

Kunsten å temme en YIG oscillator

LA3EQ
Jan Henning Holmedal Lustrup
Stavanger 2007



V1.5

YIG (Yttrium Iron Garnet.)

Det kjemiske elementet Yttrium ble oppdaget av en finsk kjemiker *Johan Gadolin* fra Ytterby, nær Vaxholm Sverige. Den har symbolet **Y** og atomvekt 39.

YIG oscillatorer finnes blant annet til 2-4GHz, 4-8GHz, 8-12GHz, 10-18GHz områder. Frem til nyere tid har YIG'en vært tilgjengelig kun for profesjonelt mikrobølge utstyr grunnet den høye prisen. Men på brukmarkedet dukker det opp stadig flere og flere varianter av YIG'er, til overkommelige priser. Selv fikk jeg tak i ett bra **Avantek** eksemplar (se fig 1) som dekker 10GHz-18GHz til litt over \$100.- på E-bay. Det alltid spennende å se om de virker, da de selges som regel utestet og "som den er" på auksjonen.



Fig 1. En Avantek 10GHz til 18GHz Yig oscillator

Fordeler med YIG oscillatoren.

YIG'en her noen fordeler over vanlige VCO'er. Viktigst er god kvalitet på signalet, meget lav fasestøy (-123 dBc/Hz @100kHz), lav jitter, lav hysteresis og bredbånds bruksformat, med en nesten perfekt lineært frekvenskurve som er proporsjonal med magnet feltet fra "Tune" strømmen. Den kan FM modulæres (>40MHz diviasjon) ved hjelp av en ekstra separat FM spole. Den dekker over en hel oktav i mikrobølge regionen. Har du først blitt vant med dem, vil du ikke ha lyst å være den foruten! Arbeidstemperaturen er fra +80°C ned til -55°C. Den har en 50Ω utgang med en typisk ut effekt mellom +10dBm (10mW)og +16dBm(40 mW), men +20dBm (100mW) er ikke helt uvanlig heller. Den er tung, da den veier nesten 0,5kg og bør monteres på metallvegg/chassis for kjøling. Det kan virke litt paradoksalt med både oppvarming og kjøling, men slik er de laget, og de tener begge deler.



Fig 2. Tilkoblinger til YIG oscillatoren.

Hvordan Yig oscillatoren virker.

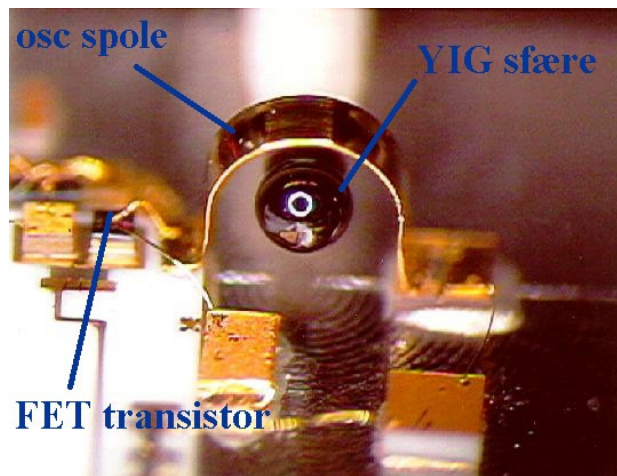


Fig 3 YIG sfæren

Hjertet i YIG oscillatoren er YIG kulen (sfæren) som er montert i senter på oscillator spolen. Denne YIG sfæren er en magnetisk justerbar resonator, der frekvensen er proporsjonal med den eksterne magnetfelt som skapes i TUNE spolen. Så vi styrer frekvensen med strømmen som flyter igjennom "Tune" spolen og ikke spennings nivået som spolen for tilført. Yttrium Sfæren er en enkel rund, polert krystall. Alle dens løse elektroner får lik påvirkning av den eksterne magnetfeltet slik at alle elektronene holder nøyaktig samme resonans frekvens, noe som bidra til et høyt Q faktor (>1000) og et rent signal ut. Selve oscillatoren kan sammenlignes med en RCL krets ifølge David Stright⁽¹⁾. R i parallell kretsen er resistans som vi har lys å fjerne. Dette gjøres ved hjelp av en FET transistor forsterker, som igjen kan ansees som en negativ resistans, og denne vil da opp hever den reelle resistansen i oscillatoren.

