

9,6 kBit/s sollte der Hub etwa 3 kHz betragen, für 76,8 kBit/s bei Verwendung des Breitband-Transceivers etwa 25 bis 30 kHz, entsprechend $U_{ss} \approx 500$ mV am Ausgang.

Wichtige Adressen und Bezugshinweise: Die Binärfiles zur Programmierung der GALs und des EPROMs sind gegen Rückporto und Leerdiskette von den Autoren

kostenlos erhältlich. Gleichzeitig sind auch Teile und Bausätze für das Modem verfügbar: BayCom, Bert-Brecht-Weg 28, 30890 Barsinghausen, Tel. (0 51 05) 58 50 50, Fax (0 51 05) 58 50 60, <http://www.baycom.de>, e-Mail baycom@baycom.de. Die Autoren wünschen viel Spaß beim Nachbau und beim Übertragen von Daten jenseits gewohnter Geschwindigkeitsgrenzen.

Literatur

- [1] Kneip, J., DG3RBU; Jost, G., DK7WJ; Rech, W.-H.: Bits und Bytes mit Hochgeschwindigkeit: Ein Modemadapter für den EPP-Port, FUNKAMATEUR 47 (1998), H 7, S. 844

Empfangskonverter 50 MHz/28 MHz

Dipl.-Ing. MAX PERNER - DL7UMO

Die zu erwartenden Bedingungen für das 6-m-Band lassen den Wunsch reifen, auf diesem Band zumindest erst einmal „reinzuhören“. Dafür eignet sich ein einfacher Empfangskonverter für einen vorhandenen Empfänger oder Transceiver, den man schnell und preisgünstig aufbauen kann.

Der Ursprung dieses Empfangsumsetzers liegt in der Veröffentlichung in [1]. Ihr können evtl. auch weitergehende und ausführliche Hinweise entnommen werden.

Stromlaufplan

Da die beiden Hauptelemente (Mischer und Quarzoszillator) dieses Empfangskonverters recht preiswert sind, wurde auf sie zurückgegriffen. Im Gegensatz zu den meist verwendeten Neosid-Fertigfiltern ist die Filterreihe der Fa. Reinhöfer erstens billiger und besitzt zweitens einen strapazierfähigen kunststoffummantelten Kern. Deshalb habe ich mich für diese Filter entschieden.

Der abgewandelte Stromlaufplan ist in Bild 1 dargestellt. Die Eingangsstufe, der Mischer und die Elemente der Selektion

wurden aus [1] übernommen. Davon weicht allerdings der 22-MHz-TTL-Oszillator ab. Vor dem Einsatz wurden mehrere Exemplare auf ihre Frequenzgenauigkeit überprüft. Der maximale Fehler, der dann bei der Umsetzung auf 28 MHz wiederkehrt, lag bei ± 1 kHz. Das wurde als hinreichend genau akzeptiert.

Ein spezielles Relais ermöglicht die Funktion „Bypass“, d.h., im stromlosen Zustand des Konverters ist die Kurzwellenantenne zum Transceiver durchgeschleift. Im eingeschalteten Zustand wird der Ausgang des Umsetzers über das Relais Rs1 an den Transceiver geschaltet. Dabei ist unbedingt zu beachten, daß damit in keinem Fall gesendet werden darf! Dies führt zu irreparablen Schäden im Umsetzer!

