

INLEDNING

Allmänt

Radar M3333-059401 (PN-594/A) är en flygburen radarutrustning, som används i flygplan 35. Tillsammans med navigeringsfyrarna PN-601 eller PN-513 används den vid navigering och tillsammans med landningsfyren PN-521 vid landning.

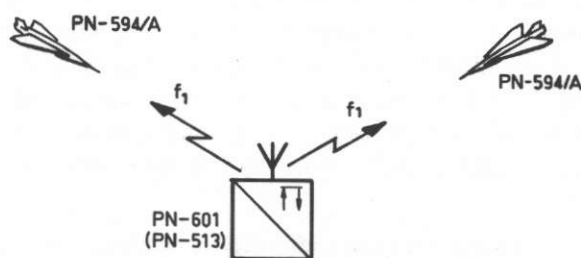
Förbindelsen emellan PN-594/A och radarfyrarna sker med pulssade signaler på ultrakortvåg. Varje fyr har en speciell kombination av pulskod, sändar- och mottagarfrekvens. Flygföraren väljer fyr genom att ställa in fyrens pulskod- och frekvenskombination, som för navigeringsfyrar består av två bokstäver (fyrkod) och för landningsfyrar av en bokstav. Kombinationerna ställs in på en manöverlåda med två vred (fyrväljare) för navigeringsfyrar och med ett vred för landningsfyrar. På samma manöverlåda finns en funktionsväljare där flygföraren kan välja önskad funktion hos både PN-594/A och datacentral M3161-412 (DC2).

Informationen från PN-594/A, flyglägesinstrument och luftdataenhet behandlas i datacentralen och presenteras tillsammans på en AHK-indikator (avståndshöjdkommando) M3218-001010 och på en styrindikator M3380-001010.

• Vid navigering kan riktning till fyren bestämmas med hjälp av enbart fyrsignaler, funktionsläge NAVRIKT*) (se bild 2). Vidare kan både riktning och avstånd till fyren bestämmas med hjälp av fyrsvar på utsända frågesignaler från PN-594/A, funktionslägena NAV 400 och NAV 40 (se bild 3). Vid alla tre funktionslägena arbetar PN-594/A tillsammans med radarfyrar av typ PN-601 eller PN-513. I fortsättningen behandlas de två navigeringsfunktionerna enligt följande:

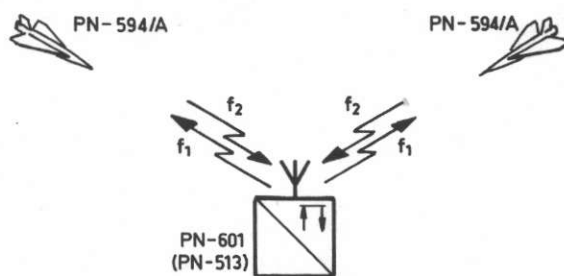
- navriktfunktionen (läge NAVRIKT)
- navigeringsfunktionen (läge NAV 400 och NAV 40)

I läge NAVRIKT tar PN-594/A emot de riktpulsgrupper som fyren kontinuerligt sänder. Ur dessa utvärderas sådan information som flygföraren behöver för att kunna styra planet mot fyren. Presentation sker på styrindikatorn, vars vertikalbalk (sidvisare) avviker från sitt mittläge åt samma håll som fyren är belägen.



f_1 = PN-594/A mottagningsfrekvens

Bild 2. Principen för PN-594/A användning vid funktionsläge NAVRIKT



f_1 = PN-594/A mottagningsfrekvens

f_2 = PN-594/A sändningsfrekvens

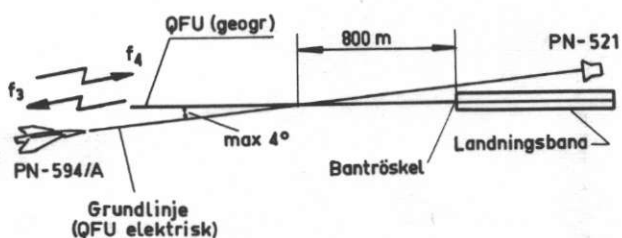
Bild 3. Principen för PN-594/A användning vid funktionsläge NAV 400 och NAV 40

I lägena NAV 400 och NAV 40 presenteras avståndet till fyren på AHK-indikatorn. Fullt utslag på indikatorn motsvarar i läge NAV 400 avståndet 400 km och i NAV 40 avståndet 40 km. Avståndsinformationen påverkar även tillsammans med höjdinformationen styrindikatorns horisontalbalk (höjdisare) på så sätt att en planébana mot navigeringsfyren erhålls. I läge NAV utnyttjas vidare fyrens avståndssvar för bestämning av riktningen till fyren. Riktningen presenteras på samma sätt som vid läge NAVRIKT.

*) Manöverlådans lägesmärkning är NAVRIKTN (NAV förkortning av navigering och RIKTN av riktning)

• Vid landning kan antingen funktionsläge LANDN eller BARBRO utnyttjas. I dessa lägen arbetar PN-594/A tillsammans med landningsfyr PN-521 (se bild 4). PN-594/A utvärderar i båda lägena avstånds- och sidlägesinformation. Datacentralen får inom en inflygningssektor oavbrutet besked om flygplanets sidläge i förhållande till en grundlinje, vars geografiska sträckning är bestämd av fyrens inriktning. Fyren är inriktad så, att grundlinjen (QFU elektrisk) avviker högst 4° från landningsbanans symmetrilinje (QFU geografisk) och skär denna 800 m utanför bantröskeln. I det följande menas med QFU den elektriska grundlinjen. Avståndsområdet i läge LANDN och BARBRO är 40 km. PN-594/A lämnar information om nollavstånd till datacentralen vid bantröskeln, om flygning görs på grundlinjen (avståndet bantröskel - fyr är korrigerat i fyren).

