

# Ein lohnendes Projekt: Der QRP-ATU-Bausatz Z-11 von LDG

KNUT THEURICH

Die kleine US-Firma LDG Electronics begann 1992 mit der Entwicklung von Single Board Computern auf Basis des 68HC11. Seit 1993 hat sie sich auf die Fertigung und den Vertrieb von automatischen Antennentunern spezialisiert, die von diesen Mikrocontrollern gesteuert werden. Neben den bekannten 100-W-Typen stellte LDG im vergangenen Jahr den Z-11 als Weiterentwicklung des QRP-ATU vor.

Es scheint wie verabredet: Yaesu bringt den QRP-Transceiver FT-817 auf den Markt, und in den USA hält man schon den passenden Antennentuner parat. Und weil Yaesus kleinster Allmoder nicht gerade ein Stromverächter ist, kommen die Latch-Relais im QRP-Automatiktuner Z-11 voll zur Geltung. Diesen ATU, der eine verbesserte Variante des „QRP-ATU“ von LDG darstellt, gibt es seit etwa einem Jahr.

liche Leistung von nur 0,1 W für eine sichere Abstimmung nennen. Damit ist dieser ATU wie kein anderer Automatiktuner selbst für „härtesten“ QRP-Betrieb geeignet.

Der Tuner benutzt ein LC-Glied, dessen beide Komponenten binär variiert werden können. Der Kapazitätswert kann in 256 Stufen zwischen 0 und 2700 pF geändert werden; die Spule überstreicht einen In-

Service, den LDG bei allen Produkten bietet.

Von den Dioden des Stromwandlers gelangen die Gleichspannungen auf zwei getrennte AD-Wandlereingänge des mit 8 MHz getakteten 68HC811. Die kurzen Impulse zur Umschaltung der bistabilen Relais kommen direkt aus einem Register mit invertierten Ausgängen.

### ■ Weitere Schaltungsdetails

Während des Abstimmvorgangs, der durchschnittlich 1,5 s und höchstens 3 s dauert, nimmt der ATU maximal 190 mA auf. Nach dem Tunen geht die Stromaufnahme auf 8 mA zurück. Im manuell einschaltbaren Standby-Modus fließt praktisch kein Strom mehr!

### ■ Aufbau

Erfahrungsgemäß packt LDG die Bausätze sehr sorgfältig, so daß eine entsprechende Überprüfung entfallen kann. Zum Lieferumfang gehören auch der erforderliche Draht zum Bewickeln der Ringkerne und alle mechanischen Teile einschließlich eines mit Siebdruck beschrifteten Gehäuses.

Für den Aufbau genügt ein Nachmittag. Selbst wenig Geübte dürften alle Arbeiten in vier Stunden schaffen.

Die durchkontaktierte Leiterplatte ist 109 mm × 137 mm groß und mit einem Bestückungsaufdruck versehen, was die Chancen zur korrekten Bestückung der 100%-Marke näherbringt.

Beim Einlöten der Bauelemente sollte man mit den liegenden Teilen beginnen, also mit den Widerständen und Dioden, wobei deren richtige Polarität zu beachten ist. Ein entsprechender LötKolben ist selbstredend Pflicht. Die nächsten Schritte sind die Kondensator- und Widerstandsnetzwerke, die keramischen Kondensatoren und die restlichen Bauteile.

Sorgfalt ist bei den insgesamt 17 Relais angebracht, die man einzeln einlöten sollte, wenn man nicht riskieren will, daß sie im Ensemble letztlich krumm und schief aussehen.

Der Ringkern des Stromwandlers (J1) bedarf einer bifilaren Wicklung. Dazu sind die entsprechenden Enden des roten und grünen CuL-Drahts abzuisolieren, zu verdrillen und zu verlöten. Es ist ratsam, den fer-



Bild 1: Der fertig aufgebaute Antennentuner Z-11 am FT-817

Die jetzt eingesetzten bistabilen Relais benötigen (außer im Umschaltmoment) keinen Strom und haben im Vergleich zu den bisher eingesetzten kräftigere Kontakte. Das kommt der übertragbaren Leistung zugute, die jetzt kurzzeitig 60 W betragen darf.

### ■ Erster Eindruck

Dieser Tuner, der in einem perfekten Gehäuse aus Aluminium von 128 mm × 186 mm × 36 mm Größe untergebracht ist, eignet sich hervorragend zu Anpassung aller Arten von über Koaxialkabel gespeisten Antennen.

Die Bauelemente des Anpassungsnetzwerkes lassen jetzt eine Dauerstrichleistung von 30 W zu. Interessant, daß die technischen Daten eine minimal erforder-

ktivitätsbereich von 0 bis 20 µH, wieder in 256 Stufen.

