

# Baluns

Af OZ8NJ Niels Rudberg, Safirvej 2, 3060 Esbjergærde.

## Hvad er balunen for en ting?

Balun (udtalt med tryk på a'et) er et ord fremkommet ved en sammenstilling af ordene 'Balanced' og 'Unbalanced'. Udtrykket står for en gruppe af komponenter, der bruges til at formidle overgangen mellem en balanceret og en ubalanceret tilstand (eller omvendt) i elektronikkredsløb.

Der er adskillige anvendelser for disse komponenter; mest aktuell, interessant og omdiskuteret blandt radioamatører er den anvendelse, hvor man går fra en ubalanceret generator via en ubalanceret transmissionslinie til en balanceret belastning, kort og godt, i overgangen mellem vor senders koaxkabel og vor antenne!

Der er ikke mange ting, der har været så omdiskuteret blandt radioamatører end netop balunen, — det skulle da lige være G5RV-antennen, der også altid har været godt underholdningsstof.

Misforståelser og mangel på overblik over problematikkerne har imidlertid været ikke sjældne.

Men for ti-femten år siden begyndte der at komme en grad af afklaring. Jeg husker WA9NEWs artikel i QST i 1980 (1) som noget af det første, der gjorde mig interesseret. Så kom bidrag fra W2DU (2) og W7EL (3). Jeg har selv siden 1988 i mine foredrag berørt emnet. Og måske meget betegnende for den skete udvikling og for emnets betydning er det måske, at den seneste udgave af Rothammel (4) bruger et helt kapitel på emnet!

## Antennen, dennes nærfelt, forstyrrelser og støj

Alle er helt sikkert enige i det synspunkt, at en antenne bør anbringes så højt oppe og så frit som muligt. Men lad os lige se på, hvorfor det gerne skal være sådan. For så vidt angår den ønskede virkning af antennen til både sending og modtagning er dette ønske jo helt forståeligt. Men hvad mere? Jo, lad os lige se på en antennes opførsel, først som senderantenne. Den tilførte energi giver anledning til et elektromagnetisk felt umiddelbart omkring og borte fra antennen. Tilstrækkelig langt fra antennen finder vi det, vi kalder antennens strålingsfelt, vi har en elektrisk og en magnetisk feltkomponent; disse to er i fase med hinanden, og størrelsesforholdet mellem disse to feltkomponenter er tallet 377, enheden er Ohm; det er den størrelse, vi taler om som rummets karakteristiske impedans. Og nærmer vi os antennen langt borte fra, øges strålingsfeltets styrke omvendt proportionalt med afstanden.

Men kommer vi meget nærmere antennen, er forholdene noget mere spegede. For det første vil feltkomponenterne ikke længere være i fase med hinanden; videre vil det være sådan, at feltstyrkerne, hvis vi yderligere nærmer os antennen, vil stige

omvendt proportionalt med henholdsvis anden og tredje potens af afstanden!

Om det er den magnetiske eller den elektriske feltkomponent, der stiger mest, afhænger af antennetyper. Væsentligst er imidlertid, at vi har feltkomponenter, hvis styrke øger kraftigt, når vi nærmere os antennen. Vi taler om antennens nærfelt eller induktionsfelt, og den afstand fra antennen, hvor denne type felt begynder at dominere, vil for en forholdsvis lille antenne (lille i forhold til bølgelængden) være ca.  $1/6$  bølgelængde. For en større antenne (og det er så måske en dipol) regner man normalt med en afstand på en hel bølgelængde.

Når vi nu tænker på forstyrrelser fra senderantennen, er det altså klart, at sandsynligheden for forstyrrelser er stigende, jo nærmere offeret for forstyrrelsen er ved antennen. Og som offer for forstyrrelser finder vi jo mange ting: TV, Video, Hi-Fi-anlæg, telefoner etc.

Vi har indtil nu kun snakket om antennen som senderantenne; men vi bruger den jo også som modtagerantenne. Og forstyrrelser under modtagning - vi taler her måske oftest om dem som støj, er værst, når de kommer fra kilder i antennens nærfeltområde.

