

# El Cuatro – ein 4-Band-FM-QRP-Transceiver für 23, 13, 9 und 6 cm

von Fred, OE8FNK

„El Cuatro“ Projekt ist ein „Transceiver“, der beim Empfangen im wesentlichen als Empfangskonverter arbeitet, aber beim Senden direkt die Sendefrequenz erzeugt. Damit kann NBFM-Modulation gemacht werden (NBFM = Narrow Band Frequency Modulation, mit 12kHz Hub).

Mit diesem einfachen Konzept wurden verschiedene Amateurfunkanwendungen realisiert, für 23cm, 13cm, 9cm, 6cm, 3cm und 1.2cm. Dieser Artikel beschreibt die erste Anwendung, den 4-Band Transceiver, in den nächsten Ausgaben folgt dann die Beschreibung der 5-Band Transceiver Version (inkl. 3cm), es folgt dann „El-24“, ein 24Ghz Transceiver, und ein NBFM-Transceiver mit dem HB100-Modul.

In weiterer Folge hat dieses Gerät auch zu einer unglaublichen Zunahme von Aktivitäten in Kärnten geführt, zumindest was den Aktivitätskontest betrifft (jeder 3. Sonntag im Monat). Seit 2017 besuchen uns sogar laufend OMs von außerhalb um bei den Aktivitäten mitzumachen, so gibt es Teilnehmer von OE5, OE6 als auch von München. Die laufenden Ergebnisse sind unter <http://mikrowelle.oevsv.at> abrufbar.

Zur Erklärung: „El Cuatro“ (Spanisch: die Vier, mit nur einem „t“) wird hier als Bezeichnung für ein Funkgerät mit 4 Bändern verwendet. Der Einfachheit halber wird dieses Gerät als „Transceiver“ bezeichnet, auch wenn in bestimmten Fällen ein seperater 144,5 Mhz FM Empfänger verwendet wird.

## Der Anfang:

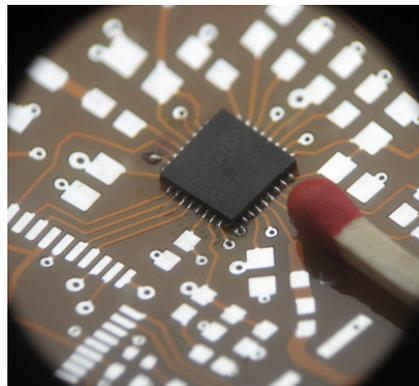
Seit ich in den 1980er Jahren Transverter für das 23cm Band und das 13cm Band gebaut hatte, war ich auf der Suche nach einem einfacheren Konzept für die hohen Bänder. Endlich, 2016 war es soweit, als einige Ereignisse zusammentrafen:

1. Das 9cm Band (3400Mhz) wurde in OE freigegeben,



oben: El Cuatro EC20 mit Vivaldi-Antenne (von OE8WOZ)

unten: Die Herausforderung – das Auflöten des MAX2871 Chips



2. Die Wertung im Aktivitätskontest wurde auf 1 Punkt/QSO (bzw. 2 Punkte/QSO für ein anderes Großfeld umgestellt), damit war auch ein QSO über kürzere Distanz wertvoll, und auch eine Aktivität innerhalb der Ortsstelle bzw. des Bundeslandes interessant.

3. Und ich bin endlich auf den VCO Chip „MAX2871“ gestoßen, der einen Frequenzgenerator mit PLL von 24Mhz bis 6Ghz enthält. Und außerdem zwei Ausgänge, die man getrennt einschalten kann, um damit einmal die Frequenz für den Sender, und ein anderes Mal um die Frequenz für den Empfangsmischer zu erzeugen. Das war für mich der wesentliche Punkt, da damit die Sende-/Empfangsumschaltung deutlich vereinfacht wird.

Dieses Konzept wurde beim Villacher Klubabend am 18. Juli 2016 präsentiert, eine Platine mit Fritzing entworfen und bei pcbway.com in China bestellt. Eine Woche später war die erste Version der El Cuatro Platine da. Eine wesentliche Herausforderung war das Auflöten des MAX2871 Chips. Die Pads (Anschlüsse) haben ein 0.5mm Raster (0.5mm pitch), der Abstand zwischen den Pads ist nur 0.2 mm.

