

IP3-Messungen für verschiedene Mischer für den BAVARIX-Empfänger

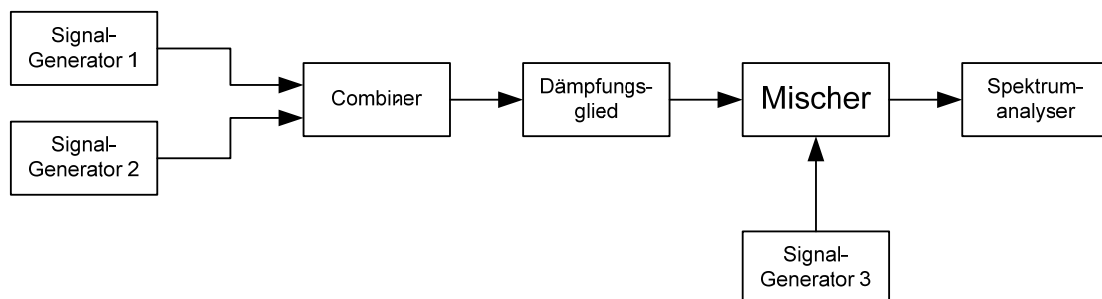
Für den Bavarix-Kurzwellen-Empfänger soll ein Mischer mit einer Zwischenfrequenz von 45 MHz getestet werden. Zur Auswahl standen 2 Konzepte:

H-Mode Mischer und Schaltmischer

Für beide Konzepte wurden Testplatinen aufgebaut mit verschiedenen aktiven Bauteilen: SD5400, NC7SZ384, FSA3157 und FST3125

Außerdem wurden verschiedene Übertrager getestet.

1. Messanordnung



IP3-Messanordnung für BAVARIX-Mischer

3 Messender R&S SME3, Combiner Mini-Circuits ZSC2-1, Signalanalyzer R&S FSIQ3

2 Signale 7,0 MHz und 7,05 MHz z.B. Pegel 6 dBm

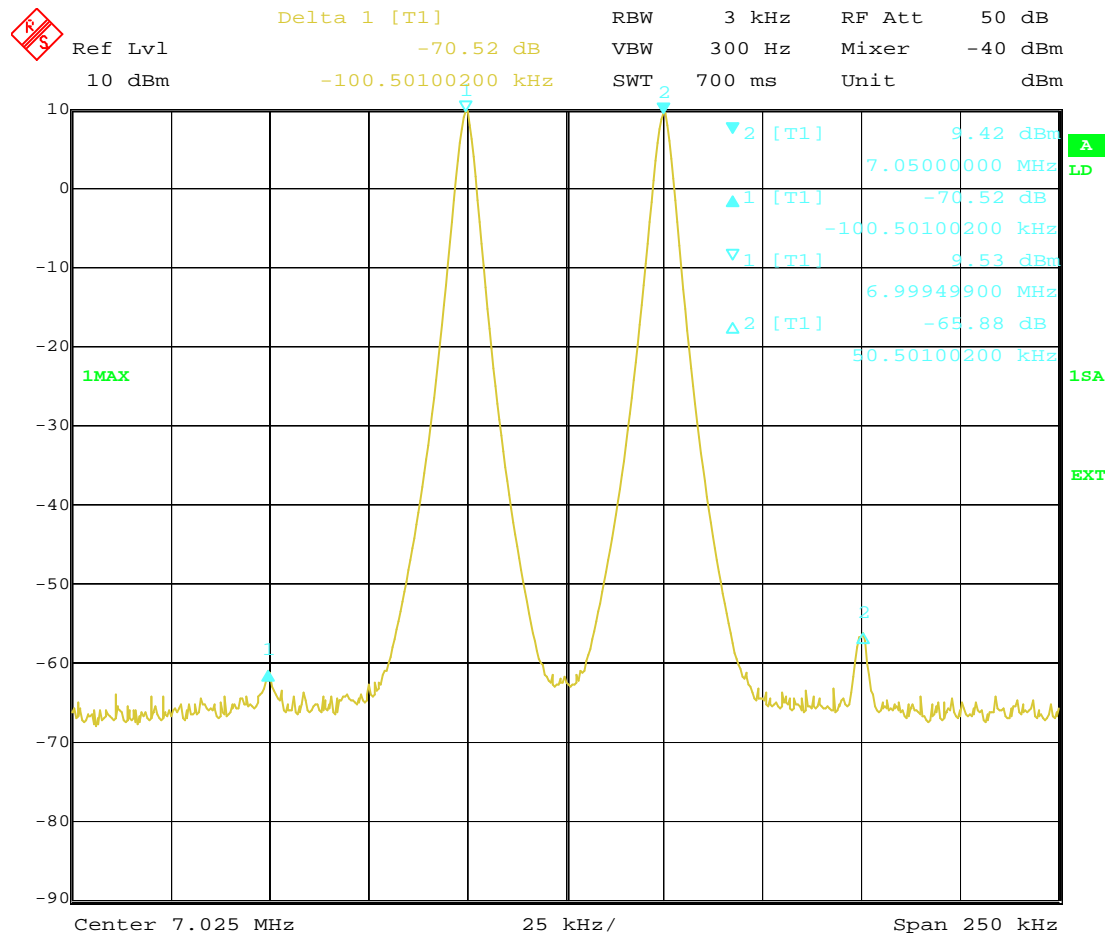
LO* 104 MHz, Pegel -2dBm -> LO = 52 MHz Phase 0 und 180 Grad

