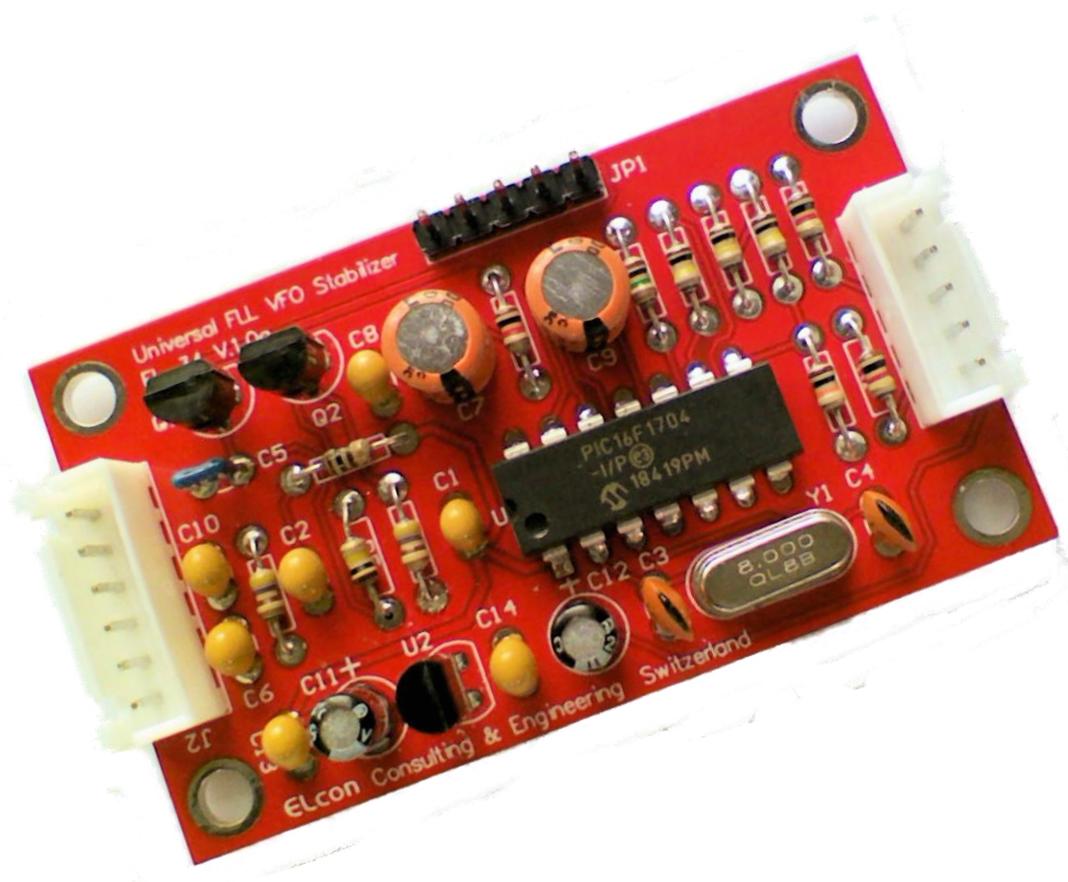


# EL-34

Universeller FLL-VFO Stabilisator  
für Transceiver ohne PLL- oder DDS-Frequenzaufbereitung  
z.B. Yaesu FT-101, Heathkit SB-104 u.w.



## Bau- und Funktionsbeschreibung

Version 3.0b, nur ab Firmware V3.0a-20240808

20. Juli 2025

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	3
2	Funktionsweise .....	3
2.1	Der Frequency Locked Loop (FLL) .....	3
3	Zusammenbau des Moduls .....	6
3.1	Bauteileliste .....	7
3.2	Bestücken der Platine .....	9
4	Funktionstest der Platine .....	9
4.1	Power-Up Test .....	10
4.2	HF-Test.....	10
5	Installationen .....	12
5.1	Steckermontage .....	12
5.2	HF-Signal vom Transceiver-VFO .....	13
5.3	VFO-Abstimmuschaltung .....	13
5.4	Verwendung der CLARIFIER Schaltung .....	15
5.4.1	Clarifier Widerstand $R_x$ and $V_{Ref}$ .....	15
5.5	Einbau des Moduls in den Transceiver .....	17
6	Betrieb .....	18
6.1	Verzögerung nach dem Abstimmen .....	18
6.2	Statusanzeige.....	18
7	Programmierung via USB to Serial Adapter .....	19
7.1	Verbindung zum FLL VFO-Stabilisator .....	19
7.2	Eingabe von Befehlen .....	21
7.3	Befehle .....	22
7.3.1	H Help .....	22
7.3.2	SAVE SAVE .....	22
7.3.3	ULD ULDELAY "n" .....	22
7.3.4	ULF ULFREQ "n" .....	22
7.3.5	VE VERSION .....	23
7.3.6	VR VREF"n" .....	23
7.3.7	VREFC VREFCOR ON/OFF .....	25
7.3.8	D DELTA ON/OFF .....	25
8	Software-Update .....	26
8.1	Installieren des Software-Updates .....	26
9	Anhang .....	28
9.1	Spezifikationen .....	28
9.2	Lineale .....	28
9.3	Reparatur / Garantie.....	28
9.4	Haftung .....	29
9.5	Schema .....	30
9.6	Leiterplattenbestückung .....	30



Wichtig! Hinweise oder Tipps für die korrekte Funktion des EL-34.



Vorsicht! Unbedingt beachten.

# 1 Einleitung

Viele Funkamateure nutzen noch ältere Funkgeräte welche keine moderne Frequenzsynthesizer haben. Heutige digitale Betriebsarten verlangen jedoch eine Frequenzstabilität, welche nur moderne Transceiver aufweisen.

Meist ist ein freischwingender Oszillator (VFO, Variable Frequency Oscillator) der Grund für die grosse Frequenzdrift. Die Ursache kann die ungenügende Spannungsstabilisierung für den VFO sein, meist ist jedoch die schwankende Temperatur Grund für die Drift von mehreren 100 Hz.

Das EL-34 Modul ist für alle Funkgeräte mit freischwingendem VFO entwickelt worden und kann in verschiedene Transceiver eingebaut werden.

## 2 Funktionsweise

Das langsame Weglaufen der Frequenz nennt man Frequenzdrift. Mit Hilfe von Regelschaltungen (Temperature Controlled crystal Oscillator, TCXO) oder durch Einbau eines Quarzes in Thermostaten (Oven Controlled crystal Oscillator, OCXO) kann man ausserordentlich langzeit-stabile Oszillatoren bauen.

Leider entspricht die Performance vieler VFOs älterer Geräte nicht derjenigen von modernen DDS Oszillatoren in heutigen kommerziellen Amateurfunkgeräten. Wir können nicht den gesamten Transceiver neu entwickeln, sondern wollen die Frequenzstabilität des VFOs mit einer relativ einfachen Zusatzschaltung quarzstabil machen.

Die Entwicklung eines frequenzstabilen VFOs ist schwierig, denn schon eine Ausgangsleistung von mehr als 1mW erzeugt in den Transistoren so viel Wärme, dass dies langfristig die Frequenzdrift unterstützt.

Die Gründe für die Frequenzdrift sind vielfältig. Besonders stark wirkt sich die Temperatur auf die Kapazitäts-Diode aus, die für die "Clarifier" Funktion eingesetzt wird, und damit auf den Stabilitätsfaktor des gesamten Oszillators. Eine Temperaturänderung verändert die Diodenkapazität ebenso, wie wenn sich die Vorspannung an diesen Dioden ändert. Es kommt zu einer Änderung der Junction-Temperatur und damit zu einer Drift.

Wie Sie noch sehen werden, ist diese Kapazitätsdiode nicht nur schlecht, sondern verändert sich mit unserer VFO-Stabilisierung in ein dafür nützliches Bauteil.

### 2.1 Der Frequency Locked Loop (FLL)

Ein Frequency-Locked-Loop (FLL) ist ein elektronisches Steuerungssystem, das ein Signal erzeugt, das auf die Frequenz eines Eingangs- oder Referenzsignals eingestellt ist. Diese Schaltung vergleicht die Frequenz eines gesteuerten Oszillators mit der Referenz und erhöht oder senkt die Frequenz des Oszillators automatisch, bis seine Frequenz (aber nicht unbedingt seine Phase) mit der Referenz übereinstimmt.

Solche Schaltungen werden als Frequenzverdoppler, zur FM-Demodulation und zu Stabilisierung von RC-Oszillatoren eingesetzt.

Wir wollen mit dieser Schaltungstechnik einen stark driftenden VFO stabilisieren.

Das Blockschaltbild des FLL sehen Sie in Abbildung 1.

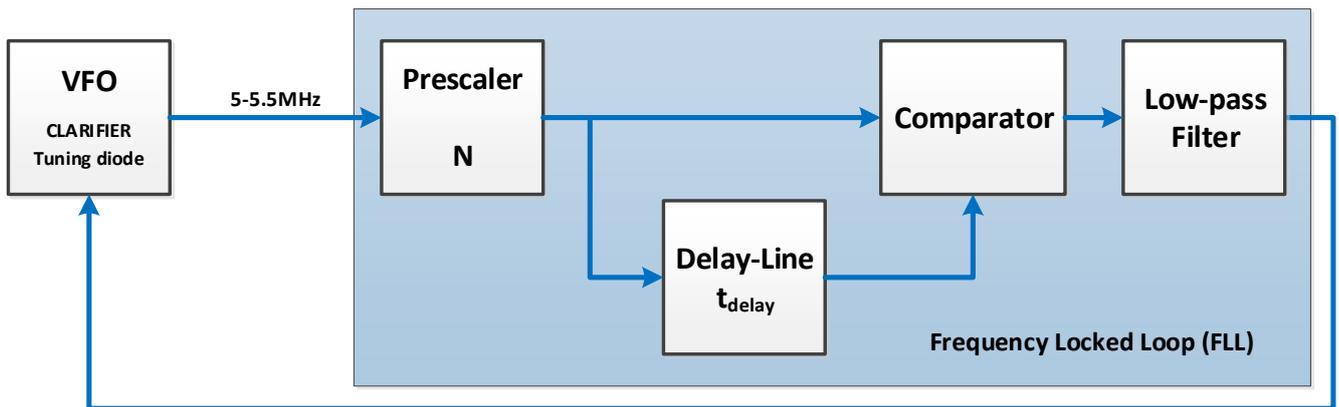


Abbildung 1

Die Schaltung besitzt einen Regelkreis mit negativer Rückkopplung, der auf den VFO wirkt. Zur Frequenzkorrektur wird die im VFO eingebaute Kapazitätsdiode (primär für CLARIFIER) mitbenutzt.

