

Handbuch

zum Datenfunk-Transceiver

TRX4S

Ausgabe. 27. 1. 1999 (TRX4S)



Herstellung und Vertrieb: SYMEK GmbH, Datentechnik, Ulf Kumm, DK9SJ
Anschrift: D-70597 Stuttgart (Sonnenberg), Johannes-Krämer-Straße 34
Telefon: (0711) 76 78 923, Fax: (0711) 76 78 924, Technik-Hotline: (0711) 76 54 911
eMail: [info @ symek.com](mailto:info@symek.com); Internet: <http://symek.com>

SYMEK High-Speed Packet-Radio-Controller

Die Packet-Radio-Controller der TNC3-Familie (TNC3S, TNC31) sind bis zu 1 MBit/s Übertragungsgeschwindigkeit geeignet. Standardmodems für 1200, 9600, 19200, 38400, 76800 und 153600 Baud sind erhältlich. Die optimalen Controller zum TRX4S Datentransceiver.



TNC3S: Zweikanal Packet-Controller (zwei unabhängige Modems), 256 kByte Flash-EPROM, max. 2 MByte CMOS-RAM, max. 1,6 MBit/s Gesamt-Übertragungskapazität. Software: Hostmode, Mailbox, KISS, SLIP, Hayes, Sixpack, X-Net.



TNC31S: Einkanal-Controller bis 1 MBit/s. 128 oder 512 kByte Flash-EPROM, max. 512 kByte CMOS-RAM. Software wie TNC3S.

Inhaltsverzeichnis

SYMEK HIGH-SPEED PACKET-RADIO-CONTROLLER	2
VORWORT	5
BEDIENUNGSANLEITUNG	6
BEDIENELEMENTE DES TRX4S	6
PROGRAMMIERUNG	7
ANSCHLUSS DER SCHNITTSTELLE	7
BEDIENUNG MIT DEM PROGRAMM TRX4TERM	7
BEDIENUNG MIT EINEM TERMINALPROGRAMM.....	7
PROGRAMMIERUNG DER KANÄLE	8
UMSCHALTUNG DER KANÄLE (UP/DOWN TASTEN).....	9
ANSCHLÜSSE.....	11
BUCHSE FÜR MODEM ODER TNC.....	11
<i>Anschlusskabel zwischen TRX4S und TNC</i>	<i>11</i>
<i>Signale von und zum Modem</i>	<i>12</i>
BUCHSE 'REMOTE-CONTROL'.....	13
STROMVERSORGUNG, ABSICHERUNG	13
TECHNISCHE BESCHREIBUNG.....	16
TECHNISCHE DATEN TRX4S	16
VERBINDUNGSLEITUNG ZUR SCHNITTSTELLE.....	17
TERMINAL-PROGRAMME (EINSTELLUNG).....	19
<i>Konfiguration von TERM 10.36 (DOS-Programm nach DL5FBD).....</i>	<i>19</i>
<i>Konfiguration von Terminal (Windows 3.11)</i>	<i>19</i>
<i>Konfiguration von Hyperterm (Windows95/98)</i>	<i>20</i>
KOMMANDOS DER TRX4S FIRMWARE 1.0	21
<i>Speicherung eines Datensatzes.....</i>	<i>21</i>
<i>Abfrage eines Datensatzes</i>	<i>21</i>
<i>Abfrage aller Datensätze.....</i>	<i>22</i>
<i>Einstellen des aktiven Kanals.....</i>	<i>22</i>
<i>Abfrage des aktiven Kanals.....</i>	<i>22</i>
<i>S-Meter abfragen</i>	<i>22</i>
<i>Sendertemperatur (Sendeleistung) abfragen</i>	<i>23</i>
<i>Softwareversion abfragen</i>	<i>23</i>
<i>Fehlermeldungen des TRX4, Syntax.....</i>	<i>23</i>
SERVICE-EINSTELLUNGEN UND ABGLEICH	25
PROGRAMMIERUNG DES EEPROM-SPEICHERS.....	25
<i>POKE: Byte ins EEPROM schreiben.....</i>	<i>25</i>
<i>PEEK: Byte aus dem EEPROM auslesen.....</i>	<i>25</i>
<i>Organisation des EEPROM-Speichers.....</i>	<i>25</i>
INTERNE EINSTELLMÖGLICHKEITEN.....	27
GEHÄUSE ÖFFNEN.....	27
TRX4S VOLLSTÄNDIG ZERLEGEN	28
EINSTELLUNG DER SENDELEISTUNG	29
<i>Abgleich Sendeleistung:</i>	<i>29</i>
EINSTELLUNG DER TEMPERATURBEGRENZUNG	30
<i>Einstellung Temperaturbegrenzung:</i>	<i>31</i>

EINSTELLUNG DER HF-TRÄGERERKENNUNG.....	31
EINSTELLUNG DER MODULATION (HUB)	32
EINSTELLUNG DER MODULATION (KOMPENSATION)	32
ABGLEICH DES REFERENZQUARZES	33
ABGLEICH DES LOKALEN 60,3 MHz OZILLATORS.....	34
ABGLEICH DES TX-VCO.....	34
ABGLEICH DES RX-VCO.....	34
ABGLEICH DISKRIMINATORSPULE.....	35
ZF-ABGLEICH.....	35
ABGLEICH 90,45 MHz AUFBEREITUNG.....	35
ABGLEICH TREIBERSTUFEN 435 MHz	36
ABGLEICH ENDSTUFE UND TIEFPASSFILTER.....	36
UPDATE DER FIRMWARE	37
ABSCHALTEN DER 7-SEGMENT ANZEIGE.....	37
UMSCHALTUNG LEISTUNGS / TEMPERATURANZEIGE.....	37
MESSPUNKTE.....	38
FERNSTEUERBUCHSE 'REMOTE-CONTROL'.....	38
<i>Masse, + 5 Volt, Clock für die Stromversorgung der Fernbedienung</i>	<i>39</i>
<i>Tasterfunktionen 'Up' und 'Down' für Kanalumschaltung.....</i>	<i>39</i>
<i>3-Draht-Schnittstelle zur Ausgabe von 7-Segment-Display, Sendeleistung, Betriebsart.....</i>	<i>39</i>
<i>serielle asynchrone 9600 Baud Schnittstelle zur Programmierung etc.</i>	<i>39</i>
FUNKTIONSBESCHREIBUNG D. SCHALTUNG	41
SCHALTPLÄNE, BESTÜCKUNGSPLAN.....	46
BESTÜCKUNGSPLAN TRX4S (LINKE HÄLFTE).....	46
BESTÜCKUNGSPLAN TRX4S (RECHTE HÄLFTE).....	48
SCHALTBILD TRX4S (NF, SENDER, STROMVERS.).....	49
SCHALTBILD (EMPFÄNGER, STEUERUNG)	51
WAS TUN, WENN DAS GERÄT NICHT FUNKTIONIERT?	52
BESTIMMUNGEN, LIZENZRECHTE ETC.....	53
INDEX	54

VORWORT

Die Betriebsart Packet-Radio ist seit 1982 im Amateurfunk gebräuchlich. Nachdem die Daten erst mit 1200 Baud im 2m-Band übertragen wurde, ist heute (1998) die 9600-Baud FSK-Technik nach G3RUH allgemein eingeführt und verbreitet.

Während man für 1200 Baud AFSK-Übertragung praktisch jedes FM-Funkgerät über Mikrofon und Lautsprecherbuchse anschließen kann, sind für 9600 Baud FSK meist Modifikationen an den Funkgeräten notwendig. Mittlerweile bieten viele Funkgerätehersteller die Funkgeräte auch schon mit einem speziellen Anschluss für 9600 Baud Modems an.

Da die von der Industrie angebotenen Funkgeräte jedoch für Sprechfunkbetrieb konzipiert wurden, sind sie nur unter gewissen Einschränkungen für Datenübertragung geeignet. Folgende Eigenschaften sind bei Funkgeräten für Datenübertragung entscheidend:

- Sende- und empfangsseitige Basisband-Übertragung im NF-Frequenzbereich von 20 bis 5000 Hz (9600 Baud) bzw. 150Hz bis 80 kHz (153 kBaud) ohne Amplituden oder Phasenverzerrung muss gewährleistet sein.
- Sende-Empfangs-Umschaltung sollte weniger Zeit benötigen als die Übertragung von ca. 50 Bit Daten. Dies entspricht 5 ms bei 9600 Baud bzw. 250 μ s bei 153 kBaud.
- Die ZF-Bandbreite sollte für verzerrungsfreien 19200 Baud Empfang ca. 30 kHz, für 153 kBaud-Betrieb rund 300 kHz betragen. Die ZF-Filter sollen für Datenübertragung optimiert sein.
- Simplex-Betrieb sollte ohne Einschränkung möglich sein.

Da diese Punkte von keinem derzeit verfügbaren Funkgerät erfüllt werden, wurde von SYMEK ein spezielles Funkgerät für schnelle Datenübertragung im 435 MHz Band entwickelt. Bei der Schaltungsentwicklung konnte nicht auf die von der Sprechfunktechnik vorhandene Technik zurückgegriffen werden, da dies zu Einschränkungen in Bezug auf die oben aufgeführten Anforderungen geführt hätte. Praktisch alle Stufen wurden von Grund auf neu konzipiert und entwickelt.

Die Entwicklung wurde in Zusammenarbeit von Gunter Kühnhardt, DC4SU (HF-Entwicklung), Günter König, DG4SAS (Mikrocontroller-Steuerung) und Ulf Kumm, DK9SJ (Projektleitung, Layout) im Jahr 1998 durchgeführt.

Nach einer kompletten und aufwendigen Neuentwicklung entstand ein echtes Datenfunkgerät, das diese Bezeichnung ohne Einschränkungen verdient.

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Einsatz des TRX4S.

Die im Mikroprozessor des TRX4S gespeicherte Software kann, je nach Bedarf, weiterentwickelt werden, spätere Updates werden zusammen mit einer ergänzenden Dokumentation geliefert.

Dies ist die erste Auflage des Handbuchs zum neuen TRX4S Datentransceiver. Mit Sicherheit werden wir dieses Handbuch den Erfordernissen unserer Kunden weiter anpassen und entsprechend erweitern. Setzen sie sich mit uns in Verbindung, wenn Sie später eine neuere Version des Handbuchs erhalten möchten. Für Anregungen jeder Art sind wir dankbar. 27. 1. 1999 Ulf Kumm, DK9SJ

Ulf Kumm
DK9SJ

WICHTIG: Die Angaben in diesem Handbuch gelten nur für die derzeit aktuelle Leiterplatten-Version mit der Bezeichnung TRX4S-C.

BEDIENUNGSANLEITUNG

Bedienelemente des TRX4S

Wenn Sie schon Erfahrung mit der Betriebsart Packet-Radio besitzen genügen Ihnen die Angaben auf dieser Seite um Ihren TRX4S in Betrieb zu nehmen.

Das TRX4 wird mit dem Kühlkörper nach oben aufgestellt.

LED-Anzeigen, Einstellmöglichkeiten an der Frontplatte (von links nach rechts)

REMOTE	Anschluss für Bedienteil (siehe 'Fernbedienung')
AUDIO:	Lautstärke (wirkt nur auf den NF-Verstärker / Lautsprecherbuchse)
SQUELCH:	Rauschsperr (wirkt nur auf den NF-Verstärker / Lautsprecherbuchse)
NARROW:	Der Transceiver arbeitet in der Betriebsart Schmalband (Narrow bis 19200 Baud)
RSSI DCD:	Es wird ein HF-Signal empfangen
RX:	Der Transceiver ist auf Empfang
TX:	Der Transceiver ist auf Sendung
PWR:	Power, die Stromversorgung des TRX4S ist eingesteckt (5 Volt Kontrolle)

Anschlüsse (Rückseite) (von links nach rechts)

ANT:	Antenne, BNC-Buchse, 50 Ω , max. 30 Watt HF
Stromvers.	12 (13,8) Volt, max. ca. 6,5 A. Rot = plus, schwarz = minus.
SPKR	Lautsprecher 8 Ω , 3,5 mm Mono-Klinkenbuchse, max. 0,5 W
Modem/TNC	Datenanschluss für TNC, 6-pol mini-DIN-Stecker (siehe 'Datenanschluss')
RS232	Schnittstelle zum Rechner, 9600 Baud, 8 Bit, NO Parity (siehe 'Programmierung')

Kanalumschaltung im Inneren des Gerätes

Zur Kanalumschaltung muss man das Gerät umdrehen (Kühlkörper nach unten).

Rechts zwischen dem RS232-Anschluss und der Remote-Control Buchse befindet sich eine 7-Segment LED-Anzeige und zwei 3 mm Bohrungen. Mit einem passenden Stift können durch diese Bohrungen hindurch zwei Drucktaster erreicht werden. Mit den Tasten können Sie nun die eingestellten Kanäle umschalten. Ein zusätzlich anschließbares Bedienteil besitzt die selben Funktionen (up, down, Display) und kann außen an die Buchse REMOTE CONTROL angesteckt werden.

Inbetriebnahme

In jedem Fall muss das Funkgerät zuerst mit den von Ihnen gewünschten Frequenzen programmiert werden. Arbeiten Sie bitte das Kapitel 'Programmierung' durch und stellen Sie die Frequenzen ein. Bei Auslieferung ist das Gerät auf Kanal 0: TX = RX = 433,000 MHz, Narrow, 3 Watt eingestellt.

PROGRAMMIERUNG

Anschluss der Schnittstelle

Verwenden Sie das mitgelieferte Schnittstellenkabel und stecken Sie es an dem 9-poligen Sub-D-Stecker am Rechner (COM1 oder COM2) ein. Falls Ihr Rechner nur über einen 25-poligen Stecker verfügt können Sie einen handelsüblichen Adapter verwenden oder bei uns einen 25-poligen Sub-D Adapter bestellen.

Die RS232-Schnittstelle des TRX4S entspricht der des TNC31S. Die Baudrate beträgt 9600 Baud.

Falls Sie ein eigenes Schnittstellenkabel anfertigen möchten lesen Sie bitte im Kapitel 'Technische Beschreibung / Schnittstelle' auf Seite 17 nach.

Bedienung mit dem Programm TRX4S.exe

Auf der Diskette finden Sie das Programm 'TRX4TERM.exe', das alle Einstellungen des Transceivers ermöglicht. Das Programm wird in DOS oder aus Windows heraus gestartet und ist selbsterklärend. Voraussetzung ist der korrekte Anschluss des TRX4S an eine der seriellen Schnittstellen COM1 oder COM2. Das Programm prüft, ob an COM2 oder COM1 ein TRX4S mit der passenden Firmware angeschlossen ist. Anschluss von zwei TRX4S an COM1 und COM2 gleichzeitig ist möglich. Die Handshake-Leitungen der COM-Schnittstellen müssen vollständig angeschlossen werden. (Es genügt nicht, wenn man nur TxD, RxD und Masse anschließt) (siehe Seite 17)). Wichtig: starten Sie das Programm nur, wenn kein anderes Programm auf eine der seriellen Schnittstellen zugreift.

Mit TRX4TERM lassen sich folgende Einstellungen ausführen:

- Aktiven Kanal abfragen und setzen
- Alle Frequenzen etc. auslesen und programmieren
- S-Meter auslesen und als Balkengrafik anzeigen
- Temperatur oder Sendeleistung messen und als Balkengrafik anzeigen
- Versionsabfrage, Abfrage der Seriennummer
- EEPROM-Inhalt lesen, speichern, und schreiben
- Kalibrierung von Temperatur und Sendeleistungsanzeige, sowie Signalstärkeanzeige

Solange das Programm läuft soll der TRX4 nicht abgeschaltet werden.

Bedienung mit einem Terminalprogramm

Soll der TRX4S nicht mit dem DOS-Programm TRXTERM gesteuert werden, so kann jedes beliebige Terminalprogramm eingesetzt werden.

Die serielle Schnittstelle (COM-Port) des PC muss folgendermaßen initialisiert werden:

Baudrate:	9600
Parität:	N (keine)
Bits/Zeichen:	8
Xon/Xoff, Protokoll:	Aus
RTS/CTS Handshake:	Aus
Stoppbits:	1

Wie man diese Schnittstellenparameter einstellt, hängt von dem verwendeten Programm ab. Das Programm 'TERM' ist auf einer Diskette mitgeliefert und kann ohne weitere Konfiguration zur Programmierung des TRX4S verwendet werden. Für Atari eignet sich entsprechend der VT52-Emulator.

Schließen Sie den TRX4S an die serielle Schnittstelle des Rechners an und starten Sie TERM (am einfachsten direkt von der Diskette). TERM ist so eingestellt, dass COM1 als Schnittstelle verwendet wird. Sollten Sie die COM2 Schnittstelle benutzen, so muss TERM mit ALT-P, E, 2, <Return>, <Escape> auf COM2 umgeschaltet werden. Diese Einstellung wird gespeichert, wenn vor <Return> die Taste R gedrückt wird (sonst startet TERM das nächste Mal wieder mit COM1).

Schalten Sie nun die Stromversorgung des TRX4S ein. Der Transceiver meldet sich z. B. mit:

K0=0433.0000 N 1 0433.0000

Wird diese oder eine ähnliche Zeile angezeigt, dann funktioniert die Schnittstelle korrekt. Tippen Sie

VERS

Der Transceiver antwortet mit der Versionsnummer der Software, z.B.

SYMEK TRX4S CPU4 V1.0

Die Kommunikation zwischen Terminal und Transceiver ist damit vollständig geprüft.

Programmierung der Kanäle

Der TRX4S kann 16 Kanäle speichern. Mit den Tastern Up und Down am Transceiver kann man die Kanäle umschalten. Die Anzeige ist hexadezimal, das heißt die Ziffern erscheinen in der Reihenfolge

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F 0 1...

Spätere Versionen des TRX4S werden wahrscheinlich nur noch 10 Speicherkanäle besitzen.

Mit dem PC und einem Terminalprogramm (im Folgenden 'Terminal' genannt) kann man nun die Kanäle programmieren. Wir empfehlen das Programm TERM (DOS), Terminal.exe (Windows 3.11), Hyperterm (Windows95 und Windows98) oder ein anderes Terminalprogramm (Telix etc.). Selbstverständlich können für andere Computer (Atari, Amiga, Apple etc.) die entsprechenden Programme in gleicher Weise verwendet werden.

Die Einstellung erfolgt durch kleine Datensätze, bestehend aus genau 26 Zeichen, z.B.

Z0=0433.2500 N 2 0433.5125

In diesem Datensatz sind folgende Informationen enthalten:

Z0=	Kommando: die folgende Zeile soll als Kanal 0 im EEPROM gespeichert werden
0433, 2500	Sendefrequenz in MHz
N	Betriebsart für Sender und Empfänger: N = Narrow (schmalbandig), W = Wide
2	Programmierte Sendeleistung Stufe 2 (6 Watt)
0433. 5125	Empfangsfrequenz in MHz

Programmieren Sie nun nacheinander alle gewünschten Einstellungen für die 16 Kanäle 1 bis F.

Falls die Programmierung automatisch (durch ein Programm) erfolgt muss nach jeder Zeile eine Zeilenschutzzeit von 250 ms abgewartet werden, bevor die nächste Zeile begonnen wird. Während dieser Zeit wird die zuvor gesendete Zeile ausgewertet und im EEPROM gespeichert.

Umschaltung der Kanäle (Up/Down Tasten)

Mit den Tastern UP und DOWN kann einer der 16 gespeicherten Kanäle als aktiver Kanal ausgewählt werden. Der aktive Kanal wird auf dem 7-Segment Display angezeigt. Die Nummer des aktiven Kanals wird immer sofort gespeichert.

Beim Einschalten des Transceivers wird immer der zuletzt aktive Kanal eingestellt. Dadurch ist sichergestellt, dass sich die Einstellungen (Frequenzen) nach Unterbrechung der Stromversorgung nicht verändern.

Durch Drücken der Taste ‚UP‘ wird die Kanalzahl um eins erhöht, nach F springt die Kanalzahl wieder zurück auf 0. Die Taste DOWN ist also nicht zwingend notwendig.

