

Selbstbauwettbewerb 2004

Großsignalfester 50 MHz/28 MHz Konverter/Transverter

Dipl. Ing. Henning Christof Weddig DK5LV

Entwurfsziele:

- Konverter besteht aus zwei Baugruppen:
 - „Outdoor unit“ (Vorverstärker)
 - „indoor unit“ (Konverter)
- Erweiterung zum Transverter möglich

Daten des Vorverstärkers

Rauschzahl F: < 2 dB (nicht gemessen)
Verstärkung G: 18,3 dB (gemessen ohne Koaxrelais)
Eingangssinterceptpunkt: +18 dBm ($P_{in} = 2 * -10\text{dBm}$, $d_3 = 56\text{ dB}$)
Ausgangssinterceptpunkt: +36 dBm (berechnet aus Eingangssinterceptpunkt)
1 dB Kompressionspunkt: +25 dBm
Spannungsversorgung: +12 ... 15 V / ca. 200 mA

Daten des Konverters

Rauschzahl F: ca. 8 dB (Simulation)
Verstärkung G: -7,5 dB (Simulation); -8 dB (gemessen)
Eingangssinterceptpunkt: +41 dBm (Simulation) +30,5 dBm gemessen
($P_{in} = 2 * 0\text{dBm}$, $d_3 = 61\text{ dB}$)
Spannungsversorgung: +12 ... 15 V / ca. 200 mA

Daten des zusammengeschalteten LNA + Konverters

Rauschzahl F: ?
Verstärkung G: 10,2 dB (gemessen ohne Dämpfung des dazwischen liegenden Koaxkabels)
Eingangssinterceptpunkt: +11,5 dBm ($P_{in} = 2 * -20\text{dBm}$, $d_3 = 63\text{ dB}$)
Ausgangssinterceptpunkt: +21,7 dBm (berechnet aus Eingangssinterceptpunkt)

Anmerkung:

Durch Einschleifen eines 2 dB Dämpfungsglieds (Simulation eines Koaxkabels) zwischen Ausgang des LNA und Eingang des Konverters sank der Intermodulationsabstand auf 65 dB; entsprechend einem $IIP_3 = 65/2\text{ dB} + (-20\text{ dBm}) = +12,5\text{ dBm}$.

Wenn **nur der LNA** zur Intermodulation beigetragen würde, dürfte sich der Intermodulationsabstand nicht verändern.

Nebenwellen Konverter

a) gemessen mit Signal 50 MHz; 0 dBm am Eingang

Frequenz MHz	Pegel DBm	Mischprodukt
16	-60	3*LO – RF
22	-62	LO
28	-8	Gewünschte ZF
38	-52	4*LO-RF
44	-66	2*LO
50	-76	RF (Eingangssignal)
56	-70	2*RF-2*LO
60	-82	5*LO-RF
72	-64	RF+LO
84	-84	3*RF-3*LO

b) Betrieb des Konverters als Transverter, d.h. Einspeisung eines 28 MHz Signals Pegel 0 dBm am „ZF-Ausgang“ des Konverters

Frequenz MHz	Pegel DBm	Mischprodukt
16	-81	2*LO – RF
22	-65	LO
28	-59	RF
38	-36	3*LO-RF
44	-51	2*LO
50	-8	Gewünschte „ZF“
54	-74	5*LO-2*RF
60	-36	4*LO-RF
62	-50	3*RF-LO
72	-43	2*LO + 2* RF
82	-57	5*LO-*RF
88	-78	4*LO
94	-52	3*LO+3*RF
100	-71	2*RF+2*LO
106	-77	3*RF+LO

Systemsimulation LNA + Konverter+ Nachsetzer-Empfänger

Die als Systemsimulation der zusammenschalteten Baugruppen LNA und Konverter sowie einem Empfänger (F = 10 dB; IIP₃ = +30 dBm) ist in **Bild 1** zu sehen. Zur Vereinfachung der Simulationsergebnisse (Gesamtverstärkung, Ausgangs-Interceptpunkt) wird die Verstärkung des Empfängers zu 0 dB gesetzt. Für das Koaxkabel zwischen den beiden Baugruppen wurde eine Dämpfung von 2 dB angenommen. Das Gesamtsystem erreicht folgende Werte:

