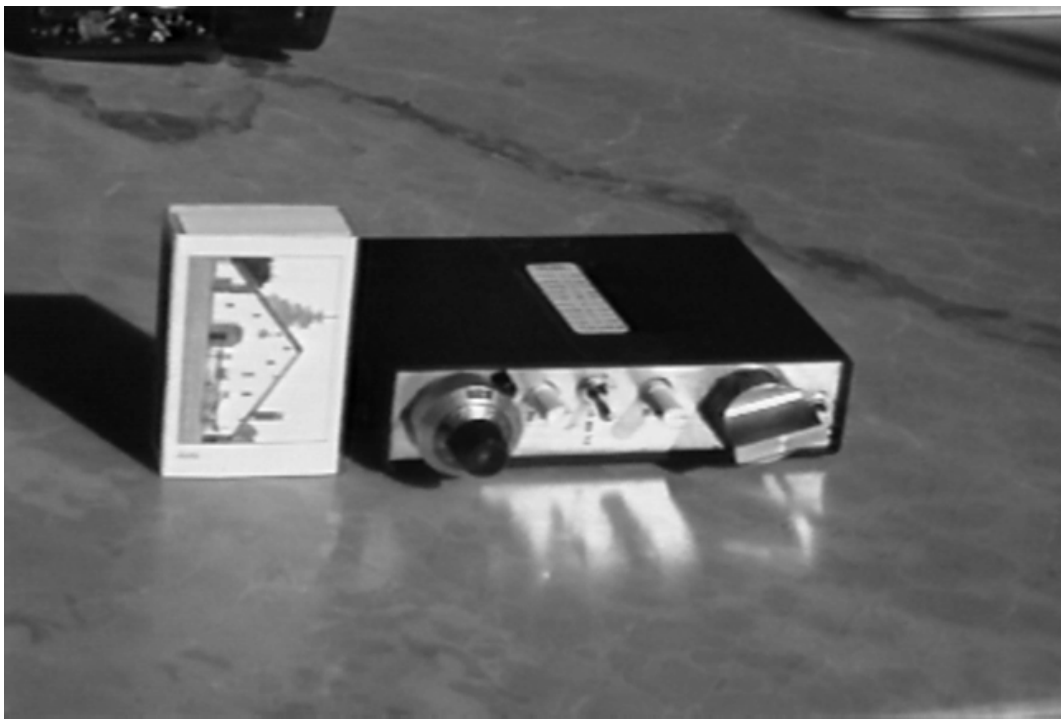
Mini-QRP Sende-Empfänger HB9BXE

„ micro LU “

Version 1.3



Hans-Peter Blättler
Chriesibüel 15
6030 Adligenswil

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.1	**Technische Daten**	
1.2	Empfängerdaten	
1.3	Senderdaten	
1.4	Block Diagramm	1
1.5	Empfängerschema 3.5MHz	2
1.6	Senderschema 3.5 MHz	3
1.7	Empfängerschema 7 MHz	4
1.8	Senderschema 7 MHz	5
1.9	Empfängerschema 14 MHz	6
1.10	Senderschema 14 MHz	7
1.11	Empfängerschema 21 MHz	8
1.12	Senderschema 14 MHz	9
1.13	Verdrahtungsplan	10
1.14	Verdrahtungsplan und Bestückungsplan	11
1.15	Stückliste	12
1.16	Troubelshoting	17
2.	**QRP- was ist das?**	**20**
2.1	Was treibt einen OM dazu?	20
2.2	Welche Betriebsart ist für QRP geeignet?	20
2.3	Betriebstechnik	21
2.4	QRP- Frequenzen	22
3.	**Die Grundidee oder weshalb selbst ein QRP-Gerät bauen?**	**23**
3.1	Die Aufgabe / das Ziel	23
3.2	Das Endprodukt	23
4.	**Der Aufbau**	**23**
4.1	Das Blockdiagramm	23
4.2	Der Empfänger	23
4.3	Der Sender	24
5.	**Das Schaltschema**	**24**
5.1	Der Empfänger	24
5.2	Antennenschalter	24
5.3	Vorverstärker	24
5.4	Der Empfangsmischer	25
5.5	Spannungsstabilisierung	25
5.6	Spannungsversorgung	25
5.7	1. ZF Verstärker	25
5.8	Nachselektion (CW-Filter)	26
5.9	Impedanzstufe T3	26
5.10	ZF-Verstärker	26
5.11	Produktedetektor	26
5.12	NF-Tiefpass/NF-Regelung	26
5.13	NF-Mute	27
5.14	NF-Verstärker	27

6.	**Der Sender**	**27, 28**
7.	**Die Bauanleitung**	**29**
7.1	Gehäusevorbereitung	29
7.2	Platine einbauen	30
7.3	Vorbereitung Drehko	31
7.4	Montage des Endstufentransistors	31
7.5	Vorbereitung Platine	32
7.6	Allgemeine Hinweise	32
8.	**Der Bau des Empfängers**	**32**
8.1	Aufbau des NF-Verstärkers	32
8.2	Test NF-Verstärker	33
8.3	Aufbau des MUTE	33
8.4	Test des MUTE	34
8.5	Aufbau Tiefpassfilter mit NF-Regelung	34
8.6	Test des Tiefpassfilters mit NF-Regelung	34
8.7	Aufbau Spannungsversorgung / Spannungsregelung 6V	34
8.9	Testen der Spannungsversorgung / Spannungsregelung	35
8.10	Aufbau des Produktedetektors IC4	35
8.11	Test Produktetektor	36
9.	**Aufbau Haupt-ZF-Verstärker**	**36**
9.1	Test des ZF-Hauptverstärkers	37
9.2	Aufbau ZF-Filter und Trafo T3	37
9.3	Test ZF-Filter	38
9.4	Aufbau 1. ZF-Stufe mit Transformator Tr.2	38
9.5	Test der 1. ZF-Verstärker-Stufe	39
10.	**Aufbau des Empfangsmischers mit dem VFO**	**40**
10.1	Test Mischerstufe	41
11.	**Aufbau des Eingangsfilters**	**42**
11.1	Test des Eingangsfilters	43
12.	**Der Bau des Senders**	**44**
12.1	Der Oszillator	44
12.2	Test des Oszillators	45
13.	**Aufbau TX-Puffer**	**46**
13.1	Funktionstest des TX-Puffers	46
14.	**Aufbau des Tastschalters**	**46**
14.1	Test des Tastschalters	47
15.	**Aufbau TX-Treiber**	**47, 48**
15.1	Test Treiberstufe	49

16. Aufbau der Endstufe (PA) 49
16.1 Funktionstest der Endstufe (PA) 50

17. Der Tiefpass 50
17.1 Test des Tiefpassfiters 51

18. Zusammenbau 51

19. Anschlussbilder der aktiven Bauelemente 53

20. Schlußwort 53

Technische Daten HB9BXE QRP mini-Sendeempfänger

- Frequenzbereich (Monobander): 80m bis 10m
- Bandbreite Rx: jeweils ca 100kHz breit
- Abmessungen B,H,T 100mm x 25mm x 75mm
- Betriebsspannung Nom. 13.8V (10V bis 17V)
- Gewicht inkl. Gehäuse ca. 210 Gramm (QRP Plus= 2.5Kg)
- Stromkonsum bei RX ca. 40mA (QRP Plus= 150 mA)

Empfängerdaten

- Rauschflur RF S/N 3dB: -129dBm (QRP Plus= -101 dBm)
- Seitenbandrauschen Δf 20 kHz -117 dBm/Hz (QRP Plus= -109 dBm/Hz)
- Dynamikbereich DB_3 Δf 20 kHz 86 dB (QRP Plus= 74 dB)
- Intrceptpoint IP_3 Δf 20 kHz +4 dBm (QRP Plus= -14 dBm)
- ZF Bandbreite: 300Hz (3 pool-Quarzfilter)
- AGC: ZF-Handregelung + NF-Handregelung
- NF: Kopfhörer LS-Betrieb, 0.5W
- VFO Stabilität: ca. 1kHz/h nach 5 min. Betrieb

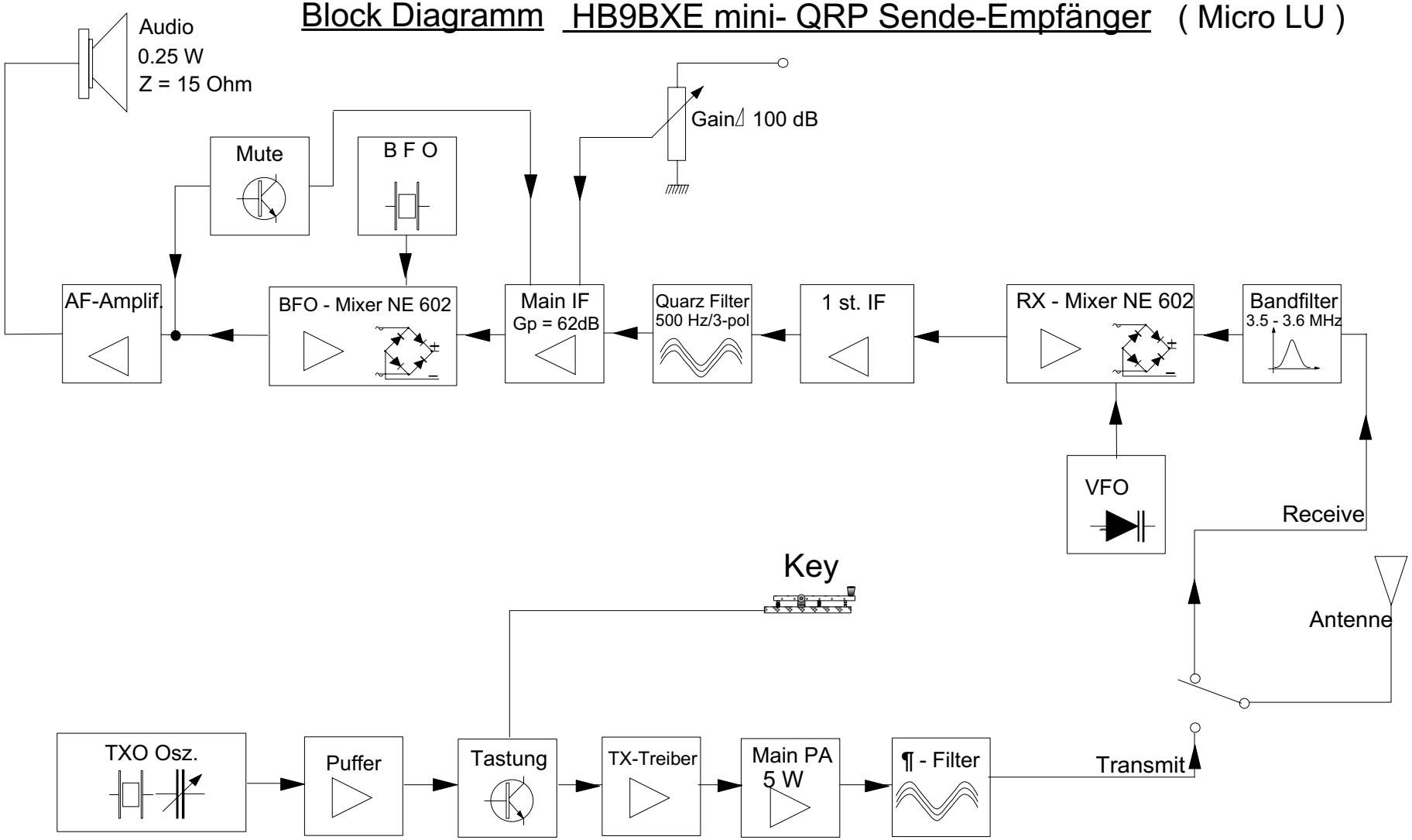
Senderdaten

- Oszilator: XTO gezogener Quarz (bei 80m Keramikresonator)
- Bandbreite: 80m: 60kHz
  40m: 12kHz
  20m: 24kHz
- Betriebsart: CW
- Sendeleistung:

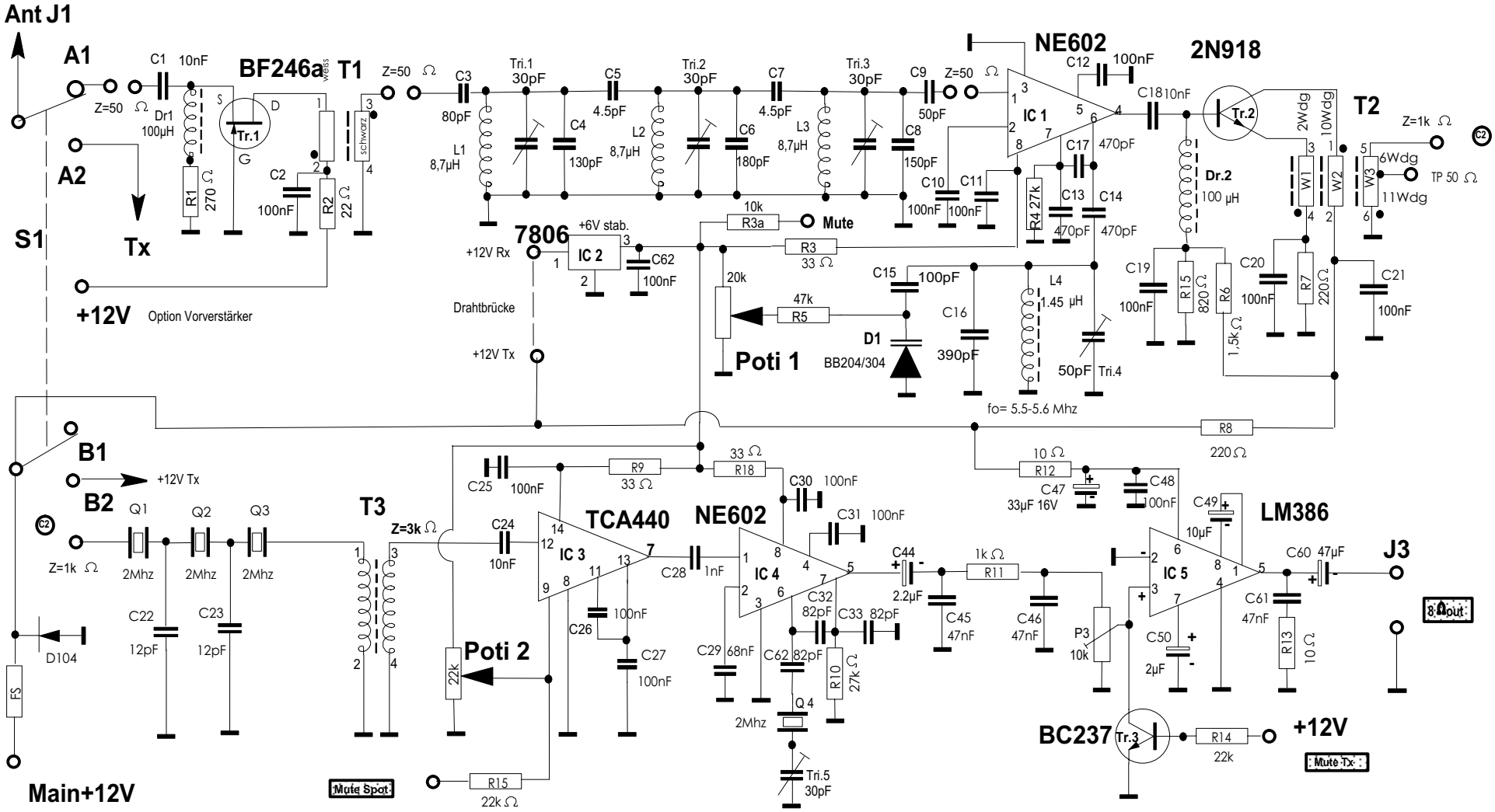
Spannung	P out	Stromaufnahme
8V	1,5W	250mA
10V	2W	340mA
12V	3W	410mA
17V	5W	510mA

- Oberwellenunterdrückung: 37dB 3. Harmonische

Block Diagramm HB9BXE mini- QRP Sende-Empfänger (Micro LU)

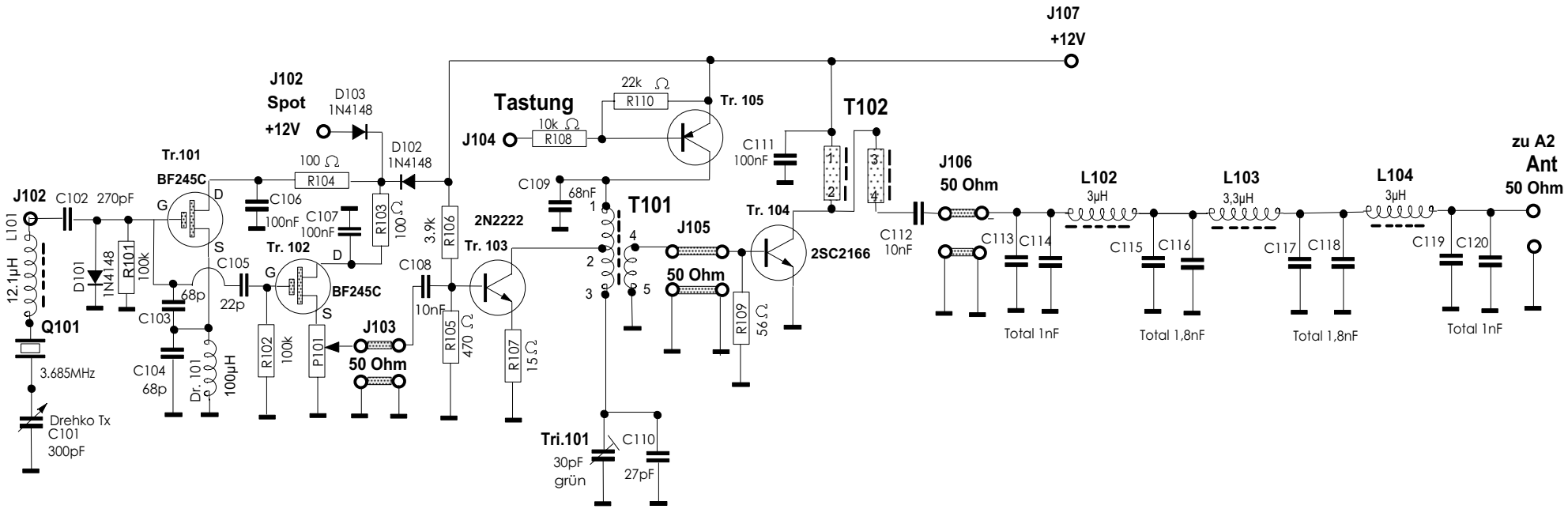


HB9BXE-mini QRP - Sende-Empfänger 3.5Mhz

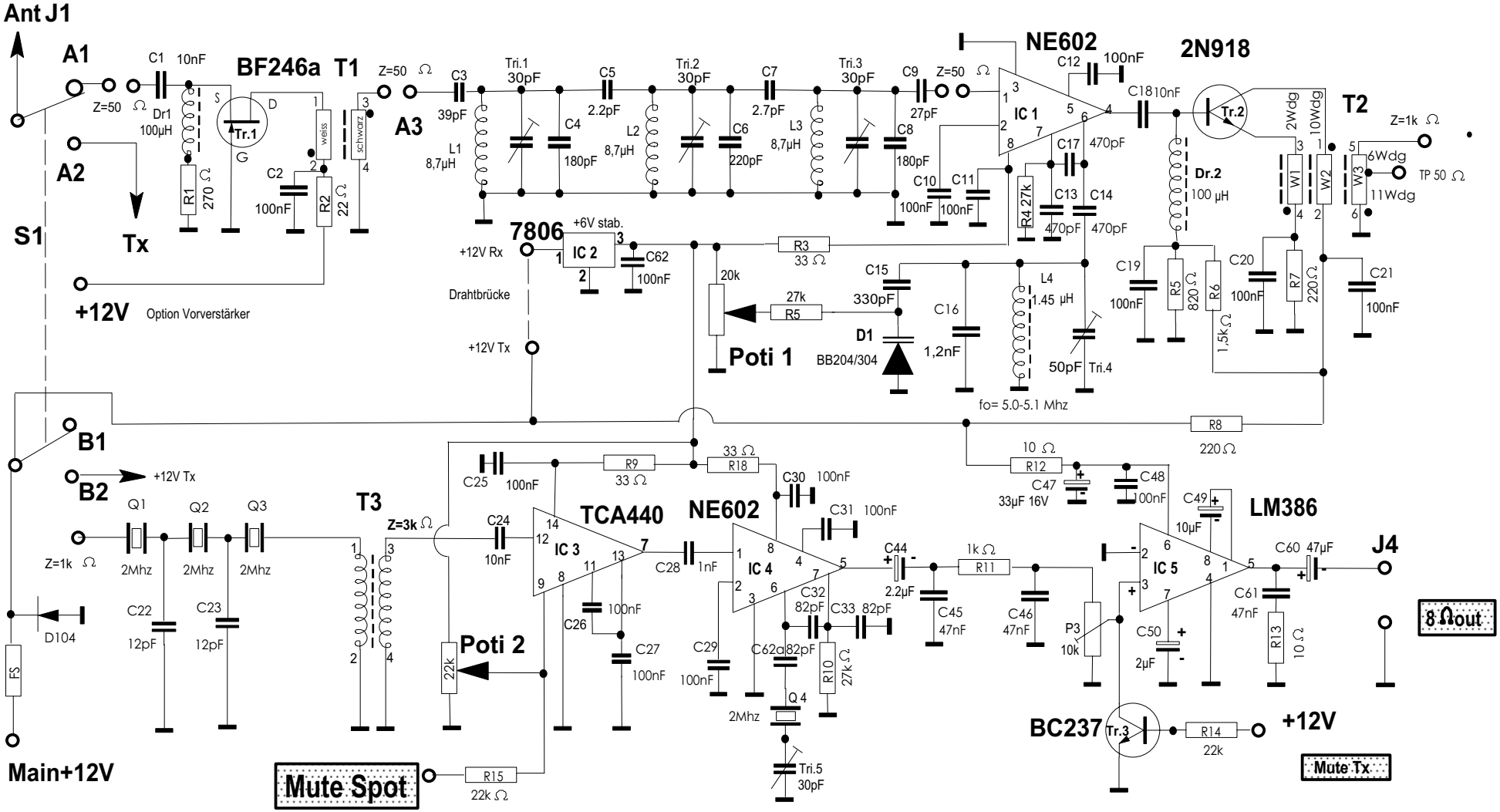


HB9BXE mini- QRP - Sende-Empfänger 3,5MHz

(Sender TXO)

