

Antenne-båndpas-filter til HF-båndene

Af OZ5WK K. Wagner, Ærholm 9, 6200 Åbenrå

En konstruktion for alle selvbyggere, men specielt beregnet for begyndere ud i selvbyg!

Opstillingen er almen anvendelig, men den er tænkt anvendt specielt til forbedring af konverteren beskrevet i april OZ, 1988, side 181 og 196. Væsentlige rettelser i juni OZ, 1988, side 329 og 330.

Det anbefales i alle tilfælde at læse denne artikel, bl.a. på grund af henvisningerne i denne artikel.

Indledning

Mine afsluttende bemærkninger i ovennævnte artikel omhandlende bl.a. nogle forslag til forbedringer af konverterkonstruktionen, idet denne p.g.a. betingelserne i konkurrencen måtte være rimelig enkel i sin opbygning.

Idet jeg ved, at der er bygget langt over hundrede eksemplarer af konverterkonstruktionen, hvoraf jeg har været i kontakt med mange, kunne jeg ikke undlade at bygge denne Antennebåndpasfilterenhed med HF-trin.

Konstruktionen er bygget til de 5 mest anvendte amatørband, og giver en fantastisk forbedring på disse med hensyn til følsomhed, kryds- og intermodulation!

En forbedring, der kunne gavne mange andre modtagere, med brede eller slet ingen antennefiltrering inden HF/blandertrin, herunder også kommercielle modtagere!

I lighed med konverterkonstruktionen er der ved udarbejdelse af diagram og den praktiske opbygning lagt vægt på, at konstruktionen er ukompliceret og ukritisk.

Konstruktionen er udført, så den kan indbygges i samme kabinet som konverteren. Der er ingen ændringer i dette kabinet, udover et par huller der skal bores.

Løvrigt er alle komponenterne i konstruktionen gængse og tidssvarende.

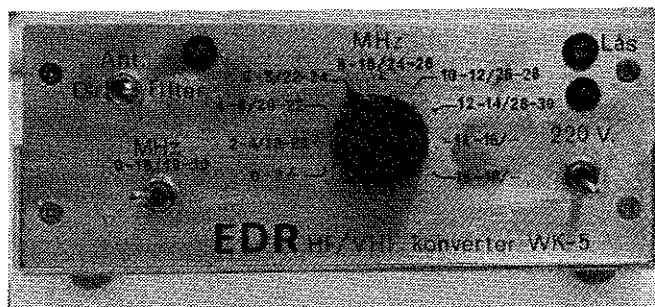
Alle figurer og billeder samt komponenter er nummererede fra nummer 50 for ikke at forveksle disse med numrene i konverterartiklen, hvortil der er flere henvisninger.

Blokdiagrammet

Fig. 50 giver et samlet overblik over konstruktionen og dens virkemåde, samt hvordan den sammenkøbes med konverteren.

De viste omskiftere forefindes allerede i konverteren, med undtagelse af den, der er placeret i antennekablet!

Vi følger antennesignalet igennem diagrammet. Det passerer først den nævnte omskifter, der enten sender signalet direkte til HF-forstærkeren uden om båndfiltrene, i tilfælde af at man ønsker at lytte uden



for de frekvensområder som båndfiltrene tillader at „slippe igennem“, eller til den næste omskifter, der udvælger det båndpasfilter, der er afstemt til det amatørband, man ønsker at aflytte.

Er et båndfilter indkoblet, indikeres dette af den lysdiode.

Antennesignalet påtrykkes herefter HF-forstærkeren, enten direkte eller via et båndpasfilter.

Forstærkerens forstærkning kan reguleres og kombineres med indførelse af et dæmningsled, afhængig af i hvilket frekvensområde der lyttes og den viste omskifters stilling.

Efter den ønskede forstærkning af signalet, føres dette direkte til lavpasfilteret i konverteren, idet det indbyggede dæmningsled P1 (potentiometer) nu er overflødig!

HF-forstærkeren strømforsynes fra konverterens stabiliserede 12 volt forsyning.

Indkobling af et lavpasfilter vil selvfølgelig medføre en dæmpning af antennesignalet, men det er ingen skade til, tværtimod!

Der er ingen grund til at have større følsomhed end man kan udnytte, idet det bare medfører overstyring og deraf følgende inter- og krydsmodulation.

Dæmpningen i filternes gennemgangsområder er omkring 3 dB, og udenfor ca. 30 dB.

Filterkurverne med tilhørende dæmningsværdier er vist på fig. 51. Bemærk, at filternes båndbredde er afpasset efter hvor stort et frekvensområde hvert amatørband dækker!

