

Noch ein 50 MHz Transverter

(Just another 50 MHz Transverter)

Christoph Petermann, DF9CY
Buschheckenweg 22
W-2307 Krusendorf

Kurzfassung: Am 1.4.1990 wurde in DL probeweise ein Bereich von 50.080 MHz bis 50.400 MHz für Radioamateure freigegeben. Nach ersten schlechten Erfahrungen mit einem MOSFET Konverter habe ich ein Konzept entworfen und verwirklicht, das den Besonderheiten, die das 6m Band bietet, gerecht wird.

Dieser Aufsatz soll nicht eine weitere Bauanleitung darstellen, sondern dem interessierten Amateur Anregungen für eigene Realisierungen geben.

1. Anforderungen:

1. RX-Konverter:

- Niedrige Rauschzahl
- Gesamt-Interceptpunkt 3.Ordnung besser als 0 dBm
- Sehr schmales Bandfilter um die TV-Signale bei 48.250 MHz und 53.750 MHz auszufiltern
- Rauscharmer Oszillator

2. TX-Konverter

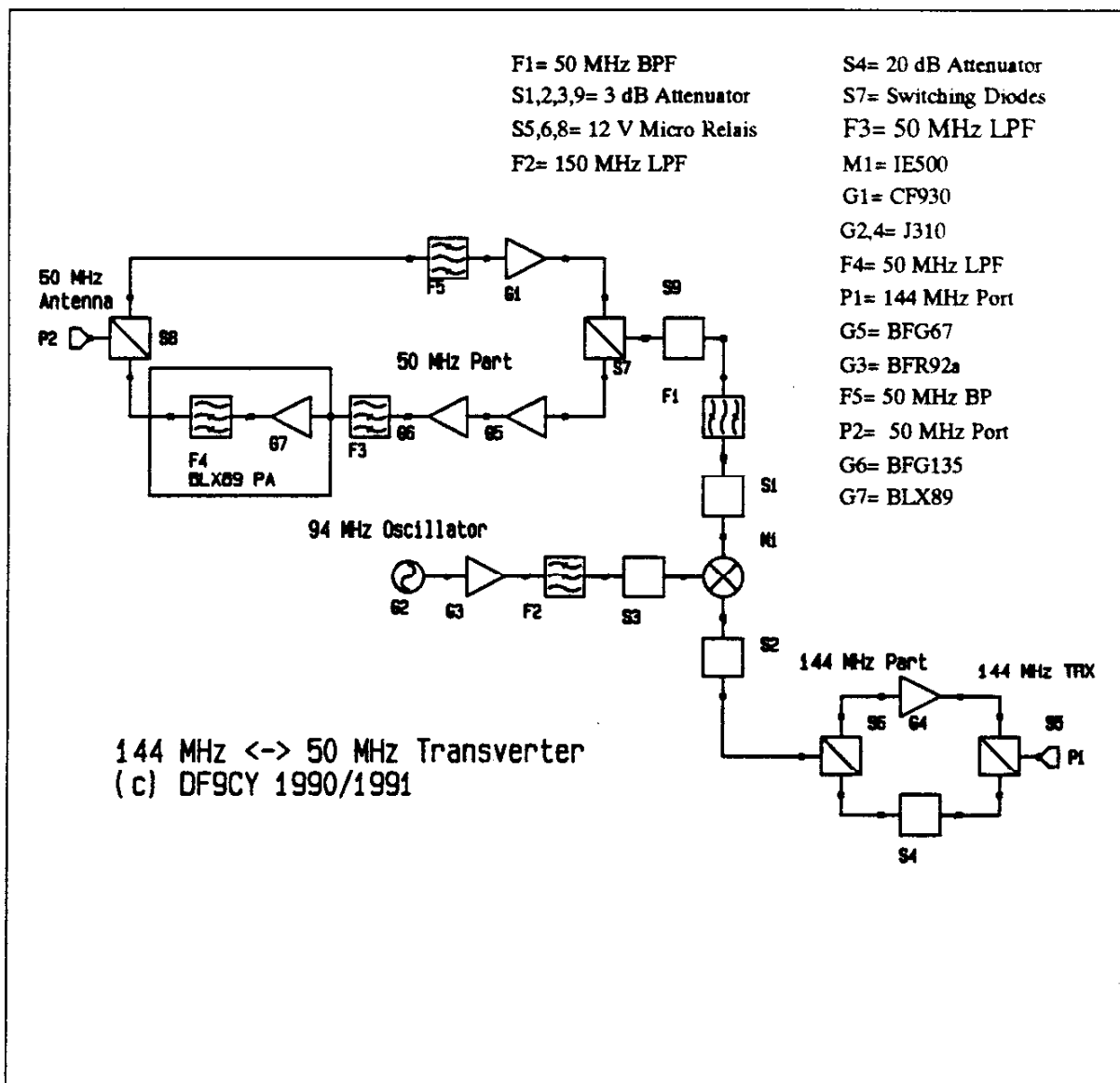
- Intermodulationsarmer Sender
- Hohe Neben- und Oberwellenunterdrückung (lt. Bestimmungen 25 nW)
- Pout ca 5 Watt
- Alle Stufen sollen eine definierte 50Ω Schnittstelle haben.

