

De Si570 als Local Oscillator?

Inleiding

Met de komst van de Si570 oscillator chip kwam een ruisarme verstembare oscillator binnen bereik. Tot nog toe werd er erg veel moeite gedaan om een mooi PLL-systeem met een VCO te bouwen voor de Local Oscillator (LO) van een transceiver of ontvanger. De VCO bestaat uit een LC-oscillator die met een varicap op de juiste frequentie gebracht en gehouden wordt met een PLL-systeem. De lange-duur-stabiliteit is daarmee gewaarborgd als met bv. een DSP als VFO de referentie-frequentie opgewekt wordt. Met een PLL wordt die 'vertaald' naar de gewenste Local Oscillator-frequentie. Daarvan zijn voorbeelden te over, waarvan ik de oplossing van PA0CHN in zijn HartKit een van de fraaiste vind. Er is jaren gediscussieerd over de bouw van een goed VCO door oa. PA0KSB zaliger en mijzelf (zie mijn website pa0su.nl). Dit VCO moet immers als laatste oscillator in de keten de korte-duur stabiliteit - de zijbandruis - 'opknappen' zoals Cor dat noemt. De LC-oscillator als LO is dus cruciaal voor de 'performance' van de ontvanger (en de zender). Bij een slechte oscillator met veel zijbandruis lijkt de ontvanger breder dan zijn filters als er harde signalen zijn. Daardoor verdrinken zachte signalen tussen de harde-. Ik laat dat even voor wat het is. Google maar eens op 'reciprocal mixing'. Een Local Oscillator met weinig zijbandruis in het gebied van zo'n 10 tot 80 MHz (afhankelijk van de eerste middenfrequentie) is dus gewenst. Laat nu met de komst van de Si570 deze wens in vervulling gaan! Het ding ruist nauwelijks meer dan een goede Xtal-oscillator. Klaar? Nee, niet echt.....

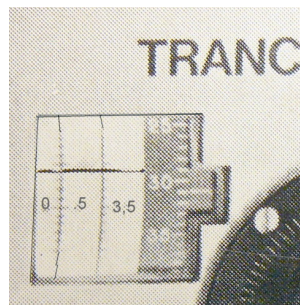
De Si570

Wat is dat eigenlijk voor een ding? Silicon Labs, de maker van dit schoons, heeft het over een "DSPLL", wat dat ook moge zijn. In ieder geval moet hij via een I²C-interface 'te horen krijgen' op welke frequentie hij moet gaan staan. In een 32 bladzijden dikke data sheet is elk detail daarvan te vinden. Als hij zo'n commando krijgt, gaat hij daar binnen 100 µs op staan, behalve wanneer de stap 'te groot' is, groter dan 3500 ppm. In dat geval duurt het 10 ms (één honderdste seconde). Commando's als: 'ga 10 Hz hoger staan' kent hij niet. In geval moet hij ook dan de absolute waarde van de nieuwe frequentie te horen krijgen. Hmmm...

Continue afstemming

Als zendamateer, althans ik - die op zoek gaat naar een (DX) tegenstation - wil continu kunnen afstemmen. Dat wil zeggen dat de afstemknop zo tussen de 10 en de 20 kHz per omwenteling moet verstemmen. In de 54 jaar als zendamateer - waarvan ruim 40 jaar met SSB en CW - heb ik dat als de plezierigste 'overbrenging' ervaren. Ik heb dat indertijd al geleerd van PA0LZ, een van de meest bedreven (ex-KLM) telegrafisten die ik gekend heb. Eind 50-er jaren was hij of PA0RE winnaar van de American Contest.... Het ene jaar David PA0RE, het andere jaar Mac PA0LZ.

Zeker in de buizentijd was het een kunst om een stabiele ontvanger te maken. Met 'stabiel' bedoel ik hier de langeduur stabiliteit. De buizen-oscillatoren van weleer waren - wat zijbandruis betreft - helemaal niet zo slecht, op microfonie na! Voor het maken van DX-verbindingen was de langeduur-stabiliteit minder belangrijk: een QSO duurde niet zo lang. Voor de langere QSO's zat je met-de-hand-aan-de-knop, toch?



Met de komst van de Xtal-gecontroleerde oscillatoren (in de Jappen-dozen) werden ineens hogere eisen gesteld. Ik kreeg na anderhalf uur Technonet prompt te horen dat 'ik 200 Hz was verlopen', in slechte gevallen 800 Hz.... Daar ging ik met mijn vrijlopende VFO met schitterende analoge afstemschaal waar ik nog heimwee naar heb.... Ik zit daar niet zo mee, met een beetje verloop, maar anderen kennelijk wel, zeker bij netten op een vaste frequentie.

