

FM-Funkgerät für das 2-m-Band mit DRA818V-Transceivermodul

MEINRAD GÖTZ – DO6GM

Auch Tiefstpreise bei 2-m-FM-Handfunkgeräten aus Fernost beeindrucken die leidenschaftlichen Selbstbauer unter den Funkamateuren wenig. Ein Transceivermodul, wie das im hier vorgestellten Projekt verwendete, stößt deshalb nach wie vor auf Interesse, zumal die zum Betrieb erforderliche Peripherie einschließlich Steuersoftware jede Menge Bastelpotenzial und Raum für eigene Ideen bietet.

Wir Funkamateure haben das Privileg, unsere Antennen und Geräte selbst bauen zu dürfen. Wenn es um Sender und Empfänger geht, steigen aber die Anforderungen mit der Frequenz. Ein Selbstbauprojekt für KW ist daher zumeist einfacher zu realisieren als ein adäquates für den VHF-Bereich.

■ Transceivermodul DRA818V

Mit dem DRA818V habe ich mich intensiver beschäftigt und zwei FM-Transceiver auf dieser Basis konstruiert. Beide Lösungen sind als Bauvorschläge und Anregungen für individuelle Projekte gedacht. Das Modul war bereits Gegenstand eines Bei-

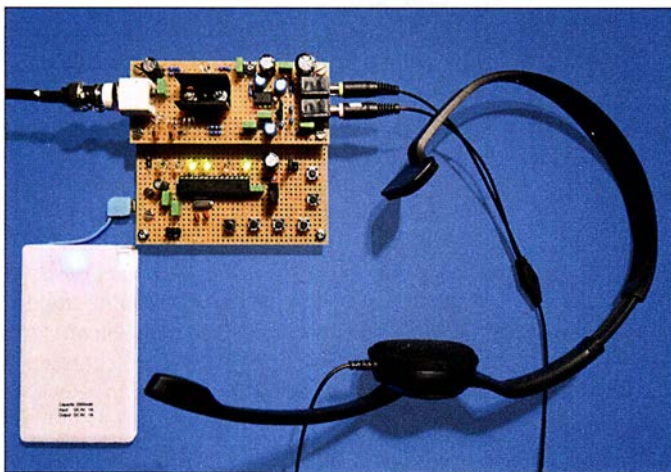


Bild 1: Platinen und Komponenten des Kompletterüts, bestehend aus HF- und Steuerbaugruppe gemäß Bild 5; die Spannungsversorgung erfolgt aus einem externen 5-V-Akkumulator (Powerbank).

Fotos: DO6GM

Seit einiger Zeit sind jedoch VHF- und UHF-Transceivermodule mit der Bezeichnung DRA818V bzw. DRA818U im Angebot [1], mit denen der Bau eines kleinen FM-Transceivers auch für den weniger versierten Bastler möglich ist.

trags von Steffen Braun, DJ5AM, in dem er einen minimalistischen 2-m-FM-Transceiver beschrieb [2].

Kern des DRA818V ist der Transceiver-Chip RDA1846, der zusammen mit einigen peripheren Bauelementen und einer

Endstufe auf einer nur 19 mm × 35,6 mm großen Platine untergebracht ist. Die Endstufe liefert wahlweise 27 dBm (0,5 W) oder 30 dBm (1 W) Ausgangsleistung.

Von der ganzen Schaltung ist äußerlich allerdings fast nichts zu erkennen. Wie es sich für eine HF-Baugruppe gehört, ist diese mit einem HF-dichten Gehäuse versehen. An der Ober- und Unterseite der Platine sind 18 Löt pads zum Anschluss des Moduls zugänglich.

In [3] ist eine detaillierte Beschreibung zu finden, die ich hier zum besseren Verständnis der nachfolgenden Abschnitte kurz zusammenfasse:

Versorgt wird das Modul mit einer Betriebsspannung zwischen 3,3 V und 4,5 V. Das fehlende halbe Volt bis zu den in der Digitaltechnik verbreiteten 5 V müssen wir später beim Schaltungsdesign im Auge behalten. In der Minimalversion des Transceivers gelangt das von einem externen Elektretmikrofon erzeugte NF-Signal direkt auf einen integrierten A-D-Umsetzer, der es anschließend wiederum einem DSP-Transceiver zuführt. Das modulierte Signal steuert eine Endstufe an, deren Ausgangsleistung über den Anschlusspin Power umschaltbar ist. Das Ausgangssignal muss ein (zwingend notwendiges!) externes Oberflächenfilter durchlaufen, bevor es die Antenne erreicht.

Der Empfangsweg führt über einen rauscharmen Vorverstärker im Transceiver-IC, wodurch das Modul mit einer sehr hohen Eingangsempfindlichkeit von -122 dBm (180 nV) aufwarten kann. Nach Aufbereitung und Demodulation steht das resultierende NF-Signal zur Weiterverarbeitung durch einen externen Kopfhörer- oder Lautsprecherverstärker bereit.

Gesteuert wird der Transceiver über eine serielle Kommunikationsschnittstelle. In meinem Projekt übernimmt ein Mikrocon-