-> ZF 44,95 MHz und 45,00 MHz

2. IP3-Messung

Berechnung des IP3: $IP3 = \Delta IM3 / 2 + Pe$ mit $\Delta IM3 = Pe - P_{im3}$

Überprüfung der Messanordnung ohne Mischer



Ergebnis:

$$Pe = 10 \text{ dBm}; \Delta IM3 = 65,88 \text{ dB}$$

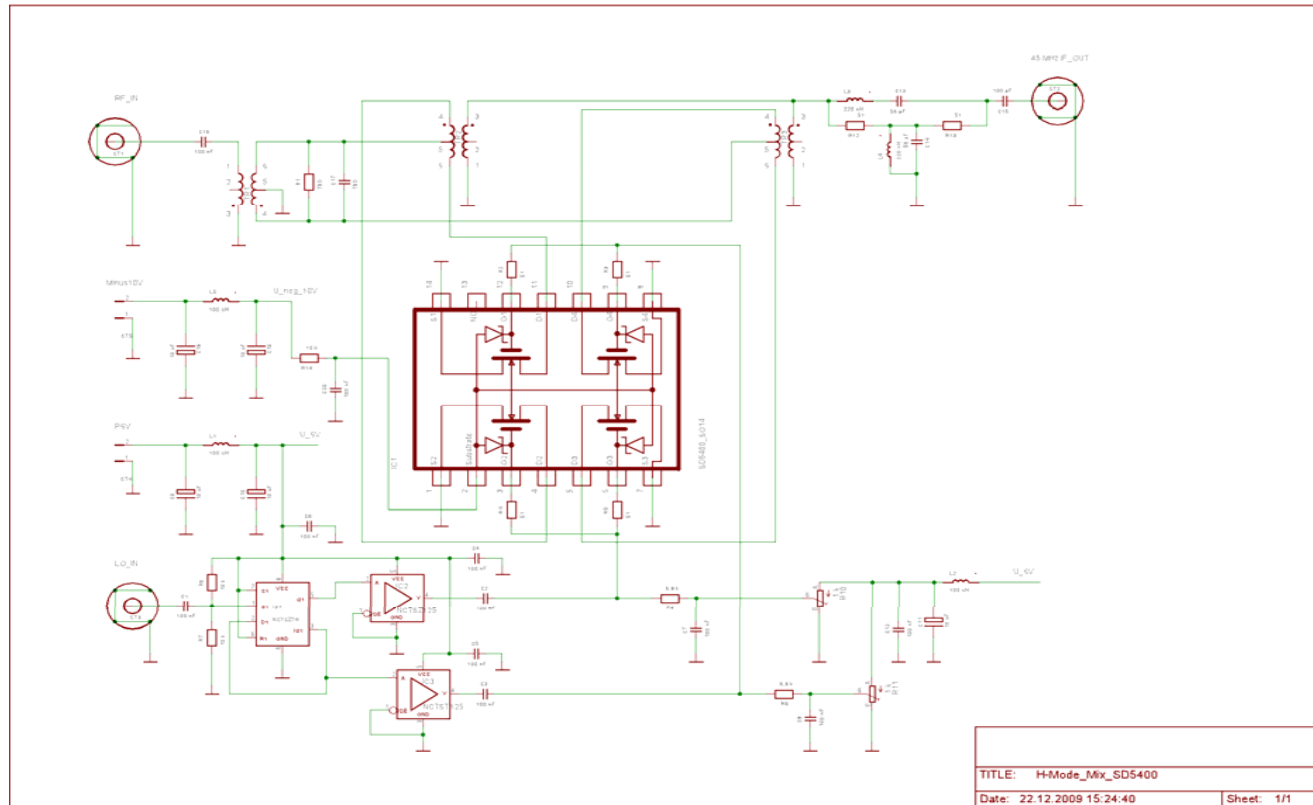
$$P3 = 66/2 + 10 = 43 \text{ dBm}$$

Zur Verbesserung der Messanordnung werden in der Regel nach den Signalgeneratoren 1 und 2 Tiefpassfilter zur Unterdrückung der Oberwellen eingebaut. Leider hatte ich solche Filter nicht zur Verfügung. Wahrscheinlich ist dies der Grund für schlechtere IP3-Messwerte bei höheren Frequenzen.

