

Repeaterteknik

Af OZ9ZI Steen Gruby, Høgevej 1, 3660 Stenløse

1. Hvad er en repeater?

Det er selvfølgelig i første omgang det vi alle ser/hører: en indretning til formidling af signaler over en større distance end normalt muligt. Dette forudsætter naturligvis, at den position, den pågældende repeater er placeret på, er bedre end den, hvor man selv befinder sig, og at følsomheden på repeaterens modtager, henholdsvis det output der er på senderen, er tilgodeset med tilstrækkelig gode data.

Det at bygge en sådan indretning er på mange måder en kompleks sag, hvor mange kompromis'er må indgås for at opnå rimelige driftsdata.

Lad os tage det fra en ende af, først:

2. QTH:

Den position, vi ønsker os for en repeater, er naturligvis det højeste punkt, der findes indenfor det område, hvor en placering kan komme på tale.

Der findes i den forbindelse to udveje: Placer repeateren ude på landet på et højt punkt hvor der hverken er andre kommercielle VHF anlæg, 220 V eller mast til antenner. Bekost selv en stor gittermast og nedgravning af kabel til 220 V. Så er man så dejlig alene på den QTH man har valgt, og på den måde få en »ren« position at arbejde fra. Der melder sig her andre problemer end dem af økonomisk art, nemlig med den termiske påvirkning udstyret udsættes for, da det i sådanne tilfælde, som regel, placeres i et stålskab ved mastens fod.

Den anden mulighed: Find et højt punkt inde i en by, hvor der findes en mast, der i forvejen huser et kommercielt anvendt kommunikationsanlæg, 220 V og et opvarmet lokale til placering af udstyret, eller endnu bedre: find et højhus, højt placeret, med et spilrum til en elevator, hvor det er muligt at henstille sit grej.

Den første løsning er selvfølgelig ideel, men meget dyr (uoverkommelig?), den anden er der mange der har fået øje på for os! Det skal forstås således: Inde i de større byer findes der i Danmark en ret stor (verdens største?) tæthed af kommercielt anvendte VHF-UHF anlæg og de befinder sig selvfølgelig alle på de højeste punkter der findes, og som regel i store »bundter«.

At dele sin QTH med andre er absolut ikke uden problemer!

Konklusion omkring valg af QTH:

At henstille sit grej udendørs medfører problemer med hensyn til temperatur og fugtighed.

Disse problemer er til at løse ad forskellig vej, valg af materialer til filtre er under alle omstændigheder vigtig, termostat til både filter og X-tal osv. er

en nødvendighed; og sidst, men ikke mindst, er grejet ved udendørs installation særdeles udsat.

Den ideelle løsning må være et højhus hvor man reducerer sit kabeltab og de øvrige installationsomkostninger (det hele står jo lige under antennen). Her er det derimod et problem med det elektriske støjfelt der altid er i sådanne bygninger, hidrørende fra elevatorstyringer og andet elektrisk udstyr.



Samtidig virker sådanne positioner som en magnet på alle, der opstiller udstyr til radiokommunikation, hvilket på længere sigt giver problemer med uønskede blandinger og meget store bredbandede støjfelter.

Valget er for os som regel af økonomisk art; der, hvor vi kan etablere en repeater med den mindste udgift, der bliver det, de tekniske problemer tager vi med og løser dem hen ad vejen.

3. Senderen

For at anvende en sender til en repeater er der forskellige krav der skal være tilgodeset. Den skal kunne tåle at arbejde med fulde data 24 timer i døgnet, hvilket stiller store krav til køling af PA-trin, og dens strømforsyning skal kunne tåle at arbejde med fuld belastning, hvilket i reglen betyder at den må overdimensioneres. Renheden af det udstrålede signal skal være stor for ikke at forstyrre egen modtager, der jo ikke ligger så farligt langt væk i frekvens. For senderens vedkommende kan man også tale om et signal/støjforhold, nemlig forholdet mellem bærebølge-effekten og det af senderen producerede bredbåndes støjniveau, kaldet »wide band noise level«.

Dette støjfelt skal mindst være dæmpet 80-90 dB, målt der hvor modtageren skal arbejde, ellers bliver filterproblemerne, især ved fælles antenne for sender og modtager, alt for store (uoverskuelige).

Da de fleste amatørbyggede repeater har informationskobling mellem sender og modtager på lavfrekvens niveau, er det bydende nødvendigt, at senderens lavfrekvenskarakteristik er kendt, enten flad eller forbetonet som normal PM. Under alle omstændigheder skal senderen være udstyret med en indretning til begrænsning af frekvenssvinget. Umiddelbart skulle dette ikke være nødvendigt da senderen jo kun kan gengive den mængde LF, der bliver den tilbudt fra modtageren, og er dette forhold 1:1, altså det samme sving ud som ind skulle den hellige grav være vel forvaret. Dette gælder imidlertid kun for et fuldt støjbegrænset signal. Hvis et signal ikke er støjbegrænset, vil den bredbåndsstøj modtageren videregiver til senderen sammen med det ønskede LF-signal give anledning til et større, fra senderen udsendt spektrum end ønsket, til meget stor gene for nærtboende radioamatører.

Derfor: Indstil senderens modulationsbegrænser (klipper) således at maksimum sving er 5 kHz, det er til at leve med, selv om man bor grumme tæt på en repeater. Altså, en 1:1 gengivelse fra 0-5 kHz sving og en klipning af alt hvad der ligger over. De færreste har et sving der er større end 5 kHz.

Det lyder mærkeligt at man i moderne tider vil anbefale en sender med rør, men erfaringerne viser at det både er den reneste (støj) og den der er mest stabil. Jeg har gennem tiderne prøvet flere typer sendere med både rør og transistorer, men jeg er altid vendt tilbage til rørsenderen som den der giver de færreste problemer, og dermed den største driftssikkerhed. Fælles for de transistorsendere jeg har forsøgt at anvende er et for stort bredbåndsstøj-spektrum, der er uforeneligt med at være repeater-sender. Jeg tror at dette skyldes for mange forstærkertrin i disse sendere, og fremkomsten af power FET kan nok bedre dette væsentligt. Fremtiden vil nok give anledning til at prøve transistorerne igen.