Das Eingangssignal des FLL ist die VFO-Frequenz. Der Vorteiler dient nur dazu, ein symmetrisches Rechtecksignal zu erzeugen, das mit einem modernen Mikrocontroller verarbeitet werden kann. Dieses Frequenz-Signal wird mit dem identischen, jedoch um  $t_{delay}$  verzögerten Signal verglichen. Der Komparator erzeugt ein Korrektursignal, das anschliessend über ein Tiefpassfilter die Frequenz des VFOs regelt. Da die Signale über vollständige Zyklen gemittelt werden, ist der Ausgang des FLL phasenunabhängig.

Der FLL rastet bei jedem lockup point  $= f_{VFO} + n \cdot f_{step}$  ein. Das hat den Vorteil, dass der FLL sofort den VFO wieder stabilisiert, nachdem am VFO-Abstimmknopf nicht mehr gedreht wird.

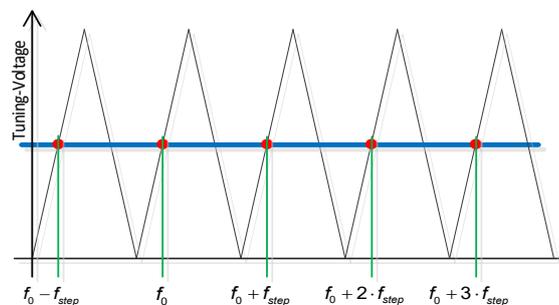


Abbildung 2

Wenn z.B.  $t_{delay} = 0.2s$  und  $N = 2$  betragen, dann wird die FLL-Schrittgrösse  $f_{step} = 10Hz$  betragen. Mathematisch hergeleitet kann die Einrast- Schrittgrösse (lockup point) wie folgt berechnet werden:

$$f_{step} = \frac{N}{t_{delay}}$$

Eine Herleitung bleibt dem Leser als Übung überlassen.

Die Einrast-Schrittfrequenz ist unabhängig von der FLL-Eingangsfrequenz und somit über den ganzen VFO-Bereich konstant.

Der FLL ist gegenüber einer PLL-Schaltung (Phase Locked Loop) sehr schnell, weil nicht auf die Phasenlage, sondern auf die Frequenz korrigiert wird.

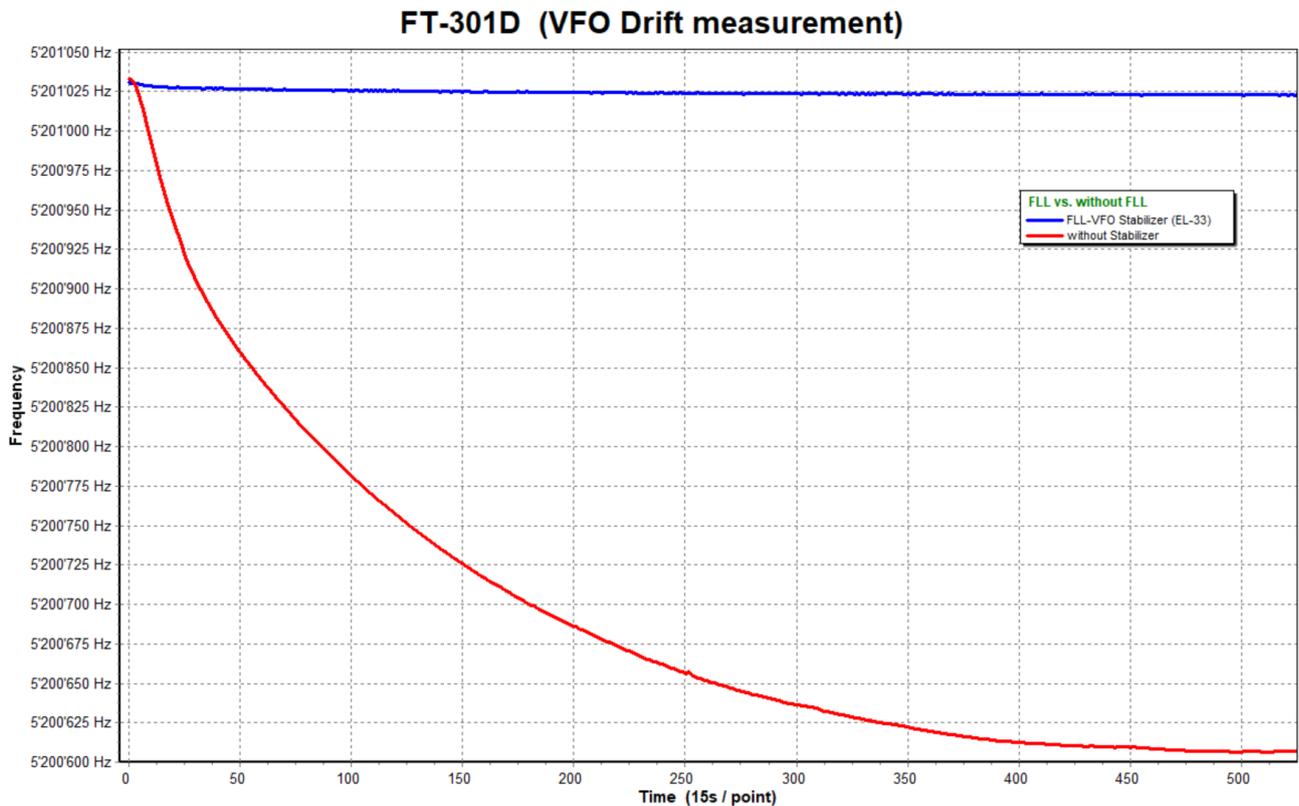


Abbildung 3

Als Beispiel sehen Sie die Wirkung des FLL-VFO Stabilisators in Abbildung 3. Gemessen wurde ab dem Einschalten eines FT-301D über einen Zeitraum von ca. 2h (525 x 15s). Ohne Stabilisierung driftet der VFO ca. 425Hz. Eine so starke Drift ist äusserst störend bei CW- oder SSB-Betrieb, und digitale Modi sind undenkbar.

### 3 Zusammenbau des Moduls

Für den Zusammenbau benötigen Sie folgendes Werkzeug und Zusatzmaterial:

- ◆ StiftlötKolben 50 bis 80W
- ◆ Lötzinn Ø 0.5mm mit Flussmittelkern
- ◆ kleine Spitzzange
- ◆ feiner Seitenschneider

Es empfiehlt sich, diese Dokumentation genau zu studieren und auszudrucken, denn es ist eine sichere Referenz, wenn Sie das Modul zusammenbauen und erlaubt Ihnen die Kontrolle jedes gemachten Schrittes.

Stellen Sie sicher, dass der Arbeitsplatz frei von statischen Aufladungen ist, damit der bereits eingelötete und programmierte Mikrocontroller nicht beschädigt wird. Hilfreich ist das Tragen eines antistatischen Armbandes. Die Abbildungen der einzelnen Bauelemente auf Seite 8 sollen Ihnen helfen, die verschiedenartigen Elemente nach Form und Farbe zu identifizieren.



Das Löten ist eine der wichtigsten Arbeiten beim Aufbau dieses Gerätes. Eine schlechte Lötstelle kann auch bei einem sorgfältig zusammengebauten Bausatz ein Funktionieren des Gerätes verunmöglichen und die ganze Freude verderben.

Es ist einfach, eine gute Lötverbindung zu schaffen, wenn folgende Regeln beachtet werden:

1. Benutzen Sie einen temperaturgeregelten Stift-LötKolben mit ca. 50 bis 80 Watt. Eine 1 bis 2 mm breite Meissel- oder Pyramidenspitze eignet sich am besten.
2. Stellen Sie die Temperatur für bleifreies Zinn auf maximal 320°C und für bleihaltiges Zinn auf maximal 360°C ein. Zu hohe Temperaturen beschädigen die Leiterplatte.
3. Die Lötspitze muss immer sauber und gut verzinnt sein. Wischen Sie die Spitze öfters auf Edelstahlwolle ab (gibt es in jedem Supermarkt in der Putzmittelabteilung zu kaufen), nie auf einem nassen Schwamm, denn dann kühlt die LötKolbenspitze unnötig ab und die Wärme fehlt anschliessend auf der Lötstelle.
4. Verwenden Sie keine aggressiven Lötpasten, sondern qualitativ guten Löt Draht mit einem Flussmittelkern.
5. Halten Sie die LötKolbenspitze nur einmal, dafür lange genug (ca. 2 bis 5s) an die zu lötende Stelle, damit das Lötzinn gut fließen kann. Geben Sie während dieser Zeit ganz wenig Lot zwischen Lötstelle und -spitze.
6. Berühren Sie die Platinen nie mit den Fingern an den Lötflächen, sonst ist eine gute Lötstelle nicht mehr möglich. Sollte dies trotzdem passieren, dann reinigen Sie die Platine mit einem mit Haushaltsbenzin benetzten, fuselfreien Tuch.



Achten Sie stets darauf, dass Sie beim Löten nicht versehentlich bereits bestückte Elemente mit dem LötKolben berühren und diese anschmoren.

Bei den Widerständen in der Bauteileliste steht auch die jeweilige Farbcodierung (siehe auch Tabelle 1). Wenn Sie nicht sicher sind im Umgang mit der Farbcodierung, ist es besser, den Widerstandswert vor dem Einlöten mit einem Ohmmeter zu messen.

Farbcodierung von Widerständen mit 4 Ringen				
Farbe	Widerstandswert in $\Omega$			Toleranz
	1. Ring (1. Ziffer)	2. Ring (2. Ziffer)	3. Ring (Multiplikator)	4. Ring
keine	-	-	-	$\pm 20\%$
silber	-	-	$10^{-2} = 0.01$	$\pm 10\%$
gold	-	-	$10^{-1} = 0.1$	$\pm 5\%$
schwarz	-	0	$10^0 = 1$	-
braun	1	1	$10^1 = 10$	$\pm 1\%$
rot	2	2	$10^2 = 100$	$\pm 2\%$
orange	3	3	$10^3 = 1'000$	-
gelb	4	4	$10^4 = 10'000$	-
grün	5	5	$10^5 = 100'000$	$\pm 0.5\%$
blau	6	6	$10^6 = 1'000'000$	$\pm 0.25\%$
violett	7	7	$10^7 = 10'000'000$	$\pm 0.1\%$
grau	8	8	$10^8 = 100'000'000$	-
weiss	9	9	$10^9 = 1'000'000'000$	-

Tabelle 1



Beachten Sie bei allen polarisierten Bauelementen (Dioden, Elkos, usw.) die Einbau-  
richtung.

