

Eisch-Kafka-Electronic

Ulm

9600-Baud-Modem

mit ASIC / FPGA

nach G3RUH-Standard

Handbuch

Version: 1.12

Stand: 3.12.94

Eisch-Kafka-Electronic GmbH

Abt-Ulrich-Str.16

89079 Ulm

Tel:07305/23208

FAX 07305/23306

Alle Vertriebsrechte für diesen Bausatz sind exklusiv bei Eisch electronic.
Copyright für Beschreibung und Bausatz bei den Verfassern. Abdruck, ganz oder teilweise, sowie kommerzielle Nutzung nur mit schriftlicher Genehmigung der Verfasser.

Verstöße werden strafrechtlich verfolgt.

Sie haben sich für das 9600 Baud Modem mit ASIC / FPGA entschieden. Das vorliegende Handbuch soll mehrere Aufgaben erfüllen:

- Ihnen die Funktionen der Schaltung erläutern
- Hilfestellung beim Aufbau geben
- Hilfestellung beim Abgleich geben
- Hilfestellung bei der Fehlersuche geben
- Hinweise für die Zusammenschaltung der Baugruppen geben
- ... und Sie für weitere Angebote aus unserem Lieferprogramm interessieren.

Wir sind für Verbesserungs- und Ergänzungsvorschläge immer dankbar. Der Inhalt des Handbuches wurde in Zusammenarbeit mit DF3VI erstellt.

Sollten Sie Fehler finden, bitten wir um Rückmeldung (wir sind auch nur Menschen).

Adressen der Entwickler:

Ulrich Kafka, Abt-Ulrich-Str. 16, 89079 Ulm, DC8SE

Technische Daten:

kommt noch

Versorgungsspannung: 5Volt
Stromaufnahme: ca. 30mA

Einleitung

Wir gehen davon aus, daß Sie bereits Erfahrung mit 9600 Baud und insbesondere mit dem Modem von G3RUH besitzen. Das Ihnen vorliegende Modem ist funktionskompatibel und erfüllt in allen Punkten die von G3RUH vorgegebenen Anforderungen. Um das Originalmodem zu verkleinern, wurden alle relevanten digitalen Funktionen zusammengefaßt und die vorgegebene Funktionsweise in ein ASIC /FPGA umgesetzt. Dabei wurde auch darauf geachtet, die DCD (Data carrier detect) in digitaler Form zu lösen. Bei allen bisherigen Konzepten wurde dies auf analoger Basis gelöst. Dadurch ist es jetzt für den Anwender möglich, die Signalerkennung seinen jeweiligen Empfangsverhältnissen anzupassen. Außerdem wurde beim Design auf den Anschluß an RMNC (Rhein-Main-Network Controller), Landolt-TNC2 und BayCom-USCC-Karte Rücksicht genommen.

Vorbemerkung:

Aufgrund der hohen Datenrate und des Modulationsverfahrens ist es bei diesem Modem und 9600 Baud nicht mehr möglich, die NF am Mikrofonstecker einzuspeisen bzw am Lautsprecher abzunehmen. Zum Einsatz können deshalb nur Funkgeräte kommen, die einen flachen Frequenzgang von 10Hz - 8KHz haben. Dies bedeutet, daß entweder kommerzielle oder speziell für diesen Verwendungszweck umgebaute Amateurfunkgeräte verwendet werden müssen. Andernfalls geht es gar nicht!

Folgende Bedingungen sollten RX und TX einhalten:

Empfänger:

- * Die NF muß vom Diskriminator abgenommen werden!
- * Frequenzgang von DC - 8kHz!
- * Linearer Frequenzgang (kein Abfall bei Frequenzen > 5kHz)!
- * Möglichst keine Phasendrehung im gesamten Frequenzbereich!
- * Wenn Phasendrehung, dann sollte sie im gesamten Frequenzbereich konstant sein oder nur leicht schwanken.
- * Das Gleiche gilt für die Amplitude!
- * Bei einer Verstimmung des Empfängers um 2kHz sollten sich die techn. Daten möglichst nicht verändern!
- * Der Diskriminator sollte symmetrisch und linear sein!

Die meisten Empfänger entsprechen halbwegs diesen Anforderungen. Besonders solche, die in der ZF ein 20kHz (oder 30kHz) breites Filter haben. Andererseits sind Empfänger mit Synthesizer die eventuell auch noch aus mehreren PLL's bestehen, nicht immer geeignet. Falls Sie doch einen handelsüblichen TRX

verwenden wollen, wird auf die entsprechenden Umbauanleitungen in den Mailboxen verwiesen. Es gibt auch eine sehr gute Zusammenfassung von DG3RBU "9600-Bd FSK- Technik nach G3RUH - Standard".

