

Den oscillerende audion

Opfindelsen, der satte verden på den anden ende.

Af OZ2UA Poul Skelmose, Brosbølvej 25, 6880 Tarm.

Opfindelsen af 'Den oscillerende audion' i 1912 vakte voldsom røre verden over. Med et slag blev radiomodtagernes følsomhed kraftigt forøget. I kølvandet på opfindelsen opstod der megen dramatik, og for radioamatørerne blev opfindelsen en katastrofe.

Hvis du vil opleve, hvad det var, der satte 'verden på den anden ende', kan du lave en kopi af den gamle modtagertype. De originale komponenter er næppe til at opdrive, men heldigvis har vi i dag FET-transistoren. Den ligner en Audion (trioderør) så meget, at de gamle principper direkte kan overføres til en 1995 model. Indtrykket af hvordan den gamle modtagermodel fungerede, generes ikke ved brugen af moderne komponenter. Den væsentligste forskel er blot, at komponenterne er blevet mindre, men deres funktion er stadig den samme.

I de første mange år af radioens historie blev der hovedsagelig benyttet hovedtelefoner. Men det er nu rart at have en højttaler tilsluttet. Har du ikke en egnet forstærker liggende, kan modtageren tilsluttes grammofonindgangen på en transistorradio. Ellers er der konstruktioner at finde i ældre årgange af OZ. Jeg anvender den fra 'Tornerose'-modtageren i OZ nr. 4, 1991.

I radioens barndom var det kun velhavere, der kunne tillade sig den luksus at eje en højttaler. Det antal rør, der var nødvendig for at opnå den nødvendige forstærkning og effekt, kostede en formue. Vi behøver ikke at gå længere tilbage end til min egen læretid; det er for omkring 50 år siden. Da måtte jeg betale to ugers løn for et radiorør. I dag koster en transistor med større forstærkning ikke engang 1 minuts arbejde... Men nu noget længere tilbage i historien:

De sloges bravt

Dramatikken omkring opfindelsen af den 'oscillerende audion' sørgede Edwin Armstrong og Lee de Forest for. Radiorøret var blevet opfundet af Lee de Forest i 1905; men først i 1912 opdagede Armstrong og de Forest, uafhængig af hinanden, at et radiorør med kontrolleret tilbagekobling kunne forøge en modtagers følsomhed langt ud over, hvad man tidligere havde oplevet. Et patent på denne opfindelse ville blive en guldgrube. Men de to opfindere kunne ikke blive enige om, hvem der kunne tilkomme patentrettighederne. Det endte med en retssag, som Armstrong vandt. Men det var de Forest ikke tilfreds med. Han blev ved med at protestere. Det blev efterhånden for meget for Armstrong og det selskab, der administrerede patentet. De besluttede at lukke

mundten på de Forest en gang for alle, og det skulle gøres med en retssag.

Sagen løb i 7 år. I 1924 faldt så endelig den dom, der lukkede munden på Lee de Forest. Dog var det ikke lige på den måde, som Armstrong siden havde forestillet sig. Lee de Forest fik nemlig tilkendt retten til at 'udøve kontrol med patentet for den oscillerende audion'

