uppmätta uteffekten avläsas på modulatorenhetens instrument med mätomkopplaren i läge 11.

I läge UTG MÄTUTTAG och REFL MÄTUTTAG kan pulsformen på utgående respektive reflekterad effekt kontrolleras med ett oscilloskop anslutet till MÄTUTTAG.

3.1.4 Mottagarenhet

Mottagarenhetens detaljer är monterade på en huvudstomme och på frontpanelen, se bild 6.



Bild 6. Mottagarenhetens frontpanel

Enheten saknar instrument. Vid mätningar används modulaternas instrument (modulaternas instrumentomkopplare i läge 2). På mottagarens frontpanel finns en mätomkopplare med fem lägen. Till höger om omkopplaren sitter en skylt som anger mätobjekt och fullt skalutslag för de olika mätlägena. Skylten har även ett skrivplån för anteckning av normala mätvärden för enheten.

Lokaloscillator- och HF-stegens trimdon är åtkomliga från frontpanelen. De är försänkta i panelen för att inställningen inte skall ändras vid ofrivillig beröring.

3.1.5 Kraftenhet

Kraftenhetens detaljer är monterade på en huvudstomme och på frontpanelen, se bild 7.

Enheten innehåller likriktare för +1400 V, +500 V, +250 V, +120 V och -400 V samt stabilisatorrör för -85 V.

På frontpanelen finns endast en huvudströmställare samt en särkringsplint med säkringar och indikeringslampor för både tillförd växelspanning och avgivna likspänningar.

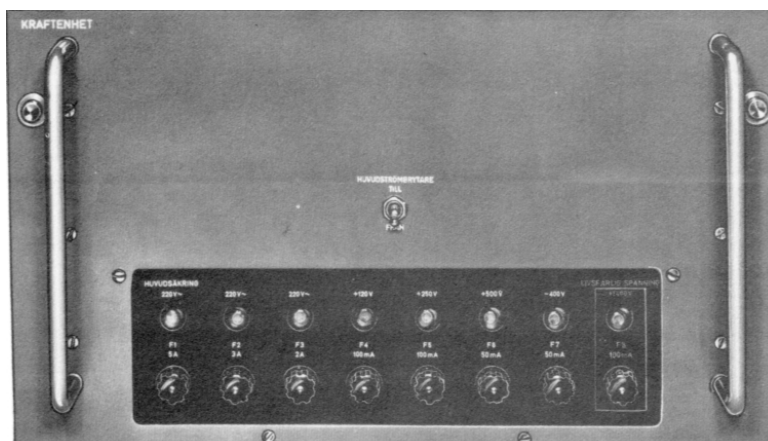


Bild 7. Kraftenhetens frontpanel

3.2 Stativskåp för PN-59 systemet

3.2.1 Allmänt

Den elektroniska utrustningen är uppdelad i enheter, som är sammanförda i ett stativskåp av grålackerad stålplåt, se bild 8. Med gummistötdämpare är detta fjädrande upphängt på en platta, som sitter på hyddans vägg.

På skåpets över- och undersida finns gälar för luftcirkulationen. Enheterna är så konstruerade, att kylluften kan strömma fritt kring elektronrör och andra detaljer.

Stativskåpet består av tre delar: stativ, ram och lucka. Ramen är fäst vid stativet med gångjärn och låses med två snabbblås. Ramen bär samtliga enheter, utom kraftenheten (KE) som finns i stativets nedre, bakre del, se bild 9.

Ramens framsida är täckt med en lucka, som sitter fast med gångjärn och snabbblås. Med luckan stängd, bildar stativskåpet en sluten, skärmad enhet. I ramen sitter uppifrån räknat

- Pulsenhet (PE)
- Fördröjningsenhet 2 (FL2)
- Fördröjningsenhet 1 (FL1)
- Förstärkarenhet (FE)
- Omkopplarenhet 2 (OE2)
- Mottagarpanel med mottagare

Fördröjningsenhet 1 och 2 samt mottagarpanelen är fästade vid ramen med skruvar. Fördröjningsenheterna är sinsemellan utväxlingsbara.

Mottagaren sitter infäst i en hylla på mottagarpanelens insida. På mottagarpanelen finns stativskåpets nätströmställare, nätsäkringar och indikeringslampor.

Pulsenheten, förstärkarenheten och omkopplarenheten har sina komponentsidor vända utåt. Rör, mätuttag och koaxialkontaktidon är dock vända inåt, men blir fullt åtkomliga om ramen vrids ut 90°-120°. Dessutom är enheterna utdragbara 6 mm, för att komponenterna skall vara lätt åtkomliga.

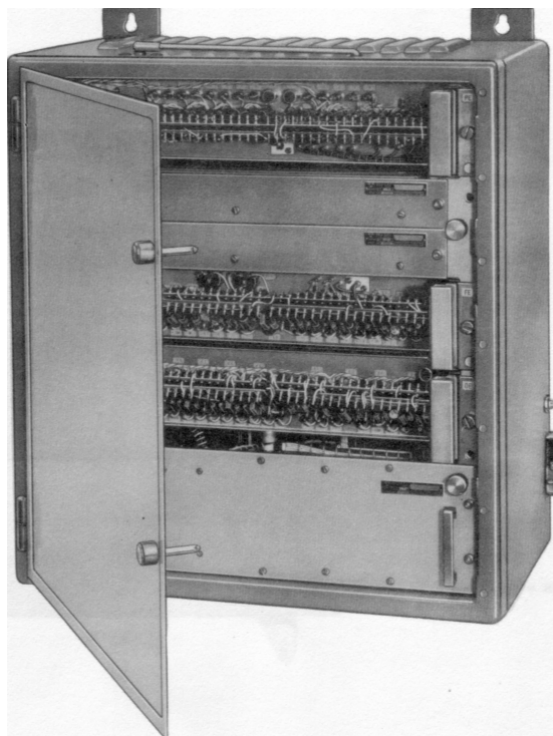


Bild 8. PN-59 systemets stativskåp med luckan öppnad

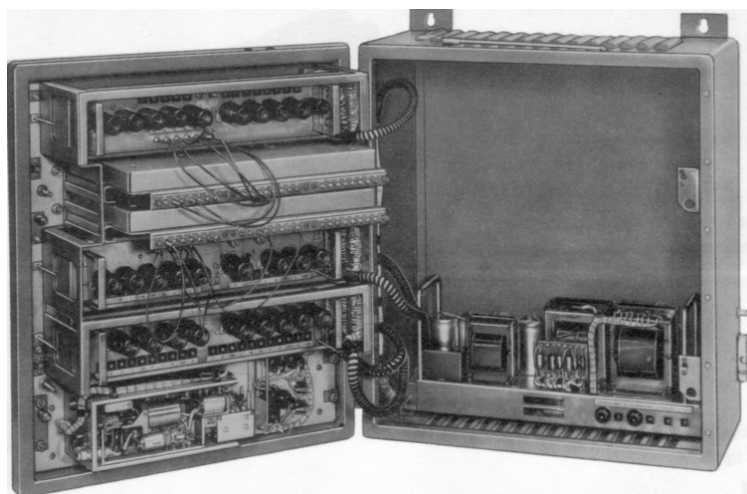


Bild 9. PN-59 systemets stativskåp med ramen utsvängd

Inuti stativskåpet finns ledningsstammar för elektrisk förbindning av de olika enheterna. Pulsenheten, förstärkarenheten, omkopplarenhet 2, kraftenheten och mottagaren ansluts till ledningsstammarna med 24-poliga anslutningsdon. Fördröjningsenhet 1 och 2 ansluts elektriskt till de övriga enheterna med koaxialkontakt don i miniatyrutförande. Ledningsstammen är så utförd att stativskåpet kan fungera som en utrustning för PN-59 systemet i landningsfyr PN-521, om man byter ut omkopplarenhet 2 mot omkopplarenhet 1.

Pulsenheten, förstärkarenheten och omkopplarenhet 2 kan inte förväxlas sinsemellan, genom att ett stift och en trehålskod finns i anslutningsdonet.

3.2.2 Mottagarenhet

Mottagaren består av HF-enhet och MF-enhet. Enheterna är uppbyggda på var sin stomme av kromaterad lättmetall. De är elektriskt förbundna med varandra över ett 14-poligt anslutningsdon och ett koaxialuttag på HF-enheten. Båda enheterna har en sida som är helt plan. När enheterna skruvas fast vid mottagarpanelen, pressas den plana ytan mot panelen och god värmeavledning erhålls.

I HF-enheten finns bl a en likströmsmotor som via snäckväxlar, kamskivor, tandhjul och avstämningkondensatorer ställer in rätt vald frekvens på 2-3 sek, se bild 10.

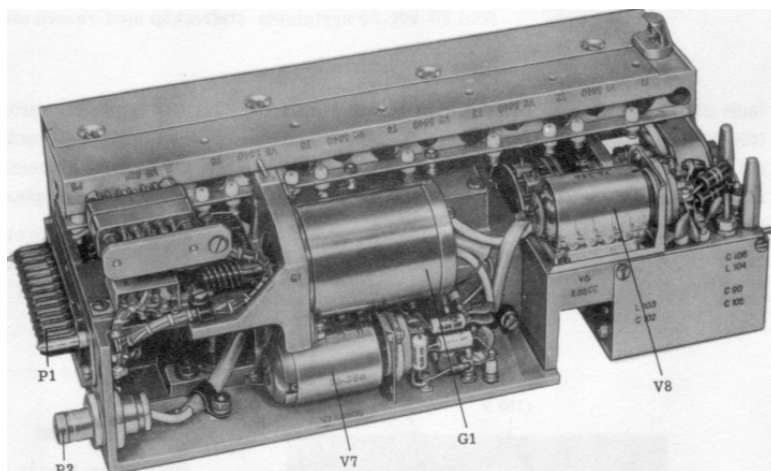


Bild 10. Mottagarenheten sedd uppifrån

I MF-enheten ingår bl a sex elektronrör, en kristalldiod och sex MF-transformatorer.

Rören är sockellösa och direkt inlödda till kopplingsstöd. De sitter liksom transformatorerna i fickor i stommen. Värmen från rören led still stommen genom specialsärmar.

3.2.3 Pulsenhet, förstärkarenhet och omkopplarenhet 2

Enheterna är uppbyggda på en stomme av kadmierad stålplåt, se bild 11, 12 och 13. Stommen är så utformad, att enheterna kan placeras på ett plant underlag utan att någon komponent skadas. Enheterna är märkta med benämning och tillverkningsnummer. Den elektriska anslutningen görs med 24-poliga anslutningsdon med styrstift.

Puls- och förstärkarenheten anslut still sin fördröjningsenhet med tunna 50 Ω koaxialkablar med miniatyrkontakt.

Alla rör utom två är av samma typ. Rörskärmarna har slitsar för att underlätta kylningen, vilket sänker temperaturen hos rören.

