BAUANLEITUNG ZUM

AUTOMATISCHEN QRP KURZWELLENTUNER

„TUNER bistabil“

Kontakt:
Andreas Stefan, DL5MGD
Tratberg Nord 20
83734 Hausham

Tel.: 08026/3682

e-mail: dl5mgd@darc.de

FÜR DIE
„BEDIENUNGSANLEITUNGSNICHTLESERUNDSOFORTDRAUFLOSBAUER“

- Auf Wicklungssinn der Spulen achten (Abb. 3 – 5)
- Auf Spannungsfestigkeit und Rastermaß der Kondensatoren achten
- Abgleichhinweise unbedingt durchlesen

Inhaltsverzeichnis:

Allgemeine Beschreibung	S. 3
Abstimmalgorithmus	S. 4
Aufbau	S. 5
Inbetriebnahme/Abgleich	S. 6
Betriebshinweise	S. 7
Abbildungen/Pläne/Stücklisten	S. 8ff

Allgemeine Beschreibung:
Der TUNER bistabil ist ein vollautomatischer Antennentuner für den Kurzwellenbereich (1,8 – 30 MHz). Er ist für Leistungen von 0,1 – 5 Watt spezifiziert (während des Abstimmvorgangs). Nach dem Abstimmen kann die Leistung auf maximal 20 Watt erhöht werden. Es wären Leistungen bis 50 Watt möglich, dann muss aber die Spannung am SWR Sensor etwas niedriger eingestellt werden (bei 5 Watt). Die Abstimmung erfolgt über geschaltete Serieninduktivitäten und Kapazitäten gegen Masse in „L"-Schaltung. Insgesamt können 256 Induktivitäts- und 256 Kapazitätswerte geschaltet werden, wobei die
Kapazitäten entweder auf der Antennen- oder der Transceiver-Seite liegen können. Es ergeben sich somit rund 131000 Abstimmmöglichkeiten. Der Tuner kann sowohl hoch- als auch niederohmige Lasten anpassen (Abb. 1). Als Antennen kommen koaxgespeiste oder Drahtantennen in Frage. Sollen mit „Hühnerleiter" gespeiste Antennen angepasst werden, ist ein entsprechender Balun (z.B.1:1, 1:4) zwischenzuschalten. Geschaltet wird mit bistabilen Relais um den Stromverbrauch zu minimieren. Die Ansteuerung der Relais erfolgt durch den seriell-parallel Wandler IC2.
Der Tuner überprüft im Sendefall ständig das SWR und beginnt bei einem SWR schlechter als 2 abzustimmen. Ist das SWR besser 1,5 so endet der Abstimmvorgang und beginnt erst wieder von neuem, wenn das SWR schlechter als 2 wird. Die Ermittlung des SWR übernimmt der PIC Prozessor. Dazu wird die Vorwärts- und Rückwärtsleistung in eine Spannung gewandelt und IC6 zugeführt. Dieses IC verändert die Spannung nicht, ist jedoch an seinen Ausgängen niederohmig, so dass die AD-Wandler des PIC sicher arbeiten können. Die Quelle für die AD-Wandler darf nicht mehr als 10 Kiloohm besitzen, da sonst keine sichere AD-Wandlung möglich ist.
Im allgemeinen ist das erzielbare SWR besser als 1,5, da der Tuner - auch wenn ein SWR von 1,5 erreicht wird - noch in einem bestimmten L und C Bereich nach besseren Einstellungen sucht.
Im Empfangsfall fällt der Prozessor in einen Stromsparmodus bei dem auch der Takt abgeschaltet wird, so dass keinerlei Störungen durch Taktsignale auftreten können. Im Sendefall schaltet sich der Prozessor automatisch zu.
Es gibt zwei mögliche Betriebsarten für den Tuner. In der ersten Betriebsart wird immer neu abgestimmt wenn das SWR schlechter als 2 ist.
In der zweiten Betriebsart wird bei einem SWR schlechter als 2 die Frequenz des Sendesignals gemessen und dann aus einem Eeprom eine Einstellung für die Ls und Cs ausgelesen. Ist das SWR dann besser als 1,5 belässt der Tuner die Einstellung. Ist das SWR schlechter als 2 wird neu abgestimmt und das Ergebnis der Abstimmung (wenn das erhaltene SWR besser als 1,5 ist) im Eeprom - in Abhängigkeit von der Frequenz - abgelegt. Damit der PIC Prozessor die Frequenz messen kann, wird ein kleiner Teil der HF ausgekoppelt und IC3 zugeführt. Dort wird es auf einen Pegel gehoben, den der PIC verarbeiten kann. Bei einem erneuten Abstimmvorgang wird dann die Einstellung der Ls und Cs wieder aus dem Eeprom ausgelesen. Im Eeprom können die Abstimmeinstellungen der Ls und Cs im 16 kHz Raster durchgehend von 1,5 bis 30 MHz gespeichert werden. Der Tuner „lernt" also im Lauf der Zeit neue Abstimmeinstellungen dazu. Ist man mit dem Ergebnis einer solchen Einstellung nicht zufrieden, kann das Eeprom spezifisch für eine Frequenz überschrieben werden.
Der Abstimmvorgang dauert durchschnittlich 5 Sekunden (wenn komplett getunt wird); wird dagegen aus dem Eeprom ausgelesen dauert die Abstimmung etwa 1 Sekunde. Sowohl die SWR Spannung als auch die erhaltenen Werte aus dem

Eeprom werden jeweils mehrfach ermittelt bis sich keine Änderung ergibt, d.h. falsch ermittelte Werte (z.B. auf Grund von HF Einstrahlungen) werden ignoriert.
Im Erfolgsfall beginnt die LED („Tune“) die an K1 angeschlossen ist dauerhaft zu leuchten, wird dagegen kein SWR besser als 1,5 erreicht beginnt diese LED zu blinken, bis ein neuer Abstimmvorgang beginnt oder das Sendesignal endet. Die Relais des Tuners werden dann zurückgesetzt.
Alle Relais werden zurückgesetzt, wenn

a. das Sendesignal während des Abstimmens aufhört oder
b. keine Abstimmung möglich war.

Endet das Sendesignal, so hört auch die LED zu blinken auf.
Der Tuner beginnt erst dann wieder zu tunen, wenn erneut ein Sendesignal angelegt wird.
Im Sendefall wird über eine LED Reihe ständig das aktuelle SWR angezeigt. Die mit „Low Z“ bezeichnete LED leuchtet, wenn die Cs auf der TX Seite zugeschaltet sind, sind sie auf der Antennenseite zugeschaltet, so erlöscht diese LED.
Die verwendeten Relais sind bistabil, das heißt, dass nur während des Schaltvorganges Strom fließt. Im abgestimmten Zustand/Empfangsfall sinkt daher der Stromverbrauch auf nahezu Null, da auch der Prozessor in einen stromsparenden Modus geschaltet wird.
Beim Einschalten des Tuners müssen alle Relais in einen definierten Zustand geschaltet werden. Dabei fließt kurzzeitig (einige 10 Millisekunden) ein Strom von ca. 1 A. Beim Abstimmen selbst beträgt der Stromverbrauch maximal einige 100 mA.
Der Tuner kann Lasten im Bereich von ca. 6 bis 800 Ohm an 50 Ohm anpassen. Das entspricht größenordnungsmäßig einem SWR von 10 das angepasst werden kann.
Nach dem Abstimmen kann die Leistung durchaus auf maximal 20 Watt erhöht werden. Das Abstimmen sollte aber nicht mit Leistungen größer als 5 Watt erfolgen.

