

# En L-bånds FM-ATV transceiver 2. del

Af OZ7TA Jørgen Kragh, Forelvej 25, 3450 Allerød

## 18. Om synthesizerne

De anvendte synthesizerkredse er af typen Siemens TBB 206. Denne komplekse kreds udgør sammen med en prescaler og en VCO en komplet synthesizer, der med lethed kan operere op til omkring 2 GHz.

Begge de anvendte synthesizere er af single-loop dual-modulus typen, d.v.s. ganske almindelige PLL synthesizere, som de kendes fra stort set alle VHF og UHF radioer. Denne type synthesizer er beskrevet mange steder i litteraturen, så dens virkemåde vil vi ikke komme nærmere ind på her, men henviser til litteraturen, f.eks. litt. 3, hvor der kan findes yderligere litteraturhenvisninger.

I begge synthesizere er referencefrekvensen i fasedetektoren valgt til 50 kHz, og begge synthesizers loopfiltre er designet til at give en hurtig respons uden oversving, og for exciterens vedkommende, at muliggøre overførsel af 50 Hz, der som bekendt er billedfrekvensen i et TV signal. Ved at ændre på komponentværdierne i loopfiltrene, er det muligt at ændre synthesizerens egenskaber. Med mindre man ved, hvad man gør, må det på det kraftigste frarådes at forsøge på dette.

## 19. Programmering af TBB 206

Programmeringen af TBB 206, d.v.s. opsætningen af synthesizerens deleforhold m m, foregår via en seriel tretråds bus, her benævnt Data, Clock og Enable, hhv. ben 5, 4 og 3 på TBB 206.

Ved hjælp af Clock klokkes informationen på Data ind i TBB 206, og ved hjælp af Enable er det muligt at hænge flere TBB 206 med Data og Clock parallelt, idet Enable, der er separat for hver kreds, bestemmer hvilken kreds, der skal programmeres.

Data læses ind i TBB 206 som telegrammer, d.v.s. som blokke af data. Hver blok har sin egen interne adresse, der fortæller TBB 206, hvad det er for en type data, der netop er indlæst. Telegrammerne kan have forskellig længde afhængigt af, hvad der skal indlæses. I dette tilfælde er alle telegrammerne imidlertid sat til længden 24 bits, det gjorde det lidt nemmere for mig at skrive styreprogrammet. Der sker ikke noget ved at gøre telegrammerne længere end nødvendigt, blot de ekstra bits står først i telegrammet. TBB 206 smider selv de overflødige bits væk, de ruller så at sige ud over kanten i et skifteregister. De forskellige telegrammer til TBB 206 styrer kredsen på forskellig vis; ud over at sætte synthesizerens deleforhold, kan bl.a. fasedetektorens forstærkning samt dens fortegn kontrolleres.

TBB 206 er udviklet til brug i GSM terminaler, og den har derfor en hel masse faciliteter, som imidler-

tid ikke udnyttes i de her viste 2 synthesizere. Det kan jo også blive for uoverskueligt. Her gælder samme advarsel som i afsnit 18, lad være med at ændre på opsætningen af TBB 206, medmindre man ved, hvad man gør.

Det er således relativt lange datatelegrammer, der skal sendes til TBB 206, endvidere skal frekvensopsætningsdata, kanalnummeret om man vil, scrambles på en speciel måde, der ikke umiddelbart kan aflæses af kanalnummeret. Derfor har jeg valgt at foretage programmeringen af de to synthesizerkredse ved hjælp af en lille mikroprocessor, en såkaldt mikrocontroller, frem for en uoverskuelig mængde skifteregistre. Det kan lade sig gøre med skifteregistre, hvis man er logik-freak, og kan lide Karnaugh kort.

Processoren, jeg har valgt, er en Motorola MC68HC05K1, der er den mindste af hele MC68HC05 serien. Denne processor har 10 bidirektionale dataledninger, 512 bytes on-chip ROM, 32 bytes on-chip RAM samt en timer. Til trods for sin meget begrænsede størrelse har den hele MC68HC05 seriens instruktionssæt. Processoren fås i 3 udgaver; med enten en OTPROM, med en UV-EPROM eller, hvis man skal bruge rigtig mange med samme program, som en maskeprogrammeret version. I vores tilfælde rækker det nok med de 2 først nævnte versioner.

I OTPROM versionen hedder den MC68HC805K1 og i EPROM versionen -750K1. Den viste software er udviklet på en -705K1, men -805K1 er identisk, blot mangler den vinduet, så PROM'en kan slettes igen.

Ved at anvende en lille mikroprocessor, er det muligt på relativt kort tid at skrive et styreprogram i assembler, og få det til at virke.

At kronrolleren er meget lille medfører så til gengæld nogle andre ulemper. Det er således ikke muligt at lave et man-machine interface (MMI) med f.eks. et keyboard og udlæsning af frekvensen; det kan en MC68HC05K1 simpelt hen ikke klare. MMI er derfor et kombineret interface, idet de samme omskiftere både sætter frekvensen og viser indstillingen. Ønskes et smartere MMI, må der anvendes en større processor.

I appendix 2 er vist den komplette listning af assemblerprogrammet til MC68HC05K1, og i appendix 3 er vist nogle af de vigtigste sider fra den meget omfattende dokumentation på TBB 206.

For at kunne programmere MC68HC05K1 er det nødvendigt at råde over et Developer's Kit til processoren. Et sådant kan købes for en meget rimelig pris hos Motorola. Bemærk venligst, at

MC68HC05K1 IKKE umiddelbart kan programmeres i en almindelig EPROM programmer, men det er til gengæld simpelt at bygge en programmer til processoren.

Læsere, der i øvrigt måtte være interesserede i programmeringen af TBB 206 og i MC68HC05K1 henvises til litt. 4, 5 og 6. Litt. 4 og 5 følger med ved købet af MC68HC05K1 Developer's Kit.

## 20. Resultater

Det er altid spændende, når man har bygget noget radiogrej, at måle lidt på det færdige resultat, for at se, om det nu også kan opfylde ens forventninger.

Da jeg desværre ikke har adgang til det helt avancerede TV målegrej, har jeg kun foretaget nogle få målinger, som primært har drejet sig om at kontrollere senderens effekt samt det udsendte signals båndbredde, og for modtagerens vedkommende, at kontrollere følsomheden. Ved alle målinger er anvendt et PAL farvebjælkesignal som videosignal og som audiosignal er 1 kHz tone. Begge dele genereret i en hjemmelavet farvebjælkegenerator. Ved hjælp af mit hjemmelavede powermeter, en kalibreret retningskobler og et HF mV-meter, har jeg målt udgangseffekten til at være +40,8 dBm med ganske lille variation hen over båndet. Lydbærebølgens frekvenssving har jeg målt til 49 kHz ved et LF indgangsniveau på 0,4 Vpp.

På fig. 16 ses det udsendte videosignal på 1280 MHz sweepbredde på 20 MHz. Fig. 17 viser 5,5 MHz lydbærebølgens spektrum, moduleret med 50 kHz frekvenssving. For begge figurer gælder, at referenceniveauet svarer til niveauet af de umodulede bærebølger. Lægger vi nu spektralmasken fra appendix 1 oven på fig. 16, ser vi let, at senderens båndbredde netop er inden for kravet, det er her kravet om -40 dB ved +/- 6 MHz, der netop er overholdt, mens kravet om 60 dB ved +/- 9 MHz let er overholdt.