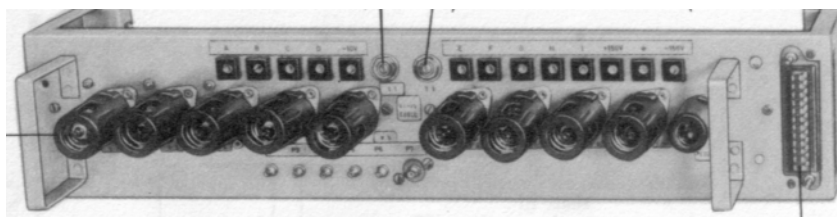


Bild 11. Pulsenheten sedd framifrån

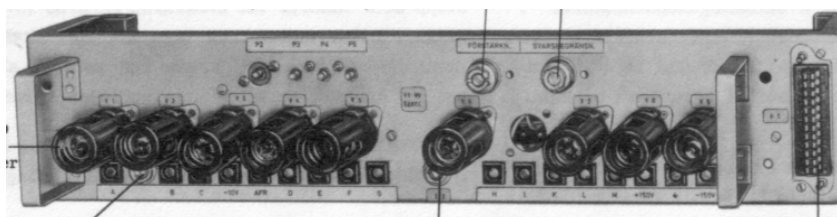


Bild 12. Förstärkarenheten sedd framifrån

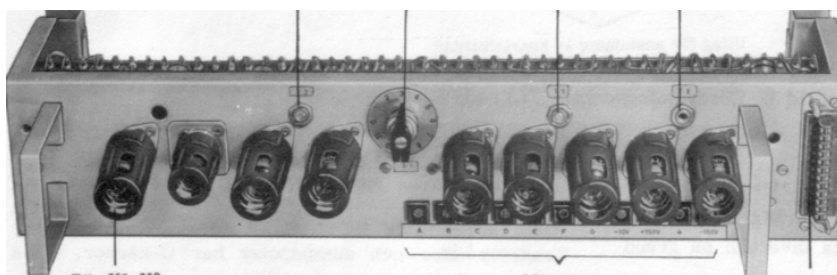


Bild 13. Omkopplingsenhet 2 sedd framifrån

3.2.4 Fördröjningsenhet 1 och 2 (FL1, FL2)

Fördröjningsenheterna är identiska till uppbyggnaden och fullt utbytbara, se bild 14. De består av en stomme med 23 spolar och stavmagneter samt ett tunt teflonrör, som innehåller 100 trådar av järnnickel ($\phi = 0,1$ mm).

Stommen har ett hästskeformat spår, i vilket spolarna sitter samt ett flertal större, runda hål som möjliggör luftväxling i apparaten.

Spolarnas inbördes avstånd justeras in mycket noga vid provningen av enheten för att ge exakt fördröjning, se bild 15. De kan flyttas längs spåret. Spolarna omsluts av ett spolhus, som har en liten stavmagnet på ovansidan. Tvärs igenom centrum på samtliga spolar är teflonröret med innehåll draget. Spolhuset har sidoplåtar av magnetiskt ledande materiel. Stavmagneten ger ett magnetiskt fält i trådarnas längdriktning.

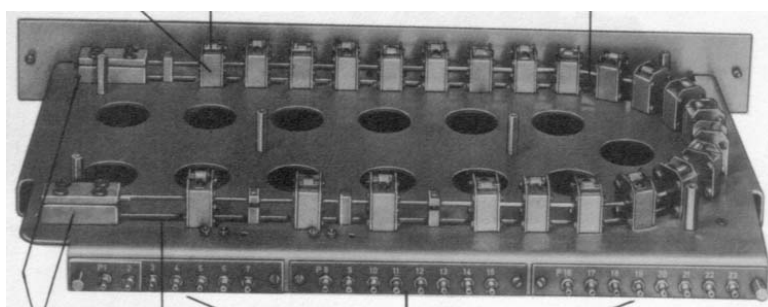


Bild 14. Fördröjningsenhet (FL) sedd bakifrån

Vartannat spolhus är vridet 180° . Därigenom omkastas den magnetiska fält-riktningen i trådarna vid varje spolhus, så att den ömsesidiga inverkan på grund av läckfält minskas.

Vid vardera änden av teflonröret, är en silikongummislang träd över trådarna. Det hela är hopklämt mellan två metallstycken, så att reflexionerna, som uppstår vid fördröjningsledningens ändar, dämpas.

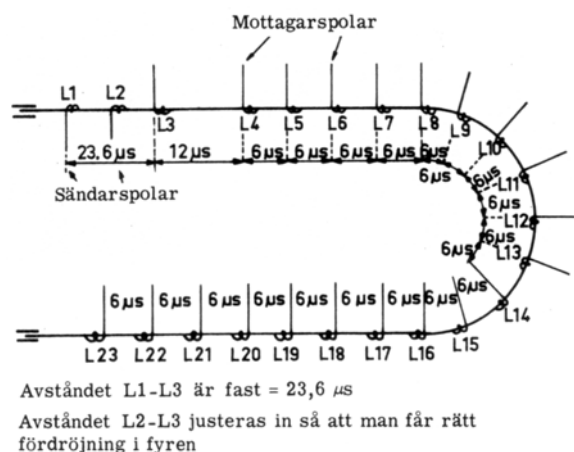


Bild 15. Spolavstånd längs fördröjningsledningen

3.2.5 Kraftenhet

Kraftenheten innehåller likriktare för $+150 \text{ V}$, -24 V och -150 V samt ett skyddsrelä för -150 V spänningen.

Den lämnar även glödspänning till skåpets övriga enheter.

Transformator och dämpspolar har C-kärnor, d v s bandkärnor i magnetiskt orienterad kiselplåt. Detta material tillåter högre flödestätheter än icke orienterat.

Likriktardioderna är av kiseltyp.

På stommens framsida finns mätpunkter för $+125 \text{ V}$, $+150 \text{ V}$, -150 V och stomanslutning (jord). Där finns även säkringar för $+150 \text{ V}$ likriktaren (F3) och -150 V likriktaren (F4).

3.2.6 Strömförsörjningsutrustning

Strömförsörjningsutrustningen, bild 16, består av

Kraftcentral

Spänningsregulator

Kraftcentralen utgörs av en huvudströmställare, en kopplingslåda, en säkringsbox och en fjärrmanöverlåda.

Säkringsboxen innehåller sammanlagt sex säkringar. Fjärrmanöverlådan innehåller bl a

- kraftcentral

- spänningsregulator

Kraftcentralen utgörs av en huvudströmställare, en kopplingslåda, en säkringsbox och en fjärrmanöverlåda.

Säkringsboxen innehåller sammanlagt sex säkringar. Fjärrmanöverlådan innehåller bl a likriktare, relä och kontakter för fjärrmanövrering av fyrens till- och frånslag.

Fyrens elektroniska utrustning fordrar stabiliserad växelspänning. Detta åstadkommes med en fristående spänningsregulator.

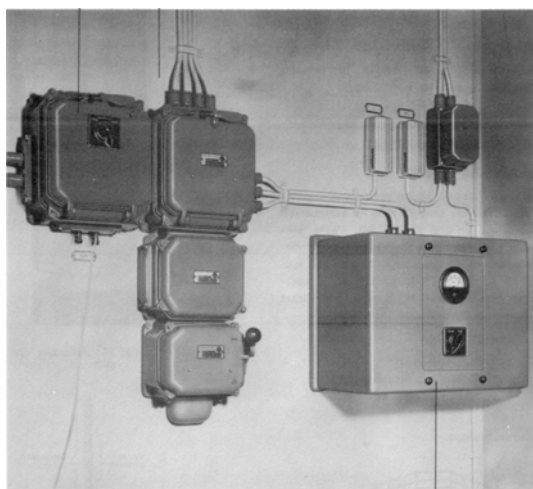


Bild 16. Strömförsörjningsutrustningen

3.2.7 Värme- och ventilationsanläggning

Värme- och ventilationsanläggningen består av

- Två elektriska värmeelement
- En fläkt
- Två termostater
- En kontaktor

3.2.8 Antennanläggning

Både sändar- och mottagarantennen sitter i toppen på antennmasten, se bild 17. Sändarantennen är rundstrålande i horisontalplanet. Antennerna är utformade som koaxialdipoler och är placerade ovanför varandra på ett gemensamt centralt rör. (Totalt finns 15 antennelement (hylsor). Elementen är $\lambda/4$ långa.) De är i övre ändan metalliskt förbundna med det centrala röret.

Om antennens hylsor numreras uppifrån och neråt, är hylsa 1-6 mottagarantenn och hylsa 9-14 sändarantenn, se bild 18 och 19. Hylsorna 7 och 8 har till uppgift att isolera sändar- och mottagarantennen från varandra. Den uppåtvända hylsan 15, som sitter på en kvarts våglängds avstånd från övriga hylsor, fungerar som reflektor för mantelströmmar på det centrala röret.

Av mottagarantennens hylsor, är 1 och 2 samt 5 och 6 matade parallellt, medan 3 och 4 fungerar som parasitelement.

På samma sätt är sändarantennens hylsor 9 och 10 samt 13 och 14 parallellmatade, medan 11 och 12 fungerar som parasitelement.

De hylsor, som är anslutna till koaxialkablarna, fungerar som matade kvartsvågelement, medan den undre hylsan kan anses vara ett nedvikt jordplan.

Antennen har 50Ω nominell impedans. Det maximala stående vågförhållandet i matningskabeln, överstiger inte 2:1 inom avsett frekvensområde.

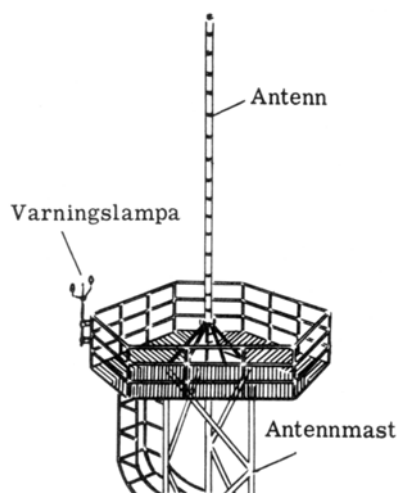


Bild 17. Antennanläggningen



Bild 18. Antennen

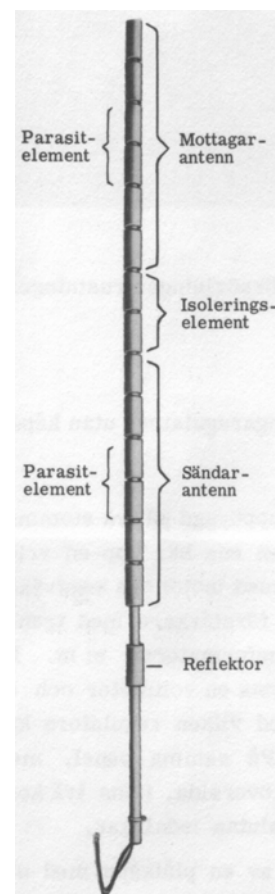


Bild 19. Detaljbild av antennen

4 Verkningsätt

4.1 Allmänt Logiska kretsar

I detta kapitel behandlas de båda navigeringssystemens uppbyggnad samt fråge- och svarspulsgruppernas väg genom fyren där verkningsättet beskrivs vid PN-50 och PN-59 systemet.