Tegenwoordig heb ik het DSP-VFO van Cor, PA0CHN ingebouwd (zie de tweede foto). Probleem opgelost, maar hoe zit het nu met 'de continue afstemming'? Bij de implementatie van Cor zijn er drie afstemsnelheden: 3,

12 en 30 kHz per omwenteling. Prima. Bij digitale systemen is er geen sprake van continue afstemming. Dat gaat in stappen! Wel, als die stappen nu maar klein genoeg zijn, ervaart een mens dat als continu. Voor stapjes van 10 tot 20 Hz geldt dat, althans bij SSB en CW. Bij het-ding-van-Cor is dat resp. 5, 19 en 49 Hz. Met de 30 kHz/omw-stand kun je niet echt fijn meer afstemmen. Daarmee draai je even snel verderop op de band, maar met de 12 kHz per omwenteling-stand (met zijn 19 Hz-stapjes) gaat dat perfect. Een enkele zeurpiet meent dan soms na een half uur dat ik niet precies op frequentie sta.



De afstemming gebeurt niet meer met een afstem-condensator maar met een *rotary encoder*, een soort stappenteller. Zo'n ding moet dus - samen met de DSP die daar aan hangt - zo'n 650 stappen per omwenteling maken.

Laten we eens kijken hoe Cor PAoCHN en Klaas PAoKSB zaliger de **user interface** bedacht hebben:

Afstemming

Hierboven vind je het front van mijn implementatie van het VFO van Cor PAoCHN en Klaas PAoKSB zaliger.

Display

De frequentie wordt digitaal weergegeven tot op 100 Hz nauwkeurig. Precies afstemmen doe je toch op het gehoor. De nauwkeurigheid vind ik minder belangrijk, zeker als je een DX-er bent, maar tegenstations rekenen er tegenwoordig op dat je nauwkeurig kunt afstemmen op afspraak dus is een digitale uitlezing tot op 100 Hz haast verplicht.

Bij het wisselen van band met de bandschakelaar (of drukknop) komt het VFO op de frequentie waar hij de laatste keer op de betreffende band stond.

Voor de eenvoud van het aflezen, staat er een tweede 'decimaal-punt' achter het digit dat de kiloherzen aangeeft.

Afstemknop

De afstemknop is van NOVOTEX gedraaid om de warmte van de hand te isoleren van het analoge VFO van weleer.... Toen was de speed niet instelbaar zodat snel aan de knop kunnen draaien gewenst was. Vandaar de 'knop in de knop', op kogellagers trouwens. De novotex voelt heel lekker aan trouwens.

De knop moet zeker niet te licht draaien.

store

Links boven zit de **store**-toets waarmee je kunt ingeven op welk VFO (met RIT) en dus op welke frequentie het systeem terug moet komen na uitschakelen van de transceiver. Alle instellingen worden dan trouwens gesaved. Ook de LOCK, RIT en speed.

Als de **store** voor het uitschakelen niet wordt ingedrukt, komt de transceiver terug op de laatst gebruikte frequentie.

speed

Links-midden zit de **speed**-druk-toets, die met drie LED's aangeeft of de afstemsnelheid (van links naar rechts) ongeveer 2.5, 10 of 25 kHz/omw is (grotere verschillen werken niet fijn). De keuze loopt 'circulair': 2.5, 10, 25, 2.5, 10, 25, 2.5, etc.

De bijbehorende stapgrootten zijn resp. ongeveer:

$$2.4 / 128.4 = 0.0047 \text{ kHz} = 4.7 \text{ Hz};$$

$$9.8 / 128.4 = 0.019 \text{ kHz} = 19 \text{ Hz en } [\text{rotary encoder } 128 \text{ stappen}]$$

$$24 / 128.4 = 0.047 \text{ kHz} = 47 \text{ Hz}.$$

N.B.: bij het wijzigen van (alleen) de speed, verandert de frequentie niet! De weergave van de display dus ook niet.

N.B.: **Variabele speed:** Het zou nog fraaier zijn wanneer de afstem-snelheid (=speed) afhankelijk was van de draaisnelheid: Bij langzaam draaien 10 kHz/omw, bij iets sneller draaien 30 kHz/omw en bij snel draaien 50 kHz/omw. Het speed-knopje kan dan vervallen.

LOCK

Linksonder vinden we de **LOCK**-toets, waarmee de afstemknop 'losgeloppeld' wordt zodat het VFO niet per ongeluk verstemd kan worden. Het LEDje brandt als het VFO ge-locked is.

ON/OFF

Rechts boven zit de **ON/OFF**-toets die tot nog toe niet in functie is. Men kan denken aan het schakelen tussen het interne VFO en een extern VFO.

