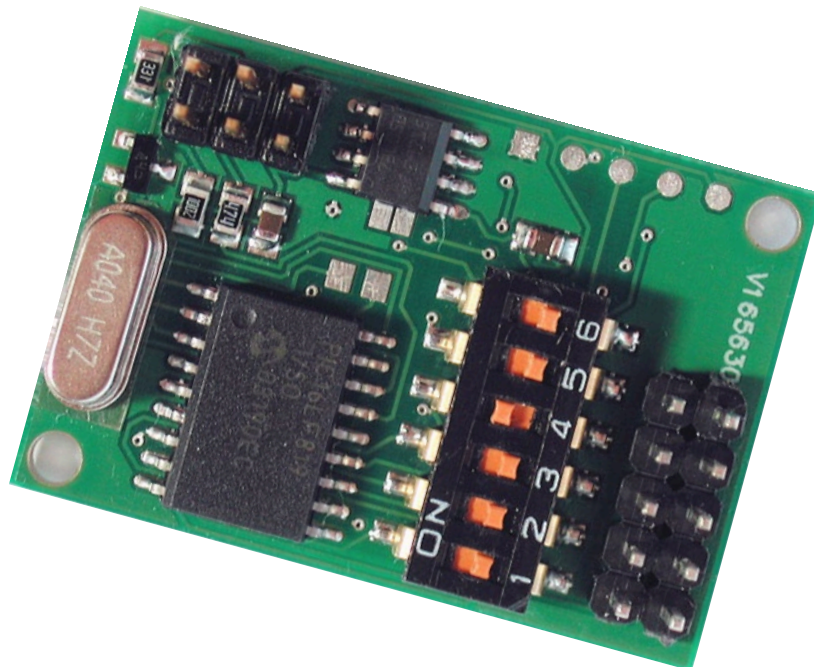


# EL-6

## CTCSS-Decoder / Encoder



### Funktionsbeschreibung und Einbauanleitung

SMD Version 1.0a

14. Mai 2010

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Funktion .....	3
2.1	Encoder .....	3
2.2	Decoder .....	4
2.3	Rx / Tx-Filter .....	4
2.4	Speisung.....	4
3	Einbau .....	4
3.1	Befestigung.....	4
3.2	Speiseanschluss .....	4
3.3	Audio-Verbindungen.....	5
3.3.1	Der Sendepfad.....	5
3.3.2	Der Empfangspfad.....	5
3.3.3	LED und Klon-Taste.....	5
4	Betrieb.....	7
4.1	Encoder .....	7
4.2	Decoder .....	7
4.3	Ton-Klon Funktion .....	7
4.4	Software-Update.....	8
4.4.1	Installieren des Software-Updates .....	9
4.5	Frequenztafel (Decoder und Encoder) .....	10
5	Block-Schema.....	10
6	Anhang.....	11
6.1	Sonderprogrammierung .....	11
6.2	Spezifikationen .....	11
6.3	Rx- / Tx -Filterkurve.....	12
7	Notizen .....	12



Wichtig! Hinweise oder Tipps für die korrekte Funktion des EL-6.



Vorsicht! Unbedingt beachten.

## 1 Einleitung

Viele Funkamateure nutzen noch ältere 2m- oder 70cm-Funkgeräte, die zwar nicht die für den Verkehr über Relaisfunkstellen immer öfter erforderlichen Subtöne erzeugen können, von denen sie sich aber auch nicht trennen möchten. Wir zeigen eine Variante, wie Sie ihr lieb gewonnenes Gerät für die neue Betriebstechnik fit machen können, und so der Subton-Squelch von Relaisfunkstellen geöffnet werden kann.

Seit einiger Zeit werden nicht nur in der Schweiz mehr und mehr Relaisfunkstellen für das Subton-Squelch-Verfahren (CTCSS, Continuous Tone Coded Squelch System) umgerüstet. Der Grund liegt darin, dass vermehrt starke Störungen, die z.B. durch Computerkassen oder Webcamsysteme erzeugt werden, an ihren Standorten auftreten. Die trägergetasteten Repeater wurden durch sie dauernd auf Senden gehalten. Das CTCSS-Verfahren vermeidet durch den gleichzeitig zur Sprache auszusendenden Ton, dass Träger ohne Subtonmodulation die Repeater aufpassen können.

Viele ältere Geräte und solche, die speziell für den europäischen Markt hergestellt worden sind, besitzen lediglich die Möglichkeit, einen 1750Hz-Rufton auszugeben. Die CTCSS-Funktion, die in Nordamerika sehr verbreitet ist, fehlt oft.