I det följande förekommer benämningarna ”och-krets”, ”eller”-krets samt ”inte”-krets. Dessa benämningar, som härstammar från de moderna datamaskinerna, lämpar sig väl när man vill beskriva mera komplicerade funktioner. Gemensamt för dessa kretsar är att de har ett godtyckligt antal ingångar (så många som erfordras i varje fall), men endast en utgång. Dessa kretsar betecknas på blockschemat med symboler. Bild 20 visar symboler som förekommer på blockscheman.

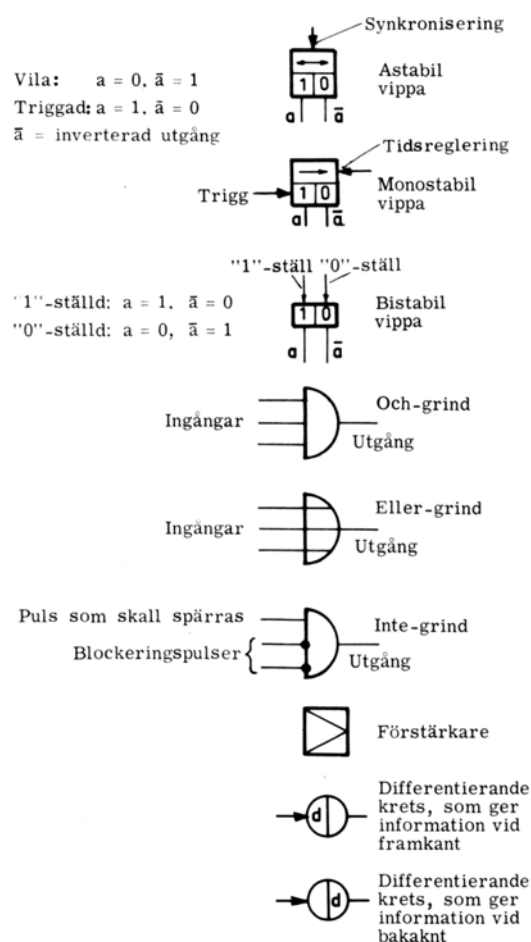


Bild 20. Symboler, som förekommer på blockscheman

Med en och-krets menas en krets som ger en puls på utgången, endast om det finns samtida pulser på varje ingång.

Med en eller-krets menas en krets som ger en puls på utgången så snart det finns en puls på någon av ingångarna.

Med en inte-krets menas en blockeringskrets. Denna har en ingång för den puls som skall spärras samt en eller flera ingångar för blockeringspulser.

I texten förekommer även benämningen vippa, varför den används i beskrivningen i stället för multivibrator.

4.2 Navigeringssystem PN-50

4.2.1 Allmänt

PN-50 frågepuls består av en enkelpuls som har en nominell längd av ca 2 μs , se bild 21.

Fyren svarar flygutrustningen med en enkelpuls som har en längd av ca 4 μs . När kodmaskinens kontakt är sluten, sänder fyren även en 4 μs kodpuls 30 μs efter den vanliga svarspulsen. I flygutrustning PN-50 resulterar kodpulsen i en likspänning. Denna matas till en glimlampa som lyser i takt med kodmaskinens kontakt i fyren och återger på så sätt fyrens identifieringssignal. På kodmaskinen ställs identifieringssignalen in i form av två morsetecken som sänds var 15:de sekund med en hastighet av 30-40 tecken/min.

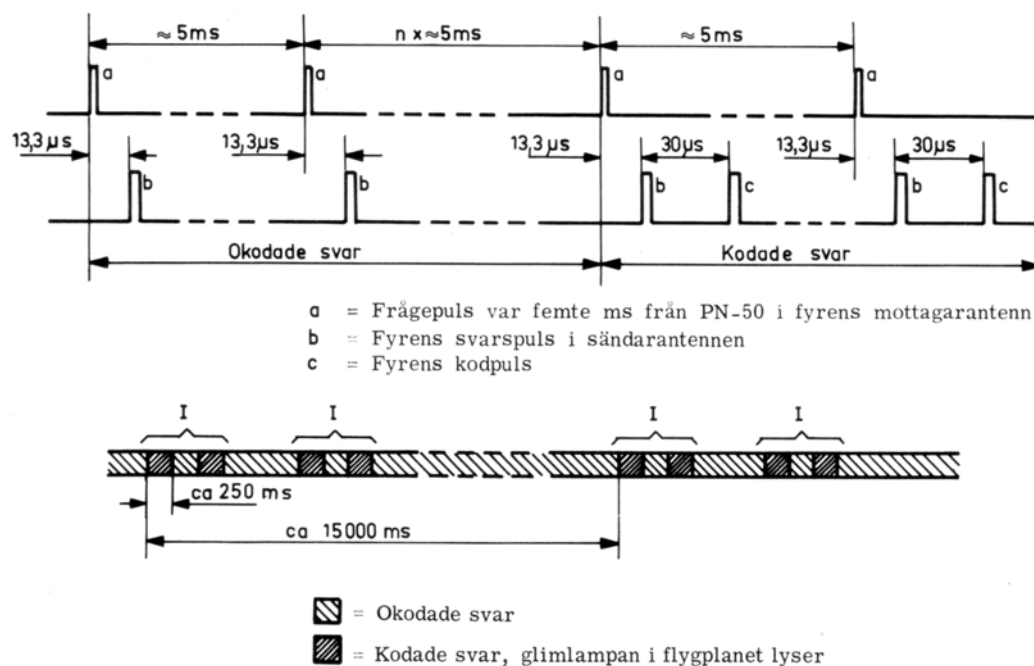


Bild 21. PN-50 systemets uppbyggnad. Övre figuren fråge- och svarspulser. Nedre figuren visar typen av fyrens svarspulser under drygt $\frac{1}{4}$ varvs rotation hos kodmaskinens kamskiva. På kamskivan är bokstäverna I I inställda.

4.2.2 Avstånds- och riktning information till PN-50

Den av fyrens mottagarantenn uppfångade frågepulsen förstärks i mottagaren och förs därefter till modulatom, se bild 22. I modulatom startas en blockeringsgenerator som håller fyren blockerad ca 60 μs . I det fall kodpuls sänds 30 μs efter svarspulsen ökas blockerings tiden till 90 μs . Frågepulsen fördröjs genom en vippa och triggar därefter 4 μs generatorm som lämnar en 4 μs svarspuls till sändaren.

För att hindra PN-59 systemets sändpulser (svar till PN-59 eller riktningpulsgrupp) att trigga ut PN-50 funktionen har moduleringången en inte-

krets (blockeringskrets). Blockeringspulserna kommer från blockeringspulsgeneratoren i förstärkarenheten.

I modulatorenheten ingår även en reflektometer med mätanordning för mätning av sändarens uteffekt.

- Avståndet utvärderas av PN-50 utrustningen i flygplanet på så sätt, att tidsfördröjningen mellan fråge- och svarpuls mäts. Den fördröjning som sker i fyren mellan mottagarantennen och sändarantenn är 13,3 μ s, vilket alltså indikeras med avståndet 0.
- Riktninginformationen utvärderas av PN-50 ur svarpulsen, som växelvis tas emot genom två riktantenner. Informationen erhålls genom amplitudjämförelse av svarpulsen, som tas emot genom två riktantenner.

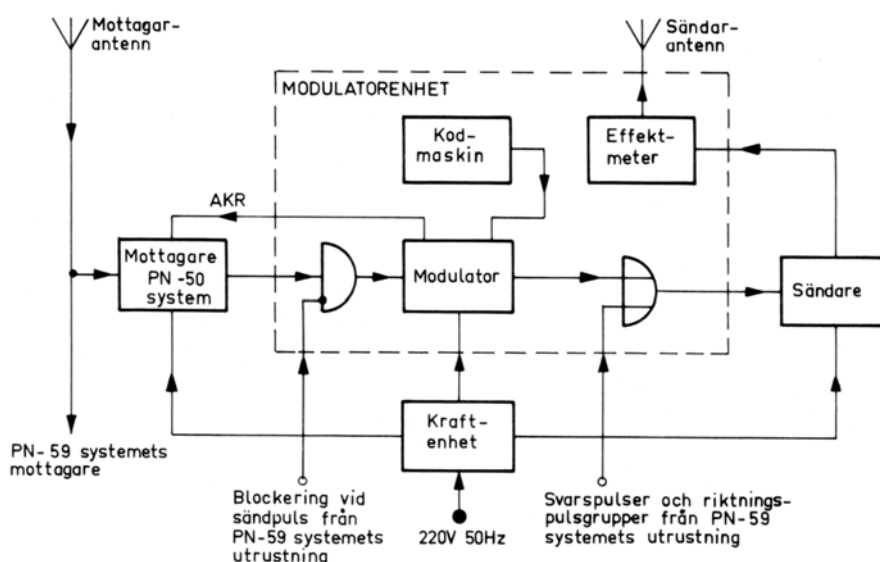


Bild 22. Blockschemat över fyrens verkningsätt vid PN-50 funktionen.

4.2.3 Pulsfrekvensbegränsning

I fyren finns två pulsfrekvensbegränsare, PFB1 och PFB2. Funktionen beskrivs i avsnittet Navigeringssystem PN-59.

4.3 Navigeringssystem PN-59

4.3.1 Allmänt

PN-59 frågepulsgrupp består av tre pulser. Dessa benämns adresspuls A1, adresspuls A2 och adresspuls A3. Frågepulsgruppens kod anges genom definierade avstånd mellan A1, A2 och A3, se bild 23.

Avståndet mellan A1 och A2 varierar i 14 fasta steg om vardera 6 μ s.

Avståndet mellan A1 och A3 varierar i 14 fasta steg om vardera 6 μ s.

Repetitionsfrekvensen för frågepulsgrupporna är ca 150 Hz i PN-592 fallet, ca 200 Hz i PN-594 fallet innan kontakt med fyren uppnåtts, därefter ca 25 Hz. Pulslängden är nominellt 2 μ s hos A1, A2 och A3.

Fyren svarar med en svarspulsgrupp om tre pulser. Dessa benämns adresspuls A1, adresspuls A2 och adresspuls A3. Pulserna A1 och A2 har pulslängden $2 \mu\text{s}$. A3 har pulslängden $3 \mu\text{s}$. Svarspulsgruppen är kodad enligt samma princip som frågepulsgruppen. Observeras bör dock att koden i svarspulsgruppen är spegelvänd mot den i frågepulsgruppen, se bild 23. PN-59 avståndsmätkretsar mäter tidsfördröjningen mellan adresspuls A3 i frågepulsgruppen och adresspuls A1 i svarspulsgruppen. Vid en tidsfördröjning på $74,3 \mu\text{s}$ (=fyrens inre fördröjning från mottagarantenn till sändarantenn enligt ovan) indikeras avståndet till fyren = 0.

