

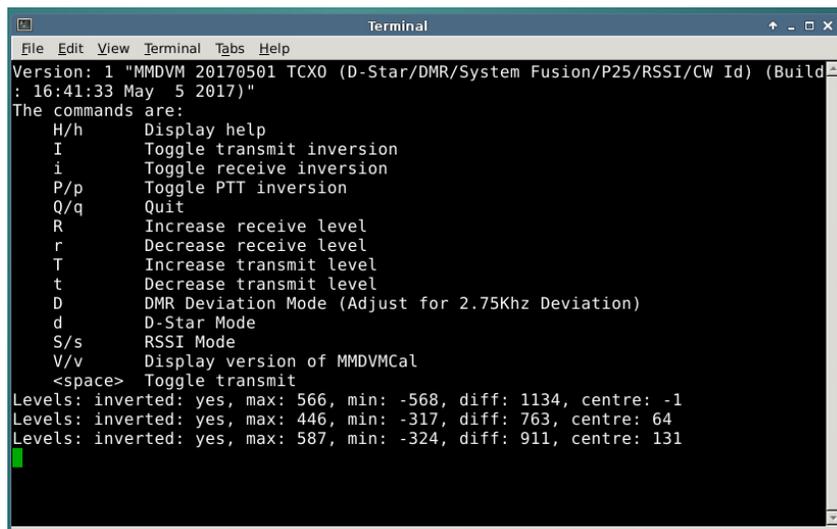
Abgleich von Repeatern mit MMDVM-Modem

In der letzten Zeit sind immer wieder Fragen aufgekommen, wie man seinen Repeater richtig mit dem MMDVM-Modem abgleicht. Da die Dokumentation recht dürftig ist, die Entwicklung aber immer weiter fortschreitet, habe ich mich entschlossen, diese kleine Anleitung zu erstellen, sodass man einen Leitfaden hat, wie man seinen Repeater richtig abgleicht.

1. Abgleich des Sendezweiges (TX)

Warum zuerst den Sendezweig? Im Gegensatz zu analogen Übertragungen (FM), kommuniziert das Funkgerät mit dem Repeater. Es macht also keinen Sinn erst mit dem Empfänger anzufangen, wenn das Funkgerät nachher den Sender nicht versteht. Ein richtig abgeglichener Sender ist Voraussetzung für den Abgleich des Empfangszweigs.

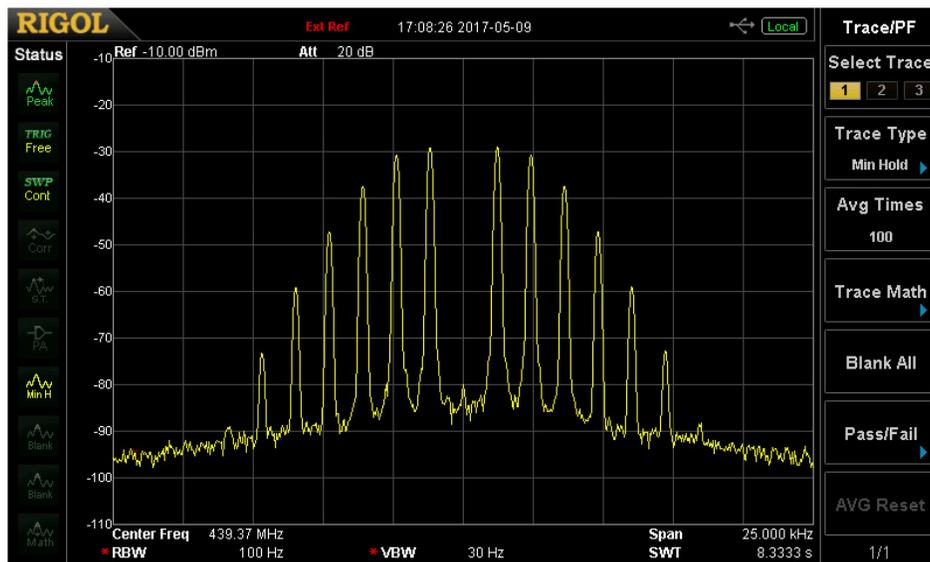
Hierfür wird uns ein sehr hilfreiches Tool an die Seite gestellt, MMDVMCal. Dieses werden wir noch mehrmals verwenden.



```
Terminal
File Edit View Terminal Tabs Help
Version: 1 "MMDVM 20170501 TCX0 (D-Star/DMR/System Fusion/P25/RSSI/CW Id) (Build
: 16:41:33 May 5 2017)"
The commands are:
H/h Display help
I I Toggle transmit inversion
i i Toggle receive inversion
P/p Toggle PTT inversion
Q/q Quit
R R Increase receive level
r r Decrease receive level
T T Increase transmit level
t t Decrease transmit level
D D DMR Deviation Mode (Adjust for 2.75Khz Deviation)
d d D-Star Mode
S/s S RSSI Mode
V/v V Display version of MMDVMCal
<space> Toggle transmit
Levels: inverted: yes, max: 566, min: -568, diff: 1134, centre: -1
Levels: inverted: yes, max: 446, min: -317, diff: 763, centre: 64
Levels: inverted: yes, max: 587, min: -324, diff: 911, centre: 131
```