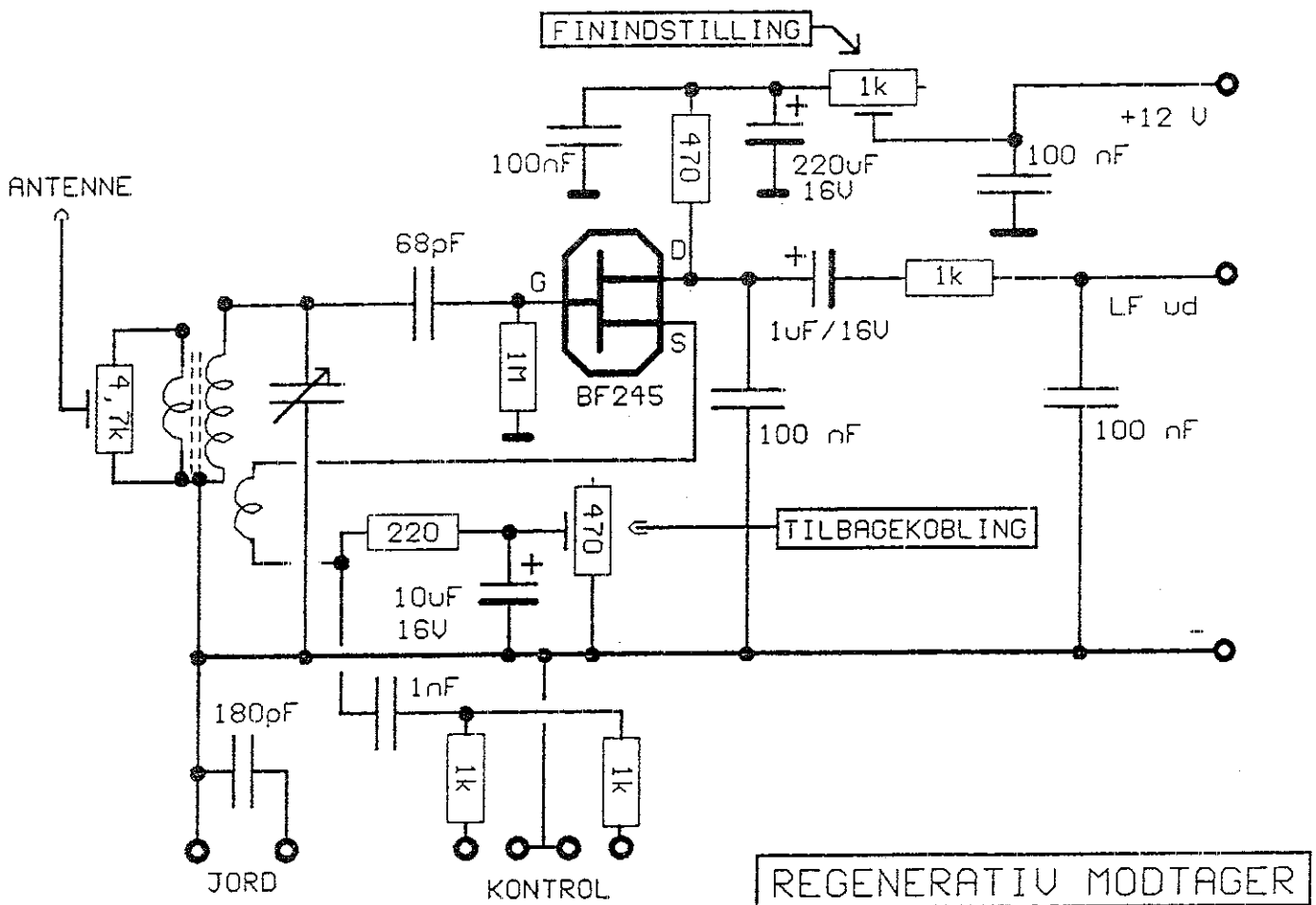
Katastrofen

Med de nye følsomme modtagere kunne hver enkelt radiostation aflyttes over et væsentlig større område end hidtil. Det samme gjalt naturligvis også radioamatørernes sendere og forstyrrelserne fra dem. Flere og flere frekvenser blev inddraget til kommercielt brug, og til sidst var der ikke længere plads til amatørerne. Al radioamatørvirksomhed blev da forbudt. Dermed blev den nye, lovende opfindelse en 'katastrofemodtager' for radioamatørerne. Men der gik heldigvis ikke mange år, inden myndighederne måtte erkende, at forbuddet ikke havde været nogen god idé. Pusten var i mellemtiden gået af den tekniske udvikling. Der manglede ganske enkelt radioamatørernes entusiasme og iver efter at afprøve nye grænser. Radioamatørerne blev taget til nåde igen, og fik deres gamle rettigheder tilbage. I USA i 1919 og herhjemme i 1926. Men myndighedernes velvilje var nu ikke så forfærdelig overstrømmende. Amatørerne fik kun lov at boltre sig på 'uansendelige bølgelængder'. Det var i de tider bølgelængder under 200 meter. Amatørerne var nu blevet til kortbølgeamatører. Den øjeblikkelige fordel var, at antennelængderne var mere medgørlige end de var til langbølge. Men der viste sig snart andre fordele. Inden længe indløb der en strøm af amatørreporter om kontakter over virkelig store afstande. De korte bølger var altså ikke så uansendelige endda. Men dette eventyr fik 'vi' ikke lov at beholde for os selv. Det kan du konstatere blot ved lytte på kortbølge i dag. Der vil du høre meget andet end amatører. På den lille modtager, der beskrives her, vil du kunne høre flere hundrede radiofonistationer fra hele jorden, spredt ud over hele kortbølgeområdet.

