

anvendte komponenter og den mekaniske opbygning.

Oscillatoren kan afstemmes med den viste drejekondensator, der forsynes med et skaladrev med passende udveksling. I min udgave har jeg anvendt et simpelt friktionsdrev med udveksling 1:6. Det giver en ret grov indstilling, og der er derfor indført en finafstemning med den viste kapacitetsdiode. Der skulle ikke være noget i vejen for at nøjes med diodeafstemning, blot skal der så anvendes en diode med større kapacitetsvariation, ligesom man kan vælge helt at undlade finindstillingsmuligheden

På diagrammet er kun vist en spole. Det frekvensområde, man derved kan dække, er som regel ikke tilstrækkeligt, hvorfor der må være mulighed for at skifte mellem flere områder. Det vender vi tilbage til, men fordelene ved Hartley-oscillatoren er, at man ret nemt - nemlig ved at flytte udtaget på spolen - kan bestemme hvor kraftigt oscillatoren svinger. Udtaget skal som tommelfingerregel ligge mellem 1/4 og 1/3 af spolen regnet fra den kolde ende (stel). Jo længere nede mod stel udtaget er, des svagere svinger oscillatoren.

Output fra selve oscillatoren kan reguleres ved at ændre størrelsen af den modstand (i diagrammet vist som 10 kohm), der i serie med en 15 pF kondensator fører signalet videre til bufferen.

Efter oscillatoren følger en sourcefølger og et kraftigt modkoblet forstærkertrin. Udgangsimpedansen herfra er ca. 50 ohm.

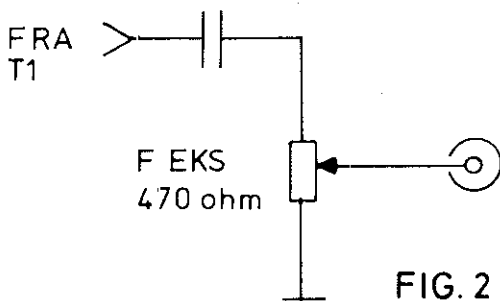


FIG. 2

Attenuatoren kan laves på flere måder. I fig. 2 ses den simpleste måde til at kunne variere output fra en signalgenerator. Imidlertid vil denne metode medføre, at udgangsimpedansen varierer kraftigt, afhængigt af potmeterens stilling. Der findes særlige HF-potentiometre (fabrikat Preh), som har 50 ohms ind og udgangsimpedans, og som giver en variation af udgangssignalet på 60 dB eller mere. Desværre er sådanne ret kostbare og næppe lagervare hos din løsdeldsforhandler. En stepattenuator, der er beskrevet i en tidligere „Vi eksperimenterer“ vil gøre udmærket fyldest i udgangen på en signalgenerator, bortset fra at den ikke er kontinuert variabel. Attenuatoren i fig. 1 er et kompromis. På fig. 3 ses princippet. Når potentiometeret stilles på min modstand, d.v.s. 0 ohm, virker det som en almindelig pi-attenuator med fast dæmpning. Når der skrues op for potmeteret, stiger dæmpningen. Udgangs- og indgangsimpedanserne stiger desværre også, men

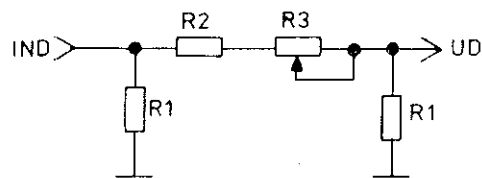


FIG. 3

holder sig dog fortsat på en lav værdi. Variationsområdet afhænger af potmeteret, og i tabellen kan man se såvel variationsområdet som max. udgangsimpedans og det dertil svarende SWR, hvis generatoren belastes med 50 ohm. Større dæmpning kan klares med en step-attenuator, der enten kan indbygges i signalgeneratoren eller bestå af en løs enhed der tilsluttes efter behov. De i fig. 1 viste komponentværdier giver ca. 20 dB variationsområde og suppleres hos mig med en ydre stepattenuator. En tællerudgang muliggør nøjagtig frekvensindstilling ved tilslutning til en ydre frekvenstæller.

Variationsområde	R1	R2	R3	Ca max udgangsimp	Ca max SWR
10 dB	147 Ω	39 Ω	100 Ω	80 Ω	1,6
20 dB	100 Ω	39 Ω	1 kΩ	91 Ω	1,8
45 dB	100 Ω	39 Ω	10 kΩ	99 Ω	2,0

Tabel 1

Frekvensområde

Det frekvensområde, man kan bestryge, afhænger af den anvendte drejekondensator, men med kun en enkelt spole i signalgeneratoren vil området som tidligere nævnt almindeligvis være for lille og vi må derfor have mulighed for at kunne skifte mellem forskellige områder.

