

I luften på 2200 meter!

Af OZ5N Steen Nielsen, Gejsingvej 33, 6600 Vejen

Radioamatørerne har nu fået adgang til området 135,7 kHz - 137,8 kHz. Da vi OZ1KMR og OZ5N inden da erfarede, at der var en CEPT anbefaling 62-01, som gav mulighed for amatørradiovirksomhed i dette langbølgeområde, var vi et par amatører, som besluttede, at de ledige frekvenser skulle aktiveres så hurtigt som muligt.

Derfor ansøgte vi Telestyrelsen om tilladelse til at sende i dette bånd. Vi søgte om tilladelse til at operere med A1A og J3E med op til 100 watt.

Tilladelsen kom på mindre end 3 uger med den ene begrænsning i forhold til vore ønsker, at sendeeffekten iflg. anbefalingen ikke måtte overskride 1 watt e.r.p.

Det var jo lykken, for 1 W e.r.p. var meget mere, end vi havde drømt om, men det vil jeg komme tilbage til.

Så var der 3 problemer tilbage:

- Modtageren
- Senderen
- Antennen

Lad os kigge på vores løsning i rækkefølge:

Modtageren

Da jeg selv for halvandet år siden havde den lykke at måtte nedtage en hel skibsradiostation fra et større passagerskib i international fart, var jeg så i besiddelse af en Skanti R5001, som dækker området fra 10 kHz til 30 MHz med fremragende egenskaber. Så her var valget let.

OZ1KMR er i besiddelse af et niveaumåleinstrument, som dækker fra 1 kHz til 18 MHz med mulighed for medhør på såvel øvre som nedre sidebånd med både 1 og 2 kHz båndbredde, og dette var derfor ideelt til de først forsøg.

I det hele taget findes der mange stationer på markedet, som har mulighed for at lytte på de helt lave frekvenser. Følsomheden kan måske være bedre, men da den atmosfæriske støj er meget dominerende, er det ikke altafgørende, at der er stor følsomhed. Vigtigere er det, at der er gode intermodulationsegenskaber, da de anvendte antenner kan risikere at samle adskillige volt op fra luften. (Se f.eks. OZ2UAs artikel i OZ juli 1997 side 385.)

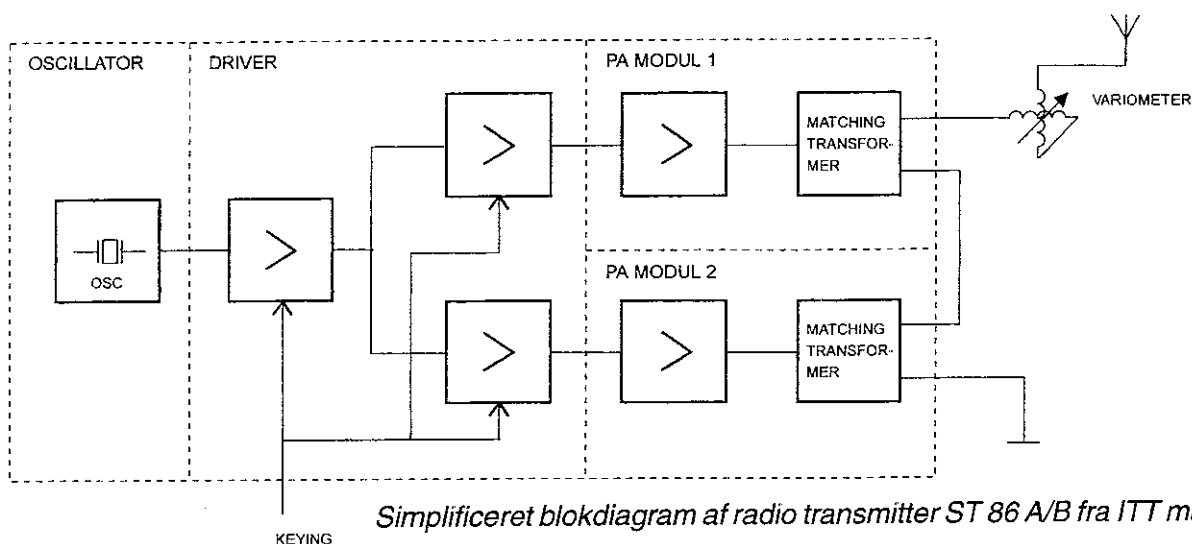
Dette kan også illustreres af min rapport ved vores første QSO, hvor jeg fik rapporten 534, skønt jeg vidste, at mit signal var rent. Denne rapport skyldtes, at målemodtageren hos OZ1KMR på grund af benyttelsen af en dårlig antenne var skruet så højt op, at der var indkoblet en bredbåndet forforstærker i instrumentet. Da det blev muligt at skrue et par dB ned med en bedre antenne, forsvandt støjen og den dårlige kvalitet af mit signal som dug for solen.

