

# Transverter 28 MHz til 50 MHz

Af OZ7TA Jørgen Kragh, Forelvej 25, 3450 Allerød

## 1. Indledning

Med den længe ventede tilladelse til at sende på 50-52 MHz og med den forestående Es-sæson, gælder det om at komme i gang i en fart.

Det er meget nærliggende at bruge sin HF-radio som exciter og grundmodtager og så bygge en transverter som bagsats, således at båndet 28-30 MHz omsættes til 50-52 MHz.

Denne artikel er ikke skrevet som en decideret byggebeskrivelse med printudlæg, komponentplaceringstegninger og styklister, men som en »sådan har jeg gjort det« beskrivelse, der kan tjene som idégrundlag for andre, som så enten kan efterbygge det, de ønsker eller bygge noget helt andet.

## 2. Designmæssige overvejelser

Som sædvanlig, når jeg konstruerer noget, har jeg opstillet nogle designkrav, som er resultatet af litteraturstudier og teoretiske overvejelser over, hvad der er muligt at opnå.

For at omsætte 28-30 MHz til 50-52 MHz og vice versa er det nødvendigt at have et blandesignal på 22 MHz. Med dette in mente får transverteren så et generelt blokdiagram som vist i fig. 1:

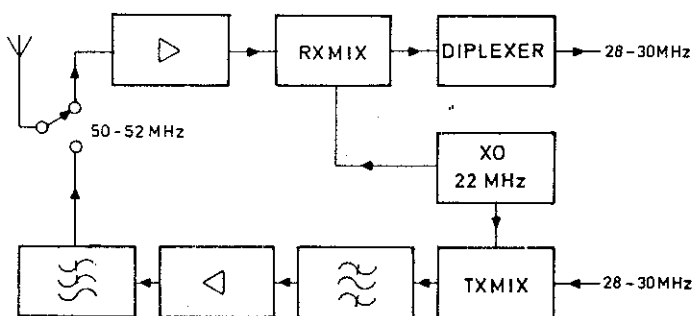


Fig. 1 Blokdiagram af transverteren

Anvendelsen af 28 MHz som mellemfrekvens giver dog lidt problemer på sendersiden med hensyn til spurioussignaler fra blanderen. Problemerne skyldes, at den 2. harmoniske af 28 MHz er 56 MHz, og den 2. harmoniske af 22 MHz er 44 MHz. Disse 2 frekvenser vil uundgåeligt være til stede på udgangen af senderbladeren, og da de ligger ret tæt på det ønskede frekvensbånd, stilles der ret store krav til filtreringen i senderblenderen. I øvrigt skal alle andre spurioussignaler, specielt 28 MHz og 22 MHz være godt dæmpet.

En udgangseffekt på 10 W PEP forekommer rimelig, da dette effektniveau er til at opnå med enkelt transistor i PA-trin-net. Desuden er 10 W et passende niveau til at udstyre et eventuelt større PA-trin.

Et PA-trin til 50 MHz kan let laves med et gain på 15 dB, svarende til en udgangseffekt på 250-320

W, og så rækker en A-licens heller ikke længere.

Da transverteren også skal kunne bruges til SSB, må PA-trinnet nødvendigvis være lineært. Et arbejds punkt i klasse AB er nok at foretrække.

For at undgå forstyrrelser af lokalradioerne på 100 MHz må den 2. harmoniske være effektivt dæmpet, d.v.s. der skal være et godt lavpasfilter efter PA-trinnet.

I modtagerdelen skal støjtallet være lavt, samtidig med at dynamikområdet skal være stort, desuden skal 28 MHz signalet være godt dæmpet, da der ellers er risiko for, at kraftige 28 MHz signaler slår igennem. Endvidere skal 22 MHz udstrålingen være rimeligt dæmpet både mod 50 MHz siden, men også med 28 MHz modtageren.

Efter disse overvejelser endte designmålet med følgende udgangsspecifikationer:

Acceptable modulationsarter: CW, SSB, FM

Modtager støjtal: < 2 dB

Modtager gain: > 3 dB incl. blandertab

Modtager 3. ordens interceptpunkt: > -10 dBm

Modtager 28 MHz dæmpning: > 70 dB

Modtager 22 MHz udstråling antenne: under 1 nW

Modtager 22 MHz udstråling 28 MHz udgang: under 100 nW

Sender udgangseffekt: 10 W PEP

Sender 3. ordens intermodulation ved 10 W PEP: > -22 dB under hver tone

Sender 28 MHz inputniveau: < +20 dBm

Sender harmonisk dæmpning: > 63 dB

Sender 44 MHz og 56 MHz dæmpning: > 70 dB

Sender øvrige spurioussignaler: > 60 dB

## Tabel 1 Designmål

I fig. 2, 3, 4 og 5 er vist detailldiagrammer af transverteren. Fig. 2 viser modtagerblenderen og 22 MHz oscillatoren, fig. 3 viser senderblenderen med filter, fig. 4 viser PA-trinnet og fig. 5 viser spændingsstabilisator samt antenne og spændingsskiftet.