## Erstes QSO:

Damit wurde dann am 21. August 2016 – ein Monat nach der Präsentation des Konzepts – das 9cm Erst-QSOs gemacht, zumindest das erste in Kärnten, mit den 2 Geräten: EC1 (El Cuatro 1) und EC2. Ein Video von diesem QSO über die Entfernung von 15m gibt hier: <https://www.youtube.com/watch?v=lzUZEPmDtM>

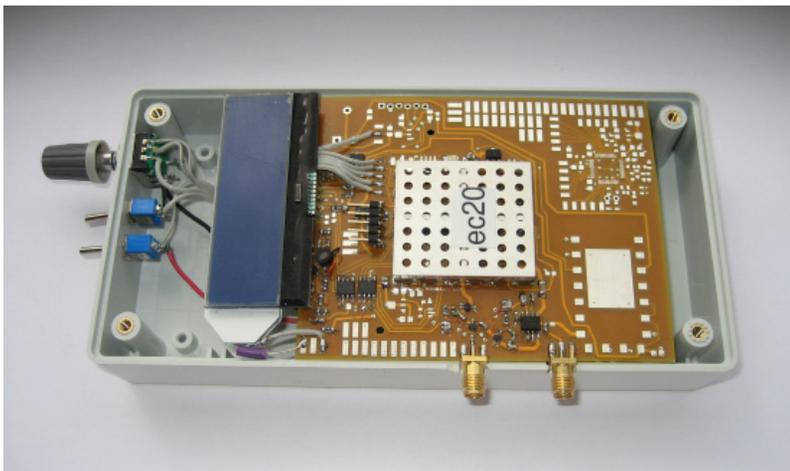
## Erste Siebertrophäen:

In weiterer Folge wurden mit insgesamt 7 Geräten in den darauffolgenden 2 Aktivitätssonntagen (Nov. und Dez 2016) so viele OMs zum mitmachen begeistert, daß genug QSOs auf 13cm, 9cm und 6cm gemacht wurden, um insgesamt 3 Pokale nach Kärnten zu holen.

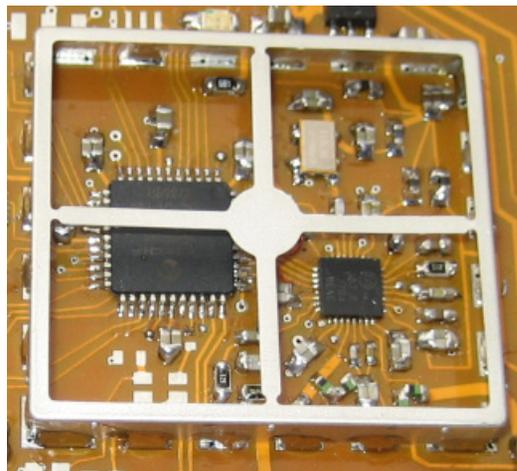
Damit aber nicht genug, 2017 wurden weitere Geräte an die Mikrowellen-Aktivistin in Kärnten, Steiermark und Oberösterreich verteilt, und die Aktivitäten gingen weiter. Parallel dazu haben sich zahlreiche OMs auch Transverter (insbes. richtige Transverter von DB6NT



rechts: OE8FNK und OE4WOG bei der Preisverleihung 2017 in Wolfsbach.



Das geöffnete Gerät: Die 99x80mm große Printplatte mit den SMD-Bauteilen. Die linke SMA-Buchse ist für die Antenne, die rechte für den 144.5 Mhz Empfänger.



Insgesamt 57 Bauteile sind unter der EMI-Abschirmung verborgen. Der Oszillator und der Mikrocontroller, ein dsPIC33EP128MC504 sind gut geschirmt.

für 3cm, 6cm, 24ghz, u.a.) besorgt, und damit auch Mikrowellen-Stationen mit wirklich guten Leistungswerten aufgebaut. Damit gingen dann 2017 ganze 7 Siegetrophäen nach Kärnten.

Bei diesen monatlichen Aktivitätssonntagen wurden zahlreiche Erfahrungen gewonnen, die wieder in die Entwicklung des EI Cuatro eingeflossen sind, so wurde das Gerät laufend weiter verbessert. Mittlerweile sind wir bei der Version 20 (EC20).

### Die wesentlichen Eckdaten des Konzeptes sind:

- Kleine Leistung (23+13cm, >80mW, 9cm: 40mW, 6cm: 4mW)
- Nur ein einzelnes Gehäuse (Beinhaltet sowohl Sender als und Empfangs-converter b.z.w. Receiver)
- Betrieb mit 5xAA NIMH-Akkus
- Ein Drehgeber für die Bedienung (Frequenz- und Bandumschaltung)
- PTT Schalter (ist eigentlich ein Switch to Talk, erleichtert aber das Log-schreiben sehr).
- Eingebautes Electret-Mikrophon
- Wahlweise eingebauter Receiver (DRA818V) oder Receiver-Ausgang: 144.5Mhz (z.b. für SDR-Receiver)

### Line-of-sight only:

#### Was kann EI Cuatro?

Man kann QSOs über Sichtverbindung (Line-Of-Sight) auf 13, 9 und 6cm machen., auf 23cm gibt es noch keine Erfahrungswerte, haben wir auch noch nicht ausprobiert. Auf 13, 9 und 6cm haben wir in Kärnten regelmäßig 96km überbrückt, längere Distanzen haben

wir nicht gefunden, b.z.w. wären diese Standorte nicht mit dem Auto leicht erreichbar.