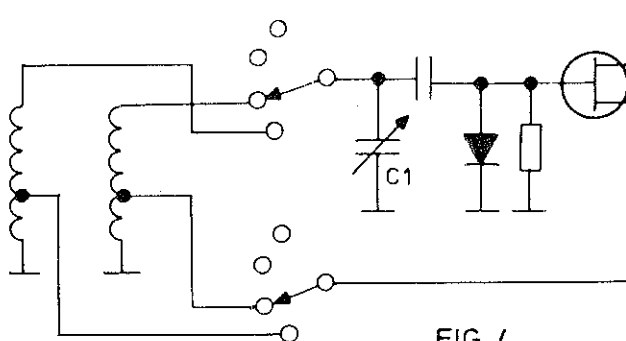


FIG. 4

Man kan vælge med en omskifter at kunne skifte mellem forskellige spoler, som vist på fig. 4. Desværre er det nødvendigt at skifte både spoleudtaget og toppen af spolen. Det skulle på denne måde være muligt at lave en generator, der dækker området fra f.eks. 1 MHz til 30 MHz. Kan man nøjes med et mere begrænset frekvensområde, kan omskiftningen simplificeres væsentligt. På fig 5 sker omskiftningen mellem 3 områder med en simpel vippeomskifter. I stilling 2 har vi grundkoblingen, d.v.s. en spole indkoblet ligesom vist på fig. 1. I stilling 1 indkobles en ekstra drejekondensator + parallelkapacitet, hvorved frekvensområdet rykker nedefter, og i stilling 3

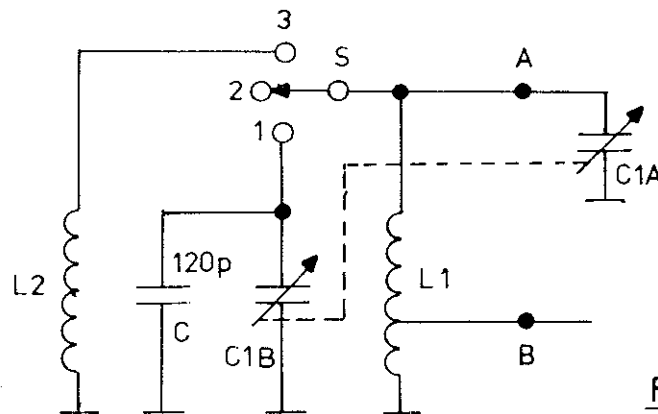


FIG. 5

$L_1 = 33$ vdg. udt 11 vdg fra stel. Tråd 0,6 mm cul kerne T37-2 (Amidon).

$L_2 = 22$ vdg. 0,6 mm cul kerne T37-2 (Amidon).

C1A-B Se tekst

S Vippeomsl ON-OFF-ON

parallelkobles en spole, hvorved den samlede selvinduktion mindskes, og frekvensområdet øges. Fremstilling af spoler kan passende ske efter „cut and try“ metoden, men et par beregninger, inden man går igang med spolevikleriet, ville lette eksperimenterne.

Beregning af frekvensområdet:

I det følgende vil jeg tage udgangspunkt i diagrammet i fig. 1, og områdeskift, som vist i fig. 5.

Den frekvens, oscilatoren svinger på, er naturligvis bestemt af spolens selvinduktion og den samlede kapacitet, d.v.s. drejekondensator, kapacitetsdiode og monterings- og ledningskapaciteter. Frekvensen kan findes efter resonansformlen, hvor jeg foretrækker den udgave, der siger:

$$F^2 = \frac{25330}{L \cdot C}$$

(F måles i MHz, L i μH og C i pF)

Frekvensvariationen sker med drejekondensatoren (kapacitetsdioden er kun til finindstilling og kan i beregningerne antages at have en fast værdi), så det vil være fornuftigt at tage udgangspunkt i denne. Jeg fandt en togangs drejekondensator, hvis ene sektion havde en max. kapacitet på ca. 200 pF, og hvis anden sektion havde en max. kapacitet på ca. 500 pF. Den mindste sektion anvendes som C1_A (fig. 5).

Den maksimale frekvens (F_{max}) oscilatoren svinger på en selvfølgelig med minimum kapacitet (C_{min}) og F_{min} fås ved C_{max} .

