

Krystaltester

Af OZ2UA Poul Skelmosse, Brosbølvej 25, 6880 Tarm.

Jeg har i årenes løb fået samlet en hel del forskellige krystaller. For at få konstateret hvilke der fungerede, så denne lille konstruktion dagens lys.

Diagrammet

Til venstre i diagrammet har vi krystaloscillatoren med BC548(7). Potentiometeret(2) regulerer hvor kraftig oscillatoren skal svinge. Gennem kondensatoren på 5,6 pF(12) føres signalet videre til instrumentdriveren BC548(14). Dioden(13) ensretter signalet. Spændingen udstyrer transistoren BC548(15) og instrumentet giver et udslag, der afhænger af hvor villigt krystallet svinger. Et helt defekt krystal lader viseren stå på nul.

Det er praktisk at montere holdere til de tre almindeligste krystaltyper. Som instrument anvender jeg et outputmeter fra en slaget båndoptager. Instrumentet er shuntet med en 120 ohms modstand, derved giver det fuldt udslag ved ca. 1,5 mA. Instrumentet er ellers ikke kritisk. Opstillingen fungerer med instrumenter op til 10 mA ved fuldt udslag, det er blot et spørgsmål om justering.

Justering

Har du placeret printtegningen, så du har krystalterminalerne oppe til højre, skal du lodde en ene ende af en 6,8 kOhm modstand på loddeøen, der er helt oppe i højre hjørne. Den anden ende af modstanden skal du kunne trykke ned på loddeøen lige under, brug noget isolerende (se senere). Krystallet er i for-

vejen placeret på én af de andre terminaler. Potentiometer(2), stilles i midterstillingen. Derefter justeres Potentiometer(20) til instrumentets viser er et par millimeter før fuldt udslag. Den frie ende af den før omtalte modstand holdes presset ned mod den anden terminal, medens potentiometer(2) justeres til ca. halvt instrumentudslag. Når modstanden slippes, vil instrumentet igen vise fuldt udslag.

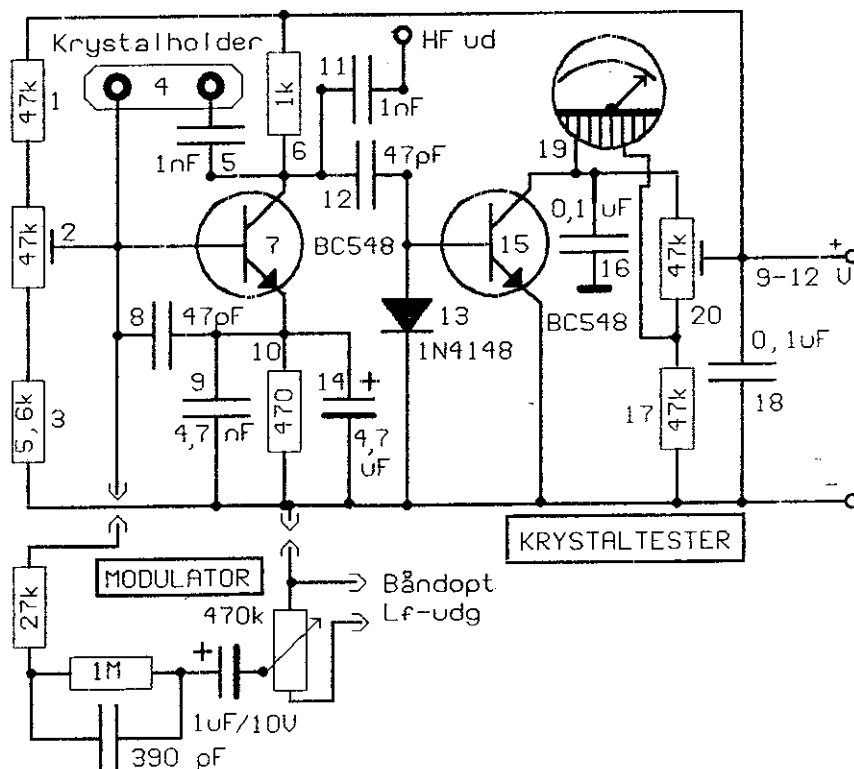
Hvad sker der?

