

PicATU 500W Auto-Antennentuner Hardware

Andreas Lindenau DL4JAL

3. Dezember 2022

Zusammenfassung

Der „PicATU 500W“ ist ein Bastelprojekt von mir. Als Grundlage dieses Tuners diente mir die HW des PicATU 100W und PicATU 20W. Der Tuner soll größere Leistung vertragen und ist deshalb mit stabileren L's und C's mit 2kV Spannungsfestigkeit ausgelegt. Die FW im PIC habe ich neu geschrieben. Das Entwickeln der Match-Funktionen hat sich über mehrere Jahre hingezogen. Als Programmiersprache verwende ich Assembler.



Der PicATU500, die 500 Watt-Ausführung. Mein erster Musteraufbau. Links sind 2 Buchsen für die Fernsteuerung. Wahlweise DIN 5 (mit Sicherheitsverschraubung) oder Stereo-Klinke 3,5mm. Rechts unten der Stromversorgungsanschluss 12 Volt. Der PicATU500 zieht maximal etwa 0,5 Ampere.



PicATU500 von hinten. Links die N-Buchse und rechts 2 Buchsen für die Antenne. An den Buchsen wird die Antenne und das Gegengewicht angeschlossen. Aber auch eine Hühnerleiter kann angeschlossen werden. Ich habe die Lecherleitung meines Dipols 2x 22m angeschlossen. Der Tuner hat von 160m bis 10m auf jedem Band eine passende Impedanzanpassung gefunden.

Inhaltsverzeichnis

1	Aufbau des PicATU500	3
1.1	Gehäuse	3
1.2	Baugruppen	4
1.2.1	MC-Platine	4
1.2.1.1	J1 Dreh_Taste, 5 polig	6
1.2.1.2	J2 Programmer, 5 polig	6
1.2.1.3	J3 RS232, 3 polig	6
1.2.1.4	J4 Frequenzmessung, 2 polig	7
1.2.1.5	J5 Messkopf, 5 polig	7
1.2.1.6	J6 Relaisreiber Stromversorgung, 3 polig	7
1.2.1.7	J7 Relaisreiber Daten, 3 polig	8
1.2.1.8	J8 Ansteuerung für Antennenumschaltung, 8 polig	8
1.2.1.9	Hintergrundbeleuchtung LCD-Anzeige, Der Widerstand R9	9
1.2.2	L-Platinen	9
1.2.3	C-Platine, SMD alt	13
1.2.4	C-Platine, SMD neu	14
1.2.5	C-Platine, mit LP-Material	15
1.2.6	C-Platine, L-Platienen HF-Verdrahtung	16
1.2.7	Relaisdriver-Platine	17
1.2.8	Messkopf. Richtkoppler	20
1.2.9	Der Symmetrie-Balun, Hybrid-Balun, SymBa800	24
1.2.9.1	Der Symmetrie-Balun, Materialbeschaffung	29
1.3	Inbetriebnahme, PicATU500 Tuner	29
1.3.1	Blockschaltbilder	30
1.3.2	Display nach PowerON	32
1.3.3	Funktionskontrolle der Relais	32
1.3.4	Der Mess-Richtkoppler	33
1.3.4.1	Abgleich der Rückflussdämpfung, Richtschärfe	33
1.3.4.2	Kalibrieren der beiden AD8307	34
1.3.4.3	Frequenzmessung im Richtkoppler testen	36
2	PicATU500-Fernsteuerbaugruppe	38
2.0.1	Stecker auf der Platine	40
2.0.1.1	J1 LEDadc, 5 polig	40
2.0.1.2	J2 Programmer, 5 polig	40
2.0.1.3	J3 RS232 PicATU, 3 polig	40
2.0.1.4	J4 Drehgeber, Taste, 5 polig	41

2.0.1.5	J5 RS232 mit SV 5V, 5 polig	41
2.0.1.6	J6 5V RX TTL, 2 polig	41
2.0.1.7	J7 USB, 5 polig	41
2.0.1.8	J8 SV 12V, 2 polig	42
2.0.1.9	Hintergrundbeleuchtung LCD-Anzeige, Der Wi- derstand R9	42
2.0.2	Inbetriebnahme, PicATU500-Fernsteuerung	42
2.0.2.1	Datenleitung an PicATU500 und Fernbedienung anschießen	43
2.0.2.2	Datenaustausch PicATU500 und Fernsteuerung, Fehlersuche	43
3	Schlusswort	46
4	Angehänge PDF's	47

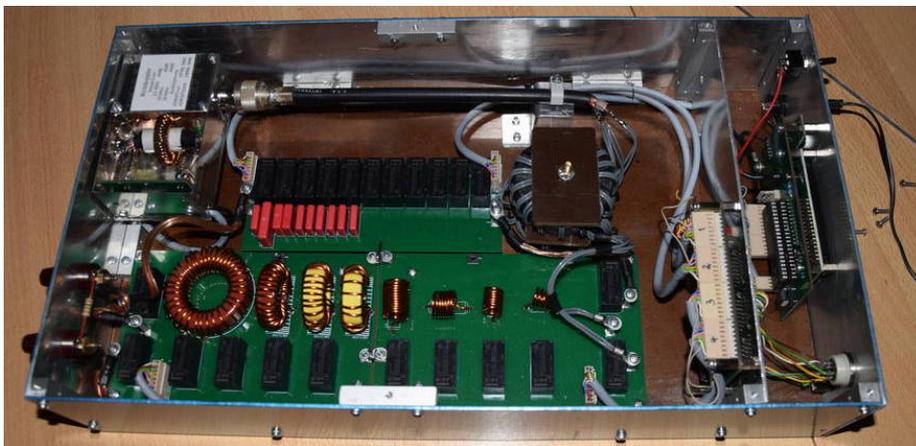
Kapitel 1

Aufbau des PicATU500

1.1 Gehäuse

Der PicATU500 (Musteraufbau) hat folgende Abmaße: 44cm tief, 24,5cm breit und 9cm hoch. Mit den neuen Leiterplatten könnten die Abmaße (Tiefe) etwas geringer ausfallen, da ich eine LP der 2 L-Platinen etwas verkleinert habe.

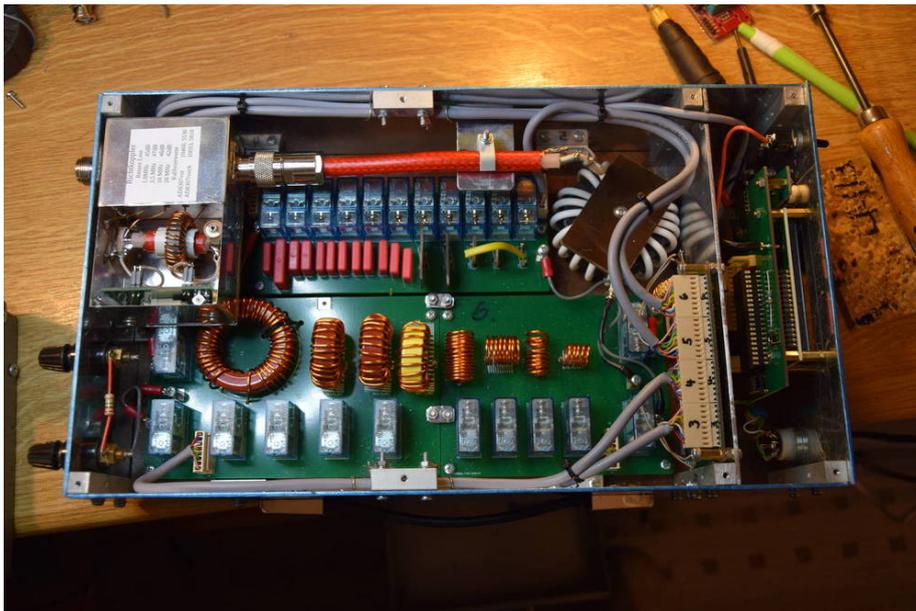
Die Grundplatte ist aus 10mm Pertinax. Das habe ich noch aus „alten Zeiten“. Die Deckplatte ist aus Plexiglas (4mm stark), welches im Baumarkt erhältlich ist. Und rings herum der Rahmen ist aus Aluminiumblech 2mm stark. Die erforderlichen Teile habe ich mit einer Stichsäge mit entsprechenden Sägeblatt ausgesägt. *Ein kleiner Tip; als Schmiermittel beim Sägen oder Bohren von Aluminium verwende ich immer Spiritus. Das geht hervorragend.*



Musteraufbau 1



Musteraufbau 1



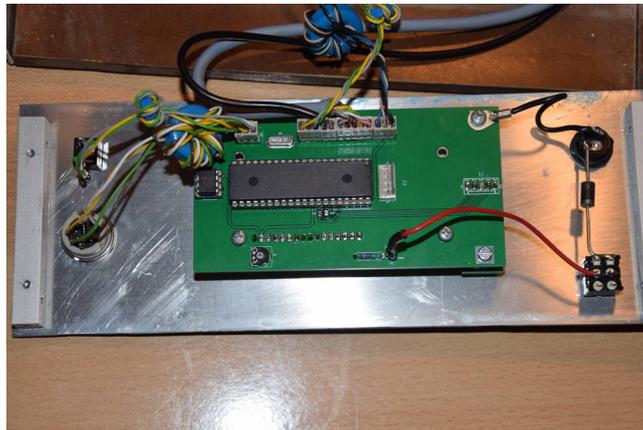
Musteraufbau 2, etwas kleiner LxBxH 36cm x 20cm x 10cm.

1.2 Baugruppen

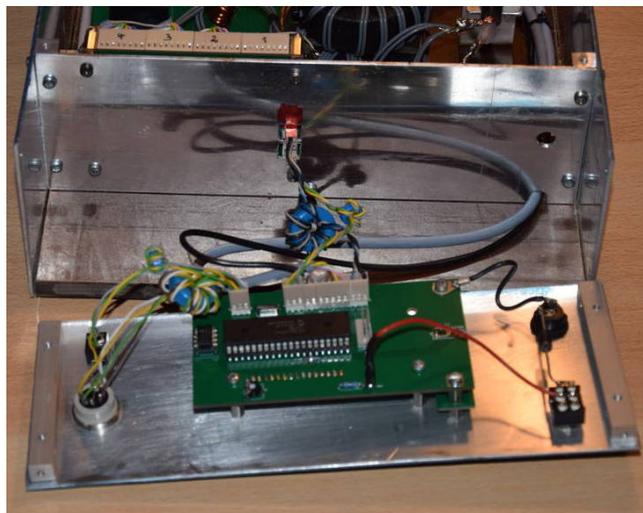
1.2.1 MC-Platine

An der Frontseite ist die *MC-Platine* mit dem Mikroprozessor. Auf der Platine ist der Mikroprozessor PIC18F46K22 verbaut. Die Taktfrequenz wird mit einem Quarz erzeugt und beträgt 18,432MHz. Für die Speicherung der Massendaten

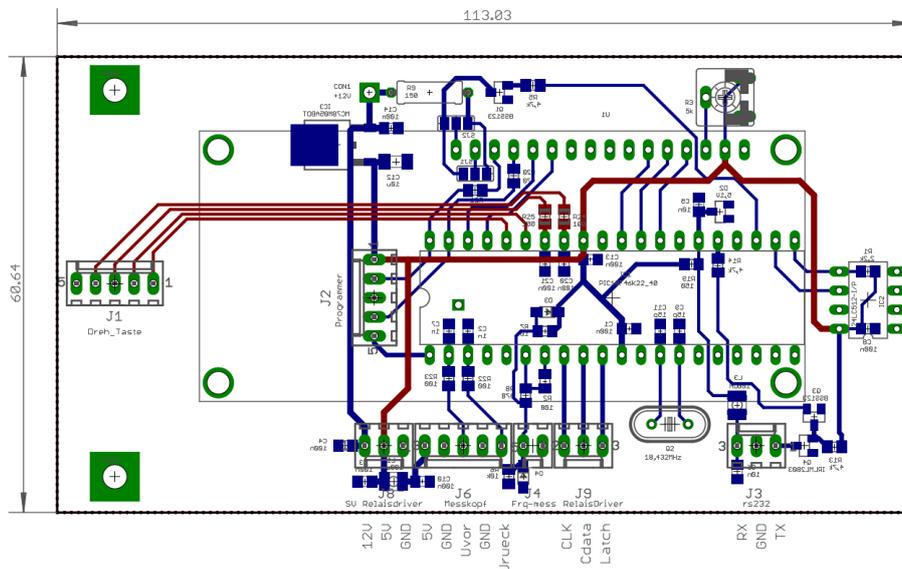
ist ein serieller Eeprom (24LC512) vorgesehen. Für die Bedienung ist ein LCD-Display 16x2 Char, ein Drehgeber mit Taste und eine Einzeltaste vorgesehen. Das Display und die Bedienelemente werden auf die MC-Platine aufgesteckt. Die Verbindungen zu den anderen Baugruppen erfolgt mit dem PSS-Steckersystem.



Die MC-Platine ist recht übersichtlich und befindet sich vorn hinter einem zweiten internen Abschirmblech. Alle Daten-Verbindungen zur MC-Platine habe ich noch einmal mit Ringkernen (N30) gegen unerwünschte HF-Eintragungen abblockt.



4 seitlichen Schrauben entfernen und die Frontplatte lässt sich nach vorn klappen. Hinter der Trennwand ist die Relaistreiber-Baugruppe befestigt. 2x 3-polige PSS-Steckverbindungen führen von der MC-Baugruppe zur Relaistreiber-Baugruppe. Der SV-Stecker ist „rot“ gekennzeichnet um Verwechslungen vorzubeugen.



Die Ansicht der MC-Platine auf die Top-Seite mit dem PIC18F46K22. Diese Ansicht habe ich mit Eagle erzeugt. Das Display und die Bedienplatte links wird von hinten aufgesteckt. Die 4 Befestigungen des LCD-Displays dienen gleichzeitig der Befestigung an der Frontplatte. Dazu werden passende Distanzstücke M3 aufgeschraubt.

1.2.1.1 J1 Dreh_Taste, 5 polig

Für diese Verbindung wird nicht das Steckersystem PSS verwendet, sondern einfache Stecker/Buchsen-Leisten. Die Stecker oder Buchsen-Leiste, 5-polig, wird auf der Rückseite der Platine eingelötet. Die Verbindung MC-Platine zu Drehgeber-Platine ist 1 zu 1 und bedarf deshalb keiner Beschreibung.

1.2.1.2 J2 Programmer, 5 polig

Dieser Steckverbinder ist nur nötig wenn der PIC18F46K22 direkt in der Schaltung per ICSP programmiert wird.

J2	Beschreibung
1	+5 Volt
2	RB7 PGD
3	GND
4	RB6 PDC
5	MCLR

1.2.1.3 J3 RS232, 3 polig

Dieser Steckverbinder ist die RS232 zur Remote-Bedienbaugruppe. Über die serielle Schnittstelle kann der PicATU500 ferngesteuert werden. Die Datenübertragung habe ich recht einfach gestaltet. RX- und TX-Signale werden über eine niederohmige Stromschleife übertragen. Das ist sehr störsicher, auch bei großer Sendeleistung.

J3	Beschreibung
1	TX Sendeschleife
2	GND Masse
3	RX Empfangsschleife

Stecker an J3 führt zu einer 3,5mm Stereo-Klinkenbuchse und zu einer 5-poligen DIN-Buchse mit Verschraubung an der Frontplatte. Die DIN-Buchse ist mechanisch etwas besser als die 3,5mm Klinkenbuchse. An die DIN-Buchse wird das Verbindungskabel, 4 polig mit Schirm, für die Fernsteuerung angeschlossen. Das Steuerkabel ist bei mir etwa 30m lang und verläuft parallel zum Koaxkabel. Das ist nicht gut für die Störsicherheit, aber die Verlegung der beiden Kabel parallel hat sich so ergeben.

1.2.1.4 J4 Frequenzmessung, 2 polig

Im Messkopf habe ich am Vorlaufsignal HF ausgekoppelt, über 4,7pF und 1k. Ein IC-74HC4046 Triggert das HF-Signal, so dass am Ausgang PIN2 die Frequenz als Rechteckschwingung heraus kommt. Diese Frequenzinformation wird mit einem Koaxkabel RG174 zu MC-Platine geführt. Normaler Weise wird die Frequenz per Remote übertragen. Wurde keine Frequenz zum PicATU übertragen, wird mit der Frequenzmessung die Arbeitsfrequenz gemessen. Die Frequenzinformation wird zur Zuordnung des Speicherplatzes im externen Eeprom für das Speichern der LC-Werte und LC-Variante benötigt. Der Speicherplatz im externen Eeprom ist in 10kHz-Bereiche von 1,5MHz bis 30MHz eingeteilt. Aller 10kHz kann eine Match-Einstellung abgespeichert und wieder geladen werden.

1.2.1.5 J5 Messkopf, 5 polig

J5 versorgt die Messkopfplatine mit 5V Betriebsspannung und 2 Pins sind für die Übermittlung der Messspannungen Vorlauf und Rücklauf zur MC-Platine vorgesehen. Als Verbindungskabel, zwischen der Remote-Baugruppe im Shack und dem PicATU500 an der Antenne, habe ich geschirmtes Datenkabel LIY-CY 4x0,14mm² von Reichelt verwendet. Die Abschirmung des Kabels wird auf beiden Seiten mit an GND angeschlossen. **Achtung die Pinbelegung Messplatine und MC-Platine ist nicht 1 zu 1!**

J2	Beschreibung	Messkopf J2	Meine verwendeten Draht-Farben
1	+5 Volt Stromversorgung	Pin 1	grün
2	GND (Schirm)	Pin 3	Schirm
3	Messspannung Vorlauf	Pin 5	braun
4	GND	Pin 4	gelb
5	Messspannung Rücklauf	Pin 2	weiß

1.2.1.6 J6 Relaisreiber Stromversorgung, 3 polig

J6	Beschreibung
1	12V Stromversorgung, Relais, ULN2803
2	5V Stromversorgung ICs 4094
3	GND Masse

Für die Stromversorgung der Relaisreiber-Platine habe ich eine etwas stärkere Litze genommen. Die 3 Litzen habe ich mehrmals durch einen Ringkern N30 gewickelt (Abblockung eventueller HF-Ströme). Damit der Stecker nicht verwechselt wird, mit J7, habe ich Stecker und Steckplatz „rot“ markiert.

1.2.1.7 J7 Relaisreiber Daten, 3 polig

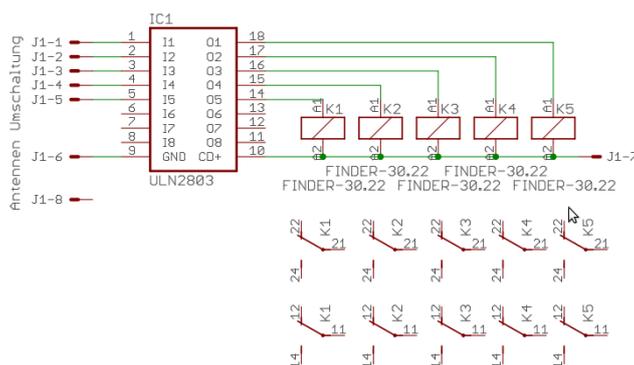
Die Datenübertragung von der MC-Platine zur Relaisreiber-Platine erfolgt durch diese 3 Litzen. Auch diese habe ich mit einem Ringkern N30 abgeblockt.

MC-Platine J7	Beschreibung	Relaisdriver J1
1	CLK Takt ICs 4094	3
2	Daten für ICs 4094	2
3	Latch, Datenübernahme 4094	1

1.2.1.8 J8 Ansteuerung für Antennenumschaltung, 8 polig

Wenn man zusätzlich zur softwaremäßigen Antennenumschaltung auch noch eine andere Antenne an den PicATU500 schalten möchte habe ich ab Firmware PicATU500 Version 1.08 TTL-Ausgänge an Stecker J8 vorgesehen. Es kann direkt ein Treiber mit ULN2803 betrieben werden. Ist der Stecker J8 noch nicht vorhanden liste ich die Pins am PIC mit auf, für eine eventuelle Nachrüstung.

PIN	J8	Beschreibung
20	1	Ansteuerung Antenne 5
19	2	Ansteuerung Antenne 4
18	3	Ansteuerung Antenne 3
17	4	Ansteuerung Antenne 2
16	5	Ansteuerung Antenne 1
GND	6	GND
12V	7	12 Volt
5V	8	5 Volt



Hier die Platine mit der Ansteuerung und den Relais als Eagle-Zeichnung. So in etwa könnte die Relaisumschaltung der Antennen aussehen. Die HW könnte auf eine Lochrasterplatine gelötet werden.

1.2.1.9 Hintergrundbeleuchtung LCD-Anzeige, Der Widerstand R9

Der Widerstand R9 ist für die Hintergrundbeleuchtung der LCD-Anzeige als Vorwiderstand gedacht. Bei der neuen mc-Platine habe ich 2 verschiedenen Möglichkeiten vorgesehen.

- Einmal R9 von 12V zu Pin 15/16. Da muss der Spannungsabfall größer sein. Der Widerstand hat etwa einen Wert von 150Ohm. Die Verlustleistung ist doch etwas größer.
- Oder R9 von 5V zu Pin15/16. Da wird der Widerstand sehr klein gewählt. Die Verlustleistung ist sehr gering.

Was am besten funktioniert sollte man ausprobieren. Ich nehme dazu meine Regelbare Stromversorgung. Stellen den maximalen Strom auf 20mA oder auch größer ein. Je nach gewünschter Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung. Mit einem Messgerät messen wird die Spannung an der Hintergrundbeleuchtung zwischen Pin15 und Pin16.

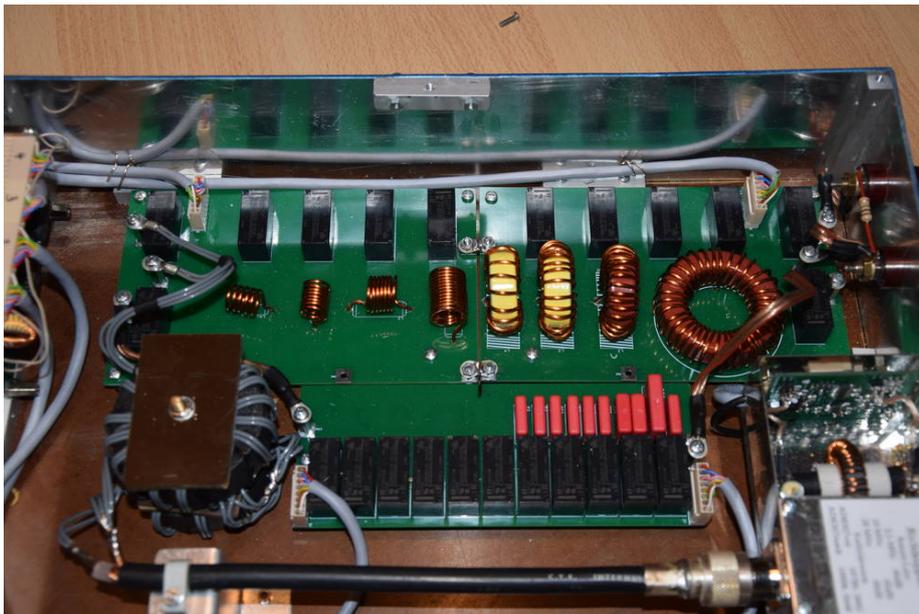
Angenommen die Spannung Pin15/16 beträgt 4,5 Volt. Betreiben wir die Beleuchtung mit 5V müssen wir 0,5V und 20mA dividieren und erhalten die Größe des Widerstandes.

$R = 0,5V / 0,02A = 25\text{Ohm}$ Bei 5V Stromversorgung.

