

# En krystalstabil oscillator til dit næste projekt

Af OZ6YM, Palle A. Andersen

Ved et tilfælde, medens jeg en dag sat og surfede lidt på nettet, faldt jeg over en konstruktion af en VFO.

Dem er der et hav af på nettet, men denne her var lidt speciel, og tiltrak derfor min interesse, og hvorfor nu det?

Jeg har eksperimenteret en del med at fremstille Vachår-oscillatorer til brug i VFO'er, og kender dermed en hel del til de problemer, man kan opleve, når man skal ramme en speciel frekvens i et modtagerprojekt, eller en injektionskæde. Der kan virkelig opstå udfordringer, som for en amatør, uden den store målepark, kan give problemer.

Hvis man skulle finde på at lave en dobbeltsuper modtager, benyttes der 2 mellem frekvenser (MF), som begge skal have et injektionssignal, og hvis man vil modtages SSB, skal der yderligere et signal til, som beatoscillator (BFO). Dermed er der behov for ikke mindre end 3 forskellige oscillatorer.

I en 2 meter modtager, designet som dobbelt super, med en første MF på 9 MHz, og anden MF 455 kHz samt en BFO, har vi et traditionelt modtagerdesign, med behov for 3 forskellige oscillatorer:

Først en oscillator på 144 MHz +/- 9 MHz. Derefter skal der bruges et oscillatorsignal til nedblanding til 455 kHz, samt en BFO på ca. 455 kHz. Med f. eks. underliggende injektion, kan de 3 signaler være 135 MHz - 137 MHz, 8.545 MHz samt 455 kHz.

Til at holde rede i de tre frekvenser ved hhv. FM, SSB og CW kan man bruge f.eks. en Arduino Uno, med et display til udlæsning af frekvensen og en rotary encoder til at skifte frekvensen med, og så selve oscillatorerne.

Disse kunne være en SI5351, fra Adafruit.com, vist i figur 1, som jeg hermed introducerer for dig, nemlig en oscillator med 3 forskellige samtidige fuld variable frekvenser, mellem 8 kHz og 160 MHz.

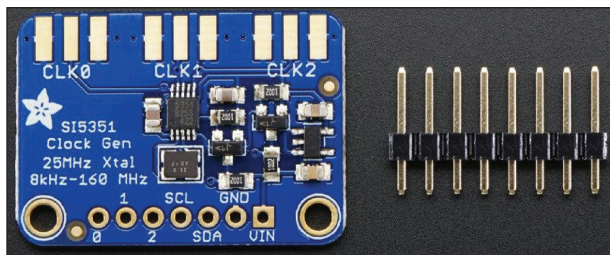


Fig. 1 SI5351

SI5351 er kreds med i denne udgave 3 individuelt programmerbare multi-synthesizere der kan afgiver frekvenser mellem 8 kHz og 160 MHz. Hver synthesizer programmeres med 4 ord på hhv. 20, 18, 2 og 16 bits, så der kan opnås en frekvensopløsning langt under 1 Hz. Output er rigeligt til at udstyre blandere af forskellig type, da det typisk vil ligge over 0 dBm, og i mit eksempel ligger det på +3 dBm, eller ca. 3Vpp som også er hvad Adafruit lover. I efteråret 2017 er prisen set til under 50 kr.

Netop til styring med en arduino er der fremstillet et bibliotek, der tager sig af det meste af programmeringen, og dermed reducerer frekvenssætningen til den enkelte oscillator, til bare en enkelt kode-linje.

Interface til SI5351 fra ARDUINO sker med I<sup>2</sup>C, dvs. to ledninger, én til at sende, og én til at modtage signaler til/fra SI5351, og dertil kommer så spænding + 5 volt og 0. Så bliver det ikke