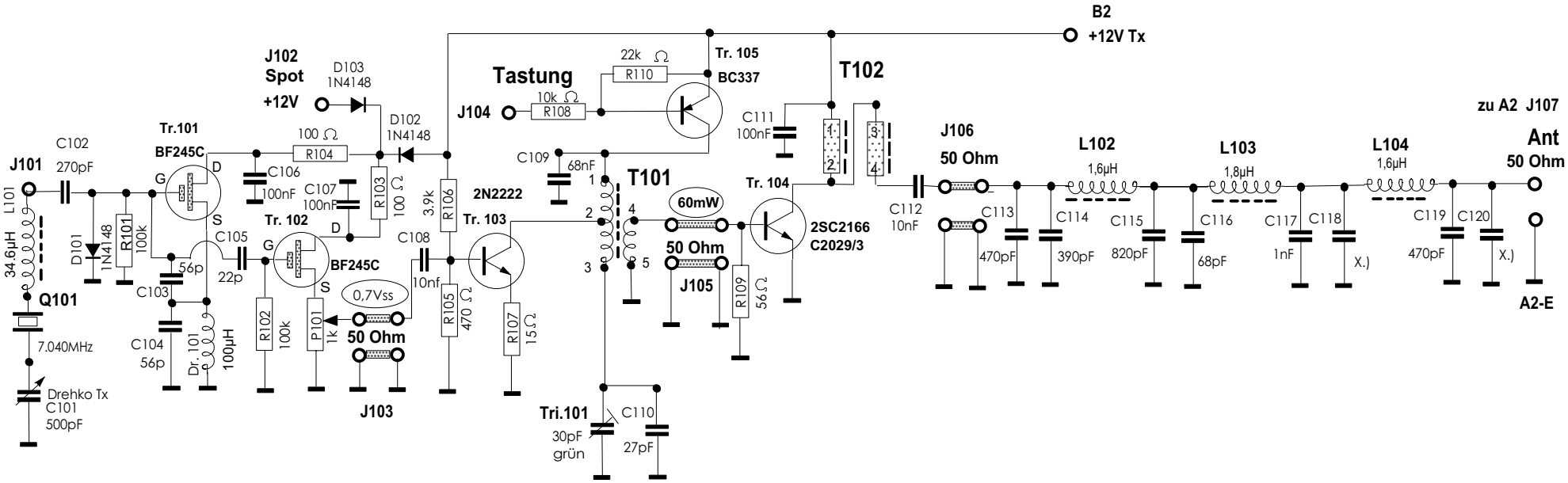


HB9BXE-mini QRP - Sende-Empfänger 7Mhz

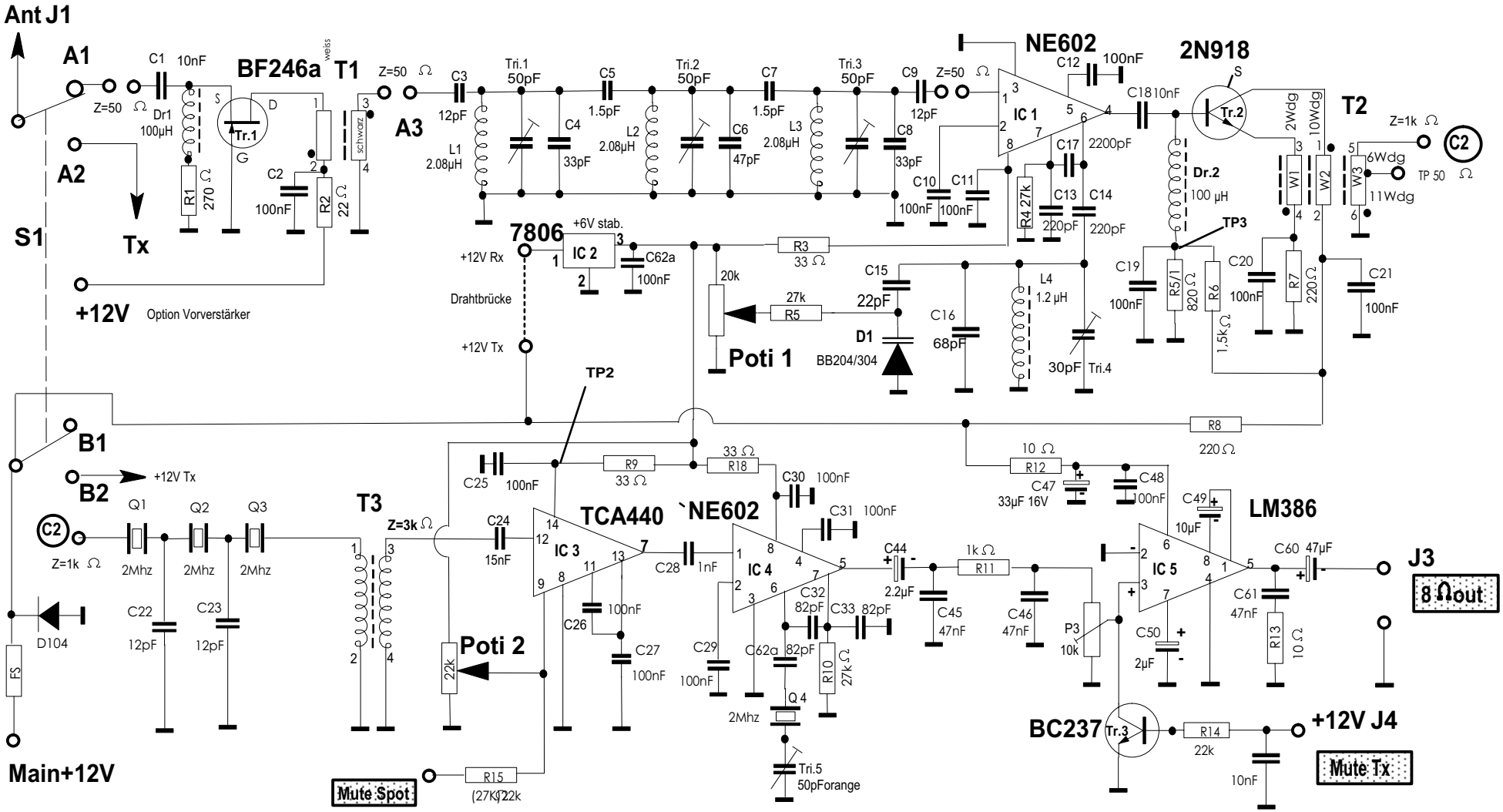


HB9BXE mini- QRP - Sende-Empfänger 7MHz

(Sender TXO)



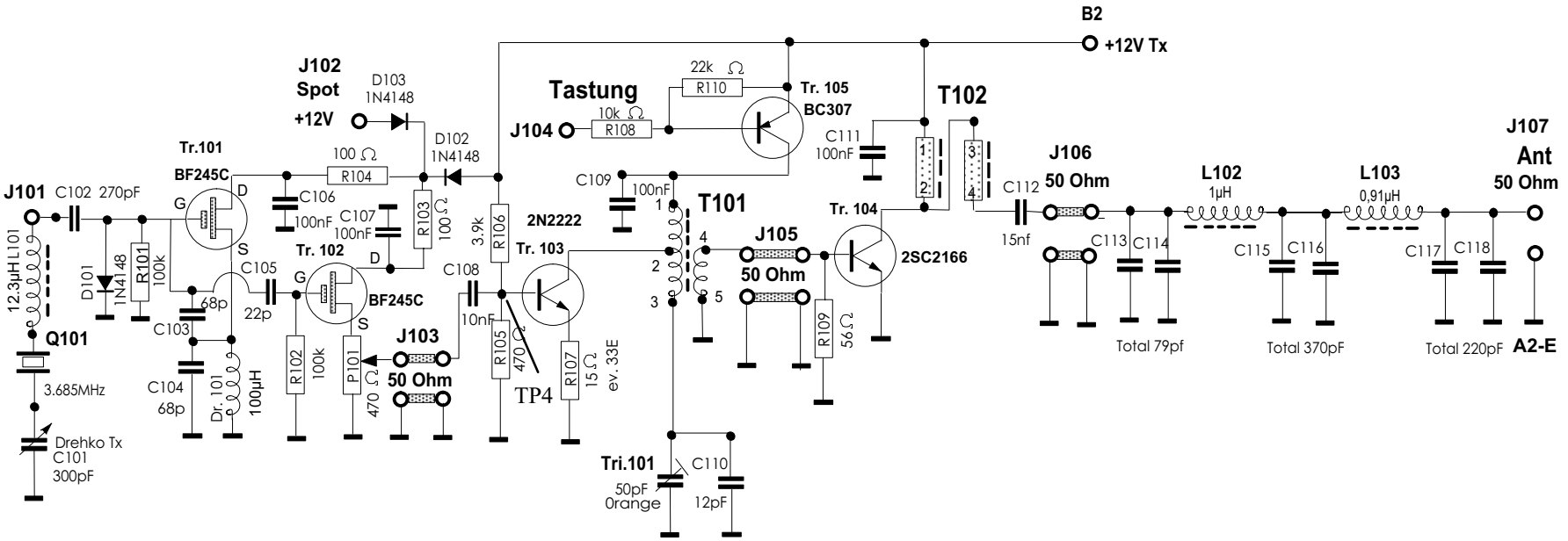
HB9BXE-mini QRP - Sende-Empfänger 14Mhz



HB 9 BXE 17.04.1995 **Korr: 12.09.97** **mini_rx4.DRW**

HB9BXE mini- QRP - Sende-Empfänger 14MHz

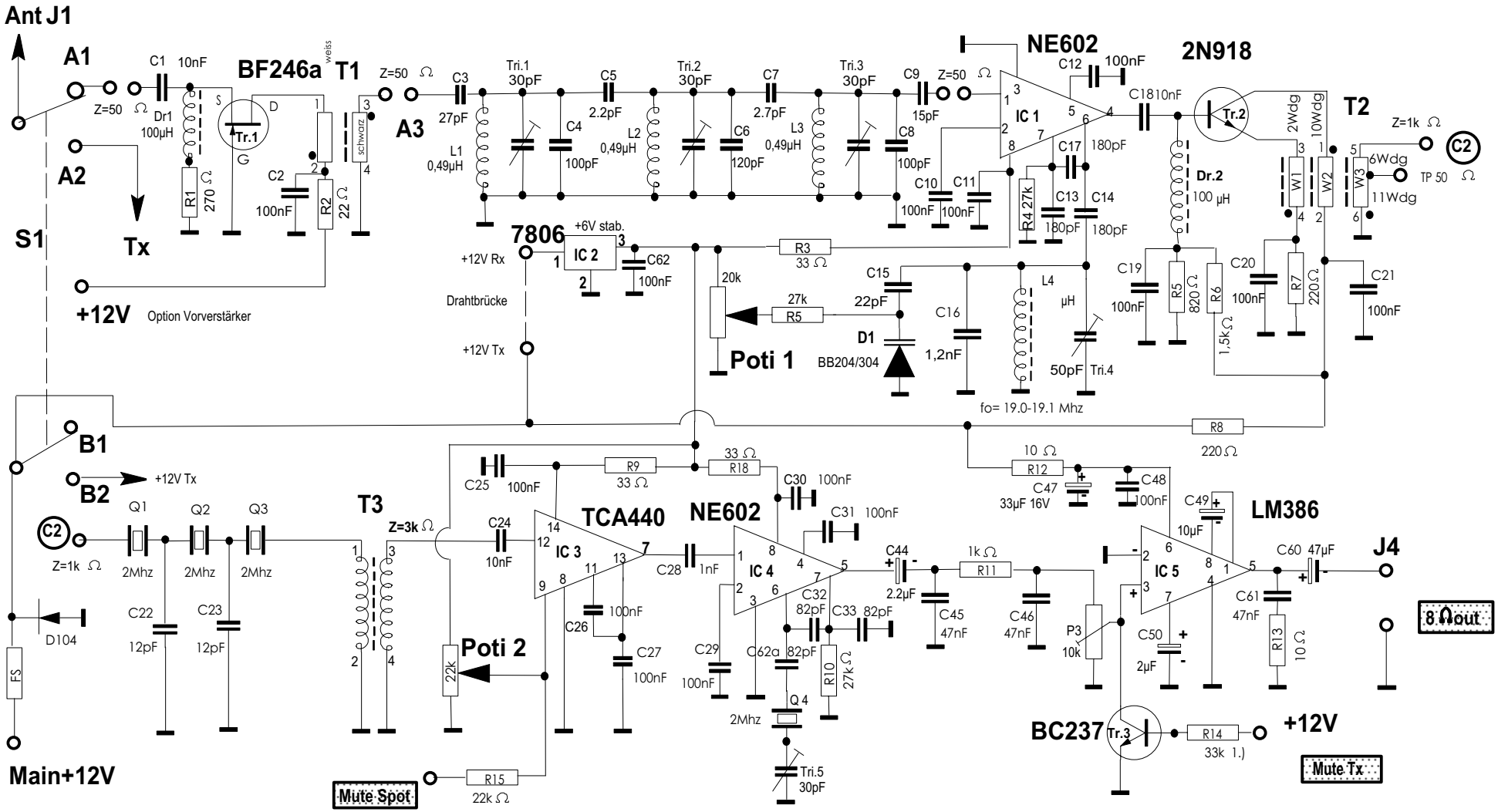
(Sender TXO)



© HB 9 BXE 17.04.1995 **Korr: 12.09.97**
Nachtr. 01.12.02

mini_tx3.DS4

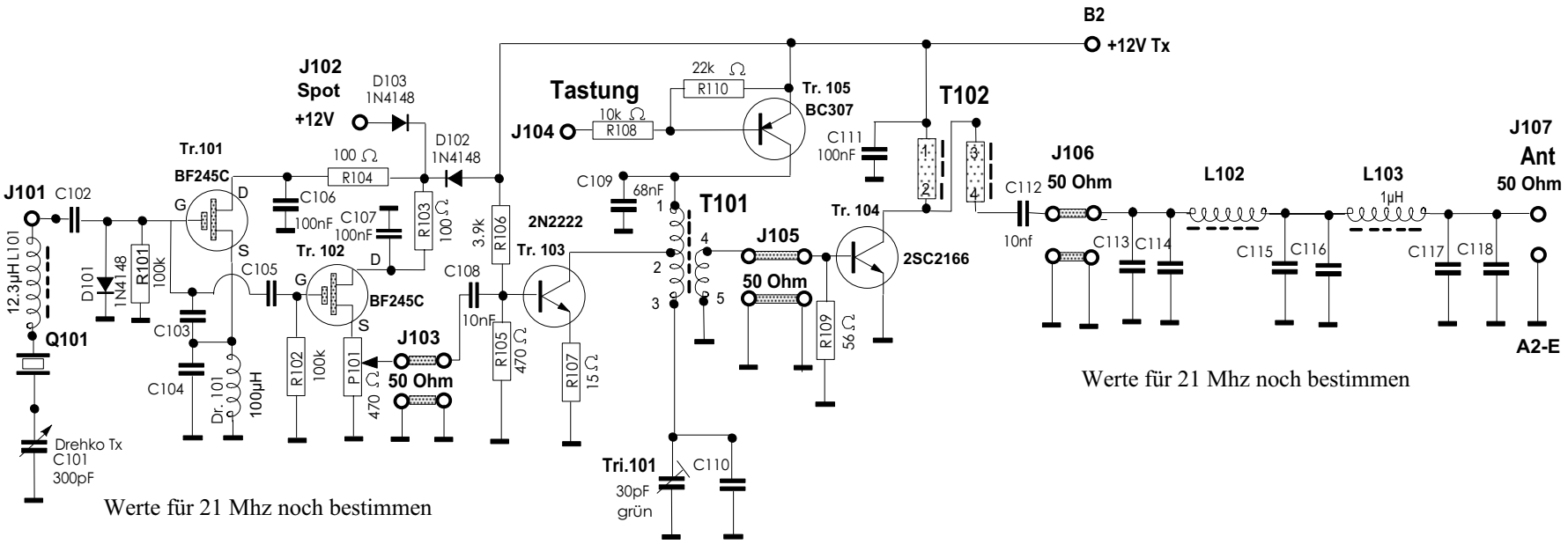
HB9BXE-mini QRP - Sende-Empfänger 21Mhz



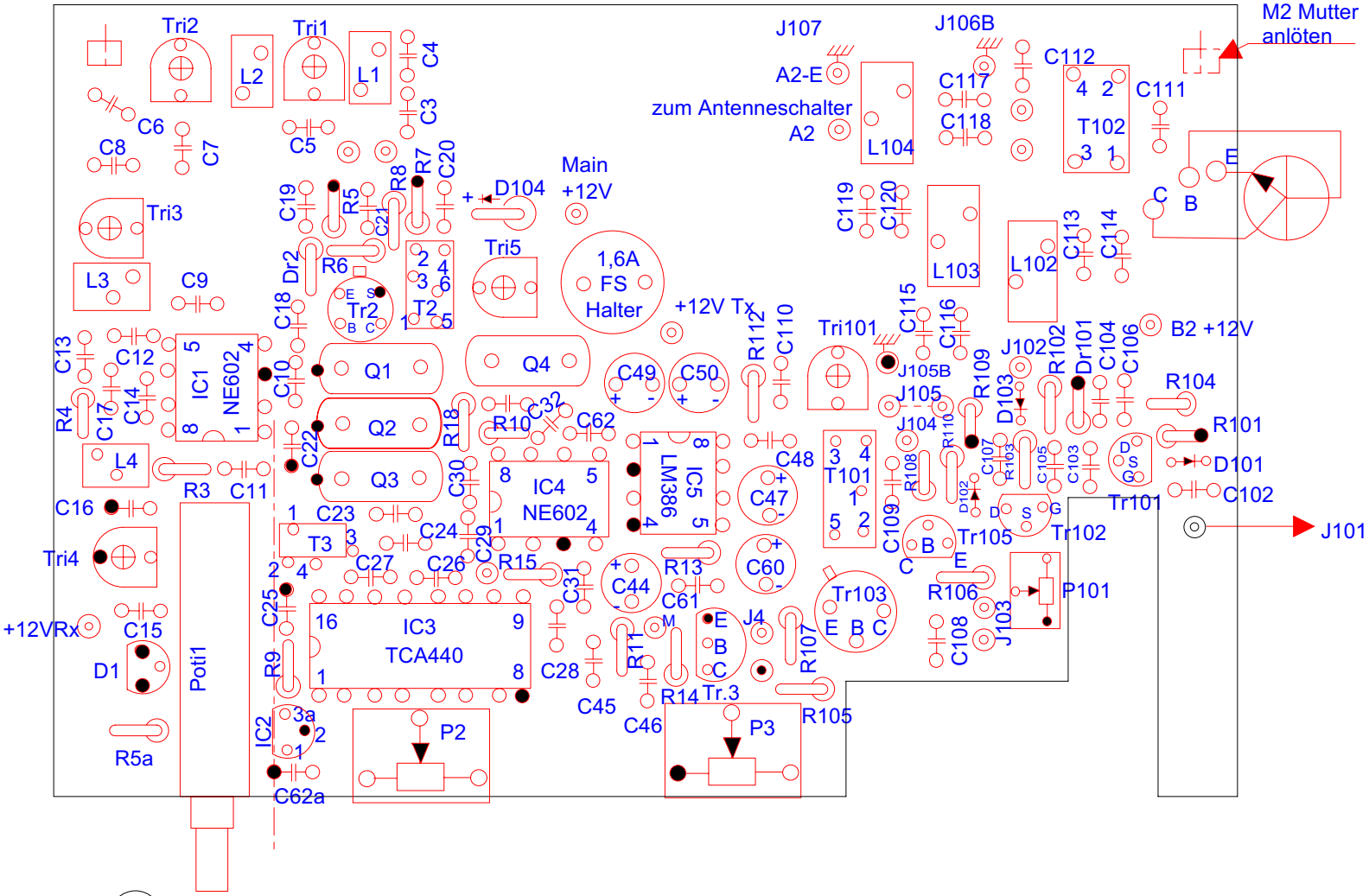
1.) siehe Text

HB9BXE mini- QRP - Sende-Empfänger 21MHz

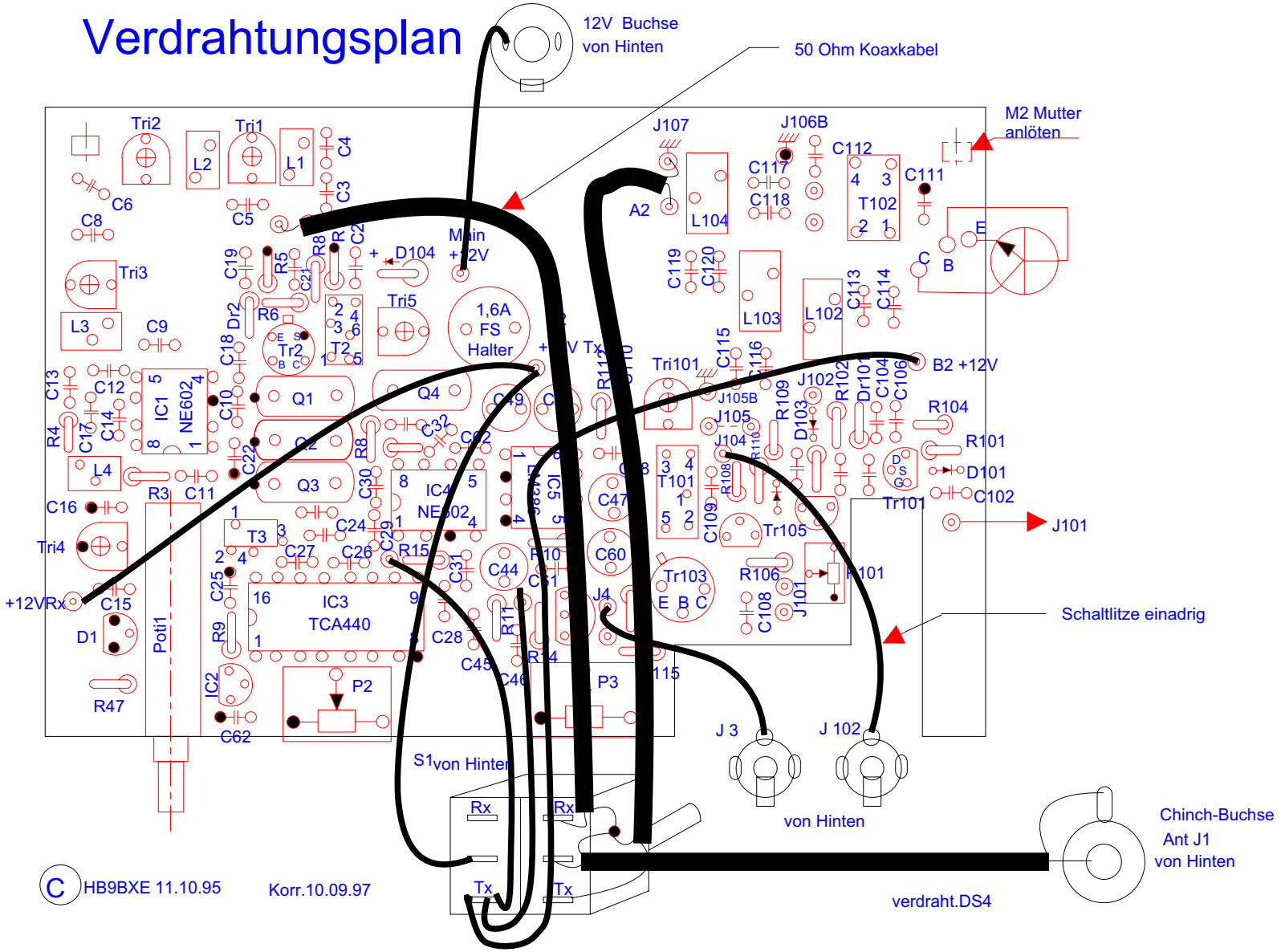
(Sender TXO)