Die Betriebsspannung kann im Bereich von ca. 10 – 15 Volt liegen.

Abstimmalgorithmus:
Die Abstimmung erfolgt in mehreren Schritten. Als erstes werden die Ls und Cs in einem Grobabstimmvorgang binär steigend zugeschaltet und jeweils das SWR ermittelt. Dies kann mit den Cs auf der Antennen- oder Transceiverseite erfolgen.
Der hierbei ermittelte beste Wert für die Cs und Ls wird anschließend in einer ersten Feinabstimmung verbessert. Dazu werden die Cs und Ls in einem definierten Bereich, der sich aus dem Ergebnis der Grobabstimmung ergibt, in kleineren Schritten verändert und wiederum jeweils das SWR bestimmt. Wird entweder während der Grobabstimmung oder der ersten Feinabstimmung ein SWR besser 1,5 erhalten führt das Programm sofort die zweite Feinabstimmung durch. Dazu werden die Cs und Ls in kleinen Schritten und in Abhängigkeit voneinander in einem definierten Bereich verändert. Das beste Ergebnis aus diesem Vorgang wird dann entweder verwendet, oder, wenn das SWR schlechter 1,5 ist, verworfen.

Aufbau allgemein:
Beachten sie bitte alle Aufbauhinweise damit sie zu einem befriedigenden Erfolg kommen.
Der Aufbau erfolgt auf einer doppelseitigen, durchkontaktierten Platine der Maße 130 * 160mm. Lötungen sind nur auf der Lötseite vorzunehmen. Verwenden sie dazu einen nicht zu „klobigen“ Lötkolben und feines Lötzinn.

Die Halbleiter sind teilweise doch etwas empfindlich und sollten daher mit Sorgfalt behandelt werden. Ebenso ist die Einbaulage genau einzuhalten.
Achten sie speziell bei den Kondensatoren auf die unterschiedlichen Rastermaße und maximal zulässigen Spannungen.
Bei den Spulen müssen sie auch den angegeben Wicklungssinn genau einhalten.
Zum Abgleich benötigen sie einen Sender, eine Dummyload oder abgestimmte Antenne und ein Vielfachmessgerät. Manche Messgeräte zeigen (wenn sie HF „ausgesetzt“ werden) wunderliche Werte an. Vorteilhaft ist daher die Verwendung von analogen Messgeräten. Es ist nur erforderlich Spannungen und Ströme zu messen.
Die Platine muss unter Umständen an einigen Stellen etwas zugefeilt werden, damit sie in das Gehäuse passt.

Aufbau:
Machen sie sich als erstes mit den Bauteilen vertraut. Achten sie besonders auf die unterschiedlichen Typen von Kondensatoren, da diese entsprechend eingebaut werden müssen.
Schauen sie, ob die Platine ins Gehäuse passt. Wenn nicht feilen sie die Platine vorsichtig auf das passende Maß zu.
Als erstes wickeln sie bitte die Spulen. In der Spulentabelle sind die entsprechenden Drahtlängen und Windungszahlen angegeben. Verwenden sie den dickeren Kupferlackdraht (0.8mm) für L1 – L8. Die Ringkerne T 68-2 sind rot und haben einen Durchmesser von ca. 18 mm. Wenn der Draht einmal durch die Mitte des Ringkerns durchgeführt wurde entspricht das genau einer Windung.
Achten sie bitte auf den Wicklungssinn (siehe auch die Abb. 3 - 4). Die Spulen L1 – L4 haben genau entgegengesetzten Wicklungssinn wie die Spulen L5 – L8. Haben sie die Spulen nicht genau so gewickelt wie dargestellt, so passen die Anschlüsse nicht in die Platine. Lassen sie am Wicklungsanfang und –ende je ca. 3 cm Draht überstehen und isolieren die Lackschicht ab (z.B. mit feinem Sandpapier). L8 besteht aus 2 Ringkernen die übereinandergelegt und gemeinsam bewickelt werden. Die Spulenwindungen müssen einlagig auf die Ringkerne gewickelt werden.
L1 – L4 werden nur unten bewickelt, L5 – L8 dagegen über den gesamten Umfang der Ringkerne.
Als nächstes bewickeln sie L9 (das ist der kleinere schwarze Ringkern FT 37-77) bifilar. D.h. sie nehmen zwei Stücke des dünneren Kupferlackdrahtes (ca. 0.3mm) und verdrillen sie so miteinander, das pro cm Draht etwa 2 Schläge vorhanden sind. Kennzeichnen sie vorher (z.B. mit schwarzem Filzschreiber) den Anfang und das Ende eines Drahtstückes so dass sie die Drähte eindeutig zuordnen können.
Wickeln sie nunmehr 10 Windungen wie in der Abb. 5 gezeigt, kratzen wieder die Lackschichten der Drahtenden ab und verbinden die einzelnen Stücke wie in der Abbildung gezeigt.
Als nächstes bestücken sie die Bauteile der Höhe nach und verlöten sie.
Ganz zu Anfang werden die Kondensatoren C 44 – C 75 (SMD Typen der Baugröße 0805) auf der Unterseite der Platine verlötet.
Anschließend alle Widerstände und die Dioden. Achten sie bei den Dioden auf die Einbaulage und den Typ.
Anschließend bestücken sie die Spule L9 liegend so, dass der Anschluss K4 zugänglich bleibt. Die Einbaulage ist wie in Abb. 4 gezeigt.
Jetzt bestücken sie die IC Fassungen. Achten sie auch hier auf die Einbaulage
Nun sollten sie die Kondensatoren bestücken. Die spannungsfesten Kondensatoren sind für das LC-Netzwerk bestimmt. Die Cs haben unterschiedliches Rastermaß.

Nun bestücken sie die Elektrolytkondensatoren. Achten sie auf die richtige Einbaulage auf. Der Strich auf den Elkos kennzeichnet den Anschluss des Minuspols.
Bauen sie nun die Transistoren und den Spannungsregler ein (wie im Bestückungsplan gezeigt). Vermeiden sie grundsätzlich lange Lötzeiten.
Jetzt können die Relais eingebaut werden und dann die Spulen L1 – L8.
Überprüfen sie abschließend die Platine optisch auf kalte Lötstellen und Kurzschlüsse.
Stellen Sie jetzt die Verbindungen zu den externen Bauteilen her. Stellen sie dazu die nötigen Anschlüsse auf der Platine her (mit kunststoffisoliertem Draht). Lassen sie die Drahtstücke anfangs ruhig lang genug (Abb. 9).
Montieren sie die externen Bauteile nun im Gehäuse.
Bauen sie die Platine jetzt in das Gehäuse ein und stellen die Verbindung zu den externen Bauteilen her. Längen sie die Drahtstücke entsprechend zu.
Bestücken sie die ICs noch nicht.