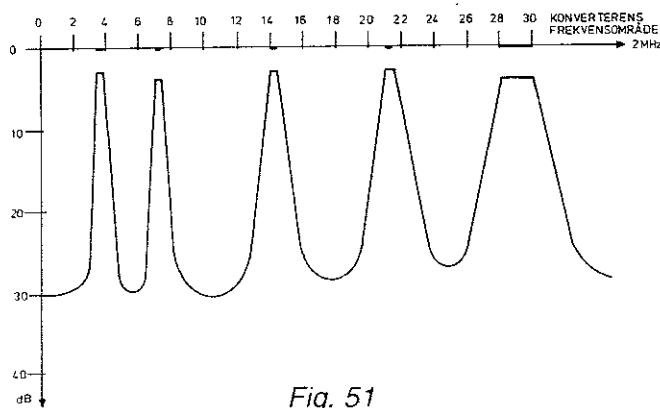


Fig. 51

BÅNDPASFILTRER MED HF-FORSTÆRKER HF-KONVERTER

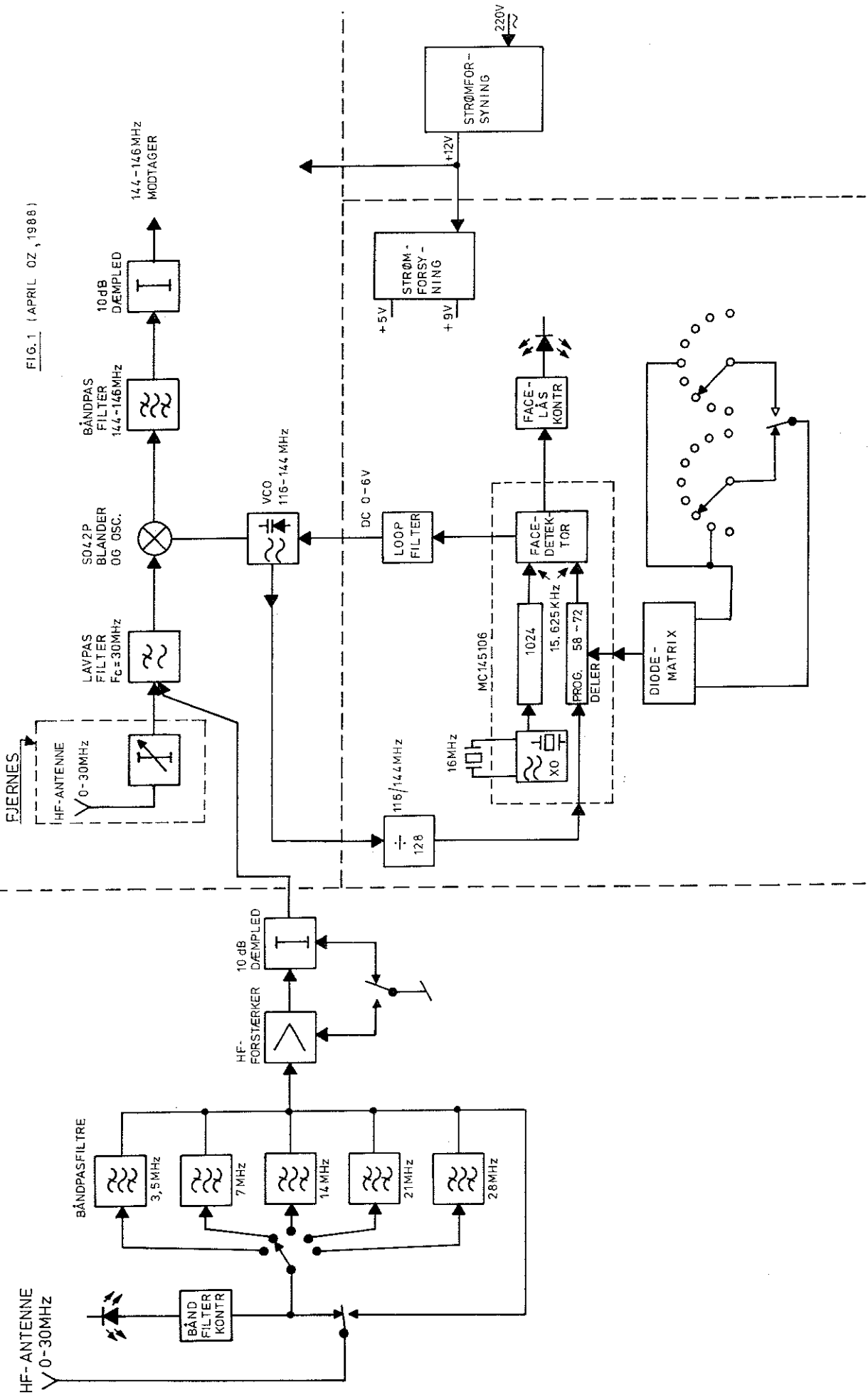


FIG. 1 (APRIL OZ, 1988)

Fig. 50

Kredsløbsdiagrammet

Diagrammet af den komplette konstruktion ses på fig. 52. Vi følger igen antennesignalet fra antennebøsningen, hvorefter det passerer kontaktsæt 1 på omskifter 50. Den kobler som tidligere nævnt antennesignalet uden om eller igennem et af båndpasfiltrene.

I den viste stilling (a), fortsætter signalet igennem C50 ind på båndpasfiltrene. C50 forhindrer, at der kommer jævnspænding ud på antennekablet, samt problemer med opstillingen når antennebøsningen kortsluttes, DC mæssigt.

Hvilket båndpasfilter der indkobles, afhænger af omskifter 2 stilling.

Omskifter 2, er den som er i konverteren og anvendes til at programmere deleren i IC3, MC145106.

Dermed synkroniserer vi udvælgelsen af det frekvensområde, der ønskes aflyttet, sammen med båndfilteret der indkobles.

Et eksempel til illustration af virkemåden:

Vi ønsker at lytte på 40 meter amatørbandet, 7 til 8 MHz, og indstiller omskifter 1 på konverteren i stilling a, 0-18 MHz, samt omskifter 2 på konverteren i stilling 4.

Omskifter 50 slås over i stilling a, og vi opnår båndfilterets effektive virkning i området 7 til 7,1 MHz. Ønsker vi at aflytte området udenfor filterets gennemgangskurve, idet de angivne omskifterstillinger muliggør aflytning fra 6 til 8 MHz, så må omskifter 50 slås over i stilling b.

For at indikere når et filter er indkoblet, lyser LD50.

Båndpasfiltrenes opbygning og virkemåde er ensartet, så her gennemgås kun filteret der indkobles