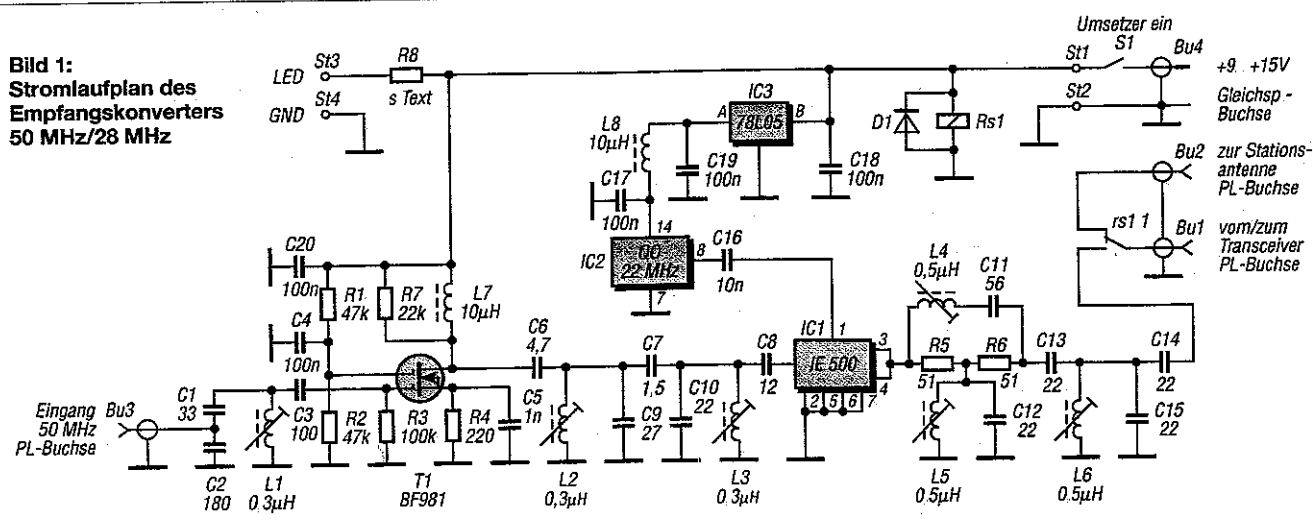
Mechanischer Aufbau

Die Platine ist 65 mm x 90 mm groß, doppelseitig kaschiert und unkompliziert in der Leitungsführung, wodurch sie sich problemlos nachzeichnen läßt. Die Leitungsführung ist in Bild 2, der Bestückungsplan in Bild 3 dargestellt. Zu beachten ist, daß der Bohrungsdurchmesser der Lötäugen des Bildes 2 generell auf 0,6 mm verringert wurde. Dadurch ergibt sich bei der Fotokopie ein besserer Bohreransatz. Je nach Bauelement ist dann der geeignete Bohrerdurchmesser zu wählen.

Zu beachten ist, daß der BF 981 von der Lötseite der Platine in ein 5-mm-Loch eingesetzt wird. Deshalb geht es auch ohne Umbiegen der Lötflächen; sie sind einfach flach auf die quadratischen Lötäugen zu löten.

Auf der Bestückungsseite werden die nicht masseführenden Bohrlöcher freigesenkt. Die Lötverbindung der Masse-Oberseite/Unterseite sollte auf alle Fälle bei den Lötstiften GND sowie bei C2, C9, C10, C12, C15, C19, C20 und R4 erfolgen. Die Lötflächen der Filterabschirmungen werden nach dem Einstecken auf der Unterseite leicht nach außen gebogen und dort nur einmal angelötet. Das erspart Probleme bei

Bild 1: Stromlaufplan des Empfangskonverters 50 MHz/28 MHz



Stückliste

C1	1 µF, RM 2,5 mm	C8*	22 nF RM 5 mm
C2	47 pF, RM 2,5 mm	C9	470 nF, RM 5 mm
C3*	330 pF, RM 5 mm	C10*	100 pF RM 5 mm
C4*	10 pF, RM 5 mm	C11*	22 pF, RM 5 mm
C5*	47 pF, RM 5 mm	C12*	330 pF, RM 5 mm
C6*	100 pF, RM 5 mm	C13-18	1 µF, RM 2,54 mm alle 1 µF Tantal
C7	10 µF, RM 2,5 mm		

D1	Z-Diode 20 V	D4	LED gelb
D2	LED grün	D5	1 N 4148
D3	LED rot		

IC1	Osz. 4.9152 MHz	IC7	74 HC 574
IC2	74 HC 393	IC8	ZN 426/ZN 429
IC3	74 HC 74	IC9	LM 6134
IC4	GAL FSK I 1.1	IC10	LM 393
IC5	4006	IC11	GAL FSKR 1.1
IC6	EPROM 27, DF9IC-FIR	IC12	GAL FSKC 1.2
		IC13	4006