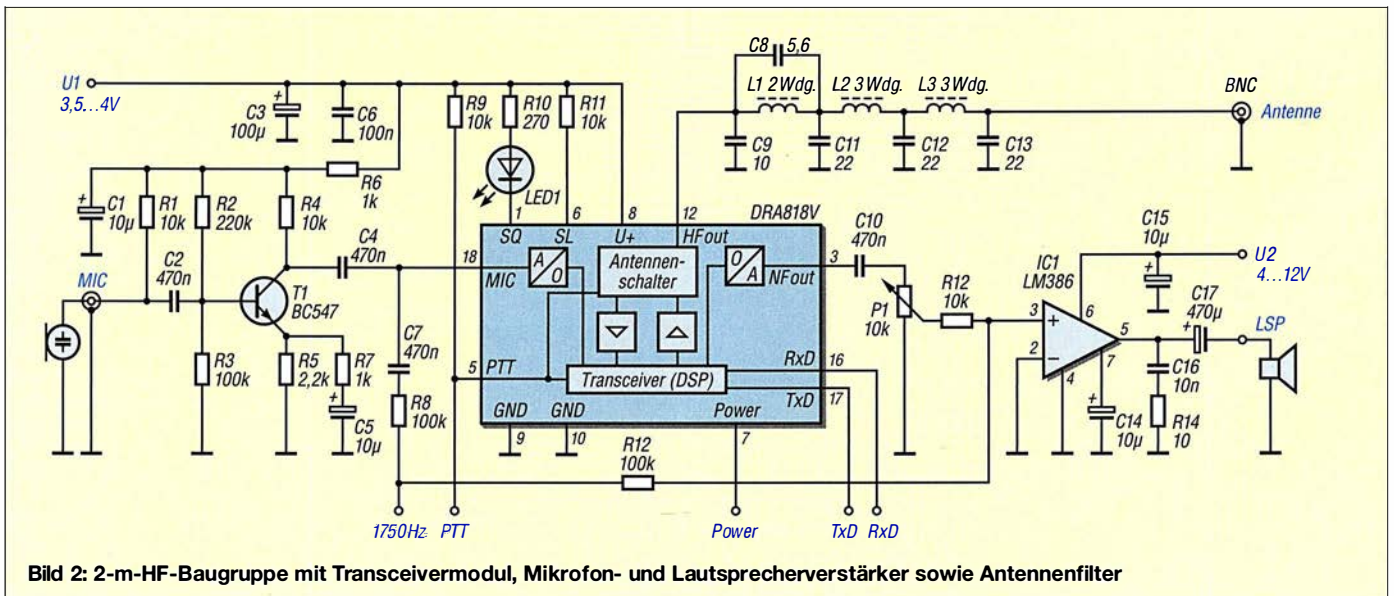


Bild 2: 2-m-HF-Baugruppe mit Transceivermodul, Mikrofon- und Lautsprecherverstärker sowie Antennenfilter

troller mit seinem internen UART-Modul (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*) diese Aufgabe.

■ **Versuchsmuster**

Für den ersten Aufbau besorgte ich mir die von [4] angebotene Platine *AS806-DORJI-TRX* und das Transceivermodul *DRA818V* [1]. Die Leiterplatte lässt sich mit dem Modul, einem SMD-Lautsprecherverstärker, dem Ausgangsfilter und einem Spannungsregler bestücken. Allerdings standen mir die dafür vorgesehenen SMD-Bauteile nicht zur Verfügung, sodass ich die Leiterplatte nur als Träger für Modul und Ausgangsfilter nutzte. Die fehlenden Schaltungsteile brachte ich zusammen mit einem ATmega8-Mikrocontroller nebst zweizeiligem LC-Display auf einer Universal-Lochrasterplatine im Format 100 mm × 160 mm unter. Herausgekommen ist der in Bild 3 gezeigte Versuchsaufbau mit der AATiS-Leiterplatte sowie der abgesetzten BNC-Antennenbuchse rechts unten. Man sieht es ihm förmlich an, dass er noch einige Änderungen erfahren hat. So zeigte sich in den ersten Testfunkverbindungen, dass die Modulation sehr schwach war, weshalb das Mikrofonsignal zusätzlich verstärkt werden musste. Dies geschieht mithilfe eines Transistorverstärkers auf der kleinen Platine mit dem Elektretmikrofon (oben in Bild 3). Zur Spannungsversorgung habe ich einen 12-V-Anschluss vorgesehen, der entweder mit einem 12-V-Akkumulator oder dem Kfz-Bordnetz zu verbinden ist. Da diese Spannung für die meisten Baugruppen des Transceivers zu hoch ist, wird sie mittels Spannungsregler auf 5 V bzw. 4,3 V reduziert.

■ **Modularer Aufbau**

Ausgehend von den mit dem ersten Aufbau gemachten Erfahrungen habe ich ein modulares Schaltungskonzept entworfen, das vielseitige Gestaltungsmöglichkeiten eröffnet. Es besteht aus einer HF-Baugruppe, deren Schaltung in Bild 2 abgebildet ist, einer Steuerbaugruppe in zwei Va-

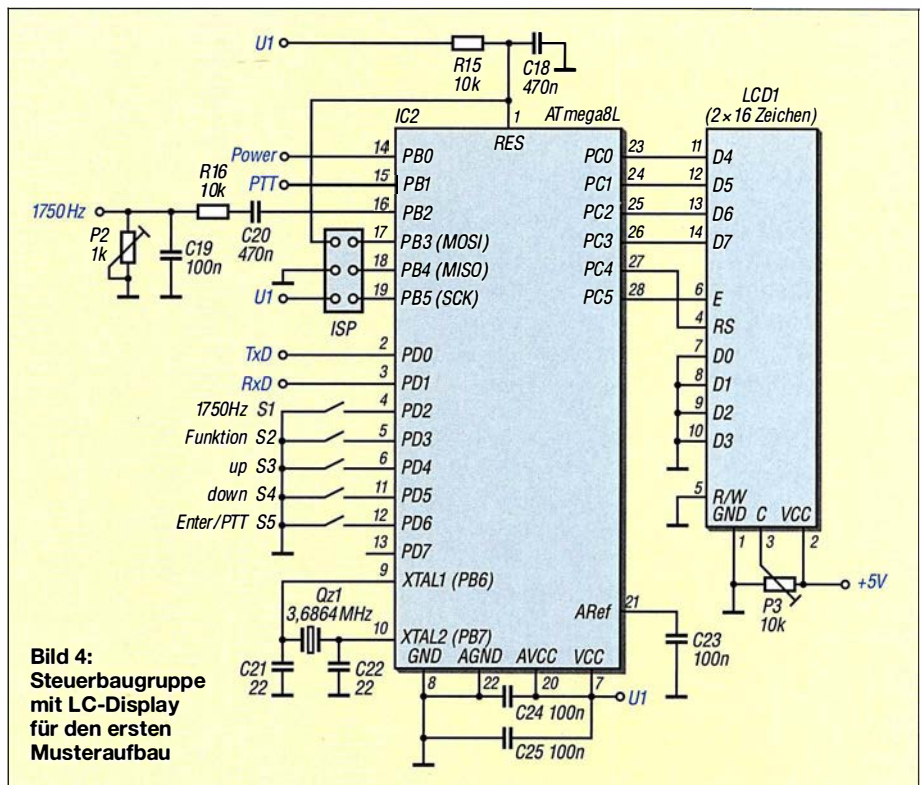


Bild 4: Steuerbaugruppe mit LC-Display für den ersten Musteraufbau

rianten sowie einer entsprechenden Spannungsversorgung.

■ **HF-Baugruppe**

Kern der HF-Baugruppe ist der besagte *DRA818V*. Das Signal eines Elektretmikrofons, dessen Arbeitswiderstand R1 bildet, gelangt auf den in Emitterschaltung arbeitenden Vorverstärker, der wiederum den NF-Eingang des Transceivermoduls speist. Das RC-Glied R6/C1 siebt und entkoppelt die Versorgungsspannung. Im Sendebetrieb wird das Ausgangs-HF-Signal über das Tiefpassfilter, bestehend aus C8, C9, C11 bis C13 und L1 bis L3, auf eine BNC-Antennenbuchse geführt. Die Ausgangsleistung ist über Pin 7 umschaltbar. Beim Empfang steht das demodulierte NF-Signal an Pin 3 und erreicht über das Potenziometer P1 den mit einem LM386 aufgebauten Kopfhörer- bzw. Lautsprecherverstärker.