FILTERKARIKTERISTIKKEN

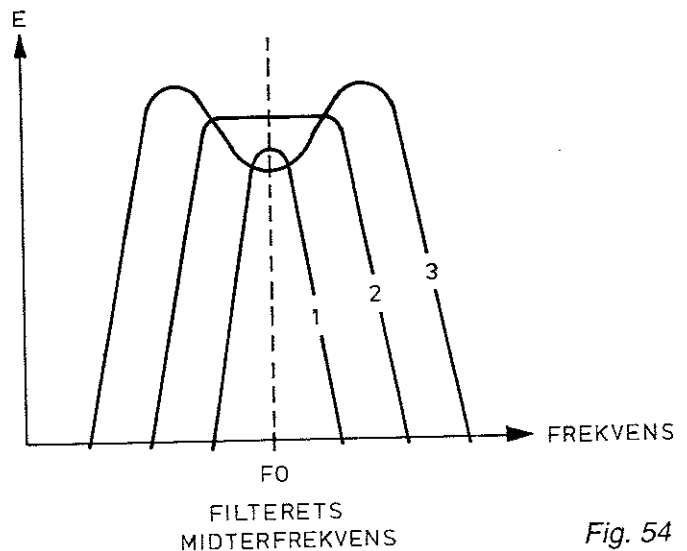


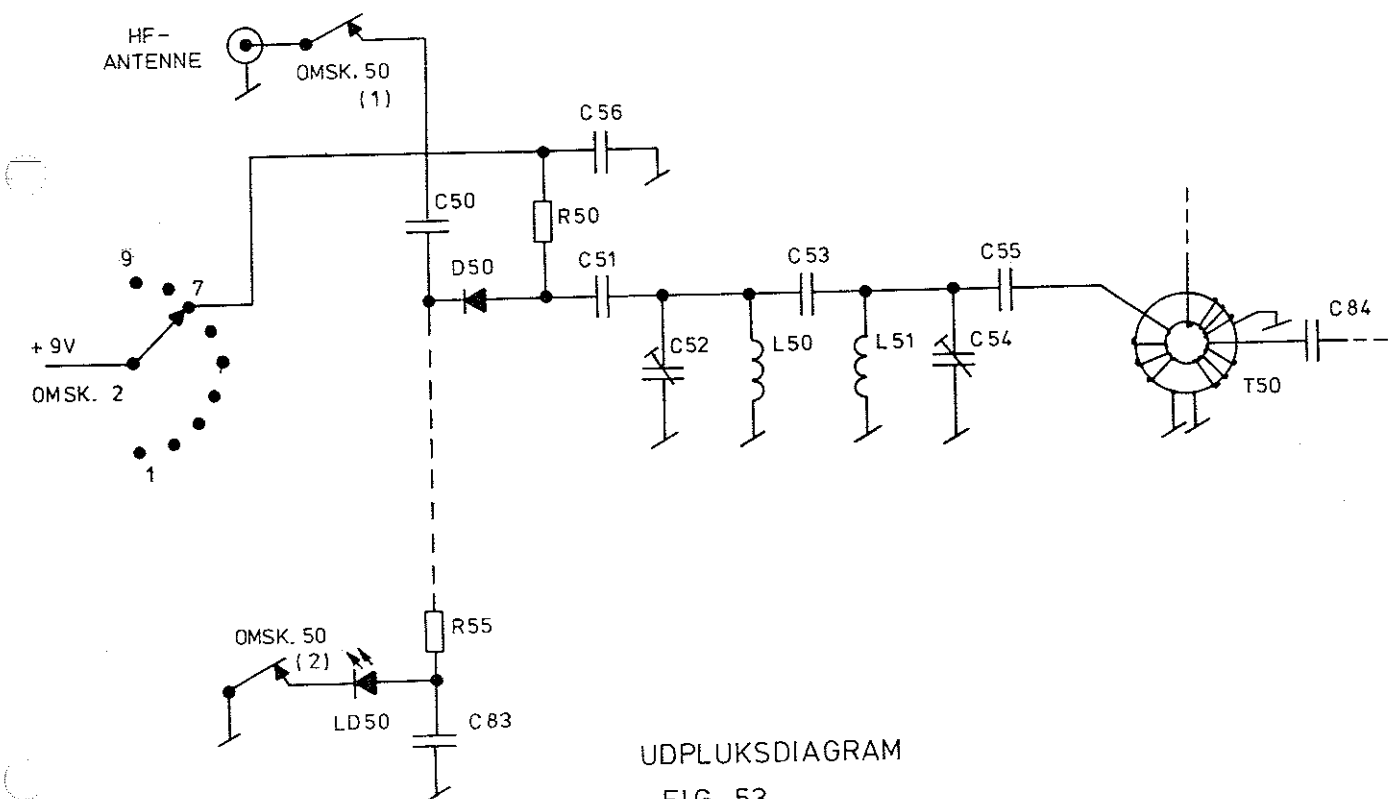
Fig. 54

ved aflytning af 10 meter amatørbandet. For at gøre det mere overskueligt har jeg „plukket“ denne filterdel ud af diagrammet fig. 52, og vist den på fig. 53.