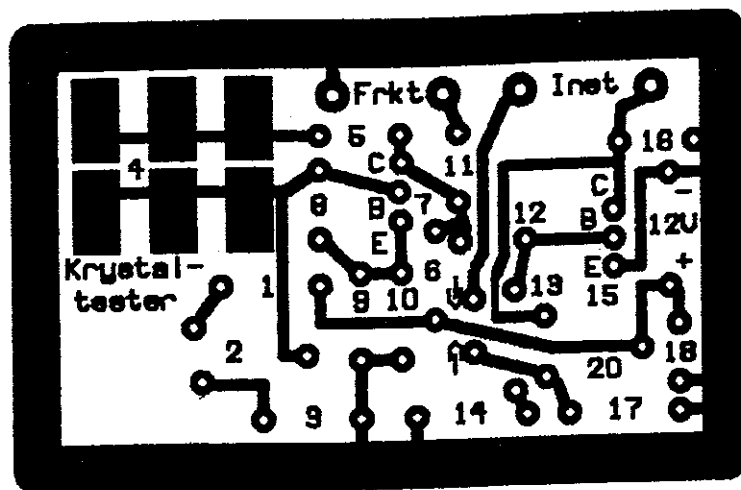
Meningen med den just foretagne indstilling er, at oscillatoren skal bringes til svinge så svagt, at den kun svinger optimalt med et helt o.k. krystal og derefter lige netop er i stand til at udstyre BC548(15) til fuld instrumentudslag. Den omtalte 6,8 kOhm modstand reducerer oscillatoroutputtet ned til det, som et jævnt dårligt krystal yder. Det er så heldigt, at jeg lige netop har et sådant sløvt krystal liggende, og det har jeg anvendt til at kalibrere indstillingen efter.

Vær opmærksom på, at sætter du fx. et 27 MHz krystal i, vil frekvenstælleren vise ca. 9 MHz. Det er krystallets grundfrekvens. Skal krystallet aflevere 27 MHz, skal en oscillator konstrueres, så den tvinger krystallet til at svinge på dens tredje harmoniske.

Grundfrekvensen er ikke nøjagtig en tredjedel af den tredje harmoniske (den frekvens krystallet er mærket med).

Udgangen kan, foruden at tilsluttes en frekvenstæller, også afgive signal til fx. et blandingstrin.





En anden anvendelse

Krystallet kan erstattes af en svingningskreds, enten en parallelkreds eller seriekreds. Frekvenstælleren vil da fortælle, om kredsen har resonans på den ønskede frekvens. Det er væsentlig lettere at arbejde med kredsen i en sådan 'outboard' situation, end når den er monteret i den endelige konstruktion. Når kredsen er monteret i den endelige opstilling, bliver der kun tale om efterjusteringer for at udligne forskelle i snyltekapaciteter.

Gør også forsøg med forskellige L/C forhold. Det giver et godt indtryk af, hvor meget eller hvor lidt der skal til for at ændre en kreds' resonansfrekvens. Derudover kan du afprøve forskellige jernkerners effektivitet.

Printet

Jeg gjorde et forsøg med at montere komponenterne på kobbersiden, altså lade kobbersiden vende opad. Det er næsten som at have diagrammet foran sig, og det er uhyre let at følge 'ledningsføringen'. De enkelte komponenter er hurtigt lokaliseret. Ud- og indledning er betydelig lettere under eksperimenter. Er lodningerne pæne, bliver helhedsindtrykket ganske nydeligt. Det er ikke sidste gang, jeg vælger denne form for montering (TR: Helt enig!). Et sådant print monteres let med tæppetape i bunden eller på inder-siden af et kabinet. Du skal ikke bruge mere en et stykke på 1 cm x 1 cm i hvert hjørne.

Advarsel: Hvis du dækker hele printet med tape, får du det næppe ud igen, uden det knækker.

Lidt pjank og pjat

- må der også være plads til: Lav det viste modulator-kredsløb, og modulér oscillatoren fra radioudgangen på din båndoptager. Oscillatoren skal udstyres med en LC-kreds, der afstemmes til en frekvens i kortbølgeområdet, fx. mellem 8 og 9 MHz. En harmonisk herfra vil lande i FM-radiofoniområdet mellem 87 og 104 MHz. Justér på potentiometeret(1) til bedste kvalitet. Potentiometeret virker samtidig som finindstilling. I øjeblikket underholder den lille 'radiofoni-

sender' mig med 'radiomusik', der er optager for mange år siden. Det lyder ganske fortræffeligt. Modulationen er en kombination af AM og FM. AM-komponenterne i modulationen bliver fjernet i modtagerens FM-detektor.