Die Versorgungsspannung ist für das Transceivermodul und den Lautsprecherverstärker getrennt ausgeführt, da Letzterer auch für eine höhere Betriebsspannung geeignet ist und damit bei Bedarf an unterschiedliche Spannungsquellen angeschlossen werden kann.

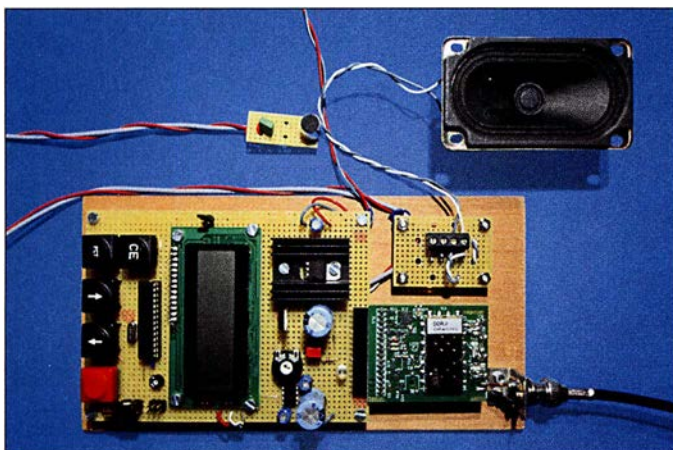
Die LED an Pin 1 leuchtet, wenn ein Eingangssignal anliegt, dessen Pegel oberhalb der eingestellten Rauschsperrschwelle liegt. Die Umschaltung zwischen Send- und Empfangsbetrieb geschieht über Pin 5. Wird dieser auf Massepotenzial (GND) gelegt, schaltet das Modul auf Senden, bei offenem Pin auf Empfang. Über R8/C7 kann dem Mikrofonsignal ein 1750-Hz-Ton überlagert werden, um eine Relaisfunkstelle zu öffnen. R12 stellt die Kopplung zum Lautsprecherverstärker her, der in diesem Fall als Mithörkontrolle dient.

■ **Steuerbaugruppe**

Wie bereits erwähnt, wird das Transceivermodul über eine serielle Schnittstelle gesteuert, wobei sich der Befehlsumfang im Wesentlichen auf die Einstellung der Send- und Empfangsfrequenz, der Bandbreite, des NF-Ausgangspegels und des Pegels der Rauschsperrschwelle (*Squelch*) reduziert. Zur Steuerung des Moduls ist praktisch jeder beliebige Mikrocontroller geeignet.

Ich stelle im Folgenden zwei Lösungansätze für die Steuerbaugruppe auf Basis des *ATmega8L* vor, auch ein Arduino-Board wäre hier gut einsetzbar. In Bild 4 ist die Schaltung des ersten Aufbaus zu sehen. Mithilfe seines internen UART-Mod-

Bild 3: Erster Musteraufbau der Module des 2-m-FM-Transceivers, hier die Version mit LC-Display zur Frequenz- und Betriebsanzeige



duls kommuniziert der Mikrocontroller mit dem Transceiver. Die dort eingestellte Empfangs- und Sendefrequenz wird auf einem zweizeiligen LC-Display angezeigt. Insgesamt fünf Tasten realisieren eine Bedienoberfläche, mit der sich Arbeitsfrequenz, Frequenzablage für Relaisbetrieb, Lautstärke, Rauschsperrung und Sendeleistung einstellen lassen. Das PTT-Signal wird über den Mikrocontroller geführt, damit der Betriebszustand (Senden/Empfang) auf dem Display angezeigt werden kann.

Betätigt man die 1750-Hz-Taste, gibt der Mikrocontroller an Port PB2 ein 1750-Hz-Rechtecksignal aus, das über C20, R16, C19 und P2 an den Mikrofoneingang gelangt. Die RC-Kombination sorgt für abgerundete Signalfanken und P2 dient zur PegelEinstellung.

Bei dieser ersten Ausführung der Schaltung arbeitet der Mikrocontroller mit 4,3 V, also mit der gleichen Spannung wie das Transceivermodul. Das verwendete LC-Display ist ein 5-V-Typ, der nur für einen engen Betriebsspannungsbereich ausgelegt ist und daher eine eigene Spannungsversorgung benötigt. Seine Signalleitungen kommen mit den 4,3-V-Pegeln des Mikrocontrollers problemlos klar.

Bei der zweiten Schaltungsvariante (Bild 5) habe ich mich auf das für ein 2-m-FM-Funkgerät Wesentliche beschränkt. Während es mit der ersten Schaltung möglich ist, den gesamten Frequenzbereich des 2-m-Bands abzudecken, ist bei der zweiten Schaltung die Software so ausgelegt, dass man nur Frequenzen von 145,500 MHz bis

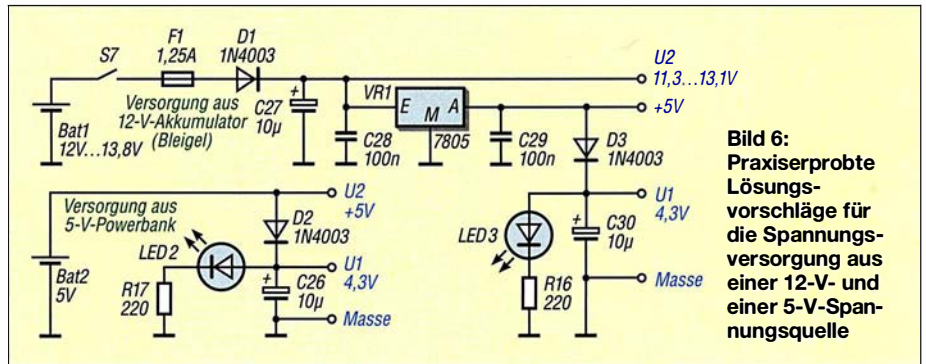


Bild 6: Praxiserprobte Lösungsvorschläge für die Spannungsversorgung aus einer 12-V- und einer 5-V-Spannungsquelle

145,800 MHz in 25-kHz- bzw. 12,5-kHz-Schritten einstellen kann. Dies bietet sich an, da nur in diesem Bereich FM-Betrieb stattfindet.