### 3.1 Bauteileliste

#### EL-34 Platine

Anzahl	Bauteile Nr.	Beschreibung
1	R2	100 $\Omega$ 1/8 W (braun-schwarz-schwarz) [Bauteil 1]
2	R4, 11	470 $\Omega$ 1/8 W (gelb-violett-braun) [Bauteil 1]
3	R1, 3, 6	1k $\Omega$ 1/8 W (rot-schwarz-rot) [Bauteil 1]
1	R7	10k $\Omega$ 1/8 W (braun-schwarz-orange) [Bauteil 1]
4	R5, 9, 10, 12	100k $\Omega$ 1/8 W (braun-schwarz-gelb) [Bauteil 1]
1	R8	1M $\Omega$ 1/8 W (braun-schwarz-grün) [Bauteil 1]
2	C3, 4	15pF Keramik bezeichnet mit 150 [Bauteil 3]
1	C5	1nF Keramik bezeichnet mit 102 [Bauteil 5] oder [Bauteil 2]
7	C1, 2, 6, 8, 10, 13, 14	0.1 $\mu$ F Keramik bezeichnet mit 104 [Bauteil 2]
2	C11, 12	10 $\mu$ F/16V Elektrolytkondensator [Bauteil 4], Polarität beachten 100 $\mu$ F/10V Elektrolytkondensator [Bauteil 6], Polarität beachten.
2	C7, 9	<u>Achtung:</u> nicht mit den Fingern an den Anschlüssen fassen, da es spezielle "low leakage" Kondensatoren sind.
2	J1, 2	JST Buchsenleisten B5B-XH-A und B6B-XH-A [Bauteil 14]
1	JP1	1x5 Stiftleiste [Bauteil 11]
2	Q1, 2	NPN Transistor 2N3904 [Bauteil 10]
1	U1	Mikrocontroller PIC16F1705 I/P [Bauteil 8] programmiert
1	U2	5V Spannungsregler LM78L05ACZ oder LP2950ACZ-5.0 [Bauteil 9]
1	Y1	8MHz Quarz HC-49U [Bauteil 7]
1		Platine EL-34 [Bauteil 17]
2		JST Steckergehäuse XHP-5 und XHP-6 [Bauteil 13]

11	JST Buchsenkontakt SXH-001T-P0.6 [Bauteil 12]
1	Kapazitätsdiode z.B. BB910 [Bauteil 15]
1	100k $\Omega$ 1/8 W (braun-schwarz-gelb) [Bauteil 1]
1	15pF Keramik bezeichnet mit 150 [Bauteil 3]
1	22pF Keramik bezeichnet mit 220 [Bauteil 3]
1	0.1 $\mu$ F Keramik bezeichnet mit 104 [Bauteil 2]
1	LED grün / rot LTL1BEKVJNN [Bauteil 16]

Tabelle 2



Tabelle 3

### 3.2 Bestücken der Platine

Die Bestückungspläne der kleinen Platine finden Sie in Kapitel 9.6 (siehe Abbildung 30). Bestücken Sie mit Hilfe der Stückliste (Tabelle 2) die folgenden Bauelemente:

- R1 bis R12, Widerstände
- Y1, Quarz 8MHz → Der Quarz wird mit einem kleinen Abstand zur Platine eingelötet.  
 Schneiden Sie einen Papier- oder Kunststoffstreifen 4mm x 30mm (Dicke ca. 0.2mm) zu, und legen Sie diesen auf der Bauteileseite zwischen die beiden Quarz-Anschlüsse. Nach dem Löten entfernen Sie den Streifen wieder.
- Q1, 2, 2N3904 NPN-Transistor → Einbaurichtung beachten!
- U1, IC PIC16F1705 Mikrocontroller (ist programmiert) → Einbaurichtung beachten!
- U2, IC LM78L05ACZ oder LP2950ACZ-5.0 Spannungsregler → Einbaurichtung beachten!
- C1 bis C6, C8, C10, C13, C14 Kondensatoren
- C7, C9, C11, C12 Elektrolytkondensatoren → auf die Polarität achten!  
(weisser Strich = Minus, siehe Kapitel 9.6, Abbildung 30)
- J1, J2 Buchsenleiste 1x5 Pin und 1x6 Pin  
 Die Buchsenleisten müssen flach auf der Platine aufliegen und senkrecht stehen.
- JP1, 5 Pin-Stiftleiste
- Kontrollieren Sie alle Lötstellen sehr genau!  
Ev. eine Lupe verwenden, denn bereits kleinste, ungewollte Lötbrücken können sich verhängnisvoll auswirken.  
 Besonders bei den Transistoren Q1 und Q2 und dem Spannungsregler U2 ist grösste Aufmerksamkeit geboten.

## 4 Funktionstest der Platine

Wenn alle Elemente bestückt sind, kann ein erster elektrischer Test erfolgen.

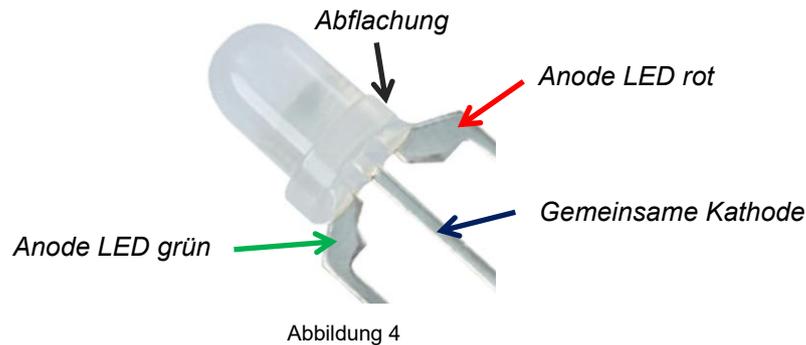


Achten Sie auf einen sauberen Arbeitsplatz, damit die Platine nicht auf abgeschnittenen Drahtstücken liegt, welche zu Kurzschlüssen führen können.

Für die folgenden Tests benötigen Sie die Status LED.

Für den Funktionstest des FLL VFO-Stabilisators benötigen Sie folgende Messinstrumente:

- ◆ Digitalvoltmeter für den Bereich DC 0 bis 20V (Auflösung  $\leq 10\text{mV}$ )
- ◆ Speisegerät, einstellbar zwischen 1.5V bis 15V DC, Strom ca. 30mA
- ◆ HF- Signalgenerator im Frequenzbereich 3 bis 20MHz, bei dem das Ausgangssignal auf ca. 200 bis 500mV eingestellt werden kann.
- Verbinden Sie die zweifarbige LED über die Stiftleiste J1 (Pin 5 ist Anode LED rot, Pin 3 ist Anode LED grün und Pin 4 sind Kathoden LED rot/grün) mit der Schaltung. Anschlüsse der LED siehe Abbildung 4.



#### 4.1 Power-Up Test

- Schliessen Sie die Platine über die Stiftleiste J1 (Pin 1 ist +Pol, Pin 2 ist -Pol) an ein 12V Gleichspannungs-Speisegerät an.
-  Wenn Sie über ein Speisegerät mit Strombegrenzung verfügen, stellen Sie dieses auf einen Maximalstrom von ca. 30mA ein.
- Schalten Sie die Versorgungsspannung ein.  
Die Status-LED leuchtet in der Reihenfolge rot, orange und grün kurz auf.  
Anschliessend blinkt die rote LED, weil am HF-Eingang des Moduls kein Signal vorhanden ist.
- Damit ist der Power-Up Test beendet. Das Speisegerät kann abgeschaltet werden.

#### 4.2 HF-Test

- Schliessen Sie die Platine über die Stiftleiste J1 (Pin 1 ist +Pol, Pin 2 ist -Pol) an ein 12V Gleichspannungs-Speisegerät an.
-  Wenn Sie über ein Speisegerät mit Strombegrenzung verfügen, stellen Sie dieses auf einen Maximalstrom von ca. 30mA ein.
- Verbinden Sie den HF-Eingang des Stabilisators über die Stiftleiste J2 (Pin 6 ist HF, Pin 5 ist Masse) mit dem Signalgenerator.
- Stellen Sie am Signalgenerator eine Frequenz von ca. 5MHz und einen Pegel von ca. 200mV ein.
- Schalten Sie die Versorgungsspannung ein.

Die Status-LEDs leuchten in der Reihenfolge rot, orange und grün kurz auf.

Anschliessend leuchtet während 2s die rote LED, dann wechselt die Status-LED auf grün, weil am HF-Eingang des Moduls ein frequenzstabiles Signal anliegt.

- Verändern Sie am Signalgenerator die Frequenz (min.  $\pm 200\text{Hz}$ ) und beobachten Sie die Status LED.

Bei der Frequenzänderung leuchtet die Status-LED während 2s rot und wechselt danach wieder auf grün.

- Damit ist der HF-Test beendet. Das Speisegerät kann abgeschaltet werden.

Wenn alle obigen Tests erfolgreich waren, ist das FLL VFO-Stabilisator Modul EL-34 für den Einbau in den Transceiver bereit.

## 5 Installationen

### 5.1 Steckermontage

Alle Steckergehäuse und Kontakte werden mitgeliefert, um einen einfachen Anschluss von Speisung und Signale zu ermöglichen. Verwenden Sie nur qualitativ hochwertigen, farbigen Litzendraht. Die Farben der Drähte sollten so gewählt werden, dass sie der Funktion entsprechen, z.B. rot + 7-20V Speisung, blau oder schwarz für Masse (GND) und andere Farben für die Signale Control Voltage Out (VAR) und Clarifier In (CLAR) etc.

Die Steckverbinder bestehen aus zwei Komponenten: das Steckergehäuse und die Kontakte. Um einen Leiter anzuschliessen, isolieren Sie den Draht etwa 2 mm ab, verdrehen und verzinnen ihn. Führen Sie das verzinnte Ende des Drahtes so in den Kontakt ein, dass der Draht innerhalb des inneren und die Isolierung innerhalb des äusseren Laschenpaares liegt.