VFO

Er zijn "drie onafhankelijke VFO's" ingebouwd, compleet met RIT. Er kunnen dus in totaal zes frequenties opgeslagen worden. Bij het omschakelen van VFO, komt het systeem steeds terug op de laatste frequentie waar het betreffende VFO op stond bij het verlaten daarvan.

De andere functies blijven uiteraard ongemoeid. Het werkt volledig intuïtief.

RIT

Uiteraard zit er een **RIT** (Receiver Incremental Tuning) op. Als de RIT 'aan staat' (LEDje brandt), geeft de display bij ontvangst de ontvangst-frequentie en bij zenden de zend-frequentie aan.

Als de RIT 'uit staat', zend de transceiver op dezelfde frequentie als waarop hij ontvangt en geeft de display dus deze frequentie aan. Het spul staat dan zg. "transceive".

De RIT kan de hele band over afgestemd worden!! Het is dus mogelijk om werkelijk 'split frequency' te werken. Bijvoorbeeld op 3,622 MHz ontvangen en op 3,798 MHz zenden.

(De synthesiser is dus aangesloten op de Send/Receive-lijn.)

Uitrusting

Voor ik het vergeet, kunnen al vast enkele schoten voor de boeg gedaan worden. Nu schieten mij zaken in gedachte over **hoe** het gemaakt zou kunnen worden die ik wil onthouden.

Display

Ik houd van analoge schalen. Ik kan daarop veel sneller zien waar ik op de band zit. Het kan aan mijn dislectie liggen dat frequenties uitgedrukt in getallen me niet zo veel zeggen. Een wijzer op een schaal vertelt me in een oogopslag dat ik 'bovenin de band zit' bijvoorbeeld.

Hoe zou ik toch zo'n schaal kunnen maken in het digitale tijdperk? Wel, met een grote meter. Er zijn prachtige grote meters met een horizontaal uitslaande wijzer. Dat lijkt me wel wat.

Afstemknop

De 8 mm-as van de knop is met twee forse kogellagers gelagerd om de rotary encoder mechanisch te ontlasten en om 'een beter afstem-gevoel' te krijgen.

speed

Hier wil ik nog even bij stilstaan. In het verleden zijn er prachtige constructies bedacht door onze voorvaders op dure radio's om verschillende afstemsnelheden te realiseren. Het indrukken of uit-trekken van de afstemknop bijvoorbeeld (Telefunken ELK 639), Het indrukken en naar links resp. naar rechts een schakelaar bedienen waardoor een motor de snelle afstemming verzorgt (Philips BX625A), vliegwiel-afstemming, etc. Het kwam er op neer dat je kon 'voelen' wat je deed. Kennelijk is dat een gewenste user interface.

Je kunt je dit overigens niet voorstellen met een digitale uitlezing: voortrazende getallen zijn niet te volgen. Misschien is het voorstel van Douwe niet zo gek om een up en down toets te maken waar je 100 of 50 kHz-stappen mee kunt maken. Dan voel je ook wat je doet. (Dat maakt wel inbreuk op de user interface! Wellicht kan het 'speed-knopje' dan vervallen: één afstem-snelheid (speed) en een up/down toets. Soms moet je 'een stapje terug doen' in de ontwerpfasen....)

Ik blijf nog even bij de dat 'voelen'. Als je aan de as van de afstemknop een tachometer (in de vorm van een klein motortje) bevestigt, dan kun je het afstem-gevoel beïnvloeden door de belasting van die tacho snelheidsafhankelijk te maken zodat je kunt voelen op welke speed wordt overgeschakeld. Je zou zelfs de afstemknop kunnen aandrijven bij heel snel draaien zodat het op een oneindig groot vliegwiel gaat lijken..... We kunnen ons nog aardig uitleven zonder de nauwelijks na te maken mechanismen van weleer te hoeven kopiëren.

VFO / RIT

Vroeger ontkwam je er niet aan om twee (analoge) VFO's te maken om split frequency te kunnen werken. De RIT-functie valt hier ook onder. Met de huidige digitale technieken hoeft dat niet meer. Dezelfde oscillator (bv. DDS) kan vliegensvlug omgeschakeld worden van de ene naar de andere frequentie. Je hebt alleen nog wat geheugen nodig om te onthouden wat de andere frequentie ook alweer was. Tel uw zegeningen....

Een bestaande implementatie met de Si570

PA0KLT cs. hebben een kit op de markt gebracht waarmee je de Si570 continu kunt afstemmen. Er zijn ook SDR-implementaties, maar ik wil het hier alleen over 'echte' ontvangers hebben, vooral een die je zelf bouwt of gebouwd hebt. Kortom, het afstem-spul van Cor PA0CHN vervangen door de PA0KLT-kit? In dat geval moet hij toch ongeveer aan dezelfde user interface eisen voldoen als de HartKit-implementatie. Daar is indertijd goed over nagedacht!