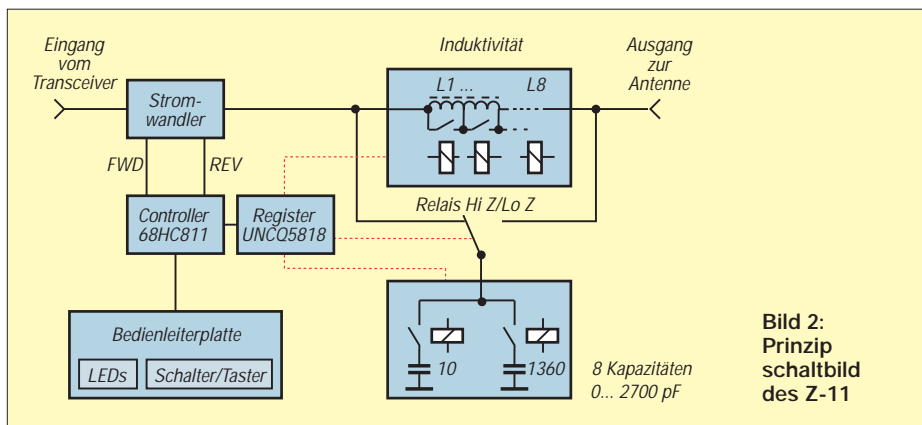
### ■ Schaltungsprinzip

Das Hirn der Schaltung befindet sich in einem 68HC811, den LDG zur Zeit mit der Version V1.3 ausliefert. Die Software basiert auf einer fast zehnjährigen Erfahrung von LDG mit der µC-Familie 68H11. Das Programm muß insbesondere die Toleranzen der einzelnen Bauelemente ausgleichen, da die dem Prinzip zugrunde liegende binäre Staffelung der Kapazitäten und Induktivitäten bestenfalls theoretischen Wert besitzt.

Von Vorteil ist, daß LDG programmierte Controller anbietet, so daß man jederzeit auf weiterentwickelte Versionen der Software zurückgreifen kann. Das ist ein

### Wickelangaben für L1 bis L8

Spule	Induktivität [µH]	Wdg.	Drahtlänge [cm]
L1	0,09	2,5	6,4
L2	0,16	4,5	11,5
L3	0,33	6	15,3
L4	0,62	7	17,8
L5	1,2	13	33,0
L6	2,5	17	44,0
L7	5,0	23	58,5
L8	10,0	33	96,5



**Bild 2:**  
Prinzip  
schaltbild  
des Z-11

tigen Stromwandler mit etwas Klebstoff auf der Leiterplatte zu fixieren.

Nun müssen noch die acht Spulen gewickelt werden. Schneiden Sie zunächst Drahtstücke mit den entsprechenden Längen zurecht. Es ist ratsam, sparsam zu sein, da die Drahtmenge die Summe der erforderlichen Einzellängen nur um einige Zentimeter übersteigt. Für L8 sind zwei Ringkerne zusammenzukleben.

Beim Bewickeln sollte man der Bauanleitung folgen, die für L5 bis L8 einen entgegengesetzten Wickelsinn vorsieht. Vorsicht ist beim Einsetzen der beiden IC in die Sockel geboten, da sie durch elektrostatische Aufladungen Schaden nehmen können.

Bei der Bestückung der hinter der Frontplatte sitzenden LED-Leiterplatte muß die 14polige Stiftleiste von der Lötseite her eingesetzt werden. Jetzt sind vier Widerstände liegend einzulöten. Dann lötet man die vier Kippschalter ein und steckt die LEDs und den Taster nur in die vorgesehenen Bohrungen. Die Schalterplatte wird nur durch die Kippschalter hinter der Frontplatte gehalten. Wenn der Einbau abgeschlossen ist, sind die Anschlüsse der LEDs und des Tasters lagerichtig zu verlöten.

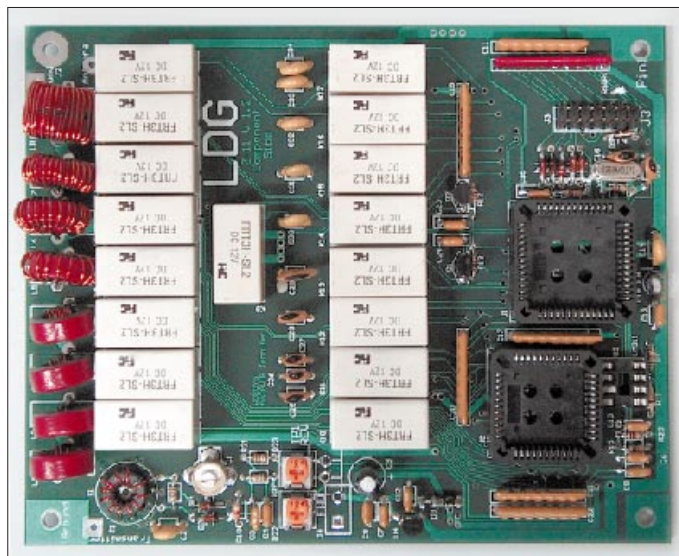
Nach Abschluß aller Bestückungsarbeiten montiert man die Hauptplatine in das Gehäuse und verbindet sie über das fertig konfektionierte 14adrige Flachbandkabel mit der Schalterplatte. Nun müssen nur noch die beiden PL-Buchsen und die Stromversorgung verdrahtet werden.

