

neutrodynstabilisering, da modstanden på 2 kohm parallelt over indgangskredsen gør opstilling stabil.

På udgangen er der foretaget en ensretning af HF-signalet til en relativ PWR visning. Kredsløbet vil kun måle HF-spændingen, som vil være stærkt afhængig af impedansen og dermed standbølgeforholdet. En eventuel kalibrering vil kun gælde for en specifik impedans. Det vil derfor kun kunne anvendes til at tune PA-trinnet til max. output, hvilket i sig selv er praktisk og standbølgeforholdet er kendt og konstant (forhåbentlig da).

Ved køling af 4CX250B rør lader man sædvanligvis køleluften passere igennem rørets katode/gitter og leder den derfra omkring anoden ved hjælp af en skorsten. Bagdelen herved er, at gitteret har en stor luftmodstand og den anvendte blæser skal derved være i stand til at levere et ganske betragteligt tryk for at presse den nødvendige mængde luft igennem såvel gitter som anode. Behovet for køling af gitteret er selvsagt langt mindre end køling af anoden, og det er derfor spild af blæserkapacitet at anvende denne form for køling. I stedet kan man nøjes med en blæser som er i stand til at levere ca. halvdelen af det tryk, som skulle anvendes ved at lede luften ind i gitterkammeret.

Ifald anodekammeret sættes under tryk skal den anvendte blæser være i stand til at levere 0,2 m<sup>3</sup>/min ved et tryk på 8 mm vandsøjle, hvilket er, hvad de

fleste aksialblæsere er i stand til at præstere. Det mindre lufttryk medfører i sig selv en mindre blæserstøj, og aksialblæsere er grundet lavere omdrejningstal oftest mindre støjende end radialblæsere. Denne form for køling nødvendiggør en anden type skorsten end den normalt anvendte SK-606, idet luften udelukkende skal ledes omkring anoden.

Jeg har i denne opstilling anvendt to aksialblæsere, da en yderligere køling forlænger rørets levetid. Den ene blæser sender luften ind i anodekammeret, mens den anden er placeret i toppen af rørets skorsten og suger luften ud herfra.

Strømforsyningen er enkelt opbygget. Skærmgitterforsyningen er lavet med zenerdioder, hvor selve forspændingen kommer fra anodeforsyningen. Derved opnås, at skulle anodeforsyningen svigte (hvad den ikke gør) vil gitterforsyningen også afbrydes. Man undgår derfor tetrodeejersens mareridt, hvor skærmgitteret begynder at opføre sig som en anode, og så er det godnat med det rør. Samtidig virker faldmodstandene også som bleeder modstand for selve anodeforsyningen.

Når anodeforsyningen tændes, vil ensretterdioderne se direkte ind i en kortslutning i form af en afladet filterkondensator. For at beskytte dioderne, er der på primærsiden af anodetransformatoren indsat en modstand på 100 ohm i serie med lysnettet. Et 12

V relæ med en elektrolytkondensator monteret parallelt fødes fra ensrettet lysnetsspænding og vil efter et par sekunders forsinkelse, grundet opladning af elektrolytkondensatoren, slå til og kortslutte modstanden på de 100 ohm. Størrelsen af faldmodstanden til relæet vil afhænge af den strøm relæet behøver for at trække.

Styregitterforspændingen skal ligge omkring -45 V. Denne kan varieres med P2 og stilles, så røret trækker ca. 50 mA i anodehvilestrøm.

Er man på field-day kan det være praktisk at kunne monitorere 220 V forsyningen fra generatoren. Derfor er der foretaget en ensretning af glødespændingen, og man kan da kalibrere meteret efter behov ved hjælp af P3 således, at man kan måle variationen og størrelsen af generatorspændingen.

