

FPL AJ37 M5800-370011
DATA- OCH NAVIGERINGSINSTALLATION

NAVIGERINGSUTRUSTNING

DME

*Beträffande funktionschema
se UFS 37-8099-2020*

ALLMÄNT

DME är uppbyggd av halvledarkomponenter och logiska kretsar oftast integrerade. Av denna orsak förekommer i texten logisk "1" eller logisk "0".

När flygplansgenerator kopplats in till skensystemet och skedesväljaren står i läge BER eller något flygläge strömförsörjs DME oavsett läget på strömställare DME TILL FRÅN på navigeringspanelen. Vid markdrift kraftförsörjs DME då markaggregat är anslutet och skedesväljaren på radarpanelen står i läge FK. Under 58 s efter inkoppling till skensystemet utförs självtest av DME. Under denna tid kan inte sändning ske. För att utsändning av frågepulser ska ske måste tre villkor uppfyllas:

- självtesten måste vara avslutad och godkänd
- strömställare DME måste stå i läge TILL
- mottaget squitter måste vara >600pp/s. Squitter se under rubrik "Självtest".

Efter de 58 s och om de andra två villkoren är uppfyllda utsänds frågepulser. Frågan består av två pulser med inbördes tidsmellanrum av 12 μ s. Pulsrepetitionsfrekvensen är jittrad och är nominellt 75 Hz i sökmod och 18 Hz i följemod.

Avståndsmätning sker på konventionellt sätt, man sänder en fråga till fyren och tar emot ett svar. Tiden mellan fråga och svar är proportionell mot avståndet. Frågan består av två pulser med ett tidsmellanrum av 12 μ s. Antal kanaler är 252 st. Dessa är uppdelade på 126 X-kanaler och 126 Y-kanaler varav endast X-kanalerna utnyttjas. Från datorn erhålls kanalinställningssignaler över MEP.

Avståndsområdet är 0-400 nmi. I flygplan AJ37 används avståndsområdet 0-200 nmi, 1 nautisk mil, nmi, = 1852 m.

Avståndsinformationen lämnas i binärkodad form till datorn över matningsenhet presentation MEP. DME arbetar i fyra moder: sökmod, för-följemod, följemod och minnesmod.

DME antennen är rundstrålande och helt infälld i flygplanskrovet. På antennen finns en testanslutning som med en koaxialkabel är förbunden med testuttag P240 i flygplanet.

FPL AJ37 M5800-370011
DATA- OCH NAVIGERINGSINSTALLATION

FREKVENSGENERERING

DME sändarfrequens ställs in av datorn. Vilken frekvens som ställs in beror av flygplanets aktuella position. Markfyrrarnas position, geografiska läge i longitud och latitud, och deras mottagarfrekvens finns lagrade i datorns minne. Genom att jämföra flygplanets position med markfyrens position avgör datorn om flygplanet befinner sig inom markfyrens räckvidd och i så fall utsänds fråga till markfyren. Maximalt fyra stycken markfyrrar kan utfrågas "samtidigt". DME frågar dessa i ett cykliskt förlopp.

Den närmaste markfyren frågas först och den längst bort sist. Cykeltiden är ca 40 s vilket betyder att ca 10 s ägnas åt varje fyr. Frågor sänds i max 7 s och har inget svar erhållits inom denna tid, väljs nästa fyr. Om svar erhållits avståndsföljer DME i 3 s efter det att läsning skett, därefter väljs nästa fyr.

Fr o m att DME erhållit elkraft och fram till dess att datorn väljer ut vilken markfyr som ska frågas ställs alltid DME sändare in på frekvensen 1041 MHz, kanal 17X, som är en frekvens som används vid test. Om inte detta görs indikerar funktionsövervakningen felfunktion.

Frekvensvalet från datorn görs i sk 2-utav 5-kod. Detta betyder att man har 5 ledningar för varje 10-tals, 1-tals, 0,1-tals och 0,01-tals MHz, och att endast 2 utav dessa 5 ledningar inom varje grupp får signal vid frekvensval beroende på vilka digitala siffror som kodas.