- Rauschzahl F: 4,63 dB
- Empfindlichkeit für 20 dB SINAD: -115,55 dBm
- Verstärkung G: 9,1 dB
- Eingangs-Interceptpunkt (IIP₃): 14,24 dBm
- Ausgangs-Interceptpunkt (OIP₃): 23,34 dBm
- Intermodulationsfreier Dynamikbereich (SFRD₃): 99,86 dB

LNA+Konv+RX2

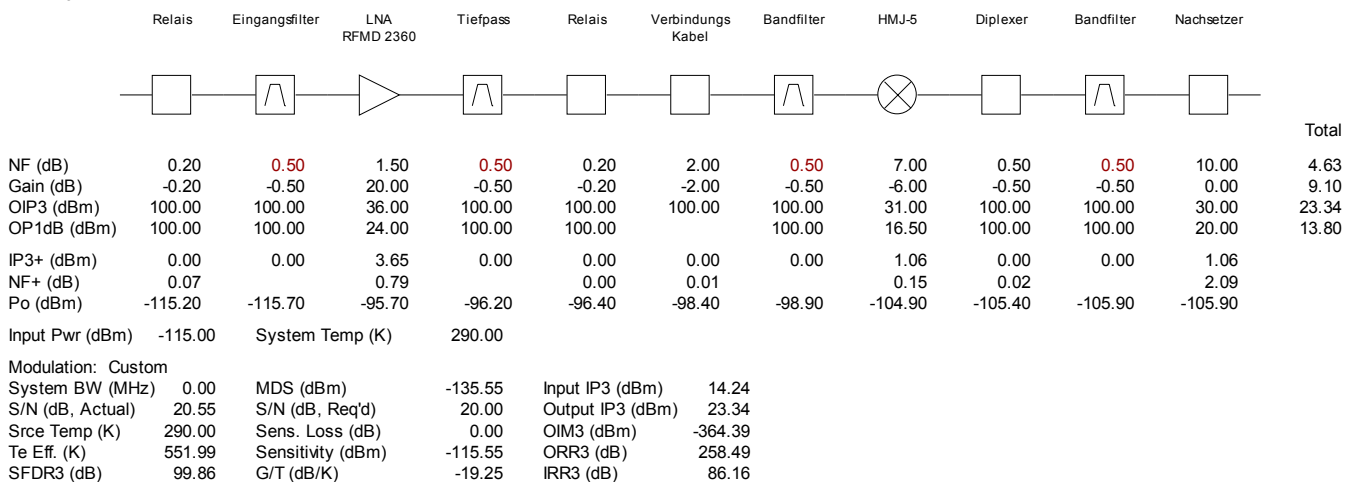


Bild 1

Systemsimulation LNA + Konverter + Nachsetzer

Eingangsspegel so gewählt, daß bei SSB-Bandbreite (2,4 kHz) 20 dB SINAD erreicht wird

Erweiterung zum Transverter

Konzept, Pegelplan

Bei der Wahl des Eingangspegels sollte der einzuhaltende Intermodulationsabstand und der Mindestabstand zu Nebenwellen (Oberwellen des 22 MHz Quarzoszillators, andere Mischprodukte) berücksichtigt werden. Aus dem Interceptpunkt des Konverters (+30 dBm) kann zurück gerechnet werden, daß bei zwei Eingangssignalen von je 0 dBm am ZF-Ausgang eingespeist, ein Intermodulationsabstand von 60 dB zu erzielen ist. Das gewünschte Nutzsignal steht mit $2 * -8$ dBm am HF-Eingang an, da die Durchgangsdämpfung des Konverters 8 dB beträgt.

Die Nebenwellen sollten soweit wie technisch möglich unterdrückt werden, ein Wert von > 60 dB ist anzustreben. Folgende Nebenwellen fallen auf:

- die erste Oberwelle des Quarzoszillators (44 MHz)
- das Mischprodukt $4 * LO - RF$ (60 MHz)
- das Mischprodukt $3 * RF - LO$ (62 MHz)
- das Mischprodukt $2 * LO + 2 * RF$ (72 MHz).