Zum Abgleich drücken wir „D“ um in den DMR Deviation Mode zu kommen. Hier wird ein einfacher Sinuston mit 1200Hz gesendet. Entweder ist man nun glücklicher Besitzer eines Messplatzes, oder hat einen einfach RTL-SDR-Stick.

Um uns die Arbeit etwas zu erleichtern, drücken wir jetzt solange „T“, bis wir ein TX-Level von 84% eingestellt haben. Nun mit der Leertaste die PTT steuern und mittels des TX-Potentiometer auf der Modemplatine Bessel-Null einstellen.



Ist das geschafft, wieder die Leertaste drücken um die PTT zu lösen und das Programm schließen. Nun tragen wir in die MMDVM.ini bei TX-Level einen Wert von 80 ein. Aber warum 80 ?

Bei Bessel-Null verschwindet der Träger, wie man ja sehen kann. Dann beträgt der Modulations-Index genau 2.40.

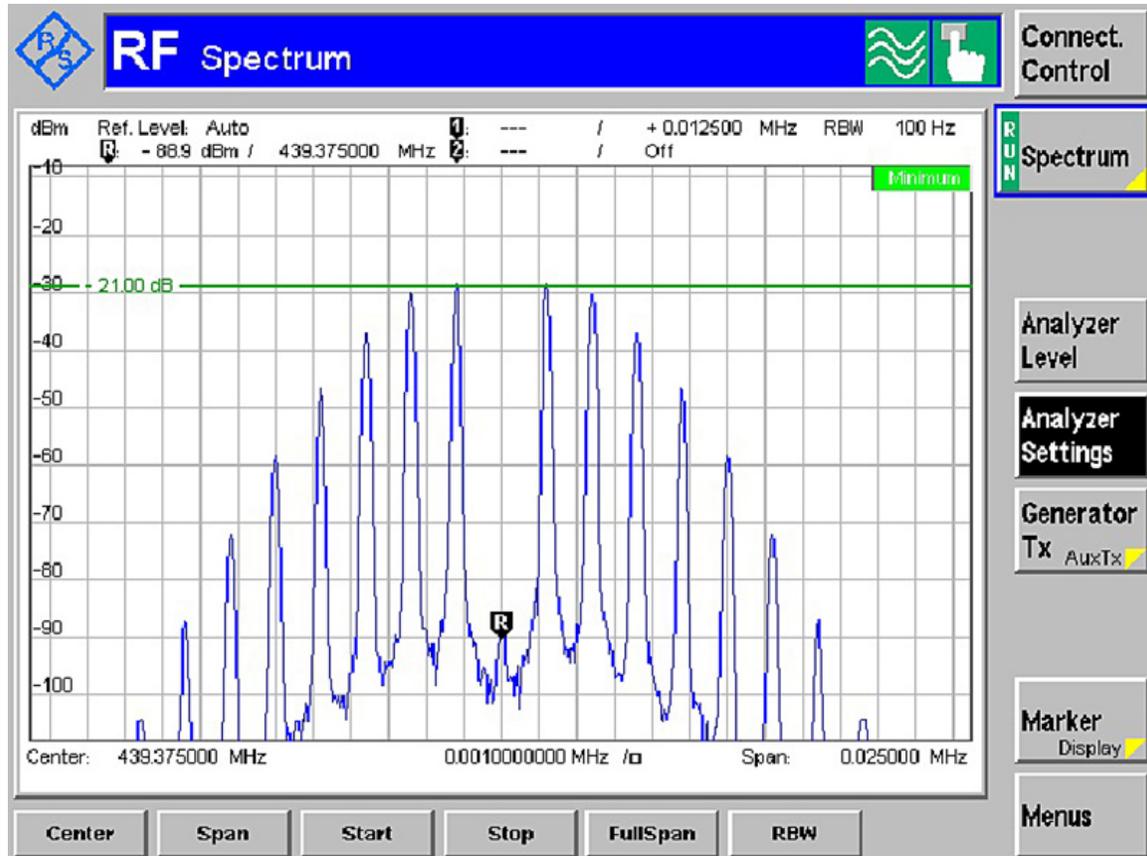
$$1,2\text{kHz Modulation} * 2.40 = 2.88 \text{ kHz Hub}$$