Wegen dieser (nur softwarebedingten) Einschränkung konnte ich auf das Display verzichten und habe daher zur Anzeige nur noch sechs LEDs vorgesehen. LED 4 bis LED 7 stellen die Frequenz im Dualcode dar, beginnend bei 145,500 MHz in 25-kHz-Schritten. Wenn keine von ihnen leuchtet (0 0 0 0), beträgt die Empfangsfrequenz 145,500 MHz, leuchtet die Kombination 0 0 0 X, dann entspricht dies 145,525 MHz. Die Anzeige 0 0 X 0 signalisiert 145,550 MHz und X X 0 0 entspricht schließlich 145,800 MHz. Dies erscheint zwar auf den ersten Blick etwas umständlich, hat sich im praktischen QRP-SOTA-Betrieb aber gut bewährt.

Eingestellt wird die Frequenz über die Tasten *Up* und *Down*. Eine weitere Taste erhöht die Frequenz um 12,5 kHz. Wenn +12,5 kHz Auflösung eingestellt ist, wird dies durch das Leuchten von LED 8 signa-

liert. Für Relaisbetrieb lässt sich mit der Taste *Ablage* die Sendefrequenz gegenüber der Empfangsfrequenz um 600 kHz absenkten, dann leuchtet die LED 9. Dieses wesentlich einfachere Aufbau- und Bedienkonzept hat auch eine weniger aufwendige Spannungsversorgung zur Folge, da alle Baugruppen dann die gleiche 4,3-V-Versorgungsspannung U1 nutzen. Damit der Mikrocontroller mit dieser Spannung noch sicher arbeitet, ist ein Prozessor mit dem Suffix *L* einzusetzen, (zulässige Betriebsspannung ab 2,7 V).

■ Spannungsversorgung

Hier bieten sich prinzipiell die zwei Möglichkeiten an, die in Bild 6 dargestellt sind. Die erste geht von 12 V bis 13,8 V aus, die z. B. am Zigarettenanzünder des Kfz-Bordnetzes zur Verfügung stehen. Diese Spannung wird vom Linearregler VR1 auf 5 V reduziert und stabilisiert. In Variante 1 der Steuerbaugruppe dienen die 5 V zur Versorgung des LC-Displays und zur Speisung des NF-Verstärkers. Letzterer kann aber auch direkt aus U2 versorgt werden, was die Verlustleistung des Linearreglers reduziert. Mithilfe von D3 gewinnt man eine für das Modul geeignete Spannung U1 von 4,3 V.

Die zweite Möglichkeit der Spannungsversorgung baut auf einem externen Akkumulator (einer sogenannten *Powerbank*) auf, wie er heute zum Nachladen von Handys günstig angeboten wird. Dieser Akkumulator liefert eine Spannung von 5 V, sodass nur noch die Diode D2 zur Reduzierung der Spannung für das Transceivermodul notwendig ist. Dieses Konzept hat sich im mobilen Einsatz und im Zusammenhang mit der zweiten Variante der Steuerbaugruppe gut bewährt (Bild 1).

■ Praktischer Aufbau

Transceivermodul, Mikrofonverstärker, Lautsprecherverstärker und Antennenfilter bilden gemeinsam die Hauptkomponente des Geräts (2-m-HF-Baugruppe). Für diesen Schaltungsteil habe ich eine Leiterplatte entworfen. In Bild 7 ist der Bestückungsplan zu sehen. Die Layoutvorlage ist als Ergänzung zum Beitrag auf www.funk

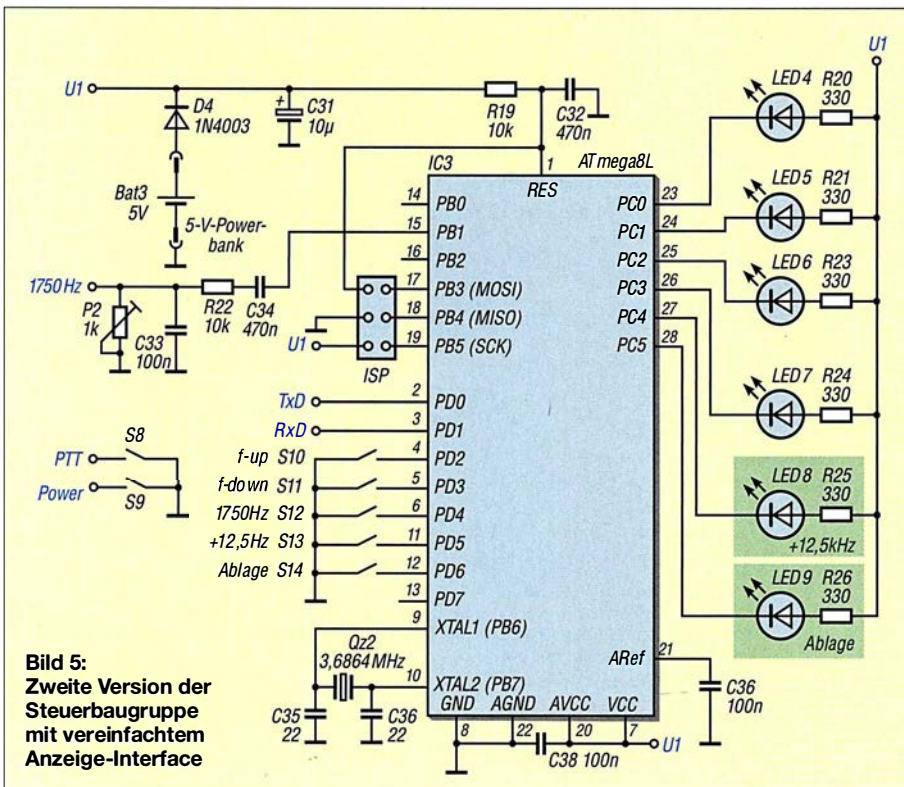


Bild 5: Zweite Version der Steuerbaugruppe mit vereinfachtem Anzeige-Interface

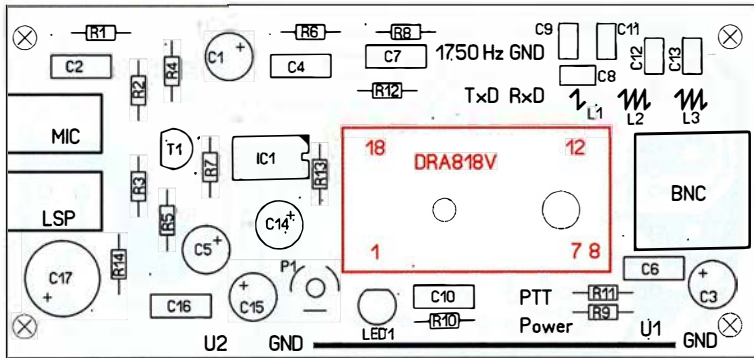


Bild 7: Bestückungsplan der 2-m-HF-Baugruppe, M 1:1; das VHF-Transceivermodul befindet sich auf der Unterseite der Platine.

amateurl.de verfügbar und kann von dort heruntergeladen werden.