Sender:

- * Der Modulator muß echte FM erzeugen (nicht PM)!
- * Der Modulator muß einen flachen Frequenzgang von 5Hz bis 8kHz haben!

Es sollten deshalb vorzugsweise Funkgeräte mit Quarzvervielfachung verwendet werden (z.B. das von DF2VO, DF3VI, DF9IC entwickelte und von uns vertriebene Funkgerät).

Denken Sie daran: Sie brauchen als Modulation wirklich FM. Das bedeutet, über eine Kapazitätsdiode wird die Frequenz des Quarzoszillators verändert. Und nicht Phasenmodulation über eine entsprechende Schaltung.

Anschluß an das Funkgerät:

Vom Modem zum Funkgerät sind nur drei Verbindungen notwendig. Diese Verbindungen sind alle an der 9poligen Sub - D Buchse (Stecker 3) anzuschließen.

Sender:

Von Pin 5 sollte eine kurze Leitung zur Kapazitätsdiode des Senders gezogen werden (abgeschirmtes Kabel verwenden!). Die Masse dazu ist Pin 6. Da der Sender getastet werden muß, kommt an dieser Buchse auch das PTT Signal heraus (Pin4). Es wird aber lediglich vom TNC2 (oder RMNC) durchgeschleift. Das vom TNC kommende PTT-Signal kann über Jumper "PTTLEV" auch invertiert werden. (Notwendig, falls PTT nicht gegen Masse, sondern gegen + erfolgt).

Mit dem auf der Leiterkarte vorhandenen kleinen Potentiometer wird der Hub eingestellt. Es sollte ein Hub von +/- 3kHz bei 25kHz Raster eingestellt werden. Dazu sollte ein Hubmesser verwendet werden! Mit dem Potentiometer kann ein Pegel von 4 Vpp eingestellt werden. Sollte nur eine NF-Spannung von wenigen 100 mV notwendig sein, empfiehlt es sich einen Spannungsteiler nachzuschalten. Er sollte jedoch nicht niederohmiger als 5k Ω sein. Eine zusätzliche C/R Entkopplung sollte eine untere Grenzfrequenz von 3 Hz haben.

Der Sendeoszillator sollte - wenn möglich - auch in den Empfangsphasen durchlaufen. Dadurch wird die Einschwingzeit und Synchronisation der Gegenstation verkürzt. Vom 9600-Baud-ASIC-Modem wird im Empfangsfall die Modulation zum Sendeoszillator unterdrückt.

Die Verbindungsleitung vom Modem zum Funkgerät sollte so kurz und kapazitätsarm wie möglich sein, da sonst der Ausgangs-OP im Modem anfängt zu schwingen. In diesem Fall bitte einen Widerstand von 100Ω - 470Ω in Reihe schalten.

Empfänger:

Wie bereits weiter oben beschrieben, liegen alle Signale zum Funkgerät an Stecker 3 an. Das NF-Signal vom Empfänger wird an Pin 3 angelegt. (Masse ist Pin 7). Sie sollten ein abgeschirmtes Kabel verwenden. Die NF *muß* direkt vom Diskriminator abgenommen werden. *nicht erst hinter der Rauschsperrre*.

Beschreibung der Anschlüsse:

1. Anschluß zum Funkgerät: 9polige Sub-D Buchse

- Pin 1: frei
- Pin 2: geht auf Löttauge MP3 neben der Buchse.
- Pin 3: NF-Eingang des Modems
- Pin 4: PTT des Modems
- Pin 5: NF-Ausgang des Modems.
- Pin 6 - 9 Masse.

2. Anschluß zum TNC2 / BayCom USCC-Karte / RMNC

Auf der Leiterkarte sind zwei wire-wrap-Leisten (ST1, ST2). Über diese Steckverbindungen und Flachbandkabel wird das 9600 Baud-ASIC-Modem mit dem TNC2, RMNC- Kanalrechner oder USCC-Karte verbunden.

Verbindung zur USCC - Karte: Durch ein Flachbandkabel wird das Modem (high-speed-Anschluß) mit der USCC Karte verbunden. Im Programm bitte den Parameter "Henn 2 0" setzen, da das Modem mit NRZI - Signalen arbeitet (getestet von DF5MV und DF3VI).