Mini Sende-Empfänger Bestückungsplan



Verdrahtungsplan



Troubleshooting

IC1 NE602				
	Widerstand	Spannung bei Rx	Spannung bei Tx	Bemerkung
Pin1	¥	1,4V		
Pin2	¥	1,4V		
Pin3	0	0V		
Pin4	4,6k	4,9V		
Pin5	4,6k	4,9V		
Pin6	20k	5,9V		
Pin7	12,7k	5,4V		
Pin8	3k	6V		

IC3 TCA 440/ A244D				
	Widerstand	Spannung bei Rx	Spannung bei Tx	Bemerkung
Pin1	5,3k	1,8V		
Pin2	5,3k	1,8V		
Pin3	¥	0,4V		
Pin4	¥	1,3V		
Pin5	¥	1,3V		
Pin6	¥	0,7V		
Pin7	¥	2,1V		
Pin8	0	OV		
Pin9	4 Ohm - 3k	6V-0V		
Pin10	¥	1,4V		
Pin11	16k	1,4V		
Pin12	17k	1,4V		
Pin13	14k	1,4V		
Pin14	3k	5,6V		
Pin15	¥	0,7V		
Pin16	¥	O,7V		

IC4 NE602				
	Widerstand	Spannung bei Rx	Spannung bei Tx	Bemerkung
Pin1	¥	1,4V		
Pin2	¥	1,4V		
Pin3	0	0V		
Pin4	4,4k	4,8V		
Pin5	4,4k	4,8V		
Pin6	18,4k	6V		
Pin7	12k	5,1V		
Pin8	3k	6V		

Bem. Toleranz= plus/minus 70%

Troubleshooting

IC5 LM386-1				
	Widerstand	Spannung bei Rx	Spannung bei Tx	Bemerkung
Pin1	¥	1,4V		
Pin2	¥	0V		
Pin3	1k	0V		
Pin4	0	0V		
Pin5	2,5k	5,9V		
Pin6	18,4k	12V		
Pin7	¥	6V		
Pin8	¥	1,4V		

IC2 LM7806				
	Widerstand	Spannung bei Rx	Spannung bei Tx	Bemerkung
Pin1	2,5k	12V		
Pin2	0	0V		
Pin3	3k	6V		

Transistor Tr.2 2N918				
	Widerstand	Spannung bei Rx	Spannung bei Tx	Bemerkung
E	220 Ohm	2,3V		
B	820 Ohm	3V		
C	2,3k	8,8V		
S	0	0V		

Transistor Tr.101 Fet, BF245C				
	Widerstand	Spannung bei Rx	Spannung bei Tx	Bemerkung
G	100k		0 V	gemessen ohne C101
D	130Ohm		10,1V	gemessen ohne C101
S	7 Ohm		0V	gemessen ohne C101

Transistor Tr.102 Fet, BF245C				
	Widerstand	Spannung bei Rx	Spannung bei Tx	Bemerkung
G	100k		0 V	
D	220Ohm		11 V	
S	250 Ohm		1,4 V	

Bem. Toleranz= plus/minus 70%

Transistor Tr.103 2N2222				
	Widerstand	Spannung bei Rx	Spannung bei Tx	Bemerkung
E	15Ohm		12 V	
B	470Ohm		1,3 V	
C	¥		12V	

Transistor Tr.105 BC307				
	Widerstand	Spannung bei Rx	Spannung bei Tx	Bemerkung
E	4,4k			
B	14k			
C	¥			

Transistor Tr.104 2SC21666				
	Widerstand	Spannung bei Rx	Spannung bei Tx	Bemerkung
E	0 Ohm			
B	56 Ohm			
C	¥			

Bemerkungen:

Alle Messungen werden mit einer Speise-Spannung von 12V gemacht.
Als Messinstrument wurde ein Digital-Multimeter mit 1Megohm Innenwiderstand verwendet.
Die Toleranz bei den Ohm-Wertmessungen beträgt ungefähr 70%.
Die bei den Spannungsmessungen ungefähr 10%

Stückliste zu: HB9BXE Mini QRP Sende-Empfänger

Code	Bauteil nicht Frequenzabh.	Bauteil 3,5 MHz	Bauteil 7 MHz	Bauteil 14 MHz	Bauteil 21 MHz	Lieferant	Bestellnr. Beisp. für 80m/20m	Fr. ohne MWS	Bem
1P	25 Stk Steckerst. 1mm					Conrad	526266-33	2.00	
1P	25 Stk Steckerschuh					Conrad	526240-33	2.80	
C003		80p	39p	12p	27p	Grieder	CAH.50.80p	0.30	2
C004		130p präz	180p	33p	100p präz	Grieder	CUA.630.130p	0.50	3
C005		4,5pf	2,2p	1,5p	2,2p	Grieder	CAF.4p7	0.30	4
C006		180p präz	220p	47p	120p präz	Grieder	CUA.630.180p	0.50	3
C007		4,5pf	2,7p	1,5p	2,7p	Grieder	CAF.4p7	0.30	4
C008		150p präz	180p	33p	100p präz	Grieder	CUA.630.150p	0.50	3
C009		50p	27p	12p	15p	Grieder	CAH.50.50p	0.30	2
C010	100nf					Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C011	100nf				T-25-6	Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C012	100nf					Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C013		470p präz	470p präz	220p präz	180p präz	Grieder	CUA.630.470p	0.50	3
C014		470p präz	470p präz	220p präz	180p präz	Grieder	CUA.630.470p	0.50	3
C015		100p	330p	22p	22p	Grieder	CAH.50.100p	0.30	2
C016		390p Präz.	1,2nf Präz.	68p Präz.	68p Präz.	Grieder	CUA.630.390p	0.50	3
C017		470p präz	470p präz	220p präz	180p präz	Grieder	CUA.630.470p	0.50	3
C018	15nf					Grieder	CAF.10n	0.30	4
C019	100nf					Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C020	100nf					Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C021	100nf					Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C022	12pf					Grieder	CAF.12p	0.30	4
C023	12pf					Grieder	CAF.12p	0.30	4
C024	10nf					Grieder	CAF.10n	0.30	4
C025	100nf					Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C026	100nf					Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C027	100nf					Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C028	1nf					Grieder	CAF.1n	0.30	4
C029	100nf					Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C030	100nf					Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C031	100nf					Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C032	82p					Grieder	CAH.50.82p	0.30	2
C033	82p					Grieder	CAH.50.82p	0.30	2

Stückliste zu: HB9BXE Mini QRP Sende-Empfänger

Code	Bauteil nicht Frequenzabh.	Bauteil 3,5 MHz	Bauteil 7 MHz	Bauteil 14 MHz	Bauteil 21 MHz	Lieferant	Bestellnr. Beisp. für 80m/20m	Fr. ohne MWS	Bem
C045	47nf					Grieder	CAF.47n R2.54	0.30	4
C046	47nf					Grieder	CAF.47n R2.54	0.30	
C047	Elko 33uF					Grieder	CCG.16.33	0.30	6
C048	100nf					Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C049	Elko 10uF					Grieder	CCG.16.10	0.30	6
C050	Elko 2,2uF					Grieder	CCG.50.2u2	0.30	6
C060	Elko 47uF					Grieder	CCG.10.47	0.30	6
C061	47nf					Grieder	CMA.63.47n	0.50	1
C062	100nf					Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C062a	82p					Grieder	CAH.50.82p	0.30	2
C101	Drehko	500pf		300p		Grieder	DOT.300	4.60	
C102	270p					Grieder	CAG.50.270p	0.30	2
C103		68p	56p	68p	68p	Grieder	CAH.50.68p	0.30	2
C104		68p	56p	68p	68p	Grieder	CAH.50.68p	0.30	2
C105		22pf	22p	22p	22p	Grieder	CAF.22p	0.30	4
C106	100nf					Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C107	100nf					Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C108	10nf					Grieder	CAF.10n	0.30	4
C109	100nf					Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C110		150p	27p	12p	0	Grieder	CAF.27p	0.30	4
C111	100nf					Grieder	CMA.63.100n	0.51	1
C112	10nf					Grieder	CAF.10n	0.30	4
C113		1nf präz	470p präz	82p präz	68p präz	Grieder	CUA.250.1n0	0.50	
C114		0pf	390p präz	0	0			0.50	
C115		1,8nf präz	820p präz	330p präz	220p präz	Grieder	CUA.250.1n8	0.50	
C116		0pf	68p präz	39p präz	0			0.50	
C117		1,8nf präz	1nf präz	220p präz	120p präz	Grieder	CUA.250.1n8	0.50	
C118		0pf	0	0	0				
C119		1nf präz	470p präz	0	0	Grieder	CUA.250.1n0	0.50	
C120		0pf							
D1	BB204 = BB304					HB9BXE		1.80	4
D101	Diode 1N4148					Farnell	1N4148	0.07	

Stückliste zu: HB9BXE Mini QRP Sende-Empfänger

Code	Bauteil nicht Frequenzabh.	Bauteil 3,5 MHz	Bauteil 7 MHz	Bauteil 14 MHz	Bauteil 21 MHz	Lieferant	Bestellnr. Beisp. für 80m/20m	Fr. ohne MWS	Bem
D103	Diode 1N4148					Farnell	1N4148	0.07	
D104	Diode 3A 1N5408					Farnell	1N5408	0.70	
Dr.2	100uH					Grieder	HIM.100u	2.10	
Dr101	Drossel,100uH					Grieder	HIM.100u	2.10	
FS	Mikrofuse 1,6 A					Grieder	MFW.1A6F	1.50	
FS-H	Sicherungshalter					Grieder	MFW.H	1.30	
IC1	NE602					HB9BXE		6.00	
IC2	Spannungsregler 6V					Farnel	LM78L62	0.70	
IC3	A244D/ TCA440					HB9BXE		6.00	
IC4	NE602					HB9BXE		6.00	
IC5	LM386					HB9BXE		3.20	
J1	Chinch-Buchse					Grieder	SGO.BM	0.65	
J2	Einbaubuchse 12V					Grieder	SGK.2SBM	1.20	
J2a	Klinkenst. Stereo					Grieder	SGK.2SS	1.80	
J3	Einbaubuchse					Grieder	SGK.2B	0.70	
J4	Einbaubuchse					Grieder	SGK.2B	0.70	
L01		T-25-2	T-25-6	T-25-6	T-25-6	HB9BYL	T-25-2	2.00	
L02		T-25-2	T-25-6	T-25-6	T-25-6	HB9BYL	T-25-2	2.00	
L03		T-25-2	T-25-6	T-25-6	T-25-6	HB9BYL	T-25-2	2.00	
L04		T-25-2	T-25-6	T-25-6		HB9BYL	T-25-2	2.00	
L101	Kern	FT-23-61	T-37-2	T-37-6	T-37-6	HB9BYL	FT-23-61	2.10	
L102		T-37-2	T-37-2	T-37-6	T-37-6	Hb9BYL	T-37-2	2.50	
L103		T-37-2	T-37-2	T-37-6	T-37-6	Hb9BYL	T-37-2	2.50	
L104		T-37-2	T-37-2	T-37-6	0	Hb9BYL	T-37-2	2.50	
P02	Trimmpoti 22k					Grieder	RER.CV.22k	2.40	
P03	Trimmpoti 10k					Grieder	RER.CV.10k	2.40	
P101	Trimmpoti 470 Ohm					Grieder	RED.CV.470R	1.50	
Poti1	Trimmwid. 20k					Farnel	349-720	1.70	
Q01	Quarz 2,000MHz					HB9BXE		3.50	
Q02	Quarz 2,000MHz					HB9BXE		3.50	
Q03	Quarz 2,000MHz					HB9BXE		3.50	
Q04	Quarz 2,000MHz					HB9BXE		3.50	

Stückliste zu: HB9BXE Mini QRP Sende-Empfänger

Code	Bauteil nicht Frequenzabh.	Bauteil 3,5 MHz	Bauteil 7 MHz	Bauteil 14 MHz	Bauteil 21 MHz	Lieferant	Bestellnr. Beisp. für 80m/20m	Fr. ohne MWS	Bem
Tr. 104	2SC2166					HB9BXE		7.00	
Tr.101	Fet BF245C					Farnell	BF245C-MOT	0.90	
Tr.102	Fet BF245C					Farnell	BF245C-MOT	0.90	
Tr.103	Transistor 2N2222					Farnell	2N2222	1.00	
Tr.105	PN P Transistor BC307					Farnell	BC307	0.30	
TR2	2N918					HB9BXE		2.50	
TR3	NPN Transistor BC237					Farnell	BC237	0.30	
Tri. 101	30pf grün					Farnel	108-221	0.50	
Tri.1	50pf orange			30p		Farnel	108-222	1.00	
Tri.2	50pf orange			30p		Farnel	108-222	1.00	
Tri.3	50pf orange			30p		Farnel	108-222	1.00	
Tri.5	30p grün/50pF orange					Farnell	108-221 /-222	0.50	
	Gehäuse					Grieder	NBJ9003	5.95	
	VFO-Antrieb					Grieder	MKL.20	19.50	
	Platine					HB9BXE		12.00	
	Adapter					Farnel	149-877	1.30	
	1 Glimmerscheibe Q4					Grieder	FXP.220	0.80	
	Kühlblech					Grieder	FXT/85	0.80	
	Steckachse P3					Grieder	RER.CZ24	0.50	
	Steckachse P2					Grieder	RER.CZ38	0.50	
						Total Fr.		185.73	
	Div.								
	1 Knopf zu C101								
	Drahtbedarf, durchm.	0.15	1.5m						
		0.2	4.0m						
		0.3	1.0m						
		0.4	1.0m						
		0.5	1.0m						

Stückliste zu: HB9BXE Mini QRP Sende-Empfänger

Code	Bauteil nicht Frequenzabh.	Bauteil 3,5 MHz	Bauteil 7 MHz	Bauteil 14 MHz	Bauteil 21 MHz	Lieferant	Bestellnr. Beisp. für 80m/20m	Fr. ohne MWS	Bem
Q101	Mehrpreis für Quarz	Fr. 20.00	Fr. 20.00	Fr. 20.00	Fr. 25.00				
R003	33 Ohm					Grieder	RIG.33R	0.15	
R004	27k					Grieder	RIG.27k	0.15	
R005	47k					Grieder	RIG.47k	0.15	
R005a	27k					Grieder	RIG.27k	0.15	
R006	1,5k					Grieder	RIG.1k5	0.15	
R007	220 Ohm					Grieder	RIG.220R	0.15	
R008	220 Ohm					Grieder	RIG.220R	0.15	
R009	33 Ohm					Grieder	RIG.33R	0.15	
R010	27k					Grieder	RIG.27k	0.15	
R011	1k Ohm					Grieder	RIG.1k	0.15	
R012	33 Ohm					Grieder	RIG.33R	0.15	
R013	10 Ohm					Grieder	RIG.10R	0.15	
R014	22k					Grieder	RIG.22k	0.15	
R015	22k					Grieder	RIG.820R	0.15	
R018	33 Ohm					Grieder	RIG.33R	0.15	
R101	100k					Grieder	RIG.100k	0.15	
R101	100k					Grieder	RIG.100k	0.15	
R102	100k					Grieder	RIG.100k	0.15	
R103	100 Ohm					Grieder	RIG.100R	0.15	
R104	100E					Grieder	RIG 100R	0.15	
R105	470 Ohm					Grieder	RIG.470R	0.15	
R106	3.9k					Grieder	RIG.3.9k	0.15	
R107	15 Ohm ev. 33E Strom?					Grieder	RIG.15R	0.15	Wärme
R108	10k					Grieder	RIG.10k	0.15	
R109	56 Ohm					Grieder	RIG.56R	0.15	
R110	22k					Grieder	RIG.22k	0.15	
S1	Ant-Schalter					Grieder	SAD.2EE	3.50	
S2	Spot-Schalter					Grieder	SAD.1EE	2.50	
T02	FT-23-75					HB9BYL	FT-23-75	2.50	
T03	FT-23-77					HB9BYL	FT-23-72	2.50	
T101	Ringkern	T-37-2	T-25-6	T-25-2	T-25-6	HB9BYL	T-37-2	2.50	

findet man eine Tabelle, mit der man einen guten Überblick über die für eine verständliche Verbindung nötigen S/N-Verhältnisse erhält:

Betriebsart	S/N in dB
SSB, Telefonqualität	56
RTTY, l% Fehlerquote	51
SSB, gerade lesbar	47
RTTY, 10% Fehlerquote	45
CW	31(!)

Hierbei ist die für die Betriebsarten unterschiedliche optimale Bandbreite mit berücksichtigt. Für CW benötigt man mindestens 14 dB weniger Sendeleistung, um die gleiche Verständlichkeit wie bei RTTY und SSB zu erzielen! Das heißt, bei gleichem Rauschen eine mindestens 40mal geringere Sendeleistung als zum Beispiel für ein schwaches SSB-QSO nötig ist. 5 Watt in CW haben etwa den gleichen Effekt wie 200 Watt in SSB. Diese Tatsache wird unter anderem auch dadurch bestätigt, daß es weitaus mehr Bauanleitungen für CW-QRP-Sender als für SSB-QRP-Sender gibt. CW ist also die Betriebsart, die sich am besten für QRP eignet. Bleiben schließlich noch die folgenden Punkte, die bei einer erfolgreichen QRP-Station optimal sein sollten:

- Benutzung einer möglichst guten Sende und Empfangsantenne.
- Verwendung verlustarmer Antennenleitungen und Steckverbindungen. Hier kommen schnell ein paar dB Verlust zusammen. Am besten benutzt man Zwei- oder Vierdraht-leitung.
- Nutzung des höchsten offenen Bandes. Dort ist die Ausbreitungsdämpfung am geringsten.

2.3 Betriebstechnik

Die Betriebstechnik für QRP unterscheidet sich wesentlich von der für QRO-Betrieb. (Wie man sich leicht denken kann, hi.) Es ist z.B. nicht möglich, sich durch "Auflegen" eines Kilowatts an die Spitze eines Pileups zu katapultieren. Hier sind andere Verhaltensweisen gefragt. Der QRPer gleicht den Leistungsverlust durch eine sehr gute Betriebstechnik, die Wahl des richtigen Zeitpunktes und Geduld aus. Nur so kann mit QRP das gleiche Ergebnis erzielt werden.

Hier einige der wichtigsten Regeln:

. Man sollte nie eine Antwort erwarten, wenn man eine sehr schwache Station ruft. Die Chance, dass der andere OM QRO fährt sind recht groß. Man kann sich vorstellen, dass das eigene Signal noch viel schwächer beim Gegenüber ankommen muß. Meistens kann der gute OM uns überhaupt nicht hören. Also nur Stationen anrufen, die Q5 sind und mit mindestens S5 einfallen.

. Für den eigenen CQ-Ruf eine möglichst saubere Frequenz aussuchen. Vor dem ersten Watt auf der Antenne länger reinhören, ob sich dort bereits etwas regt. Nicht endlose CQ-Ketten geben. Nach 3-5 CQ sollte man das Call einstreuen. (Wer hört schon gern drei Minuten einem CQ-Ruf zu, ehe er das Call zum ersten Mal vernimmt?)

. Möglichst effektive Antennen benutzen. Keine Drähte mit Zufallslängen und Antennen, die schon fast auf der Erde liegen. Gute Antennen sind in Resonanz und so hoch wie möglich aufgebaut.

. Antenne, Sender und Kabel sollten möglichst sehr gut angepaßt sein. Zwei- und Vierdrahtleitungen kann man für QRP nur empfehlen, da sie sehr verlustarm die Leistung zur Antenne übertragen. Dann sollte man jedoch auch ein Anpaßgerät benutzen.

. Das CW-Signal sollte ohne Chirp und Brumm sein.

. Die Option "Weight" an elektronischen Tasten kann man bei QRP-Betrieb völlig vergessen. Hierdurch würde die Signalverständlichkeit zu sehr leiden.

2. QRP - Was ist das?

Eine Weltanschauung sagen die einen, absolute Spinnerei die anderen. Vielleicht ist es aber doch nicht so einfach. Nüchtern betrachtet ist es das Überbrücken möglichst großer Entfernungen mit Sendern kleiner Leistung. Kleine Leistung - wie klein? -, 100 Watt, 10 Watt, 1 Watt oder noch weniger? Der OM mit der 2-kW-PA sagt sofort, daß 100 Watt ja wohl absolut QRP sind. Ja, eigentlich gar keine Funkverbindung mit weniger Power klappt. Fragt man den Besitzer einer 100-Watt-Standard-Yen-Box sind QRP meist so 10 Watt. Wieder andere, die Asketen am Stamm, verdammen gar alles über 1 Watt als hoffnungslos QRO verdächtig. Aber es ist dennoch nicht alles verloren, die verschiedenen QRP-Verbände und Clubs (Ja, es gibt welche!) haben sich auf 5 Watt Output als obere Grenze geeinigt. So ist bei Contesten und Diplomen eine Art Chancengleichheit gegeben, und gleichzeitig hat man die ewigen Streithähne zum Schweigen gebracht.
QRP ist zuerst einmal für jeden Interessenten eine freiwillige Beschränkung, eine Art Understatement, d.h. man könnte hohe Leistung fahren, will aber nicht.

2.1 Was treibt einen OM nun dazu?

a) Die äußeren Umstände.

Oft sind es z.B. die mit höherer Leistung verursachten Störungen beim Nachbarn, die einfach nicht zu beseitigen sind, es sei denn, man dreht die Leistung herunter. Oder es steht außer einem sehr kleinen Budget nur eine Bastelkiste zur Verfügung, die eben für den Bau eines QRP-Senderchens ausreicht.Aber es kann auch ein Notfall sein: die PA ist kaputt..

b) Die Neugier.