I tabel 2 er angivet spoledata for de anvendte spoler.

## 3. Modtageren og 22 MHz oscillatoren

I modtageren forstærkes 50 MHz signalet i Q01 og føres via et båndpasfilter L02, L03, C03, C05, C06 til blenderen AR01, der er en dobbelt balanceret diodeblender.

På blenderens udgang findes nu 2 signaler, nemlig det ønskede på 28 MHz og spejlproduktet på 72 MHz. Via lavpasfilteret L06, L07 og C08 føres 28 MHz signalet til HF-modtageren, mens 72 MHz signalet via højpasfiltret C07, C09 og L03 afsættes i R04.

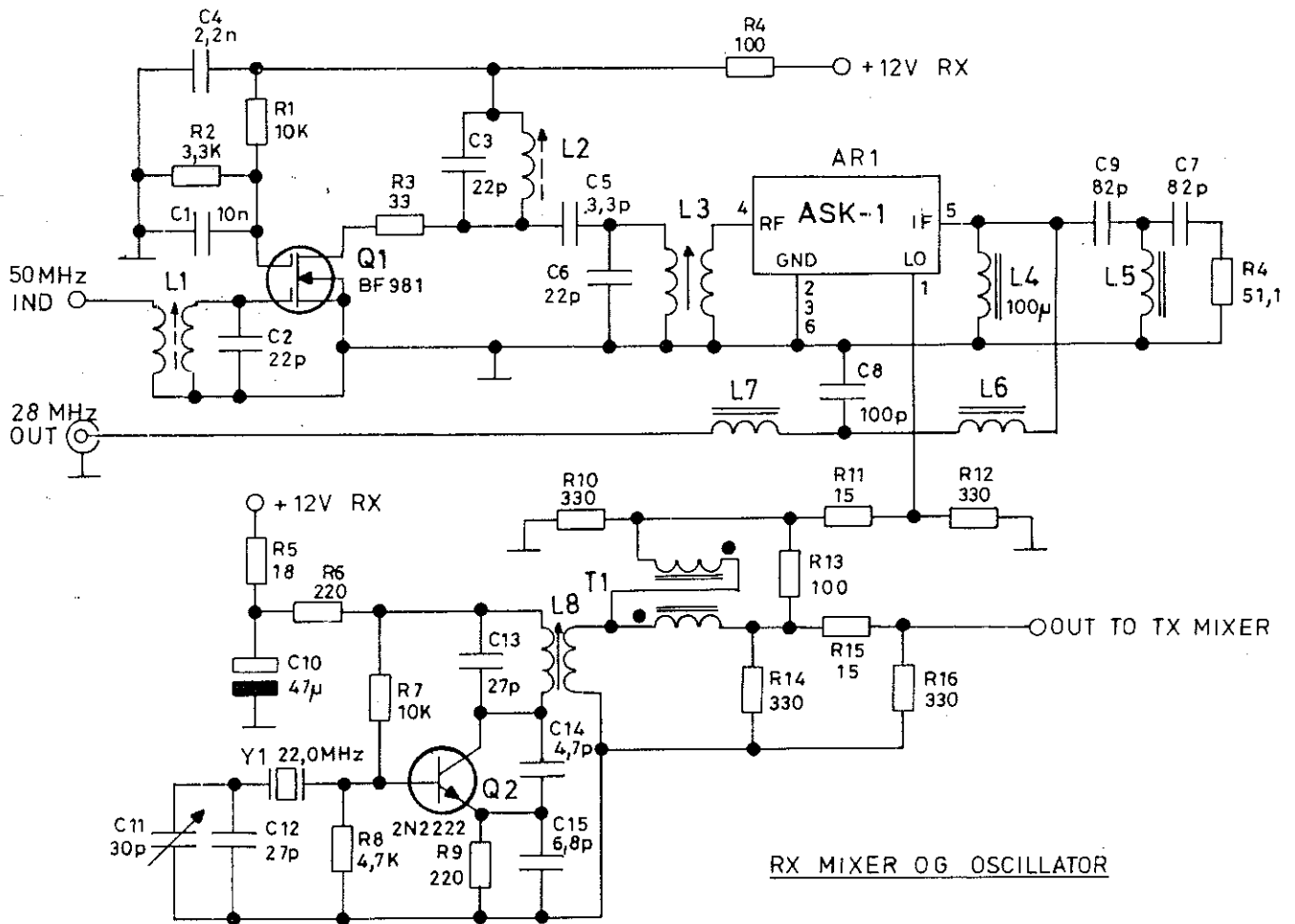


FIG. 2

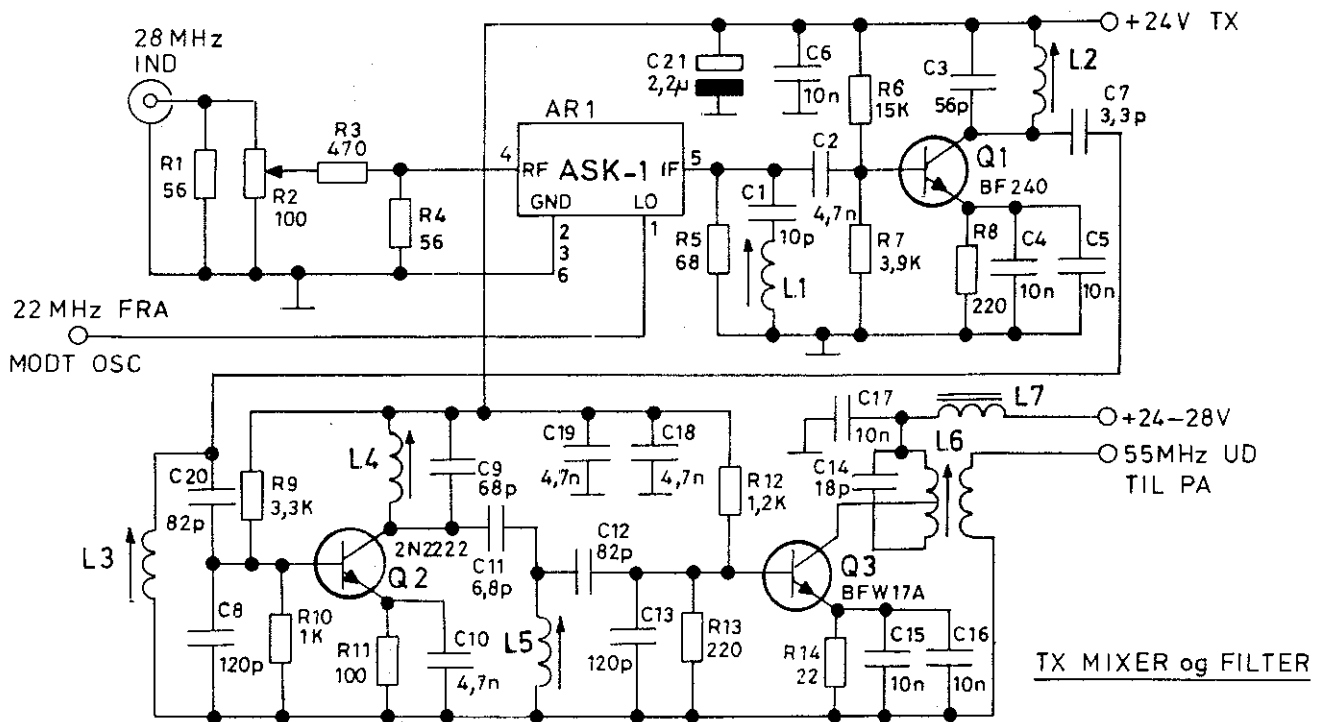


FIG. 3

22 MHz oscillatoren med Q02 er en parallelresonansoscillator, der udmærker sig ved at have et stort output, så yderligere forstærkning af 22 MHz signalet ikke behøves

Efter filtrering i kollektorkredsen deles 22 MHz signalet i splitteren T01 og R13 til hhv modtager- og senderblender.

For at sikre, at de 2 blandere er belastet korrekt på deres lokaloscillatorporte er der mellem splitter og blander indsat en 3 dB attenuator til hver blander.

#### 4. Senderblender og filter

Sendersignalet fra HF-senderen føres via en variabel attenuator R01-R04 til indgangen af senderblanderen AR01, som er af samme type som anvendt i modtageren. Med potentiometeret R02 kan effekten fra styresenderen indstilles til korrekt niveau.