**■ Inbetriebnahme**

Hat man alle Bauteile an ihrer zugeordneten Stelle eingelötet, ist die Inbetriebnahme ein Kinderspiel. Zunächst muß die Stromaufnahme getestet werden, die zwischen 5 und 10 mA betragen soll. Für den anschließenden Abgleich des Stromwandlers benötigt man einen Sender, dessen Ausgangsleistung auf etwa 5 W eingestellt werden kann, sowie einen entsprechenden 50-Ω-Anschlußwiderstand und ein Voltmeter. Nach der Justierung der beiden Einstellregler R22 und R23 ist der ATU betriebsbereit.

Beim Einsatz des Z-11 muß man wissen, daß unmittelbar nach dem Einschalten alle LEDs kurz aufleuchten.

Im Auto-Modus versucht der ATU, das SWR auf einen Wert unter 1:1,5 zu bringen. Eine Neuanpassung erfolgt immer dann, wenn das SWR auf über 1:3 angezogen ist.



**Bild 3:**  
Ansicht der fertig  
bestückten Platine  
vor dem Einsetzen  
der ICs.

Beim Semi-Modus muß zum Start einer Anpaßroutine der Tune-Taster betätigt werden. Beide Modi erfordern, wie erwähnt, eine minimale HF-Leistung von 100 mW. Sollte diese Leistung nicht anliegen, leuchte alle vier LEDs an der Frontplatte kurzzeitig auf.

Technische Daten des Z-11 (V 1.3)	
Konfiguration	geschaltetes L-Netzwerk
Frequenzbereich	1,8 ... 30 MHz
Leistungsbereich	0,1 ... 30 W (Dauerstrich)
Anpaßbereich	6 ... 800 Ω
L-Variation	0,09 ... 20 µH
C-Variation	256 Werte einstellbar
	256 Werte einstellbar
Abstimmzeit	0,1 ... 3 s
Stromaufnahme	10 ... 190 mA
Betriebsspannung	11 ... 14 V
Bezug: LDG Electronics (USA)	
145 \$ zuzüglich Versand oder	
Leserservice des FUNKAMATEUR	
369 DM	

Im Normalbetrieb zeigen die drei LEDs in Stufen das aktuelle SWR an, die vierte leuchtet während des Tunens.

Weil LDG die Dimensionierung des LC-Netzwerks von den Vorgängertypen übernommen hat, sei hinsichtlich der Performance auf die Ausführungen in [1] verwiesen.

Der Standby-Modus führt nicht nur zum Rückgang der Stromaufnahme auf Null, sondern legt auch den Prozessor lahm, so daß es keinerlei störende Einstrahlungen in den Empfänger mehr geben kann.

Für den Einsatz schreibt LDG für den Z-11 eine Betriebsspannung im Bereich zwischen 11 und 15 V vor. Lediglich im Portabelbetrieb darf man zwei 9-V-Akkublocke in Reihe als Stromversorgung einsetzen, die für jeweils etwa 2 s die beim Abstimmen fließenden 190 mA bereitstellen können.

Sollten während des Abstimmens die Stromversorgung oder HF vom Sender

ausfallen, so bleibt das LC-Glied in irgendeinem undefinierten Zustand hängen. In diesem Fall muß der äußere Fehler behoben und der ATU neu gestartet werden.

**■ Dokumentation**

Zum Bausatz gibt es eine mit vielen farbigen Bildern illustrierte 20seitige Aufbauanleitung in Englisch, die man bei Interesse vorab aus der Rubrik Heftzugaben von der FA-Webseite downloaden kann. Ab Anfang März finden Interessenten an gleicher Stelle ein PDF-File in Deutsch.

Den Komplettbausatz mit Gehäuse gibt es für 145 \$ zuzüglich Versandkosten direkt von LDG ([www.ldgelectronics.com](http://www.ldgelectronics.com)), oder er kann vom FUNKAMATEUR-Leserservice ([www.funkamateure.de](http://www.funkamateure.de)) bezogen werden.

**Literatur**

[1] Perner, M., DL7UMO: Der AT-11 und sein kleiner Bruder. FUNKAMATEUR 47 (1998) H. 10, S. 1126-1128