De PA0KLT-kit is zeer uitgebreid maar voldoet niet aan mijn eisen. De kleinste frequentie-stappen zijn 1, 10, 100, 1k, 10k, etc Hz (tot 100 MHz-stappen toe?!?) waarvan alleen de 10 Hz bruikbaar is. De afstemsnelheid is daarbij echter 1 kHz/omw! Bij 10 kHz/omw zit je meteen op stappen van 100 Hz etc. Je kunt er 32 frequenties mee opslaan in twee 'banken' via een aantal menu-stappen (het ding kent twee 'modes' (sic): VFO-mode en Memory-mode!). Een tweede VFO is dus niet rechtstreeks bereikbaar.

Er zit geen RIT, noch een LOCK op....

Goed, je bent een knutselaar of je bent het niet: de 1 kHz/omw wordt verhoogd met een snaar-overbrenging van 1 : 15 naar 15 kHz/omw. Dat moet in twee stappen omdat het spul anders te zwaar gaat draaien. De bijgeleverde encoder moet extra gelagerd worden, etc.

OK, een andere encoder dan. Er zijn prachtige dure optische rotary encoders te koop die tot een paarhonderd stappen/omw maken, maar dan is de rest van de interface nog niet opgelost.

Er komt nog bij dat de software in de ATMEGA88-processor zo'n grote afstemsnelheid niet bij kan sloffen met de vele stappen... **Hier kan ik mij niets bij voorstellen.** In de 70-er jaren waren computers toch aardig wat trager dan het kleinste processortje van tegenwoordig. Toen maakte ik al met de hand bediende systemen die vanalles moesten regelen. In die tijd werd het lastiger als er motor-aangedreven systemen gemaakt moesten worden. Dát ging niet, maar zolang de trage mens ergens aan schoof of draaide, konden de systemen van destijds het aan. Het werd fysiek groot (borden van 30 x 30 cm) en *je moest slim programmeren* maar het ging. Kijk, een ABS- of ESP-systeem, zoals dat tegenwoordig in auto's zit, zouden we toen in de verste verte niet hebben kunnen maken, maar computer-gestuurde röntgen-onderzoek-apparatuur die met de hand bediend werd, was geen probleem. Op mijn 74-ste heb ik geen zin meer om de architectuur van een huidige processor te bestuderen, laat staan de bijbehorende I/O-protocollen. Er moet toch een slimme micro processor hacker zijn die met enige begeleiding een mooie goed werkende interface aan zo'n Si570 kan maken? Ik zal eens uitkijken naar een stagiaire.

Wat blijft er over?

Is een goede VCO in een PLL met een zijbandruis van -118 dBc/Hz op 1 kHz afstand echt zo slecht dat een Si570 met -145 dBc/Hz@1 kHz nog uitkomst biedt? *Dat had je eerder uit moeten zoeken*, hoor ik al zeggen. Wacht even, ik heb indertijd toen ik op 80 meter DX-te met Australië (die hebben maar een paar kilohertz bovenin de band) eens een VCXO als local oscillator gebruikt. Dat viel tegen omdat de storende Europa-DX-ers - vooral Italianen - met hun vaak overgemoduleerde zenders veel breder waren dan mijn ontvanger met die Xtal-oscillator als LO. Om dan verschillen van zo'n 60 dB te kunnen discrimineren, valt nog niet mee. In enkele gevallen hielp het.

Wat ik altijd zou kunnen doen, is de PA0KLT-kit als externe LO gebruiken. Ik werk gewoon met mijn eigen PLL-systeem en kan in moeilijke gevallen (omslachtig) de KLT-kit afstemmen en daar op overschakelen. Ik krijg daarmee in ieder geval meer inzicht in de waarde van een Si570 als LO.

Een nieuwe kit?

Een nieuwe LO-kit op de markt brengen met een Si570 die domweg de aangeboden frequentie volgt, is algemeen inzetbaar. Aan de bestaande interface van de transceiver of ontvanger hoeft niets veranderd te worden! Beschouw hem als een 'opknop-LO' die tussen de huidige LO en de mengtrap komt. Er hoeft ook geen display aan. De specificatie wordt zeer eenvoudig: hij moet een aangeboden frequentie > 0 dBm tussen 10 en 80 MHz volgen binnen 10 ms met 20dBm output. Hier kun je zelfs oude buizenontvangers mee opknappen!

Ik ga eens kijken of ik voor een van de twee oplossingen een stagiaire kan vinden....