### Konstruktion

PA-trinnet udmærker sig ved, at man i høj grad kan anvende de forhåndenværende materialer. Ingen af komponentværdierne er således specielt kritiske. Dette er især gældende for strømforsyningen, og man kan betragte min konstruktion som et ide-oplæg. Der er ikke lavet noget print-layout til gitterforsyningerne, og opstillingen kan snildt opbygges på et stykke hulprint i europaformat.

PA-trinnet er opbygget af to kabinetter sat sammen til henholdsvis et anode- og et gitterkammer, se fig. 1. Der kan anvendes alle slags metalkabinetter til formålet, dog skal de selvfølgelig have den nødvendige størrelse. Selv har jeg anvendt to siluminkasser, men de mere prisbillige kabinetter af Latek serien, som forhandles af bl.a. Vejle R. C. Elektronik, vil også være velegnede.

Der er ikke angivet nogen mål på anbringelse af de forskellige komponenter det være sig drejekondensatorer, spoler m.m. De fleste vil anvende de forhåndenværende komponenter d.v.s. alle mulige og umulige størrelser af drejekondensatorer og desuden er placeringen af såvel kondensatorer som spoler ukritisk, blot skal man sørge for tilstrækkelig afstand

såvel indbyrdes som til stel, da det er højspænding, vi arbejder med.

I stedet for fingerstock til at skabe forbindelse til rørets anode er der anvendt en af isenkremmers slangeklemmer til den uhyrlige pris af 6,85....

Til overføringskondensatoren mellem anode og anodekreds kan der anvendes en specialkondensator på 1 nF, 3 kV eller derover til formålet, eller den kan erstattes af 2 sikkerhedskondensatorer på 1 nF, 5 kV i parallel.

Kølingen foregår som beskrevet ved at sætte anodekammeret under tryk, og den nødvendige skorsten er fremstillet ved hjælp af et stykke 50 mm plastic nedløbsrør forsynet med en studs af selvklæbende teflonfolie, der slutter tæt til rørets anode. Derved opnås en langt mere effektiv og samtidig støjsvag køling end ved at lade luften passere rørets katode og gitter. For at sikre den nødvendige køling af gitteret bores der to 8 mm huller i gitterkammeret, således at en mindre del af luften ledes denne vej.

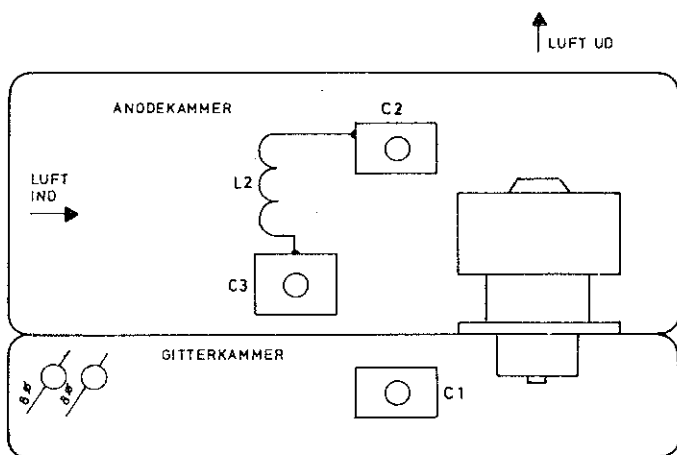
Til højspændingen er der anvendt et BNC stik isoleret fra stel med en teflonstuds og til højspændingskabel er der anvendt et stykke almindeligt tændingskabel. Der er selvfølgelig ikke anvendt samme stiktype til HF'en, og der kan anvendes PL eller N-connectorer til denne efter behag.

Af antennerelæer kan der anvendes alt fra HF-relæer af god kvalitet til relæer decideret beregnet til VHF/UHF.