Indsat i resonansformlen får man:

$$F_{\text{max}}^2 = \frac{25330}{L \cdot C_{\text{min}}} \text{ og } F_{\text{min}}^2 = \frac{25330}{L \cdot C_{\text{max}}}$$

Forholdet $F_{\text{max}}/F_{\text{min}}$ fås ved at dividere de to udtryk led hinanden og forkorte med 25330/L. Man får da:

$$\frac{F_{\text{max}}}{F_{\text{min}}} = \sqrt{\frac{C_{\text{max}}}{C_{\text{min}}}}$$

C_{max} udgøres af drejekondensatorens max. værdi (her 200 pF) kapaciteten i ledninger, kapacitetsdiode transistor mv. Sætter vi disse faste kapaciteter til 30 pF bliver C_{max} 230 pF. C_{min} udgøres af drejekondensatorens min. kapacitet, der er 5-10 % af max værdien (vi antager 15 pF) + de samme faste kapaciteter. C_{min} bliver altså 45 pF

$C_{\text{max}}/C_{\text{min}} = 230/45 = 5,1$ og dermed $F_{\text{max}}/F_{\text{min}} = \sqrt{5,1} = 2,26$.

Område 2:

Vælger man laveste frekvens i grundområdet til 4 MHz bliver største frekvens i dette område 4 MHz gange 2,26 = 9 MHz.

Går vi ud fra F_{min} beregnes spolens selvinduktion til:

$$4^2 = \frac{25330}{L \cdot 230} \Rightarrow L = \frac{25330}{4^2 \cdot 230} = 6,9 \mu\text{H}$$

Område 3:

Kan passende starte ved 8,5 MHz for at få lidt overlap, og F_{max} bliver da 8,5 gange 2,26 = 19,2 MHz.

Den samlede selvinduktion beregnet ud fra F_{min} :

$$8,5^2 = \frac{25330}{L \cdot 230} \Rightarrow L = \frac{25330}{8,5^2 \cdot 230} = 1,5 \mu\text{H}$$

Denne selvinduktion udgøres af to spoler i parallel, hvor vi kender den enes selvinduktion nemlig 6,9 mH. Vi får da:

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \Rightarrow \frac{1}{L_2} = \frac{1}{1,5} - \frac{1}{6,9} = 0,52$$

$$L_2 = 1,9 \text{ mH}$$

Område 1

skal have en F_{max} på lidt over 4 MHz, f. eks. 4,3 MHz. Med en spole på 6,9 mH opnås dette med en C_{min} på:

$$C_{\min} = \frac{25330}{4,3^2 \cdot 6,9} = 198 \text{ pF}$$

Når der i stilling 1 yderligere indkobles en sektion af drejekondensatoren stiger C_{\min} , skal vi sige 30 pF.

Minimumskapaciteten er nu $45 \text{ pF} + 30 \text{ pF} = 75 \text{ pF}$. Der mangler $198 - 75 = 123 \text{ pF}$. En fast parallelkapacitet (C i fig. 5) på 120 pF vil være passende.

C_{\max} bliver $230 \text{ pF} + 500 \text{ pF} = 730 \text{ pF}$ og F_{\min} ca. 2,2 MHz.

Spolerne

Ifølge beregningerne skal L1 være på $6,9 \mu\text{H}$ og L2 på $1,9 \mu\text{H}$. Jeg har valgt at vikle de to spoler på toroidkerner type T37-2 fra Amidon.

For denne type kerne er selvinduktionen $4,3 \text{ nH}$ (nanoHenry) gange vindingstallet i anden potens. $L = 4,3 \cdot n^2 \text{ d.v.s. } n^2 = L/4,3$

$6,9 \mu\text{H}$ (6900 nH) får vi således ved:

$$n = \sqrt{6900/4,3} = 40 \text{ vdg.}$$

1,9 μH (1900 nH):

$$n = \sqrt{1900/4,3} = 21 \text{ vdg.}$$

Sammenfatning:

Med $L1 = 6,9 \mu\text{H}$ og $L2 = 1,9 \mu\text{H}$ og en drejekondensator på 200 og 500 pF forventes områderne ca.:

- 1: 2,2 - 4,3 MHz
- 2: 4,0 - 9,0 MHz
- 3: 8,5 - 19 MHz

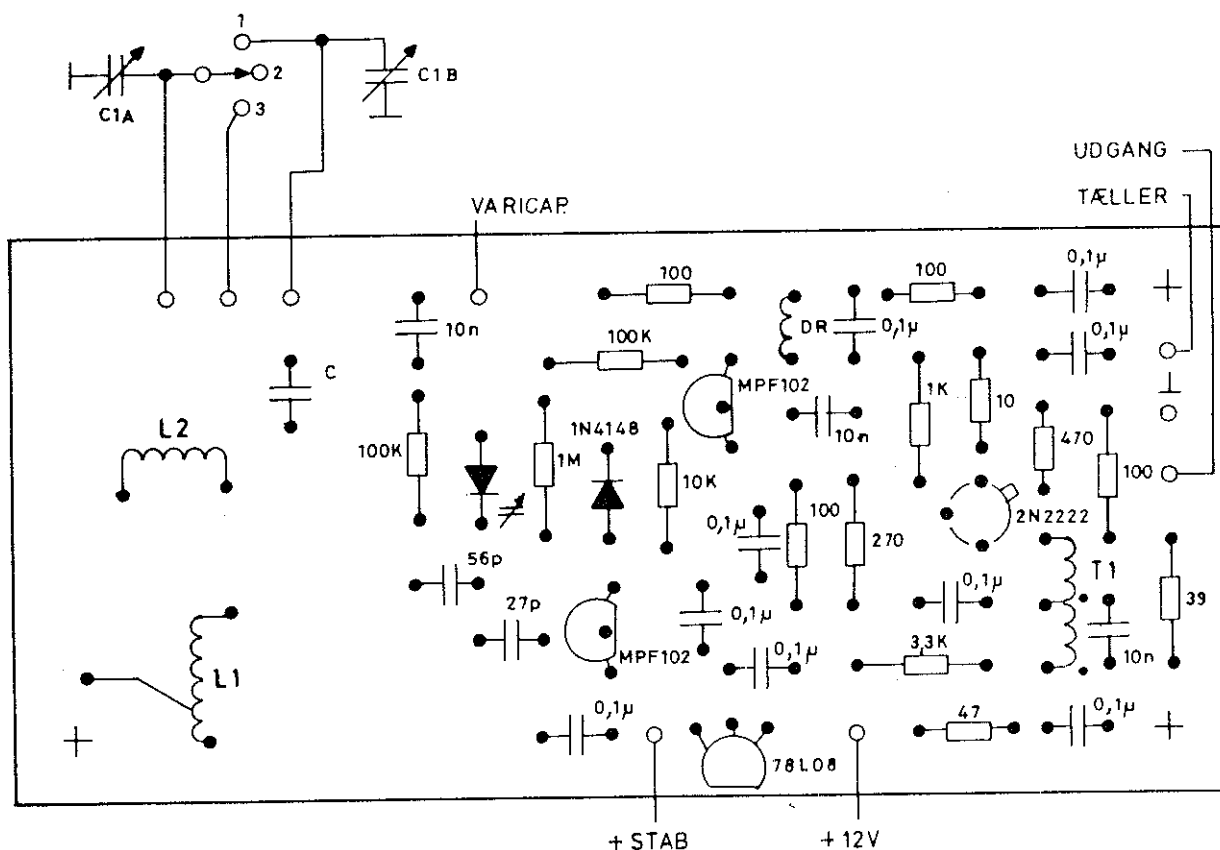
Opbygning/justering

Et lille print rummer de allerfleste komponenter. Printet anbringes så tæt på drejekondensator og omskifter som muligt, og de nødvendige forbindelser hertil bør udføres med kraftig tråd, således at alt sidder urokkeligt fast.

Inden delene sættes fast, har jeg foretaget en prøvesamling og tilpasset spolerne samt den faste parallelkapacitet i område 1. Som du kan se på vindingstallene i fig. 5, måtte jeg mindske L1, formentlig fordi jeg havde skønnet minimumskapaciteten vel lav i beregningerne. Mine områder blev: 1) 2,2 - 4,2 MHz, 2) 4 - 8,3 MHz 3) 8 - 16 MHz. Efter at spolerne var tilpasset, blev de smurt ind i hvid hobbylim, og efter at limen var tør, blev spolen spændt fast på printet med en fiberskive og en plastskruer. Jeg har ikke gjort alverden ud af skalaen, idet der jo er mulighed for at tilslutte en udvendig tæller, når der er brug for nøjagtig frekvensindstilling/aflæsning. Er du ikke selv i besiddelse af en tæller vil jeg anbefale, at du prøver at låne dig frem til en, når spolerne skal tilpasses, og signalgeneratoren skal kalibreres. En modtager, der dækker hele området, kan naturligvis også bruges.