Eftersom frekvensområdet är begränsat behöver inte alla tio siffrorna kodas. Endast 1-tals MHz och 0,1-tals MHz siffrorna har fem ledningar. 10-tals MHz har bara två och 0,01-tals MHz har endast en ledning. Det räcker med två ledningar till 10-tals MHz eftersom denna kan vara endast 0,1 eller 3. 0,01 MHz ledningen ger endast nolla eller femma i frekvensområdet. Beroende på frekvensval jordas eller öppnas dessa ledningar. Nedanstående bild visar hur siffror

SIFFRA \ LEDNING	SIFFRA									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	0	X	X	0	0	0	0	0	X	X
B	X	X	0	X	X	0	0	0	0	0
C	0	0	X	X	0	X	X	0	0	0
D	0	0	0	0	X	X	0	X	X	0
E	X	0	0	0	0	0	X	X	0	X

LEDNING \ KOD	KOD				
	1	0	8	0	0
A		0	X	0	
B			0	X	
C			0	0	0
D			X	0	
E	X	0	X		

X
0

Ledn. anv. ej
Ledn. jordad
Ledn. öppen

VHF-kanalkod 108,00
motsvarar sändarfrequens
1041 MHz

FPL AJ37 M5800-370011
DATA- OCH NAVIGERINGSINSTALLATION

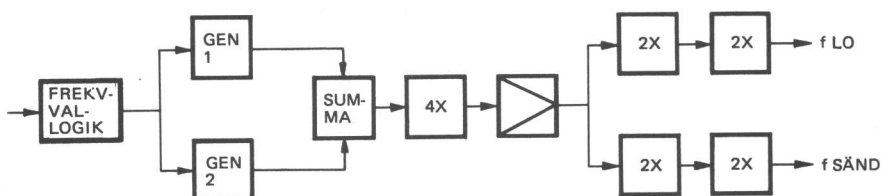
kodas och bredvid vilka ledningar som är öppna respektive jordade vid frekvensval 108,00 MHz. Men obs detta är inte DME sändarfrekvens utan en VHF-kanalkod för markfyrens sändar- och mottagarfrekvenser. VHF-kanalkoderna 108,0-117,95 samt 133,3-135,95 används.

DME sändarfrekvens ligger mellan 1000-1200 MHz. VHF-kanalkod 134,40 motsvarar DME sändarfrekvens 1025 MHz och VHF-kanalkod 117,95 motsvarar 1150 MHz. Skillnaden mellan DME sändarfrekvens och markfyrens sändarfrekvens är alltid 63 MHz.

DME sändarfrekvens erhålls från en frekvenssyntetisator som genom blandning av två frekvenser en från en lågfrekvensoscillator ca 15 MHz och en från en högfrekvensoscillator på ca 50 MHz. Oscillatorernas frekvens beror på vilka kristaller som valts. Totalt finns 23 kristaller och frekvenskoden initierar två av dessa.

Efter multiplicering i en 4 ggr:s flerfaldare matas signal-frekvensen vidare i två parallella kanaler där den efter ytterligare flerfaldning matas dels till modulorn som sändarfrekvens, dels till 1:a blandaren som lokaloscillatortsignal.

Filterna i frekvensgenereringsdelen avstämms elektriskt från en digital-analogomvandlare, DIAN.