Tales der om højeffekt-sendere (100 W DC input), må det anbefales at udstyre hele herligheden med en kraftig blæser, da det viser sig at den faktor, der afliver elektriske komponenter, er varme. Jeg har ikke skiftet rør, siden blæseren holdt sit indtog.

Det er iøvrigt det samme forhold der gør sig gældende for transistorer, da deres indre deformationer på grund af temperatursvingninger får de tynde tråde (bondingtråde), der går fra selve chippen til de udvendige ben, til at bryde.

En anden faktor er, hvis de afstemte kredse »skriger« på grund af opvarmning, er dette en selvforstærkende fejl. Når kredsene skriger, bliver anode/kollektortabet større, med endnu større op-

varmning til følge, og når temperaturen bliver højere løber kredsene længere væk, altså en selvaccelererende fejl.

Senderens oscillator kan udformes på forskellig vis, men under alle omstændigheder, lad den køre konstant, det øger stabiliteten (mindsker start og drift). Hvem er forøvrigt den første, der låser senderen på en repeater til Kalundborg, således at den også kan bruges som frekvensstandard i dagtimerne?

4. Modtageren

At være modtager (RX) for en repeater er en noget speget sag. Tænk på, at den skal leve med et meget stort signal fra sin egen sender. Filtrenes formåen lever ikke op til at dæmpe forskellen mellem et sender-output på 70 W og en modtagerfølsomhed på omkring 0,1 μ V. Afstanden mellem disse er 175 dB, og rigtig gode filtre kan bidrage med ca. 120 dB dæmpning. Altså bliver der en rest på 55 dB, som modtagerens frontend (converter) skal kunne overleve, et ret stort signal indenfor modtagerens båndpas. Det første krav er naturligvis, at HF-trinnets interceptpunkt (det signalniveau der skal til for at »trykke« det ønskede signal, også kaldet blokering) skal være højt. Dette punkt afhænger væsentligt af den anvendte transistor. Der findes i dag på markedet flere forskellige transistorer der kan leve op til dette, jeg har prøvet flere, men er landet ved en dual gate MOS-FET (BF 960), da denne på enkel vis lader sig styre. Det vigtigste er, at HF-trinnets totale forstærkning kun er lige nøjagtig så stor at den kan overvinde det næste trins (blanderen) egenstøj. For stor forstærkning tæller kun på den dårlige side.

Som blander findes der ligeledes mange muligheder, men her har jeg igen valgt en dual gate MOS-FET, men andre, f.eks. en diode blander, er måske bedre. Blanderen skal i sagens natur behandle to signaler, nemlig det via HF-trinnet indkomne signal, og injektionssignalet.

Til injektionssignalet stilles der meget store krav. Disse krav er at sammenligne med de krav der stilles til senderen, da et urent injektionssignal vil indvirke meget katastrofalt på modtagerens evne til at holde senderen ude; tænk blot på, at blanderen opfatter alle signaler som noget, den skal arbejde med, også støjen, og er denne kun dæmpet 50 dB svarer det til, at der ligger et ekstra injektionssignal der blot er svagere.

Lige så galt går det, hvis indholdet af harmoniske fra oscillatoren er for stort, så vil modtageren anvende disse signaler og dermed kunne høre signaler fra stationer der ligger helt andre steder i båndet, også udenfor vore frekvenser.

Den næste komponent i en modtager er dens mellemfrekvens filter der i reglen er et flerpolet X-tal filter. Disse moderne filtre har som regel en opgivet

nabokanaldæmpning der er større end 90 dB, men det forudsætter, at dette filter er tilpasset korrekt.

Som det ses er det de små, til daglig upåagtede ting, der skal tilgodeses når en repeater planlægges/bygges.

Alle problemerne, der findes indenfor kommunikationsteknik, er så at sige samlet på et sted.

Om mellemfrekvensen er der ikke meget at sige, dens dynamik skal selvfølgelig være stor nok, og dens begrænsere skal være effektive.

Lavfrekvensen er derimod et kapitel for sig. Både diskriminator og efterfølgende LF-forstærker skal være absolut forvrængningsfri. Forvrængning (distortion) i LF delen bliver videregivet til senderen, der forhåbentlig kan klare disse med sin klipper, og til tonestyringsmodtageren. Den sidste kan ikke klare for stor forvrængning, da denne forvrængning jo som bekendt giver sig udslag i harmoniske.

Jeg havde en uhyggelig oplevelse med »enkelt-sided« klipping i en modtager (AP 700), hvilket forårsagede en forvrængning på over 10%. Denne modtager er født med fejlen, så hvis andre anvender denne er det med rette denne fejl!

Jeg har selv valgt at køre »flat«, uden efterbetoning på modtageren, og uden forbetoning på senderen, det giver færre problemer med at måle på tonemodtageren.

Generelt kan siges:

En god modtager skal kunne klare et signal der er større end 80-90 dB over grænsefølsomheden, udenfor dens arbejdsfrekvens, uden at lade sig påvirke deraf. Det viser sig i praksis, at de forkredse, der almindeligvis anvendes i moderne VHF modtagere, er for dårlige til at arbejde i et miljø, hvor der er mange VHF anlæg installeret. Den erfaring har lært mig at det ikke er nogen dårlig ide at indsætte en ekstra koaksialkreds som båndpas for modtageren. Dette skal ses i lyset af, at den type filtre der anvendes nok har en stor dæmpning af egen sender, men længere væk er dæmpningen i disse ret beskeden, ca. 30 dB.

Den her indsatte koax-kreds har naturligvis ingen dæmpning af egen sender, men den har en overbevisende virkning overfor kommercielle anlæg i samme mast. En lignende foranstaltning kunne også tænkes i senderen for at forebygge indstråling (herom senere).

Skal en sådan indbygges på både sender og modtager, er det hensigtsmæssigt at sætte denne i antennekablet, så har kredsen den ønskede virkning på både sender og modtager.

5. Styringen

En styring til en repeater kan være simpel, men også en meget kompleks sag.