J1	Pfostenleiste 3 × 3 polig
J2/3	Pfostenleiste 6 × 2 polig wird St2b bestückt, ansonsten
J4	Pfostenleiste 1 × 2 polig, 90°

R1	100 k	R14	10 kΩ Trimmer
R2	68 kΩ	R15*	82 kΩ
R3	1 kΩ	R16*	39 kΩ
R4	10 kΩ	R17	100 kΩ
R5	1 kΩ	R18*	8,2 kΩ
R6	1 kΩ	R19	100 kΩ
R7	10 kΩ	R20	4,7 kΩ
R8*	56 kΩ	R21	10 kΩ
R9*	10 kΩ	R22	47 kΩ
R10*	100 kΩ	R23	18 kΩ
R11	8,2 kΩ	R24	47 kΩ
R12	12 kΩ	R25	330 kΩ
R13	100 Ω	R26	4,7 kΩ
RN1	Netzwerk 10 kΩ, 9 × 1		

St1	Pfostenleiste 10 × 2
St2/3	wahlweise Pfostenleiste 5 × 2 oder 5polige DIN-Buchse
St4	Pfostenleiste 1 × 2 polig

T1	BS 170	T3	BS 250
T2	BS 170	T4	BS 250

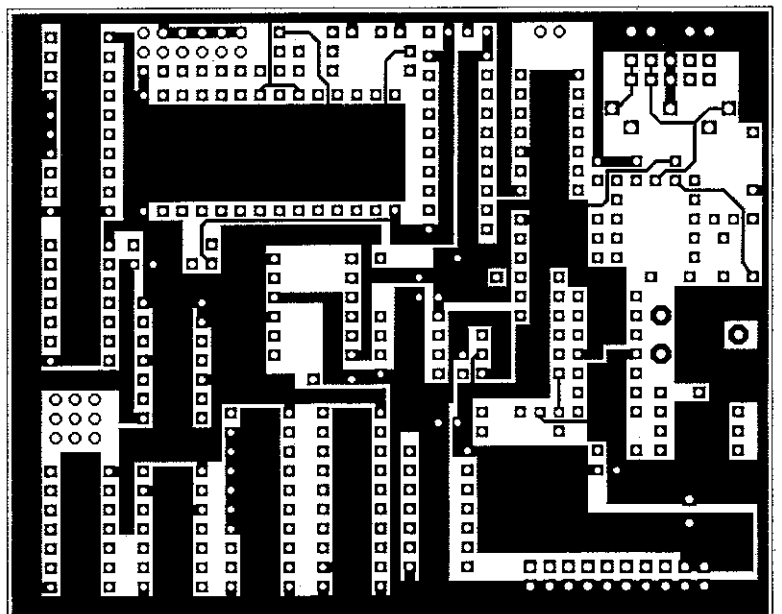
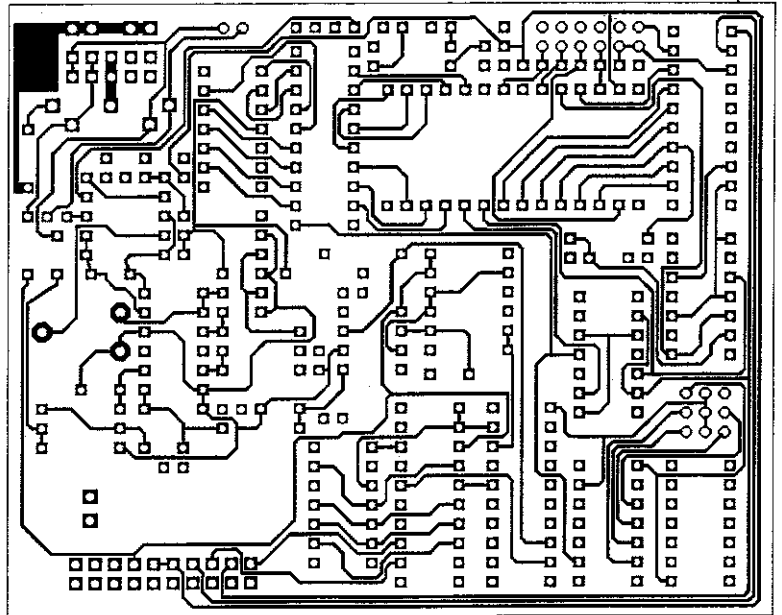
1	IC-Fassung 8polig	1	Platine
6	IC-Fassungen 14polig	6	Jumper
4	IC-Fassungen 20polig		
1	IC-Fassung 28polig		

Werte für 76,8 kBit/s. Werte mit * müssen für andere Baudraten modifiziert werden (s. nächste Tabelle).