Der er et par ting, du skal være på vagt overfor: Oscillatorens grundfrekvens kan ramme modtagerens mellemfrekvens på normalt 10,7 MHz. Du vil da høre oscillatoren, uanset hvor på skalaen du lytter. Hvis en harmonisk rammer modtagerens oscillatorfrekvens, vil du høre radiofonistationerne komme vandrende forbi, når du drejer på potentiometeret. Laver du en primitiv diodemodtager til kortbølge, vil du få en meget fin gengivelse - næsten som FM. En supermodtager dur ikke, den er for selektiv. Oscillatoren skal ikke tilsluttes modtagerens antennebøsning direkte. En clipsledning hængt på oscillatorens udgang, lagt hen i nærheden af modtageren, er helt fin.

Krystalstyret kan oscillatoren ikke moduleres tilfredsstillende.

Tonekorrektionsleddet

Mellem potentiometerarmen og transistor 7 er indskudt et tonekorrektionsled. Modstanden på 1 MOhm svækker signalet. Kondensatoren på 390 pF lader de lyse toner passere usvækket. Resultatet er en diskantthævning. Ved at ændre værdien af de to komponenter, kan du eksperimentere dig frem til den frekvensgang, der harmonerer bedst til din modtager og din personlige smag. Modstanden på 27 kOhm hindrer, at højfrekvensen forsvinder ud gennem modulatoren.

OZ



Overtonekrystal-tester

Af OZ2BB Chris Bystrup, Essendrupvej 75, 9260 Gistrup

I september OZ 1997 var der en god artikel af OZ2UA om en krystaltester. Den inspirerede mig til her at fortælle lidt om en lignende opstilling, som jeg har megen fornøjelse af, men som er beregnet til overtone-krystaller.

Mit kendskab til overtonekrystaller startede sidst i halvtredserne, da jeg byggede min første 2 meter konverter. Det var før transistorens tid, og det var mere besværligt. I 1971 sendte OZ9MO mig et diagram over sin sidst udviklede 2 meter station, hvori der var en overtone-oscillator med transistor, som siden har tjent mig i mange opstillinger.

Den har i mange år været min faste testoscillator. Den er meget enkel, virker godt, så jeg er ikke ked af at anbefale den som testoscillator. Jeg ved godt, at Ulrich Rohde siger, den har for megen støj, så hvis man er ude efter den bedste, stabile og støjfri oscillator, må man over i noget mere sofistikeret.

Mere om testoscillatoren senere og først lidt om:

Overtonekrystaller

Mange grundtonekrystaller kan lokkes til at svinge på de laveste af sine ulige overtoner (tredje, femte, syvende, niende). Er man heldig, kan et 10 MHz krystal måske komme i gang på 30, 50, 70 eller 90 MHz. Der er ikke tale om multiplikation, som det er, hvis man f.eks. starter med 10 MHz og bagefter ved kraftig styring doubler, tripler eller firdobler.

Har man sat krystallet i en overtoneopstilling på 50 MHz, svinger det kun på denne frekvens og ikke på 10 MHz eller noget af det andet i 10-tabellen.

Fabrikkerne kan lave krystallet således, at det er specielt godt til at svinge på overtone, og så stemmes det med overtonefrekvensen. Man kan derfor opleve, at et 30 MHz krystal ikke svinger særlig godt på 10 MHz i en grundtone-opstilling.

Et krystal har 2 resonanser, serie og parallel. Serie-resonansen er den laveste. Her virker krystallet som en sugekreds med meget lav impedans. Parallelresonansen har meget høj impedans. Her virker det som en spærre-kreds, altså som en meget god spole afstemt med en kondensator som i en normal svingningskreds. De to resonanser er ikke langt fra hinanden. Det er noget nær 1 kHz for et krystal omkring 7 MHz, afhængigt af hvilket snit fabrikken har skåret det i. Der findes AT, BT, CT og sikkert endnu flere snit, der hver giver forskellige egenskaber. AT og BT har f.eks. ikke samme tykkelse for samme frekvens.