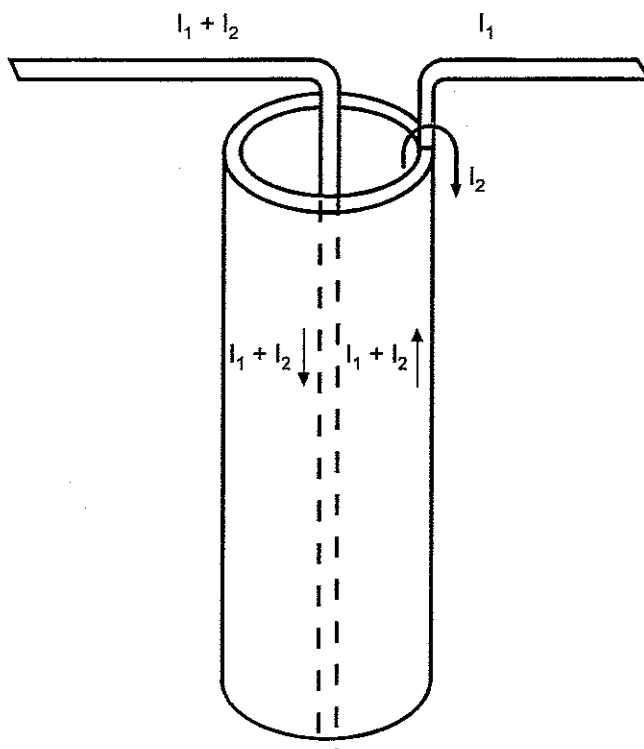


Fig. 1: Dipol fødet med koaxkabel og uden anvendelse af balun.  $I_1$  er strømmen i den 'rigtige' dipol og  $I_2$  er strømmen i den 'falske' og uønskede dipol, der dannes af antennens venstre halvdel og koaxkablet.

Det er altså helt klart, at vi altid bør sigte efter, at vor antenne er længst muligt borte fra alle forstyrrelsesfølsomme og forstyrresskabende genstande - og så kommer det allervigtigste i hele historien: Vi skal bestræbe os på, at det, som virker som antenne, kun er de dele af antenne-anlægget, fra hvilke vi ønsker en antennevirkning, f.eks. dipolens to halvdele. Og vi bør sikre os, at andre dele af antenneanlægget, f.eks. transmissionslinien, ikke udgør strålende eller modtagende antennedele!

### Transmissionslinien

Vi nøjes lige med at se på den mest anvendte transmissionslinietyper, koaxkablet. Ved korrekt brug af dette vil der løbe en strøm i kablets inderleder samt en modsat rettet strøm på indersiden af kablets skærm. Men koaxkablet har altså en tredje leder, nemlig kabletskærmens yderside! Det kan måske være lidt vanskeligt at forestille sig denne skelnen, når vi taler om et kabel med flettet skærm. Så for en nemheds skyld: Tænk på et fint kabel, hvor skærmen er et kobberrør. Koaxkablets tredje leder er nu engang forbundet til den anden leder ved kablets ender, og har kan der altså løbe strøm 'rundt om hjørnet'. Og videre: Kabletskærmens yderside kan virke som antenne!

### Den balancerede antenne

De allerfleste antenner vi bruger, er i princippet dipoler; monopoler forekommer næsten ikke i det praktiske liv. GP-antennener og på-jorden-placerede vertikaler er stadigvæk dipoler, hvor man har begravet eller på anden måde mishandlet den ene halvdel. Generelt vil de efterfølgende betragtninger nok kunne gælde for alle dipol-afarter. Men nu vil vi for nemheds skyld nøjes med at kigge på en antenne, som vi dels kan overse og som ofte giver os problemer som dem, jeg i det foregående har antydnet, nemlig en vandret anbragt halvbølgedipol.

Hvis denne antenne hænger helt vandret over en helt plan, vandret og homogen jordoverflade og i en passende højde, kan vi tænke os, at antennen ved

resonans i sit fødepunkt byder på en impedans på 50 Ohm. Tænker vi os et lodret ledende plan midt ned gennem antennen og vinkelret på den, så er det åbenbart, at vi til hver side af planet fra dipol-halvdele vil opleve at se 25 Ohm. Skal vi nu have et fødekabel forbundet til antennen, skal det så også ligge i dette plan. Men i den virkelige verden er alt anderledes: Antennen er ikke helt vandret, jorden er ikke helt plan og homogen. Så det, vi ville se, er ikke netop 25 Ohm til hver side. Og fødekablet vil ikke være lige og heller ikke vinkelret på antennen.