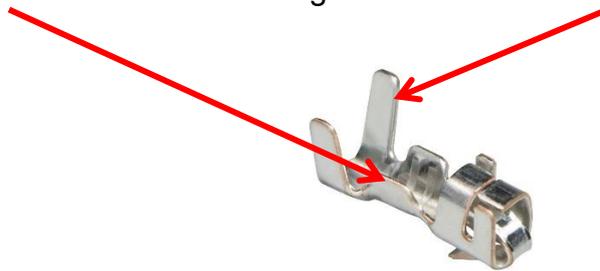


Abbildung 5

Drücken Sie mit einer kleinen Spitzzange vorsichtig die äusseren Laschen um die Drahtisolation, um den Draht zu halten. Wiederholen Sie dies mit den inneren Laschen, um den Leiter zu fixieren. Löten Sie den Leiter an den inneren Laschen an, wobei sehr darauf geachtet werden muss, dass kein Lot in den Kontakt fliesst.

Nun wird der Kontakt in das Steckergehäuse eingeführt, mit der kleinen Verriegelungslasche auf der Vorderseite des Gehäuses. Drücken Sie den Kontakt nach innen, bis die Sicherungslasche einrastet. Wenn Sie einen Kontakt entfernen müssen, drücken Sie vorsichtig auf die Sicherungslasche mit einem kleinen Schraubendreher oder dem Ende einer Spitzzange. Der Kontakt wird freigegeben und kann aus dem Gehäuse herausgezogen werden.

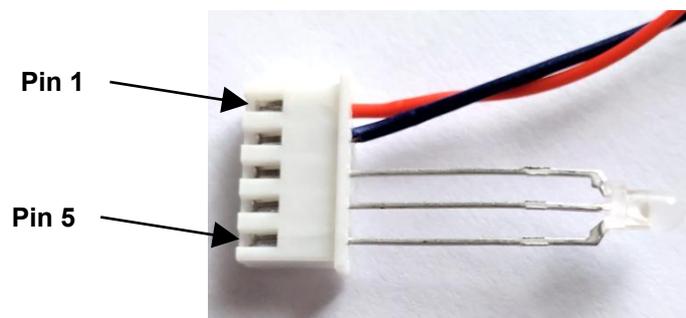


Abbildung 6

## 5.2 HF-Signal vom Transceiver-VFO

Das HF-Eingangssignal für den FLL VFO-Stabilisator muss am Ausgang der VFO-Pufferstufe abgenommen werden, damit der VFO nicht belastet wird. Es sollte ein HF-Signal von 200mV p-p oder mehr vorhanden sein. Verwenden Sie ein kleines, möglichst kurzes Koaxialkabel z.B. RG316 oder RG178.

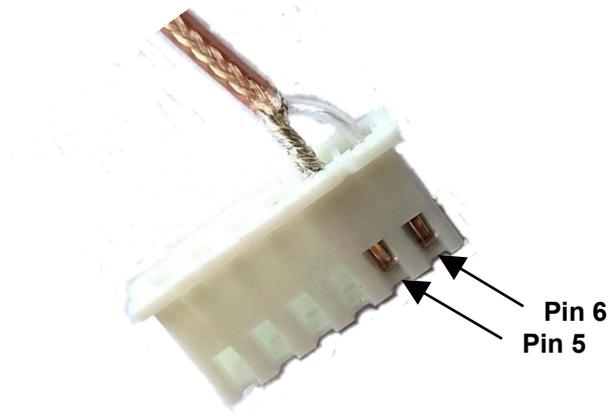


Abbildung 7

## 5.3 VFO-Abstimmuschaltung

Der Steuerspannungsausgang (VAR) wird zur Ansteuerung einer Kapazitätsdiode im VFO-Abstimmkreis verwendet. Alle dazu benötigten Bauteile, Kapazitätsdiode, Widerstand und Kondensatoren sind im Bausatz enthalten, um die Abstimmuschaltung aufzubauen.

Mit den beiden Keramik-Kondensatoren, 22pF und 15pF, können die 4 Werte, 37pF (parallel), 22pF, 15pF oder 9pF (seriell), für  $C_x$  gebildet werden. Diese Werte sind für viele Transceiver gut. Eventuell ist es erforderlich, diesen Wert deutlich zu reduzieren, insbesondere bei hohen VFO-Frequenzen, oder wenn der Kondensator direkt über den VFO-Abstimmkreis geschaltet ist. In diesen Fällen kann der Frequenzregelbereich übermäßig gross werden, was zu einer Fehlfunktion der Schaltung führt.

Es ist auch möglich, Kondensatoren mit niedrigen Kapazitätswerten aus einem Stück Koaxialkabel selbst herzustellen.

Hier einige Kapazitätswerte:

Kabeltyp	Kapazität pF/cm	Kapazität pF/inch
RG316	0.95	2.41
RG 178	0.93	2-36
RG 174	1.01	2.57



Für beste Ergebnisse wird empfohlen, den Wert des Koppelkondensators  $C_x$  so zu wählen, dass eine Veränderung der Steuerspannung um 2V, von 1.5 V bis 3.5 V, eine Frequenzänderung von ca. 8 bis 10 kHz bewirkt. Testen Sie den Kapazitätsdioden-Frequenzbereich ohne EL-34, indem Sie eine variable Spannung (+ am Anschluss VAR) einspeisen. Eventuell ist es auch möglich, einen Anschlusspunkt in der VFO-Schaltung zu finden, an dem  $C_x$  einen zufriedenstellenden Abstimmbereich ergibt. Dies könnte ein vorhandener Abgriff an der Induktivität oder über den unteren Rückkopplungskondensator im Falle eines Colpitts-Oszillators sein.

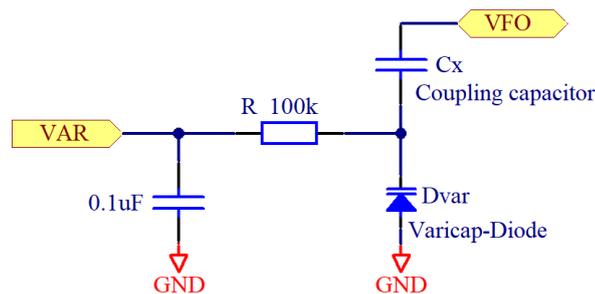


Abbildung 8

Die Abstimmuschaltung ist in Abbildung 8 abgebildet. Die Anschlüsse der Bauteile  $C_x$  und  $D_{var}$  auf der VFO-Seite müssen so kurz wie möglich sein. Es ist darauf zu achten, dass die Spannungen am Anschlusspunkt im VFO nicht höher sind als 100V DC, ansonsten muss ein Kopplungskondensator  $C_x$  mit einer höheren Spannungsfestigkeit verwendet werden. Der HF-Signalpegel darf nicht grösser sein als 5V p-p.

Mit einem Röhren-VFO ist der Signalpegel meist so hoch, dass eine Gleichrichtung des Oszillatorsignals in der Abstimmidiode  $D_{var}$  erfolgt. Um dieses zu vermeiden wird empfohlen, zwei Kapazitätsdioden gemäss Abbildung 9 zu verwenden.

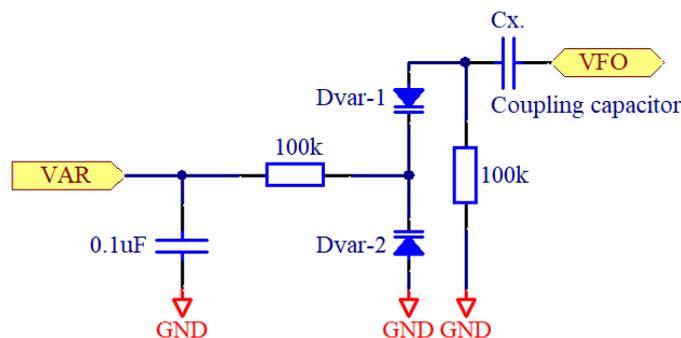


Abbildung 9

## 5.4 Verwendung der CLARIFIER Schaltung

Wenn der Transceiver bereits mit CLARIFIER (RIT) ausgerüstet ist, kann diese Schaltung für den EL-34 mitbenutzt werden. Die universelle FLL VFO-Stabilisierung ist für die Verwendung einer CLARIFIER-Schaltung vorbereitet<sup>1</sup>. Die VFO-Stabilisierung überlagert ihre Regelspannung der "CLARIFIER"-Spannung. Jedoch werden die Spannungen dadurch negiert, was eine Umkehrung der Drehrichtung des "CLARIFIER" Potentiometer zur Folge hat. Dieses Manko kann mit einer kleinen Modifikation (Drehrichtungsumkehr am CLARIFIER-Potentiometer) einfach korrigiert werden.

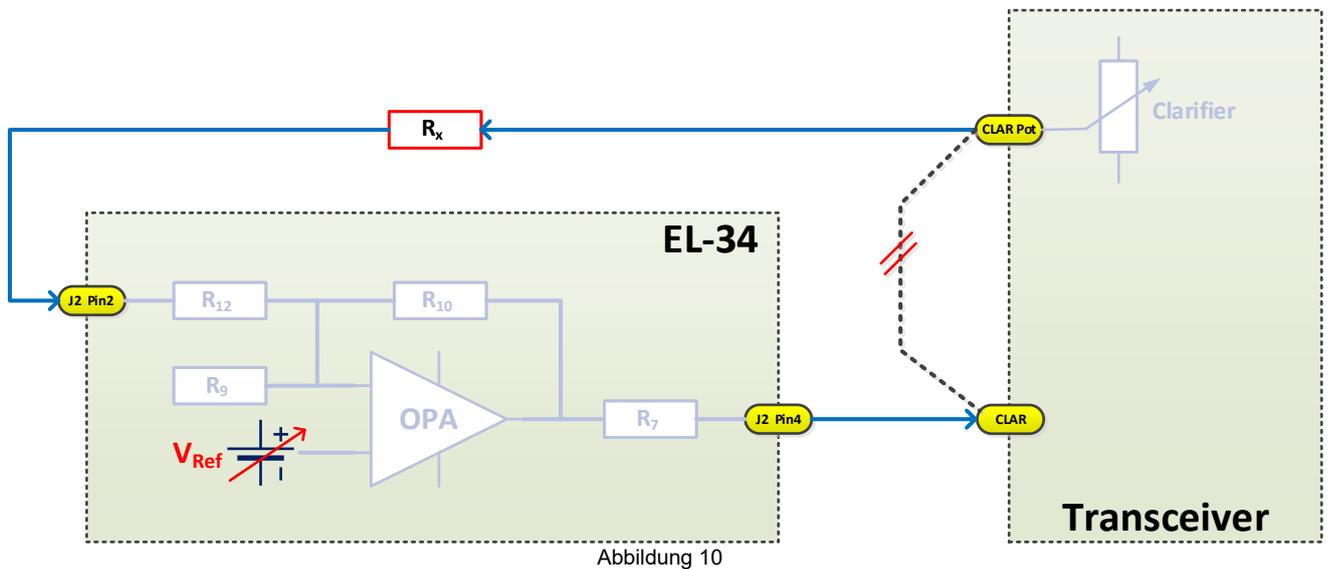


Achtung: Die Mittenspannung des CLARIFIERS sollte  $2.5V \pm 0.4V$  betragen. Ist dies bei ihrem Gerät nicht der Fall, dann können eventuell folgende Modifikation hilfreich sein.