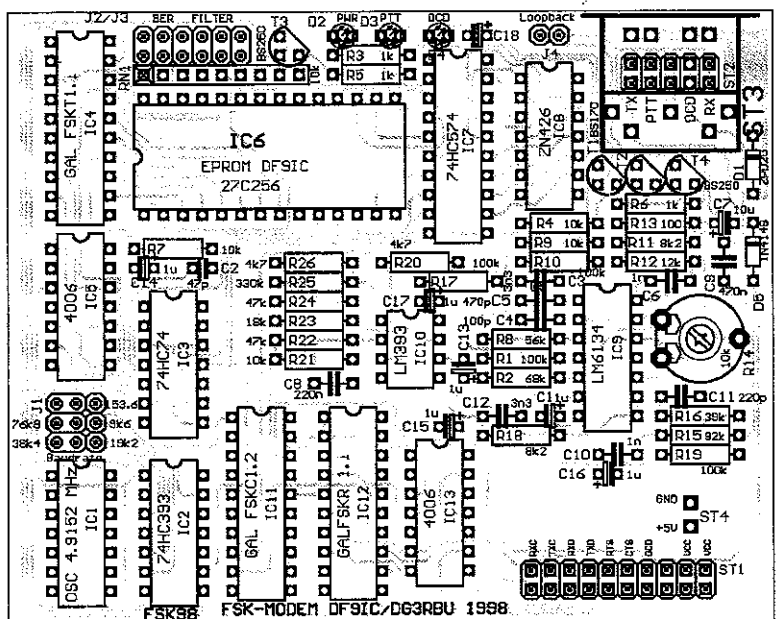
Änderungen für andere Übertragungsraten

Übertragungsrate [kBit/s]	9,6	19,2	38,4	76,8	153,6	307,2
R ₈ [kΩ]	56	56	56	27	12	5,6
R ₉ [kΩ]	10	10	10	10	10	—
R ₁₀ [kΩ]	100	100	100	47	22	12
R ₁₅ [kΩ]	82	82	82	39	18	10
R ₁₆ [kΩ]	39	39	39	18	10	4,7
R ₁₈ [kΩ]	8,2	8,2	8,2	2,7	2,7	2,7
C ₃ [pF]	3300	1500	680	150	82	39
C ₄ [pF]	100	47	22	10	10	10
C ₅ [pF]	470	220	100	47	47	47
C ₆ [pF]	1000	470	220	47	27	13,5
C ₈ [nF]	220	100	47	10	4,7	2,2
C ₁₀ [pF]	1000	470	220	47	27	13,5
C ₁₁ [pF]	220	100	47	22	22	22
C ₁₂ [nF]	3300	1500	680	470	220	100

Für Übertragungsraten oberhalb 150 kBit/s ändern sich außerdem folgende Bauteile: IC10: MAX 942, IC1: 19,56 MHz (die Übertragungsratenangaben an J1 sind dann mit vier zu multiplizieren).



Bilder 5 bis 7: Leitungsführung der Platine (Leitungsseite, oben, und Bestückungsseite) sowie Bestückungsplan der Leiterplatte des DF9IC-Modems



Kurvenformen abgelegt, die vier Abtastpunkte je Datenbit am Ausgang zur Verfügung stellen.

Auf das EPROM folgt ein Abtastregister (IC7), um dem nachfolgenden D/A-Umsetzer (IC8) ein jederzeit stabiles Eingangssignal zuzuführen. Ein vierpoliges gleichspannungsgekoppeltes Tiefpaßfilter (IC9A und IC9D) befreit dessen Ausgangsspannung dann von hochfrequenten Spektralanteilen. Am Ausgang liegt eine Gleichspannung von bis zu 2 V mit in der Amplitude einstellbarer (R14) überlagerter Wechselspannung. Die Modulation wird in den Sendepausen über das FIR-EPROM unterdrückt.