PN-59 erhåller riktning information genom amplitudjämförelse av A3-pulserna i svarspulsgrupperna som växelvis tas emot genom två riktantenner.

PN-594 har även möjlighet att utvärdera riktning ur riktningpulsgruppen som fyren sänder med ca 50 Hz repetitionsfrekvens. Sändning av riktningpulsgruppen har prioritet jämfört med sändning av svarspulser.

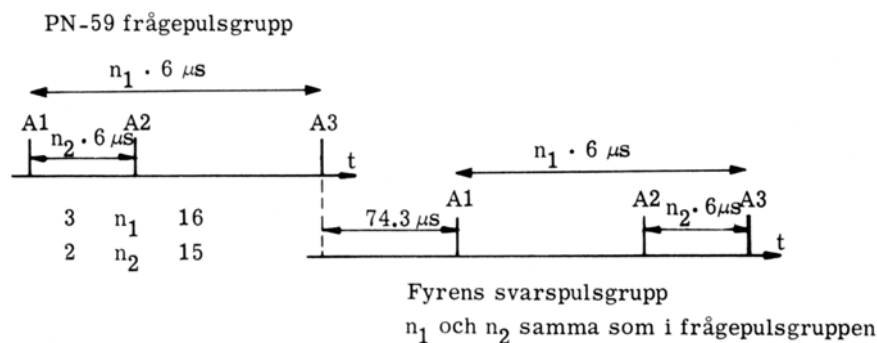


Bild 23. Fråge- och svarspulsgruppens utseende i PN-59 systemet

4.3.2 Avståndsinformation till PN-59

PN-59 frågepulsgrupper går genom systemets mottagare in till förstärkarenheten, bild 24. Här dekoderas frågepulsgruppen. Dekodern består av fördröjningsenhet 1, tre förstärkarsteg och en och-krets. En trepulsgrupp med rätt kod ger härvid upphov till en fördröjd puls. Denna matas, dels till pulsfrekvensbegränsare 2 (PFB2) som reglerar mottagarens förstärkning, dels till pulsenheten.

En inte-krets i förstärkarenheten blockerar mottagarpulserna vid varje sändpuls från sändaren. Dessa sändpulser skulle annars ge upphov till störningar eller falska uttriggingar av fyren.

Inte-kretsen vid pulsenhetens ingång blockerar svarspulserna strax före och under tiden en riktningpulsgrupp sänds.

I kodern, som består av några förstärkarsteg i pulsenheten med tillhörande spolar i fördröjningsenhet 2, alstras tre pulser. Dessa går direkt in på blockeringsoscillator 2 genom en eller-krets. De tre pulserna går därefter in i omkopplarenhet 2 genom blockeringsoscillator 2 och ut till sändaren. Dessutom triggas blockeringspulsgeneratoren för varje puls från blockeringsoscillator 2 i pulsenheten. Sändpuls A3 har pulslängden $3 \mu\text{s}$ (de övriga pulserna är $2 \mu\text{s}$ långa).

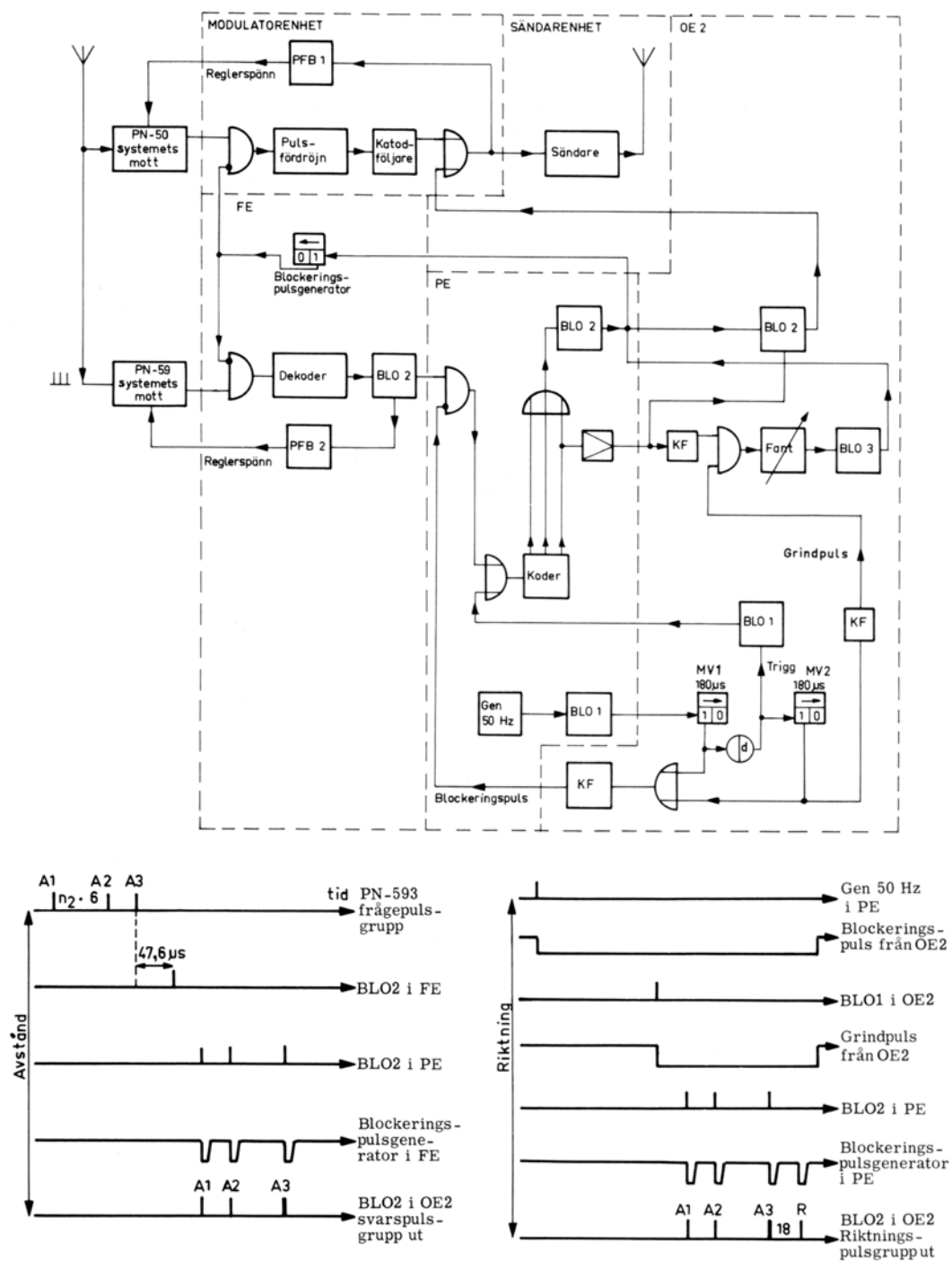


Bild 24. Blockschema över fyrens verkningsätt vid PN-59 funktionen

4.3.3 Riktning information till PN-594

Förutom att PN-593 och PN-594 utvärderar riktning ur svarspulsgruppen, kan PN-594 även bestämma riktning till fyren genom att den tar emot riktningpulsgruppen.

Riktningpulsgruppen består av fyra pulser vilka benämns adresspuls A1, adresspuls A2, adresspuls A3 samt riktningpuls R. Riktningpulsgruppens kod anges genom definierade avstånd mellan A1, A2 och A3. Riktningpulsgruppens och svarspulsgruppens kod är lika, d v s n_1 , respektive n_2 har samma värde i båda fallen, se bild 25.

Avståndet A1-A3 varieras i 14 fasta steg om vardera 6 μs .

Avståndet A2-A3 varieras i 14 fasta steg om vardera 6 μs .

Avståndet A3-R är normalt fast (18 μs), men man kan om man så önskar, ställa det i olika lägen för att ytterligare öka koddifferentieringen. Pulserna A1, A2 och R har pulslängden 2 μs medan pulsen A3 har pulslängden 3 μs .

Pulsgruppens repetitionsfrekvens (ca 50 Hz) bestäms av en brusstyrd oscillator i pulsenheten (Gen 50 Hz). Oscillatorns triggpuls går in i omkopplarenhet 2 (OE2), där den triggas vippa MV1, vars pulsbackant i sin tur triggas vippa MV2 och blockeringsoscillator 1 (BLO 1). De två vippornas pulser adderas i en eller-krets och matas in på inte-kretsen vid pulsenhetens ingång. Därigenom blockeras svarpulserna.

Pulsen från blockeringsoscillator 1 (i OE 2) triggas nu genom eller-kretsen ut en riktningpulsgrupp om fyra pulser, varav tre pulser erhålls från kodern. Den fjärde pulsen erhålls genom att den tredje pulsen efter en fördröjning i en fantastron triggas ut blockeringsoscillator 3 (BLO3) i OE 2. Fantastronen har en omkopplare, som normalt skall stå i läge 3, vilket ger en fördröjning på 18 μs . Pulserna A1, A2, A3 och R triggas sedan blockeringspulsgeneratoren samt går genom blockeringsoscillator 2 (BLO2) i omkopplarenhet 2 ut till sändaren. Pulsen A3 har förlängts till 3 μs (de övriga 2 μs).

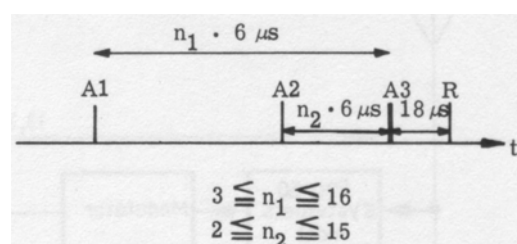


Bild 25. Fyrens riktningpulsgrupp för riktninginformation till PN-594, pulsrepetitionsfrekvens 50 Hz

4.3.4 Inre fördröjning

Fyrens inre fördröjning är i PN-59 fallet 74,3 μs . Med beteckningar enligt bild 26 fördelar sig denna fördröjning sålunda.

Fördröjningen T_1 tas ut i förstärkarenheten med tillhörande fördröjningsenhet. T_1 justeras in vid enhetsprovningen till 47,6 μs .

Fördröjningen T_2 tas ut i pulsenheten med tillhörande fördröjningsenhet. T_2 justeras in vid slutprovningen så att den totala fördröjningen i fyren blir 74,3 μs .

Fördröjningen T_3 åstadkommes genom blockeringsoscillator 2 i pulsenheten. Fördröjningen 2 μs bestäms av blockeringspulsens längd.

Fördröjningen t_m och t_s är mottagarens och sändarens fördröjningar. Dessa är små (mindre än 1 μs).

Summan av de ovannämnda fördröjningarna skall bli $74,3 \mu\text{s}$. Om så inte är fallet, och om justering av fördröjningen är nödvändig, får endast T_2 varieras (d v s spole L2 i fördröjningsenhet 2 flyttas). Normalt skall dock byte av fördröjningsenhet kunna ske utan att fördröjningen ändras. Under förutsättning att T_1 och T_2 har vissa nominella värden påverkas totalfördröjningen endast av smärre likheter i t_m , t_s och T_3 som kan uppstå i de olika fyrarna.