Der er grænser for, hvor tyndt man kan slibe et krystal og dermed hvor højt, man kan komme i frekvens. Man stopper et sted mellem 20 og 30 MHz. Derefter går man over til overtonekrystaller. Et 5. overtonekrystal er 5 gange så tykt, som det teoretisk skulle

være som grundtonekrystal.

Krystallet bevæger sig fysisk, når det svinger. Derfor er moderne krystaller anbragt i holdere, der er tømte for luft. Så skal krystallet ikke skubbe til luft, som vil hindre dets frie bevægelse. Dermed har man opnået et meget højt Q. I gamle dage sleb vi vore krystaller, hvis vi ønskede at flytte dem op i frekvens, men da var holderne ikke lufttomme. De kunne lukkes op ved blot at løsne et par skruer.

Man siger, at overtonekrystaller deler sig i lag, når de svinger. 5 lag for 5. overtone. Det får mig altid til at sammenligne med antenner. Bruger man en 80 meter dipol på 20 meter, deler radiobølgerne sig over antennen i 4 dele populært sagt. Der er dog kun to frie ender, så der bliver "knodepunkter" inde i antennestråden, som må virke lidt anderledes end de frie ender. Man taler om en endepunktseffekt, der bevirker at antennens længde ikke skal være nøjagtigt 4 gange så lang. Der findes en formel for den rigtige længde, men hvad har det med overtone-krystaller at gøre? Og hvad har trompeter, tværløjter og andre blæseinstrumenter med sagen at gøre. Nå, det fører nok for vidt at gå i dybden med disse sammenligninger, men der er mange fælles træk.

Målinger

Jeg lavede lige et par målinger i krystaltesterne:

11,100 MHz alm. parl.krystal kom på overtone ud på 33,2995 og 55,493
10,000 - serie kom ud på 30,2- 50,3-70,7
43,903 kom ud på 73,17- 102,47

Tallene passer ikke helt sammen. Det lader sig ikke gøre blot at gange med 3, 5 eller 7. Jeg mener, der er to ting, der spiller ind:

1) Endepunktseffekten, som i antenner

2) Overtonekrystaller kører altid på serieresonansen, som er den laveste resonans, og når jeg kører dem i grundtoneopstilling, er min opstilling nærmest til parallelresonans

Der er altså et par usikkerhedsfaktorer, så der er god grund til at teste. Min prøve viste også, at de 3 krystaller ikke kunne gå lige højt op. De to første ville ikke virke på højere overtone end det viste.

Frekvenskorrektion

Grundtonekrystaller, som svinger på parallelfrekvensen, kan korrigeres ret meget, inden de går ud af sving. De leveres oftest til en parallelkapacitet på 30 pF, og det er den, man kan variere.

Overtonekrystaller kan ikke korrigeres. Det er nu ikke helt sandt, men næsten! Forskellige opstillinger kan give lidt variation - et par kHz -, og et trick med

en lille spole i serie med krystallet kan gøre noget lignende, men der er kun tale om ganske lidt. Det er jo lidt kedeligt, for hvis de procentvis kunne flyttes i samme grad som grundtonekrystaller, ville der kunne findes langt større anvendelse for de mange krystaller, der ligger rundt omkring i amatørernes skuffer.

Man kan komme ud for glædelige overraskelser. Jeg skulle på 1296 MHz, og der skulle bruges et 96 MHz krystal, som ganget med 12 ville give 1152 til en blanding til 2 meter. Krystalbeholdningen blev undersøgt, og der blev lavet nogle prøver. Der lå nogle krystaller på 57,6 MHz. Hvis disse krystaller var 3. overtone, måtte de efter mit skøn komme ud på 96 på den 5. overtone. Lommeregneren bekræftede det og krystaltesteren overbeviste mig. Det var godt, det ikke var 5. overtone krystaller, for så ville de ikke kunne bruges.

Netop i 50-70 området kan man komme ud for både 3. og 5. overtone krystaller. Hov! Jeg glemte at fortælle, at man for at få gavn af testoscillatoren må have en tæller, som kan vise, hvilken frekvens, man er havnet på.