Verbindung zum RMNC: Im derzeitigen Zustand gibt unser Modem NRZI - Signale ab. Deshalb ist es analog zum Original-G3RUH-Modem anzuschließen! Der für das Modem notwendige Takt (16 facher Takt!) muß von der Resetkarte über die Rückwandverdrahtung zum Modem geführt werden. Dazu hat DL6SBV einen Anschlußplan erstellt (siehe Anlage) Es ist natürlich auch möglich, den 32fachen oder 16fachen Takt abzunehmen. (Dazu sind Lötungen auf der Leiterkarte in der Nähe von ST1 vorhanden.) Dieser muß dann aber sowohl zum Modem (TXclk) als auch zum Baustein SCC-8530 (RMNC) geführt werden. Das Modem ist derzeit bei DB0LAI zum Test im Einsatz (Verantwortl. : DL6SBV).

Verbindung zum TNC2: Die Verbindungen vom Modem zum TNC (Landolt, Kumm, Eisch) wurden von DF3VI getestet. Generell ist zu sagen: Das Modem ist analog zum original G3RUH - Modem anzuschließen. Das heißt, vom TNC muß der 16fache Takt zum Modem geführt werden. Um Ihnen die Verdrahtung

zu erleichtern hat DF3VI entsprechende Anschlußpläne für den TNC2DL und TNC2s erstellt.

Verbindung zum TNC2-DL: Mit Hilfe von Flachbandkabel, einer 13 bzw. 14 poligen (je nach TNC2-Layout) Buchsenleiste und einer 2x10 poligen Buchsenleiste den High-Speed-Anschluß des Modems mit der Modemsteckleiste des TNC2-DL verbinden. Vorher müssen hier natürlich die fünf Brücken gezogen werden. Dabei werden nur die Kontakte +5Volt, Masse, DCD-quer, CTS-quer, RTS-quer, TXdat und RXdat auf dem High-Speed-Anschluß mit ihrem Pendant auf dem TNC2-DL verbunden. Der Anschluß TXclk wird über das Flachbandkabel und einer kurzen Verlängerung mit einem Kabelschuh mit dem 9600 Baud-Anschluß (Pin5 des CD4040) auf der Baudratenleiste des TNC2-DL verbunden. Der Anschluß RXclk bleibt unberücksichtigt.

Notwendige Änderungen auf dem TNC2-DL: Das TNC muß über die höhere Übertragungsrate des Modems informiert werden. Dazu ist die Brücke auf der 3 poligen Stiftleiste neben der Baudratenleiste am IC-CD4040 zu ziehen. Der Mittelkontakt ist mit dem 9600 Baud-Anschluß (Pin5 des CD4040). Man kann auch den KW-Anschluß auf der 3 poligen Leiste vom Pin12 des IC-CD4040 trennen (mit Skalpel) und dafür mit dem o.g. 9600Baud-Anschluß verbinden. Diese Methode hat den Vorteil, daß nach Entfernen des 9K6-Modems und Ein-/Umsetzen aller bisher erwähnten Brücken das TNC2-DL wieder für 1200Baud nutzbar ist.

Damit das TNC2-DL im 9600Baud-Empfangsmodus nicht überläuft, ist eine höhere Baudrate als 9600Baud auf der seriellen Schnittstelle zum Computer erforderlich. Dazu werden die "Common"-Anschlüsse der Baudratenleiste mit einer Drahtbrücke mit Pin6 des CD4040 verbunden. Die Steckbrücke (Kurzschlußjumper) wird natürlich entfernt. Somit herrscht eine Baudrate von 19200Baud auf der seriellen Schnittstelle zum Computer. Mit Pin7 am IC-CD4040 sind 38400Baud und mit Pin9 sind 76800Baud möglich. Aber Vorsicht, nicht jeder Computer unterstützt die beiden letzten Geschwindigkeiten. Diese Baudrateneinstellung ist unabhängig von der "HIF-mäßigen" Baudrate. Sie kann also auch bei 1200Baud-Betrieb auf der HIF-Seite bestehen bleiben.

Modemconnect - Stecker (Bild 5 - DF9IC): Gemäß Definition von DF9IC sind alle Signale auf dem Modemstecker NRZ-Signale. Derzeit sind alle von unserem ASIC - Modem abgegebenen Signale NRZI. Dies ist bei der Verbindung zu anderen Geräten zu berücksichtigen.