Er ønsket kun at åbne og lukke repeateren for almindelig trafik, f.eks. 1750 Hz, er det hurtigt

overset. En tonemodtager for 1750 Hz, f.eks. NE 567, skal indbygges sammen med en timer, NE 555, og så er sagen klar.

Timeren er normalt udformet således, at et registreret squelchsignal nulstiller denne og giver X antal sekunders hang mere.

Men de repeaterbyggere, der har deres maskine stående grumt langt væk fra deres bopæl, foretrækker at bygge denne således at der tillige findes en funktion, der kan bringe repeateren til tavshed. Det er helt klart, at der kan opstå fejl i en repeater, og også fejl, der påvirker andre »officielt bestående tjenester«, hvilket kræver, at vor repeater kan lukkes omgående.

Løsningen på dette problem kan betragtes fra flere synspunkter, men jeg vil meget nødtigt ringes op af Lyngby Radio og få en sådan meddelelse, hvorefter jeg kl. 3 om natten skal stå ud af min varme seng og køre ud for at afbryde vort legetøj. Ud fra denne betragtning har de fleste repeaterbyggere valgt at indbygge en overordnet funktion via hvilken det er muligt at bringe repeaterens udsendelser til totalt ophør.

Denne funktion kan være udført på forskellig vis.

Det enkleste er at udstyre repeateren med en ekstra tonemodtager, der er operationel over den normale modtager, men med en ikke offentlig kendt kode.

En anden løsning der er bedre set ud fra den betragtning at modtageren kan være defekt, er at udstyre repeateren med en ekstra modtager alene til dette formål. Den avancerede (dyre) løsning er at oprette en fast telefonledning, et såkaldt APL kredsløb, til dette formål; denne løsning giver samtidig mulighed for en fjernbetjent processorstyring af en sådan repeater. Med fremkomsten/ anvendelsen af microprocessor teknikken er mulighederne for styring af en repeater pludselig blevet en ny udfordring.

Jeg tror ikke at der for nærværende er to repeaterer i dette land, der anvender samme principper for styring!

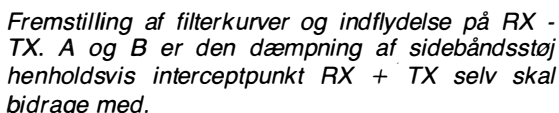
De styringsformer, der i dag anvendes, dækker henved alle tænkelige muligheder. Enkelttonesignaler, primært 1750 Hz, men også andre simple former for styring, alle baseret på enkelttonesignaler.

Det blandt radioamatører gamle kendte princip med syv toner i sekvens var/er stadig en alternativ mulighed for styring på mange repeaterer, og det nyeste skud på stammen (en gammel kandt sag i USA) er det af telefonselskaberne anvendte system, DTMF, kaldet touch-tone.

DTMF står for Dual Tone Multi Frequency, hvilket kan oversættes til to toner ud af en matrix på 4x4 er udvalgt pr. ciffer eller bogstav, der skal sendes, dette betyder igen 16 kombinationsmuligheder (0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-#-* -A-B-C-D).

Det kommer sig af, at nogle sender deres toner

En vigtig ting ved styringen er muligheden for at arbejde med repeateren lokalt betjent. Der skal være mulighed for at kunne simulere samtlige



OZ FEBRUAR 1987

funktioner i en repeater fra forpladen af styringen, og samtidig skal der forefindes en mulighed for nærbetjening rent kommunikationsmæssigt. Jeg har altid anvendt en mikrotelefon til dette formål, uden denne facilitet er det umuligt at udføre nedslagsmålinger.

Som afslutning til dette kapitel vil jeg fremhæve en overset detalje, CW-identifikation. Det er ikke påbudt os at indbygge en sådan, men det er en behagelighed for de der forstår telegrafi; de ved med det samme hvilken repeater de lytter på!

6. Duplexfiltre

Antenne filtrene (duplexer's) til en repeater er et kapitel for sig. Der findes mange muligheder, og valg af filtertype hænger i nogen grad sammen med valg af antenne. Vælges der separat antenne for sender og modtager kan filtrene gøres ret simple, da dæmpningen mellem to antenner, der er monteret lodret over hinanden med en afstand på ca. 4,2 meter, kan optimeres til ca. 40 dB.

De fleste repeater anvender i dag et antennesystem der er fælles for både sender og modtager, altså ligger hele isolationsproblematikken mellem RX og TX i filtrene.

Hvad er egentlig dæmpningskravene til sådanne filtre?

Lad os gå ud fra det værste tænkelige! TX=100 W input, virkningsgrad = 70%, altså et output på 70 W. RX grænsefølsomhed (squelch åbner) = 0,1 μ V. Forskellen mellem 0,1 μ V og 70 W er ca. 175 dB. Det er et meget stort spring, men heldigvis skal filtrene ikke kunne det hele.

Som beskrevet under senderen er dens bredbåndsstøjspektrum dæmpet fra 80 dB og opefter på modtagerfrekvensen, og som beskrevet under modtageren er dens dæmpning ved siden af den ønskede modtagerfrekvens også fra 80 dB og opefter. Da dette tal, 80 dB, er til at opnå på både sender og modtager, er det et praktisk tal at arbejde med. Hvis dette trækkes fra den totalt ønskede dæmpning bliver til rest $(175 - 80) = 95$ dB, som filtrene plus evt. antenner skal bidrage med. Hvis der vælges separate antennesystemer for RX og TX kan regnes med 40 dB dæmpning her, altså bliver der kun $(95 - 40) = 55$ dB til filtrene selv. Den enkleste form for filtre, der kan klare dette, er den såkaldte båndpas/notch type, der består af to 1/4 bølgelængde kredse, der kobler til hinanden gennem en port, der bestemmer koblingsgraden, og på hver side af disse endnu to 1/4 bølgelængde kredse der er koblet som notch (sug).