Diagrammet

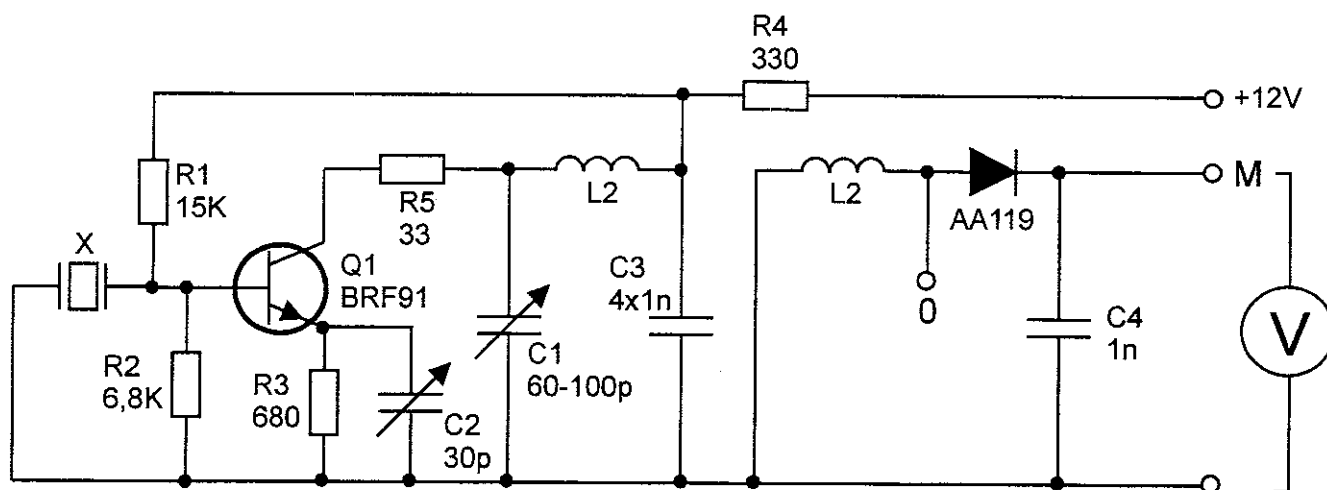
I alle de diagrammer af overtoneoscillatorer, jeg kender, findes der en afstemningsspole. I denne enkle opstilling er det let at få denne spole til at dække et stort område. Der er ingen udtag, hverken kapacitivt eller på spolen. Der er dog grænser for områdets størrelse. Derfor har jeg lavet to udgaver. En for 30-85 MHz og en anden for 60-150 MHz. Det er den laveste, der bruges mest, og derfor har den et fast monteret meter, som stammer fra en gammel båndoptager. Begge modeller er bygget af skrot, så

der er ikke lavet print, som kan kopieres. Efterbyggerne vil næppe have samme størrelse komponenter liggende i skuffen.

Det største problem er nok at finde en passende drejekondensator på max 50-100 pF i den høje model klarer jeg mig med en ældre lufttrimmer fra Philips, en af de koncentriske på 60 pF. Emitterkondensatoren på 30 pF er af samme slags, og så må man jo bruge trimmenøgle, når der skal afstemmes. Alt for store kondensatorer (fysisk) vil kræve lange ledninger, og det er forbudt, især når man nærmer sig 150 MHz.

Det er lettest at beskrive den høje model, som kun rummer de nødvendige dele. Komponenterne sidder på printpladens kobberside, som vender opad (ca. 6 cm x 8 cm). Der er lavet en stor og 3 små øer, henholdsvis 4 cm x 1,5 cm og 2 cm x 0,5 cm. De benævnes A, O, M og +12, som refererer til tegningen. Øerne er fræset ud på min sædvanlige måde, beskrevet i OZ nr. 8/91 side 445. Men det kan jo også laves på anden måde.

