Oszillator

Der zum Einsatz kommende, doppelt geheizte Quarzofen wurde genauer unter die Lupe genommen und Charakterisiert.

Interna

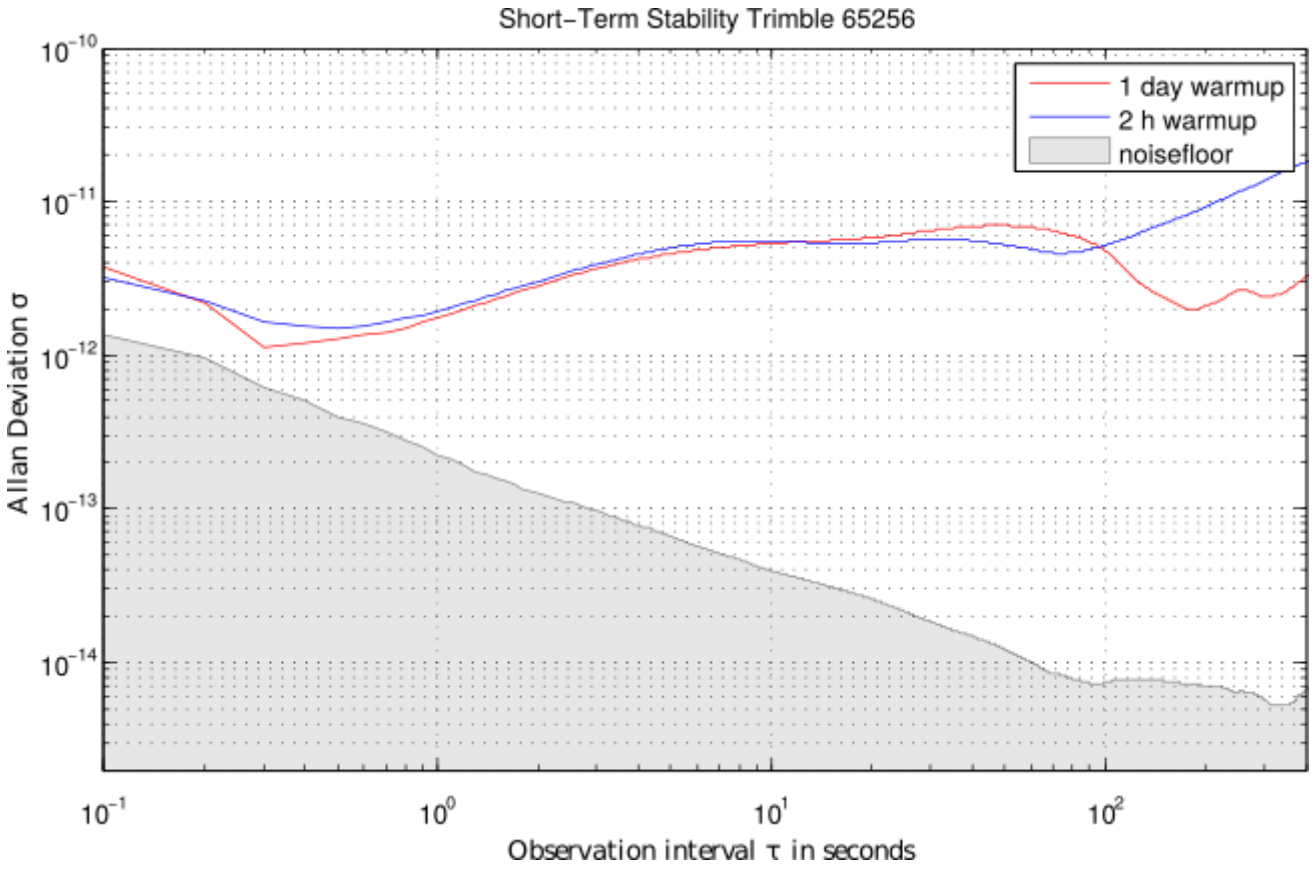
Im Trimble 65256 ist ein OCXO Vectron MC2001X4-046W verbaut, zu dessen Familie es ein Datenblatt gibt. Es geht nicht aus dem Datenblatt hervor, ob 5 V oder 12 V die richtige Betriebsspannung sind.



Die Außenbeschaltung realisiert einen zweiten Heizkreis. Neben dem OCXO sind dafür zwei N-Kanal-FETs MJG210T4G sowie ein NPN-Transistor MJD31C verbaut, außerdem ein MIC5205 als 3.3V-Regler (als Referenzspannung?), drei LMC7101-OPVs (für die Temperaturregelung), Dioden (als Temperatursensor) und etwas Hühnerfutter. Die Transistoren werden sehr warm, bei Stefans Exemplar verflüssigt sich das Lot des MDJ31C beim Aufheizvorgang, durch Betrieb „auf dem Rücken“ lötete sich der Transistor aus, das führte zum Ausbleiben der 10 MHz.