En moderne 'katastrofemodtager'

Beskrivelse

Hemmeligheden ved en detektormodtagers høje følsomhed er tilbagekoblingen. Princippet i tilbagekoblingen er, at en del af det modtagne og forstærkede signal føres tilbage til indgangen; her ophæver det en stor del af de tab, der er i afstemningskred-



sen, og signalet bliver forstærket endnu engang. Selektiviteten bliver betydelig forbedret. Størst følsomhed for AM-modulerede signaler opnås, når tilbagekoblingen er 'trukket an' til lige før svingningsgrænsen. Drejes der yderligere op for tilbagekoblingen, går detektoren i sving. Nu fungerer den som beatoscillator, og den kan så modtage CW- og SSB-signaler.

Modtagerens 'audion' er en FET, BF245, el.lign. Typen er ikke afgørende, jeg har også prøvet BFW11, og en fra en FM-tuner med samme resultat. I det traditionelle diagram af en detektormodtager tages tilbagekoblingssignalet fra radiatorrets anode og går gennem en drejekondensator og tilbagekoblingsvindingen til stel. I stedet for drejekondensatoren kan tilbagekoblingsvindingen udføres, så den kan drejes i forhold til afstemningsspolen; men det er en håbløs mekanisk opgave med udskiftelige spoler.

Indstilling af tilbagekoblingen

Tilbagekoblingssignalet bliver i stedet hentet på sourcen, og reguleringen forgår med en variabel modstand på 470 ohm. Den ligger i den 'kolde' ende af koblingsspolen og regulerer sourcespændingen. Ved lav sourcespænding giver FET'en størst forstærkning. Opgaven er at få tilbagekoblingssignalet doseret så tilpas, at FET'en først går i sving, når den har høj forstærkning. Hvis tilbagekoblingssignalet er

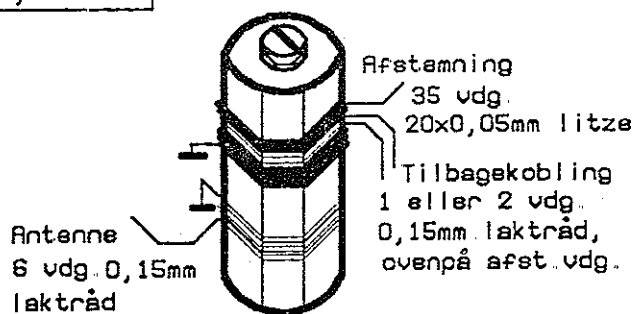
for kraftigt, svinger FET'en selv om den kun giver ringe forstærkning; det er selvsagt ikke ideelt, for så har modtageren ringe følsomhed. Den ideelle tilbagekoblingsgrad findes ved at nærme eller fjerne vindingerne fra afstemningsspolen. Tilbagekoblingsgraden er tilpas, når FET'en lige bestemt kan gå i sving med reguleringen i max. (Armen drejet mod stel), og den skal gå ud af sving inden reguleringen når den anden yderstilling. Hvis sourcemodstanden, heri også inkluderet 220 ohms modstanden, er for lille, kommer FET'en til at arbejde på et uheldigt sted på karakteristikken, og så vil radiofonistationerne genere. Hvis du oplever det med reguleringen i max, må du undgå denne indstilling, enten ved at justere tilbagekoblingen så svingningstilstanden opstår højere oppe på potentiometeret, eller du kan i stedet forøge 220 ohms modstanden.

Indstillingen af antenneattenuatoren har indflydelse på tilbagekoblingen. Hvis attenuatoren står i nærheden af max, kan du risikere, at modtageren ikke kan gå i sving. Det er navnlig udpræget på frekvenser, hvor antennen har resonans.

Men først skal du have modtageren til at svinge. Gør den det ikke ved første forsøg, selv om der drejes på tilbagekoblingspotentiometeret, da prøv først at bytte om på koblingsvindingens tilledninger, eller læg en vinding mere på. Når du har fået modtageren til at svinge, kan du høre det eller måle det på kon-

3,5 MHz

15mm. PRAHN spoleform



troldbøsningen. Indstil nu '470 ohmeren' som tidligere angivet.