Inbetriebnahme:
Schließen sie die Versorgungsspannung an (10 – 15V) und messen den Stromverbrauch. Er sollte maximal wenige mA betragen. Messen sie nun ob die Spannung am Spannungsreglerausgang (7805) 5 Volt beträgt.
Stimmt bisher alles dann schalten sie die Stromversorgung ab und stecken die ICs in der richtigen Lage in ihre Fassungen. Schalten sie den Strom nun wieder ein. Die Relais müssten hörbar schalten. Anschließend sollte der Stromverbrauch einige mA nicht übersteigen. Schalten sie nun die Stromversorgung wieder ab. Sie können nun die Platine endgültig im Gehäuse befestigen.
Funktioniert irgendetwas nicht, so überprüfen sie nochmals alle Anschlüsse und Lötstellen und messen alle Leitungen und Spannungen durch.

Abgleich:
Jeder Abgleich muss mit einer „Startsequenz“ beginnen. Diese besteht darin, dass sie die Stromversorgung einschalten und warten bis die Relais geschaltet haben. Die Relais sind nun in einem definierten Zustand und überbrücken alle Ls und Cs. Dann schalten sie die Stromversorgung wieder ab und entfernen IC2 aus der Fassung.
Der Tuner kann beim folgenden Abgleich dadurch keine Relais schalten. Alle anderen ICs müssen gesteckt sein, da speziell der IC1 Spannung braucht um seine analogen Eingänge hochohmig zu halten und die Messung nicht zu verfälschen.
Lassen sie die Stromversorgung noch ausgeschaltet.

Schließen sie jetzt einen Sender am Tunereingang und eine Dummyload oder eine resonante Antenne am Tunerausgang an.
Stellen sie die Regler der beiden veränderbaren Widerstände R13 und R14 auf Mittelstellung.
Schalten sie die Stromversorgung wieder ein.
Senden sie nun mit maximal 5 Watt Leistung einen Dauerträger. Messen sie die Spannung an PIN2 von IC1 und drehen an C27 (Trimmkondensator) so lange bis sie minimale Spannung messen. Es dürfen nicht mehr als maximal 0,1V Spannung sein.
Messen sie nun an PIN3 des selben ICs ebenfalls die Spannung und drehen an R13 solange bis sie eine Spannung von 2 – 2,5 Volt erhalten (bei 5 Watt HF). Können sie diese Spannung nicht erreichen, so haben sie wahrscheinlich L9 falsch herum eingebaut. Haben sie nur 2 –3 Watt Sendeleistung zur Verfügung stellen sie die

Spannung auf etwa 1,5 Volt ein. Die Spannung darf auf keinen Fall mehr als 5 V betragen, da sonst die AD-Wandler Eingänge des PIC zerstört werden.
Schalten sie nun den Sender aus und schließen jetzt die Dummyload oder Antenne am Tunereingang und den Sender am Tunerausgang an.
Setzen sie bei der selben Frequenz wieder einen Träger mit der gleichen Leistung.
Messen sie nun die Spannung an PIN2 von IC5 und stellen diese mit R14 auf die exakt (+/- 0,1V) gleiche Spannung (2 – 2,5V) ein, die sie vorher an PIN3 gemessen haben.
Der Abgleich ist damit beendet.
Schalten sie die Stromversorgung wieder aus, schließen den Sender und die Antenne wieder richtig herum an und bestücken sie IC2 wieder.
Der Tuner ist nun betriebsbereit.

Betriebshinweise:
Der Tuner stimmt immer dann ab, wenn das SWR schlechter als 2 ist. Er arbeitet vollautomatisch. Man muss nur die Betriebsspannung anlegen, den Transceiver und die Antenne anschließen und auf Sendung gehen. Am besten stimmt man mit einem stabilen Träger (z.B. in Stellung CW oder FM des Transceivers) ab. Auch im SSB Betrieb ist eine Abstimmung möglich, wenn das Signal halbwegs stabil ist (z.B. ins Mikrofon hineinpfeifen)
Unter Umständen findet der Tuner keine Abstimmung. Dies wird durch eine blinkende LED angezeigt. Man kann dann versuchen entweder die Antennen- oder Speiseleitungslänge zu verändern oder auf einer etwas anderen Frequenz zu tunen und anschließend auf die ursprüngliche Frequenz zurückzukehren.
Führen beide Wege nicht zum Erfolg, so befindet man sich außerhalb des möglichen Abstimmbereichs von ca. 6 – 800 Ohm.
Sollten die Relais unregelmäßig zu „flattern“ beginnen wenn HF am Tuner anliegt, so ist wahrscheinlich eine schlechte Masse die Ursache.
Betrieb ohne Speicher:
Der Schalter S1 muss geschlossen sein, d.h. die zwei Pins von K2 sind miteinander verbunden. Bei jedem Tunen (ab SWR größer 2) wird komplett von Null an abgestimmt. Die Abstimmdauer beträgt im Schnitt ca. 5 Sekunden.
Betrieb mit Speicher:
Der Schalter S1 muss offen sein, d.h. die zwei Pins von K2 sind nicht miteinander verbunden. Bei jedem Tunen (ab SWR größer 2) wird als erstes in Abhängigkeit von der Frequenz der entsprechende Speicherinhalt aus dem Eeprom IC4 ausgelesen, die Relais geschaltet und überprüft, ob das SWR besser 1,5 ist. Ist dies der Fall wird überprüft, ob sich das SWR ändert und gegebenenfalls neu abgestimmt. Ist das SWR schlechter als 2 wird abgestimmt bis das SWR wieder besser 1,5 ist und die entsprechende Speicherstele im Eeprom überschrieben. Im Lauf der Zeit wird der Inhalt vom Eeprom immer ausführlicher und damit die Abstimmung wesentlich schneller. Die Abstimmung im Speicherbetrieb ist wesentlich schneller als ohne Speicher und beträgt ca. 1 Sekunde (wenn der Wert der im Eeprom abgelegt ist ein SWR besser als 1,5 ergibt).
Überschreiben des Eeproms:
Ist man mit einem Abstimmergebnis, das im Eeprom abgelegt ist, nicht zufrieden obwohl das SWR besser als 1,5 ist, so kann der Speicher für diese Frequenz spezifisch überschrieben werden. Dazu wird der Tuner aus- und wieder eingeschaltet. Anschließend wird der Schalter S1 geschlosen und auf der Frequenz deren Speicherinhalt überschrieben werden soll ein Träger gesetzt. Während der Tuner abstimmt wird der Schalter S1 geöffnet und dann gewartet bis der Tuner mit

der Abstimmung zu einem Ergebnis gekommen ist. Anschließend wird der Träger abgeschaltet.
Die entsprechende Speicherstelle im Eeprom ist damit überschrieben.
Will man danach wiederum im Speicherbetrieb arbeiten ist der Schalter S1 geschlossen zu lassen.