### 5.4.1 Clarifier Widerstand $R_x$ and $V_{Ref}$

Wenn die Spannung am Clarifier Potentiometer bei Mittelstellung von  $2.5V \pm 0.4V$ , oder die Spannungsvariation  $\Delta-V_{clar}$  von  $1.75V$  abweicht sind folgende Anpassungen an der Schaltung oder an den Parametern notwendig:

- Einfügen eines Widerstandes  $R_x$ , um die Spannungsvariation  $\Delta-V_{clar}$  einzuengen (siehe Tabelle 4).



- Anpassen der Referenzspannung  $V_{Ref}$ , um die Clarifier-Offsetspannung zu kompensieren (siehe Kapitel 7.3.6).

<sup>1</sup> Eine Anpassung der Offsetspannung kann vorgenommen werden → siehe Kapitel 7.3.6. Diese Funktion wurde noch nicht für alle Transceiver getestet.

In der Tabelle 4 sind einige Geräte aufgeführt mit den entsprechenden Werten für  $R_x$  und  $V_{Ref}$ . Die Widerstandswerte für  $R_x$  können durch Werte der E12-Widerstandsreihe ersetzt werden.

Clarifier	FT-301D	FR-101	FT-101EE	FT-101ZD	FT-102	FT-902DM	TS-120	TS-520S	TS-830S
$V_{clar\ max.}$	3.38V	5.27V	5.18V	5.11V	5.97V	5.11V	8.91V	9.00V	9.00V
$V_{clar\ center}$	2.51V	3.64V	3.66V	3.57V	4.57V	3.57V	7.10V	5.46V	6.69V
$V_{clar\ min.}$	1.64V	2.30V	2.13V	2.03V	3.45V	2.03V	5.76V	3.94V	5.18V
$\Delta V_{clar\ (max-min)}$	1.74V	2.97V	3.05V	3.08V	2.52V	3.08V	3.15V	5.06V	3.82V
<hr/>									
EL-34	FT-301D	FR-101	FT-101EE	FT-101ZD	FT-102	FT-902DM	TS-120	TS-520S	TS-830S
$R_x\ (R_{CLAR})$	0k $\Omega$	71k $\Omega$	75k $\Omega$	77k $\Omega$	45k $\Omega$	77k $\Omega$	81k $\Omega$	191k $\Omega$	120k $\Omega$
$V_{REF\ Voltage}$	2.50V	2.8V	2.8V	2.7V	3.0V	2.7V	3.5V	2.9V	3.3V

Tabelle 4

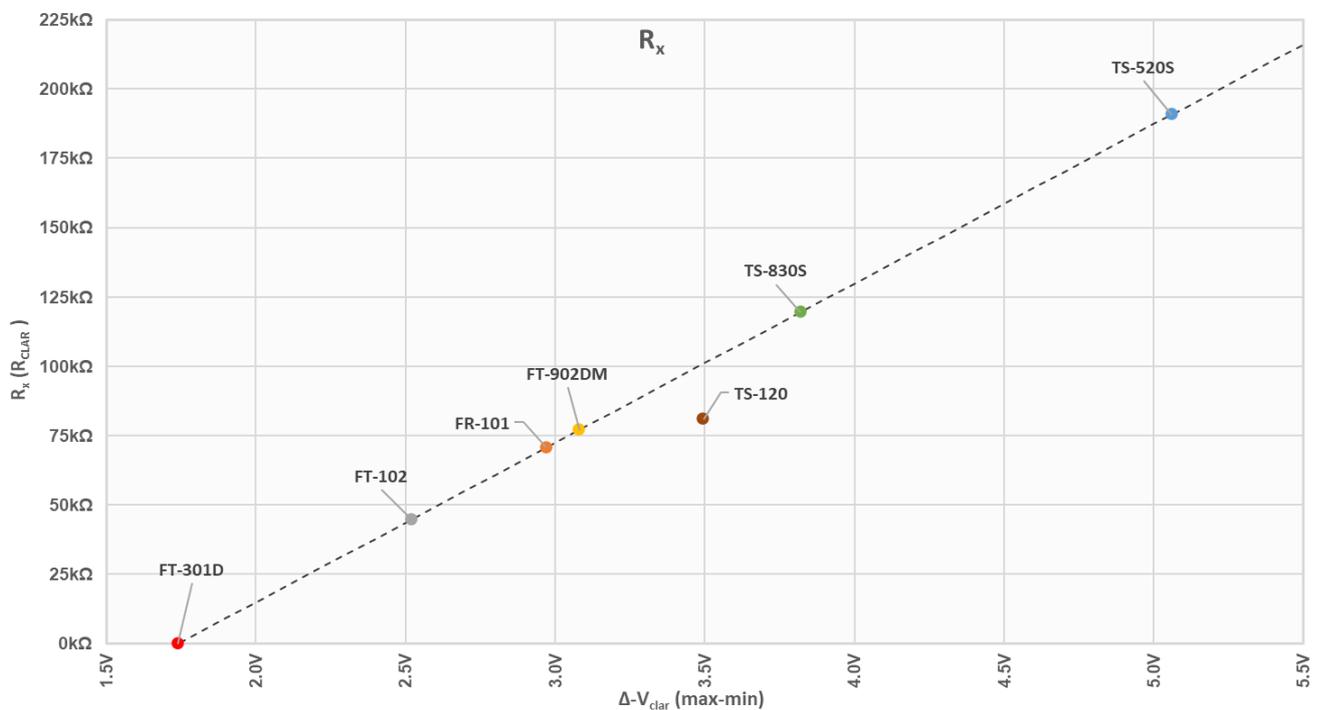


Abbildung 11

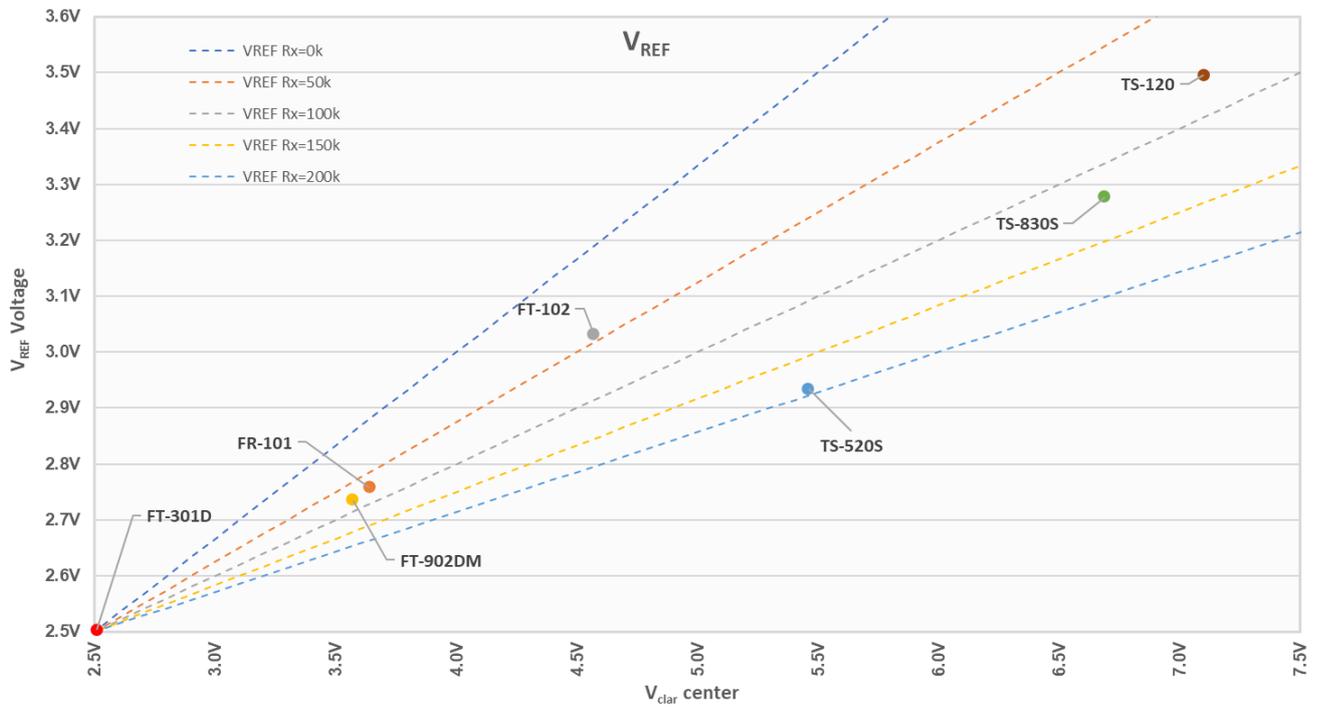


Abbildung 12

## 5.5 Einbau des Moduls in den Transceiver



Installieren Sie das Modul möglichst nahe beim VFO. Alle Signalleitungen sollten so kurz wie möglich sein, um Störungen zu minimieren.

Die Platine kann mit vier M3- oder Blech-Schrauben und Distanzhülsen auf das Transceiver-Chassis geschraubt werden.

Die Abmessungen der Platine sind 35mm x 60mm und die Lochabstände 28mm x 53mm, siehe Abbildung 13.

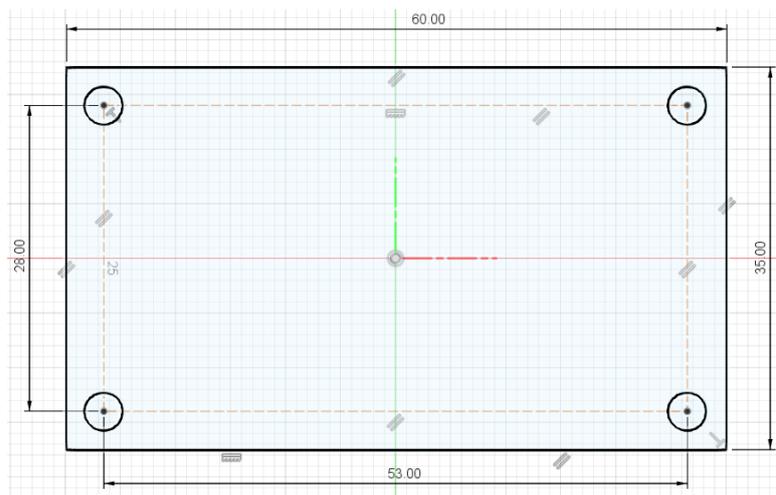


Abbildung 13

Die Spannungsversorgung des Moduls muss ab einer geregelten DC-Spannung 7V bis max. 30V erfolgen.