Ich habe die Kombination 2m-6 m gewählt, um parallel zum 6m Betrieb auch auf 10m QRV sein zu können. Als Steuersender steht ein IC202 auf 144 MHz zur Verfügung. Damit das IC202 überhaupt verwendet werden konnte, war ein Neuabgleich des Senderzweiges notwendig. Das Gerät wurde auf beste Nebenwellenreinheit abgeglichen - das Spektrum des IC202 glich vorher mehr einem Gartenzaun. Dabei fiel der exzellente rauscharme Oszillator des Gerätes einmal wieder auf ...

2. Funktionsbeschreibung der Baugruppen

Rx-Vorstufe:

Für einen guten Interceptpunkt wurde ein GaAs-FET als Eingangstristor ausgewählt, der mit einem relativ hohen Strom ($I_{ds}=35\text{ mA}$) betrieben wird. Dazu wurde eine Testschaltung gebaut und verschiedene Typen ausprobiert. Ausgewählt wurden der Telefunken Typ CF930 und der Siemens CF739. Das sind verbesserte CF300 Varianten im SMD SOT 123 Gehäuse. Beide liefern gute Ergebnisse, wobei der CF930 noch etwa 3 dB Verstärkung mehr bringt. Die Rauschzahl der Vorstufe allein liegt bei $F=0.8\text{ dB}$. Das war unerwartet gut. Allerdings sollte nicht unerwähnt bleiben, daß der Einsatz von GaAs-Fets bei derart niedrigen Frequenzen problematisch ist. Die Eckfrequenz für das $1/f$ -Rauschen liegt für Dual-Gate