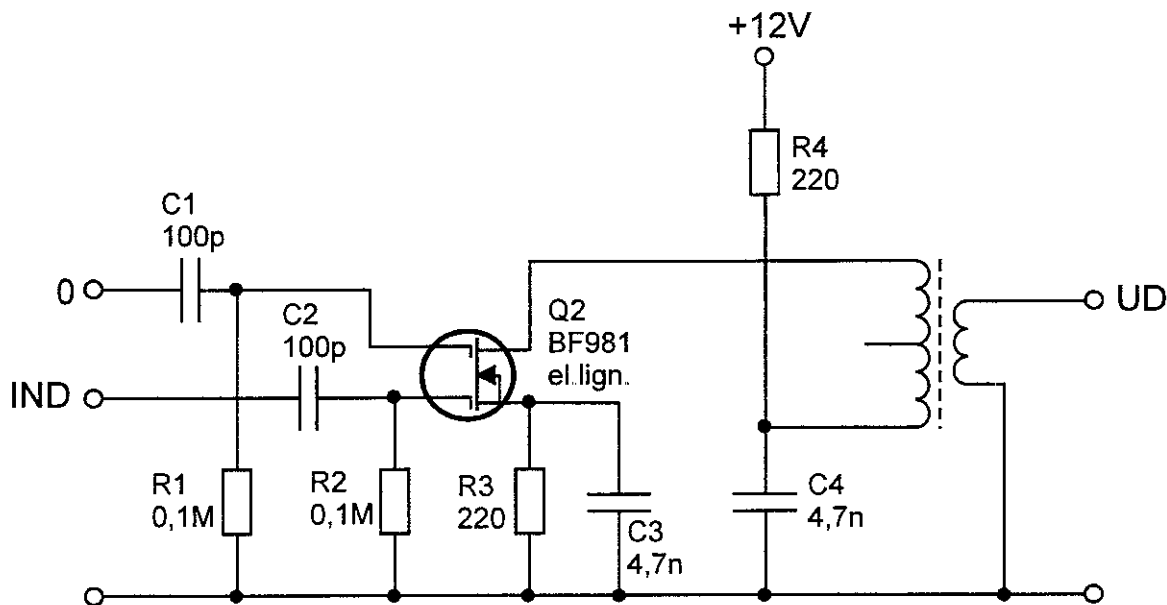
A er afstemningskredsens kolde ende. Spole og kondensator er loddet på her. Desuden er der afkoblet med 4 stk. 1 nF kondensatorer, så det bliver en virkelig kold ende! Spolen består af 4 vindinger 1 mm laktråd viklet på 7 mm bor. Den loddes direkte på afstemningskondensatorens varme pol sammen med parasit-stopper-modstanden på 33 ohm, som igen loddes sammen med transistorens kollektorbæn, som svæver i luften for at undgå stor snyltekapacitet. Emitterkondensatoren C2 loddes direkte på kobberet, som jo er stel. Dens varme pol bliver støtte for emitter med modstand. 2 krystalfatninger har hver et ben på stel. De 2 varme ben er støttepunkt for basen og dens modstande. Linken på en vinding put-



L1: 4 vin 1mm DIA 7mm
L2: 1 vin OVER L1 (LINK)

I DEN LAVE MODEL ER ANVENDT BF199

Diagram 1



T: RINGKERNETRAFO
 O: FORBINDES TIL OVERTONEOSCILLATOR'S O

IND ER INPUT FRA DEN OSC MAN VIL TESTE

HAR MAN INGEN RINGKERNETRAFO, DER PASSER, KAN MAN BRUGE EN DROSSEL FRA DRAIN TIL PLUS OG TAGE SIGNALT UD VIA EN KONDENSATOR FRA DRAIN

Diagram 2

tes ind i spolens kolde ende og loddes på stel og O-øen, som får en loddeøskan. Dioden anbringes mellem øerne O og M. Den sidste får en loddeøskan og en afkoblingskondensator. Man kan så forbinde sin tæller til O og sit universalmeter til M. Der mangler kun en faldmodstand fra 12 volt til A.

Test

Inden man sætte et krystal i opstillingen, er det rart at vide, om man nu har ramt en spolestørrelse, der passer til det område, man ønsker.