På blanderens udgang er anbragt en 28 MHz sugkreds bestående af L01 og C01.

Efter forstærkning i Q01 filtreres 50 MHz signalet i båndpasfiltret L02, L03, C03, C07, C08 og C20, hvorefter det forstærkes i Q02 og sendes gennem endnu et båndpasfilter bestående af L04, L05, C09 og C11-C13.

Efter dette andet båndpasfilter er signalet nu rent nok til, at den egentlige effektforstærkning kan begynde.

Sidste trin er Q03, der lige som Q01 og Q02 kører i klasse A. Q03 er i stand til at afgive 400 mW PEP i 50 ohm. Kan man nøjes med denne effekt, kan lavpasfiltret fra fig. 4 sættes efter Q03.

#### 5. PA-trinnet

PA-trinnet er et ordinært smalbandsafstemt trin, der arbejder i klasse AB.

Trinnet får bias via R01, R04 og D01. Modstands- og kondensatorkombinationen R03-R04, C05-C08 samt kollektorkondensatoren C21 beroliger trinnet, så det ikke selvsvinger. Transistoren Q01 er en 175 MHz PA transistor, så den har ret stort gain på 50 MHz, det er derfor nødvendigt at berolige den lidt.

Efter PA-trinnet følger et lavpasfilter bestående af L05-L06 og C16-C19.

På indgangen af lavpasfiltret er anbragt en detektor til et ikke særligt nøjagtigt relativt outputmeter.