Fig. 18 og 19 viser senderens signal i området 0-5,5 GHz. Heraf ser vi, at den værste harmoniske er

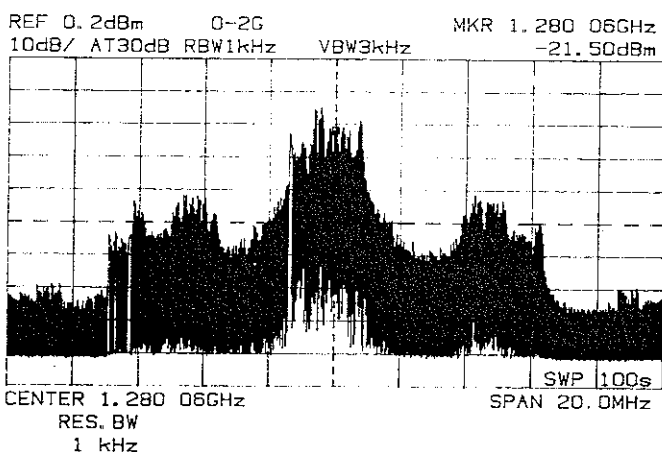


Fig. 16. Sender spektrum, 1280 MHz centerfrekvens, 20 MHz sweep.

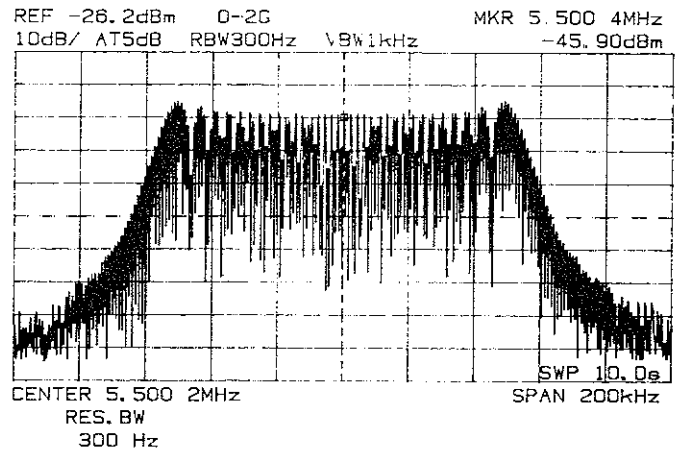


Fig. 17. Lydbærebølge spektrum, centerfrekvens 5,5 MHz, 200 kHz sweep.

2. harmoniske, der er dæmpet 61,9 dB under grundtonen, iøvrigt er det interessant, at de næste harmoniske, 3. og 4. ikke er meget svagere end 2. harmoniske. Sammenholder vi nu den realiserede sender med kravene i appendix 1, ser vi, at der tilsyneladende er to krav, der ikke er overholdt.

Der er ikke, som krævet i note 2, indsat et video klipperkredsløb i videoforstærkeren i senderen. Der er 2 årsager til dette. For det første er senderen og

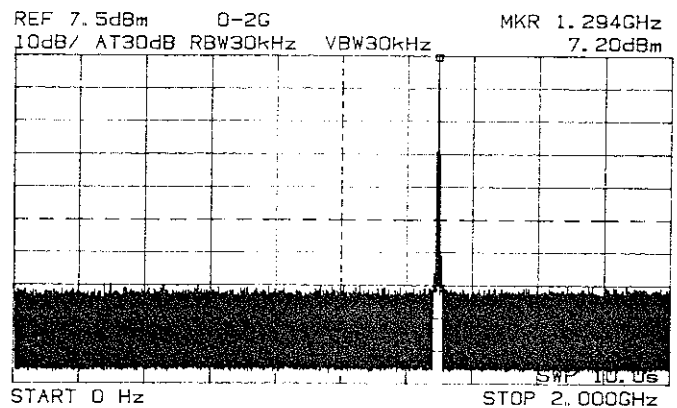


Fig. 18. Senderens spektrum 0 - 2 GHz, referenceniveauet svarer til umodulet bærebølge.

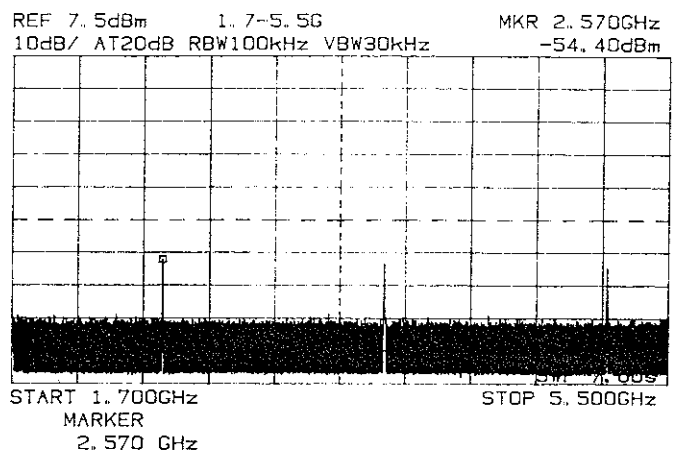


Fig. 19. Senderens spektrum 1,7 - 5,5 GHz, med samme referenceniveau som fig. 18a.

hele forstærkningen i videoforstærkeren justeret til et video indgangsniveau på 1 Vpp i 75 Ω, og det er de færreste kameraer eller VCRs, der afgiver mere end dette, da det som bekendt er det standardiserede niveau. Derudover begrænser videofiltret efter forbedningsleddet spidserne der opstår på flankerne af signalerne p.g.a. differentiationen i forbedningsleddet. Af disse to årsager har jeg ikke skønnet det nødvendigt at indføre en videoklipper.

Kravet om DC-klamping, note 3, er overholdt via PLL'en i exciteren, da loopfiltret i denne er dimensioneret således, at PLL'en vil fastholde sendersignalet bærebølge på den indstillede værdi. Kravet i note 3 går mest på at sikre, at senderen, hvis den er forsynet med en fritsvingende oscillator, ikke flytter i frekvens, hvis DC-niveauet i videosignalet ændrer sig.

I fig. 20 er vist modtagerens udstrålede effekt på antennerterminalen.

Modtagerens følsomhed er ikke målt, da jeg ikke er i besiddelse af en kalibreret attenuator, der kunne anvendes, men støjtallet i modtager converteren er målt til at være bedre end 3 dB; jeg kunne ikke måle det med større nøjagtighed med det udstyr jeg havde til rådighed.

## 21. Opbygning

På fig. 21a til og med 30c er vist printudlæg samt komponentplaceringstegninger for samtlige print i transceiveren. Printene er for størstedelens vedkommende realiseret i mixet SMD og leadede teknik med SMD komponenterne på oversiden og de leadede komponenter på undersiden. Eneste undtagel-

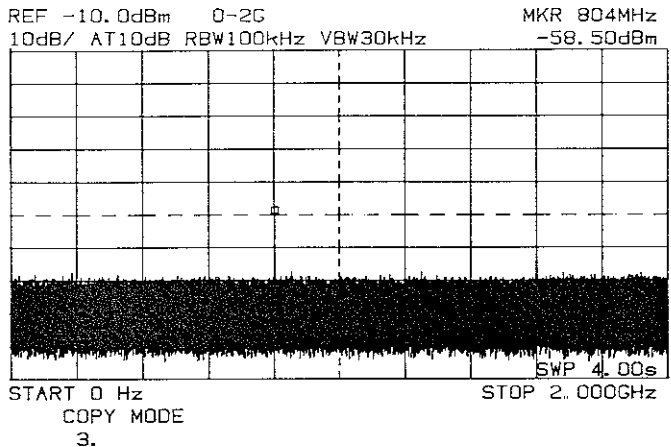


Fig. 20. Udstrålet modtager oscillatorsignal målt på antennerterminalen, 0 - 2 GHz.

se herfra er controllerprint, hvor SMD komponenterne sidder på undersiden, og de leadede komponenter på oversiden.