Abbildungen und Pläne

Abb. 1: Blockschaltbild

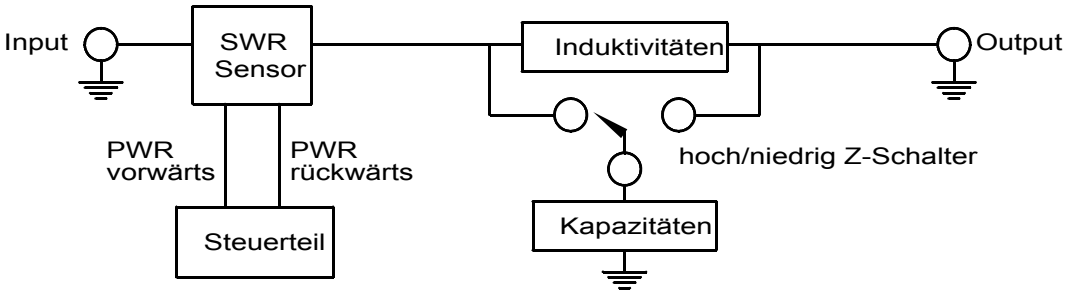


Abb. 2: L1 – L4

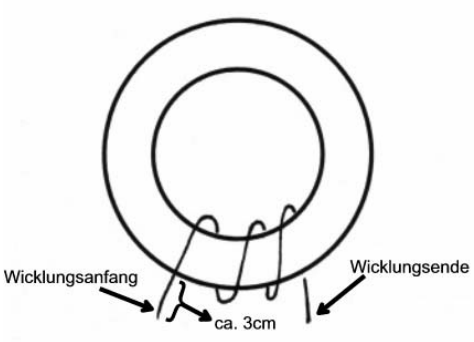
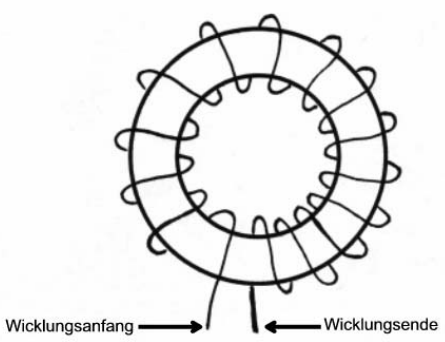
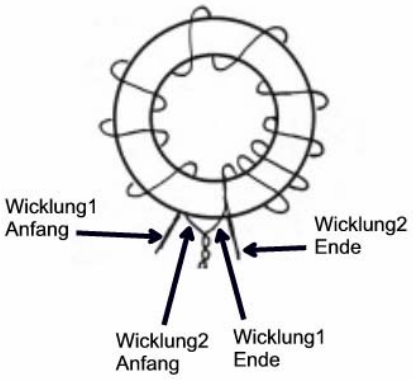


Abb. 3: L5 – L8



Wicklungssinn: L1 – L4 haben entgegengesetzten Wicklungssinn wie L5 – L8

Abb. 4: L9, 10 Windungen bifilar, Wicklungssinn beachten, Bild entspricht der Einbaulage von L9



Spulentabelle

Spule/Ringkern	µH	Windungen	benötigte Drahtlänge (CuL 0,8mm)
L1, T 68-2	0,08	2, nur unten	ca. 10cm
L2, T 68-2	0,16	3, nur unten	ca. 12cm
L3, T 68-2	0,33	5, nur unten	ca. 15cm
L4, T 68-2	0,62	7, nur unten	ca. 20cm
L5, T 68-2	1,2	17	ca. 36cm
L6, T 68-2	2,5	23	ca. 50cm
L7, T 68-2	5,0	33	ca. 68cm
L8, 2 Stück T 68-2 aufeinandergelegt	10,0	33	ca. 120cm
L9, FT 37-77		10 bifilar	CuL 0,3mm, pro Wicklung ca. 20cm

Kondensatortabelle

Alle Kondensatoren mit mindestens 500V Spannungsfestigkeit

Kondensator	Kapazität (theoretisch)	Schaltungsausführung
C28	10pF	10pF
C29, C30	20pF	10pF + 10pF parallel
C31, C32	40pF	18pF + 22pF parallel
C33	80pF	82pF
C34, C35	160pF	82pF + 82pF parallel
C36, C37	320pF	150pF + 180pF parallel
C38, C39	640pF	330pF + 330pF parallel
C40, C41	1280pF	560pF + 680pF parallel

Stückliste TUNER bistabil

Bauteil	Wert/Beschreibung	Raster/Bezug
C1, C26	100p	5mm, div.
C77	100p	2,5mm, div.
C9, C14, C15, C16, C76	10n	2,5mm, div.
C10	4n7	5mm, div.
C24	2p7	5mm, div.
C25	12p	5mm, div.
C27	Trimmer 30p, Kennfarbe grün oder rot	7,1 * 3.5mm, div.
C3	100n	5mm, div.
C44 -C75	100n, SMD 0805	0805, div.
C2, C4 - C6, C11 - C13, C17, C18, C20 - C23, C42, C43	10n	5mm, div.
C7, C8	22p	2,5mm, div.
C19	Elko 10µ, 35V	2,5mm, div.
C28, C29, C30	10p, 500V	5mm, div.
C31	18p, 500V	5mm, div.
C32	22p, 500V	5mm, div.
C33, C34, C35	82p, 500V	5mm, div.
C36	150p, 500V	5mm, div.
C37	180p, 500V	5mm, div.
C38, C39	330p. 500V	5mm, div.
C40	560p, 500V	5mm, div.
C41	680p, 500V	5mm, div.
L1 – L8	**9 Stück** Ringkerne T-68-2, L8 zwei Ringkerne aufeinander	Reichelt
L9	Ringkern FT-37-77	Reichelt
R1	390	div.
R10, R11, R16, R17	100	div.
R12	3k3	div.
R13, R14	Trimmpotentiometer 100k, Maße: 10 *10mm	5 *2,5mm, div.
R2, R7, R8, R15	1k	div.
R3, R5, R6	10k	div.
R4, R18 – R25	470	div.
R9	150	div.
Re1 – Re17	Relais bistabil 2 mal um, 2 Spulen, NAIS/Matsushita DS2E-ML2, 12VDC	Bürklin
D6, D7	Schottky Diode BAT43 oder ähnlich	div.

