

Da vi havde byttedag i Thisted fortalte Erik Hedegård Jacobsen om hans arbejde med krystalapparater. Han viste os et flot hjemmebygget apparat der var lavet sådan at det var egnet til at eksperimentere. Hjemme har han opsat en 30m antennestråd og en god jordforbindelse. Hans eksperimenter går ud på at finde bedste kobling af antenne og krystal til spolen.



Han nøjes ikke med at lytte men måler signalspændingen efter dioden. Han har også målt spolens godhed og fundet at jo længere krystallet sidder nede på spolen jo bedre godhed – dog på bekostning af signalspændingen. Erik har siden haft en artikel i Resonans:

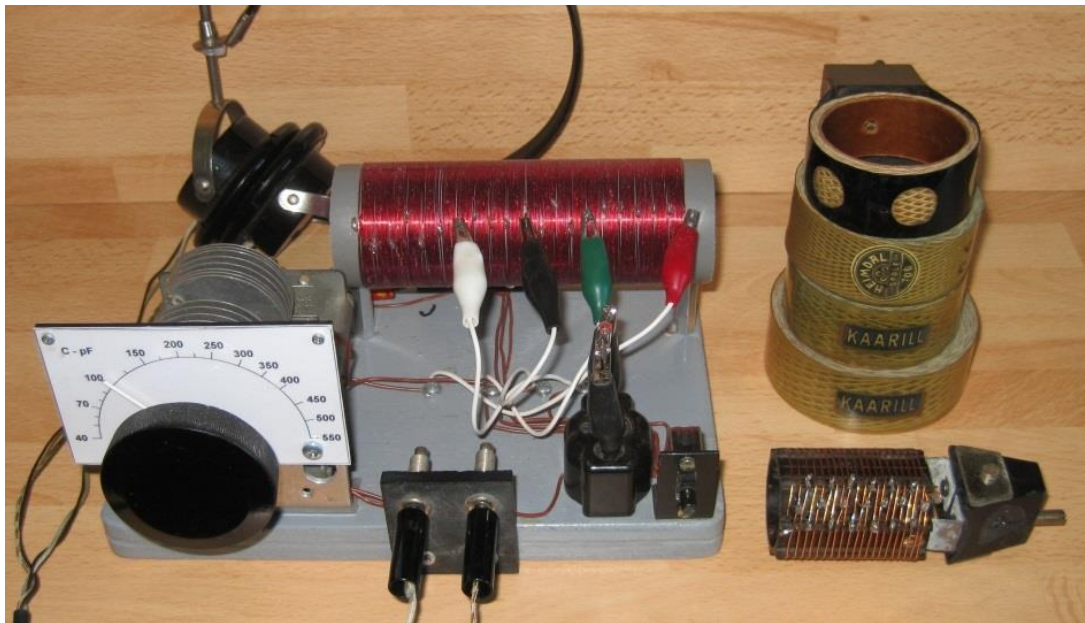
Krystalapparatet, den glemte modtager.

Mange af os har startet vores radiointeresse med bygning af et krystalapparat i vore unge dage. Man kunne så høre den lokale station på hovedtelefon uden nogen form for strømforsyning og at slukke var unødvendigt, for den brugte jo ingen strøm.

For et par år siden kom jeg tilfældigt ind på nogle hjemmesider om krystal-apparater, hvor det fremgik, at man kunne høre MB stationer på lange afstande ovre i USA. Jeg blev lidt nysgerrig, for på krystalapparat kunne man vel ikke høre stationer mere end måske 100 km væk, men det skulle prøves, så jeg hængte ca. 30 m antennestråd op i 9 m højde i den yderste ende og ned til tagudhænget over mit kontorvindue i 3 m højde, og videre ind til mit arbejdsbord. Jeg havde i forvejen en jordledning bestående af en 2 m jernstang banket i jorden, af den type elektrikerne bruger til installationer.