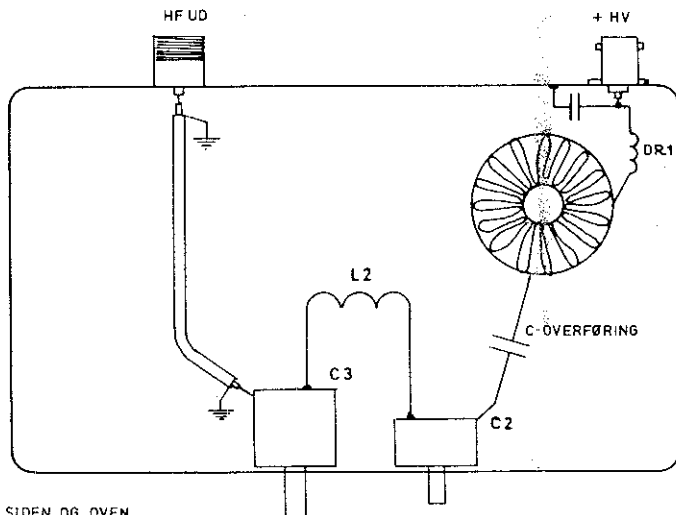
### Sekvensstyring

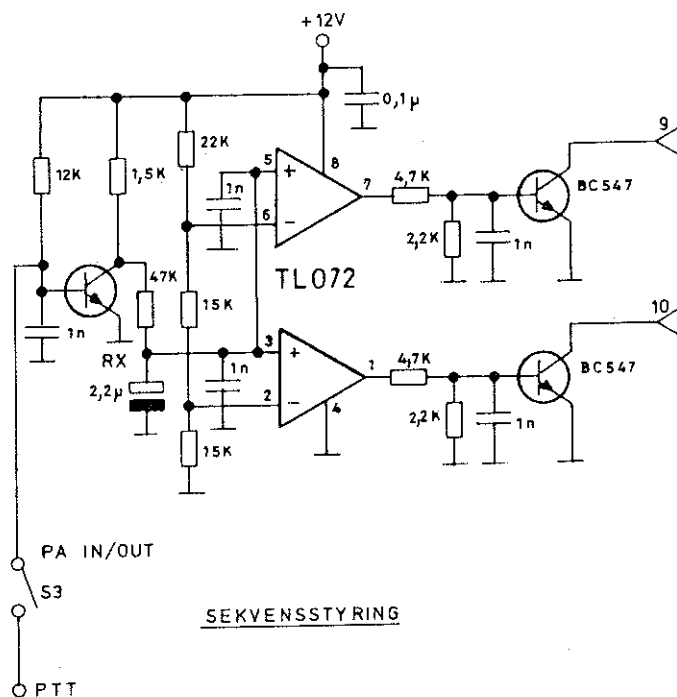
For at beskytte antennerelæer og HF-trin er der i PA-trinnet indbygget en sekvensstyring, som sørger for, at PA-trinnet ikke kan tæste, før antennerelæet er skiftet og at antennerelæet ikke slipper, før HF'en er væk.

To operationsforstærkere er koblet som komparatorer, og ved hjælp af modstanden Rx på 47 kohm samt kondensatoren Cz på 2,2 uF bestemmes skiftetiderne. Når basis på T1 jordes, går kollektoren „høj“ og spændingen på de non-inverterende irdgange på



PA-TRIN SET FRA SIDEN OG OVEN





operationsforstærkeren vil stige som en funktion af R/C forholdet  $R_x/C_z$ . Den operationsforstærker, der har den laveste forspænding på den inverterende indgang, vil da skifte først. T2 og T3 vil gå on med et tidsinterval imellem hver, igen bestemt af  $R_x/C_z$ . Forbindes T2 til antennerelæet og T3 til PA-trinnet, vil antennerelæet altid trække før PA-trinnet skiftes og slippe efter PA-trinnet er tastet ud. I den her viste opstilling er forsinkelsen på omkring 100 ms.