Bei geschlossenem Deckel des Transceivers können die Tasten UP und DOWN durch die beiden 3,1 mm Bohrungen neben der 7-Segment-Anzeige erreicht werden. Verwenden sie einen 3 mm Stift oder eine längere M3 Schraube um den Taster im Inneren des Gerätes zu betätigen. Wenn sich die Anzeige auf der rechten Seite des Gehäuses befindet, hat die obere Taste die Funktion UP und die untere Taste die Funktion DOWN. Es genügt, wenn nur eine der beiden Tasten zugänglich ist, da 15 mal Drücken von UP die selbe Funktion hat wie ein mal DOWN.

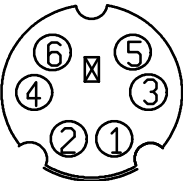


ANSCHLÜSSE

Buchse für Modem oder TNC

Auf der Rückseite des TRX4S befindet sich eine 6-polige Mini-DIN-Buchse zum Anschluss eines Packet-Radio-Controllers (TNC) oder sonstigen Modems. Die Buchse ist folgendermaßen belegt:

- Pin 1: Modulator, Ausgang des TNC
- Pin 2: Masse
- Pin 3: PTT
- Pin 4: Data, Eingang des TNC
- Pin 5: +10 Volt (600 Ohm)
- Pin 6: RSSI-DCD Ausgang

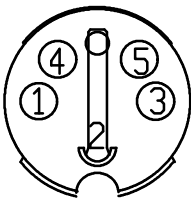


6-pol. Mini-DIN Buchse,
Sicht von außen auf die Buchse

Anschlusskabel zwischen TRX4S und TNC

Die Belegung der 5-poligen DIN-Buchsen bei SYMEK TNC ist einheitlich:

- Pin 1: Modulator, Ausgang des TNC
- Pin 2: Masse
- Pin 3: PTT
- Pin 4: Data, Eingang des TNC
- Pin 5: nicht belegt



5-pol. DIN-Buchse am TNC

Entsprechend muss das Verbindungskabel folgendermaßen beschaltet sein:

TRX4S 6-pol mini-DIN	Signal	TNC 5-pol DIN
Pin 1	Modulation	Pin 1
Pin 2	Masse	Pin 2
Pin 3	PTT	Pin 3
Pin 4	Demodulator	Pin 4
Pin 5	RSSI-DCD	n.c.
Pin 6	+10 V	n.c.

Signale von und zum Modem

Hier wird beschrieben, welche Eingänge und Ausgänge der TRX4S besitzt. Alle Signale beziehen sich auf Masse (Pin 2).

Modulations-Eingang (Data in) Pin 1

Hier wird der Ausgang des Modems angeschlossen. Das Funkgerät ist ab Werk so eingestellt, dass der richtige Frequenzhub bei einer Modulationsspannung von 0,5 Volt (Spitze-Spitze) entsprechend ca. 180 mV_{eff} (effektiv) erreicht wird. Dies gilt sowohl für 9600/19200 Baud Schmalbandbetrieb als auch für 76/153 kBaud Breitbandbetrieb. Der Hub kann mit Potentiometern im Innern des TRX4S der Ausgangsspannung des Modems angepasst werden, es wird jedoch empfohlen, die Ausgangsspannung am Modem einzustellen.

Der Innenwiderstand (Eingangswiderstand) des TRX4S beträgt 22 kΩ. Falls Kondensatoren in Reihe mit diesem Eingang geschaltet werden, so müssen diese eine Kapazität von 22 µF oder mehr besitzen, damit die Übertragung tiefer Frequenzen sichergestellt ist.

Der Eingang ist durch einen Kondensator gleichspannungsfrei, ein zusätzlicher Koppelkondensator ist also nicht notwendig und stört eher. Die überlagerte Gleichspannung am Modulations-Eingang kann von -5 bis +5 Volt betragen, bei höheren Gleichspannungsanteilen muss ein Kondensator in Reihe geschaltet werden.

Der Frequenzbereich des Modulationssignals reicht von 5 bis 10000 Hz bei Schmalbandbetrieb (narrow) und von 50 Hz bis 90 kHz bei Breitbandbetrieb. Frequenzanteile außerhalb dieser Bereiche werden im Modulationsverstärker ausgefiltert. Die Filter werden je nach Programmierung narrow/wide automatisch umgeschaltet.

Empfänger-Ausgang (Data out) Pin 4

Der TRX4S besitzt zwei getrennte ZF-Verstärker und Demodulatoren für Schmalband und Breitbandbetrieb. Je nach Programmierung wird einer der beiden Ausgänge auf den Pin 4 (Data out) der Modembuchse geschaltet.

Die Demodulator-Ausgänge sind durch einen Tiefpassverstärker gepuffert und daher sehr niederohmig. Der ohmsche Ausgangswiderstand beträgt 220 Ω, in Serie mit einem 22 µF Kondensator. Bei einer Last von 1 kΩ bedeutet das eine untere Grenzfrequenz von rund 10 Hz, man sollte also den Ausgang nicht niederohmiger belasten oder zusätzliche Kapazitäten in Serie schalten.

Der Ausgang ist gleichspannungsfrei und kann durch eine externe Gleichspannung von -5 bis +5 Volt überlagert werden.

Der Frequenzbereich des Ausgangssignals reicht bei hochohmigem Modemanschluss von wenigen Hz bis zu 30 kHz (Schmalbandbetrieb) oder von 50 Hz bis zu 100 kHz (Breitbandbetrieb).

Die Ausgangsspannung beträgt je nach Frequenzhub der empfangenen Gegenstation etwa 0,5 Volt_{ss} (Spitze-Spitze) entsprechend ca. 180 mV_{eff} (RMS) und ist nicht einstellbar.

Sendertastung (PTT) Pin 3

Das PTT-Signal liegt bei offenem Eingang auf + 5 Volt. Wird es durch das Modem oder einen Schalter nach Masse gezogen, so schaltet das Funkgerät auf Sendung.

Um die Reaktionszeit der Sendertastung klein zu halten soll dieser Eingang niederohmig nach Masse geschaltet werden. Der Sender wird getastet, sobald die Spannung am Pin 3 unter ca. 2 Volt sinkt. Der Pullup-Widerstand nach 5 Volt beträgt 47 kΩ. Gegen HF-Einflüsse ist ein Tiefpass mit 200 kHz Grenzfrequenz in die PTT-Leitung geschaltet.

Empfangssignal-Erkennung (RSSI-DCD) Pin 6

Sobald die HF-Signalstärke am Eingang des TRX einen bestimmten Pegel erreicht leuchtet die grüne RSSI-DCD-Leuchtdiode an der Frontplatte. Gleichzeitig wird Pin 6 der Modembuchse nach Masse gezogen.

Der HF-Pegel, bei dem die RSSI-DCD-Schaltung anspricht kann mit zwei Trimmern getrennt für Breitband und Schmalbandbetrieb eingestellt werden. Ab Werk sind die Trimmer so eingestellt, dass die grüne LED bei 0,5 μV Eingangsspannung (sowohl im Breitband als auch im Schmalbandbetrieb) zu leuchten beginnt.

Der Ausgang ist ein Open-Collector-Ausgang und kann bis zu 16 mA nach Masse schalten. Die maximal zulässige Spannung beträgt 30 Volt. Vorsicht: Der Ausgang ist nicht gegen Überlastung geschützt.

10 Volt Stromversorgung (+10V) Pin 5

Zur Versorgung kleiner externer Schaltungen ist die interne 10 Volt Versorgungsspannung des TRX4S herausgeführt. Um Schäden durch Überlastung zu vermeiden ist ein 600 Ω Schutzwiderstand in Serie geschaltet, der entnehmbare Strom ist dadurch auf wenige mA beschränkt. Einen Mikrofonverstärker oder eine ähnliche Schaltung lässt sich über diesen Anschluss jedoch gut versorgen.

Ein dauernder Kurzschluss des Ausgangs nach Masse sollte vermieden werden. Der Kurzschlussstrom beträgt 16 mA.

Buchse 'Remote-Control'

An dieser 10-poligen Buchse kann eine Fernbedienung angeschlossen werden. Folgende Funktionen sind über die Buchse zugänglich:

- Stromversorgung (Masse, +5 Volt)
- serielle Schnittstelle (5-Volt RS232) zur Fernsteuerung
- Taster UP-Down
- 3-Draht-Schnittstelle für 7-Segment-Display und Betriebsartanzeige
- 12,800 000 MHz Referenzoszillator-Signal

Stromversorgung, Absicherung

Die Stromversorgung erfolgt über das mitgelieferte Kabel und die 2-polige Steckverbindung. Der Stecker ist unter der Bezeichnung AMP Universal Mate-N-Lok Nr. 350777 als zweipoliger Kabelsteckverbinder (Steckergehäuse) im Handel und mit zwei Buchsenkontakten AMP Mate-N-Lok Nr. Typ 163306-4 mit Crimpanschluss bestückt. Der Steckverbinder ist bis 25 A geeignet und verpolungssicher.

Der Stromversorgungsanschluss des TRX4S darf nicht verpolpt werden. Bei Verpolung löst eine Schmelzsicherung im Gerät aus und muss ersetzt werden.

Als Sicherung darf nur eine 6,3 A Glasrohrsicherung (20 x 5 mm) mit mittelträger Abschaltung verwendet werden. Auf keinen Fall die Sicherung überbrücken oder durch stärkere Sicherungen ersetzen. Die Sicherung befindet sich direkt hinter der Stromversorgungsbuchse und ist nach Öffnen des Gehäuses leicht erreichbar.

Um sicherzustellen, dass die Spannung des Netzteils ohne Spannungsabfall bis zum Transceiver kommt muss man Zuleitungen mit großem Querschnitt verwenden. Bei 0,1 Ω Gesamt-

Zuleitungswiderstand würde bereits über 0,5 Volt Spannung abfallen. Die maximale Sendeleistung wird jedoch nur bei 13,0 Volt garantiert.

Im TRX4 befindet sich ein Low-ESR Stützelko mit 180 μ F Kapazität, der jedoch nicht als Siebelko für schlechte Netzgeräte dient. Das Netzgerät muss eine gesiebte und geregelte Gleichspannung von 13,5 Volt bei mindestens 6 A Dauer und 8 A kurzzeitig abgeben können. Die billigen CB-Funk Netzteile mit der Bezeichnung 13,8 V 6/8 A können meist nur dann verwendet werden, wenn das Verhältnis Senden / Empfang unter 20% beträgt, da diese Geräte sonst sehr heiß werden. Oft ist die Ausgangsspannung dieser Netzgeräte bei Leerlauf über 15 Volt. Die Siebung der billigen Geräte lässt meist zu wünschen übrig, was sich in einer 100 Hz Amplitudenmodulation des Trägers zeigt. Besser geeignet sind Stromversorgungen für Amateurfunk-Transceiver (13,5V 12A) die genügend Leistungsreserven auch bei längerem Sendebetrieb bieten. Selbstverständlich kann der TRX4S bei Mobilbetrieb durch eine Autobatterie versorgt werden. Achten Sie beim Anschluss auf ausreichend großen Leiterquerschnitt.

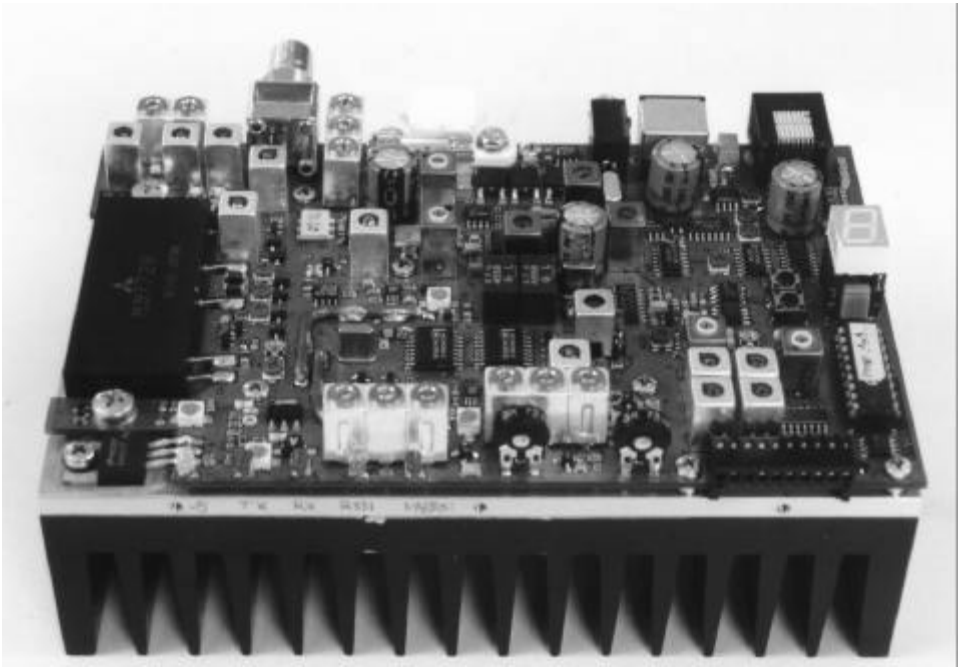
Hinweise zum Betrieb

TX-Delay Einstellung

Die tatsächliche Verzögerung des TRX4S beträgt 1 ms oder weniger. Bei der Einstellung des Parameters 'T' beim TNC muss folgendes beachtet werden:

- TNC: die extrem kurzen Verzögerungszeiten lassen sich mit den heute (1998) erhältlichen Packet-Radio-Controllern nicht einstellen. Das TNC2H oder ähnliche TNC2 Varianten können in 10 ms-Schritten programmiert werden. T 0 ist zu kurz, T 1 bedeutet bereits 10 ms Verzögerung und ist wieder zu lang. Beim TNC3 kann die Verzögerung zwar in 1 ms-Schritten programmiert werden, bei T 1 beträgt die tatsächliche Verzögerung jedoch ähnlich wie beim TNC2 rund 10 ms. Eine Softwareänderung am TNC3, die dieses Problem behebt ist angekündigt.
- Gegenstation: Bei der Einstellung der Sendevorlaufzeit muss beachtet werden, dass in dieser Zeit nicht nur der eigene Sender 'hochgefahren' wird, sondern dass in dieser Zeit auch der Empfänger der Gegenstation aktiviert wird. Benötigt z. B. ein Simplex-Digipeater 50 ms um von Senden auf Empfang umzuschalten, so muss man dies bei der Einstellung der eigenen TX-Delay berücksichtigen. Andernfalls gehen Daten im noch nicht bereiten Empfänger verloren.
- Das Sendefilter eines G3RUH-Modems benötigt einige Bit Vorlauf bevor gültige Daten gesendet werden. Ebenso dauert es einige Takte bis die Taktrückgewinnung des empfangenden Modems einrastet und gültige Daten liefert. Diese Verzögerungen sind jedoch von der Baudrate abhängig und verringern sich in dem Maße, in dem die Übertragungsgeschwindigkeit erhöht wird.

Empfehlung: Sowohl beim TNC2H als auch beim TNC3/TNC31 kann die minimale Verzögerung T 1 programmiert werden. Bei Problemen ist zu prüfen, ob der Empfänger der Gegenstation zusätzliche Wartezeit braucht bis er bereit ist.



TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Technische Daten TRX4S

(gültig für die Leiterplatte Version C, gefertigt ab Ende 1998)

Abmessung: ohne Gehäuse, ohne Kühler: B= 163 mm, T= 103 mm, H= 29 mm, Gewicht 0,5 kg.
Ohne Gehäuse, mit Kühler: B=163 mm, T=103 mm, H=70 mm, Gewicht 1,5 kg
Mit Gehäuse und Kühler: B=170 mm, T=123 mm, H=80 mm, Gewicht 1,8 kg

Stromversorgung: 12 Volt DC (11...16 V) Empfang: 250 mA; Senden max. 6 A, 2-pol AMP Buchse.
Sicherung T6,3A im Gerät (Glasrohrsicherung 20x5 mm). 13V für volle Sendeleistung.

Frequenzbereich: Standardabgleich: 430 - 440 MHz

Frequenzkonstanz / Genauigkeit: typ. ± 2 ppm ($= \pm 1$ kHz), max. ± 5 ppm ($= \pm 2,5$ kHz),

Kanalraster: 12,5 kHz

Temperaturbereich: 0 bis 50 C bei Einhaltung aller Daten

Programmierung: über RS232-Schnittstelle (9600 Baud, 8 Bit, NO Parity), 8-pol RJ45 Buchse. Für jeden Kanal kann Sendefrequenz, Empfangsfrequenz, Sendeleistung und Betriebsart programmiert werden. Abfrage aller Einstellungen möglich. Abfrage von Endstufentemperatur und S-Meter über RS232 möglich. Anschluss für Bedienteil vorhanden.

Frequenzeinstellung: 16 beliebige Kanäle können im TRX4S gespeichert werden. Umschaltung mit Up-Down Taster im Gerät. 7-Segment Kanalanzeige.

Übertemperatursicherung: elektronische Abschaltung bei 60 bis 65 C Endstufentemperatur

Referenzoszillator: 12,800 MHz ± 5 ppm (Optional TCVXO $\pm 2,5$ ppm)

Antennenumschaltung: 3 Leistungs-PIN-Dioden.

Nutzbare Paketrate: max. ca. 50 Packets je 256 Bytes oder 100 Packets je 100 Bytes pro Sekunde.

Empfänger:

Empfindlichkeit: 0,2 μ V 50 Ohm (12 dB SINAD, narrow-Einstellung)

Maximales Eingangssignal: ohne Zerstörung der Vorstufe
im Band (430-440 MHz): +13 dBm = 20 mW = 1 Volt HF,
< 400 MHz, > 470 MHz: +33 dBm = 2 Watt = 10 Volt HF

NF-Verstärker: 0,5 W an 8 Ohm, 3,5 mm Lautsprecherbuchse, eingebauter Lautsprecher
Die Lautsprecher-NF wird bei Senden nicht abgeschaltet, dadurch lässt sich das eigene Sendesignal bei Simplex-Betrieb abhören.

Daten-Ausgang: 0,5 Volt_{ss}, niederohmig, 6-polige mini-DIN-Buchse,

Spiegelfrequenzunterdrückung: 506 MHz und 364 MHz: >70 dB

Signalerkennung (HF-DCD): Zwei (narrow/wide) getrennt einstellbare Triggerschwellen

RX-ON-Delay: Verzögerung 'PTT=high' bis Empfang: < 2 μ s

Breitbandbetrieb (wide):

Selektion: ± 300 kHz: >60 dB, Stopband: >110 dB

NF-Übertragungsbandbreite: 10 Hz bis 80 kHz

Dynamikbereich: -120 dBm = 0,2 μ V bis -40 dBm = 2 mV

Intermodulation:

Schmalbandbetrieb (narrow):

Selektion: ± 35 kHz; >90 dB, Stopband: >110 dB

NF-Übertragungsbandbreite: 50 Hz bis 10 kHz

Dynamikbereich: -125 dBm = $0,1 \mu\text{V}$ bis -50 dBm = 1 mV

Sender:

Ausgangsleistung: programmierbar 3/6/12/25 Watt an 50Ω
(bei Versorgungsspannung unter 13V nur 20 Watt)

Wirkungsgrad: typ. $5,5 \text{ A} / 13 \text{ V} = 75$ Watt Input bei 25 W Output. $\eta = 0\text{-}35 \%$

Dauerbetrieb: je nach Umgebungstemperatur ist eine durchschnittliche Sendeleistung von 12 Watt bzw. 25 Watt bei 50% Sendung erzielbar. Dauerbetrieb bei zusätzlicher Kühlung (Lüfter) ist zulässig.

Leistungsregelung: Leistung auf $\pm 0,2$ dB konstant im gesamten Frequenzbereich

Mod-Eingang: $0,5 \text{ Volt}_{\text{ss}}$ an $22 \text{ k}\Omega$, getrennte Tiefpassverstärker für wide- und narrow

Breitbandbetrieb (wide):

NF-Übertragungsbandbreite: 30 Hz bis 80 kHz

TX-Delay (PTT Low bis volle Ausgangsleistung – 1 dB): $50 \mu\text{s}$

Schmalbandbetrieb (narrow):

NF-Übertragungsbandbreite: 5 Hz bis 15 kHz

TX-Delay (PTT Low bis volle Ausgangsleistung): $100 \mu\text{s}$

Restträger auf der Sendefrequenz während Empfang: nicht vorhanden

Oberwellen und Nebenwellendämpfung: -70 dB(c)

Transiente Nebenausstrahlungen: bei Tastung mit 10 Hz: (50 ms TX, 50 ms RX):

$<- 40$ dB (Nachbarkanal), <-50 dB (500 kHz Abstand), <-60 dB (2 MHz Abstand)
bezogen auf Nutzträger und Kanalbandbreite (wide).