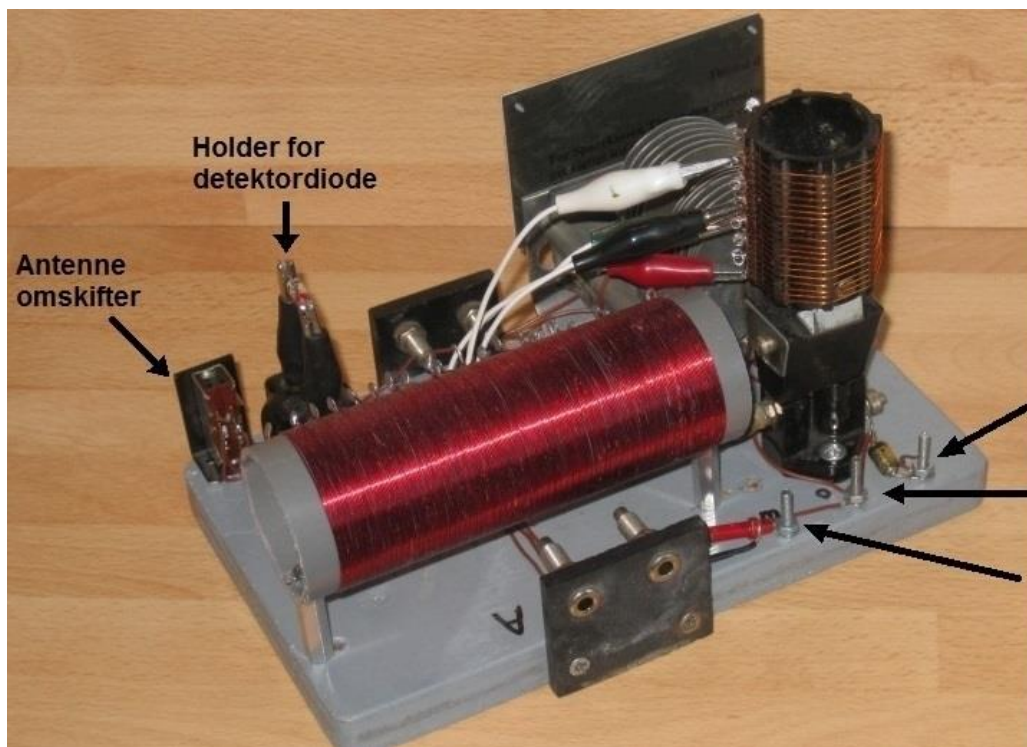
Jeg flikkede så et apparat sammen af en spole, drejekondensator, germanium-diode og en hovedtelefon, og det virkede. Jeg kunne nu høre Kalundborg på MB 1062 kHz med god styrke og mange andre MB stationer kunne høres om aftenen, dog med elendig selektivitet. Senere er Kalundborg flyttet tilbage til LB og sender nu med kun 50 KW effekt, men kan stadig modtages med god styrke.

Jeg besluttede så, at bygge et mere avanceret apparat, som vist på billedet herunder med tilhørende spoler. Ved eksperimenter fandt jeg ud af, at dioden kunne flyttes til et udtag omtrent midt på spolen uden tab af styrke, men med meget bedre selektivitet, dog afhængig af antennekoblingen der også har stor indflydelse på selektiviteten. Det skyldes sikkert, at man med udtaget opnår bedst mulig impedanstilpasning til en 4 K Ohm hovedtelefon. På LB opnåedes endog større styrke med midtpunktsudtag.



Jeg har anvendt en tilfældigt to gangs drejekondensator fra rodekassen. Der er pillet plader af, så kapaciteten er på ca. 500 pF, men her kan bruges hvad man har liggende. Jeg har monteret en skala på min drejekondensator, som jeg har kalibreret i pF med en kapacitetsmåler for at kunne måle antennens kapacitet. Det gøres ved at sende et signal ind på målepunktet fra en målesender. Med drejekondensatoren omkring minimum kapacitet og antennen forbundet til toppen af spolen justeres målesenderen til max signal. Man fjerner så antennen og justerer drejekondensatoren ind til max igen. Forskellen i pF kan så aflæses mellem de to punkter på skalaen og er antennens egenkapacitet. Jeg har målt kapaciteten på min 30 m antenne til ca. 230 pF.