Generelt er SMD modstandene af størrelse 1206 med undtagelse af nogle få modstande i exciter og lokalscillator, hvor der er anvendt størrelse 0805. Alle keramiske kondensatorer under 820 pF er størrelse 0805 NP0, og over 820 pF størrelse 1210 X7R.

Alle potentiometre og variable kondensatorer er standard SMD komponenter. Alle elektrolytkondensatorer og spændingsregulatorer er leadede.

Alle print, hvor der er HF, d.v.s. baseband processoren, exciteren, driveren, downconverteren og detektoren er i størrelse udlagt til at kunne passe ned i hvidblik æsker fra ILN Service, således at der er skærmning mellem modulerne.

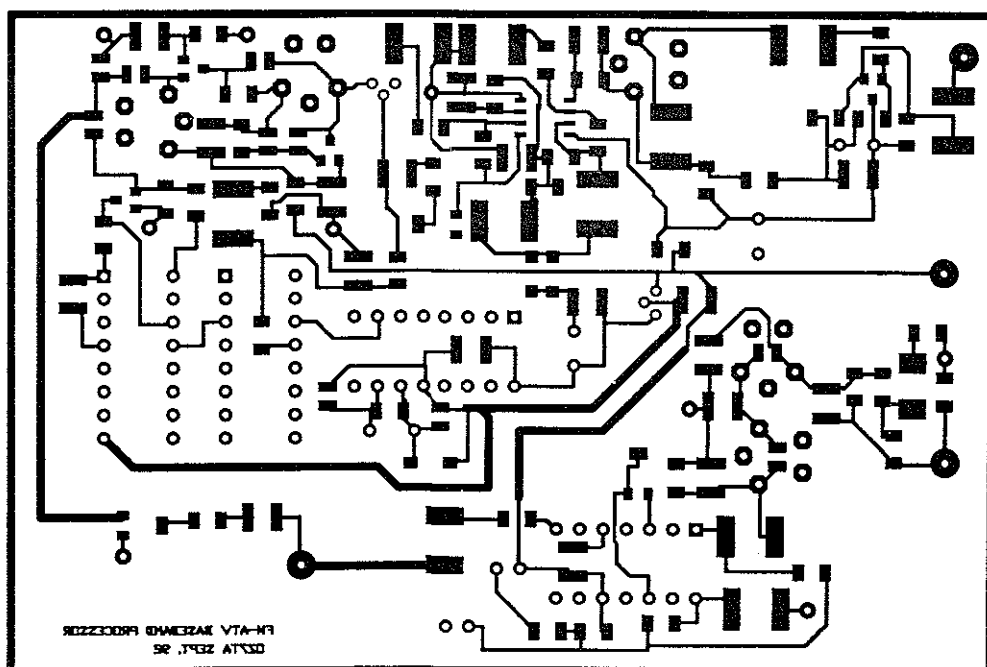


Fig 21a. Baseband processor, PCB overside.

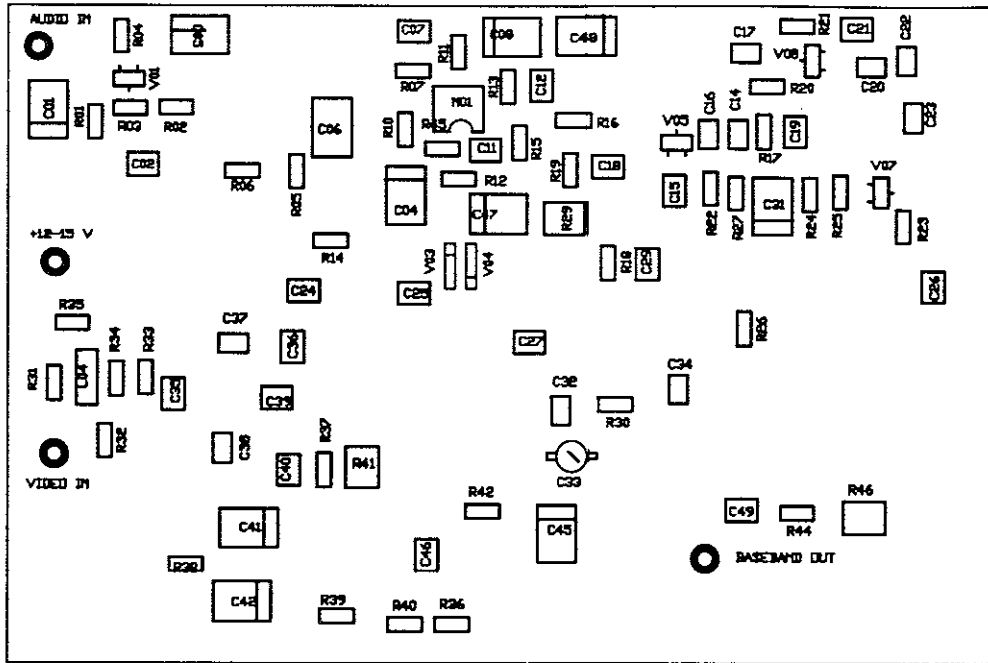


Fig. 21b. Baseband processor, overside komponentplacering.

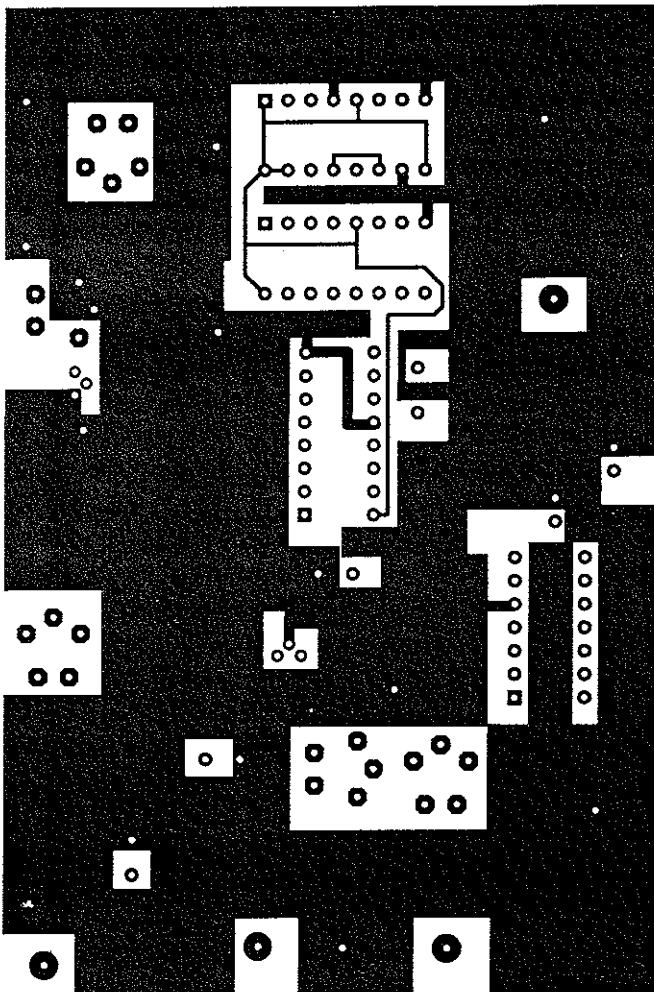


Fig. 21c. Baseband processor, PCB underside.