3. H-Mode Mischer

3.1 H-Mode Mischer mit SD5400

3.1.1 Schaltung



3.1.2 Messergebnis H-Mode Mischer SD5400

Mischer-Messungsn für BAVARIX-Empfänger

Empf_Freq [MHz]	0,05	0,1	1	3	7	14	21	30	50	100
LO [MHz]	45,05	45,1	46	48	52	59	66	75	95	145
2XLO [MHz]	90,1	90,2	92	96	104	118	132	150	190	290
D_cal [dB]			-1	-0,8	-0,8	-7	-0,6	-0,5	0	0
IP3_Meßaufbau [dBm]			44	44	44	37	35	35	32,5	32,5

H_Mode SD5400 und ADTT4-1, LO-Trafo ADTT4-1

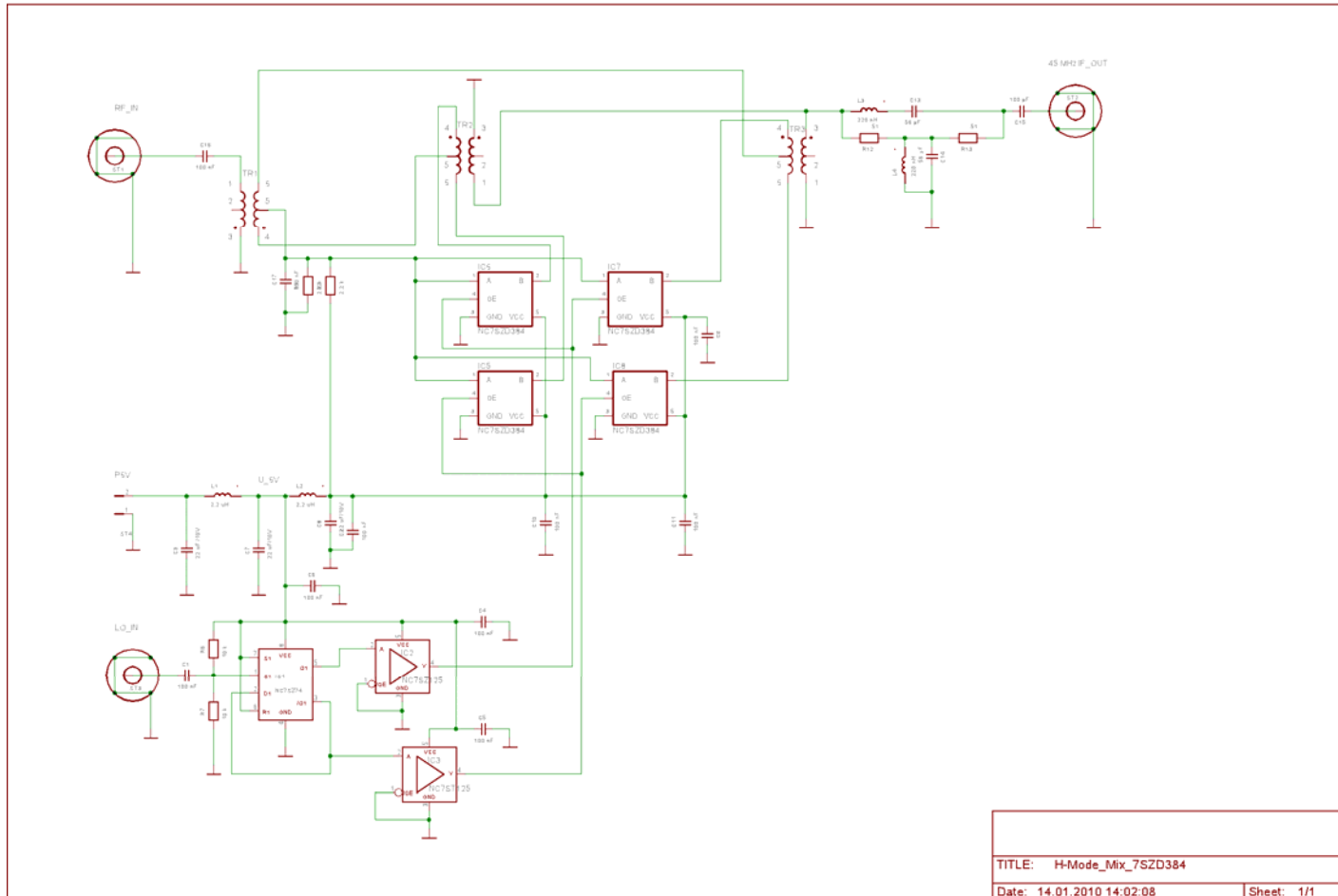
Pe= 2x0dBm										
P_ausg [dBm]			-9,5	-9	-9,1	-9,2	-9,3	-9,8	-9,9	-10,2
D_Mixer [dB]			-9,5	-9	-9,1	-9,2	-9,3	-9,8	-9,9	-10,2
Delta_IM3][dB]			76	78	78	70	66	60	56	52
IP3=Delta_IM3/2+Pe [dBm]			38	39	39	35	33	30	28	26