Så kommer der en meget væsentlig ting, en ting, der er blevet overset af mange: Vi tænker os lige et koaxkabel koblet til antennens fødepunkt. Koaxkablet er i sin nedre ende 'jordet' (denne 'jording' er nok ikke veldefineret og effektiv, men lad det være). Koaxkablet yderside vil så ved visse længder (f.eks. en halv bølgelængde) byde på en relativ lav impedans og vil sammen med den dipolende, der er forbundet til kablets inderleder, danne en dipolantenne.

Med det resultat, at en ikke ubetydelig antennestrøm vil løbe på kablets yderside. Set ud fra betragtninger omkring antennesystemets effektivitet og udstrålings-karakteristikken er der ingen grund til at græde, der sker ikke de store ulykker, nok mindre end 1/10 af effekten vil løbe den forkerte vej; men vi har fået en del af vor antenne bragt ned mod jorden og hen i nærheden af de genstande, vil skulle holde os fra!

Det, vi skal sørge for, er derfor at vort fødekabel ikke kan komme til at optræde som en strålende antennedel.

### Den gamle løsning, spændingsbalunen

For mere end ti år siden brugte mange i antennesammenhæng en type balun som kaldes spændingsbalunen; amatører prøvede at lave dem selv eller man købte en færdiglavet sådan. Det var den- neher med en trifilar vikling. Den frembragte, når den ellers virkede, en spændingsmæssig symmetri. Men som allerede nævnt, er det, vi har brug for, jo en strømmæssig symmetri. Spændingsbalunen er van-

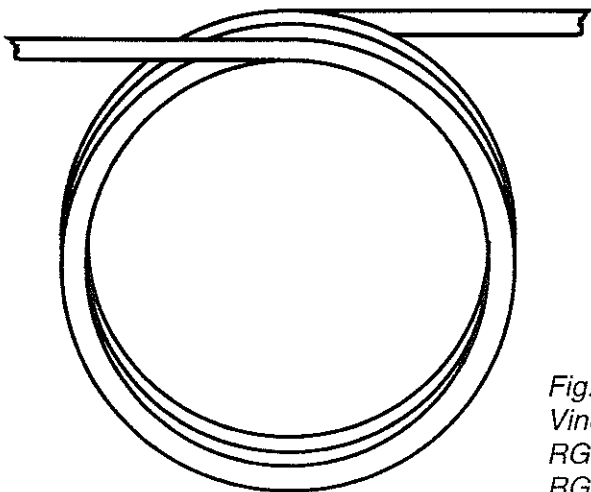


Fig. 2: Den simpleste strømbalun. Koaxkablet vikles til en spole. Vindingerne holdes sammen med tie-wraps eller tape. Med RG58C/U kan man lade diameteren være ca. 15 cm, med RG213/U skal man gerne op over 25 cm.

skelig at realisere, hvis man ønsker en bredbåndet komponent. Tværingduktansen giver problemer i den lave ende og spredningsinduktansen eller spredningskapaciteten giver problemer i den høje ende. Endvidere skal den som regel overdimensioneres effektivt, ellers kan standbølgeforholdet ret meget dårligere end 1:1 give problemer, f.eks. med mætning af ferritkerner.

### Strømbalunen

Som allerede nævnt: Det, der er brug for, er en strømmæssig symmetri. Eller rettere, det primære er, at man sikrer, at der ikke går strøm på ydersiden af kabelskærmen. Når dette krav er opfyldt, kommer den strømmæssige symmetri jo automatisk. Den komponent, vi skal bruge hertil, kalder vi en strømbalun. Nogen har gjort ophævelser imod navnet, jeg synes det er rimeligt dækkende. Vi kunne også finde et navn svarende til den tyske betegnelse Mantelwelleunterdruckungsdrosselspule, men det er nu lidt besværligt!

Skal man begrænse en vekselstrøm, hedder komponenten man anvender, en drosselspole. Og det, vi gør med strømbalunen, er kort sagt at indføre en drosselspole i transmissionslinien, som kun er virksom for strøm på kablets yderside.