Betriebsspannung: Sollten Sie Stecker 1 als Verbindung zum TNC benutzen, müssen Sie über Stecker 2 auf jeden Fall +5 Volt von außen zuführen.

PTT-Leitung: Wie Sie aus der Beschreibung der einzelnen ASIC - Anschlüsse ersehen, ist der Anschluß PTT (Pin27) ein Eingang. Über diesen Eingang wird das Modem von Empfang auf Senden umgeschaltet. Der Eingang verträgt TTL -

Pegel (5Volt) und nicht mehr. Die Steuerung des Funkgerätes von Empfang auf Senden hat vom TNC / RMNC oder der USCC-Karte zu erfolgen und nicht von Pin 4 des Modems.

3. Jumper auf dem Modem

Auf beiliegender Bestückungszeichnung ist die Bedeutung der Jumper eingezeichnet. Die Bedeutung etlicher Jumper kann der Tabelle *Beschreibung der Anschlußpins "FPGA-9600Baud"* entnommen werden.

4. Lötaugen auf der Leiterkarte

Lötauge 1: MP1, Hier kann mit dem Oszi das Eingangs-NF-Signal nach dem Tiefpaß gemessen werden.

Lötauge 2: NF-TX (NF nach dem A/D-Wandler)

Lötauge 3: Pin2 der 9poligen Sub-D Buchse

Lötauge 4: Clock x 16 (Falls Ihr TNC - SIO - einen Clock benötigt.

Lötauge 5: Clock x 32 (für RMNC)

Lötauge 6: Sync Signal für Oszi (Siehe Beschreibung G3RUH Modem.

Test und Abgleich des Modems:

Generell ist kein Abgleich des Modems notwendig. Vor dem Anschluß irgendeines Funkgerätes sollte das Modem in seinen grundlegenden Funktionen getestet werden. Dazu müssen folgende Kurzschlußstecker eingesteckt werden:

DCDVT5, DCDVT4, DCDVT3

J10, J11, J12, J13

FREQM 1

(Eine Beschreibung des Closed loop tests wird noch erstellt.)

Einstellen der optimalen Modulation:

Auf der Leiterkarte sehen Sie ein EPROM 27C256. In diesem EPROM sind Daten zur Vorverzerrung der Sendemodulation abgelegt. Diese Kurven kompensieren den Phasen- und Frequenzgang des Empfängers der Gegenstation (nicht Ihres eigenen Empfängers!!!). Deshalb muß die optimale Kurvenform durch Testen herausgefunden werden. Sie sollten dazu beide Funkgeräte in einem Zimmer an 50Ω Abschlußwiderständen betreiben und die verschiedenen Kurvenformen durch Anwahl über die Jumper J10 bis J13 ausprobieren. (Stellen Sie dabei sicher, daß beide Funkgeräte auf der gleichen Frequenz +/- 2kHz sind.) Dazu müssen Sie das Augendiagramm im Empfänger beobachten. Sie werden sicherlich eine Kurvenform finden, bei der das Augendiagramm optimal ist.

In dem zur Zeit mitgelieferten EPROM sind 16 verschiedene Kurven abgelegt.

Jumper	13	12	11	10	Funkgerät	Call
0	ON	ON	ON	ON	Audio Loopback	
1	ON	ON	ON	OFF	TR2300	G4KCM
2	ON	ON	OFF	ON	TR8300	G3TQA
3	ON	ON	OFF	OFF	TS700	ON6UG
4	ON	OFF	ON	OFF	IC451E	ON6UG
5	ON	OFF	ON	OFF	PYE EUROPA	G4MEM
6	ON	OFF	OFF	ON	PYE F460	G8IMB
7	ON	OFF	OFF	OFF	PYE R461	G3TQA
8	OFF	ON	ON	ON	MOBIRA 325	G4KCM
9	OFF	ON	ON	OFF	TAIT 500	G4NVS
10	OFF	ON	OFF	ON	Salora 4624204	OZ6BL
11	OFF	ON	OFF	OFF	Storno CQM700	OZ6BL
12	OFF	OFF	ON	ON	Storno CQM663	PE0MAR
13	OFF	OFF	ON	OFF	Eigenbau	G4FPV
14	OFF	OFF	OFF	ON	Eigenbau	G8ADH
15	OFF	OFF	OFF	OFF	Cirkit 23cm Bausatz	G4SPV