Nur die erste Nebenwelle ist pegelunabhängig, bei den anderen Mischprodukten ergibt sich eine um 6 dB bessere „Bilanz“, wenn die Nebenwellen auf die Spitzenleistung (PEP) bzw. auf Eintonaussteuerung bezogen werden.

Da die Gesamtverstärkung des Sendezugs als 42 dB ($P_{in} = 0$ dBm/Ton ; $P_{out} = 34$ dBm/Ton, Dämpfung des Konverters = 8 dB) zuzüglich der Durchgangsdämpfung der Bandfilter im Sendezug beträgt, und um verschiedene Endstufenkonzepte ausprobieren zu können, wird der Senderzug in eine Treiber-Leiterplatte, Endstufe, VSWR- Einheit und Tiefpass aufgeteilt.

Momentan ist die Treiber-Leiterplatte in der Entwicklungsphase.

Anmerkung:

Mit einer Vorversion nahm der Verfasser am letztjährigen Selbstbauwettbewerb anlässlich der UKW-Tagung in Weinheim teil.

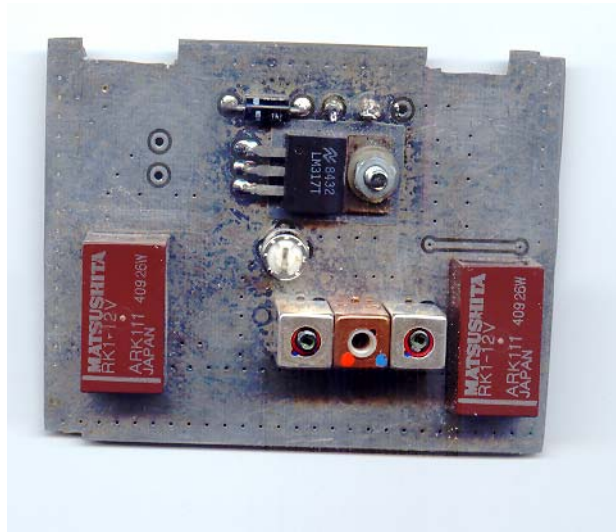
Literatur:

[1] Ein großsignalfester 50/28 MHz-Konverter mit modernen Bauteilen
Henning Christof Weddig DK5LV
UKW-Berichte 4/2003
Seite 225 - 246
(Teil 1)

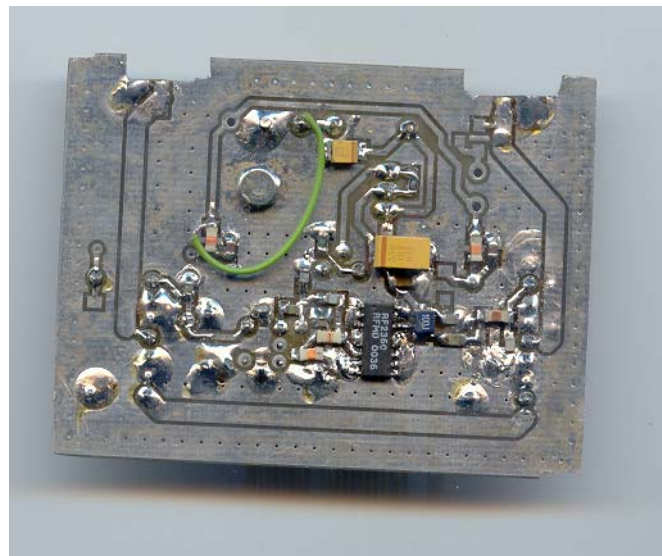
[2] Ein großsignalfester 50/28 MHz-Konverter mit modernen Bauteilen
Henning Christof Weddig DK5LV
UKW-Berichte 1/2004
(Teil 2)

[3] Design und Bau eines großsignalfesten 50/28 MHz Konverters mit modernen Bauteilen / Erweiterung zum 50 MHz Transverter
Henning Christof Weddig DK5LV
Tagungsband der Amateurfunktagung 2004

