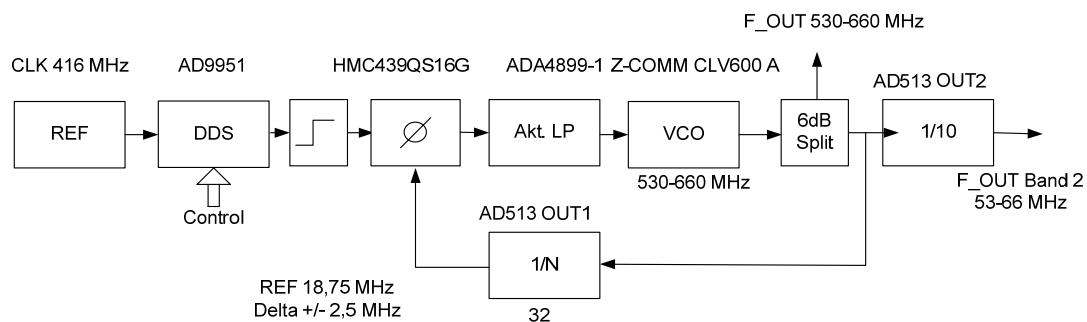


2. Zwischenbericht Synthesizer Bavarix

1. Test-Aufbau

Anstelle des PLL-Chip ADF4002 wurde ein Phasen-Frequenz-Detektor HMC439QS16G von Hittite verwendet, sowie ein aktives Loopfilter mit einem sehr rauscharmen OPAMP ADA4899-1 von AD.

Es war zunächst sehr schwierig eine stabile Loop zu finden. Es wurden mehrere Muster und Ansteuerschaltungen ausprobiert bis eine zuverlässige Schaltung gefunden wurde. Entscheidend waren steile Anstiegsflanken für den PFD. Vor allem das Referenzsignal vom DDS kommend musste versteilert werden, dies macht hier ein Treiberbaustein NC7SZ125.

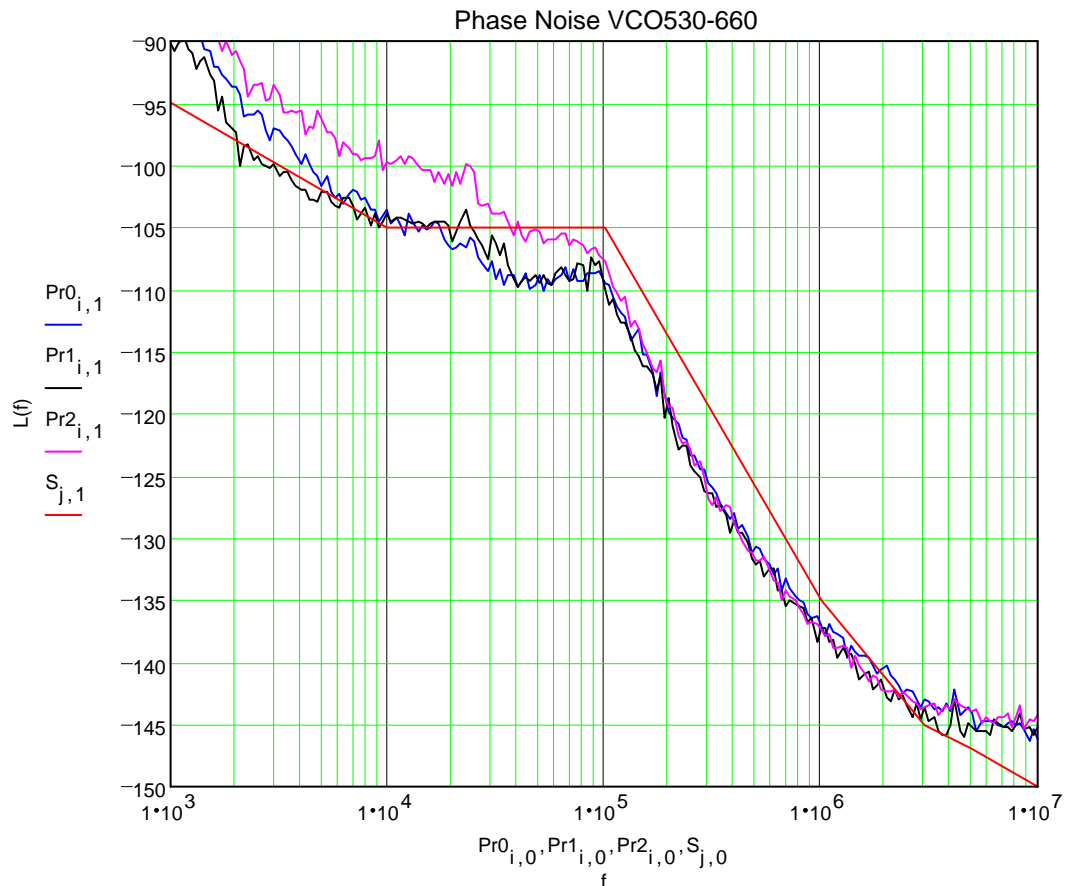


Synthesizer mit PLL(HMC439QS16G) und DDS als Referenz

2. Phase Noise

2.1 Phase Noise VCO_OUT 530 - 665 MHz

Phase Noise ZCOMM CLV600A-LF, $F_{VCO}=530-660\text{MHz}$,
 PLL = HGMC439QS16G von Hittite
 DDS AD9951 als Referenz; CLK 416 MHz DF3GV
 $F_{REF1} = 16\text{ MHz}$ (16,625) entspricht $F_{OUT} = 532\text{ MHz}$
 $F_{REF2} = 18\text{ MHz}$ (18,719) entspricht $F_{OUT} = 599\text{ MHz}$
 $F_{REF3} = 20\text{ MHz}$ (20,781) entspricht $F_{OUT} = 665\text{ MHz}$



Das Phasenrauschen trifft unsere Spezifikation von -105 dBc/Hz bei 10 kHz bis 100 kHz recht gut. Gegenüber dem PLL-Chip ADF4002 eine Verbesserung von 2-3 dB, was aus den früheren Messungen zu erwarten war (s. letzter Zwischenbericht).

