

## Lille vertikal-antenne til hele HF-området

En antenne der er optimeret til 10-160 m, er nok kun en ønskedrøm for mange radioamatører. Af praktiske og økonomiske grunde kan drømmen sjældent realiseres.

Her beskrives imidlertid en lille lodret antenne der står på jorden mellem et par rækkehuse og afstemmes automatisk i bunden med en Smartuner, SG-230.

De aktuelle omgivelser består af en bolig i stueetagen i et tre-familiers rækkehus. Husrækkerne i kvarteret ligger kun 22 m fra hinanden. Tagryggen på husene er ca. 9 m. Hele bebyggelsen ligger på et areal der skråner 2-3 grader mod vest. Øst for os stiger terrænet ca. 50 m. Bag huset er der en lille have med en græsplæne på 10 x10 m, og det er den eneste mulighed for placering af en antenne. På et nabotag er der en fælles tv-antenne.

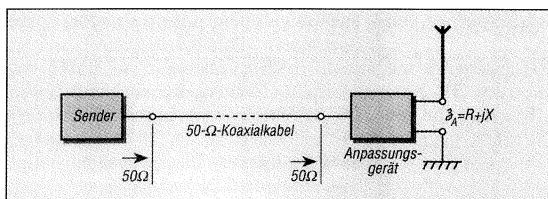
### Ønskes: En lodret antenne i haven

Jeg interesserer mig mest for forbindelser med DX og Europa, men ønsker også at have mulighed for forbindelser når der er solpletminimum, dvs. på de lave bånd (160, 80, 40 m). Vandrette trådantenner kunne der ikke være tale om. Den lave antennehøjde jeg kunne opnå ville kun give en meget stejl udstråling. Ej heller kunne der være tale om at anbringe antenner på taget. Mit eneste alternativ var altså en lodret antenne i haven. Med sådan en ville der også være rig adgang til at experimentere, og den skulle yderligere fastholdes med nogle isolerede barduner. En sådan vertikalantenne udviser en sammensat fødeimpedans, afhængig af dens længde i forhold til bølgelængden og ligeledes dens diameter i forhold til længden. Generelt kan man forvente værdier der i høj grad afviger fra 50 Ohm. Nu til dags anvendes næsten udelukkende 50 Ohm systemer: 50 Ohm senderudgang, 50 Ohm coaxkabel, og derfor skulle antennen til trods for det meget store frekvensområde udvise en indgangsimpedans på 50 Ohm for at belaste senderen korrekt og dermed aftage den maximale effekt. En vanskelig opgave!

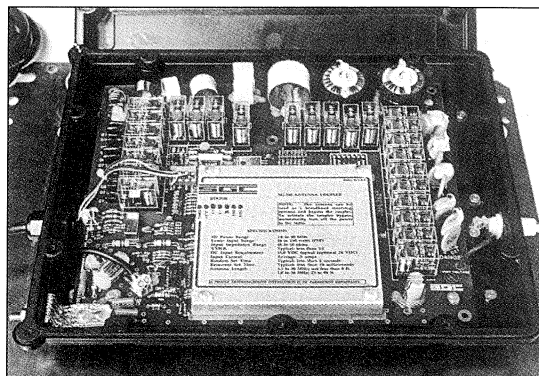
### Metoden: En antennetuner i fødepunktet

En elektrisk kort antenne (<0,25 bølgelængde) er forholdsvis smalbåndet [5].

Derfor måtte, i hvert fald på 80 og 160 m måtte



Grundprincip for antenntilpasningen



Et kig ind i Smarttuner SG-230

antennetuneren være beregnet på fjernstyring eller indeholde en form for automatisk afstemning. Dette ville også gøre det muligt at afstemme antennen når de ydre forhold ændrede sig (regnvejr, ændringer i buske og jordbund, sne og is osv.)