-3946 E

Bild 24. Frekvensgenerering, DME

Frågan som sänds till markfyren är en tvåpuls-kombination med 12 μ s tidsintervall mellan pulserna. Ett register räknar pulserna från en 333,33 kHz generator och vid vissa tidpunkter lämnas drivpulser till triggeneratorn. Om SCS är "0" inhiberas drivpulserna och DME kan inte sända frågor till markfyr. "SCS" blir logist "0" under de första 58 s eller om inte DME mottager squitter med en frekvens större än 600 pulspar per min. DME får inte heller stå i läge FRÅN, kanalväxling får inte pågå, minnestiden får inte vara slut, flygplanet får inte vara utanför avståndsområdet, FK eller PK får inte vara initierade för att drivpulser ska lämnas till triggeneratorn. Triggeneratorn pulsmodulerar sändarfrekvensen. Frågepulserna effektförstärks i tre effektrör i sändaren. SCS är förkortning av Signal Control Search.

FPL AJ37 M5800-370011

DATA- OCH NAVIGERINGSINSTALLATION

MOTTAGARE OCH AVKODARE

Mottagaren använder, enligt tidigare, sändarfrekvensen som lokaloscillatorfrekvens. Eftersom skillnaden mellan DME och markfyrens sändarfrekvens är 63 MHz blir första mellanfrekvensen således 63 MHz. Därefter blandas signalen med 50,4 MHz och andra mellanfrekvensen blir 12,6 MHz. MF-förstärkaren är AKR reglerad för att få konstant amplitud på videosignalen. AKR signalen bryts bort vid fyrväxling för att förhindra låsningssvårigheter p g a AKR signalens fördröjning.

Innan videosignalen matas till avståndskretsarna avkodas den. MF-signalen detekteras och påförs en fördröjningsledning vars fördröjningstid är lika med tidsintervallet mellan de två pulserna i svaret d v s $12 \mu\text{s}$. I tröskelkretsen måste amplituden vara större än 0,5 V för att godkännas. Även amplitud och tidsjämförelse sker, av den direkta pulsen och den fördröjda pulsen som passerat tröskeln. Amplituderna ska vara lika stora och pulserna ska överensstämma i tid för att godkännas. Kretsen lämnar för varje godkänt pulspar en $1,0 \mu\text{s}$ lång puls till avståndskretsarna för låsning och följning, till AKR-kretsarna för AKR signal, och till feldetektor.

AVSTÄNDSSYSTEM

Se pulsdigram DME.

Avståndssystemet är ett digitalt servo av 2:a ordningen, vilket innebär att inget följefel finns vid konstant hastighet hos flygplanet. I servot ingår: avståndsräknare, grindpuls-generator, feldetektor, digitalt styrda oscillatorn och teckenväljare.

Avståndsområdet är 0-200 nautiska mil 1 nmi = 1852 m.

Klockan som mäter tiden från att fråga sänts ut tills att svar erhållits består av en oscillator med frekvensen 8,09 MHz. Denna divideras med tio och används vid avståndsmätningen.

Periodtiden för 8,09 MHz är $0,1236 \mu\text{s}$ och motsvarar i uppmätt avstånd mellan flygplan och fyr 0,01 nmi. Periodtiden för 809 kHz motsvarar 0,1 nmi.

Principen är att när bakkanten på variabel-noll-pulsen ger To-pulsen värdet logiskt "1" startar avståndsräkningen genom att räknetriggeren blir logisk "1". Oscillatorn lämnar då över en frekvensdelare 4000 pulser utav 809 kHz till avståndsräknaren. Dessa motsvarar $4000 \cdot 0,1 \text{ nmi d v s } 400 \text{ nmi}$ vilket är max mätavstånd.

Avståndsräknaren har begynnelsevärdet 399,0 nmi. Från detta värde räknas avståndet ner mot noll och därefter

FPL AJ37 M5800-370011
DATA- OCH NAVIGERINGSINSTALLATION

från 400,0 till 399,0 utav de 4000 pulserna. Samtidigt räknas pulserna från 8,09 MHz d v s 0,01 nmi bitar utav en annan räknare som endast räknar till tio. Var tionde puls motsvaras av en 0,1 nmi bit.