Das Phasenrauschen am oberen VCO-Ende bei 665 MHz zeigt eine Verschlechterung von ca. 5 dB, allerdings ist der VCO auch nur bis 660 MHz spezifiziert.

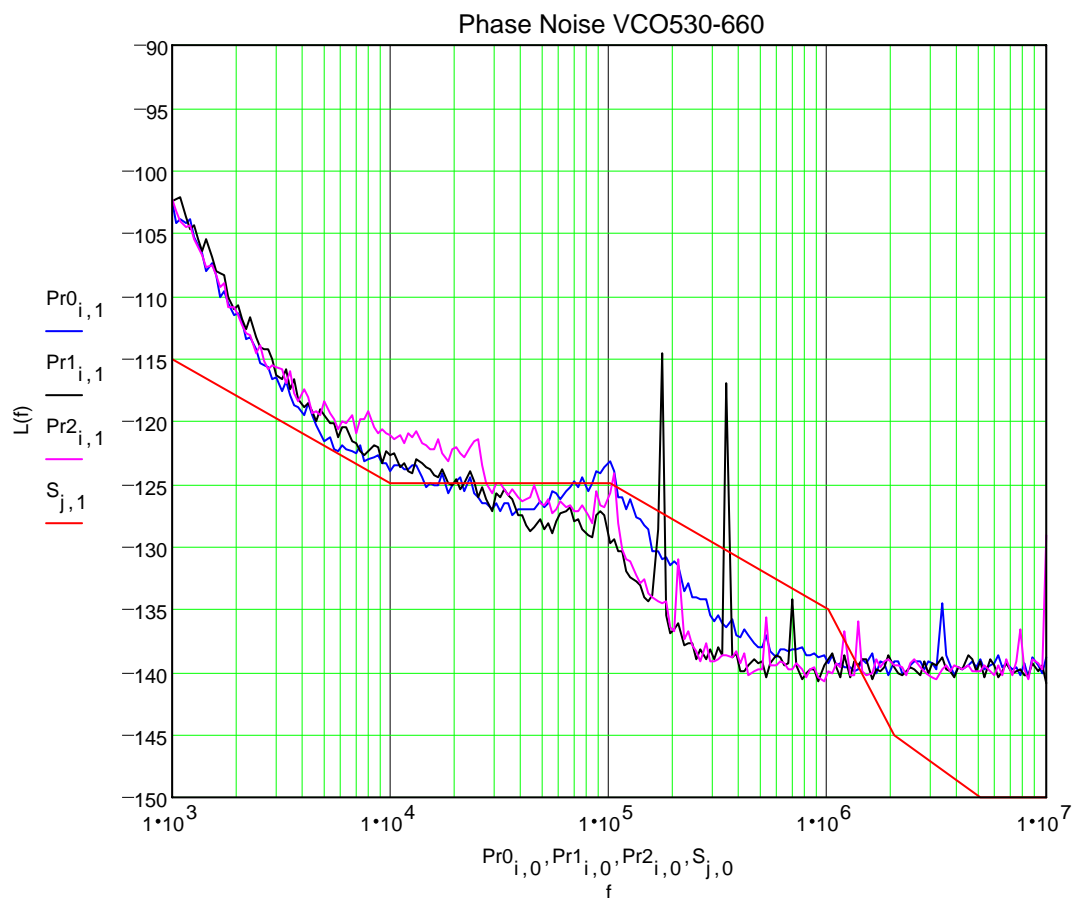
Für einen durchgehenden LO mit diesem VCO (530-660 MHz) könnte die Umschaltung zwischen Band 2 und Band 3 bei 66,2 MHz erfolgen.

Band 2: $66,2 * 10 = 662 \text{ MHz}$ = oberes Ende des VCO's

Band 3: $66,2 * 8 = 529,6 \text{ MHz}$ = unteres Ende des VCO's

2.2 Phase Noise mit AusgangsteilerTeiler N =10

Phase Noise ZCOMM CLV600A-LF, F_VCO=530-660MHz
 DDS AD9951 als Referenz; CLK 416 MHz DF3GV
 F_REF1 = 15,9 MHz (16,536) entspricht F_OUT1 = 52,915 MHz
 F_REF2 = 18,0 MHz (18,72) entspricht F_OUT2 = 59,904 MHz
 F_REF3 = 19,9 MHz (20,696) entspricht F_OUT3 = 66,227 MHz
 PLL-IC = HGMC439QS16G von Hittite
 PLL-N Teiler=32, Ausg.-Teiler M=10



Im Bereich 20-100 kHz ist Phasenrauschziel -125 dBc/Hz erreicht.

Bei 100 kHz kann das Phasenrauschen durch eine Optimierung des Loopfilters noch verbessert werden.