Drosselspolevirkningen kan fås med en forholdsvis tabsfattig induktans, en ren luftspole. Eller den kan opnås - og det er aktuelt navnlig på de lavere kortbølgebånd - med hjælp fra et ferromagnetisk materiale; dette kan være ferrit eller det kan være pulverjern. Vi får så en komponent, der i nogen grad er tabsbehæftet, men i en acceptabel grad.

Hvis vi kigger på strømbalunens virkning, så vil vi kunne konstatere, at om balunen er rent induktiv vil den virke gennem refleksion, var den rent ohmsk, ville den virke gennem absorption. Den praktiske verden bringer os hen et sted imellem de to virkemåder. Lad os da så lige konstatere, vi under alle omstændigheder selv med den bedst mulige balun påvirker antennen standbølgeforhold; men det er i en så ringe grad, at det netop vil kunne registreres

med et godt professionelt instrument og sikkert slet ikke med et amatørinstrument.

Hvor 'stor' skal balunen så være? Her er et spørgsmål, som ikke har noget eksakt svar. Vi skal have en relativt høj impedans set i forhold til antennen fødepunktsimpedans og over hele det forventede frekvensområde. Tænker vi os en '50-Ohms' antenne, vil en god målsætning være en ti gange højere impedans, altså 500 Ohm. Og det er ikke svært at møde denne målsætning, undtagen måske på 160 meter. Har vi med en 'Off-Center-Fed' antenne (f.eks. FD4) at gøre, stiger kravet, og er antennen en G5RV eller lignende antenne bliver det endnu vanskeligere.

Vigtigst er det naturligvis at bruge en balun i overgangen mellem antenne og kabel. Der kan imidlertid være tilfælde, hvor dette ikke er nok. Eksempelvis hvor man har større længder af koaxkabel, og hvor dette forløber indenfor antennen nærfelt. Her kan det være hensigtsmæssigt at anbringe noget lignende balunen andre steder på kablet, men herom senere.

Strømbalunen er let at realisere; den kan laves på flere forskellige måder, og den har praktisk talt ikke nogen negativ indvirkning på antennen tilpasning.

### Jernmaterialer til strømbaluns.

Jeg har nævnt, at man kan anvende et ferromagnetisk materiale i sine baluns. Så vi skal måske lige kigge på, hvilke materialer man vil kunne bruge.

Mest anvendt er ferritmaterialer med forskellige egenskaber og i forskellige former. Ferrit er, hvor vi her taler om det, et keramisk materiale, der består af findelt jernoxyd blandet med oxyder af andre metaller, bl. a. Mangan, Nikkel og Zink. Ferritten presses til en ønsket form og sintres ved en høj temperatur. Der findes et meget stort antal ferrittyper med meget forskellige egenskaber. Den ferrit, vi her bruger, er først hvad man kalder en 'blød' ferrit (i modsætning til 'hård' ferrit, der bruges eksempelvis til højttalermagneter).

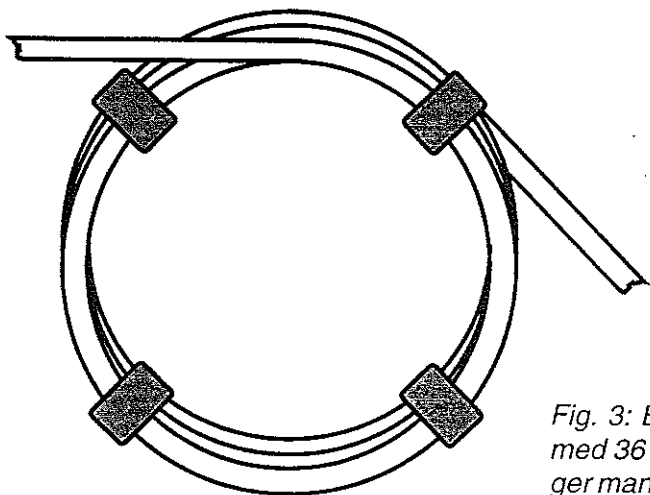


Fig. 3: Balunen i fig. 2 kan udvides med ferritringkerner. Kerner med 36 mm yderdiameter tillader kun 3 vindinger RG213/U. Brugger man RG58C/U, er der plads til flere vindinger.