$P = 0,5V * 0,02A = 0,01W$

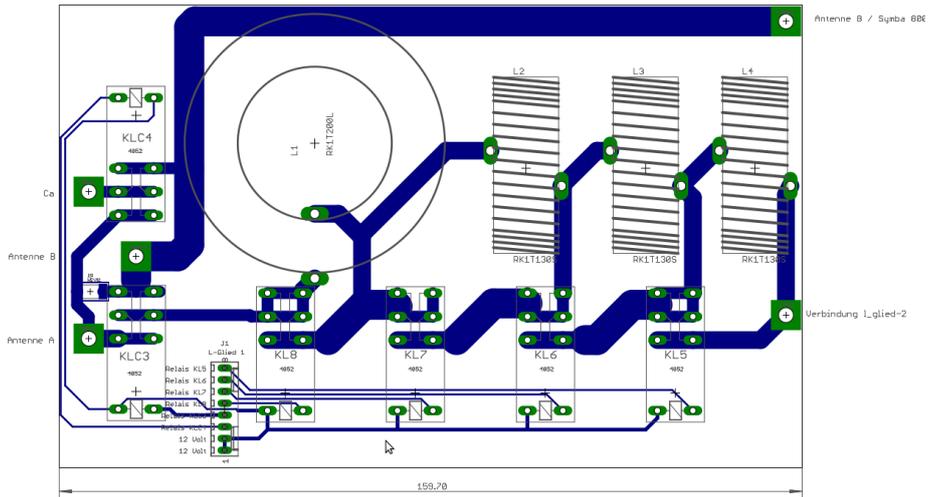
$R = 7,5V / 0,02A = 375\text{Ohm}$ Bei 12V Stromversorgung $P = 7,5V * 0,02A = 0,15W$ Der Widerstand wird etwas wärmer.

1.2.2 L-Platinen

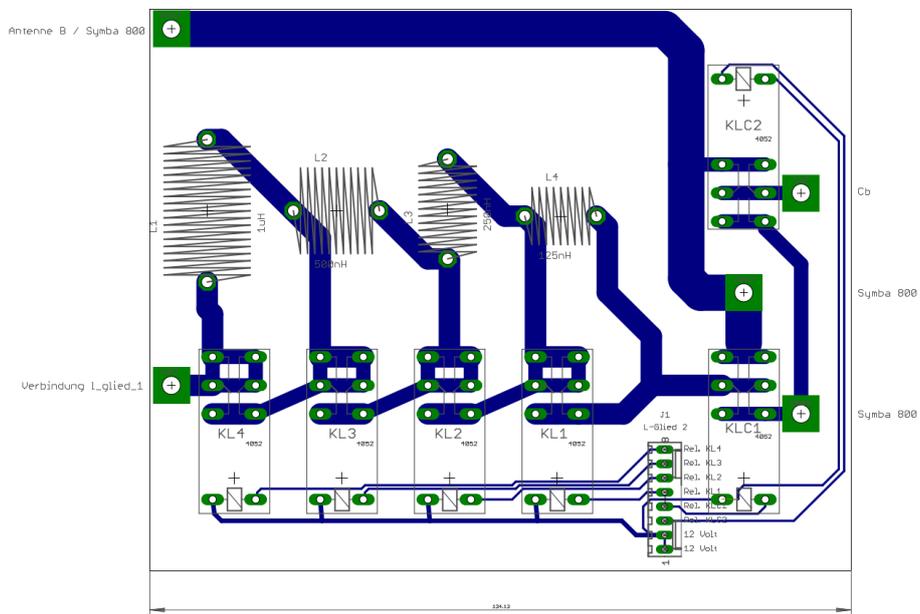


Die L-Platinen und die C-Platine in der Ansicht. Links ist auch noch der Hybrid-Balun SymBa800 zu sehen. Der Hybrid-Balun verhindert einen Rückfluss der Hochfrequenz zum Koaxialkabel (HF-Zuleitung).

Die 8 Induktivitäten des L-Gliedes habe ich auf 2 Platinen aufgeteilt. Auf jeder der beiden L-Platinen befinden sich je 4 Induktivitäten mit den 4 Relais und noch die 2 Relais für die Umschaltung der L/C Varianten.



Gesamtansicht der L-Platine1. Das ist ein Bildschirmfoto aus Eagle. Es sind die großen Induktivitäten zu sehen, 16uH, 8uH, 4uH und 2uH. Alle Induktivitäten sind auf Ringkernen gewickelt.



Gesamtansicht der L-Platine2. Das ist ein Bildschirmfoto aus Eagle. Es sind die kleine Induktivitäten zu sehen, 1uH, 500nH, 250nH und 125nH. Alle Spulen sind Luftspulen.

Induktivität	Spule
16uH	Ringkern Amidon T200-2 rot, 36 Windungen
8uH	Ringkern Amidon T130-2 rot, 26 Windungen
4uH	Ringkern Amidon T130-6 gelb, 20 Windungen
2uH	Ringkern Amidon T130-6 gelb, 14 Windungen
1uH	Luftspule 15mm x 21mm Länge 13 Windungen
500nH	Luftspule 15mm x 12mm Länge 7 Windungen
250nH	Luftspule 11mm x 14mm Länge 8 Windungen
125nH	Luftspule 11mm x 13mm Länge 5 Windungen

Für alle Spulen habe ich Kupferlackdraht 1,5mm Durchmesser verwendet (Reichelt CUL 500/1,50).

J1, L-Glied 1

J1, L-Glied 1	Beschreibung
1	12 Volt Stromversorgung
2	12 Volt Stromversorgung
3	Relais KLC4
4	Relais KLC3
5	Relais KL8 (16uH)
6	Relais KL7 (8uH)
7	Relais KL6 (4uH)
8	Relais KL5 (2uH)

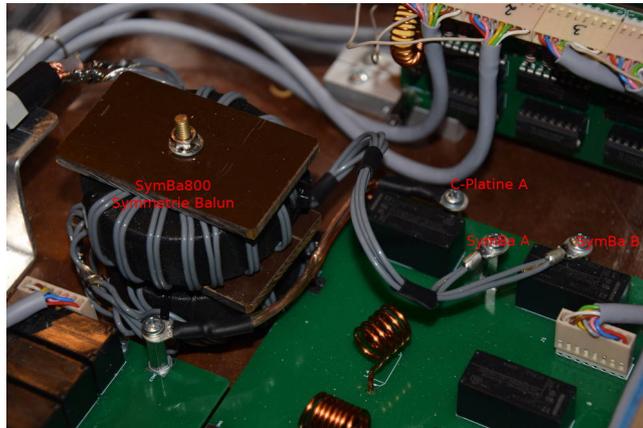
Stecker *J1-L-Glied1* wird mit Stecker *J4 L-Glied1* auf der Relaisreiber-Platine verbunden. Dazu habe ich Datenkabel LIYCY 8X0,14mm² von Reichelt verwendet. Der Schirm wird aber nur auf einer Seite (Relaisreiber-Platine) angeschlossen. Es sollen sich keine ungewollten HF-Masseschleifen bilden.

J1, L-Glied 2

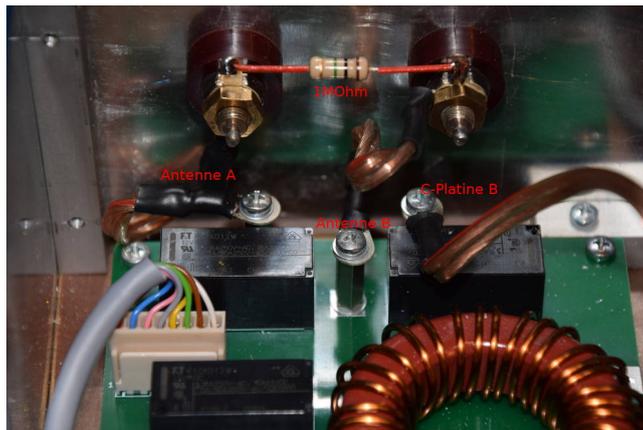
J1, L-Glied 2	Beschreibung
1	12 Volt Stromversorgung
2	12 Volt Stromversorgung
3	Relais KLC2
4	Relais KLC1
5	Relais KL1 (125nH)
6	Relais KL2 (250nH)
7	Relais KL3 (500nH)
8	Relais KL4 (1uH)

Stecker *J1-L-Glied2* wird mit Stecker *J3 L-Glied2* auf der Relaisreiber-Platine verbunden. Dazu habe ich auch Datenkabel LIYCY 8X0,14mm² von Reichelt verwendet. Der Schirm wird aber wieder nur auf einer Seite (Relaisreiber-Platine) angeschlossen. Es sollen keine ungewollten HF-Masseschleifen entstehen.

HF-Verbindungen Siehe auch Kapitel 1.2.6 auf Seite 16.



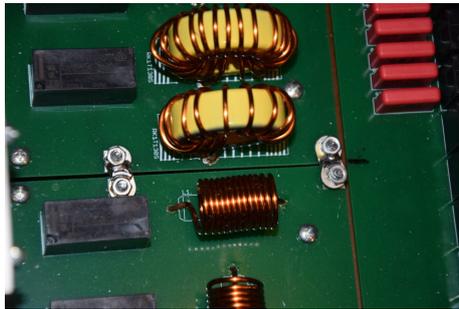
Für die HF Anschlüsse habe ich Messingbolzen M3mm 10mm länge an die L und C Platine geschraubt. Die Kabelschuhe lassen sich problemlos montieren. Die Anschlüsse vom SymBa800 habe ich etwas länger gelassen. An den Enden der Teflon-Wickellitze habe ich Kabelschuhe angelötet. Das ergibt eine sichere Verbindung zur L-Platine.



Als Verbindung zur C-Platine und den beiden Ausgängen der Antenne, habe ich Lautsprecher-Anschlusslitze verwendet. Die ist sehr flexibel.

Die 2 L-Platinen werden miteinander verbunden. Ich habe dazu je 2 Kabelschuhe verwendet und miteinander verlötet. Zusätzlich folgt die Erklärung der weiteren Abschlusspunkte.

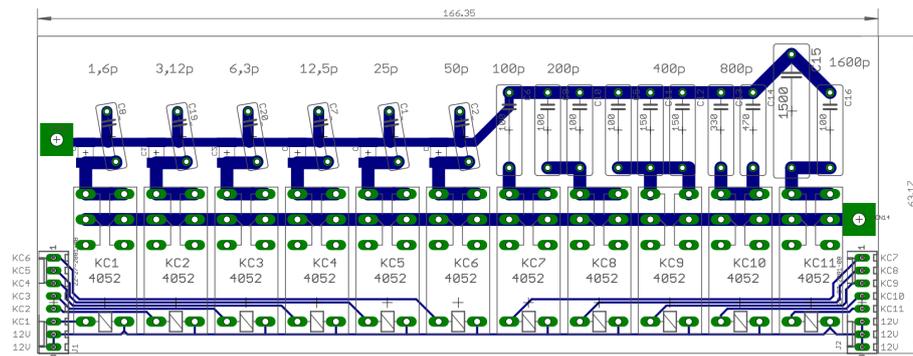
HF-Punkt A	Beschreibung	HF-Punkt-B
L-Glied1, CON1	2 abgeschnittene Kabelschuhe	L-Glied2, CON3
L-Glied1, CON13	2 abgeschnittene Kabelschuhe	L-Glied2, CON16
L-Glied1, CON11	zur C-Platine mit Litze	C-Glied, CON14
L-Glied1, CON14	Antennenanschluss A	Antenne
L-Glied1, CON15	Antennenanschluss B	Antenne
L-Glied2, CON7	zur C-Platine mit Litze	C-Glied, CON13
L-Glied2, CON17	zum SymBa800	Anschluss A
L-Glied2, CON18	zum SymBa800	Anschluss B



Für die beiden Verbindungen der Leiterplatten habe ich Kabelschuhe abgeschnitten und verlötet. Das war für mich die einfachste Lösung. Mechanisch sind beide L-Platine fest auf der Pertinaxplatte verschraubt.

1.2.3 C-Platine, SMD alt

Auf der C-Platine befinden sich alle 11 Kapazitäten mit den 11 Relais. Die Werte der Kapazitäten sind binär gestaffelt. Siehe Foto weiter vorn Seite 9.



Die überarbeitete Platine mit der Möglichkeit auch noch andere Kondensatoren als SMD einzusetzen.



Ansicht der C-Platine von unten. Die SMD Kondensatoren haben eine Spannungsfestigkeit von 2kV. Ich bin mir aber nicht sicher ob die Cs die hohen HF-Ströme verkraften.

Eine andere Möglichkeit die SMD-Cs zu ersetzen, wäre als Kondensatoren doppelt kaschiertes Leiterplattenmaterial zu benutzen. Auch spannungsfestes Koaxkabel als Kondensator wäre möglich. Zwischen Schirm und Seele ist genügend Spannungsfestigkeit.

Hier die eingesetzten Werte auf der Platine. Ich habe aber die C-Platine noch einmal überarbeitet und zusätzlich zu den SMD-Kondensatoren die Möglichkeit geschaffen bedrahtete Kondensatoren für die Werte 1,6pF bis 50pF einzulöten. Entweder Glimmer-Kondensatoren oder wie oben genannt doppelt kaschiertes Leiterplattenmaterial.

Kapazität	Kondensatoren
1600pF	FKP1-2000 1,5N + FKP1-2000 100P
800pF	FKP1-2000 330P + FKP1-2000 470P
400pF	FKP1-2000 100P + FKP1-2000 150P+ FKP1-2000 150P
200pF	FKP1-2000 100P + FKP1-2000 100P
100pF	FKP1-2000 100P
50pF	SMD 51pF 2kV (DIGI-KEY)
25pF	SMD 27pF 2kV (DIGI-KEY)
12,5pF	SMD 12pF 2kV (DIGI-KEY)
6,3pF	SMD 6,2pF 2kV (DIGI-KEY)
3,12pF	SMD 3,3pF 2kV (DIGI-KEY)
1,6pF	SMD 1,2pF 2kV (DIGI-KEY)

Die Verwendung von FKP1 Kondensatoren (2kV) ist nicht die ideale Lösung, aber es funktioniert gut. Ich habe festgestellt, dass diese Kondensatoren noch bessere Eigenschaften besitzen als so manchen Keramik Kondensatoren.

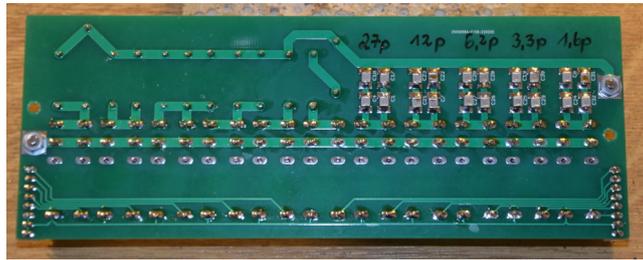
Belegung der Stecker J1, J2

J1, C-Glied	Beschreibung
1	Relais KC6 (50pF)
2	Relais KC5 (25pF)
3	Relais KC4 (12,5pF)
4	Relais KC3 (6,3pF)
5	Relais KC2 (3,12pF)
6	Relais KC1 (1,6pF)
7	12 Volt Stromversorgung
8	12 Volt Stromversorgung

J2, C-Glied	Beschreibung
1	Relais KC7 (100pF)
2	Relais KC8 (200pF)
3	Relais KC9 (400pF)
4	Relais KC10 (800pF)
5	Relais KC11 (1600pF)
6	12 Volt Stromversorgung
7	12 Volt Stromversorgung
8	12 Volt Stromversorgung

1.2.4 C-Platine, SMD neu

Die Steckerbelegung ist gleich. Aus Gründen der großen HF-Ströme habe ich für die kleinen Kapazitäten 4x SMD genommen. Mit 4 Kondensatoren kommt man wieder auf die gleiche Kapazität.



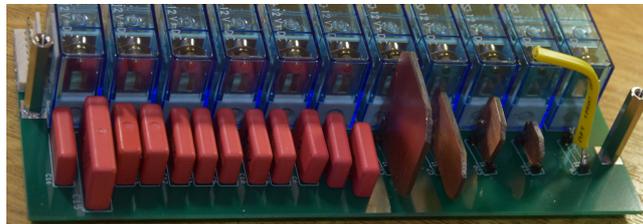
Jetzt habe ich 4 SMDs für einen Wert eingesetzt. So müsste das besser, sicherer sein.



Von oben sieht die Platine fast genau so aus. Nur die 50pF habe ich nicht mehr als SMD sondern 2x FKP1-2000 100pF in Reihe.

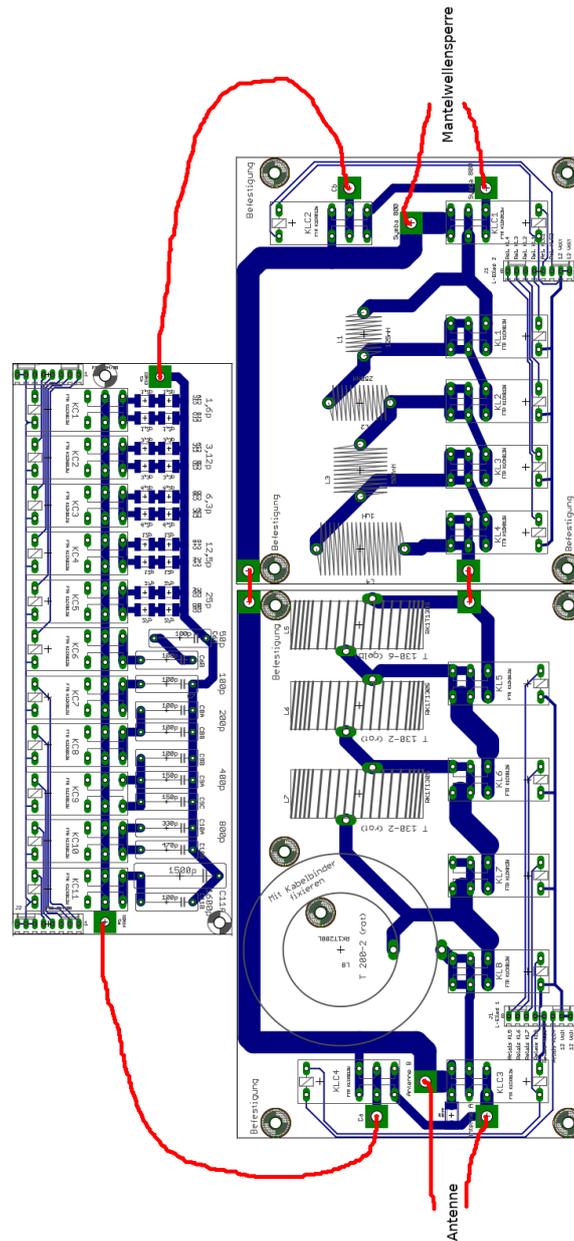
1.2.5 C-Platine, mit LP-Material

Eine weitere Variante habe ich auch getestet. Für die kleinen Kapazitäten kann man auch doppelt kaschiertes Leiterplattenmaterial verwenden.



Ich habe bei meinen Versuchen mit 500W keine Unterschiede zwischen den verschiedenen C-Platinen festgestellt. Mein Favorit ist die *C-Platine SMD neu*.

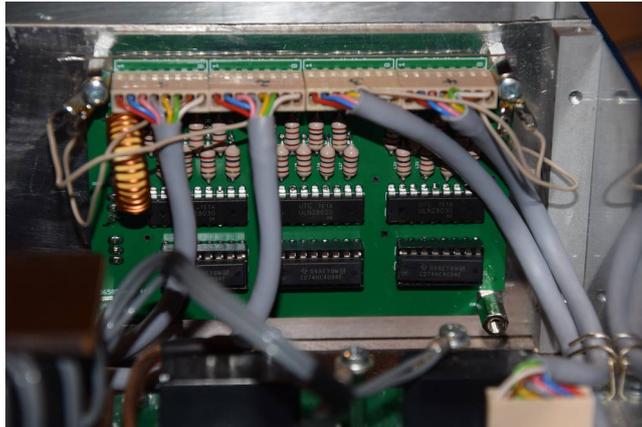
1.2.6 C-Platine, L-Platienen HF-Verdrahtung



Die roten Linien sind die HF-Verdrahtung. Im Musteraufbau 2 habe ich Teflonlitze mit M3 Kabelschuhen verwendet. Oben der Anschluss der Mantelwellensperre oder SymBa800. Unten die beiden Pole der Antennen. Beide Pole sind „HF-Gleichberechtigt“. Beim Anschluss einer unsymmetrischen Antenne nutze ich trotzdem den durchgehenden linken Antennenanschlusspol für das Gegengewicht der Antenne (Masse) und der rechte Pol ist für die Antenne. Bei einem Dipol oder einer Loop mit Lecherleitung wird hier die Lecherleitung angeschlossen.

1.2.7 Relaisdriver-Platine

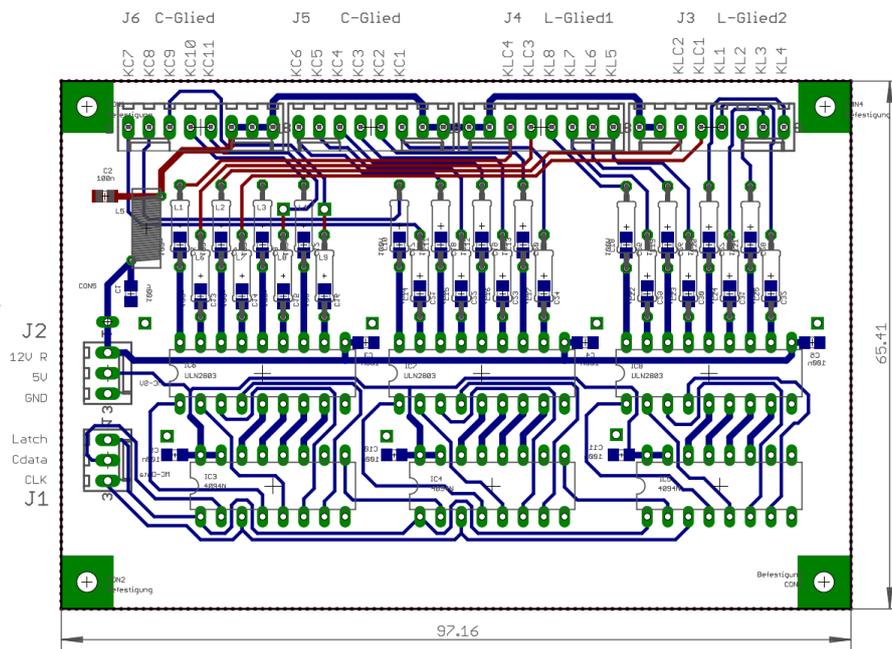
Die ICs für die Ansteuerung der Relais befinden sich auf einer extra Platine. 3 CMOS 4094 dienen als Schieberegister. Die Ausgänge der 4094 steuern die 3 Relaisreiber ULN2803 an. An den Ausgängen des ULN2803 sind Tiefpässe $100\mu\text{H} + 100\text{nF}$, die die rückwärts HF-Signale abblocken sollen.



Die Relaisreiberplatine ist an die Abschirmwand hinter der Frontplatine montiert.



Die Datenübertragung und Stromversorgung sind beides 3 polige PSS Stecker. Die darf man auf keinen Fall vertauschen. **Deshalb habe ich den SV Stecker rot markiert.**



J1 Daten J1 und J2 werden von unten an die Rückseite der Platine gelötet und *schauen* durch die Zwischenwand aus Aluminium zur MC-Platine.

Relaisdriver	Beschreibung	MC-Platine
J1		J7
1	Latch, Datenübernahme 4094	3
2	Daten für ICs 4094	2
3	CLK Takt ICs 4094	1

J2 Stromversorgung 12V, 5V J1 und J2 werden von unten an die Rückseite der Platine gelötet und *schauen* durch die Zwischenwand aus Aluminium zur MC-Platine. Am besten ist es den Stecker so einzulöten, dass sich eine 1 zu 1 Verbindung zur MC-Platine ergibt.

J1	Beschreibung
1	12 Volt
2	5 Volt
3	GND

J3 L-Glied2 Das ist die Verbindung zur L-Platine2. Die Ansteuerung der L Relais und der beiden Relais für die Umschaltung der LC-Variante.