Für Bereich < 2 (5) kHz und > 500 kHz ist das Phasenrauschen durch das Messgerät bestimmt.

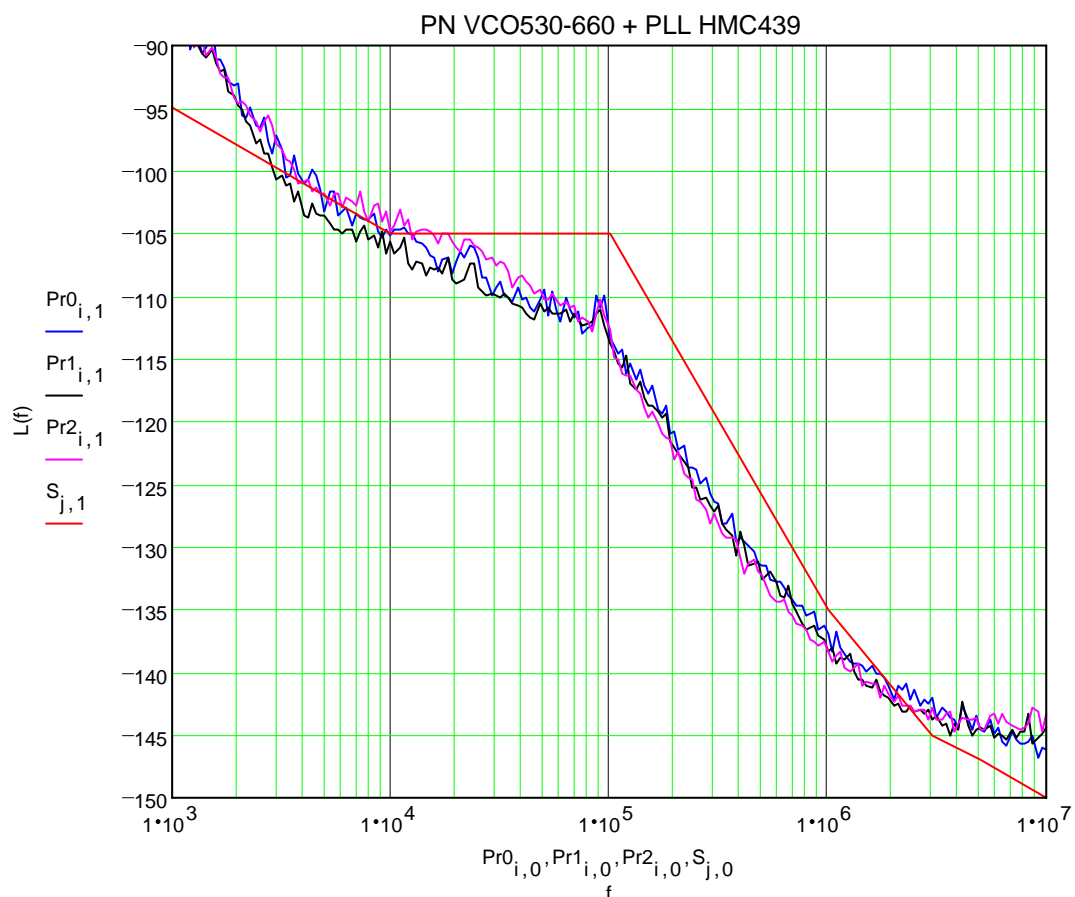
Gegenüber dem ADF4002 konnte eine Verbesserung im Bereich von 20 -100 KHz erreicht werden.

2.3 Phase Noise mit erweitertem Ziehbereich

Der hier verwendete VCO ist nur für eine obere Grenzfrequenz von 660 MHz bei einer Ziehspannung von 4,5 V spezifiziert. Durch eine höhere Versorgungs-Spannung am OpAmp von 8 Volt konnte der Ziehbereich um ca. 100 MHz erweitert werden und die Verschlechterung des Phasenrauschens beseitigt werden. Des Weiteren wurde das Loopfilter optimiert.