Wenn ich aber statt 84, einen Wert von 80 eintrage (ca. 5% weniger), dann liegt mein Hub fast genau bei 2,75kHz. Mein Fehler ist bei dieser Methode und diesen Werten kleiner als 0,02%.

Das war es schon. Die HF-Seite des Senders ist abgeglichen.

Eine weitere Methode zum Senderabgleich:

Amateurfunk ist ein Hobby und nicht jeder ist gewillt, tausende von Euros für Messgeräte auszugeben. Selbst der Rigol DSA815TG kommt hier an seine Grenzen. Meine R&S CMU200 zeigt mir, dass selbst bei diesem Abgleich noch ein Restträger vorhanden ist.



67.9 dBm Unterdrückung, wo Rigol von Nichts spricht.

Für 10-20 Euro bekommt man bei einem bekannten Auktionshaus einen RTL-SDR-Stick. Dieser eröffnet nicht nur viel weitere Möglichkeiten im Amateurfunk, er ermöglicht auch mit freier Software wie RTL-SDR die Spektrumanalyse, wenn auch bedingt.

Leider haben solche Sticks eine sehr geringe Dynamik, was uns das Spiel etwas schwerer macht.

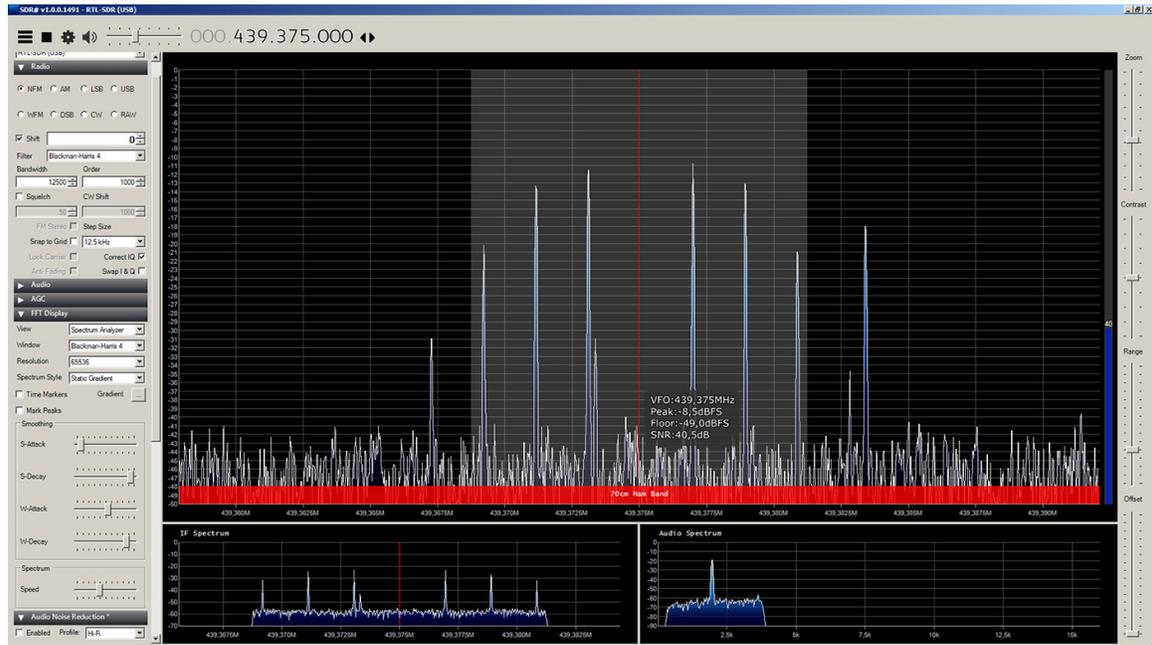
Wir stellen im MMDVMCal einen TX-Wert von 80 ein und versuchen mit dem Poti den Träger auf „unsichtbar“ zu stellen. Wenn wir dieses geschafft haben, fängt der kleine, aber feine Trick ein:

Wir erhöhen den Tx-Level solange, bis wir den Träger wieder sehen. Sagen wir, ich sehe ihn wieder bei 94.

Jetzt verringern wir den Tx-Level wie solange, bis wir den Träger wieder sehen. Sagen wir, er erscheint bei 78.

Der Mittelwert zwischen 94 und 78 beträgt 86. Von diesem Wert ziehen wir wieder 5% ab. Wir tragen also einen Wert von 82 in der MMDVM.ini ein.

Das ist zwar nicht super genau, aber später kann man mit +-1 noch weiter verfeinern um das BER in Richtung 0% zu bringen.



2. Abgleich des Empfangszweiges (RX)

Um mit dem Abgleich beginnen zu können, müssen wir zuerst ein paar Werte in der MMDVM.ini anpassen.

Unter

[Log] stellen wir
DisplayLevel=2 ein.

Unter

[Modem] stellen wir
RXLevel=80 und
Debug=1 ein.

DisplayLevel=2 bringt uns dann in der Console alle Daten übersichtlich, die wir brauchen. RXLevel=80 verhindert, dass wir beim Empfang vom keinem Signal einen ADC-Overflow bekommen. Rauschen hat das größte Summensignal.

Nun starten wir MMDVM und senden mit unserem Funkgerät auf kleiner Leistung in der TG9.

```
M: 2017-05-09 16:52:28.455 Debug: DMRSlotRX: voice header found slot/pos/centre/threshold 2 432 140 742
M: 2017-05-09 16:52:28.464 DMR Slot 2, received RF voice header from DL40CH to TG 9
M: 2017-05-09 16:52:28.516 Debug: DMRSlotRX: voice header found slot/pos/centre/threshold 2 432 124 744
M: 2017-05-09 16:52:28.573 Debug: DMRSlotRX: voice header found slot/pos/centre/threshold 2 432 100 748
M: 2017-05-09 16:52:28.635 Debug: DMRSlotRX: voice sync found slot/pos/centre/threshold 2 432 78 751
M: 2017-05-09 16:52:28.995 Debug: DMRSlotRX: voice sync found slot/pos/centre/threshold 2 432 54 754
M: 2017-05-09 16:52:29.355 Debug: DMRSlotRX: voice sync found slot/pos/centre/threshold 2 432 46 751
M: 2017-05-09 16:52:29.716 Debug: DMRSlotRX: voice sync found slot/pos/centre/threshold 2 432 50 748
M: 2017-05-09 16:52:30.072 Debug: DMRSlotRX: voice sync found slot/pos/centre/threshold 2 432 45 745
M: 2017-05-09 16:52:30.433 Debug: DMRSlotRX: voice sync found slot/pos/centre/threshold 2 432 49 743
M: 2017-05-09 16:52:30.794 Debug: DMRSlotRX: voice sync found slot/pos/centre/threshold 2 432 38 743
M: 2017-05-09 16:52:31.154 Debug: DMRSlotRX: voice sync found slot/pos/centre/threshold 2 432 41 745
M: 2017-05-09 16:52:31.514 Debug: DMRSlotRX: voice sync found slot/pos/centre/threshold 2 432 37 745
M: 2017-05-09 16:52:31.875 Debug: DMRSlotRX: voice sync found slot/pos/centre/threshold 2 432 45 747
M: 2017-05-09 16:52:32.235 Debug: DMRSlotRX: voice sync found slot/pos/centre/threshold 2 432 57 749
M: 2017-05-09 16:52:32.596 Debug: DMRSlotRX: voice sync found slot/pos/centre/threshold 2 432 58 747
M: 2017-05-09 16:52:32.957 Debug: DMRSlotRX: voice sync found slot/pos/centre/threshold 2 432 55 748
M: 2017-05-09 16:52:33.313 Debug: DMRSlotRX: voice sync found slot/pos/centre/threshold 2 432 40 746
M: 2017-05-09 16:52:33.673 Debug: DMRSlotRX: voice terminator found slot/pos/centre/threshold 2 432 45 751
M: 2017-05-09 16:52:33.679 DMR Slot 2, received RF end of voice transmission, 5.0 seconds, BER: 0.0%, RSSI: -65/-63/-63 dBm
```