Verbindungsleitung zur Schnittstelle

Das Anschlusskabel zum Rechner wird mitgeliefert. Man steckt es in die 9- oder 25-polige COM-Schnittstelle des Rechners ein und startet ein Terminalprogramm. Die Kabel und Anschlüsse entsprechen denen des TNC31S.

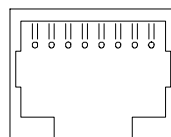
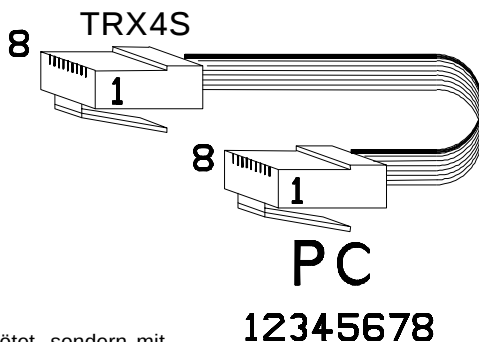
Für serielle Schnittstellen werden bei modernen Geräten statt der 25-poligen Sub-D Stecker die kleineren 8-poligen RJ45 Verbinders verwendet. Verbindungskabel und Adapter mit Sub-D Verbindern sind überall im Fachhandel erhältlich. Hier einige Erklärungen zu dieser Technik:

3 = Sendedaten vom TRX zum Rechner
(Ausgang des TRX)

6 = Sendedaten vom Rechner zum TRX
(Eingang des TRX)

4+5 = Masse

Da die RJ-45 Stecker nicht am Kabel angelötet, sondern mit einer Spezialzange angeschlagen werden, verwendet man die günstigen fertig konfektionierten Leitungen, die jedes Computer- oder Telefonfachgeschäft führt. Die Kabel werden unter der Bezeichnung 'ISDN-Kabel' in normaler oder geschirmter Ausführung verkauft. (ISDN S0 Bus Anschlusskabel, s.u.). Zur Verlängerung gibt es kleine Buchse-Buchse Adapter. Oft sind



Die RJ-Buchse, Sicht auf die Rückseite des TRX4S. Verwendet werden nur die Pins 3,4,5 und 6

nur 4 oder 6 der 8 Kontakte verdrahtet, das ist kein Nachteil, denn die außen liegenden Adern werden nicht verwendet.

Bezeichnung: 8-adriges Flachkabel / Modular-Kabel mit RJ-45 Steckern, ISDN-Kabel RJ 45, Patchkabel 1:1 Schaltung, Kabel mit 8-pol. Western-Steckern. Vorteilhaft ist die Verwendung geschirmter Kabel.

Die beiden Stecker sind so angeschlagen, dass die Verriegelung der beiden Stecker einmal auf die eine, das andere Mal auf die andere Seite des Kabels zu liegen kommt. Dadurch bleibt die Reihenfolge der Steckerpins unverändert.

Achtung: Es gibt auch Kabel mit einer sogenannten 'Roll-Over-Schaltung' bei denen Pin 1 mit Pin 8, Pin 2 mit Pin 7 usw. verbunden ist. Seit Einführung der 1:1 geschalteten ISDN-Leitungen ist diese Schaltung wenig gebräuchlich.

Üblich bei PCs ist ein 9-poliger Stecker an COM1 und ein 25-poliger an COM2. Meist wird COM1 für die Maus verwendet und COM2 für den TRX. Um das Modular-Kabel mit dem RJ45 Stecker anzuschließen braucht man einen entsprechenden Adapter, der etwa so groß ist wie die übliche Sub-D-Kupplung. Hier die Schaltung des Adapters (RJ-Buchse wie oben dargestellt, Blick von 'hinten' auf die Buchse im Adapter):

RJ-45 Buchse	Farbe der Ader im Adapter	Sub-D 25 Kupplung	Sub-D 9 Kupplung	Signal
1	Blau	6	6	n.c.
2	Orange	5	8	n.c.
3	Schwarz	3	2	RxD (TRX zum PC)
4	Rot	7	5	Masse
5	Grün	7 / n.c.	5 / n.c.	Masse
6	Gelb	2	3	TxD (PC zum TRX)
7	Braun	20	4	n.c.
8	weiß / grau	4	7	n.c.

Der TRX4S verwendet nur TxD, RxD (Pins 3 + 5) und GND, die übrigen Leitungen sind nicht belegt.

Terminal-Programme (Einstellung)

Die serielle Schnittstelle (COM-Port) des PC muss folgendermaßen initialisiert werden:

Baudrate:	9600
Parität:	N (keine)
Bits/Zeichen:	8
Xon/Xoff, Protokoll:	Aus
RTS/CTS Handshake:	Aus
Stoppbits:	1

Wie man diese Schnittstellenparameter einstellt, hängt von dem verwendeten Programm ab. Meist werden die Werte in eine Config-Datei eingetragen und beim Programmstart automatisch eingestellt.

Konfiguration von TERM 10.36 (DOS-Programm nach DL5FBD)

Auf der Diskette zum TRX4S befindet sich ein bewährtes einfaches Terminalprogramm TERM.exe, sowie die dazugehörige Konfigurationsdatei TERM.cfg. Das Programm kann direkt von der Diskette gestartet werden und arbeitet mit folgenden Einstellungen:

COM-Port	e	1
Baudrate	g	9600
Wortlänge	h	8

Parität	i	K (keine)
Stopbits	j	1
Handshake	k	K (keiner)
Duplex (Echo)	l	H (Halbduplex, Echo ON)
Zeichenschutzzeit	u	25 ms
Zeilenschutzzeit	v	250 ms

Mit der Taste ALT-P kann die Konfiguration sehr einfach geändert werden. Mit r speichert man die veränderten Einstellungen. Es kann vorkommen, dass das Programm auf unterschiedlichen Rechnern verschiedene Reaktionen in bezug auf Zeilenschaltung zeigt.

Konfiguration von Terminal (Windows 3.11)

Mit Windows 3.11 wird ein Terminalprogramm geliefert (Terminal). Man startet es unter C:\Windows\Terminal.exe und führt folgende Einstellungen aus:

1. Im Menü Einstellungen – Datenübertragung stellt man COM2, 9600 Baud, 8 Bit, keine Parität, kein Protokoll, 1 Stopbit ein.
2. Unter Einstellungen – Textübertragung wählt man ‚zeilenweise Übertragung‘ und 3/10 sec. Verzögerung.
3. Mit Einstellungen – Terminal-Emulation wählt man z. B. TTY-allgemein aus
4. In Einstellungen – Terminal-Einstellung aktiviert man das lokale Echo.

Die Einstellung speichert man unter z. B. TRX4S.trm ab. Die Datei, in der die Einstellungen gespeichert sind befindet sich üblicherweise im Verzeichnis C:\Windows\TRX4S.trm und kann von dort auf den Desktop in eine Programmgruppe gezogen werden. Sobald man das Symbol mit der Beschriftung TRX4 dann doppelklickt startet Terminal mit den passenden Einstellungen sofort.

Konfiguration von Hyperterm (Windows95/98)

Mit Windows 95/98 wird ein sehr praktisches Terminalprogramm geliefert (Hyperterm). Man startet es unter Programme – Zubehör – Kommunikation – Hyperterm und führt folgende Einstellungen aus:

1. Nach Start des Programms wird nach einer Ortsvorwahl gefragt. Man gibt irgendeine Zahl ein.
2. Das Terminal fragt ‚neue Verbindung?‘ Man tippt z. B. TRX4S ein und wählt eines der bunten Icons aus.
3. Im Fenster „Verbinden über“ wählt man den COM-Port aus, z. B. COM 2 - OK
4. Als Anschlusseinstellungen wählt man 9600 Baud, 8 Datenbits, keine Parität, 1 Stopbit, kein Protokoll. OK
5. Mit Datei – Eigenschaften – Einstellungen kann man nun noch die ASCII-Konfiguration anpassen: Man schaltet die Optionen „gesendete Zeilen enden mit Zeilenvorschub“ und „eingegebene Zeichen lokal ausgeben (lokales Echo)“ ein. Eine Zeilenverzögerung von 250 Millisekunden ist ratsam, die Einstellungen für ASCII-Empfang bleiben unverändert.
6. Die Einstellung speichert man ab. Die Datei TRX4S.ht in der die Einstellungen gespeichert sind befindet sich üblicherweise im Verzeichnis C:\Programme\Zubehör\HyperTerminal und kann von dort auf den Desktop gezogen werden. Sobald man das Symbol mit der Beschriftung TRX4 dann doppelklickt startet HyperTerm mit den passenden Einstellungen sofort.

Bei Windows98 konnte das lokale Echo nicht eingestellt werden, mit Windows95 dagegen geht das einwandfrei.

Kommandos der TRX4S Firmware 1.0

Im TRX4S ist zur Steuerung der Synthesizer ein Mikrocontroller eingesetzt, der über eine serielle Schnittstelle programmiert werden kann. Die Kommandos die der Mikroprozessor versteht sind hier erklärt. Jede Zeile muss mit Return (\$13) abgeschlossen werden. Die Anzahl und Position der Zeichen muss exakt wie hier dargestellt eingegeben werden.

Bezeichnungen:

n Kanalbezeichnung {0, 1, 2, 3, ... 8, 9, A, B, C, D, E, F}
T, R Dezimalziffer für Sende (T) und Empfangs (R) -Frequenz {0, 1, 2, 3, ... 8, 9}
F Betriebsart: N für Narrow (Schmalband) sonst Wide (Breitband) {N, W}
P Sendeleistung: 4=25 Watt, 3=12 Watt, 2=6 Watt, sonst 3 Watt, {1,2,3,4}

die übrigen Zeichen (Z, K, S, R, V und der Dezimalpunkt) müssen wie angegeben verwendet werden.

Speicherung eines Datensatzes

Mit diesem Kommando wird ein Kanaldatensatz im EEPROM des TRX4 gespeichert. Nach Ausführung des Kommandos wird der Datensatz sofort ausgelesen und als Bestätigung zurückgegeben.

Eingabe: ***Zn=TTTT.TTTT F P RRRR.RRRR***

Antwort: ***Zn=TTTT.TTTT F P RRRR.RRRR***

Beachte: Eine Überprüfung des Datensatzes findet nicht statt. Auch falsche oder unsinnige Inhalte nach dem = werden so gespeichert. Dies führt später zu unerwünschten Einstellungen des Transceivers, wenn der betreffende Kanal gewählt wird. Falsche Frequenzen führen meist dazu, dass die PLL's nicht einrasten. Bleibt die Transmit oder Receive-LED bei Tasten der PTT dunkel, so ist meist eine falsche Programmierung der Sendefrequenz die Ursache, das selbe gilt für den Empfänger.

Beachte: das Z-Kommando ändert lediglich den Inhalt des Frequenzspeichers, führt aber noch keinen Frequenzwechsel / Betriebsartwechsel durch. Die neue Frequenz wird erst wirksam, wenn der Kanal n (per Kommando oder Drucktaster) angewählt wird.

Abfrage eines Datensatzes

Mit diesem Kommando wird ein Kanaldatensatz aus dem EEPROM des TRX4 ausgelesen.

Eingabe: ***Zn=?***

Antwort: ***Zn=TTTT.TTTT F P RRRR.RRRR***

Abfrage aller Datensätze

Mit diesem Kommando wird die Liste aller 16 Kanaldatensätze aus dem EEPROM des TRX4 ausgelesen.

Das Kommando wird automatisch ausgeführt, wenn während des Einschaltens die Taste 'UP' gedrückt ist.

Eingabe: **ZX=?**

Antwort: **Z0=TTTT. TTTT F P RRRR. RRRR**
Z1=TTTT. TTTT F P RRRR. RRRR
Z2=TTTT. TTTT F P RRRR. RRRR
etc. bis
ZE=TTTT. TTTT F P RRRR. RRRR
ZF=TTTT. TTTT F P RRRR. RRRR

nach jeder Zeile folgt eine kurze Pause mit 250ms Dauer.

Beachte: wurde die Frequenz des aktiven Kanals zuvor mit dem Z-Kommando verändert, so ändert sich auch das Ergebnis der Abfrage. Die tatsächlichen Frequenzen des Gerätes werden aber erst nach der erneuten Anwahl des umprogrammierten Kanals wirksam. (siehe nächsten Punkt)

Einstellen des aktiven Kanals

Mit diesem Kommando wird einer der 16 gespeicherten Kanäle als aktiver Kanal gewählt. Die Anzeige des Displays, die Sende-Empfangsfrequenzen, Betriebsart und Sendeleistung werden neu eingestellt. Die Nummer des nun aktiven Kanals wird gespeichert.

Das Kommando hat die selbe Wirkung wie die Kanalwahl mittels Up und Down Taster.

Eingabe: **KX=n**

Antwort: **Kn=TTTT. TTTT F P RRRR. RRRR**

Abfrage des aktiven Kanals

Mit diesem Kommando wird die Kanalnummer des gerade aktiven Kanals abgefragt.

Eingabe: **KX=?**

Antwort: **KX=n**

S-Meter abfragen

Die Eingangsspannung an der Antenne wird in dB bezogen auf 1 μ V ausgegeben. Die Zuordnung zwischen der internen RSSI-Anzeige und dem Wert in dB (μ V) wird über eine Kalibriertabelle im EEPROM berechnet. Für die Betriebsart Narrow und Wide werden verschiedene Tabellen verwendet, da die RSSI-Spannung für jede Betriebsart von einem anderen ZF-Verstärker stammt.

Eingabe: **R0=?**

Antwort z. B.: **R0=DDD**

Sendertemperatur (Sendeleistung) abfragen

Die Temperatur der Sendeendstufe wird mit einem Sensor gemessen und kann über die serielle Schnittstelle abgefragt werden. Die Temperatur wird direkt in Celsius angegeben. Die Zuordnung zwischen der internen Spannung am Sensor und dem Wert in Celsius (μ V) wird über eine Kalibriertabelle im EEPROM berechnet. Die Brücke M830-M831 muss für mit einem 100 k Ω Widerstand geschaltet sein.

Eingabe: **S0=?**

Antwort z. B.: **S0=DDD**

Das Kommando S0= gibt sofort den in Celsius umgerechneten Momentanwert der Temperatur aus. Dieser Wert kann, bedingt durch die nur relativ grobe Auflösung der Tabelle, in Schritten bis zu 5 Celsius springen. Für eine genauere Temperaturanzeige muss die Temperatur über 10 bis 100 Messungen gemittelt werden. Die Anzeige ist dann zwar etwas langsamer aber auch ziemlich genau. Im TRX4 Terminalprogramm findet eine fließende Mittelwertbildung statt: Der zuletzt gemessene Wert trägt nur 1 % zum Anzeigeergebnis bei, der Anteil des letzten Mittelwerts beträgt 99 %.

Optional: Werden die Pins M831-M832 mit einem 100 kΩ Widerstand überbrückt, so wird statt der Temperatur die Sendeleistung angezeigt. Problem: Da der Sender nicht dauernd getastet ist wird man während Empfang die Leistung 0 W messen. Die Sendeleistung kann direkt in dBm angezeigt werden, die Zuordnung zwischen HF-Gleichrichter und Wert in dBm erfolgt ebenfalls in einer Tabelle. Es sind zwei Tabellen im EEPROM vorhanden, eine für die Temperaturmessung (0400H-04FFH) und eine für Sendeleistungsmessung (0300H-03FFH). Welche der Tabellen verwendet wird entscheidet ein Flag im EEPROM. (Siehe EEPROM-Programmierung).

Softwareversion abfragen

Eingabe: **VERS**

Antwort z. B.: **SYMEK TRX4S CPU4 V1.0**

Seriennummer abfragen

Im TRX4S sind Angaben über Seriennummer und Herstellungsdatum gespeichert. Bitte verändern Sie diese Daten nicht. Der Speicherbereich, in dem diese Daten stehen, ist mit dem Programm TRX4TERM nicht zugänglich. Bei Start von TRX4TERM wird jedoch die Seriennummer gelesen und angezeigt.

Fehlermeldungen des TRX4, Syntax

Von allen eingegebenen Zeichen werden nur die unteren 7 Bit verwendet. Kleinbuchstaben (ab 60H bis 7BH) werden durch Subtraktion von 20H zu Großbuchstaben umgewandelt.

Der TRX4 überprüft die eingegebenen Daten nur teilweise.

- Der Inhalt des Kanaldatensatzes **DDDD.DDDD F P DDDD.DDDD** wird nicht überprüft. Man kann hier jeden beliebigen Unsinn eingeben, der dann bei Anwahl des entsprechenden Kanals zu falschen und unerwarteten Einstellungen führt.
- Die Kommandos werden nicht vollständig überprüft. Der Mikrocontroller prüft nur ob ein Kommando eindeutig ist, z. B. wird die Versionsabfrage **VERS** von allen Eingaben ausgelöst, die mit V beginnen und 4 Zeichen lang sind, also auch von **VIER** oder **V0=**?
- Die Betriebsart wird nur mit der Eingabe **N** bzw. **n** auf Schmalbandbetrieb geschaltet, alle anderen Zeichen werden als Breitbandbetrieb interpretiert.
- Die Sendeleistung wird mit den Zeichen 2, 3 und 4 programmiert. Alle anderen Zeichen werden als 1 (kleinste Leistung) interpretiert.
- Der Dezimalpunkt wird nicht ausgewertet. Komma oder jedes andere Zeichen ist hier gleichwertig. Von allen Ziffern aus der Frequenzangabe wertet der Controller nur die unteren 4 Bit aus. Die Frequenzangabe **430,25000** ist nicht korrekt und führt zu unerwünschtem Ergebnis.

Folgende Fehleingaben werden vom Controller des TRX4S erkannt:

ERROR 1 Zeile zu lang (über 27 Zeichen)

ERROR 2 Kommandozeile hat nicht 4 Zeichen Länge

- ERROR 3** Unbekanntes Kommando mit 4 Zeichen Länge (nicht Z, V, S, R, K als erstes Zeichen)
- ERROR 4** Unbekanntes Kommando mit 27 Zeichen Länge (nicht Z als erstes Zeichen)
- ERROR 5** EEPROM Adresse oder EEPROM-Byte nicht korrekt hexadezimal
- ERROR 6** EEPROM Adresse zu groß (>07FFH)

SERVICE-EINSTELLUNGEN UND ABGLEICH

Programmierung des EEPROM-Speichers

Das EEPROM enthält eine Tabelle mit den Datensätzen zu den 16 Kanälen, die Information über den zuletzt gewählten aktiven Kanal, vier Tabellen zur Umrechnung der S-Meter- und Temperaturabfrage sowie ein Flag zur Umschaltung der Tabellen für Temperatur und Sendeleistung.

Die Frequenztabelle werden möglichst über die Bedienderkommandos **Zn=...** gesetzt und abgefragt, die Tabellen für die Analoganzeigen (S-Meter etc.) brauchen normalerweise nicht verändert zu werden.

Für spezielle Anwendungen kann jedoch direkt auf das EEPROM zugegriffen werden. Mit den folgenden Funktionen wird z. B. bei der Herstellung des Gerätes die Erstprogrammierung des EEPROM vorgenommen und die Umrechnungstabellen das erste Mal in den Speicher geschrieben.

Bezeichnungen: **XXXX** EEPROM-Adresse (hexadezimal) Wertebereich: {0000 bis 07FF}
YY EEPROM-Inhalt (1 Byte, hexadezimal) Wertebereich: {00 bis FF}

POKE: Byte ins EEPROM schreiben

Kommando: **XXXX YY** YY wird in der Adresse XXXX des EEPROM gespeichert.
Antwort: **XXXX YY** Inhalt der Adresse XXXX ist YY.