Opstillingen kan efter behag udvides med et uendeligt antal operationsforstærkere således at man kan styre alt hvad man nu har behov for. Bemærk, at samtlige indgange på operationsforstærkerne er koblet med 1 nF så HF ikke er i stand til at trigge opstillingen. For at afkoblingen skal være ordentlig, er det nødvendigt at kondensatorerne har fat i et ordentlig stelplan. Dette er især vigtigt når man som

jeg har flikket det hele sammen på et stykke hulprint i europa-kort format.

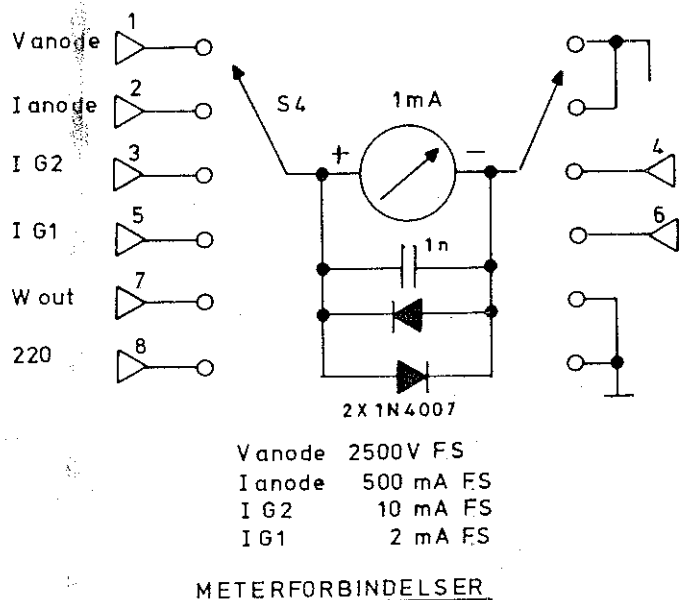
### Forstyrrelser

Endnu engang vil jeg understrege vigtigheden i ikke at anvende dette PA-trin ved den mindste mistanke om TVI eller BCI. Vi har stadig kun fået tildelt 50 MHz på forsøgsbasis, så det gælder om at gå stille med dørene.

Desværre har jeg ingen adgang til spektrum-analyser, så jeg er ikke i stand til at opgive størrelsen af PA-trinnets harmoniske. Ved hjælp af en almindelig målemodtager har jeg dog konstateret, at selv uden anvendelse af et lavpasfilter er de harmoniske meget langt nede.

Det har såvel her som i andre artikler flere gange været understreget, at man skulle sørge for at den 2' en harmoniske på 100 MHz var kraftigt dæmpet for at undgå BCI i FM båndet. Til det formål har der været bragt flere konstruktioner af såvel konventionelle lavpasfiltre, som filtre der specielt dæmpede den 2' en harmoniske. Til min egen forbløffelse konstaterede jeg, at selv med et rigtigt godt lavpasfilter og kvartbølge sugekredse til 100 MHz havde jeg stadig en særdeles kraftig forstyrrelse i min egen FM radio på 100 MHz, og det med et output på mindre end 10 watt. Det skal bemærkes, at FM radioen er tilsluttet et fællesantenne anlæg, hvis antenne befinder sig mere end 500 meter fra min QTH.

Efter konsultation hos andre amatører som vidste betydeligt mere om den slags end mig selv, viste det sig at problemet ikke var den 2' en harmoniske, men 50 MHz signalet selv. Et kraftigt 50 MHz signal er nemlig i stand til at overstyre FM modtagerens HF-trin og mixer i en sådan grad, at de dannede forvrængningsprodukter, bl.a. indeholdende den 2' en



harmoniske af 50 MHz og derved er i stand til at forårsage kraftig BCI.

Løsningen var da at forsyne FM modtageren med et højpasfilter i indgangen samt at anbringe en ferritkerne uden om selve coaxkablet for at forhindre 50 MHz signalet i at komme ind i FM-modtageren. Herefter var det muligt at køre med 300 watt output på 50 MHz og et simpelt 3-polet lavpasfilter efter senderen uden nogen form for BCI.