H-Mode SD5400 und T4-1 ohne LO-Trafo

Pe= 2x0dBm										
P_ausg [dBm]			-10,4	-10,2	-10,2	-10,3	-10,5	-10,8	-10,8	-12,6
D_Mixer [dB]			-10,4	-10,2	-10,2	-10,3	-10,5	-10,8	-10,8	-12,6
Delta_IM3][dB]			70	72	72	64	62	56	52	46
IP3=Delta_IM3/2+Pe [dBm]			35	36	36	32	31	28	26	23

3.2 H-Mode Mischer mit 7SZ384

3.2.1 Schaltung



3.2.2 Messergebnis H-Mode Mischer mit 7SZ384

Mischer-Messungsn für BAVARIX-Empfänger

Empf_Freq [MHz]	0,05	0,1	1	3	7	14	21	30	50	100
LO [MHz]	45,05	45,1	46	48	52	59	66	75	95	145
2XLO [MHz]	90,1	90,2	92	96	104	118	132	150	190	290
D_cal [dB]			-1	-0,8	-0,8	-7	-0,6	-0,5	0	0
IP3_Meßaufbau [dBm]			44	44	44	37	35	35	32,5	32,5

H-Mode 7SZ384 und ADTT4-1

6,0 V

Pe= 2x0dBm										
P_ausg [dBm]			-7,8	-7,5	-7,9	-8	-7,6	-8,1	-9,1	-15,3
D_Mixer [dB]			-7,8	-7,5	-7,9	-8	-7,6	-8,1	-9,1	-15,3
Delta_IM3][dB]			60	54	44	38	42	44	44	30
IP3=Delta_IM3/2+Pe [dBm]			30	27	22	19	21	22	22	15