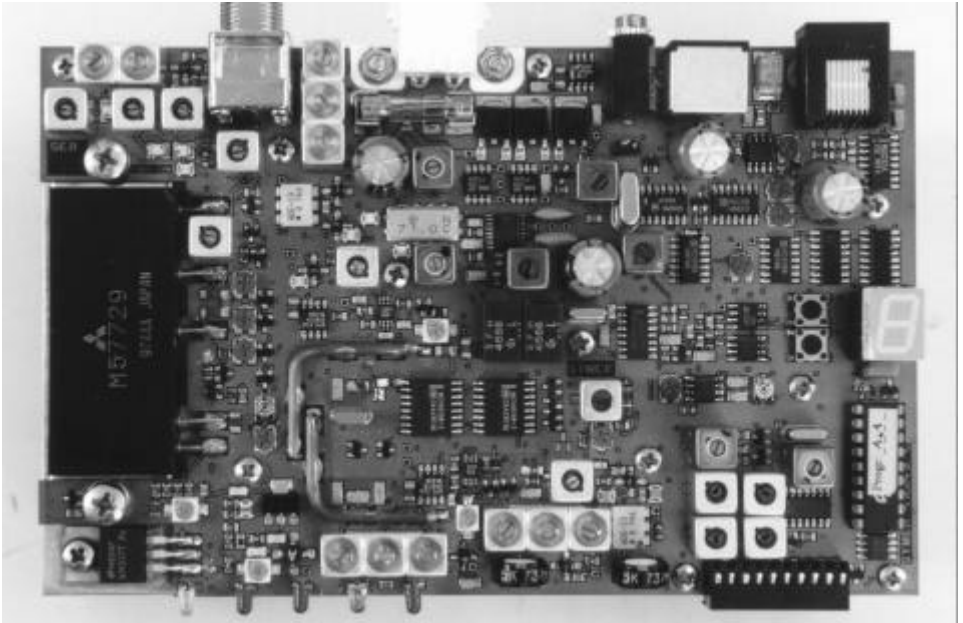
PEEK: Byte aus dem EEPROM auslesen

Kommando: **XXXX** Adresse XXXX des EEPROM abfragen.
Antwort: **XXXX YY** Inhalt der Adresse XXXX ist YY.

Organisation des EEPROM-Speichers

Adresse	Dec.	Beschreibung
0000 . . . 0017	(0-23)	24 Byte ASCII Kanal 0 z. B. " 0433.7000 N 2 0433.7000 "
0018 . . . 002F	(24-47)	24 Byte ASCII Kanal 1 z. B. " 0434.2125 W 2 0434.2125 "
etc. bis		
0168 . . . 017F	(360-383)	24 Byte ASCII Kanal F z. B. " 0433.7000 N 2 0433.7000 "
0180	(384)	Nummer des zuletzt gewählten aktiven Kanals (00 bis 0F)
0181	(385)	Tabellenauswahl für Temperatur/Leistungsmessung (00 oder 01)
0182 . . . 01FF	(386-511)	Herstellerinformationen etc. Nicht ändern.
0200 . . . 02FF	(512-767)	Tabelle zur Umrechnung S-Meter (Betriebsart NARROW)
0300 . . . 03FF	(768-1023)	Tabelle zur Umrechnung S-Meter (Betriebsart WIDE)
0400 . . . 04FF	(1024-1279)	Tabelle zur Umrechnung Sendeleistung/Temperatur (0181H=01H)
0500 . . . 05FF	(1280-1535)	Tabelle zur Umrechnung Sendeleistung/Temperatur (0181H=00H)
0600 . . . 07FF	(1536-2048)	512 freie Bytes für beliebige Verwendung durch externe Software.

INTERNE EINSTELLMÖGLICHKEITEN



Gehäuse öffnen

Bevor eine der im Folgenden beschriebenen Einstellungen durchgeführt wird muss das Gehäuse des TRX4S geöffnet werden. Dazu lockert man alle 10 Schrauben der Deckelplatte (das ist die Aluminiumplatte mit Lautsprecher und 7-Segment Display), man sollte die Schrauben nicht ganz entfernen. An den Schrauben kann man nun die Deckelplatte vorsichtig abheben. Falls die Platte stark klemmt löst man die 10 Schrauben der Bodenplatte (1 Umdrehung) um die Seitenbleche zu lockern.

An der Deckelplatte ist der Lautsprecher fest montiert. Vorsicht beim Abnehmen der Platte, damit die Lautsprecherleitung nicht abreißt. Direkt hinter der Lautsprecherbuchse kann der interne Lautsprecher abgesteckt und das Deckelblech zur Seite gelegt werden.

Der Kühlkörper kann jederzeit entfernt werden. Man löst einfach die sechs Imbusschrauben im Kühlkörper. ACHTUNG: Bei der Montage des Kühlkörpers sollten unbedingt die Originalschrauben und ggf. alle Unterlagscheiben verwendet werden. Die M4-Schrauben dürfen nicht mehr als 5 mm tief in die Grundplatte des Transceivers eindringen. Eine Tiefe unter 4 mm ist ebenfalls ungünstig, weil sonst die Gewindelänge zu kurz wird und die Gefahr besteht, dass das Gewinde ausreißt.

Falls der TRX4S mit einem anderen als dem mitgelieferten Kühlkörper verwendet werden soll, kann man einen entsprechenden Kühler anfertigen. Die sechs M4-Gewindebohrungen sind symmetrisch auf der 160 x 100 mm großen Grundplatte angebracht. Von der langen Seite haben die Gewinde 25,0 mm Abstand, von der kurzen Seite 20,0 mm und 80,0 mm.

TRX4S vollständig zerlegen

Vermeiden Sie diese Prozedur möglichst. Reparaturen am TRX4S sind auch für einen erfahrenen Techniker an einem gut ausgerüsteten Arbeitsplatz schwierig. Senden Sie ein defektes Gerät zum Hersteller. Dort wird das Gerät von Technikern repariert, die viel Erfahrung mit genau diesem Gerät haben und alle Tricks kennen. Eine Reparatur durch den Fachmann sollte gegen das Risiko der zusätzlichen Beschädigung abgewogen werden.

Falls der TRX vollständig zerlegt werden soll, muss man folgendermaßen vorgehen:

1. Der Kühlkörper muss nicht entfernt werden.
2. Gehäusedeckel (mit Lautsprecher) entfernen (s. o.)
3. Muttern an Audio und Squelch-Potentiometer, sowie an allen Buchsen entfernen.
4. restliche 7 Schrauben an Front und Seite entfernen und Frontplatte vorsichtig nach vorne abziehen. Die Durchbrüche in der Frontplatte sind mit 0,05 mm Genauigkeit hergestellt und haben kein Spiel. Beim Verkanten der Frontplatte besteht die Gefahr, dass man das Blech verbiegt. Die Ecken der U-förmigen Seitenteile dürfen nicht gebogen werden, da sonst die Gefahr besteht, dass die Bleche an der Biegekante brechen. Entferntes Teil zur Seite legen.
5. Restliche 3 Schrauben auf der Rückseite entfernen und Rückwand vorsichtig abziehen und zur Seite legen. Nicht biegen.
6. Der TRX4 darf nur betrieben werden, solange er auf die Grundplatte montiert ist. Bei Betrieb ohne Grundplatte besteht die Gefahr der Überhitzung der Endstufe oder des Spannungsreglers, außerdem wurde beim Abgleich und bei der Dimensionierung die Kapazität und Abschirmwirkung der Grundplatte berücksichtigt. Bei korrekt eingestellter Übertemperatursicherung kann der TRX4S mit Grundplatte auch ohne Gehäuse im Testbetrieb mit voller Leistung senden.
7. Austausch der Endstufe: Man lötet die 5 Anschlüsse ab (Lötzinn absaugen und Anschlussdraht vorsichtig hochziehen). Anschließend werden die Befestigungsschrauben des Endstufenmoduls entfernt und die Endstufe zur Seite herausgeschoben. Eventuell muss man die Befestigungsschraube in der Ecke der Platine etwas lockern. Einbau in umgekehrter Reihenfolge. Die Anschlussdrähte müssen auf 5-6 mm gekürzt werden. Die Befestigungsschrauben dürfen auf der Unterseite der Grundplatte auf keinen Fall überstehen (eventuell unterlegen). Sprengring verwenden und Schrauben nicht zu stark anziehen (Aluminium)
8. Demontage der Leiterplatte: Spannungsregler abschrauben und alle 11 Kreuzschlitzschrauben entfernen. **Extreme Vorsicht:** Wenn man mit dem Schraubendreher nur einmal abrutscht werden benachbarte SMD-Bauteile von der Leiterplatte gerissen und beschädigt. Man hebt schließlich die Leiterplatte von der Grundplatte ab und passt auf, dass die Distanzröllchen nicht herunterfallen.
9. Zusammenbau in umgekehrter Reihenfolge. Schrauben nicht zu stark anziehen. Der Spannungsregler muss isoliert montiert werden (Glimmerscheibe und Nippel). Bei der Montage zuerst die Rückwand und darüber die Frontplatte aufsetzen. Bleche zuerst so ausrichten, dass die Bohrung im Blech genau über dem Gewinde in der Grundplatte bzw. Deckelplatte zu liegen kommt. Ganz zum Schluss die Potimuttern wieder aufsetzen.

Einstellung der Sendeleistung

Im TRX4S befinden sich 5 Miniaturtrimmer zur Einstellung der Sendeleistung. Bei der Einstellung muss man sehr vorsichtig vorgehen: Die Trimmer sind sehr klein und empfindlich, außerdem kann bei Änderung der Leistungsbegrenzung das Endstufenmodul beschädigt werden. Die Trimmer besitzen KEINEN mechanischen Anschlag und es ist schwierig die Stellung des Schleifers zu erkennen.

Die Trimmer befinden sich in der Nähe der Endstufe. (siehe Bild)

Die Sendeleistung wurde ab Werk auf 3-6-12-25 Watt eingestellt.

Bei geringen Versorgungsspannungen (unter 13 Volt) kann die maximale Ausgangsleistung von 25 Watt unter Umständen nicht erreicht werden.

Es sind 5 Trimmwiderstände vorhanden:

- R560 PWR max.: Begrenzung der Sendeleistung, maximale Leistung
- R557: PWR0: Einstellung Stufe 1 (3 Watt), minimale Sendeleistung
- R555: PWR1: Einstellung Stufe 2 (6 Watt)
- R554: PWR2: Einstellung Stufe 3 (12 Watt)
- R553: PWR3: Einstellung Stufe 4 (25 Watt)

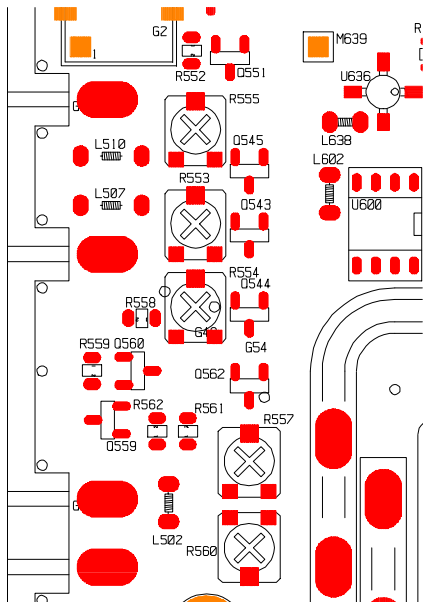
Ableich Sendeleistung:

Notwendige Messgeräte: Wattmeter (1 bis 35 Watt) mit Abschlusswiderstand 50 Ω , wird an die Antennenbuchse des TRX4S angeschlossen.

1. Programmieren Sie die Sendeleistung auf Stufe 4 (25 Watt), tasten Sie den Sender und messen Sie die Leistung.
2. Drehen Sie PWR3 (R555) auf rechten Anschlag (min. Widerstand, maximale Sendeleistung)
3. Stellen Sie mit PWR max. (R560) eine Sendeleistung von 30 Watt ein. Drehung nach rechts erhöht die Sendeleistung. Die Einstellung begrenzt die Ausgangsleistung und schützt die Endstufe. Vermeiden Sie bei der Einstellung längere Sendungen bei Leistungen über 25 Watt.
4. Programmieren Sie die Sendeleistung auf Stufe 1 (3 Watt), tasten Sie den Sender und stellen Sie die Ausgangsleistung am Trimmer PWR0 (R557) auf 3 Watt ein. Drehung nach rechts erhöht die Leistung.
5. Programmieren Sie die Sendeleistung auf Stufe 2 (6 Watt), tasten Sie den Sender und stellen Sie die Ausgangsleistung am Trimmer PWR1 (R553) auf 6 Watt ein.
6. Programmieren Sie die Sendeleistung auf Stufe 3 (12 Watt), tasten Sie den Sender und stellen Sie die Ausgangsleistung am Trimmer PWR2 (R554) auf 12 Watt ein.
7. Programmieren Sie die Sendeleistung auf Stufe 4 (25 Watt), tasten Sie den Sender und stellen Sie die Ausgangsleistung am Trimmer PWR3 (R553) auf 25 Watt ein.

R560 (PWR0) bestimmt die kleinste einstellbare Ausgangsleistung bei Stufe 1 (3 Watt). Leistungen unter 2-3 Watt lassen sich nicht gut einstellen. Auf Stufe 2, 3 und 4 (6, 12, und 25W) können beliebige Leistungen zwischen 3 und 25 Watt eingestellt werden, z.B. 3, 6, 9 und 18W. Die Leistungen sind geregelt und über den gesamten Frequenzbereich konstant.

Die typische Ausgangsleistung der verwendeten Endstufe beträgt 35 bis 40 Watt bei 13,8 Volt Versorgungsspannung. Es ist durch entsprechende Einstellung der Trimmer möglich, wesentlich mehr als 25 Watt Leistung zu erzeugen. Dies hat jedoch eine stärkere Erwärmung der Endstufe zur Folge und führt bei längerem Betrieb dazu, dass sich die Leistung der Endstufe im Lauf der Zeit (nach Wochen oder Monaten) verringert oder die Endstufe ganz ausfällt.



Einstellung der Temperaturbegrenzung

Neben der Sendeendstufe befindet sich ein Temperatursensor. Über den A/D Wandler kann die aktuelle Temperatur per Software abgefragt werden, außerdem ist eine Schaltung vorhanden, die bei Überschreitung einer bestimmten Temperatur den Sender des TRX4 sperrt. Falls der PTT-Eingang nach Masse geschaltet wird und die rote LED "TX" nicht leuchtet, prüfen Sie zuerst, ob die Temperatursicherung angesprochen hat. (Der Sender wird außerdem dann gesperrt, wenn die PLL nicht einrastet weil z. B. falsche Frequenzen eingestellt wurden).

Die Temperatursicherung des TRX4S ist ab Werk auf 62 ± 2 C eingestellt. Bei Erhöhung dieser Sicherheitsgrenze besteht die Gefahr, dass das Gerät bei übermäßiger Erwärmung Schaden nimmt. Besonders die Endstufe kann durch Überhitzung beschädigt werden.

Im TRX4S befindet sich ein Miniaturtrimmer zur Einstellung der maximalen Endstufentemperatur. Bei der Einstellung muss man sehr vorsichtig vorgehen. Die Trimmer besitzen KEINEN mechanischen Anschlag und es ist schwierig die Stellung des Schleifers zu erkennen.

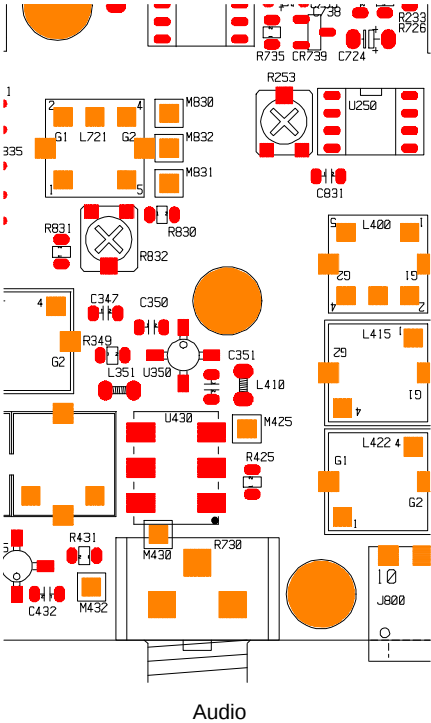
Der Trimmer R832 befindet sich hinter dem Lautstärke- und Rauschsperrpoti zwischen zwei Filtern. (siehe Bild)

Einstellung Temperaturbegrenzung:

Der Temperatursensor ist so genau, dass die Messung der Ausgangsspannung zur Einstellung der Auslösetemperatur ausreicht. Eine präzisere Einstellung erfordert einen Wärmeschrank.

Messgerät: hochohmiges Voltmeter. Gemessen wird die Spannung an Pin 2 von U250 (rechts oben) oder am Schleifer des Trimmers R832 (links oben). Folgende Werte werden eingestellt:

Temp. Max °C	Spannung Volt
(20)	(2,81 V)
40	3,00 V
45	3,04 V
50	3,09 V
55	3,13 V
60	3,17 V
62,5	3,19 V
65	3,21 V
70	3,25 V
75	3,29 V
80	3,33 V



Einstellung der HF-Trägererkennung

Der Empfänger des TRX4S verfügt über einen RSSI-Ausgang, an dem eine Spannung ansteht, die ungefähr proportional zum Empfangspegel (in dB) des Empfängers ist. Für Wide und Narrow existieren zwei verschiedene RSSI (Radio Signal Strength Indicator) Signale.

Sobald das RSSI-Signal einen einstellbaren Wert überschreitet leuchtet die grüne 'RSSI-DCD' Leuchtdiode auf, gleichzeitig wird Pin 6 der 6-poligen mini-DIN-Buchse nach Masse gezogen.

Mit den Trimmern R263 (DCD Level Narrow) und R264 (DCD Level Wide) kann der Schaltschwellenpunkt der Trägererkennung für Schmalbandbetrieb (Narrow) und Breitbandbetrieb (Wide) getrennt eingestellt werden. Die Trimmer befinden sich in der Nähe der 6-poligen mini-DIN-Buchse.

Vorgehensweise: Geben Sie ein (unmoduliertes) Signal mit der gewünschten Stärke auf den Empfänger-eingang und stellen Sie die Trimmer R263 (DCD Level Narrow) und R264 (DCD Level Wide) so ein, dass die Leuchtdiode flackert. Zur Einstellung von DCD Level Narrow muss eine Frequenz in der Betriebsart 'narrow' eingestellt sein, entsprechend für die Einstellung 'wide'.

Die Einstellung hat keinen Einfluss auf den Datenempfang des Geräts. Beeinflusst wird nur die Funktion der grünen DCD-Leuchtdiode und des Schaltausgangs.

Der Einstellbereich beider Trimmer reicht von dauernder DCD-Anzeige (rechter Anschlag) bis 'DCD dauernd aus' (linker Anschlag). Dazwischen verhält sich die Einstellung weitgehend dB-linear. Der Schaltschwellenpunkt kann innerhalb des gesamten Dynamikbereichs von $-120 \text{ dBm} = 0,2 \mu\text{V}$ bis $-50 \text{ dBm} = 1 \text{ mV}$ (narrow) bzw. $-115 \text{ dBm} = 0,5 \mu\text{V}$ bis $-40 \text{ dBm} = 2 \text{ mV}$ (wide) eingestellt werden.

Einstellung der Modulation (Hub)

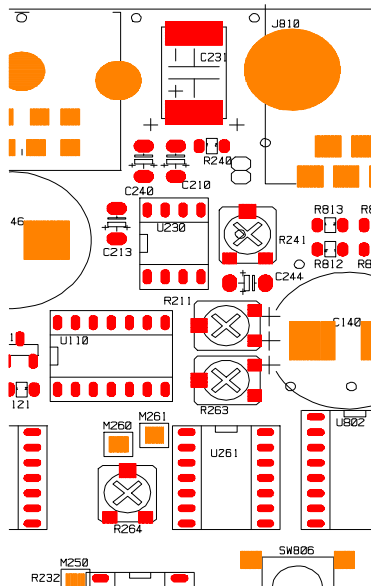
Die NF-Eingangsspannung (mini-DIN-Buchse Pin 1) für ausreichenden Hub ist beim TRX4S ab Werk auf 0,5 Volt Spitze-Spitze eingestellt. Sollte Ihr Packet-Radio-Controller mehr oder weniger Spannung liefern, so sollte die Anpassung an das Funkgerät am TNC erfolgen und nicht am TRX4S.