2.3.1 Phase Noise VCO Frequenz 530-730 MHz

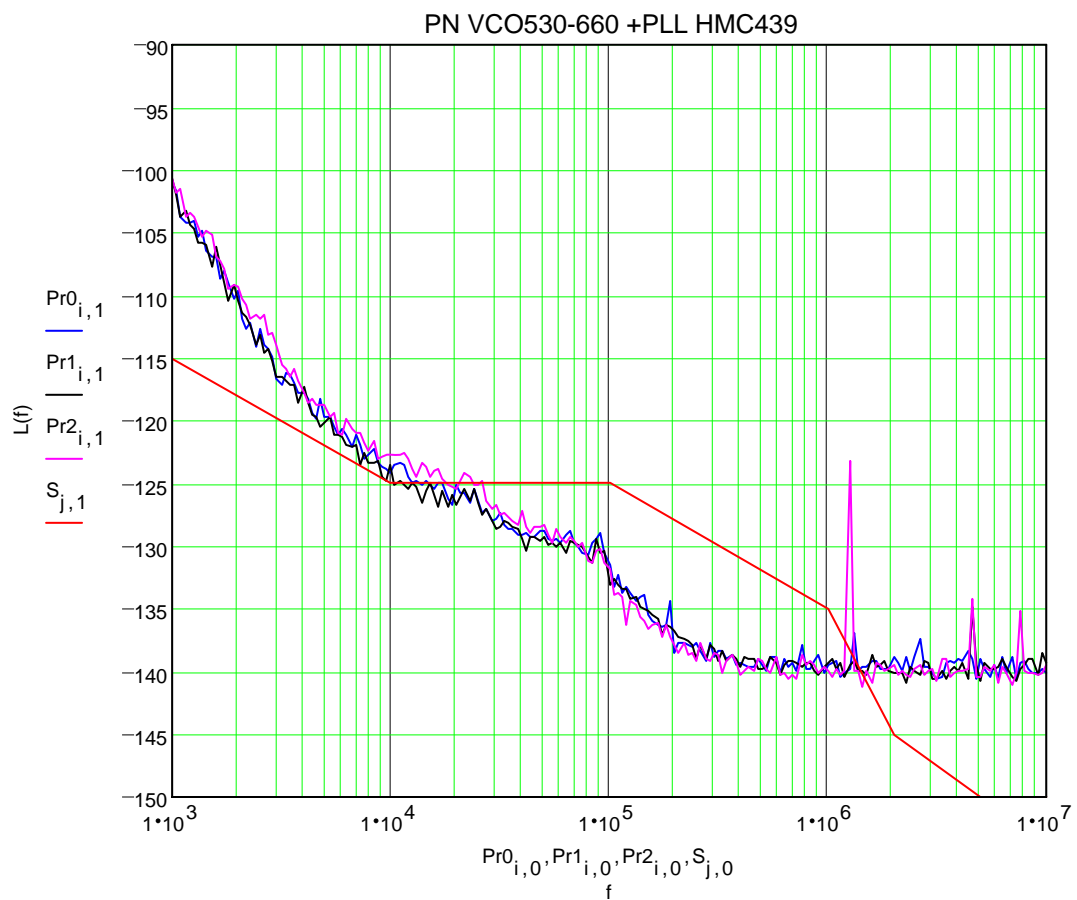
Phase Noise ZCOMM CLV600A-LF, $F_{VCO}=530-660\text{MHz}$,
 DDS AD9951 als Referenz; CLK 416 MHz DF3GV
 PLL = HGMC439QS16G von Hittite
 $F_{REF1} = 16\text{ MHz}$ entspricht $F_{OUT} = 532\text{ MHz}$
 $F_{REF2} = 19\text{ MHz}$ entspricht $F_{OUT} = 632\text{ MHz}$
 $F_{REF3} = 22\text{ MHz}$ entspricht $F_{OUT} = 732\text{ MHz}$



Im Bereich um 100 kHz ist das Phasenrauschen fast 5 dB besser geworden. Die folgende Grafik zeigt die durch 10 geteilte Ausgangs-Frequenz im mittleren LO-Bereich.

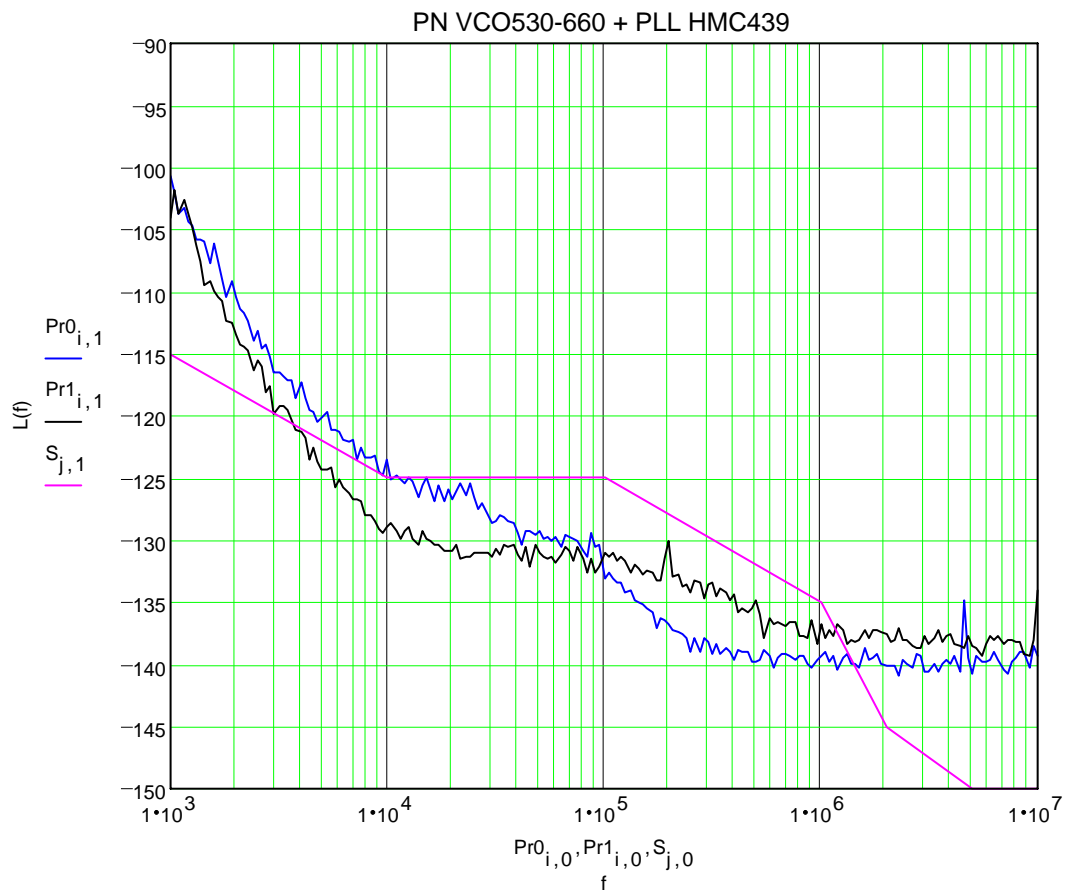
2.3.2 Phase Noise mit Ausgangsteiler N = 10