Avståndskretsarna alstrar en grindpuls. Avsikten är att avståndssystemet ska lägga grindpulsens centrum i tid med svaret från markfyr. Bredden på grindpulsens centrum är 0,8 nmi och den genereras när "siffervärdet" i avståndsräknaren är 398,7 till 397,9. Detta värde kommer att genomlöpas en gång varje frågeperiod och således alstras ny grindpuls varje frågeperiod.

I markfyren finns en fast fördröjning av 50 μ s för vilken kompensering sker i DME.

Variabel noll pulsen trimmas för att kompensera denna fördröjning så att DME mäter 0 nmi vid nollavstånd.

Drivpulsernas uppgift är att släppa fram HF till modulatorens endast vid de tidpunkter modulatorens trigg 1 och 2 ska modulera HF:en.

SÖKMOD

I denna mod är avståndssystemets uppgift att få grindpulsens att innesluta svarpulsens.

Vid sökmodens början befinner sig grindpulsens på ett avstånd av ca 0 nmi. Avståndsräknarens värde minskar med 0,1 nmi för varje puls av de 4000 kommer att stanna på värdet 397,9 om ingen svarpuls erhålls. De 4000 pulserna lämnas fortfarande till avståndsräknaren men räknas inte. När videopuls, svarpuls, erhålls kommer avståndsräknaren att räknas ner av de resterande pulserna av den 4000. Hur många pulser som återstår är beroende på tidpunkten, avståndet, när svarpulsens uppträder. Detta innebär att om avståndsräknaren stannar på ett värde av t ex 50,0 motsvarar det 50,0 nmi.

Före nästa frågeperiod adderas 4 pulser som erhålls från oscillatorn till stoppvärdet hos räknaren. Dessa 4 pulser motsvarar i avstånd 0,4 nmi. När sedan frågan genererats kommer avståndsräknaren att räknas ner, från stoppvärdet +4 pulser, till noll därefter från 4000 och neråt. När värdet är 398,7 till 397,9 uppträder grindpulsens. Skulle vid denna tid ingen videopuls hamna i grindpulsens stannar avståndsräknaren. Den startas på nytt av nästa videopuls. Skulle svarpuls hamna i grindpulsens har man fått en sk träff. Då kommer logiken i avståndssystemet att ge order till avståndsräknaren att räkna samtliga av de 4000 pulserna.

Det tillskott de 4 pulserna ger i avståndsräknaren innebär att den 2:a videopulsens hamnar inom grindpulsens. Avsikten är att svarpulsens och grindpuls ska sammanfalla synkront.

FPL AJ37 M5800-370011

DATA- OCH NAVIGERINGSINSTALLATION

För att möjliggöra detta kommer ett antal pulser att levereras till avståndsräknaren proportionellt mot den hastighet varmed flygplanet närmar eller fjärrar sig markfyren. När man erhållit 7 träff på 15 frågor går DME över i förföljemed.

FÖR-FÖLJEMOD

För-följemedoden är tidsbegränsad till 2,6 s. Därefter, om svarspuls erhållits, går DME över till följemedod. På det sätt vilket DME är avsedd att användas i navigeringssystemet blir tiden för följemedoden mycket kort. Orsaken är att man följer i högst 3 s innan fyrväxling sker.

FÖLJEMOD

Vid följemedod sker avståndsförskjutningen av grindpulsens på följande sätt. Kretsen som styr förskjutningen består av en digitalt styrd oscillator. Oscillatorn lämnar en frekvens proportionell mot den närmande - respektive fjärmandehastighet som flygplanet har i förhållande till markfyren. Antag flygplanets hastighet = 2000 nmi/tim. Beräkna hur många 0,01 nmi tillskott/s som måste göras för att behålla synkronismen mellan grindpuls - svarspuls.

$$\frac{2000}{3600} \cdot \frac{1}{0,01} = 55,6 \text{ st } 0,01 \text{ tillskott/s}$$

Den digitalt styrda oscillatorns frekvens ska vara 55,6 Hz. Det betyder att avståndsräknaren tillförs 55,6 pulser/s. Förskjutningen av grindpulsens är 0,556 nmi/s. Om inte grindpulsens ligger centrerad kring svarspulsens i följemedod lämnar en feldetektor, en puls (ett 0,01 nmi tillskott) per frågeperiod till avståndsräknaren tills centrering skett.