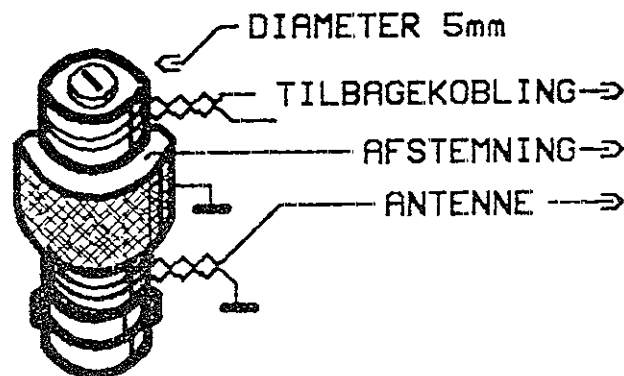
Prøv at lægge én tilbagekoblingsvinding udenpå afstemningsspolen, og ikke i forlængelse af den, som er det normale, og som det er vist på tegningen med 5 mm spoleformen. Afstemningsspolen isolerer godt mod indflydelse af jernkernen. Det betyder, at du kan dreje på jernkernen uden at det ændrer væsentligt på tilbagekoblingsgraden. Det er muligt, at vindingen skal lægges på skrå for at mindske koblingsgraden. Det anvendte tilbagekoblingsprincip viser sig at være en 'hurraløsning'. Her er det ikke, som det førhen var nødvendig, med en evindelig efterregulering af tilbagekoblingen, blot afstemningen blev ændret en smule. Her kan tilbagekoblingen holde sig optimal over 1 MHz eller mere.

Et tip: Inden du lægger tilbagekoblingsviklingen på formen, er det en god idé først at gøre nogle forsøg. Tag ca. 10 cm 0,25 mm laktråd, bøj enderne sammen, og sno dem. I den lukkede ende laves en løkke på een eller to vindinger så stor, at den kan gå ned over afstemningsspolen. Lod enderne på henholdsvis sourcen og 220 ohms modstanden. Nu er det let at vende løkken og variere placeringen så tilbagekoblingen bliver optimal.

Derefter er det så blot at lave den permanente tilbagekoblingsspole magen til. Når den første spole fungerer som den skal, så rør ikke mere ved den eller ved noget andet i modtageren, der kan have indflydelse på tilbagekoblingen. Når de næste spoler skal vikles, er det udelukkende dem du skal nørkle med og ikke med andet, ellers bliver du aldrig færdig!

Med antrukken tilbagekobling modtages CW og SSB signaler. Når der skal modtages AM signaler, indstilles potentiometeret så svingningstilstanden lige netop er ophørt. I serie med plusspændingen sidder en variabel modstand på 1 kohm; med den finjusteres frekvensen. Drejekondensatorens værdi er ikke kritisk. En stor maksimal kapacitetsværdi giver den fordel, at modtageren spænder over et stort frekvensområde med blot én spole. Ved lytning på lang- og mellembølge kan kondensatorværdien udnyttes fuldt ud. På kortbølge må der ikke være for meget kapacitet indskudt. Det ødelægger afstemningskredsens Q, og modtageren virker 'døv'. Stræb efter at drejekondensatoren har en indskudt kapacitet i pF på ca. 1 gang bølgelængden. Det vil sige ca. 80 pF på 80 meter. På de højere bånd kan vi ikke bruge denne tommelfingerregel; det vil resultere i en så lille afstemningskapacitet, at det giver problemer med FET'ens indre kapaciteter. De ændrer sig nemlig med drainspændingen, og når den ændrer sig i takt med lavfrekvenssignalet på drainen, bliver oscilatoren FM-moduleret. Det udarter sig som en noget rustent signal på CW og SSB. AM signaler generes ikke. Det eneste, der er at gøre, er at acceptere en større afstemningskapacitet og dermed en reduceret følsomhed og selektivitet.