Phase Noise ZCOMM CLV600A-LF, F_VCO=530-660MHz
 DDS AD9951 als Referenz; CLK 416 MHz DF3GV
 PLL-IC = HGMC439QS16G von Hittite
 PLL-N Teiler=32, Ausg.-Teiler M=10
 F_REF1 = 16 MHz entspricht F_OUT1 = 53,25 MHz
 F_REF2 = 19 MHz entspricht F_OUT2 = 63,23 MHz
 F_REF3 = 22 MHz entspricht F_OUT3 = 73,22 MHz



2.4 Vergleich mit SME 03

DDS AD9951 als Referenz; CLK 416 MHz DF3GV,
 PLL-IC = HGMC439QS16G von Hittite
 PLL-N Teiler=32, Ausg.-Teiler M=10
 F_OUT1 = 63,2 MHz im Vergleich zu R&S SME03 60 MHz

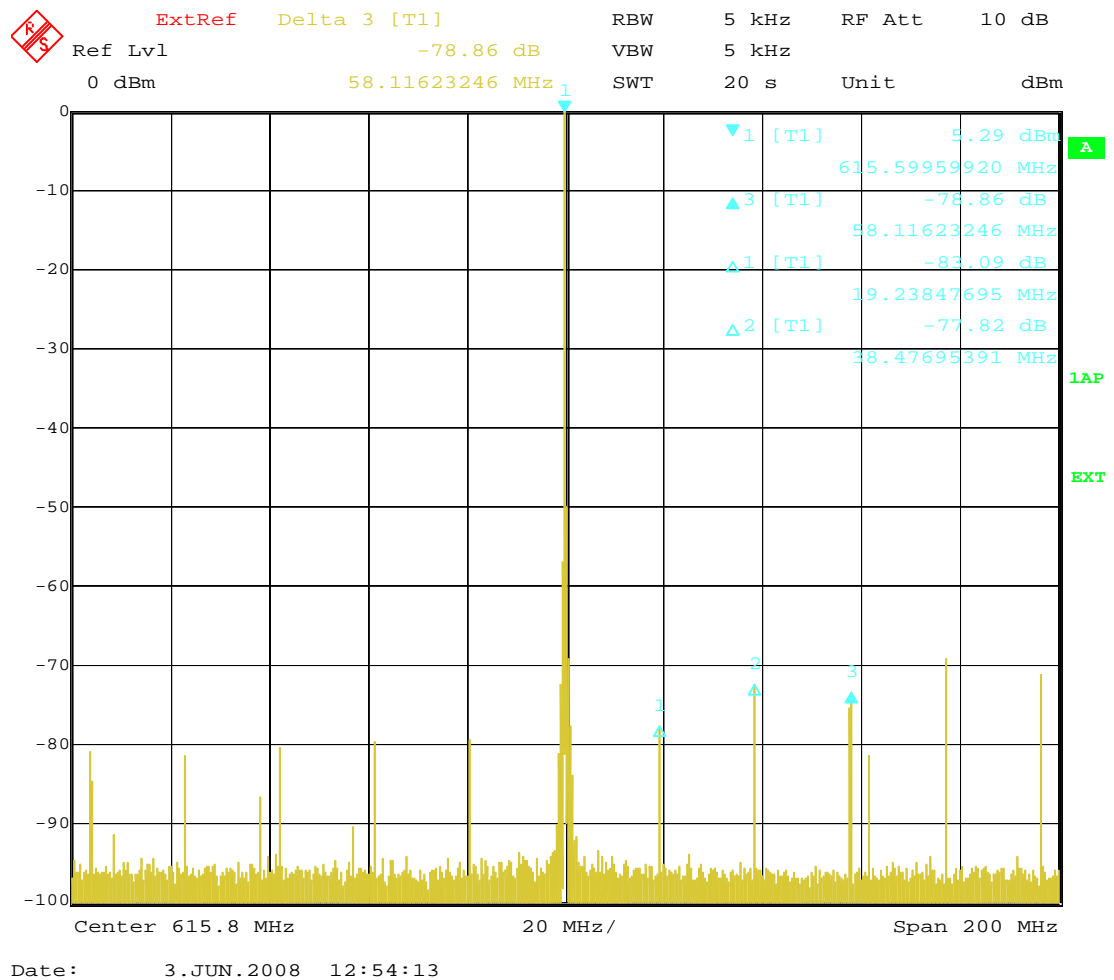


----- : Testaufbau Synthesizer

----- : R&S SME 03

3. Spektrum

3.1 Ausgangsfrequenz F_VCO 615 MHz



Erklärung:

Marker1: F = 615 MHz , P_OUT = 5,3 dBm

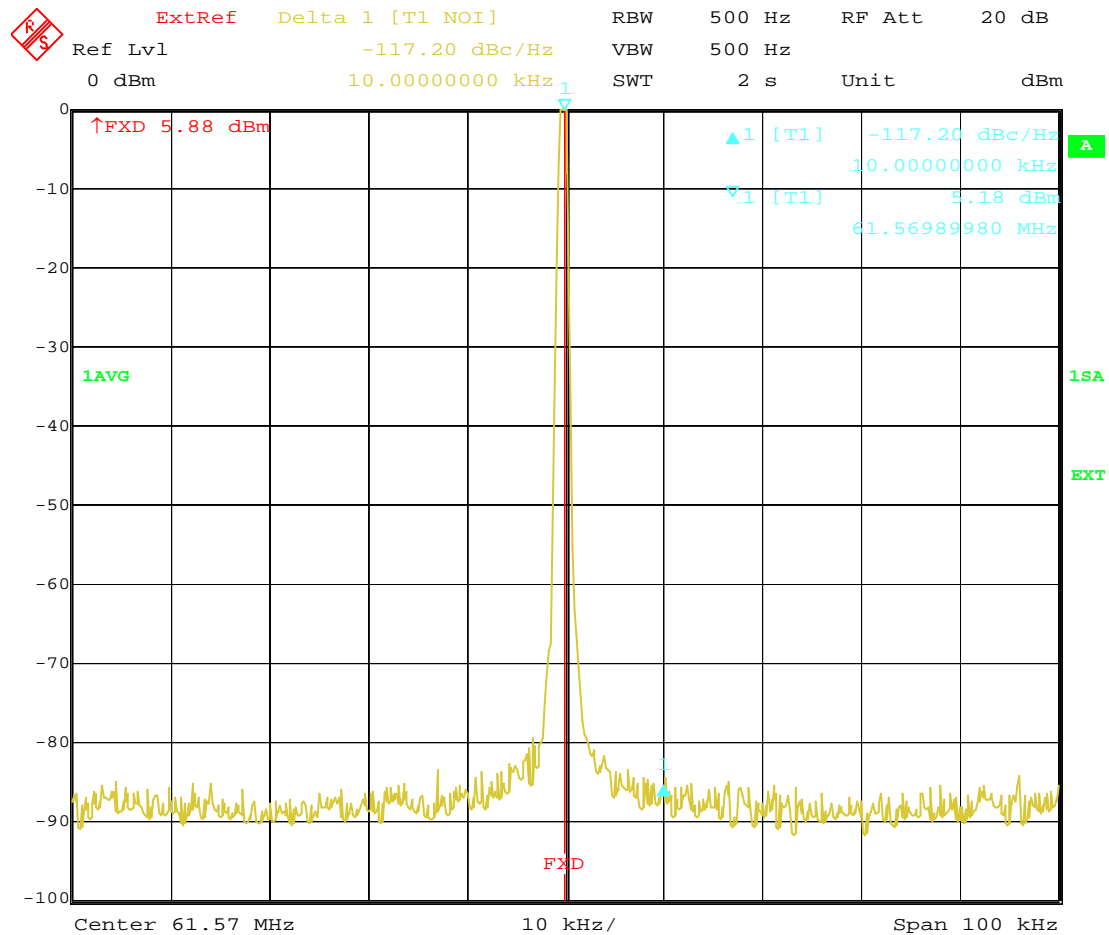
Delta-Marker1 = Delta_F1 = 19,24 MHz -83,1 dBc

Delta-Marker2 = Delta_F2 = 38,48 MHz -77,2 dBc

Die Referenz-Nebenlinien sind in derselben Größenordnung wie bei der PLL mit ADF4002