I läge LANDN presenteras avståndsinformationen på AHK-indikatorn och påverkar tillsammans med höjdinformation styrindikatorns horisontalbalk. Sidlägesinformationen och kursinformation påverkar tillsammans styrindikatorns vertikalbalk. Om flygföraren styr flygplanet så, att horisontal- och vertikalbalken intar mittläge, följer flygplanet en krökt glidbana till bantröskeln (se bild 5). Inflygningssektorn är begränsad till ca $\pm 35^{\circ}$ kring QFU.



f_3 = PN-594/A mottagningsfrekvens
 f_4 = PN-594/A sändningsfrekvens

Bild 4. Principen för PN-594/A användning vid landning

I läge BARBRO presenteras avståndsinformationen för flygföraren enbart på AHK-indikatorn. Endast sidinformationen från PN-594/A påverkar styrindikatorns vertikalbalk. Om flygföraren styr flygplanet så, att balken intar mittläge följer flygplanet grundlinjen (QFU).

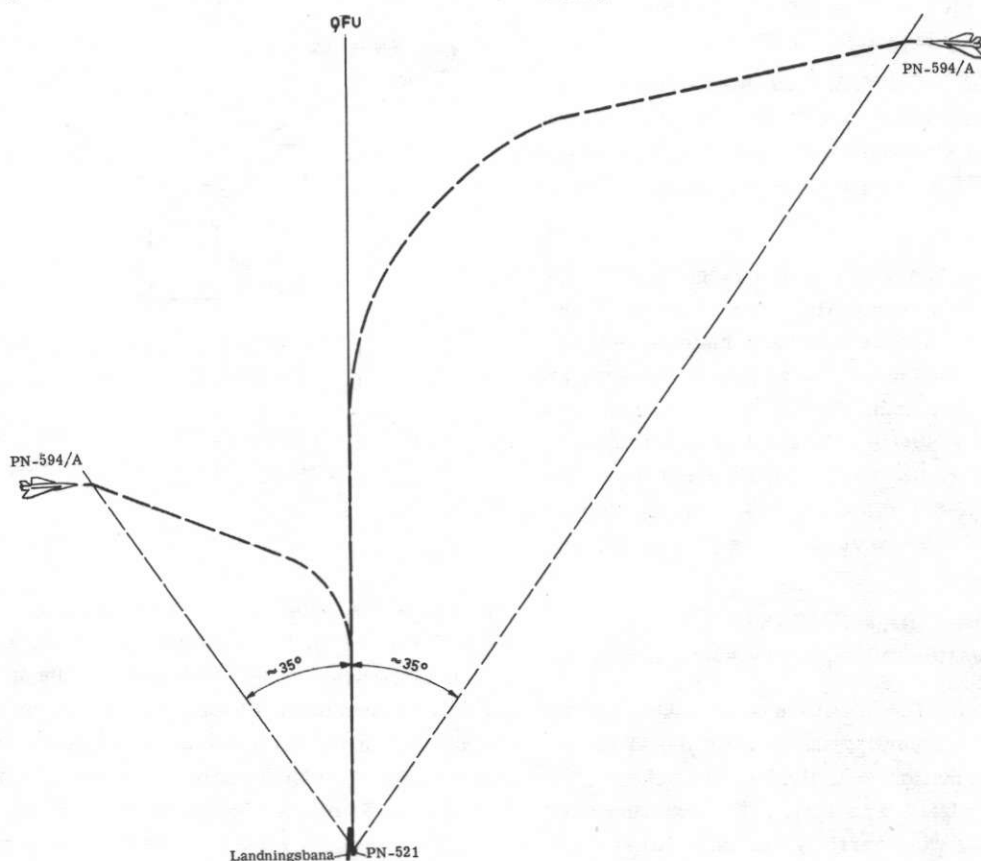


Bild 5. Exempel på krökta inflygningsbanor vid landning

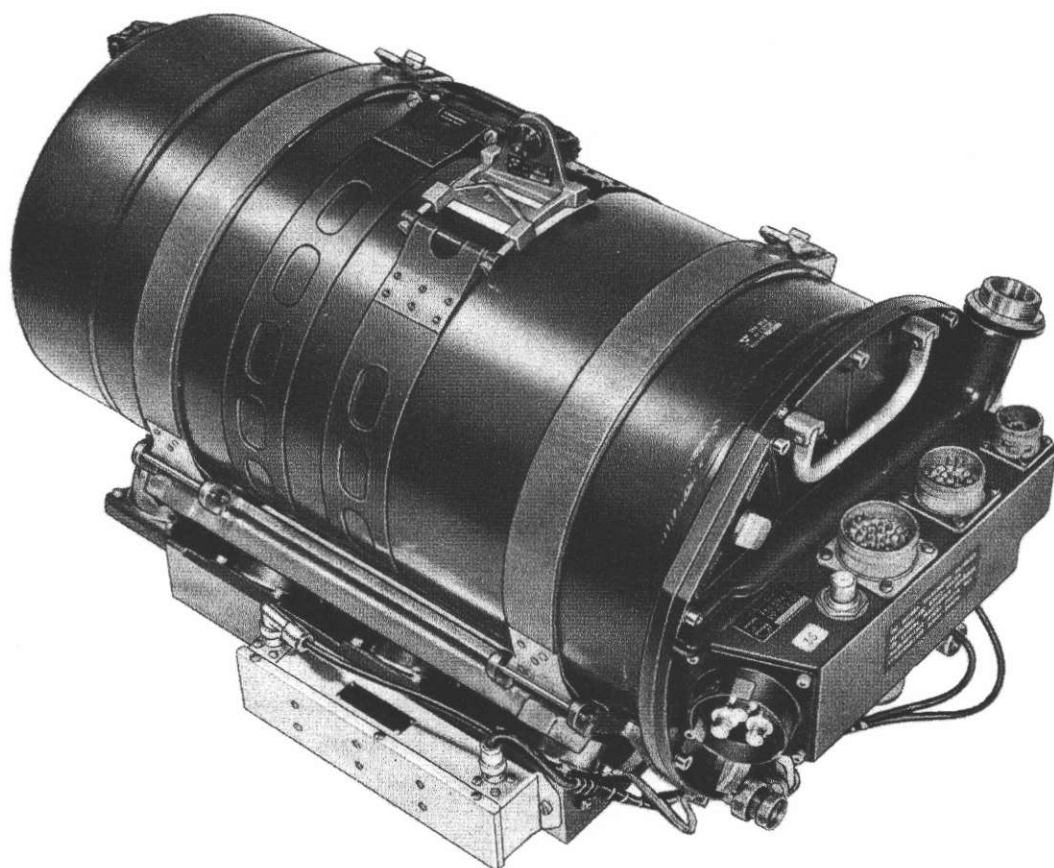


Bild 1. Apparatenheten (med huv) till
Radar M3333-059401 (PN-594/A)
fastspänd på monteringsbädden

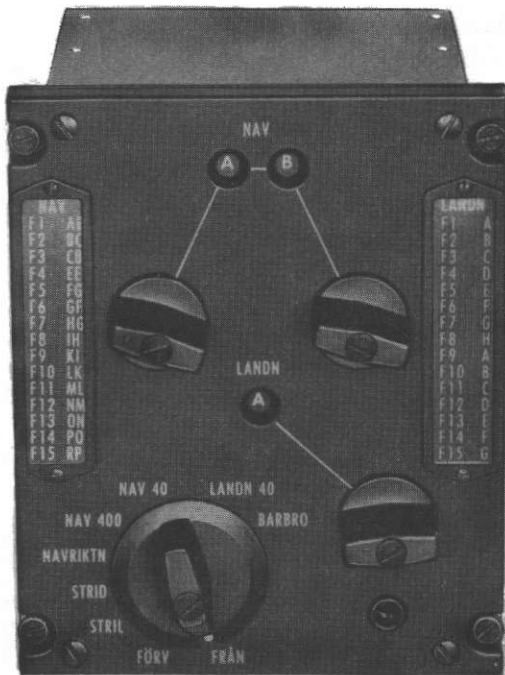


Bild 6. Manöverlådan

● PN-594/A består av en apparatenhet och en manöverlådan. Apparatenheten (se bild 1) är trycktät. Enheten är fastspänd på en fjädrande monteringsbädd, som är fastsatt i flygplanets apparatrum.

Manöverlådan (se bild 6) sitter intill flygförarens plats i kabinen.

I flygplanet erfordras en sändarantenn och tre mottagarantennerna för signalöverföring mellan flygplan och fyrar. En mottagarantenn är rundstrålande och används även för kommunikationsradio, varför frekvensseparationsfilter erfordras (se bilaga 1). De två andra mottagarantennerna har riktningskaraktär och utnyttjas endast vid navigering.

Kablingen i flygplanet tillåter användning även av PN-593/A. Även kombinationen PN-594/A manöverlådan och PN-593/A apparatenhet är möjlig.

Givetvis kan endast PN-593-funktioner erhållas när PN-593/A apparatenhet används.