Prøv dig frem. Støjer drejekondensatoren, når der drejes på den, skal der monteres en keramisk kondensator i serie med den. Den kan passende vælges til 220 pF. Derved får du nogen båndspredning. Du kan nemt kontrollere, om du er sluppet godt fra disciplinen her: På 40 meter skal du kunne modtage



| Bnd. | 160 m | 80 m | 40 m | Tråd |
|------|-------|------|------|---------------|
| Udg. | 2 | 2 | 2 | 0,15 laktråd |
| Udg. | 80 | 45 | 25 | 20x0,05 litze |
| Udg. | 15 | 10 | 8 | 0,15 laktråd |

SSB stationer, selv om de læner sig op ad skørterne på BCL stationerne

Spoler

Jeg har afprøvet to spoleforme. Den ene er af fabrikatet Prahn og har en diameter på 15 mm. Formen fabrikeres ikke mere, desværre. Den anden form har en diameter på 5 mm. Begge spoler forsynes med en jernkerne. Der er ikke nogen afgørende forskel at mærke på de to. Afstemningsspolen er viklet med litzetråd. Almindelig laktråd nedsætter spolens Q, og dermed modtagerens følsomhed og selektivitet drastisk. Bruger du ikke loddebar litze, skal lakken fjernes fra de meget tynde tråde, før de kan loddet. Du gør det bedst ved at hælde lidt kogesprit op i en ølkapsel. Antænd spritten. Hold trådenderne ind i flammen. Når kobberet gløder, dypper du tråddenden ned i spritten og slukker flammen ved at presse f.eks. tændstikæsken ned på kapslen. Hvis du ikke er fortrolig med metoden, er det klogt at benytte et ikke brændbart underlag. Jeg har hørt om nogen, der har væltet hele herligheden. Det er ikke særlig smart, vel? Og pas endelig på, at der ikke er løbet sprit ned ad kapslens sider, det vil nemlig blive antændt. Altså, vær noget forsigtig. Husk, at flammen SKAL slukkes inden tråden tages op af spritten, ellers bliver kobberet sort og kan ikke loddet.

Spolerne krydsvikles. Først lægges et lag vindinger over ca. 1 cm, derefter vikles resten ovenpå på kryds og tværs. Drej spolen lidt medens du vikler, så trådens 'op- og nedtur' bliver jævnt forskudt, ellers får spolen en pukkel; det ser ikke pænt ud

Den praktiske udformning

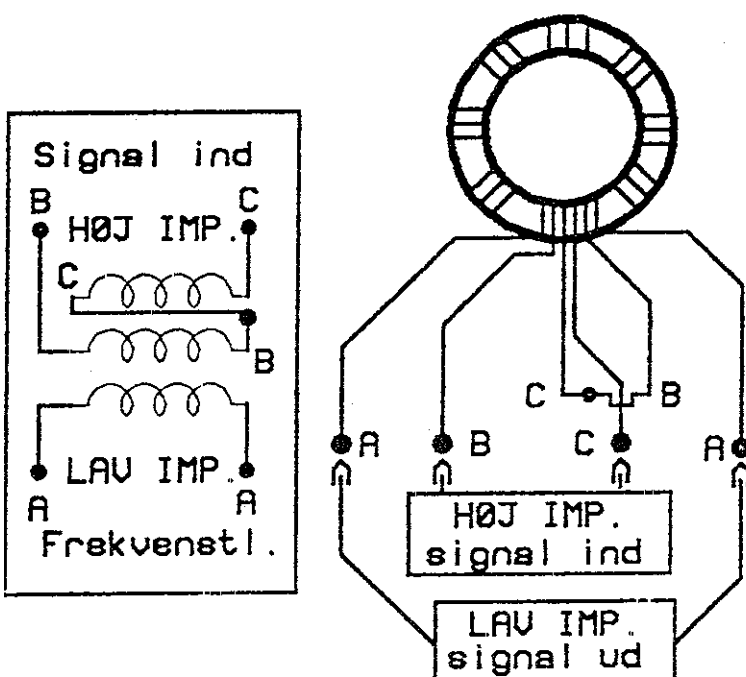
Det er helt overladt til dig selv at afgøre, om det skal være en varig brugskonstruktion eller blot en

forsøgsopstilling. Jeg har monteret alle komponenterne på kobbersiden af et stykke print på 12 cm x 8,5 cm. Langs bagkanten er der loddet en smal strimmel print på. Med en juniorsav er den opdelt i 12 felter a 1 cm x 1 cm. Montering af komponenterne er ikke særlig kritisk, men overhold alligevel den evig gyldige regel, at signalførende tilledninger skal være korte. Der er rigelig plads på printet, så hvis komponenterne samles en smule, er der plads til en fysisk stor drejekondensator. Der er også plads til at montere en lavfrekvensforstærker. Dens print kan evt. monteres vinkelret på grundprintet. Hvor komponenter ikke kan hænge svævende, kan der bruges højohmsmodstande, gerne på flere Mohm, som støttepunkter.