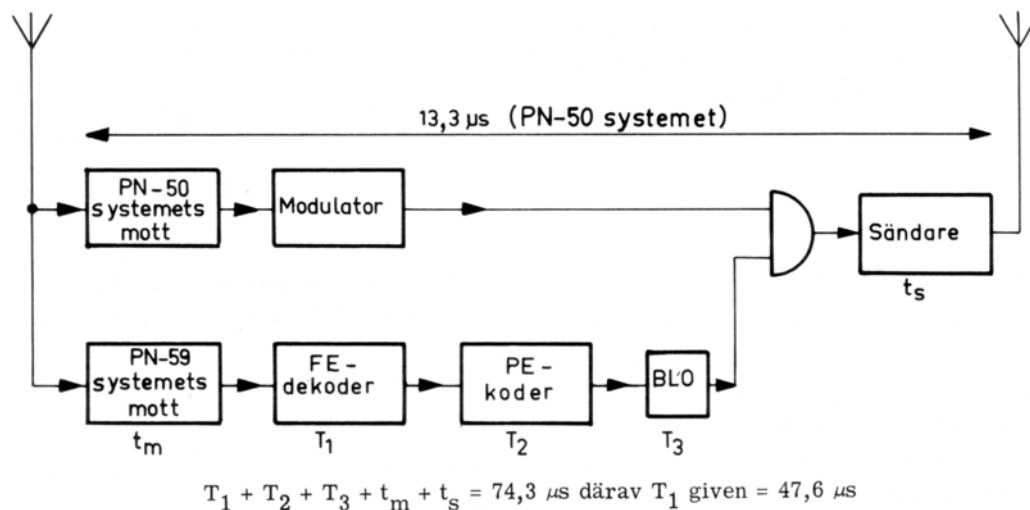


Bild 26. Blockschemat över fördröjningen i fyren

4.3.5 Pulsfrekvensbegränsning

I fyren finns två pulsfrekvensbegränsare, PFB1 och PFB2, se bild 27.

För PN-50 funktioner används PFB1 som finns i modulatorenhet och är inställd på 5 kHz för 4 μ s svarspulser.

För PN-59 funktionen används både PFB1 och PFB2. Den senare är inställd på 7 kHz för 2 μ s pulser, d v s när antalet svarspulsgrupper (f_2) till PN-59 överstiger 7 kHz sänks känsligheten i PN-59 systemets mottagare. Svarspulsgruppen till PN-59 påverkar även PFB1, så att PN-50 systemets mottagare blockeras, d v s svaren till PN-50 uteblir, när antalet svarspulsgrupper

$$\text{till PN-59 överstiger ca } 3 \text{ kHz } f \approx \frac{5 \text{ kHz} \cdot 4 \mu\text{s}}{3 \cdot 2 \mu\text{s}}$$

Svaren till PN-59 har på detta sätt fått företräde framför svaren till PN-50.

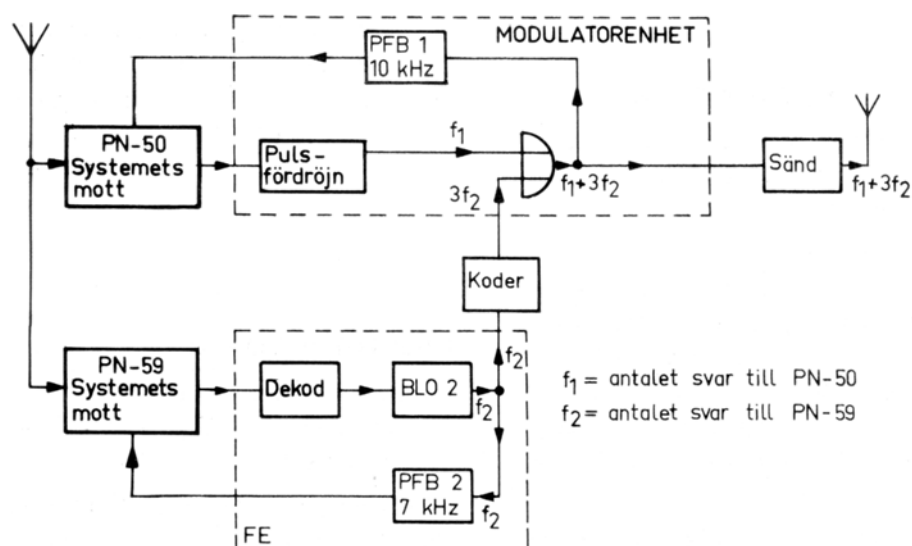


Bild 27. Pulsfrekvensbegränsningen i PN-601

5 Kortfattad teknisk beskrivning PN-513/F (Eureka)

5.1 Allmänt

Radarfyr M3333-051371 (PN-513/F) är en modifierad PN-51/F-fyr. Fyren innehåller den elektroniska utrustning som ingår i PN-601 jämte en modulator och en sändare med ca 5 kW pulseffekt. PN-601-sändaren tjänstgör i PN-513 som drivsteg för PN-51-sändaren. PN-513 sänder således liksom PN-601 svarspulser till de flygburna utrustningarna PN-50 och PN-59 jämte riktpulsgrupper för PN-594.

Beskrivningen upptar inte den utrustning som ingår i PN-601.

Fyrutrustningen är placerad i två trähyddor. Den ena hyddan (stationshyddan) innehåller:

- stativ för PN-50 systemet
- stativskåp för PN-59 systemet
- stativ för PN-51 sändaren m m, se bild 28
- strömförsörjningsutrustning
- värme- och ventilationsutrustning

Den andra hyddan (krafthyddan) innehåller:

- reservkraftaggregat
- bränsletank
- stativ för automatisk start av reservkraftaggregatet
- spänningsregulator

Fyren ansluts till 220 V växelspänning (trefas). Vid nätspänningsbortfall startar reservkraftaggregatet automatiskt och lämnar spänning för fyrens strömförsörjning. Spänningsregulatorn höjer spänningen från 220 V till 230 V, som är fyrens normala spänning.

Fyren fjärrmanövreras med en speciell fjärrmanöverenhet över en tvåtrådig telefonledning. Fjärrmanöverenheten fordrar ingen yttre strömförsörjning och medger därför stor variation vid val av lokal för placeringen.

Fyrens antennenläggning finns i två utföranden

- Antenn identisk med PN-601 antenn
- Antenn av samma typ som PN-601 antennen men som dessutom har kontrollantennerna för sändare och mottagare



Bild 28. PN-51 stativet

5.2 Tekniska data

Frekvensområde	200-240 MHz
Pulseffekt	ca 5 kW
Svarsfrekvens	maximalt 10000 pulser/sek
Kraftförsörjning	220 V 50 Hz
Effektbehov	ca 2 kW

Totala vikten på stativet är ca 950 kg.

6 Konstruktion

Den elektroniska utrustningen är sammanbyggd till en enhet i ett stativ, PN-51 stativet, se bild 28. Dessutom ingår, som sagts i inledningen, stativ för PN-50 systemet och stativskåp för PN-59 systemet, båda ingående i PN-601 utrustningen.

PN-51 stativets basyta är 910 x 910 mm och höjd 1950 mm. Stativet har dörrar på alla fyra sidorna och de olika enheterna i fyren har placerats så att kopplingssidorna är vända utåt. Därigenom blir fyrens olika mätpunkter lätt tillgängliga. När fyren är i drift bryts dess nätspänning automatiskt när dörrarna öppnas. Detta beror på att dörrarnas centrallås är mekaniskt sammankopplat med en strömbrytare. För att arbeten skall kunna utföras på fyren även under drift har man ordnat så, att nätspänningen åter kan kopplas in sedan dörrarna öppnats.

I den främre övre dörren finns en låsbar lucka. Bakom denna lucka finns handtaget till dörrarnas centrallås och fyrens manöverenhet.

Följande enheter ingår i stativet

- Manöverenhet
- Sändarens slutsteg
- Modulatorenhet
- Modulatorns kraftenhet
- Kraftenheterna för högspänning (2 stycken)
- Mottagarens kraftenhet
- Reläenhet

Av bild 29 och 30 framgår hur enheterna har placeras i stativet. Längst ned i stativets finns fyrens kylfläkt. Fläkten spolrar luft kring slutstegens elektronrör. Om fläkten stannar påverkas en s k kylfluftsströmbrytare varvid fyren slås ifrån.

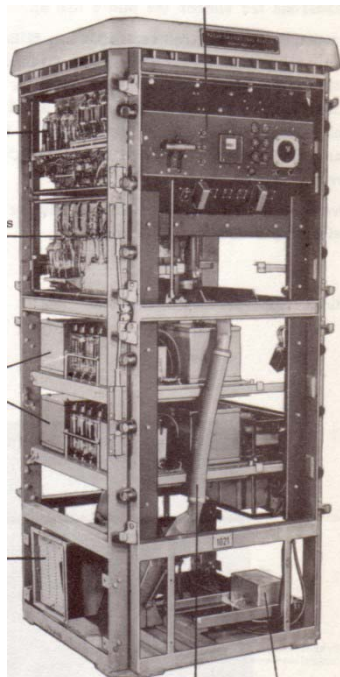


Bild 29. PN-51 stativet utan dörrar sett snett framifrån

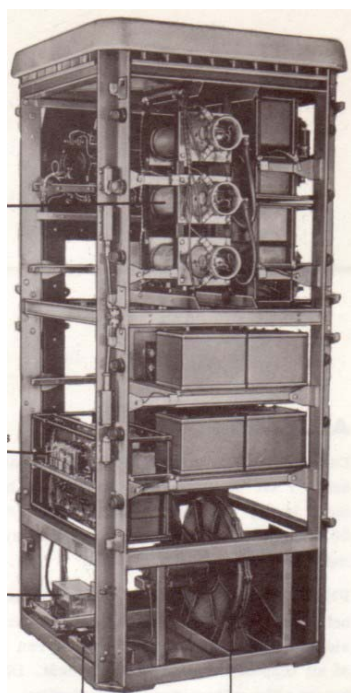


Bild 30. PN-51 stativet utan dörrar sett snett bakifrån

6.1 Manöverenhet

Som tidigare nämnts, är fyrens manöverenhet placerad bakom den övre dörren på stativets framsida. På denna enhet sitter manöverhandtag, en drifttidmätare samt jackar till vilka en amperemeter kan anslutas för kontrollmätning av katodströmmen i vart och ett av sändarens tre slutrör, se bild 31.

Handtaget till dörrarnas centrallås kan fällas i två lägen, markerade OPEN och CLOSED. När manöverhandtaget står i läge OPEN är strömmen till fyren bruten. Dörrarnas låskolvar är då frändragna och dörrarna kan öppnas.

När dörrarna har öppnats kan manöverhandtaget åter fällas i läge CLOSED och fyren startas.