### Antennetuneren SG-230

Inden for kommerciel radioteknik har man i mange år anvendt automatiske, mikroprocessorstyrede tilpasnings-systemer til forskellige antenntyper (piske-, stav-, longwire-, bredbåndsantenner), og nu fås lignende apparater til amatørbrug, oven i købet til en overkommelig pris, så derfor er automatiske antennetunere i de senere år blevet almindelige, i hvert fald i Tyskland. På grund af TVI/BCI problemer hos naboerne så jeg bort fra eventuel anskaffelse af et PA-trin, og så blev valget let: en SG-230 150 W antennetuner (figur 2). SG-230 tilpasser iflg. fabrikkens opgivelser alle bånd fra 1,8 til 30 MHz når mindstelængden af antennen er 7,1 m til et standbølgeforhold på maksimalt 1:2. Der skal bruges en spænding på 13,8 V ved 0,9 A under tilpasningen. Huset består af vejrfast plasticmateriale, og tunerens fungerer ved temperaturer mellem -35 og +70°C. Alle nødvendige data til brug ved afstemningen fås fra den tilførte HF. Der behøves altså ingen styresignaler fra stationen. Foruden coaxkablet skal der bruges en 12 V ledning til at bringe strømmen frem. For at gøre betjeningen endnu behageligere kan man også bruge en ledning så man kan se om antennen er færdigafstemt, og en til "reset" samt en til "låst"

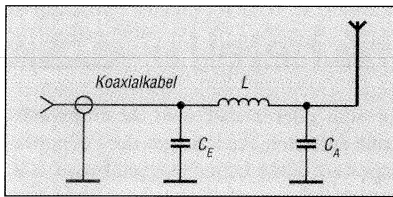


Fig. 3 Grundkobling for SG230.  $C_E$  består af 0 - 6300 pF i 100 pF trin, L af 0 - 63,75 uH i 0,25 uH trin og  $C_A$  af 0 - 775 pF i 25 pF trin

(3-4 ledere i alt). Tilpasningsleddet i Smartuneren er egentlig et pi-led med kapacitet i ind- og udgang samt en seriespole (figur 3). Værdierne for kapaciteter og induktion frembringes ved at man skifter mellem 6 ind- og 5 udgangskondensatorer samt 8 spoler via relækontakter. Dette muliggør 500.000 forskellige tilpasningskombinationer (figur 4). Indstillingen sker automatisk, ved fx frekvensskift, på den måde at elektronikken lynhurtigt gennemfører en serie målinger:

- HF til stede?
- Frekvens?
- Fasen af HF-spændingen på indgangen?
- Er SWR på indgangen <4?
- Er SWR på indgangen >2?

Mikroprocessoren analyserer måleværdierne, udregner de bedst mulige indstillinger af netværket og den tilsluttede antennes impedans og styrer åbning eller lukning af relækontakterne. Denne proces tager typisk under 2 sekunder og endda endnu hurtigere ved udnyttelse af en af de 500 hukommelser når man vender tilbage til den samme frekvens - typisk på kun 10 millisekunder. Når der ingen 12 V spænding er, står alle relækontakter åbne, dvs. at alle spoler er koblet i serie og ind- og udgangskapaciteterne er nul (figur 3 og 4). Trykker man på "reset", (uden HF fra senderen!) stilles Smartuner på direkte gennemgang: Alle seriespoler kortsluttes vha. de lukkede relækontakter, og ind- og udgangskapaciteterne er nul. Den samme situation opstår når man har slukket og derefter tændt for 12 V fødespændingen uden HF (figur 3 og 4b). Ved hjælp af "lock" kan man "fastfryse" den sidst opnåede indstilling, og en ny afstemning, hvad enten den er manuel eller automatisk, kan ikke ske.

### Krav til antennen

Den skulle gerne kunne bruges på alle bånd fra 10 til 160 m med en Smartuner. Derfor kræves jo en strålerlængde på mere end 7,1 m. Desuden ønskede jeg at antennen var en selv bærende konstruktion der kunne tåle storm uden egentlige barduner. Når hertil kommer færrest mulige skruer (der korroderer), skulle jeg få en antenne der kunne holde mange år. Endelig skulle den ikke virke alt for iøjnefaldende af hensyn til naboerne.