Denne type filtre var beskrevet i QST først i 70'erne, de var til at smede på et køkkenbord og forholdsvis nemme at justere. Indsætningstab var omkring 1,5 - 2 dB og suget kunne bringes op på 50 dB. På grund af relativt store indsætningstab i en

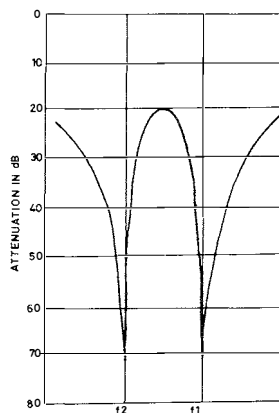
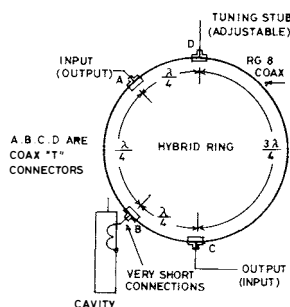
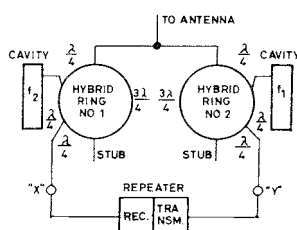


Fig. 6.2

Principtegning

for hybrid ring. Dæmpningskurven er for det viste filter med 2 ringe. For at filteret er anvendeligt skal dette bestå af 4 ringe, hvis de her kurver er repræsentative.

forholdsvis lille kasse egner dette filter sig kun til effekter op til ca. 25 W.

Som det ses, er det en overkommelig sag at bygge en repeater med simple filtre som sågar også kan få rimelig gode data; men det må af flere gode grunde anbefales at planlægge fremtidige repeater med fælles antenne for RX og TX, og derfor er det nødvendigt med en mere avanceret form for duplexfiltre.

I ARRL's håndbog »FM and Repeaters« er beskrevet to typer filtre, der bygger på den såkaldte koaxiale cavity. Den ene type er den såkaldte Hybrid Ring, hvor 1/4 bølgelængde kredse er an-

vendt som sugekreds i en ring udformet af coax kabel. Princippet bygger på løbetidsforskelle i ringen, og udnyttelsen af koaxialkredsen er helt fantastisk, op til ca. 60 dB pr. cavity.

Jeg har aldrig rigtig kunnet forliges med dette princip, da jeg for det første tror at det er en meget speget sag at få ringen tilpasset med det måleudstyr en radioamatør er i besiddelse af, og samtidig tror jeg også at overhøringen mellem ringene når dæmpningen skal op på 120 dB bliver ikke så lidt af et problem. Jeg valgte med andre ord den anden løsning med 6 stk. koaxial kredse, hvor hver enkelt er udnyttet både som båndpas- og sugekreds, 3 stk. til RX, og 3 stk. til TX. For denne type filtre er Q'et

afgørende for, hvor stor dybde suget kan få i forhold til det indsætningstab, der kan accepteres. Q'et er igen afhængigt af filtrenes fysiske størrelse (diametre), jo større dimensioner, des større Q.

Forholdet mellem inderleder diameter og hushørrelse sætter impedansen af coax-kredsen, denne skal ligge omkring 70 Ohm, hvilket svarer til et forhold mellem inder- og yderlederdiameter på 3,66. Hvis en sådan koaxialkreds udstyres med en koblingslinke til inderlederen, vil denne optræde som en sugekreds, det er den type der anvendes i den hybride ring. Hvis den derimod udstyres med to koblingslinke, vil den optræde som båndpas. Lægges tillige en spole eller en kondensator mellem de to linke i et båndpas, vil en sådan koaxialkreds på en frekvens optræde som båndpas, og på en anden som sugekreds. Om suget skal ligge over eller under båndpasset i frekvens bestemmes af, om det er en spole eller en kondensator, der er monteret mellem linkene, og afstanden mellem sug og båndpas bestemmes af disses størrelse.

For filtre med en diameter på 105 mm kan opnås et indsætningstab på 0,3 dB pr. »potte« og et sug på mellem 35 og 40 dB. For at opnå disse værdier må der ikke være nogen hvirvelstrømme, dårlig kontakt, der hvor kredsene er skruet sammen, og samtidig skal disse være polerede, altså spejlblankte.

Det at lade sådan et filter forsøve har naturligvis en langtidseffekt, men det giver ikke mere end et, der er poleret.

Når en sådan koaxial-kreds skal justeres første gang, kræver det rådighed over en god målesender, en frekvenstæller og en målemodtager.

Begge linke monteres, men ikke den komponent, der skal sørge for suget.

Derefter tilsluttes kredsen målesender, henholdsvis målemodtager gennem et 6 dB dæmpeled. Dette dæmpeled indsættes for at sløre evt. tilpasningsfejl i målesender og målemodtager. Derefter justeres kredsen til 145 MHz, på hvilken frekvens den nu er båndpas! Nu forsøges at få den rigtige kobling mellem linkene og inderlederen i kredsen ved at bukke disse tættere på eller længere fra inderlederen. Det kan også være nødvendigt at ændre linkenes størrelse for at få en ordentlig tilpasning. Det er under alle omstændigheder en god ide at prøve mange forskellige linke/koblings grader, da det er en god måde at blive dus med sådanne koaxialkredse.

Det kan være vanskeligt at måle så små størrelser som indsætningstabet med målesender metoden, jeg anvender i reglen også heller en sender og et wattmeter til dette. Som slutprøve måles 3 dB-båndbredden; den skulle gerne være 3 - 400 kHz, da dette giver et belastet Q på mellem 300 og 500. Større Q kan opnås, men så bliver indsætningstabet for stort.