Et par ord om ferritters magnetiske egenskaber: Permeabiliteten, den magnetiske ledningsevne, vil for de typer, vi kan bruge her, ligge mellem 50-100 2-3000.

Ferritter med lav permeabilitet er bedst egnede for høje frekvenser og de med højere permeabilitet for lavere frekvenser. Ferritternes permeabilitet er for øvrigt ret frekvensafhængig. Laver man en spole på et givet ferritemne, vil man ved lave frekvenser kunne måle en selvinduktion. Går man så opefter i frekvens, vil tabene i ferritten få spolen til mere og mere at opføre sig som en modstand. Og ved endnu højere frekvenser vil ferritmaterialet begynde at manifestere sig som et dielektrikum!

De lavpermeable og højfrekvente ferritter indeholder Nikkel og Zink; de højpermeable og lavfrekvente indeholder Mangan og Zink. Eksempler på den første type er 4C65 og K1 fra europæiske producenter og den amerikanske type 61. Den anden type repræsenteres af de europæiske producenters 3H- og N30- typer og amerikanernes typer 72 og 77.

Den udvalget er stort, spillerummet for type valget er rimelig stort; i sidste ende er tilgængeligheden af emnerne nok endeligt afgørende for et valg.

Man kan også bruge pulverjernemner, dog kan det knibe med at opnå tilstrækkelig høj impedans ved lave frekvenser grundet dette materiales lavere permeabilitet. Man skal imidlertid nok vogte sig for at bruge såkaldt hydrogenreduceret jern (det er det, der bruges i støjdrosler etc.).

### Praktiske eksempler

Den allersimpleste udførelse er den, hvor man laver en spole af fødekablet, fig. 2; 6 vindinger RG58C/U med en diameter på 12 cm giver en induktans på 5 uH, fint for 15 og 10 meter.

For de lavere bånd vil denne type blive lidt upraktisk, specielt hvis det er RG213/U kabel, man arbejder med. Så kunne man gøre som vist på fig. 3: Her er det RG213/U kabel; der er kun tre vindinger, men kablet er syet igennem et antal ferritringkerner. En diameter på ca. 20 cm, tre vindinger og f. eks. seks 4C65-ferritkerner med en yderdiameter på 36 mm vil

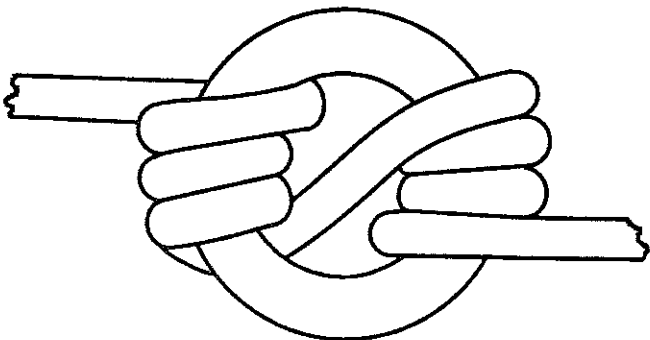


Fig. 4: Balun af koax viklet på en ferritringkerne. F. eks. RG58C/U viklet på en 4C65-kerne med en yderdiameter på 36 mm.