I starten af radiofoniens opståen var det udelukkende området fra omkring 20 kHz og op til omkring 1,5 MHz der blev brugt til radiotransmission. Dengang talte man ikke så meget om frekvens, men brugte mest betegnelsen bølgelængde. Radiobølger udbredes med lysets hastighed der jo er 300.000 km sek. Bølgelængden findes så ved at dividere frekvensen op i lysets hastighed. Hvis man f. eks. dividerer Kalundborgs frekvens 243.000 Hz op i 300.000 km kommer man til en bølgelængde på 1,235 km, men da man helst vil have bølgelængden i meter bruger man frekvensen i kHz, altså 300.000 divideret med 243 og får så bølgelængden 1235 m. De lave frekvensområder op til omkring 500 kHz blev så kaldt langbølge og frekvensen derover blev kaldt kortbølge. Senere da radiofonien blev mere udbredt og man opdagede, at de høje frekvenser op til 30 MHz kunne bruges til udsendelser på lange afstande, blev disse frekvenser kaldt kortbølge og de tidligere frekvenser over 500 kHz til 1,5 MHz blev så kaldt mellembølge.



Her ses apparatet bagfra med kortbølge-spolen isat spoleholderen.

Kortbølgespolen har kun forbindelse gennem de viste klemmer, og den store spole er så ikke i brug.

Målepunkt for LF og jævnspænding.

Stelforbindelse for målinger.

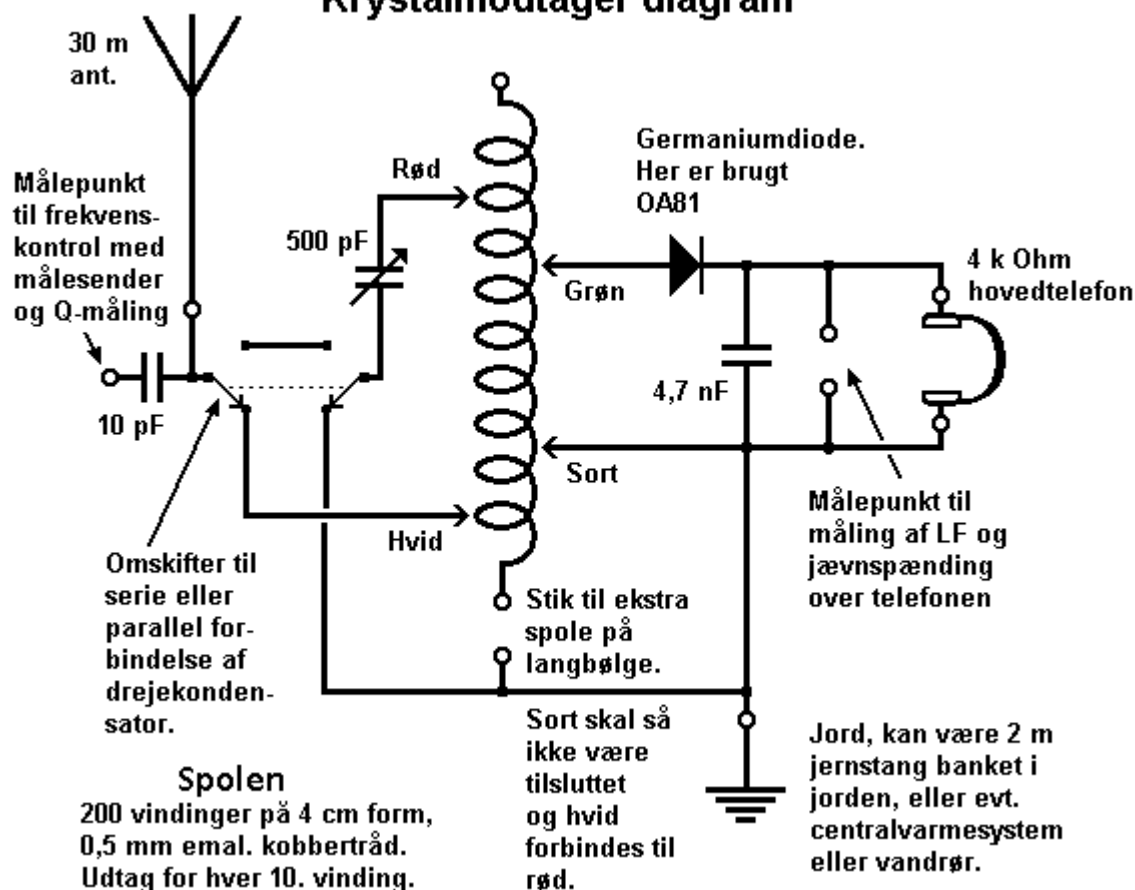
Målepunkt for tilslutning af målesender.