Notwendige Änderungen am TNC2 (zum Computer):

Damit der TNC im Empfangsmodus (bei 9600Baud) nicht überläuft, ist eine höhere Baudrate als 9600Baud auf der seriellen Schnittstelle zum Computer erforderlich. Dazu werden die "COMMON"-Anschlüsse der Baudratenleiste mit einer Drahtbrücke mit Pin6 des IC CD4040 verbunden. Die Steckbrücke wird natürlich entfernt. Somit herrscht eine Baudrate von 19200 Baud auf der seriellen Schnittstelle. Mit Pin 7 sind 38400 Baud und mit Pin 9 sind 76800 Baud möglich. Aber Vorsicht, nicht jeder Computer unterstützt die beiden letzten Geschwindigkeiten. Diese Baudratenänderung ist unabhängig von der "HF-mäßigen" Baudrate; sie kann also bei 1200 Baud-Betrieb auf der HF-Seite bestehen bleiben. (Stammt von DG2YSX)

Umbau des Modems auf höhere Baudraten:

Durch Umstecken der Jumper FREQM1 und FREQM0 können verschiedene Baudraten eingestellt werden. Das Analogfilter auf der Leiterkarte ist derzeit für 9600 Baud optimiert. Um den Umbau auf höhere Baudraten nicht zu erschweren, wurden alle frequenzbestimmenden Kondensatoren als bedrahtete Bauelemente ausgeführt.

Als Faustformel kann gerechnet werden: doppelte Baudrate -> Kondensatorwerte halbieren.

Sollten Sie dabei Probleme haben, bitten wir um Rücksprache.

Beschreibung der Anschlußpins "FPGA - 9600Baud"

Nummer	Name	Beschreibung
1	DATDAC7	Daten für Digital-Analogwandler BIT7
2	DATDAC6	Daten für Digital-Analogwandler BIT6
3	DATDAC5	Daten für Digital-Analogwandler BIT5
4	Vcc	Betriebsspannung
5	ADREPROM0	EPROM-Adreßleitung BIT0
6	ADREPROM1	EPROM-Adreßleitung BIT1
7	ADREPROM2	EPROM-Adreßleitung BIT2
8	ADREPROM3	EPROM-Adreßleitung BIT3
9	ADREPROM4	EPROM-Adreßleitung BIT4
10	ADREPROM5	EPROM-Adreßleitung BIT5
11	ADREPROM6	EPROM-Adreßleitung BIT6
12	ADREPROM7	EPROM-Adreßleitung BIT7
13	ADREPROM8	EPROM-Adreßleitung BIT8
14	GND	Masse
15	GND	Masse
16	ADREPROM9	EPROM-Adreßleitung BIT9
17	DATEPROM7	EPROM-Datenleitung BIT7
18	DATEPROM6	EPROM-Datenleitung BIT6
19	DATEPROM5	EPROM-Datenleitung BIT5
20	DATEPROM4	EPROM-Datenleitung BIT4
21	Vcc	Betriebsspannung
22	DATEPROM3	EPROM-Datenleitung BIT3
23	DATEPROM2	EPROM-Datenleitung BIT2
24	DATEPROM1	EPROM-Datenleitung BIT1
25	Vpp	Programmier-Pin. Im Normalbetrieb an Vcc
26	DATEPROM0	EPROM-Datenleitung BIT0
27	PTT	Eingang Steuerpegel ist abhängig von PTTLEV Bei PTTLEV=0 gilt PTT=1; Daten von EPROM werden an DAC freigegeben PTT=0; Daten an DAC sind ständig low
28	DCDVT0	Eingang
29	DCDVT1	Eingang
30	DCDVT2	Eingang
31	DCDVT3	Eingang programmierbare Anzahl von <i>Treffern</i> im Fenster bis DCD anspricht. Siehe dazu auch <i>FENS</i> . Mit diesen 6 Eingängen läßt sich in Vierschritten die Zahl von 3 bis 255 einstellen. zB. DCDVT5=0, DCDVT4=0, DCDVT3=1, DCDVT2=0, DCDVT1=0, DCDVT0=0 entspricht $16 \cdot 4 + 3 = 67$ (Treffer)