För kontroll och trimning av PN-593/A och PN-594/A finns Radarprovare M3743-446011 (PN-59) och Provbank M3743-834011 (PN-59). För dessa utrustningar finns särskilda beskrivningar.

För intern transport och förrådsförvaring finns speciellt inneremballage (se bild 7) för apparatenheten (M7033-844710) och manöverlådan (M7033-844810). För externa transporter finns dessutom ett ytteremballage (M7033-844610) för apparatenheten.



Bild 7. Apparatenheten och manöverlådan till Radar PN-594/A med tillhörande emballage för interna transporter

Navriktfunktionen

När PN-594/A används vid navriktfunktionen tillsammans med PN-601 eller PN-513 och läge NAVRIKT valts på manöverlådan, fungerar den i princip på följande sätt.

Navigeringsfyren utsänder, med prioritet före svarspulser till andra flygplan, riktpulsgrupper omkring 50 gånger per sekund. För att erhålla information från avsedd fyr ställer flygföraren in motsvarande fyrkod, som utgörs av två bokstäver, på manöverlådan. Fyrens riktpulsgrupp består av adresspuls A1, A2 och A3 samt ytterligare en puls, riktpuls R. Adresspulsernas kod kännetecknas av att avståndet i tid mellan de tre pulserna kan väljas i ett antal lägen, som är multiplar av 6 µs (se bild 8). Avståndet A1-A2 varierar således mellan 12 µs och 90 µs, och avståndet A1-A3 mellan 18 µs och 96 µs. Antalet möjliga kombinationer är 105. Tidavståndet TR = A3-R är normalt 18 µs, det så kallade F-läget, men kan ges nio andra lägen mellan 9 och 57 µs efter A3-pulsen i 6 µs steg. A3-pulsen är 3 övriga pulser 2 µs långa.

PN-594/A har i navriktfunktionen möjlighet att ta emot pulsgrupperna på någon av elva mottagningsfrekvenser.

Manöverlådan är så konstruerad att vissa kombinationer av pulskoder och fyra av de elva frekvenserna är förvalda med förbindningar på två korskopplingsdon i manöverlådan. När flygföraren väljer fyrkod på manöverlådan, blir därför PN-594/A inställd för att ta emot HF-pulser med fyrens adresspulskod och R-kod på fyrens sändningsfrekvens.