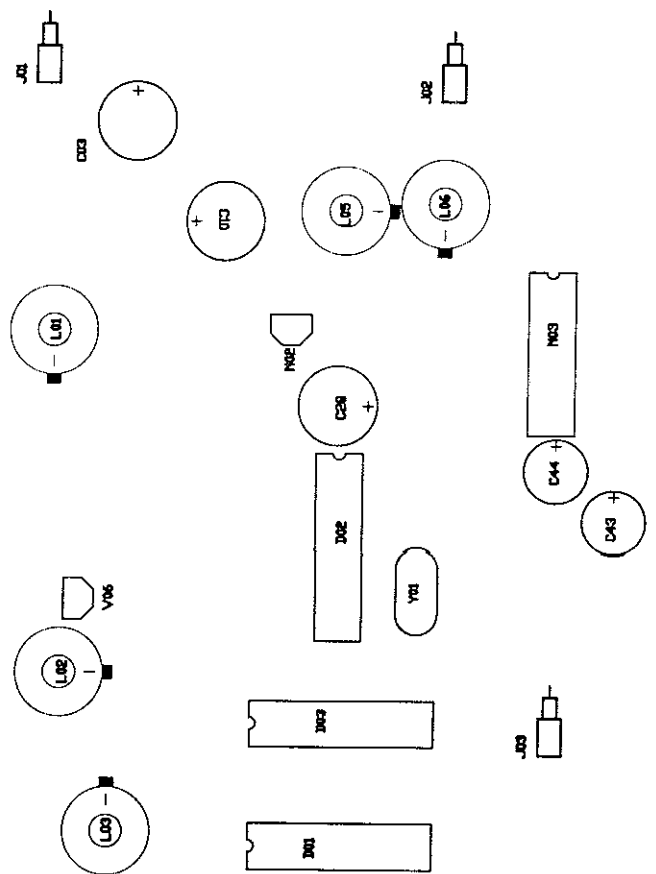


Fig. 21d. Baseband processor underside komponentplacering.

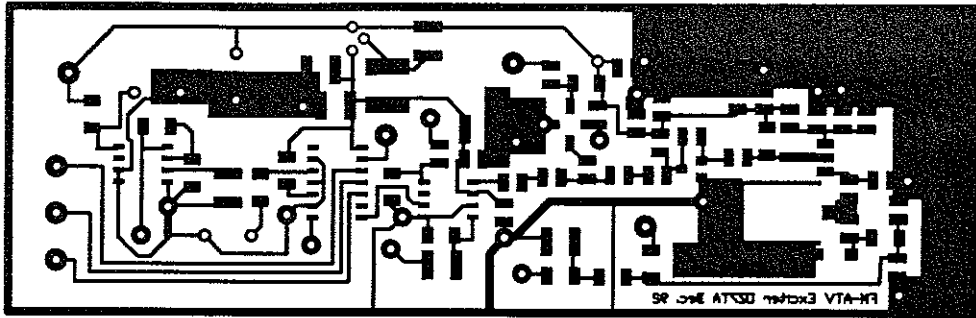


Fig. 22a. Exciter PCB, overside

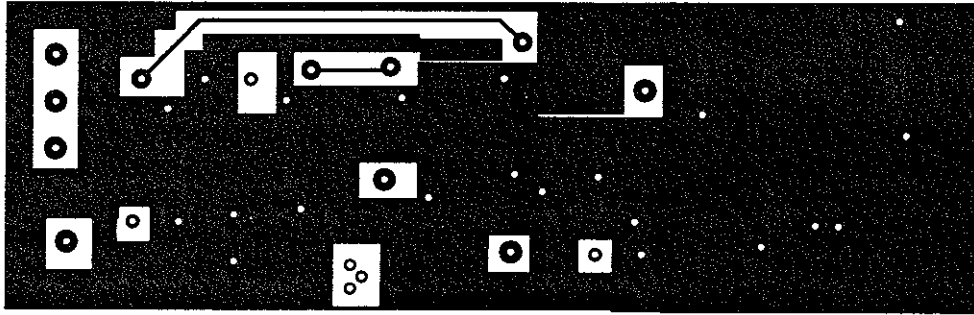


Fig. 22b. Exciter PCB, underside.

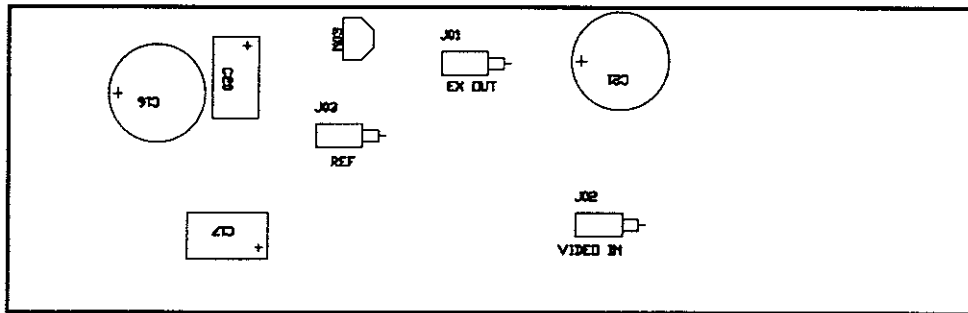


Fig. 22c. Exciter PCB, komponentplacering overside.

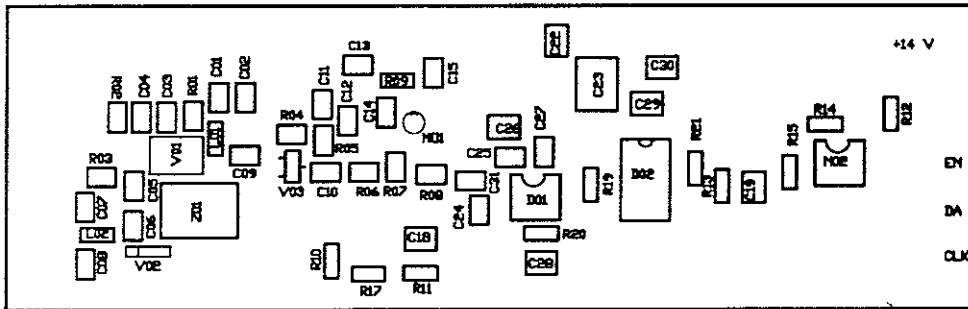


Fig. 22d. Exciter PCB, komponentplacering underside.

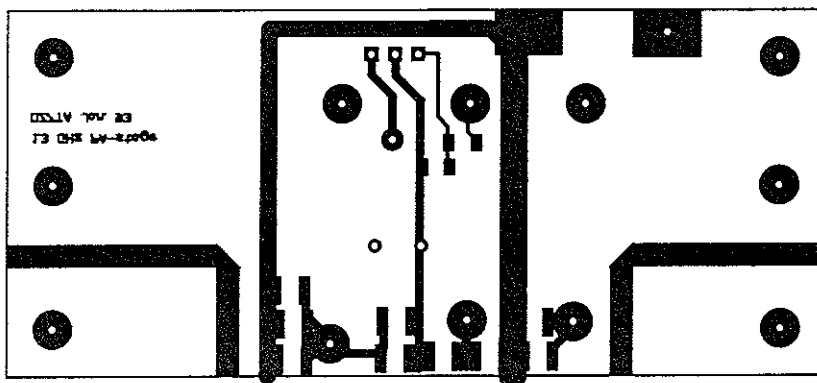


Fig. 23a. PA-trin PCB, overside.