Lod en god afkoblingskondensator direkte mellem basis og stel. Så skal opstillingen gå i sving i hvert fald i den højeste del af området, hvor man har den gunstigste LC-kombination. Meteret vil give udslag og tælleren viser frekvensen, som bestemmes af afstemningskredsen. Måske er linkan koblet for hårdt, så opstillingen ikke svinger. Det klares ved at trække linkan lidt ud af spolen, så koblingen bliver lidt løsere. Et overtonekrystal kommer til at virke som en afkoblingskondensator, men kun på de frekvenser, der passer til de ulige overtoner, hvor impedansen er meget lav. Det svarer til, at en 80 meter dipol, skåret til 3,6 MHz også har lav impedans på 10,8 - 18,0 - 25,2 og med lidt hjælp af en antenntuner sikkert kan bruges på vores to nye høje bånd.

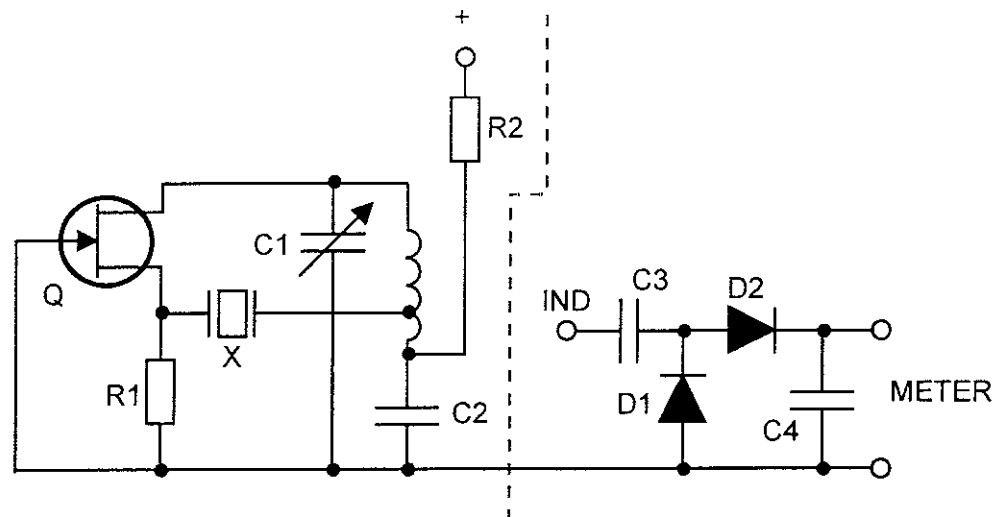
Sæt et krystal i opstillingen, drej C2 ind og find med C1 de frekvenser, der giver udslag. Nu drejes C2 ud, så svinget går i stå, og derefter så meget ind, at svinget bliver stabilt. Der skal sikkert korrigeres på

C1, når man har rørt ved C2. Da det er den "høje" model, skal krystallet også være højt, f.eks. 70 MHz.

Der er nok ikke så mange "høje" krystaller i rode-skuffen. Det ville derfor være klogt at begynde med den "lave" model, der bestryger et mere anvendt område, og desuden har meter og en facilitet mere, som endnu ikke er nævnt: I den "lave" model er der anvendt en anden spole og evt. en anden afstemningskapacitet. Det sidste er ikke absolut nødvendigt, men mere behageligt. Spolen er nu variabel med en jernkerne, så man kan udvide området til noget, der forholder sig som 1:3. Min spole stammer fra B&O. Den har 8 vindinger på en 6 mm form med riller. Find noget, der ligner det og prøv frekvensen af på samme måde, som beskrevet ovenfor. Denne model er monteret i en siluminkasse uden låg. Drejekondensatoren sidder på den ene side sammen med krystalholderne. Meteret erstatter det halve af låget. Resten er åbent, så der kan trimmes på spole og C2. Monteringsledninger er selvsagt længere end i den høje model, men de er lavet så korte som muligt.

Min krystalkasse har især overtonekrystaller omkring 45 MHz. De er alle 3. overtone, d.v.s. at grundtonen er på 15 MHz. De er næsten alle villige til at svinge på 5. overtone, altså 75 MHz. 27 MHz krystaller har grundtone på 9 MHz. De kan svinge på 45, 63, 81 og somme tider højere. Opstillingen vil afsløre, hvor unøjagtige de er!