Die Modulations-Eingangsempfindlichkeit kann für Schmalband (narrow) und Breitbandbetrieb (wide) getrennt justiert werden. Der Einstellbereich der Trimmer reicht von wenigen mV bis zu maximal etwa $0,8 V_{\text{ss}}$ (narrow) bzw. $3 V_{\text{ss}}$ (wide). Verwenden Sie keine zu kleine Signalpegel, sonst treten Störungen (Netzbrummen, Rauschen) verstärkt in Erscheinung.

Die Trimmer befinden sich hinter der mini-DIN-Buchse (siehe Bild oben)

Zur optimalen Einstellung im Schmalbandbetrieb (narrow) justiert man R241 so, dass an dem Messpunkt M250 eine Spannung von $0,6 V_{\text{ss}}$ gemessen wird.

Zur optimalen Einstellung im Breitbandbetrieb (wide) justiert man R211 so, dass an dem Messpunkt M250 eine Spannung von $4 V_{\text{ss}}$ gemessen wird.



Alternativ kann man einen Messempfänger mit Hubmesser verwenden und bei gegebener NF-Eingangsspannung direkt den gewünschten Hub einstellen.

Beachte: Ein zu groß eingestellter Hub verursacht Probleme durch Verzerrungen, wenn die Bandbreite des Empfängers der Gegenstation für diesen Hub nicht ausreicht.

Einstellung der Modulation (Kompensation)

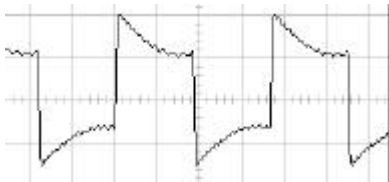
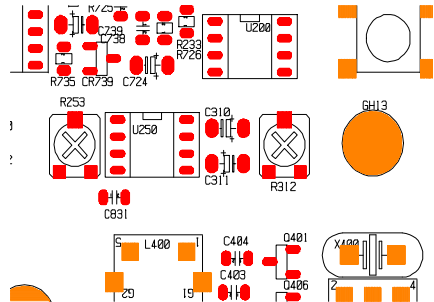
Der Sender des TRX4S wird nach dem Zweipunktverfahren moduliert. Die hochfrequenten Anteile der Modulation werden direkt auf die Kapazitätsdiode des Sender-VCO gegeben, die niederfrequenten Anteile modulieren zusätzlich den Referenzquarz. Dadurch wird sichergestellt, dass die PLL die niedrigen Frequenzen nicht ausregelt und eine Modulation bis zu sehr tiefen Frequenzen möglich ist.

Mit dem Trimmer R253 kann das Verhältnis der beiden Modulatoren eingestellt werden. Er befindet sich zwischen der 7-Segment-Anzeige und dem Lautstärkeregler.

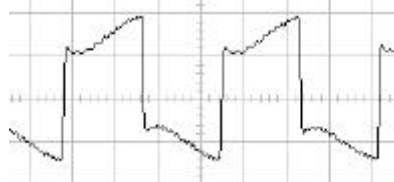
Zur Einstellung gibt man ein Rechtecksignal (0,5 V_{SS}) mit ca. 150 Hz Frequenz auf den NF-Eingang des Funkgeräts und beobachtet das demodulierte Signal an dem Daten-Ausgang eines Referenzempfängers (mit entsprechender Bandbreite).

Bei zu geringer Modulation des Referenzquarzes (Trimmer R253 zu weit links) beobachtet man, dass das empfangene Signal eine Dachschräge besitzt, und die Spannung nach einer Signalfanke absinkt.

Bei zu starker Modulation des Referenzquarzes (Trimmer R253 zu weit rechts) beobachtet man, dass die Spannung nach der Signalfanke noch weiter ansteigt.

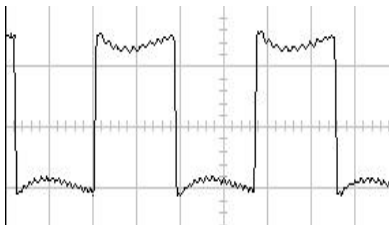


zu geringe Modulation des Referenzquarzes



zu starke Modulation des Referenzquarzes

Bei optimaler Einstellung sind ansteigende und fallende Signalfanken identisch.



Abgleich des Referenzquarzes

Sende- und Empfangsfrequenz werden aus zwei Quarzoszillatoren abgeleitet: Der Referenzquarz bestimmt die Frequenz der VCOs (ca. 370 MHz) und ist hauptsächlich für die Frequenzgenauigkeit und Stabilität verantwortlich. Außerdem spielt der 60,3 MHz Oszillator eine Rolle.

Die Konstanz der Oszillatoren des TRX4S liegt etwa bei $2 \cdot 10^{-6}$. Ein Abgleich ist also nur dann sinnvoll, wenn ein Frequenzzähler mit einer Grundgenauigkeit von $2 \cdot 10^{-7}$ oder besser zur Verfügung steht. Kalibrierte Zähler mit Quarzthermostat oder Fremdsynchronisierung (DCF77) sind empfohlen.

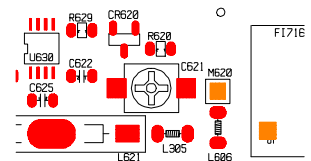
Die Frequenz des Referenzquarzes kann z.B. an Pin 7 des Mikrocontrollers oder an Pin 9 der REMOTE-Buchse direkt gemessen werden. Mit dem Trimmer R312 (siehe Bild oben) gleicht man den Oszillator auf 12,800 000 MHz ab. Dabei sollte der TRX4 im Empfangsbetrieb arbeiten und darf nicht moduliert werden. Die Frequenz soll auf ± 1 Hz genau eingestellt werden.

Alternativ kann auch die Ausgangsfrequenz einer der beiden VCOs gemessen werden. Man programmiert eine beliebige Empfangsfrequenz (z.B. 435,000 MHz) und subtrahiert die ZF-Frequenz von 71,000 MHz. Es ergibt sich die Soll-VCO-Frequenz von z.B. 364,000 MHz die am Messpunkt M639 (hinter der Antennenbuchse gelegen, siehe Bild 'Sendeleistung einstellen' rechts oben) gemessen werden kann.

Ein Abgleich durch Messung der Sendefrequenz ist nicht ratsam, da in die Sendefrequenz der andere Oszillator mit eingeht.

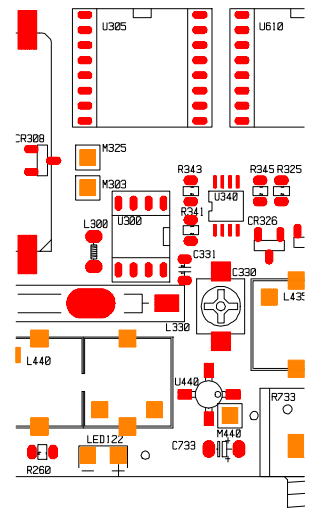
Abgleich des lokalen 60,3 MHz Oszillators

Nachdem der Referenzquarz perfekt auf die Sollfrequenz abgeglichen wurde, kann man den 60,3 MHz Oszillator durch Messung der Sendefrequenz abgleichen. Mit der Spule L400 (siehe Bild oben 'Kompensation') kann der Oszillator in geringem Umfang auf die Frequenz gezogen werden. Alternativ kann man am Messpunkt M425 bei Sendebetrieb auf 3/2 der Quarzfrequenz (90,450 MHz) abgleichen. Dieser Messpunkt befindet sich direkt neben dem Sendemischer, 10 mm hinter dem Lautstärkepoti.



Abgleich des TX-VCO

Der Sender-VCO sollte bei einer Regelspannung von 2,5 Volt in Bandmitte schwingen. An dem Trimmkondensator C330 (am Ende der VCO-Leitung hinter dem Squelchpoti gelegen, siehe Bild unten rechts) stellt man die Regelspannung auf 2,5 Volt ein. Der Sender muss dazu nicht getastet werden. Die Regelspannung misst man am Messpunkt M325 (siehe Bild, Mitte links). Durch Verstimmen von L406 kann der Sender bei Bedarf außer Betrieb gesetzt werden.

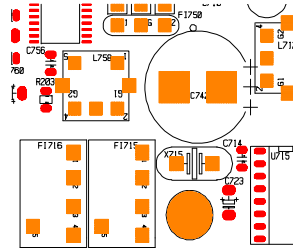


Abgleich des RX-VCO

Der Empfänger-VCO sollte bei einer Regelspannung von 2,5 Volt in Bandmitte schwingen. An dem Trimmkondensator C621 (am Ende der VCO-Leitung in Platinenmitte, siehe Bild oben) stellt man die Regelspannung auf 2,5 Volt ein, solange man in Bandmitte sendet. Die Regelspannung misst man am Messpunkt M325 (siehe Bild, Mitte links).

Abgleich Diskriminatorspule

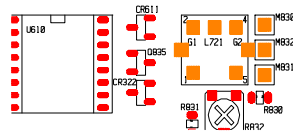
Die Spulen L721 (narrow) und L750 (wide) sind für die FM-Demodulation der Signale zuständig. Der Abgleich ist sehr einfach: Man schließt ein Oszilloskop an den Datenausgang des Empfängers an und gleicht das Empfängerrauschen auf Symmetrie ab. Der Empfängereingang bleibt offen oder wird mit 50 Ω abgeschlossen.



ZF-Abgleich

Ein nachträglicher Abgleich der ZF-Filterspulen ist nicht ratsam.

L710 und L711 werden einfach auf maximale RSSI-Anzeige bei Schmalbandbetrieb abgeglichen.



Die Spulen L665 und L682 müssen sehr sorgfältig abgeglichen werden: Sie sind für die eingangs- und ausgangsseitige Anpassung des 71 MHz Quarzfilters verantwortlich. Bei nicht korrektem Abgleich verändert sich die Durchlasskurve des Filters, besonders was den Phasengang betrifft. Mit einem geeigneten Wobbelsender kann zwar die Durchlasskurve optimiert werden, nicht jedoch der damit verknüpfte Phasengang des Filters. Es hat sich bewährt, die Filteranpassung anhand des Augendiagramms am Empfängerausgang vorzunehmen. Ein 153 kBaud Dauersignal wird empfangen und die Filteranpassung mit L665 und L682 auf optimales Augendiagramm eingestellt.

Abgleich 90,45 MHz Aufbereitung

Der 60,3 MHz Oszillator wird zuerst mit L400 (siehe oben) genau auf die Sollfrequenz eingestellt.

L406 wird bei getastetem Sender so abgeglichen, dass der Frequenzteiler U410 einwandfrei angesteuert wird. Bei Verstimmung dieser Spule fehlt die 30,15 MHz Frequenz am Ausgang des Teilers völlig und es wird absolut kein Sendesignal erzeugt.

Aus den 30,15 MHz am Ausgang des schaltbaren Frequenzteilers wird durch Verdreifachung das 90,45 MHz Signal gewonnen. Am Messpunkt M425 werden die Spulen L420 und L422 auf maximales Signal abgeglichen. Das 90,45 MHz Bandfilter L415 / L416 wird ebenfalls sorgfältig auf Maximum eingestellt.

Abgleich Treiberstufen 435 MHz

Nach dem Mischer U430 steht das 435 MHz Signal zur Verfügung und wird in vier Stufen auf ca. 0,5 Watt verstärkt. Durch Dämpfungsglieder zwischen den Verstärkerstufen wird eine gleichbleibend konstante Anpassung und damit die absolute Stabilität der Stufen sichergestellt.

Zum Grobabweich der Stufen wird die Leistungsregelung außer Betrieb gesetzt. Bei funktionierender Regelung würde sich eine Änderung der Treiberleistung überhaupt nicht auf die messbare Ausgangsleistung auswirken. Dazu wird die Leistungsstufe 4 (25W) programmiert und der zugeordnete Trimmer R555 auf Anschlag (maximale Leistung) eingestellt. Gleichzeitig wird die Leistungsbegrenzung (R560) so eingestellt, dass nur 5-10 Watt an der Antennenbuchse zu messen sind. Damit ist die Regelung außer Betrieb und man kann nun durch Messung der Ausgangsleistung die Treiberstufen abgleichen. Hinterher müssen die beiden Trimmer (siehe oben) wieder auf den ursprünglichen Wert zurückgestellt werden.

Die drei Dreifach-Helixfilter sollten nicht verstellt werden, da ein Nachgleich schwierig ist. Dreht man alle Filter auf Maximum in Bandmitte, so fällt die Leistung an den Bandenden zu stark ab. Beim

Abgleich muss also auf gleichmäßige Verstärkung über das gesamte Band geachtet werden. Nach Maximalabgleich in Bandmitte verstimmt man zwei der drei Filter nach oben und unten und erreicht dann einen flacheren Verstärkungsverlauf über das Band bei gleichzeitig steilem Abfall an den Bandgrenzen.

Die Trimmer C455 und C467 werden einfach auf Leistungsmaximum in Bandmitte eingestellt.

Nachdem der Grobabgleich durchgeführt wurde stellt man die Trimmer der Leistungsregelung wieder auf den ursprünglichen Wert ein.

Zum Feinabgleich oder Nachgleich der Verstärker wird nicht unbedingt ein Wattmeter benötigt. Sind die Trimmer der Leistungsregelung korrekt auf 3-6-12-25 Watt mit einer Begrenzung auf 30 Watt eingestellt, so genügt die Messung der geregelten Versorgungsspannung der Treiberstufe. Die Sendeleistung sollte auf Stufe 2 oder 3 (6 oder 12 Watt) programmiert werden. Man misst am mittleren Anschluss von U560 (Spannungsregler auf der Grundplatte neben der Endstufe). Je kleiner die Spannung, desto geringer ist die eingestellte Verstärkung der Endstufe bei gleicher Ausgangsleistung, also desto größer die von den Treiberstufen gelieferte Steuerleistung. Man gleicht in diesem Fall also auf minimale Spannung ab.

Falls die Leistungsregelung die Stufe 1 (3 Watt) nicht mehr stabil regelt ist dies ein Zeichen, dass die Gesamtverstärkung der Treiberstufen zu hoch ist. In diesem Fall muss die Verstärkung der Treiberstufen z.B. durch Verstimmung der Kreise reduziert werden.

Abgleich Endstufe und Tiefpassfilter

Die 5 Spulen L523, L528, L530, L532 und L545 sind Teile des dreistufigen Sender-Tiefpassfilters und der Sende-Empfangs-Umschaltung mit den PIN-Dioden CR541, CR545 und CR528. Ein Abgleich dieser Spulen ist nicht notwendig. Die Dämpfung im Durchlassbereich des Tiefpasses ist gering und kann durch Veränderung der Spulen nicht weiter verringert werden. Die Oberwellen des Senders werden durch die Filter ausreichend unterdrückt, eine Verbesserung der Oberwellenunterdrückung ist durch Abgleich der Spulen nicht möglich.

Das Selbe gilt für die beiden Spulen L530 und L545 im Empfangszweig.

Update der Firmware

Falls ein Austausch der im Mikrocontroller gespeicherten Software erforderlich wird, so ziehen Sie das 18-polige IC U800 vorsichtig aus der Fassung und stecken Sie einen Controller mit der neuen Firmware ein.

Abschalten der 7-Segment Anzeige

Die 7-Segment Anzeige hat einen Stromverbrauch von ca. 15 mA (der gesamte Empfänger braucht ca. 250 mA). Direkt unterhalb der Anzeige befindet sich eine Steckbrücke mit der man das Display abschalten und dadurch 15 mA einsparen kann. Falls der TRX4S in ein Gehäuse eingebaut ist kann dies durchaus sinnvoll sein.

Umschaltung Leistungs / Temperaturanzeige

Der Mikrocontroller des TRX4S besitzt zwei Analogeingänge. Der eine davon misst, je nach Programmierung des Kanals, die RSSI-Spannung des Schmalband- oder Breitbandempfängers. Der andere A/D Eingang kann entweder zur Messung der Sender-Ausgangsleistung oder zur Messung der Kühlkörpertemperatur verwendet werden.

Problem: Die Temperatur kann jederzeit abgefragt werden, die Sendeleistungsmessung ergibt jedoch nur dann einen Wert, wenn die Messung erfolgt, solange die PTT gedrückt wird. Da die PTT normalerweise vom Bedienrechner des TRX4S nicht geschaltet werden kann, ist eine Leistungsmessung schwierig. Aus diesem Grund ist die normale Einstellung Temperaturmessung.

Bei Auslieferung wird mit dem Kommando S0=? die Endstufentemperatur abgefragt. Das Gerät lässt sich aber auch so modifizieren, dass die Sendeleistung gemessen wird. Hierzu sind zwei Schritte notwendig:

1. Der Eingang des A/D-Wandlers ist mit der Brücke M830/M831 auf den Temperatursensor geschaltet. Öffnen Sie diese Brücke (äußere Kontakte) und verbinden Sie M831 und M832 (mittlerer Kontakt und äußerer Kontakt Richtung Frontplatte) mit einem 100 k Ω Widerstand. Damit wird der A/D-Wandler Eingang mit dem HF-Messgleichrichter verbunden.

2. Für Temperaturmessung und Leistungsmessung sind im EEPROM getrennte Kalibriertabellen angelegt. Welche der beiden Tabellen verwendet wird, entscheidet der Inhalt der EEPROM-Adresse 0181H. Diese Speicherstelle ist ab Werk mit dem Wert 01H belegt, der Controller verwendet zur Umrechnung des Analogwerts in eine Temperaturanzeige die in den Adressen 0400H bis 04FFH festgelegt ist. Ändert man die Anzeige auf Leistungsmessung, dann muss mit dem POKE-Kommando der Wert in 0181H auf 00H geändert werden.

Messpunkte

Für Inbetriebnahme und Abgleich des TRX4S sind folgende Messpunkte vorgesehen:

M100	+ 5 Volt Dauer
M101	+ 5 Volt bei Senden
M102	+ 5 Volt bei Empfang
M103	+ 12 Volt nach Sicherung, unregelt
M104	+ 10 Volt Dauer
M105	+ 4,8 Volt rauschfreie Spannungsversorgung für VCO
M106	+ 5 Volt geregelt für Umschaltung 5 Volt TX und 5 Volt TX
M250	Modulationssignal nach dem umschaltbaren Tiefpass
M260	RSSI-Signal vom schmalbandigen Demodulator
M261	RSSI-Signal vom breitbandigen Demodulator
M303	PLL 12,8 MHz nach Vorteiler Sender
M325	PLL-Regelspannung Sender
M425	90,45 MHz +3 dBm bei Senden
M430	TX-VCO 369,7-379,7 MHz +7 dBm
M432	TX-Mischer Ausgang 430-440 MHz
M440	TX nach erstem Verstärker 430-440 MHz
M450	TX nach zweitem Verstärker 430-440 MHz
M604	PLL nach Vorteiler Empfänger
M620	PLL-Regelspannung Empfänger
M639	RX-VCO 359-369 MHz +7 dBm
M747 / M746	Anschluss interner Lautsprecher
M820 / M821	Brücke Display Stromversorgung
M830	Messspannung Temperatur
M831	A/D Wandler Eingang für Leistungs / Temperaturmessung
M832	Messspannung relative Ausgangsleistung

Fernsteuerbuchse 'Remote-Control'

Auf der Frontseite befindet sich die 10-polige Buchse 'Remote-Control'. Über diesen Anschluss können alle Funktionen des TRX4S ferngesteuert werden.

Die Buchse ist für den Anschluss 10-poliger einreihige Pfostenverbinder (Stifte) vorgesehen. Die vorgesehenen Bedienteile werden mit Abstandsbolzen von die Frontseite des TRX4S geschraubt und besitzen Stifte, die in die REMOTE-Buchse eingesteckt werden.

Folgende Signale sind verfügbar:

Masse, + 5 Volt, Clock für die Stromversorgung der Fernbedienung

Pin 10 (Richtung Gerätemitte orientiert) ist mit Masse verbunden, Pin 8 mit der internen 5 Volt Versorgung des TRX4S. Es können hier Verbraucher mit bis zu 150 mA angeschlossen werden.

Die Frequenz des Referenzquarzes (12,800 MHz) ist auf Pin 9 herausgeführt. Hier kann man einen Frequenzzähler zur Kalibrierung des Referenzquarzes anschließen, das Signal kann aber auch als Takt für einen zusätzlichen Prozessor des Bedienteils verwendet werden. Es ist nicht empfehlenswert, ein intelligentes Bedienteil mit einem eigenen Oszillator zu betreiben, da dies möglicherweise zu zusätzlichen Pfeifstellen im Empfänger führt.