D1, D2, D3, D4	1N4148	div.
D6, D7	BAT43	div.
D5	1N4001 oder ähnlich	div.
T1, T2, T3	NPN Transistor BC548 oder ähnlich	div.
IC1	PIC 16F874 programmiert, DIP40	div.
IC2	A6818, DIP40	Allegro
IC3	74HCT4046, DIP16	div.
IC4	EEPROM 24C32, DIP8	div.
IC5	Spannungsregler 78L05, 100 mA	div.
IC6	LM358N, DIP8	div.
Q1	Quarz 4MHZ, HC18	div.
IC Fassungen	2 * 40pol, 1 * 16pol, 2 * 8pol	div.

Links: Allegro: http://www.allegromicro.com
Bürklin: http://www.buerklin.com
Reichelt: http://www.reichelt.de
Conrad: http://www.conrad.de

Sonstiges

Platine	1 Platine TUNER bistabil 130 * 160mm	
Schalter	2 Stück Miniatur-Kippschalter, 1pol EIN/EIN	div.
Buchsen	2 Stück BNC oder PL Buchsen	div.
LED	6 Stück rot 3mm, 4 Stück grün 3mm	div.
Buchse	Cinchbuchse für Stromversorgung	div.
Draht	Kupferlackdraht 0,8 mm, 5 Meter	div.
Draht	Kupferlackdraht 0,3 mm, 1 Meter	div.
Litze	Isolierte Litze, 2 Meter	div.
Gehäuse	TEKO 222 Serie CAB, L * B * H: 173 * 154 * 47mm	Reichelt
Befestigungs-material	4 Senkschrauben M3 * 16mm, 4 Muttern M3, 4 Distanzhülsen aus Kunststoff 5mm lang	div.

Abb. 5: TUNER bistabil (SWR Sensor / LC-Netzwerk)

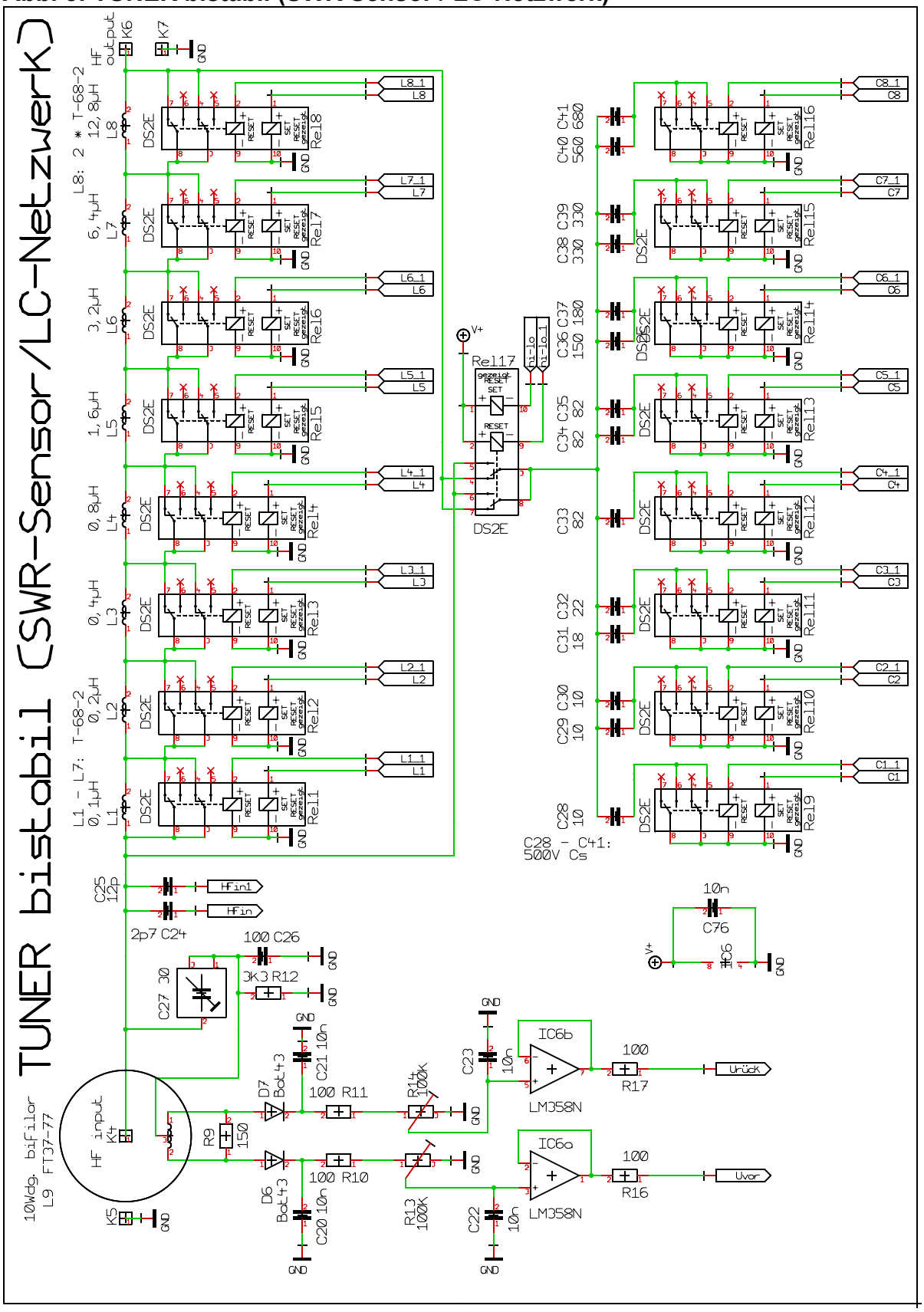


Abb. 6: TUNER bistabil (Steuerteil)