Har man ingen grundtoneoscillator, kan man



Super-enkel-overtoneoscillator. R₁ 220, R₂ 220. C₁ 60 pF, C₂ 4 stk. 1 nF, C₃ 100 pF, C₄ 1 nF. Q BF256, D₁ og D₂ AA119. Spole 9 vdg 1 mm 10 mm diam. udtag 3/4 vdg. Ind kan anbringes på begge sider af X-tal, A eller B eller der kan laves en link på 1-2 vdg, der skydes ind på spolens kolde ende.

bedømme grundtonen ved hjælp af to naboovertoner, som jo ligger i to grundtoners afstand. F.eks. 63-45 = 18; 18:2 = 9. Det var et krystal fra en walkie.

Anden udnyttelse af testeren

Jeg skulle engang reparere en 70 cm SSB-station, der fik mandens stemme til at lyde som en rystende oldings. Der måtte være tilbagevirkning og dermed FM-modulation på en af de 3 oscillatorer i stationen. En sådan fejl vil hverken tæller eller spektrumanalysator afsløre. Det måtte afsløres ved at lytte direkte på oscillatorernes frekvenser. Der var bare det kedelige, at min modtager ikke havde de frekvenser. Hvad så?

Jeg byggede en blander med en dual-gate mosfet ind i min testoscillator, som så fik en ny gavnlig funktion. Det er vist på diagram 2. Fejlen var en dårlig zenerdiode inde i VFO'en, som kørte omkring 8 MHz. Med et krystal omkring 36 MHz fik jeg en blanding, så jeg kunne høre VFO'en på mit 10 meter bånd. God fornøjelse med dine overtonekrystaller!

Super-enkel-overtoneoscillator

Efter nogle forsøg kom jeg frem til den enkleste opstilling, jeg har kunnet lave. Jeg har ikke set den før; men den er sikkert opfundet længe før jeg fandt frem til den. Den kører fra 27 MHz til nær 70 MHz. Kommer man derover, og det gør man, når drejekondensatoren er drejet næsten helt ud, er kapaciteten i krystalen og dets holder stor nok til sving uden krystalkontrol. Til gengæld er frekvensen på overtonerne lidt lavere end i den først beskrevne oscillator. Det drejer sig blot om 1-3 kHz afhængigt af krystal og overtone.

I stedet for at bygge diodesonden på printet, kan man bruge en "løs" sonde, hvis man har en.

OZ

Fra andre blade

QEX december 1997

KE3QQ ser på de programmer, radioamatørerne nu har til rådighed ved design af apparatur, og han opmuntrer i [1] til at tage de mere avancerede i anvendelse.

W01YH ser indgående i [2] på T-kredsløbet (C-L-C) som tuner. Hans analyse viser, at der findes flere indstillinger, som vel resulterer i matching, men som ikke nødvendigvis betyder optimum. Han viser endvidere, at T-kredsløbet har mange "underfundigheder"

Netop som man tror, at et emne er blevet udtømmende behandlet, så kommer der en forfatter og fortæller, at der er noget, der manglede! Det er W4MB, der i [3] gennemgår afstemning af en forstærker og forklarer, hvordan den opfører sig, når den ikke er afstemt til resonans. Noget sådant forekommer let, når man f. eks. under en contest "kører op og ned" uden at justere indstillingen i et bredt amatørband f. eks. 3,5 Mhz. Det er et område, der hidtil ikke har været vist megen opmærksomhed. Vi tænker almindeligvis oftest på den perfekt afstemte forstærker, og forfatteren henter nogle aspekter frem, som vi kan have tabt af syne.

Denne udgave af QEX afsluttes med en indholdsfortegnelse over artiklerne i 1997, og man kan se på mængden af emner, der er blevet behandlet, at målsætningen er at bringe stor variation i stoffet.

Fra årsskiftet udkommer QEX hver anden måned, men med det dobbelte sideantal så det samlede årlige sideantal bibeholdes.

OZ8T

- 1 John Wiseman, KE3QQ, *Modern Digital Design for the Radio Amateur*, QEX DEC 1997 pp. 3-12,
- 2 William E. Sabin, W01YH, *Understanding the T-tuner (C-L-C) Trnsnmatch*, QEX DEC 1997 pp. 13-21,
- 3 R. P. Haviland, W4MB, *Just Tune to the Dip How Linear Amplifiers Work* QEX DEC 1997 pp. 22-30.