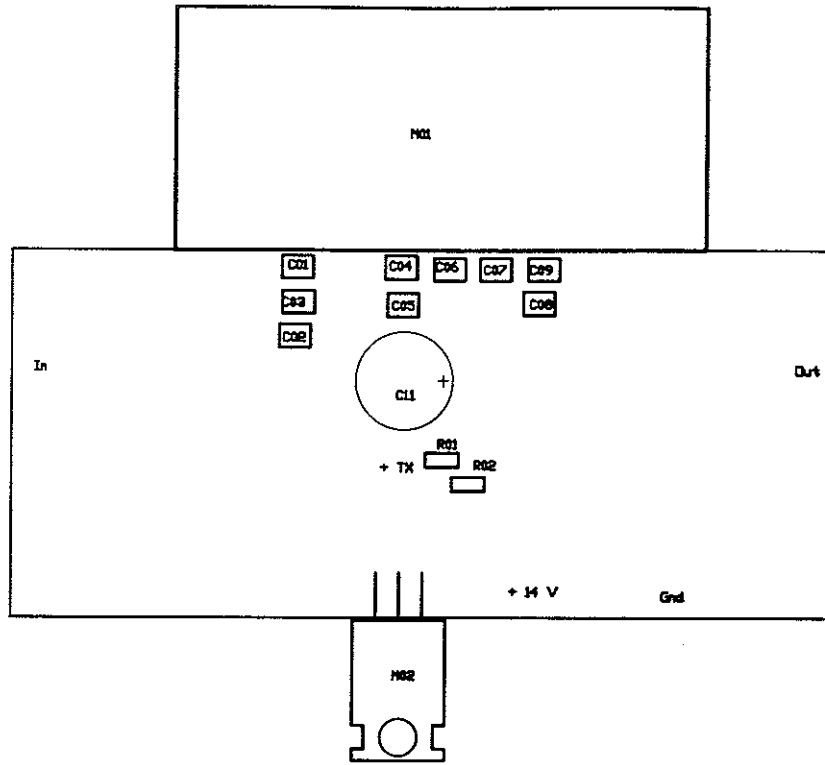


Fig. 23b. PA-trin, komponentplacering.

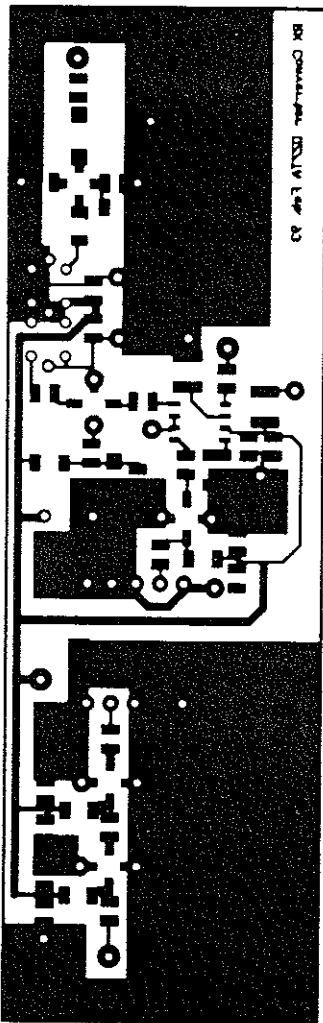


Fig. 24a. Downconverter PCB, overside.

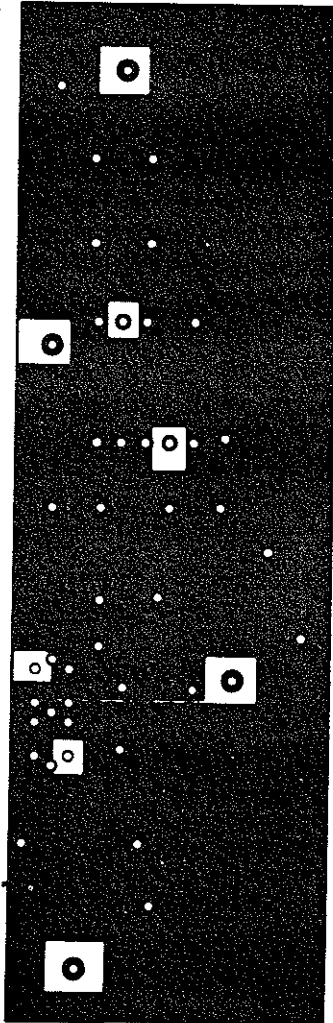


Fig. 24b. Downconverter PCB, underside.

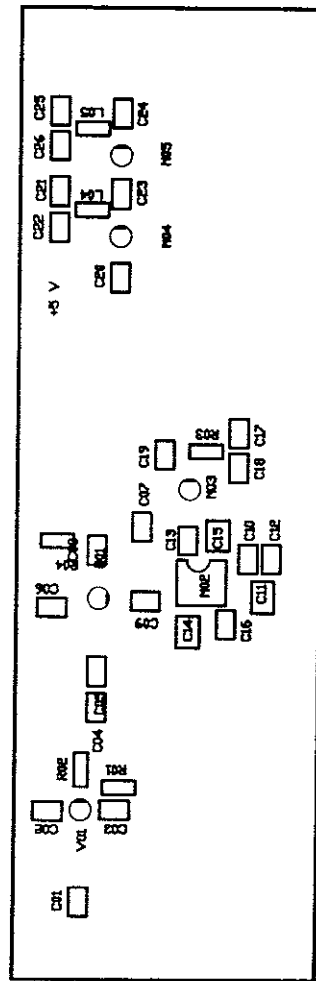


Fig. 24c. Downconverter PCB, komponentplacering overside.

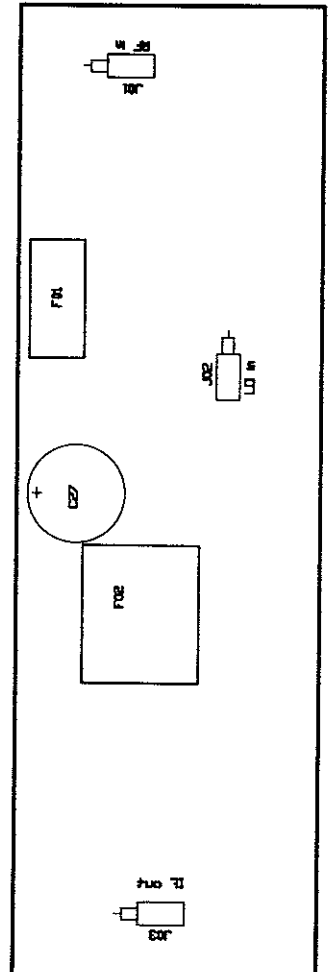


Fig. 24d. Downconverter PCB, komponentplacering underside.