Neben dem immer noch sehr erfolgreichen CTCSS-Encoder, EL-5 wurde immer mehr der Wunsch nach einem CTCSS-Decoder geäußert.

Dieses neue Modul, EL-6 vereint Decoder und Encoder, und bietet dadurch neue Funktionen wie z.B. das Klonen von unbekanntem CTCSS-Frequenzen oder die CTCSS-Squelch Steuerung wie es auch neuere Funkgeräte bieten.

## 2 Funktion

### 2.1 Encoder

Der Tongenerator ist mit einem D/A-Wandler aufgebaut und kann alle CTCSS Frequenzen im Bereich von 60...260Hz generieren. Das Ton-Signal ist bereits so oberwellenarm, dass auf eine spezielle Filterung verzichtet wird.

Die Frequenzen können über 6 DIL-Schalter, gemäss Tabelle 1, eingestellt werden.



Achtung: Bei der „Ton-Klon“ Funktion (siehe Kapitel 4.3) wird der Encoder auf die geklonte Frequenz eingestellt und erzeugt unter Umständen nicht mehr die mittels DIL-Schalter eingestellte CTCSS-Frequenz.

Das Ausgangssignal des Encoders ist über das Timmpotentiometer R4 und einen Entkopplungskondensator auf Pin 2.4 geführt. Der Pegel kann von ca.  $-60dB$  bis  $0dB$

( $0dB \hat{=} 308mV_{rms}$ ) justiert werden.



Ein Sub-Ton wird nur dann generiert, wenn an  $\overline{PTT}$  (Pin 2.2) ein „Low“ Pegel anliegt (Masse-Potential  $\hat{=} Tx$ ).

Mit einer speziellen Programmierung sind auch Ton-Signale bis in den Bereich von mehr als 2kHz möglich.

## 2.2 Decoder

Ein A/D-Wandler wandelt das NF-Signal, nachdem es einen Tiefpassfilter für den Frequenzbereich unterhalb von  $300\text{Hz}$  passiert hat, in ein digitales Signal um. Mittels Kreuzkorrelation mit der programmierten Decoderfrequenz wird der CTCSS-Ton ausgewertet.

Mit dem Decoder können beliebige Frequenzen im gesamten Subton-Bereich von  $60\text{...}260\text{Hz}$  erkannt werden. Die Erkennungspräzision liegt bei ca.  $\pm 2.5\%$ , d.h. dass z.B. eine CTCSS-Frequenz von  $100\text{Hz}$  auf  $\pm 2.5\text{Hz}$  genau von anderen Frequenzen unterschieden wird. Liegt am Decodereingang eine Frequenz an, auf die der Decoder eingestellt ist, dann wird diese innerhalb von ca.  $150\text{ms}$  erkannt und ausgewertet, d.h. der Squelch öffnet innerhalb von weniger als  $150\text{ms}$ .



Die zu dekodierende Frequenz wird mit 6 DIL-Schaltern eingestellt und ist immer mit der Frequenz des Encoders identisch. Gleichzeitig mit dem Ändern der DIL-Schaltereinstellung, wird gleichzeitig die Decoder- und die Encoderfrequenz auf den neuen Wert gesetzt.

## 2.3 Rx / Tx-Filter

Das Bandpassfilter  $0.35\text{...}5\text{kHz}$  ist nur einmal vorhanden und kann sowohl für den NF-Empfangs- wie auch für den Sendepfad verwendet werden, jedoch nicht gleichzeitig. Die NF-Signale haben am EL-6 für Tx und Rx separate Ein- und Ausgänge und diese werden je nach Pegel am  $\overline{\text{PTT}}$  Anschluss über zwei Multiplexer an das Bandpassfilter geschaltet.

## 2.4 Speisung

Das EL-6 Modul ist in zwei Varianten verfügbar; mit fixer Speisespannung  $+5\text{V}$  oder in einem Spannungsbereich von  $+7\text{...}15\text{V}$ . Die Stromaufnahme beträgt maximal  $20\text{mA}$  (wenn externe LED leuchtet).

# 3 Einbau

Der Einbau besteht aus

- ◆ der Befestigung des Moduls,
- ◆ dem Anschluss der Speisung
- ◆ und den notwendigen Audio-Verbindungen im Funkgerät.

## 3.1 Befestigung

Das Modul EL-6 kann mit Schrauben und Distanzhülsen so in ein Gerät eingebaut werden, dass z.B. die DIL-Schalter von Aussen zugänglich sind.