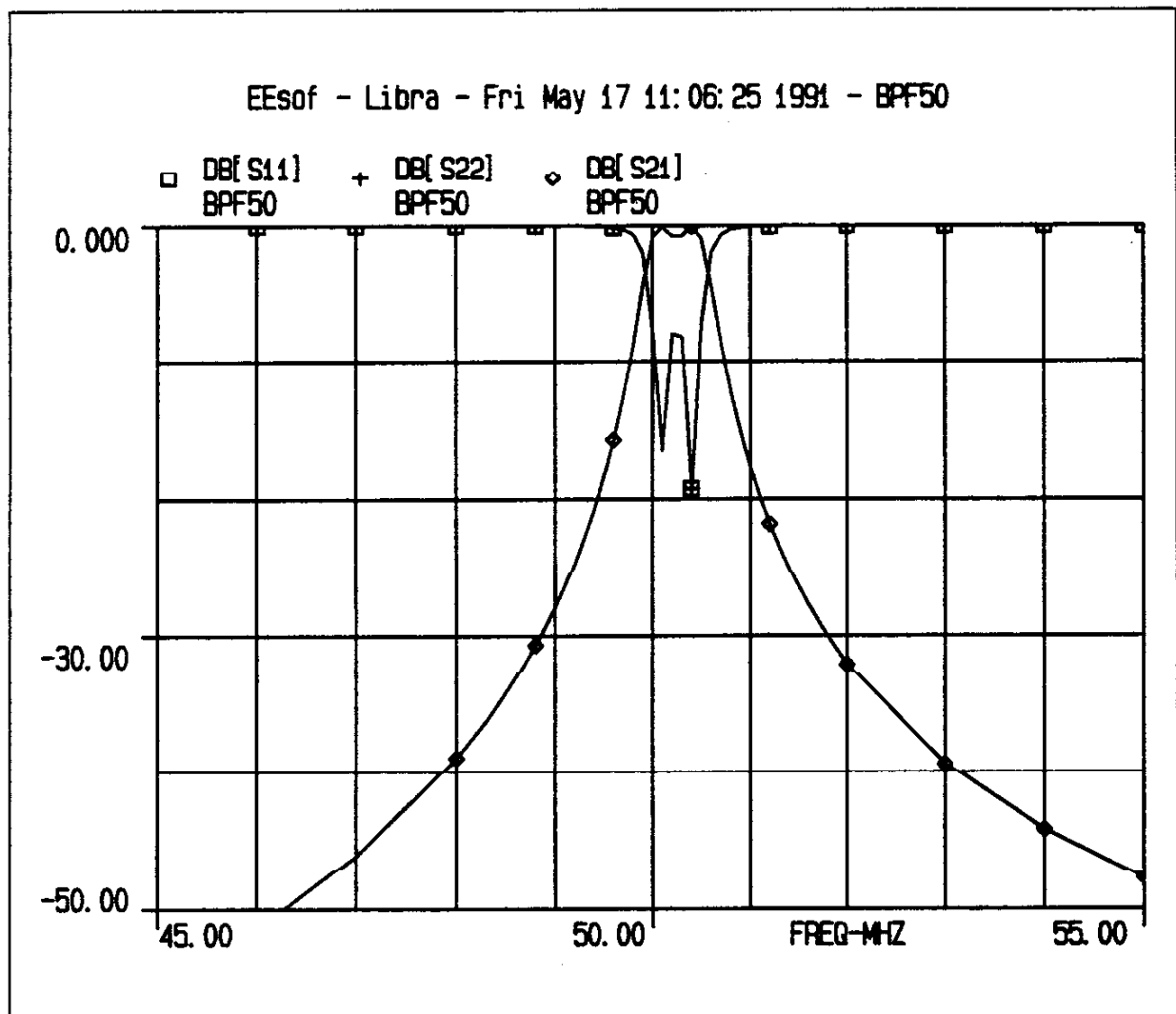
Bild/Figure 1: Blockdiagram/Blockschaltbild

GaAs-Fets bei ca 30 MHz. Mikrowellen GaAs-Fets wie MGF1200 etc haben eine Eckfrequenz, die im Allgemeinen deutlich über 50 MHz liegt.

Filter

In dem Transverter Konzept wurden verschiedene Filter eingesetzt. Da gibt es das zentrale Bandpaßfilter sowie 5-pol Filter an den TX-Ausgngen (Treiber und PA).