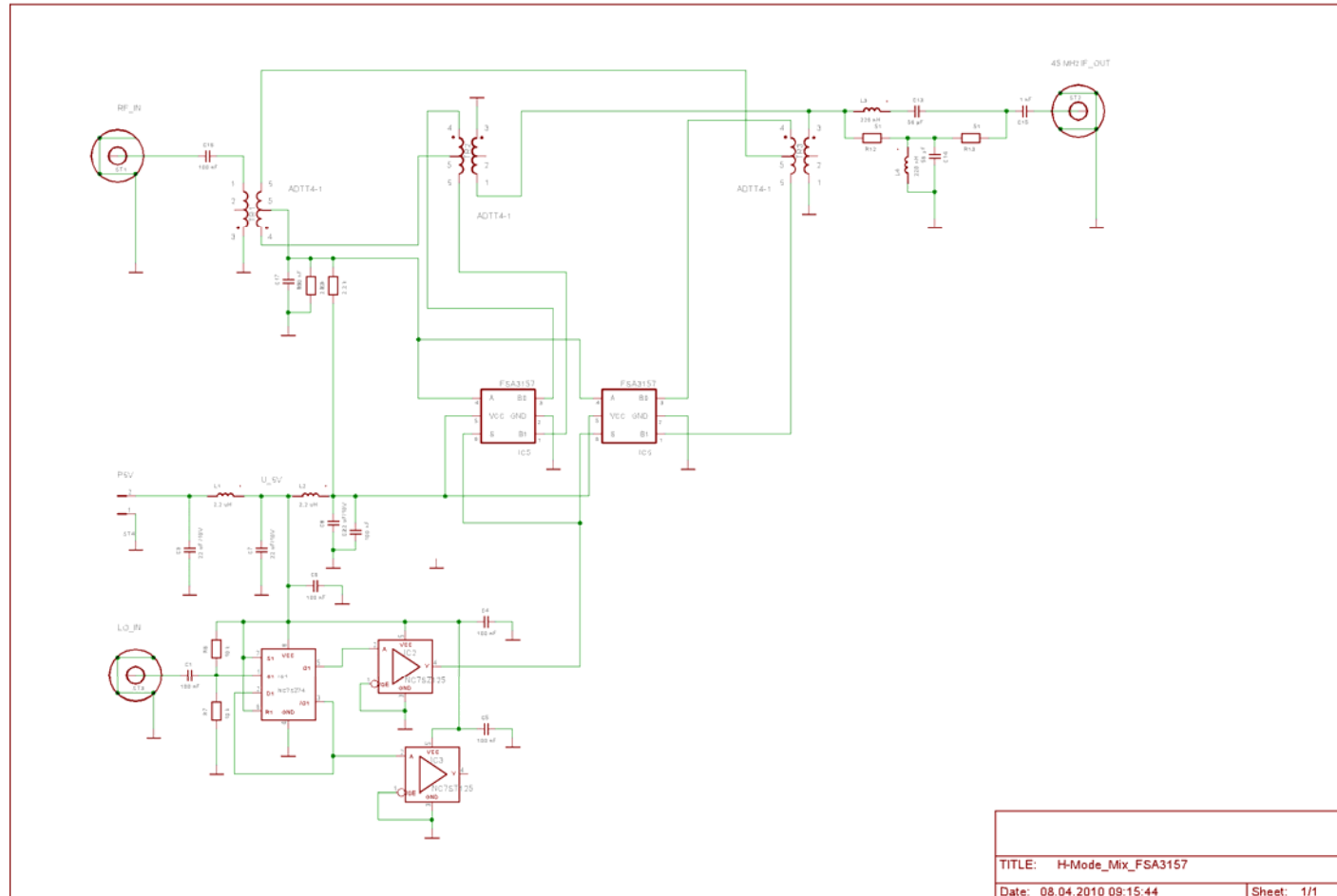
H-Mode 7SZ384 und T4-1

6,0 V

Pe= 2x0dBm										
P_ausg [dBm]			-8,5	-8,1	-8,1	-8,9	-9	-9,4	-9,5	-21
D_Mixer [dB]			-8,5	-8,1	-8,1	-8,9	-9	-9,4	-9,5	-21
Delta_IM3][dB]			46	46	48	44	40	44	30	24
IP3=Delta_IM3/2+Pe [dBm]			23	23	24	22	20	22	15	12

3.3 H-Mode Mischer mit FSA3157

3.3.1 Schaltung



3.3.2 Messergebnis H-Mode Mischer mit FSA 3157

Mischer-Messungsn für BAVARIX-Empfänger

Empf_Freq [MHz]	0,05	0,1	1	3	7	14	21	30	50	100
LO [MHz]	45,05	45,1	46	48	52	59	66	75	95	145
2XLO [MHz]	90,1	90,2	92	96	104	118	132	150	190	290
D_cal [dB]			-1	-0,8	-0,8	-7	-0,6	-0,5	0	0
IP3_Meßaufbau [dBm]			44	44	44	37	35	35	32,5	32,5