## 3.2 Speiseanschluss

Das Modul benötigt je nach Version eine Gleichspannung von  $+5\text{V}$  bzw.  $+7\text{...}15\text{V}$ . Meistens sind diese Spannungen im Funkgerät vorhanden. Bitte konsultieren Sie dazu das Schema Ihres Geräts. Den zusätzlichen Strom von  $\text{max. } 20\text{mA}$  liefert in der Regel jedes Gerät ohne Probleme. Der  $0\text{V}$  - bzw. Masseanschluss des EL-6 Moduls kann mit dem Chassis des Geräts verbunden werden.



**Achtung: Für die Speisung besteht kein Verpolungsschutz!**

### 3.3 Audio-Verbindungen

Bei allen analogen Audio-Ein- und Ausgängen sind bereits Kondensatoren in Serie geschaltet und können damit im Funkgerät entfallen.

#### 3.3.1 Der Sendepfad

Der CTCSS-Tonausgang (P2.4) des Moduls wird nach dem Mikrofonverstärker mit dem FM-Modulator, eventuell über einen Widerstand, verbunden. Viele Geräte sind bereits für CTCSS vorbereitet, dann gestaltet sich der Einbau sehr einfach. Für alle analogen Audio-Verbindungen muss ein abgeschirmtes, einadriges Kabel verwendet werden.

Es besteht die Möglichkeit, das NF-Signal für den Sender via das auf dem EL-6 vorhandene Bandpassfilter zu führen. Das hat den grossen Vorteil, dass Frequenzen  $< 300\text{mV}$  (auch  $50\text{Hz}$  Brumm) ausgefiltert und nicht übertragen werden. Das Audio-Signal erfährt im Frequenzbereich von  $0.35\text{...}5\text{kHz}$  keine Dämpfung und darf maximal einen Pegel von  $\approx 1V_{\text{eff}}$  haben damit keine Verzerrungen auftreten.

#### 3.3.2 Der Empfangspfad

Um den Empfänger stumm zu schalten, wenn kein CTCSS Ton vorhanden ist, gibt es zwei Möglichkeiten.

1.

- a) Der Empfangs-Audiopfad muss im Empfänger an einer geeigneten Stelle unterbrochen, das NF-Empfangssignal bei Aux-In (P1.4) und Rx-In (P1.8) eingespeist und bei Aux-Out (P1.3) zurück in den Empfänger zurückgeführt werden. Nehmen Sie das Schema Ihres Gerätes zu Hilfe, um den richtigen Anschlusspunkt zu finden. Die Aux- Eingangsempfindlichkeit ist so bemessen, dass ein Pegel bis  $\approx 1V_{\text{eff}}$  zu keinen Verzerrungen führt.
- b) Möchte man zusätzlich in den Empfangs-Audiopfad das Bandpassfilter schalten, dann wird das NF-Empfangssignal nur auf den Rx-In (P1.8) geführt und der Ausgang Rx-Out (P1.7) mit dem Eingang Aux-In (P1.4) verbunden. Diese Verbindung kann auf dem Modul direkt mit dem Zulöten des Jumper J1 ausgeführt werden.

2. Der zweite Weg besteht darin, dass der Schaltausgang LED (P2.3) dazu benutzt wird, die Steuerung des empfängerinternen Squelch zu übernehmen. Der LED-Ausgang ist High (+5V), wenn ein CTCSS-Ton dekodiert wird und Low (0V), wenn der CTCSS-Ton fehlt oder nicht der eingestellten Decoderfrequenz entspricht. Auch hier empfiehlt es sich das Schema zu Rate zu ziehen. Vielfach wird dieser Squelch-Funktion mit COS (Carrier Operated Switch) bezeichnet.

#### 3.3.3 LED und Klon-Taste

Als Indikator für das korrekte Erkennen des eingestellten CTCSS-Tons sowie als Rückmeldung des Zustandes bei der Klon-Funktion, ist zwischen LED-Ausgang (P2.3) und Masse (P2.6) eine LED (Anode an P2.3,  $\text{max. } 10\text{mA}$ ) anzuschliessen. Es ist kein externer Vorwiderstand notwendig, denn dieser ist bereits auf dem EL-6 Modul vorhanden ( $330\Omega$ ).

Will man die die Ton-Klon Funktion nutzen, ist am T-K Eingang (P2.1) und Masse (P2.6) ein Impulstaster anzuschliessen. Die Taste kann z.B. an der Frontplatte des Funkgeräts platziert werden (Bedienung siehe im Kapitel 4).

Die Abbildung 1 zeigt die Anschlüsse des Moduls, welche in zwei Anschlussgruppen aufgeteilt sind; auf P1 sind alle analogen Ein- und Ausgänge des Decoders zusammengefasst, auf P2 befinden sich die Speisung, die Steuerungs-Ein- und Ausgänge (T-K, LED, PTT) sowie der analoge Ausgang des Encoders. Beachten Sie auch das Blockschema Abbildung 8.