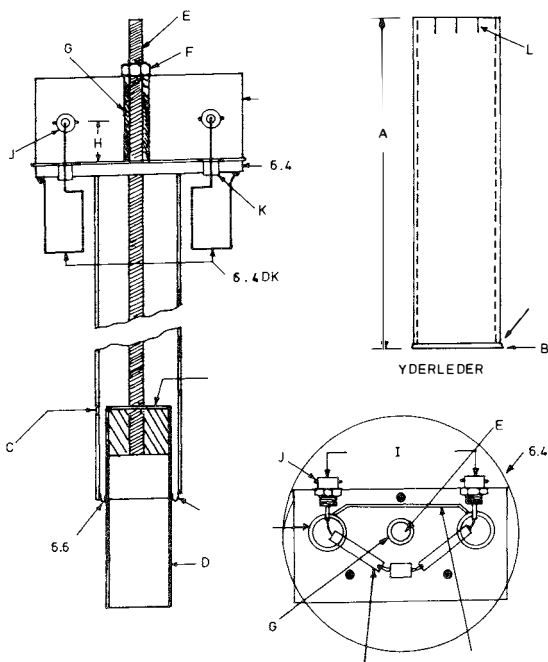
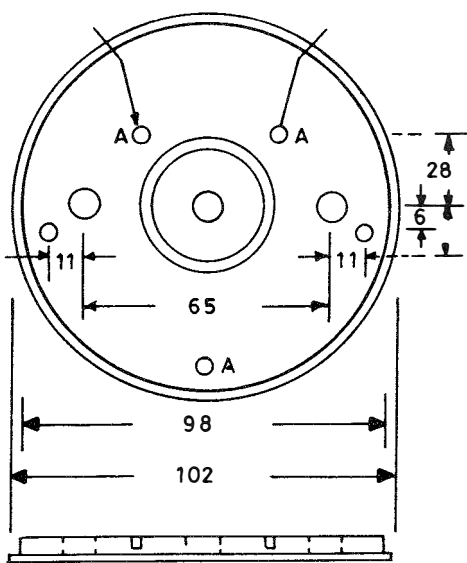


Fig. 6.3

- A = 571 mm messingrør 98×102 mm^ø.
 - B = Bund messingplade 130×130×3 mm.
 - C = 457 mm messingrør 35 mm^ø 1 mm gods.
 - D = 150 mm messingrør 25 mm^ø 1 mm gods.
 - E = Juster aksel med 8 mm fingevind.
 - F = Kontramøtrik.
 - G = Afstandsbøsning 8,5-9 mm^ø indvendig 45 mm lang.
 - H = BNC connector's højde over top = 20 mm.
 - I = Afstand mellem BNC connector's = 64 mm.
 - J = BNC connector 50 Ω.
 - K = Isoleret gennemføring, et stykke isolation fra RG213 er udmærket.
 - L = Opslidsninger til fastgørelse af topplade, jeg foretrækker nu en anden løsning. Se note.
- NB! Tallene refererer til andre deltegninger.

FIG. 6.4 (USA)



TOP PLADE (ARRL)

Filter topplade

Topplade udført af 3 mm messingplade, der er stukket ud på en drejebænk! Pladen er drejet i en opspænding!

Når denne forjustering er tilendebragt monteres »antiresonans« komponenten.

Jeg vil foreslå at begynde med den side, der har kondensatoren, da man der har nemmere ved at ændre på afstanden mellem sug og båndpas, indtil man er fortlørlig med denne justeringsmetode. Den side, hvor kondensatoren sidder, er den side, hvor båndpas ligger højt og suget ligger lavt, dette er normalt sendersiden. Jeg kan ikke give nogen formel til beregning af denne kondensator, men størrelsen skal ligge omkring 20 - 25 pF.

Prøv at måle sugets dybde, indsætningstabet og afstanden mellem sug og båndpas. Suget skal ligge 600 kHz fra båndpas og selvfølgelig være så stort som muligt uden at ændre indsætningstabet. Ænder indsætningstabet sig mere end 0,1 dB, er suget kommet for tæt på båndpasset, altså er kondensatoren for stor. Kun gentagne målinger kan lære en at tumle sådanne filtre, »det skal ligge i fingrene«.

Samme justering gælder for filtrene i modtagersiden, blot har »antiresonans« komponenten ændret sig til en spole, og sug og båndpas har byttet plads.

Kablerne, der skal forbinde de enkelte kredse, er ret kritiske med hensyn til længden. Det siger sig selv, at da der indenfor det område filtrene skal arbejde forekommer VSWR fra 1 til uendelig, kan

man få nogle sjove transmissionsforhold ved uheldige kabellængder. De kabellængder der her er opgivet er ikke de eneste der kan anvendes, men disse virker.

Når man nu skal slutjustere hele filteret samlet venter der et chok!

Udstrålingen fra målesenderen og åbenheden af den målemodtager der anvendes er for store til at kunne måle på et filter med over 100 dB dæmpning; det vil sige, at der løber mere signal uden om filteret end det, der dæmpet passerer gennem filteret. Det første der skal ske er at skaffe dæmpning nok mellem målesender og målemodtager selv. Jeg ville engang prøve at måle den totale dæmpning i et sådant filter, så jeg lånte et Faradaybur og stillede målesenderen derind, kablet ud ad vinduet, og så sad jeg udenfor med filtre og målemodtager. Alligevel kunne jeg ikke måle den totale dæmpning, da målegrænsen for det udstyr jeg anvendte var 120 dB, og filteret tilsvarende

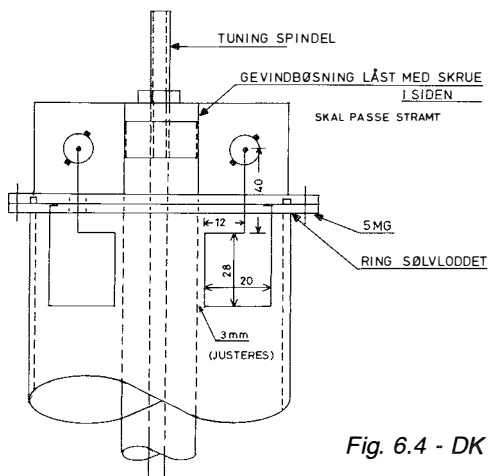
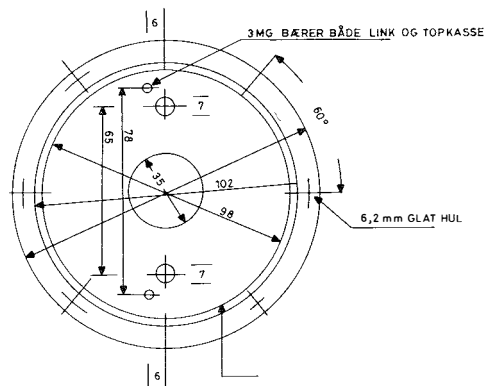


Fig. 6.4 - DK

Dette spor er 2 mm bredt og 1,5 mm dybt! Dette spor skal passe meget stramt i pottens inderside! Yderlederen skal helt i bund i sporet!