AVSTÅNDSINFORMATION TILL MEP

När avståndsräknaren räknat de 4000 pulserna innehåller den uppgift om avståndet till markfyr. Puls NO.1X 75 Hz startar inskiftningen av det binärkodade avståndet till ett register. Under tiden som avståndsräknaren räknar pulser vid nästa frågeperiod skiftas avståndsinformation från registret till ytterligare ett register, samtidigt som det skiftas tillbaka till första registret. Samtidigt matas också avståndet i serieform till ordgeneratorn som kontrollerar ordlängden och därefter matar informationen till skiftregistret i MEP.

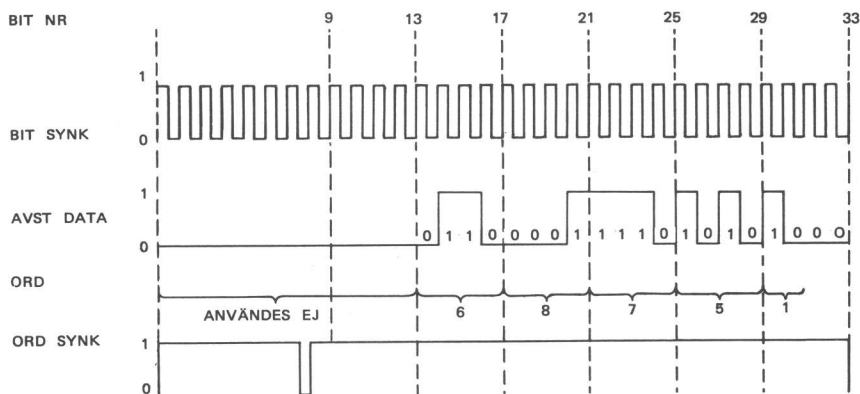
Avståndsinformationen från DME består av 32 bitar varav endast 20 utnyttjas i MEP.

FPL AJ37 M5800-370011
DATA- OCH NAVIGERINGSINSTALLATION

Bitsynkpulser matas också till MEP för skiftning av avståndsinformationen i skiftregistret. Bitsynkens frekvens är ca 11 kHz.

Ordsynken har till uppgift att tala om när avståndsinformationen matas till MEP och att styra inläsningen till registren i denna. Ordsynkpulsen blir logisk "1" då första biten i avståndsdatat matas till MEP och blir logisk "0" efter 32:dra biten. Ordsynkpulsen som kommer vid åttonde biten har inte någon inverkan i tillämpningen i flygplan 37. Bit 1 t o m 12 används inte heller. Den mest signifikanta biten i avståndsdatat är bit 32 och den minst signifikanta är bit 13.

Varje siffra i avståndsinformationen består av fyra bitar förutom 100-tals nmi som består av endast två. Orsaken är att DME i annan tillämpning har max mätavstånd 399,9 nmi, i vilket gör för 100-tas nmi positionen att siffran högst kan vara en trea. Nedanstående bild visar avståndsdata i serieform som matas till MEP. Bitarna 13-30 representerar avståndet.



-3946 B

Bild 25. Avståndsdata till MEP från DME

Bit 31 och 32 ger upplysning om avståndsdatats värde. Sammansättningens betydelse framgår av tabell.

Bit:	<u>31</u>	<u>32</u>	
	0	0	= Inmätt avstånd
	1	0	= Funktionskontroll
	0	1	= Inget inmätt avstånd

Var 100:e ms läser datorn avståndsinformationen som matas till MEP. I datorn finns en fördröjning som gör att man i datorns beräkningsprogram räknar med endast ett avståndsvärde nämligen det värde som finns strax före fyrväxling. Fördröjningstiden är 3 s d v s samma som maximal tid för följemod. Ovanstående gäller bara om man har mer än en markfyr inom räckhåll. För datorns läsning av avståndsinformationen lämnar denna en läspuls och en adresspuls till MEP.