Tilbagekoblingsreguleringen og finindstillingen er tegnet som trimmepotentiometere, men kan erstattes af potentiometere med knap. Både drejekondensatoren og potentiometerne kan monteres på printet, således at knapperne kommer til at sidde på den modsatte side end komponenterne. Det er en metode, der giver korte tilledninger.

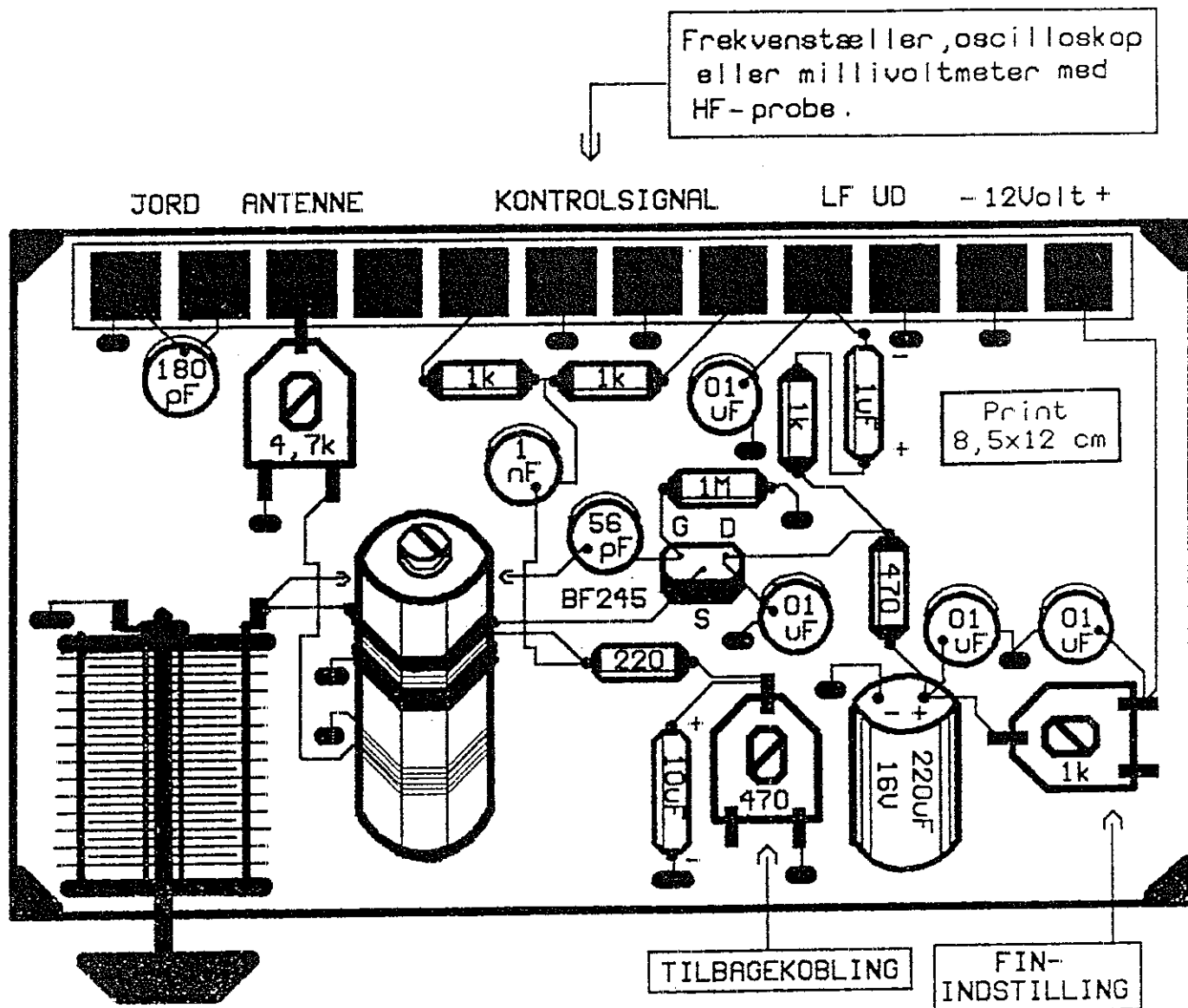
Når det hele er monteret

- og der tilsluttes en lavfrekvensforstærker og en antenne, skulle der gerne være noget at høre i højttaleren. Drej lidt på 'håndtagene' og hør, om der sker noget. Er modtageren total tavs, så sæt fingeren på indgangen til lavfrekvensforstærkeren. Nu skal der komme en brummetone i højttaleren. Gør der det, er lavfrekvensforstærkningen i orden. Dernæst lader du en skruetrækker røre gaten på FET'en, men rør ikke ved skruetrækkerklingen. Brummetonen skal nu være kraftigere end før. Mål om spændingerne ser fornuftige ud. Gør de ikke det, er der nok en monteringsfejl.



ISOLERINGSTRAFO.
for kontrolsignal

AMIDON toroid
FT37-61
Diameter = 9,37 mm.
.....
20 vindinger
3 x 0,15mm laktråd
-snoet



Efterhånden som justeringen kommer på plads, vil stationerne blive kraftigere og kraftigere. Om aftenen skal du kunne høre europæiske radiofonistationer uden at antennen er tilsluttet. En trådanterne behøver blot ligge i nærheden af modtageren. Når du er nået dertil, kan du regne med, at modtagerens følsomhed er optimal. Anvender du din senderantenne med coaxkabel, skal antenneatenuatoren