For at opnå den maximale styrke skal man have en god jordledning og antennen skal være en kvart bølgelængde lang, eller for Kalundborg ca. 310 m. Min 30 m antenne er så kun ca. en tiendedel af en kvart bølgelængde på LB.

På mit krystalapparat er styrken i hovedtelefonen stor nok til tydelig tale og musik, når diodejævnspændingen over telefonen er 20 mV. Når jeg kobler min 30 m antenne på toppen af spolen, og dioden ind på midtpunktet af spolen, opnår jeg netop denne spænding ved at indstille på Kalundborg. Jeg kan så med et oscilloscop (med 1/10 probe) måle på antenneindgangen, at der er 217 mV eff. HF signal. Jeg kan derfor sige, at mit krystalapparat, med tilhørende antenne på LB, har en følsomhed på 217 mV for god hørbart signal.

På MB (1MHz) er bølgelængden 300 m. Min antenne er på denne frekvens næsten halvdelen af en kvart bølgelængde og optager derfor meget mere signalenergi. Jeg kan så koble min antenne ind på et udtag på spolen og dermed optransformere signalet, så jeg med kun 60 mV HF signal på antenneindgangen på 1 MHz, opnår samme styrke i hovedtelefonen som med 217 mV på LB. Jeg kan derfor sige, at mit krystalapparat, med antenne, har en følsomhed på 60 mV på MB. Disse følsomheder kunne gøres bedre ved at forlænge antennen og føre den mere lodret opad, men det er sjældent muligt i en almindelig villahave. Da jeg forsøgsvis hævede det midterste af min antenne op i samme højde som yderenden (9m) med nogle sammenbundne bambusstænger steg signalstyrken på LB med ca. 25 %, så der er vigtigt, at få antennen så højt op som muligt.

Krystalmodtager diagram



På MB og især KB er der som regel meget fading på stationerne, så det er sjældent muligt at følge en sammenhængende udsendelse i længere tid. Hvis man vil finde ud af, hvilken station man lytter på, kan man sætte et signal ind på målepunktet fra en signalgenerator med frekvenstæller og nulstøde med det modtagne signal. Når man har fundet den nøjagtige frekvens kan man taste den ind på www.shortwaveschedule.com i kHz feltet øverst og får så en mængde oplysninger om aktiviteter på denne frekvens. Man skal dog bemærke, at de opgivne sendertider er UTC, man skal derfor tillægge to timer i sommertiden og 1 time i vintertiden for at få dansk normaltid.

Selektiviteten Q, eller evnen til at adskille de modtagne stationer fra hinanden er ikke ret god på en krystalapparat, det skyldes især, at der kun er en enkelt afstemt kreds og at den er dæmpet ret kraftigt af dioden i serie med hovedtelefonen. Desuden bliver spolen også dæmpet af antennen, der jo er nødvendigt for at opfange radiosignalerne og tilføre dem til modtageren.