Empfänger

Im Empfänger übernimmt IC9C mit einem dreipoligen Butterworth-Tiefpaß die Tiefpaßfilterung, der Komparator IC10B die Entscheidung. IC11 erzeugt den rückgewonnenen Empfangstakt und ein DCD-Rohsignal. IC12 und IC13 enthalten komplementär zu IC4/5 den Descrambler und NRZ/NRZ-Koder, außerdem einige Hilfsfunktionen. Die DCD wird in IC11 gewonnen.

Aufbau und Inbetriebnahme

Das Modem wird entsprechend dem Bestückungsplan, Bild 7, bestückt, wobei man

mit den passiven Bauteilen beginnt. Für die ICs (außer IC1) sollten Fassungen zum Einsatz kommen. Die Spannungsversorgung der Platine kann entweder über die Pins an Pfofenstecker St4 oder über die Versorgungsspannungspins des DF91C-Modem-Disconnect-Steckers St1 erfolgen. Beachten Sie beim Bestücken unbedingt die Polung des Widerstandnetzwerks, der Elektrolytkondensatoren, Dioden, Transistoren und ICs.

Zuerst sind die Jumper des Modems korrekt zu setzen. Dabei sind die Jumper J2 und J3 neben dem EPROM zu einer Kombinationsreihe zusammengefaßt. Die Bilder 8 (J1, Baudrate) sowie 9 (J2 BER-Test) und 10 zeigen die Anordnung bei Sicht auf die Platinenrückseite.

J1, Baudrate: Über J1 wird der Takt des Modems und damit die entsprechende Baudrate eingestellt. J1 verbindet jeweils ein Pin aus der Mittelreihe des Jumperfeldes mit einem Außenfeld.

J2, BER-Test: J2 dient zur Durchführung des Bit-Rate-Error-Tests. Durch Setzen der Brücke zwischen den Pins, wie in Bild 9 oben gezeigt, wird eine Dauereins über das Modem und die Funkstrecke übertragen. Durch Messen der dabei festgestellten Fehler (Nullen) kann man auf die Güte der Übertragungsstrecke schließen. Im Normal-

betrieb ist J2 wie in Bild 9 unten dargestellt gesetzt.

J3, FIR-Filterkennlinie: Mit den vier Jumpern von J3 wird die Sendeverzerrung durch das FIR-Filter festgelegt. In der Grundeinstellung (alle vier Jumper geschlossen) ist ein lineares Verhalten eingestellt. Andere Kombinationen enthalten verschiedene, für manche Funkgeräte besser geeignete Kennlinien. Die beste Stellung sollte durch Probieren herausgefunden werden. Default-Einstellung: alle Jumper geschlossen (lineares Filter).

J4, Loopback: Mit dem direkt neben dem NF-Stecker und IC8 befindlichen einfachen Jumper J4 kann das Ausgangssignal des Modems auf den Eingang zurückgeschleift werden. Dadurch ist auf die nachfolgend beschriebene Weise ein einfacher Funktionstest durchführbar.

Test des Modems ohne Funkgerät

Das Modem läßt sich mit Hilfe des Loopback-Tests zunächst auch ohne Funkgerät testen. Dazu setze man die Jumper wie folgt: J2 in Normalbetriebsstellung, J3 alle geschlossen, J4 geschlossen. Man überprüfe außerdem nochmals sorgfältig die Bestückung. Nach dem Anschließen einer Versorgungsspannung von genau 5,0 V sollte sich eine Stromaufnahme von maximal 160 mA einstellen; bei höherer Stromaufnahme sofort die Versorgungsspannung abtrennen und die Platinenbestückung nochmals genau überprüfen.