För att datorn ska veta när DME låst utnyttjas bit 32. När DME låser blir bit 32 logisk "0" vilket datorn registrerar som DME låst.

SJÄLVTEST

I DME sker självtest av vissa kretsar de första 58 s efter elkraftinkoppling. Därefter sker kontinuerlig funktionsövervakning av DME. Resultatet härav anges av DME OK signalens värde. Med värde avses logisk "1" eller "0". Vidare finns sex felindikatorer, blänkare, på apparatenheten varav tre har binärkodad indikering.

Självtest innebär att mottagare och SCS-signalen testas. Testet utförs vid två tillfällen:

- under de första 58 s efter elkraftinkoppling
- om mottaget squitter är <600 pp/s

Squitter utgörs av de övriga signaler som markfyrrarna sänder utöver svarspulspar till DME. Dessa utgörs av bärings-signaler och identifieringssignaler.

Vid testet initieras en brusgenerator som lämnar brus till SM-växlaren varifrån bruset går vidare till mottagaren. Denna tillsammans med avkodningskretsarna lämnar pulspar med frekvens >600 pp/s. SCS-signalen blir då logisk "1". Om SCS-signalen inte blir logisk "1" inom 13 s efter testets början får man felindikering så att felindikator R/T styrs ut och DME-OK-signalen blir logisk "0". R/T = receiver/transmitter.

Under förutsättning att ovanstående test är godkänt och att DME är i sökmod utförs automatisk låstest var 58:e s. Härvid genererar en 000,0 nmi-generator videopulser för avståndskretsarna att låsa på. Om inte detta skett inom 13 s styrs felindikatorerna ut och DME-OK-signalen blir "0".

Funktionsövervakning sker kontinuerligt av:

- DME antenn

Om antenn inte uppvisar nominellt $49\ \Omega$ sker felindikering.

- indikatorkontroll

Eftersom ingen DME-indikator finns i flygplan 37 erhålls alltid felindikering. Men detta har ingen betydelse för DME funktion.

- servokontroll

Om DME har skiftat mellan följemod och sökmod 12 gånger, utan att kanalväxling skett, erhålls felindikering.

FPL AJ37 M5800-370011
DATA- OCH NAVIGERINGSINSTALLATION

● rätt svar

Om inte avståndsdata är korrekt, d v s om avstånds-
räknaren inte räknar ett visst antal av de 4000 pulserna,
erhålls felindikering.

● minneskontroll

Om DME är i minnesmod längre än 13 s utan att DME
skiftat till sökmod erhålls felindikering.

● sändare

Sändarpulserna detekteras och jämförs med 0,25 volt.
Om sändarpulserna inte överstiger detta värde erhålls
felindikering.

● frekvenskontroll

Om 809 kHz och 333 kHz oscillatoren driver i frekvens
erhålls felindikering.

● PRF

Om PRF driver från nominellt värde erhålls felindike-
ring.

● tidsfördröjning

Kontroll av att 58 s fördröjningen vid tillslag upphävs
efter nominell tid.

De tre binärkodade felindikatorerna är placerade på
apparatens vänstra sida. Av nedanstående bild
framgår hur koden utläses.