Mit einem HF-CAD Programm (EEsof-LIBRA/Touchstone) wurde ein 7 poliges Filter entworfen, das alle Anforderungen erfüllt. Dieses wird mit NEOSID-Induktivitäten und Keramikcondensatoren der E24 Reihe erreicht. Der Bereich wurde so gewählt, da lediglich der in DL und EU interessante Bereich durchgelassen wird. Die Bild und Tonfrequenzen bei 48.250 und 53.750 MHz sind bereits sehr weit unterdrückt. Das Filter wird bei RX und TX eingesetzt. Es findet beiderseits einen exakten 50 Abschluß vor (3 dB Dämpfungsglieder). Die anderen beiden Filter sind als Tschebyscheff-Tiefpaßfilter nach den Standardtabellen im ARRL-Handbuch berechnet worden. Ein Serienschwingkreis gegen Masse - abge-



Bild/Figure 2: 50 MHz Bandpass/ Bandfilter

stimmt auf 100 MHz - filtert die zweite Harmonische gesondert aus, da gern gehörte Rundfunksender in der Nähe von 100 MHz arbeiten, und der Aufwand für die Tiefpaßfilter dadurch in Grenzen bleibt.

Mischer

Als Mischer habe ich einen IE500 eingesetzt. Sicher es gibt Besseres, aber die Bastelkiste gab ihn nun mal her. Alle Anschlüsse sind mit mindestens 3 dB Dämpfungsgliedern abgeschlossen.

RX ZF-Verstärker

Der RX-ZF-Verstärker ist ein J310 in Gate-Basisschaltung. Standardbeschaltung ähnlich wie im OE9PMI Transverter.

TX-Verstärker

Der Senderverstärker ist breitbandig und zweistufig aufgebaut und arbeitet vollständig im A-Betrieb. Die erste Stufe ist ein BFG67 (entspricht einem BFR91), die zweite Stufe ein BFG135 (BFG34 Chip). Zwischen Mischer und BFG67 war ein 12 dB Dämpfungsglied erforderlich; durch die hohe Verstärkung war dieser Transistor bereits übersteuert. Am Ausgang lassen sich intermodulationsarme 800 mW problemlos einstellen. Hinter dem Ausgangs PI-Netzwerk folgt ein 5-poliger Tiefpaß und ein 100 MHz Sperrkreis.

TX-RX

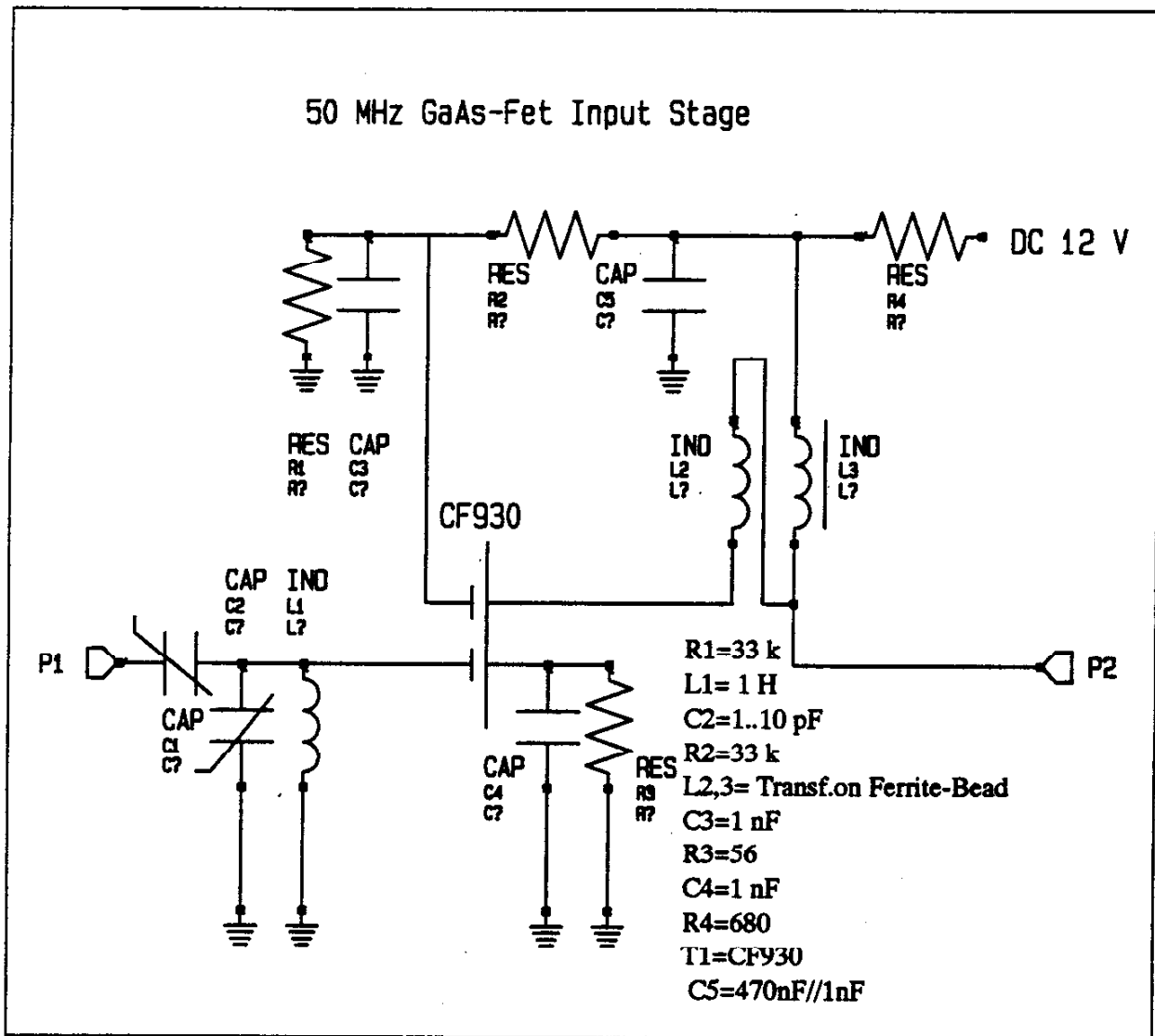
Die Umschaltung erfolgt mittels kleiner Relais; der Mischer und das 50 MHz Filter werden für RX und TX verwendet. Da mit einem IC202 auf 144 MHz angesteuert wird und dieses nicht auf geringere Ausgangsleistung eingestellt werden sollte, war noch ein 20 dB Dämpfungsglied mit 3 Watt Belastbarkeit und eine Einstellmöglichkeit vorzusehen.

