

Frei programmierbare PLL für Mikrowellen LO

Hans Wimmer, OE2JOM, Riferhauptstrasse 41A, 5400 Hallein, Österreich
Email: h.wimmer@a1.net

Das Wissen der genauen Frequenz bei Mikrowellenverbindungen ist Voraussetzung für einen schnellen Verbindungsaufbau bei Wettbewerben sowie bei Versuchen über große Entfernungen.

Bis vor nicht allzu langer Zeit war der OCXO (DF9LN, G8ACE usw.) das Maß der Dinge. Diese LOs besitzen eine gute Kurzzeitstabilität, die absolute Frequenzgenauigkeit ist jedoch nicht gegeben.

Das änderte sich mit der Einführung von GPS-angebunden LOs (DB6NT, DF9IC usw.). Diese auf PLL basierenden Schaltungen mit dranhängenden Microcontrollern haben jedoch meist den Nachteil, daß sie auf bestimmte vom Entwickler vorgegebene Parameter, wie LO und Ref. Frequenzen, festgelegt sind.

Da es jedoch verschiedene Frequenzaufbereitungskonzepte sowie je nach Verfügbarkeit von 10 MHz abweichende Ref. LOs gibt, erschien eine Entwicklung, die die vorgenannten Einschränkungen nicht hat, sinnvoll.

Nach einem Gespräch mit Ferdi, DC8EC sowie einem Literaturstudium wurde die folgende Schaltung aufgebaut.

Um nicht das Rad neu zu erfinden, wurde auf bewährte Schaltungen zurückgegriffen.

- 1) LO: Ist ein Mod. OCXO von DF9LN mit einer Ziehschaltung (DC8EC)
- 2) PLL: Analog Devices ADF 4157 (nach Vorschlag von DC8EC). Dieser Baustein ist ein Fraktional-N-PLL mit Sigma/Delta-Modulator. Er ermöglicht Frequenzschritte im mHz Bereich.
- 3) Microcontroller mit RS 232 Schnittstelle. Die Verbindung zur Außenwelt wird über einen MAX3221 ermöglicht.
- 4) Spannungsregler: Erforderliche Spannungen: 3,2V, 5V, 5,3 Volt rauscharm für LO.

zu 1)

Als LO wird eine leicht modifizierte OCXO-Schaltung von DF9LN verwendet. Um sie in eine PLL einzubinden, wurde eine Ziehschaltung mit einer Kapazitätsdiode integriert. Die Frequenzvariation ist bei einem Spannungshub von 5 Volt ca. 1500 Hz. Der Quarz ist mit einem 40-Grad-Quarzheizer von DB6NT ausgestattet. Am Ausgang sorgt ein 21-dB-Dämpfungsglied mit einem MMIC mit 22 dB Verstärkung für die nötige Entkopplung. Ausgangsleistung 0 dBm.

zu 2)

Der ADF 4157 bietet sich als PLL für eine Mikrowellen-Frequenzaufbereitung an. Er ist im mHz-Bereich programmierbar und braucht kaum eine äußere Beschaltung. Das LO Signal wird über einen Richtkoppler (-10 dB) und einen 12-dB-MMIC der PLL zugeführt.

Die Betriebsspannung beträgt 3,2 Volt, die Ladungspumpe wird mit 5 Volt versorgt. Die Schaltung ist für eine LO-Frequenz von 90 bis 140 MHz ausgelegt. Das Signal des internen LOs wird über ein kurzes Stück UT085 Semiflexkabel zugeführt. Wird ein externer LO verwendet, kann eine SMA-Buchse montiert werden. Bis ca. 2 GHz ist der SMD-Richtkoppler verwendbar. Ab 500 MHz ist kein MMIC als Verstärker mehr nötig, da ab hier der PLL-Baustein eine genügend hohe Verstärkung hat. Ab 2 GHz bis 6 GHz muss das Signal direkt der PLL zugeführt werden. Die Regelschleife wurde mit [1] auf eine Bandbreite von 10 Hz festgelegt.

zu 3)

Der Microcontroller ist ein ATMEGA8A. Die Taktfrequenz wird mit einem 8-MHz-Quarz festgelegt. Nach dem Laden der 5 Register in die PLL schaltet er sich selbständig ab. Die RS232-Schnittstelle wird mit einem MAX 3221 realisiert und wird ebenfalls vom MC ein- und ausgeschaltet.