#### 6. Antenne- og DC skift

Antenne- og DC skift foregår med 2 stk. 12 V relæer, der får deres arbejdsspænding fra 12 V regulatoren

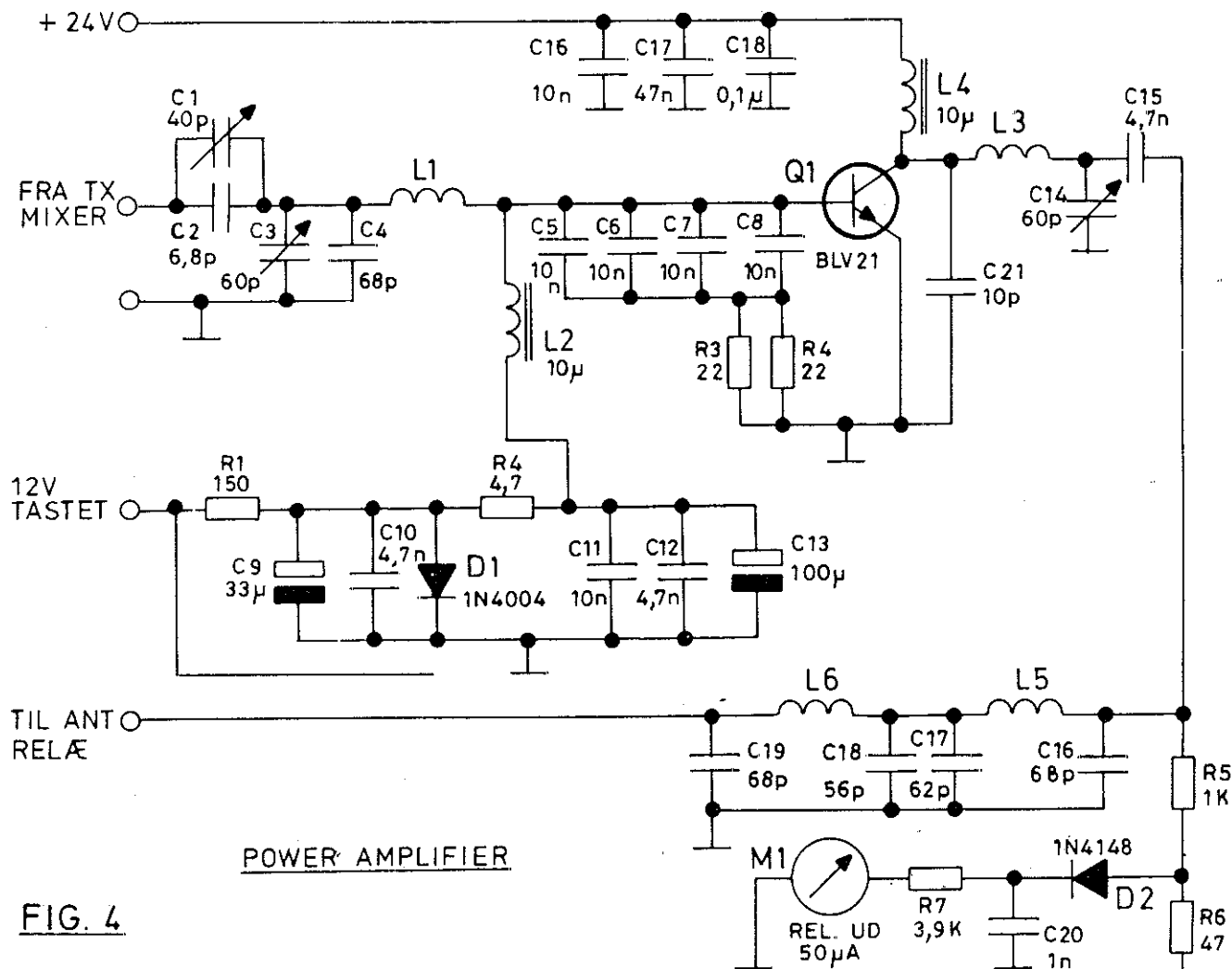


FIG. 4

U01. Transverteren nøgles ved at jorde terminalen mærket »Key«. Der er ingen pre- eller postkeying, men jeg har ikke observeret problemer af den grund. Antennerelæet K02 skal naturligvis være rimeligt kapacitetsfattigt for at få en god isolation. Antennerelæet fra en gammel taxiradio kan anbefales.

## 7. Optrimning

Da der stadig ikke er en komplet byggebeskrivelse, skal optrimningen beskrives kortfattet.

Der er ikke store problemer forbundet med at trimme transverteren. Er man i stand til at bygge den uden at ødelægge noget, er man også i stand til at trimme den.

Oscillatoren justeres til maximum signal ud ved hjælp af L08, og frekvensen lægges på plads med C11.

Modtageren justeres til maximum gain i båndpasfiltret og til bedst følsomhed i forkredsen.

I sendeblanderen justeres de 2 båndpasfiltre til maximum signal, og det samme gælder for udgangskredsen L06. Det vil undervejs være klogt at slukke for skiftevis 22 MHz signalet og styresignalet på 28 MHz. Output skal da forsvinde, gør det ikke det, er der enten selvsving, eller der er trimmet til 44 MHz eller 56 MHz.