I [9] fortæller DL1BU om en 8,2 m høj vertikalantenne for 10 til 80 m der klarer sig uden barduner. Ved denne antenne (DX-2000) benyttes foruden midterrøret fire metaltråde af forskellig længde således at der - med en tilpasningstrafo - kan forbindes et 50 Ohm kabel. Artiklen påpeger i øvrigt også denne antennes afhængighed af jordbundsforholdene. På grundlag af denne artikel og i samarbejde med DK2WM (DX-2000's fabrikant) kom min nye antenne til at se således ud:

Basis udgøres af en 8,50 m højt, stabil midtersektion, sammensat af nogle få kvalitets-alurør. Rørsamlingerne og fødepunktet beskyttes mod vandindtrængning af gummibælge. Skruerne er af rustfrit stål. Røret stabiliseres af fem lige lange sidebarduner (stålwire med Pvc-kappe) der foruden er forbundet med midterrøret og foroven spændt fast, men isoleret. Cirka 75 cm over fødepunktet føres de gennem fem 50 cm lange afstandsstykker.

Forestiller man sig at konstruktion roterer om midterrøret, ville sidetrådene danne en slank kegle. Afstandsstykkerne er befæstet til en isolerende ring som NB kan glide op og ned ad midterrøret (figur 7). Derved virker sidetrådene ikke som egentlige barduner, men som en slags fangliner der i stærk blæst forhindrer alt for store udsving af midterrøret.

Yderligere dæmpes 8-tals svingninger på røret fordi hele konstruktionen virker elastisk. Sidetrådene ligner altså en ruse, men forøger ikke antennens vindmodstand særlig meget.

### Konstruktionens elektriske egenskaber

Jeg har ikke bestræbt mig på at gøre antennen resonant i sig selv - det sørger Smartuneren jo for. Antennen (figur 6) med midterstråler og sidetråde kan opfattes som en parallelkobling af

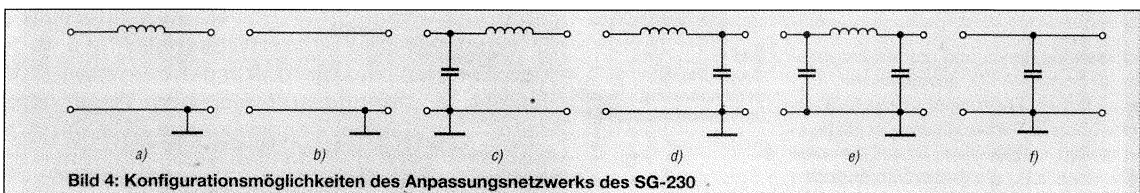


Bild 4: Konfigurationsmulighederne des Anpassungsnetzwerkes des SG-230

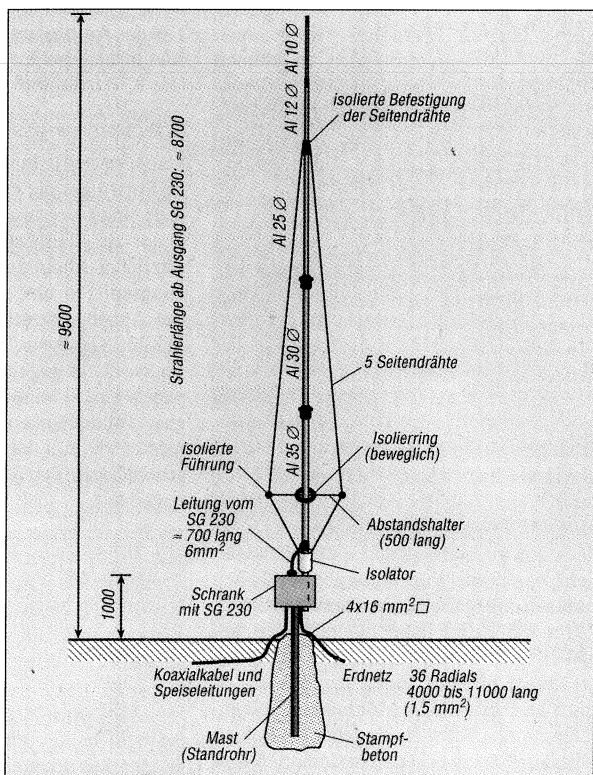


Fig. 6. Skitse af den mekaniske opbygning af antennen.