Über einen gesteckten Jumper wird bei einem Hochfahren der MC in den Programmiermodus versetzt. Jetzt ist es möglich, über die RS232 Leitung eine neue Frequenz zu programmieren.

Die Firmware dazu kommt von Josef, OE2IWM.

zu 4)

Für den Betrieb der Schaltung werden 3 unterschiedliche Spannungen benötigt: 3,2 Volt (LP2981) für den Digitalteil der PLL, den ATMEGA8A und den MAX3221.

5 Volt (LP2981) für die MMICs.

5,3 Volt rauscharm mit dem LT1962 für den LO.

Programmierung:

Die 5 Register des ADF4157 beinhalten alle Informationen zum Betrieb der PLL. Beim Einschalten der Baugruppe sendet der MC die gespeicherten Daten zur PLL. Diese Register werden über ein Terminal Programm (z.B. Hyper Terminal) über die RS 232 Schnittstelle programmiert. Einstellung: 19K2, 8N1. Die genauen Daten dazu werden mit dem AD-Programm [2] berechnet.

Die Baugruppe:

Alle Bauteile sind auf einer Platine der Größe 33 * 72 mm untergebracht. 2 SMA Buchsen und 3 Durchführungs-Cs sind die Schnittstelle zur Außenwelt.

Der Quarz mit dem Quarzheizer ist auf der Platinenoberseite untergebracht. Der +- Anschluss des Quarzheizers geht direkt zum Durchführungs-C.

Der Trimm-C ist vom Typ 5200 (Johanson) und wird mit dem Weißblechgehäuse verschraubt.

Der RS232-Anschluss ist ein 3-poliger 2,54-mm-Pfostenenstecker.

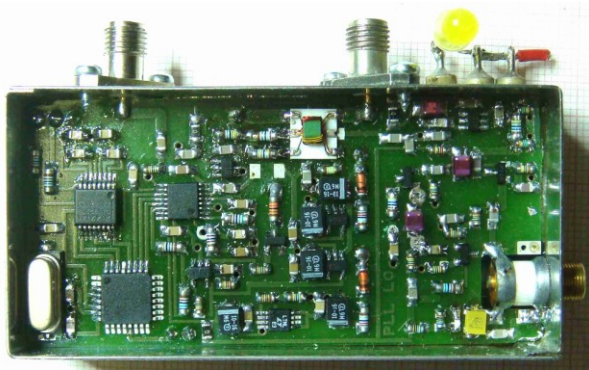


Bild 1: Unterseite

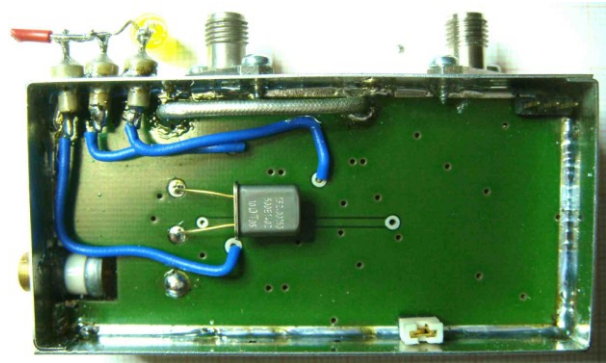


Bild 2: Oberseite

Danksagung:

Ferdi Schmehr, DC8EC für die Grundüberlegung der PLL Schaltung, Pepi Wimmer, OE2IWM für die Programmierarbeit, Wolfgang Hoeth, OE3WOG und Rudi Wakolbinger, OE5VRL für die vielen Versuche und Anregungen.

Dieser Vortrag ist mit den dazugehörigen Files (PCB, Schaltplan, MC) auf [3] in aktueller Form abrufbar.

Referenzen:

- [1] ADIsimPLL: Design and Evolution Software Analog Devices
- [2] Evaluation Board Software (Fractional N Software): Analog Devices
- [3] OE5.OEVSV.at/opencms/technik/Mikrowelle
- [4] DF9IC: Rauscharme Frequenzaufbereitung für Bakensender mit Normalfrequenzanbindung, Weinheim 2008