PA-trinnet justeres ligeledes til maximum udgangseffekt, og også her kontrolleres, at der ikke forekommer selvsving.

Til sidst justeres styreniveauet til sendeblanderen med R02 til en udgangseffekt på ikke mere end 10 W PEP.

## 8. Målte resultater

På det eksemplar, jeg har bygget, har jeg målt følgende resultater, målt ved 28 V forsyningsspænding.

### Modtagersiden

Modtager følsomhed for 12 dB SINAD 50,1 MHz: -124 dBm

Modtager følsomhed for 12 dB SINAD 51,7 MHz: -124 dBm

Modtager følsomhed for 20 dB SINAD 28,1 MHz: -48 dBm

Modtager følsomhed for 12 dB SINAD 6,1 MHz: -15 dBm

Dette giver en 28 MHz dæmpning på 76 dB og en 6 MHz dæmpning på 109 dB.

Modtager 3. ordens interceptpunkt (tosignalmåling 50,050 MHz og 50,150 MHz, inputniveau -19 dBm PEP): 4,5 dBm

22 MHz udstråling på antennen: < -90 dBm

22 MHz udstråling til 28 MHz modtageren: -52 dBm

44 MHz udstråling på antennen: < -90 dBm

44 MHz udstråling til 28 MHz modtageren: -61 dBm

### Sendersiden

Sender udgangseffekt: 11 W PEP

3. ordens intermodulationsdæmpning ved 11 W PEP: 24,4 dB

22 MHz dæmpning: > 80 dB

28 MHz dæmpning: 80 dB

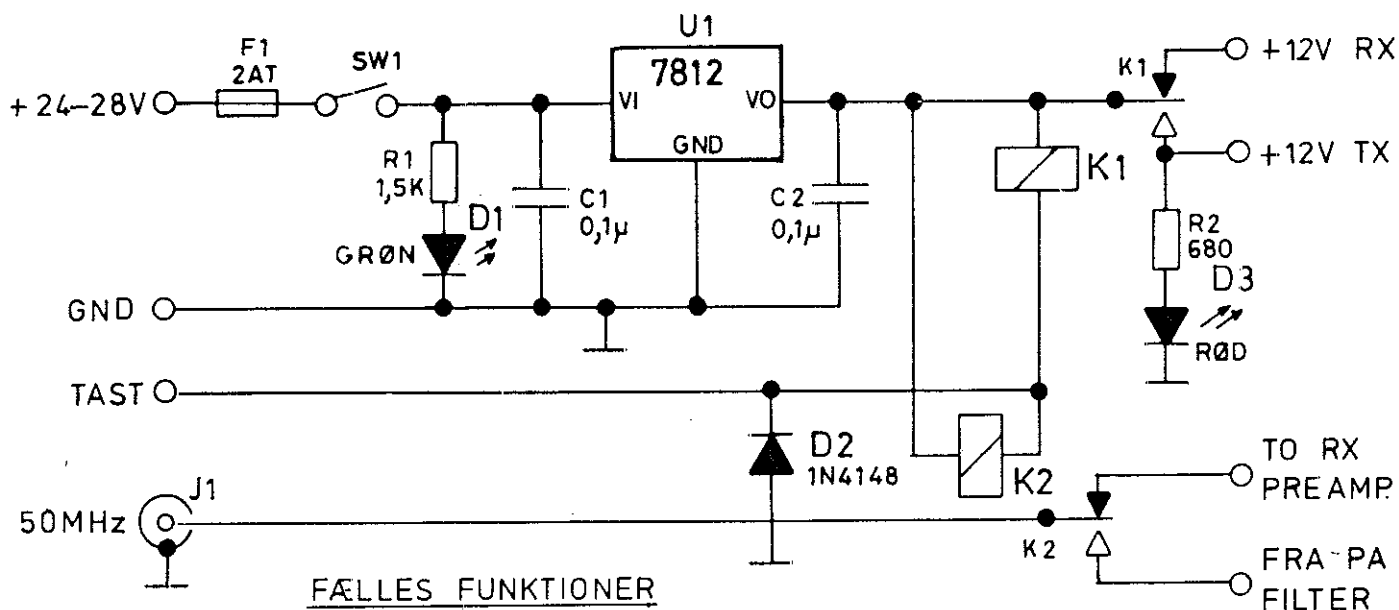


Fig. 5

44 MHz dæmpning: 76 dB  
 56 MHz dæmpning: > 80 dB  
 Harmonisk dæmpning 100 MHz: 57 dB  
 Harmonisk dæmpning 150 MHz: > 66 dB  
 Harmonisk dæmpning 200 MHz: > 66 dB  
 Øvrige spurious dæmpning: > 66 dB  
 28 MHz inputniveau for 11 W PEP: 14 dBm PEP.

Fig. 6-9 viser nogle af de ovennævnte måleresultater.

I fig. 6 er vist modtagerens intermodulationsprodukter ved et input niveau på -19 dBm PEP. Heraf kan modtagerens 3. ordens interceptpunkt findes til +4,5 dBm og gain fra antennerterminal til transverter modtagerudgang til 4 dB. At jeg ikke har målt støjtallet skyldes, at jeg ikke kender støjbåndbredden af min HF modtagers mellemfrekvensfilter.