Skanti modtageren har to muligheder ved modtagelse af frekvenser under 1600 kHz, nemlig bredbåndet og med afstemning i indgangen. Jeg benytter altid den afstemte mulighed, da der ellers er en meget tydelig forøgelse af baggrundsstøjen, som kan kvæle selv stærke signaler.

Senderen

Som omtalt ovenfor havde jeg ribbet en skibsstation for alt udstyr, og dette inkluderede selvfølgelig et kæmpe monstret af en sender med 4 stk 4CX250B i udgangen dækkende området fra 410 kHz til 22 MHz.

Jeg har aldrig haft den i luften, da den skal have 3x380 V og 10 A, hvilket endnu ikke er ført til shacket... men tanken har strejft mig flere gange. Nå - den forblev nu ikke helt ubrugt til dette projekt, men i første omgang var det reservesenderen på 100 W til området 410 kHz til 512 kHz, som var inter-



Simplificeret blokdiagram af radio transmitter ST 86 A/B fra ITT marine

essant. Senderen er opbygget med transistorer i flere moduler, hvor mange kredsløb af driftsikkerhedsmæssige årsager er dubleret og kører således, at en evt. defekt i en enhed ikke vil afstedkomme fuldstændig breakdown.

Fig. viser blokdiagram af senderen.

I luften

I første omgang skulle der forsøges at få noget i luften fra min QTH, så krystaloscillatordelen med de faste senderfrekvenser blev koblet fra, og signalet fra en signalgenerator blev koblet på i stedet. Hele senderen er bredbåndet, så der skulle nu kunne komme signal ud gennem antenntilslutningen. Der blev koblet en dummyload på, bestående af en 5 ohm modstand og 500 pF kondensator i serie. Kondensatoren er nødvendig for at give en nogenlunde god efterligning af den benyttede antenne.

Ned i frekvens

Signalgeneratoren blev herefter i første omgang stillet til 430 kHz, og antenneafstemningsspolen blev justeret til maximum strøm i modstanden.

Hurra! ca 4,5 A i 5 Ohm. Det er jo noget med $I^2 \cdot R = 4,5^2 \text{ A}^2 \times 5 \text{ } \Omega = 101 \text{ W}$.

Hvordan virker så senderen? Ifølge diagrammet får den noget i retning af TTL niveau i input til driveren, men signalgeneratoren kan kun levere +13 dBm i 75 ohm, svarende til 20 mW i 75 ohm eller $U = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{(20 \cdot 10^{-3} \cdot 75)} = 1,22 \text{ V}$ og alligevel var der 100 W i dummyloaden.

Op i effekt

Hvad nu, hvis man skruer lidt op eller ned for drive?

Opad sker der ingenting. Nedad sker der heller ingen ting - i første omgang, men da niveauet går fra 9 dBm til 8 dBm, forsvinder signalet. Videre forsøg viser, at hele outputtet forsvinder indenfor 0,3 dB ændring i input. - Det er rendyrket klasse C.

Næste spørgsmål er så, hvordan det ser ud, når frekvensen flyttes nedad?