Im Idealfall sehen meine Werte dann wie folgt aus.

- | | |
|--------|--|
| slot | gibt an, in welchem Zeitschlitz ich sende. Hier also Zeitschlitz 2 |
| pos | gibt den Synchronisationspunkt ein. Wenn dieser Wert bei einer längeren Aussendung sich verändert, dann ist sehr wahrscheinlich der Takt vom Funkgerät der Gegenstation ungenau. Wir haben hoffentlich alle einen TCXO verbaut. |
| centre | Dieser Wert gibt die Schiefelage vom I/Q-Demodulator an und ist ein Indikator, wie weit der Frequenzversatz zwischen dem Sender der Gegenstation und dem eigenen Empfänger ist. Fehler von mehr als +500Hz bringen hier Werte von ca. 200, negative Werte erscheinen, wenn der Versatz nach unten geht. Idealwerte liegen hier theoretisch um Null, Werte zwischen -100 und 100 sind unbedenklich. |

Threshold Hier kommt es nun auf unser Fingerspitzengefühl an. Hier sollten wir einen Wert so nach wie möglich an 750 erreichen. Somit ist die Eingangsempfindlichkeit am größten und auch schwache Signale werden sicherer dekodiert.
Meine ersten Einstellungen lagen hier auch erst zwischen 1200 und 1300, was meinem Relais eine Reichweite von 10km brachte. Mit dem richtigen Abgleich konnte ich diesen Radius mehr als verdoppeln.

Was tun, wenn es trotzdem nicht klappen will?

Für die meist verwendeten GM3x0-Geräte von Motorola muss TXInvert=0 und RXInvert=0 stehen. Diese Werte müssen geändert werden, denn RXInvert steht nach dem Herunterladen auf 1. Bei anderen Gerätepaarungen muss man experimentieren. Der Empfang der TG262 sollte auf Anhieb klappen. Hört man hier nichts, TXInvert verändern.

3. Werte für die RSSI.dat ermitteln

Hier treffen wir auf zwei Probleme: Wir brauchen zwingend einen Messsender und die Ausgangsspannung der RSSI-Leitung von Motorola-Funkgeräten ist zu groß.

Hier hat es sich als sinnvoll erwiesen, einen einfachen 50%-Spannungsteiler, z.B. aus Widerständen 2k7/2k7 zu bauen. Somit senken wir die maximale Spannung auf unter 3,3V.

Weiterhin stehen RSSI.dat-Dateien mit einem solchen Spannungsteiler-Wert zur Verfügung.

Aber was tun, wenn man keinen Messsender hat, noch niemand diese Geräte verwendet hat, gibt es ein kleines Workaround um wenigstens halbwegs Werte zu bekommen.

Fast alle kommerziellen Funkgeräte geben die maximale Spannung bei einem Eingangssignal von S9+30 aus. Dies entspricht einem Wert von -63 dBm. Wir nutzen wieder das MMDVMCal Tool und ermitteln hier den maximalen Wert und tragen diesen in die RSSI.dat ein.

Nun sehen wir uns das Signal bei reinem Rauschen an. Dieser Wert entspricht in etwa S0 und beträgt -144 dBm.

Dieses Workaround funktioniert bis man an einen Messsender kommt.