Es ist aber genauso gut möglich, die Schaltung auf einer Lochrasterplatine wie in Bild 8 zu realisieren. Diese Lösung beschreibe ich daher etwas näher:

Zunächst entfernt man zur Sicherheit mit einem 5-mm-Bohrer die Lötlagen unterhalb des Moduls, damit es zu keinen Kurzschlüssen zwischen den Leiterbahnen kommen kann. Das Modul hat an der Rückseite eine Kupferfläche, in deren Bereich die HF-Endstufe angeordnet ist. Auf diese Fläche lötet man eine M3 x 16-mm-Senkkopfschraube und schraubt dann das Modul auf die Seite mit den abgetrennten Lötstellen. Auf die Bestückungsseite kommt ein Kühlkörper (Bild 9).

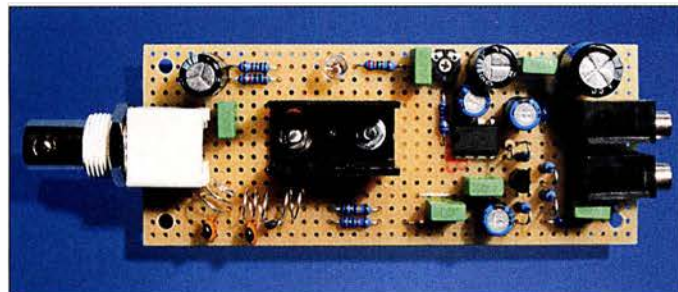


Bild 8: Die Funkkomponenten passen problemlos auf eine kleine Lochrasterplatine.

Mikrofon- und Lautsprecherverstärker werden konventionell bestückt und mittels kurzer Verbindungsdrähte an die Lötstellen des Moduls angeschlossen. Es sei nochmals betont, dass zwischen HF-Ausgang Pin 12 und Antennenbuchse unbedingt ein Tiefpassfilter vorzusehen ist. Nur so werden die Oberwellen ausreichend unterdrückt.

Als Kondensatoren sind Keramikausführungen einzusetzen. Die Spulen mit zwei bzw. drei Windungen fertigt man aus 0,5 mm versilbertem Kupferdraht unter Zuhilfenahme eines 7-mm-Bohrers als Wickeldorn an.

■ Software

Die Software unterteilt sich in die drei Funktionsblöcke Bedienung, Anzeige und Modulansteuerung. Sie ist in C geschrieben und ihr Quellcode ist zusammen mit der Layout-Datei auf www.funkamateurl.de verfügbar.

Während das Bedien- und Anzeigeprogramm eigenen Wünschen angepasst werden kann, sind für die Modulansteuerung einige wenige fundamentale Befehle zu verwenden. Kommuniziert wird seriell mit 9600 Baud, einem Startbit, acht Datenbits, ohne Paritätsbit und mit einem Stoppbit. Die Daten werden ASCII-codiert übertragen und die Zeichenkette hat z. B. für die Einstellung der Send- und Empfangsfrequenz folgende Struktur:

AT+DMOSETGROUP=BW,Sendefrequenz,Empfangsfrequenz,Sende_CTCSS,Squelch,Empfangs_CTCSS<CR><LF>

Der Abschluss der Befehlszeile mit den Sonderzeichen <CR> und <LF> entspricht der Betätigung der Enter-Taste mit Zeilen-

umbruch. Für Relaisbetrieb mit der Empfangsfrequenz 145,775 MHz und einer Sendefrequenz von 145,175 MHz muss man somit folgende Zeichenkette an das Modul senden:

AT+DMOSETGROUP=0,145.7750,145.1750,0,1,0<CR><LF>

BW steht im Befehlssatz für die Kanalbandbreite, die hier im Beispiel durch die 0 mit 12,5 kHz eingestellt wird (25 kHz

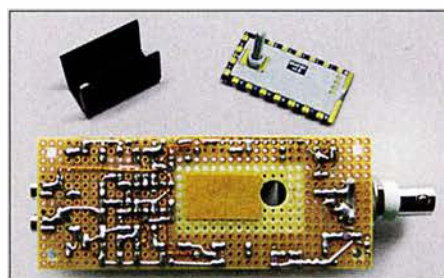


Bild 9: Details der Montage des VHF-Moduls auf einer Lochrasterplatine

erfordert die Ziffer 1). Die Rauschsperr-Squelch hat mit dem Wert 1 nur einen geringen Schwellwert, mit 0 wäre sie ausgeschaltet, ebenso wie hier im Beispiel die CTCSS-Signale.