Fig. 6.6

Tuning stub filtre

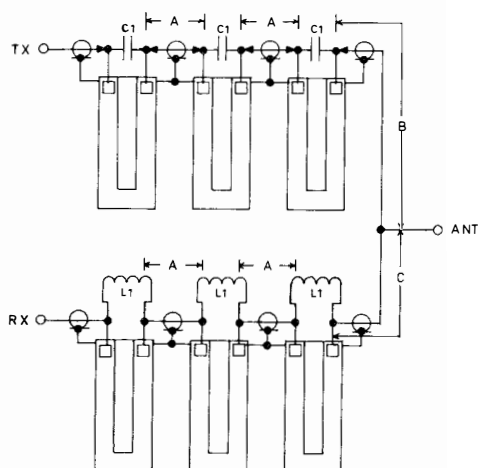
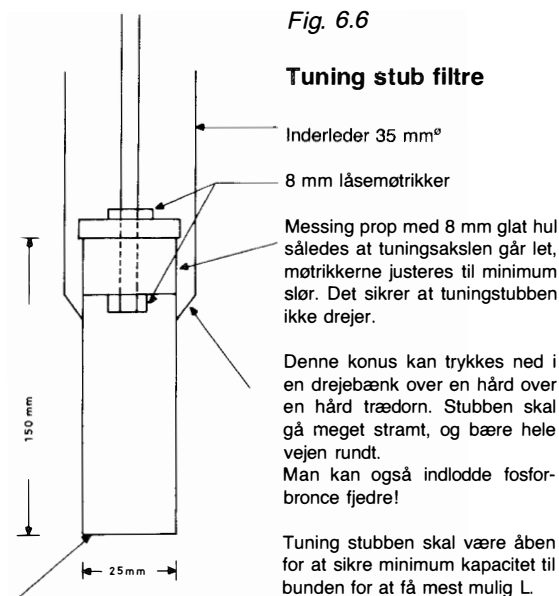


Fig. 6.7

A = 175 mm RG 55u, længden målt med stik.

B = 660 mm RG 55u, længden målt med stik.

C = 225 mm RG 55u, længden målt med stik.

dæmpede mere. En anden grund til at filtrene ikke dæmper nok kan være at de kabler, der er anvendt mellem de enkelte kredse, er for dårlige. Brug kun dobbeltskærmet koaxialkabel.

Den nemmeste måde at justere filtrene op på med et godt resultat, er at justere dem op to og to. Først 1+2, derefter 2+3 i f.eks. sendersiden. Disse to målinger skulle gerne give en dæmpning på mellem 70 og 80 dB. Når den kreds der sidder nærmest antennen skal justeres, skal fasekabler og den første kreds i den modstående gren være monteret for at få belastet filteret virkelighedstro.

Når sådanne filtre skal flyttes i frekvens eller efterjusteres er det ikke nødvendigt at efterjustere på afstanden mellem sug og båndpas.

Som målemodtager er repeaterens egen modtager vel den bedst egnede, da det må forudsættes, at den er skærmet meget fint for at kunne modstå egen sender. Det er derfor en god ide at have et ekstra X-tal til repeaterens modtager, således at denne også kan lytte på senderfrekvensen (lad aldrig dette X-tal sidde i modtageren, ej heller en tom X-tal fatning!).

Da afstanden mellem sug og båndpas er fast, er det nok at justere efter suget da det er det smalleste og dermed også det bedst definerede.

Et sæt velbyggede filtre skal ikke efterjusteres, de skrider ikke!

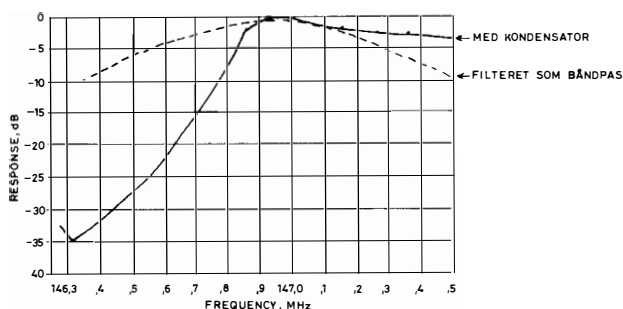
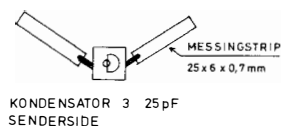
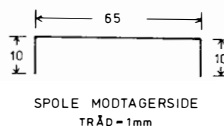


Fig. 6.8

Målekurve på et filter taget fra FM and Repeater. Mine har lidt dybere sug, men ligner ellers meget.



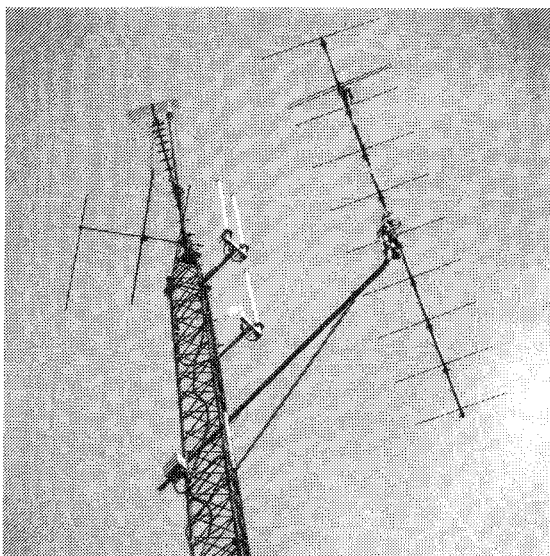
Slutkommentar til filtrene:

Materialevalget er ikke uden betydning, da filtrene er udsat for termiske påvirkninger, om ikke andet så på grund af det indsætningsstab der må være. Anvend derfor materialer der er så termisk »døde« som muligt, jeg måtte bruge gamle forlængst glemte kundskaber i materialelære for at finde legeringer

til inder-, henholdsvis yderleder, for at finde noget der ikke løber sin vej. Jeg mener jeg har ramt, filtrene er testet med 300 W uden at give problemer. Filtrene er iøvrigt temmelig upåvirkelige af dårligt standbølgeforhold fra antennen side.