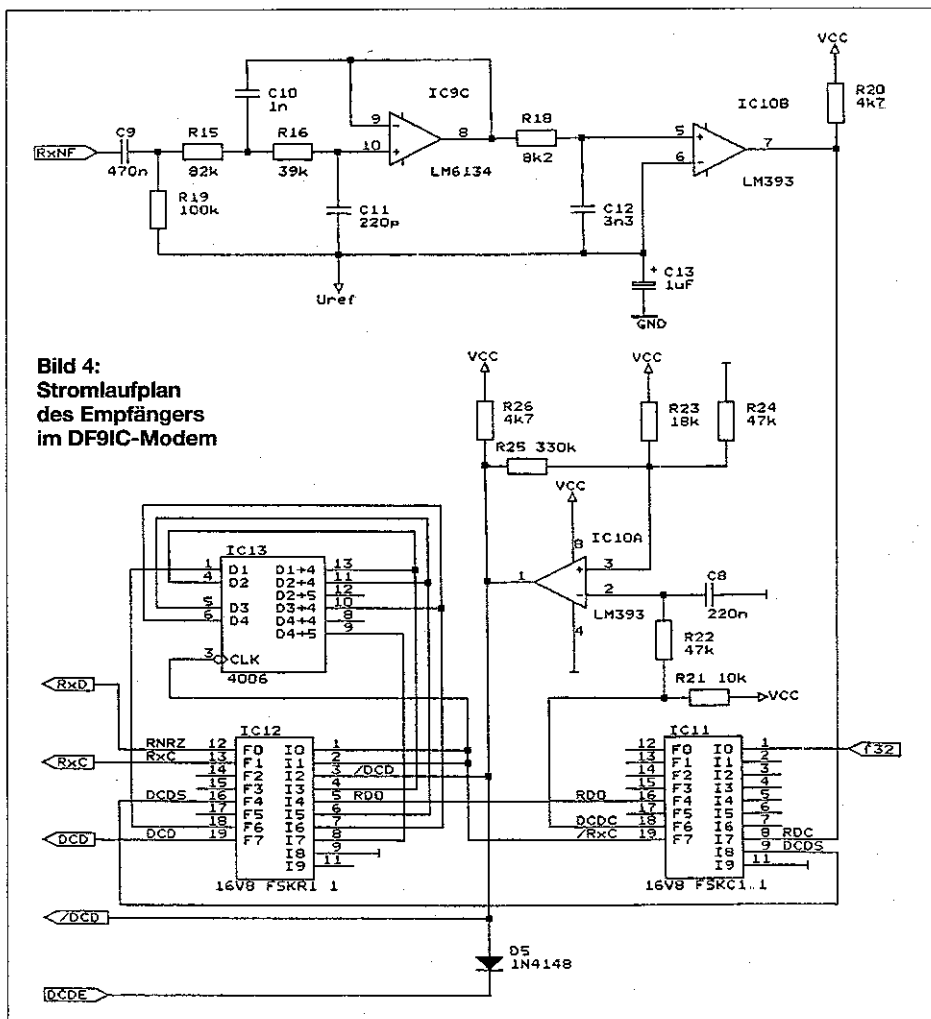
Auf Stecker St1 wird nun der mit RTS bezeichnete Pin durch einen Jumper mit dem Massepin auf der danebenliegenden Steckerreihe kurzgeschlossen. Die PTT- und die DCD-LED sollten danach aufleuchten. Legt man nun am TXD-Pin beliebig entweder 0 oder +5 V an, sollte das Signal am RXD-Pin dem an TXD direkt folgen.

Anschluß ans Funkgerät

Der Anschluß des Funkgeräts erfolgt über die DIN-Buchse oder die 10polige Pfofenleiste des Modems, die man alternativ bestücken kann (Bild 9). Es sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, daß das DF91C-Modem speziell für die jeweilige Übertragungsgeschwindigkeit geeignete Funkgeräte benötigt. Für 9,6 kBit/s ist dabei oft auch ein einigermaßen zufriedenstellender Umbau kommerzieller Geräte möglich; für höhere Baudraten sind spezielle Geräte verfügbar (z. B. Link-TRX III von DF91C für 19,2 kBit/s auf 23 cm, Breitband-TRX von DL2ZBN und DL8AAU für 76,8 kBit/s auf 70 cm).