Hele princippet i udgangen af senderen er, at de 500 pF fra antennen og selvinduktionen i senderens

udgang skal danne en serieresonanskreds på sendefrekvensen. Fra vores barnelærdom ved vi jo, at en seriereforbindelse af en spole og en kondensator har en reaktans på 0 ohm ved resonans. Når frekvensen mindskes, skal spolen altså gøres større. Den indbyggede variable spole, også kaldet et variometer består af to spoler uden om hinanden, hvoraf den inderste kan drejes 180 grader og derved delvis modvirke den ydre spole.

Allerede ved 400 kHz er der ikke nok selvinduktion at gøre godt med. Altså må der kobles mere selvinduktion ind. I første omgang forsøges med en plastikspand med ca. 20 cm diameter og 50 vindinger 1,5 kvadratmillimeter installationstråd. Og det virker, så nu er vi nede på omkring 300 kHz.

Flere vindinger og efterhånden nærmer vi os de 135 kHz, men samtidig har det indbyggede variometer ikke det store frekvensområde at variere over - men nok til, at det er muligt at afstemme senderen til dummyloaden. Strømmen er faldet lidt til omkring 4 A. Det skyldes nok tab i spolerne, som ligger og flyder på gulvet - men det er jo bare forsøg.

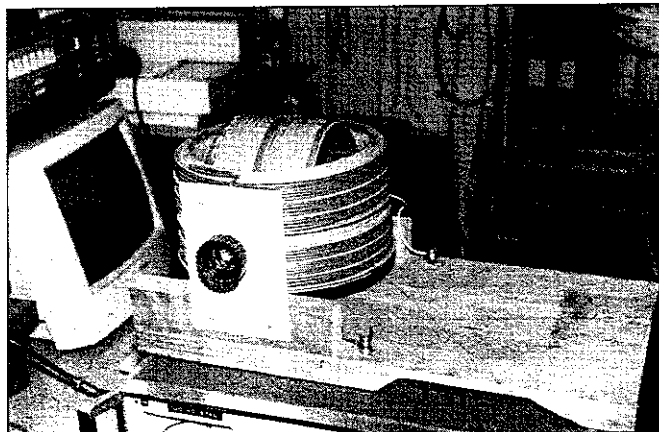
Ups! hvad var det for en hvæsende lyd? Jo, det var den stump ledning, som går fra spolerne til dummyloaden i den store sender! Ledningen var godt nok hængt op på enden af en skruetrækker med plasthåndtag, men der var en revne i plastikken, og det slog altså igennem såvel ledningens isolation som håndtaget på skruetrækkeren uden problemer!

Hvor stor er spændingen egentlig her? Kondensatorens reaktans ved 135 kHz er $2 \cdot \pi \cdot f \cdot C = 2 \cdot \pi \cdot 135 \cdot 10^3 \cdot 500 \cdot 10^{-12} \text{ ohm} = 2358 \text{ ohm}$, og spændingsfaldet bliver $X_C \cdot I = 2358 \times 4 \text{ V} = 9431 \text{ V}$ - Det kan gøre avs!

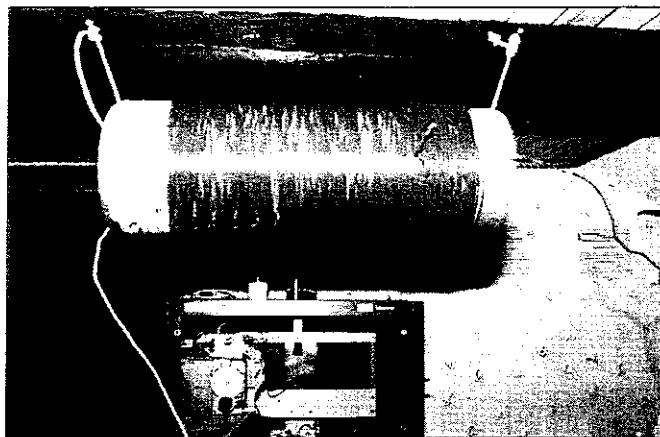
Så er tiden kommet til at tilslutte antennen, men den skal jo først laves:

Antennen

Jeg har en 18 meter høj gittermast med diverse beamantenner og en sloping W3DZZ har midtpunktet hængt op i 17 m. Den kan heldigvis hejses op og ned, da jeg med alderen er blevet en kylling, som ikke selv tør kravle længere end til midten af masten.... Der fastgøres nu 1/2 meter nylonsnor og et



Variometer



Loftspolen

par isolationsæg, hvorefter ca. 50 m isoleret kobbertråd på 4mm² føres igennem det yderste æg og hejses op. Herved kan begge ender i første omgang blive på jorden. Den ene ende føres til et par isolationsæg fastgjort til huset ved taget, hvor jeg har et plastrør, hvorigennem alle antennekabler føres ind til shacket. For at isolere fra kablerne og jordforbindelsen, som føres samme vej ind, benyttes et stykke RG213 fra enden af antennen til shacket. Antennen forbindes til centerlederen, mens skærmen forbliver uden forbindelse. Derved kan jeg nok holde 8-10 kV tilbage et stykke tid - håber jeg.

Den anden ende af antennen føres så langt og vandret ud fra toppen af masten som muligt, og afsluttes igen i et par isolationsæg og et langt stykke snor. Herved er lavet en L-antenne, som dog i mit



tilfælde går noget ned mod jorden i den fjerneste ende - men pyt.

Bemærk, at der alle steder er benyttet flere isolationsæg og nylonsnor imellem. Det ville have været endnu bedre med nogle lange glas-isolatorer, da det gælder om at holde snyltekapaciteter så små som muligt og isolationen så stor som muligt. Dette er dog godt nok i første omgang, og isolationen er vist udmærket: Da der en dag var opræk til tordenvej, (det var mange kilometer væk endnu) ville jeg lige lægge antennen til jord for en sikkerheds skyld. Netop da jeg havde afmonteret antennen fra senderen, lykkedes det naturkræfterne at oplade antennen så meget, at jeg trak en lang gnist fra den til min finger,

og priste mig lykkelig for ikke at bruge pacemaker. (Antennen fik lov at ligge, hvor den faldt, til tordenbyggen var godt af vejen).

Afstemning

Nå - nu skulle der tunes op i det virkelige liv, men ak og ve! Ingen strøm og ingen mulighed for at afstemme til resonans. Antennens kapacitet var mindre end dummyloadens, og der var resonans helt oppe ved 200 kHz, så der blev tilføjet 50 vindinger til selvinduktionen, og endeligt var der lidt strøm - ca. 2 A i antennen