TX-PA

In der Bastelkiste fand sich auch noch ein BLX89 und an einem Samstagabend ohne Verpflichtungen wurde auch noch eine kleine PA gebaut. Sie ist eine Standardschaltung mit Vorspannungseinstellung wie sie in jedem besseren Bastelbuch zu finden ist. An der Basis wird ein 10 Ω Widerstand gegen Masse empfohlen, um parasitäre Schwingungen zu vermeiden. Am Ausgang jedoch wurde wieder ein 5-poliges Tiefpa-Filter eingesetzt mit 100 MHz Sperrkreis.

Oszillator

Der Oszillator arbeitet auf 94 MHz und ist mit einem Fet J310 bestückt. Ihm folgt eine Pufferstufe mit einem BFR92a. Über einen 5-pol Butterworth-Tiefpaß und ein 6 dB Dämpfungsglied werden 7 dBm HF-Signal auf den Mischer gegeben. Ferner hat der Oszillator eine eigene, rauscharme 8V Stabilisierung.



Bild/Figure 3: Input Stage/Eingangsstufe

Ergebnis:

- RX-IP3: nicht ganz gelungen (-2 dBm; bekannte kommerzielle erreichen diesen Werte auch noch nicht einmal), aber durch die guten Filter werden starke TV-Sender bei Es- Öffnungen vom RX ferngehalten.
- RX-NF : Rauschzahl der Vorstufe: 0.8 dB; des ganzen RX-Konverters: 1.8 dB
- TX : geringe Intermodulation
- TX-PWR : max. 8.5 W / bei 100 MHz ca 2 nW
- Sonst : Oszillator Pegel am Ausgang (TX): Nicht meßbar. Oszillator Pegel am Ausgang (ZF): -52 dBm *

* Der Abschluß des Mischers mit 50Ohm an allen Ports bewirkt wahre Wunder. Durch zu hohe Oszillatorleistung am Ausgang eines Transverters werden in vielen Fällen "unerklärliche" Intermodulationserscheinungen am ZF-Nachsetzer hervorgerufen.