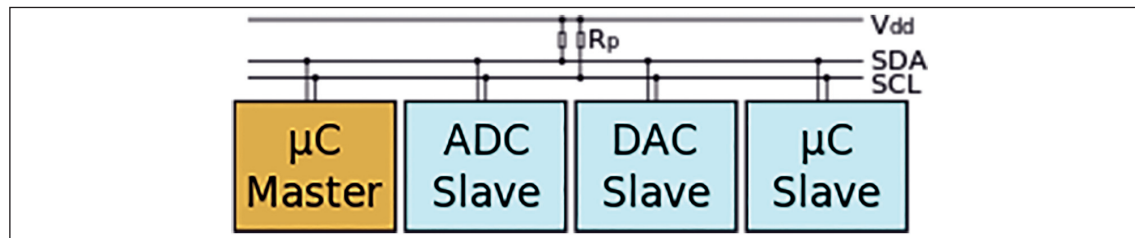


Fig 2

```

1 #include <si5351.h>
2 #include <Wire.h>
3 si5351 si5351;
4 void setup() {
5     si5351.init(SI5351_CRYSTAL_LOAD_8PF, 0, 0);
6     // OBS: frekvensen sættes i Hz med 2 decimaler efter kommaet
7
8     // Set CLK0 to output 14 MHz
9     si5351.set_freq(1400000000ULL, SI5351_CLK0);
10    // Herover er sat en korrektionsfaktor = 11000
11    // til præcis indstilling af frekvensen
12
13    // Set CLK1 to 23 MHz, library sets PLL to 874 MHz
14    si5351.set_freq(2300000000ULL, SI5351_CLK1);
15    // Set CLK2 to 12.345678 MHz
16    si5351.set_freq(1234567800ULL, SI5351_CLK2);
17 }
18 void loop()
19 {}

```

Færdig med at compilere.

Archiving built core (caching) in: C:\Users\OZ6YM\AppData\Local\Temp\arduino\_cache  
Sketch uses 12362 bytes (38%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.  
Global variables use 372 bytes (18%) of dynamic memory, leaving 1676 bytes for local variables.

Fig. 3

simpel. I<sup>2</sup>C står for Inter-Integrated Circuit og er et "master-slave system", med en serial protokol, og kan illustreres som vist i figur 2.

Nu behøver man ikke være software ingeniør for at kunne benytte I<sup>2</sup>C, men blot forbinde SDA og SCL til Arduinoens tilsvarende ben for at få det til at virke.

Biblioteket si5351.h tager sig af al det frække, så det behøver man ikke spekulere nærmere over, men husk lige pull-up modstande på de to ledninger.

Der findes flere versioner af rutinen til SI5351, og i mit eksempel har jeg valgt et bibliotek af Jason Milldrum, og som kan downloades fra min hjemmeside.

Se reference sidst i artiklen.

Det efterfølgende eksempel vil kun virke med dette bibliotek, da der er forskel på de "keywords" de forskellige biblioteker benytter sig af.

Biblioteket downloades og udpakkes i Arduino IDE's ..libraries, inden du starter Arduino IDE.

Et lille kodeeksempel på 19 linjer viser, hvor nemt det er at sætte frekvenser i en SI5351:

Figur 3 viser et udsnit af sketchen med den simpleste programmering for at have 3 frekvenser.

På de laveste frekvenser kan det være nødvendigt med et simpelt lavpasfilter, for at udjævne de digitale signaler til noget der ligner sinus.

I figur 4 vises en eksperiment-opstilling, fremstillet på en times tid, til fuld variation med en Rotary Encoder, med et display, der viser frekvensen. Forskellen mellem displayet og frekvenstællers visning skyldtes at frekvenstælleren ikke var varmet helt op. Og derfor målte lidt ved siden af.

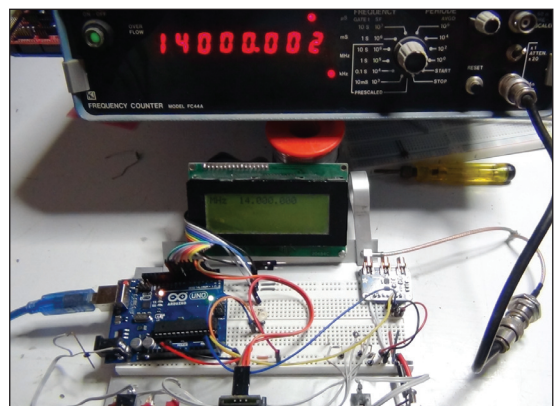


Fig. 4

Figur 5 viser 14 MHz signalet på et oscilloskop. Det er ikke for kønt at se på, men, med et simpelt filter mellem oscillatoren og oscilloskopet