- Stecken Sie die vorbereiteten Stecker in die Stiftleisten J1 bzw. J2.



Für die folgenden Schritte, kürzen Sie die Litzendrähte und das Koaxialkabel jeweils auf die passenden Längen.

- Verbinden Sie die Spannungsversorgung (rot / blau) mit einer geregelten DC-Spannung des Transceivers.
- Schliessen Sie das Koaxialkabel am gepufferten VFO HF-Ausgang an.
- Verbinden Sie die Abstimmleitung VAR mit der Abstimmuschaltung im VFO, oder mit der Clarifier-Abstimmuschaltung, wenn diese die Bedingungen für den EL-34 erfüllt.

## 6 Betrieb

Für den Betrieb des FLL-VFO Stabilisator Modul EL-34 braucht es keine speziellen Einstellungen. Sie können den Transceiver wie gewohnt benutzen. Der grosse Vorteil ist, dass der VFO quarzstabil arbeitet und die Drift kompensiert wird.

### 6.1 Verzögerung nach dem Abstimmen

Während der VFO-Abstimmung wird die Frequenz-Korrektur unterbrochen und die Steuerungspannung VAR auf dem aktuellen Wert gehalten. Die Status-LED leuchtet währenddessen rot und zeigt den entsperrten Zustand an.

Sobald die Abstimmung stoppt, wartet die FLL VFO-Stabilisierung eine Verzögerungszeit von 2s ab, bevor die Frequenz-Korrektur wieder aktiviert wird. Dadurch hat man zum langsamen manuellen Abstimmen genügend Zeit, ohne dass die Stabilisierung versucht, eine als Drift erkennbare Abweichung zu korrigieren.



Die Verzögerungszeit kann auf Ihre Bedürfnisse programmiert werden → Kapitel 7.3.3

### 6.2 Statusanzeige

Mit einer dual LED (rot / grün) kann der Status des FLL VFO-Stabilisator Modul signalisiert werden. Die Statusanzeige ist für den Betrieb des EL-34 Moduls nicht zwingend notwendig und die LED kann auch weggelassen werden.

Die Status-LED hat folgende Bedeutung:

Bereich	LED-Anzeige	Status
Power Up	leuchtet rot, orange und grün	FLL VFO-Stabilisator wird initialisiert
Stabilisierung	leuchtet konstant rot	Frequenzänderung, Stabilisierung angehalten ev. Unlock Frequenztoleranz falsch eingestellt.
	leuchtet konstant grün	VFO-Frequenz wird stabilisiert
HF-Signal	blinkt rot	HF-Signal fehlt, oder HF-Pegel ist zu niedrig.

Tabelle 5

## 7 Programmierung via USB to Serial Adapter

### 7.1 Verbindung zum FLL VFO-Stabilisator



Der EL-34 FLL VFO-Stabilisator verfügt über eine serielle Schnittstelle (5.0V TTL, keine RS-232 Pegel). Mit einem "USB to Serial Adapter" (z.B. TTL-232R-5V0 oder TTL-232R-5V0-PCB von FTDI) kann das EL-34-Modul an den PC oder Laptop angeschlossen werden.

Der Anschluss erfolgt über die Programmierkontakte von JP1, der 5-poligen Stiftleiste (siehe Abbildung 14).

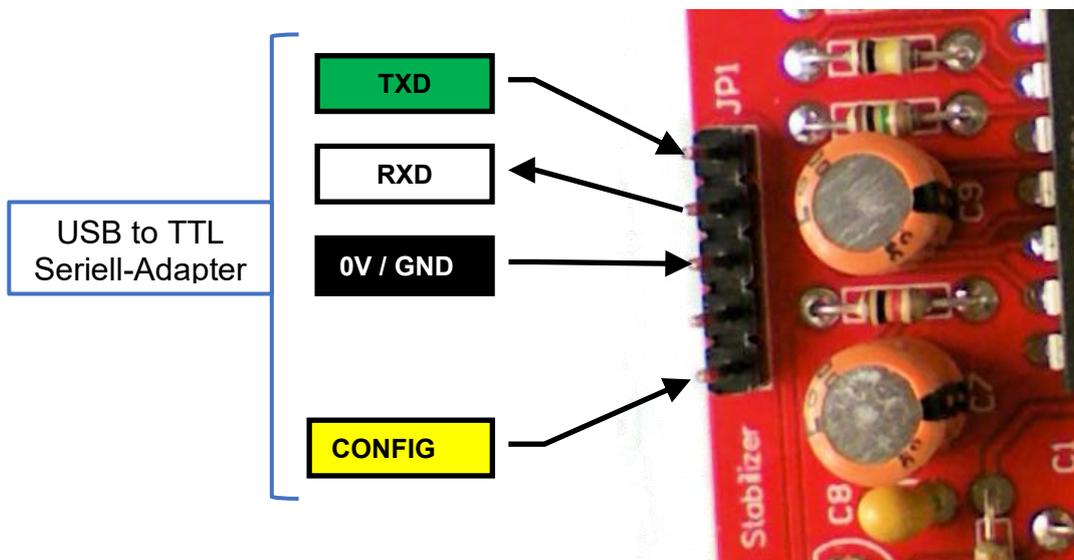


Abbildung 14

Die Speisung erfolgt via Transceiver, so dass keine weitere Stromversorgung mehr nötig ist.

Gehen Sie wie folgt vor:

1. Stecken Sie den "USB-to-TTL Adapter" am PC ein. Die Speisung des EL-34 erfolgt via Transceiver.



Die 5V-Spannung des Adapters darf nicht mit dem EL-34 verbunden werden.

2. Auf dem PC wird mit einem beliebigen Terminalprogramm (z.B. PuTTY) eine Verbindung mit dem EL-34 FLL VFO-Stabilisator geöffnet (Baudrate: 9600, Flow control: none, Terminal Options: Implicit CR in every LF). Überprüfen Sie mit dem Gerätemanager, welche virtuelle COM-Port Nummer der Adapter erhalten hat.



Abbildung 15

3. Verbinden Sie die CONFIG-Leitung am EL-34 (Pin 1, JP1) über einen 10kΩ Widerstand mit GND (0V).
4. Schalten Sie den Transceiver ein. Die LED wird im Programmiermodus gleichzeitig rot und grün leuchten. Die Programmierung ist nur möglich, wenn der EL-34 aktiv ist! Auf dem Terminal wird folgende Meldung ausgegeben (ev. Enter-Taste drücken).

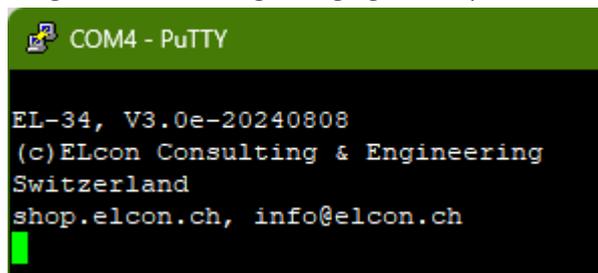


Abbildung 16

5. Drücken Sie die Enter-Taste, und Sie erhalten eine Bestätigung. Damit ist gewährleistet, dass die Kommunikation mit dem Modul korrekt funktioniert. Eine Befehlsübersicht erhält man mit der Eingabe "h" oder "H" nach der Eingabeaufforderung "cmd:" .

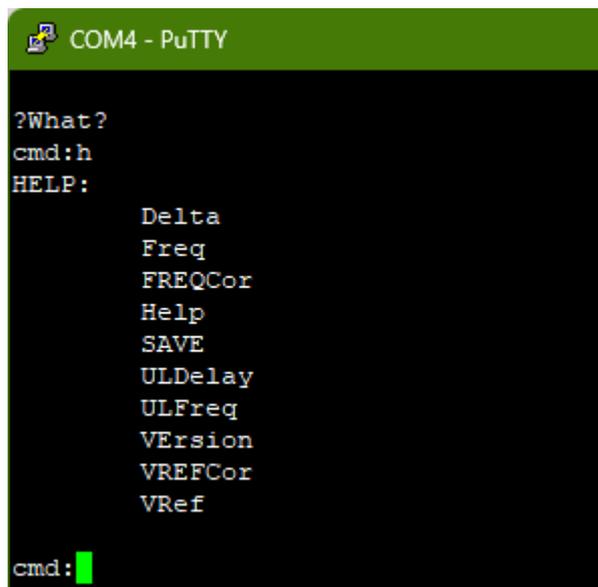


Abbildung 17

## 7.2 Eingabe von Befehlen

Es werden englischsprachige Wörter oder Abkürzungen verwendet, um Parameterwerte zu ändern und Anweisungen an die EL-34 zu geben. Gross- und Kleinschreibung ist bei allen Terminal-Eingaben nicht relevant.

Folgende Befehle sind für die Eingabe möglich:

**Delta**  
**Freq**  
**FREQCor**  
**Help**  
**SAVE**  
**ULDelay**  
**ULFreq**  
**VErsion**  
**VREFCor**  
**VRef**

Bei einigen Befehlen muss nicht das ganze Befehls-Wort eingegeben werden. Z.B. für die Frequenzmessung muss mindestens "F" eingegeben werden, doch sind auch "FR", "FRE" oder "FREQ" gültige Eingaben.

```
cmd: F
FREQ = 5499940Hz
cmd: FR
FREQ = 5499940Hz
cmd: FREQ
FREQ = 5499940Hz
cmd: █
```

Abbildung 18

In der Hilfeausgabe sind die Befehle so dargestellt, dass Grossbuchstaben die Mindesteingaben für den jeweiligen Befehl darstellen.

Wenn die Eingabe falsch ist oder nicht interpretiert werden kann, wird **?What?** ausgegeben.

```
cmd: abc
?What?
cmd: █
```

Abbildung 19

Einige Befehle verwenden Parameter, welche nach dem Befehl, getrennt durch mindestens ein Leerzeichen (Space), eingegeben werden.