Bilder der Muster-Leiterplatten



LNA-Muster-Leiterplatte; Oberseite; vor Einbau ins Weißblechgehäuse



LNA-Muster-Leiterplatte; Unterseite; vor Einbau ins Weißblechgehäuse

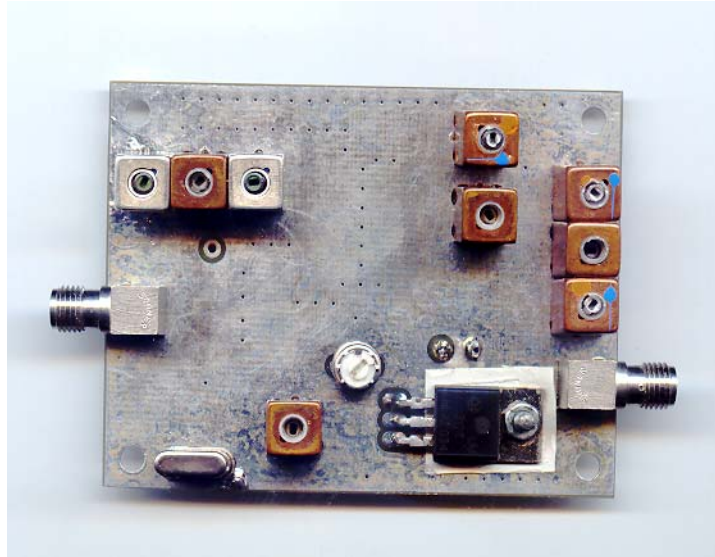
Mit der „grünen“ Leitung werden für Testzwecke die beiden Koaxrelais bei Anlegen der Versorgungsspannung eingeschaltet.

Um einen Transverterbetrieb zu ermöglichen oder bei starken Eingangssignalen den folgenden Nachsetzer nicht zu überlasten, kann der LNA über Koaxrelais in den Signalweg geschaltet werden. Dazu sind auf der Leiterplatte entsprechende Anschlüsse vorgesehen.

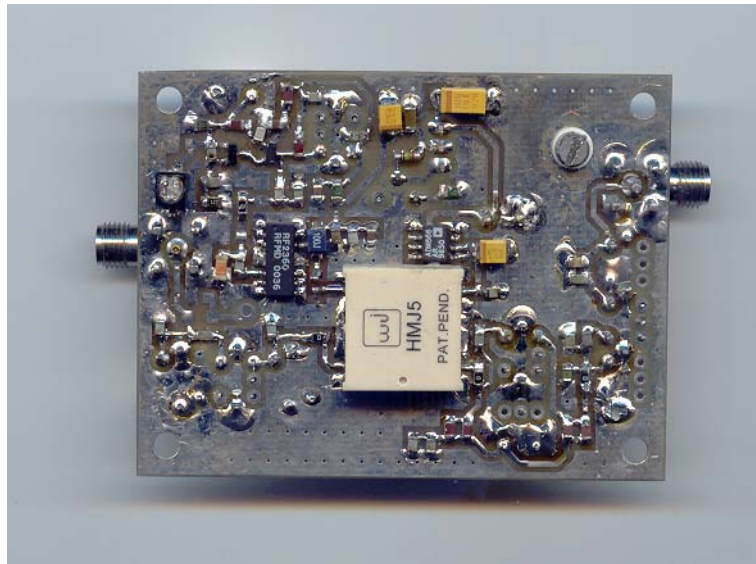
Bei Fernspeisung gelangt die Versorgungsspannung und/oder Schaltspannung für die Koaxrelais des LNA vom Innenleiter des Koaxkabels vom Konverter.

Auch mit inner extern zugeführten Spannung kann der LNA versorgt werden und die Relais Rel1 und Rel2 durchschalten.

Eine getrennte Zuführung der Versorgungs- und Schaltspannung über ein eigenes Kabel ist möglich.



Konverter-Muster-Leiterplatte; Oberseite; vor Einbau ins Weißblechgehäuse



Konverter-Muster-Leiterplatte; Unterseite; vor Einbau ins Weißblechgehäuse