J3, L-Glied 2	Beschreibung
1	12 Volt Stromversorgung
2	12 Volt Stromversorgung
3	Relais KLC2
4	Relais KLC1
5	Relais KL1 (125nH)
6	Relais KL2 (250nH)
7	Relais KL3 (500nH)
8	Relais KL4 (1uH)

J4 L-Glied1 Das ist die Verbindung zur L-Platine1. Die Ansteuerung der L Relais und der beiden Relais für die Umschaltung der LC-Variante.

J1, L-Glied 1	Beschreibung
1	12 Volt Stromversorgung
2	12 Volt Stromversorgung
3	Relais KLC4
4	Relais KLC3
5	Relais KL8 (16uH)
6	Relais KL7 (8uH)
7	Relais KL6 (4uH)
8	Relais KL5 (2uH)

J5 C-Glied Das ist die Verbindung zur C-Platine Stecker J1. Die Ansteuerung der C Relais.

J5, C-Glied	Beschreibung
1	Relais KC6 (50pF)
2	Relais KC5 (25pF)
3	Relais KC4 (12,5pF)
4	Relais KC3 (6,3pF)
5	Relais KC2 (3,12pF)
6	Relais KC1 (1,6pF)
7	12 Volt Stromversorgung
8	12 Volt Stromversorgung

J6 C-Glied Als Letztes die Verbindung zur C-Platine Stecker J2. Die Ansteuerung der C Relais.

J2, C-Glied	Beschreibung
1	Relais KC7 (100pF)
2	Relais KC8 (200pF)
3	Relais KC9 (400pF)
4	Relais KC10 (800pF)
5	Relais KC11 (1600pF)
6	12 Volt Stromversorgung
7	12 Volt Stromversorgung
8	12 Volt Stromversorgung

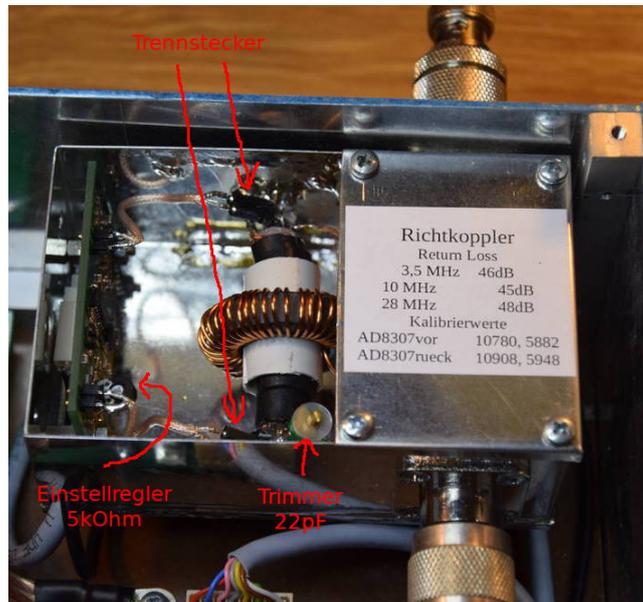
1.2.8 Messkopf. Richtkoppler

Für das Messen der Leistung und der Anpassung (Return Loss, SWR) habe ich wieder den Richtkoppler mit 2 Übertragern eingesetzt. Der Richtkoppler braucht wenig Abgleich. Er wird auch Tandem-Koppler genannt, wahrscheinlich wegen der 2 identischen Übertrager.

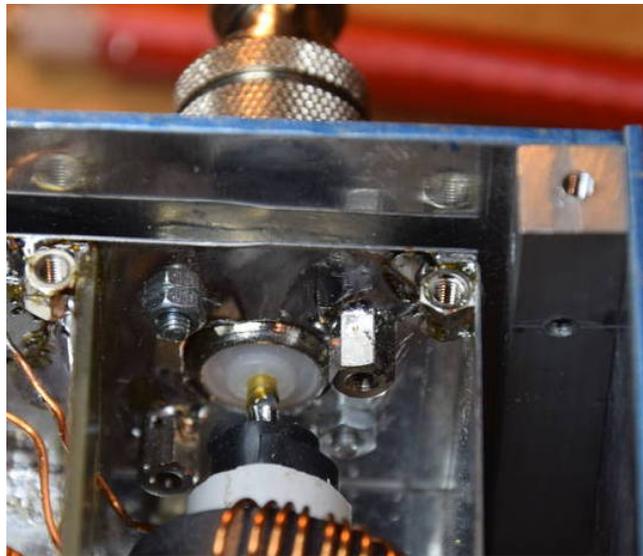


Ganz links ist die Messplatine. In der gleichen Kammer ist der Spannungsübertrager 36:1 und in der rechten Kammer der Stromübertrager 36:1.

Das Gehäuse für den Richtkoppler habe ich von *Schubert* 64x102x40 Breite,Länge,Höhe, KSS1 ohne Seitenteil. Die Trennwand mit 4 Löchern ist aus LP-Material. Beide Ringkerne sind Amidon FT-114-43. Jeder Ringkern hat 36 Windungen aus Kupferlackdraht 0,8mm. Die 1 Windung durch den Ringkern ist ein Stück Koaxkabel RG213. Wichtig! Der Schirm des RG213 wird nur auf einer Seite angelötet. Durch den Schirm darf kein Strom fließen. Der Schirm soll nur kapazitive Einstreuung zwischen Seele und Ringkern verhindern. Die Seele des RG213 wird rechts und links an die N-Buchse angelötet. In der zweiten Kammer wird die Seele an die beiden Lötstützpunkte aus LP-Material gelötet.

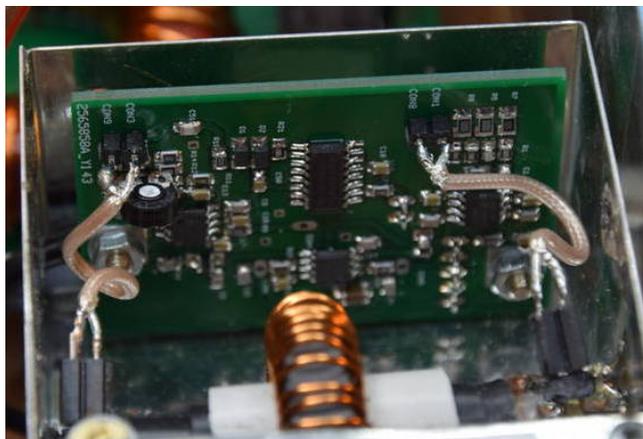


Ein Bild mit Deckel. Ich habe nur einen Deckel auf der „heißen“ Kammer, wo die Sendeleistung durch geht. Die linke Kammer ist ohne Abdeckung. Dadurch hat sich die Richtwirkung (Return Loss) verbessert. Eingezeichnet habe ich auch die 2 Trennstellen zum Kalibrieren, den Einstellregler 5k und den Kompensationstrimmer 22pF. Die Messwerte und Kalibrierwerte habe ich auf den Deckel geklebt.

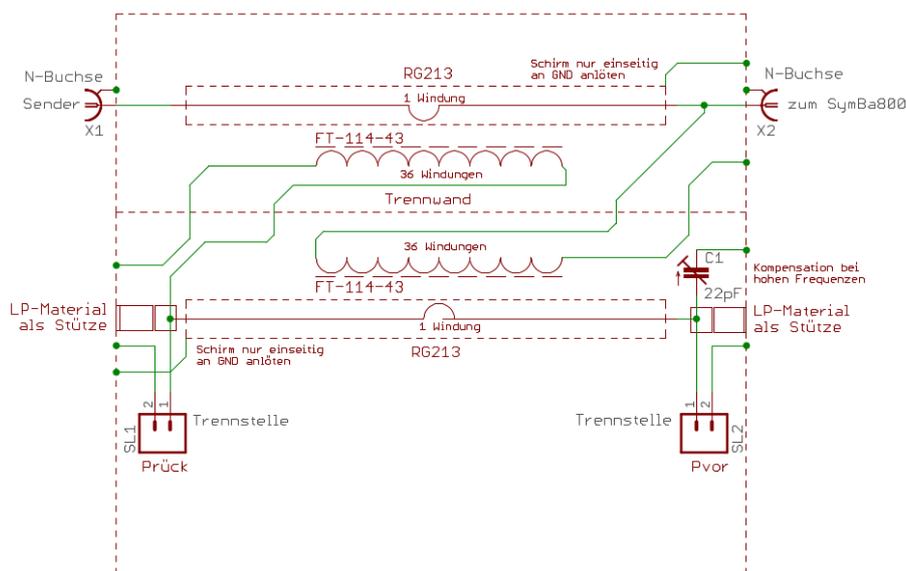


Hier die Einzelheiten meiner Befestigung des Richtkopplergehäuses an der Rückwand des PicATU500. Die eine N-Buchse, die nach außen zeigt ist nur mit 2 Schrauben in das Richtkopplergehäuse eingeschraubt. Die anderen beiden M3 Schrauben befestigen den Richtkoppler an der Rückwand. Für diese beiden Schrauben habe ich 2 Messingsechskant ins Richtkoppler-Gehäuse gelötet. Mit 2 Schrauben durch die Rückwand befestige ich das Gehäuse fest

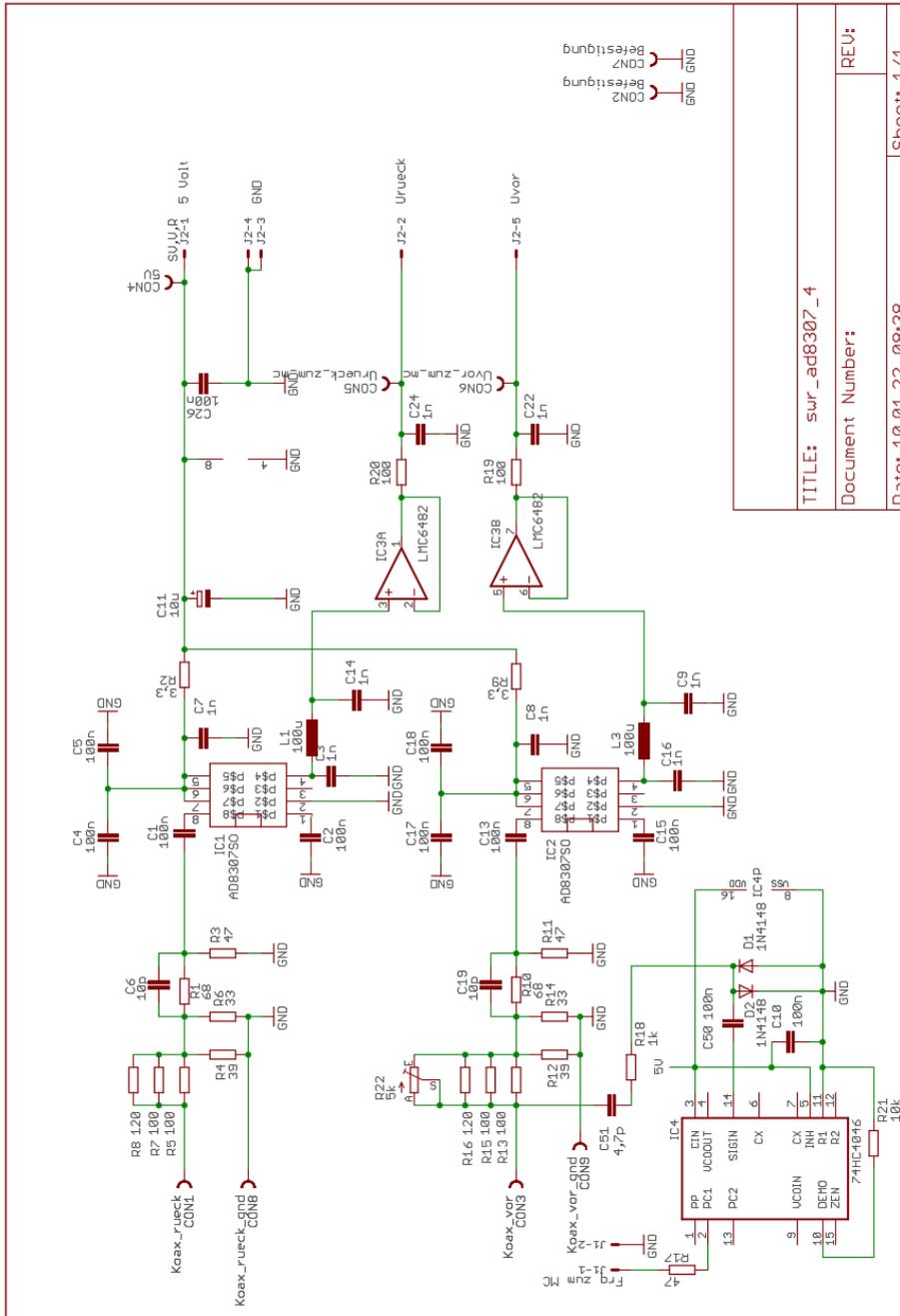
an die Rückwand. Das war für mich die einfachste Lösung.



Blick auf die Messplatine. Links der Vorlauf und rechts der Rücklauf. An beiden Messeingängen habe RG178 angelötet für die Verbindung zum Richtkoppler. Die Verbindungskabel sind steckbar und können aufgetrennt werden. Zum Kalibrieren brauchen wir diese Trennstelle. Den Einstellregler 5k habe ich nachträglich auf die Musterplatine gelötet. Bei den neuen LP ist der Einstellregler auf der Platine mit vorgesehen. Der Einstellregler wird nur auf der Vorlaufseite benötigt. An dieser Stelle muss die Impedanz möglichst genau 50,0 Ohm betragen. Der imaginäre Anteil der Impedanz wird mit dem Trimmer C1 22pF kompensiert.



Das Schaltbild des Richtkopplers. Als Stützstellen habe ich LP-Material verwendet. So seitlich angelötet ist die Kapazität sehr gering. Mit dem Trimmer wird bei hohen Frequenzen auf maximales Return Loss eingestellt. Den Abgleich beschreibe ich im Kapitel 1.3.4.1 auf Seite 33.



Mit dem Einstellregler 5k wird bei niedriger Frequenz auf maximales Return Loss gestellt. Der Eingangswiderstand (Impedanz) wird genau auf 50,0 Ohm gezogen.

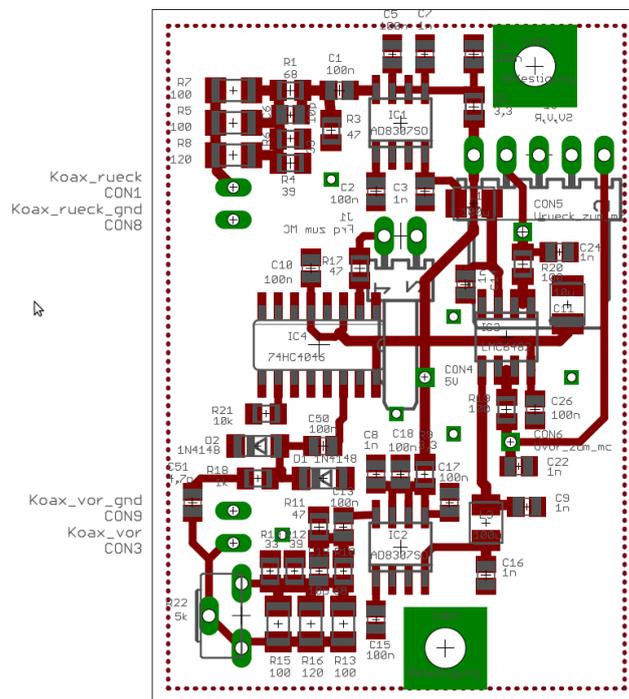
TITLE: swr_ad8307_4

Document Number:

Date: 10.01.22 08:38

REV:

Sheet 1/1



Abbild der Messplatine aus Eagle generiert. Die beiden Messanschlüsse zeigen nach oben bei der Montage im Gehäuse. Die beiden Stecker J1, J2 sind abgewinkelt und werden unter der Platine eingelötet. Links unten ist der Einstellregler für die Impedanzanpassung.

J1 Frequenzmessung, 2-polig Hier wird das RG174 angeschlossen. Das RG174 wird bis zur MC-Platine J4 geführt.

J2 SV, V, R, 5-polig Hier schließen wir das Verbindungskabel zur MC-Platine an. Eine Ader versorgt die Messplatine mit 5V. 2 Adern sind für die Messspannung und eine Ader ist GND, Masse.

J2	Beschreibung	MC-Platine J2
1	+5 Volt Stromversorgung	Pin 1
2	Messspannung Rücklauf	Pin 5
3	GND (Schirm)	Schirm Pin 2
4	GND	Pin 4
5	Messspannung Vorlauf	Pin 3

Das Verbindungskabel ist Datenkabel LIYCY 4x0,14mm² von Reichelt. **Wichtig!! Der Schirm wird an beiden Seiten angeschlossen.**

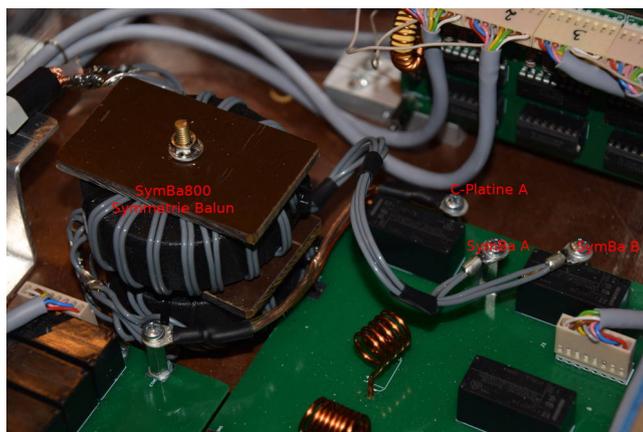
1.2.9 Der Symmetrie-Balun, Hybrid-Balun, SymBa800

Hybridbalun nach DG0SA DG0SA hat eine Kombination aus Symmetrierglied 50 zu 50 Ohm und Sperrglied 50 Ohm konstruiert. Ich habe diesen sogenannten Hybridbalun nachgebaut. Der Balun folgt nach dem Richtkoppler und

dessen Ausgang geht auf das umschaltbare L-C-Glied. Wie der Balun hergestellt wird, ist in den PDF's von DG0SA nachzulesen.

Für den SymBa800 gibt es 2 Versionen der Ausführung. Zuerst habe ich die neuere Version 2.0 nachgebaut. Die Messungen am Balun waren bei hohen Frequenzen aber sehr schlecht. Eventuell könnte das daran gelegen haben, dass ich keinen Kupferlackdraht 2mm verwendet habe sondern Teflon-Litze, die eine stärkere Isolierung hat. Das Durchgangs-SWR war sehr schlecht.

Die Wickelvorschrift der alten Version brachte den gewünschten Erfolg. Diesen Balun habe ich in den PicATU500 eingesetzt.



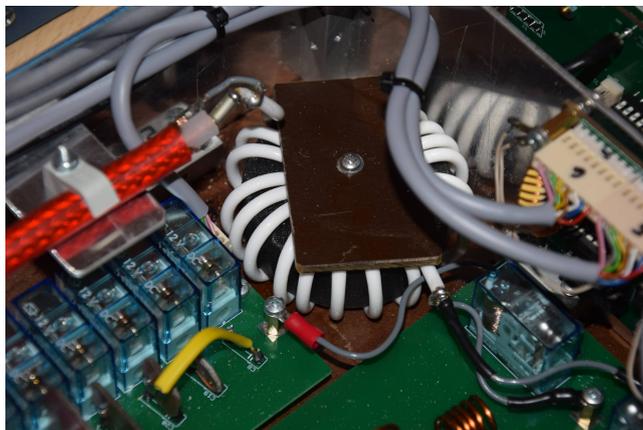
Hier noch einmal das Bild vom Symmetrietübertrager.

Einfache Mantelwellensperre Nach meinen neusten Erkenntnissen reicht aber auch eine einfache Mantelwellensperre mit 16 Windungen RG188 auf einem Ringkern „Würth 74270191“ aus. 16 Windungen ergeben eine Induktivität von 300uH. Für die niedrigste Frequenz, 1,8MHz ist das noch ein Wechselstromwiderstand von 3,3kOhm. Auf den höheren Bändern ist der Widerstand noch größer. Wichtig ist, nach dem Balun sind beide Pole HF-mäßig „heiß“. Auf keinen Fall darf ein Ausgang mit Masse/GND verbunden werden.



Der einfache Balun mit 16 Windungen RG188.

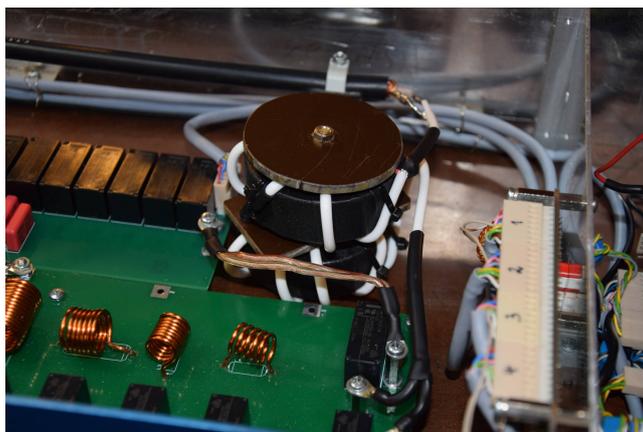
Das RG188 ist sehr dünn für die große Leistung. Ich habe ein noch besseres Kabel gefunden. DXwire hat ein PTFE-Koaxkabel mit der Bezeichnung „DXW 50 Spezial Koaxkabel“. Dieses Kabel verträgt bis zu 1,5kW.



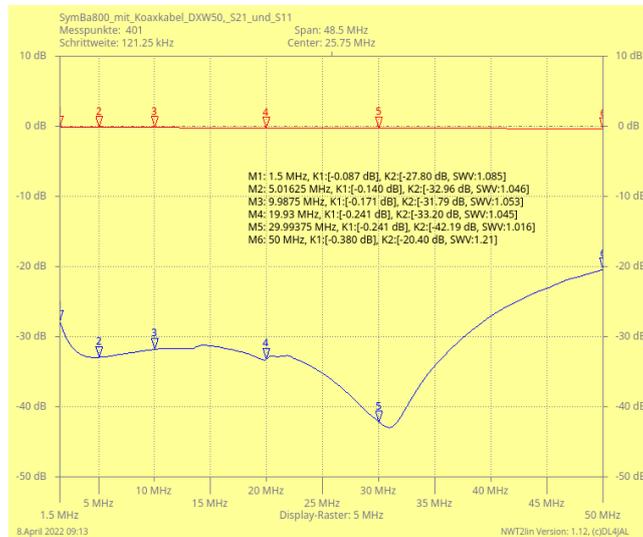
Mantelwellensperre mit DXW50 in meinem zweiten Musteraufbau. Die Sperrwirkung ist groß genug, selbst bei 1,8 MHz.

Hybridbalun mit „DXW 50 Spezial Koaxkabel“ Ich habe nach der Wickelvorschrift „DG0SA_symba200.pdf, 200Watt-Version“ einen Hybridbalun für große Leistung angefertigt. Durch die Verwendung des „DXW 50 Spezial Koaxkabel“ sind die Messwerte sehr gut geworden. Die Windungszahl des Koaxkabels und der Hilfswicklung auf dem ersten Ringkern (Balun) habe ich reduziert auf 4 bis 5 Windungen. Mehr als 5 Windungen sollten es aber nicht sein. Das SWR verschlechtert sich sonst wieder.

Auf dem zweiten Ringkern (Mantelwellensperre) sind nur 8 Windungen. Es können aber auch noch mehr Windungen aufgebracht werden.