Antages denne nu at være 3 kHz, fås et støjtal for hele modtagerkæden, d.v.s. transverter og HF modtager på 3,2 dB. På grund af det lave gennemgangsgain i transverteren skyldes en stor del af støjtallet oprindeligt HF modtageren.

Fig. 7 viser senderens udsendte spektrum ved en udgangseffekt på 11 W PEP, som det ses, er lineari-tetskravet rigeligt opfyldt. I fig. 8 og 9 er vist det udsendte spektrum ved 11 W CW udgangseffekt i området 0-100 MHz hhv. 1-200 MHz.

Det ses, at det eneste signal, der ikke opfylder de stillede krav, er 2. harmonisk på 100 MHz, hvor der mangler 6 dB.

Af hensyn til eventuelle forstyrrelser af lokalradioer på 100 MHz, bør man nok overveje at benytte et bedre lavpasfilter.

Et 5. ordens elliptisk filter med notchene lagt rigtigt skulle kunne klare problemet.

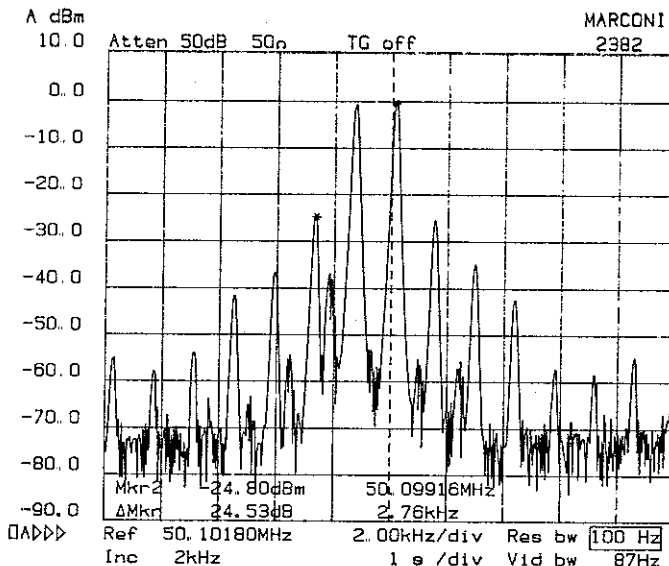


Fig. 7. Senderens udsendte spektrum e 11 W PEP.

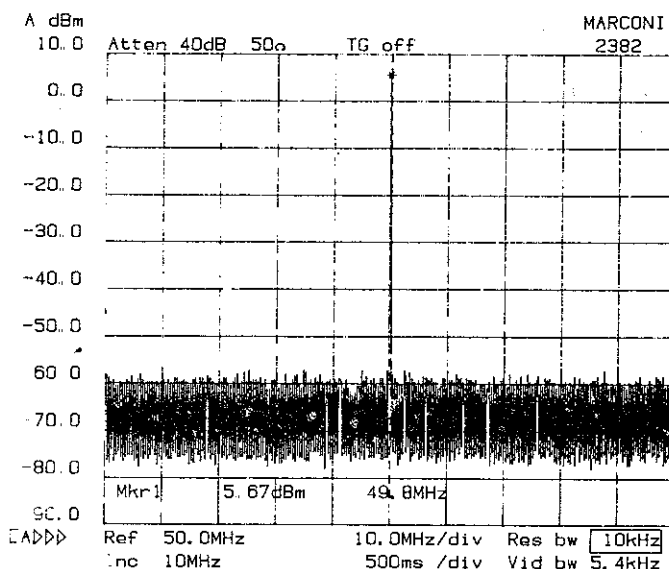


Fig. 8. Senderens udsendte spektrum 0-100 MHz

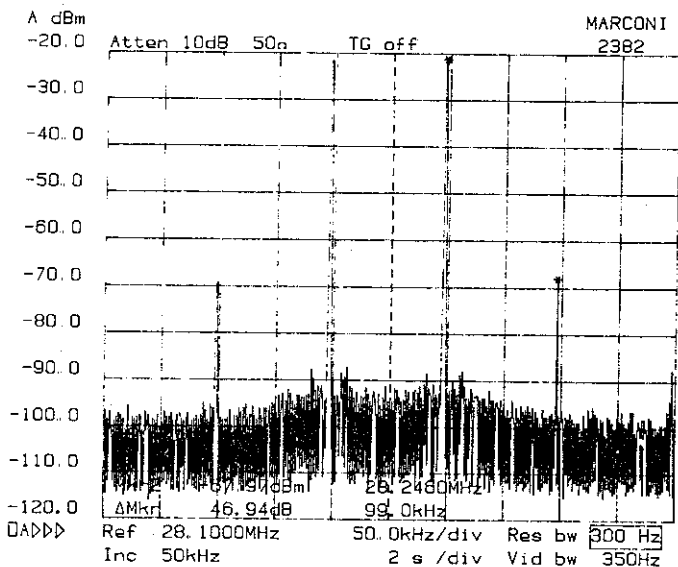


Fig. 6. Modtagerens interceptpunkt.