### Filtrering

Efter denne snak om lavpasfilters ringe nytteværdi er det på sin plads med et af slagsen, for selvfølgelig er et ordentlig filter en nødvendighed efter enhver sender.

Det største problem ved filtre til QRO PA-trin er at kondensatorene skal være tabsfrie samt kunne klare en høj spænding. I den her viste konstruktion af et 5-polet T-filter er kondensatorene fremstillet ved hjælp af 1 mm dobbeltsidet glasfiberprint, og de kan sagtens klare, at der hældes 300 watt igennem filtret.

Filtret er bygget op af printplade, og C1 og C2 anvendes som skillevægge/afskærmning, således at spolerne i filtret ikke kan påvirke hinanden. -3 dB punktet ligger på 55 MHz, og lad det være sagt straks: optrimningen af filtret er noget hysterisk. Såfremt du ikke er i besiddelse af en spektrumanalyzer og en sweep-generator, må du være forberedt på at bruge en eftermiddag til at få i spolerne indtil filtret ligger, hvor det skal.

Endnu engang må jeg beklage ikke at kunne bringe nøjagtige målinger på filtret, men indsætningstab er ved omhyggelig justering meget lavt og dæmpningen af den 2' en harmoniske er større end 30 dB.

Udover filtrering på sendersiden er PA-trinnet selvfølgelig også forsynet med et passende netfilter. Alt efter temperament kan man anvende det her viste eller bruge hvad man nu har ved hånden, men filter på nettet skal der, såfremt du ønsker at kunne sigé god for dit eget udstyr.

### Optrimning

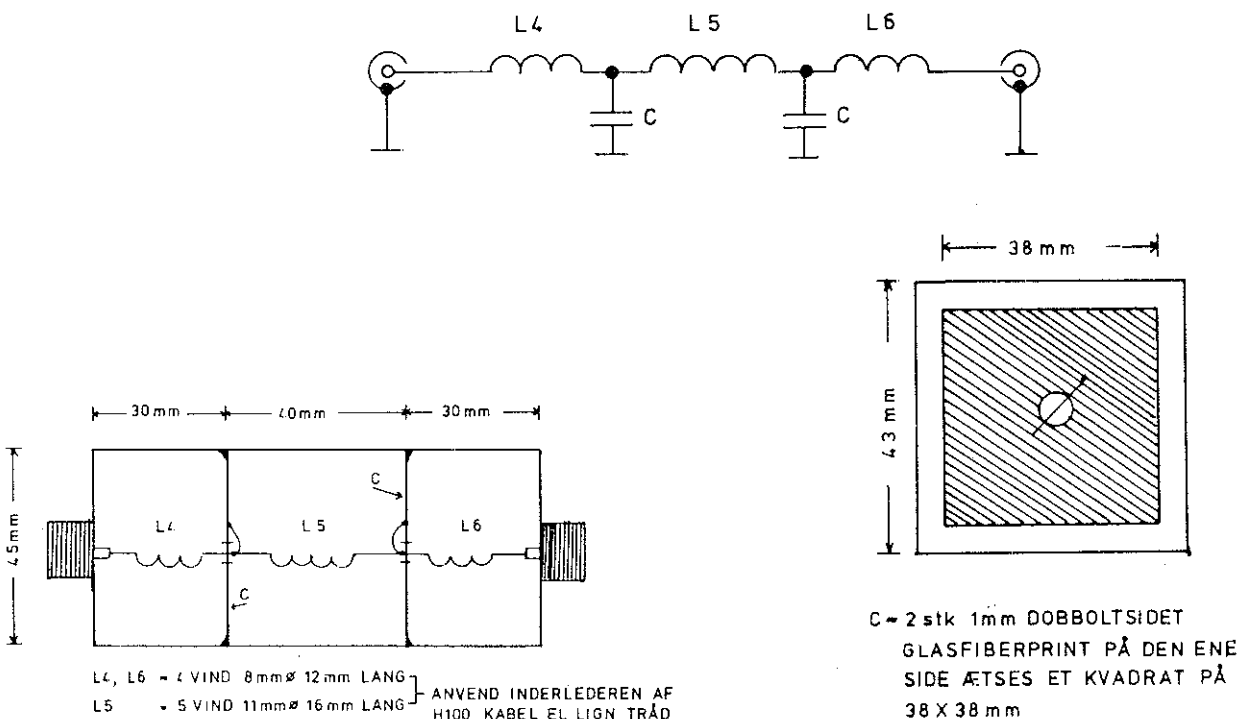
Kontroller først, at der ingen kortslutninger er og se efter eventuelle glemte metalspånér og lign.; da vi arbejder med en anodespænding på over 2 kV, er dette selvsagt temmeligt vigtigt. Start med at tilslutte glød og gitterforspænding. Slå anodespændingen til efter 2 minutters forløb, tast PA-trinnet og check, at der går ca. 50 mA i anodehvilestrøm og tilfór da styreeffekt. Juster til lavest mulige SWR på indfangen (bedre end 1:1,2), og max output på udgangen.