Tasterfunktionen 'Up' und 'Down' für Kanalschaltung

Die Anschlüsse der beiden internen Taster zur Kanalschaltung sind auf den Kontakten 4 (Down) und 5 (Up) herausgeführt. Beachte: Die Taster schalten nicht nach Masse sondern nach + 5 Volt!.

3-Draht-Schnittstelle zur Ausgabe von 7-Segment-Display, Sendeleistung, Betriebsart

Bei jeder Kanalschaltung wird auf den drei Kontakten 1 (Data), 2 (Clock) und 3 (Enable) ein 16-Bit-Wort seriell ausgegeben. Hier wird üblicherweise ein Schieberegister (z. B. 74HC595) angeschlossen, das die seriellen Daten in eine parallele Information wandelt. Nachdem an Pin 1 (Data) eine 0 oder 1 ausgegeben wurde wird diese Information durch eine steigende Flanke an Pin 2 (Clock) in das externe Schieberegister übernommen. Nachdem alle 16 Bit auf diese Weise nacheinander ausgegeben wurden wird die gesamte Information durch eine steigende Flanke auf Pin 3 (Enable) in die Ausgangsregister des Schieberegisters übernommen und steht parallel zur Verfügung.

Die 16 Bit haben folgende Bedeutung: (in der zeitlichen Reihenfolge aufgeführt)

1. Bit	(nicht verwendet)	9. Bit	7-Segment: DP
2. Bit	(nicht verwendet)	10. Bit	7-Segment: g
3. Bit	(nicht verwendet)	11. Bit	7-Segment: f
4. Bit	(nicht verwendet)	12. Bit	7-Segment: e
5. Bit	Sendeleistung Stufe 4	13. Bit	7-Segment: d
6. Bit	Sendeleistung Stufe 3	14. Bit	7-Segment: c
7. Bit	Sendeleistung Stufe 2	15. Bit	7-Segment: b
8. Bit	Betriebsart 'narrow'	16. Bit	7-Segment: a

Wird nur *ein* 8-Bit Schieberegister verwendet, so gehen die Bits 1 bis 8 der Information verloren. In dem Register stehen dann nur die letzten 8 Bit (9 bis 16) für eine externe 7-Segment Anzeige zur Verfügung, was in den meisten Fällen auch ausreicht. Ein BCD zu 7-Segment Decoder ist nicht notwendig, da die 7-Segment Codierung bereits im Mikrocontroller des TRX4S erfolgt.

Mit den Bits 5 bis 8 können Leuchtdioden zur Anzeige der Sendeleistung und der Betriebsart angesteuert werden. Die Bits werden mit ca. 100 kbit/s synchron gesendet (11 µs pro Bit). Als einfaches Bedienteil kann die interne Schieberegister-Schaltung des TRX4 kopiert werden.

serielle asynchrone 9600 Baud Schnittstelle zur Programmierung etc.

Mit Pin 6 (seriell Output), Pin 7 (seriell Input) können alle Kommandos der TRX4S Software (siehe Seite 21) ausgeführt werden. Die Schnittstelle ist parallel zur externen RS232-Schnittstelle, hat jedoch andere Signalpegel: (die Pegel beziehen sich auf Pin 10, Masse)

- Seriell Output (Pin 6): seriell 9600 Baud Signal vom TRX zum Bedienteil.
Ruhezustand (Stopbit): HI (5 Volt), Daten (Startbit): LO (0 Volt). 1 Start, 1 Stopbit.
- Seriell Input (Pin 7): seriell 9600 Baud Signal vom Bedienteil zum TRX4S.
Ruhezustand (Stopbit): HI (5 Volt), Daten (Startbit): LO (0 Volt). 1 Start, 1 Stopbit.
Ansteuerung über einen open-Collector genügt, der Eingang ist über eine Diode gegenüber der externen RS232 Schnittstelle entkoppelt. Beachte: externe Programmierung über RS232 und Programmierung über die Bedienteil-Schnittstelle kann nicht gleichzeitig stattfinden. Wird Pin 7 über einen Widerstand ($> 47 \text{ k}\Omega$) nach + 5 V gezogen, so kann das Signal von der externen RS232 Schnittstelle mitgelesen werden. Im Ruhezustand muss Pin 7 offen sein oder auf + 5 V liegen, sonst ist eine Programmierung über die externe Schnittstelle nicht möglich.



FUNKTIONSBESCHREIBUNG D. SCHALTUNG

Wir wollen hier nicht das gesamte Schaltbild Stufe für Stufe erklären. Der größte Teil der Schaltung besteht aus herkömmlichen Verstärkern, Filtern und Oszillatoren. Die Teile des Geräts die schaltungstechnische Besonderheiten aufweisen wollen wir hier erläutern:

Verpolungsschutz: Der sicherste Verpolungsschutz wäre eine Seriodiode. Da hier jedoch immer eine Spannung in der Größenordnung von 0,3 bis 0,7 Volt abfällt ist diese Lösung ungünstig. Wir haben eine Paralleldiode in Sperrichtung verwendet, die in der Lage ist kurzzeitig bis zu 40 A aufzunehmen und damit die Sicherung auszulösen. Bei Verwendung einer zu starken Sicherung ist nicht auszuschließen, dass bei Verpolung zuerst die Diode durchbrennt und das Gerät zerstört wird.

PTT-Eingang: Der PTT-Eingang schaltet den Sender über einen 74HC132 Schmitt-Trigger. Sobald die Spannung unter ca. 2 Volt sinkt, schaltet das Gerät auf Sendung, steigt die Spannung auf über ca. 3 Volt, so geht der Transceiver wieder auf Empfang. Im offenen Zustand liegen + 5,0 Volt an Pin 3 des Datensteckers. Die PTT-Leitung ist durch einen Tiefpass mit 200 kHz Grenzfrequenz gegen HF-Einstreuung geschützt. Bei Tastung des Transceivers mit einem open-Collector Ausgang bewirkt der Tiefpass eine Verzögerung der Empfangs-Sende-Umschaltung von 5 μ s, die Umschaltung von Senden auf Empfang dauert etwa 50 μ s. Falls die PTT direkt von einem TTL-Ausgang angesteuert wird, beträgt die durch den Tiefpass bedingte Verzögerung sowohl für die Sende-Empfangs als auch für die Empfangs-Sende Umschaltung rund 5 μ s.

Sender-Betriebsspannung: Die 5 Volt Betriebsspannung des Senders wird über einen FET geschaltet, der einen Strom von 5 A bei einem R_{on} von 60 m Ω schalten kann. Die naheliegende Methode, die 12 Volt Eingangsspannung eines 5 Volt Festspannungsreglers zu schalten war nicht möglich, da die Spannungsregler über 1 ms benötigen bis die Ausgangsspannung stabil ist. Der FET dagegen schaltet die Spannung nahezu unverzüglich ein und aus. Der Sender wird nur dann mit Spannung versorgt, wenn die Sender-PLL eingerastet ist. Eine ausgerastete PLL könnte auf irgendeiner unbestimmten Frequenz schwingen und zu Störungen und unerwünschten Aussendungen führen. Bei eingeschalteter Sender-Stromversorgung leuchtet die LED 'TX'. Die Betriebsspannung der Treiberstufen und die PIN-Dioden-Umschaltung ist unabhängig von dem Zustand der PLL.

Empfänger-Betriebsspannung: Der Empfänger wird geringfügig verzögert eingeschaltet, damit es nicht zu Überschneidungen mit dem Sender kommen kann. Auch die Empfängerstromversorgung wird nur dann eingeschaltet (LED 'RX') wenn die Empfänger-PLL eingerastet ist. Bei falscher Programmierung der Empfangsfrequenz kann die PLL unter Umständen nicht rasten und der Empfänger bleibt ausgeschaltet.

Spannungsregler für PLL: Zur 5 Volt Versorgung der beiden PLL wird eine extrem rauscharme Gleichspannung benötigt. Rauschen auf der Versorgungsspannung der PLL wirkt sich sehr ungünstig auf das Spektrum des Oszillatorsignals aus. Festspannungsregler erzeugen viel zu viel Rauschen und sind hier völlig ungeeignet. Im TRX4S werden die PLL über einen separaten Transistorregler mit 5 Volt versorgt. Die 5 Volt des Festspannungsreglers wird über einen Tiefpass mit 0,5 Hz Grenzfrequenz gesiebt und mit einem Transistor verstärkt.

Spannungsversorgung der NF-Verstärker: Die Operationsverstärker für die Modulations- und NF-Stufen werden symmetrisch mit +/- 5 Volt versorgt. Dabei dient die geregelte +5 Volt Spannung im Gerät als NF-Masse, die Gerätemasse als negative Versorgungsspannung und eine geregelte 10 Volt Spannung als positive Versorgungsspannung. Die 10 Volt werden mit einem 5 Volt Festspannungsregler erzeugt, dessen Referenzeingang auf 5 Volt liegt. Aus der 10 Volt Versorgung wird auch der LM386 NF-Verstärker für den Lautsprecher gespeist.

Abschaltbarer 90,45 MHz Oszillator: Ein stabiler Oszillator benötigt mindestens 10 ms um anzuschwingen oder auf einer bestimmten Frequenz einzurasten. Daher müssen alle frequenzbestimmenden Oszillatoren im Gerät ständig schwingen. Bei Funkgeräten, die auf der selben Frequenz senden und empfangen besteht nun das Problem, dass die Senderoszillatoren in den Empfangszweig koppeln und sich dort so mischen. Dies hat zur Folge dass ein schwaches Signal auf der

Empfangsfrequenz entsteht. Im TRX4S wurde das Problem durch den Einsatz eines TXD-Null Oszillators gelöst: Die Sendefrequenz entsteht durch Mischung der durchlaufenden PLL-Frequenz mit einer 90,45 MHz Hilfsfrequenz, die indirekt durch Frequenzteilung eines 60,15 MHz Oszillators erzeugt wird. Durch Abschaltung des Frequenzteilers kann man die Entstehung der Hilfsfrequenz völlig verhindern, obwohl sämtliche Oszillatoren im Gerät kontinuierlich arbeiten entsteht während des Empfangs kein auch noch so schwaches Signal auf der Sende bzw. Empfangsfrequenz. Am Ausgang des abschaltbaren Teilers steht ein 30,15 MHz Rechtecksignal an, die dritte Oberwelle wird ausgefiltert und ergibt das gewünschte Ausgangsfrequenz von 90,45 MHz.

Dioden-Ringmischer: Im TRX4 werden zwei hochwertige Dioden-Ringmischer vom Typ ADE13 eingesetzt. Die Mischer werden mit einem Oszillatorpegel von 7 dBm = 5 mW angesteuert um eine hohe Intermodulationsfestigkeit zu gewährleisten. (IP3: 17 dBm = 50 mW)

Verstärkerstufen allgemein: In allen HF-Verstärkern werden monolithische Verstärker vom Typ ERA3 eingesetzt. Diese Verstärker sind bis 3 GHz einsetzbar und haben an Eingang und Ausgang eine Impedanz von 50 Ω , was eine problematische und frequenzabhängige Anpassschaltung unnötig macht. Die Verstärkung von 20 dB pro Stufe wird durch Pi-Dämpfungsglieder zwischen den Stufen auf 14 bis 17 dB verringert um die Stabilität und Anpassung der Verstärker zu verbessern. Mit einer Rauschzahl von 3,8 dB sind die Verstärker auch als Vorstufe relativ empfindlich, wichtiger ist jedoch die exzellente Großsignalfestigkeit (IP3 = 23 dBm = 200 mW). Die Verstärker können mit bis zu 20 mW (1 Volt HF) am Eingang übersteuert werden ohne Schaden zu nehmen.

Sendeendstufe: Als Endstufe wird das Toshiba Modul M57729 verwendet. Das Modul kann laut Datenblatt 45 dBm = 35 Watt HF abgeben, typische Werte liegen deutlich darüber. Bei 44 dBm = 25 Watt Sendeleistung ist ausreichend Leistungsreserve vorhanden. Die Oberwellen am direkt am Ausgang der Endstufe sind um etwa 20 dB auf 24 dBm (0,3 W) gedämpft.

Oberwellenfilter und Antennenumschaltung: Das Oberwellen des Sendesignals werden mit drei Kreisen ausgefiltert, die typische Unterdrückung der ersten Oberwelle bei 870 MHz beträgt in einem dreikreisigen Filter ca. 60 dB, sodass die erste Oberwelle insgesamt um 80 dB = -36 dBm = 250 μ W gegenüber dem Nutzsignal abgesenkt ist. Die Dämpfung der dritten Oberwelle liegt noch deutlich über diesem Wert. In Serie mit dem Sendesignalweig liegt eine Leistungs-PIN-Diode, die den Sender im Empfangsfall von der Antenne trennt. Die Diode ist für eine HF Leistung bis 100 Watt geeignet und hat bei einem Strom von 30 mA einen HF-Widerstand von 0,5 Ω . Das von der Antenne kommende HF-Signal durchläuft auf dem Weg zum Empfängereingang ebenfalls ein dreikreisiges Filter. Bei Sendebetrieb wird das HF-Signal mit zwei PIN-Dioden nach Masse geschaltet und dabei so stark gedämpft, dass der Empfängereingang weder Schaden nimmt noch übersteuert wird. In vergleichbaren Schaltungen begnügt man sich mit nur einer PIN-Diode, was eine wesentlich stärkeres Signal am Vorstufentransistor zur Folge hat.

Sendeleistungsregelung: Direkt am Ausgang der Endstufe wird die HF über einen kleinen Koppelkondensator abgenommen und mit einer schnellen Schottkydiode gleichgerichtet. Die gleichgerichtete Spannung wird in einem Impedanzwandler verstärkt und steuert über einen umschaltbaren Spannungsteiler die Referenzspannung eines einstellbaren Spannungsreglers LM317T, der die Treiberstufen versorgt. Bei abfallender HF-Leistung sinkt die Spannung am Spannungsteiler und die Versorgungsspannung der Treiber wird durch Erhöhung der Referenzspannung des Reglers erhöht. Mit mehreren Trimmern kann der Spannungsteiler und damit die Ausgangsleistung in Stufen umgeschaltet werden. Bei Empfang wird der Spannungsteiler über einen Schalttransistor nach + 5 Volt gezogen und damit die Versorgung der Treiberstufen ganz abgeschaltet.

VCO-Schaltung: Die VCO-Frequenz wird mit einem neuen IC erzeugt, das ein sehr spektralreines Signal bei gleichzeitig großem Pegel erzeugt. Als Schwingkreis wird nicht wie üblich eine Spule sondern ein $\lambda/4$ Semi-Rigid-Leitungskreis verwendet. Dies verringert Einstrahlungs- und Mikrophonieeffekte und besitzt eine bessere Temperaturstabilität im Vergleich zu offenen Spulen.

Empfänger HF-Stufen: Das HF-Signal wird nach der Sende-Empfangs-Umschaltung über ein zweikreisiges Helixfilter in einem monolithischen Verstärker um 20 dB verstärkt. Über ein weiteres dreikreisiges Helixfilter und Dämpfungsglieder zur Pegelanpassung wird die HF einer zweiten Vorstufe

zugeführt. Das verstärkte Signal wird dann in einem Dioden-Ringmischer auf die erste ZF mit 71 MHz umgesetzt. Die Vorstufen wurden weniger auf maximale Empfindlichkeit ausgelegt sondern auf gute Großsignaleigenschaften. Bei Einsatz des TRX4S in der Nähe von anderen Sendefunkanlagen ist dies besonders wichtig.

Breitbandempfänger, ZF-Verstärker: Nach einstufiger Verstärkung wird das 71 MHz Zwischenfrequenzsignal in einem sorgfältig angepassten ZF-Filter mit 300 kHz Bandbreite gefiltert. Das SAW-Quarzfilter ist für Datenübertragung optimiert und besitzt eine konstante Gruppenlaufzeit. Nach dem Filter wird das Signal in dem Empfänger-IC SA636 auf 10,7 MHz gemischt. Als Oszillator wird der vorhandene 60,3 MHz Oszillator der Sendesignalaufbereitung verwendet. Dadurch wird ein zusätzlicher Oszillator und damit die Gefahr von Pfeifstellen vermieden. Im 10,7 MHz Zweig befinden sich Verstärkerstufen und zwei weitere keramische Filter mit 300 kHz Bandbreite. Der Begrenzerstrom der ZF-Verstärker erzeugt ein RSSI-Signal, das zur Amplitude des ZF-Signals in dB proportional ist und zur Messung der Signalfeldstärke dient. Der SA636 enthält schließlich eine breitbandige Demodulatorschaltung an der das Datensignal mit ca. 80 kHz Bandbreite (153 kbit/s) entsteht.

Schmalband ZF-Verstärker: Nach dem ersten keramischen ZF-Filter auf 10,7 MHz wird das ZF-Signal in einem präzise angepassten monolithischen Quarzfilter gefiltert und anschließend in dem ZF-IC MC3371 auf 455 kHz umgesetzt. Auf dieser Frequenz wird das Signal in zwei gruppenlaufzeitoptimierten 455 kHz Filter auf eine Bandbreite von 30 kHz gefiltert und anschließend demoduliert. Der 455 kHz Verstärker besitzt ebenfalls eine RSSI-Schaltung mit dB-linearer Ausgangsspannung. Am Ausgang des Demodulators steht das Datensignal mit gut 10 kHz NF-Bandbreite (entsprechend 19,2 kbit/s) zur Verfügung.

Data-Ausgang (Demodulation): Die Ausgänge der beiden Demodulatoren (wide, narrow) werden je über einen Analogschalter auf Pin 4 der Data-Buchse geschaltet. Bei Senden sind beide Schalter geöffnet, der Ausgang ist somit gesperrt. Pin 4 der Buchse ist über einen 470 Ω Widerstand in Serie mit einem 22 μ F Kondensator gleichspannungsfrei.

Data Eingang (Modulation): Der Dateneingang (Pin 1) geht parallel auf zwei Tiefpassverstärker mit unterschiedlichen Grenzfrequenzen für wide und narrow. Die Ausgänge der Verstärker werden bei Senden je nach Betriebsart auf die eigentliche Modulatorleitung geschaltet. Bei Empfang kann der Oszillator nicht moduliert werden. Diese Abschaltung der Modulation ist notwendig, da der bei Senden modulierte Referenzoszillator auch für Empfang verwendet wird.

Rauschsperr: Das Rauschen des Schmalband-Demodulators wird bei ca. 11 kHz gefiltert und mit CR739 gleichgerichtet. Übersteigt die Amplitude des Rauschens einen mit R733 (Squelchpoti) einstellbaren Wert, so wird das NF-Signal am Lautstärkeregel mit einem Analogschalter nach Masse kurzgeschlossen.

NF-Verstärker: Als Mithörverstärker dient das IC LM386. Es leistet bei 10 Volt Versorgungsspannung etwa 0,7 Watt an 8 Ω Last. Der eingebaute Lautsprecher wird über die Klinkenbuchse abgeschaltet, wenn ein externer Lautsprecher eingesteckt wird.

Komparator für HF-DCD: Die RSSI-Signale der beiden Empfänger werden in zwei parallel geschalteten Komparatoren mit einer einstellbaren Spannung (Triggerschwelle) verglichen. Der Ausgang des einen Komparators steuert nur die RSSI-DCD-Leuchtdiode, der Ausgang des anderen Komparators (open-Collector) steuert nur Pin 6 der Data-Buchse. Die Trimmer für Einstellung der Triggerschwelle und die RSSI-Spannungen der beiden Empfänger werden über Analogschalter umgeschaltet.

A/D Wandler für RSSI, Temperatur und Leistungsmessung: Der Mikrocontroller besitzt zwei analoge Komparatoreingänge. Einer der Komparatoren ist für die RSSI-Messung zuständig, der andere für Temperatur- oder Leistungsmessung. Der + Eingang beider Komparatoren ist mit einem 22 nF Kondensator verbunden, der über einen 100 k Ω Widerstand nach +10 Volt in etwa 2 ms aufgeladen wird. Der Controller entlädt den Kondensator über einen FET-Transistor und misst die Zeit bis die Ladespannung am Kondensator die RSSI-Spannung bzw. die Spannung am Temperatursensor erreicht hat. Die Zeit wird als Zählerstand mit dem Wertebereich 1 bis 255 dargestellt und über eine im EEPROM abgelegte Tabelle in einen Messwert (dBm, °C) umgerechnet.