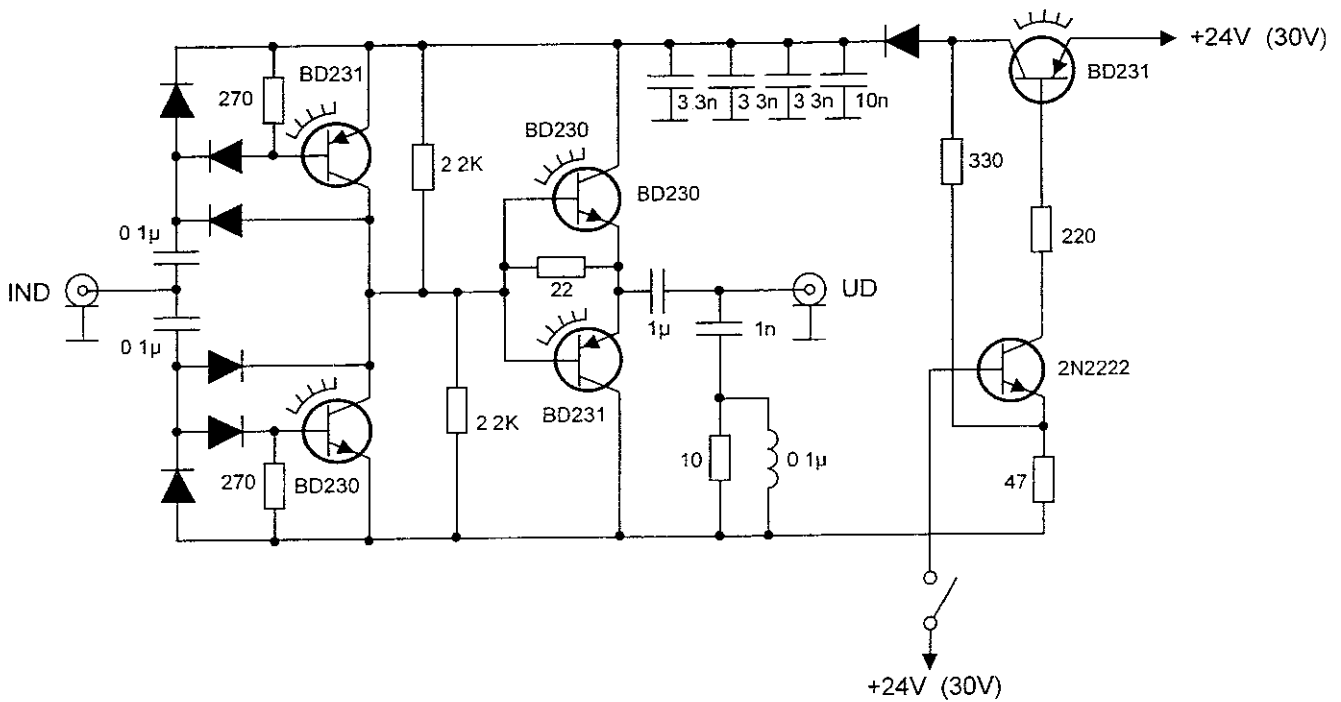
Jordforbindelsen består kun af 2 m vinkeljern banket i jorden ved huset og 2 m mere banket i jorden ved antennen og forbundet sammen med et stykke kasseret 75 ohm koaxialkabels skærm og centerleder. Det er sikkert langt fra nok ved disse frekvenser, og det kunne selvfølgelig forbedres med et jordnet bestående af nogle hundrede kilometer kobbertråde gravet ned i jorden. Men man er jo blot amatør, så det bliver ved det.

Dog blev de løse trådruller erstattet af en mere permanent spole med 150 vindinger 1,5 mm² installationsstråd på et 200 mm diameter plastikrør. Spolen, der er 75 cm lang, er hængt op under loftet. - Se, det er en rigtig spole!

I luften første gang

OZ1KMR har en tilsvarende antenne, og i første forsøg lykkes det at levere et hørbart signal hos ham, så nu er det med at få brygget noget sammen, der virker den anden vej.

Som tidligere omtalt var senderen bygget op af moduler, som var dubleret. Desværre var driveren lavet med dublering på et fælles printkort, så vi blev nødt til at strikke en driver sammen. Da det skulle gå hurtigt og være billigt, blev transistorerne afmonteret og benyttet til opbygning af en tilsvarende driver på hulprint. Det er alle tiders til opbygning af hurtige forsøgstopstillinger, og ender sædvanligvis som noget permanent hos mig. Det kostede godt nok et par nye transistorer under forsøgene - Lad være med at sende 50 W baglæns ind i en driver, for det koster 3 transistorer, og det samme gør sig gældende, hvis



Driver som blev efterbygget på hulprint

men bytter om på plus og minus fra strømforsyningen!

Det ene PA-modul blev pillet ud af den oprindelige sender og hæftet i enden af denne driver og vario-meteret fra den før omtalte store sender blev sendt med til Vamdrup, hvor hele proceduren med at finde et passende antal vindinger til spolerne blev gentaget.

Antennen i Vamdrup har toppen noget lavere - måske 8 meter over jorden, men der er mere vandret tråd ud, hvilket hjælper med til at øge antennens kapacitet.

Da der nu kun benyttes eet PA-modul, falder antennestrømmen til omkring 0,5 A for begge stationerne.