Pas på ikke at overstyre PA-trinnet og indsæt et dæmpeled i starten da det kun er nødvendigt med 1,5 watt til at styre PA-trinnet fuldt ud. Trim derefter til max. output og bedste virkningsgrad.

I praksis har PA-trinnet kørt upåklageligt og med den her anvendte blæserkøling er det absoluttermisk stabilt og er i stand til at tåle key-down, indtil din elregning siger stop!

### Data

- V Anode 1900 V
- I Anode tomgang 50 mA
- I Anode 260 mA
- I Gitter1 0 mA
- I Gitter2 4 mA
- PWR in 1,5 watt
- PWR out 300 watt
- Virkningsgrad ca 60%



## Efterskrift

Efter at have færdiggjort en konstruktion melder der sig selvfølgelig et utal af smarte ideer til hvordan det kunne have været gjort bedre. En mulighed som afgjort skal prøves, er det af G2DAF udviklede princip, hvor noget af styreeffekten ensrettes og anvendes til skærmgitterforspænding. Derved kan man ændre arbejds punktet med udstyringen og opnå at køre lineært samtidig med en virkningsgrad på 80 %. OZ1HZI har i OZ 1989 beskrevet et HF-PA med dette koncept, men det må også kunne lade sig gøre med et PA til 50 MHz. Problemet vil blot være at fremskaffe

ensretterdioder til denne frekvens, men muligt må det være.

## Stykliste

L1 = 6 vg. 12 mm dia. 30 mm lang. Udtag 1,5 vg fra den kolde ende.

L2 = 5 vg. 35 mm dia. 50 mm lang.

L3, L5 = 4 vg. 8 mm dia. 12 mm lang.

L4 = 5 vg. 11 mm dia. 16 mm lang.

Anvend inderlederen fra H-100 kabel eller tilsvarende til at vikle spolerne.

## Test af Yaesu FT-990

### Af TR og OZ5RM

Der er ingen tvivl om, at Yeasus nye MB/HF transceiver FT-990 skal være en konkurrent til Kenwoods TS-850 - og hvad dukker Icom så op med en skønne dag?

### Generelt, kredsløbsbeskrivelse

990'eren har indbygget 220 volt strømforsyning og vejer ca. 13 kg, og størrelsen gør den nem at tilpasse et 19 tommer racksystem om så ønskes