Stabilität

Eine Messung der Kurzzeit-Stabilität zweier Oszillatoren gegeneinander wurde mit dem HERMES als Messgerät durchgeführt. Ein Vergleich von unterschiedlichen Aufwärmzeiten wurde angestellt.



Steilheit

Andreas, DL5CN, hat die Steilheit und den Einstellbereich der Vtune-Spannung mit einem vorhandenen GPS-Normal aufgenommen, seine Messergebnisse finden sich hier:

- 10,00000000 MHz bei 2,2 Volt,
- minus 1 Hertz bei ca. 1,55 Volt
- plus 1 Hertz bei ca. 2,93 Volt.
- Steilheit von ~1,5Hz/V

Die Messungen wurden an Stefans Ofen wiederholt und der gleiche Wert für die Steigung ermittelt. Die 10 MHz des Vergleichsofens wurden bei etwa bei 2,4 V erzeugt.

FLL-Ansatz

Der einfachste Ansatz ist der Aufbau einer Frequenzregelung. Dazu muss die Frequenz des Oszillators gezählt werden, während man für die Torzeiterzeugung die hochgenauen Sekundenpulse von GPS verwendet.

Umsetzung

Prinzipiell wird eine lange Torzeit (z.B. 20 Sekunden) zur direkten Zählung des 10 MHz-Ausgangs verwendet. Der gemessene Frequenzfehler wird danach zur Korrektur der Regelspannung verwendet. In der getesteten Implementierung wird ein MSP430 verwendet. Dieser besitzt ein asynchrones Gate an jedem Timer zur Frequenzzählung: Ein Timer des MSP430 wird im Capture-Modus verwendet,

welcher aus dem OCXO getaktet wird. Der Capture-Pin wird mit dem PPS-Signal des GPS-Moduls verbunden. Mit der ersten Flanke des 1PPS-Pins wird der Startwert des Zählers gespeichert, daraufhin werden 19 weitere PPS-Impulse ignoriert und beim 20ten Impuls der Endwert gespeichert.

Das Soll-Ergebnis der Zählung ist 10000000 Hz * 20 Sekunden = 20000000 Digits, was modulo 65536 (16 Bit-Zähler) den Wert 11520 ergibt. Der Zähler-Startwert muss vom Messergebnis abgezogen werden und die Differenz zum Sollwert (die Regelabweichung) wird zur Anpassung der Abstimmspannung verwendet. Da kein hochauflösender DAC verwendet werden sollte, wird eine hochfrequente PWM einfach stark tiefpassgefiltert und dann dem Abstimmeingang des OCXO zugeführt. Die Auswirkung der VTune-Änderung auf das Messergebnis wird durch eine Wartezeit von 2 Sekunden bis zur nächsten Messung ausgeblendet. Durch dieses Vorgehen stellt die Regelstrecke als Annäherung eine reine P-Strecke dar und lässt sich von einem I-Regler ohne Regelabweichung stabil regeln.

Elektronik

Ein Aufsatzboard für das MSP430FR5739 Launchpad wurde entworfen und wird im Lötlabor gefertigt. Enthalten sind ein GPS-Modul mit PPS-Ausgang, ein Komparator (LT1719) zur Sinus/Rechteck-Wandlung und ein Tiefpass für erste Versuche mit der VTune-Erzeugung.

- Schaltplan als PDF und Eagle-File
- Layout als PDF und Eagle-File

Software

Teile der Software wurden vom Ballontracker uTrak übernommen, v.a. die Ansteuerung des GPS-Moduls. Die Software wird in einem eigenen github-Repository gepflegt.

Prototyp

Am 16.09.2015 wurde der Prototyp in Betrieb genommen. Der implementierte I-Regler schwingt innerhalb von 4-5 Zyklen ein und stabilisiert die Frequenz zuverlässig auf 10 MHz +- 0,05 Hz. Für die meisten Aufgaben ist das hinreichend genau. Das Problem bei diesem Ansatz ist die endliche Auflösung des Zählers - eine zufällige „Drift“ um plusminus 50 Hz auf 10 GHz (das entspricht 0,05 Hz bei 10 MHz) könnte im Betrieb störend sein. Eine weitere Verbesserung ist mit diesem Verfahren nur durch Vergrößerung der Torzeit realisierbar, dann passt die Regelzeitkonstante jedoch nicht mehr sinnvoll zur Stabilität des Oszillators und die Einschwingzeit wird zu groß. Aus diesem Grund wird der PLL-Ansatz weiter verfolgt.

From:
https://www.loetlabor-jena.de/ - **Lötlabor Jena**

Permanent link:
https://www.loetlabor-jena.de/doku.php?id=projekte:gpsdo:ocxo&rev=1540070085

Last update: **2018/10/20 21:14**