være drejet noget ned, ellers vil modtageren gå ud af sving på den frekvens, hvor antennen har resonans. Det er en (sender)antennes opgave at suge HF til sig. Her vil den snuppe al energien fra den svingende detektor, som så dør. Antennekoblingsvindingen på spolerne er ikke 50 ohm, men er ret højimpedanset. Så prøv, om ikke det er bedre blot at bruge kablets skærm som antenne. Jeg vil lige nævne en fejl, som jeg var udsat for: Modtageren modtog radiofonistationerne med tilsyneladende fuld styrke. Men der var ikke antydning af amatørstationer at høre. Fejlen var en defekt FET. I modsætning til en FET der er i orden, kunne man høre at dens egenstøj ændrede sig med indstillingen af tilbagekoblingspotentiometeret.

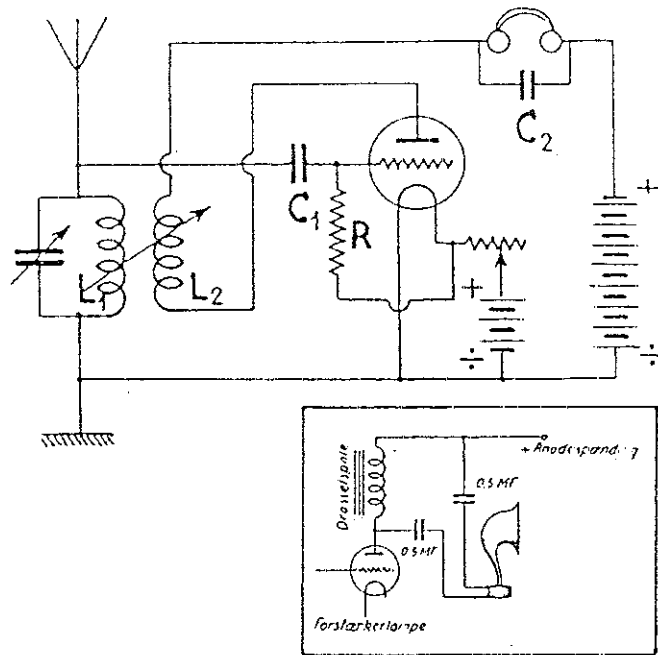
Der er to jordtilslutninger. Prøv, hvilken der er mest effektiv mod brum. Du kan blive udsat for en noget speciel type brum, der kaldes 'modulationsbrum'. Den er der kun, når antennen er tilsluttet. Se OZ 5/1994, hvordan brummet fjernes.

Kontrolbøsningen

På kontrolbøsningen vil spændingen vise, hvor kraftig tilbagekoblingen er, og hvornår opstillingen går ud af sving. Et oscilloskop og en frekvenstæller kan også tilsluttes på dette sted. I mangel af et oscilloskop kan et universalmeter med en HF-probe gøre god fyldest. Efter kort tids arbejde med modtageren, kan du helt undvære denne kontrol. Frekvenstælleren er dog rar at have tilsluttet hele tiden; den giver udlæsning af frekvensen på SSB og CW stationer.