PN-594/A får information om riktningen till fyren genom att den växelvis ansluter två riktade mottagarantenn till mottagaren. En jämförelse mellan de båda antennernas signalstyrkor ger information om avvikelserna mellan flygriktningen och riktningen till fyren (se bild 9). När anflygning sker rätt mot fyren, är signalstyrkorna från de båda riktantennerna lika stora. Antennernas riktningsdiagram är så utformade, att signalstyrkeförhållandena 1:2 och 2:1 svarar mot ca ±15°

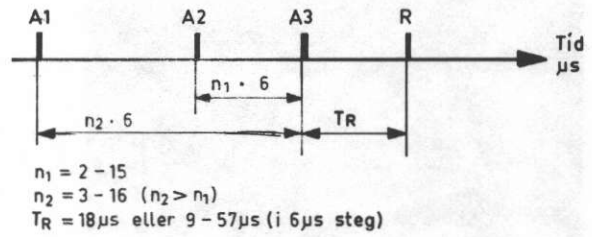


Bild 8. Riktpulsgruppens sammansättning

vinkel i fpl 35B och ±30° i fpl 35D, E och F, mellan flygplanetens längdaxel och riktningen till en fyr. Riktningssinformationen överförs såsom en analogispänning till datacentralen.

Styrindikatorn, vars balkar servostyrs av datacentralen, presenterar riktningssavvikelsen genom läget på den vertikala balken.

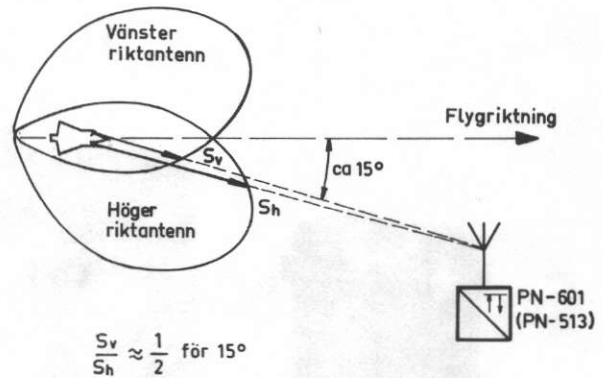


Bild 9. Jämförelse mellan antennsignaler i en viss riktning

Navigeringsfunktionen

När PN-594/A används vid navigering tillsammans med PN-601 eller PN-513 i läge NAV 400 eller NAV 40 fungerar den i princip på följande sätt.

PN-594/A sänder frågepulsgrupper till den på manöverlådan inställda fyren (samma fyrkod som vid navriktfunktionen) och tar emot svarspulser med fyrens

adresspulskod på fyrens frekvens. Sändningen från fyren och PN-594/A sker alltid på olika frekvenser.

De frågepulsgrupper som PN-594/A sänder, består av tre adresspulsgrupper A1, A2 och A3. Avståndet mellan pulserna, i multiplar om 6 µs, ställs in vid val av fyrkod (se bild 10). Varje puls är av 2 µs längd. Frå-

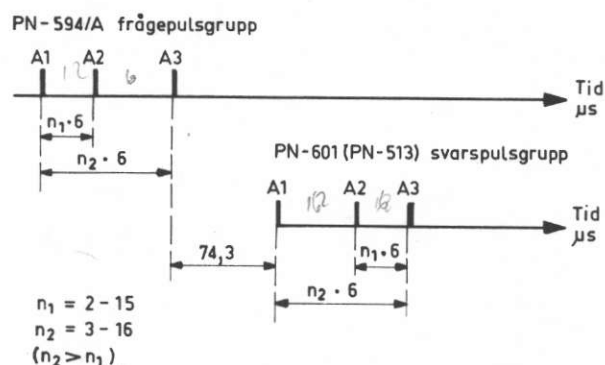


Bild 10. Kommunikationen mellan PN-594/A och navigeringsfyr PN-601 (PN-513) vid navigeringsfunktionen. Fråge- och svarspulsgruppens placering i tiden gäller vid nollavstånd (svarspulsgruppens fördröjning = fyrens inre fördröjning)

gepulsgruppen sänds ut omkring 180 gånger per sekund innan säker förbindelse med fyren erhållits, där- efter ca 25 gånger per sekund. PN-594/A har möjlig- het att sända på en av elva tilldelade frekvenser och att ta emot på lika många. Fyra av de elva sändnings- frekvenserna och fyra av de elva mottagningsfrekven- serna kan väljas med manöverlådan.

Den vid navigeringsfunktionen utsända frågepulsgrup- pens kod är alltid spegelvänd mot fyrens avstånds- svar. Detta utgörs av tre pulser med fyrens adress- pulskod, vilken är lika den i riktspulsgruppen.

PN-594/A bestämmer avståndet till fyren genom tid- mätning. Tiden från det den sista pulsen i en fråge- pulsgrupp sänds ut tills det den sista pulsen i mot-

svarande svarspulsgrupp tas emot är beroende av den tid det tar för pulsgrupperna att gå mellan flygplan och fyr samt fördröjningen i fyren. Den senare är beroende av pulsgruppens längd, eftersom fyren kan identifiera frågan först vid pulsgruppens tredje puls.