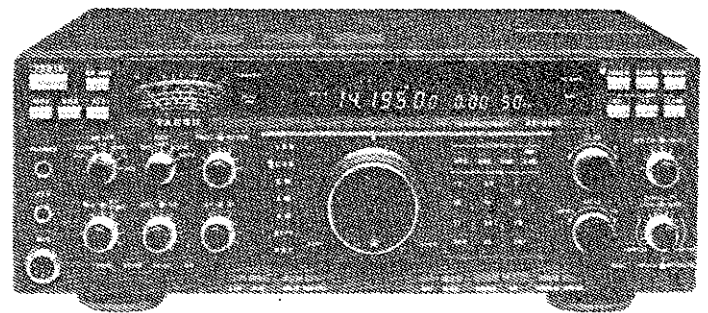
Selvfølgelig dækker modtageren fra under 100 kHz til 30 MHz, og mellemfrekvenserne er 47.21 MHz, 10.94 MHz og 455 kHz. Det afprøvede eksemplar var forsynet med 2.4 kHz og 500 Hz brede filtre - derudover kan der købes 2.0 kHz og 250 Hz filtre. Der er også mulighed for passbandtuning, ekstra digital filtrering på LF basis samt et variabelt notch filter i mellemfrekvensen

Senderen kan give de sædvanlige 100 watt output, idet manualen specificerer maxilmalt 50 % duty cycle ved 100 watt FM eller RTTY. Stationen har indbygget automatisk antenntuner, der kan 'huske' op til 39 indstillinger på båndene - dog ikke på 160 meter. Efterhånden bruges der en del digitalteknik i stationerne, og det er også tilfældet her: seks mikroprocessorer tager hånd om forplade in/out, audiofiltrering, frekvensstyringer, hukommelser, fjernstyring over RS232 og meget mere.

### Målinger på senderen

Outputtet er som før nævnt specificeret til 100 watt, og det var også tilfældet i praksis: på alle bånd varjerede det maximale output mellem 100 watt og 105 watt, altså inden for meget snævre grænser. Effekten kan skrues ned til 10 watt, og det passede også inden for mindre end 1 dB.

Når den automatiske antenntuner indkobles, vil den tune wattmeterets ret gode standbølgeforskel, så senderen belastes korrekt - ikke nogen vanskelig opgave, og det klares også på mindre end et par sekunder første gang på hvert bånd. Næste gang går det stærkere, da tunerens går ud fra den allerede en



gang fundne indstilling. Herved kan man måle, at tunerens spiser mindre end 1 dB, typisk omkring 0.7 dB, af udgangseffekten, når den indkobles.

### Målinger på modtageren

Ved SSB er følsomheden fra 0.22 uV EMK for 10 dB (S+N)/N på 160 og 80 meter, og 0.39 uV EMK på 10 meter. Disse tal gælder også ved CW og brug af det smalle filter. Der kan indkobles en 20 dB attenuator til at dæmpe kraftige signaler.

Følsomheden er altså ikke pint ud til det yderste, hvilket heller ikke er nødvendigt på HF båndene. Til gengæld er 3. ordens intermodulationsdæmpningen oppe på ca. 98 dB

LF frekvensgangen er i LSB stilling fra 250 til 2135 Hz, i USB stilling 290 til 2355 Hz mellem -6 dB punkterne, når 'IF Shift', altså passbandtuningen står i midterstilling. 'IF Shift' kan selvfølgelig flytte dette område op eller ned.

Sidebåndsstøj og reciprok blanding er målt på sædvanlig måde ved at tune mod et signal 100 dB kraftigere end grænsefølsomheden. I en frekvensafstand på ca. 16.7 kHz fra dette signal er støjen steget 3 dB over grundstøjen. 990'eren ligner helt FT-1000, og det er glædeligt at se, at Yaesu lægger vægt på dette punkt. Lytter man til støjen i praksis viser det sig, at oscillatorernes sidebåndsstøj og 'lækage' gennem filtrene af det modtagne signal giver nogenlunde lige store bidrag til støjstigningen, så tingene passer sammen.

S-meteret viste S9 for 170 uV EMK og S9+60 dB for 330 mV EMK; det sidste svarer faktisk til mere end 2 milliwatt på antennebøsningen - det forekommer ikke