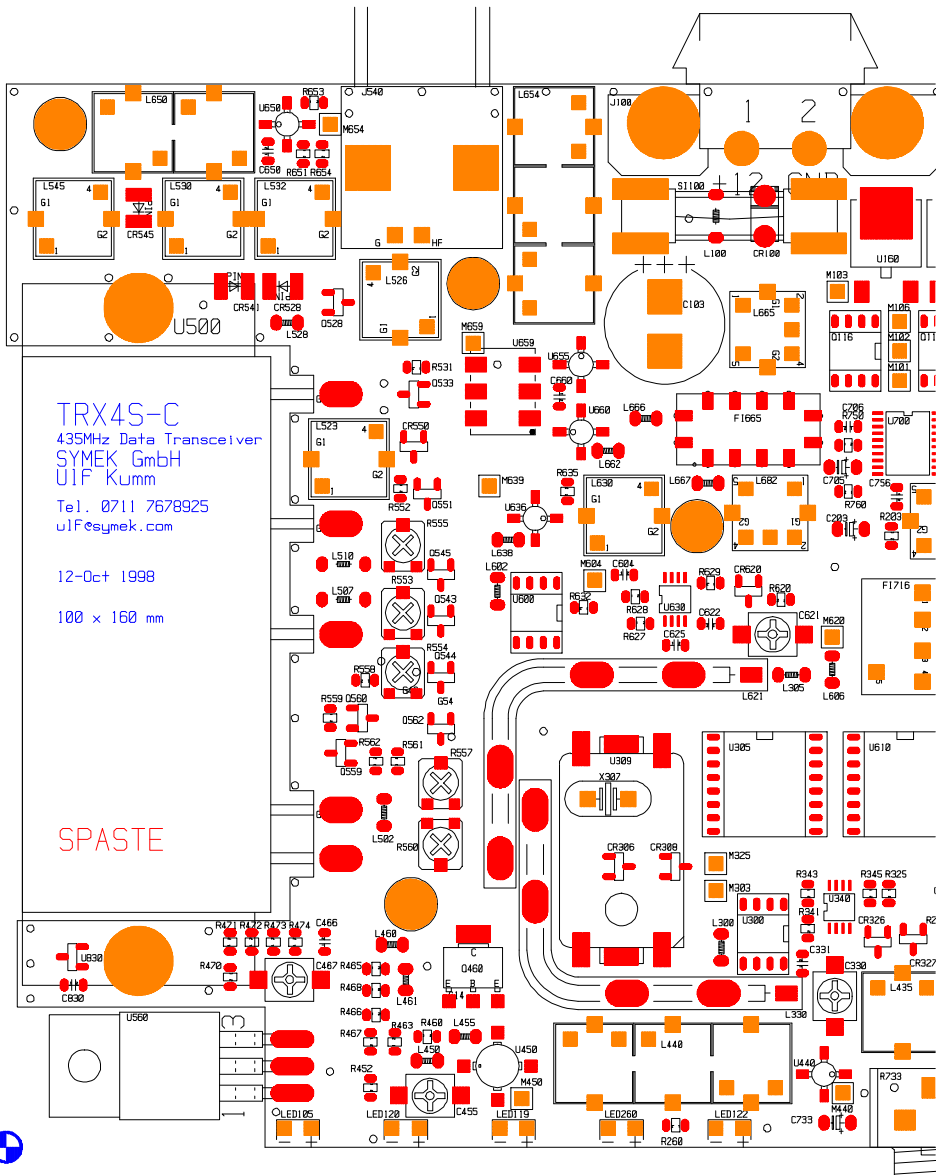
RS232-Schnittstelle: Senden und Empfang der seriellen RS232 erfolgt per Software im Mikrocontroller. Die Baudrate (9600 Baud, 1 Start, 1 Stopbit, NO Parity) ist fest programmiert und kann nicht geändert werden. Als Pegelwandler wird der bewährte MAX232A eingesetzt, der mit seiner eingebauten Ladungspumpe das +/- 10 Volt erzeugt. Als Filter gegen HF-Einstrahlung und Abstrahlung ist ein R-C-R Tiefpass in Serie mit den Anschlüssen geschaltet. Der RS232-Empfänger Eingang wird intern über 10 kOhm nach -10 Volt gezogen (Stopbit-Polarität). Dadurch wird gewährleistet, dass auch bei abgesteckter RS232-Verbindung stets die Stopbit-Polarität am Eingang anliegt. Dies ist Voraussetzung für die Funktion der nach dem Pegelwandler über eine Diode angekoppelten Pseudo-RS232-Schnittstelle der Fernbedienung (REMOTE-Buchse). Da die Ladungspumpe des MAX232A die Spannungsversorgung mit hochfrequenten Impulsen belastet, wird die 5 Volt Versorgung über einen 10 kHz Tiefpass gefiltert.

Temperatursensor und Übertemperatursicherung: Direkt neben der Befestigungsschraube des Endstufenmoduls befindet sich ein KTY92 Temperatursensor mit 2000 Ω Nennwiderstand bei 25 °C. Der Temperaturkoeffizient dieses Halbleitersensors beträgt $7,9 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. Bei 70 °C steigt der Widerstand entsprechend auf 2780 Ω an, die Spannung am Spannungsteiler R830 – U830 steigt entsprechend. Sobald die Spannung den am Trimmer R832 eingestellten Wert übersteigt zieht der Operationsverstärker U250 die Senderfreigabe über den Schalttransistor Q835 nach Masse und schaltet damit den Sender ab. Nach Abkühlung der Endstufe arbeitet die Schaltung wieder normal.

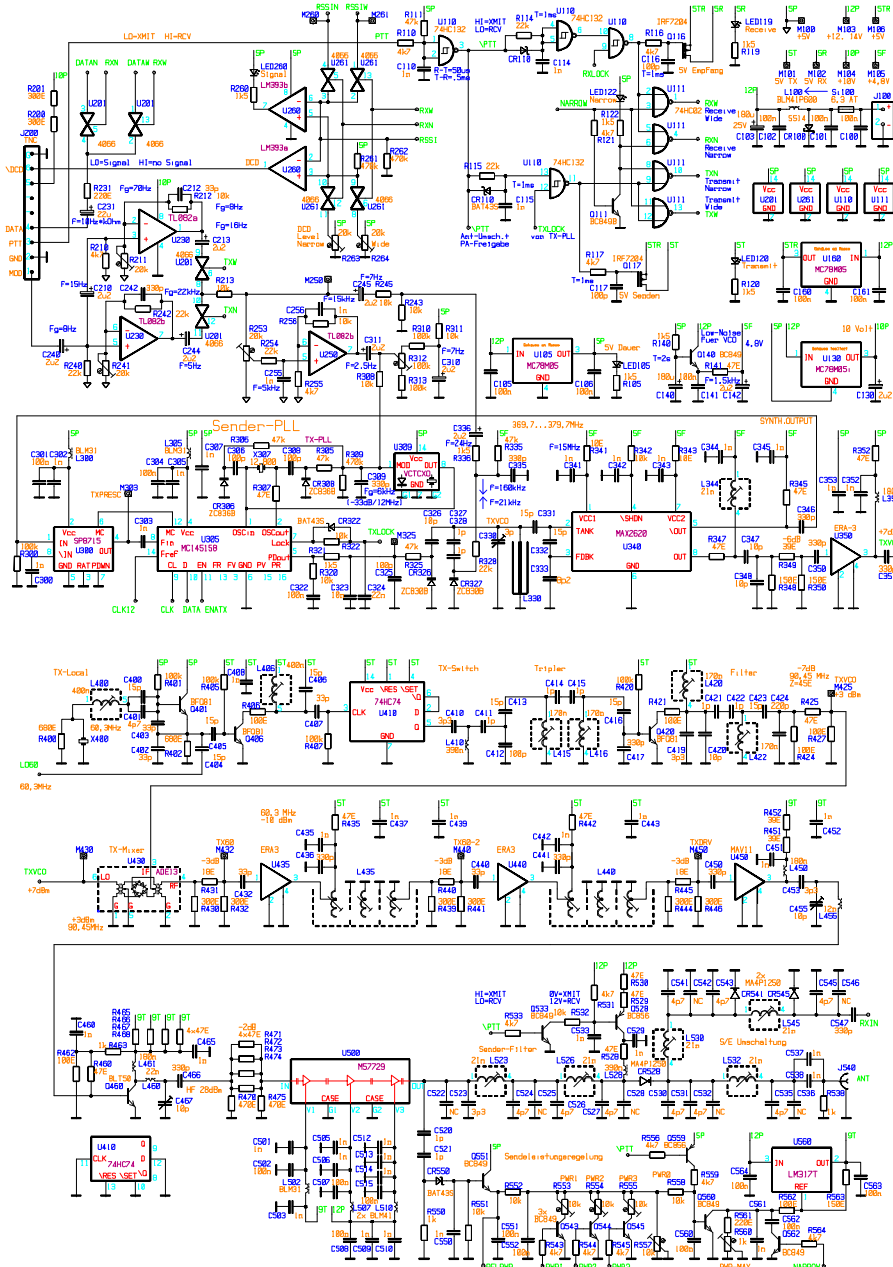
Kanalanzeige: Die Kanalnummer wird auf einer 7-Segment-Anzeige TDSR3160 (gemeinsame Katode) angezeigt. Mit 1,5 k Ω Vorwiderstand pro Segment beträgt die Stromaufnahme 4 bis 16 mA je nach angezeigter Ziffer. Die Anzeige wird aus einem 8 Bit Seriell-Parallel-Wandler (Schieberegister) gesteuert, die 7-Segment-Codierung ist im Programm des Mikrocontrollers festgelegt.

EEPROM: Das 8-polige SMD-EEPROM hat einen Speicherplatz von 16 k Bit = 2048 Byte. Der Bereich 0000H bis 017FH steht für die Speicherung der 16 Frequenzkanäle zur Verfügung, der Bereich 0200H bis 03FFH enthält die Tabellen für die Umrechnung der Messwerte. Das EEPROM wird über eine 2-Draht Schnittstelle angesteuert. Jede Speicherstelle kann mit dem PEEK-Befehl ausgelesen und mit dem POKE-Befehl programmiert werden.

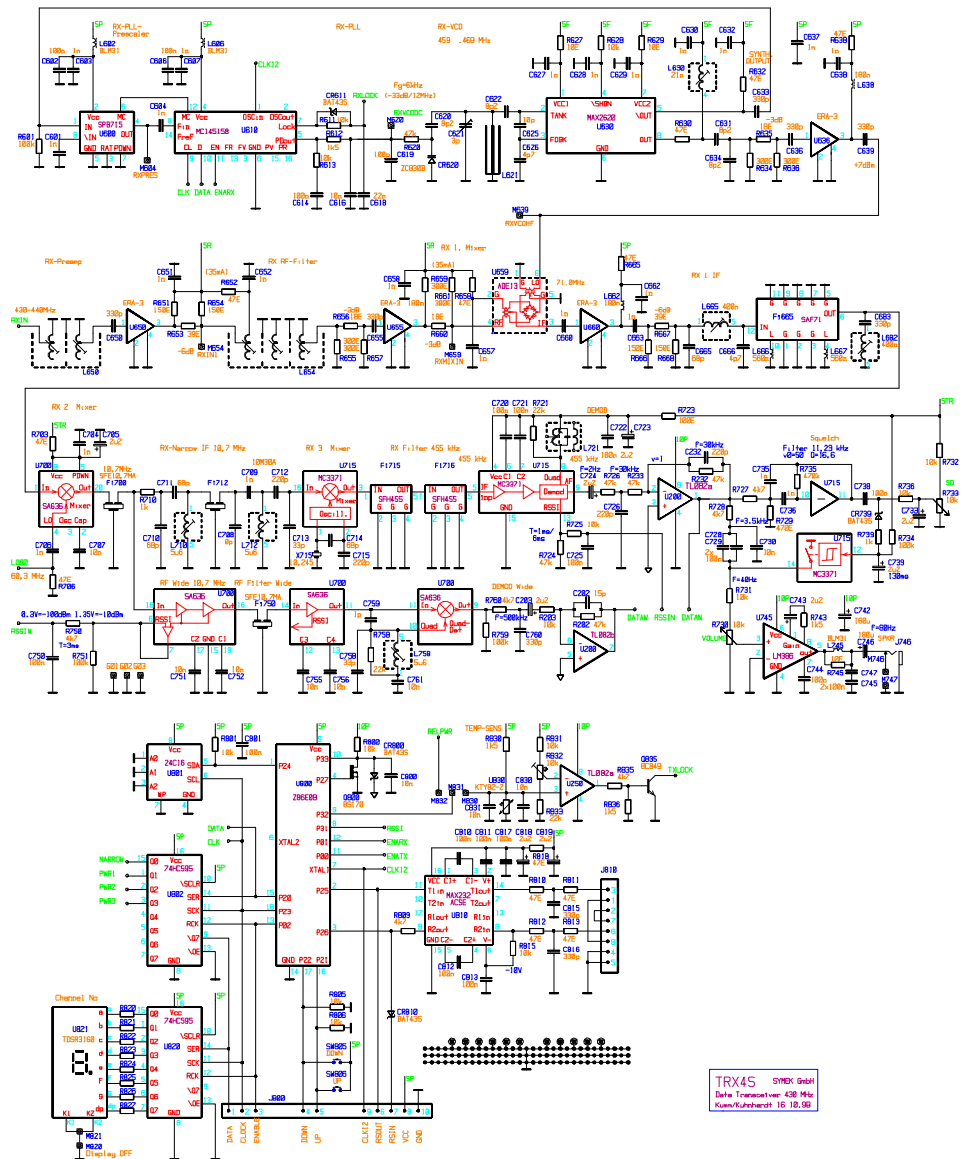
Bestückungsplan TRX4S (linke Hälfte)



Schaltbild TRX4S (NF, Sender, Stromvers.)



Schaltbild (Empfänger, Steuerung)



WAS TUN, WENN DAS GERÄT NICHT FUNKTIONIERT?

Hier einige häufige Bedienungsfehler:

Fehler: PTT wird getastet, aber rote 'TX-LED' bleibt dunkel, Sender gibt keine Leistung ab.
Ursache: Falsche Sendefrequenz programmiert oder Endstufe überhitzt.

Fehler: RX-LED leuchtet nicht, kein Empfang. Ursache: Falsche Empfangsfrequenz programmiert.

Die Schaltung des TRX4 ist erprobt. Die Qualität der Bauteile ist Industriestandard, die Leiterplatte ist von kompromissloser Qualität und der Test der fertigen Geräte ist 100 prozentig. Trotzdem kann es vorkommen, dass Ihr TRX4S einmal nicht mehr funktioniert.

Falls Sie Änderungen am TRX4S vorgenommen haben, dann probieren Sie bitte zuerst, ob der Fehler daran liegt und bringen Sie das Gerät in Originalzustand. Für Geräte, an denen Veränderungen oder Reparaturversuche vorgenommen wurden, besteht kein Garantieanspruch.

Für folgende Schäden besteht kein Anspruch auf Garantiereparatur:

- Überlastung der Spannungsversorgung durch Überspannung (über 16 Volt), dadurch Zerstörung z. B. der Spannungsregler oder der Endstufe.
- Zerstörung durch falschen Anschluss der Stromversorgung oder durch eine falsche Sicherung.
- Zerstörung der Sendeendstufe durch falsch eingestellte Übertemperatursicherung oder Betrieb an ungeeigneter Last (z. B. offene Antennenbuchse, schlechtes SWR)
- Zu hohe Eingangsspannung am Empfängereingang, Zerstörung der Vorstufe
- Zerstörung der seriellen Schnittstelle durch Überspannung auf der RS232-Buchse
- Zerstörung der NF-Verstärker durch Überspannung an der Data-Buchse
- Zerstörung des NF-Verstärkers durch Überspannung an der Lautsprecherbuchse
- Zerstörung von Bauteilen durch Überspannung an der REMOTE-Buchse
- Jegliche Art von mechanischer Beschädigung

Die Garantiezeit für Fehler, die der Kunde nicht selbst verursacht hat, beträgt 1 Jahr ab Rechnungsdatum.

Auf jeden Fall bitten wir Sie um eine möglichst **genaue schriftliche Fehlerbeschreibung**, auch wenn Sie vorher angerufen haben. Vielleicht können Sie auch schildern, wie es zu dem Ausfall gekommen ist. Sie erleichtern uns dadurch die Fehlersuche und haben Ihr Gerät schneller zurück.

Auf jeden Fall wünschen wir Ihnen viel Freude beim Gebrauch des Geräts.

BESTIMMUNGEN, LIZENZRECHTE ETC.

Alle Rechte für die Firmware im Controller des TRX4S, Leiterplatten-Layouts und Schaltungen, liegen bei der SYMEK GmbH oder bei Ing. Büro Kumm, Stuttgart. Für Teile der Schaltung sind Patente angemeldet.

Der Inhalt dieses Handbuchs darf veröffentlicht und weiterverbreitet werden, solange ein Quellenhinweis vermerkt wird. Es ist unser Interesse, der Betriebsart Packet-Radio neue Impulse zu geben und möglichst viele Funkamateure für diese faszinierende Technik zu begeistern.

Der TRX4S entspricht bei bestimmungsgemäßem Gebrauch den Vorschriften des EMVG und trägt das CE-Kennzeichen. Eine BZT-Zulassung, die für kommerziellen Einsatz erforderlich ist, besteht nicht. Daher darf das Funkgerät nur von lizenzierten Funkamateuren als Sender betrieben werden.

Zum Betrieb des Gerätes sind Fachkenntnisse im Gebiet Nachrichtentechnik, Funktechnik und Elektrotechnik erforderlich, wie sie z. B. bei der Prüfung der Funkamateure vorausgesetzt werden. Das Gerät und die Beschreibung sind nicht für technische Laien geeignet.

Zum bestimmungsgemäßen Gebrauch ist es erforderlich, dass das Gerät an eine geeignete Spannungsversorgung angeschlossen wird, dass die Signalquelle zur Modulation den in der Beschreibung genannten Forderungen entspricht und dass eine geeignete Antenne mit entsprechender Zuleitung verwendet wird. Um die EMV-Eigenschaften des Geräts nicht zu verschlechtern dürfen an der REMOTE-Buchse nur die vom Hersteller empfohlenen Zusatzmodule mit den originalen Steckverbindern angeschlossen werden. Es ist sicherzustellen, dass keine der Anschlussleitungen (Lautsprecher, Modulation, Stromversorgung) einem starken elektromagnetischen Feld ausgesetzt wird um Einstrahlungen zu vermeiden.

Der Betreiber ist, wie beim Betrieb jedes anderen Amateurfunkgerätes, verpflichtet, die Gefährdung von Personen durch die von dem Gerät auf der Sendefrequenz abgegebene Hochfrequenz zu verhindern. Über die einschlägigen Vorschriften beim Betrieb von Sendefunkanlagen im Amateurfunk informiert die Regulierungsbehörde für Post und Telekommunikation unter <http://www.regtp.de>.

Aufgrund der aktuellen Gesetze ist der Handel und der Besitz des Gerätes für jedermann erlaubt. Das gilt auch für den Einsatz als reiner Empfänger. Für den Sendebetrieb muss der Verantwortliche eine Genehmigung besitzen.

Für Schäden, die bei Gebrauch des Gerätes oder durch irrtümliche Angaben oder Druckfehler in den Handbüchern entstehen wird nicht gehaftet.