to vertikalanterner med forskellig resonansfrekvens. Som antennen er opbygget, måles en egenresonans omkring 7,1 MHz, hvilket svarer til en kvartbølglængde på 10,56 m. Da selve midterstråleren er en del kortere, må sidetrådene, selv om de ikke er elektrisk forbundet med røret foroven, ved en form for kapacitiv kobling skabe en betydelig forøgelse af strålerens diameter. Ved siden af denne "forkortning" kommer endnu en effekt ind i billedet. I kapitel 10.2.5, Foldede Dipoler, i Rothammels antennebog står der: "Når to ulige lange, men tætplacerede dipoler kobles parallelt i fødepunktet, vil den korte dipol undergå en tydelig elektrisk forkortning (resonansfrekvensen stiger), mens den længste forlænges elektrisk (resonansfrekvensen falder)."

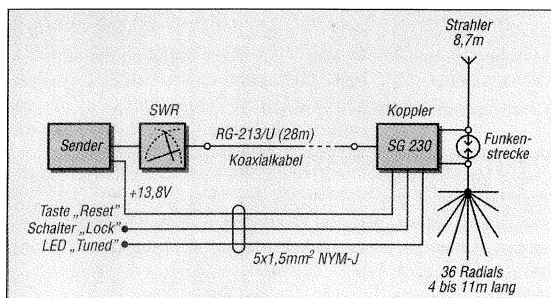


Fig. 5 Skitse af antennesystemets opbygning

Det samme bør gælde for parallelfødede vertikale strålere (monopoler). Ved en konstruktion som figur 6 antager antennis længste midterstråler en lavere resonans på de uvendige trådes kegle en højere resonans end man skulle forvente ud fra de mekaniske dimensioner. Det giver følgende virkning: De laveste resonans glider ned omkring 7 MHz, og der hvor midterstråleren bliver højimpedanset, ved ca. 14 MHz, tiltager den lavimpedansede kegles indflydelse på den samlede fødeimpedans.

Disse modsatte tendenser fortsætter ved begge stråleres harmoniske, højere frekvenser. Sammen med den lave slankhedsgrad fører det til at hele antennesystemet oven for den laveste egenresonans (her ca. 7 MHz) ikke bliver ekstremt højimpedanset.

Ved lavere frekvenser, altså på 80 og 160 m, frembyder konstruktionen en ikke-resonant, lineær monopole med høj kapacitiv modstand. Den tidligere nævnte ringe slankhedsgrad fører imidlertid til mindre høje maksimalværdier for blindmodstandene - og dermed også til lavere krav til basis-isolatoren.

#### Isolatoren

Denne må udvise både høj isolationsevne, lav kapacitet i forhold til jord (det rør som bærer antennen) samt mekanisk stabilitet mod de skif-

tende belastninger når antennen er udsat for blæst. Der blev derfor anvendt et stykke cylindrisk PTFE (Teflon) med 75 mm ydre diameter. En lille del af det laveste antennerør blev presset ind i isolatoren, og nedadtil er der presset et lidt længere stålør ind i isolatoren. Stålrøret stikkes så ned i bærerøret, og med en 6 mm maskinskrue af nylon sikrer man sig at intet kan dreje. Den mindste isolationstykkelse er dermed på 20 mm Teflon.

Ud fra isolatorfodens dimensioner (seriekobling af to cylindriske kondensatorer) og materiales egenskaber kunne det udregnes at antennens fodpunkt udviser en kapacitet i forhold til bærerøret på ca. 8 pF.