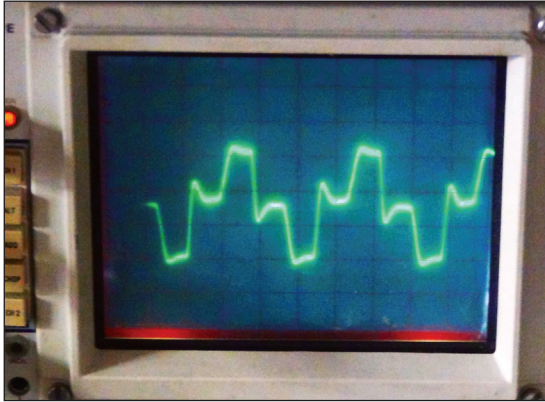


Fig. 5 Signalet fra SI5351

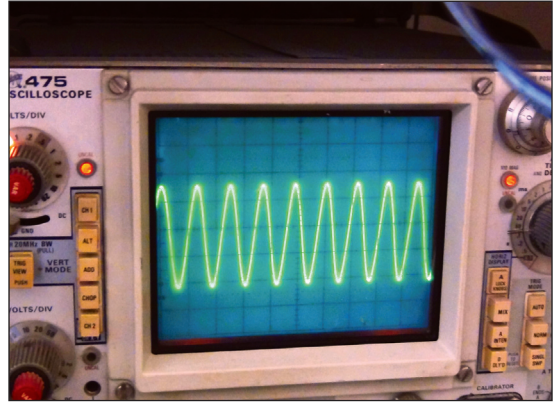


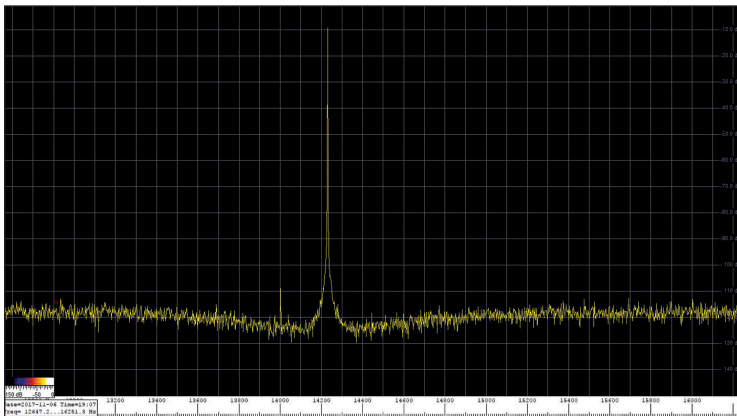
Fig. 6 Signalet efter filtrering

med 50 Ohm kom resultatet til at se ud som vist i figur 6.

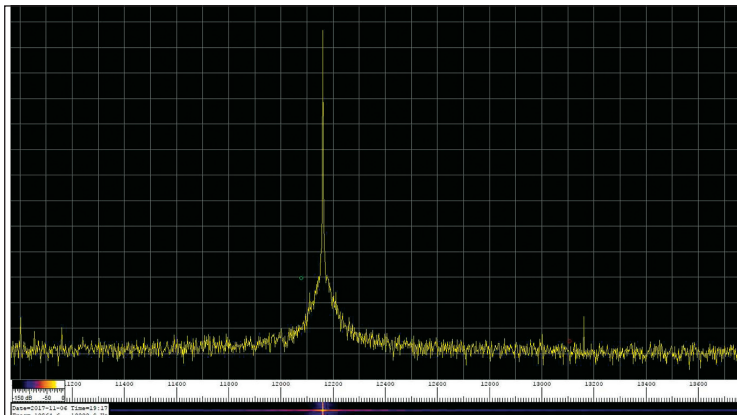
SI5351 leverer signaler, som stort set er fri for spurious. I EDR Frederikssund har vi målt på SI5351 ved at nedblande udgangssignalet til 20

kHz og kigge på 20 kHz signalet med Spectrum Lab.