Genom att fördröja tidmätningen i flygplanet med ti- den T_f , som motsvarar tiden för en frågepulsgrupp, och eftersom svarspulsgruppen är lika lång, erhålls mättiden $T = 2T_a + T_0$ (se bild 11). T_0 är en fast- ställd fördröjning som erhålls när avståndet är noll.

$$T_0 = 74,3 \mu s.$$

Radiovågornas utbredningshastighet i luften är 300 m per μs . Om avståndet mellan fyren och flygplanet är a m blir således den dubbla gångtiden för en puls

$$2T_a = \frac{a}{150} \mu s$$

$$\therefore T = \frac{a}{150} + 74,3 \mu s$$

PN-594/A lämnar en likspänning som svarar mot mät- tiden T och därmed även mot avståndet a. Denna spän- ning är noll vid nollavstånd.

PN-594/A får information om riktningen till fyren ge- nom att växelvis ansluta riktantennerna till mottaga- ren. De bägge antennernas signalstyrkor för A3-pul- sen i svarspulsgruppen ger information om avvikel- sen mellan flygriktningen och riktningen till fyren. Vad som tidigare sagts vid navriktfunktionen beträffande rikt- ningsdiagram, signalstyrkeförhållande och rikt- ningsinformation, överensstämmer även i navigerings- funktionen (se bild 9).

Avståndet presenteras på AHK-indikatorn. Ett minne i PN-594/A medger kontinuerlig presentation även vid några sekunders frånvaro av fyrens svar, vilket kan förekomma på grund av vågutbredningsfenomen.

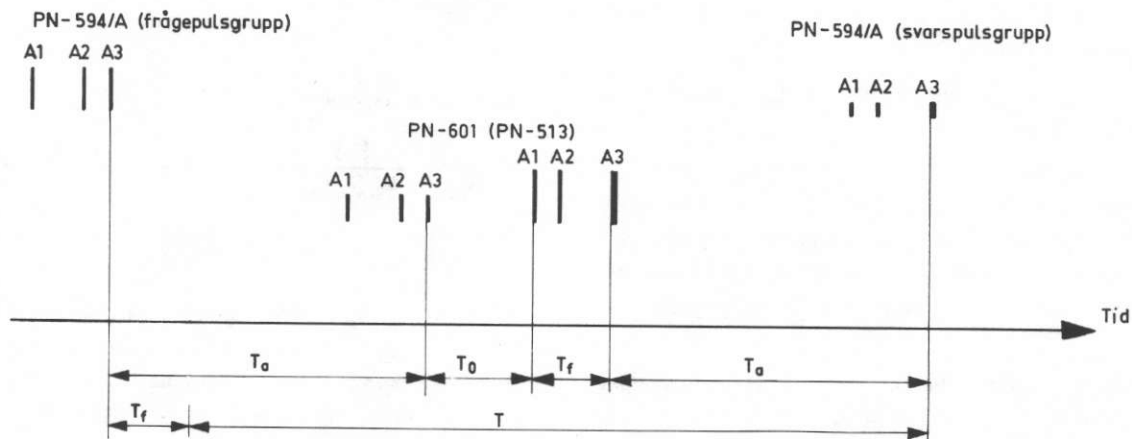
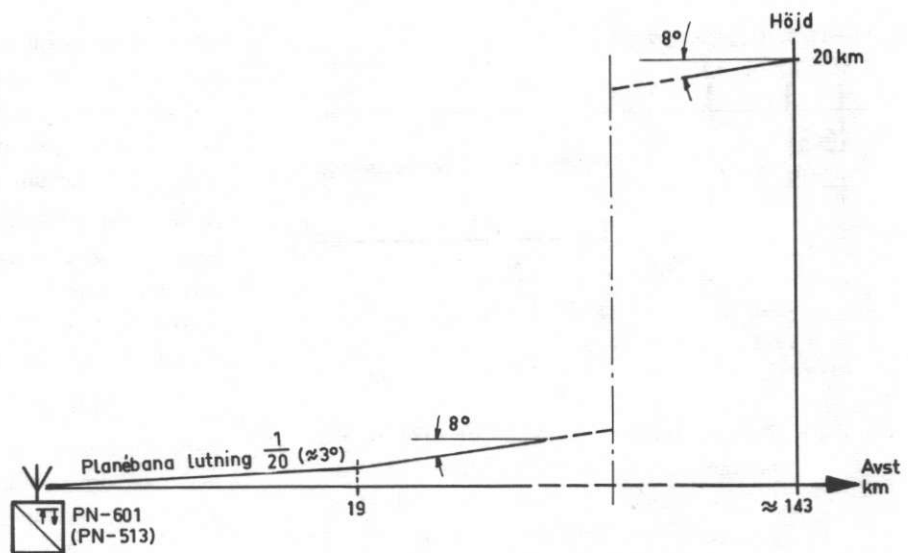


Bild 11. Tidmätning för avståndsbestämning

Avståndsspänning och höjdinformation från ett höjdmätarsystem, där aktuellt barometertryck jämförs med vad som är normerat att motsvara viss höjd i en standardatmosfär, matas in i datacentralen, vilken påverkar styrindikatorns horisontella balk. Balken visar avvikelse från en förutbestämd planébana enligt bild 12.

Bild 12. Planébanan vid navigeringsfunktionen



Landningsfunktionen

Vid landning finns två alternativa funktionslägen, LANDN och BARBRO.

Läge LANDN ingår i det integrerade landningssystemet med data från flera utrustningar och är det vanligtvis använda.

Läge BARBRO innebär att PN-594/A information utnyttjas direkt (genom datacentralen). Sidpresentationen blir därför oberoende av information från andra utrustningar.

Informationen mellan PN-521 och PN-594/A är densamma för både LANDN och BARBRO. Funktionssättet hos PN-594/A är i princip lika i de bägge fallen. I LANDN utnyttjas dock fyrsignalens utbredningsegenskaper mera ingående.

PN-594/A är vid landningsfunktionen ansluten till den rundstrålande antennen.