Abgleich

Das Modem ist weitgehend abgleichfrei, es muß lediglich an R14 der Hub entsprechend den für die angeschlossenen Funkgeräte angegebenen Daten eingestellt werden. Für



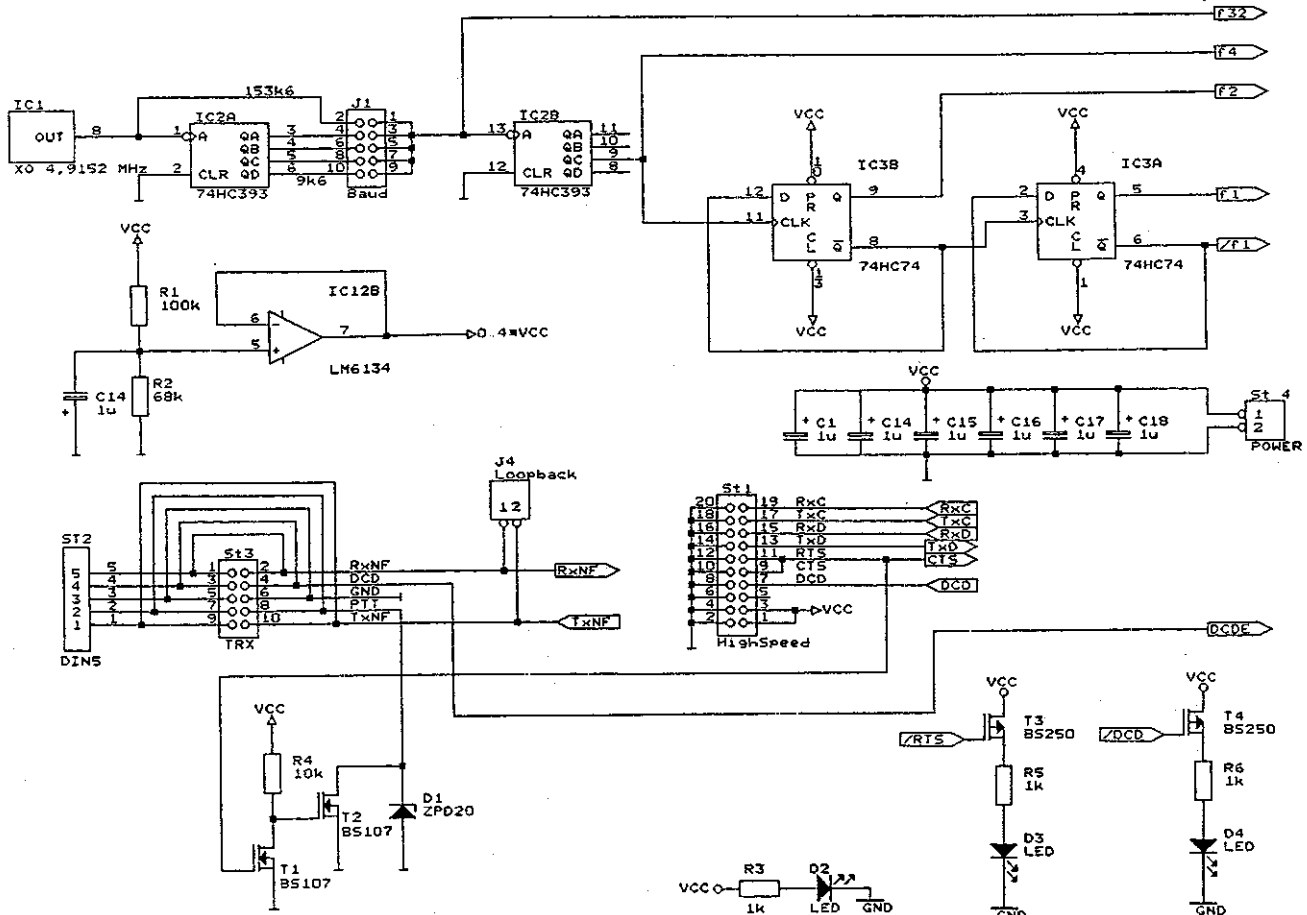


Bild 2: Stromlaufplan des Interfaces, der PTT-Schaltung und der Taktfrequenzerzeugung des DF9IC-Modems