Dies ist eigentlich der schönste Grund. Man möchte einfach mal ausprobieren, ob es mit weniger auch geht.

c) Der Zufall.

Nach der getätigten Transatlantikverbindung stellt sich heraus, daß man lediglich mit der Treiberleistung gesendet hat!

Nach einem erfolgreichen QRP-QSO erfährt der Operator zumeist eine Art Glücksgefühl, so à la Sechser im Lotto. Dann folgt die Verwunderung: Kann es eigentlich wirklich so gewesen sein? "Moment, noch mal schnell die Leistung nachgemessen. Tatsächlich, *1,5* Watt Out... Hmm, was sagt der Funkwetterbericht schlechte bis mittelgute Bedingungen. Ach**,** das war einfach absolutes Glück."
Spätestens wenn sich eine zweite Verbindung unter ähnlichen Gegebenheiten einstellt, wird man doch leicht nachdenklich. Man fragt sich, warum funktioniert das eigentlich überhaupt, geht das in jeder Betriebsart und muß ich nicht mindestens 100 Watt an der Antenne haben'? (Warum gibt es sonst all die 100-Watt Dinger für KW?)
Das sei dem folgenden Kapitel vorbehalten.

2.2 Welche Betriebstechnik ist für QRP geeignet?

Dies ist eine sehr wichtige Frage. Auf jeden Fall eine recht gute, will man auch Erfolg auf den Bändern haben. Vor dem ersten QRP-QSO sollte man sich erst einmal über die QRP-Eignung der verschiedenen Betriebsarten informieren. Vergleicht man die drei klassischen Betriebsarten CW, RTTY und SSB miteinander, so weiß man im allgemeinen schon aus Erfahrung, daß QS0's in CW oft noch zu Ende gefahren werden können, während RTTY- und SSB-Verbindungen bei schlechten Bedingungen **in** die Brüche gehen.
Wie kommt dieser Effekt nun zustande? Die Lesbarkeit eines Funksignales wird vom erzielten Verhältnis zwischen Signal und Rauschen bestimmt. (Auch S/N-Verhältnis genannt, engl. Abkürzung für signal/noise.) Um nun den QSO-Partner hören zu können, muß das ankommende Signal erkennbar stärker als das Rauschen im Empfänger sein. Je höher das Verhältnis, desto besser. Angenommen, man hat bereits einen Empfänger, der normalerweise wenig rauscht, dann bleiben nur noch zwei Möglichkeiten, das empfangene Signal zu optimieren: Die Erhöhung der Sendeleistung (fällt aus wegen QRP). Wahl einer günstigen Betriebsart, die auch bei kleinen Signalen noch eine ausreichende Verständlichkeit liefert. In der einschlägigen Literatur

Ein Anruf hat in der Regel größeren Erfolg als ein CQ-Ruf.

2.4 QRP-Frequenzen

Damit es für die QRP-Freunde einfacher ist, Gleichgesinnte zu treffen, hat man sich auf jedem Kurzwellenamateurfunkband eine QRP-Anruffrequenz ausgeguckt.
Nach einem geglückten Anruf sollte man wenn möglich QSY machen, **um** die QRG für andere OMs/YLs frei zu geben.
Hier nun die Frequenztabelle:

Mode	**Band**	**USA**	**EU**	**VK**
160 m	CW	1825	1843	1815
	SSB	1825	-	-
80m	CW	3560	3560	3560
	SSB	3985	3690	3620
40m	CW	7040	7030	7030
	SSB	7285	7090	
30 m	CW	10106	10106	10106
	SSB	-	-	-
20 m	CW	14060	14060	14060
	SSB	14285	14285	-
17 m	CW	18080	-	
	SSB	18130	-	-
15 m	CW	21060	21060	21060
	SSB	-	-	-
12 m	CW	24890		
	SSB	24950	-	-
10m	CW	28060	28060	28060
	SSB	28385	28360	-
6 m	CW	-	50060	
	SSB	-	50885	

3. Die Grundidee oder weshalb selbst ein QRP-Gerät bauen?

Das ganze ist ein Lernprojekt und hat zum Ziel den Selbstbau zu fördern. Es soll den weniger versierten Amateuren die Gelegenheit geben, eigene Erfahrungen zu sammeln, zu verstehen, wie ein Sender und Empfänger funktionniert und das Projekt soll Gelegenheit bieten, die Theorie in die Praxis umzusetzen.

3.1. Die Aufgabe / Das Ziel

Am Anfang galt es, folgende Anforderungen in diesem Projekt zu verwirklichen:

- Das Gerät soll mit allem Zubehör in die Hosentaschen passen
- Der Sender und Empfänger soll getrennt aufgebaut sein. Dies erlaubt ein genaues Empfangen, also genau "Zerobeat" zu sein
- Die Empfindlichkeit des Empfängers soll derjenigen eines durchschnittlich guten KW-Transceivers entsprechen
- Das Gerät soll für 80-6m als Monobandgerät tauglich sein
- Der Stromverbrauch soll möglichst gering gehalten werden
- Die Antenne soll möglichst einfach und leicht sein
- Es soll ein ideales Gerät für den Portabelbetrieb sein (z.B. Ferien / Mountain-Day usw.)
- Es sollen nur einfache Bauteile Verwendung finden
- Ein Vorverstärker soll als Option integrierbar sein
- Im Gerät selbst sollen nur 50 Ohm Schnittstellen Verwendung finden
- Die Kontrolle und Fehlersuche soll pro Stufe möglich sein
- Die Kosten dürfen sFr. 200.-- nicht überschreiten

3.2 Das Endprodukt

Entstanden ist ein kleiner QRP-Sender-Empfänger, der alle vorgenannten Bedingungen erfüllt. Er ist klein, stabil, einfach im Aufbau, problemlos in der Wartung, besticht durch die grosse Vielseitigkeit, den guten und sauberen Empfänger, einen stabilen Sender und die problemlose Handhabung.

4.0 Der Aufbau

4.1. Das Blockdiagramm (siehe Inhaltsverzeichnis)

Zuerst wollen wir uns mit dem Blockdiagramm einmal auseinandersetzen.

4.2 Der Empfänger

Das Antennensignal erreicht den Empfänger mittels Handschalter. Ein Handschalter bietet verschiedene Vorteile. Er ist einfach, stromsparend, preiswert und der Aufbau ist überschaubar.
Danach durchläuft das Signal das Bandfilter. Dieses hat die Aufgabe, nur jene Frequenzen durchzulassen, welche wir benötigen, um keine Intermodulation zu erzeugen.
Der Rx-Mixer (NE602) ist die nächste Stufe. Der Baustein beinhaltet einen Mischer, einen Oszillator sowie eine Temperaturkomponente zur Spannungsstabilisieung. Der VFO, eine Kapazitätsdiode inkl. Schwingkreis, erzeugt ein ZF-Signal (Zwischenfrequenzsignal) von 2 MHz.
Nun folgt die allererste Verstärkungsstufe, so dass möglichst wenig Intermodulationsprodukte entstehen.
Als Bandfilter folgt nun die Quarzfilterstufe. Diese besteht aus 3 Quarzen und hat eine Bandbreite von ca. 300 Hz.
Nach dieser Filterung folgt die eigentliche ZF-Verstärkung. Diese Stufe bringt hier ca. 62dB. Gleichzeitig erfolgt hier auch die Steuerung des ZF-Verstärkers (Lautstärkenregelung). Dazu kommt noch die eigentliche MUTE-Schaltung bzw. die Steuerschaltung des Empfängers im Sendefall.

Als nächste Stufe folgt der BFO-Mixer, auch Ueberlagerungsmischer genannt. Hier erfolgt die Umsetzung auf NF mittels eines Quarzoszillators von ca. 1,999.400 MHz. Dabei entsteht das NF-Signal von ca. 600Hz. Schliesslich folgt noch der NF Verstärker mit der NF Regelung (AF-Amplifier).
Der eigentliche Audioausgang ist geeignet für einen kleinen Lautsprecher oder einen Kopfhörer. Die Impedanz beträgt ca. 15 Ohm. Am besten, man verwendet einen Kopfhörer mit ca. 8 Ohm und schaltet die beiden Kopfhörer in Serie, was ja bekanntlich dann 16 Ohm ergibt.

4.3 Der Sender

Wir beginnen auch hier mit der manuellen Umschaltung. Diese manuelle Umschaltung ist gleichzeitig mit der MUTE-Schaltung des Empfängers gekoppelt, damit der Empfänger stumm geschaltet wird.

Nun erfolgt die eigentliche Frequenzerzeugung. Hier verwenden wir wiederum einen Quarzoszillator ,ausser beim 80m-Sender, wo ein Keramikresonator verwendet wird. Durch eine kapazitive Belastung kann nun der Quarz in der Frequenz gezogen werden, d.h. die Frequenz ist veränderbar. Diese Veränderung mittels Drehkondensator ergibt einen Frequenzbereich von ca. 10 KHz auf 80m und von ca. 20 KHz auf 40m und 30 KHz auf 20m. Auf 80m lässt sich der Keramikresonator ca. 60 KHz ziehen, ohne grosse Stabilitätsverluste.

Als weitere Stufe folgt eine Pufferstufe, mit der Aufgabe, keine Rückwirkungen auf den Oszillator entstehen zu lassen. Ohne diese Stabilisation würden die folgenden Stufen die Frequenz des Oszillators beeinflussen, was sich als "Chirp" bemerkbar machen würde. Ebenso lässt sich diese Stufe mit einem Poti regeln, so dass wir eine Ausgangsleistung von 0 bis 5 Watt wählen können.

Die Taststufe wurde mit einem Transistor bewerkstelligt. Dies ermöglicht ein sauberes Schalten (Tasten) und verhindert ein Klicken im Sendesignal.

Nun kommt die erste Treiber-Stufe. Diese erzeugt eine Leistungsverstärkung auf ca. 60 bis 100 mW.

Die darauffolgende Hauptverstärkung bringt dann die schlussendliche Ausgangsleistung von ca. 5 Watt.

Als letzte Stufe folgt ein Tiefpassfilter, welches die harmonischen Signale unterdrückt und das Nutzsignal passieren lässt.

5.0 Das Schaltschema

5.1 Der Empfänger

5.2 Antennenschalter

Wir beginnen erneut mit dem Antennenanschluss. Wie bereits aus dem Blockdiagramm ersichtlich wird dieser von Hand geschaltet (Ant J1/A1 - J2/B2).

5.3 Vorverstärker

Es folgt die Option eines Vorverstärkers. Dieser ist für die Bänder oberhalb 15m vorgesehen und kann auf Wunsch zusätzlich eingebaut werden. Falls der Wunsch bestehen sollte, keinen Vorverstärker zu integrieren, so können die beiden 50 Ohm Schnittstllen einfach miteinander verbunden werden.

Ohne Verwendung des Vorverstärkers gelangt das Signal vom Antennenschalter zum sehr schmalen 100 KHz breiten Bandpassfilter. Hier verwenden wir einen 9-gliedrigen Filter. Im Prinzip handelt es sich hier um hintereinander geschaltete Hoch- und Tiefpassfilter. Dieses Filter hat sich bei vielen Anwendungen bestens bewährt.

5.4 Der Empfangsmischer

Ohne Verstärkung gelangt das Signal vom Ausgang des Tiefpassfilters zum Pin 1 des aktiven Empfangsmischers NE602. Dieser Baustein beinhaltet nebst dem double-balanced-mixer (Ringmischer mit 4 Dioden, ähnlich einer Grätzschaltung) einen integrierten Oszillator. Auch ist ein temperaturkompensierter Spannungsregler und Vorverstärker integriert. Laut Datenblatt besitzt der Baustein übers ganze Band eine Verstärkung von 14 dB. Der Baustein kann mit einer Spannung von 4,5V bis max. 8V betrieben werden. Die Spule L4 mit den Kondensatoren C16 und Tri 4 (Trimmer) bilden den Schwingkreis zum eingebauten Oszillator. Diese Oszillation dient hier als VFO, also einen in der Frequenz variablen Oszillator. Als Beispiel: beim 80m Empfänger muss der Oszillator von 5,5 - 5,6 MHz variabel sein. Dies ergibt so dann einen Empfangsbereich von 100 KHz, also von 3,500 MHz bis 3,600 MHz. Am Pin 4 von IC1 steht uns nun das ZF-Signal (Zwischenfrequenz) von 2 MHz zur Verfügung. Zusammenfassend funktionniert die Empfangsstufe folgendermassen: Die ZF-Frequenz von 2 MHz steht in unserem Falle fest und der VFO überstreicht die Frequenz von Empfangsbereich plus ZF

.

Beispiel: F VFO = 3,500 MHz + 2 MHz ZF = 5,5 MHz
3,600 MHz + 2 MHz ZF = 5,6 MHz

Um unseren VFO variabel zu machen ist die Kapazitätsdiode D1 vorgesehen. Legt man an eine solche Kapazitätsdiode eine variable Gleichspannung, so verändert sich im Zuge der DC-Spannung die Kapazität und so zugleich die Frequenz. Unser Poti 1, ein Spindelpoti, verändert also unsere DC-Spannung über R5 an der Kapazitätsdiode D1. Alle Kondensatoren die zum Schwingkreis gehören, so auch C13, C14 und C17 sollten Polistyrolkondensatoren mit einem Temperaturkoeffizienten von NP 0 sein, damit der Empfänger stabil bleibt. Werden andere Kondensatoren eingesetzt, läuft das Signal davon, bzw. aus dem Filter und man muss immer den VFO nachziehen. Das Spindelpoti besitzt 10 Umgänge über den ganzen Widerstandsbereich. So lässt sich ein digitaler Drehknopf einsetzen, mit dem man sich später eine Frequenztabelle erstellen kann. Es ist wichtig, den IC ohne Sockel einzulöten, anonsten wilde Schwingungen auftreten können.

5.5 Spannungsstabilisierung

Da wir unser Gerät mit einer Spannung von 8V bis 18V betreiben wollen, bedarf es einer Spannungsstabilisierung die kleiner ist als unsere minimale Stromversorgung von 8V. Auch darf die Versorgung der IC's nicht überschritten werden. So ist eine geregelte Spannung von 6V zu Grunde gelegt. Der IC 2, ein Festspannungsregler ist verantwortlich für die Versorgungsspannung.

5.6 Spannungsversorgung

Vom Steckanschluss J2 kommend ist das Gerät mit einer Miniatur-Sicherung (Mikrofon), von ca. 1,6A, gegen Verpolung geschützt. Das heisst, sollten einmal aus Versehen die Anschlusskontakte, Plus und Minus, vertauscht werden, so nimmt das Gerät keinen Schaden. Bei einer Falschpolung wird die Diode D104 leitend, so dass ein sehr grosser Strom fliesst und die Sicherung durchschmelzen lässt. Der Autor hat aus diesem Grund eine Reservesicherung im innern des Gerätes irgendwo mit Klebeband befestigt.

5.7 1. ZF Verstärker

Das nun von Pin 4 des Empfangsmischers IC1 kommende 2 kOhm ZF-Signal wird mit der Transistorstufe Tr 2 um ca. 20 dB verstärkt. Der Transistor 2N918 ist ein sehr rauscharmer bipolarer Transistor in einem Metallgehäuse. Das Gehäuse ist zugleich die Abschirmung, daher besitzt der Transistor 4 Anschlüsse. Die Stufe ist induktiv gegengekoppelt mittels T2. Diese Beschaltung macht die Stufe übersteuerungsfest und durch die induktive Gegenkopplung ergibt sich eine Maximierung in Sachen Rauscharmut. Die Windung W1 von T2 übernimmt die Aufgabe der Gegenkopplung. Die Windung W2 bildet die HF-mässige Sperre und W3 die Transformation für die folgende Stufe. Der Testpunkt TP 50Ohm ist für ein Testen der Stufe oder einen späteren Abgleich vorgesehen. Das Widerstandsnetzwerk mit R6 und R15 bildet die Basisspannung von Tr2, welche über die Drossel Dr2 der Basis von Tr2 zugeführt wird. Damit diese Basisvorspannung (Gleichstrom) nicht zu Pin 4 von IC1 fliessen kann, wurde ein Koppelkondensator C18 eingefügt, der nur die Hochfrequenz passieren lässt. C19, C20 und C21 dienen als Abblockkondensatoren, damit keine HF auf die anderen Stufen koppeln und Unheil anrichten kann in Form von wilden Schwingungen etc.

5.8 Nachselektion (CW-Filter)

Ueber den Anschlusspunkt C2 folgt das um 20 dB verstärkte Signal zum eigntlichen CW-Filter. Das Filter besteht aus 3 billigen 2 MHz Quarzen, welche für die Computerindustrie entwickelt wurden. Die beiden Kondensatoren C22 und C23 sind für die Bandbreite verantwortlich. Die Bandbreite beträgt mit dieser Beschaltung ca. 300 Hz. Durch die Verwendung von nur 3 Quarzen ist die Steilflankheit nicht mit den Quarzfiltern kommerziell gefertigter Geräte vergleichbar, aber alleweil genügend. Um das Optimum an Steilflankheit zu erreichen, müssen die 3 Quarze unbedingt mit dem Gehäuse auf die Massenfläche verlötet werden. Die Eingangs- und Ausgangsimpedanz beträgt ca. 1 kOhm.

5.9 Impedanzstufe T3

Diese passive Stufe ist lediglich für die Transformation von 1 kOhm des Quarzfilters auf die Impedanz von 3 kOhm zur Folgestufe verantwortlich. Der T3 stellt einen konventionellen HF-Transformator dar und ist auf einen Ringkern gewickelt.

5.10 ZF-Verstärker

Die Eingangsimpedanz für diesen Baustein beträgt 3 kOhm und es ist wichtig diese einzuhalten, da es ansonsten zu sehr rauscht. Dies geht auf Kosten der Empfindlichkeit. Zudem ist es zwingend notwendig den Baustein direkt, ohne Sockel, auf den Print zu löten. Auch der Pin 8 muss unbedingt mit der oberen Massenfläche verlötet werden.
Der Baustein TCA440 beinhaltet eine komplete Empfangsstufe doch wir benutzen nur den dreifachen ZF-Verstärker der eine Verstärkung von ca. 65 dB leistet. Man kann diesen Verstärkungsgrad auch folgendermassen vergleichen: ein S1 Signal auf S9 +20dB entspricht etwa dem gleichen Verstärkungsgrad. Ein Grund für die Wahl des TCA440 ist die regelbare Verstärkung mit einem totalen Regelbereich von fast 100 dB, der über eine externe Spannung an Pin 9 erreichbar ist. Liegen ca. 800mV an Pin 9, so beträgt die Abregelung ca. 60 dB. Diese Regelung wird durch den Poti 2 gesteuert.
Im praktischen Betrieb stellt man die Lautstärke am vorteilhaftesten mit dieser ZF-Handregelung ein. Diese Art von Regelung macht den Empfänger absolut übersteuerungsfest. Nebenbei erwähnt: die Profis beim Abhorchen machen es ebenso. Im Sendefall liegt über dem MUTE-Anschluss eine Spannung an, welche dann die Verstärkung (Lautstärke) zurückregelt auf eine angenehme Lautstärke.
Einen Mithörton braucht es bei diesem Konzept nicht, da wir ja das eigene Signal mithören und diese Lautstärke mit R15 eben einstellbar ist. Am Pin 7 steht nun das verstärkte 2 MHz ZF-Signal an.

5.11 Produktedetektor

Diese Stufe hat die Aufgabe, das 2 MHz ZF-Signal auf die NF-Frequenz von ca. 800 Hz zu mischen. Als Baustein wird ein NE602 verwendet. Also der gleiche Baustein wie der Empfangsmischer. Das Ueberlagerungssignal wird mit dem internen Oszillator und dem Quarz Q4 erzeugt. Durch die Serienschaltung und den Trimmer Tri 5 ziehen wir den 2 MHz Quarz um die NF-Frequenz von ca. 800 Hz tiefer. Berechnung: 2.000 MHz - 1,999'200 MHz = 800 Hz. Alle anderen Funktionen entsprechen genau dem Empfangsmischer. Das Signal wird von der Vorstufe über den Kondensator C28 an den Pin 1 des NE602 gelegt. Der Kondensator C28 hat wiederum die Aufgabe den DC-Strom/Spannung zu entkoppeln. Am Pin 5 des IC4 steht nun das NF-Signal an.

5.12 NF-Tiefpass/NF-Regelung

Das vom IC4 kommende NF-Signal ist noch verrauscht, d.h. es hat noch minimal Anteile HF der 2 MHz Frequenz, welche nun vom kommenden Tiefpass mit C45, R11 und C46 nicht durchgelassen werden. Es wird nur das gewünschte NF-Signal durchgelassen. Der Pegel des NF-Signals lässt sich mit dem Potentiometer P3 beliebig einstellen. Im späteren Betrieb stellt man vorteilhaft eine passende NF-Lautstärke ein und den Rest regeln wir mit der vorhin erwähnten ZF-Handregelung. Um die beste Aussteuerungsfähigkeit des Empfängers zu erhalten, stellt man also das NF-Poti P3 so leise (wenig) ein, dass mit der ZF-Handregelung P2 eben ein genug starkes Signal an den Lautsprecher bzw. den Kopfhörer gelangt.

5.13 NF-Mute

Damit im Sendefall auch die NF-Stufe nicht übersteuert wird, übernimmt der Transistor Tr 3 die Abwärtsregelung. Führt man an dem Tr3 über den Mute Tx Eingang der Basis von BC 237 eine Spannung zu, die duch R12 einstellbar ist, so schaltet der Transistor durch, d.h. der Pin 3 der Folgestufe wird praktisch mit der Masse kurz geschlossen und dadurch wird der NF-Pegel gleich null. Um jedoch im Sendefall das eigene Signal zu hören, wird der Baustein mit R14 begrenzt und der Transistor schaltet auch nicht ganz durch, wobei der Folgestufe ein schwaches NF-Signal zugeführt wird.
Bemerkung: Im praktischen Betrieb kann die Lautstärke des Einpfeiftons mit R14 individuell variiert werden durch erhöhen (leiser) oder vermindern (lauter) um ca. 5 kOhm.