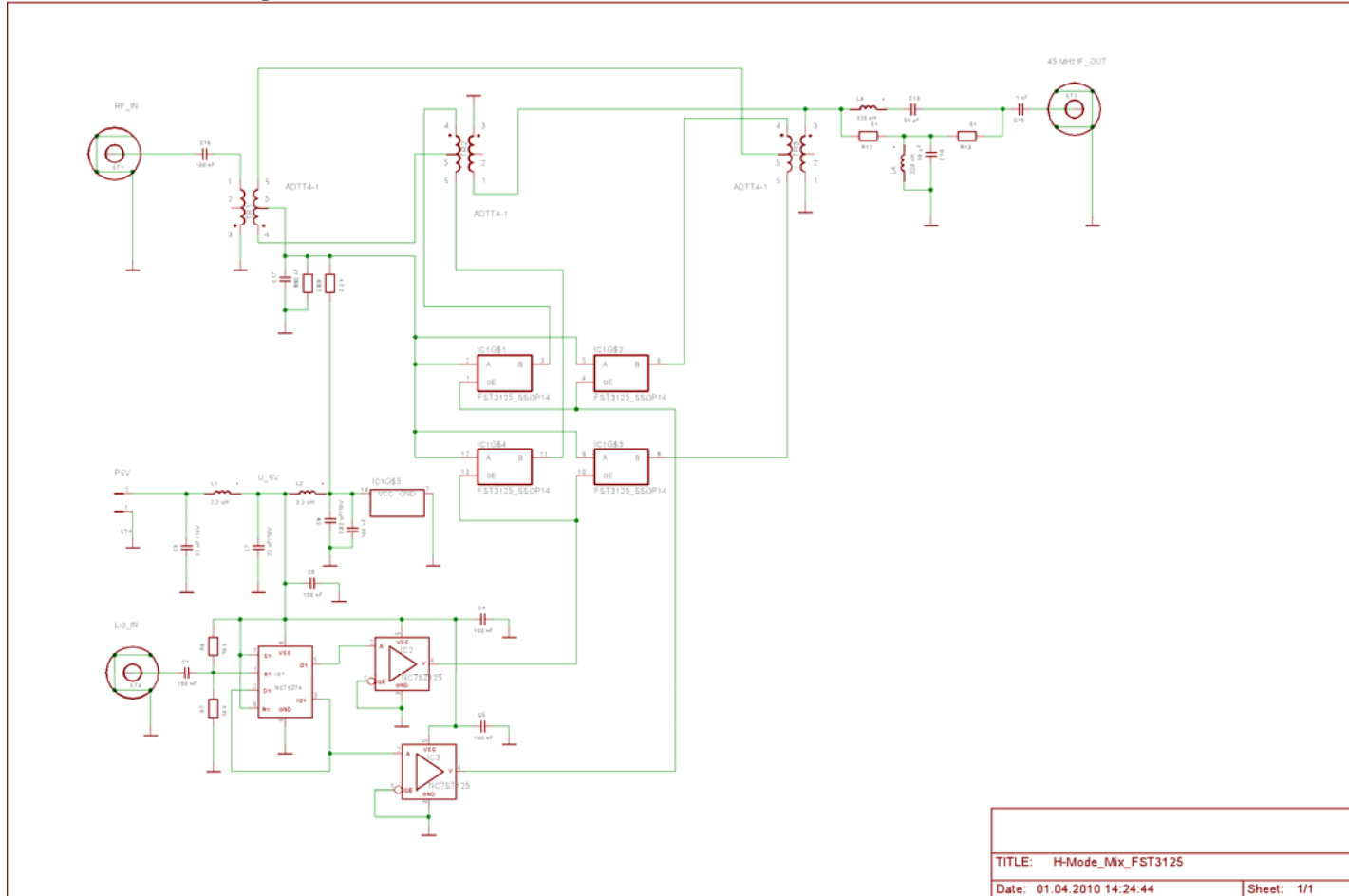
H-Mode FSA3157 und ADTT4-6

6,0V

Pe= 2x0dBm										
P_ausg [dBm]		-6,8	-6,3	-6,2	-6,3	-6,4	-6,6	-6,8	-7	-8,3
D_Mixer [dB]		-6,8	-6,3	-6,2	-6,3	-6,4	-6,6	-6,8	-7	-8,3
Delta_IM3][dB]		44	75	72	70	60	60	56	54	50
IP3=Delta_IM3/2+Pe [dBm]		22	37,5	36	35	30	30	28	27	25

3.4 H-Mode Mischer mit FST3125

3.4.1 Schaltung



3.4.2 Messergebnis für H-Mode Mischer FST3125

Mischer-Messungsn für BAVARIX-Empfänger

Empf_Freq [MHz]	0,05	0,1	1	3	7	14	21	30	50	100
LO [MHz]	45,05	45,1	46	48	52	59	66	75	95	145
2XLO [MHz]	90,1	90,2	92	96	104	118	132	150	190	290
D_cal [dB]			-1	-0,8	-0,8	-7	-0,6	-0,5	0	0
IP3_Meßaufbau [dBm]			44	44	44	37	35	35	32,5	32,5

H-Mode FST3125 und ADTT4-1

Ausgangsfiler nicht opt.

5,5V

Pe= 2x0dBm

P_ausg [dBm]		-7,5	-7,3	-7,2	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-8,2
D_Mixer [dB]		-7,5	-7,3	-7,2	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-8,2
Delta_IM3][dB]		70	66	69	68	68	58	54	51	
IP3=Delta_IM3/2+Pe [dBm]		35	33	34,5	34	34	29	27	25,5	

H-Mode FST3125 und ADTT4-1

Ausgangsfiler nicht opt.