Hvis filteret holder en dæmpning på 120 dB, og senderen har et bredbåndsstøj niveau der er $\div 90$ dB nede, såvel som at modtageren er resistent overfor signaler på $+90$ dB over grænsefølsomhed ($0,1 \mu V$), er der et overskud på $(120 + 90) \div 175$ dB = 35 dB. Der skulle altså næsten kunne fjernes en kreds i filteret både på sender- og modtagersiden, uden at det kan spores på repeaterens driftsdata (nedslag).

Det er klart at den ikke kan køre uden denne sikkerhed, men det er et fint check, der siger meget om sender henholdsvis modtager.



7. Antenner

Antennen er det bedste PA-trin der findes, ligesom den er det bedste HF-trin. Hermed sagt, at en repeaters antenne ikke kan blive stor nok!

Det er ikke uden problemer at lave en antenne på hvilken der skal arbejdes med både sender og modtager samtidig. Den mindste fejl vil optræde som støj i modtageren. En korrosion i antennen vil være en diode, der giver bredbåndsstøj, der i værste fald også generer andre.

NB! Det samme gælder også dårlig kontakt mellem de enkelte sektioner i en gittermast, eller andre på samme mast skruede antenner.

Hvis en repeater er nedslagsfri på en dummy-load, og får nedslag når antennen er på, så er fejlen at finde i antennesystemet eller masten.

Den nemmeste, men dårligste antenne er en groundplane, det mest effektive, men mest besværlige, er en eller anden form for stakkede dipoler, da

4 ANTENNER 50 Ω 144 - 146 MHz

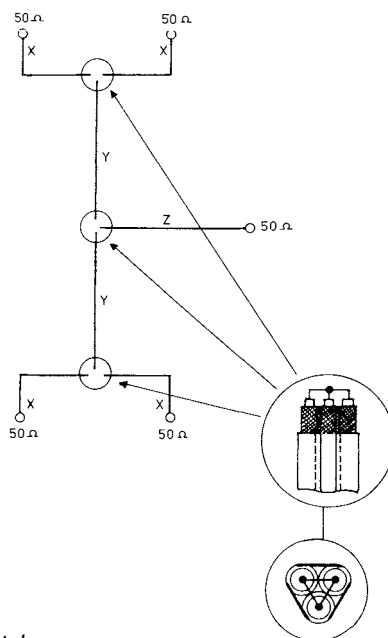


Fig. 7.1

Kabel match

X = Tilfældig længde 50 Ω kabel, her = 500 mm

Z = Tilfældig længde 50 Ω kabel, her = 2030 mm

Y = Et ulige antal $1/4 L$ 50 Ω kabel.

$$L/4 = \frac{300 \times 0,66}{145} = 341,38 \text{ mm}$$

Her anvendt $5L/4 \sim 340 \times 5 = 1700 \text{ mm}$.

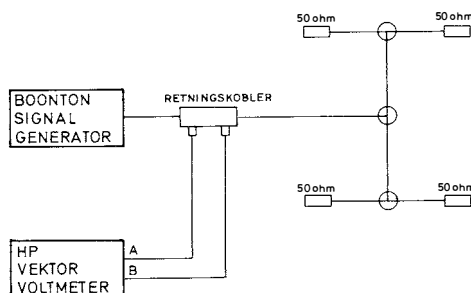
Det burde have givet resonans på 145.400 MC/S. Fejlen må tilskrives kablet.

disse giver en meget stor virkeflade og samtidig muligheden for at lægge sit udstrålingsdiagram som man vil ved at flytte de enkelte antenner på masten.

Det til dato bedste antennesystem jeg har anvendt er 4 $\times$ Procom CXL 2-2C i et meget specielt setup, hvor antennerne er placeret to og to ved siden af hinanden i en indbyrdes afstand på 0,1 bølgelængde og en stackningsafstand på 2 m. Afstanden til masten er 0,22 bølgelængde. Virkningen af dette system er faktisk formidabel.

Sammenkoblingen af antennerne er en anden sag, men det nemmeste er den gamle kendte med et ulige antal kvarte bølgelængder.

Den her anvendte metode har den fordel, at der kun er anvendt 50 Ohms kabel, og ydermere er kabellængderne ud til selve antennen valgt i en sådan længde, at hvis en antenne demonteres, falder ud, vil det nu tomme kabel virke som stub for at den tilbageblevne antenne i samme side er korrekt tilpasset. Det vil altså sige, at en antenne kan fjernes uden at det kan ses på et reflektometer.



Måling på fasekabler til antenner
 $4 \times \text{Procom } C \times 2-2c.$

Måling på fasekabler til antenner
4 x Piocom CxL 2-2c.

Alle porte afsluttet med $50\ \Omega$!

Det, at de fleste repeater i dag anvender samme antenne til sender og modtager, giver mulighed for at skifte mellem flere antennesystemer. Det er en enkel sag at udstyre en repeater med en eller flere antenner med gain (Yagi's - HB9CV) for at favorisere retninger, der er hyppigt anvendt eller dårligt dækkede, eller sågar udstyre repeateren med et drejeligt antennesystem der kan være både lodret og vandret polariserede. Problemerne ved et sådant arrangement er af ren styringsmæssig karakter, det værste er selve omskiftningen med koaxialrelæer, der ikke er begejstrede for at skifte med effekt på. Jeg vil anbefale mindst to feedere hvor den ene alene har fat i det primære antennesystem, og den anden til det alternative. Skiftet mellem flere alternative antenner kan placeres i masten, hvorimod skiftet mellem primær og alternative antenner bør befinde sig i »nå højde«, det giver en større sikkerhed.

Hvis der vælges drejeligt antennesystem skal man være opmærksom på at den rotor der vælges skal være elektrisk ledende uden vaklerier, da den ellers vil være årsag til elektrisk støj på repeaterens modtager. Jeg har anvendt en Stolle rotor til dette formål, og selv om den er overforbundet med kraftige stelstrømper støjer den i kraftig blæst. Næste gang den kommer nær jorden bliver den monteret med kraftige broncefjedere indeni rotoren i et forsøg på at løse problemet.