5.14 NF-Verstärker

Als letzte Stufe folgt nun die eigentliche NF-Endverstärkung. Der ganze NF-Verstärker ist im IC5, dem LM 386 untergebracht. und benötigt nur wenige externe Bauteile. Den LM 386 gibt es in 3 Ausführungen:
LM 386 N1 = 0,25 Watt Ausgangsleistung
LM 386 N3 = 0,5 Watt Ausgangsleistung
LM 386 N4 = 0,7 Watt Ausgangsleistung
Das so versärkte NF-Signal steht nun dem Baustein J3 zur Verfügung mit einer Impedanz von 8 Ohm. Wenn man einen handelsüblichen Stereokopfhörer, welcher eine Eingangimpedanz von 4 Ohm besitzt, anschliessen will, so trenne man den Stereo-Klinkenstecker ab und schalte die beiden Hörer in Serie. Somit hat man eine optimale Anpassung und die Leistung des verwendeten LM 386 kann auch erwartet werden. An Stelle eines Stereo-Klinkensteckers wird ein Mono-Typ angelötet. Ueberigens ist im Gerät auch eine Monobuchse vorgesehen.

6. Der Sender

Aus Stabilitätsgründen wurde ein Quarzoszillator gewählt, aber auch um ein sauberes Signal zu erzeugen.
Um Erfolg beim QRP-Betrieb zu haben, ist es notwendig, dass man ein stabiles Signal (das Sendesignal soll in der Frequenz nicht abdriften) hat und der QSO-Partner nicht aus dem Filter läuft. Beim Bau eines konventionellen VFO's ist diese Forderung nur schwer erreichbar und nur durch Kompensation mittels NPN/PNP - Kondensatoren, was sehr zeitraubend werden kann, erreichbar.

In der Regel schwingt ein Oszillator nur auf dessen vorgesehener Frequenz, doch mit einer geschickten Beschaltung lässt sich ein solcher Oszillator ziehen, d.h. um ein paar % variieren. Folgendes ist dabei zu beachten:
Für grosse Frequenzvariationen ist die Streukapazität auf den kleinstmöglichen Wert zu vermindern. Der Drehkondensator C101 soll eine kleine Anfangskapazität aufweisen.
Der Quarz ist ohne Halterung einzubauen, so dass er wenig Massekapazität hat (über der Platine). Das gleiche gilt für die Spule L101 und den Drehkondensator C101.
Bisher veröffentlichte VXO-Schaltungen liessen jedoch nur eine beschränkte Variation zu, wie auf
80m ca. 3,5 KHz; auf 40m ca. 7 KHz und auf 20m ca. 14 KHz.
Dies sind natürlich recht schmale Segmente, besonders auf 80m. Aus diesem Grund wählte ich einen Keramikresonator und eine ausgeklügelte Schaltung. Somit können wir folgende Variationen erreichen:

80m Keramikresonator	ca. 60 kHz Variation
40m Quarz	ca. 20 KHz Variation
20m Quarz	ca. 40 KHz Variation

Die Oszillatorstufe besteht aus einem FET, Tr. 101, BF 245e, dem Schwingkreis C101, Q101 und L101, sowie dem Richtkopplungsnetzwerk C103 und C104 (bietet keine Schwierigkeit). Ueber dem C105 wird die Folgestufe sehr lose ausgekoppelt, um möglichst eine kleine Rückwirkung auf den Oszillator zu bekommen.
Die Folgestufe mit Tr 102, FET BF 245c hat dieselbe Aufgabe, keine Rückwirkungen auf den Oszillator zuzulassen, da ansonsten sog. "Chirps" aufleben würden.
Legt man an die Diode D103 eine Spannung an, so schwingt die Oszillatorstufe und wird zugleich mit der Pufferstufe Tr102 belastet. Diese Funktion benötigen wir beim späteren einpfeifen, auch "spot" genannt, ohne dass wir eine grosse Sendeleistung erzeugen bzw. aussenden.

Legen wir jedoch eine Spannung an den ganzen Sender bei +12V, B2, so sperrt die Diode D102 und der restliche Sendezug erhält keine Speisespannung.

Am Trimmpoti P101 kann die spätere Ausgangsleistung verlustfrei eingestellt werden. Hier an P101 haben wir auch eine 50 Ohm Schnittstelle, an der wir definierte Messungen vornehmen können, ohne den Oszillator auf irgendeine Weise zu beeinflussen.

Mit dem Tr3 folgt die Treiberstufe. Ueber den Kondensator C108 wird das Signal der Basis von 1N2222 zugeführt. R105 und R106 bilden den Spannungsteiler zur Erzeugung der Basisvorspannung. Die Stufe arbeitet in C-Betrieb, um einen optimalen Wirkungsgrad zu erreichen. Am Ausgang des T101 steht an der 50 Ohm Schnittstelle nur eine Leistung von ca. 60-100 mW zur Verfügung. Die Wicklung 1-3 von T101 bildet zusammen mit C110 und Tri 101 einen Serienschwingkreis, um ein oberwellenarmes Signal zu erhalten. Auch kann durch diese Art von Lastwiderstand der Wirkungsgrad der Stufe erhöht werden. Zugleich bildet diese Treiberstufe zusammen mit dem Tr105 die Taststufe.

Legt man den Anschluss "Tastung", den R108 an Masse, so schaltet der Transistor Tr 105 durch und führt die Speisespannung im Tastrythmus über T 101 an den Kollektor der Treiberstufe. C109 legt den Schwingkreis am Punkt 1 kalt, also an Masse. Mit dem Trimmer kann der Schwingkreis auf Bandmitte abgestimmt und auf höchsten Output getrimmt werden.

Ueber die 50 Ohm Schnittstelle gelangt nun das Signal zur PA (Endstufe), dem Tr104. Hier findet der preisgünstige HF-Transistor 25C2166 Anwendung und besitzt ein gutes Preis-Leistungsverhältnis.

Der Trafo T102 ist ein Leistungstransformator mit einem Verhalten von 4:1 und transformiert die Impedanz auf 50 Ohm.

Nach dem Kondensator C112 folgt eine weitere 50 Ohm Schnittstelle, an der nun das noch oberwellenreiche Nutzsignal ansteht.

Das Nutzsignal durchläuft nun das Tiefpassfilter, bestehend aus L102 bis L104 und den dazugehörenden Kondensatoren.

Am 50 Ohm Antennenausgang steht nun eine Ausgangsleistung von ca. 5 Watt zur Verfügung, je nach Spannung (siehe techn. Daten).

7. Die Bauanleitung

Die folgende Bauanleitung orientier sich an der 20m Version.

7.1 Gehäusevorbereitung

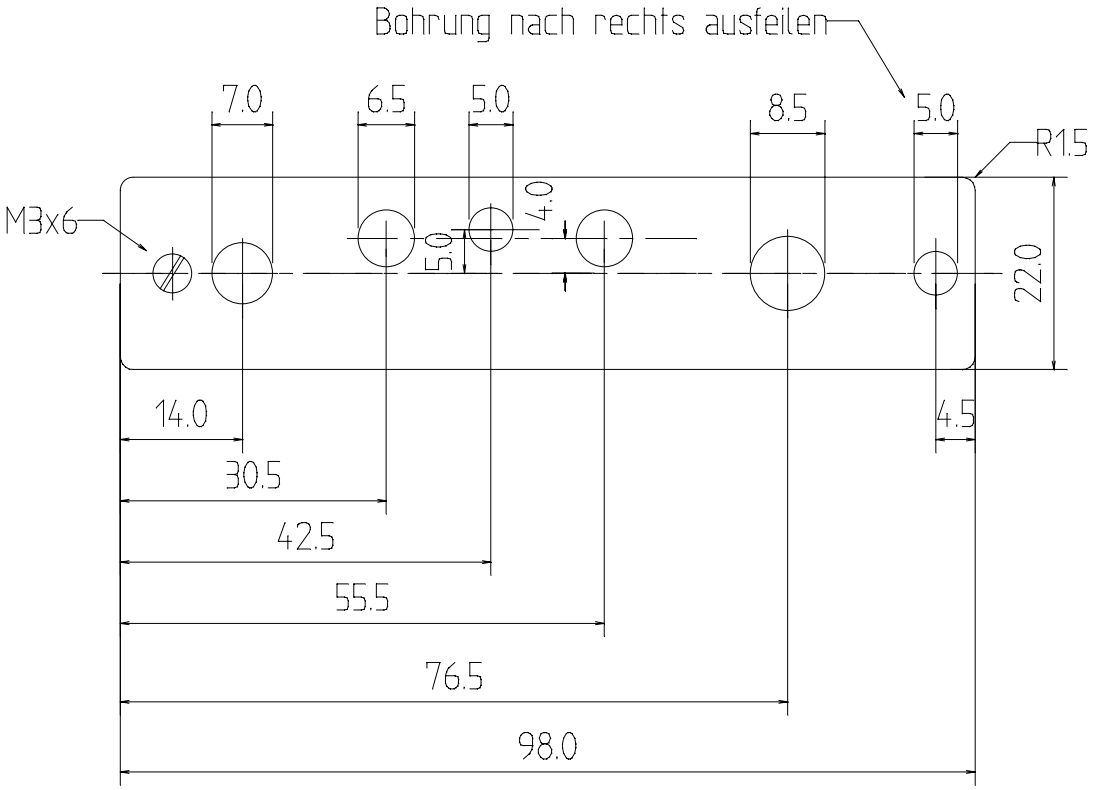


Bild 1

1. An den Ecken der Frontplatte die Ecken mit einer Feile jeweils anrunden, siehe Bild 1.
2. Gehäuse zusammenstellen und mit den entsprechenden Schrauben zusammenschrauben. Die Löcher evtl. etwas nachfeilen.
3. Die linke Frontplattenverschraubung (Bezeichnung M3x6) anstelle der Blechschraube aufboren auf ca. 3,3 mm, Frontplatte mit einem 90-Grad Kegelsenker ansenken, so dass die M3 Senkkopfschraube nicht vorsteht. Das ganze verschraubt man nun mit der dazugehörigen M3-Mutter.
4. Die rechte Frontplattenverschraubung ändert man auch ab, so dass ein Miniaturschalter Platz findet. Der Miniaturschalter übernimmt zugleich die mechanische Verschraubung. Man vergrössert daher den Durchmesser auf 5mm und verschiebt die Bohrung zugleich nach rechts, siehe Bild 1. Dies geht am besten mit einer kleinen Rundfeile.
5. Die restlichen 5 Löcher bohrt man nach dem Bohrplan, siehe Bild 1.
6. Zuerst anzeichnen mit Bleistift, ankörnern, 3mm vorbohren und aufbohren auf den Nenndurchmesser nach Zeichnung. Um schöne runde Löcher zu erhalten, nimmt man ein Stück beschichteter Spanplatte als Unterlage. Das ganze befestigen wir mit einer Schraubzwinge an den Tisch. So kann sich die dünne Alufrontplatte/Rückwand nicht drehen und nach oben federn.
7. Rückwand nach Bild 2 bohren, gleiche Vorgehensweise

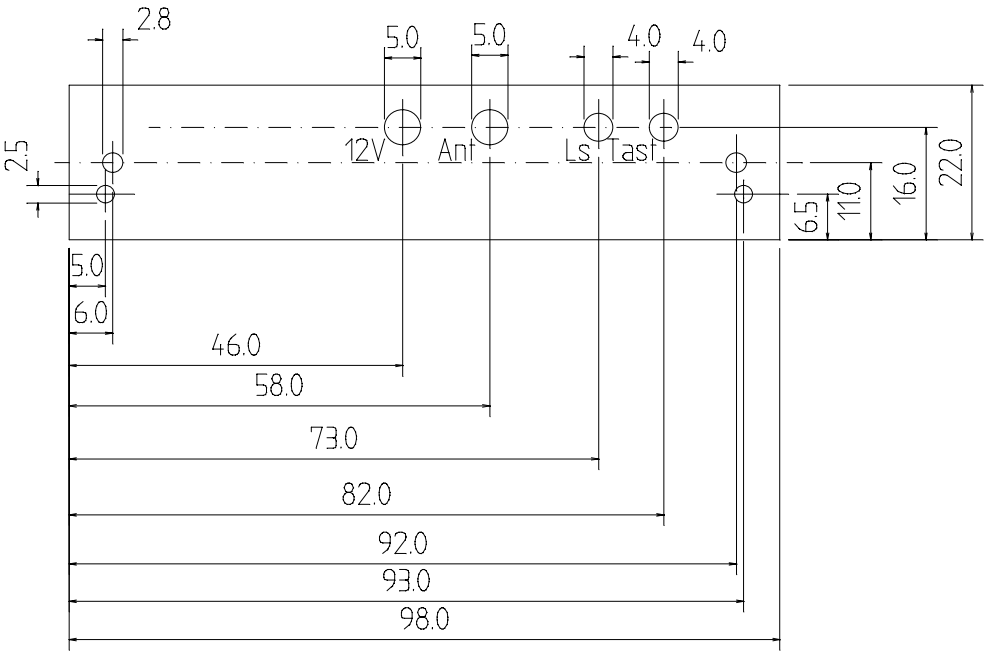


Bild 2

8. Nun entgraten wir die beiden Alu-Platten beidseitig mit einem 90-Grad Kegelsenker.
9. Loch, Durchmesser 2,2mm x 90 Grad in die rechte Seitenwand bohren nach Bild 3.

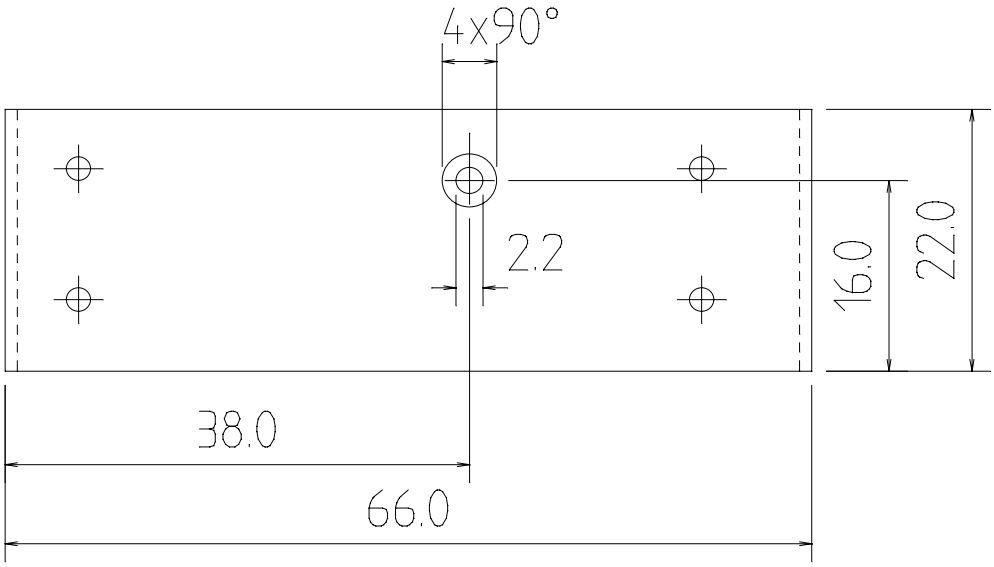


Bild 3

7.2 Platine einbauen

1. Mit einer Flachfeile feilen wir die Platine so nach, dass sie gerade in den zusammengeschraubten Gehäuserahmen passt.

7.3 Vorbereitung Drehko

1. Drehko C101 in der Höhe beidseitig abfeilen nach Bild 4. Dies machen wir am einfachsten mit einer groben Flachfeile. Dabei spannen wir den Drehko längs in den Schraubstock.

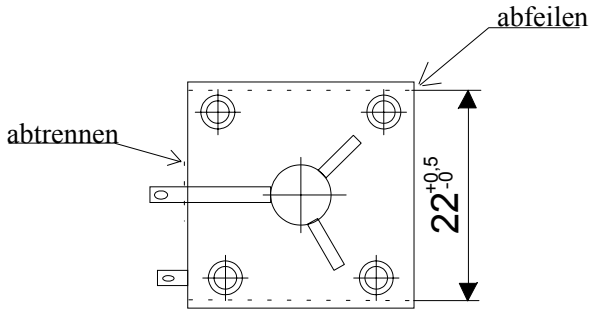


Bild 4

Papierstreifen einlegen beim abfeilen,
damit keine Metallpartikel in den Drehko fallen

2. Nun trennen wir den Anschlusslappen gem. Bild 4 mit einem Seitenschneider ab.

7.4 Montage des Endstufentransistors

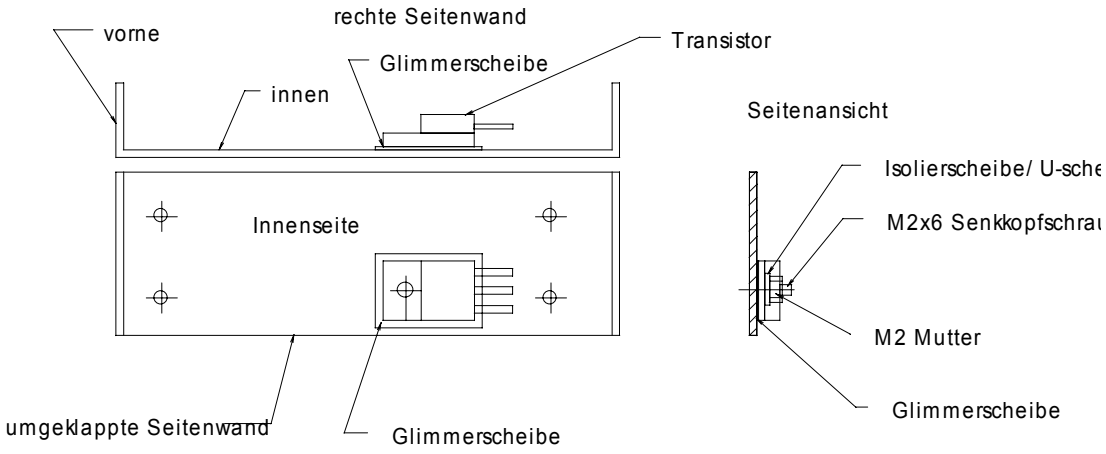


Bild 5

1. Beine auf 3-4 mm mit dem Seitenschneider kürzen.
2. Glimmerscheibe zwischen Transistor und Blech legen.
3. Transistor mit Isolier-Scheibe/ Hülse und M2 Schraube sowie Mutter an die Seitenwand schrauben.
4. Test mit dem Ohmmeter, ob kein Kurzschluss mit dem Gehäuse vorliegt. Dabei schliessen wir das eine Kabel an das Alu-Blech, das andere Messkabel legen wir nun nacheinander an die drei verschiedenen Transistoranschlüsse. Nun darf bei keinem Anschluss ein Kurzschluss feststellbar sein.

7.5 Vorbereitung Platine

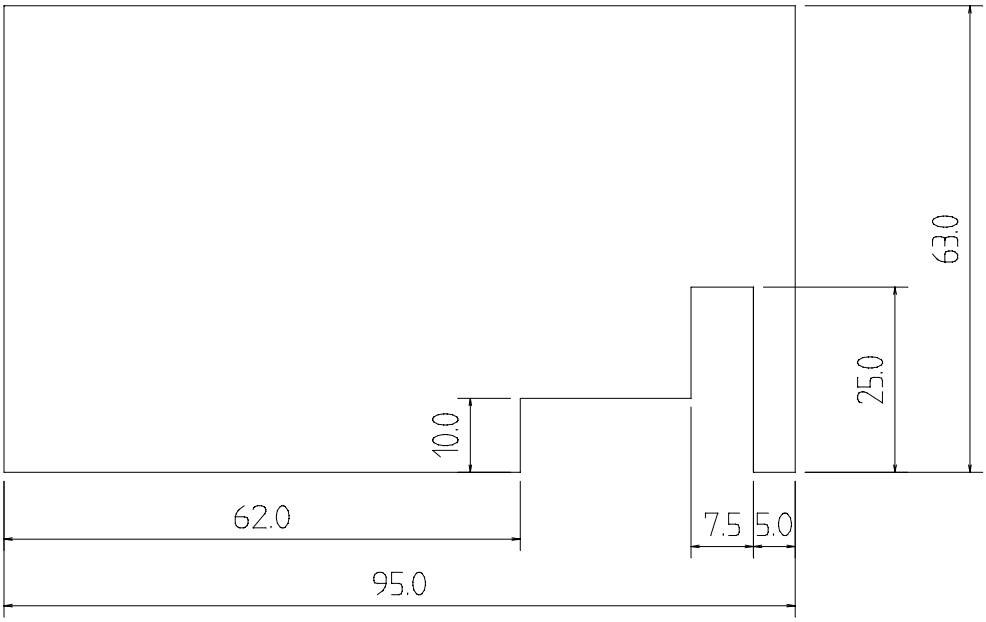


Bild 6

1. Aussparung für Drehko und Quarz nach Bild 6 ausfeilen
2. Platine bohren, alle vorgesehenen Löcher von unten mit Durchmesser 0,8 bis 0,9mm bohren. Als Bohr-Unterlage eignet sich am besten ein weiches Tannenholzstück.
3. Bauteileseite noch nicht entgraten, dies wird später mit Vorteil schrittweise während des Zusammenbaues erfolgen.

7.6 Allgemeine Hinweise

1. Beim späteren Entgraten darauf achten, dass keine Rückstände (kleine Kupferspäne)in oder um die Bohrungen bleiben, ansonsten Kurzschlussgefahr besteht.
2. Einen Lötkolben mit ca. 20-30 Watt verwenden. Die Spitze sollte möglichst dünn sein, ca. 1mm Durchmesser.

Als Lötzinn, nur das beste Material verwenden, kleiner Durchmesser 0,4-0,7 mm mit integriertem Flussmittel. Bezeichnung: 60/40

8. Der Bau des Empfängers

8.1 Aufbau des NF-Verstärkers

1. Bohrungen 1, 3, 5, 6, 7 und 8 zu IC5 (LM386) entgraten. Dies machen wir mit einem Bohrer von ca. 2,5mm Durchmesser
2. Baustein IC5, LM 386, einsetzen. IC nicht ganz auf die Printplatte setzen, - 0,5 bis 1 mm Luft lassen - ansonsten Kurzschlussgefahr entsteht. Auf die Markierung am IC achten (Vertiefung). Siehe Bestückungsplan.
3. Nun die 8 Stück IC-Beine an der Unterseite verlöten.

4. Pin 2 und 4 verlöten wir beidseitig, d.h., oben und unten. (Hier sprechen wir zukünftig von durchkontaktieren). Die Beine 2 und 4 vorher verzinnen; Platine bei den Löchern 2 und 4 nicht entgraten, dort die Oberseite der Platine leicht ankratzen und vor dem Einsetzen des IC daselbst ebenfalls verzinnen. Diese Massnahme immer dort anwenden, wo ein „Beineinsatz“ durchkontaktiert werden soll.

5. Beide Bohrungen zu Elko C60 (100uF) entgraten, Bauteil einsetzen und verlöten. Polarität beachten, siehe Bestückungsplan (die Streifen mit O sind [-] Seite).