INDIKATION			FELORSAK
A	B	C	
1	0	0	Servo
0	1	0	Minne
1	1	0	Låsning
0	0	1	Mottagare eller SCS
1	0	1	Svar
0	1	1	Sändareffekt
1	1	1	Avstklocka eller avkodare

1 = gult fält
0 = svart fält

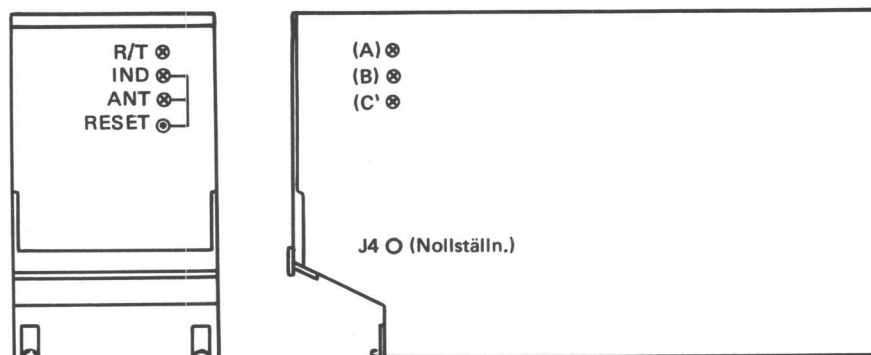
FPL AJ37 M5800-370011
DATA- OCH NAVIGERINGSINSTALLATION

På apparatenhetens front finns 3 indikatorer märkta R/T, IND och ANT. Under indikatorerna finns en tryckknapp "RESET" återställ med vilken man kan ta bort felindikeringen för "IND" och "ANT".

Om R/T felindikatorn på apparatens front är gul, logisk "1", och A, B och C felindikatorerna på apparatens sida är svarta, logisk "0", är felet antingen TIDSFÖRDRÖJNING, MODULATORÖVERSPÄNNING eller PRF.

Alltid när någon av de binärkodade indikatorerna styrts ut vid felindikering styrs även R/T indikatorn ut.

De binärkodade indikatorerna samt indikator R/T återställs genom att jorda testuttag J4 som sitter på samma sida som felindikatorerna.



-3946 J

Bild 27. Felindikatorer DME, placering

FUNKTIONSKONTROLL

Vid FK av DME ställs skedesväljaren i läge FK och FKA- och FKB-väljarna i läge ÖVRIG ELNIK respektive läge 9. Vid FK inhiberas sändning. Vid initiering av FK matas avståndssvar från en 000,0 NM-generator. Avståndskretsarna läser på detta. Datorn utvärderar över MEP resultatet utav FK och vid rätt FK tänds grön lampa och vid fel tänds röd lampa på FK-panelen. För att FK ska godkännas fordras att:

- DME OK ska vara "0" under tiden $0 < t < 1$ s
- bit 32 ska vara "1" under tiden $1 < t < 2$ s
- avståndsinformationen ska vara 000,0 NM från tiden > 2 s.

FK pågår tills att FK-väljaren ställs annorlunda plus ytterligare 10 s, minnestiden.

DME-FUNKTIONER I MEP

DME delen i MEP har till uppgift att anpassa avståndsdata, kanalvals- och DME OK-signalerna från DME till dator.

FPL AJ37 M5800-370011
DATA- OCH NAVIGERINGSINSTALLATION

Avståndsinformationen är binärkodad i decimal serieform och består av ordsynk, bitsynk och avstånd. I MEP omvandlas informationen från serie till parallellform.

För inläsning av avståndet i skiftregistret utgör bitsynken klockpuls. När ordsynken blir logisk "0" efter bit 32 kommer nästa bitsynk att skifta informationen från skiftregistret till buffertregistret. För utläsning av avståndet till datorn lämnar denna läspuls och adresspuls. Utläsning sker var 100 ms då läspulsen är "0" och förhindrar förändring av buffertregistrets innehåll under utläsningstiden.