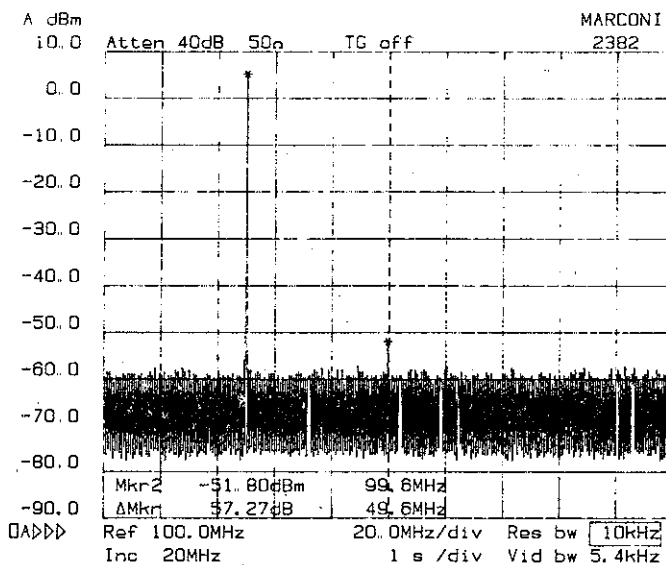


Fig. 9. Senderens udsendte spektrum 0-200 MHz.

## 9. Afsluttende bemærkninger

At jeg anvender en forsyningspænding på 28 V og ikke som normalt 12 V skyldes, at jeg havde et ønske om, at mine 10 W på antennen skulle lyde pænt, og det er meget lettere at lave et lineært PA-trin på 28 V, end det er på 12 V.

Vil man absolut lave det hele til 12 V, kan udgangs-transistoren i senderblenderen formentlig erstattes af en 2N4427 og PA-transistoren af en BLV11 eller BLY88.

Som sædvanlig med mine konstruktioner findes der ikke noget printudlæg, alt er bygget i luftmontage, hvert trin i sit lille rum med skærme imellem. Det ser ikke synderligt godt ud, men det virker.

Som HF radio benytter jeg en Kenwood TS520, som er født med transverterstik på bagpladen, ligesom den er i stand til at nøgle transverteren via et transverter styrestik.

Nogle vil måske savne en ALC, men med en effekt på 10 W har jeg ikke fundet det nødvendigt, da det er begrænset, hvad en TS520 kan afgive på sin transverterudgang. Skal transverteren bruges sammen med en moderne HF-radio uden separat transverterudgang er en ALC nok at foretrække.

Til sidst en opfordring til eventuelle efterbyggere. Lad være med at skrue højere op for sendereffekten end ca. 11 W. Transistoren kan let afgive over 20 W PEP, men dels holder den næppe til det i længden, og dels bliver sendersignalet meget forvrænget. I fig. 10 er vist det udsendte spektrum ved 20 W PEP. En sammenligning med fig. 7 viser klart, hvor forvrænget og bredt signalet er blevet. Dette forvrængede signal er der ingen, der har glæde af, især ikke ens naboamatører.

Med denne artikel håber jeg at have vist, at det ikke er særlig kompliceret at komme i gang på 50 MHz, som er et meget spændende bånd.

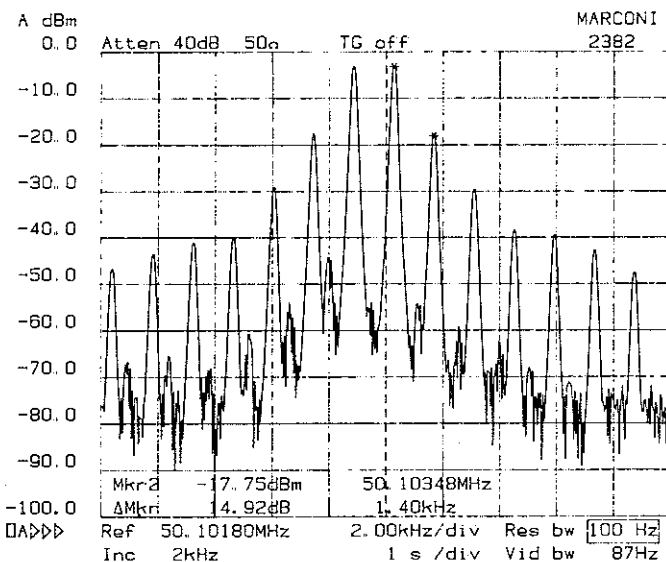


Fig. 10. Senderens udsendte spektrum e 20 W PEP.

## Modtager og oscillator

L01,03: 8 vgd. 0,2 mm tråd på Vogt spoleform, link 2 vdg.