David Stright sier videre at hvis vi "ser" inn i emitter på FET'en kan impedansen modelleres som: $1/((re+Zb) * \beta)$ der "re" er den interne grensesjikt resistansen, "Zb" er resistans i base kretsen, og "β" er transistorens beta faktor. Merk at "β" er en funksjon av frekvens og etter som frekvensen stiger vil beta synke. Etter hvert som beta synker vil impedansen i emitteren stige, noe som virker som "negativ resistans"! Energi blir tilført YIG'en via en liten spole, på størrelsesorden noen få nanoHenry fra FET transistoren. Magnetfeltet sørger for en jevn og fullstendig elektromagnetisk felt rundt sfæren.

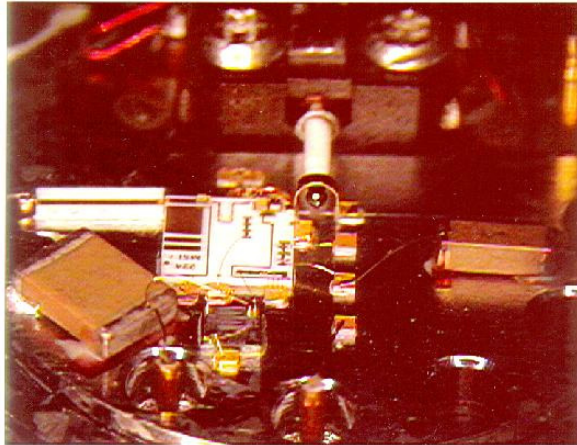


Fig 4 innmaten til YIG

Hvordan teste YIG oscillatoren?

Først så kobler du til en powermeter probe og frekvensteller til utgangen. Pass på at lasten tåler i hvert fall 50milliwatt og bruk en 10dB eller 20dB dempe ledd dersom proben din bare tåler 20mW. Har du en spektrumsanalysator så bruker du den i stedet.

Koblet til 24 Volt til varme elementet, så en variabel strømforsyning som klarer en ampèr i området 0 til 20 Volt. Pluss ledningen kobler du i serie med en stor, kraftig 10Ω motstand (for eks. 10 Watt). Start med å øke strømmen til du ser signal utslag (dette er nedre frekvens grense), så forsetter du til utgangs nivået forsvinner helt (dette er øvre frekvens grense). Det er vanlig at det kan gå 450mA gjennom spolen før det kommer noen signal ut. Jo høyere frekvens, jo mer strøm må det gå gjennom spolen. Du vil merke at uteffekten vil variere litt, men at selve frekvens forandringen er jevn og proporsjonalt med strømtrekket⁽³⁾.

Hvis YIG'en har en tune rate på 20MHz/mA vil 100mA tune 1GHz og 500mA vil tune hele 10GHz. Husk, vi justerer frekvensen med strømtrekket gjennom spolen og ikke spenningsnivået over den.

Har du en spenningsforsyning med justerbar strømbegrensning, kan du sette spenningsnivået til 24Volt, og begynne å skru opp strømmen fra 0 til du ser signal, så kan du da skrive ned frekvensen ved hver 100 mA til signalet forsvinner. Lag så en tabell for eks. i Excel over strømtrekk / frekvens for senere referanse (se fig 5).