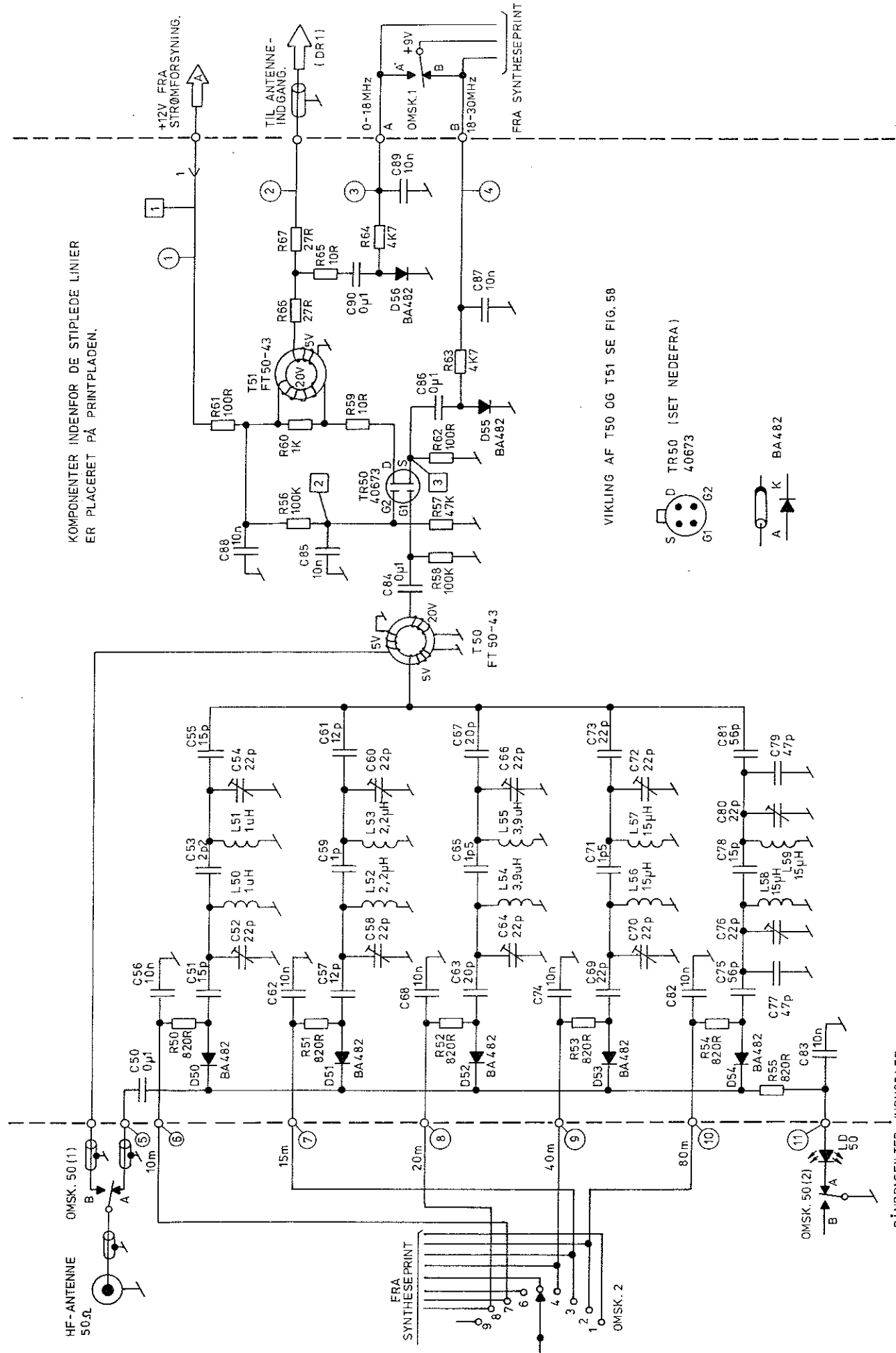
Indledningsvis kan siges, at filtrenes ind- og udgangsimpedanser i gennemgangsområdet er 50 ohm.

Filtret består af to parallelkredse, C52/L50 og C54/L51, der er afstemt til det ønskede frekvensområde, her 10 meter.

Kredsenes „varme ende“ er sammenkoblet med en lille kapacitet C53, og danner hermed et topkoblet dobbeltafstemt båndfilter.



UDPLUKSDIAGRAM
FIG. 53



KOMponenter indenfor de stiplede linier er placeret på printpladen.

VIKLING AF T50 OG T51 SE FIG. 58

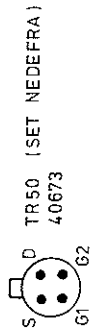


Fig. 52

Afhængig af kapaciteten i C53 kan filterets karakteristik ændres, hvilket jeg har forsøgt at demonstrere på fig. 54.

vælges C53:

For lille, fås kurve 1, underkritisk kobling.

For stor, fås kurve 3, overkritisk kobling.

Korrekt, fås kurve 2, kritisk kobling.

Der bør altså tilstræbes en kritisk kobling, som giver et fladt gennemgangsområde for det ønskede frekvensbånd, samt en rimelig flankestejlhed.

For at lette filtrenes justering, har jeg valgt alle topkapaciteterne som „faste“ kondensatorværdier, men der er plads i printet til, at der kan indsættes trimmekondensatorer; herom senere.

Filteret aktiveres ved at der sendes + 9 volt via omskifter 2 og R50 ind på Switch dioden D50, og derfra videre igennem den fælles modstand R55, lysdioden LD50, omskifter 50 kontakt 2 til stel/minus.

Når nu D50 „leder“, kobler den antennesignalet via C50 og C51 ind på filteret. LD50 lyser samtidig som tryk på, at et af filtrene er indkoblet.

Modstandene R50 og R55 sørger for, at der går en passende strøm igennem dioderne, samtidig med at de forhindrer en kortslutning af antennesignalet til stel igennem afkoblingskondensatorerne C56 og C83. Kondensatorerne sørger til gengæld for en ren jævnspænding på omskifterledning og over lysdioden.

Båndfiltrets udgang tilkobles HF-forstærkeren igennem C51 og transformatoren T50.

Som det fremgår af fig. 52 er alle filtrene sammenkoblet kapacitivt på udgangssiden, og der foretages ingen omskiftning imellem dem. Dette er muligt, fordi filtrene udenfor deres gennemgangsområde er kapacitivt højohms. Dette medfører godt nok en gensidig påvirkning filtrene imellem, men den kan uden problemer udlignes under indtrimning af filtrene.

Som HF-forstærker anvendes en dobbeltgate MOSFET TR50. Denne transistortype er særlig velegnet som HF-forstærker, idet den er meget retlinet i sin signaloverføring og har dermed fine kryds- og intermodulationsegenskaber. Da denne transistortype har en meget høj indgangsimpedans, må der ske en impedanstilpasning imellem båndfiltrene og HF-forstærkeren. Dette foregår ved hjælp af transformatoren T50, der er koblet som uafstemt bredbåndstransformator. Den omsætter således filtrenes 50 ohm til transistorens ca. 1000 ohm indgangsimpedans på gate 1.

Men tilbage til antennesignalet. Det passerer som tidligere nævnt, afhængig af omskifter 50's kontakt 1 indstilling, enten et af båndpasfiltrene, eller går direkte til T50, som optransformerer signalet og sender det via C84 ind på gate 1 af TR50. R62 og R58 sørger for den nødvendige forspænding til gate 1, og R56 og R57 fastlægger spændingen til gate 2 og er dermed medbestemmende for, hvor meget trinnet skal forstærke.

Det forstærkede signal udtages fra transistorens højimpedansede drain, via transformatoren T51, der impedanssætter til de 50 ohm vi ønsker som udgangsimpedans fra konstruktionen, for at kunne videreføre signalet i et coaxkabel.