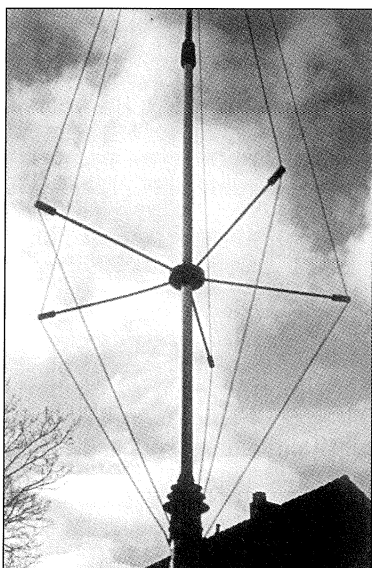


Fig 7

### Detaljer

Jeg valgte et sted nær stakit ind til nabohaven for at kunne få så lange radialer som muligt - vel vidende at de kun kunne lægges over en vinkel på  $180^\circ$  (figur 8-9-10). Et fastgørelsesrør med 48 mm diameter blev støbt 1,5 m ned i jorden og rager så stadig 1 m op. Et RG-213 coaxkabel og en ledning til strømforsyning og styring (5 styk 1,5 mm<sup>2</sup> kobber NYM-1 fugtigrumskabel blev gravet ned i ca. 20 cm dybde i et plasticdrænrør (40 mm diameter) og ført ud til antennen. Smartuneren er ganske vist anbragt i et vejrbestandigt ABS-hus (305 x 406 x 76 mm), men jeg ville beskytte dels de forskellige tilslutninger og huset bedst muligt for vejrets indvirkninger - samt for nysgerrige blikke. Derfor monterede jeg et lille skab som kunne aflåses, og byggede tunerens og tilførselsledninger ind i det (figur 9 og 10). Skabet havde tilstrækkelige dimensioner til at jeg kunne experimentere med andre tilpas-



Fig. 8

nings-netværk. Et glasfiberforstærket polyester-skab af fabrikat Bopla (model PL 500, IP 54 med udvendige måle på 408 x 508 x 210 mm) viste sig som velegnet. Inde i skabet blev Smartuneren anbragt lodret på en montageplade af kromateret 2 mm tyk stålplade (tilbehør, type M-PI(F) 500 x 450 x 350 mm). Monteringspladen er forbundet med et bredt kobberbånd med tunerens jordskrue og ledningen til jordnettet (4 x 16 mm<sup>2</sup>). Korrosionsbeskyttelse skete med "Polfedt". På bunden af skabet er der anbragt en fugtigrumsdåse som rummer forbindelsesstederne til de ledninger som skal føres ud (+12 V, 0 V tuned, reset/lock), og så selve coaxforbindelsen. På dette sted er de +12 V forsynet med en 2 A sikring.

Samtidig blev 2 A sikringen i Smartuneren udskiftet med en 3 A. Dette gør det muligt at komme til at skifte sikringer og måle på forsyningsspændingen uden at skrue Smartuneren af. Ledningerne blev ført ind i skabet via vandtætte muffer.

Fra udgangsisolatoren på Smartuneren forløber forbindelsen (isoleret 6 mm<sup>2</sup> kobberlitse) til fødepunktet på antennen ad den kortest mulige vej gennem en isolator, anbragt oven på skabet. Denne ledning på 70 cm udgør en del af anten-nelængden, og herefter har vi en samlet mekaniske strålerlængde på ca. 8,70 m.

### Overspændings-beskyttelse

Statisk opbyggede ladninger på antennen ledes i Smartuneren ad en galvanisk forbindelse over indgangssiden på en HF-trafo til jævnstrømsstel. Til yderligere beskyttelse mod overspændings-spidsen ved tunerens antenneindgang har jeg uden på SG-230's hus indbygget fra dennes gen-

nemføringsisolator og over til den jordede monteringsplade et lille gnistgab (ædelgas, 8 mm diameter, 8 mm lang, type SSG 5 X-1 fra Siemens).

Dette gnistgab må naturligvis ikke slå over ved de højest forekommende HF-spændinger. Det kan man klare ved forsøg med gnistgab med forskellig tændspænding. Typerne SSG... leveres til overslagsspændinger fra 350 V til 20 kV. NB: Antennetuneren FK 852 C1 fra Rohde & Schwarz indeholder som beskyttelse mod overspændinger inde i kassen direkte ved antenntilslutning et (luft-)gnistgab med indstillelig afstand og har normalt en tærskel på 6-8 kV.