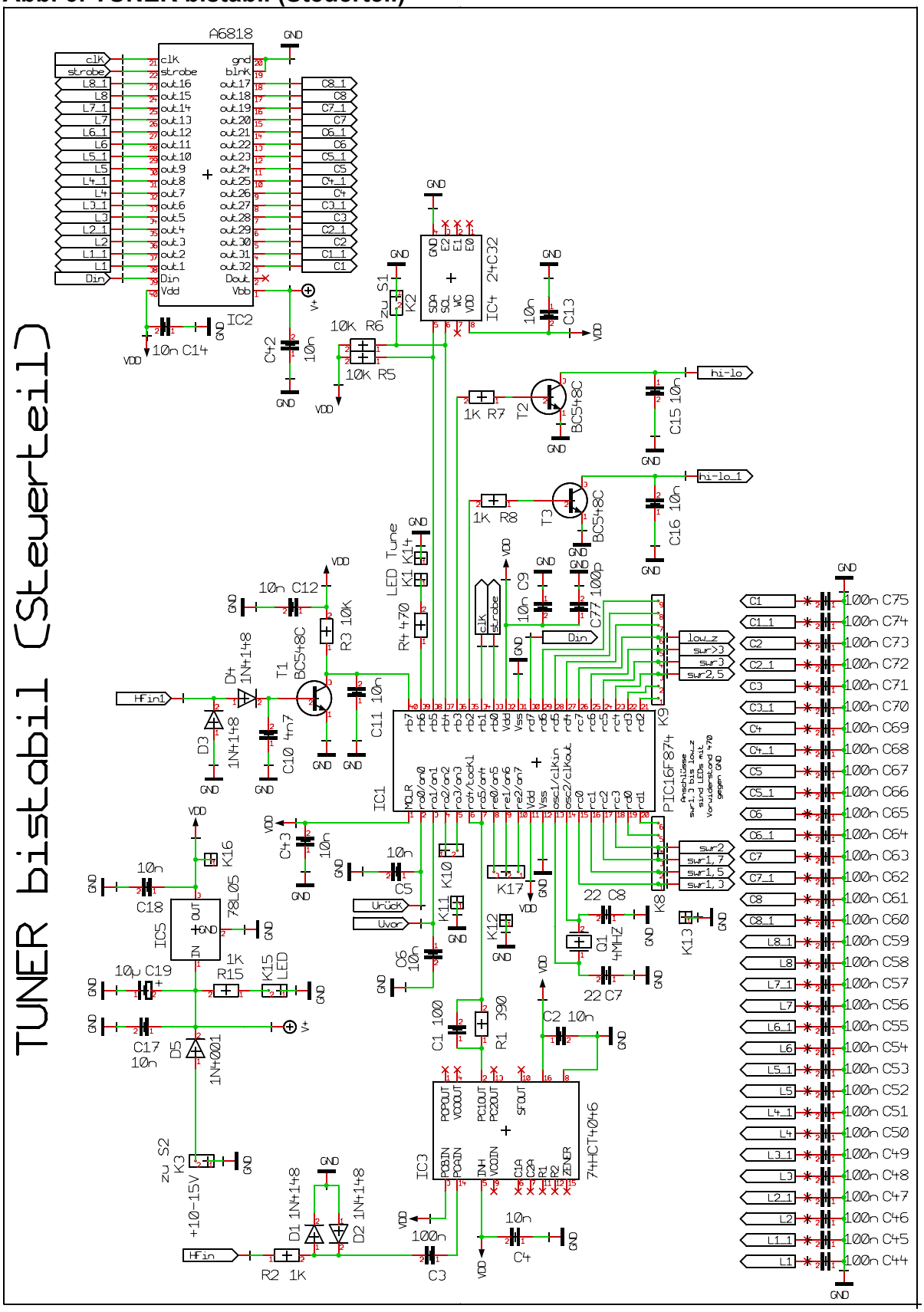


Abb. 7: Bestückung TUNER bistabil

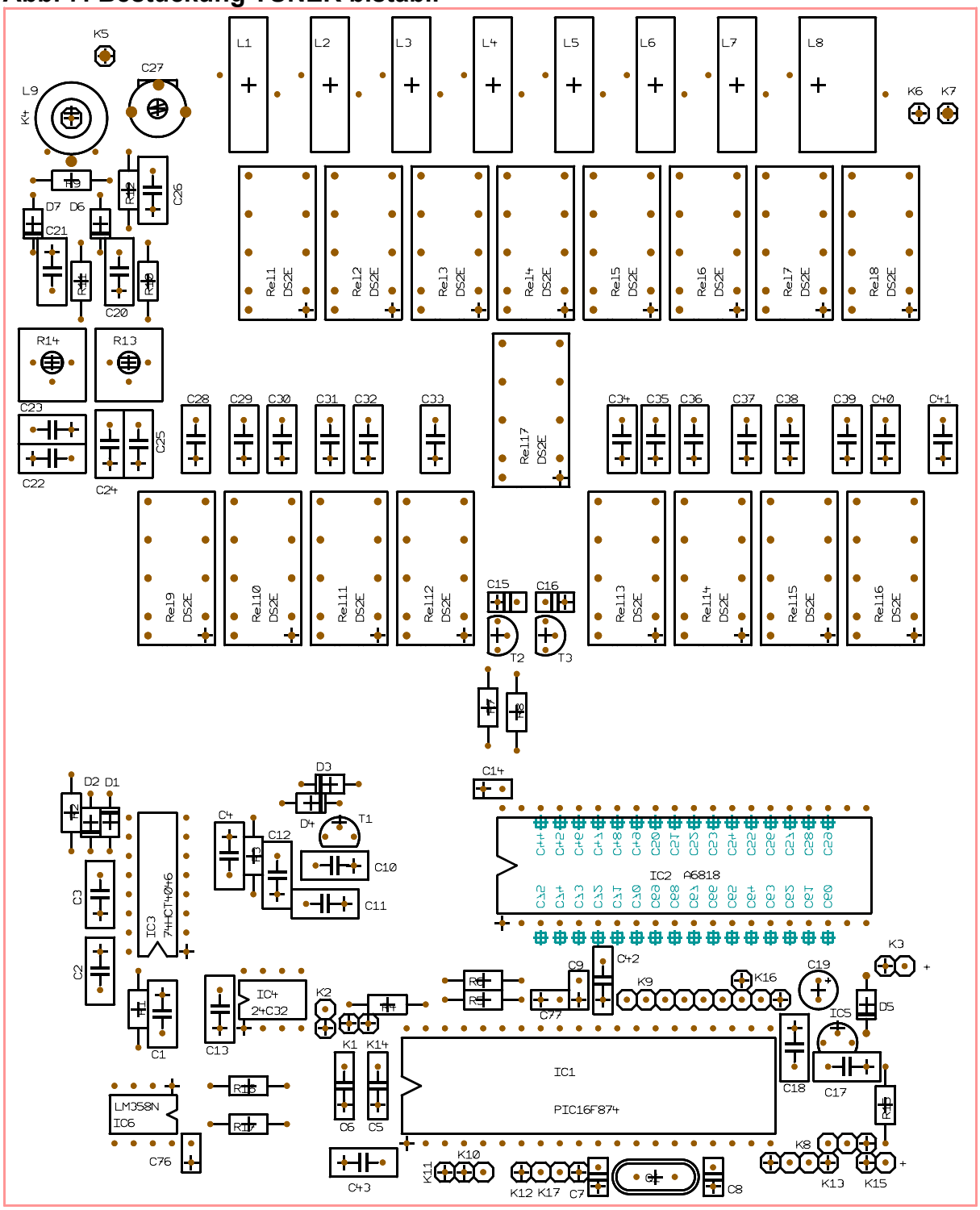