De resterende komponenter i drainkredsløbet har følgende funktion: R59 modvirker, at transistoren begynder at oscillere, R61 og C88 filtrerer forsyningsspændingen, og R60 øger forstærkerens båndbredde samt stabiliserer også imod selvsving.

Imellem T51 og udgangsterminalen er der placeret et dæmpningsled, R66, R67 og R65. Dæmpningsledet har til formål at tilpasse forstærkningen, så man får et rimeligt ensartet signaloutput. Dæmpningsledets indkobling styres fra omskifter 1 i konverteren, idet den, når den står i stilling a (0 - 18 MHz) omfattende 80, 40 og 20 meter båndene, lægger + 9 volt på diode D56 via afkoblingsleddet R64 og C89 og dermed lægger C90 til stel, via diode D56. Nu er R65 lagt på stel og dæmpningsleddets 10 dB er indkoblet.

Står omskifter 1 i stilling B (18 - 30 MHz), omfattende 15 og 10 meter båndene, er dæmpningsledets ikke virksomt, bortset fra den lille dæmpning R66 og R67 medfører; derimod kobles TR50 op på fuld forstærkning, idet diode D55 bliver ledende fordi den modtager de + 9 volt via afkoblingsleddet R63 og C87.

Dette medfører, at C86 lægges på stel og afkobler dermed source modstanden R62, hvorved modkoblingen i trinnet (signaldæmpning) fjernes.

Komponenter

Alle komponenter er tidssvarende og kan købes hos danske radio løsdelsforhandlere.

Modstande, kondensatorer, trimmere, lysdioden og transistoren er helt almindelige ukritiske komponenter, der ikke kræver nogen speciel omtale.

Ferrittransformatorerne, spolerne og dioderne er specielt udvalgte komponenter, så anvend så vidt muligt disse når du ønsker at opnå de samme resultater som mig, og undgå problemer med filtrene og evt. forstærkningen!

Ferrittransformatorerne T50 og T51 er ferritringe af typen FT50-43, der er beregnet til bredbåndsformål i frekvensområdet 1 til 50 MHz. (Leverandør er firmaet Dogplace).

Spolerne i alle 5 båndpasfiltre er færdigviklede drosselspoler! Disse er valgt for at lette opbygning og trimning, samt få den rigtige båndbredde. Den anvendte type er af fabrikat TOKO, type 144 L, og er udvalgt blandt flere andre tilgængelige fabrikater, idet den giver de bedste resultater specielt på de høje bånd, hvilket nok skyldes ferritmaterialet, som spolen er viklet på.

(Leverandør er firma O. B. Carlsen, Ørstedsgade 19, Sønderborg).

Dioderne er en speciel type der kaldes switchdioder, disse har en meget lav indre kapacitet, hvilket gør at

de virker bedre som kontaktfunktion i forhold til en almindelig diode, som ikke afbryder ordentlig for HF i ikke ledende tilstand. (Leverandør er Vejle RC Elektronik.)

Komponentliste

Diagram symbol	Antal	Komponentbeskrivelse
TR50	1	40673, dobbeltgate MOSFET transistor
D50 til D56	7	BA 482, Switch dioder.
T50 og T51	2	FT 50-43 Amidon Ferritringkerner.
L50 og L51	2	TOKO, Type-144 L, 1R0K
L52 og L53	2	TOKO, Type-144 L, 2R2K
L54 og L55	2	TOKO, Type-144 L, 3R9K
L56 og L59	4	TOKO, Type-144 L, 150
C52, 54, 58, 60 64, 66, 70 72, 76 og 80.	10	2-22 pF Foliетrimmere, Ø 7,5, grøn
C50, 84, 86 og 90	4	0,1 uF, Wima kondensatorer.
C56, 62, 68, 74, 82, 83, 85, 87, 88 og 89	10	10 nF/63 volt keramisk skivekondensator
C59	1	1 pF/63 volt keramisk skivekondensator
C65 og C71	2	1,5 pF/63 volt keramisk skivekondensator
C53	1	2,2 pF/63 volt keramisk skivekondensator
C57 og C61	2	12 pF/63 volt keramisk skivekondensator
C51, 55 og C78	3	15 pF/63 volt keramisk skivekondensator
C63 og C67	2	20 pF/63 volt keramisk skivekondensator
C69 og C73	2	22 pF/63 volt keramisk skivekondensator
C77 og C79	2	47 pF/63 volt keramisk skivekondensator
C75 og C81	2	56 pF/63 volt keramisk skivekondensator
R59 og R65	2	10 ohm, 1/4 W modstande
R66 og R67	2	27 ohm, 1/4 W modstande
R61 og 62	2	100 ohm, 1/4 W modstande
R50 og R55	6	820 ohm, 1/4 W modstande
R60	1	1 kohm, 1/4 W modstande
R63 og R64	2	4,7 kohm, 1/4 W modstande
R57	1	47 kohm, 1/4 W modstande
R56 og R58	2	100 kohm, 1/4 W modstande

Liste over øvrige komponenter

- 1 stk. 2 polet vippeomskifter-SS310 (Omskifter 50)
- 1 stk. Lysdiode, gul 5 mm (LD 50)
- 1 stk. Lysdiodefathing, 5 mm.

Kobbertråd til ferrittrafoer 0,5 mm og 0,2 mm.

Monteringstråd, 1 ledet.

Coaxkabel til indvendig montage imellem printene.

Printplade 14 x 11,5 cm², dobbeltsidet.

Loddespyd til printene.

3 mm skruer, længde 6 mm.

Overføringsbogstaver til opmærkning af forplade.