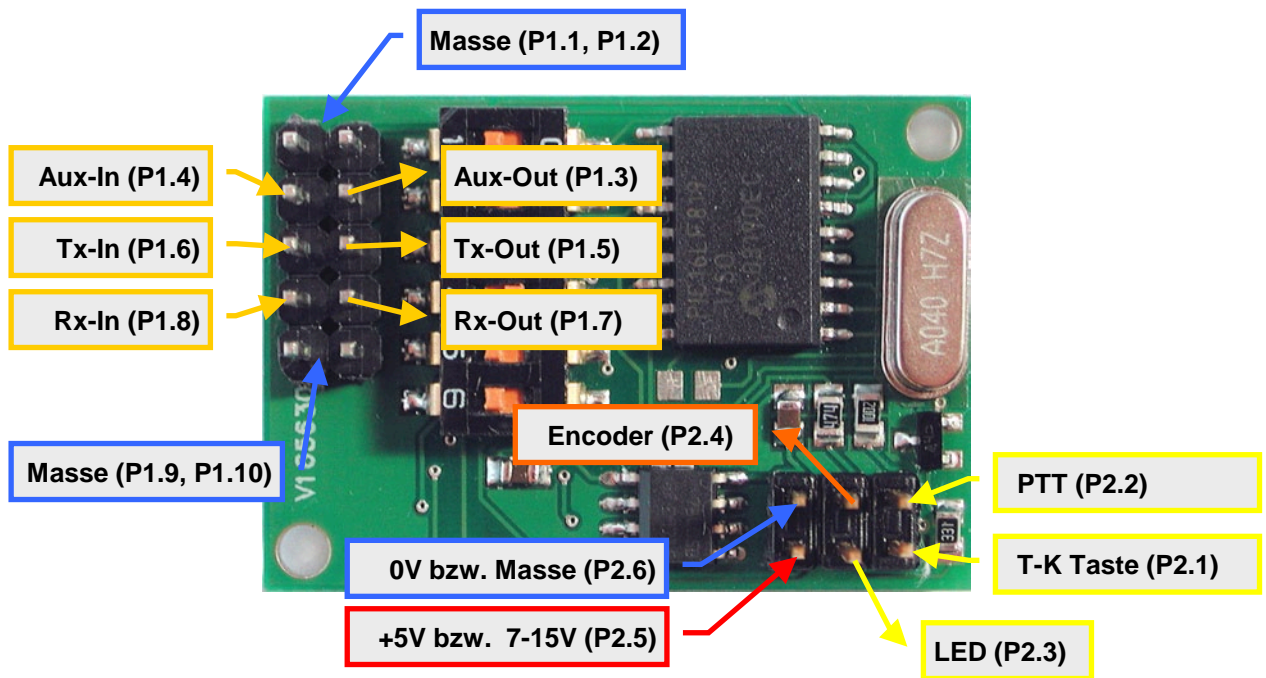


Abbildung 1

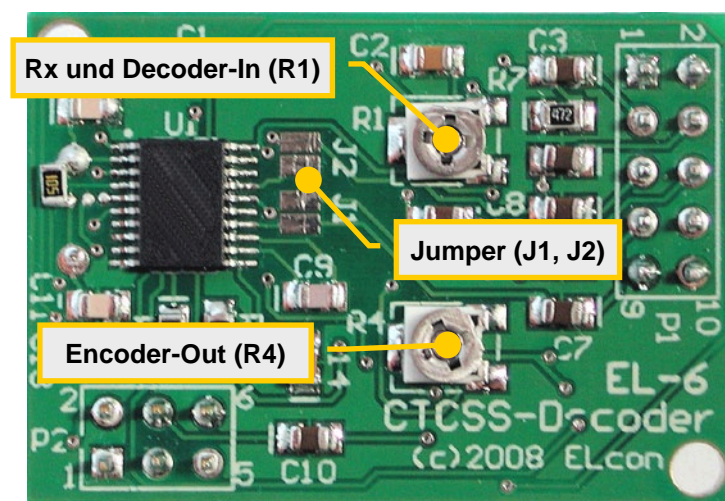


Abbildung 2

Als Beispiel in Abbildung 3 die Toneinspeisung aus einem Gerät von ICOM. Der Ton wird über einen Widerstand ( $R271 = 10k\Omega$ ) bei der Kapazitätsdiode eingespeist, mit welcher der Quarzoszillator FM moduliert wird.