Överströmsrelät skyddar sändarens slutrör mot överbelastning, se kapitel Verknings sätt.

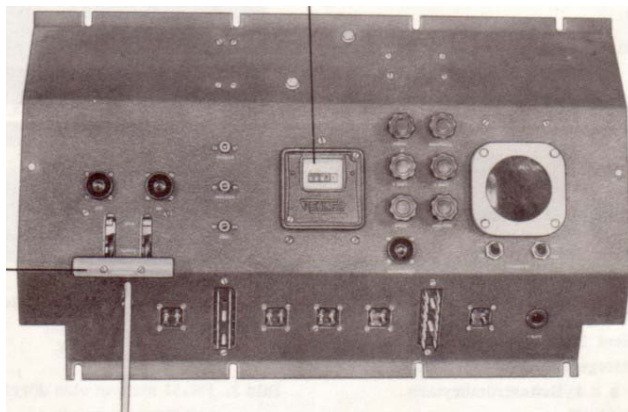


Bild 31. Manöverenhetens framsida

6.2 Modulatorenhet

Modulatorenheten sitter i stativets övre del. Dess konstruktion framgår av bild 32.

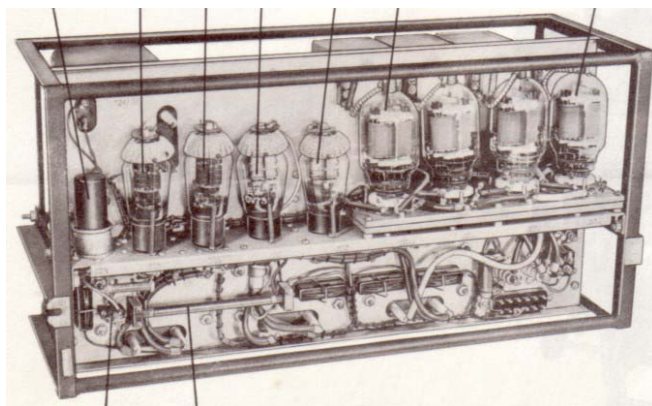


Bild 32. Modulatorenhetens framsida

6.3 Sändarens slutsteg

PN-51 sändarens kallas i beskrivningen för sändarens slutsteg. Den består av tre slutsteg som är fastsatta i stativet, se bild 33.

Elektronrören kyls av kyl Luft från stativets fläkt. Vid utebliven kyl Luft påverkas en kyl Luftsströmbrytare varvid fyren slås ifrån.

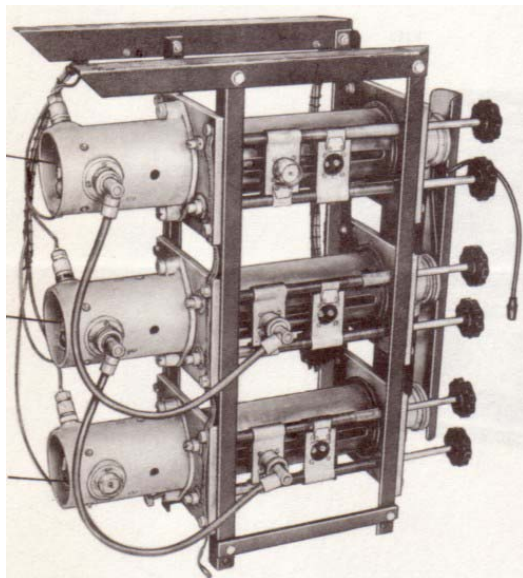


Bild 33. Sändtagarens slutsteg

6.4 Modulatorns kraftenhet

Modulatorns kraftenhet lämnar glöd-, anod- och skärmgallerspänning till modulatorenhetens rör (V105-V109, V114) samt glödspänning (15V) till sändarens slutsteg. Varje rör i sändarens slutsteg har sin egen glödspänningslindning på transformatorn.

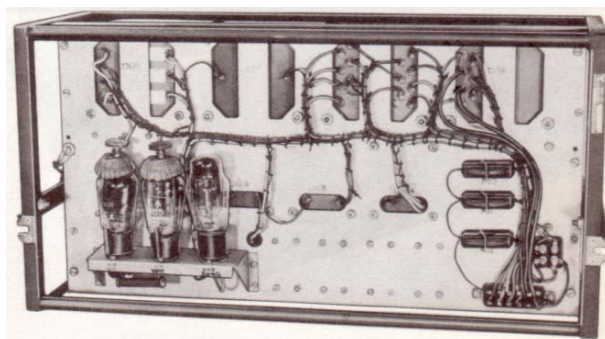


Bild 34. Modulatorns kraftenhet

6.5 Högspänningseenheter

De två högspänningseenheterna lämnar anodspänning till sändarens slutsteg. Spänningen är 5250 V och den maximala strömbelastningen är ca 160 mA. Enheterna lämnar hälften var av den effekt som slutstegen erfordrar.

Högspänningseenheternas uppbyggnad framgår av bild 35.

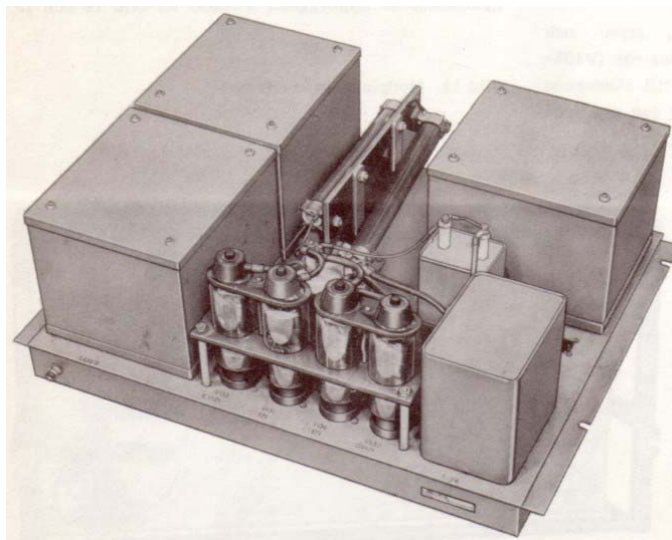


Bild 35. Högspänningens enheters översida. Bilden visar den övre av enheterna.

6.6 Reläenhet

Reläenheten sitter på stativets bottenplåt och innehåller bl a en transformator, en kontaktor (K1) och ett relä (K2), se bild 36.

Med denna enhet och genom att maximalt 5 km lång tvåtrådig fjärrmanöverledning kan man manövrera fyrens till- och frånslag. Dessutom får man på fjärrmanöverenheten indikering på kontaktorns (fyrens) tillslag.

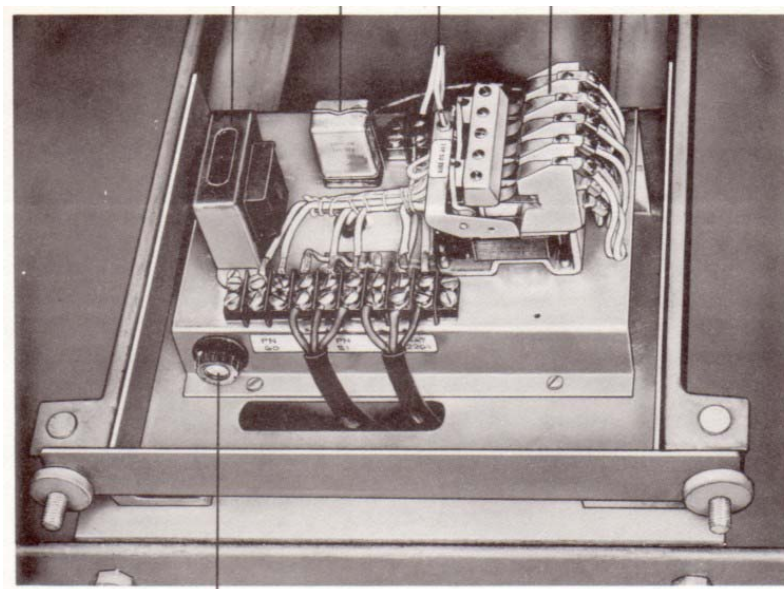


Bild 36. Reläenheten utan kåpa

6.7 Fjärrmanöverenhet

Fjärrmanöverenheten innehåller bl a en strömställare, ett relä och en blänkare. På enheten finns uttag för anslutning av yttre strömställare och signal-lampor som kan placeras exempelvis på trafikledarens manöverpulpet.

7 Verkningsätt

7.1 Allmänt

Utrustningen i PN-51 stativet utgör, som förut nämnts, endast en förstärkare för de pulser som PN-601 sändaren lämnar, se bild 37.

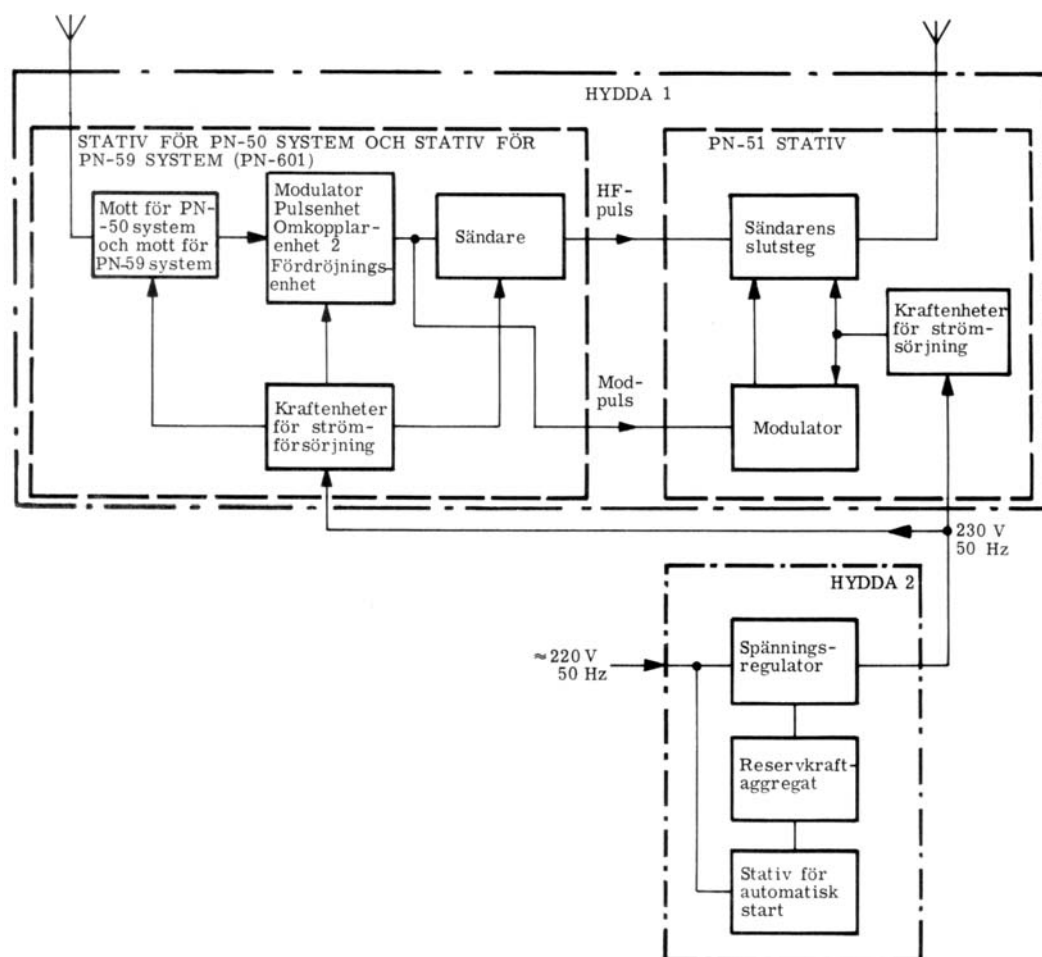


Bild 37. Blockschema över radarfyr PN-513.