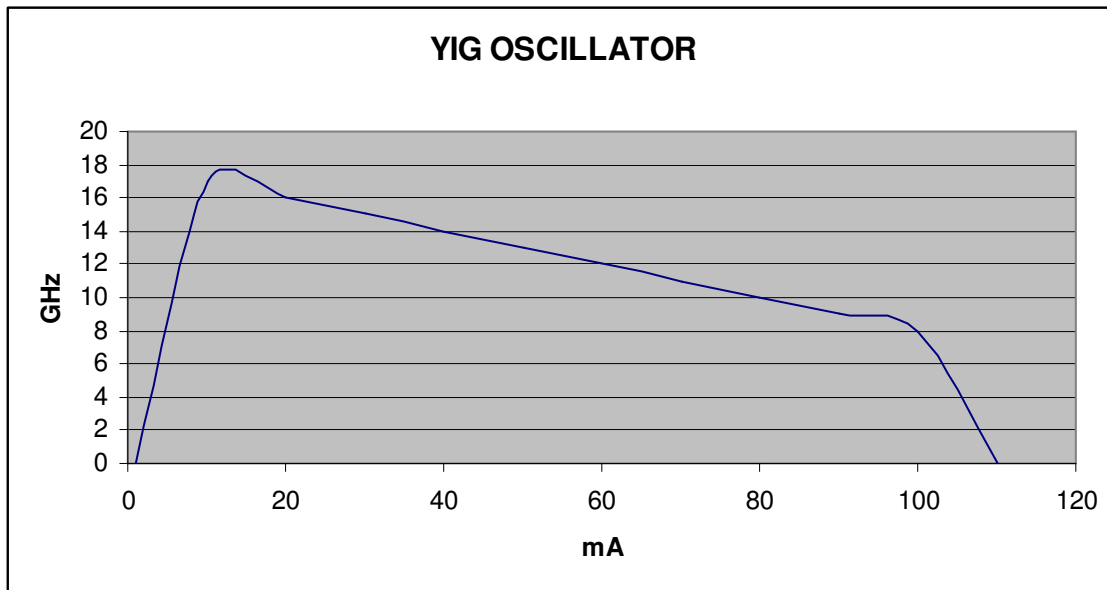


Fig 5 kurve over strømtrekk /frekvens

Merk: Dersom du har en av de nye YIG oscillatorene med permanentmagnet innebygget, vil disse svinge uten at det går noe strøm gjennom ”Tune” spolen. Dette er den ”free running frequency” eller senter frekvensen til YIG’en.

[Bruks områder til YIG oscillatoren:](#)

Det er en enkel måte til å lage en signalkilde i mikrobølge verdenen. Man kan teste filter, måle tap i koaksialkabler, lage og teste resonans kretser/kammer, horn antenner, parabol føde antenner, måle refleks indeksen av regnskyer, dempningskurven av forskjellige materialer osv.

En kan en bruke den som ethvert annet oscillator. Som VFO, LO, signalkilde, Sweep generator, første lokaloscillator i et hjemmebygget spektrumanalysator, mikrobølgemottaker osv. I forbindelse med en mikser kan det være lurt å ha en YIG filter like etter mikser utgangen for å renske opp i blandeprodukter, for så å bruke en postforsterker etterpå.

Dersom du bruker denne som oscillator til en sweep generator, så husk at utgangsnivået vil være pluss/minus 1 til 2 dB og ta høyde for dette under antennegain målinger, hvis du ikke velger å jevne utgangs effekten med PIN attenuator og detektor diode via en retningskobler.

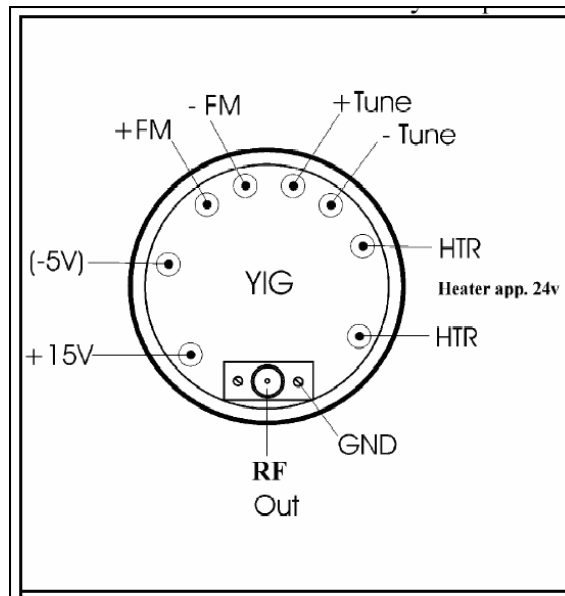


Fig 6 Pinout til YIG

Kilder:

- 1) <http://pw1.netcom.com/~dstraigh/yig.html>, "How A YIG Oscillator Works", David A. Straight
- 2) "A simple approach to YIG oscillators", Bernd Kaa, DG4RBF, Microwave Projects 2, VHF communication Magazine, 2005. pp 169-176
- 3) "An introduction to YIG Oscillators", "http://www.microsource-inc.com/yigintro.pdf"