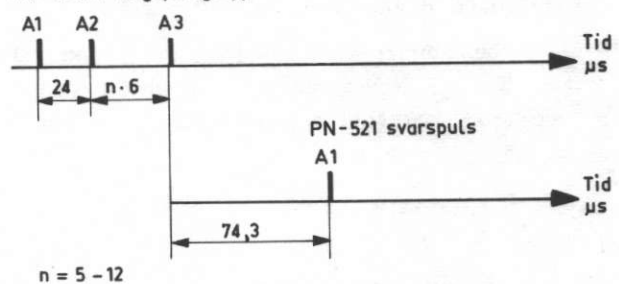
Här beskrivs först de funktioner som är gemensamma för de bägge lägena.

Flygföraren väljer önskad landningsfyr genom att på manöverlådan ställa in någon av åtta bokstäver (fyrekoden). Härigenom blir den mot fyren korresponderande pulskoden inställd. PN-594/A har vid landningsfunktionen en fast mottagnings- och en fast sändningsfrekvens.

PN-594/A frågepulser består av kodade pulsgropper om tre pulser, adresspulserna A1, A2 och A3. Varaktigheten hos varje puls är 2 μ s. Koden kännetecknas av att tidavståndet mellan A2 och A3 kan väljas

i åtta lägen. Avståndet A1-A2 är fast (24 μ s). Avståndet A2-A3 kan väljas i åtta lägen från 30 μ s till 72 μ s med 6 μ s intervall (se bild 13).

PN-594/A frågepulsgrupp



PN-521 sidpulsgrupp

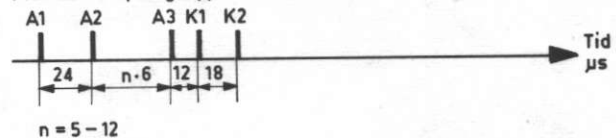


Bild 13. Kommunikation mellan PN-594/A och landningsfyr PN-521. Fråge- och svarspulsgruppens placering i tiden gäller vid nollavstånd (svarspulsens fördröjning = fyrens inre fördröjning + dubbla gångtiden mellan fyr och bantröskel)