Befehlseingaben ohne Parameter geben den aktuellen Parameterwert aus.

```
cmd:vref
VREF 25
cmd:vref 15

VREF was 25
VREF now 15
cmd: █
```

Abbildung 20



Ändern Sie die Parameter nur dann, wenn Sie genau wissen, was diese bewirken. Falsch eingestellte Parameter könnten den FLL VFO-Stabilisator ausser Funktion setzen.

### 7.3 Befehle

#### 7.3.1 H Help

Geben Sie im Befehlsmodus den Befehl "H" ein, um die Online-HILFE-Datei in abgekürzter Form zu lesen.

#### 7.3.2 SAVE SAVE

Speichert die veränderten Parameter ab. Beim nächsten Einschalten des Transceivers werden die Parameter ins RAM geladen.

#### 7.3.3 ULD ULDELAY "n"

Default: 2 (2s)  
Parameter: "n" 1 bis 10

"Unlock Delay" definiert die Verzögerungszeit, welche nach einem Unlock abgewartet wird, bevor der FLL VFO-Stabilisator wieder in den Lock Mode wechselt.

#### 7.3.4 ULF ULFREQ "n"

Default: 40 (40Hz)  
Parameter: "n" 20 bis 100

Die "Unlock Frequency" definiert die Unlock Frequenztoleranz. Wenn die gemessene Frequenzverschiebung des VFO grösser als die Frequenztoleranz ist, wird in den Unlock Status gewechselt (Lock to Unlock, LED rot). Ein zu kleiner Wert (20Hz) kann zu sporadischen Unlock Zuständen führen.

### 7.3.5 VE            VERSION

Mit dem Befehl "VE" wird die Firmware-Version angezeigt. Z.B.

```
cmd:VE
VERSION EL-34, V3.0e-20240808
cmd:█
```

Abbildung 21

### 7.3.6 VR            VREF"n"

Default:            25 (2.5V)

Parameter:        "n" 10 bis 40



Wenn VREFCOR **OFF** ist (siehe Kapitel 7.3.7), kann mit dem Befehl VREF die Spannung am Ausgang an J2 Pin 4 "Control Voltage Out" (VAR) in 0.1V Schritten von 1 bis 4V eingestellt werden.

Zusammen mit der Frequenzmessung "FREQ" kann der Kapazitätsdioden-Frequenzbereich gemessen werden, dies im Gegensatz zu Kapitel 5.3 VFO-Abstimmuschaltung auch mit eingebautem FLL VFO-Stabilisator.

Beispiel:

```
cmd:vrefc
VREFCOR OFF
cmd:delta on
DELTA was OFF
DELTA now ON
cmd:f
FREQ = 5499940Hz, DELTA = 00Hz
cmd:vr 15
VREF was 25
VREF now 15
cmd:f
FREQ = 5492720Hz, DELTA = -7220Hz
cmd:vr 35
VREF was 15
VREF now 35
cmd:f
FREQ = 5503050Hz, DELTA = 3110Hz
cmd:█
```

Abbildung 22



- WICHTIG: Kontrolle ob VREFCOR OFF ist.
- Frequenzmessung **FREQ = 5499940Hz, DELTA = 00Hz**
- Spannung an der Kapazitätsdiode auf 1.5V setzen.
- Frequenzmessung **FREQ = 5492720Hz, DELTA = -7220Hz**
- Spannung an der Kapazitätsdiode auf 3.5V setzen.
- Frequenzmessung **FREQ = 5503050Hz, DELTA = 3110Hz**

Damit wurde die Kapazitätsdioden-Frequenzvariation in einem Spannungsbereich von 1.5V bis 3.5V mit 10.33kHz bestimmt. Die Abstimmuschaltung ist somit für den FLL VFO-Stabilisator geeignet.



Der folgende Abschnitt ist nur für Geräte mit Clarifier-Funktion von Bedeutung, und wenn die Clarifier-Abstimmspannung via EL-34 geführt wird.

---

Wenn VREFCOR **ON** ist (siehe Kapitel 7.3.7), kann mit dem Befehl VREF die Offset-Spannung am Eingang "Clarifier In" (CLAR) kompensiert werden.



**ACHTUNG:** Falsch eingestellte Werte können die Funktion des FLL-VFO-Stabilisators beeinträchtigen oder sogar verunmöglichen.

Die Mittenspannung an der Abstimmuschaltung im VFO sollte ca.  $2.5 \pm 0.4V$  betragen. Die Spannung wird mit einem Multimeter an J2 Pin 4 (Control Voltage Out) gemessen.



Liefert die Clarifier (CLAR) Schaltung des Transceivers eine Spannung ausserhalb dieses Bereiches, kann unter Umständen die Drift der VFO-Frequenz vom der FLL VFO-Stabilisierung nicht mehr kompensiert werden.

Die Spannung wird mit einem Multimeter an J2 Pin 2 Clarifier In (CLAR) gemessen.

Gehen Sie wie folgt vor:

1. Schalten Sie den Clarifier am Transceiver aus. Schalten Sie das Gerät ein.
2. Messen Sie die Spannung mit einem Multimeter an J2 Pin 2. Ist die Spannung im Bereich von  $2.5 \pm 0.4V$ , können Sie dieses Kapitel überspringen, wenn nicht fahren Sie bei Punkt 3 weiter.
3. Klemmen Sie das Multimeter an J2 Pin 4 (Control Voltage Out) fest, so dass Sie während den Eingaben via Terminal die Spannung bequem ablesen können.
4. Geben Sie via Terminal den Befehl **VREFCOR ON** ein. Damit Schalten Sie den EL-34 in den Offset-Spannungskorrektur-Mode. Die Eingaben mit **VREF "n"** wirken sich direkt auf die interne Referenzspannung des FLL VFO-Stabilisierung aus.
5. Überprüfen Sie mit dem Befehl **VREF** (ohne Parameter) den aktuell eingestellten Wert (der Standardwert ist 25) und notieren Sie diesen für alle Fälle.
6. Wenn Sie an J2 Pin 4 Control Voltage Out (VAR) eine niedrigere Spannung als 2.5V messen, muss der aktuelle Wert erhöht werden, ansonsten umgekehrt.



Ändern Sie den Wert nur in Schritten von 1.

7. Geben Sie mit dem Befehl **VREF "n"** den neuen Wert ein und überprüfen Sie am Multimeter die veränderte Spannung. Sollte die Spannung noch immer nicht im Bereich von  $2.5V \pm 0.4V$  liegen, wiederholen Sie den Punkt 7 so oft bis Sie mit dem Ergebnis zufrieden sind.

8. Speichern Sie den eingestellten Wert mit **SAVE** ab.
  9. Schalten Sie den Transceiver aus und wieder ein und überprüfen Sie den Spannungswert an J2 Pin 4 (Control Voltage Out). Sollte die Spannung immer noch ausserhalb von  $2.5 \pm 0.4V$  liegen, wiederholen Sie die Punkte 4 bis 9.
- 

### 7.3.7 VREFC VREFCOR ON/OFF

Parameter:

Default: OFF

OFF Mit dem Befehl VREFCOR **OFF** kann mit VREF "n" direkt die Spannung am Ausgang an J2 Pin 4 "Control Voltage Out" (VAR) eingestellt werden. Diese Funktion ist für den Test des Kapazitätsdioden-Frequenzbereich gedacht.



Mit dem Befehl SAVE wird ein veränderter "n" Wert nicht abgespeichert.

ON Mit dem Befehl VREFCOR **ON** kann mit VREF "n" die stabilisierungsinterne Referenz-Spannung verändert werden. Diese Funktion kann für die Korrektur von Offset-Spannungen bei Clarifier-Schaltungen genutzt werden.



Mit dem Befehl SAVE wird ein veränderter "n" Wert abgespeichert.

---

### 7.3.8 D DELTA ON/OFF

Parameter:

ON Mit dem Befehl DELTA **ON** wird bei der Frequenzmessung die Frequenzdifferenzmessung eingeschaltet. Die aktuelle Frequenz wird als Offset gespeichert. Mit "FREQ" wird zur Frequenz auch die Differenzfrequenz berechnet und angezeigt.

```
cmd:d on
DELTA was ON
DELTA now ON
cmd:f
FREQ = 5498690Hz, DELTA = 00Hz
cmd:f
FREQ = 5502730Hz, DELTA = 4040Hz
cmd:█
```

Abbildung 23

OFF Mit dem Befehl DELTA **OFF** wird die Frequenzdifferenzmessung abgeschaltet. Beim Einschalten des Stabilisators ist DELTA = OFF

## 8 Software-Update

Eine neue Softwareversion für den EL-34 kann über das Internet heruntergeladen werden. Mit dem Programm "Updater\_EL-34.exe" werden die neuen Daten in den EL-34 geladen. Der Anschluss erfolgt über die Programmierkontakte von P1, der 5-poligen Stiftleiste. Dazu wird ein Verbindungskabel vom USB to TTL-Konverter zum EL-34 benötigt, welches nach Abbildung 24 mit einer Diode und einem 100nF-Kondensator verdrahtet ist.

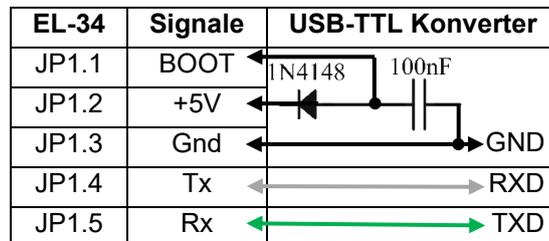


Abbildung 24

### 8.1 Installieren des Software-Updates

Gehen Sie für das Software-Update wie folgt vor:

1. Laden Sie das neuste Software-Update "EL34xxx.elc" von der Webseite <http://shop.elcon.ch> herunter.
2. Speichern Sie das File in denselben Ordner wie das Programm "Updater\_EL-34.exe". Es darf nur ein Update-File sich im Ordner befinden.
3. Verbinden Sie PC und EL-34 mit dem speziellen seriellen Kabel.
4. Starten Sie das Programm "UpdaterEL-34.exe". Das Programm öffnet das folgende "Updater" Programmfenster und es muss in der Statuszeile das neue Update-File "EL34xxx.elc" angezeigt werden.



Abbildung 25

5. Schalten Sie die Speisung des EL-34 ein.
6. Klicken Sie auf  um den COM-Port automatisch zu suchen oder definieren Sie den korrekten COM-Port selbst. Das folgende "Auto Detect Port" Fenster muss ein erfolgreiches Erkennen des EL-34 anzeigen um das Software-Update durchführen zu können. Bestätigen Sie dies mit der Taste .