Byggebeskrivelse

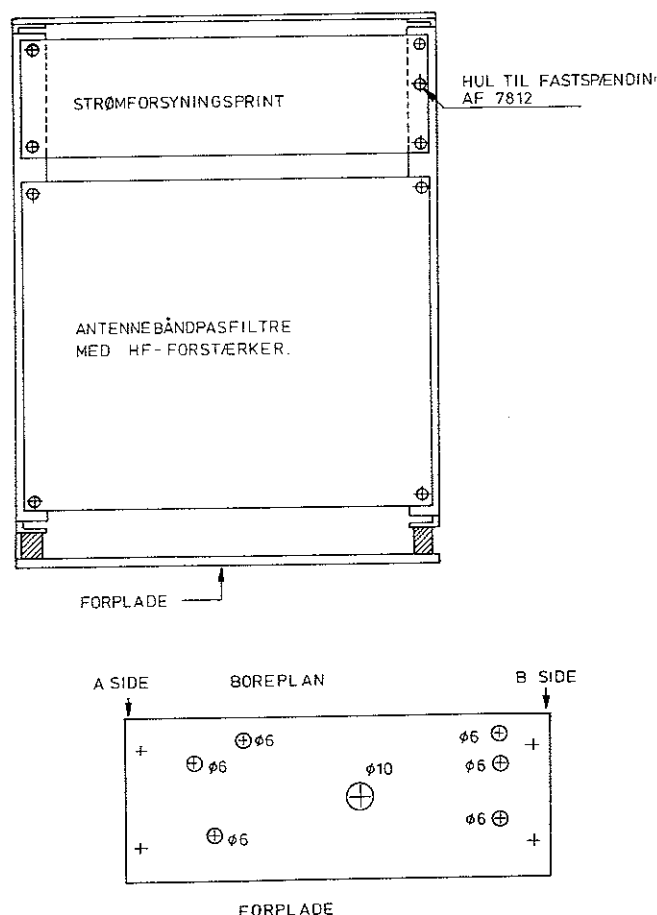
Printpladen kan indbygges sammen med konverteren i dennes LATEK-alukabinet. Den monteres modsat de 3 værende printplader, med komponenterne vendende ind i kabinettet.

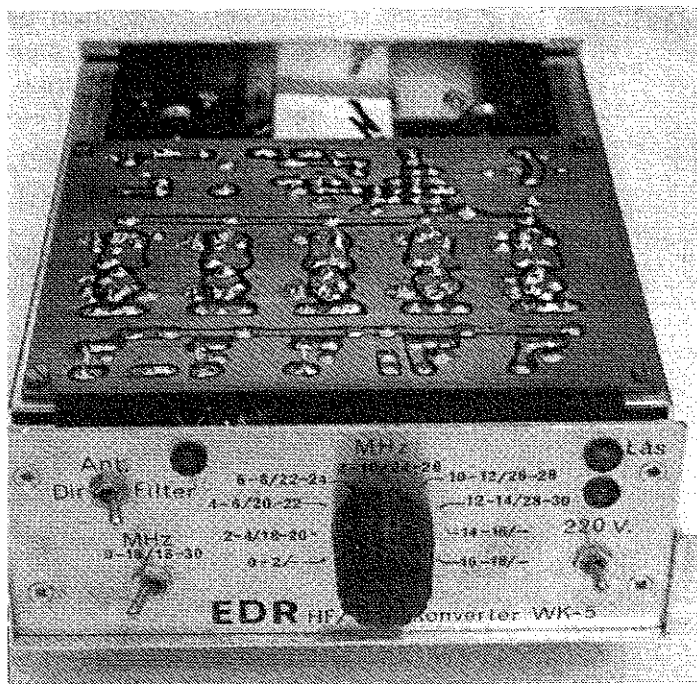
Start med at opmærke og bore hullerne til printpladerne; der anvendes 3 mm gevindhuller, herefter bores der et 6 mm hul til lysdioden i forpladen. Se iøvrigt bore- og placeringsplan fig. 55, og sammenhold den med de tilsvarende figurer 9 og 10 side 189, OZ april 1988.

Herefter udskiftes potentiometeret P1 på forpladen, med omskifteren 50, og lysdioden LD50 monteres i hullet, hvor faselåsningssdioden LD2 sidder. LD2 flyttes hen i det „nye“ hul oven over LD1, (220 volt).

Herefter foretages en fornyet opmærkning af forpladen med overføringsbogstaver. Se iøvrigt foto der viser henholdsvis forplade i ny version, og den „nye“ printplades anbringelse i kabinettet.

BORE - OG PLACERINGSPLAN.





Jeg håber fotoerne bliver bedre som dem i OZ april 1988, og skulle gengivelsen blive så skarp at de enkelte printbaner kan følges, så undlad dette, idet printet er en „første“ udgave! Men sammenlign iøvrigt med fotoerne 1 og 9 i OZ april 1988; de siger mere som mange ord!

Opbygningen er iøvrigt udført på dobbeltsidet printplade, som giver en god HF-mæssig stabilitet, idet oversiden fungerer som et ubrudt stelplan, der „beskytter“ ledningsforbindelserne på undersiden mod utilsigtede koblinger!

Udlægning af printet fremgår af fig. 56, og dette er som nævnt undersiden.

På oversiden, hvor komponenterne placeres, skal alle huller, hvor komponenterne ikke skal have stel-forbindelse, fribores med et lidt større bor, således at disse ikke kortsluttes til stel!

Iøvrigt er printet lagt ud, således at de faste topkoblingskondensatorer i båndfiltrene kan udskiftes med trimmere når man har mulighed for at perfektionere filtrenes gennemgangskurver.

Alle øvrige tips og ideer i forbindelse med printets fremstilling og montage er detaljeret beskrevet på side 190 i OZ april 1988. Tag nu og LÆS disse „gyldne“ råd, og så FØLG dem, det sparer dig for en masse ærgrelser, specielt når du ikke er en rutineret radioselvbygger!

Montering

Montering af printet fremgår af fig. 57 samt foto. I forbindelse hermed skal der også vikles tråd på de 2 ferritkerner. Beregning og vikling af disse fremgår af fig. 58.

Når monteringen er fuldført, gennemmåles printet med et ohmmeter, i de med mærkede diagram-punkter i fig. 52, i forhold til stel.

Bemærk: Alle ohm målinger er ca. målinger og kan afvige en del fra de her angivne resultater, men giver dog et godt fingerpeg, om der er noget galt.