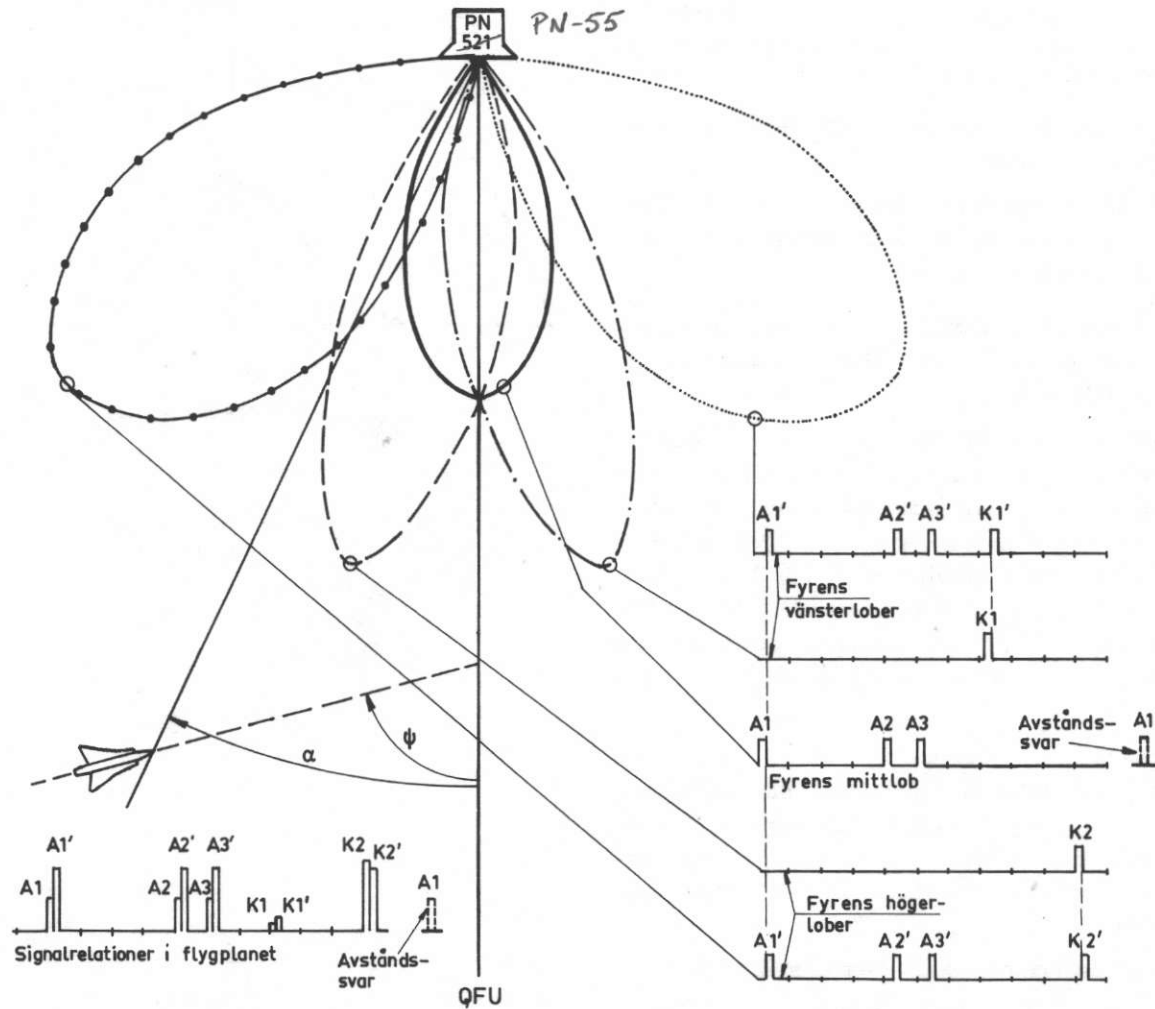


Bild 14. Landningsfyrens strålningslobber

Frågepulsggruppen sänds ut omkring 180 gånger per sekund, till dess erforderlig kontakt med fyren erhålls, därefter omkring 25 gånger per sekund. Fyrens svar består av en $2 \mu\text{s}$ puls A1. Svaret kommer in till mottagaren i PN-594/A efter $74,3 \mu\text{s}$ om flygplanet befinner sig vid bantröskeln. Summan av tidfördröjningen i fyren och pulsens dubbla gångtid mellan fyren och bantröskeln är i fyren inställd till $74,3 \mu\text{s}$.

PN-594/A bestämmer avståndet till bantröskeln genom att den mäter tiden mellan puls A3 i frågepulsggruppen och svarpuls A1. Om denna tid är $74,3 \mu\text{s}$, mäter PN-594/A avståndet 0.

Mätning av sidläget i förhållande till grundlinjen möjliggörs genom att fyren, oberoende av inkommande frågepulser, sänder ut kodade pulsggrupper. Varje pulsgrupp består av fem pulser, som sänds omkring 30 gånger per sekund. De två sista pulserna i varje grupp (de s k sidpulserna) tas emot med sinsemellan

olika styrka beroende på var flygplanet befinner sig i förhållande till grundlinjen. Oberoende av avståndet från fyren är sidpulsernas amplitudförhållande detsamma på samma vinkel från fyrens grundlinje.

Amplitudförhållandet, som är ett uttryck för vinkeln, ger i PN-594/A upphov till en analog sidspänning som överförs till datacentralen.

Landningsfyren PN-521 sänder information i fem olika lobber (se bild 14). I den mittersta lobben sänder den sidpulsgruppens adresspulser A1, A2 och A3 samt avståndssvarspuls A1. I fyrens inre vänsterlob sänds sidpuls K1. I fyrens inre högerlob sänds sidpuls K2. I fyrens yttre vänsterlob sänds sidpulsgruppens adresspulser A1', A2' och A3' samt sidpuls K1'. I fyrens yttre högerlob sänds sidpulsgruppens adresspulser A1', A2' och A3' samt sidpuls K2'.

De yttre lobernas sidpulsggrupper (här med primtecken), sänds ett par μs efter motsvarande inre sidpulsggrupp.

Fyrens strålningsdiagram kan ritas även i rätvinkliga koordinater enligt bild 15, som visar fältstyrkan på ett visst avstånd från fyren.

Sidlägesvinkeln betecknas α (jämför bild 14) och är avsatt utefter x-axeln.

Enär PN-594/A känner den större inner- eller ytterlobspulsen på varje sida är endast fältstyrkan för denna angiven på bilden.

• Vid funktionsläge LANDN är presentation möjlig endast inom en begränsad sektor där inga falska inflygningslinjer kan erhållas.

Sektorbegränsningen får man genom att avståndssvar av en viss amplitud i förhållande till sidpulserna är ett villkor för att en inflygningsbana skall presenteras. Utanför sidlägesvinkeln α ca $\pm 35^\circ$ är avståndssvarsamplituden för liten i förhållande till sidpulserna. Mottagarens känslighet regleras automatiskt i samma takt som faktorn b på bild 15 ändras. Inom LANDN-sektorn presenteras avståndet kontinuerligt på avståndsindikatorn (AHK).

På styrindikatorn visar den horisontella balken avvikelser från en förutbestämd glidbana, som vid flygning på QFU slutar vid bantröskeln. Glidbanan erhålls genom omvandling av höjdinformation från ett barometerhöjdmätarsystem jämte avståndsinformation från PN-594/A.

Barometerhöjdmätarsystemet kompenseras för barometerståndet på landningsplatsen (QFE) och den av flygplanets fart framkallade tryckstörningen.

Glidbanans lutning är $\frac{1}{20} \approx 3^\circ$.

Sidspänningen är proportionell mot skillnaden mellan de till konstant medelvärde reglerade sidpulserna. Härigenom blir sidspänningen proportionell mot skillnaden i fältstyrka (se bild 15). Sidspänningen bestämmer den kursvinkel (i förhållande till QFU), som flygföraren skall hålla för att befinna sig på en inflygningsbana. Variationen i fältstyrkeskillnaden som erhålls vid sektorgränserna jämnas ut genom begränsning i PN-594/A.

Bild 16 visar sambandet mellan α och ψ .

Var ett flygplan än befinner sig inom landningssektorn, så existerar en inflygningsbana emot QFU.

• Vid funktionsläge BARBRO är den sektor, som kan användas för sidinformation inte begränsad av avståndsinformationen. Sidinformation kan erhållas inom en vidare sektor, minst $\pm 80^\circ$. Sidinformationen presenteras på styrvisarindikatorns vertikalbalk. Avståndsinformationen presenteras på avståndsindikatorn (AHK). Sidinformation kan erhållas även vid större avstånd än 40 km.

