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 / Ergebnisse

Am 16.09.2015 wurde der Prototyp in Betrieb genommen. Der implementierte I-Regler schwingt innerhalb von 4-5 Zyklen (etwa 2 Minuten) 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 1 LSB (d.h. 0,05 Hz bei 10 MHz oder 50 Hz auf 10 GHz) 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 Kurzzeitstabilität des Oszillators. Dazu kommt, dass hier die Oszillatorphase nicht angepasst wird, was das Konzept für Time-Transfer-Anwendungen unbrauchbar macht. 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:v1&rev=1540070313

Last update: **2018/10/20 21:18**