Output fra generatoren er nogenlunde konstant i område 1 og 2, medens det i område 3 falder noget, når frekvensen øges. jeg har reguleret output til max ca. 100 mV, med den omtalte modstand fra oscillator til buffer. Hvis udgangsspæringen blev meget større overstyredes et eller andet, og kurveformen blev forvrænget.

Jeg har puttet det hele ind i en lille aluminiumsbox, men her er mulighed for at udfolde sig.



Andre muligheder

Der er rige muligheder for at udbygge/ændre generatoren. Først og fremmest kunne man vælge at skifte spolen og derved dække et større frekvensområde. Ved at flytte udtaget på spolerne, skulle det være muligt at opnå nogenlunde ens udgangsspænding på alle områder. Om ønsket kan en simpel frekvenstæller indbygges. Det skulle være muligt at modulere signalet ved at tilføre et LF-signal til udgangstransistorens basis, ligesom man formentligt kan FM-modulere oscillatoren via kapacitetsdioden. Ingen af delene er dog prøvet.

Endelig kunne generatoren indbygges i to kasser, den ene inde i den anden, hvorved det skulle være

muligt at gøre den så tæt, at den kunne bruges som målesender.

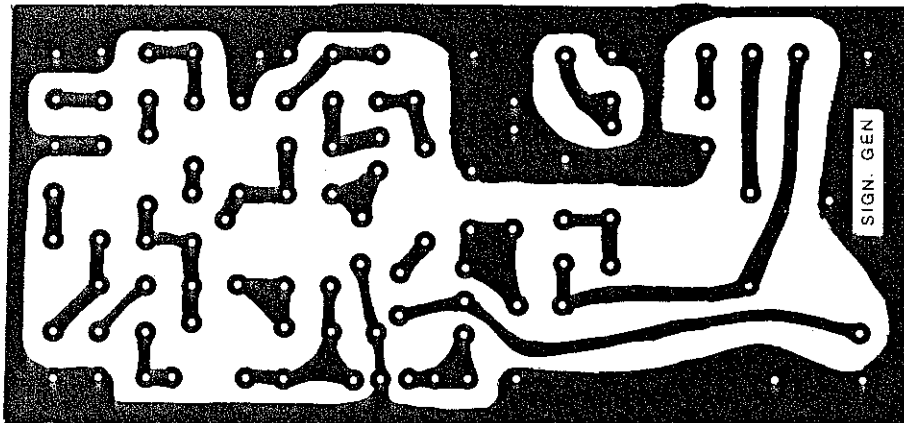
Der kan indføres måling af amplituden og mulighed for at regulere denne. Jo der er muligheder nok, men selv i den simpleste udgave vil signalgeneratoren være til stor hjælp ved eksperimenter og måling.

Litteratur.

Build a homemade signal generator. QST jan 1986

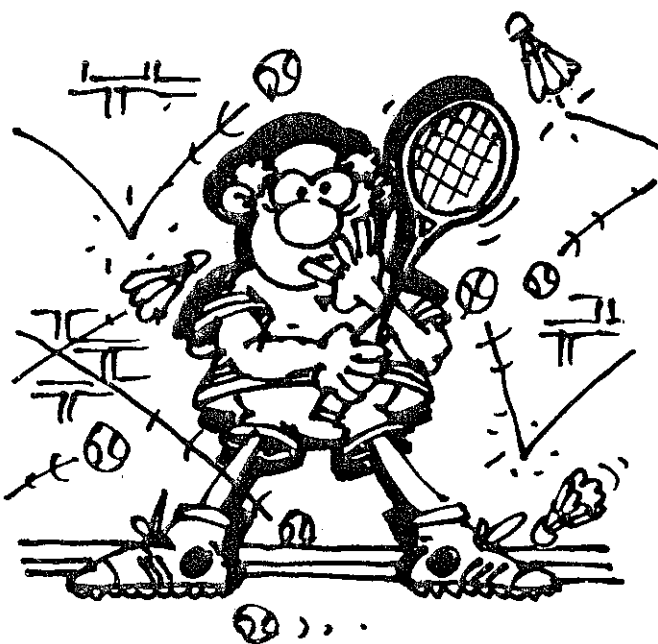
Technical correspondence QST 1986

Vi eksperimenterer OZ feb 1990, OZ marts 1990



4,5 cm

Med Aktivbanken i baghånden, er du ikke alene på banen...



Spil double med din bank.
Stil krav til hurtig handling,
fornemmelse og indsigt i spillet

- og i din
situation.

Kig ind i
Aktivbanken

og få
dig en
aktiv
med-
spiller.



AKTIVBANKEN

Kongensgade 74-76

5000 Odense C

Tlf. 66 14 62 00