Fig. 9

#### Jordnet

Fra foden af bærerøret udgår 36 tråde med længder på 4-11 m ligeligt fordelt over 180°. Radialerne (isoleret 1,5 mm<sup>2</sup> kobberlitse) er ved basis omhyggeligt loddet sammen på den jordforbundne jordledning på tunerens. Til beskyttelse mod tæring har Plastik 70 vist sig velegnet. Radialerne blev lagt løst på jorden da mit forsøg på at lave slidser i græsplænen mislykkedes pga. sten. I nærheden af antennens basis er radialerne samlet i fire grupper med små stykker trådnæt. Før græsplænen slås, bliver trådene lagt ud til siden i fire bundter og bagefter igen fordelt. Den eneste ledende forbindelse fra dette HF-jordnet ind i huset er selve HF-kablet - samt strømforsynings- og styrekablerne til Smarttuneren. Jordnettet er ikke forbundet med metaldele i eller uden for huset!

#### SWR-værdier

I praktisk brug har et SWR krydsviser-instrument NS 660 P vist sig nyttigt til kontrol af afstemningen. På denne måde opnåedes med Smarttuneren efter tuning følgende SWR-værdier ved coaxkablets indgang (figur 5): Fra 10 til 40 m lig-

ger SWR under 1,2 (på 40 m: 1,0). I CW-delen af 80 m båndet ligger det under 1,6, over 3650 kHz under 1,3. Og endelig opnåedes på den frekvens på 160 m hvor der blev tunet SWR under 1,1. Båndbredden har jeg bestemt ved at ændre frekvens med tunerens i stilling "locked" indtil der var et SWR på 2. På 80 m viste det sig at give en båndbredde mellem 90 og 120 kHz, på 160 25 kHz.

#### Praktiske erfaringer

I 1980 blev den første fjernstyrede vertikalan-tenne stillet op i haven; den var i drift i 14 år på 80 til 10 m (og gav bl.a. næsten 200 lande på 40 m med max 100 W). Den bestod af en simpel 5 m lang stråler af alu-rør sat teleskopisk sammen, havde et jordnet af 42 tråde fra 4 til 11 m, et TCS80 motordrevet variometer fra DJ2UT ved basis, 1 m over jorden. Antennen opfyldte dog ikke alle mine ønsker, og derfor erstattede jeg den i 1994 med denne nye. Den resterende tid blev antennen overvejende anvendt på CW med 75 W på 160 m og 100 W på de andre bånd. Mange års praktisk erfaring og en analyse af et stort antal QSO'er viser at antennen trods omgivelserne og det lille jordnet opfører sig som en fritstående vertikalan-tenne. Dette siger dog intet om absorptionstab i omgivelserne. CQ-opkald på 40 og 80 m bliver om dagen næsten kun besvaret af stationer som er 300 km eller mere borte. Forbindelser inden for Tyskland giver gennemgående - alt efter afstand - relativt svage rapporter. Hele Europa dækkes både dag og nat uden problemer, i det mindste på CW. Hverken ved forbindelser med Europa eller DX kunne jeg iagttage nogen retningsvirkning. At køre radio med Smarttuneren og denne vertikalan-tenne giver en helt ny fornemmelse: Uden at måtte indstille knapper eller omskiftere, har jeg



Fig. 10

mulighed for lynhurtigt båndskift. Jeg har kunnet worke mangan en sjælden station fordi jeg hurtigt kunne være i gang når han bekendtgjorde skift til et andet bånd.

Når jeg forsøgsvis samlede radialerne så de kun lå i en til tre bundter, bragte det en "forbedring" hvad angår Tyskland på 80 m, men ved DX gav det et svagere signal; fx rapporterede en W6 på 20 m et 9 dB svagere signal end med 36 radialer. Men det var stadig muligt at køre DX på alle bånd.