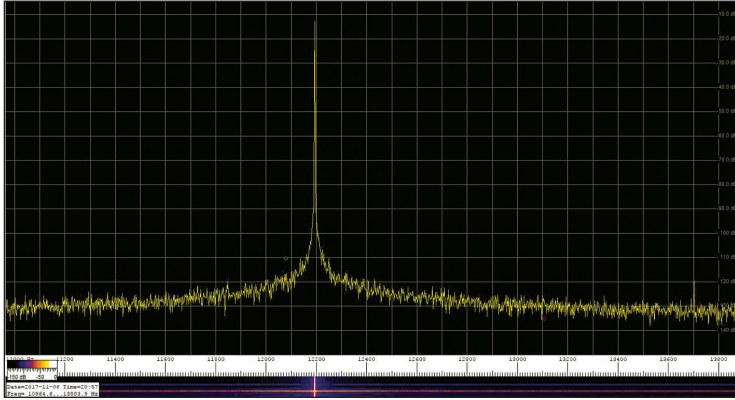
Figur 7 til 11 viser spektret fra SI5351 sammenholdt med et tilsvarende signal fra en Analog Devices DDS og fra to krystaloscillatorer.



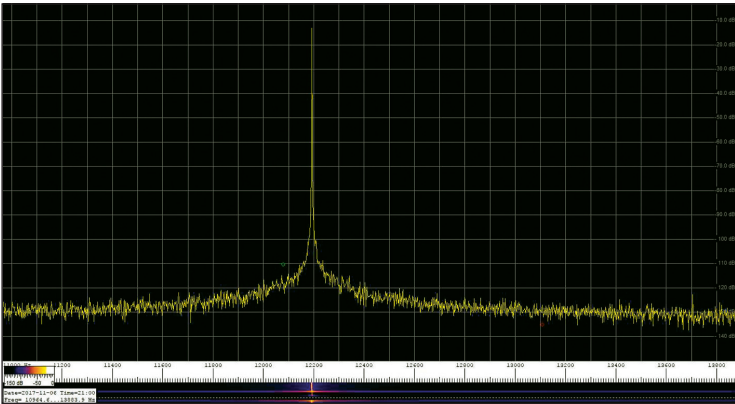
Figur 7. Signal fra en Analog Devices DDS på 7 MHz blandet med en krystalfrekvens på 7,02 MHz.



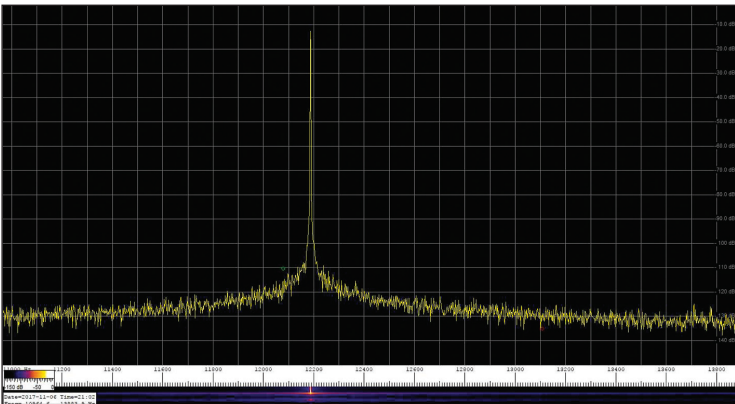
Figur 8 Signalet fra to krystaloscillatorer med 20 kHz afstand.



Figur 9. Si 5351 CLK0



Figur 10. Si 5351 CLK1



Figur 11. Si 5351 CLK2

Som det fremgår, er der ikke meget forskel mellem de 3 signaler fra SI5351, der ses dog en lille forbedring i krystaloscillatorens favør, idet støjgulvet ligger 10 dB lavere end både DDS og SI5351.

#### Men hvad kan man ellers bruge den kreds til?

Det vil være en smal sag, at fremstille sig en passende signalgenerator, med en grundfrekvens

fra 8 kHz til 160 MHz leveret fra output 1. Det signal kunne så blandes med et signal fra output 2, og vil dermed kunne aflevere signaler op til 320 MHz, som igen kunne blandes med output 3 og dermed opnå en et frekvensområde fra 8 kHz til 480 MHz i 3 områder.

Med digitale omskiftere og styret af ARDUINO og en Rotary Encoder med en trykknop og et dis-

play og lidt sofistikeret software, et par båndpasfiltre, og med en signalbuffer og en attenuator efter, er den hjemmebyggede signalgenerator komplet.