7.1.1 Manöverenhet

Av manöverenhetens blockschema framgår att överströmsrelät skyddar som tidigare nämnts sändarens slutrör mot överbelastning. Reläets manöverledning är seriekopplad med den negativa högspänningsledningen från högspänningseenheterna, se bild 38. Reläets kontakter passerar av manöverströmmen för fyrens tillslagningsrelä (A7 i mottagarens kraftenhet). Överströmsreläet är så justerat, att det slår till och kopplar ifrån fyren, om slutrören drar mer än 200 mA från högspänningslikriktarna. På så sätt skyddas sändarens slutrör vid kortslutning i dessa kretsar eller om sändarens pulsfrekvens (PRF) blir för hög. Ett skydd mot det senare felet ges även av pulsfrekvensbegränsarna i PN-601, varför det i fyr PN-513 finns dubbelt skydd för detta. Hur överströmsrelät är inkopplat framgår av bild 38.

Drifftidsmätaren mäter den effektiva drifftiden. Mätaren utgörs av en synkronmotor som driver ett räkneverk. Motorn får spänning från kontakterna på tillslagningsrelät i mottagarens kraftenhet.

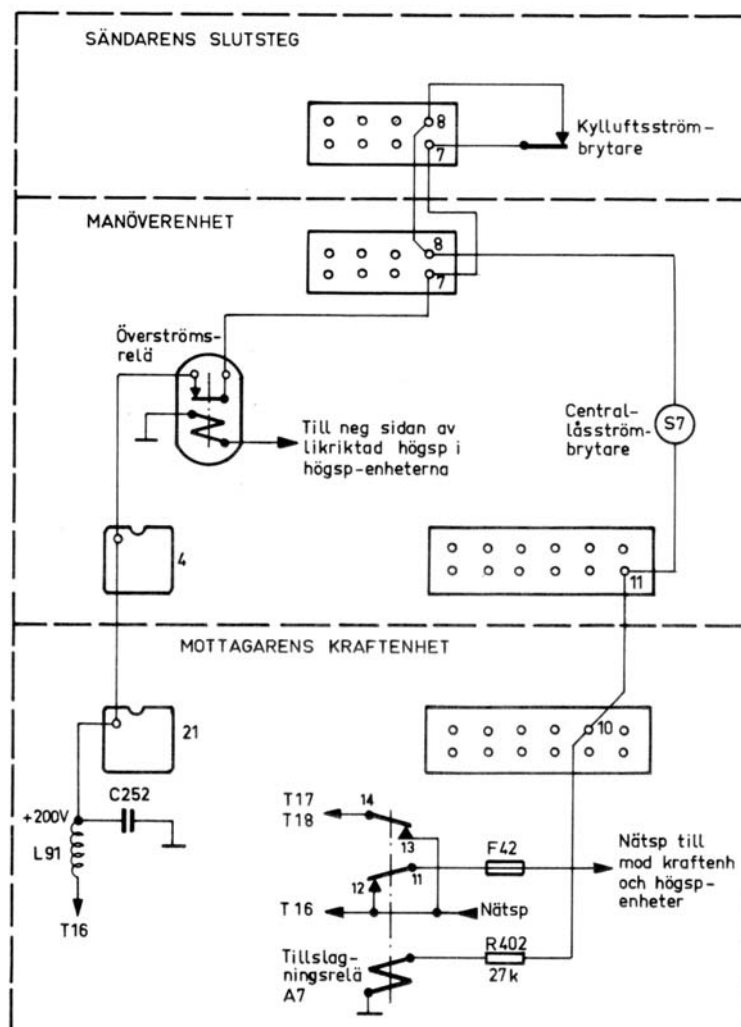


Bild 38. Inkoppling av centrallåsströmbrytare, överströmsrelä och kyl-luftsströmbrytare

7.1.2 Modulator

Modulatorns blockschema visas på bild 39.

Modulatorn i PN-51 stativet får pulser från modulatorn i PN-601 (PN-50 systemets stativ).

Pulserna förstärks först i ett steg (V105) och matas därefter, dels genom ytterligare förstärkarsteg (den direkta pulsen), dels genom en fördröjningskrets med efterföljande förstärkarsteg. Den direkta pulsen får efter förstärkningen styra ut modulatorrören, som seriemodulerar sändarens slutsteg. Den fördröjda pulsen har till uppgift att kortsluta slutstegen just vid sändpulsens bakkant och på så sätt åstadkomma en skarp bakkant.

Den direkta pulsen förs från rör V105 till styrgallret i V106. Den positiva pulsen, som erhålls på rörets anod, förs till styrgallren i de två parallellkopplade rören V107 och V108.

Modulatorrörens belastning utgörs av sändarrörens anoder, vilka fordrar en anodspänning av ca 5000 V.

På grund av den tidigare nämnda kapacitansen i sändarstegen skulle sändarpulsen få en otydligt markerad bakkant om inte åtgärder i förebyggande syfte vidtagits. För att förbättra bakkanten har man tagit ut pulsen även en andra väg, se bild 39, fördröjt den i en fördröjningskrets och fört den till en klippkrets.

Pulser som erhålls från anodkretsen på rör V105 får passera en fördröjningskrets, D3. Pulsen, som är negativ, differentieras i en RC-krets.

Den positiva puls som fås av bakkanten förs till styrgallret på rör V109. En förstärkt och fasvänd puls ta ut från sekundärsidan på en transformator vars primärsida är kopplad till rörets anod. En diod gör framkanten brant på den puls som förs till fördröjningskretsen D3.

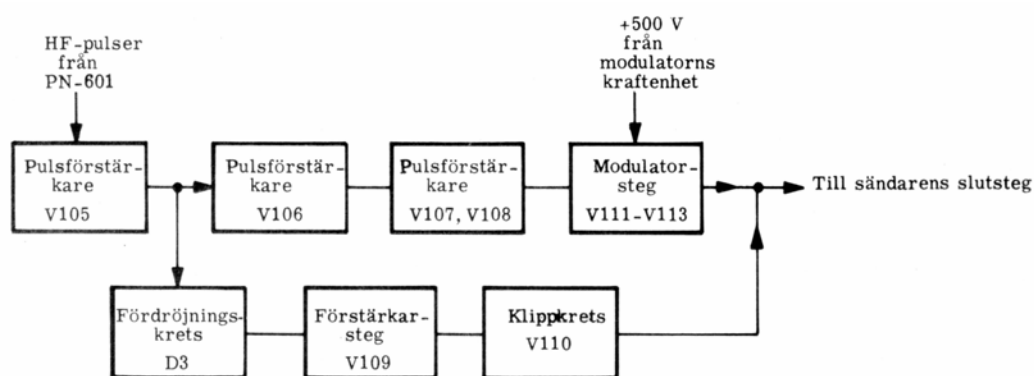


Bild 39. Modulatorns blockschema

7.1.3 Sändarens slutsteg

Ett förenklat kretsschema över sändarens slutsteg visas på bild 40. De tre stegens avstämda kretsar har i detta schema ritats med standardsymboler för induktanser och kapacitanser, ehuru dessa i verkligheten utgörs av Lecher-ledningar. De tre stegen är identiskt lika i mekaniskt hänseende.

Högfrekventa pulser med den slutliga frekvensen förs från PN-601 sändare till katoden i rör V121. Pulserna förstärks i detta rör och förs över den avstämda kretsen till nästa steg V122. I detta steg förstärks pulserna ytterligare och matas med en pulseffekt på ca 1 kW till det slutliga effektförstärkarröret V123. Detta rör arbetar med maximalt tillåten anodförsluts vid högsta tillåtna pulsrepetitionsfrekvens. Pulseffekten efter det sista röret är ca 5 kW.

Varje rörs katodström kan mätas i jackar som sitter på manöverenhetens frontplatta.

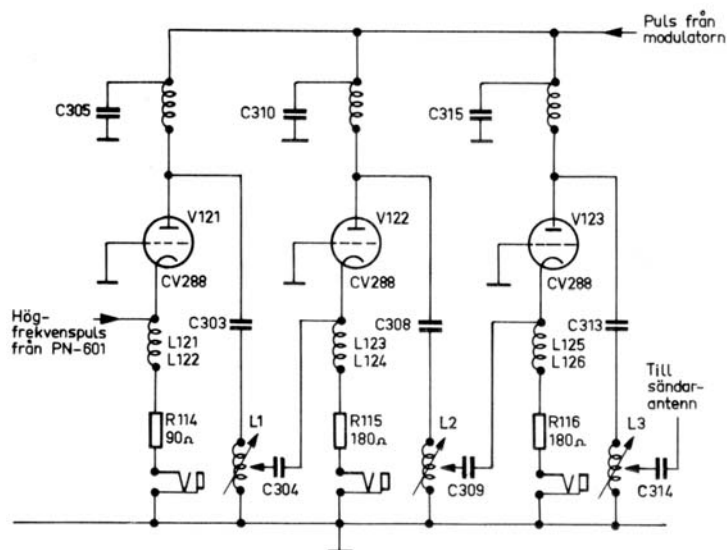


Bild 40. Förenklat kretsschema över sändarens slutsteg

7.1.4 Modulaterns kraftenhet

I modulaterns kraftenhet finns glödströmstransformatorn för sändarrören, en lindning för varje rör. På samma transformator finns även glödspänningslindningarna för denna kraftenhets likriktarrör.

Enheten innehåller två likriktare. De två likriktarna har gemensam anodströmstransformator.

Den ena likriktaren lämnar 1000 V till modulorrörens skärmgaller. Den andra likriktaren lämnar anodspänning (+500 V) till rören V105-V109 i modulatern.

7.1.5 Högspänningenheten

För att man skall erhålla så hög pulseffekt som 5 kW från fyren, är det nödvändigt med 5250 V anodspänning för sändarens slutsteg. Den maximala strömbelastningen är ca 160 mA. Högspänningenheterna lämnar hälften var av den effekt som slutstegen erfordrar.