Abbildung 26

7. Jetzt kann das Update mit der Taste  im Updater-Fenster gestartet werden. Unterbrechen Sie wenn möglich den Ladevorgang nicht.

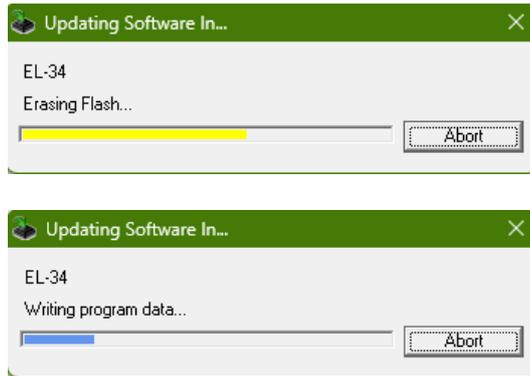


Abbildung 27

8. Das erfolgreiche Software-Update wird mit folgendem Fenster bestätigt. Prüfen Sie, ob die neue Softwareversion korrekt ist. Jetzt kann die Speisung des EL-34 ausgeschaltet und die Verbindung zum PC getrennt werden.

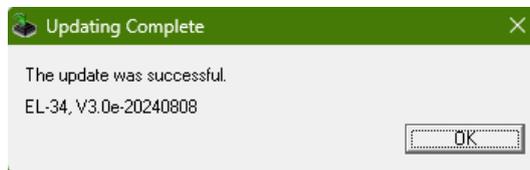


Abbildung 28

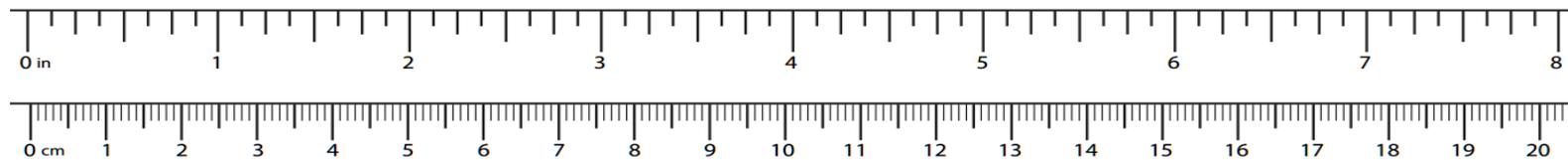
## 9 Anhang

### 9.1 Spezifikationen

Frequenz:	1 bis 30MHz
Eingangspegel:	> 200mV
Speisung:	7 bis 20V / 20mA
Abmessungen:	60(L) × 35(B) × 15(H) mm

Alle Spezifikationen können ohne weitere Mitteilung oder Verpflichtung geändert werden.

### 9.2 Lineale



### 9.3 Reparatur / Garantie

Wir haben keinen Einfluss auf den richtigen und sachgemässen Aufbau und können nur Gewähr auf Vollständigkeit und einwandfreie Beschaffenheit der Bauteile übernehmen. Garantiert wird eine den Kennwerten entsprechende Funktion der Bauelemente im nicht eingebauten Zustand und die Einhaltung der technischen Daten des Moduls bei entsprechend der Montagevorschrift fachgerechter Verarbeitung und vorgeschriebener Inbetriebnahme bzw. Anschluss und Betriebsweise. Wir übernehmen weder eine Gewähr noch irgendwelche Haftung für Schäden oder Folgeschäden im Zusammenhang mit diesem Produkt. Wir behalten uns eine Reparatur, Nachbesserung, Ersatzteillieferung oder Rückerstattung des Kaufpreises vor. Weitergehende Ansprüche sind ausgeschlossen.

Bei folgenden Kriterien erfolgt keine Reparatur bzw. besteht kein Garantieanspruch:

- wenn zum Löten säurehaltiges Lötzinn, Lötlötfett oder säurehaltiges Flussmittel u.ä. verwendet wurde.
- wenn der Bausatz unsachgemäss gelötet, geklebt und aufgebaut wurde.
- bei Veränderungen und Reparaturversuchen am Modul.
- bei eigenmächtiger Abänderung des Moduls oder der Schaltung.
- bei in der Konstruktion nicht vorgesehenen, unsachgemässen Auslagerungen von Bauteilen, nicht vorgesehener Freiverdrahtung etc.
- Verwendung anderer, nicht original zum Bausatz gehörender Bauteile.
- bei falscher Bestückung und Verdrahtung, sowie den sich daraus ergebenden Folgeschäden.
- bei Schäden durch Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung bzw. des Schemas und Bestückungsplans.
- bei Anschluss an eine falsche Spannung bzw. Stromart oder Falschpolung des Moduls.
- bei Fehlbedienung oder Schäden durch fahrlässige Behandlung oder Missbrauch.
- bei Defekten, die durch überbrückte Sicherungen oder durch den Einsatz falscher Sicherungen entstehen.

In allen Fällen erfolgen die Transportkosten des Bausatzes zu ihren Lasten.

## **9.4 Haftung**

Handlungen basierend auf den in diesem Dokument gemachten Angaben, geschehen auf eigene Verantwortung. es wird jegliche Haftung ausgeschlossen, sowohl für direkte wie auch für indirekte Schäden und Folgeschäden, welche im Zusammenhang mit der Verwendung der Informationen dieses Dokuments entstehen können.

## 9.5 Schema

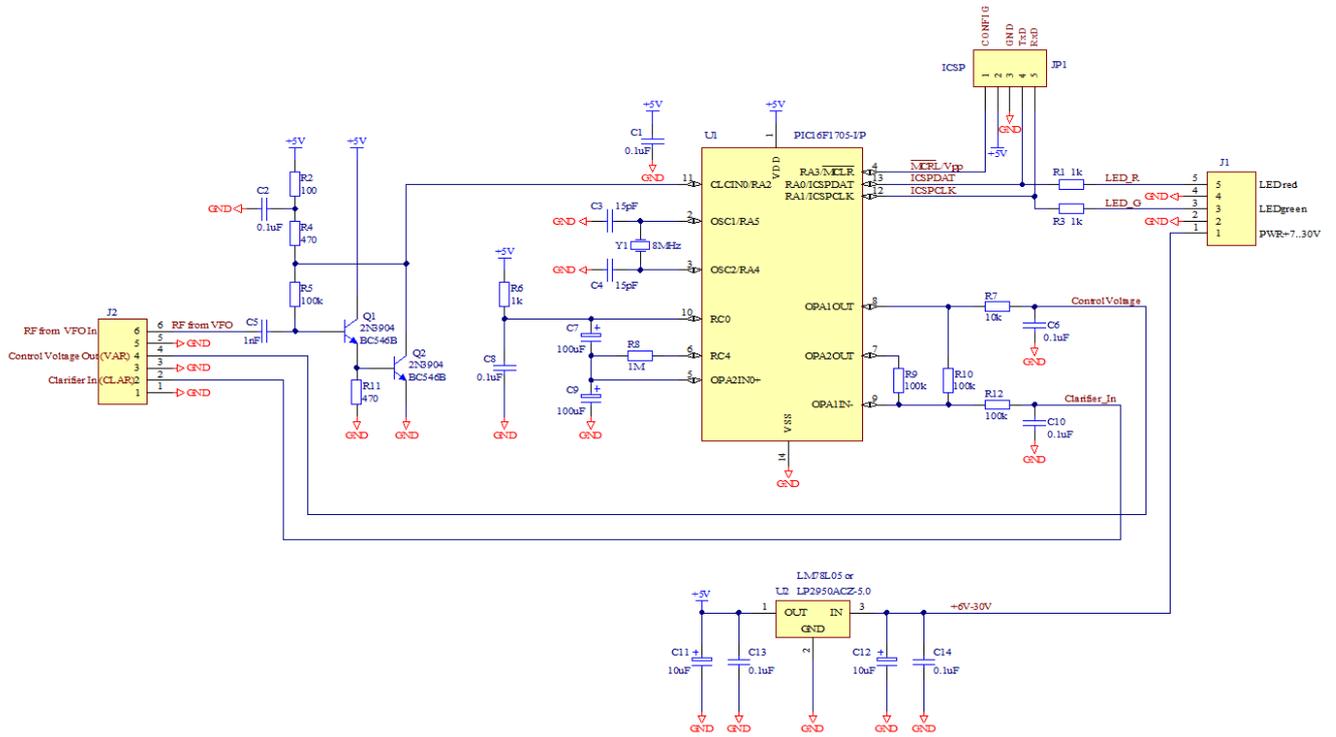


Abbildung 29

## 9.6 Leiterplattenbestückung

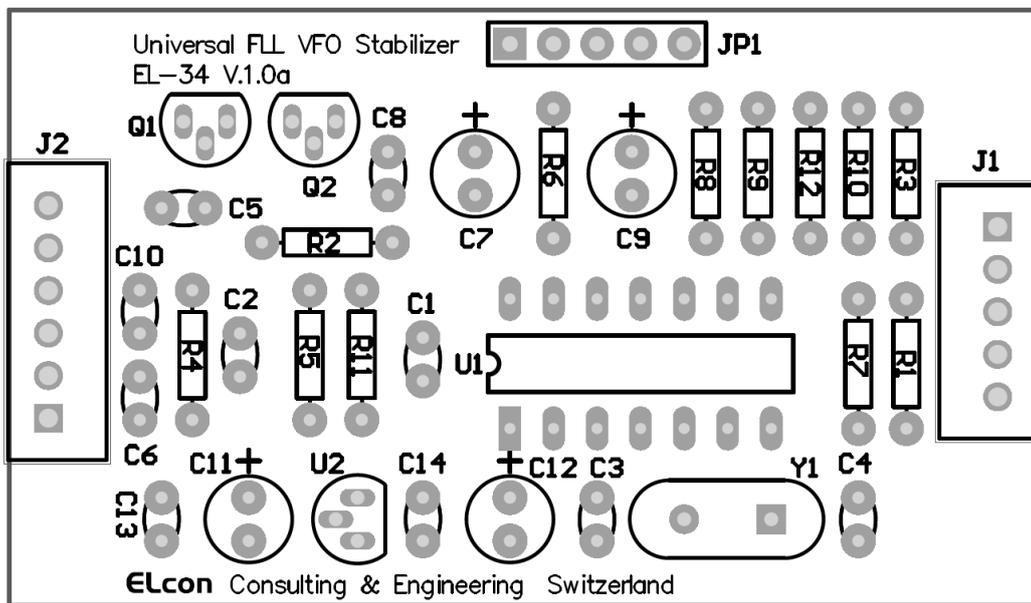


Abbildung 30