

Phasenrauschmessplatz im Selbstbau

Was hat uns besonders interessiert

Das Messen des Phasenrauschens eines Oszillators ist ein spannendes Gebiet. 1880 haben die Brüdern Jacques und Pierre Curie entdeckt, dass bei mechanischer Verformung von Kristallen auf der Kristalloberfläche elektrische Ladungen beobachtet werden können – auch Piezoelektrischer Effekt genannt. Die ersten Oszillatoren mit Schwingquarzen wurden zwar schon um 1918 gebaut - bis zu den heutigen Quarzen war es aber noch ein weiter Weg.

Ein Oszillator schwingt niemals absolut rein, sondern zeigt immer statistisch verteilte Abweichungen z.B. von Amplitude und Phase – hier vereinfacht als Rauschen bezeichnet. Auch als Amateur kann man heute Quarzoszillatoren aufbauen, deren Rauschfuß um fast 170 dBc schwächer ist. In diesem Basteltagebuch wird ein Messgerät zur Phasenrauschmessung beschrieben, dessen Dynamikbereich sich in der Region von fast 170 dBc bewegt – und das mit Amateurmitteln.

Was kann man sich unter -170 dBc vorstellen? Das ist so, als wollten wir in der direkten Nähe von einem 100W Sender nach Restschwingungen im Femto-Watt-Bereich (1 fW) suchen. Das ist ein Leistungsabfall von 10^{-17} ! Astronomische Entfernungen machen es noch deutlicher: Das ist so, als wollte man feststellen, ob sich der Abstand zwischen der Sonne und der Erde um 0,02 mm geändert hat.

Solch riesige Dimensionen faszinieren mich und lassen mich jedes gerade aktuell laufende Projekt unterbrechen.

Wie fing es mit dem Projekt an?

In der Zeitschrift FUNKAMATEUR erschien 2009 eine Artikelserie zum FA-IQ-DDS Generator. Andreas, Eric und ich waren von dem 100 MHz Mutteroszillator sofort sehr angetan und haben ihn erfolgreich nachgebaut. Leider konnten wir damals das Phasenrauschen des Oszillators nicht messen und die hierfür notwendigen Messgeräte kosteten ca. 100000€. Wir waren schon froh, dass wir das Spektrum, den Pegel und die Frequenz messen konnten.

2011 bin ich auf die Diplomarbeit von Stefanie Hofmann DG2MEU gestoßen (www.stefanie-engelhard.de). Sie hat ein Messsystem zur Ermittlung des trägernahen Phasenrauschens von spannungsgesteuerten Quarzoszillatoren entwickelt. Eric und ich hatten uns schon die für einen Nachbau notwendigen Bauteile besorgt, als Eric während der UKW-Tagung 2011 den Kontakt mit Bernd Kaa DG4RBF hergestellt hat. Bernd war gerade dabei sich einen Phasenrausch-Messplatz für 100 MHz Oszillatoren zu entwickeln. Nach einem intensiven Informationsaustausch mit Bernd haben Eric und ich den Nachbau von Steffis Schaltung auf Eis gelegt und Eric ist Beta-Builder von dem Entwurf von Bernd geworden. In der Zeit habe ich mein TRX2012-Projekt begonnen um einen Transceiver von Grund auf zu entwickeln. Die Zeit haben wir auch genutzt um unseren Selbstbau-Messgerätepark um IP3-Werte und das Rauschmaß von HF-Schaltungen zu erweitern. Für uns ist das Messen von physikalischen Größen absolut faszinierend. Wie schon geschrieben ist beim Phasenrauschen von Oszillatoren der unglaublich große Dynamikumfang von etwa 170 dB eine große Herausforderung. Mit der Schaltung von Bernd können wir schon 10 Hz entfernt von einem 100 MHz Signal dessen Phasenrauschen messen. Normalerweise braucht man hierfür Messgeräte, die so viel

wie ein ganzes Haus kosten.

Da der riesige Dynamikumfang kein Kinderspiel ist, ist nicht weiter verwunderlich, dass Bernd erst zwei Jahre später seinen ersten Vortrag auf der 58. Weinheimer UKW-Tagung 2013 zu diesem Thema gehalten hat. Im Vorlauf zu dieser Tagung hat Eric auch sein Gerät fertig gestellt. Der Vortrag von Bernd ist auch im zugehörigen Tagungsband erschienen. Direkt im Anschluss an diese Tagung habe ich mein TRX2012-Projekt unterbrochen und mit dem Nachbau der Schaltung von Bernd begonnen. Mein Aufbau entspricht annähernd der Version aus dem Vortrag von der UKW-Tagung. Bernd hat 2015 hierzu einige Artikel geschrieben, die weiter unten aufgelistet sind.

Das Besteltagebuch als Baubericht und Sammlung unserer Erfahrungen

In diesem Basteltagebuch habe ich die Erfahrungen von Eric und mir zusammengefasst. Mit der Veröffentlichung auf meiner Homepage habe ich gewartet, bis die Artikelserie von Bernd in der Zeitschrift UKW-Berichte erschienen ist.

Hier findet ihr unsere Erfahrungen aus der Beta-Phase. Für einen endgültigen Aufbau empfehle ich die aktuellen Artikel in der Zeitschrift UKW-Berichte. In dieser Baumappe findet ihr die Dokumentation von meinem Aufbau und meine Erfahrungen mit der Beta-Version, die sich an die Schaltung im Tagungsband der UKW-Tagung 2013 anlehnt.

Download

[Alle weiteren Informationen findet ihr in der Baumappe. Viel Spaß beim Lesen.](#)

Link - Version 29a:

[phasenrausch-messplatz.pdf](#)

Unser Bastelfreund Marc hat sich auch seinen Phasenrauschmessplatz gebaut. Seine sehr schöne Beschreibung findet ihr hier:

http://www.bymm.de/documents/39/PhaseNoiseMeasurement_V1_20.pdf

Querverweise:

[Calibration of Oscillator Phase Noise Measurement Instruments](#)

[Referenzkurven für Phasenrauschmessplatz erzeugen](#)

[Colpitts Oszillator - Eine Reise in die Tiefen der phasenrauscharmen Oszillatoren mit Prof Rohde Die Leeson-Formel](#)

[Kurzwellen-Oszillatoren - phasenrauscharm](#)

[DDS als Referenzoszillator für meinen Phasenrauschmessplatz](#)

http://www.bymm.de/documents/39/PhaseNoiseMeasurement_V1_20.pdf

From:
<https://www.bartelos.de/> - **DK7JB - Amateurfunk & Elektronik**

Permanent link:
<https://www.bartelos.de/messtechnik/phasenrauschmessplatz/phasenrauschmessplatz-selbstbau>

Last update: **2021/01/03 11:38**