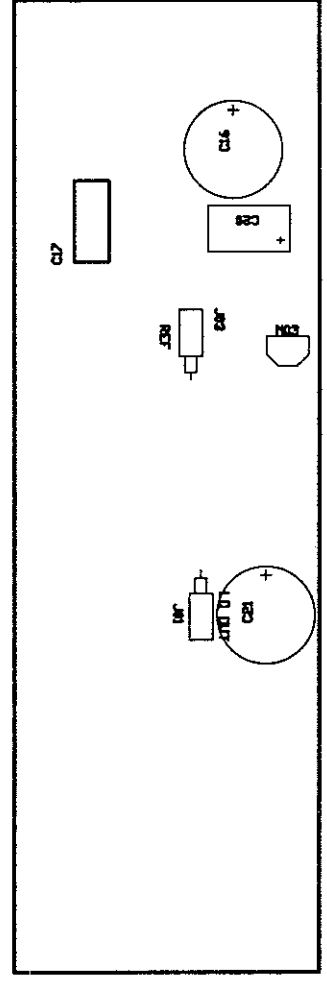
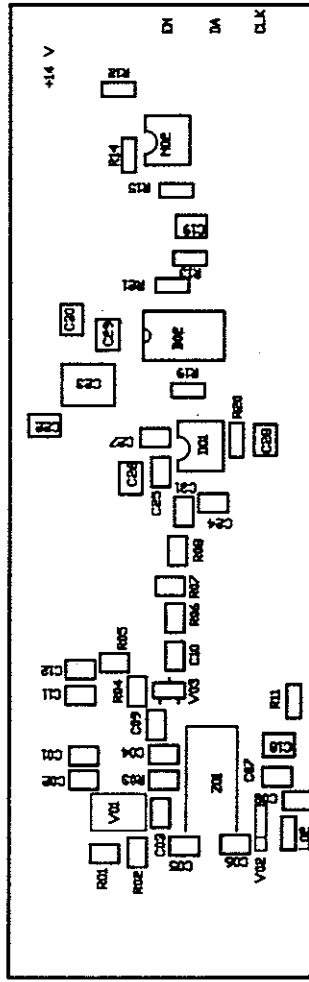
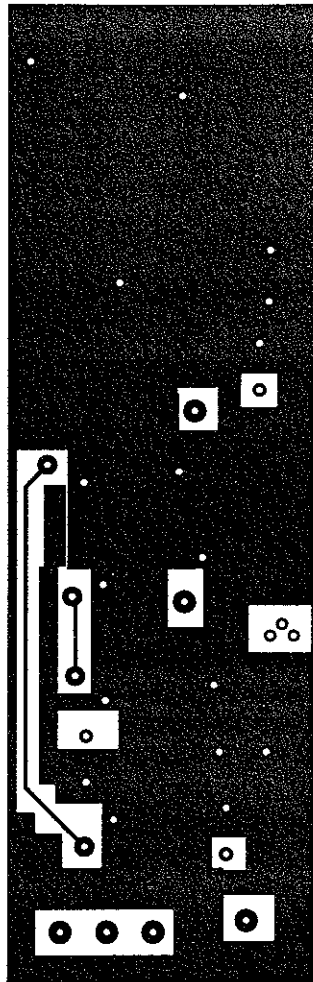
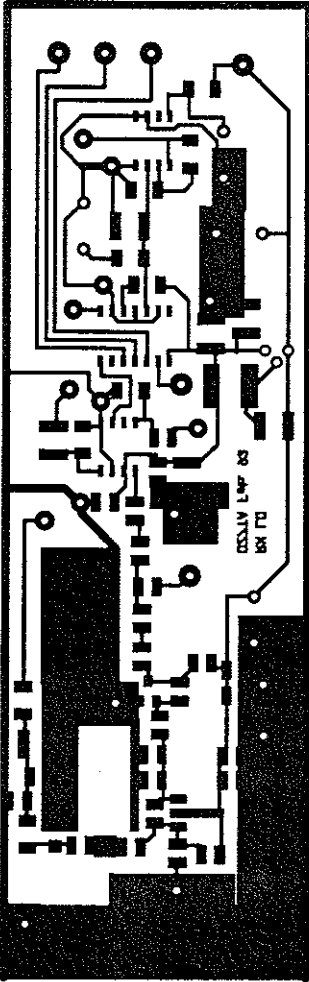


Fig. 25a. Modtager synthesizer PCB, overside

Fig. 25b. Modtager synthesizer PCB, underside.

Fig. 25c. Modtager synthesizer PCB, komponentplacering overside.

Fig. 25d. Modtager synthesizer PCB, komponentplacering underside.

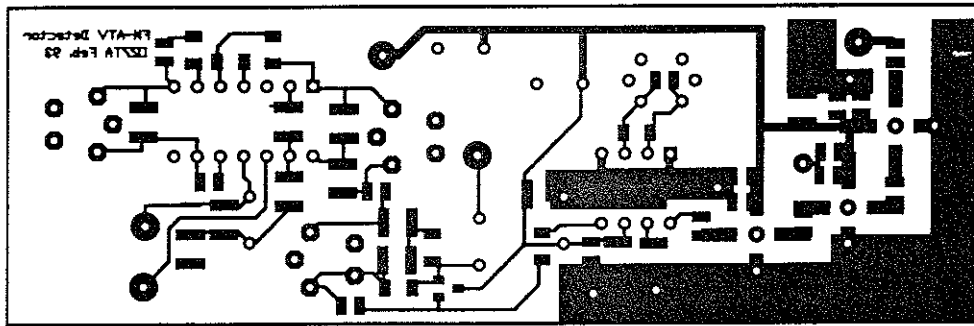


Fig. 26a. Modtager detektor PCB, overside.

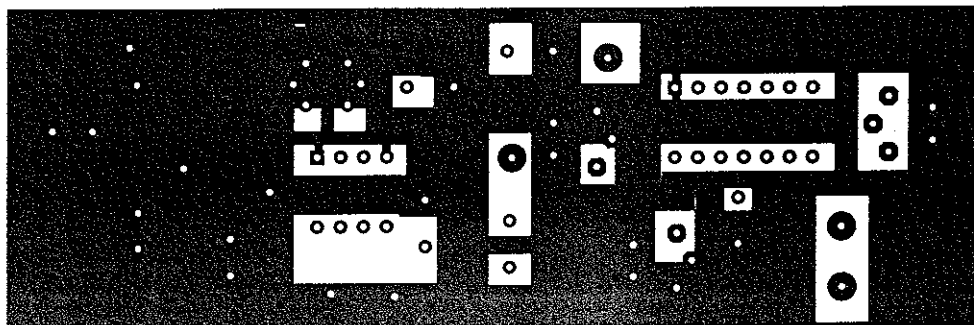


Fig. 26b. Modtager detektor PCB, underside.

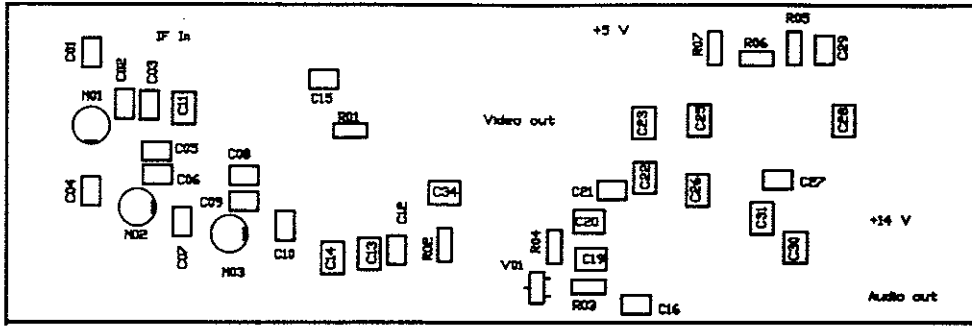


Fig. 26c. Modtager detektor PCB, komponentplacering overside.