INDEX

10 Volt Stromversorgung (+10V) Pin 5 12
3-Draht-Schnittstelle f. 7-Segment-Display 39
60,3 MHz Oszillator 33, 35
7-Segment Anzeige 37
7-Segment-Anzeige 45
7-Segment-Codierung 45
90,45 MHz Oszillator 42
A/D Wandler 29, 44
Abfrage aller Datensätze 21
Abfrage des aktiven Kanals 21
Abfrage eines Datensatzes 20
Abgleich 24
Abgleich 60,3 MHz Oszillator 33
Abgleich 90,45 MHz Aufbereitung 35
Abgleich der Diskriminatorspule 34
Abgleich des Referenzquarzes 33
Abgleich des RX-VCO 34
Abgleich des TX-VCO 34
Abgleich Endstufe 36
Abgleich Sendeleistung 28
Abgleich Tiefpassfilter 36
Abgleich Treiberstufen 435 MHz 35
Abkühlung der Endstufe 45
Abmessung 15
Abschaltbarer 90,45 MHz Oszillator 42
Abschalten der 7-Segment Anzeige 37
Abschaltung der Modulation 44
Abschlusswiderstand 28
Adapter 16, 17
aktiver Kanal 8, 21
Amateurfunkgeräte 53
Amiga 7
Analogschalter 43, 44
Anpassung 35
Anpassung an das Funkgerät 31
Anpassung des 71 MHz Quarzfilters 35
Anschluss für Bedienteil 5
Anschlusseinstellungen 19
Anschlusskabel 10
Anschlusskabel zum Rechner 16
Anschlussleitungen 53
Antenne 5
Antennenbuchse 52
Antennenumschaltung 15, 42
Apple 7
ASCII-Konfiguration 19
Atari 7
Augendiagramms 35
Ausgangsfrequenz 33
Ausgangsleistung 16, 43
Ausgangsspannung 11
Ausgangswiderstand 11
Auslieferung Einstellung 5
Auslösetemperatur 30
Austausch der Endstufe 27
Autobatterie 13
Baudrate 6, 44
Bedienteil-Schnittstelle 39
Bedienungsfehler 52
Begrenzerstrom 43

Begrenzung der Sendeleistung 28
Beschädigung 52
Bestätigung 20
Bestimmungen 53
bestimmungsgemäßer Gebrauch 53
Bestückungsplan 46
Betreiber 53
Betriebsart 7, 20
Breitbandbetrieb (wide) 16
Breitbandempfänger, ZF-Verstärker 43
Buchse 'Remote-Control' 12
BZT-Zulassung 53
CB-Funk Netzteile 13
CE-Kennzeichen 53
COM1 Schnittstelle 6
Config-Datei 18
Controller 36
Copyright 53
Dachschräge 32
Dämpfungsglieder 35
Data Eingang (Modulation) 44
Data-Ausgang (Demodulation) 43
Datenanschluss 5
Daten-Ausgang 15
Datensatz 7, 20
Datenübertragung 18
DCD Level 30
Defekt 52
Demodulator 10
Demodulatorschaltung 43
Demontage der Leiterplatte 27
Dioden-Ringmischer 42
Diskette 6
Diskriminatorspule abgleichen 34
Distanzröllchen 27
Druckfehler 53
Drucktaster 5
Durchlasskurve des Filters 35
Dynamikbereich 16, 31
EEPROM 20, 44, 45
EEPROM Adresse 23
EEPROM-Speicher 24
eine 6-polige Mini-DIN-Buchse 10
Eingänge und Ausgänge des TRX4S 11
Eingangssignal 15
Eingangsspannung 31
Eingangsspannung an der Antenne 21
Einsatz als reiner Empfänger 53
Einschalten des Transceivers 8
Einstellen des aktiven Kanals 21
Einstellung der HF-Trägererkennung 30
Einstellung der Modulation 31, 32
Einstellung der Sendeleistung 28
Einstellung der Temperaturbegrenzung 29
Einstellung Temperaturbegrenzung 30
Einstrahlungen 53
Empfänger der Gegenstation 31
Empfänger HF-Stufen 43
Empfänger-Ausgang (Data out) 11
Empfänger-Betriebsspannung 41
Empfängereingang 42
Empfänger-IC SA636 43
Empfangsfrequenz 7
Empfangspegel (in dB) 30
Empfangssignal-Erkennung (RSSI-DCD) 12

Empfindlichkeit 15
 EMV-Eigenschaften des Geräts 53
 EMVG 53
 Endstufe 29, 42
 Endstufe abgleichen 36
 Endstufe wechseln 27
 Endstufenmodul 44
ERROR 22
 Erwärmung 29
 Fachkenntnisse 53
 falsche Frequenzen 20
 falscher Anschluss der Stromversorgung 52
 Fehleingaben 22
 Fehlermeldungen des TRX4 22
 Fehlersuche 52
 Feinabgleich 36
 Fernbedienung 12
 Fernbedienung (REMOTE-Buchse) 44
 Fernsteuerbuchse 'Remote-Control' 38
 FET-Schalter 41
 Filter gegen HF-Einstrahlung 44
 Filteranpassung 35
 FM-Demodulation 34
 Frequenz 20
 Frequenz der VCOs 33
 Frequenz des Referenzquarzes 33, 38
 Frequenzbereich 15
 Frequenzbereich des Ausgangssignals 11
 Frequenzbereich des Modulationssignals 11
 frequenzbestimmende Oszillatoren 42
 Frequenzeinstellung 15
 Frequenzgenauigkeit 33
 Frequenzhub 11
 Frequenzkonstanz / Genauigkeit 15
 Frequenzspeichers 20
 Frequenzteiler 35
 Frequenzteilung 42
 Frequenzzähler 33
 Frontplatte 5, 27
 Funkamateure 53
 Garantie 52
 Gefährdung von Personen 53
 Gehäuse öffnen 26
 Genehmigung 53
 Gesetze 53
 Gewindebohrungen 26
 Gewindelänge 26
 Glasrohrsicherung 13
 Gleichspannung 13
 Gleichspannung am Modulations-Eingang 11
 gleichspannungsfrei 43
 Glimmerscheibe 27
 Grenzfrequenzen 44
 Großbuchstaben 22
 Großsignaleigenschaften 43
 Großsignalfestigkeit 42
 Grundplatte 27
 Gruppenlaufzeit 43
 gruppenlaufzeitoptimiertes Filter 43
 Halbleitersensor 44
 Handbuch 53
 Handel 53
 Handshake 6
 Helixfilter 35, 43

Herstellerinformationen 24
 HF-DCD 44
 HF-Messgleichrichter 37
 HF-Signalstärke 12
 HF-Trägererkennung 30
 Hilfsfrequenz 42
 Hochfrequenz 53
 Hub 11, 31
 Hubmesser 31
 Hyperterm 7
 Hyperterm (Windows95/98) 19
 Inbetriebnahme 5
 initialisierung RS232 18
 Innenwiderstand (Eingangswiderstand) 11
 Intermodulation 16
 Intermodulationsfestigkeit 42
 ISDN-Kabel 17
 Kalibriertabelle 22
 Kalibriertabellen 37
 Kalibrierung des Referenzquarzes 38
 Kanalanzeige 45
 Kanalbezeichnung 20
 Kanaldatensatz 20
 Kanäle programmieren 7
 Kanäle umschalten 7
 Kanalraster 15
 Kanalumschaltung 5
 Kanalwahl 21
 Kapazitätsdiode 32
 keramische Filter 43
 Kleinbuchstaben 22
 kleinste einstellbare Ausgangsleistung 29
 Klinkenbuchse 44
 Kommando 7
 Kommandos der TRX4S Firmware 20
 kommerzieller Einsatz 53
 Kommunikation zwischen Terminal und Transceiver 7
 Komparator für HF-DCD 44
 Kompensation 32
 Konfigurationsdatei TERM.cfg 18
 Konstanz der Oszillatoren 33
 KTY92 44
 Kühlkörper 26
 Kühlkörpertemperatur 37
 Ladungspumpe 44
 Lautsprecher 26, 44
 Lautstärke 5
 LED "TX" 29
 Leistungsanzeige 37
 Leistungsbegrenzung 28
 Leistungs-PIN-Diode 42
 Leistungsregelung 16, 35, 36
 Leistungsreserve 42
 Leiterplatte 27
 Leiterplatte Version 15
 Leiterplatten-Version 4
 Leiterquerschnitt 13
 lizenzierte Funkamateure 53
 Lizenzrechte 53
 lokales Echo 18
 MAX232A 44
 maximale Endstufentemperatur 29
 Messempfänger 31

Messpunkte 37
Messung der Kühlkörpertemperatur 37
Messung der Sender-Ausgangsleistung 37
Mikrocontroller 20, 36, 44
Mikrophonieeffekte 43
Mikrophonverstärker 12
Miniaturltrimmer 28
minimale Sendeleistung 28
Mischung 42
Mithörverstärker 44
Mod-Eingang 16
Modembuchse 11
Modems 10
Modular-Kabel 17
Modulation 10, 31, 32
Modulations-Eingang (Data in) 11
Modulations-Eingangsempfindlichkeit 31
Modulationsspannung 11
Modulationsverstärker 11
Modulatorleitung 44
monolithische Verstärker 42
monolithischen Quarzfilter 43
Montage des Kühlkörpers 26
Nachgleich der Verstärker 36
Nebenaussendungen 16
Nebenwellendämpfung 16
Netzgerät 13
neue Verbindung 19
NF-Eingangsspannung 31
NF-Übertragungsbandbreite 16
NF-Verstärker 15, 41, 42, 44
Nummer des aktiven Kanals 8
Oberwellendämpfung 16
Oberwellenfilter 42
Oberwellenunterdrückung 36
Organisation des EEPROM 24
Ortsvorwahl 19
Oszillatoren 42
Oszillatorpegel 42
Packet-Radio-Controller 31
Packet-Radio-Controller (TNC) 10
Paketrate 15
Paralleldiode 41
Patente 53
PEEK: Byte aus dem EEPROM auslesen 24
Pegelwandler 44
Phasengang 35
Pi-Dämpfungsglieder 42
Pin 6 der Modembuchse 12
PIN-Dioden 42
PIN-Dioden-Umschaltung 41
POKE: Byte ins EEPROM schreiben 24
Potentiometer 27
Programmierung 15
Programmierung des EEPROM 24
Protokoll 19
Pseudo-RS232-Schnittstelle 44
PTT 10
PTT-Eingang 41
Quarzoszillatoren 33
Rauschen a. d. Versorgungssp. der PLL 41
Rauschsperrung 5, 44
Rauschzahl 42
Reaktionszeit der Sendertastung 12
Rechte 53

Rechtecksignal 32
Referenzempfängers 32
Referenzoszillator 15
Referenzquarz 32
Referenzquarzes 32
Regelspannung 34
Regulierungsbehörde für Post und Telekommunikation 53
'Remote-Control' 38
Reparatur 52
Reparaturen 27
Reparaturversuche 52
Restträger 16
RJ45 Stecker 6
'Roll-Over-Schaltung' 17
RS232-Schnittstelle 44
RSSI (Radio Signal Strength Indicator) 30
RSSI-Anzeige 21
RSSI-DCD 10
'RSSI-DCD' Leuchtdiode 30
RSSI-DCD-Leuchtdiode 12
RSSI-DCD-Schaltung 12
RSSI-Signale 44
Rückseite des TRX4S 10
Rückwand 27
RX-ON-Delay 16
RX-VCO abgleichen 34
S0 Bus Anschlusskabel 17
SAW-Quarzfilter 43
Schäden 53
Schaltausgang 31
schaltbarer Frequenzteilers 35
Schaltbild 49
Schaltpunkt der Trägererkennung 30
Schieberegisters 39
Schmalband ZF-Verstärker 43
Schmalband-Demodulator 44
Schmelzsicherung 13
Schnittstelle zum Rechner 5
Schnittstellenkabel 6
Schnittstellenparameter 7, 18
Schottkydiode 43
Selektion 16
Semi-Rigid-Leitungskreis 43
Sendebetrieb 53
Sendedaten 17
Sende-Empfangs-Umschaltung 43
Sendeendstufe 42
Sendefrequenz 7
Sendeantennenanlagen 53
Sendeleistung 7, 20
Sendeleistung anzeigen 22
Sendeleistung einstellen 28
Sendeleistungsmessung 22
Sendeleistungsregelung 43
Sender-Ausgangsleistung 37
Sender-Betriebsspannung 41
Senderfreigabe 45
Sendertastung (PTT) 11
Sendertemperatur abfragen 22
Sender-VCO 32
Sendedesignaufbereitung 43
Sensor 22
serielle async. 9600 Bd Schnittstelle 39
serielle Schnittstelle (COM-Port) des PC 6

- serielle Schnittstellen 16
- Service-Einstellungen 24
- Sicherheitsgrenze 29
- Sicherung 13, 41
- Siebelko 13
- Siebung 13
- Signale von und zum Modem 11
- Signalerkennung 16
- Signalfeldstärke 43
- Signalfanke 32
- S-Meter abfragen 21
- Software 36
- Softwareversion abfragen 22
- Spannungsregler für PLL 41
- Spannungsregler LM317T 43
- Spannungsreglers 27
- Spannungsversorgung der NF-Verstärker 41
- Speicherplatz 45
- Speicherung eines Datensatzes 20
- spektralreines VCO-Signal 43
- Spiegelfrequenz 15
- Squelch 44
- Stabilität 33
- Stromverbrauch 37
- Stromversorgung 12, 15
- Stützko 13
- Sub-D-Stecker 6
- SWR 52
- Symmetrie 34
- Syntax 22
- Tabelle für A/D Wandler 44
- Tabelle zur Umrechnung
- Sendeleistung/Temperatur 25
- Tabelle zur Umrechnung S-Meter 24
- Taste DOWN 8
- Taste UP 8
- Taste 'UP' 21
- Tasterfunktionen 'Up' und 'Down' 38
- Tastung des Transceivers 41
- Technische Daten TRX4S 15
- technische Laien 53
- Telix 7
- Temperatur 22
- Temperatur der Sendeendstufe 22
- Temperaturanzeige 37
- Temperaturbegrenzung 29
- Temperaturbereich 15
- Temperaturkoeffizient 44
- Temperatursensor 29, 37, 44
- Temperatursicherung 29
- TERM (DOS) 7
- TERM 10.36 18
- Terminal (Windows 3.11) 18
- Terminal.exe 7
- Terminal-Einstellung 18
- Terminal-Emulation 18
- Terminalprogramm 6
- Textübertragung 18
- tiefe Frequenzen 32
- Tiefpassfilter abgleichen 36
- Tiefpassverstärker 11, 44
- TNC31S 16
- Transiente Nebenausstrahlungen 16

- Transistorregler 41
- Treiberstufen 435 MHz 35
- Treiberstufen Versorgung 43
- Triggerschwelle 44
- Trimmwiderstände 28
- TRX4S Firmware 1.0 20
- TRX4TERM 6
- TX-Delay 16
- TXD-Null Oszillator 42
- TX-VCO abgleichen 34
- Überhitzung 29
- Überhitzung der Endstufe 27
- Überprüfung des Datensatzes 20
- Überspannung 52
- übersteuerung des Eingangs 42
- Übertemperatursicherung 15, 27, 44, 52
- Umschaltung Leistungs / Temp.anzeige 37
- Unbekanntes Kommando 23
- unerwünschte Einstellungen 20
- Unterbrechung der Stromversorgung 8
- untere Grenzfrequenz 11
- Update der Firmware 36
- Updates 4
- VCO-Schaltung 43
- Verbinden über 19
- Verbindungskabel 10
- Verdreifachung 35
- Verhältnis der beiden Modulatoren 32
- Verpolung 13
- Verpolungsschutz 41
- Versionsnummer 7
- Versorgung kleiner externer Schaltungen 12
- Versorgungsspannung 16, 28
- Versorgungsspannung der Treiber 43
- Versorgungsspannung der Treiberstufe 36
- Verstärkerstufen 35
- Verstärkerstufen allgemein 42
- Verstärkung der Treiber reduzieren 36
- Verwendung durch externe Software 25
- Verzerrungen 31
- vollständig zerlegen 27
- Vorschriften 53
- Vorstufe 42
- Vorstufentransistor 42
- VT52-Emulator 7
- Wattmeter 28
- Western-Stecker 17
- Wobbelsender 35
- Zeilenschutzzeit 8
- Zeilenverzögerung 19
- zerlegen 27
- Zerstörung der Vorstufe 52
- ZF mit 71 MHz 43
- ZF-Abgleich 34
- ZF-Filterspulen 35
- Z-Kommando 20
- zu geringe Modulation d. Referenzquarzes 32
- zu starke Modulation des Referenzquarzes 32
- zuletzt aktive Kanal 8
- Zusammenbau 27
- Zusatzmodule 53
- Zweipunktverfahren 32

UMRECHNUNG VOLT, WATT, dBm

U	P (50 Ω)	dB (μ V)	dBm	S-Meter
0.05 μ V	50E-18 W	-26 dB (μ V)	-133 dBm	S 0 -6 dB
0.1 μ V	200E-18 W	-20 dB (μ V)	-127 dBm	S 0
0.2 μ V	800E-18 W	-14 dB (μ V)	-121 dBm	S 1
0.5 μ V	5E-15 W	-6 dB (μ V)	-113 dBm	S 2,3
1 μV	20E-15 W	0 dB (μV)	-107 dBm	S 3,3
2 μ V	80E-15 W	6 dB (μ V)	-101 dBm	S 4,3
5 μ V	500E-15 W	14 dB (μ V)	-93 dBm	S 5,6
10 μ V	2E-12 W	20 dB (μ V)	-87 dBm	S 6,6
20 μ V	8E-12 W	26 dB (μ V)	-81 dBm	S 7,6
50 μ V	50E-11 W	34 dB (μ V)	-73 dBm	S 9
100 μ V	200E-10 W	40 dB (μ V)	-67 dBm	S9 +6 dB
200 μ V	800E-10 W	46 dB (μ V)	-61 dBm	S9 +12 dB
500 μ V	5E-9 W	34 dB (μ V)	-53 dBm	S9 +20 dB
1 mV	20E-09 W	40 dB (μV)	-47 dBm	S9 +26 dB
2 mV	80E-09 W	66 dB (μ V)	-41 dBm	S9 +32 dB
5 mV	500E-9 W	74 dB (μ V)	-33 dBm	S9 +40 dB
10 mV	2E-6 W	80 dB (μ V)	-27 dBm	S9 +46 dB
20 mV	8E-6 W	86 dB (μ V)	-21 dBm	S9 +52 dB
50 mV	50E-6 W	94 dB (μ V)	-13 dBm	S9 +60 dB
100 mV	0,2 mW	100 dB (μ V)	-7 dBm	S9 +66 dB
200 mV	0,8 mW	106 dB (μ V)	-1 dBm	S9 +72 dB
224 mV	1 mW	107 dB (μV)	0 dBm	S9 +80 dB
0,5 V	5 mW	114 dB (μ V)	7 dBm	
1 V	20 mW	120 dB (μ V)	13 dBm	
2 V	80 mW	126 dB (μ V)	19 dBm	
5 V	0,5 W	134 dB (μ V)	27 dBm	
7,1 V	1 W	137 dB (μ V)	30 dBm	
10,0 V	2 W	140 dB (μ V)	33 dBm	
14,1 V	4 W	143 dB (μ V)	36 dBm	
17,3 V	6 W	145 dB (μ V)	38 dBm	
20,0 V	8 W	146 dB (μ V)	39 dBm	
22,4 V	10 W	147 dB (μ V)	40 dBm	
24,5 V	12 W	148 dB (μ V)	41 dBm	
31,6 V	20 W	150 dB (μ V)	43 dBm	
35,4 V	25 W	151 dB (μ V)	44 dBm	
50,0 V	50 W	154 dB (μ V)	47 dBm	
70,7 V	100 W	157 dB (μ V)	50 dBm	

Berechnungsformeln: ($Z_0=50 \, \Omega$, U_{in} = Spannung an Z_0 in Volt, P_{dBm} = Leistung in dBm)

$$U_{in} = \sqrt{Z_0 \cdot 1mW \cdot 10^{\frac{P_{dBm}}{10}}} \quad \text{bzw.} \quad P_{dBm} = 10 \cdot \log\left(\frac{U_{in}^2}{Z_0 \cdot 1mW}\right)$$

$$\text{mit } \log(x) = \frac{\ln(x)}{\ln(10)}$$



Handbuch TRX4S Hardware (Leiterplatte Version C) Ausgabe: 27. 1. 1999
 Herstellung und Vertrieb: SYMEK GmbH, Datentechnik, Ulf Kumm, DK9SJ
 Anschrift: D-70597 Stuttgart (Sonnenberg), Johannes-Krämer-Straße 34
 Telefon: (0711) 76 78 923, Fax: (0711) 76 78 924, Technik-Hotline: (0711) 76 54 911
 eMail: info@symek.com Infos im Internet: <http://symek.com>