Målingerne er foretaget på laveste ohm område i universalinstrumentet; det er nemlig ikke lige meget hvilket område der anvendes. Er målingerne helt forskellige fra de her angivne, så prøv at bytte ledningerne til ohmmeteret. Er det stadig galt, ja, så må du på fejlsøgning!

Start med at tjekke om der skulle være kortslutninger imellem printbanerne. Herefter måles følgende:

Ohm										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
400	54	x	x	x	x	x	x	x	x	x

x = uendelig stor modstand (afbrudt).

Ohm målingerne foretages INDEN der loddes eksterne ledninger til printpladen!

Herefter forbindes printet til 12 volts strømforsyningen. Der sættes spænding på og der skal måles følgende jævnspændinger og strømme i diagrampunktene på fig. 52.

Volt DC		
1	2	3
12	3,5	0,5

Er dette OK, så monteres ledningerne imellem printet og omskifterne 1,2 og 50 samt LD50, se 57.

Bemærk: Ledningerne til omskifterne lægges parallelt med dem fra syntheseprintet.

Herefter lægges coaxialkablerne fra antennebøsningen til omskifter 50, og derfra 2 kabler til

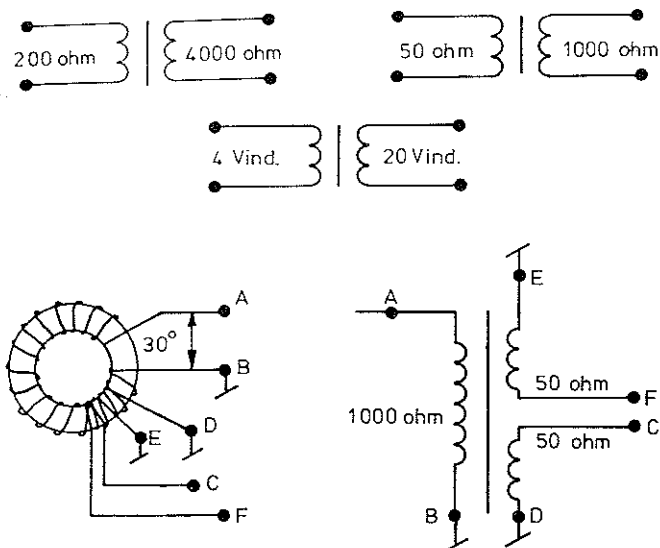


Fig. 58
Bredbåndstransformatorerne T-50 og T-51.
Beregning og konstruktion.

Frekvensområdet er 3,5 til 30 MHz.

Der kræves 4 x højere impedans, ved den laveste frekvens der ønskes overført, altså 3,5 MHz. Impedansforholdene bliver derfor følgende:

Impedansforholdet 1:20.

200 Ohm ved 3,5 MHz = ca. 10 uH.

4000 Ohm ved 3,5 MHz = ca. 200 uH.

Der anvendes en ferritkerne der er beregnet til frekvensområdet 1 til 50 MHz, når den anvendes til bredbåndsformål. Typen er FT 50-43, som har en AL-værdi på 523.

Ved 3,5 MHz er 10 uH = 4 vindinger.

Ved 3,5 MHz er 200 uH = 20 vindinger

$$I = 1000 \times \sqrt{\frac{L \text{ mH}}{AL}}$$

Vindingsforhold 1:5.

printpladen. Et til båndfilterindgangen og et til forstærkerindgangen.

Forstærkerens udgang forbindes ligeledes med et coaxialkabel til indgangen på konverterprintet (DR 1), idet P1 jo er fjernet.

Optrimning

Så kommer den afsluttende justering af konstruktionen; hertil kræves en eller anden form for signalgenerator, som evt. kan være et gitterdykmeter, men en signalgenerator eller f.eks. en medamatørs sender, der har en ret nøjagtig frekvens aflæsning, vil lette optrimningen (husk dummyload).

Antenneindgangen belastes med en 50 ohms modstand, samt et stykke tråd som antenne, der lægges hen i nærheden af signalgeneratoren således, at det signal, der modtages på den bag konverteren placerede 2 meter modtager, tilføres et signal omkring S4 til S6, idet der er mest „liv“ i „S-metrene“ i dette område.

Signalet skal selvfølgelig ligge på den frekvens hvortil det indkoblede filter er beregnet, og man skal være opmærksom på, at det signal, generatoren leverer, ikke er så kraftigt, at det løber „uden om“ filteret og direkte ind i HF-forstærkeren. Så kan filteret jo ikke justeres, idet det så er virkningsløst.

Opstillingen er herefter klar til at påbegynde optrimningen. Jeg beskriver fremgangsmåden på 80 meter; de resterende 4 filtre justeres på samme måde.

Modtageren og signalgeneratoren indstilles på 3,65 MHz, og S-meteret på modtageren aflæses samtidig med at der justeres på trimmeren C76 og C80. Der indstilles til maksimum signal.

Herefter flyttes modtager og signalgenerator ned på 3,55 MHz og op på 3,75 MHz; her skulle signaltyrken være ca. den samme. Et par dB afvigelse har ingen praktisk betydning.

Er resultatet helt skørt, så er der nok anvendt forkerte komponenter, eller en fejlmontage er foretaget.

Som en retningspil kan anføres, at begge trimmerne i et filter skal stå nogenlunde i samme stilling, d.v.s. 1/2 til 1/4 inddrejet.

Som tidligere nævnt kan topkapaciteterne (C78 og 80 meter) udskiftes fra faste kondensatorer til trimmere, når man har grejet og lysten til at optimere filterkurverne. En spøg for perfektionister!

Efter afsluttet trimning af alle 5 filtre skrues printet fast på chassiset, som vist på foto og skitse fig. 55.

Herefter kan kabinettet samles, og det færdige produkt afprøves på antennen.

Du opdager pludselig at din konverter er „hævet op“ i verdensklasse! Overstyring fra de kraftige kommercielle stationer der ligger udenfor amatørbandene er som „blæst væk“, og følsomheden på de høje amatørband 15 og 10 meter er fin!