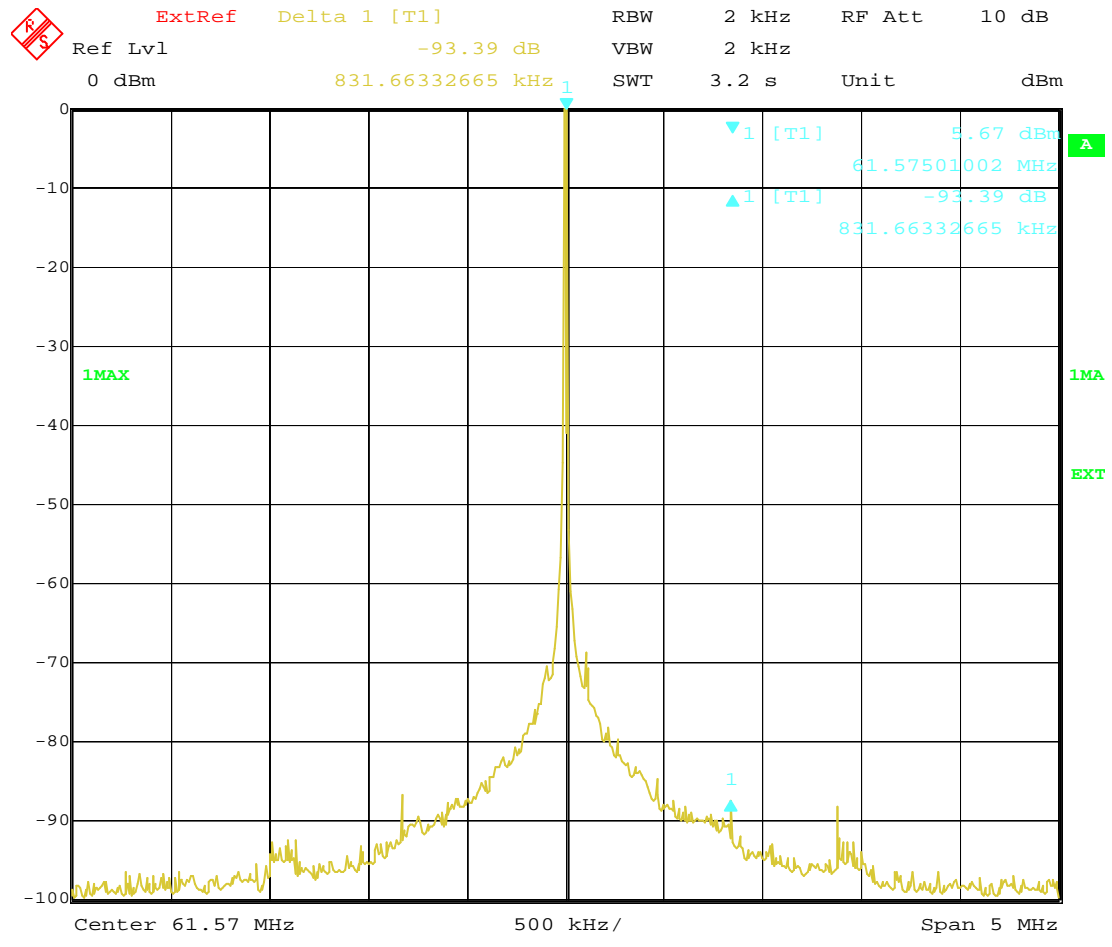
3.2 Ausgangsspektrum mit Teiler 1:10

Alle Spektren mit PLL N-Teiler 32, d. h. PLL_REF 18 MHz

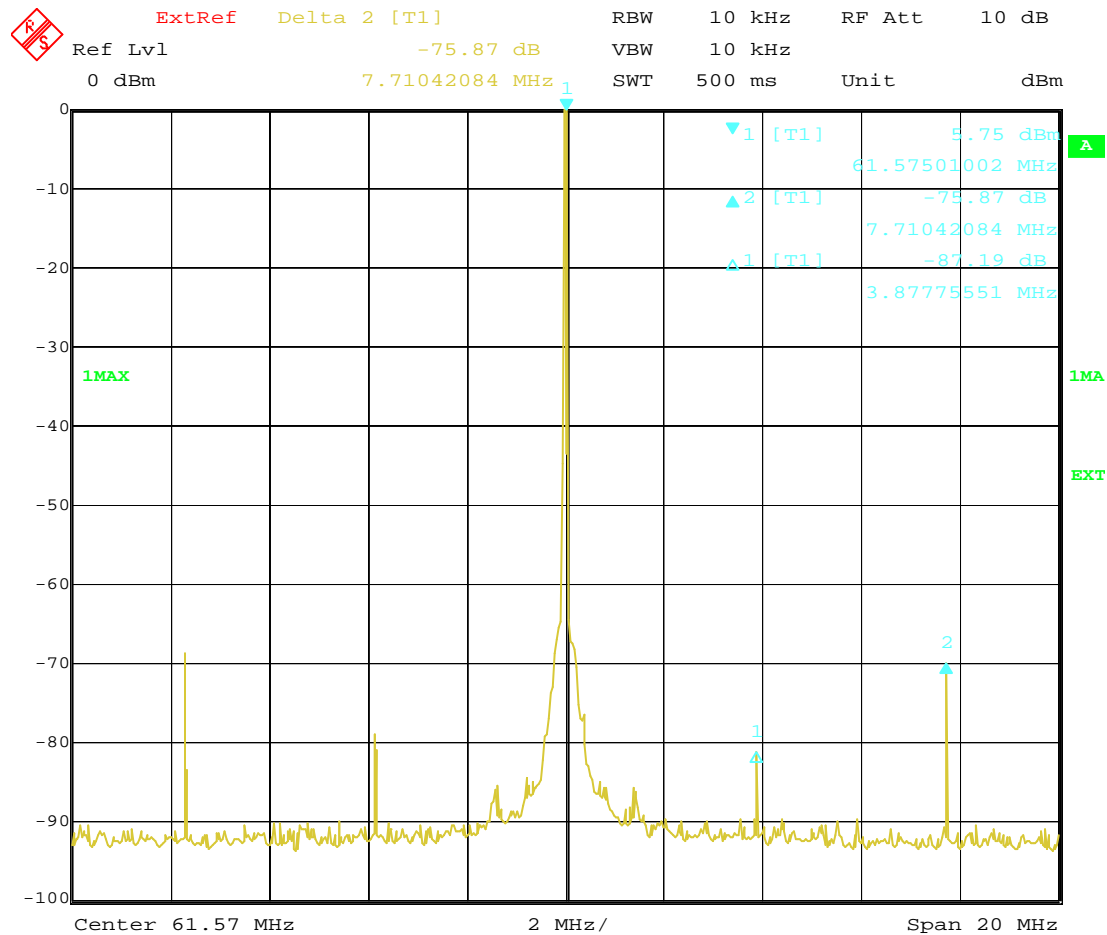


Date: 3.JUN.2008 13:27:22

Phase Noise 10 kHz : -117,2 dB/Hz



Delta_F1 = 831 KHz: -93,4 dBc



Date: 3.JUN.2008 13:39:17

Delta_F1 = 3,88 MHz: -87,2 dBc Herkunft ? $615\text{MHz}/32/10*2=3,84\text{MHz}$
 Delta_F3 = 7,71 MHz: -75,8 dBc Doppelte von Delta_F2

Die Nebenlinien sind ähnlich wie beim 1. Design mit dem PLL-Baustein ADF4002. Generell habe ich den Aufbau nicht geändert, nur die PLL ersetzt. Ich vermute Verkopplungen im gemeinsamen Teiler-IC AD513. In einen späteren Design werden die Teiler getrennt.