På kraftige AM stationer måler frekvenstælleren direkte på stationernes bærebølge, - fornemt! Er din frekvenstæller ikke særlig følsom, skal du passe på, at du ikke indstiller tilbagekoblingen for kraftigt blot for at kunne få udlæsning på tælleren. Lav hellere den viste isoleringstransformator. Den transforme-

Audionmodtager



Diagrammet er hentet i: V. H. Kofoeds: "Radioteknik til undervisning og selvstudium", 3 Oplag, 1928.
Slægtskabet med den nyfødte, årgang 1994, fornægter sig ikke!

rer den ret høje impedans på kontrolbøsningen ned til en værdi, der passer bedre til tælleren. Foruden at opnå en væsentlig større følsomhed vil transformatoren fjerne det brum, der ellers kan være et problem

Frekvenstælleren kan erstattes af lytning på en anden kortbølgeomtager; her vil den svingende oscillator kunne høres på den aktuelle frekvens.

En kalibreret skala er udmærket, når alle spoler er færdigviklede.

Op til dig!

Det var beskrivelsen, nu bliver det så din opgave at få din egen model til at fungere optimalt. Med lidt 'Fingerspitzgefühl' skal det nok lykkes. Opgaven er at få FET'en til at arbejde effektivt som: HF-forstærker, oscillator, mikser, detektor og lavfrekvensforstærker, - samtidig! Er du DR-Amatør, har du her en mulighed for at skille dine rapporter ud fra mængden. Byg modtageren og brug den. Lav evt. din egen private 'Field day'. Tag modtageren i lommen. Smid nogle meter laktråd op i et træ og gå i gang. Dine lytterrappporter vil garanteret vække begejstring, og svarprocenten blive høj. Nu sker der endelig noget nyt, og det vil blive værdsat.

Foruden radioamatører er der meget andet at lytte til. På radiofonistationerne, kan der hentes megen information og underholdning.

Efterskrift

Du vil måske spørge, hvorfor dog beskæftige sig med en så 'oldnordisk' teknik. Vikingeskibene med deres oldnordiske teknik var i stand til at krydse

Atlanten. 1000 år senere, krydsede amatører Atlanten, med den oscillerende audion - prøv, om du kan gøre dem kunsten efter.

OZ

Fra andre blade

Design af modtagere - nogle kommentarer

I tilslutning til Ulrich L. Rohdes serie "Nøglebestanddele i moderne modtagerdesign", som tidligere er omtalt i OZ, beretter W01YH om nogle erfaringer, han tidligere har gjort på modtagerdesignområdet

William E. Sabin, W01YH, Receiver Design Comments, QST MAR 1995 p. 72. OZ8T

Aktive magnetiske antenner.

Aktive antenner - altså antenner med direkte påmonteret forstærker berettes der ikke så forfærdelig meget om, men med mellemrum dukker der en og anden læseværdig artikel op. Læseværdig fordi en aktiv antenne kan være af afgørende betydning for modtagelse af det støjfri signal, der er nødvendigt for med fornøjelse at kunne arbejde på vore amatørband - fri for elektriske forstyrrelser af forskellig art.

Senest har der i OZ været omtaler i september, oktober og december 1991 på siderne 524, 573 og 701, og nu beskriver DB1NV sin enkle, men effektive rammeantenne, der altså modtager radiobølgens magnetiske felt og ikke det elektriske = dét, der kan være befængt med støj f. eks. fra elektriske apparater og udrustning. Ligeledes beskriver han den nødvendige, støjsvage forforstærker, der skal til for at bringe signalet op på et rimeligt niveau, inden det kommer til modtageren.

Det understreges, at det jo ved forstyrrelser ikke drejer sig om S-grader i modtageren, men om et ordentligt signal/støjforhold!

Artiklen er ikke mere kortfattet, end den indeholder de nødvendige forklaringer, og der sluttet af med de i praksis indhøstede erfaringer.

Dr. Jochen Jirmann, DB1NV, Aktive magnetische Empfangsantennen, CQ DL 5/95 pp. 342-34

OZ8T