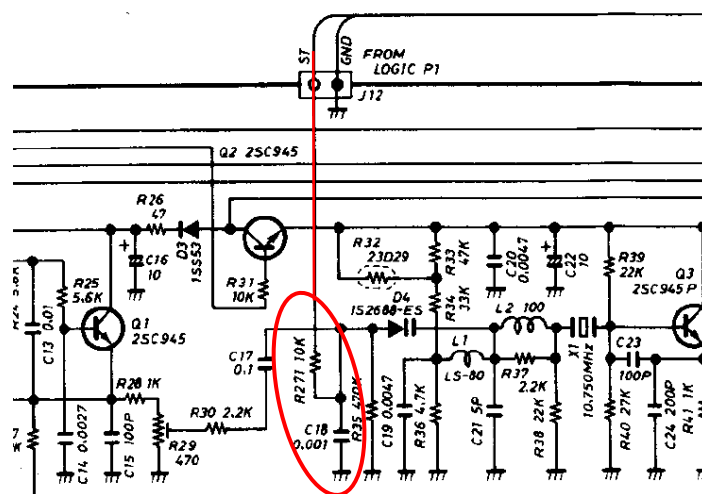


Abbildung 3

Der PTT-Eingang des CTCSS-Tongenerators ist „Low-aktiv“. Er ist daher so zu beschalten, dass beim Senden dieser Anschluss auf 0V bzw. Masse geschaltet wird. Er kann selbstverständlich auch dauerhaft mit Masse verbunden werden – dann wird der Subton immer mit ausgesendet.

Dabei ist jedoch zu Beachten, dass die Stummschaltung im Rx-Mode nicht mehr funktioniert.

## 4 Betrieb

### 4.1 Encoder

Über sechs DIL-Schalter können 49 verschiedene Frequenzen eingestellt werden. Die genaue Zuordnung der Töne von 62.5...254.1Hz gibt die Tabelle 1 an. Die eingestellte Frequenz wird sofort nach dem Verändern der DIL-Schalter ausgegeben und ist auch im Decoder aktiv.



Mit dem Trimpotentiometer R4 ist der Ausgangs-Pegel so einzustellen, dass sich ein maximaler Hub von  $\pm 250\text{Hz}$  ergibt. Hat man kein Hubmeter zur Hand, muss die Einstellung durch experimentieren gefunden werden. Dabei sollte der CTCSS-Pegel nur so hoch gewählt werden, dass das Relais sicher anspricht!

### 4.2 Decoder

Wie beim Encoder sind die Frequenzen über die sechs DIL-Schalter einzustellen. Decoder und Encoder werden immer auf dieselbe CTCSS-Frequenz eingestellt.

### 4.3 Ton-Klon Funktion

Die Software des EL-6 erlaubt eine beliebige, nicht bekannte Subton-Frequenz in kurzer Zeit zu erkennen. Dadurch sind neue innovative Funktionen wie das Klonen von Frequenzen

möglich. Die Ton-Klon Funktion ermöglicht, durch einen einfachen Tastendruck, einen unbekanntem CTCSS-Ton in weniger als 300ms zu erkennen und die Frequenzen im Encoder und Decoder einzustellen. Z.B. ist es damit möglich den unbekanntem Subton eines Repeaters zu erkennen, so dass anschliessend über diesen gearbeitet werden kann.



Es sind folgende Funktionen des Encoders und Decoders durchführbar:

- ◆ Beim Einschalten der Versorgungsspannung werden Encoder und Decoder auf die an den DIL-Schalter gewählte CTCSS-Frequenz programmiert. Die LED leuchtet, wenn die programmierte Frequenz mit dem empfangen CTCSS-Ton überein stimmt.
- ◆ Nach dem Druck der Ton-Klon Taste können folgende Betriebszustände auftreten:
  - a) Ein *kurzer Tastendruck* ( $< 1s$ ) startet die Ton-Klon Funktion. Wenn zu diese Zeit eine CTCSS-Frequenz (gemäss Tabelle 1) empfangen wird, dann wird diese erkannt, in Encoder und Decoder programmiert, und die LED leuchtet. Die eingestellte Frequenz muss nicht mehr mit der Frequenz gemäss DIL-Schalter übereinstimmen.
  - b) Ein *kurzer Tastendruck* ( $< 1s$ ) startet die Ton-Klon Funktion. Wenn zu diese Zeit keine CTCSS-Frequenz, oder eine Frequenz welche nicht in der Tabelle 1 vermerkt ist, empfangen wird, dann wird die Ton-Klon Funktion abgebrochen und die CTCSS-Frequenz gemäss DIL-Schalter in Encoder und Decoder eingestellt. Die LED zeigt den Fehler durch sechsmaliges Blinken an.
  - c) Ein *langer Tastendruck* ( $> 1s$ ) lässt die LED einmal blinken. Nach dem Loslassen der Ton-Klon Taste wird die CTCSS-Frequenz gemäss DIL-Schalter in Encoder und Decoder eingestellt.