7,0V

Pe= 2x0dBm

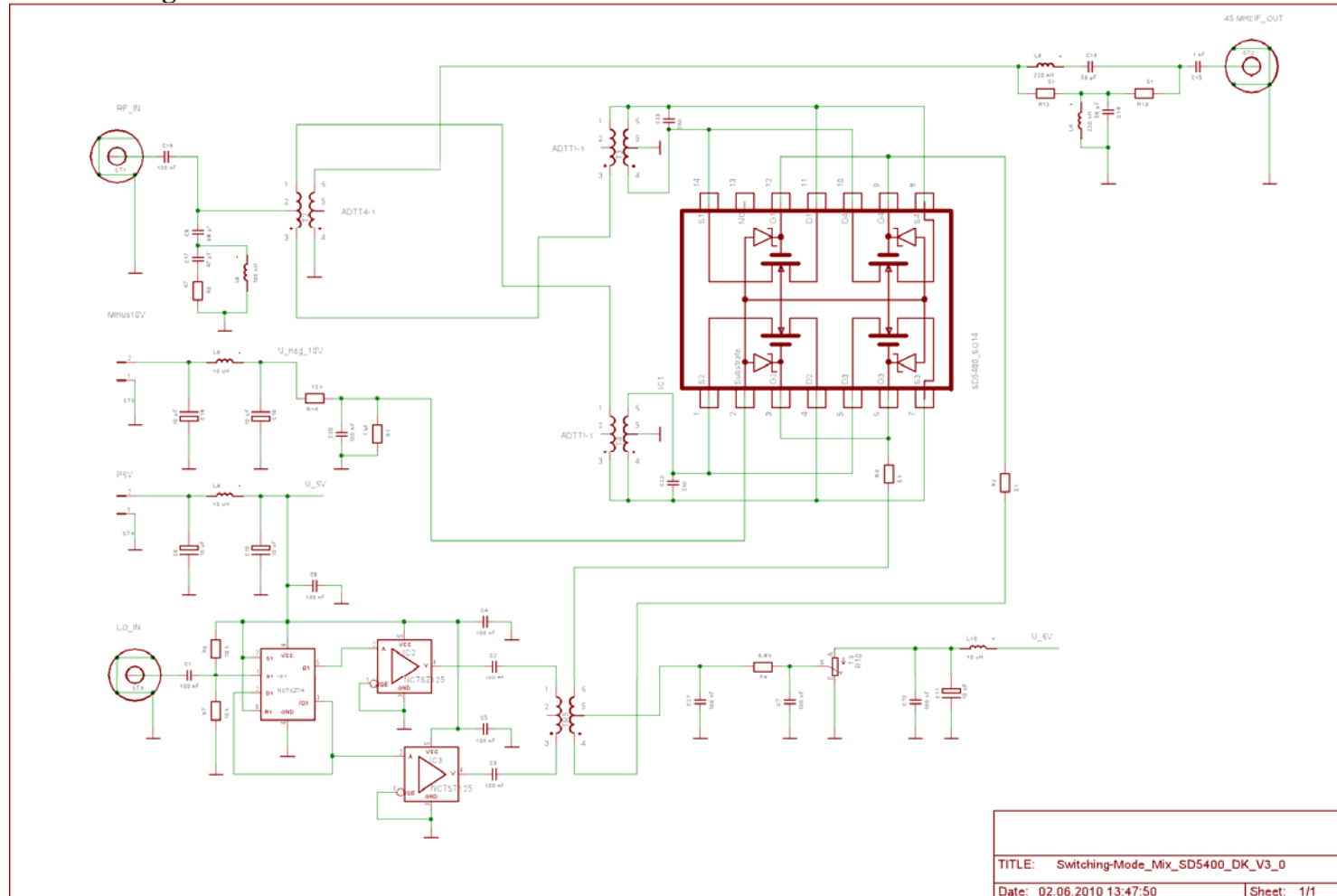
P_ausg [dBm]		-7,5	-7,3	-7,2	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-8,2
D_Mixer [dB]		-7,5	-7,3	-7,2	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-8,2
Delta_IM3][dB]		76	72	72	68	66	58	56	50	
IP3=Delta_IM3/2+Pe [dBm]		38	36	36	34	33	29	28	25	

	H-Mode FST3125 und ADTT4-1				Ausg. optimiert			6,0V		
Pe= 2x0dBm										
P_ausg [dBm]	-6,9	-6,4	-6,2	-6,3	-6,4	-6,5	-6,7	-6,9	-7,9	
D_Mixer [dB]	-6,9	-6,4	-6,2	-6,3	-6,4	-6,5	-6,7	-6,9	-7,9	
Delta_IM3][dB]	42	76	80	78	68	66	58	56	50	
IP3=Delta_IM3/2+Pe [dBm]	21	38	40	39	34	33	29	28	25	

	H-Mode FST3125 und ADT4-6T				6,0V					
Pe= 2x0dBm										
P_ausg [dBm]	-7,5	-6,7	-6,1	-6	-6	-6,1	-6,4	-6,6	-7,3	-8,4
D_Mixer [dB]	-7,5	-6,7	-6,1	-6	-6	-6,1	-6,4	-6,6	-7,3	-8,4
Delta_IM3][dB]	36	42	76	76	76	64	62	54	54	50
IP3=Delta_IM3/2+Pe [dBm]	18	21	38	38	38	32	31	27	27	25