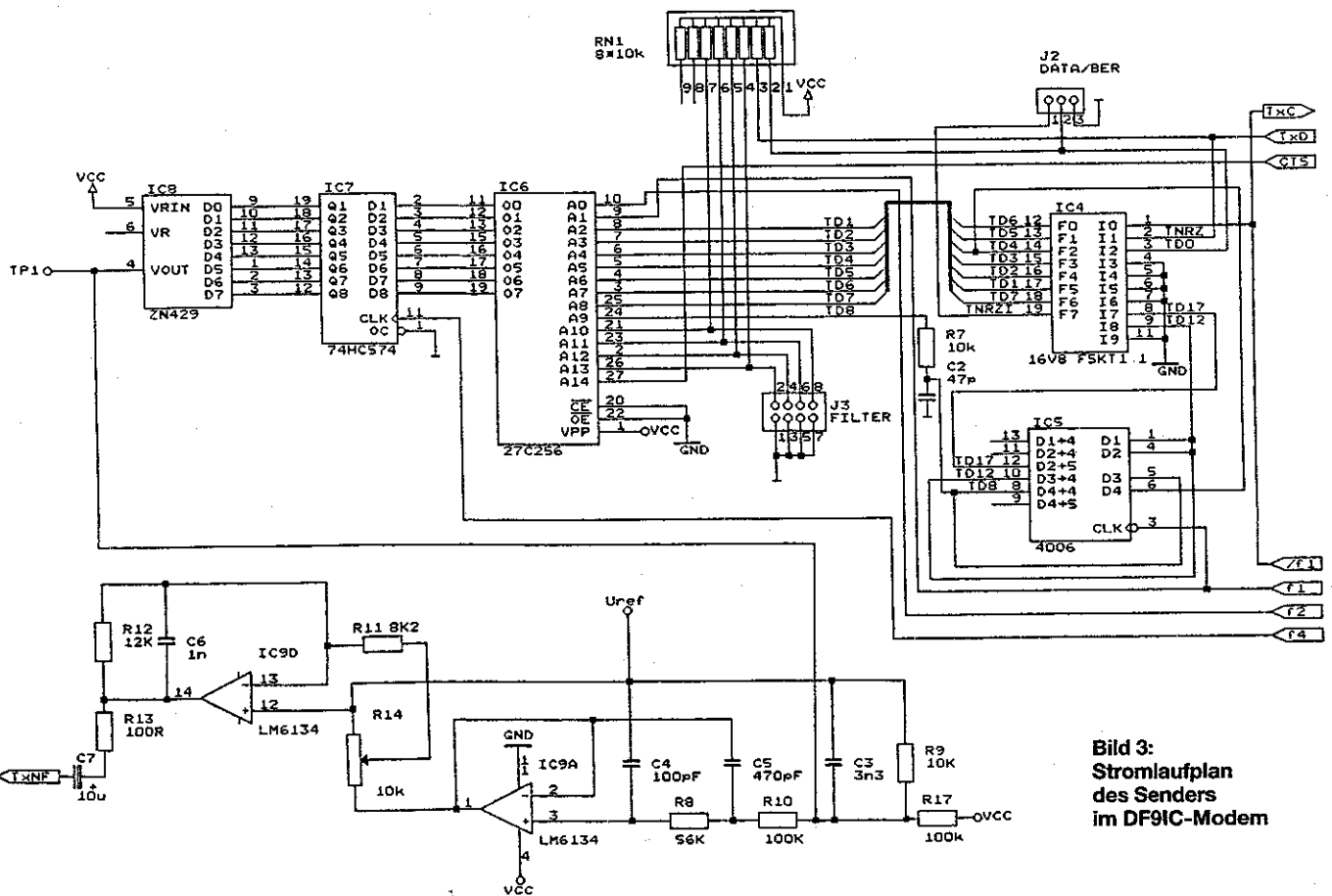


Bild 3: Stromlaufplan des Senders im DF9IC-Modem