#### 4.4 Software-Update

Eine neue Softwareversion für den EL-6 kann über das Internet herunter geladen werden. Mit dem Programm "UpdaterCTCSS.exe" werden die neuen Daten in den EL-6 programmiert. Dazu wird ein serielles Verbindungskabel vom PC (RS-232) zum EL-6 benötigt, welches nach Abbildung 4 verdrahtet ist.

EL-6	Signale	RS-232 Buchse
P2.1	Rx	Pin 3
P2.3	Tx	Pin 2
P2.6	Gnd	Pin 5

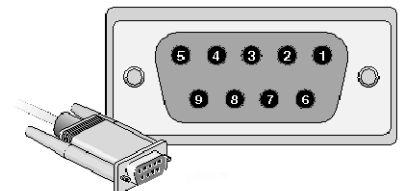


Abbildung 4

#### 4.4.1 Installieren des Software-Updates

Gehen Sie für das Software-Update wie folgt vor:

1. Laden Sie das neueste Software-Update "EL6xxx.elc" von der Webseite <http://shop.elcon.ch> herunter.
2. Speichern Sie das File in denselben Ordner wie das Programm "Updater". Es darf nur ein Update-File sich im Ordner befinden.
3. Verbinden Sie PC und EL-6 mit dem speziellen seriellen Kabel.
4. Starten Sie das Programm "UpdaterCTCSS.exe". Das Programm öffnet das folgende "Updater" Programmfenster und es muss in der Statuszeile das neue Update-File "EL6xxx.elc" angezeigt werden.

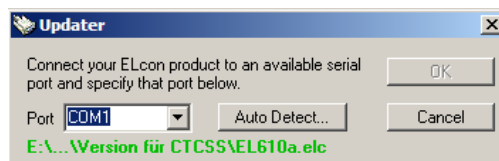


Abbildung 5

5. Stellen Sie alle DIL-Schalter auf dem EL-6 Modul zuerst auf „On“ und danach schalten Sie die Speisung des EL-6 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-6 anzeigen um das Software-Update durchführen zu können. Bestätigen Sie dies mit der Taste  .

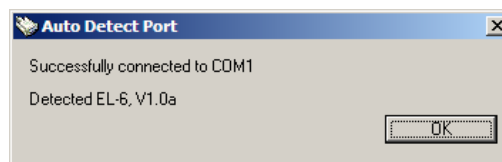


Abbildung 6

7. Jetzt kann das Update mit der Taste  im Updater-Fenster gestartet werden. Unterbrechen Sie wenn möglich den Ladevorgang nicht.
8. Das erfolgreiche Software-Update wird mit folgendem Fenster bestätigt. Prüfen Sie, ob die neue Softwareversion korrekt ist. Jetzt kann die Speisung des EL-6 ausgeschaltet und die Verbindung zum PC getrennt werden.

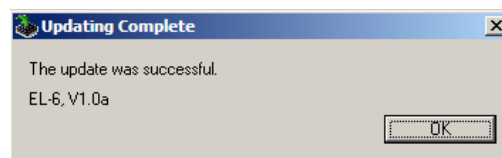


Abbildung 7

## 4.5 Frequenztabelle (Decoder und Encoder)

Nr.	Freq.	DIL-Schalter					
		6	5	4	3	2	1
00	062.5 Hz	---	---	---	---	---	---
01	064.7 Hz	---	---	---	---	---	On
02	067.0 Hz	---	---	---	---	On	---
03	069.3 Hz	---	---	---	---	On	On
04	071.9 Hz	---	---	---	On	---	---
05	074.4 Hz	---	---	---	On	---	On
06	077.0 Hz	---	---	---	On	On	---
07	079.7 Hz	---	---	---	On	On	On
08	082.5 Hz	---	---	On	---	---	---
09	085.4 Hz	---	---	On	---	---	On
10	088.5 Hz	---	---	On	---	On	---
11	091.5 Hz	---	---	On	---	On	On
12	094.8 Hz	---	---	On	On	---	---
13	097.4 Hz	---	---	On	On	---	On
14	100.0 Hz	---	---	On	On	On	---
15	103.5 Hz	---	---	On	On	On	On
16	107.2 Hz	---	On	---	---	---	---
17	110.9 Hz	---	On	---	---	---	On
18	114.8 Hz	---	On	---	---	On	---
19	118.8 Hz	---	On	---	---	On	On
20	123.0 Hz	---	On	---	On	---	---
21	127.3 Hz	---	On	---	On	---	On
22	131.8 Hz	---	On	---	On	On	---
23	136.5 Hz	---	On	---	On	On	On
24	141.3 Hz	---	On	On	---	---	---