Nummer	Name	Beschreibung															
32	GND	Masse															
33	DCDVT4	Eingang															
34	DCDVT5	Eingang															
35	PTTLEV	Eingang Einstellen des aktiven Pegels von PTT PTTLEV=0 -> PTT ist aktiv High PTTLEV=1 -> PTT ist aktiv Low. Das bedeutet: Senden möglich bei PTT=0															
36	RXCLK	Ausgang; mit digitaler PLL generierter Empfangstakt															
37	DCDROH	Ausgang															
38	Vcc																
39	DCD-nicht	Ausgang; negiertes DCD-Signal															
40	DCD	Ausgang; Anzeige gültiger Daten; siehe FENS (1:0) und DCDVT (5:0).															
41	RXDAT-nicht	Ausgang; negiertes RXDAT-Signal															
42	RXDAT	Ausgang; aufbereitete Empfangsdaten															
43	RXROH	Eingang; rohe Empfangsdaten (vom Analogfilter)															
44	TXDAT	Eingang; Sendedaten (BERT-nicht muß log.High sein!)															
45	TXCLK	Eingang; Sendetakt; 16-facher Takt der Datenrate.															
46	F16	Ausgang; Taktausgang 16-fache Datenrate; kann für einen UART verwendet werden; dann muß F16 auch mit TXCLK verbunden werden.															
47	F32	Ausgang; Taktausgang 32-fache Baudrate															
48	FREQM 1	Eingang; Einstellen des Teilerversnisses;															
49	GND	Masse															
50	FREQM 0	Eingang; Einstellen des Teilerversnisses; Für 9,8304MHz ergibt sich folgende Datenrate: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>FREQM 1</th> <th>FREQM 0</th> <th>Datenrate</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>4800</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>9600</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>19200</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>38400</td> </tr> </tbody> </table>	FREQM 1	FREQM 0	Datenrate	0	0	4800	0	1	9600	1	0	19200	1	1	38400
FREQM 1	FREQM 0	Datenrate															
0	0	4800															
0	1	9600															
1	0	19200															
1	1	38400															
51	FREQ	Eingang; Takteingang für den Quarzoszillator.															
52	CLK	Eingang;															
53	FREQINT	Ausgang; wird mit CLK verbunden (muß!)															
54	MODE	Testeingang; muß mit GND verbunden werden															
55	Vcc	Betriebsspannung															
56																	
57	TEST	Eingang; muß mit GND verbunden werden!															
58	SYNC	Ausgang; Sync Signal zum Triggern des Oszillografen															
59	BERT-nicht	Eingang; Testeingang, aktiv low; sendet dauernd log. 1															

Nummer	Name	Beschreibung															
60	RST	Eingang; aktiv low; der Chip wird rückgesetzt, wenn der Eingang auf log. 0 gehalten wird. Der Eingang wird im Normalfall mit CE-nicht des EPROM's verbunden.															
61	FENS 0	Eingang															
62	FENS 1	Eingang; Mit diesen beiden Eingängen wird die Fensterbreite der DCD-Erkennung eingestellt. Der gültige Datenwechsel erfolgt in der zeitlichen Umgebung vom fallenden Takt RXCLK. Die Angabe erfolgt im Verhältnis zur RXCLK-Periode.															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>FENS 1</th> <th>FENS 0</th> <th>Fensterbreite</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>+/- 1/16</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>+/- 1/8</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>+/- 3/16</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>+/- 7/32</td> </tr> </tbody> </table>	FENS 1	FENS 0	Fensterbreite	0	0	+/- 1/16	0	1	+/- 1/8	1	0	+/- 3/16	1	1	+/- 7/32
FENS 1	FENS 0	Fensterbreite															
0	0	+/- 1/16															
0	1	+/- 1/8															
1	0	+/- 3/16															
1	1	+/- 7/32															
63	DATDAC0	Daten für Digital-Analogwandler BIT0															
64	DATDAC1	Daten für Digital-Analogwandler BIT1															
65	DATDAC2	Daten für Digital-Analogwandler BIT2															
66	GND	Masse															
67	DATDAC3	Daten für Digital-Analogwandler BIT3															
68	DATDAC4	Daten für Digital-Analogwandler BIT4															

Literatur

- [1] ADACOM, DF9IC
- [2] Die Abbildung 5 wurde mit Genehmigung von DF9IC übernommen.
- [3] Wir danken Patrik Sessler, DF3VI für die technische Beratung.
- [4] Wir danken Herrn Wield, DG2YSX für die geleistete Hilfe.
- [5] Wir danken Peter Knupfer, DL6SBV für die geleistete Hilfe.
- [6] Wir danken Herrn Hörndl, DF5MV für die geleistete Hilfe.