	H-Mode FST3125 und T4-6T-KK81				6,0V					
Pe= 2x0dBm										
P_ausg [dBm]	-7,2	-6,6	-6,1	-6	-6	-6,2	-6,3	-6,5	-6,7	-10,1
D_Mixer [dB]	-7,2	-6,6	-6,1	-6	-6	-6,2	-6,3	-6,5	-6,7	-10,1
Delta_IM3][dB]	36	46	76	78	76	62	66	56	54	48
IP3=Delta_IM3/2+Pe [dBm]	18	23	38	39	38	31	33	28	27	24

4. Schaltmischer 4.1 Schaltung mit SD5400



4.2 Messergebnis für Schaltmischer SD5400

Mischer-Messungen für BAVARIX-Empfänger

Empf_Freq [MHz]	0,05	0,1	1	3	7	14	21	30	50	100
LO [MHz]	45,05	45,1	46	48	52	59	66	75	95	145
2XLO [MHz]	90,1	90,2	92	96	104	118	132	150	190	290
D_cal [dB]			-1	-0,8	-0,8	-7	-0,6	-0,5	0	0
IP3_Meßaufbau [dBm]			44	44	44	37	35	35	32,5	32,5

Schaltm. SD5400 ADTT1-1

6,0V

Pe= 2x0dBm										
P_ausg [dBm]			-7,5	-7,4	-7,6	-7,9	-8,2	-9,2	-14	
D_Mixer [dB]			-7,5	-7,4	-7,6	-7,9	-8,2	-9,2	-14	
Delta_IM3][dB]			57	57	55	54	54	48	45	
IP3=Delta_IM3/2+Pe [dBm]			28,5	28,5	27,5	27	27	24	22,5	

Schaltm. SD5400 T4-1

6,0V

Pe= 2x0dBm										
P_ausg [dBm]			-9,1	-8,5	-8,4	-8,6	-9	-9,9	-15,2	
D_Mixer [dB]			-9,1	-8,5	-8,4	-8,6	-9	-9,9	-15,2	
Delta_IM3][dB]			59	58	56	52	52	52	42	
IP3=Delta_IM3/2+Pe [dBm]			29,5	29	28	26	26	26	21	

	Schaltm. SD5400 und ADTT1-6				6,0V		
Pe= 2x0dBm							
P_ausg [dBm]	-10,8	-10,8	-11	-11,5	-11,8	-12,2	-19,2
D_Mixer [dB]	-10,8	-10,8	-11	-11,5	-11,8	-12,2	-19,2
Delta_IM3][dB]	52	54	52	50	52	50	44
IP3=Delta_IM3/2+Pe [dBm]	26	27	26	25	26	25	22

	Schaltm. SD5400 und BN-2402-43				6,0V		
Pe= 2x0dBm							
P_ausg [dBm]	-30	-9,6	-10	-10,2	-11,2	-13	-20
D_Mixer [dB]	-30	-9,6	-10	-10,2	-11,2	-13	-20
Delta_IM3][dB]	40	68	64	54	48	50	40
IP3=Delta_IM3/2+Pe [dBm]	20	34	34	27	24	25	20

5. Ergebnis der Untersuchung

Das beste Ergebnis bzgl. des IP3-Werts mit annähernd 40 dBm im kritischen Bereich zwischen 1 und 7 MHz zeigt die Variante H-Mode Mischer mit FST3125. Dabei wurden für die Mischerdämpfung die kleinsten Werte zwischen 6,0 und 6,7 dB mit den Übertrager-Typen ADTT4-1, ADT4-6T und T4-6T-KK81 gemessen. H-Mode Mischer mit den Bus Switch Typ NC7SZ384 zeigen die schlechtesten IP3-Werte von kleiner 30 dBm, während der Analog Switch FSA3157 im Mittel zwischen FST3125 und NC7SZ384 liegen.

Bei 50 kHz sind die Übertrager ADT4-6T und T4-6T-KK81 mit einer etwas schlechteren Performance durchaus zu gebrauchen. Im Datenblatt werden als untere Grenzfrequenz 60 bzw. 30 kHz angegeben.

Meine ursprüngliche Pläne einen Mischer mit dem D-MOS-Schalter-Quartett SD5400 habe ich inzwischen aufgegeben. Die Version als H-Mode Mischer zeigte zwar gute IP3-Werte um 36 dBm, aber für die Mischdämpfung konnte ich keine besseren Werte wie 8 bis 10 dB erreichen. In der Variante Schaltmischer, die in der Diskussion mit Reinhold im QRP-Forum entstand, konnte ich keine zufriedenstellende Schaltung finden. Vielleicht habe ich hier auch die notwendige Sorgfalt vermissen lassen, trotzdem vielen Dank für die Unterstützung.