Q i en resonant afstemningskreds er ret let at få op på omkring 100, det vil sige at spændingen over kredsen er 100 gange større på resonansfrekvensen end den spænding der bliver tilført, men på grund af ovenstående dæmpning er det ikke muligt at komme ret meget højere end 25 uden at det går ud over styrken i hovedtelefonen. Hvis dioden kobles direkte på toppen af spolen har jeg målt en Q på omkring 9, men ved at koble dioden ind på et midpunktsudtag bliver spændingen over spolen så meget højere, at Q nu er på ca. 25 og styrken i telefonen stadig er lige kraftig. Ved at koble dioden lavere ned på spolen, så styrken falder 10% giver det en forbedret Q på ca. 40%.

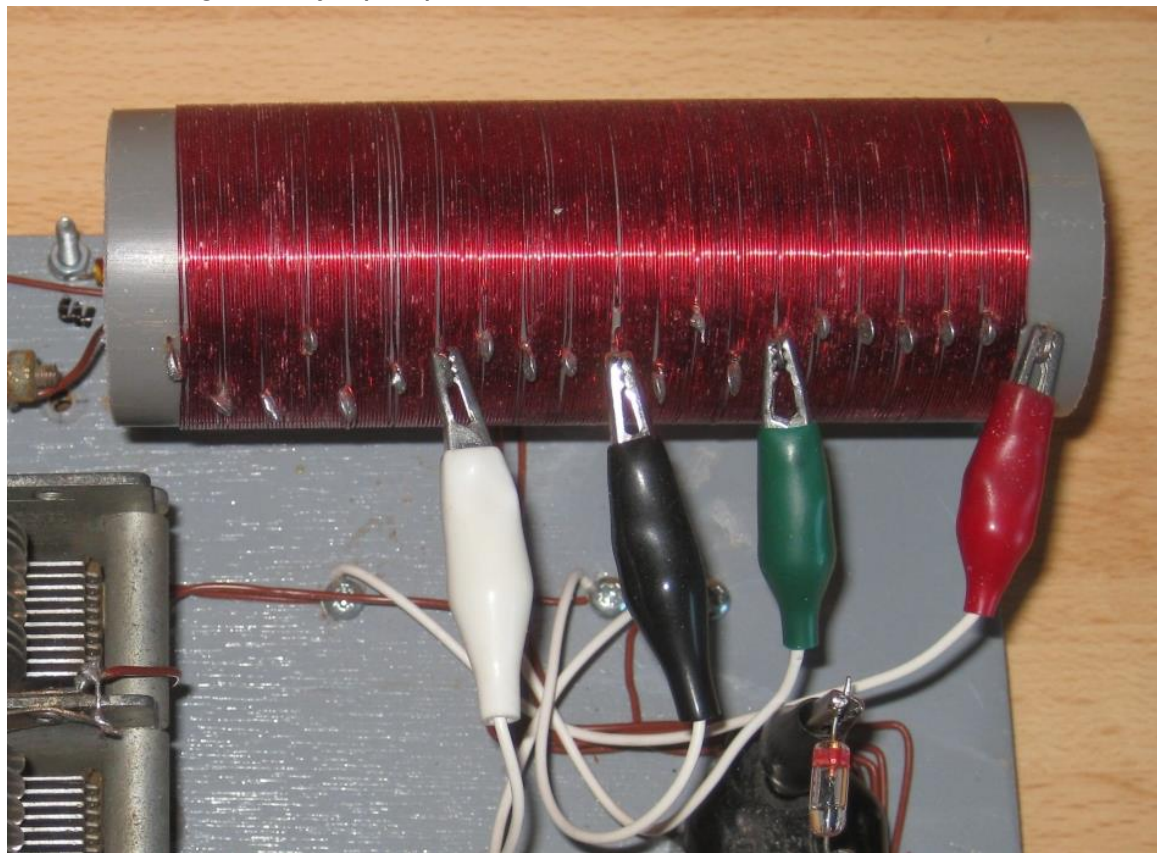
Q kan måles ved at sende et HF signal på f. eks. 1 MHz fra en signalgenerator ind på målepunktet (antenne og jord skal stadig være tilsluttet), afstemme kredsen til maximum og justere signalgeneratorens output til f. eks. 100 mV diodejævn-spænding over telefonen. Ved at regulere signalgeneratorens frekvens til begge sider af 1 MHz, så spændingen falder til 70 mV (70%) finder man frekvensforskellen mellem disse to målepunkter der så divideres ind i center-frekvensen (1 MHz), og