Nr.	Freq.	DIL-Schalter					
		6	5	4	3	2	1
25	146.2 Hz	---	On	On	---	---	On
26	151.4 Hz	---	On	On	---	On	---
27	156.7 Hz	---	On	On	---	On	On
28	159.8 Hz	---	On	On	On	---	---
29	162.2 Hz	---	On	On	On	---	On
30	167.9 Hz	---	On	On	On	On	---
31	173.8 Hz	---	On	On	On	On	On
32	179.9 Hz	On	---	---	---	---	---
33	183.5 Hz	On	---	---	---	---	On
34	186.2 Hz	On	---	---	---	On	---
35	189.9 Hz	On	---	---	---	On	On
36	192.8 Hz	On	---	---	On	---	---
37	196.6 Hz	On	---	---	On	---	On
38	199.5 Hz	On	---	---	On	On	---
39	203.5 Hz	On	---	---	On	On	On
40	206.5 Hz	On	---	On	---	---	---
41	210.7 Hz	On	---	On	---	---	On
42	218.1 Hz	On	---	On	---	On	---
43	225.7 Hz	On	---	On	---	On	On
44	229.1 Hz	On	---	On	On	---	---
45	233.6 Hz	On	---	On	On	---	On
46	241.8 Hz	On	---	On	On	On	---
47	250.3 Hz	On	---	On	On	On	On
48	254.1 Hz	On	On	---	---	---	---
63	Software-Update	On	On	On	On	On	On

Tabelle 1

## 5 Block-Schema

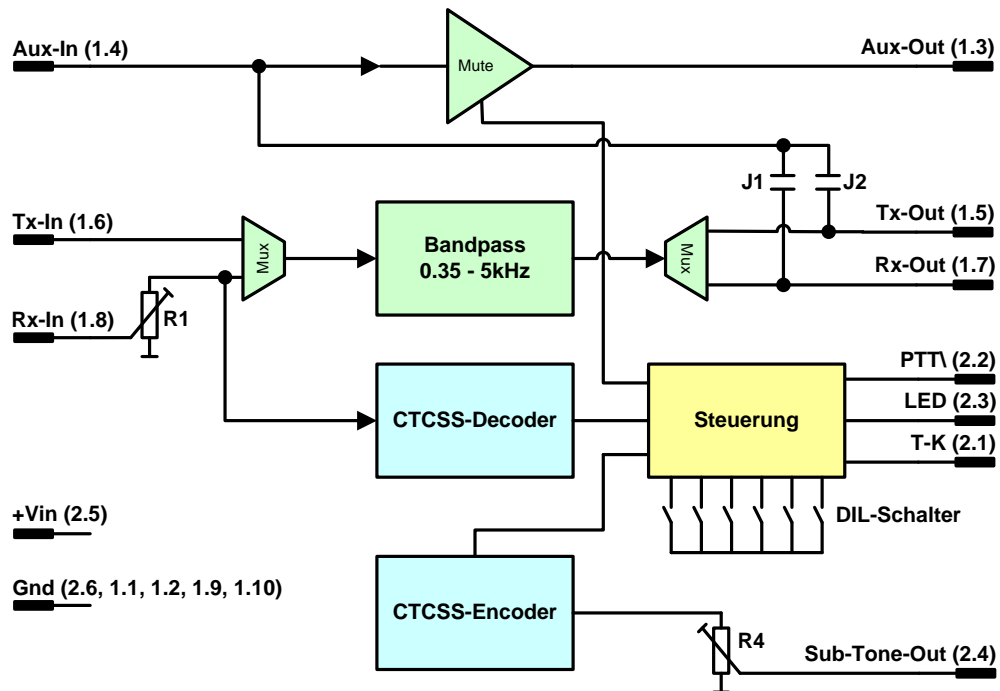


Abbildung 8

## 6 Anhang

### 6.1 Sonderprogrammierung

Wir können auf Anfrage den Mikrocontroller nach Ihren Wünschen programmieren.

Z.B. wenn der PTT-Eingang für Ihr Gerät High-Aktiv sein sollte oder Sie spezielle SubTon - Schalterzuordnungen möchten.

Das Modul kann alle Töne im Subtonbereich erzeugen und dekodieren und wir programmieren Ihnen ihre gewünschte Frequenz.