6. Bohrung zu J4 mit einem Bohrer von 1mm Durchmesser aufbohren und anschliessend entgraten.

7. Steckerstift J4 einsetzen. Dies machen wir mit einer kleinen Zange, da der Stift regelrecht in die Platine hinein gedrückt/gedreht werden muss. Stift nicht ganz auf Platine setzen.

8. Steckerstift J4 unten verlöten.

9. Massestift NF-Ausgang ebenfalls setzen. Vorgehensweise wie oben, unter Punkt 6-7, beschrieben. Loch nicht entgraten.

10. Massestift NF-Ausgang, oben und unten verlöten, durchkontaktieren.

11. Bohrungen zu C61 (47nF) und R13 (10E) entgraten. Anschliessend Kondensator und Widerstand einsetzen und verlöten.

12. Bohrungen zu Elko C50 (2,2uF) und C49 (10uF) entgraten. Anschliessend beide Kondensatoren einsetzen und verlöten, Polarität beachten.

13. Bohrungen zu Elko C47 (33uF) entgraten. Elko einsetzen und verlöten, Polarität beachten.

14. Bohrungen zu R12 (10E) entgraten.

15. Die eine Bohrung zu C48 (100n) entgraten, Massekontakt belassen.

16. Widerstand R12 (10E) einsetzen und verlöten. Lage siehe Bestückungsplan.

17. Kondensator C48 (100nF) einsetzen und verlöten. Kondensator nicht ganz auf Platine stecken, damit die Masse durchkontaktiert werden kann.

18. +12V Tx-Stift einsetzen oberhalb C50 und C49. Mit Ohmmeter gegen Masse prüfen.

19. Bohrungen zur Diode D104 mit 1,5 mm aufbohren und entgraten. Neben +12V Main Stift.

20. Diode D104 einsetzen und verlöten, Polarität beachten! Ring an Diode ist +Seite. Siehe Anschlussbilder letzte Seite.

21. Massestift A2-E einsetzen. Vorgehensweise siehe oben unter Punkt 6 bis 7, bzw. 9 und 10.

8.2 Test NF-Verstärker

1. Lautsprecher LS, mit ca. 4-8 Ohm, an J4 anschliessen.

2. Speisespannung +12V anschliessen (mit einer Sicherung ca. 2A absichern).

3. Stift 3 von IC5 mit Schraubenzieher anfassen. Im LS müsste dann ein lautes Brummen hörbar sein. Die NF-Stufe ist somit OK.

8.3 Aufbau des MUTE

1. Bohrungen, zwei von dreien des Tr.3, BC237, entgraten. Emitter E belassen, da dieser durchkontaktiert werden muss (Siehe Bestückungsplan).

2. Bohrungen zu R14 (22K) entgraten.
3. MUTE-Steckerstift +12V setzen: Bohrung mit einem Bohrer von 1mm Durchmesser aufbohren und anschliessend entgraten.
4. Transistor Tr3 einsetzen und verlöten. Emitter E verzinnen und beidseitig verlöten (durchkontaktieren).
5. R14 (22K) einsetzen und verlöten. Mod: C von 10nF parallel Muteanschlüsse J4 anlöten (BBM)
6. MUTE-Steckerstift +12V einsetzen: dies machen wir jetzt mit einer kleinen Zange, da der Stift regelrecht in die Platine hinein gedrückt/gedreht werden muss.
7. MUTE-Steckerstift +12V unten verlöten.

8.4 Test des MUTE

1. Lautsprecher LS anschliessen.
2. +12V anschliessen.
3. Nun müsste das Brummen wie vorhin, beim Anfassen des Stiftes 3 von IC5, ertönen.
4. Wenn wir nun zusätzlich +12V an den Mute-Stift legen, muss der Brumm verschwinden, dann ist die MUTE- Funktion OK.

8.5 Aufbau Tiefpassfilter mit NF-Regelung

1. Bohrungen zu P3 (10K) 1,3mm aufbohren. Die beiden rechten Bohrungen entgraten, die Linke, die Masse, belassen!
2. Poti nicht ganz auf Platine setzen, mind. 1/2 mm Abstand zwischen Metallsteg und Platine belassen (Kurzschlussgefahr) und verlöten.
3. Bohrungen zu C44 (Elko 2,2uF), C45 (47nF), C46 (47nF) und R11 (1K) beidseitig entgraten, Bauteile einsetzen und verlöten.

Bemerkung: Vorschlag zum verlöten: der Reihe nach C44, R11, C46, C45, P3.

8.6 Test des Tiefpassfilters mit NF-Regelung

1. LS Anschliessen.
2. +12V anschliessen.
3. R11 (1K) berühren mit Schraubenzieher oder Finger.
4. Ein Brummen ertönt, wenn Poti P3 (10K) rechts herum steht.
5. Stellt man das Poti P3 ganz links herum, auf Anschlag, muss der Brumm gänzlich verschwinden.
6. Der Brumm ist im Vergleich zu den vorhergehenden Tests leiser geworden, durch das Tiefpassfilter, bestehend aus C45, R11 und C46.

8.7 Aufbau Spannungsversorgung / Spannungsregelung 6V

1. Bohrung zu Steckerstift +12V Rx auf 1mm aufbohren und entgraten.
(Lage siehe Bestückungsplan)
2. Stift einsetzen und verlöten

3. Bohrungen 1 und 3 von IC2 (LM7806) entgraten. Die mittlere Bohrung 2 belassen zur Durchkontaktierung. (Siehe Bestückungsplan)

4. IC2 einsetzen und unten verlöten.

5. Mittlerer Kontakt von IC2 (LM7806), oben mit Masse verlöten. Siehe Lage im Bestückungsplan.

6. Bohrung zu C62 (100nF) entgraten, Masse belassen.

7. C62 einsetzen und verlöten. Bauteil nicht ganz auf Massenoberfläche setzen. Masse zusätzlich oben verlöten.

8.9 Testen der Spannungsversorgung / Spannungsregelung

1. Voltmeter an Pin A (siehe Bestückungsplan, Pin 3 = A) von IC2 anschliessen.

2. Spannungsbereich am Voltmeter auf ca. 10V einstellen.

3. 12V an Steckerstift +12V Rx anschliessen.

4. Die Spannung sollte nun 6V am Voltmeter anzeigen, auch bei Variation der Eingangsspannung von 8V bis +18V.

5. Somit ist auch diese Stufe OK.

8.10 Aufbau des Produktedetektors IC4

1. Alle Bohrungen zu IC4, dem NE602, entgraten, ausser des Pin3.

2. Bohrungen zu C62a (82pF), entgraten.

3. Die eine Bohrung zu C32 (82pF), entgraten.

4. IC4, (NE602), einsetzen und verlöten. Pin 3 auch an der Oberseite verlöten, siehe Lage auf dem Bestückungsplan.

5. Bohrung zu R18 (33E) entgraten.

6. C62a (82p) und C32 (82p)einsetzen, anschliessend verlöten.

7. Bohrung zu R10 (27K) entgraten, Widerstand einsetzen und verlöten.

8. Bohrung zu C33 (82p) entgraten, Masse belassen. C33 (82p) einsetzen, verlöten.

9. Bohrungen zu C29 (0.1uF), C30 (0.1uF), entgraten, Bauteile einsetzen und verlöten.

10. Widerstand R18 (33E) einsetzen, verlöten, Lage siehe Bestückungsplan. Die Lage ist wichtig für den späteren Messpunkt zur Prüfung der Speisespannung am IC4 (NE602).

11. Beide Bohrungen zum Quarz, Q4 (2Mhz), entgraten. Den Quarz einsetzen und verlöten. Isolationsunterlage nicht vergessen. Der Quarz sollte fest auf der Platine aufliegen. Sollte die Isolationsscheibe fehlen, so kann man sich leicht eine selber aus irgend einem Isolationsstoff zurechtschneiden. (Cellophan oder Sichtmappe aus Plastik usw.)

12. Bohrungen zu Trimmer, Tri5 (50pF orange), aufbohren auf 1,3mm Durchmesser und entgraten.

13. Trimmer, Tri5, einsetzen, verlöten. Lage siehe Bestückungsplan.

14. Bohrungen zu C28 (1nF) entgraten.

15. Bohrung zu C31 (100nF) entgraten, Kondensator einsetzen und verlöten. Masse belassen.

16. C28 (1nF) einsetzen, verlöten.

8.11 Test Produktetektor

1. Lautsprecher LS anschliessen.
2. +12V an Steckerstift Main +12V anschliessen.
3. Zusätzlich +12V Rx anschliessen.
4. Voltmeter an Testpunkt TP1 (Widerstand R18) anschliessen. Hier soll eine Spannung von 6V anliegen.
5. Nun sollte ein leichtes Brummen hörbar sein. Dabei soll das NF-Poti 3 voll offen, d.h. nach rechts gedreht sein.
6. +12V an +2VRx Steckerstift wegnehmen. Nun sollte das Rauschen kleiner werden.
7. Wiederum +12V an den +12VRx Steckerstift anlegen.
8. Beim Berühren des Kondensators C28 (1nF), dies macht man am Besten mit einer Stecknadel, muss ein lautes Brummen, vermischt mit etwas Pfeifen, dies vor allem in den Abendstunden, hörbar sein.
9. Beim Verstellen des Trimmers Tri.5 (50pF orange) muss sich die Tonhöhe des Peif-Brummgemisches in der Tonlage etwas ändern.

Wer einen KO zur Verfügung hat, kann dies natürlich damit noch genauer prüfen.

KO-Einstellung:
Voltbereich auf 0,1V/AC einstellen
Time auf 1µS stellen
Tastkopf 10:1 an den Testpunkt von R10 (27K) legen
Nun liest man eine Sinus Spitzen-Spitzen Spannung 1Vss bis 1,5Vss ab. Der Sinus wird eine etwas krumme Form haben, was normal ist und keinen Einfluss auf die Qualität des Empfängers hat. Wenn man den Trimmer Tri.5 (50pF orange) verstellt, ändert sich auch der Sinus geringfügig am Bildschirm.
Nun ist auch diese Stufe OK.

9. Aufbau Haupt-ZF-Verstärker

1. Die 3 Bohrungen zu Poti 2 (22K) aufbohren auf 1,3 mm.
2. Bohrungen davon entgraten, siehe Bestückungsplan.
3. Stift zum MUTE-Spot aufbohren auf 1mm und entgraten. Stift befindet sich oberhalb des IC3 (TCA440), zwischen R15 (27K) und C26 (100nF), Lage siehe Bestückungsplan.
4. Bohrungen zu R15 (27K) entgraten.
5. Bohrungen zu IC3, TCA440, entgraten, ausser Pin 8 belassen.
6. Bohrungen zu C26 (100nF) und C27 (100nF) entgraten.
7. MUTE Stift einsetzen und verlöten. Lage siehe Bestückungsplan.
8. R15 (27K) einsetzen und verlöten.
9. IC3 (TCA 440) einsetzen, Lage siehe Bestückungsplan, verlöten, Pin 8 beidseitig verlöten, d.h. durchkontaktieren.
10. Bohrungen zu C24 (15nF) entgraten.

11. Bohrungen 1 und 3 des Transformers T3 entgraten.

12. C26 (100nF), C27 (100nF) und C24 (15n) einsetzen, sowie verlöten.

13. Bohrung zu R9 (33E) entgraten.

14. Die eine Bohrung zu C25 (100nF) entgraten, siehe Bestückungsplan.

15. R9 (33E) einsetzen und verlöten, Lage siehe Bestückungsplan. R9 dient als späterer Messpunkt. TP2

16. C25 (100nF) einsetzen und verlöten. Kondensator nicht ganz auf den Print setzen, da die Masse durchkontaktiert werden muss.

17. Poti 2 (22K) einsetzen und verlöten, möglichst tief setzen. Mindestabstand zur Platine = 0,5 mm.

9.1 Test des ZF-Hauptverstärkers

1. Lautsprecher LS anschliessen.
2. +12V an +12VTx anschliessen,
3. +12V an +12VRx anschliessen.
4. Voltmeter an Testpunkt, Widerstand R9 (33E), TP2, anschliessen. Hier muss nun eine Spannung von 6V anliegen. Vielleicht klein weniger kleiner. (bis ca. 5.6V)
5. NF-Poti P3 nach rechts aufdrehen, ZF-Poti P2 auf linken Anschlag drehen. Nun sollte das leise Rauschen wie zuvor hörbar sein.
6. ZF-Poti P2 nach rechts, an Anschlag drehen. Nun sollte das Rauschen zunehmen.
7. Pin12 berühren mit einem Stück Draht oder kleinem Schraubenzieher. Es müsste nun ein Gemisch von Rundfunktstationen hörbar sein, je nach Tageszeit.

9.2 Aufbau ZF-Filter und Trafo T3

1. T3 Wickeln nach Bild 7. Zuerst Sekundärwicklung aufbringen, dann die Primärwicklung darüber wickeln. Beide Wicklungen werden auf den ganzen Kern gleichmässig verteilt.

   Kern T3: **FT-23-77**
   Sekundär 48 Windungen, Drahtdurchmesser 0,15mm, ca. 40cm Draht.
   Primär 28 Windungen, Drahtdurchmesser 0,2mm, ca. 28cm Draht.

   Die Drahtenden lassen wir nach dem Wickeln ein paar cm stehen. Nun stecken wir die jeweiligen Drahtenden durch die vorgesehenen Aufnahmebohrungen und setzen den gewickelten Trafo T3 satt auf die Platinenoberseite. Dann schneiden wir die 4 noch vorstehenden Drahtenden an der Unterseite derart ab, dass sie noch zum einführen und anfassen genügend vorstehen. Nun nehmen wir den Trafo wieder heraus und verzinnen die Drahtenden einzeln. Dann setzen wir den Trafo erneut ein und verlöten die 4 Drahtenden an der Unterseite.

T3

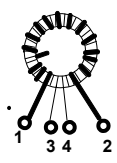


Bild 7

2. Alle Bohrungen zu Qurazen Q1, Q2, Q3 sowie C23 (12pF) entgraten.
3. Bohrung zu C22 (12pF) entgraten, Massenseite belassen.
4. C23 (12pF) einsetzen und verlöten.

5. Q1, Q2 und Q3 (alle 2Mhz) einsetzen und verlöten. Hier keine Isolierscheiben zwischen Quarzgehäuse und Platine legen.

6. Die Quarzgehäuse nun oben auf der Seite, Richtung C22 (12pF), mit der Masse verlöten.

7. C22 (12p) einsetzen und verlöten. Masse durchkontaktieren.

9.3 Test ZF-Filter

1. Lautsprecher LS anschliessen.

2. +12V an +12V Tx anschliessen.

3. +12V an +12V Rx anschliessen.

4. Nun ist ein Rauschen hörbar wie bei den vorhergehenden Tests.

5. Beide Poti rechter Anschlag drehen.

6. Pin von Q1 (Z=1kOhm) Schnittstelle mit einem Drahtstück oder kleinem Schraubenzieher berühren. Ein Rauschen, vermischt mit Radiostationen, je nach Tageszeit, am Abend mehr, nimmt leicht zu.

7. Wenn wir den Q3, Pin 1, berühren muss das Rauschen stark zunehmen. Rundfunkstationen müssen nun hörbar sein, wiederum von der Tageszeit abhängig.

8. Wenn wir beim Q1, (Z=1kOhm), ein schwacheres Rauschen als beim berühren des Q3 hören, dann ist das Filter I.O.
   Filter kann auch mit K.O und Messsender getestet werden.

9.4 Aufbau 1. ZF-Stufe mit Transformator Tr.2

1 Bohrungen zu Transistor Tr.2 (2N918) entgraten. Diejenige mit der Bezeichnung S, nicht entgraten.

2 Transistor Tr.2 einsetzen und verlöten. Lage siehe Bestückungsplan. Der Abstand zwischen dem Gehäuse des Transistors und der Platine beträgt ca. 3mm.

3 Punkt **S** durchkontaktieren, Lage siehe Bestückungsplan.

4 Alle 6 Bohrungen zu Trafo 2 entgraten und mit Nummern 1 bis 6, mit einem Bleistift oder feinem Filzschreiber, versehen.

5 Bohrungen zu C20 (100nF) entgraten.

6 Die eine Bohrung zu R7 (220E) entgraten, die andere belassen zum durchkontaktieren, Lage siehe Bestückungsplan.

7 Bohrungen zu R8 (220E) und R6 (1K5) entgraten.

8 Transformator 2 wickeln. Kern: **FT-23-75**; Draht vorbereiten, siehe Bild 8; 3 x 12-13 cm Draht, mit Filzschreiber einfärben. Drahtdurchmesser = 3x 0,15mm, verdrillen, 1cm pro Schlag. Draht- Anfang, 2 cm vorstehen lassen, durchstechen, siehe Bild 8. Das ist nun die 1. Windung. Dann stechen wir das ganze dreier Drahtbündel ein zweites mal durch. Dies ist nun die 2. Windung.

9 Nun müssen wir den schwarzen Draht wieder ausdrillen und auf die Seite legen. Der schwarze Draht steht dann ca. 9 cm vor, den wir noch nicht abschneiden. Das ist nun unsere Wicklung W1, siehe Stromlaufplan. Die dazugehörigen Anschlüsse sind mit den Nr. 3 und 4 bezeichnet.

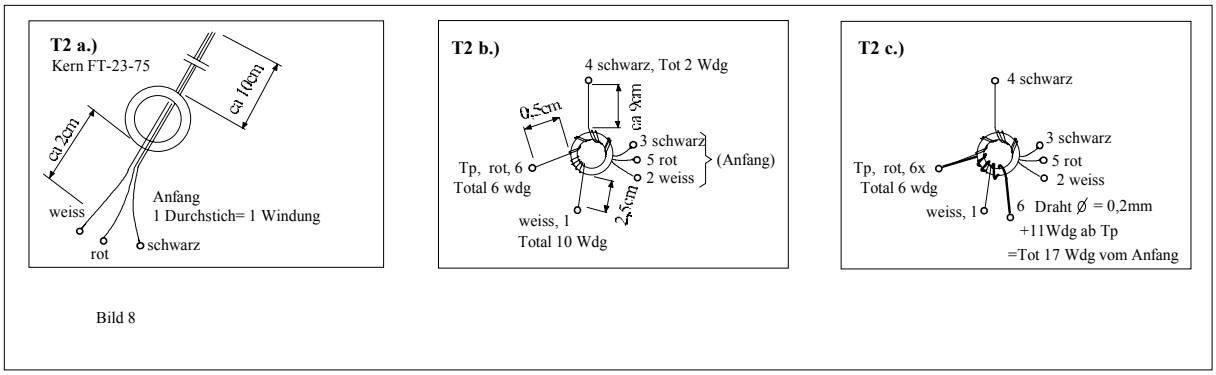


Bild 8

10 Die restlichen 2 Drähte, rot und weiss (oder grün), wickeln wir mit dem gleichen Wickelsinn auf eine Totalwindungszahl von 6 Windungen. Dann drillen wir den roten Draht auch aus. Nun schneiden wir den roten Draht bis auf 5mm ab.

11 Dann wickeln wir den weissen (grün) Draht mit dem gleichen Wickelsinn auf eine Totalwindungszahl von 10 Windungen. Dies ergibt den Punkt 1 , siehe Bild 8/ T2c.), weiss (grün) ,1**.**

12 Nun nehmen wir ein weiteres Drahtstück mit einem Durchmesser von 0,2mm und einer Länge von ca. 15cm , und löten es an unseren Testpunkt Tp,rot, 6x (siehe Bild 8/ T2c.),an. Dann wickeln wir den 0,2mm Draht mit dem gleichen Wickelsinn auf eine Totalwindungszahl von 11 Windungen weiter. Die ersten paar Windungen des 0,2mm Drahtes werden noch über den weissen (grün) Draht gewunden, der Rest kommt auf die leere Kernpartie zu liegen.

13 Dann stecken wir die einzelnen Drähte durch ihr bestimmtes Loch und und schneiden die Drahtenden genügend lang, auf ca. 3 cm, ab.

14 Nun ziehen wir den Trafo wieder heraus und verzinnen die einzelnen Drähte ausserhalb der Platine.

15 Darnach stecken wir den Trafo erneut ein und verlöten die 6 Drähte an der Unterseite.

16 C20 (0.1uF) einsetzen und verlöten.

17 R7 (220E) einsetzen und verlöten, Massenseite durchkontaktieren. Lage siehe Bestückungsplan.

18 R8 (220E) einsetzen, Lage siehe Bestückungsplan.

19 Bohrungen zu C21 (0.1uF) und C19 (0.1uf) entgraten.

20 Die eine Bohrung zu R5 (820E) entgraten, Lage siehe Bestückungsplan. Die andere Bohrung belassen.

21 Bohrungen zu R6 (1K5) entgraten.

22 R5/1 (820E)einsetzen und verlöten, Lage siehe Bestückungsplan. Masse durchkontaktieren.

23 C21 (0.1uF) und C19 (0.1uF) einsetzen und verlöten.

24 R6 (1K5) einsetzen und verlöten, Lage siehe Bestückungsplan. R6 dient zugleich als Messpunkt TP3 für das Prüfen der Basisvorspannung des Transistors Tr.2.

25 Bohrungen zur Drossel Dr 2 (100uH) entgraten, Dr 2 (100uH) einsetzen und verlöten. Lage siehe Bestückungsplan. Die Drossel Dr 2 dient zugleich als Anschluss für den Funktionstest dieser Stufe.

9.5 Test der 1. ZF-Verstärker-Stufe

1. Lautsprecher LS anschliessen.

2. +12V an +12VTx anschliessen.

3. +12V an +12VRx anschliessen.
4. Voltmeter an den Testpunkt, Widerstand R8, anschliessen. Hier soll nun eine Spannung von 8-9V anliegen.
5. Voltmeter an den Testpunkt, Widerstand R6,TP3, anschliessen. Hier soll nun eine Spannung von ca. 3V anliegen.
6. Beide Poti werden nun auf den rechten Anschlag gedreht. Dabei muss das Rauschen wiederum hörbar sein.
7. Mit einem Metallgegenstand , Schraubenzieher o.ä., berühren wir nun den Testpunkt am Trafo 2. Dabei sollte ein leises Knacken im Lautsprecher hörbar sein.
8. Nun berühren wir den weiteren Testpunkt, die Drossel Dr 2, ebenfalls mit dem Metallgegenstand. Das Knacken muss nun viel lauter höhrbar sein als vorher und zusätzlich ist ein lautes Rauschen, vermischt mit etwaigen Rundfunkstationen, je nach Tageszeit, zu hören.
9. Was wir soeben als Unterschied, das Knacken + Rauschzunahme, vom betasten der Testpunkte am Trafo2 und Dr2 festgestellt haben, das ist die Verstärkung dieser Stufe. Die Verstärkung beträgt ca. 25dB!
10. Nun ist auch diese Stufe Ok.