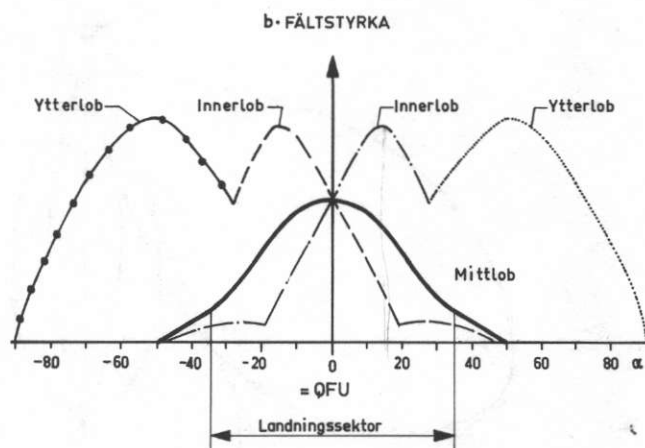


Bild 15. Lobernas fältstyrka på ett visst avstånd från fyren. Storleken på faktorn b är beroende av avståndet till fyren

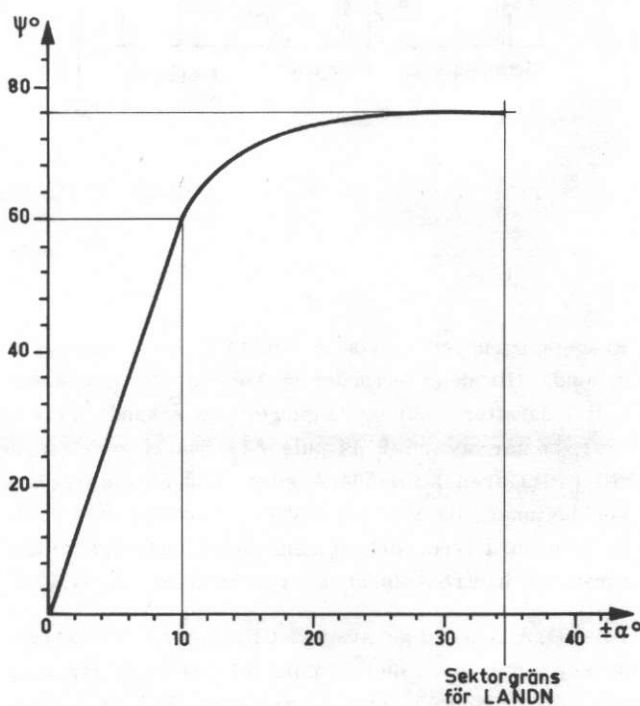


Bild 16. Sambandet mellan kursvinkeln (upphållningsvinkel) ψ och sidlägesvinkeln α . Kurvan utgör resultatet från alla utrustningarna (bl a PN-521, PN-594/A, datacentral och styrindikator)

Tekniska data

Mått

Apparatenhet med huv	längd 630 mm diameter 300 mm
Manöverlåda	längd 180 mm bredd 145 mm djup bakom panel 110 mm

Vikt

Apparatenhet med huv	ca 32 kg
Monteringsbädd	ca 5 kg
Manöverlåda	ca 2 kg

Effektbehov

Apparatenhet	$R_{-fas} 1,0 A$ $S_{-fas} 0,9 A$ $T_{-fas} 0,2 A$	trefas 200 $\pm 10 V$ 400 $\pm 25 Hz$ ca 250 W osymmetrisk last
Belysning (manöverlåda)		28 V 400 Hz max 4 W
Tillslagsrelä		28 V likspänning ca 1 W

Sändaren

Antal kanaler vid navigering landning	elva, av vilka fyra kan väljas en
Frekvensområde	217-249 MHz
Styrning	kristalloscillator
Sändarfrekvens	tolv gånger kristallfrekvensen
Antennimpedans	50 ohm nominellt
Antal pulser	tre för varje fråga
Pulslängd	2 μs
Pulstoppeffekt	$\geq 800 W$ vid 200 V inspänning $\geq 500 W$ vid 190 V inspänning

Mottagaren

Antal kanaler vid navigering landning	elva, av vilka fyra kan väljas en
Frekvensområde	217-249 MHz

Lokaloscillator

styrning	kristall
frekvens	lägre än signalfrekvensen samt fem gånger kristallfrekvensen
Mellanfrekvens	45 MHz
Känslighet	ca 10 μV (80 dB under 0,1 V) för signalbrusförhållande 2:1 (amplitudmättn)
Bandbredd	> 1,5 MHz vid -6 dB < 5 MHz vid -60 dB
Antennimpedans	50 ohm nominellt

Utdata

Navriktfunktion	
Avståndsspänning	-
Avståndslåsning	simulerad
Riktspänning	kontinuerlig likspänning 0 till $\pm 12 V$ (max $\pm 20 V$) balanserad kring +12 V nivå erhålls inom 2 sekunder
Riktlåsning	
Navigeringsfunktion	
Avståndsspänning	0 till 50,5 V likspänning ($R_{bel} > 50 \text{ Mohm}$) motsvarar 0 till 400 km
Avståndsnoggrannhet	bättre än 1 % eller max avvikelse från rätt värde: 0,2 V för NAV 40 0,3 V för NAV 400
Minnestid	ca 8 sekunder
Avståndslåsning	erhålls inom 25 (10) sekunder vid NAV 400 (NAV 40). Låsningen bibehålls under minnestiden.
Riktspänning	kontinuerlig likspänning 0 till $\pm 12 V$ (max $\pm 20 V$) balanserad kring +12 V nivå
Riktlåsning	erhålls omedelbart efter avståndslåsning. Låsningen upphör under minnestiden efter ca 2 sekunder.
Landningsfunktion	
Avståndsspänning	0 till 50,5 V likspänning ($R_{bel} > 50 \text{ Mohm}$) motsvarar 0 till 40 km

Avståndsnoggrannhet	bättre än 1 % eller max avvikelse från rätt värde 0,15 V	Sidspänning	kontinuerlig likspänning 0 till ±20 V balanserad kring +12 V nivå
Minnestid	—		
Avståndslåsning	erhålls inom 10 sekunder	Sidlåsning	erhålls inom 2 sekunder