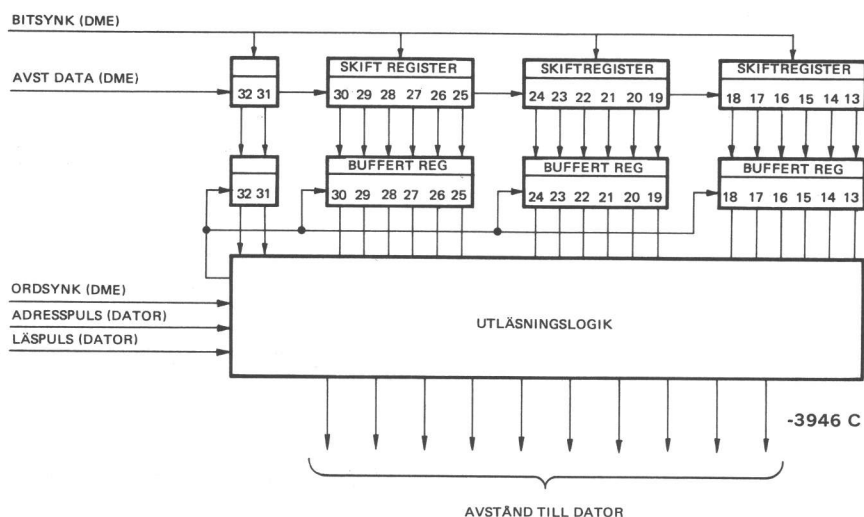


Bild 28. DME avståndsdelen i MEP

Adresspuls styr utläsningen så till vida att först läses de tio mest signifikanta siffrorna därefter de tio minst signifikanta.

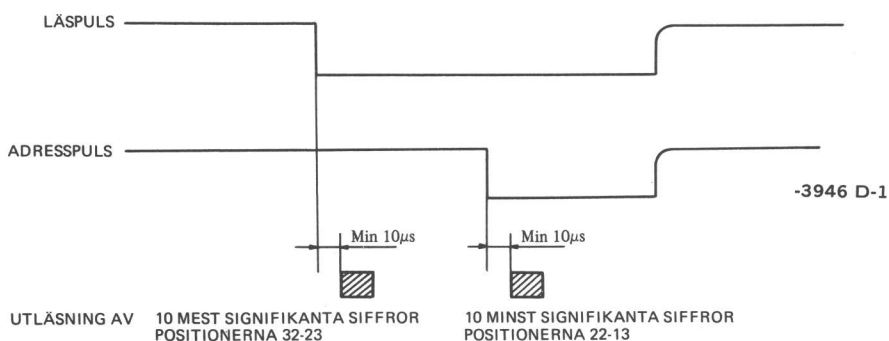


Bild 29. Inläsning av DME avstånd till dator

DME OK-signalen till MEP är ca 20 V när DME är OK och därmed "1", men eftersom den inverteras i MEP blir den "0" till datorn.

Kanalvalsinformation från dator till MEP är kodad och matas in på 13 binära ingångar. På ingångarna finns nivå-diskriminatorer där "1" indikeras för inspänning på 10 V, och "0" för 0 V.

För att isolera utgång från ingång låter man signalen passera en transformator.

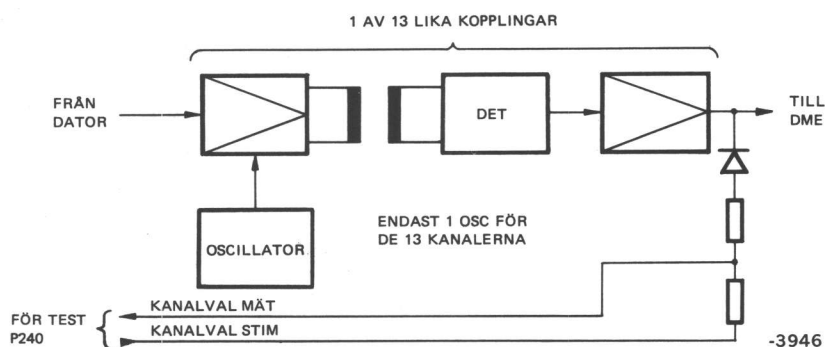


Bild 30. DME-kanalvalkretsar i MEP, blockschema

ELKRAFTFÖRSÖRJNING

DME kraftförsörjs från sekundärskena B 115 V över smält-säkring märkt "F08-001 DME".