derved findes kredsens Q. Det er nødvendigt, at kende den nøjagtige frekvens, så hvis ikke signalgeneratoren har indbygget frekvens-tæller må man kontrollere det med en udvendig tæller.

Ved at koble antennen ind på en koblingsspole i stedet for et udtag på afstemningsspolen, reduceres antennekapaciteten over afstemningsspolen, hvorved drejekondensatoren dækker et større frekvensområde. Serieafstemt antennekobling giver god tilpasning på den øvre del af MB. Der skal da som regel bruges meget mere selvinduktion for bedst resultat. Diodeudtaget skal så, som regel ned på 1/3 til 1/4 del af spolen. Da drejekondensatorens 500 pF kapacitet nu kommer i serie med antennens 230 pF kan man ikke få mere end ca. 150 pF kapacitetsvariation og man kan derfor ikke dække et ret stort frekvensområde.

Herunder ses tilslutningen til spolen. Den sorte klemme er stel og den røde er drejekondensatorens stator. Med disse to klemmer bestemmer man hvor mange vendinger man vil have på spolen og dermed hvilken frekvensområde man vil dække. Den grønne klemme fra dioden kobler man så ind på den ønskede del af spolen, her lidt under halvdelen. Den del af spolen der er til venstre for den sorte klemme bliver så til antennekoblingsspole og den hvide klemme fra antennen kan man koble ind på det udtag på koblingsspolen der giver størst signalstyrke, her 40 vendinger.

Når man vil lytte på LB er der ikke nok selvinduktion i den viste spole, derfor går udtaget længst til venstre videre til et stik, hvori man kan montere en honeycomb- spole på 100 vendinger i serie, hvor den anden side er forbundet til stel, så der er nok selvinduktion til LB. Den sorte klemme skal så ikke være tilsluttet og den grønne diodeklemme forbindes til udtaget længst til venstre der er ca. midt på den samlede spole. På LB får man så bedst resultat ved at koble den hvide antenneklemme sammen med den røde længst til højre på spolen.



På siden www.makearadio.com/crystal/index.php kan man se meget mere om hjemmebyggede krystalapparater.