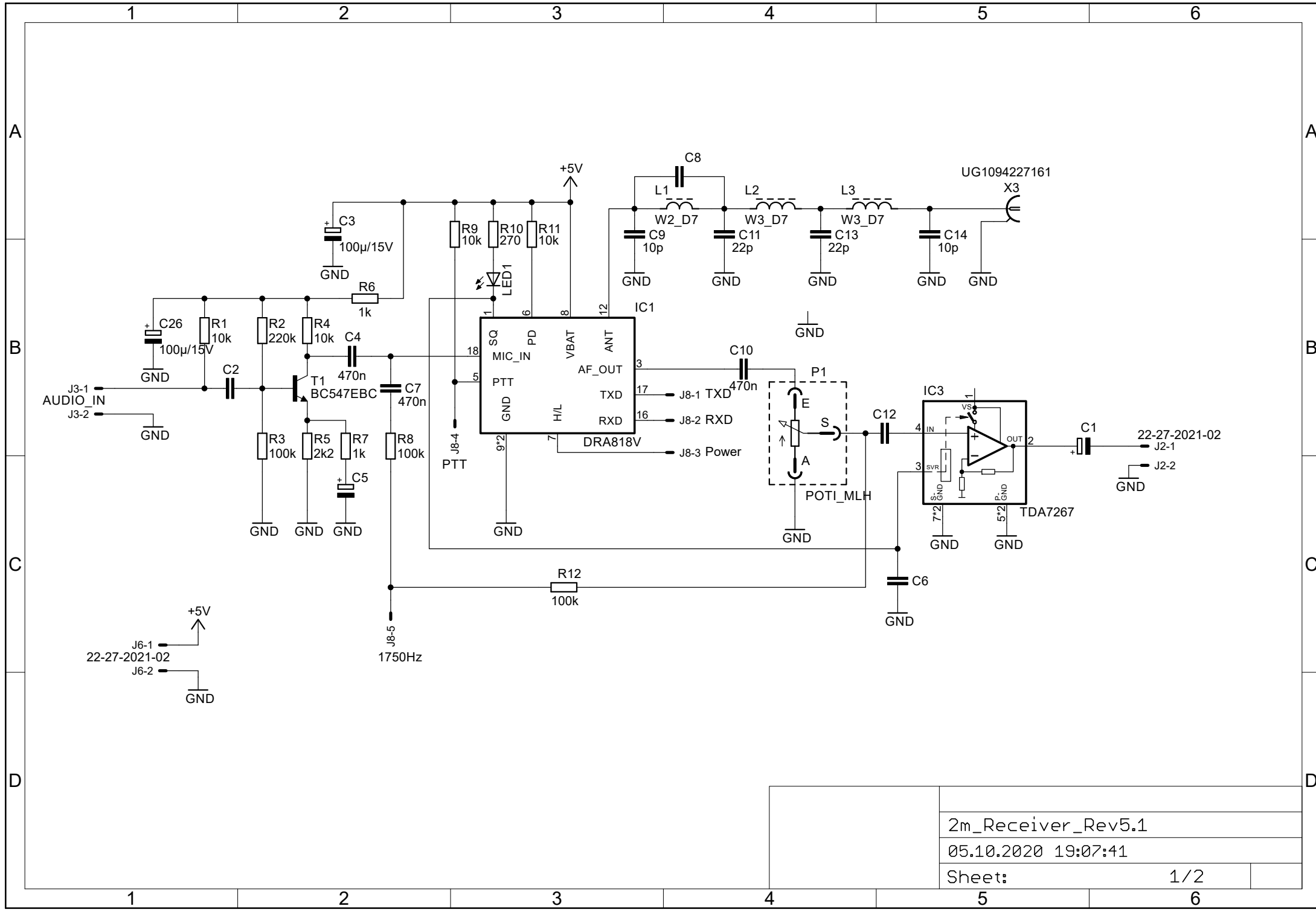
Weitere Befehlsfolgen dienen der Einstellung der Lautstärke und verschiedener Filter. Diese Einstellungen sind aber nur einmalig zu tätigen bzw. werden durch die interne Reset-Funktion in eine sinnvolle Grundposition gebracht, sodass sich die Kommunikation im Wesentlichen auf die beschriebene Sequenz beschränkt. Den recht übersichtlichen Befehlssatz zur Ansteuerung des Moduls findet man im Datenblatt, das am Artikel DRA818V bei [1] als PDF-Datei zur Verfügung steht. Wichtig ist noch, dass man beim Einsatz eines ATmega8 durch Setzen der Fuse Bits dessen Quarzoszillator einschaltet. Die Software arbeitet in beiden Varianten nach dem gleichen Konzept, einzig die Lösung mit LC-Display hat einen größeren Bedien- und Anzeigebereich.

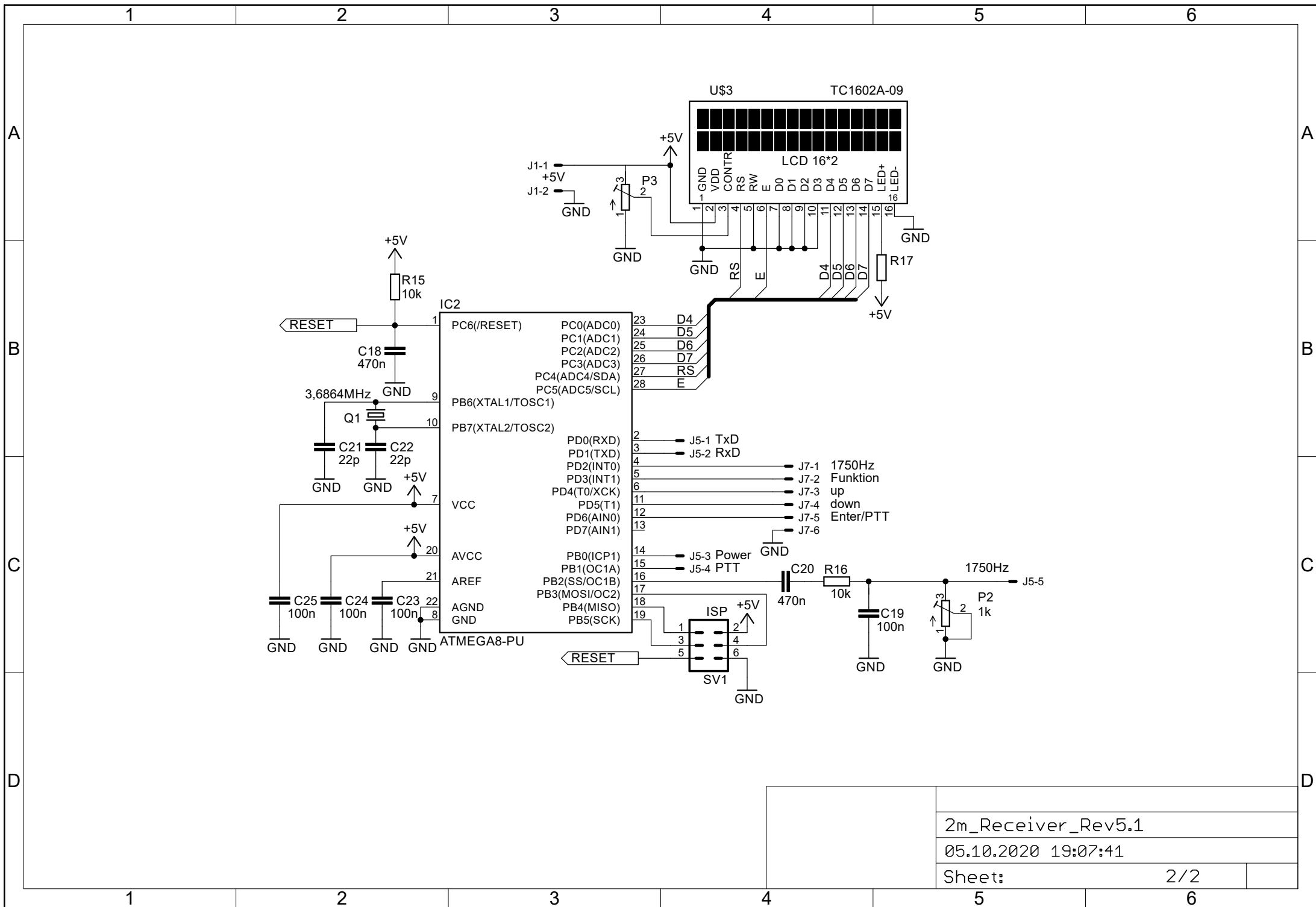
■ Praktischer Einsatz

Als Funkamateurler der Zeugnisklasse E war es mein Ziel, mit einem selbst gebauten Gerät QRV zu werden. Mit dem vorgestellten Transceiver war dies sehr leicht möglich. Was mir noch fehlte, war eine Antenne, die dann unbedingt auch im Eigenbau entstehen sollte. Auf die Schnelle entstanden so an einer N-Buchse eine Groundplane mit $\lambda/4$ -Strahler und vier Gegengewichte sowie eine J-Antenne für das 2-m- und 70-cm-Band. Als sich das Ortsrelais öffnen und selbst das über 250 km entfernte Zugspitzrelais zumindest empfangen ließen, wagte ich das erste QSO über das Ortsrelais, was auch bestens funktionierte. Von exponierten Standorten, von denen ich im Schwarzwald zugegebenermaßen viele leicht erreichen kann, konnte ich schon viele QSOs über kleinere und größere Entfernungen fahren, bei durchweg sehr positivem Rapport. Wenn sich die Schaltung auch nicht mit kommerziellen Geräten messen kann, so ist doch ein Gerät entstanden, das mir viel Freude bereitet. meinrad.goetz@t-online.de