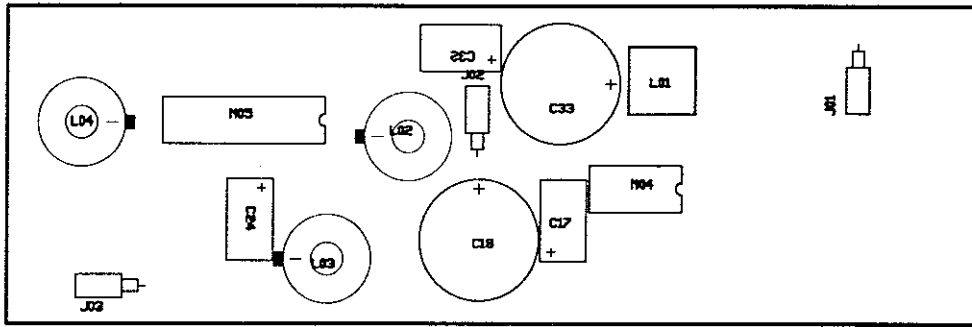


Fig. 26c. Modtager detektor PCB, komponentplacering underside.

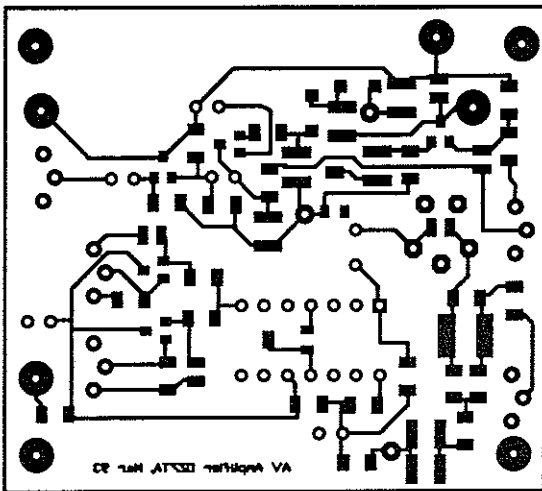


Fig. 27a. Modtager AV-forstærker PCB, overside.

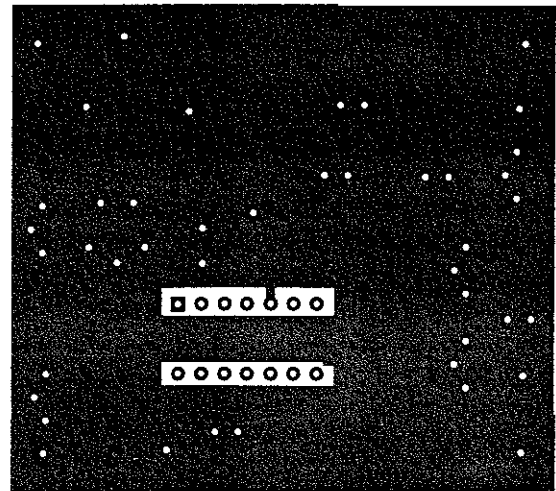


Fig. 27b. Modtager AV-forstærker PCB, underside.

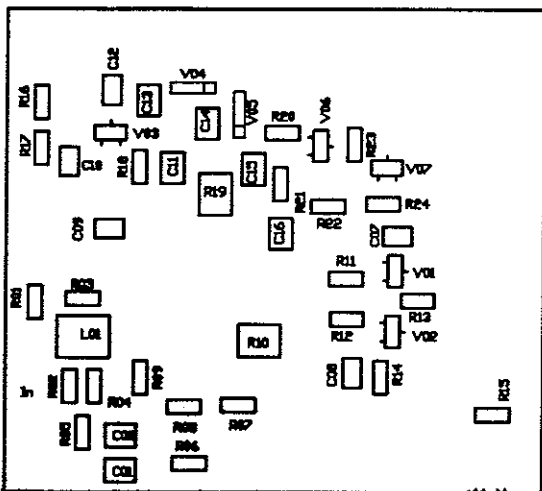


Fig. 27c. Modtager AV-forstærker PCB, komponentplacering overside.

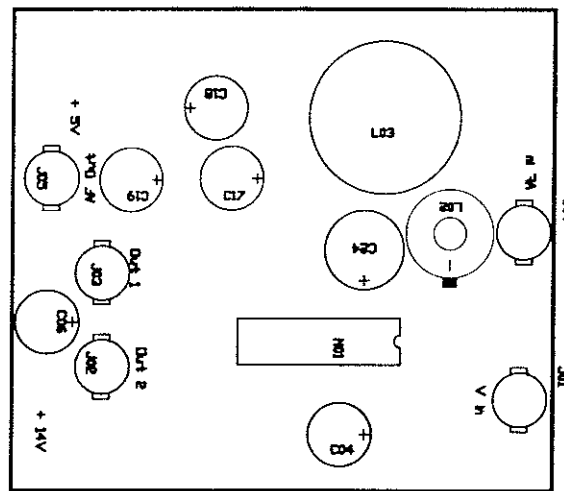


Fig. 27d. Modtager AV-forstærker PCB, komponentplacering underside.



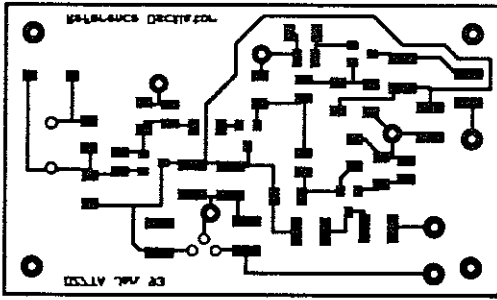


Fig. 28a. Reference oscillator PCB, overside.

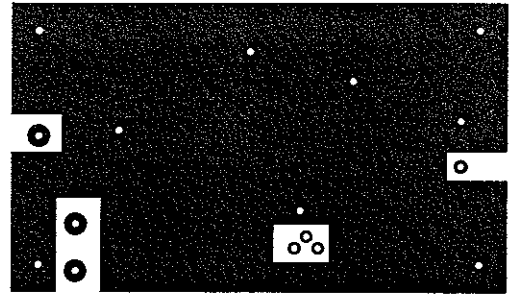


Fig. 28b. Reference oscillator PCB, underside.

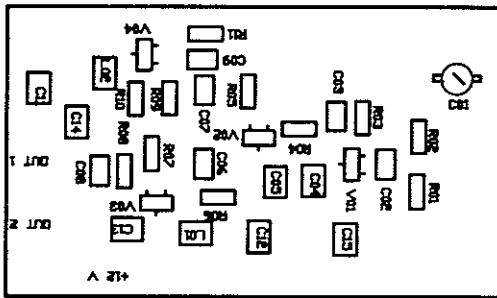


Fig. 28c. Reference oscillator PCB, component placement overside.

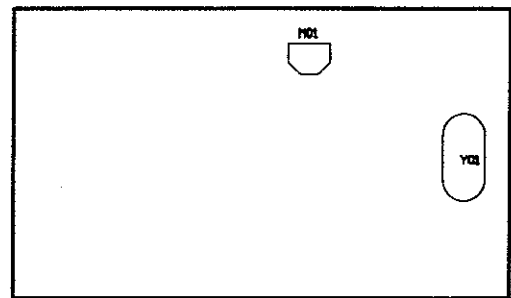


Fig. 28d. Reference oscillator PCB, component placement underside.