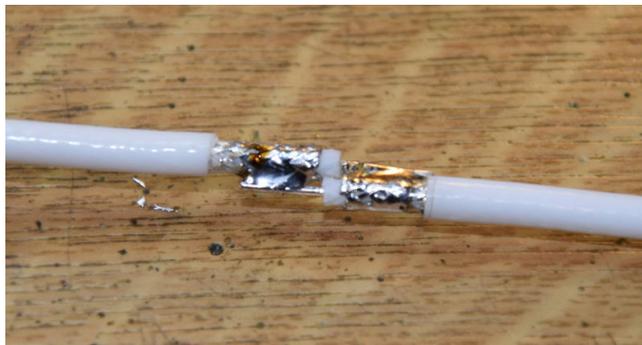


Der neue Symba800 mit Koaxkabel. Oben der Balun, unten die Mantelwellensperre. Die Hilfswicklung, 4 oder 5 Wdg., ist hier nicht zu sehen.



Die Messwerte sind sehr gut. Die rote Linie ist die Durchlassdämpfung. Gemessen mit dem hochauflösenden linearen Messkopf. Blaue Linie das SWR.

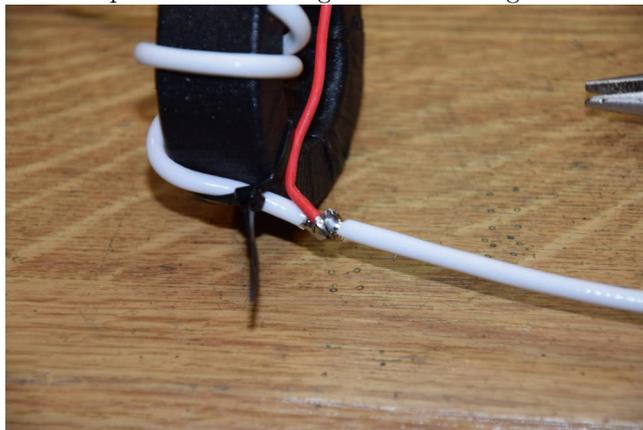
Raffiniert ist in der Anleitung „DG0SA_symba200.pdf“ der Wechsel von Seele und Schirm nach halber Windungszahl des Baluns. Dadurch kann die Hilfswicklung 4 bis 5 Wdg. auf beiden Seiten an der Schirm des Koaxkabels gelötet werden. **Sonst müsste die Hilfswicklung auf einer Seite mit der Seele verbunden werden!** Ich habe eine Weile gebraucht um das zu verstehen. Mehr als 5 Windungen sollten es aber nicht sein. Das SWR verschlechtert sich sonst wieder.



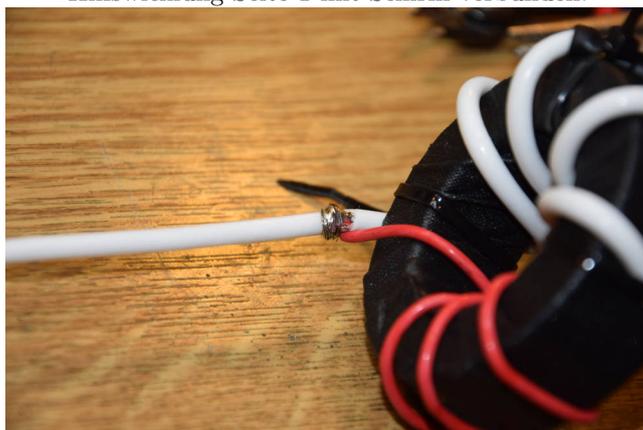
Seele und Schirm vertauscht zusammen gelötet.



Mit Schrumpfschlauch überzogen und am Ringkern befestigt.



Hilfswicklung Seite 1 mit Schirm verbunden.



Hilfswicklung Seite 2 mit Schirm verbunden. Der Balun ist fertig. Koaxkabel 4 bis 5 Wdg. und 4 bis 5 Wdg. Zusatzwicklung.

Mit dem langen Ende des Koaxkabel werden 8 Wdg. oder auch noch mehr

auf den zweiten Ringkern gewickelt. Das ist wird die Mantelwellensperre. Der Hybridbalun „SymBa800“ ist fertig aufgebaut.

1.2.9.1 Der Symmetrie-Balun, Materialbeschaffung

Ringkerne: Würth 74270191

- <https://www.dx-wire.de/> Bestellnummer: T60-620, Artikelnummer: 10003
- <https://www.reichelt.de/> Artikel-Nr.: WUE 74270191

DXW50 Spezial PTFE Koaxkabel 50 Ohm

- <https://www.dx-wire.de/> Artikelnummer: 40003

Verschiedene PTFE (Teflon®) - Litze AWGxx

- <https://www.dx-wire.de/> PTFE (Teflon®) - Litze AWG18 Artikelnummer: 16002
- <https://www.dx-wire.de/> PTFE (Teflon®) - Litze AWG16 schwarz Artikelnummer: 16013
- <https://www.dx-wire.de/> PTFE (Teflon®) - Litze AWG16 rot Artikelnummer: 16014

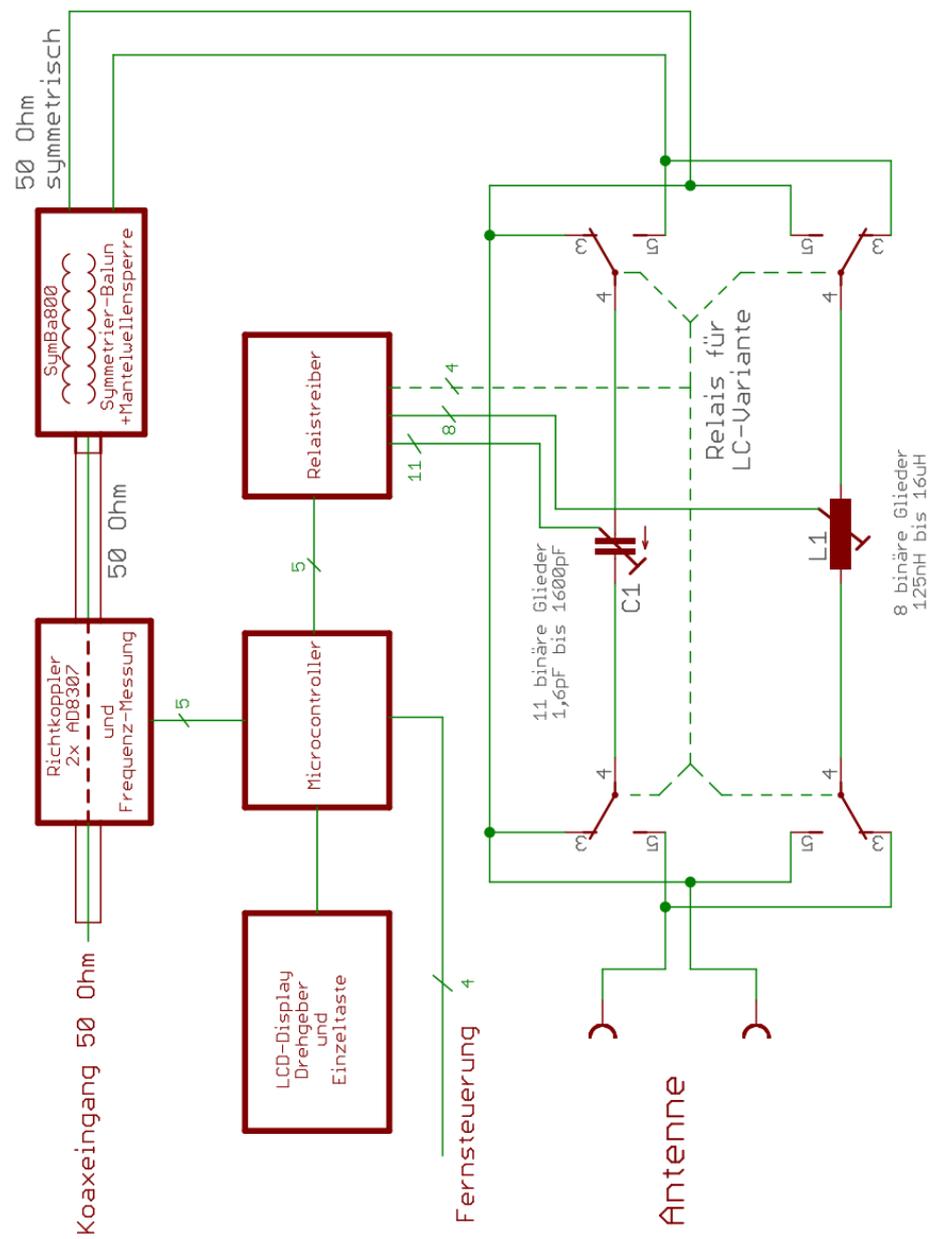
Elektroisolierband zum bewickeln der Ringkerne

- <https://www.reichelt.de/> VDE Elektroisolierband, 25 m, 25 mm, schwarz max.105 Grad C, Artikel-Nr.: CORO 1852

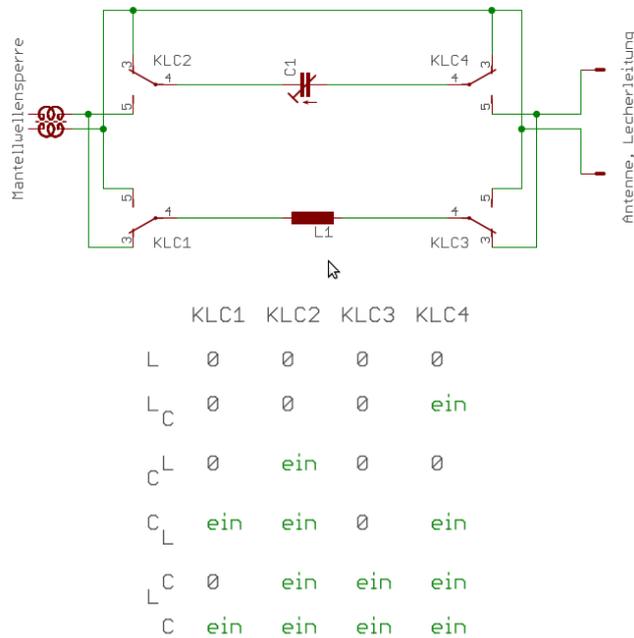
1.3 Inbetriebnahme, PicATU500 Tuner

In diesem Kapitel beschreibe ich die Inbetriebnahme des PicATU500.

1.3.1 Blockschaltbilder



Eine Übersicht vom PicATU500.



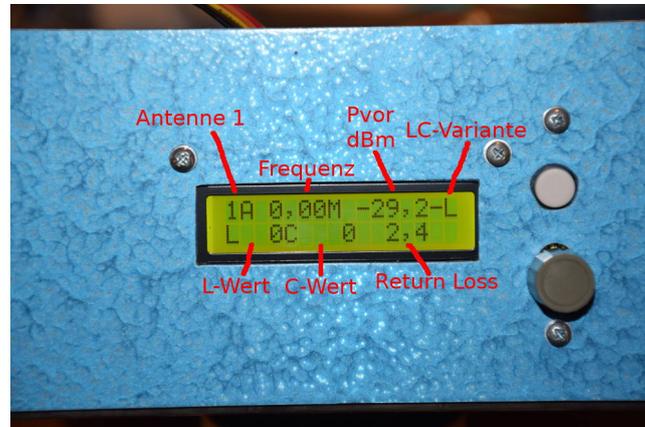
Hier das Blockschaltbild der LC-Varianten. Bei meinen Tunern hat sich bewährt das LC-Glied HF schwimmend anzuordnen und umschaltbar zu machen. Die Umschaltung ermöglicht 4 verschieden LC-Varianten plus nur L und nur C. Bei manchen Impedanzen ist durch ein Tausch von L und C die Anpassung besser zu bewerkstelligen.

Beispiel 1: imaginärer Widerstand von 10 Ohm geht besser mit einem L einzustellen. (10Ohm = bei 10 MHz etwa 150nH, Kapazitiv würde das 1600pF entsprechen (ungünstig))

Beispiel 2: imaginärer Widerstand von 1 kOhm geht besser mit einem C einzustellen. (1kOhm = bei 10 MHz etwa 15pF, Induktiv würde das 16uH entsprechen (etwas ungünstig))

Die Koaxbuchsen X1 und X2 muss man sich weg denken. Für X1 wird der Symmetrieübertrager angeschlossen. Ich habe ein Kombination von Symmetrieübertrager und Mantelwellensperre (SymBa800 von DG0SA) eingebaut. An X2 wird die Antenne angeschlossen.

1.3.2 Display nach PowerON



Nach „PowerON“ sieht das Display so aus.

Liegt ein Sendesignal an ändert sich das Display in Zeile1.



Zeile1 links das SWR dann folgt die Sendeleistung. Alles andere bleibt so.

1.3.3 Funktionskontrolle der Relais

Wichtig für das automatische Tunen ist die richtige Ansteuerung der Relais. Die Funktionskontrolle der Relais ist wichtig. Das L-Glied muss beim Einstellen der Werte 0 bis 255 kontinuierlich in der Induktivität ansteigen. Auch das C-Glied sollte zwischen den Werten von 0 bis 2047 kontinuierlich in der Kapazität steigen.

Ich habe deshalb ein SETUP-Funktion „Relais-Test“ programmiert. Damit kann jedes Relais einzeln in seiner Funktion kontrolliert werden. **Durch langes Drücken der Einzeltaste kommt man in das SETUP.** Mit dem Drehgeber wird dann die Funktion „Relais-Test“ ausgewählt. Mit dem Drehgeber können wir jedes Relais einzeln ansteuern. Das im Display angezeigte Relais zieht an. Zusätzlich wird der PSS-Stecker angegeben, an dem wir messen müssen. Alle anderen Relais sind abgefallen. Messen kann man das an den PSS-Steckern auf der Platine „Relaistreiber“ oder „Platinen L1, L2 und C“. Ich habe mir ein einfaches Prüfmittel zusammen gelötet, bestehend aus einer *Nadel+LED-Diode+1k+50cm Litze mit Masseklemme*. Alles in Reihe geschaltet. Die Masseklemme kommt an GND und mit der Nadelspitze kann ich alles abtasten. Ist das Relais angezogen geht die LED aus. Bei allen abgefallenen Relais leuchtet die LED, da 12V über die Relaiswicklung anliegen. Im Display ist zu lesen welches Relais angezogen hat und an welchem Stecker und Pin gemessen werden kann. Zusätzlich wird der Stromverbrauch des PicATU bei jedem Relais kontrolliert. Ein Relais verbraucht etwa 30mA. Ziehen 2 Relais an sieht man das sofort am

steigenden Stromverbrauch. Das darf nicht passieren. Es werden alle 23 Relais durchgeschaltet und kontrolliert. Sind alle Relais kontrolliert wird mit einem *langen Tastendruck* die Funktion beendet.

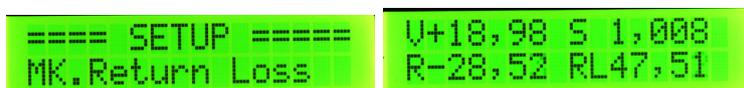
1.3.4 Der Mess-Richtkoppler

Mit dem Richtkoppler könne wir die Vorlaufleistung und die reflektierte Rücklaufleistung messen.

1.3.4.1 Abgleich der Rückflussdämpfung, Richtschärfe

Bei idealem Abschluss mit 50 Ohm Impedanz sollte die Rücklaufleistung sehr gering sein. Auch hier hilft uns dabei eine Funktion im SETUP „MK.Return Loss“. Diese Funktion hilft uns die Richtschärfe optimal einzustellen.

1. Zuerst schrauben wir das Koaxkabel zum Symmetrieträger „Sym-Ba800“ ab.
2. Den Richtkoppler-Ausgang schließen wir mit einem guten Abschlusswiderstand 50 Ohm ab.
3. Für den Abgleich benötigen wir etwa 100mW Sendeleistung. **Achtung! der Abschlusswiderstand muss die Leistung vertragen.**
4. Im SETUP die Funktion „MK.Return Loss“ starten.
5. Den Trimmer 22pF im Richtkoppler stellen wir auf kleinste Kapazität.
6. 1. Sendefrequenz beträgt 3,5 MHz. Mit dem Einstellregler *R22 5k* auf der Messplatine regeln wir auf bestes *SWR* oder größtes *Return Loss* ein. Ich habe mehr als 40dB Return Loss geschafft. Das ist ein sehr guter Wert.
7. 2. Sendefrequenz ist 28 MHz. Mit dem *Trimmer 22pF* im Richtkoppler regeln wir auf bestes *SWR* oder größtes *Return Loss* ein. Hier habe ich auch mehr als 40dB Return Loss geschafft.
8. Jetzt noch einmal bei 3,5 MHz, 10 MHz und 28 MHz nachkontrollieren. Bei allen Frequenzen muss das Return Loss besser 30dB sein. Das entspricht einem SWR von 1,06. Ich habe überall > 45dB erreicht. Es braucht aber nicht so gut zu sein.



```
==== SETUP =====
MK.Return Loss

U+18,98 S 1,008
R-28,52 RL47,51
```

Meine Messwert sind sehr sehr gut. Oben das SWR 1,008 unten Return Loss 47dB bei 3,7 MHz. Bei 28 MHz sieht es ähnlich aus. „V“ und „R“ ist Vorlauf und Rücklauf in dBm.

Siehe auch PDF „picatu500_Tuner_SW_1.0x“, Kapitel 1.5.2 „MK.Return Loss“.

1.3.4.2 Kalibrieren der beiden AD8307

Auf der Messplatine sind zwei AD8307 verbaut. Ein AD8307 misst die Vorlaufleistung und ein AD8307 die Rücklaufleistung. In der Firmware habe ich für beide ICs die Kalibrierwerte voreingestellt, so dass sofort der PicATU500 genutzt werden. Beim Ermitteln der Return Loss oder SWR Werte kommt es nicht auf das genaue dB an.

Wer aber genauere Messwerte haben möchte sollte beide AD8307 nachkalibrieren. Zum Kalibrieren benötigen wir.

1. HF Generator mit genau 1.00 mW (0 dBm) Ausgangsleistung an 50 Ohm. Frequenz im Kurzwellenbereich. Bewährt hat sich der Kalibriergenerator „AATiS AS600“ mit genau 0 dBm Pegel bei 3,6 MHz.
2. Ein genaues Dämpfungsglied 30 dB.

Der Ablauf einer Kalibrierung mit HF-Pegel

1. Zuerst starten wir im SETUP die entsprechende Funktion. Je nach dem welcher AD8307 kalibriert werden soll.
2. Das Anschlusskabel (bei mir RG178) wird vom Richtkoppler abgezogen und ein Pegel von 0 dBm eingespeist.
3. Im Display die Anzeige des AD-Wertes bei „0 dBm“ sollte auf größer 10000 gehen.
4. Warten bis der AD-Wert sich nicht mehr ändert und als OK die Einzeltaste drücken.
5. Den Pegel mit dem Dämpfungsglied 30dB auf -30 dBm verringern.
6. Warten bis der AD-Wert sich nicht mehr ändert und als OK die Einzeltaste drücken.
7. Die Kalibrierwerte werden berechnet und jetzt entweder OK und speichern oder Abbruch und nicht speichern.

Mit „View“ kann man sich alle Werte noch einmal anschauen und eventuell die beiden AD-Werte für 0dBm und -30dBm notieren für die „manuelle Kalibrierung“ (nur die Eingabe der AD-Werte, ohne HF-Pegel).

Ich habe die Messwerte auf ein Label geschrieben und das Label auf den Deckel des Richtkopplers geklebt.



Richtkoppler	
Return Loss	
3,5 MHz	46dB
10 MHz	45dB
28 MHz	48dB
Kalibrierwerte	
AD8307vor	10780, 5882
AD8307rueck	10908, 5948

So habe ich die einmal ermittelten Kalibrierwerte immer zur Hand für eine erneute Eingabe.

Siehe auch PDF „picatu500_Tuner_SW_1.0x“, Kapitel 1.5.3 „Kalib. Vorlauf“ und Kapitel 1.5.4. „Kalib. Ruecklauf“.

Alle Funktionen die mit Kalibrieren zusammen hängen im Überblick

„**Kalib. Vorlauf**“ Diese Funktion ist für das erste Kalibrieren mit HF-Pegel.

„**Kal.manuell Vor**“ Funktion ist für den Fall, wenn die beiden AD-Wandlerwerte schon einmal ermittelt wurden und nach einem FW-Wechsel die alte Kalibrierung wieder eingestellt werden soll. Es werden nur die beiden AD-Werte für 0 dBm und -30 dBm mit dem Drehgeber eingestellt und es wird alles neu berechnet.

„**Kalib. Ruecklauf**“ Wie bei *Kalib. Vorlauf* ist diese Funktion für das erste Kalibrieren mit HF-Pegel.

„**Kal.man. Rueck**“ Einfache Funktion ist für den Fall, wenn die beiden AD-Wandlerwerte bekannt sind und nach einem FW-Wechsel die alte Kalibrierung wieder eingestellt werden soll. Es werden nur die beiden AD-Werte für 0 dBm und -30 dBm mit dem Drehgeber eingestellt und es wird alles neu berechnet.

„**View MKxy Vor**“ Alle Werte werden für die Dauer von 5 Sekunden angezeigt. Die Funktion beendet sich selbstständig.

„**View MKxy Rueck**“ Alle Werte werden für die Dauer von 5 Sekunden angezeigt. Die Funktion beendet sich selbstständig.

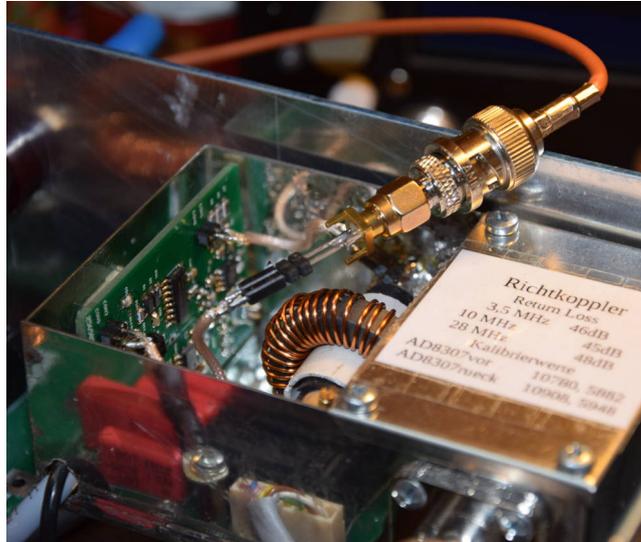
„**View dBm+A/D,V+R**“ In dieser Funktion wird ständig mit der Messplatine im Richtkoppler der Pegel gemessen (die Auskoppeldämpfung wird heraus gerechnet). Und zwar Vorlauf und Rücklauf gleichzeitig. Es wird der Pegel in „dBm“ angezeigt. Zusätzlich wird der A/D-Wandler-Wert mit angezeigt. Der A/D-Wandler hat 10 Bit Wandlerbreite (0..1032). Bitte nicht wundern. Es werden viel größere Werte angezeigt. Das liegt an der Messfunktion. Es werden 32 Messungen zu einem Wert aufaddiert. Das ergibt eine Zahl zwischen 0..32736. In der Messfunktion wird 32 mal hintereinander immer Uvor und Urück gemessen. Durch diese Messschleife wird zeitlich gesehen Uvor und Urück fast zur gleichen Zeit gemessen. Das habe ich mir ausgedacht, um eine genaueres Return Loss zu erhalten in der Match-Funktion.

Mit dieser Funktion kann kontrolliert werden, ob die Messplatine ordentlich arbeitet.