Frekvens	Refleksions- dæmpning	VSWR
144,0	29,0 dB	1,00896
145,0	47,5 dB	1,0735
146,0	29,0 dB	1,0286
145,4	37,0 dB	

Samme målinger er foretaget med en anden måle-
metode, der viste 1-2 dB bedre resultat.



Det med støjen gælder også for de enkelte elementer i en antenne, kan blot et element vakle lidt på sin bom, vil det give anledning til støj.

Og som før antydte: Deler man QTH med andre stationer kan et defekt antennesystem hos disse også give anledning til forstyrrelser.

Det værste ved sådanne nabostationer er direkte indstråling i deres eller eget PA-trin. Et klasse C PA-trin er jo en udmærket blander, og der skal ikke meget udefra kommende signal til at naboens eller ens eget PA-trin optræder som en sådan blander der udsender et spektrum af uønskede signaler der i værste fald generer egen modtager.

8. Afslutning

Det at bygge en repeater er i dag ikke blot en tagen hensyn til teknikken. Desværre. Man skal som repeaterbygger også tage et vist hensyn til brugerne. Derfor har jeg valgt at have en repeaterlicens ved siden af den officielle, således at jeg kan afprøve nye ting på forsøgsfrekvensen, og når jeg mener at tiden er inde, overføre disse ting til den officielle repeater.

Det er måske meget at gøre ud af det, men således er det nu blevet, og det sikrer mig at jeg har tilstrækkeligt reserveudstyr til den kørende repeater. Det jeg nu har bygget er en repeater med en »moppestyring« udført som en ren hard-ware maskine. Det er, mener jeg, enden af hvad man med fornuft kan nå ad denne vej, fremtiden må være microprocessor styringer ved hjælp af hvilke det ikke blot er muligt at styre flere på samme QTH installerede repeater (144 - 432 - 1296 MHz), men også at lade disse have fælles toneudstyr.

Microprocessorteknikken vil kunne forenkle det at realisere en styring og reducere mængden af grej væsentligt. Størst fordel kan nås ved at lade flere repeater dele QTH; men det vil kræve et samarbejde, vi desværre ikke kender i dag.

Microprocessoren vil også give mulighed for rapportering fra repeateren, info om dens driftsdata, uregelmæssigheder så som overgang til evt. standby system, RTTY og evt. ASCII testudsendelser, og sidst men ikke mindst fjernprogrammering og dermed ændring af en repeaters driftsform eller funktionsomfang uden at dette kræver direkte manuel indgriben.

Repeaterplanlægning og bygning er en bred verden teknisk set, her sætter kun fantasien og P&T grænser.

Dette er mit bidrag til beskrivelse af repeater teknikken.

Jeg håber at andre vil følge efter med mere specifikke konstruktioner eller tips.

Litteraturhenviisning

Repeater:

ARRL: FM and Repeaters.

Filtre:

ARRL: FM and Repeaters.

QST: Juli 1972, W1AGN.

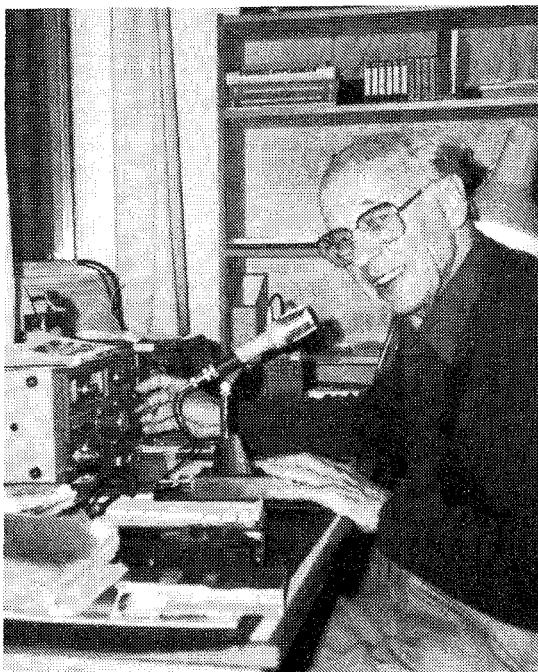
CW identifikator:

QST: Marts 1973, K2OAW.

Antenner:

OZ: September 1973, OZ9ZI.

OZ-spot



Med lånt grej har OZ9BR/VE7, Walthers fra Vancouver QSO med Danmark.

OZ9BR - 50 års EDR jubilæum

Stemmen kender de fleste af os fra HF eller - og ikke mindst - 2 meter repeateren Vejrhøj. Det er oldtimeren OZ9BR, Walthers, der i denne måned kan fejre, at han uafbrudt i 50 år har været medlem af EDR. I februar 1937 blev han indmeldt som nr. 1098.

Walthers er fra den tid, hvor man selv byggede sit grej og har lige fra begyndelsen været en flittig HAM og til dato har han spredt 20.000 QSL kort over hele verden.

I mange år havde Walthers radioforretning i Århus, og mange ældre læsere af OZ kan antagelig huske hans mange annoncer fra Berg Radio.

I dag er Walthers gået på pension og dyrker ivrigt sin hobby. Der er også blevet tid til at rejse, og mange lande i Europa har 9BR besøgt med sin campingvogn med indbygget HF station.

I 1986 havde 9BR og hans XYL guldbrillup, og det blev fejret hos deres søn i Vancouver i forbindelse med deres rejse til Canada og USA, hvorfra flere forbindelser til Danmark blev etableret. På verdensudstillingen i Vancouver fik OZ9BR/VE7 lejlighed til at sende fra udstillingens sender, VE7EXPO.

På vej hjem over »dammen« besøgte Walthers Lufthansas cockpit, og her havde han den oplevelse, at luftkaptajnen gav ham tilladelse til at benytte flyets radiostation. 10.000 km over Grønland havde Walthers på den måde flere QSO'er med både USA og Danmark.