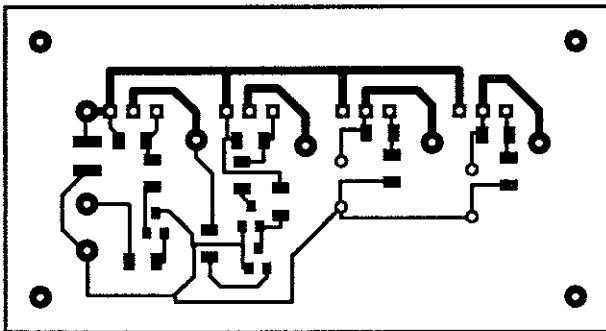


Fig. 29a. Spændingsregulator PCB, overside

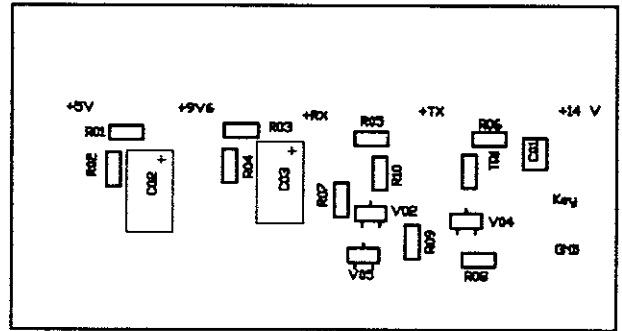


Fig. 29b. Spændingsregulator PCB, component placement overside

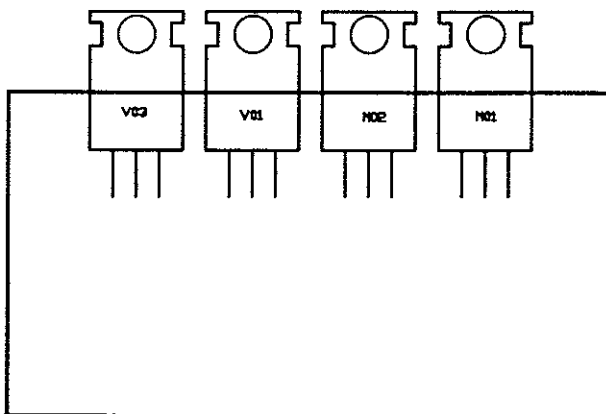


Fig. 29c. Spændingsregulator PCB, component placement underside.

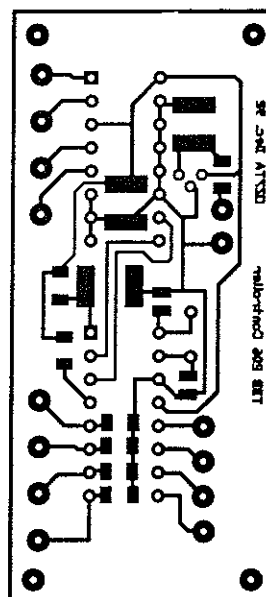


Fig. 30a. Controller PCB, underside

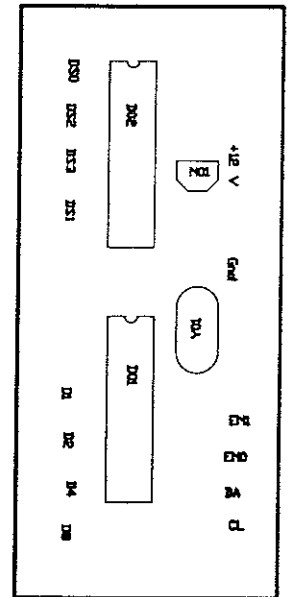


Fig. 30b. Controller PCB, component placement overside.

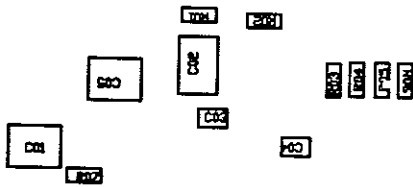


Fig. 30c. Controller PCB, komponentplacering underside

PA-trinnet er udlagt til at blive monteret på en tyk aluminiums- eller kobberplade, der kan virke som køleplade, derfor de mange huller til skruer, det er simpelt hen nødvendigt, da trinnet ellers ikke er stabilt.

De 3 store elektrolytkondensatorer på dette print monteres i flyvende opstilling på oversiden af printet og forbindes til undersiden med f.eks. en loddeflig under en af skrueerne. Husk at hele undersiden af PA-trinnet print skal være med kobber.

For alle printtegningers vedkommende gælder at de er vist i forholdet 2:1 og at oversiden er vist spejlvendt, hvilket er en fordel ved reproarbejdet. Alle print med baner på begge sider er i øvrigt forsynet med justermærker, således at printfilmen let kan sammensættes.

Som kabinet har jeg brugt en stor MK base, købt for mange år siden til et stort VHF PA-trin, som jeg imidlertid ikke fik bygget. Kassen er rigeligt stor til formålet, men så er der da plads til at udvide, hvis jeg finder på at bygge nogle flere features på transceiveren.

## 22. Specielle komponenter

Det kan ikke undgås, at der i en så speciel transceiver som denne indgår nogle specialkomponenter hvis oprindelse ikke fremgår af diagrammerne. Denne liste er et udtryk for, hvad jeg har brugt, men skal ikke tages for den evige sandhed, der skal jo også være lidt at eksperimentere med

### Baseband processor:

- L01: 1,5 mH, 330 vdg. 0,1 CuL, blå kappe og kerne
- L02-L03: 7,6 uH, 25 vdg. 12x0,04 Cu Litze, orange kappe og kerne
- L05: 1,4 uH, 11 vdg. 12x0,04 Cu Litze, orange kappe og kerne
- L06: 1,8 uH, 13 vdg. 12x0,04 Cu Litze, orange kappe og kerne  
Alle spoler virker på Vogt spoleform 3,3x13 A
- Y01: 8 MHz parallelresonans, 20 pF belastning, +/- 10 ppm
- N01: Philips NE592

### Exciter:

- Z01: Siemens keramisk 6 mm coaxialresonator 1700 MHz
- N01: Avantek MSA 0385
- D01: Motorola MC 12032 LVA
- SD02: Siement TBB 206G
- V02: Siemens BB 811
- R01-R08: Modstande størrelse 0805

### PA-trin:

- N01: Mitsubishi M57762

### Modtager downconverter:

- V01: Mitsubishi MGF 1302
- N01: Avantek MSA 0385
- N02: Avantek IAM 82008
- N03-04: Avantek MSA 0385
- F01: TOKO 5HW 367MN 113F
- F02: Siemens Y6901
- L01: 4 vdg. 0,22 mm CuL på 1 mm bor, lille ferritperle på kold ende
- L02: 5 vdg. 0,22 mm CuL på 1 mm bor

### Modtager synthesizer:

- Z01: Siemens 6 mm keramisk coaxialresonator 1100 MHz
- D01: Motorola MC 12032 LVA
- D02: Siemens TBB 206G
- V01: Siemens BB 811
- R01-R08: Modstande størrelse 0805

### Modtager detektor:

- N01-03: NEC uPC 1651
- N04: Plessey SL 1452
- N05: Siemens TBA 120T
- L01: Neosid BV 50431, 40 nH
- L02-03: 11 vdg. ellers som L02 og L03
- L02-04 vikles på Vogt spoleform 3,3x13 A

### Modtager AV-forstærker:

- N01: Philips NE592
- L02: 23 vdg. 10x0,05 Cu Litze på Vogt spoleform 3,3x13 A, orange kappe og kerne
- L03: Støjspole fra LF-forstærker i AP 700 VHF radiotelefon

### Reference oscillator:

- Y01: 10 MHz parallelresonans, 30 pF belastning. +/- ppm

### Software til MC68HC05K1:

Et antal filer med sourcekoden, den assemblerede kode, MAP og S19 filen til brug ved programmeringen, er afleveret til EDR's programbank og kan rekvireres derfra

(fortsættes)