U: -60,0dBm 988	U: -56,4dBm 1572
R: -57,8dBm 1352	R: + 0,0dBm 10912

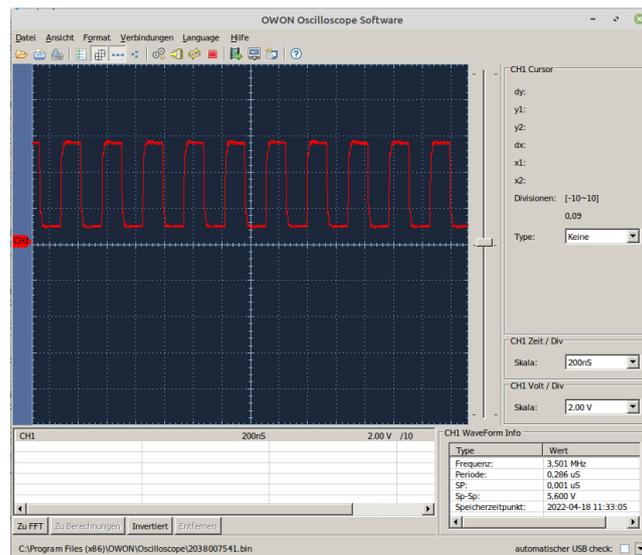
Links ohne Signal im Leerlauf. Rechts Pegel-Rücklauf 0 dBm. Das Signal habe ich direkt an der Messplatine eingespeist.

1.3.4.3 Frequenzmessung im Richtkoppler testen

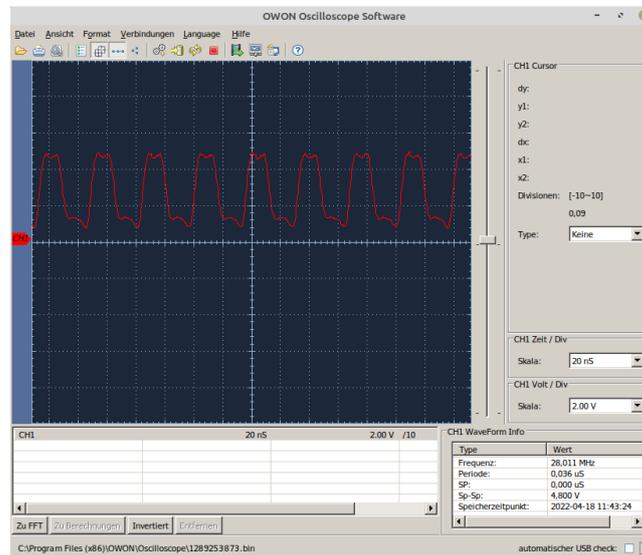


Vom Messender direkte Einspeisung der HF (Messplatine CON3/9), wie beim Kalibrieren des Pegels.

Auf der Messplatine „Koax_vor“ CON3/9 wird vom Richtkoppler der Messausgang Pegel-Vorlauf eingespeist. Für die Frequenzmessung wird über die Kombination C51/4,7pF und R18/1k wird ein geringer Teil des Vorlaufpegels angekoppelt. Die Dioden D1 und D2 verhindern eine zu hohe Spannung der Sinuswelle. Der 74HC4046 wandelt die Sinuswelle in Rechteckschwingungen. Am Ausgang Pin2 kommt ein Rechtecksignal gleicher Frequenz heraus. Bei 3,5MHz funktioniert die Wandelung in eine Rechteckschwingung schon ab -10dBm direkt an CON3/9. Bei 28MHz sind etwa +5dBm notwendig. Das ist etwas abhängig vom Exemplar des IC 74HC4046.



Bei 3,5 MHz reicht ein Pegel von -10dBm an CON3/9. Gemessen auf der mc2-Platine J4, Pin1.



Bei 28 MHz ist ein Pegel von +5dBm an CON3/9 nötig. Gemessen auf der mc2-Platine J4, Pin1.

Wenn das funktioniert im SETUP die Funktion „Kalib.Offset-Frq“ starten. Die gemessene Frequenz steht im Display.



Link Messplatine CON3/9 3,5MHz und rechts 28MHz.

Jetzt kann man noch bei einer hohen Frequenz (28MHz) mit dem Drehgeber das „Offset“ korrigieren, so dass die Frequenz im Display mit der Sendefrequenz nahezu überein stimmt.

Siehe auch PDF „picatu500_Tuner_SW_1.0x“, Kapitel 1.5.5 „Kalib.Offset-Frq“.

Kapitel 2

PicATU500- Fernsteuerbaugruppe

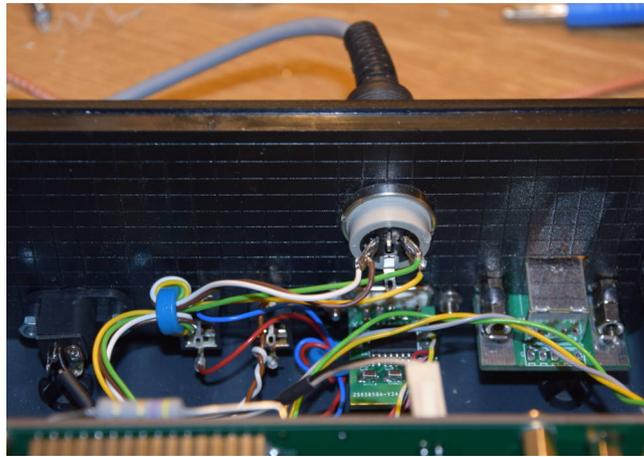
In der Regel wird der PicATU500 über die Fernsteuerung betrieben.



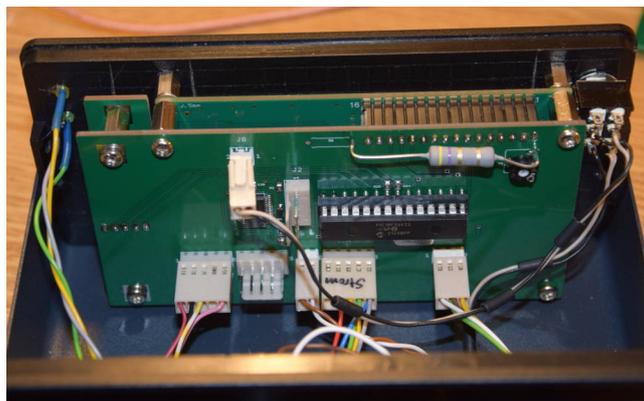
Die BG in Betrieb. Ein 4 zeiliges Display zeigt alle Informationen.



An der Rückwand sind alle Anschlüsse. Für das Split-Filter habe ich auch eine serielle RS232. Das Split-Filter schaltet je nach Frequenz die richtige Filterkombination. Die Fernsteuerleitung wird an eine DIN-Buchse angeschlossen (4 Drähte).

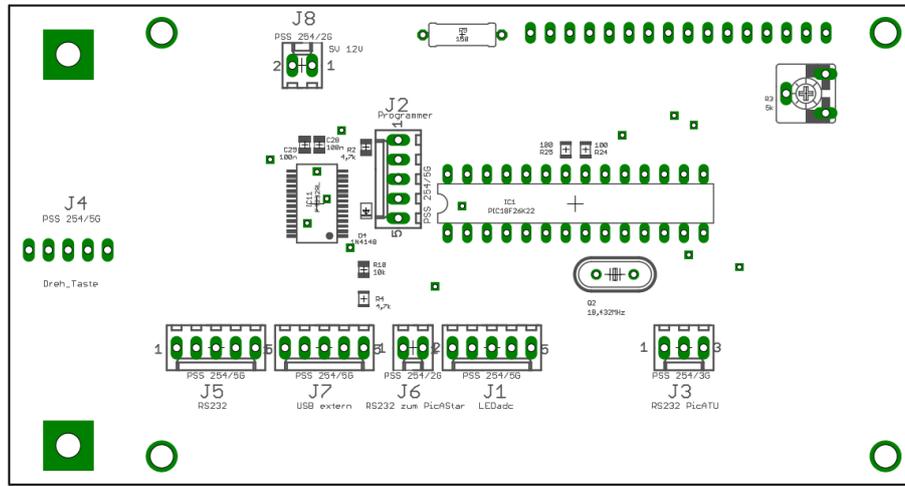


Die Fernsteuerleitung habe ich noch einmal mit 4 Windungen mit einem Ringkern N30 abgeblockt. Sicher ist Sicher!



Den Vorwiderstand für die Hintergrundbeleuchtung des Displays habe ich von 5V abgeleitet. An 12V angeschlossen wurde der Widerstand sehr heiß. Das ist aber je nach Display-Typ sehr unterschiedlich. Links oben sieht man die 2 LED's. Die LED's sind für die Kontrolle des Datenverkehrs auf der Fernsteuerleitung.

2.0.1 Stecker auf der Platine



2.0.1.1 J1 LEDadc, 5 polig

Über diesen Steckverbinder werden die 2 LEDs Grün und Gelb angesteuert. Weiterhin nutze ich ein PIN für die seriellen Daten (RS232 TTL-Pegel) für die Frequenzinformation zum Split-Filter.

J1	Beschreibung
1	AD-Wandler Eingang, z.Z ungenutzt
2	RS232 TTL zum Split-Filter
3	LED gelb, RS232 Fernst. Daten TX
4	LED grün, RS232 Fernst. Daten RX
5	GND, 0V

2.0.1.2 J2 Programmier, 5 polig

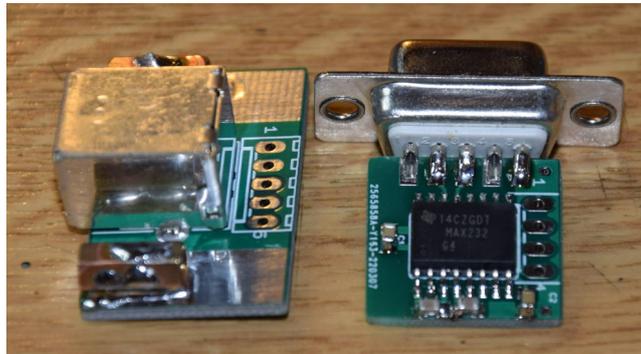
Über diesen Steckverbinder wird der PIC programmiert per ICSP. Dieser Stecker wird normalerweise nicht benötigt.

J2	Beschreibung
1	5 Volt
2	RB7
3	GND
4	RB6
5	MCLR, Programmierspannung

2.0.1.3 J3 RS232 PicATU, 3 polig

Verbindung zur DIN5-Buchse, für die Fernsteuerung des PicATU500.

J3	Beschreibung
1	RS232, Stromschleife RX
2	GND
3	RS232, Stromschleife TX



Links die externe USB-Buchse und rechts die RS232-Buchse mit dem RS232-IC.

2.0.1.4 J4 Drehgeber, Taste, 5 polig

Hier wird kein PSS Stecker verwendet. Von der Unterseite wird die kleine Platine mit Drehgeber und Taster aufgesteckt. So wie das Display. Auf den richtigen Abstand ist zu achten. Das muss mit dem Displayabstand abgeglichen werden. Die 4 Displaybefestigungen werden auch für die Befestigung an der Frontplatte verwendet.

2.0.1.5 J5 RS232 mit SV 5V, 5 polig

Über diesen Steckverbinder wird ein normale RS232 mit einer kleinen Platine (RS232-IC) angeschlossen. Die RX Leitung ist auf der Platine über eine Diode zu den anderen RX Leitungen entkoppelt.

J5	Beschreibung	RS232-LP, J1
1	5 Volt	Pin 4
2	GND	Pin 1
3	RS232 TX, TTL Pegel	Pin 2
4	GND	frei
5	RS232 RX, TTL Pegel	Pin 3

Siehe Bild oben auf Seite 41.

2.0.1.6 J6 5V RX TTL, 2 polig

Über diesen Steckverbinder kommen die RS232 TTL Daten von meinem TRX PicAStar oder vom Icom CI-V-Schnittstelle. Die Leitung ist auf der Platine über eine Diode zu den anderen RX Leitungen entkoppelt.

J6	Beschreibung
1	GND
2	RS232 RX, TTL Pegel

2.0.1.7 J7 USB, 5 polig

Über diesen Steckverbinder wird eine USB-Buchse angeschlossen. Der USB-IC FT232RL befindet sich mit auf der Leiterplatte. Die RX Leitung ist über eine Diode zu den anderen RX Leitungen entkoppelt.

J7	Beschreibung	USB-Buchse, J5
1	GND	frei
2	GND, USB-Minus	Pin 1 oder 2
3	USBDP	Pin 3
4	USBDM	Pin 4
5	Reset, USB-Plus	Pin 5

2.0.1.8 J8 SV 12V, 2 polig

Über diesen Steckverbinder wird die Stromversorgung 12V angeschlossen. In die Plusleitung habe ich den SV-Schalter an der Frontplatte eingeschleift.

J8	Beschreibung
1	GND, 0V Minus
2	12V Plus

2.0.1.9 Hintergrundbeleuchtung LCD-Anzeige, Der Widerstand R9

Hier ist es auch so wie bei der mc-Platine im Tuner. Der Widerstand R9 ist für die Hintergrundbeleuchtung der LCD-Anzeige als Vorwiderstand gedacht. Bei der neuen mcremote-Platine habe ich 2 verschiedenen Möglichkeiten vorgesehen.

- Einmal R9 von 12V zu Pin 15/16. Da muss der Spannungsabfall größer sein. Der Widerstand hat etwa einen Wert von 150Ohm. Die Verlustleistung ist doch etwas größer.
- Oder R9 von 5V zu Pin15/16. Da wird der Widerstand sehr klein gewählt. Die Verlustleistung ist sehr gering.

Was am besten funktioniert sollte man ausprobieren. Ich nehme dazu meine Regelbare Stromversorgung. Stellen den maximalen Strom auf 20mA oder auch größer ein. Je nach gewünschter Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung. Mit einem Messgerät messen wird die Spannung an der Hintergrundbeleuchtung zwischen Pin15 und Pin16.

Angenommen die Spannung Pin15/16 beträgt 4,5 Volt. Betreiben wir die Beleuchtung mit 5V müssen wir 0,5V und 20mA dividieren und erhalten die Größe des Widerstandes.

$$R = 0,5V / 0,02A = 25\text{Ohm} \text{ Bei } 5V \text{ Stromversorgung.}$$

$$P = 0,5V * 0,02A = 0,01W$$

$$R = 7,5V / 0,02A = 375\text{Ohm} \text{ Bei } 12V \text{ Stromversorgung}$$

$$P = 7,5V * 0,02A = 0,15W \text{ Der Widerstand wird etwas wärmer.}$$

Bei meiner LCD-Anzeige 4x20 Zeichen habe ich die Hintergrundbeleuchtung mit 5V betrieben. Der Widerstand ist nur 4,7 Ohm.

2.0.2 Inbetriebnahme, PicATU500-Fernsteuerung

Nach *PowerON* kommt der Initialisierungs-Text auf dem Display. Anschließend steht in Zeile 3 „Ready“. Alle 5 Sekunden blinkt die gelbe LED (ein Datensatz wird zum PicATU gesendet).

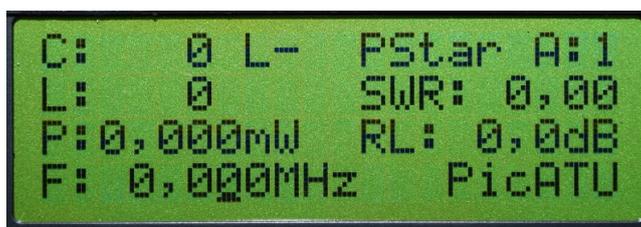


Links die Versionen von HW, SW und das Datum der letzten SW Version. Anschließend „Ready“ und die gelbe LED blinkt alle 5 Sekunden kurz auf. Das bedeutet ein Datensatz wird von der Fernbedienung zum PicATU gesendet. Es wurde noch kein ATU erkannt. Die Datenverbindung zum ATU fehlt noch.

2.0.2.1 Datenleitung an PicATU500 und Fernbedienung anschließen

Nachdem die Fernsteuerung mit PicATU500 richtig verbunden ist kommt auch ein Datensatz zurück vom PicATU500. Die grüne LED an der Fernbedienung blinkt auch auf (Datensatz wurde empfangen und ist gültig).

Anschließend ändert sich die Display-Anzeige. Wir sehen alle Daten des PicATU500 jetzt im Display. Alle 5 Sekunden werden neue Daten angefordert die gelbe und grüne LED blinken fast gleichzeitig auf. **Jetzt ist alles OK.**



Der PicATU500 antwortet. Alle Parameter sehen wir auf dem Display.

Zeile 1 *C:0* numerischer Wert, *L-* LC-Var.=0, *PStar* TRX, *A:1* Antenne 1

Zeile 2 *L:0* numerischer Wert, *SWR:0,0* wird nur beim Senden angezeigt.

Zeile 3 *P:0,000mW*, *RL:0,0dB* Return Loss wird nur beim Senden angezeigt.

Zeile 4 *F:0,000MHz* Frequenz, *PicATU* PicATU500 Tuner gefunden.

2.0.2.2 Datenaustausch PicATU500 und Fernsteuerung, Fehlersuche

Funktioniert die Datenverbindung nicht, kontrollieren wir als erstes die Spannungen an den beiden Steckverbinder *Platine-mc2* und *mcremote*.

Fernsteuerkabel abgezogen

Platine mc2 PicATU500

J3 rs232	Spannung	Beschreibung
Pin 1	0,3 V	TX
Pin 2	0,0 V	GND
Pin 3	4,9 V	RX

Platine mcremote Fernsteuerung

J3 RS232	Spannung	Beschreibung
Pin 1	4,9 V	RX
Pin 2	0,0 V	GND
Pin 3	0,2 V	TX

Fernsteuerkabel angesteckt und verbunden

Platine mc2 PicATU500

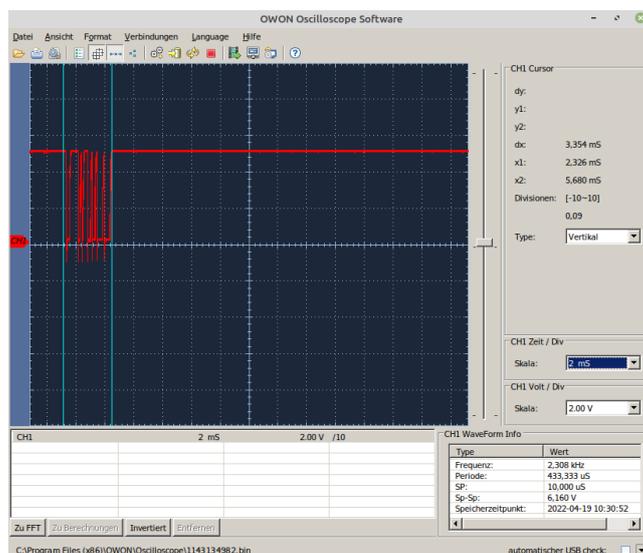
J3 rs232	Spannung	Beschreibung
Pin 1	4,9 V	TX
Pin 2	0,0 V	GND
Pin 3	4,9 V	RX

Platine mcremote Fernsteuerung

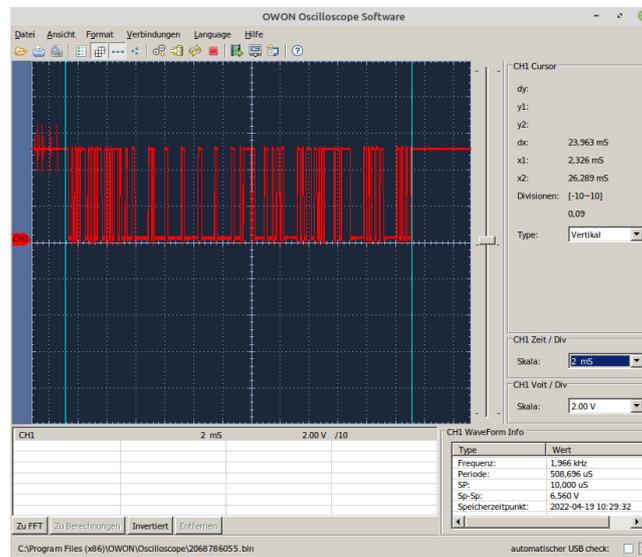
J3 RS232	Spannung	Beschreibung
Pin 1	4,9 V	RX
Pin 2	0,0 V	GND
Pin 3	4,9 V	TX

Ist der PicATU500 und die Fernsteuerung mit der Fernsteuerleitung verbunden muss an beiden Steckern Pin1 und Pin3 4,9 Volt anliegen. So ist es perfekt. Der Datenaustausch müsste jetzt funktionieren. Ein kurzes Aufblinker des Sterns in Zeile 2 und des Sterns in Zeile 3 des Displays der Fernbedienung signalisiert den Datenaustausch. Zusätzlich leuchten beide LED's kurz auf.

Funktioniert der Datenaustausch immer noch nicht, mit dem Oszi das Senden und Empfangen der Daten kontrollieren. Alle 5 Sekunden erfolgt eine Datenanforderung von der Fernsteuerung. Die Antwort vom PicATU500 folgt sofort.



PicATU500 mc2-Platine J3, Pin3, RX, Datensatz-Anforderung (3 Byte) von der Fernsteuerung zum PicATU500. Datensatz-Länge 3,3mSek.



PicATU500 mc2-Platine J3, Pin1, TX, Datensatz-Antwort (18 Byte) vom PicATU500 zur Fernsteuerung. Datensatz-Länge 24mSek.

Beide Oszillogramme habe ich direkt am PicATU500 mc2-Platine J3 gemessen.

Kapitel 3

Schlusswort

Dieses Projekt darf nicht kommerziell vermarktet oder genutzt werden. Alle Rechte liegen bei DL4JAL (Andreas Lindenau).
Ich wünsche viel Spaß beim Basteln.

vy 73 Andreas DL4JAL

✉ DL4JAL@t-online.de
🌐 www.dl4jal.de

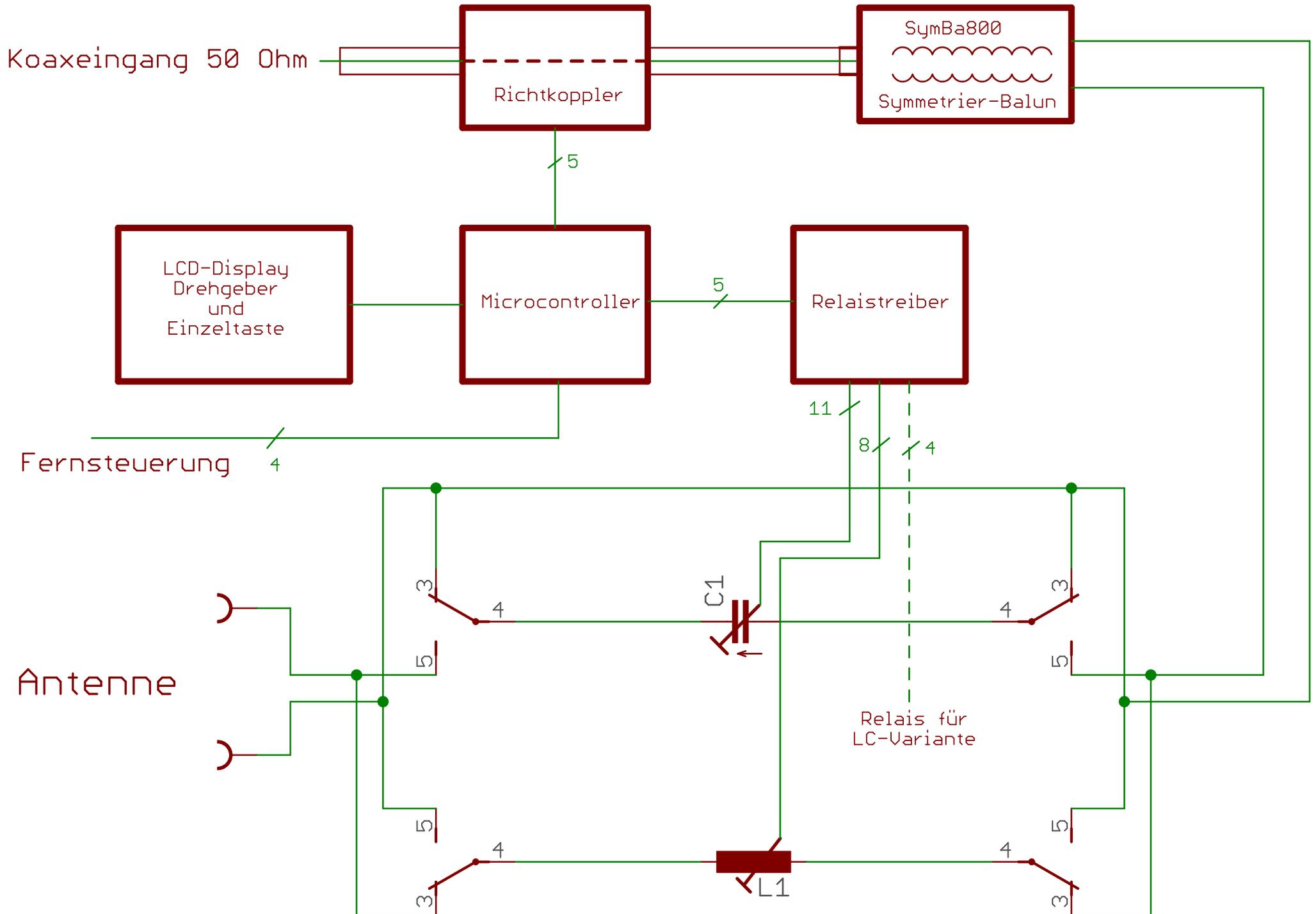
Die Beschreibung der Software wird in einer anderen PDF behandelt!