10. Aufbau des Empfangsmischers mit dem VFO

1. Die Leiterbahn zu Poti 1 auftrennen nach Bild 9.
2. Die Leiterbahn ist je nach Band zu durchtrennen. Dies ist notwendig, weil die Frequenzaufbereitung einmal eine Addition und einmal eine Subtraktion ist.

Bei 3,5 MHz trennen wir nach Bild 9 bei X
Bei 7 MHz trennen wir nach Bild 9 bei Y
Bei 14 MHz trennen wir nach Bild 9
Bei 21 MHz trennen wir nach Bild 9 bei Y

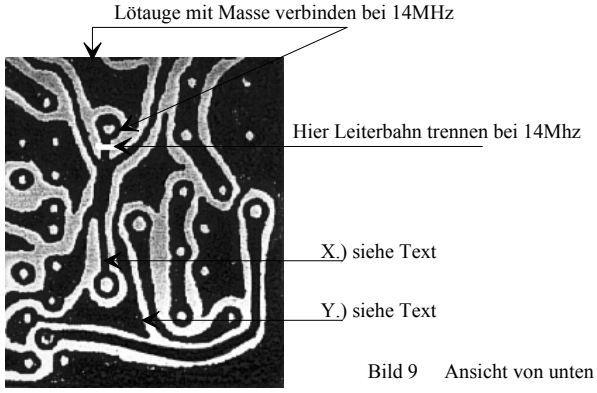


Bild 9 Ansicht von unten

3. Bohrungen zu Poti 1 (20K)entgraten.
4. Bohrungen zu R5a (27K) entgraten.
5. Die mittlere Bohrung zur Diode D1 (BB204) entgraten. Die beiden weiteren belassen für Massenkontakt.
6. Bohrungen zu C15 (22pF) entgraten.
7. Bohrungen zu C16 (68pF) entgraten.
8. Beide Bohrungen zu Tri. 4 (30pF grün) aufbohren auf 1,3mm.
9. Die eine Bohrung zu Trimmer Tri. 4 (30pF grün) entgraten. Die zweite Bohrung für Massenkontakt belassen, siehe Bestückungsplan.
10. Nun setzen wir das Poti 1(20K präz. Trimmr) ein. Den Anschluss für Masse lassen wir lang, nicht abschneiden. Nun biegen wir diesen Anschluss zur Massen-Insel; nach Bild 9 ist das oben für die

11. 14 MHz Version. Dann verlöten wir alle 3 Anschlüsse. Die restlichen zwei Anschlüsse schneiden wir nun ab.

12. R5a (27K) einsetzen und verlöten, Lage siehe Bestückungsplan. R5a (R27K) dient als späterer Messpunkt. TP4.

13. Diode D 1 (BB204) einsetzen und verlöten.Die beiden Masse-Anschlüsse verlöten wir auch oben. Lage siehe Bestückungsplan.

12a Koppelkondensator C15 (22pF) einsetzen und verlöten.

14. Trimmer Tri. 4 (30pF grün) einsetzen und verlöten. Lage siehe Bestückungsplan.

15. Bohrungen zu C16 (68pF) und L4 entgraten.

16. C16 (68pF) einsetzen und verlöten. Masse oben verlöten

17. Schwingkeisspule nach Bild 10 wickeln, einsetzen und verlöten.

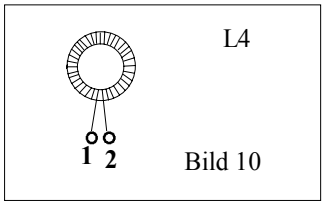


Bild 10

80m	1,45µH	Kern= T-25-2	AL=3,4	21 Wdg	Ø= 0,3mm	25cm
40m	0,75µH	Kern= T-25-6	AL=2,7	15 Wdg	Ø= 0,3mm	20cm
20m	1,2µH	Kern= T-25-6	AL=2,7	22 Wdg	Ø= 0,3mm	25cm
15m	0,5µH	Kern= T-25-6	AL=2,7	12 Wdg	Ø= 0,4mm	20cm

18. Bohrungen R3 (33E) und C11 (0.1uF) entgraten.

19. Bohrungen zu IC1 (NE602) entgraten, Pin 3 belassen.

20. Bohrungen zu R4 (27K), C13 (220pF), C17 (220pF), C14 (220pF), C10 (0.1uF),C12 (0.1uF) und C18 (10nF) entgraten.

21. IC 1 (NE602) einsetzen und verlöten. 8 Füsse von unten verlöten und Pin 3, Massekontakt oben zusätzlich verlöten. Lage siehe Bestückungsplan.

22. R3 (33E) einsetzen und verlöten. Lage siehe Bestückungsplan. R3 (33E) dient auch für einen späteren Messpunkt.

23. C11 (100nF), C10 (100nF) und C18 (10nF) einsetzen und verlöten.

24. Bohrungen zu C12 (0.1uF) entgraten, C12 (0.1uF) einsetzen und verlöten.

25. R4 (27K) einsetzen und verlöten.

26. C13 (220pF), C14 (220pF) und C17 (220pF) einsetzen und verlöten. Lage siehe Bestückungsplan.

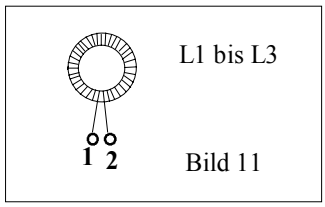
10.1 Test Mischerstufe

1. Lautsprecher LS anschliessen.
2. +12V an +12VRx anschliessen.
3. +12V an +12VTx anschliessen.
4. Die beiden Poti, 1 und 2, auf rechten Anschlag stellen.
5. Nun muss ein Rauschen hörbar sein.
6. Berührt man den Pin1 des IC1, NE602, mit einem Metallgegenstand, ertönt ein starkes QRM, vermischt mit Rundfunkstationen, je nach Tageszeit.

7. Der Empfänger ist nun bereits prüfbar mit einem Messsender oder einem Amateursender auf der betreffenden Frequenz. Man schliesst ein kurzes Stück Draht, ca. 10 cm, an den Pin1 des IC1, NE602. Dies stellt nun unsere Hilfsantenne dar. Mit dem Prüfsender gemessen legt man die Prüfkabel in die Nähe unserer Hilfsantenne. Dann drehen wir den Oszillator des Prüfsenders durch und suchen somit die Empfangsfrequenz unseres Empängers. Die Frequenz liegt nun möglicherweise neben unserer geplanten Empfangsfrequenz, was wir nun mit dem Trimmer Tri.4 (30pF) sowie dem Poti1 justieren können. Das genaue Trimmen nehmen wir jedoch am Schluss vor, wenn die Platine ins Gehäuse eingebaut ist. Durch den Einbau entsteht eine Kapazitätsbeeinflussung durch das Gehäuse und verstimmt so das Ganze erneut.

8. Wenn wir mit einem Amateursender die ersten oben genannten Prüfungen vornehmen wollen, so gibt man ein paar Watt (1-5 W) auf eine Dummiload (Kunstlast) und sucht somit die Empfangsfrequenz an unserem Empfänger.

11. Aufbau des Eingangsfilters



1. Spulen L1, L2 und L3 wickeln nach Bild 11.

L1-L3 80m: 8,7µH
Kern: T-25-2, Al=3,4; 52 Windungen, Draht-Durchmesser= 0,15mm, Drahtstück ca. 50cm.

L1-L3 40m: 2,05µH
Kern: T-25-6, Al=2,7; 28 Windungen, Draht-Durchmesser= 0,2mm, Drahtstück ca. 30cm.

L1-L3 20m: 2,08µH
Kern: T-25-6, Al=2,7; 28 Windungen, Draht-Durchmesser= 0,2mm, Drahtstück ca. 30cm.

L1-L3 15m: 0,491µH
Kern: T-25-6, Al=2,7; 13 Windungen, Draht-Durchmesser= 0,4mm, Drahtstück ca. 20cm.

2. Steckerstift A3, Eingang des Bandpasses, nähe C3, mit 1mm Durchmesser aufbohren, entgraten, Stift einpressen und verlöten.

3. Bohrungen zu C3 (12pF), C4 (33pF) und L1 entgraten.

4. C3 (12pF), C4 (33pF), L1 einsetzen und verlöten.

5. Bohrungen zu Trimmer Tri.1 (50pF orange) auf 1,3 mm aufbohren und entgraten.

6. Trimmer Tri.1 (50pF orange) einsetzen und verlöten, Lage siehe Bestückungsplan.

7. Bohrungen zu C5 (1.5pF) entgraten.

8. Bohrungen zu L2 entgraten.

9. C5 (1.5pF) einsetzen und verlöten.

10. L2 einsetzen und verlöten.

11. Tri. 2 (50pF orange) aufbohren und entgraten.

12. Tri 2 (50pF orange) einsetzen und verlöten.

13. Bohrungen zu C6 (47pF) und C7 (1.5pF) entgraten, Bauteile einsetzen und verlöten.

14. Bohrungen zu Tri3 (50pF orange) auf 1,3mm aufbohren und entgraten.

15. C8 (33pF) entgraten, Masse belassen.

16. C8 (33pF) einsetzen und verlöten, Masse oben verlöten.

17. Tri3 (50pF orange) einsetzen und verlöten. Lage siehe Bestückungsplan.

18. Bohrungen zu L3 entgraten.

19. L3 einsetzen und verlöten.

20. Bohrungen zu C9 (12pF) entgraten.

21. C9 (12pF) einsetzen und verlöten.

11.1 Test des Eingangsfilters

Am besten kann man dies mit einem geeichten Messsender und einer Anzeige in Form eines DBm-Voltmeters oder ähnlichem. Wir stellen den Messsender auf Mitte der gewünschten Empfangsfrequenz und schliessen Anzeige und Messsender zusammen. Dabei merken wir uns den Anzeigewert am Instrument und fügen nun unser Eingangsfilter dazwischen. Hierzu müssen wir den Koppelkondensator C9 (12pF) auf der Seite zum IC1 auslöten und mit dem 50-Ohm Messinstrument verbinden, sowie den Eingang A3 an den Messsender anschliessen. In der Regel ist das noch nicht justierte Eingangsfilter derart verstimmt, dass kein Ausschlag am Anzeigeinstrument ablesbar ist. In diesem Falle müssen wir die Leistung des Prüfsignals erhöhen bis ein Ausschlag feststellbar wird. Nun versuchen wir durch verstimmen der 3 Trimmer einen maximalen Ausschlag zu erziehlen. Dabei muss natürlich die zuvor erhöhte Leistung stufenweise zurückgenommen werden. Die verbleibende Dämpfung beträgt ca. 4,5 bis 5 dB. Dies stellt die unvermeidliche Einfügedämpfung unseres Bandpasses dar.

Eine weitere Testmöglichkeit, falls die oben genannte Messeinrichtung nicht vorhanden ist:

1. LS anschliessen.
2. +12V an +12VRx anschliessen.
3. +12V an +12VTx anschliessen.
4. Der Kondensator C9 (12pF) muss eingelötet sein.
5. An den Antenneneingang A3 schliessen wir eine Antenne an.
6. Nun suchen wir eine leise Station in unserem gewünschten Bandsegment.
7. Durch verstimmen der 3 Trimmer Tri.1 bis Tri.3 suchen wir höchste Lautstärke im Lautsprecher. Sollte die vorhin leise Station nun sehr laut geworden sein, so sucht man erneut eine leise, denn mit einem leisen Testsignal lässt sich höchste Empfindlichkeit erzielen.
8. Haben wir das Maximum an Empfindlichkeit erreicht, dann suchen wir eine freie Frequenz und schliessen die Antenne ab.
9. Beim erneuten Anschliessen der Antenne muss eine deutliche Rauschzunahme hörbar sein. Nun können wir sicher sein, dass der Empfänger empfindlich genug ist. Eine grössere Empfindlichkeit als das Antennenrauschen ist sinnlos und wirkt sich negativ auf das Grossignalverhalten des Empfängers aus.
10. An dieser Stelle setzen wir den 12V-Stift, Main +12V, und Sicherungshhalter FS nach Bestückungsplan ein.

Der Empfänger ist somit fertig und voll funktionsfähig.

12. Der Bau des Senders

12.1 Der Oszillator

1. J101-Stift einsetzen, auf 1.0 mm aufbohren und entgraten, und von unten verlöten

2. L101 nach Bild 12 wickeln. Weitere Angaben siehe unten.

L101, **80-m**, Drossel: 19 µH
Kern: FT-23-61; A1= 25; 26 Windungen, Drahtdurchmesser=0,2mm,
ein Drahtstück von ca. 30 cm Länge.

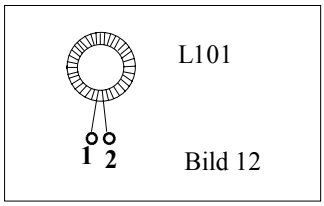


Bild 12

L101, **40-m**:34,6µH
Kern: T-37-2, Al= 4,0; 93 Windungen, Drahtdurchmesser= 0,2mm,
ein Drahtstück von c.a. 105cm Länge.

L101, **20-m**:12,3µH
Kern: T-37-2, Al= 4,0; 58 Windungen, Drahtdurchmesser= 0,2mm,
ein Drahtstück von c.a. 70cm Länge.

3. Bohrung zu C102 (270pF) entgraten.

4. C102 (270pF) einsetzen und verlöten.

5. Bohrung zu D101 (1N4148) einseitig entgraten, massenseitig belassen.

6. Bohrung zu R101 (100K)einseitig entgraten, massenseitig belassen.

7. Bohrung zu R104 (100E) beidseitig entgraten.

8. Diode 101 (1N4148) einsetzen und verlöten. Lage siehe Bestückungsplan.

9. R101 (100K) einsetzen und verlöten. Lage siehe Bestückungsplan. Massenseite oben verlöten.

10. drei Bohrungen zu FET, -Tr 101 (BF245C) entgraten und einsetzen.

11. zwei Bohrungen zu C106 (100nF) entgraten

12. R104 (100E) einsetzen und verlöten, Lage siehe Bestückungsplan

13. Bohrungen zu C104 (68pF) entgraten.

14. C106 (68pF) einsetzen und verlöten.

15. eine der Bohrungen zu Drossel 101 (100uH) entgraten, massenseitig belassen.

16. Bohrungen zu R102 (100K) beidseitig entgraten.

17. Bohrungen zu C103 (68pF) beidseitig entgraten.

18. Bohrungen zu C105 (22pF) beidseitig entgraten.

19. C104 (68pF) einsetzen und verlöten.

20. Bohrung zu Tr. 101 entgraten; Fet, Transistor, Tr101, BF245c einsetzen und verlöten. Lage siehe Bestückungsplan.

21. Drossel 101 (100uH) verlöten. Lage siehe Bestückungsplan, massenseitig oben durchkontaktieren !

22. R102 (100K) einsetzen und verlöten.

23. C103 (68pF) einsetzen und verlöten.

24. C105 (22pF) einsetzen und verlöten.

25. Bohrungen zu Spotsteckerstift J102 aufbohren auf 1.0 mm und einsetzen.

26. Bohrungen zu Diode D103A (1N4148) entgraten.

27. Bohrungen zu R103 (100E) entgraten.

28. Bohrungen zu C107 (100nF) entgraten.

29. Diode D103 (1N4148) einsetzen und verlöten. Lage siehe Bestückungsplan (Pfeil in Vorwärtsrichtung Stromfluss).

30. Serieschwingkreis, bestehend aus L101, Q101 (14040Mhz) und C101(300pF) vorbereiten, siehe Bild13 Wer will kann einen Quarz- Sockel nach Bild 3 verwenden. Dies erlaubt einen erweiterter Sendebereich. Ich habe den Quarz jeweils direkt eingelötet bei Verwendung eines Sockels Q-Sockel- Anschlüsse zur Seite biegen und an Drehko anlöten, siehe Seitenansicht Bild 13.Nun den ersten Anschluss von L101 an den zweiten Q-Sockelanschluss anlöten. Der zweite Anschluss von L101 wird an einen Steckschuh gelötet und an den Stift J101 gesteckt. Der Massenanschluss des Drehko wird für den nachfolgenden Test provisorisch mit einem kurzen Stück Draht mit der Platinen-Masse verbunden.

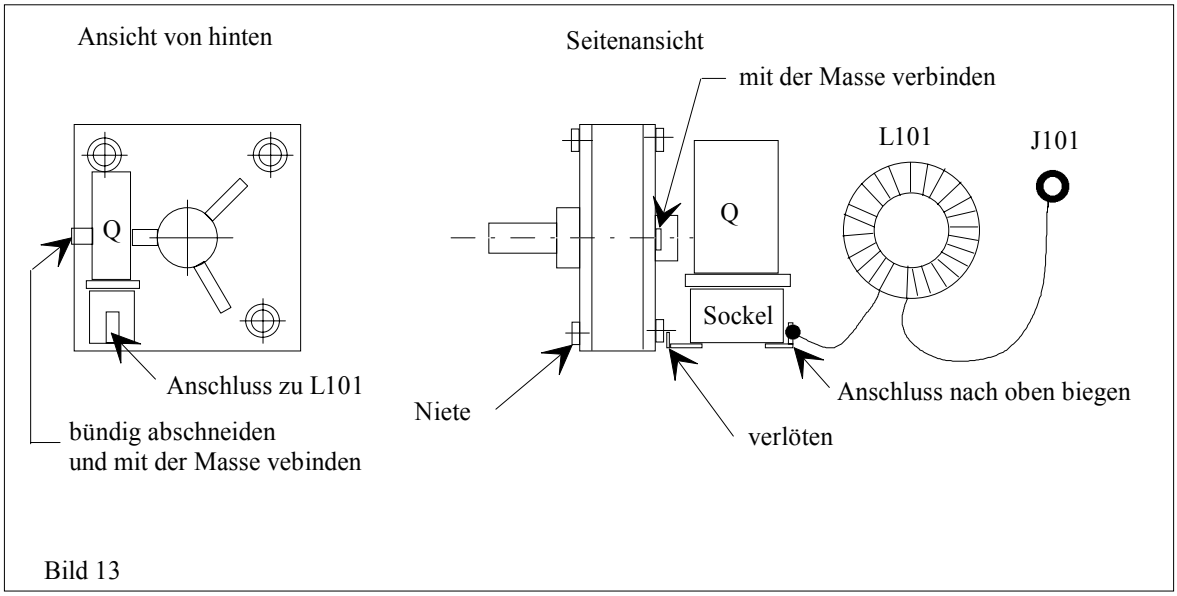


Bild 13

12.2 Test des Oszillators

Kombination L101, Q101, C101 anschliessen. Siehe Bild 13

+12V an den Spotstift J102 anschliessen.

Nun sollte der Oszillator schwingen. Dies kann folgendermassen geprüft werden:
KO an den Testpunkt R102 (100K) TP4 anschliessen.
Hier sollte ein Sinus, mit einer Amplitude von ca. 2 V Spitze-Spitze anliegen.

Eine weitere Testmöglichkeit:
Wir benutzen dazu einen Zweitempfänger. Als Antenne nehmen wir ein kurzes Stück Draht, welchen wir in die Nähe des Oszillators legen.
Im Zweitempfänger sollte nun auf der betreffenden Oszillatorfrequenz das Signal hörbar sein.

Eine weitere Testmöglichkeit:

Wir benutzen den bereits gebauten Empfänger, der ja bereits etwas abgeglichen ist. Hier kann man beim durchdrehen des Empfänger-VFOs das Signal auch hören. Der Empfänger wird sicher noch übersteuert, da wir den Mute (Stummsetzung) noch nicht aktiviert haben.
Übrigens, später können wir für das Einpfeifen (auf zerobeat gehen) genau diese Funktion benutzen.

13. Aufbau TX-Puffer

1. drei Bohrungen zum FET, Transistor Tr102 (BF245C) entgraten.
2. drei Bohrungen zu Poti 101 (470E) aufbohren auf Durchmesser 1,2 bis 1,3 mm.
3. zwei Bohrungen zu Poti 101 entgraten,die dritte, massenseitige Bohrung belassen.
4. Poti 101 (470E) einsetzen und unten verlöten. Der eine Anschluss oben massenseitig durchkontaktieren. Achtung: Poti nicht ganz auf Platine setzen ansonsten ein Kurzschluss entsteht.
5. Transistor, Tr.102 (BF245C) einsetzen und unten verlöten.
6. R103 (100E) einsetzen und verlöten.
7. Bohrung Steckerstift J104 zur Tastung aufbohren auf 1,0 mm, entgraten, ebenso den Steckerstift J105.
8. J105 und J104 einsetzen und verlöten. Lage siehe Bestückungsplan.
9. Bohrung zu R109 (56E) entgraten, massenseitig belassen.
10. R109 (56E) einsetzen und beidseitig verlöten. Unten durchkontaktieren, Lage siehe Bestückungsplan.
11. Zwei Steckerstifte zu J103 aufbohren, entgraten und Stiften einsetzen sowie verlöten.

13.1 Funktionstest des TX-Puffers

1. An den Spot-Stift J102 12V anschliessen.
2. Dann schliessen wir den Serieschwingkreis, bestehend aus C101(300pF) , Q101, und L101 nach Bild 13 an. Das Drahtende L101, rechts im Bild, schliessen wir an den betreffenden Stift J101 an. Die Masse verbinden wir mit einem möglichst kurzen Draht (1-3cm) zwischen Drehko und Masse, siehe Bild 13 links.
3. An den Stift J103 schliessen wir einen KO an, wer einen besitzt.
4. Das Poti 101 (470E) drehen wir rechtsherum auf Anschlag. Nun sollten wir eine Sinus-Spannung von ca. 1,5 V Spitze-Spitze auf dem Bildschirm erhalten.
5. Wenn wir das Poti 101 (470E) linksherum auf Anschlag drehen, ergibt die Sinus-Spannung 0V.
6. Wenn das alles funktioniert, ist auch diese Stufe OK.

14. Aufbau des Tastschalters

1. Alle Bohrungen zu R110 (22K) und R108 (10K) ansenken.
2. Bohrungen zu Diode D102 (1N4148) ansenken.
3. C107 (100nF) einsetzen und verlöten.
4. D102 (1N4148) einsetzen und verlöten. Achtung: Richtung beachten, siehe Bestückungsplan.
5. R108 (10K) einsetzen und verlöten, Lage siehe Bestückungsplan.

6. R110 (22K) einsetzen und verlöten.
7. Bohrungen zu Tr105 entgraten.
8. Transistor Tr105 (BC307) einsetzen und verlöten, Lage siehe Bestückungsplan.
9. Steckerstift B2 + 12VTx mit Ø1mm aufbohren, entgraten, einsetzen und verlöten.