Nehmen Sie mit uns Kontakt auf damit wir Ihre Bedürfnisse diskutieren können.

### 6.2 Spezifikationen

#### CTCSS-Encoder

Ausgangspegel:	$0dB (\approx 0.3V_{eff})$
Frequenzgenauigkeit:	min. 0.1%
Frequenzbereich:	60...260Hz
Ausgangsimpedanz:	$\approx 2k\Omega$

#### CTCSS-Decoder

Empfindlichkeit:	$-45dB (\approx 2mV_{eff})$
Ansprechzeit:	$\leq 150ms$
Frequenzbereich:	60...260Hz
Eingangsimpedanz:	$\approx 15k\Omega$

#### Bandpassfilter

Bandbreite:	350...4000Hz
Verstärkung innerhalb BP:	für Tx 0dB, für Rx max. +20dB
Dämpfung unter 300Hz:	$\geq 30dB$
Ausgangsimpedanz Tx-Out:	$\approx 600\Omega$
Ausgangsimpedanz Rx-Out:	$\approx 600\Omega$
Ausgangsimpedanz Aux-Out:	$\approx 600\Omega$

Stromversorgung:	+5V bzw. +7 – 15V; max. 20mA (je nach Betriebszustand)
Abmessungen:	36(L) × 25(B) × 9(H) mm

Alle Spezifikationen können ohne weitere Mitteilung oder Verpflichtung geändert werden.

### 6.3 Rx- / Tx -Filterkurve

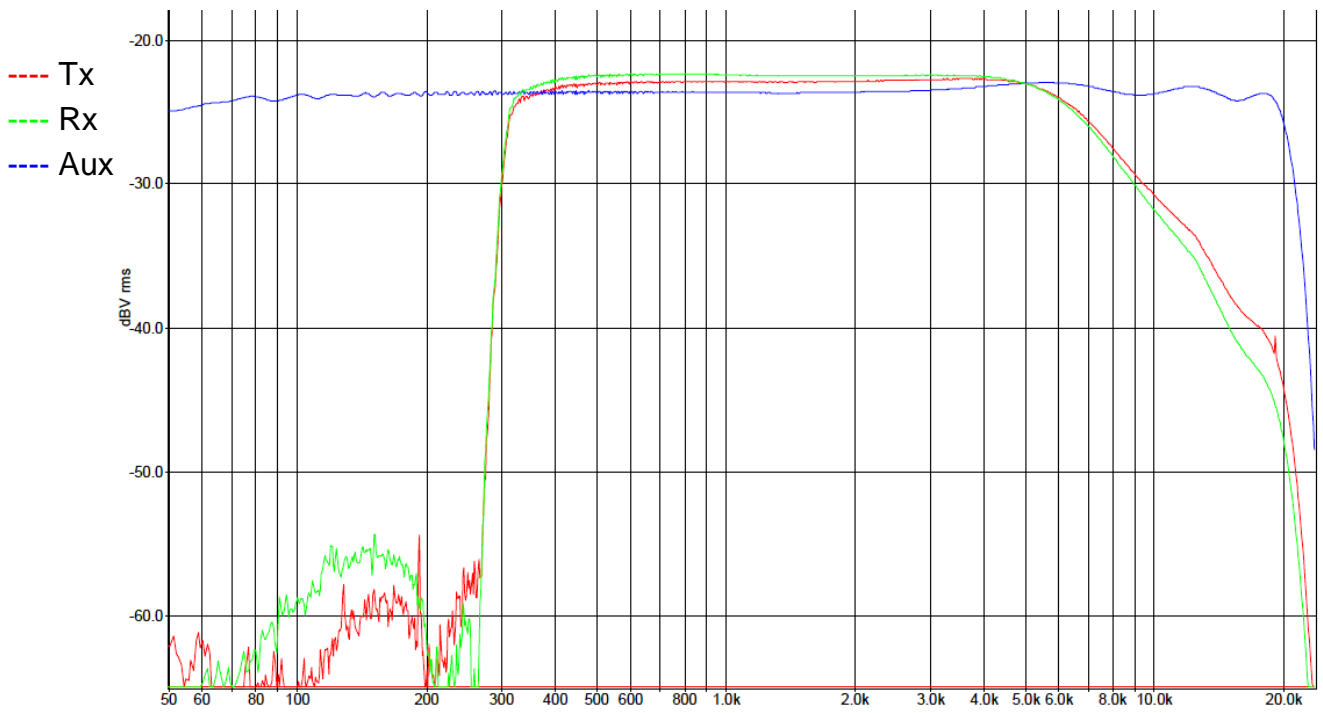


Abbildung 9

## 7 Notizen