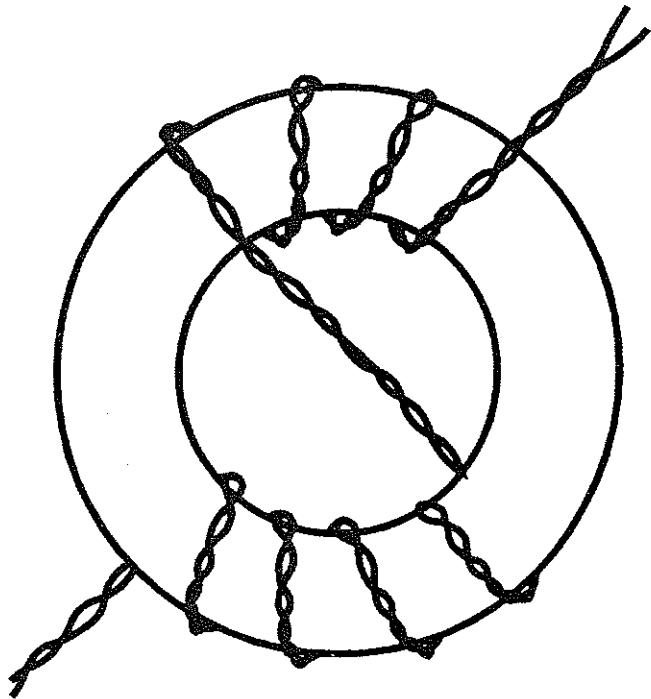


Fig. 5: En balun på en ringkerne behøver ikke være med koaxkabel, man kan også anvende et stykke totråds transmissionslinie. Fordelen er, at der kan blive plads til flere vindinger på en given kerne. Ulemper er, at det kan være svært at lave 50-Ohm transmissionslinien og at tingesten skal puttes i en dåse. 50-Ohm linien kunne f. eks. være af 0,8 mm CuL med ca. 3 snoninger pr. 2 cm eller af 0,6 mm CuL med ca. 1 snoning pr. cm. Isolationstykkelsen og snoningens stramhed betyder noget, så man skal nok prøve sig frem!

give 15 uH, næsten godt nok til 80 meter og fint til båndene opefter. Er det kun de lave bånd, der interesserer, kan man bruge den amerikanske ferritkvalitet 43. Kernerne skulle så nok hedde FT-114-43.

Vil man i det mindste nær antennens fødepunkt bruge et tyndere kabel, RG58C/U, har vi en løsning i fig. 4. Kablet er syet igennem en enkelt ringkerne. Viklingen ser lidt mærkelig ud, men det er samme viklingsretning. Viklemåden giver den mindste kapacitet mellem de to ender og sikrer hermed en god virkning på de høje bånd. Syv vindinger på en 36 mm 4C65-kerne giver ca. 6.5 uH, fint til de høje bånd.

For de lave bånd kan man sætte flere ringe i serie, måske kan man lave de nederste (længst borte fra antennen) med et ferrit med højere permeabilitet, f. eks. 3H2 eller amerikansk 77.

Denne type balun med transmissionslinien syet igennem ringkerne skal jo ikke nødvendigvis laves med koaxkabel. Se fig. 5. En snoet totrådslinie er ligeså god og fylder meget mindre. Man skal holde totrådsliniens impedans rimeligt nær 50 Ohm; trådtykkelse, isolationstykkelse og snoningsgrad bestemmer impedansen.



Fig. 6: 'Sleeve' - eller W2DU - balunen. Nok den eleganteste og i nogle henseender bedste løsning. Men den er ikke den billigste! Se teksten for ferritkvaliteter og antal ringe. Ringene skal spaces nogle få millimeter; det synes dels at være hensigtsmæssigt funktionsmæssigt, dels nødvendigt af mekaniske hensyn. Den færdige balun kan dækkes med et stykke krympeflex.

De nyeste type strømbalun er den såkaldte 'sleevebalun' og 'W2DU-Balun'. Se fig. 6. Her er et antal ferritringkerner trukket på koaxkablet. Afhængigt af kernerdimensioner og permeabilitet ligger antallet af kerner mellem 35 og 50. Kernerne er spacede en smule; nogen har prøvet at bruge rør, men resultatet er bedst med de korte emner. W2DU brugte type 77 ferrit for lave frekvenser og type 43 for de høje frekvenser. Han og andre oplevede i nogle tilfælde ved høje frekvenser og stor effekt, at de øverste kerner (nærmest antennen) blev meget varme.

Min udgave af denne balun bruger to typer ferrit, f.eks. 15 styk 4C65-kerner og 25 styk 3H2-kerner. Hermed får jeg en al-bånds balun og jeg undgår amerikanernes problemer med ophedning af de øverste kerner.

Til RG213/U kabel bruger jeg europæiske kerner med en yderdiameter på 23 mm. Den tilsvarende (lidt mindre) amerikanske kerne hedder FT-82.

### Andre anvendelser

Vi har nu kigget på de problemer, der ligger omkring fødding af en balanceret antenne fra et ubalanceret kabel, og vi har set på, hvordan man løser disse problemer. Og det er her, en radioamatør bør starte, når han vil have sit udstyr under kontrol.