Abb. 8: Verdrahtung extern

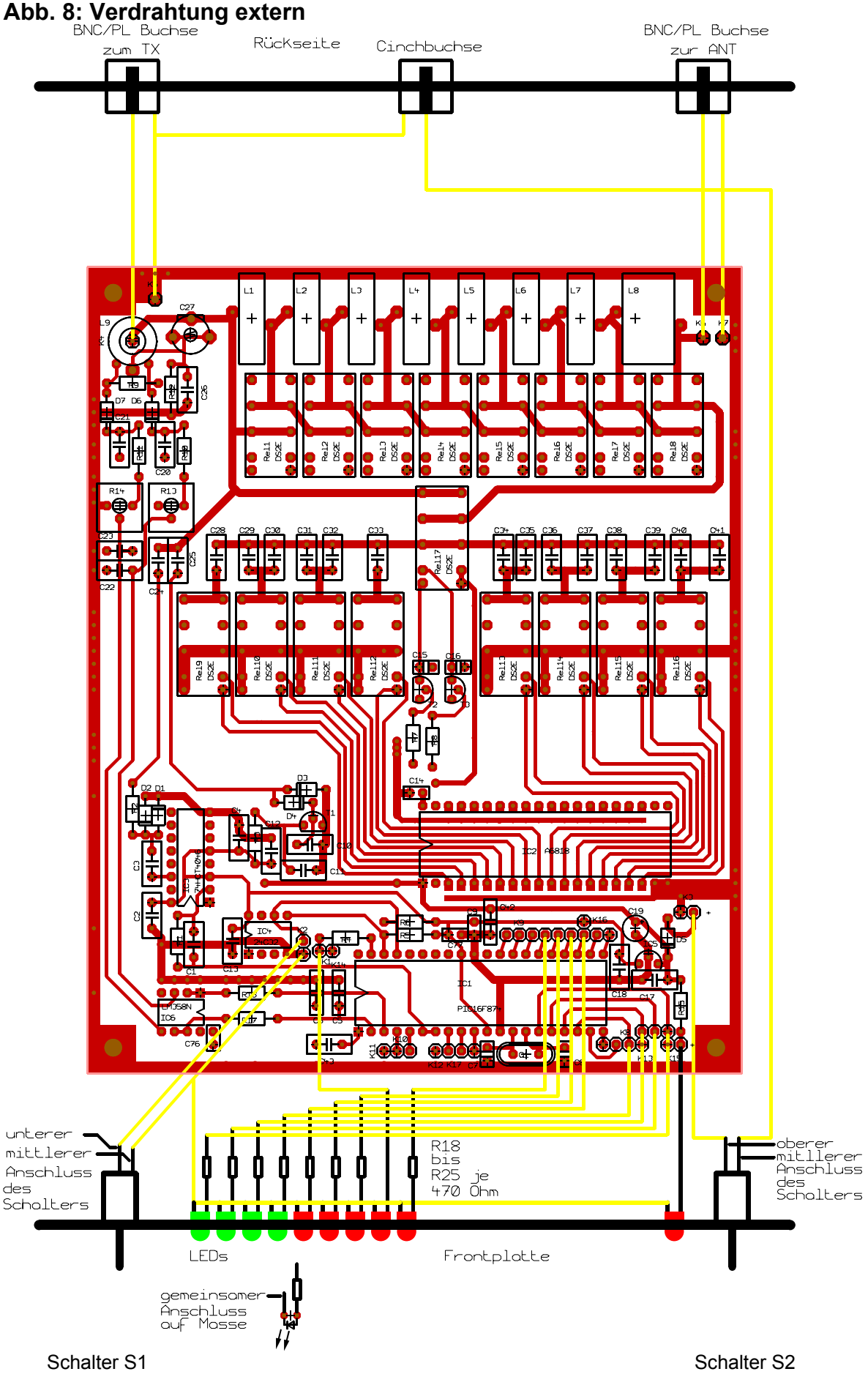


Abb. 9: Kupfer oben TUNER bistabil (Bestückungsseite)