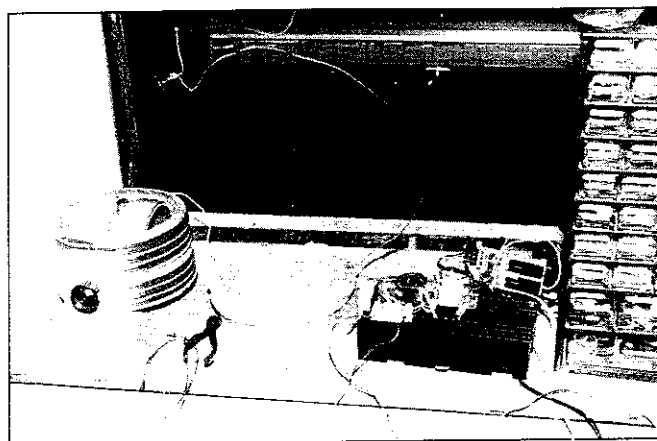
ERP

Hov, hvad nu med effektgrænsen på 1 W e.r.p.?

Jo, en meget kort antenne har en meget lav strålingsmodstand og er altid kapacitiv.

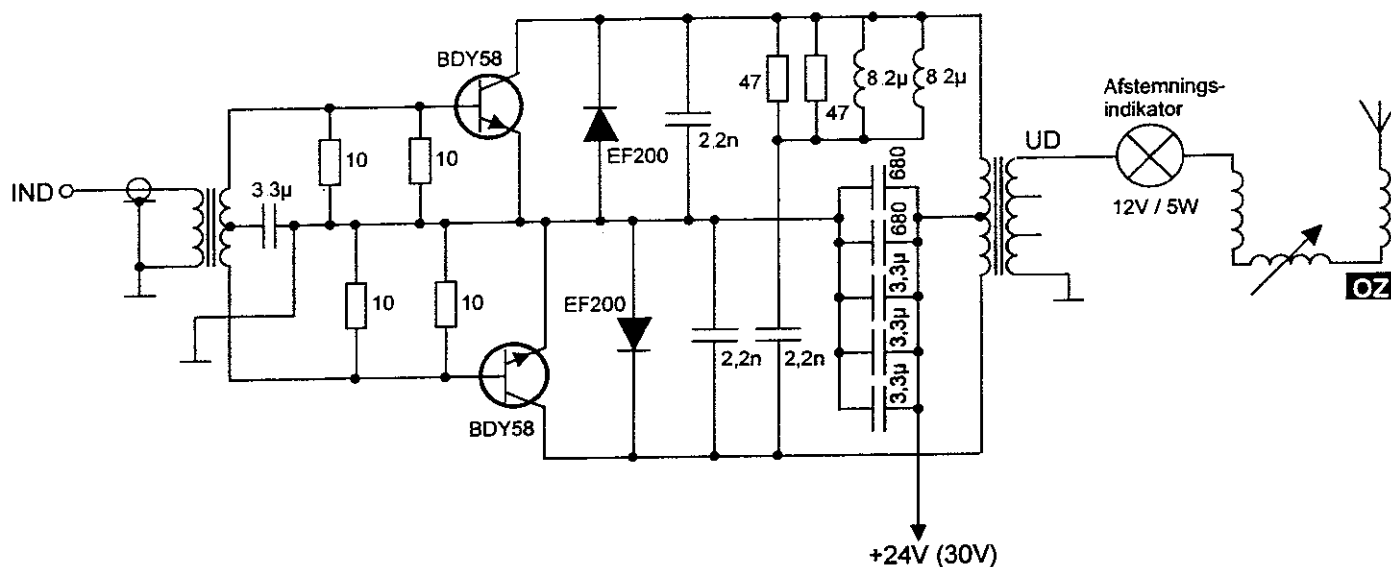
I følge "Lærebog i Telegraf- og Telefonteknik, afsnit F: Radioteknik" udgivet af Generaldirektoratet for Post- og Telegrafvæsenet i 1942 er den udstrålede effekt $P_{e.r.p.} = 1600 \frac{h^2}{\lambda^2} \cdot I^2$ under forudsætning af, at højden h er mindre end $1/4$ bølgelængde.