Men den hellige grav er ikke forvaret hermed. Ligger radioamatørens og andres bolig indenfor antennens nærfeltområde, kan der induceres uønskede spændinger i ledninger; det kan være i netledninger, højttalerledninger kabler til TV og video, eller det kan være ledninger i amatørens eget shack, f.eks. mikrofonledninger. Man kan oftest ikke forhindre denne induktion, men der er noget, man kan gøre: Man kan sørge for, at de inducerede spændinger ikke giver anledning til for store strømme. Og det gør man ved at tillemppe strømbalunens princip. Ferritemner anbringes på alle udsatte ledninger og kabler. Valget af typen af ferrit, man bør anvende her, er ikke overvældende kritisk, men bedst her er en Mangan-Zink-ferrit med en permeabilitet på omkring 2.000. Sådan noget hedder som før nævnt 3H eller N30 hos europæiske producenter, hos amerikanerne hedder det type 72 eller 77.

### Derfor

Nogen vil måske sige: Hvorfor nu det, mit grej kører da godt nok uden - nogle kloge vil måske hævde, at det i mange tilfælde ikke er nødvendigt o.s.v. Og de kan alle i nogle situationer have mere eller mindre ret. Der er bare det, at ingen af os nok overhovedet kan overse forholdene omkring vor HF-station!

Jeg vil tillade mig at mene, at mange amatørers problemer med forstyrrelser i forskellige sammenhænge vil kunne undgås, hvis man konsekvent søger at have sine HF-strømme under kontrol.

Derfor: Se på anvendelsen af de rigtige baluns og på tillem্পningen af de øvrige nævnte forholdsregler i en forsikrings-synsvinkel!

### Litteraturhenvisninger.

1. 'An Analysis of the Balun', WA2NEW, Bruce Eggers, QST, April 1980
2. 'Some Aspects of the Balun Problem', W2DU, Walther Maxwell, QST, March, 1983
3. 'Baluns: What They Do And How They Do It' W7EL, Roy Lewallen, 'Antenna Compendium' (No. 1), ARRL
4. Bill's Basics: Om Radio Works 'Current Baluns(c)', Bill Welsh, W6ODB, CQ, August 1989
5. K. Rothammel: Antennenbuch, 10. udgave, 1991, Kapitel 7: Symmetrier- und Sperrglieder. **OZ**

## Fra andre blade

### Et modulationsbrums mysterium løst!

KC5KBG er dykket ned i problemet med det brum, der går under betegnelsen modulationsbrum, og i en tre siders gennemgang løser han mysteriet og anviser metoder til fænomenets afhjælpning.

Det var det problem, der "i gamle dage" blev løst ved at sætte en kondensator på 5 nF tværs over nettransformatoren - og vel at mærke en kondensator af sikkerhedstypen.

Lyle Russell Williams, KC5KBG, *An HF Hum Interference Mystery Solved!*, QST APR 1995 pp. 35-37

OZ8T

### Et par - virkelig simple og effektive - modtageantenner for 80 og 160 m DX - fortsat !

Artikler resulterer ofte i breve fra læserne, og således er det da også gået med WA2WVL's, der blev omtalt i OZ JUL 1995 p. 385. Blandt de mange, der berettede om deres forbedrede modtagegenskaber var ét fra WB2P, der foreslog et omskiftearrangement, således at der kunne skiftes retninger for antennerne.

Dette udarbejdede WA2WVL så, og anlægget, der kan skifte mellem fire retninger beskriver han nu indgående. I midten anbringes en pæl/stolpe, hvorpå der anbringes en relækasse til omskiftningerne. Kassen skrues fast på stolpen og på det aftagelige låg monteres tilslutninger og relæer, hvilket muliggør let demontage for eventuelt eftersyn.

Da han - åbenbart - ikke lider under pladsmangel, opsatte han endnu et anlæg 100 m fra det første og kobled de disse sammen for at opnå større "gain" under bibeholdelse af modtagelse fra alle fire retninger!

Der er vist retningsdiagrammer i såvel vandret som lodret plan. Floyd A. Koontz, WA2WVL, *More EWEs for You*, QST JAN 1996 pp. 32-34

OZ8T