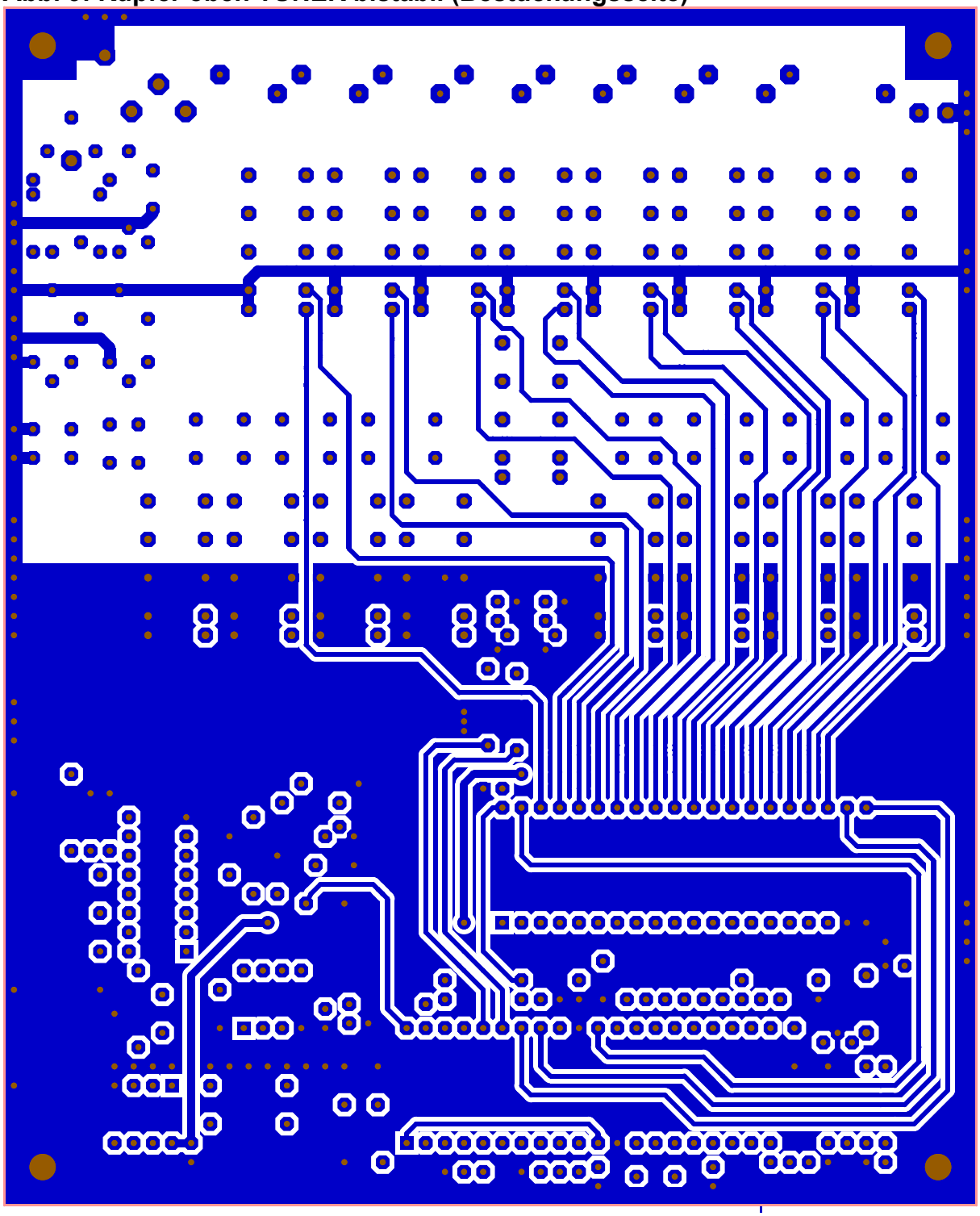


Abb. 10: Kupfer unten Tuner bistabil

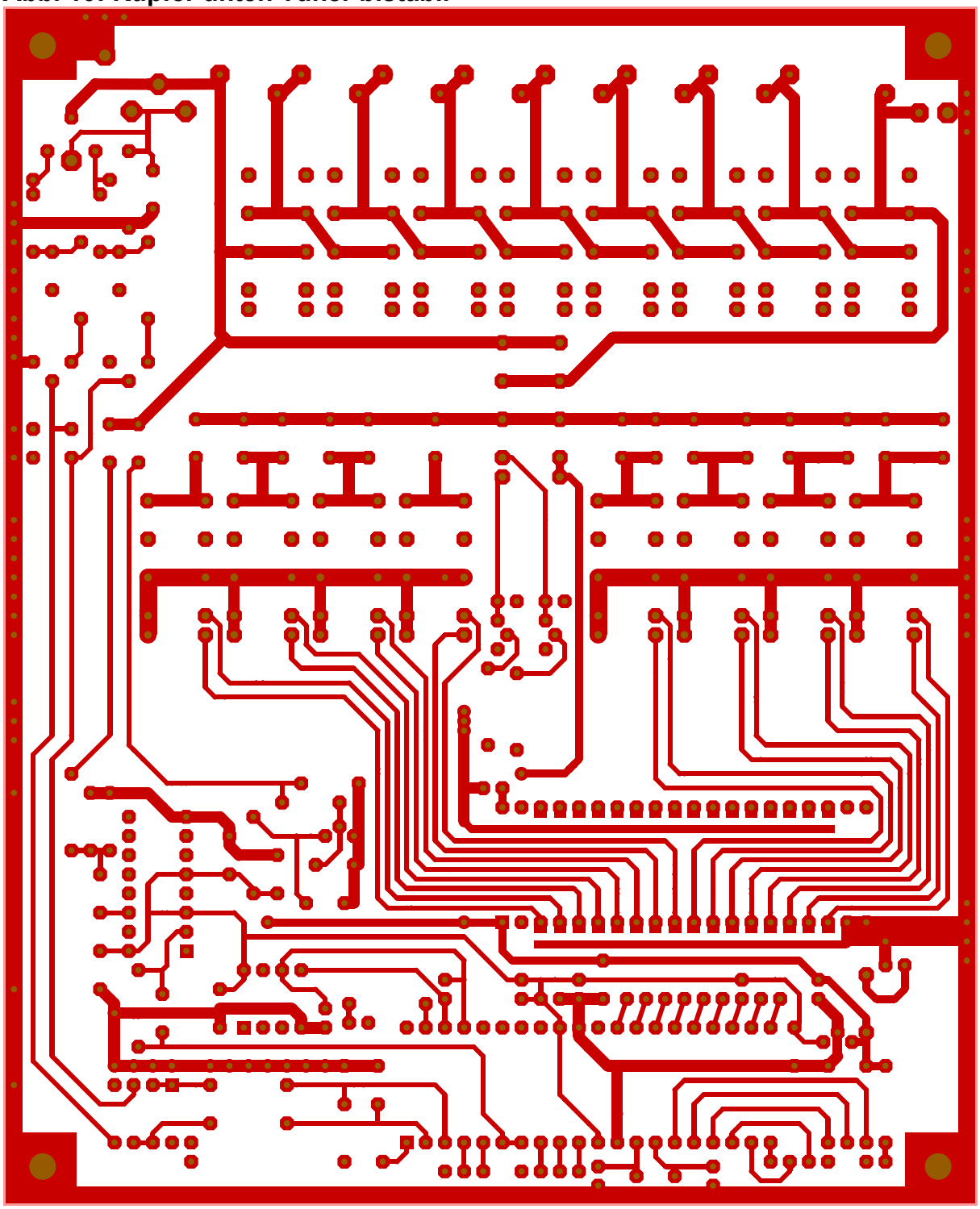


Abb. 11: Gehäuse Frontplatte (Höhe * Breite: 41 * 145 mm)

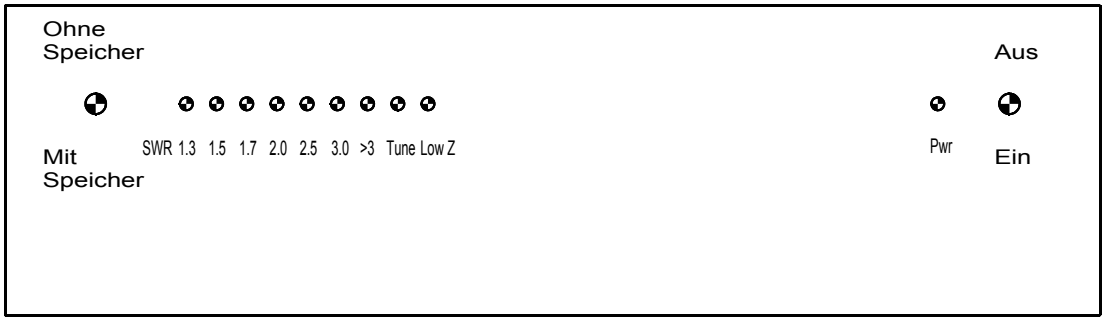


Abb. 13: Gehäuse Rückseite (Höhe * Breite: 41 * 145 mm)

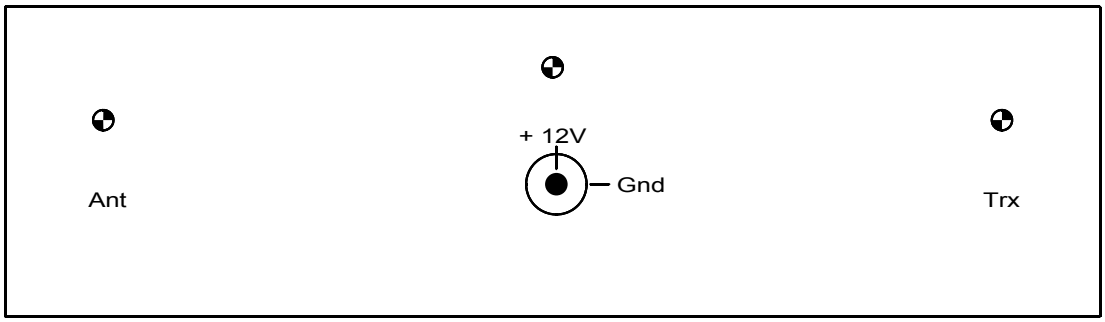


Abb. 14: Foto von oben

Abb. 15: Foto von vorne