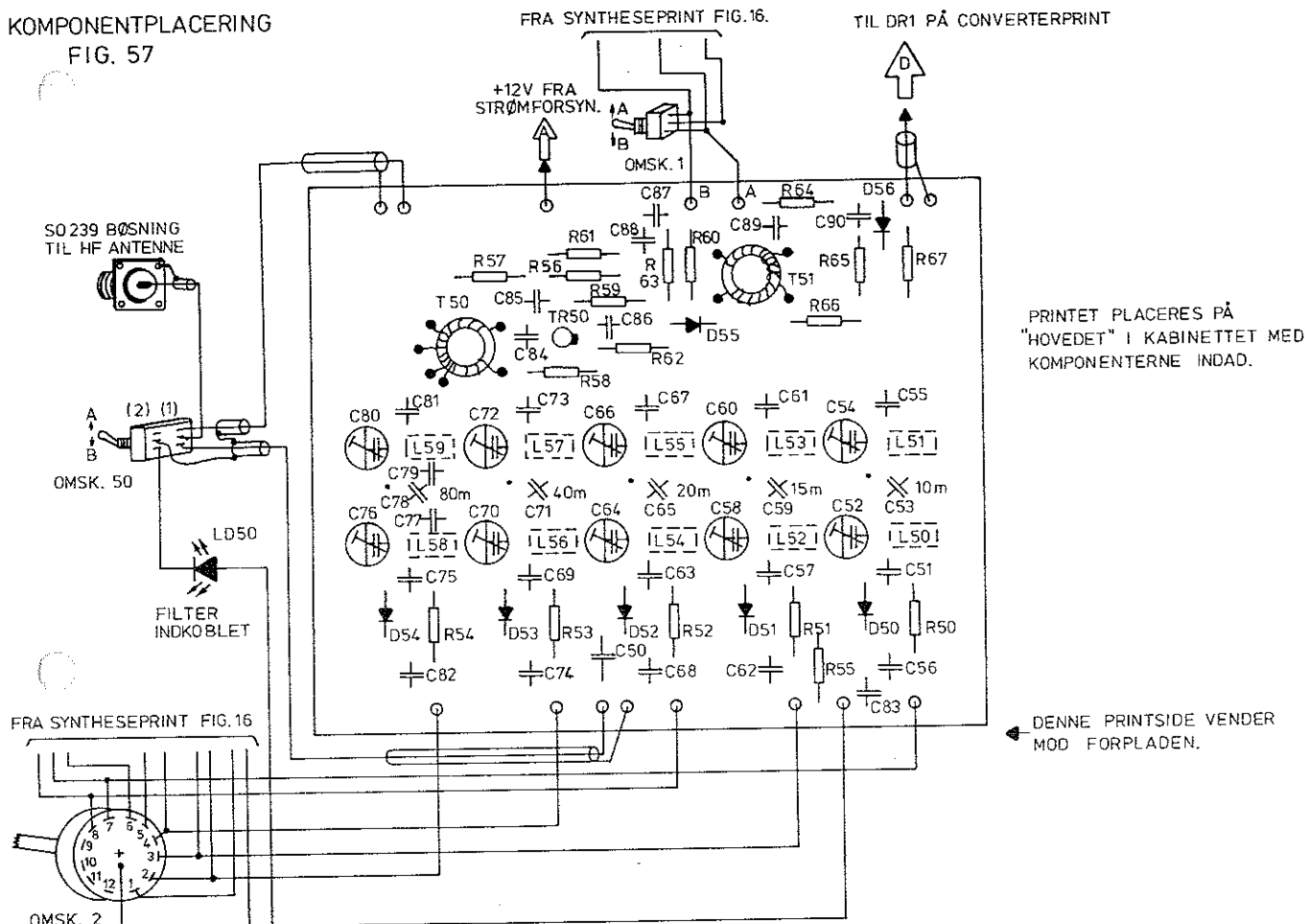
Den før omtalte dæmpning, som båndfiltrene indfører, 3 til 4 dB, er uden betydning, og snarere en fordel af hensyn til overstyring. Antennestøjen sætter alligevel grænsen for, hvor svage signaler der kan læses.

Afsluttende bemærkninger

Jeg vil slutte med at ønske dig held og lykke med projektet, uanset om du skal bruge konstruktionen i forbindelse med konverteren i OZ april 1988, eller forbedre een eller anden bredbåndsmodtager.

På baggrund af de erfaringer jeg har opnået ved at beskrive ovennævnte konverter i OZ, og de derpå

KOMPONENTPLACERING
FIG. 57



PRINTET PLACERES PÅ
"HOVEDET" I KABINETTET MED
KOMPONENTERNE INDAD.

◀ DENNE PRINTSIDE VENDER
MOD FORPLADEN.

følgende reaktioner fra medamatører der gik i gang med at efterbygge denne, må jeg endnu engang henstille til de selvbyggere der går igang med opgaven og ikke tidligere har udført „selvbyg“ med HF-kredsløb:

LÆS nu HELE artiklen igennem, gerne flere gange, det gælder også konverterartiklen i OZ april 1988!

De allerfleste problemer bestod nemlig i, at man bare „murede“ konstruktionen sammen uden at forstå virkemåden!

Jeg forstår ikke, at man vil gå glip af den dejlige fornemmelse det er, at forstå hvorfor, og hvordan det man bygger, virker! Desuden har man den fordel, at skulle det mod forventning ikke virke, ja så er man i stand til at finde fejlen!

Det nytter jo ikke noget man har dyre instrumenter til sin rådighed, når man ikke aner hvordan og hvorfor!

Efter denne „salut“, lidt til den efterspurgte „senderdel“ der er omtalt i afsluttende bemærkninger, OZ april 1988:

Jeg lover ikke at jeg går igang med projektet, men måske kommer ånden over mig en dag, HI, hvem ved måske en anden ville påtage sig opgaven?

Jeg står som sædvanligt til rådighed, når der mod forventning skulle opstå problemer med konstruktionen!

OZ

Print. OBS er gengivet i halv størrelse.

140 mm