Det vil fremover være spild af penge og tid, at fremstille en konventionel krystalstyret oscillator, når en SI5351 er så billig, som den er. Alene oscillatorens utroligt rene signal, kan være svært at opnå for en ikke professionel, for ikke at tale om at kunne opnå en tilstrækkelig stabilitet.

Hvis det er en nostalgisk reparation af gammelt udstyr, vil det nok være en synd, at bruge moderne komponenter, men på den anden side, hvis kassen efterfølgende bare lukkes til, så er der nok ingen der lægger mærke til, at der sidder en SI5351 og styrer signalerne. Det er jo set før...

### Et kommende vinterprojekt

Et kommende projekt hos mig, kunne blive en ARDUINO styret antenne analysator op til 480 MHz. Jeg har tidligere leget med SWR analysatorer og Return Loss måleinstrumenter, og emnet interesserer mig en hel del. De grafiske displays

er blevet meget billigere, og kunne måske blive benyttet i et projekt for denne lille oscillator. Du vil kunne finde en masse projekter blot ved at GOOGLE-søge på SI5351.

F. eks. denne: ARDUINO UNO, SI5351A Breakout as 144 & 222 MHz CW beacon  
<http://blog.dxers.info/2016/01/arduino-uno-si5351a-breakout-as-144.html>

### Referencer:

Adafruit's breakoutboard:  
<https://learn.adafruit.com/adafruit-si5351-clock-generator-breakout/overview>

LINK til Jason Milldrum's hjemmeside:  
<http://platformio.org/lib/show/708/Etherkit%20i5351>

Jason's Si5351-bibliotek som ZIP-file:  
<http://www.planker.dk/OZ-Artikler/Downloads/Si5351Arduino-master.rar>

OZ6YM Palle's Hjemmeside:  
<http://www.planker.dk>

OZ

## Begynderstof, en diodetester

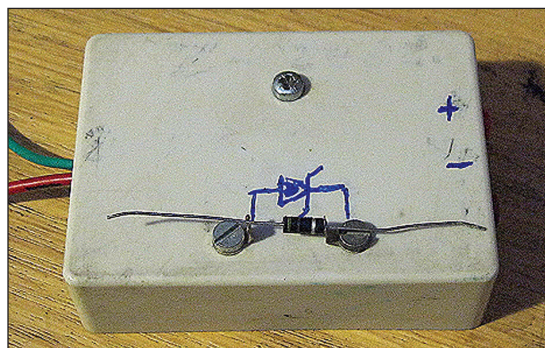
Af OZ6SM, Søren Mogensen

Hvis man har nogle ukendte dioder i rodekassen, er her en nem måde til at groidentificere dem, dvs. opdele dem efter ledespændingsfaldet.

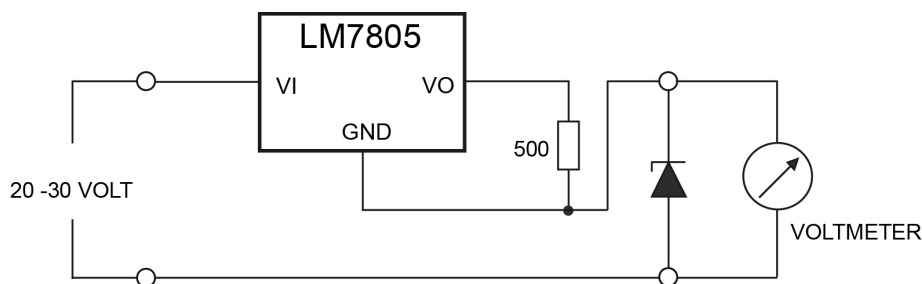
De forskellige diodetyper (schottky, germanium, silicium etc.) har jo forskellige spændingsfald i lederetningen. Og ud fra det kan man sortere dem i typer.

Figur 1 viser de simple diagram. Spændingsregulatoren LM7805 fungerer som en 10 mA konstantstrømskilde, så vi måler altså spændingsfaldet ved en strøm på 10 mA.

Med et volter tilsluttet over dioden kan man måle spændingsfaldet. Husk at vende dioden rigtigt.



På fotoet ser vi min opbygning af testeren. Det kan sikkert bygges på mange andre måder, så her er der mulighed for at være lidt kreativ.



ZENERDIODE TESTER

OZ