Betrieb:

Der Transverter macht im Betrieb einen sehr guten Eindruck. Überzeugend ist der RX, da selbst bei starken TV Signalen nur die Träger zu hören sind, die wirklich da sind. Im Vergleich zu einem einfachen FET Mischer (BF960) erscheint das Band völlig ruhig. Die 2. Harmonische bei 100 MHz ist im Radio bei einem Antennenabstand von 1.5 m kaum wahrnehmbar.

3. Schlußbemerkungen

Es existiert derzeit noch kein Layout. Die Schaltung ist ganz und gar auf einer Experimentierplatte im 2.54 mm Raster mit durchgehender Massefläche aufgebaut. Bis auf wenige Bauteile und die PA ist alles in SMD-Technik erstellt. So nimmt jede Baugruppe nur wenige Quadratzentimeter Platz in Anspruch.

Derzeit entwickle ich das Konzept weiter und wird demnächst - mit Layout - auch eventuell vorgestellt. Es wird individuell für 50 MHz, 144 MHz oder 432 MHz bestückbar sein.

English: Just another 50 MHz Transverter

With April, 1st 1990 German Amateurs were able to receive a special permission for operation in the 50.080 .. 50.400 MHz Band. After a first bad experience with a MOSFET Converter I designed a transverter working in all different conditions offered by that band. This essay will give some ideas for own realisations.

1. Requirements:

- RX-Converter
 1. Low Noise Figure
 2. Overall 3rd order Interceptpoint better than 0dBm
 3. Narrow bandfilter to reject TV-Signals (48.250 MHz & 53.750)
 4. Low Noise Oscillator

- TX-Converter
 1. Low Intermodulation TX
 2. High Spurious rejection
 3. Pout about 5 Watts

All stages have 50Ω ports

I have chosen the 2m-6m Combination to allow parallel 10m operation. Exciter is an IC202. The IC202 had to be realigned before use, because of a very bad looking Spectrum.

2. Funktional Description

RX-Preamplifier:

The choice for a good IP3 is a GaAs-Fet as first transistor operating with a fairly high current ($I_{ds}=35mA$). Using a test board I found the Telefunken CF930 and Siemens CF739 which are both SMD SOT 123 Case versions of the well known CF300. The CF930 offered a little more gain of 3dB. The Noise Figure was found to be $F=0.8$ dB. This was unexpected because the low-corner frequency for 1/f-Noise for Dual-Gate

GaAs-Fets is around 30 MHz. With microwave GaAs-Fets this frequency is generally higher than 50 MHz.

Filter

Several Filters are used in this transverter. There is the main band-pass and other 5-pole low-passes in the TX.

With a RF-CAE program (EEsof/LIBRA-Touchstone) I designed a 7-pole Filter meeting the requirements. This can be reached with Low-cost NEOSID inductances and ceramic-capacitors. The TV-picture and sound carriers (48.250 & 53.750 MHz) are already far suppressed. This filter has 3dB attenuators on its ports.

The low-pass filters are of Chebychev-Type and are designed after standard tables from the ARRL-Handbook. A series-resonant LC-circuit works on 100 MHz to reject emissions in the FM Band.

Mixer

There was IE500 in my box, I took it. All ports have 3 dB attenuators.

RX-IF Amplifier

In that stage I use a J310 in Gate-Base-Circuit similar as the OE9PMJ Transverter.

TX-Amplifier

The TX-amplifier is broadband, has two stages and works in class-A operation. First stage is a SMD BFG67 (similar BFR91), second stage is a SMD BFG135 (BFG34 chip). Between mixer and first stage there is a 12 dB attenuator. At the output I get about 800mW with only a little intermodulation. This stage is followed by a 5-pole Lowpass and a 100 MHz Filter.