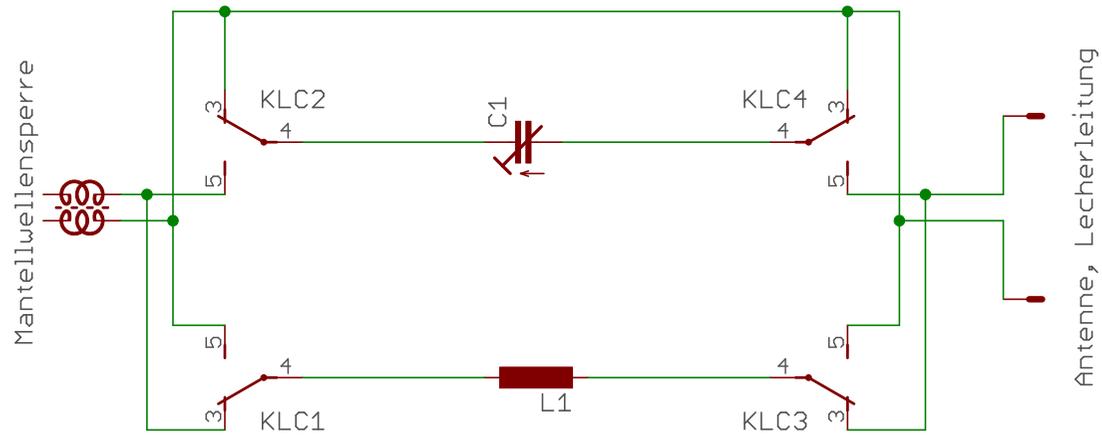
Kapitel 4

Angehänge PDF's

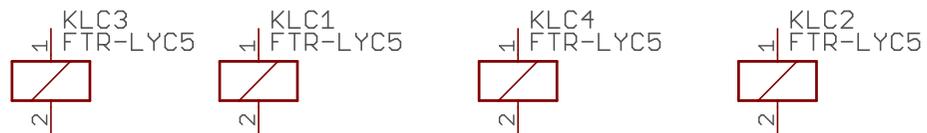
Am Ende dieses Dokumentes folgen noch Schaltbilder, Bestückungspläne und Stücklisten.

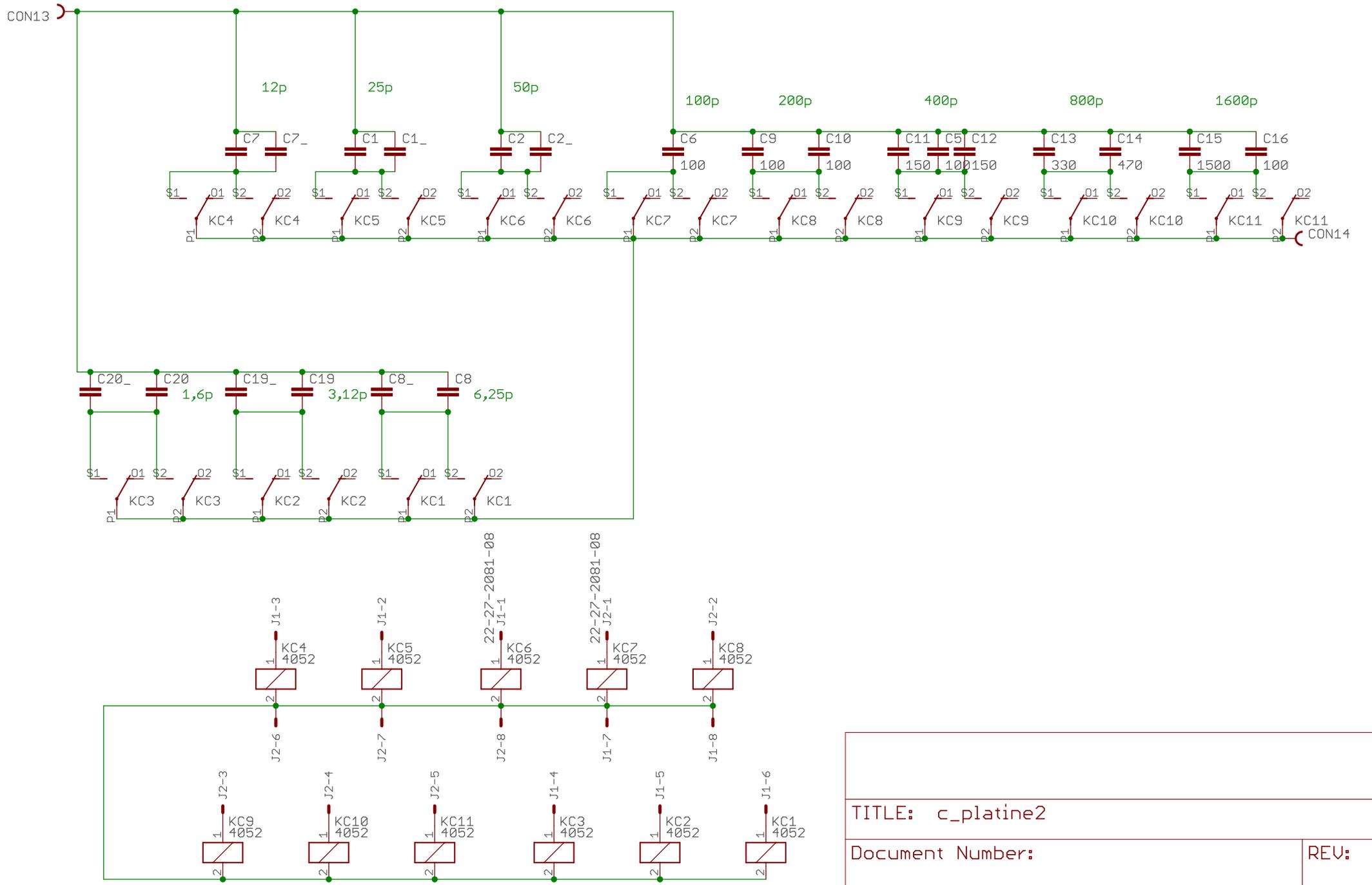
1. blockschaltbild, Übersicht PicATU500
2. LC-Varianten, Übersicht über die 6 LC-Varianten
3. c_platine2_clp, C-Glied mit Cs aus LP-Material 25pF bis 1,6pF PicATU500
4. l_glied_1_neu, L-Glied mit Ringkernen hohe Induktivitäten PicATU500
5. l_glied_2_neu3, L-Glied kleine Induktivitäten Luftspulen PicATU500
6. mc2.zip, Rechner-LP PicATU500
7. relaisdriver, Relaisreiber PicATU
8. swr_ad8307_4, Messplatine Richtkoppler PicATU500
9. mc_remote, Rechner-LP Remote
10. bedien, Drehgeber,Taste PicATU500
11. mc2_1_02, Rechner-LP PicATU500 neue HW1.02 mit Buchse für Antennenauswahl



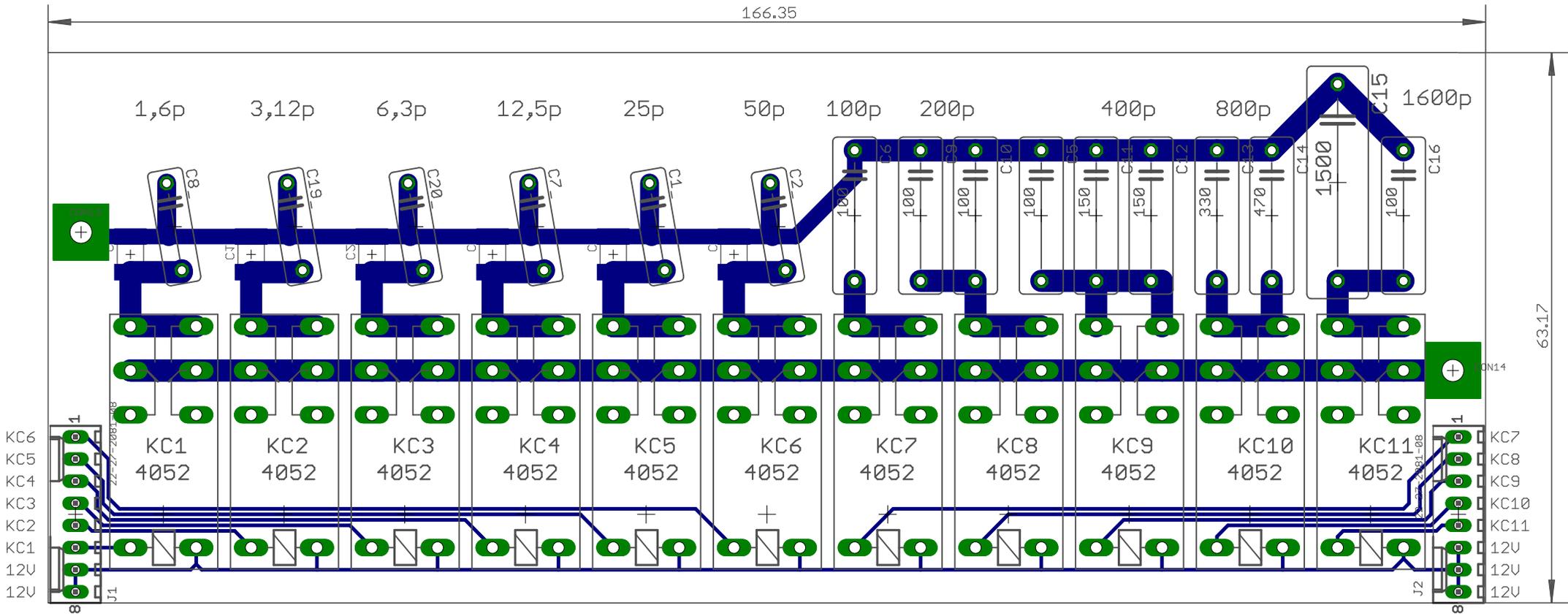


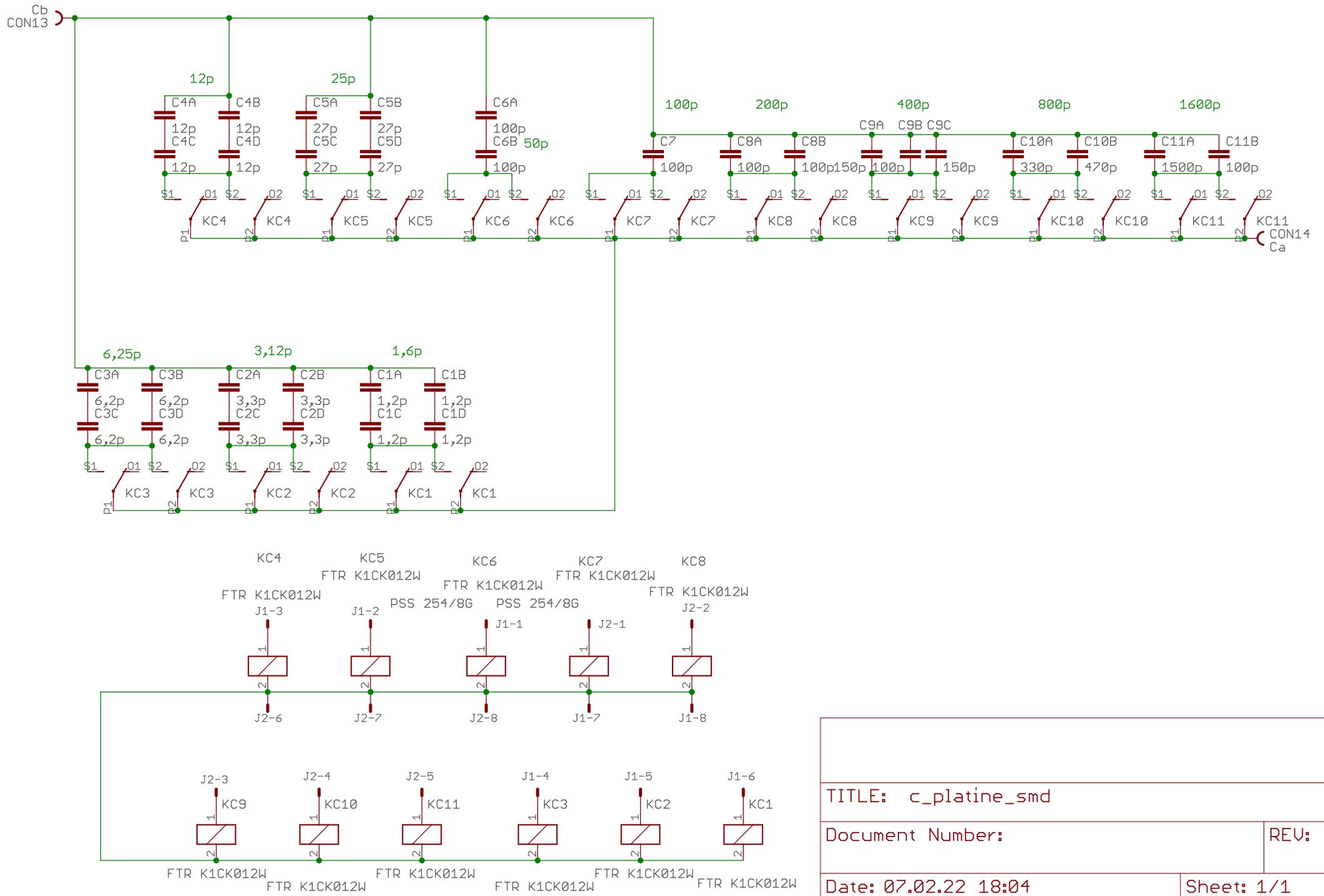
	KLC1	KLC2	KLC3	KLC4
L	0	0	0	0
L _C	0	0	0	ein
C _L	0	ein	0	0
C _L	ein	ein	0	ein
L _C	0	ein	ein	ein
C	ein	ein	ein	ein



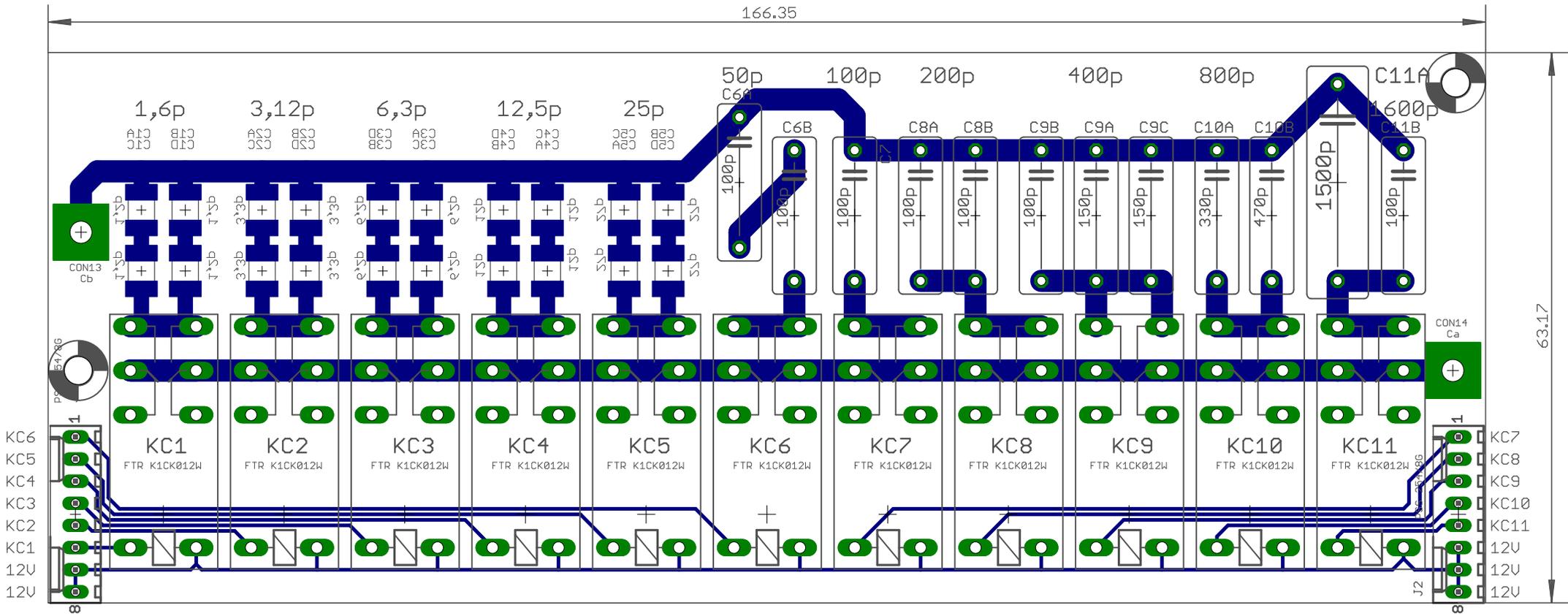


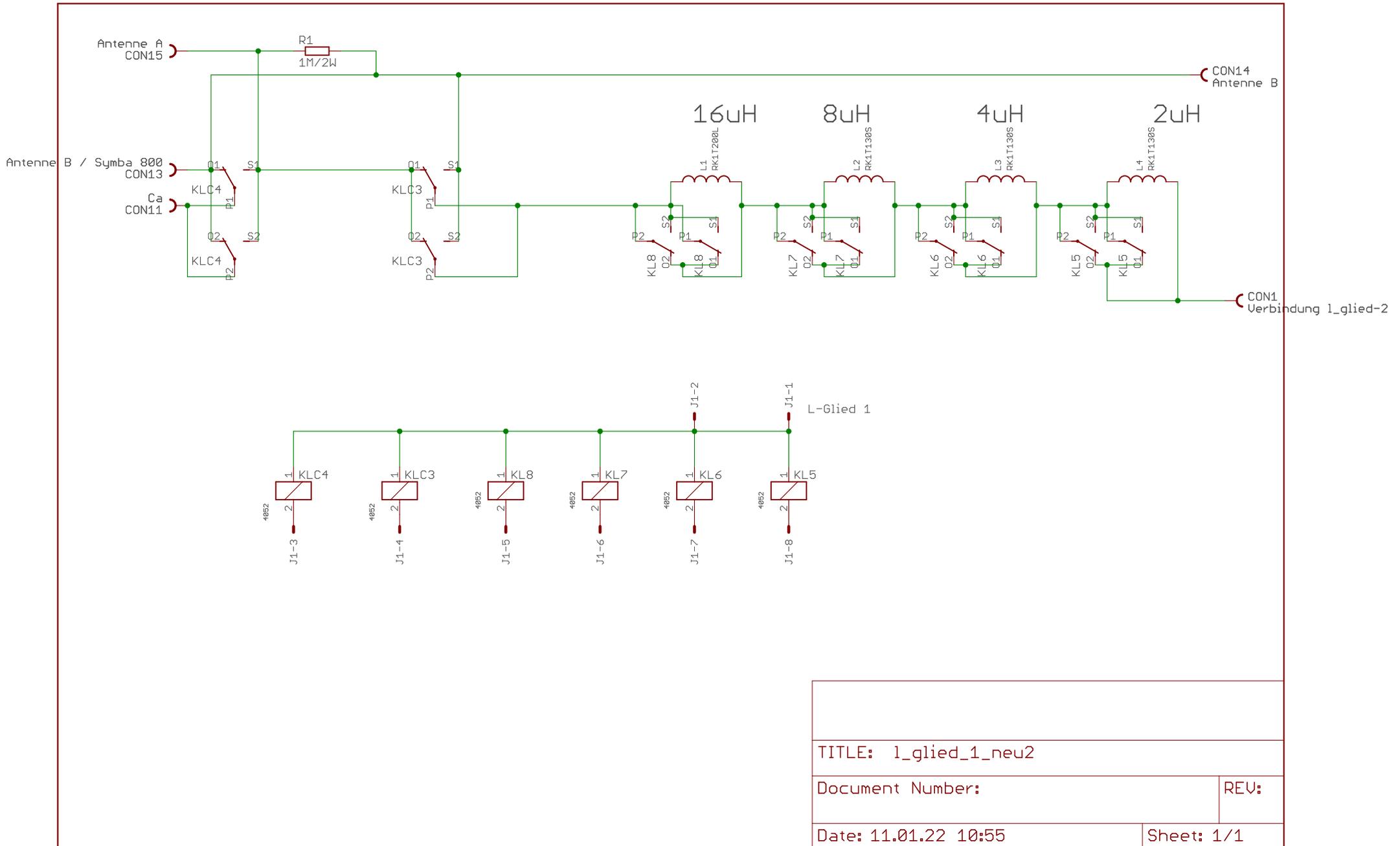
TITLE: c_platine2	
Document Number:	REV:
Date: 17.01.22 10:57	Sheet: 1/1