### BCI og TVI

Jeg har ikke kunnet konstatere nogen særlig tilbøjelighed ved antennen for TVI eller BCI, hvilket bl.a. skyldes adskillelsen mellem metaldele i huset og jordnettet. Forstyrrelser på underholdnings-elektronik holder sig inden for "normale" rammer. Striber på Tv-skærmen blev klaret med afdrøsling af kablerne. Også ved Hi-fi anlæg med lange højttalerledninger kunne støj i højttalerne fjernes med drøsler.

### Afslutning

Som en simpel erstatning for den her beskrevne antenne kunne man tænke sig en lodret

ophængt tråd af fx 8 m længde og afstemt med en Smartuner. Giver man afkald på 160 m, kunne man klare sig med et vertikalt rør (uden barduner) på 5-6,5 m, fx af Titanex med en GfK isolator i forbindelse med en SG-230 og allermindst én modvægtstråd, længere end røret.

### Litteraturhenvisninger

1. Rothammel: Antennenbuch, 11. udgave
2. ARRL Antenna Book, 14th ed.
3. Devoldere, ON4UN: Low Band DXing
4. Hock: Antennentechnik. Expert Verlag Grafenau
5. Janzen: Kurze Antennen
6. Meinke/Gundlach. Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, 3. udgave
7. Anpassgeräte FK 852 zur Funkegeräte-Familie HF850. Neues von Rohde /& Schwarz 1987-88
8. SGC: SG-230 Antenna Coupler, Installation and Operations Manual
9. Schwarzbeck, DL1BU: Allband-Vertikalantenne 3,5 MHz bis 30 MHz mit reusenartigem Aufbau. Cq-DL 57 (1986) s. 513
10. Gebrauchsmuster G 83 27 882.6; Inh. K.-H. Mühlau, Anm. 28.9.83

**OZ**

Af OZ7TA, Jørgen Kragh  
Forelvej 25  
3450 Allerød

## EC 05 til ATU 2002

*I denne EC beskrives et antal små ændringer der har vist sig hensigtsmæssige. EC'en er frivillig.*

### Fasedetektor U02

Ved visse belastningsimpedanser og ved visse radioer med VSWR beskyttelse er spændingen til fasedetektoren U02 ikke tilstrækkelig til at den reagerer pålideligt. Modstanden R10 kan med fordel ændres fra 100 Ohm til 1 kOhm. Herved får fasedetektoren mere at detektere på.

### Andre komponenter

Dioderne V05 - V08 kan erstattes af type 1N4148. Fasedetektor U01 kan erstattes af andre typer balancerede blandere, blot benforbindelserne er de samme. Dette er endnu ikke verificeret også at gælde for U02. Der har vist sig vanskeligheder med at skaffe 91 pF Mica-kondensatorer til C214. Løsningen er at anvende 2 stk. 180 pF kondensatorer i serie. Man kan ikke anvende 82 pF i stedet, idet kondensatorerne er valgt, så den samlede værdi stiger monotont med stigende værdi på ben C1-0 til C1-7. Ændrer man på

kondensatorværdierne, så skal de alle beregnes på ny.

### Lavere tuneeffekt

Ved at mindske modstanden R38 vil triggepunktet for ben RF blive lavere, d.v.s. tunerens begynder at tune ved mindre end 10 W. Hvis man generelt ønsker at anvende lavere effekt, f.eks. i forbindelse med en FT-817, kan retningskobleren (T01 - T02) med fordel ændres til en 20 dB kobler. Samtidigt skal transformator T03 ændres til 1:20 og C01 - C02 ændres til 2,2 pF for begge.

### Litteraturhenvisninger

EDR Gladsaxe: ATU 2002 en automatisk antenetuner til HF, OZ december 2002, OZ januar, februar, marts 2003

OZ7TA: EC 01 til ATU 2002, OZ juni 2003

OZ7TA: EC 02 til ATU 2002, OZ juli 2003

OZ7TA: EC 03 til ATU 2002, OZ januar 2004

OZ7TA: EC 04 til ATU 2002, OZ

**OZ**