Højden h er imidlertid ikke den virkelige antennehøjde, men den såkaldte effektive højde, hvis forhold til højden H af antennens øverste punkt er noget forskellig for de forskellige antennetyper. Man har således:



Driver og PA

PA MODUL



PA modulet

Lodret antenne ved grundbølgen:

$$h = 2/3 H$$

Lodret antenne med større forlængerspole:

$$h = 1/2 H$$

T- og L-antenne med vandret stykke mindst

$$= H: \quad h = H$$

Paraply-antenne

$$h = H_{\min} + 1/3 H_{\max}$$

Hvis vi regner med, at der benyttes noget, der ligner en L antenne (måske snarere en dårlig paraply-antenne), er den maximale udstrålede effekt ved OZ5N:

$$1600 \cdot 17^2 / 2200^2 \cdot 0,5^2 \text{ W} = 0,023 \text{ W} = 23 \text{ mW}$$

og ved OZ1KMR:

$$1600 \cdot 8^2 / 2200^2 \cdot 0,5^2 = 0,005 \text{ W} = 5 \text{ mW}$$

Hvis vi skulle op på 1 W e.r.p., skulle antennestrømmene bringes op på ca 3,3 A ved den bedste antenne, og efter lidt udregninger, som jeg skal spare læseren for, svarer det til en sender med næsten 400 W.

Nåh ja, hvorfor ikke fortælle, hvordan jeg kom frem til dette vanvittige resultat:

Senderen har en indre modstand R_i på 1 ohm, og kan drive en strøm på 3 A i en ren modstand på 5 ohm, hvilket svarer til, at der leveres en spænding på 18 V i tomgang.

Hvor stor er nu den samlede antennemodstand, når der kun kan leveres 0,5 A til antennen? Det må jo være ca. 35 ohm.

Disse 35 ohm er altså den modstand, som effekten fra senderen afsættes i.

Hvis der skal 3,3 A igennem antennesystemets 35 ohm, er effekten fra senderen $P_{\text{out}} = I^2 \cdot R = 3,3^2 \cdot 35 \text{ W} = 381 \text{ W}$.

Vi kan også regne lidt på virkningsgraden af antennesystemet:

Strålingsmodstanden er under 0,1 ohm, men ved 0,5 A antennestrøm leverer senderen en effekt på $35 \cdot 0,5^2 \text{ W} = 8,75 \text{ W}$.

Virkningsgraden i antennen er altså $23 \cdot 10^3 / 8,75 = 0,26 \%$ hos OZ5N og $0,06 \%$ hos OZ1KMR.

Det er jo ikke ligefrem en stor virkningsgrad, men forholdsmæssigt svarer det til, at man vil lave forsøg med en antenne til 145 MHz anbragt på jorden og med en højde på 20 mm over jorden!

Afslutning

Denne artikel er ikke ment som en egentlig byggebeskrivelse, men mere som en beskrivelse af, hvordan man med "de forhåndenværende søms princip" kan få noget udueligt skrot til at blive til noget nyttigt.

Jeg har forsøgt at blande lidt almindelig snak og noget mere teknisk beskrivelse, uden at det går hen og bliver for videnskabeligt.

OZ

Fra andre blade

GEX oktober 1997

Palle, OZ5MJ gennemgik i [1] QST's rapport [2] over ARRL's omfattende afprøvning af en række digimodes, og nu beskriver Tim Riley og W4PWF i [3] minutiøst den metodik, der blev anvendt ved disse sammenlignende undersøgelser. Det gælder jo hurtig, præcis og pålidelig dataoverførsel, og en sådan kan ofte være af livsnødvendig betydning for foretagender, der arbejder med hurtig og effektiv kommunikation.

- 1 Jens Palle Moreau Jørgensen, OZ5MJ, Afprøvning af DIGIMODES, OZ OKT 1996 pp. 687-688
- 2 Tim Riley, Dennis Bodson, W4PWF, Stephen Rieman and Teresa G. Sparkman, A Comparison of HF Digital Protocols, QST JUL 1996 pp 35-39
- 3 Tim Riley and Dennis Bodson, W4PWF, HF Modems and Protocols: An Approach to Testing, QEX OCT 1997 pp. 3-14