TX-RX

TX/RX-Switching is done with little gold-wire relays. Mixer and Band-Pass are used in both receiver and transmitter chain. On TX-side there is another attenuator because the IC202 should not be modified with 2 Watts Output.

TX-PA

In my junk-box I found a BLX89 and on one Saturday evening a little PA was built. I used a standard circuit, with Lowpass and 100 MHz Filter in the output. A 10 resistor from Base to ground is recommended to avoid parasitic oscillations.

Oscillator

The oscillator works on 94 MHz and uses a J310 FET. This is followed by a buffer with a BFR92a. The signal is lead via a 5-pole Lowpass and a 6-dB attenuator to the mixer. The oscillator has its own Low-Noise voltage source (8V).

Results:

- RX-IP3: -2 dBm on the INPUT !!; well known commercials even do not reach this value. The bandpass filter rejects most of the strong signals from the input.
- RX-NF: F=0.8 dB of the preamp, F=1.8 dB of the whole transverter
- TX: low intermodulation
- TX-PWR: max. 8.5 W / 2 nW at 100 MHz
- Other: Oscillator level on TX-output: Can't find it ..Oscillator level on RX-output: -52 dBm

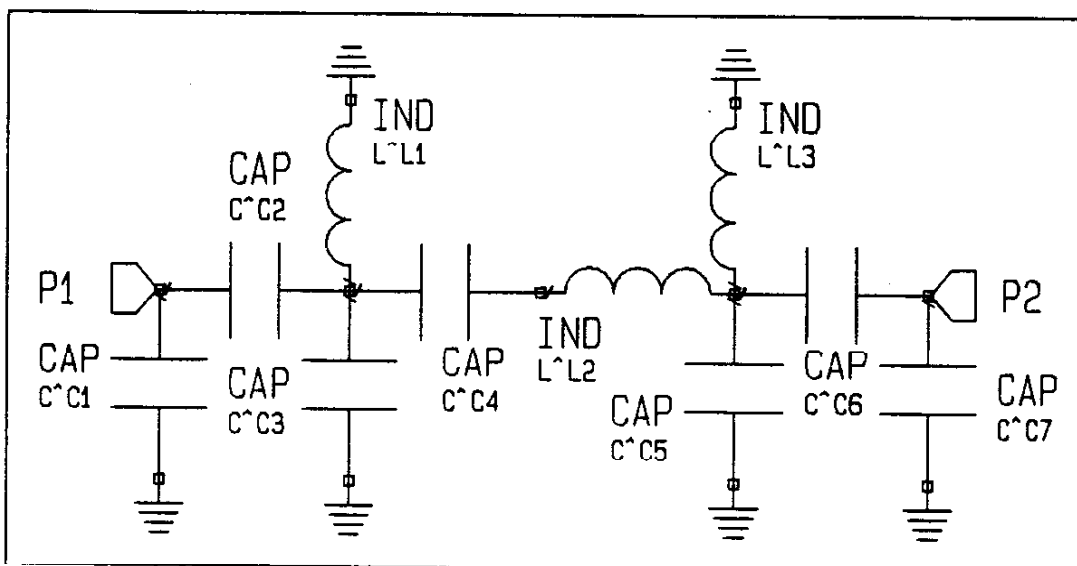
Operation

This little SMD transverter seems to operate very well. Specially the receiver sounds nice. There are only signals that are really on the band. Compared to my BF960 FET Mixer the band is very quiet. No disturbance is found in the radio-receiver with an antenna distance of only 1.5 m.

Too high Oscillator level on the RX-IF output will produce intermodulations on the output. 50 attenuators on the mixer ports work like a miracle ...

There does not exist any layout. I made it on a SMD breadboard with ground on the other side. Each stage takes a space of only a few square-centimeters.

Now I am designing a transverter - with layout - that can be used on 50, 144 or 432 MHz.



Bild/Figure 4: 50 MHz Bandpass