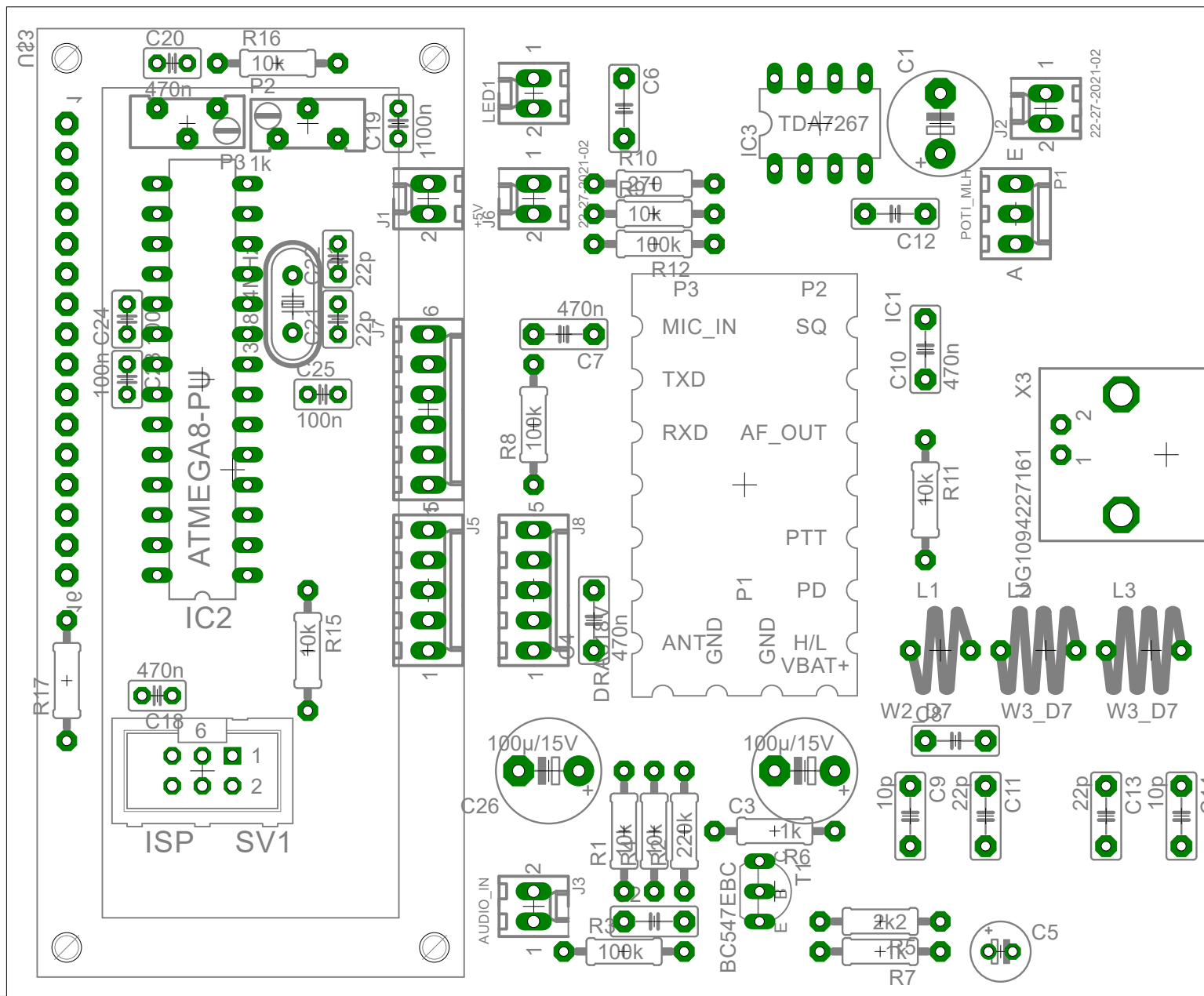
Literatur und Bezugsquellen

- [1] FUNKAMATEUR-Leserservice: Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69, E-Mail: shop@funkamateurl.de; Online-Shop: www.funkamateurl.de → Online-Shop → DRA818V
- [2] Braun, S., DJ5AM: VHF-Transceivermodul mit minimaler Außenbeschaltung. FUNKAMATEUR 64 (2015) H. 2, S. 168
- [3] FUNKAMATEUR-Bauelementeinformation: FM-Transceiver-Module für 2 m und 70 cm DRA808M und DRA818V. FUNKAMATEUR 64 (2015) H. 1, S. 57-58
- [4] Arbeitskreis Amateurfunk und Telekommunikation in der Schule e.V.: www.aatis.de → Medien → Bausätze → Lieferbare Bausätze → AS806P-Platine DORJI-TRX