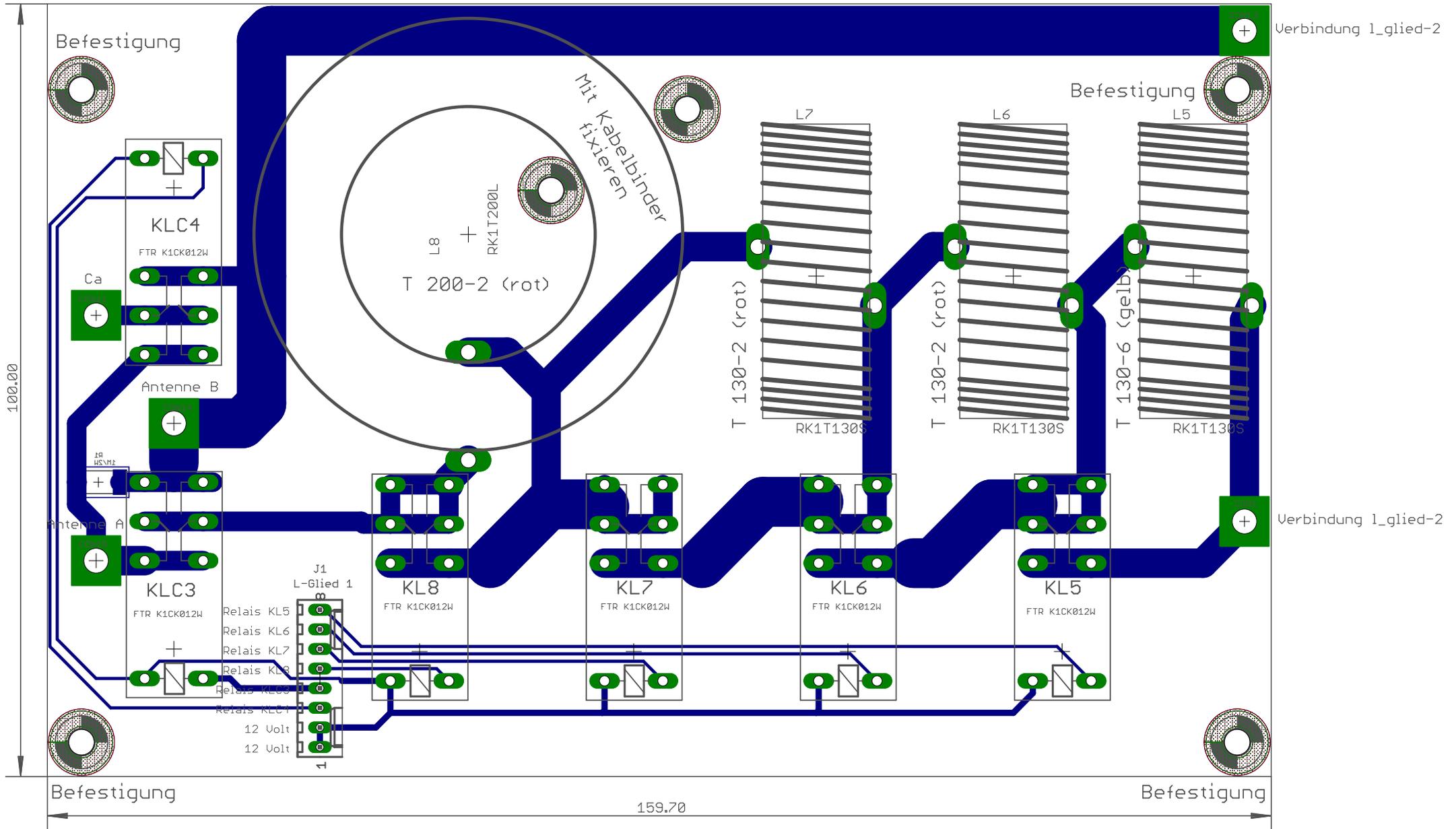


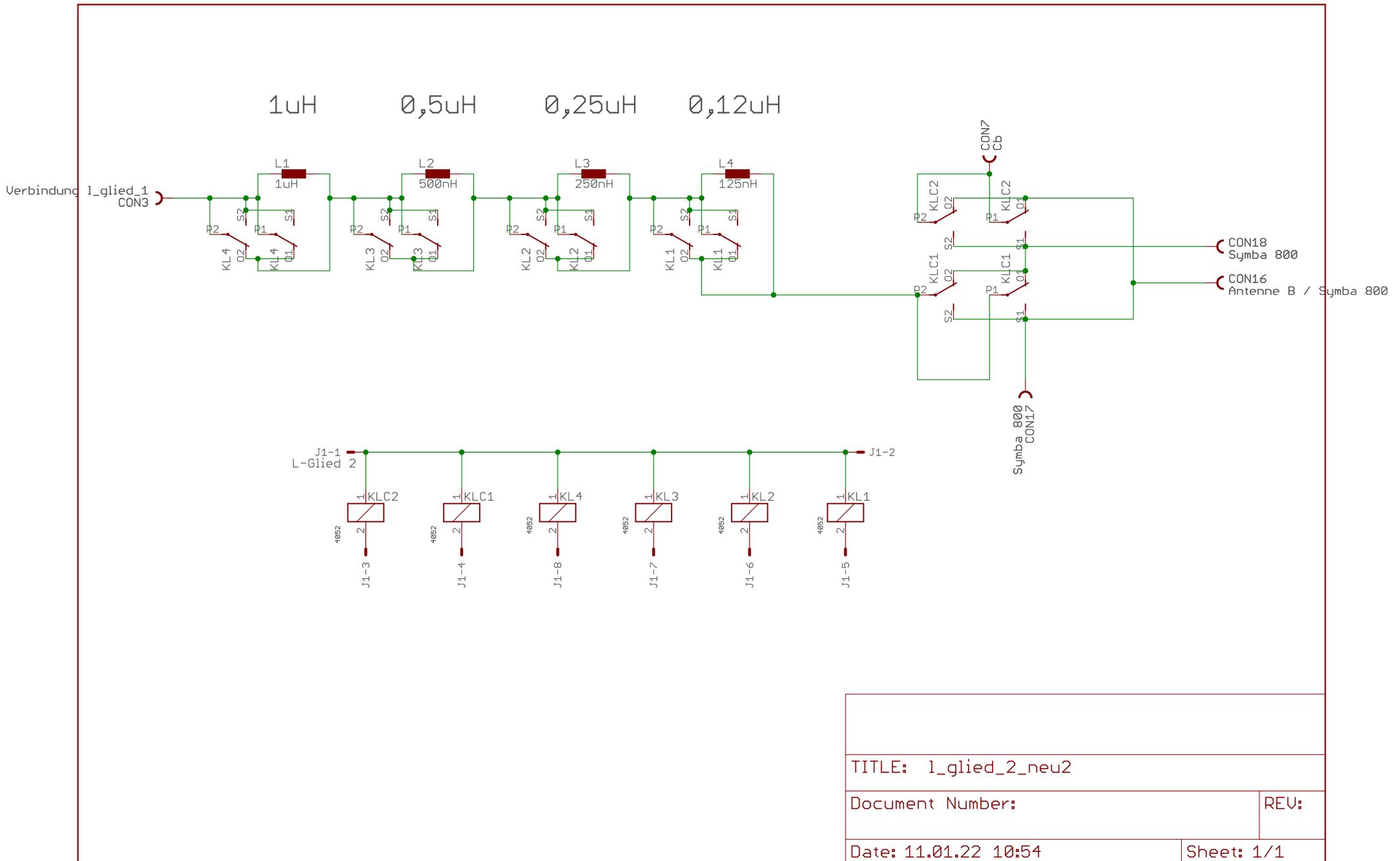


TITLE: c_platine_smd	
Document Number:	REV:
Date: 07.02.22 18:04	Sheet: 1/1









TITLE: l_glied_2_neu2

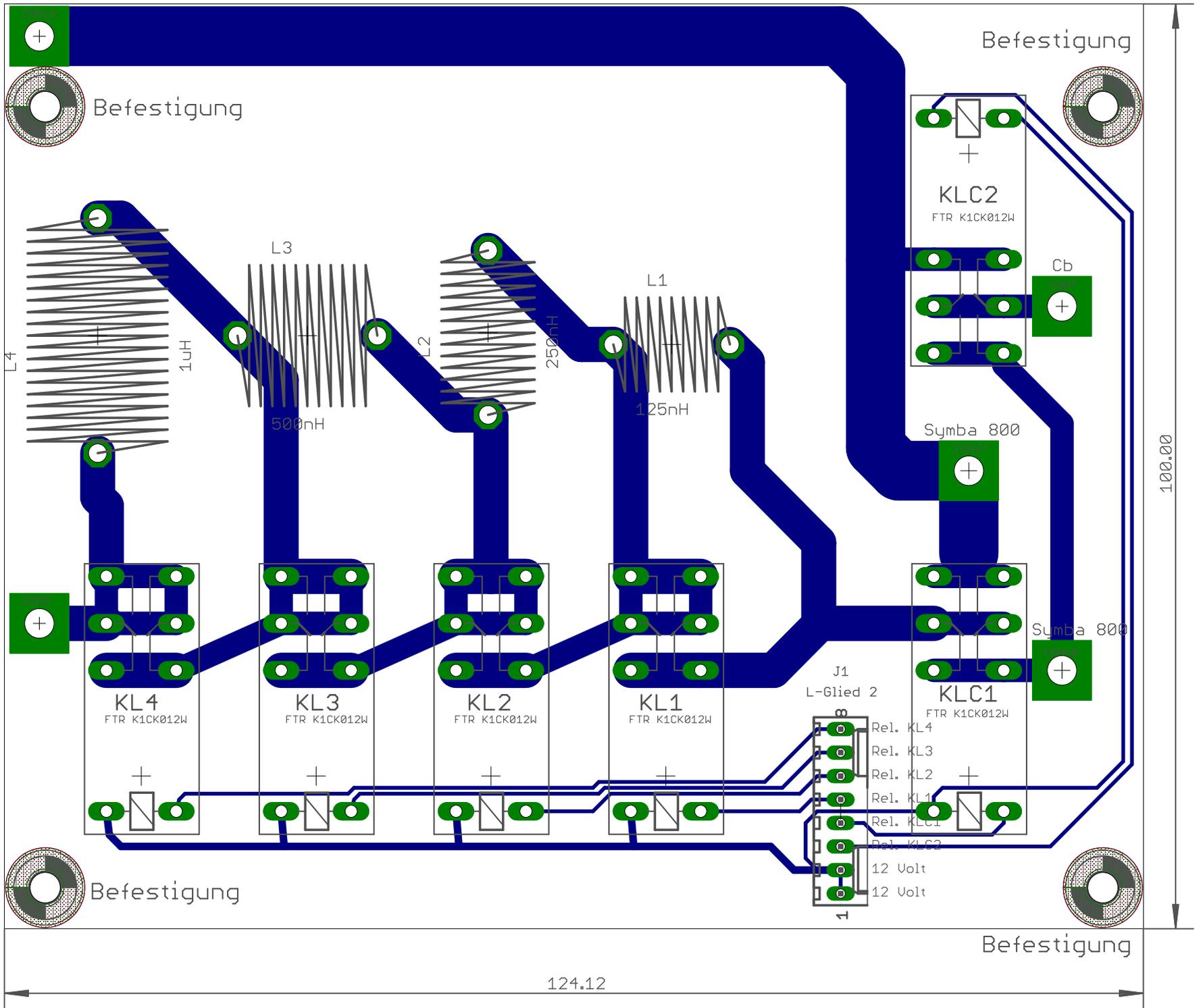
Document Number:

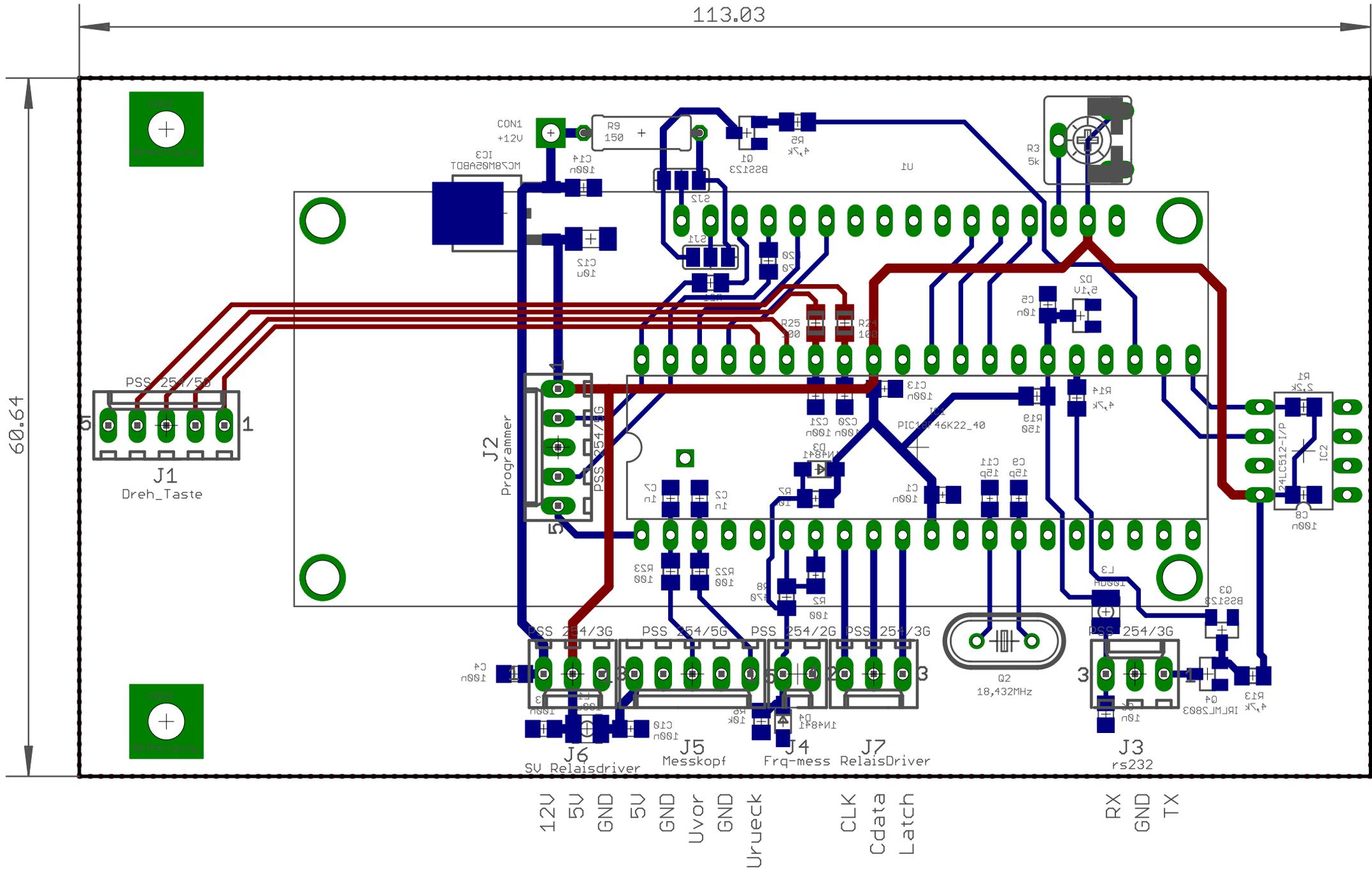
REV:

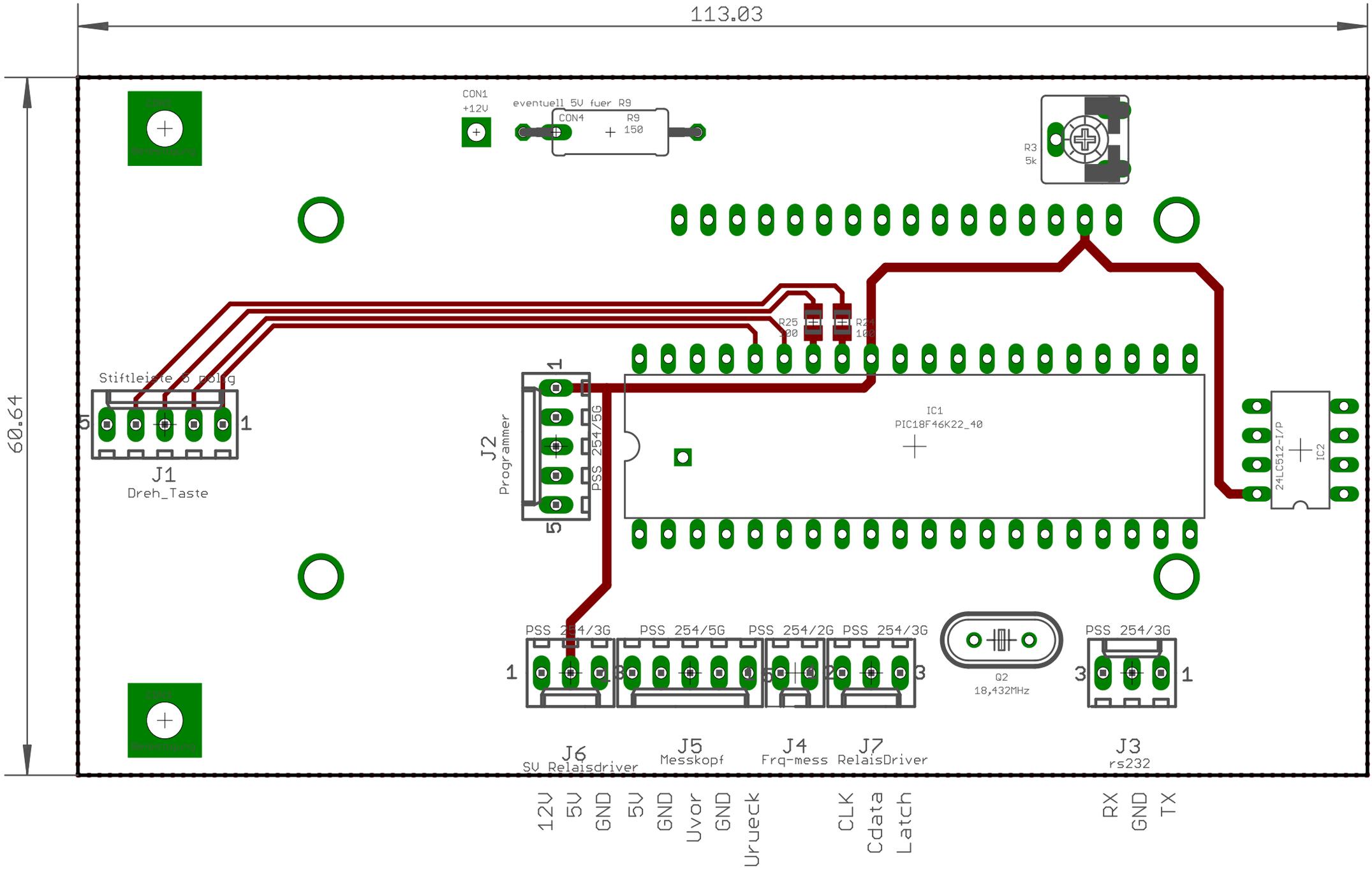
Date: 11.01.22 10:54

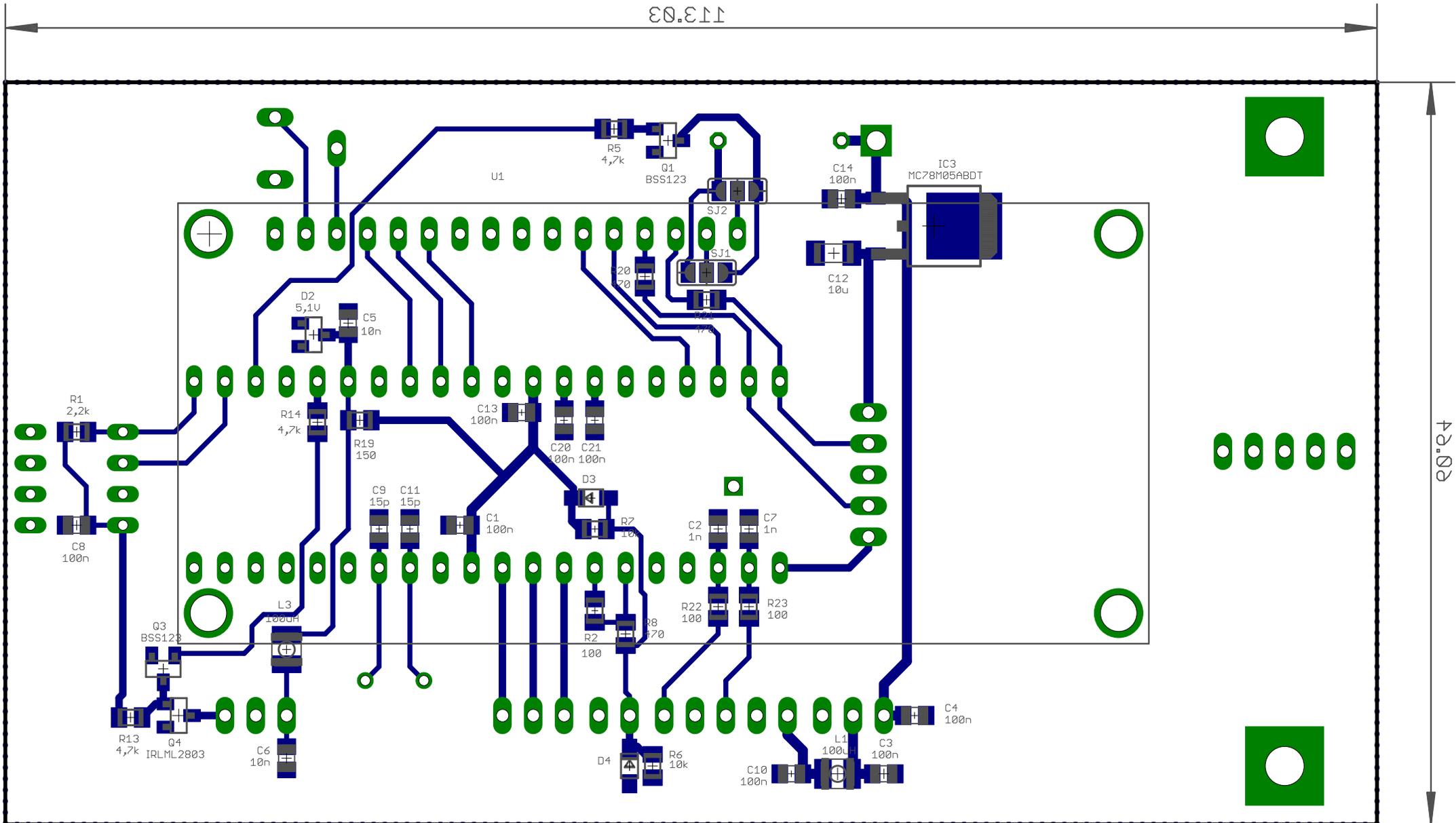
Sheet: 1/1

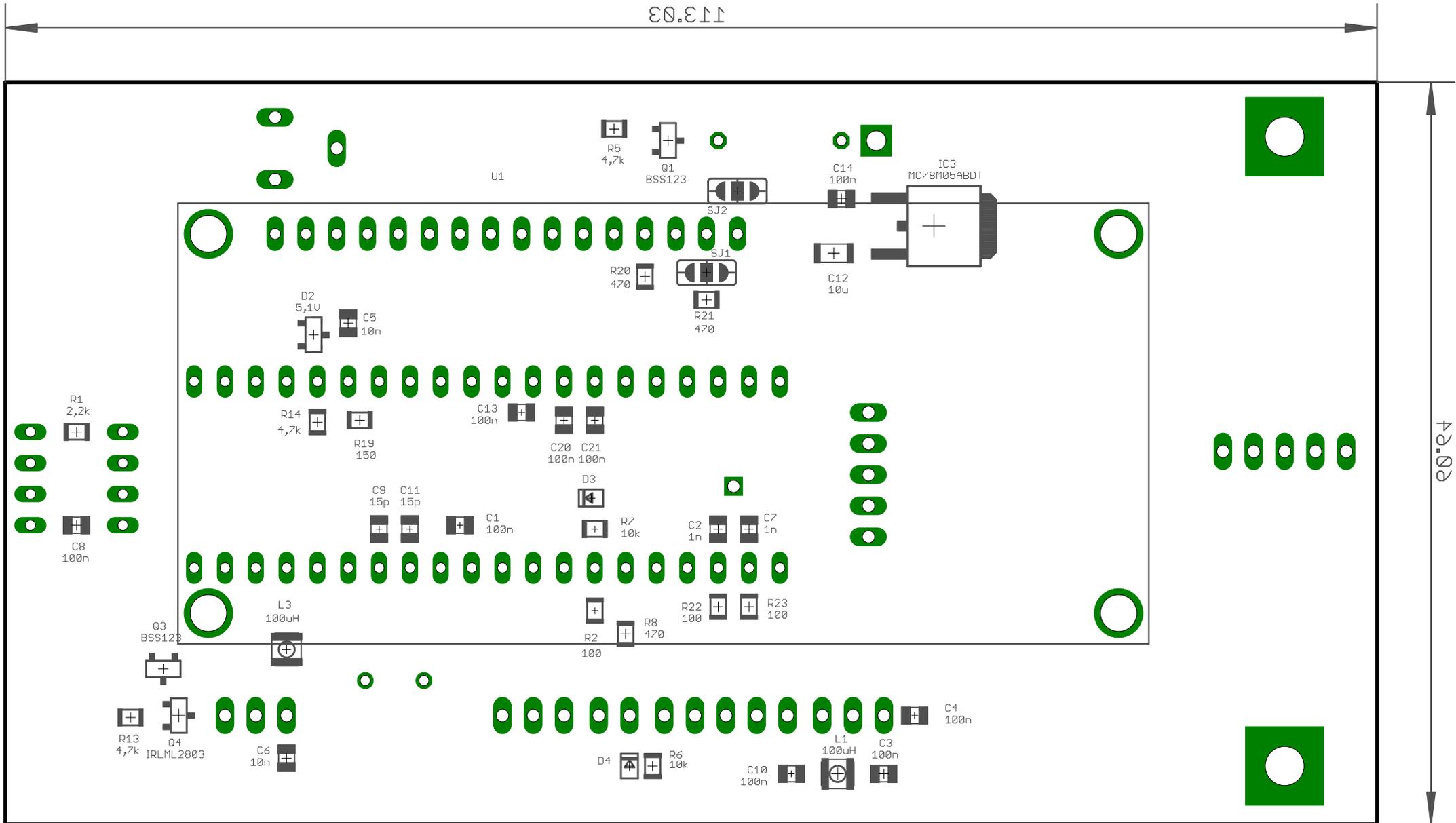
Verbindung 1_glied_1

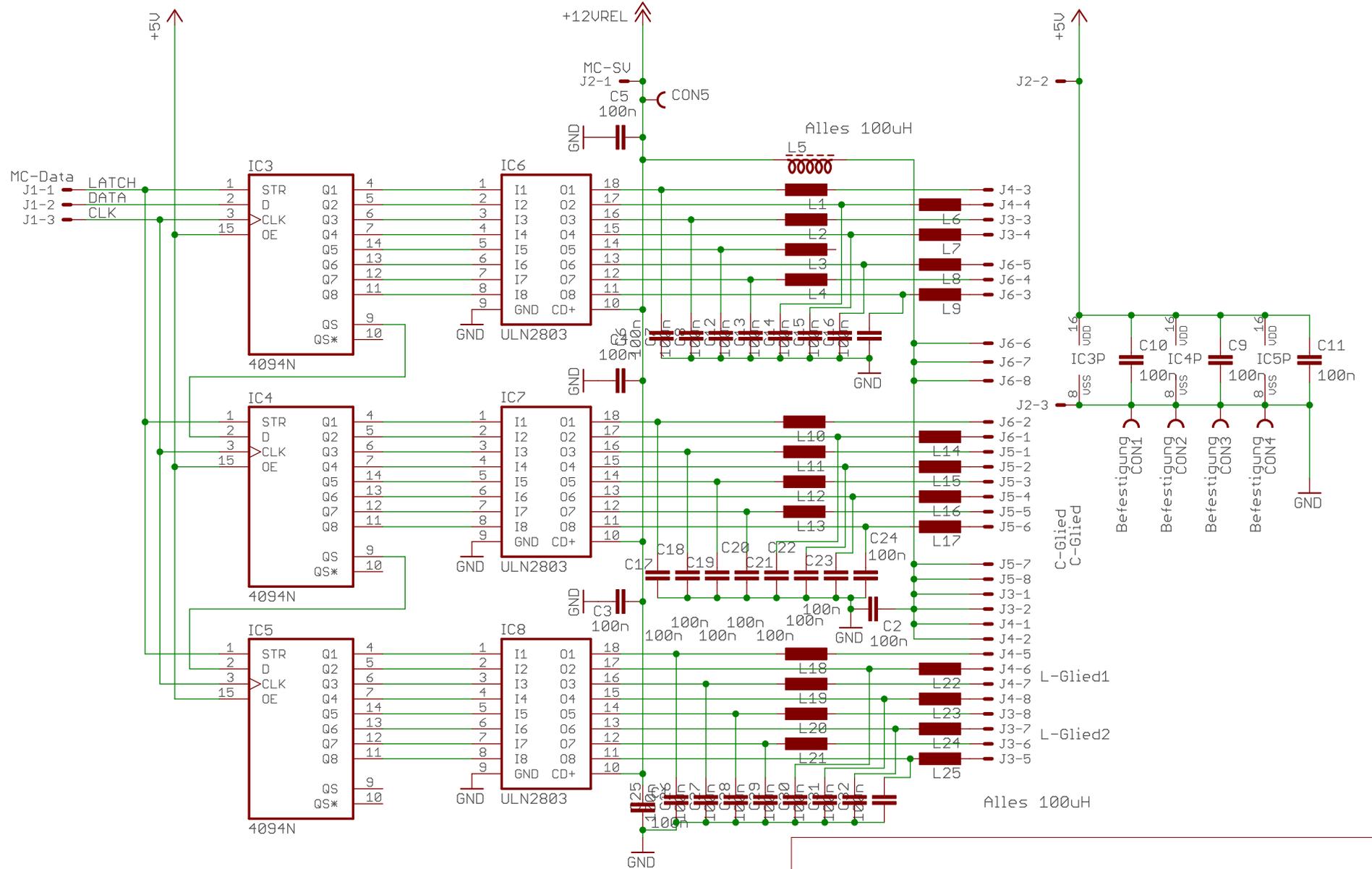




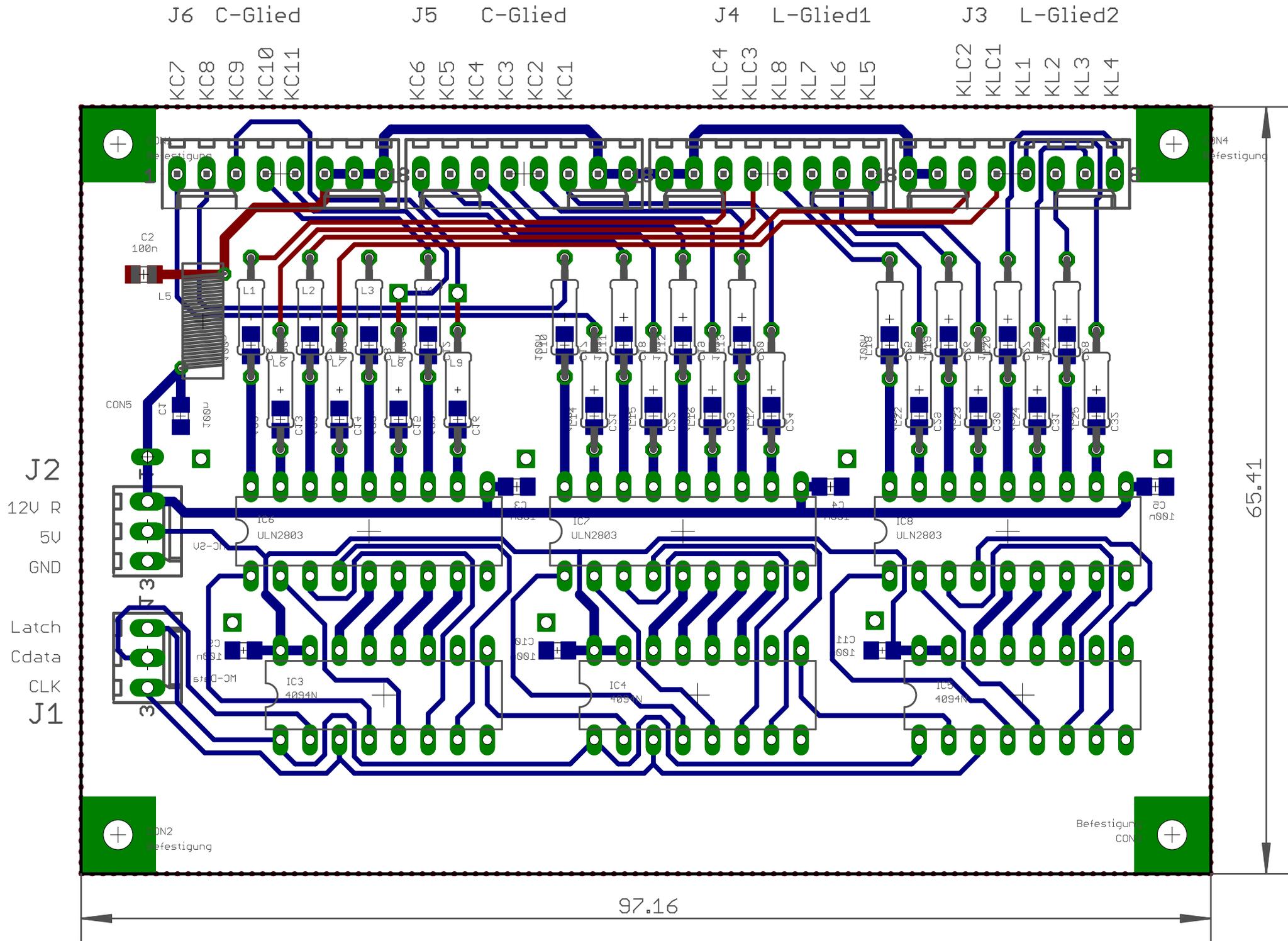


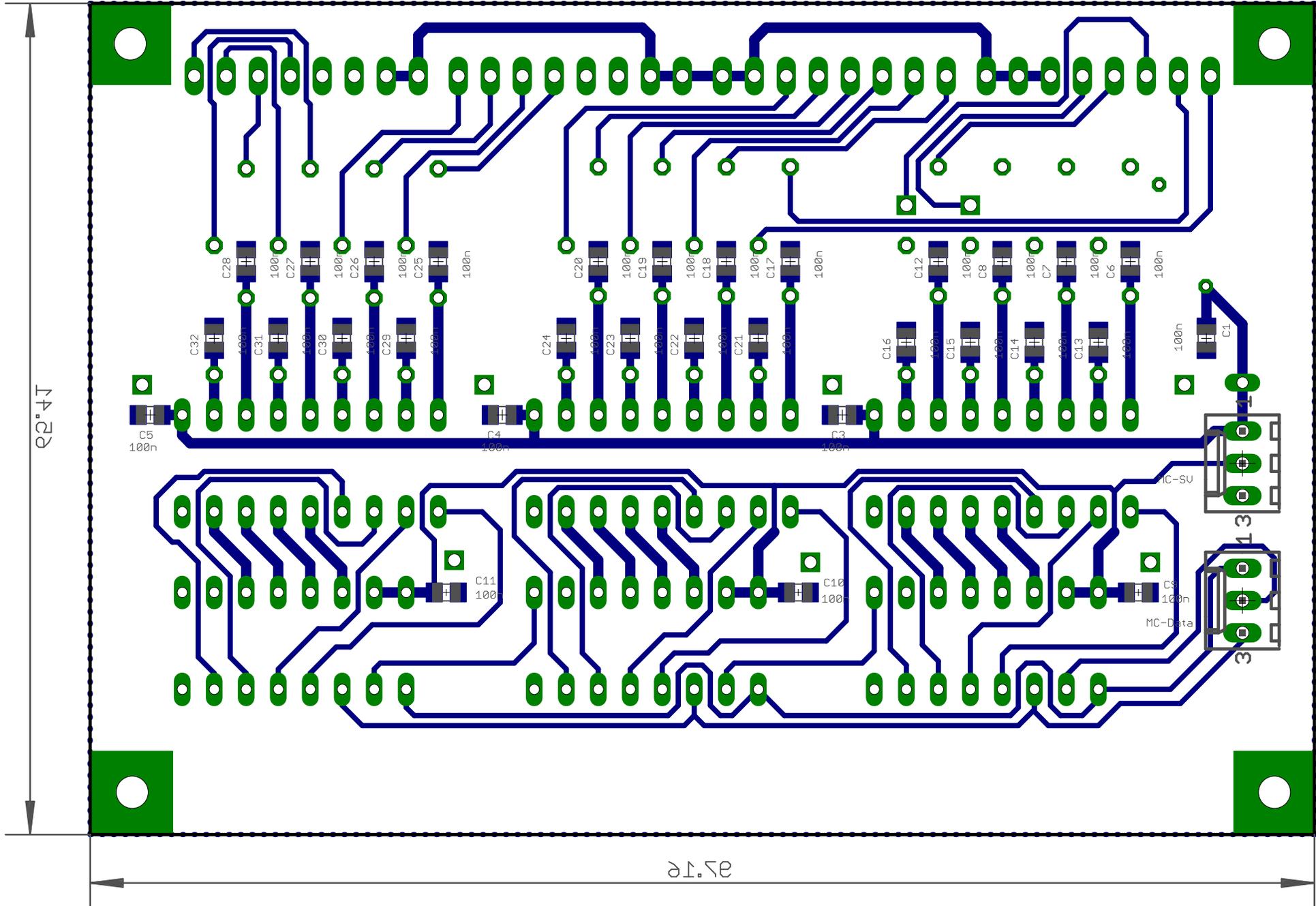


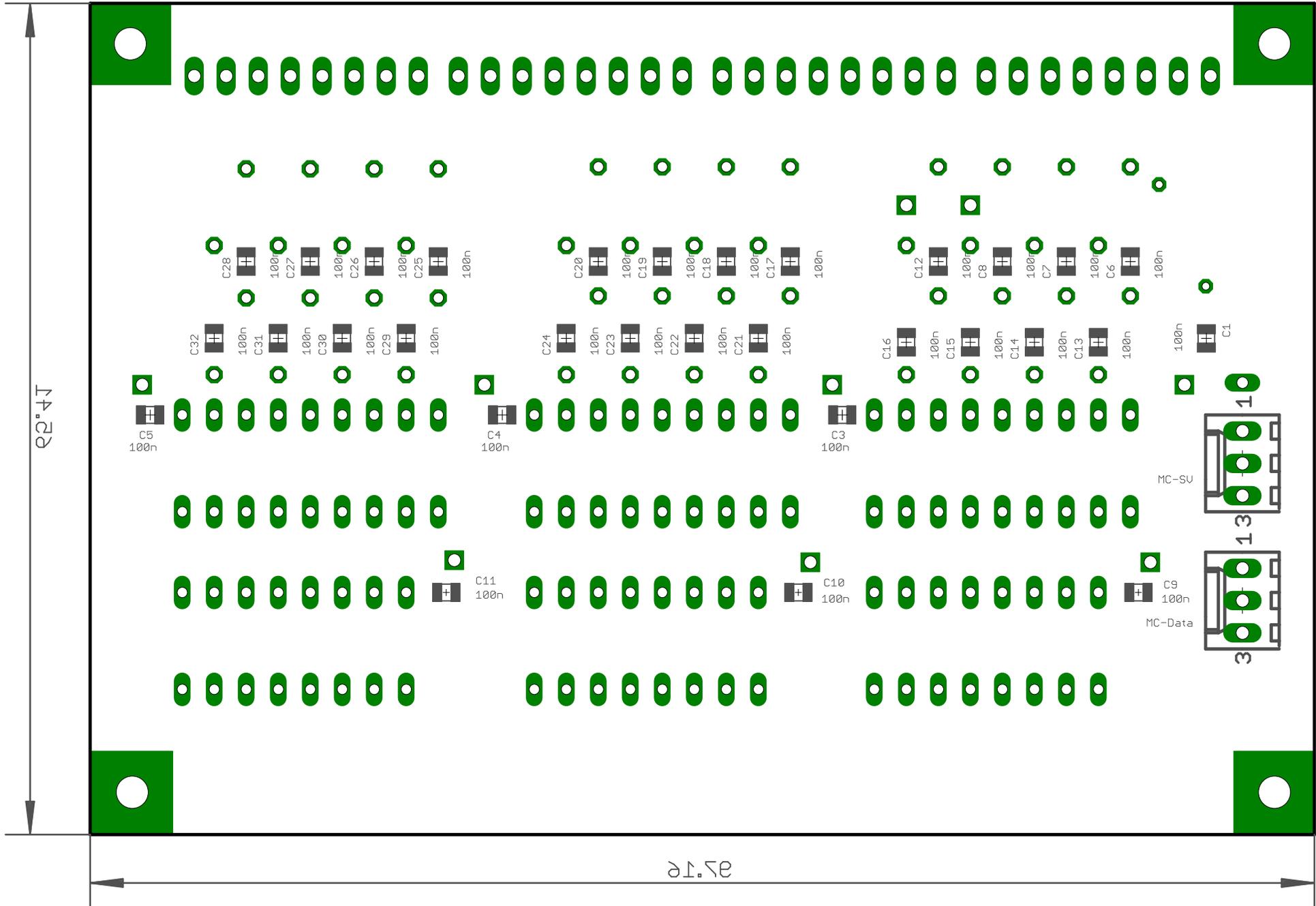


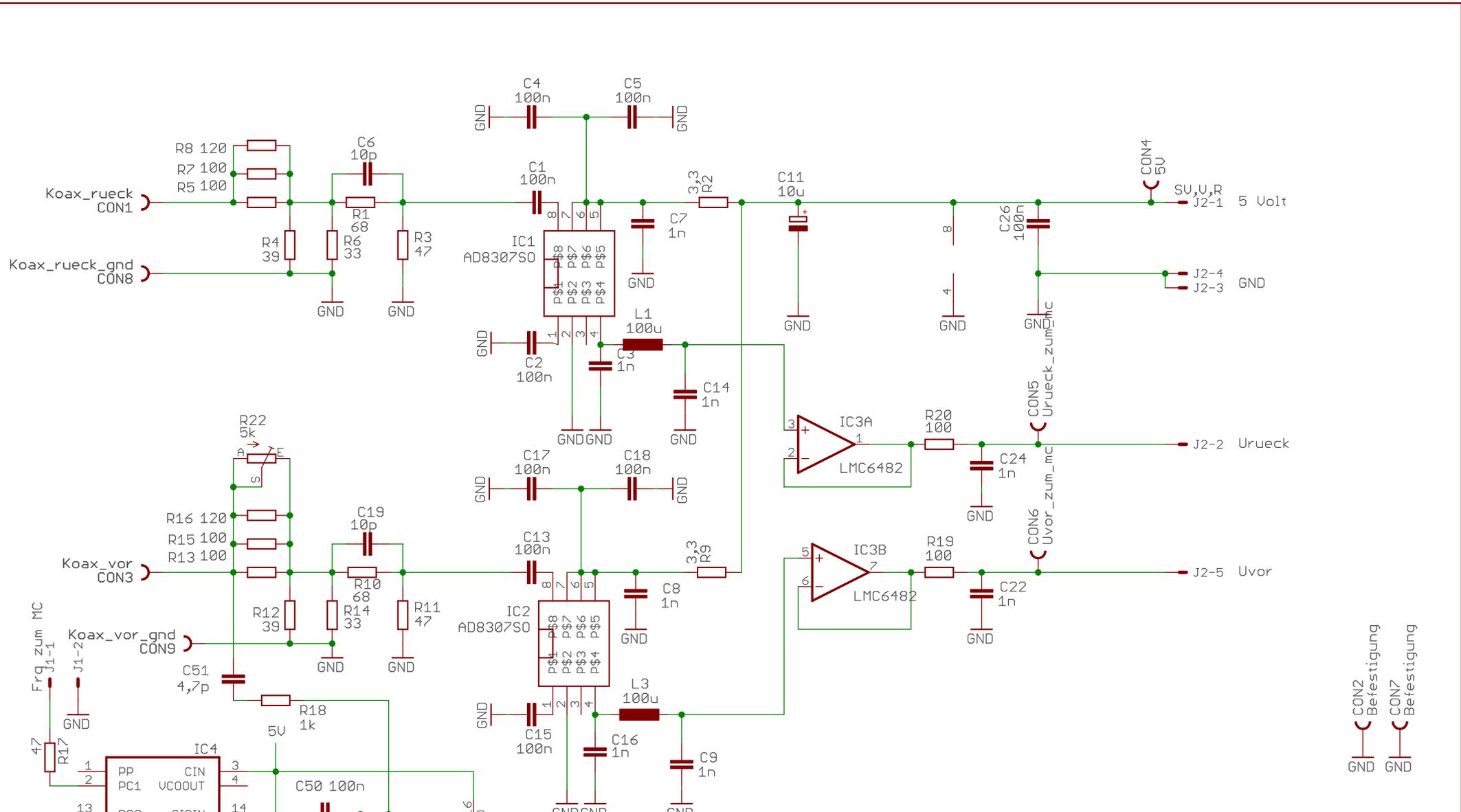


TITLE: relaisdriver	
Document Number:	REV:
Date: 05.01.22 09:08	Sheet: 1/1

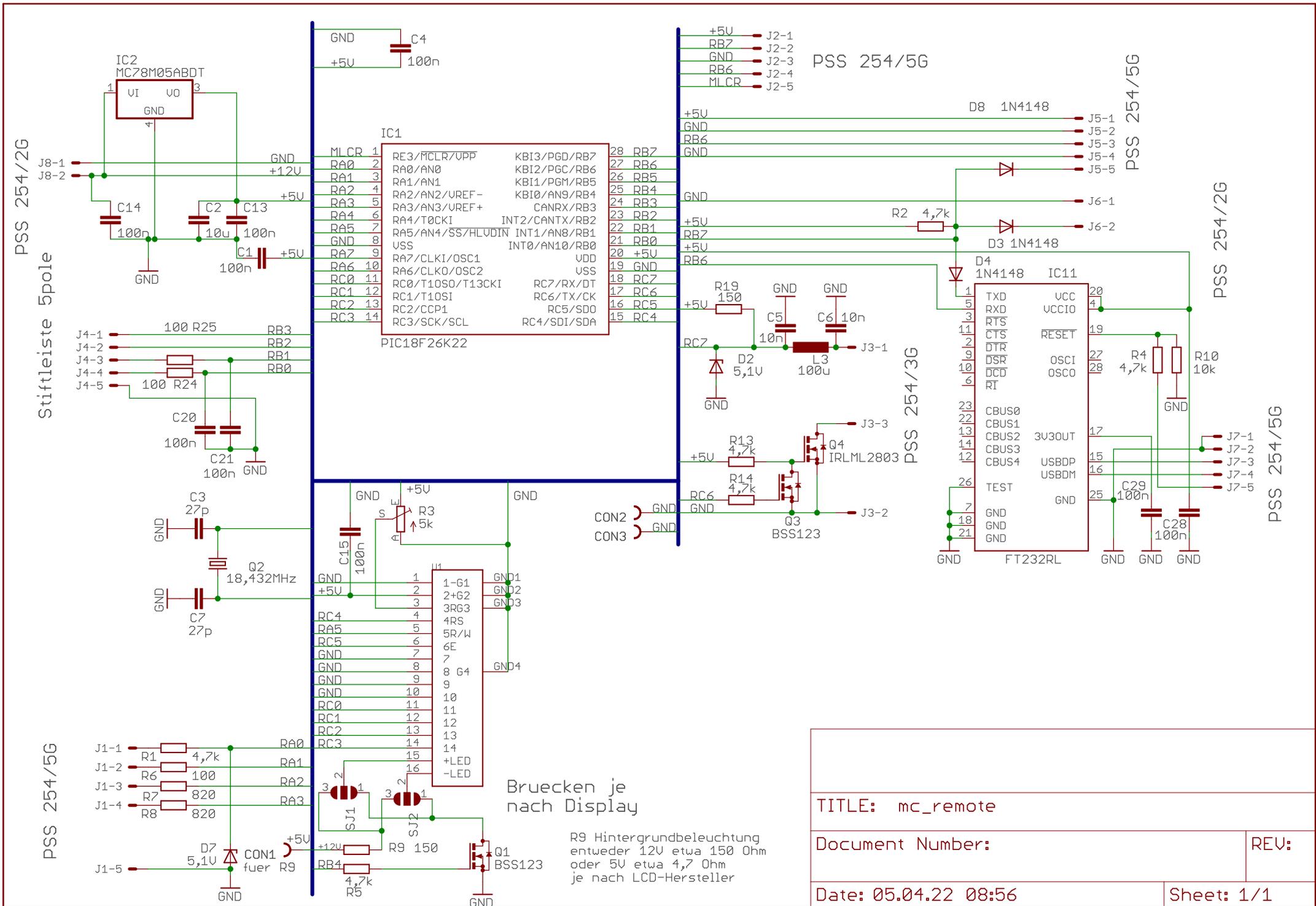








TITLE: swr_ad8307_4	
Document Number:	REV:
Date: 10.01.22 08:38	Sheet: 1/1



TITLE: mc_remote	
Document Number:	REV:
Date: 05.04.22 08:56	Sheet: 1/1