4. Diskussion und weitere Untersuchung

Mit dem Phasen-Frequenz-Detektor HMC439QS16G von Hittite konnte das Phasenrauschen im Bereich 20-100 kHz deutlich verbessert werden, in Bereich 10-20 kHz konnte keine Verbesserung erreicht werden.

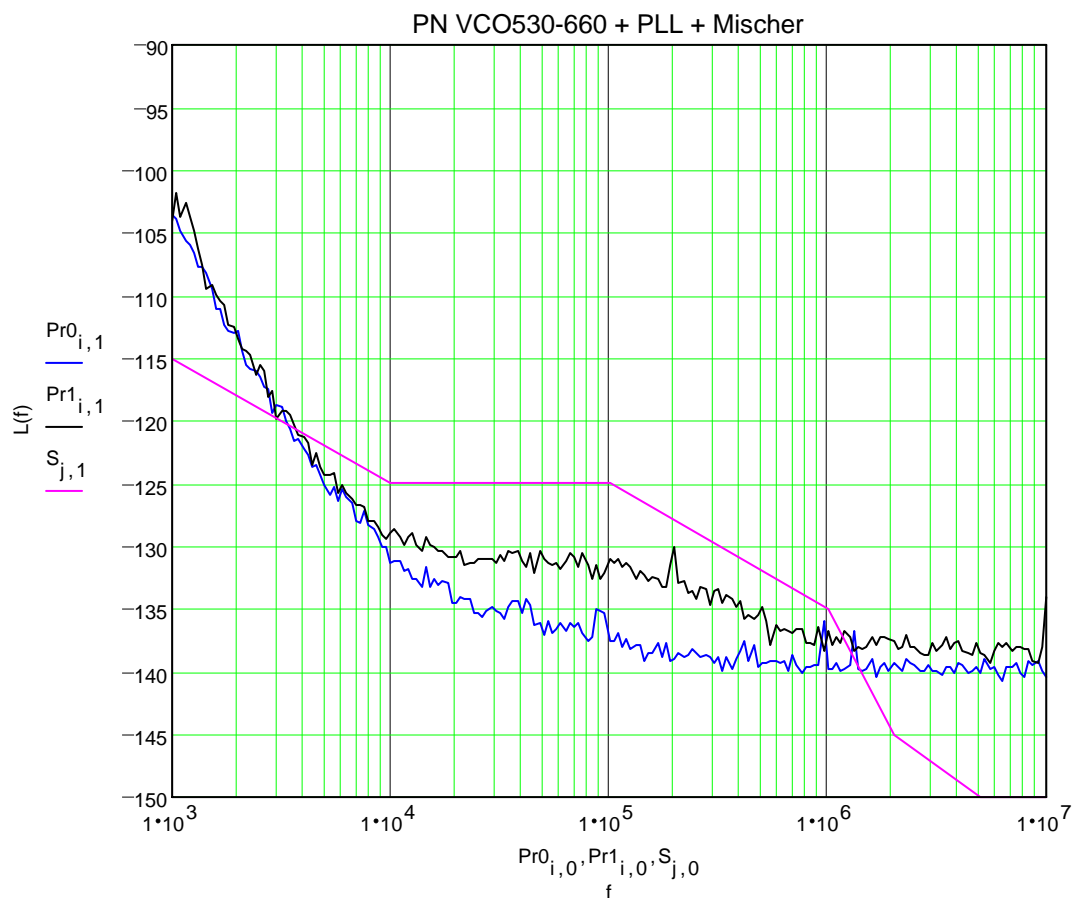
Obwohl der Hersteller für den Baustein im Datenblatt eine untere Betriebsfrequenz von 10 MHz angibt, soll ein sicherer Betrieb nach Auskunft eines Mitarbeiters erst oberhalb 50-70 MHz eintreten.

Für unseren Bavarix ist ein Synthesizer nach diesem Prinzip durchaus schon geeignet, allerdings interessiert mich noch die Variante mit einer 2. PLL und einem Mischer, um den N-Teiler zu ersetzen (siehe auch 3.6 im Entwicklungshandbuch Teil A). Ich werde zur gegebenen Zeit darüber berichten.

Eine erste orientierende Messung zeigt folgende Untersuchung:

Phase Noise ZCOMM CLV600A-LF, $F_{VCO}=530-660\text{MHz}$
 DDS AD9951 als Referenz; CLK 416 MHz DF3GV, $F_{REF} = 22\text{ MHz}$
 PLL1 = HGMC439QS16G mit Mischer ZEM 4300MH (Mini-Circuit)
 PLL2 = SME 03 $F_2 = 580\text{ MHz}$
 $F1_OUT = F_2 + F_{REF} = 602\text{ MHz}$ Ausg.-Teiler $M=10$

Vergleich R&S SME 03 60 MHz



----- Test Synthesizer $F_{OUT} = 60,2\text{ MHz}$
 ----- R&S SME 03 $F = 60\text{ MHz}$

Werte von $< -130\text{ dB/Hz}$ werden wir natürlich nicht erreichen, bin aber gespannt wo wir landen werden.