Ett studium av sändarens konstruktion ger vid handen att om pulsrepetitionsfrekvensen är låg, d v s om endast några flygplan sänder frågepulser, som triggas fyren, drar slutstegen låg effekt från högspänningenheterna. Å andra sidan blir effektförbrukningen hög om ett stort antal flygplan triggas fyren medan pulsrepetitionsfrekvensen blir hög. Den effekt som tas ut ur högspänningenheterna kommer därför att variera kraftigt. Om maximal uteffekt skall erhållas även vid hög pulsrepetitionsfrekvens är det därför nödvändigt att utspänningen från högspänningenheterna inte varierar alltför mycket med belastningen.

Glättningsfiltren i enheterna har spolingång, eftersom detta ger en mer konstant spänning än kondensatoringång. Dessutom har transformatorerna och dämpspolarna överdimensionerats. Resultatet har blivit, att högspänningen inte varierar mer än 200 V eller ca 3,5 % mellan full belastning och tomgång. Likriktarrören är kopplade i Graetz-brygga.

7.1.6 Fjärrmanövrering

Fjärrmanövreringen sker med en strömställare i fjärrmanöverenheten samt med en kontaktor och ett hjälprelä m m i reläenheten.

Relä K3 gör att man kan ansluta yttre signallampor, som dock måste matas från en separat spänningskälla.

Ett exempel på anslutning av yttre strömställare och lampor visas på bild 41.

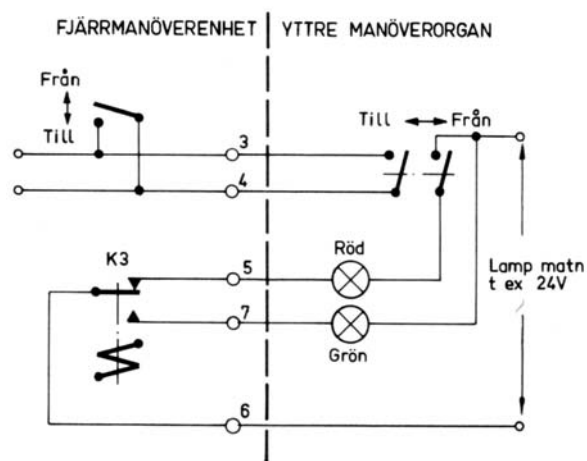


Bild 41. Exempel på anslutning av yttre strömställare och signallampor till fjärrmanöverenheten.

8 Materielupphandling

8.1 Radarfyr PN-51/F "Eureka"

Radarfyr PN-51/F var tillverkad av det engelska företaget MURPHY (dotterbolag till Philips). Några säkra uppgifter på antalet stationer som anskaffades har inte kunnat bekräftats men från ett CFV beslut från april 1955 har åtta fasta och två rörliga levererats till förband under 1950-1955.

8.2 Radarfyr PN-60/F "Anita"

Som tidigare nämnts så togs fyren fram av Svenska Philips. Några uppgifter om hur många PN-60 som anskaffades har inte gått att finna, men enligt ett beslut skulle PN -60 under 1957 levereras till samtliga depåflygfält som inte har PN-51 samt elva flottiljer exklusive FRAS och CVA. Det skulle i så fall innebära att ett 50-tal fyrar hade beställts.

Enligt en inventering av beståndet 1999 så fanns det 22 st kvar på vissa förband varav ett antal av dessa var avställda.

9 Serieleveranser

9.1 PN-51/F

Den från MURPHY beställda materielen levererades mellan 1949-1956. Den första fyren levererades till F1 i Västerås 1950 där även en viss utbildning bedrevs. Mellan 1952 och 1956 levererades fyrarna till förband enligt nedan

F2	Hägernäs
F11	Nyköping
F21	Luleå
F5	Ljungbyhed
F7	Såtenäs
F17	Kallinge
PS-16 (radarstn)	Härnösand

Fyren vid F11 flyttades sedermera till Gotland PS-16 (Furilden) och ersattes med en PN-60/F. Vilka som utfört installationen av de fasta fyrarna är oklart, men det är mycket troligt att CVA svarat för upprättande av antennmast och hyddor medan Philips svarat för installation och driftsättning av själva fyren. Dessutom levererades två rörliga utrustningar. Fyren var installerad i en hydda som var monterad på ett Dodgechassie. En av dessa var med säkerhet stationerad vid Centrala Flygverkstaden (CVA) i Arboga.

9.2 PN-601/F

I och med att fpl 32 Lansen började införas på förbanden under 1956 började också PN-60 att levereras till berörda förband. Enligt ett CFV beslut från feb 1957 började PN-60 att levereras till samtliga depåflygfält som inte hade PN-51 och till elva flygflottiljer exklusive FRAS (Flygets radarskola). Tabellen nedan visar vilka flygflottiljer och depåflygfält som hade och sedermera fick PN-60/F installerad.

F1	Västerås
F3	Malmen
F4	Frösön
F6	Karlsborg
F8	Barkarby
F9	Säve
F10	Ängelholm
F12	Kalmar
F13	Bråvalla
F14	Halmstad
F15	Söderhamn
F16	Uppsala
F18	Tullinge
F21	Luleå

Vidsel, Eskilstuna, Gunnarn, Hagshult, Heden, Hultsfred, Kiruna, Uråsa, Visby, Kramfors, Sjöbo, Hasslösa, Tierp, Råda, Fällfors, Åmsele, Kubbe, Sättna, Färila, Jokkmokk, Knisslinge, Byholma, Kosta, Everöd, Arboga (CVA) och FRAS.

PN-60 fyren vid FRAS användes enbart för utbildning.

Vad beträffar installation och driftsättning så byggdes troligen hydda och antennmast upp av CVA medan Svenska Philips installerade och driftsatte fyren. Dessutom fanns en PN-60 fyr på markradarverkstaden på CVA i Arboga som provstation och för reparation av utbytesenheter (ue).

När fpl J35 Draken 1960 började tillföras förbanden så kompletterades samtliga PN-60 fyrar med PN-59 systemet som var installerat i J35. PN-60/F beteckning ändrades således som tidigare nämnts till PN-601/F liksom PN-51/F fick den nya beteckningen PN-513/F.

10 Underhållsresurser

10.1 Personalutbildning

Flygvapnets radarskola i Hägernäs (FRAS) svarade för utbildningen av underhållspersonal för både PN-601/F och PN-513/F. Tyvärr har inga uppgifter hittats om hur många kurser eller antal elever som utbildats på PN-513/F men med tanke på antalet stationer så har säkert ett 20-tal tekniker utbildats från 1955 och några år framåt.

Under åren 1955-68 anordnades en kurs per år på PN-601/F vid FRAS på F2. 1968 flyttades utbildningen till F14 i Halmstad. Utbildningen upphörde i mitten på 1970-talet. Antal elever per kurs var ca 7-8 st. Kurslängd: 1 vecka

10.2 Dokumentation

PN-513/F

Beskrivning	M3333-051371
UF PN 513-1	Underhållsplan Materiel

PN-601/F

Beskrivning	M3333-060151
Reservdelskatalog	M7776-404531
TOMT Radar 060-1B	Underhållsplan Materiel
TOMT Radar 060-3	C-tillsynsföreskrift
TOMT Radar 060-4	E-tillsynsföreskrift
FFVAA A20:111	Översynsföreskrift

10.3 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 4310
M3613-221019	Mätelement	BIRD P 100 D
M3613-221029	Mätelement	BIRD P 1000 D
M3613-221039	Mätelement	BIRD P 10000 D
M3656-223011	Oscilloskop MT	TETRO-561-A
M3656-990679	Oscilloskoptillsats	TETRO-3A1
M3656-990709	Oscilloskoptillsats	TETRO-3B3

10.4 Utbytesenheter (PN-601/F)

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

Förutom ue-enheter fanns även en komplett PN-601 utrustning som Ue vid CVA i Arboga. Reparation av ue-enheter utfördes vid CVA som även var huvudverkstad för både PN-513/F och PN-601/F.

Några uppgifter angående ue-enheter för PN-513/F har inte hittats.

10.5 Reservdelar

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

10.6 Underhåll

Såväl det förebyggande som avhjälpande underhållet av radarfyrarna utfördes till 95 % av flygförbandens egen personal. Det förebyggande underhållet var enligt fastställd underhållsplan uppdelat i olika underhållsgrader från vecko- till årstillsyn.

- (B1-service) Tillsyn en gång i veckan.
Funktionskontroll och kontroll av uteffekt och mottagarkänslighet.
- (C1-tillsyn) En gång per månad.
Samma som B1-tillsynen utökad med okulärkontroller och kontrollmätningar.
- (E1-tillsyn) En gång per år.
Fullständig genomgång, rengöring och besiktning av fyren inklusive mast och antenn. Tillsynen utfördes av bakre regional uh-resurs (Uhreg).
- (E2-tillsyn) En gång vartannat år.

Med anledning av den s k RAMU-utredningen 1983 som medförde reducerade uh-intervaller togs B1-tillsynen bort och E1-tillsynen ändrades till E2. D v s stor tillsyn vartannat år.

Det avhjälpande underhållet utfördes också till 90 % av förbandens egen personal. Endast i undantagsfall vid speciella åtgärder på mast och antenn anlätades huvudverkstad.

10.7 Avveckling

I takt med att fpl 37 Viggen kom ut på förband togs fpl 32 och 35 ur tjänst eller omplacerades till andra förband. Behovet av navigeringsfyrar minskade varför fyrarna började avvecklas eller omplaceras. 1999 fanns 18 PN-601/F kvar i drift och fyra var avställda. Idag (2004) när detta skrivs är samtliga avvecklade. En PN-601/F är sparad för museiändamål.

När PN-513/F avvecklades finns det inga säkra uppgifter om men ingen finns idag i drift. Tyvärr har ingen sparats för museiändamål.

11 Drifterfarenheter

Med radarfyrarna PN-601/F och PN-513/F inleddes en ny och revolutionerande epok med ett enormt lyft inom flygnavigering. Här kunde piloten själv med hjälp av enkla instrument flyga exakt in mot det fält han avsett att landa på. Moln eller dåligt väder spelade ingen roll, han kunde koncentrera sig på att flyga och lita på att kursen var rätt. När flygplanet passerade över fyren indikerades detta och piloten kunde övergå till att gå in för landning med hjälp av landningsradar PN-521/R (PN-55/F). Trots att både PN-601 och

PN-513 var byggda med 50-talsteknik d v s elektronrörsbestyckade, krävdes inga täta underhållsinteraller.

När det gäller driftsäkerheten så var det få elektronikutrustningar som kunde uppvisa en sådan driftsäkerhet. Fyrarna gick i princip dygnet runt och det var viktigt att avbrotten för reparation och underhåll kunde hållas korta. En E2-tillsyn tog t ex två mantimmar (två mantimmar vartannat år).

Sammanfattningsvis kan man säga att utrustningarna inte var behäftade med några barnsjukdomar. PN-51 hade vid installationstiden ostabilitet i sändarfrekvensen, men det berodde på metoden för avstämning av sändaren och löstes på ett tidigt skede av personal från huvudverkstaden CVA.