

Ein wenig mcHF – SDR – Mathematik

Modulation – dieses zur Übermittlung von Informationen auf einem hochfrequenten Träger angewendete Verfahren **ist nichts als Mathematik – schon immer**. Viele wissen noch aus ihren Prüfungszeiten, dass das Sendespektrum eines AM-Senders, den man mit 1 KHz moduliert, drei Signale überträgt:

- den Träger mit der Frequenz (f)
- ein Signal (f – 1KHz)
- ein Signal (f + 1KHz)

Ein Rechenexempel – nichts anderes! Auch alle anderen Modulationsarten lassen sich mathematisch beschreiben. Darauf fußt die Funktionsweise eines **Software Defined Radio** und lagert viele Schwingkreise, Filter, Verstärker und Demodulatoren in Software aus.

Es folgen ein paar Zahlenbeispiele zu unserem mcHF – zum Mitdenken und Nachvollziehen.

Im folgenden Beispiel **arbeiten wir** mit unserem mcHF **auf 14.100.000 Hz**.

Auch bei unserem mcHF wird „gemischt“ - um diese Frequenz in eine für die A/D Wandler und die Software zu einer verarbeitbaren Datenmenge zu bekommen. Da bei 0 Hz sehr viel „Müll“ existiert (man denke alleine an das allgegenwärtige 50Hz Signal aus unseren Stromnetzen) verwenden wir einen Offset, in unserer Firmware **Xlate** genannt. In unserem Beispiel verwende ich **-12.000 Hz**. Das bedeutet, dass wir eine **Mischfrequenz** von 14.100.000 Hz – 12.000 Hz = **14.088.000 Hz** benötigen (unsere Mischfrequenz liegt unterhalb der Arbeitsfrequenz). **Der Oszillator** („LO“) unseres mcHF **schwingt auf dem Vierfachen** dieser Mischfrequenz (Weil wir zwei um 90° versetzte frequenzidentische Mischsignale benötigen. Diese werden durch Teilung / 4 erzeugt). Unser Oszillator schwingt also auf 14.088.000 Hz * 4 = **56.352.000 Hz**.

Das Audiosignal, was wir für den Empfang aus dem Mischsignal „herauspicken“ liegt also um 12 KHz. Jeder weiß, dass es keine negativen Frequenzen gibt – man kann nicht unterscheiden, ob das Signal vor der Mischung 12KHz tiefer oder 12 KHz höher lag. Und hier kommt die Sache mit den um 90° versetzten Mischfrequenzen und auch die I/Q-Einstellung ins Spiel! Mit deren Hilfe können wir sehr wohl unterscheiden, ob wir das Signal oberhalb oder unterhalb der Mischfrequenz bearbeiten. Und wenn die I/Q - Einstellungen nicht stimmen – dann empfangen wir auch etwas „von der falschen Seite“ oder senden etwas „auf der falschen Seite“ aus!

Um euch zu viel der Mathematik zu ersparen, führe ich hier direkt die zu überprüfenden Frequenzen bei einem **Test auf 14.100.000 Hz** auf (Tipp: der „Tune“-Ton beim mcHF ist 750Hz – wer doch irgendwie weiterrechnen will).

Empfängerabgleich

Speist mit einem Signalgenerator 14.100.000 Hz in den Antenneneingang ein und versucht, es mit „IQ Bal“ und „IQ Phase“ möglichst niedrig (im Optimalfall „weg“) zu bekommen auf der eingestellten Empfangsfrequenz:

RX – USB: 14.124.750 Hz

RX – LSB: 14.123.250 Hz

Senderabgleich:

Schließt einen Dummyload an euren mcHF und sendet auf 14.100.000 Hz. Nun kontrolliert das ausgesendete Signal mit einem Kontrollempfänger, eingestellte Betriebsart am Empfänger USB. Sendet mit der „Tune“ - Funktion. Versucht, mit „IQ Bal“ und „IQ Phase“ die Nebenaussendung auf den folgenden Frequenzen des Kontrollempfängers möglichst niedrig (im Optimalfall „weg“) zu bekommen:

TX – USB: 14.074.600 Hz

TX – LSB: 14.076.100 Hz

Einen erfolgreichen Abgleich und viel Spaß beim mcHF – Projekt!

mcHF Abgleichparty der Projektgruppe DARC OV I40 vom 18.06.2016 bei DL1PQ in Sudwalde

Durchführung: Andreas Richter, DF8OE