L02: 8 vgd. 0,2 mm tråd på Vogt spoleform

L05, 06, 07: 8 vgd. 0,4 mm tråd på Amidon T30-6 toroid

L08: Toko MF dåse type 78C022

T01: 2x14 vgd. bifilart 0,2 mm tråd på Amidon T30-6 toroid

## Senderblender

L01: 12 vdg. 0,2 mm tråd på Vogt spoleform

L02, 03: 5,5 vdg. 0,2 mm på Vogt spoleform

L04,05: 5 vdg. 0,2 mm tråd på Vogt spoleform

L06: som L05, udtag 1 vdg. fra kold ende, link 1 vdg.

## PA-trin

L01: 6 vdg. 0,4 mm tråd, 4 mm indre diameter, tæt-viklet

L03: 5,5 vdg. 0,8 mm tråd, 7 mm indre diameter, tæt-viklet

L05, 06: 7 vdg. 0,8 mm tråd, 8 mm indre diameter, spacing 0,5 mm.

Alle øvrige spoler er lav Q drosselspoler.

## Vogt spolerne

Spoleform: nr. 303 01 9031

Kerne: Fi150 nr. 032 150XX

Kappe: Fi150 nr. 200 07 150 10

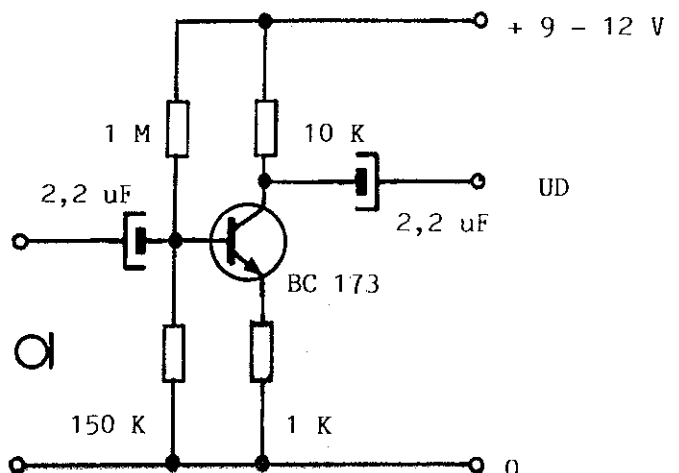
Tabel 2 Spoledata



## Bedre modulation?

En lille, nem mikrofonforstærker med god modulation og ringe forvrængning. Af hensyn til brumfølsomhed skal den indbygges i en lille metalkasse eller monteres indvendigt i stationen. Der er en forstærkning på ca. 10 gange - lyder måske ikke af så meget, men kan være tilstrækkeligt i praksis. Komponenterne er ikke kritiske.

OZI AKD





Generalagent for  
**YAESU MUSEN**

**BETA FON**

ISTEDGADE 79 1650 KØBENHAVN V. · TELEFON 31 31 02 73

## 50 MHz transverter, efterskrift

Af OZ7TA Jørgen Kragh, Forelvej 25, 3450 Allerød

### Rettelse og kommentar

Af en medamatør, der ringede til mig er jeg blevet gjort opmærksom på en fejl i diagrammet fig. 2 i min artikel om en 50 MHz transverter, OZ juli 1990.

Det drejer sig om C14, der fejlagtigt fra min side er angivet at være 18 pF. Med den værdi kan kredsen ikke komme i resonans ved 50 MHz. Den korrekte værdi er 39 pF.

Desuden diskuterede vi kollektorudtaget for Q3 i samme figur. Regner man kollektorbelastningen ud, viser den sig at være så lav, at det næppe er muligt at få 400 mW ud af trinnet. Jeg har imidlertid valgt den meget lave kollektorimpedans ud fra, at trinnet sammen med PA-trinnet så har en meget lav intermodulationsforvrængning. Vil man kun køre med Q3, altså uden PA-trinnet, skal kollektorimpedansen sættes noget op, for at få 400 mW ud af trinnet.

### En 12 V udgave

Som bekendt er transverteren i OZ juli 1990 beregnet til 24 V forsyningsspænding. Det er imidlertid en smal sag at bygge den om til 12 V, da det kun er driver og PA-trin, der kører på 24 V, alle de andre trin kører på 12 V.

Fig. 1 viser de modificerede trin. Komponentnummereringen er fortsat fra fig. 3 i den oprindelige artikel, således at fig. 1 blot skal hægtes efter fig. 3 og efterfølges af lavpasfiltret fra fig. 4.

I fig. 5 udelades U1 og R1 ændres til 680 Ω.

I 12 V udgaven er udgangseffekten 9 W PEP ved en 3. ordens intermodulationsdæmpning på 23 dB, altså en smule ringere end ved 24 V versionen, hvad der også er at forvente.

Alle øvrige data er de samme som for 24 V versionen.

### Spoledata

L08: 5 vdg. på Vogt spoleform med kappe og kerne

L09: 4 vdg. 0,4 mm tråd, 5 mm indre diameter, spacing 1 mm

L12: 5 vdg. 0,8 mm tråd, 8 mm indre diameter, spacing 0,5 mm

Spoleform: Vogt nr. 303 01 9031

Kerne: Vogt nr. 032 13 150xx

Kappe: Vogt nr. 200 07 15010