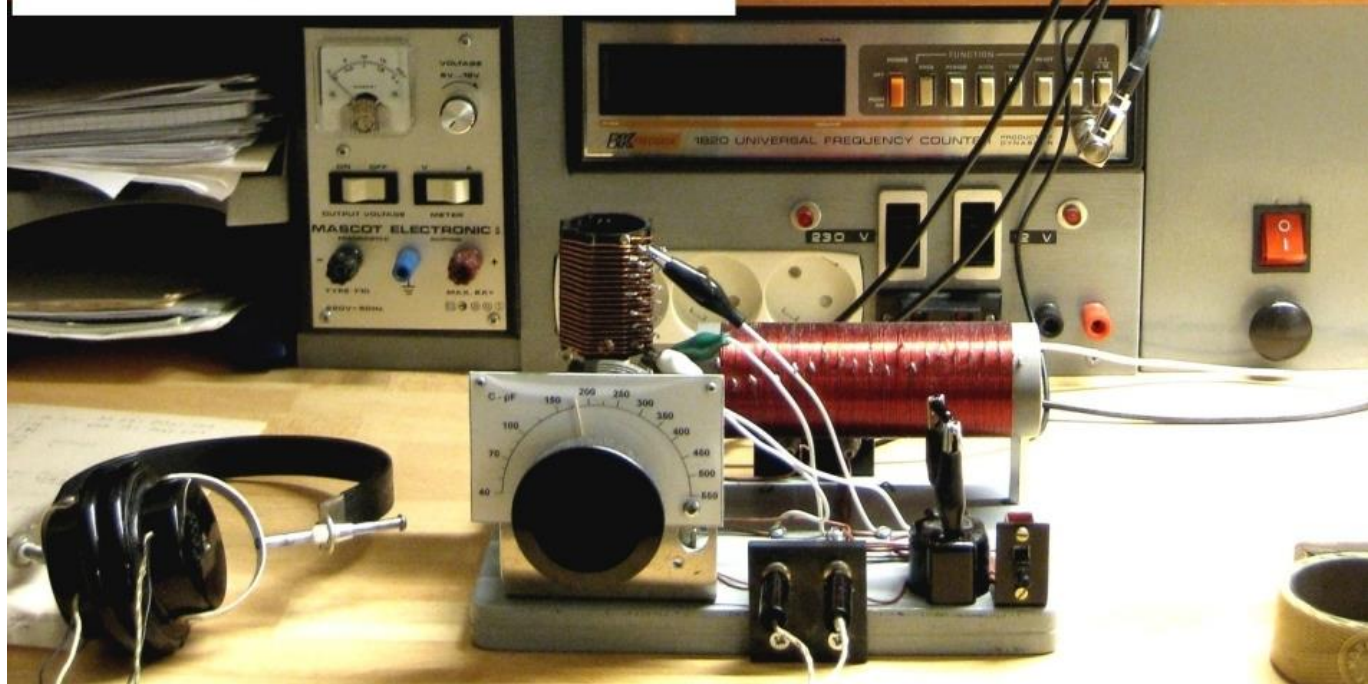
På de følgende sider kan ses nogle af de resultater jeg har opnået med mit krystalapparat.
Erik Hedegaard Jakobsen.



Her en Fransk kortbølgestation på 3965 KHz - Issoudun- der sender på tysk om aftenen med 250 KW. Afstand 1220 KM.

Bemærk spændingen på dioden 180 mV og LF signal 400 mV ss.

Der er dog meget fading på alle kortbølgestationer, så det er svært at høre en station hele tiden.







Kalundborg på 243 kHz langbølge modtages her med 100 mV ss LF signal. Her er der benyttet en gammel krystaldiode fra tyverne i stedet for en garmaniumdiode, den kræver dog meget omhyggelig justering af føleren for at opnå samme signalstyrke. På LB får man som regel kraftigst signal ved at tilslutte antennen direkte på toppen af spolen, og der opnås ca. 25% større signalstyrke ved at tilslutte dioden på midtpunktet af den samlede spole. Det skyldes, at dioden udgør en stor dæmpning af kredsløbet som ødelægger kredsens Q. Det højst opnåelig Q, ved max. signalstyrke, er på ca. 25. Det er også nogenlunde tilstrækkelig på LB, men er alt for lidt på MB og især KB. Måske kunne der opnås en forbedring ved, at benytte en afstemt antennekoblingskreds?





Her modtages "Voice of Russia"
 - der sender på engelsk om natten
 kl. 00:00 til 02:00 på 9800 kHz - fra
 Krasnodar 2606 km væk, her med
 mere end 400 mV ss LF signal.
 Der er som regel kraftig fading på
 denne station, så den i perioder
 overdøves af andre stationer på
 nabo frekvensen.

På Krasnodar har jeg flere gange
 hørt op til 5 ekkoer efter hinanden
 indenfor ca. 2 sek.

Det svarer til en signalforsinkelse
 på ca. 100.000 km mellem hvert
 ekko, hvordan kan det lade sig
 gøre???