14.1 Test des Tastschalters

1. +12V an Stift B2 anlegen.
2. Voltmeter, Plus-Spitze, an Kollektor anschliessen (Messbereich ca. 12V-15V).
3. Tastungsstift J104 mit einem Stück Draht nach Masse legen, dann muss die Spannung von 0V auf 12 V ansteigen.

Somit funktioniert auch die Tastschaltung.

15. Aufbau TX-Treiber

1. Alle Bohrungen zu C108 (10nF), R106 (3K9), R105 (470E) und R107 (15E) entgraten.
2. Alle 3 Bohrungen zu Tr103 (2N2222) entgraten.
3. C108 (10nF) einsetzen und verlöten.
4. R105 (470E) einsetzen und verlöten.
5. R106 (3K9) einsetzen und verlöten.
6. R107 (15E) einsetzen und verlöten.
7. Tr103 (2N2222) einsetzen und verlöten, Lage siehe Bestückungsplan.
8. Bohrungen C109 (100nF) entgraten.
9. Alle Bohrungen zum Transformer T101 entgraten und beschriften nach Bestückungsplan.
10. Bohrungen C110 (12pF)entgraten.
11. Alle Bohrungen zum Trimmer Tri.101 auf 1,2 mm aufbohren und entgraten.
12. Trimmer Tri.101 einsetzen und verlöten, Lage Bestückungsplan.
13. C110(12pF) einsetzen und verlöten.
14. C109 (100nF) einsetzen und verlöten.

15. Transformator T101 wickeln nach Bild 14, Anschlüsse lang lassen und einfädeln, dann ablängen und verlöten.

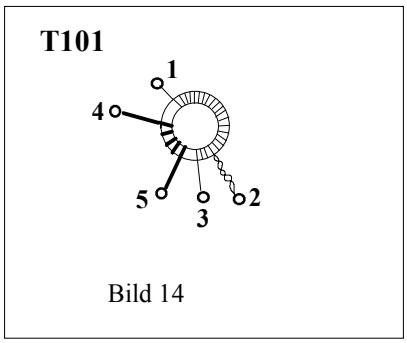


Bild 14

T101-80m
Kern: T-37-2
L-Primär Total, Pt.1-3,= 13,1µH
L-Primär, Pt. 1-2,= 4,4µH; Pt.2-3,= 5,1µH
Primär Total-Windungen= 61Wdg. Drahtdurchmesser 0,2mm, ein Drahtstück von ca. 80cm. Anzapfung: 30. Wdg. vom kalten Ende (Pt.1) aus gezählt. Sekundär 8 Windungen, Drahtdurchmesser 0,3mm.

T101-40m
Kern: T-25-2
L-Primär Total, Pt.1-3,= 3,6µH
Windungen Primär, Pt. 1-2,=18; Pt.2-3,=15 Wdg.
Primär Total-Windungen= 33Wdg. Drahtdurchmesser 0,2mm, ein Drahtstück von ca. 30cm.
Anzapfung: 18. Wdg. vom kalten Ende (Pt.1) aus gezählt.
Sekundär 3 Windungen, Drahtdurchmesser 0,3mm.

T101-20m
Kern: T-25-6, Al= 2,7
L-Primär Total, Pt.1-3,= 1,85µH
Windungen Primär, Pt. 1-2,=15 Wdg.; Pt.2-3,= 8 Wdg
Primär Total-Windungen= 23Wdg. Drahtdurchmesser 0,2mm, ein Drahtstück von ca. 25cm.
Anzapfung: 15. Wdg. vom kalten Ende (Pt.1) aus gezählt.
Sekundär 4-5 Windungen, Drahtdurchmesser 0,3mm. (bei 5W Wdg = 4W bei 12V)

T101-15m
Kern: T-37-6, Al= 3,0
L-Primär Total, Pt.1-3,= 2,5µH
Windungen Primär, Pt. 1-2,=11 Wdg.; Pt.2-3,= 19 Wdg
Primär Total-Windungen= 30Wdg. Drahtdurchmesser 0,4mm, ein Drahtstück von ca. 35cm.
Anzapfung: 11. Wdg. vom kalten Ende (Pt.1) aus gezählt.
Sekundär 2 Windungen, Drahtdurchmesser 0,3mm.

16. Kühlkörper vorbereiten nach untenstehendem Bild 14a. Die unteren, 5 sternförmigen Bleche schneidet man mit einem Seitenschneider ab, und die oberen biegt man mit einer Zange nach oben.

17. Kühlblech auf Transistor Tr103 aufstecken. Dabei darf der Kühlkörper kein anderes Bauteil berühren, ansonsten ein Kurzschluss entsteht und den Transistor zerstört.

18. Bohrung zu Steckerstift J105 und J105B auf 1 mm Ø aufbohren, Stift einsetzen, verlöten sowie oben durchkontaktieren.

19. drei Stück Schnittstellenbrücken nach Bild 15 vorbereiten, welche bei J103, J105 sowie J106 benötigt werden. Den jeweiligen Abstand erhalten wir am einfachsten, wenn wir die Steckerschuhe direkt auf die vorgesehenen Stiften setzen und verlöten.

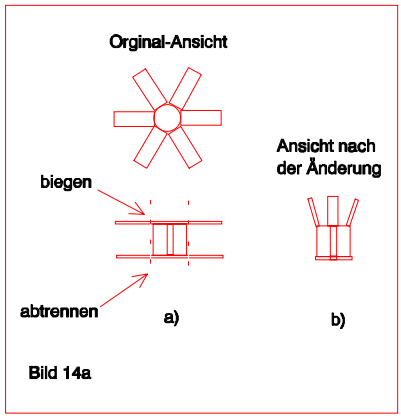


Bild 14a

15.1 Test Treiberstufe

1. Serienschwingkeis C101, Q101, L101 anschliessen.
2. +12V an B2 anschliessen.
3. Am Trafoausgang von T101, der Schnittstelle J105, ein Leistungsmessgerät oder einen KO anschliessen.
4. Den Stift J104, den Anschluss zur Taste, mit Masse verbinden.
5. Nun muss am KO oder am Messgerät eine Sinus-Spannung im mV-Bereich messbar sein.

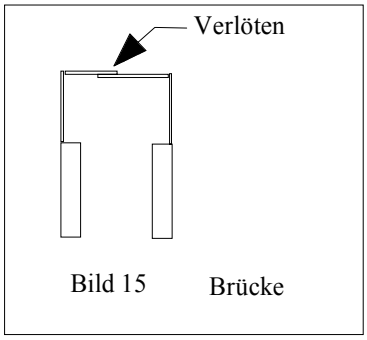


Bild 15

6. Nun können wir mit dem Trimmer Tri101 auf Maximum abgleichen. Dabei müssen wir die Trimmerstellung kontrollieren, ob wir an einem Ende, dh. der Rotor voll ein-oder ausgedreht steht, siehe Bild 16.
7. Mit den 2-3 angegebenen Windungen ergeben sich ca. 30 mW Ausgangsleistung.
8. Wenn die Treiberstufe als Endstufe verwendet werden soll, so müssen wir die Windungszahl auf etwa 5 Windungen erhöhen. Damit erreichen wir ca. 60 mW - 100 mW Leistung.
9. Wenn wir den Tr104, also den vorgesehenen Endstufentransistor verwenden, so sind die 2 Windungen richtig, denn der Widerstand bleibt leicht unter 50 Ohm, was der Anpassung zugute kommt.

   Nun ist auch die Treiberstufe Ok.

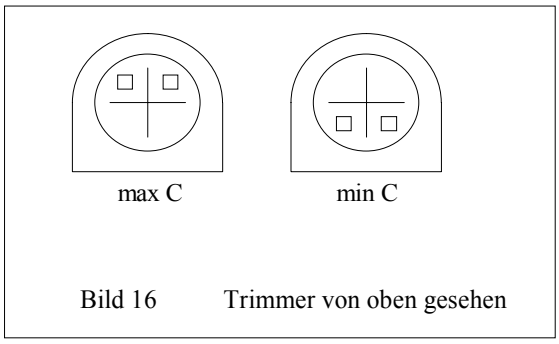


Bild 16 Trimmer von oben gesehen

16. Aufbau der Endstufe

1. T102 wickeln nach Bild 17
2. T102, Kern: FB43-2401, Drahtdurchmesser 0,5mm; 2 Drahtstücke, ca. 20cm lang, verdrillt, 2 Schläge auf 1cm. Total 5 Windungen verteilt auf den ganzen Umfang.
3. Bohrungen zu T102 beschriften mit 1-4.
4. Bohrungen von T102 entgraten.
5. Bohrung zu C111 (100nF) entgraten, massenseitig belassen.

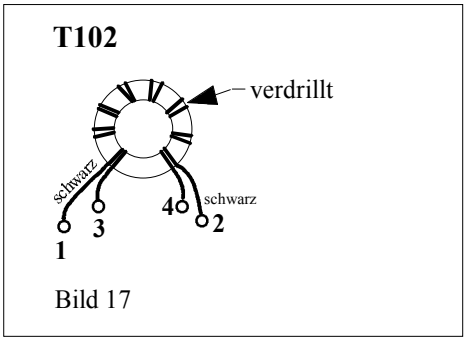


Bild 17

6. Bohrungen zu C112 (10nF) entgraten.
7. Stiften zur 50 Ohm Schnittstelle aufbohren mit 1mm Ø, entgraten, einsetzen und verlöten.
8. Zwei Bohrungen, zum Kollektor und Basis,des Endstufen- Transistors,Tr.104 entgraten.
9. Drei Drahtreste von ca. 2 cm bei E; C, und B einlöten, für späteren Test. Achtung Emitterdraht oben und unten verlöten.

10. Massestiftpunkt J106 B mit 1mm Ø aufbohren, nicht entgraten, Stift einpressen und oben sowie unten verlöten, siehe Bestückungsplan.

11. Vorgefertigte Brücke nach Bild 15 auf J105 setzen.

12. C112 (15nF) einsetzen und verlöten.

13. C111 (100nF) einsetzen und verlöten.

14. T-102 einsetzen und verlöten.

16.1 Funktionstest der Endstufe (PA)

1. Schwingkreis L101, C101, Q101 anschliessen.

2. Endstufentransistor, Tr104, mit Kühlblech versehen, mind. 4 cm2, anschrauben.

3. Endstufentransistor, Tr104 an die 3 Drähte anschliessen, auf richtige Anschlüsse achten.

4. Eine 50 Ohm-Last an die Schnittstelle J106 anschliessen. Am besten verwenden wir ein Wattmeter und Dummiload für QRP.

5. +12V an den Stift B2 anlegen.

6. Tastung J104 an Masse legen: die Ausgangsleistung sollte dabei bei 3W bis 5 Watt liegen.
Wenn wir das Signal an dieser Stelle mit dem KO anschauen, dürfen wir nicht über einen verkrümmten Sinus entäuscht sein, was meist normal ist. Was der KO zu unserem Nutzsignal hin noch zeigt, sind die Oberwellen. Je breitbandiger, also je teurer der KO ist, desto besser stellen wir diese Eigenart fest. Das ganze macht also nichts, denn der nachfolgende Tiefpass hat ja die Aufgabe, diese Oberwellen zu unterdrücken.

Nun ist auch diese Stufe Ok.

17. Der Tiefpass

zwei, bzw. drei Kerne, L102 bis L103 nach Bild 18 wickeln

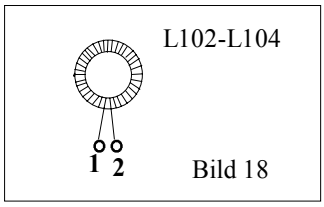


Bild 18

80m L102-**L**l04
Kern: T-37-2; L=3µ; 28 Windungen auf den ganzen Umfang verteilt; Drahtdurchmesser = 0,4mm; ein Drahtstück von ca. 40 cm.

40m L102-**L**l04
Kern: T-37-2;L102+L104=1.6µH; 20 Windungen auf den ganzen Umfang verteilt; Drahtdurchmesser=0,4mm; ein Drahtstück von ca. 30 cm. L103=1.8µH; 22 Windungen auf den ganzen Umfang verteilt; Drahtdurchmesser= 0,4mm; ein Drahtstück von ca. 30 cm.

20m L102-**L**l03
Kern: T-37-2;L102 =1µH; 17 Windungen auf den ganzen Umfang verteilt; Drahtdurchmesser = 0,4mm; ein Drahtstück von ca. 30 cm. L103=0.91µ; 16 Windungen auf den ganzen Umfang verteilt; Drahtdurchmesser = 0,4mm; ein Drahtstück von ca. 30 cm.

15m L102-**L**l03
Kern: T-37-6; L= 0.56µH; 13 Windungen auf den ganzen Umfang verteilt; Drahtdurchmesser = 0,4mm; ein Drahtstück von ca. 25cm..

1. Bohrung zu Steckerstift J107 auf Ø 1,0 mm aufbohren, entgraten sowie einsetzen und verlöten. Massenstift A2-E beidseitig verlöten, durchkontaktieren.

2. Kondensator-Kombinationen C113 bis C118/ C120 einsetzen und verlöten, vorgängig entgraten.

3. Kontaktbrücke J106 nach Bild 15 anbringen.

4. L102 bis L104 einsetzen und verlöten.

17.1 Test des Tiefpassfiters

1. Schwingkeits L101, C101, Q101 anschliessen.

2. Endstufentransistor Tr104 mit Kühlblech anschliessen.

3 Eine 50 Ohm-Last (Dummyload) an J107 anschliessen, oder wie oben ein Wattmeter für QRP
4. +12V anlegen.

5. Tastung J104 an Masse legen: die Ausgangsleistung müsste in etwa gleich sein wie beim Test ohne Tiefpass.

Sollte die Ausgangsleistung zu niedrig sein, kann die Induktivität durch zusammenrücken der Windungen versuchsweise verändert werden. Dies erhöht die Induktivität.Möglicherweise erhalten wir dadurch eine höhere Ausgangsleistung. Sollte dabei die Leistung kleiner werden, so ist die Induktivität zu gross geworden. In diesem Falle wickeln wir 1 Windung am betreffenden Kern ab, verteilen den Rest wiederum auf den ganzen Umfang. Nun versuchen wir wiederum durch verschieben der Drähte eine max. Ausgangsleistung zu erzielen.

Eine weitere Möglichkeit das Tiefpassfilter zu optimieren besteht, indem wir anstelle der Festkondensatoren, C113 bis C120, einen, besser zwei bis drei, Drehkondensatoren einsetzen und so das Pi-Filter, wie wir es bei einer konventionellen Matchbox tun, auf eine grössere Ausgangsleistung trimmen. Dabei darf der Sender natürlich nicht zum wilden Schwingen kommen. Zur Kontrolle schliesst man parallel zum Lastwidwerstand (Dummyload) ein KO an und betrachtet dessen Sinusschwingung. Der Sinus sollte dabei nicht verzerrt sein, auch wenn wir die Speisespannung von 8V bis 18V variieren und zugleich den überstreichbaren Frequenz-Bereich verändern.
Die maximale Ausgangsleistung beträgt ca. 5W, bei einer Speisespannung von 18V.

18. Zusammenbau

1. Kontrolliere, ob die fertige Platine gut in das Gehäuse passt; es dürfen keine Bauteile die Gehäusewand berühren. Auf der Unterseite der Platine dürfen keine langen Drahtstücke vorstehen. Auf der Oberseite dürfen keine Bauteile höher als die Gehäusewand sein.

2. Löte die 2 Befestigungsmuttern (M 2) an die Platinenoberseite, bohre danach die Löcher (2,5mm) so in die Rückwand, dass sich die Platine gut befestigen lässt (auf Uebereinstimmung achten !).

3. Bohre ein Arretierloch für den Abstimmknopf / VFO-Antrieb in die Vorderseite des Gehäuses gemäss folgender Skizze.

4. Montiere den Abstimmknopf.

5. Löte den Senderquarz an den Drehko so, dass der Quarz genau in die vorgesehene Aussparung passt.

6. Die Spule L 101 ist mit möglichst kurzen Anschlussdrähten an den Quarz und den Stecker für J 101 anzulöten, so dass die Ringspule gut plaziert werden kann. Für diejenigen OM's, die einen Ein-Aus-Schalter einbauen, ist speziell auf gute Plazierung der Spule zu achten.

7. Montiere nun den Drehkondensator in die Vorderseite. Das Einpassen haben wir schon früher vorgenommen. Verbinde den Rotor des Drehkos mit Masse (mit einem Stück Litze an Masse, am besten an die Platine, verlöten).

8. Montiere den Endstufentransistor an die Seitenwand. Achte darauf, dass das Befestigungsstück keine Verbindung zu Masse hat. Die Verwendung von Wärmeleitpaste ist empfehlenswert. Zur Erleichterung der Lötarbeiten an diesem Transistor, die Seitenwand abnehmen. Auf möglichst kurze Anschlüsse achten.

9. Montiere die vier Steckerbuchsen an der Rückwand.

10. Für die Sende-Empfangsumschaltung sind 3 Koaxkabelstücke vorzubereiten: ca. 4 cm, 4,5 cm, 5,5 cm. Die einzelnen Längen vor dem Abschneiden durch Vormontage ausprobieren. Die Seelen der Kabel sollten ca.5 mm vorstehen, die Abschirmungen sollten ca 5 mm gegenüber der Innenisolation zurückstehen.

11. Drahtstücke vorbereiten für die entsprechenden Stromversorgungen.

12. 1x ca. 2,5 cm, 1 x ca. 3,5 cm, 1 x ca. 6 cm. Längen vorbereiten gemäss 10. Löte alle Kabel an den Schalter gemäss Verdrahtungsplan. Wenn alle Kabel richtig am Schalter verlötet sind, montiere den Schalter und verlöte die Koaxkabel mit den entsprechenden Steckerhülsen. Eine gemeinsame Massenverbindung der Koaxabschirmung ist noch herzustellen. (Vorsicht; die Koaxkabel sind sehr Wärmeempfindlich !!).

13. Verdrahte nun die restlichen Verbindungen mit den Steckerhülsen und Steckerbuchsen nach dem Verdrahtungsplan.

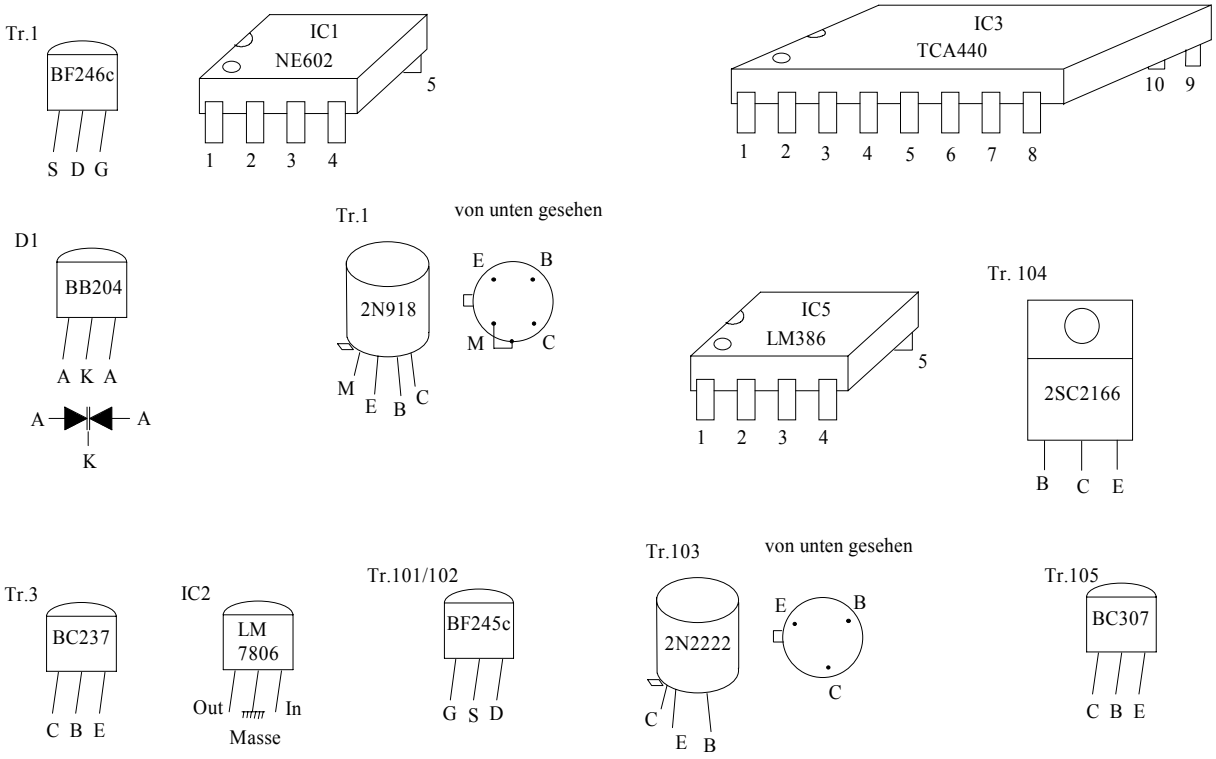
14. Montiere die Antriebe für den Drehko und die Potentiometer.

15. Schlusskontrolle: Ueberprüfe, ob alle Verbindungen und Koaxkabel richtig angeschlossen sind, bzw.verlötet (nach Verdrahtungsplan). Montiere die Gehäuseunter- und Oberseite und vergewissere Dich aber vorher, dass keine Bauteile oder Drahtstücke das Gehäuse berühren. Ev. sind auch die Gehäuseschrauben zu kürzen, sie dürfen keine Bauteile berühren (Masseschluss !!!)

16. Achtung, die Schrauben sind hart und können nur durch abschleifen gekürzt werden.

17. Alle Bedienungselemente sollten leicht und freigängig sein, sonst sind die Löcher nachzuarbeiten.

19. Anschlussbilder der aktiven Bauelemente



20. Schlußwort

- Dieser Sendeempfänger ist ein Lernprojekt und wurde möglichst überschaubar konzipiert, mit dem Nachteil, eines etwas größeren Bauteile-Aufwands.
- Ein besonderer Dank geht an die Mitarbeiter zu diesem Projekt:
- Bährenführer: Hans, HB9CVO; Walter,HB9JBO; Erich, HB9WCE.
- Dokumentation vervielfältigen**;** Hans-Peter, HB9DBK.
- Ergänzungen Willy HB9BBM, Hugo HB9AFH.
- Ich hoffe mit diesem Projekt einigen Amateuren die praktische Technik etwas näher gebracht zu haben.
- Ich wünsche Ihnen/Dir viel Erfolg und Spaß.

vy 73 de HB9BXE