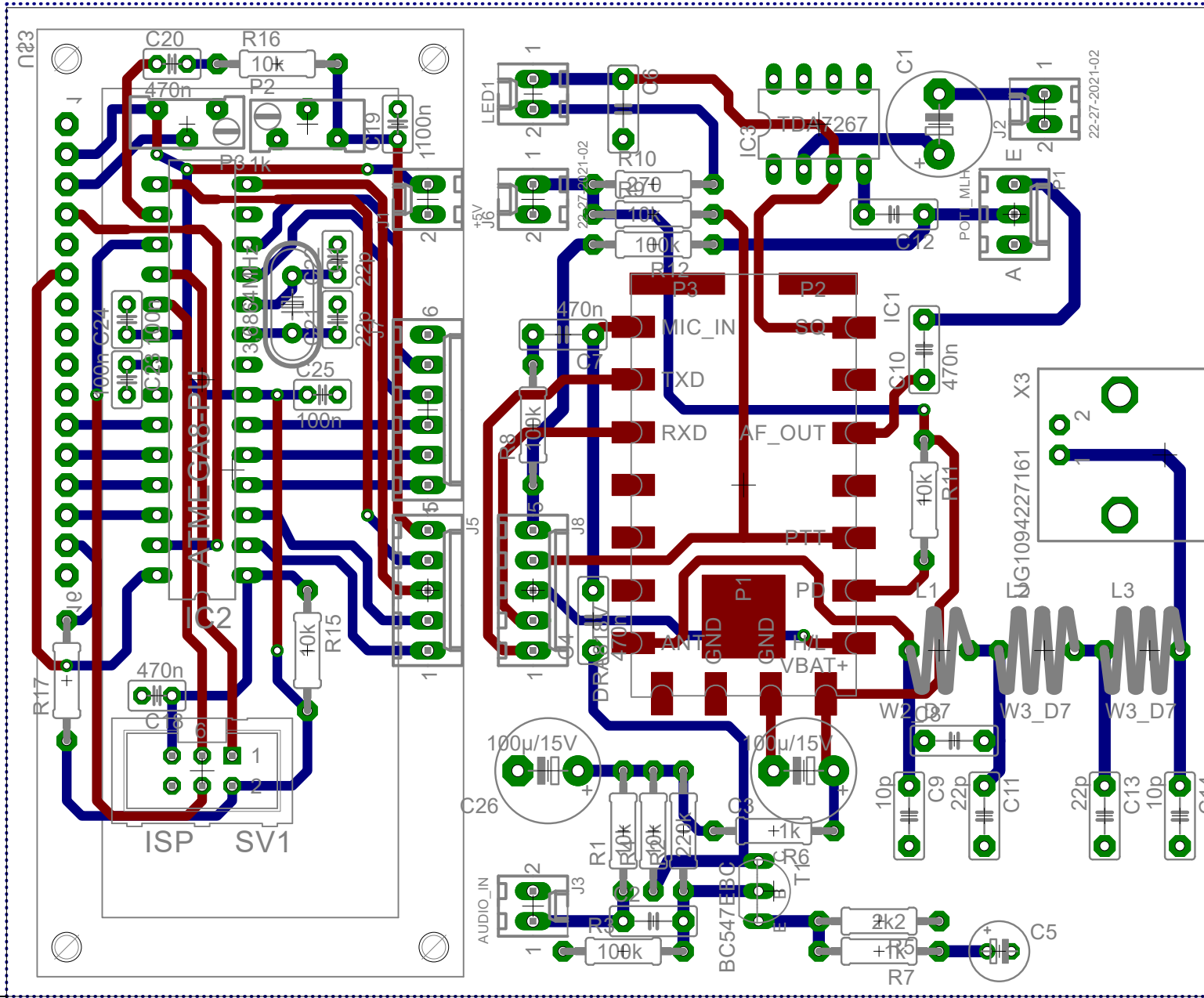


84



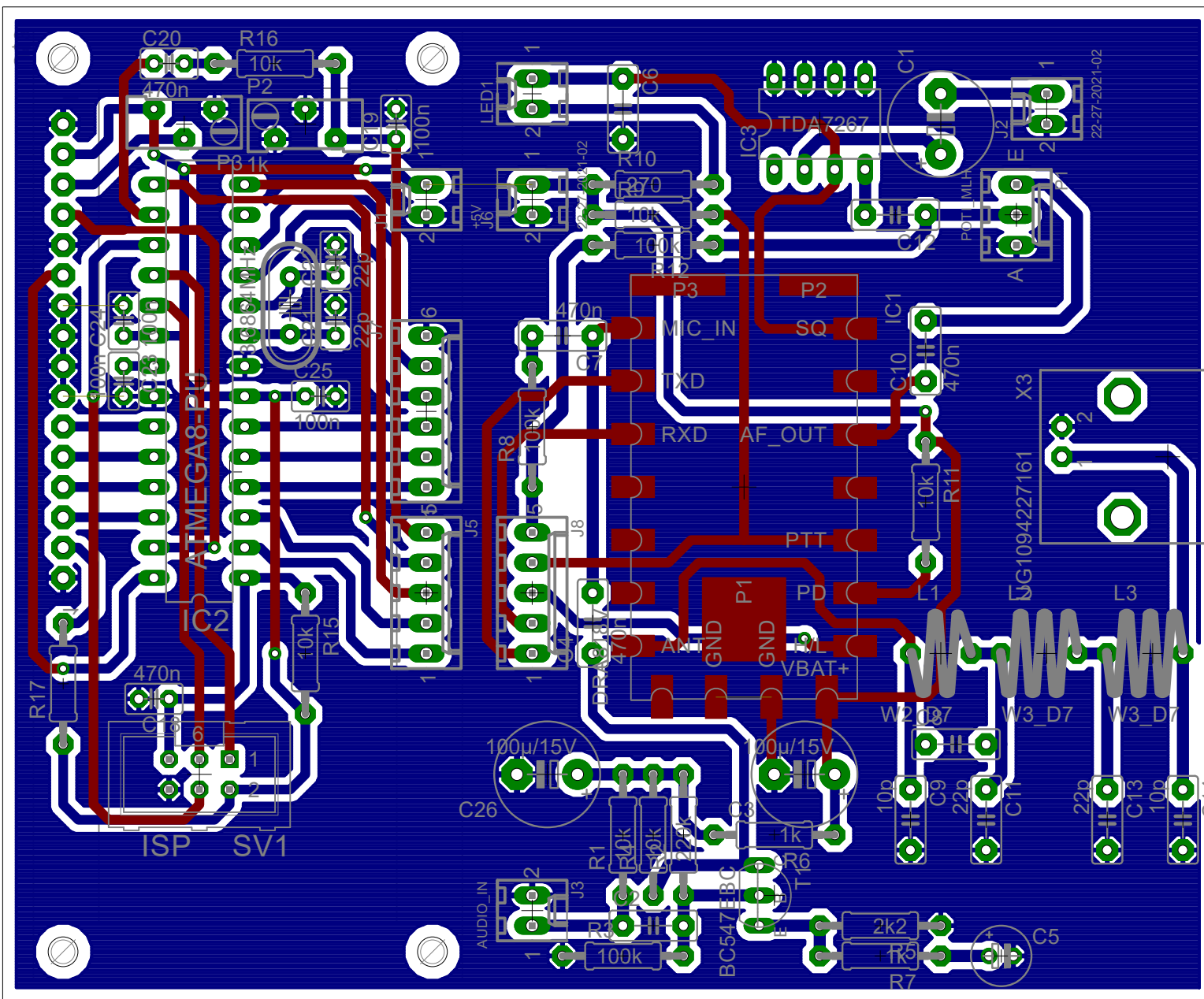
100

84



100

84



100