#### Was kann EI Cuatro nicht?

- Verbindungen, die über Sichtverbindung hinausgehen. ein Busch oder auch nur ein paar Blätter oder Äste reichen schon, daß es nicht mehr geht. Es ist zwar keine Aussendung im SSB-Mode möglich, SSB-Empfang ist möglich wenn ein entsprechender Empfänger als „ZF“ verwendet wird.
- Es gibt keine Bandfilter, auch die Spiegelfrequenz wird nicht herausgefiltert, dadurch ist die Rauschzahl mit >7 db (geschätzt) doch sehr bescheiden, was aber bei Sichtverbindungen zum Glück keine so große Rolle spielt. Auf 6cm ist die Rauschzahl deutlich schlechter. Das ist in der 5-Band Version (siehe nächste QSP Ausgabe) schon behoben.

#### Gibt es einen Bausatz?

Ein teilbestückter Bausatz ist in Vorbereitung, bei dem der VCO-Kern bereits aufgelötet ist. Welche Version das hängt aber davon ab, in welcher Richtung das größte Interesse besteht (4-Band oder 5-Band). Bestückt werden nicht nur SMD Teile (Bauformen 0402, 0603, 0805) sondern auch QFN Chips.

#### Wo kann man den EI Cuatro sehen?

Der EI Cuatro wird am ÖVSV Stand auf der Hamradio Friedrichshafen 2018 am Freitag und Samstag ausgestellt, um festzustellen, ob überhaupt ein Interesse besteht, und an welcher Version. Weiters gibt es jeden 3. Sonntag



QRV auf 13cm, 9cm und 6cm: EI Cuatro 20r mit eingebautem Receiver (DRA818V), es ist nur mehr ...

im Monat den Aktivitätskontest, bei dem wir an verschiedenen Standorten in Kärnten die Stationen einschalten, und uns auch über Besucher freuen. Fast immer besetzt sind die folgende Standorte: Magdalensberg (OE/KT-188) und Villacher Alpenstraße (Dobratsch). Zentrum der Aktivität ist in und um Villach. Wer bereits Geräte für ein beliebiges Band oberhalb von 430 Mhz hat, kann auch gerne von einem anderen Standort mitmachen. Typischerweise machen wir an einem solchen Sonntag vormittag bis zu 40 QSOs insgesamt auf den Bändern ab 70cm. Vor allem für Gerätetests zu empfehlen, da sich unsere Gegenstationen z.T. in der Sende- und Empfangsleistung sehr stark unterscheiden. Anruf Frequenz ist 430,500 FM.

### Oberwellen + Messungen:

Bei der UKW-Preisverleihung im Jänner 2017 wurde von Hans, OE2JOM eine Messung am Spektrumanalyzer durchgeführt, dabei waren sämtliche

Oberwellen auf 13cm, 9cm und 6cm im Bereich von <-30dbm, was ein ausreichender Wert ist. Für 23cm wurde dieser Wert noch nicht erreicht, hier ist ein externer Oberwellenfilter erforderlich. Da das Sendesignal direkt vom VCO erzeugt wird (ohne Mischer!) gibt es eben keine „Neben“-Wellen, die feststellbaren unerwünschten Aussendungen sind die 2. und 3. Harmonische.

### Ist El Cuatro ein Ersatz für einen Transverter?

NEIN, es soll kein Transverter sein und kann auch keinen Transverter ersetzen. Die Empfangsempfindlichkeit ist mit einer Rauschzahl von geschätzten >7db für dieses Budget und die Anzahl der Bänder eine gute Lösung. Es ist ein unabhängiges Gerät, daß für sich selbst auch als Sender oder Bake eingesetzt werden kann. Ein Sendebetrieb in SSB ist nicht möglich. Es ist in etwa vergleichbar mit einem FM-Handgerät, das eben auch nicht SSB kann. Aber eben ein „Handgerät“ das 23cm, 13cm, 9cm und 6cm kann. Generell ist es ein Portabelgerät, und nicht als Fixstation gebaut.

**Frequenzeinstellung:** Die Frequenzeinstellung erfolgt in 2kHz Schritten.

Obwohl diese als 8000 einzelne „Kanäle“ programmiert sind, fühlt sich die Abstimmung wie ein VFO an.

**Antennen:** Der Einfachheit halber verwende ich meistens die Breitband-Antennen. Sowohl die Logarithmisch Periodische Antenne von WA5VJB (2-11 ghz) als auch die Vivaldi Antenne in der Version von OE8WOZ. Natürlich ist es auch möglich, für das jeweilige Band eine eigene (Schmalband-) Antenne zu verwenden.

**El Cuatro Firmware:** Die Software für den Betrieb des Mikrocontrollers ist in „C“ geschrieben, wobei Inline-Befehle in Assembler auch verwendet wurden. Ein Update der jeweils aktuellen Firmware ist über die Programmierschnittstelle mit z.B. PicKit3 möglich. Die jeweils aktuellen Updates der Firmware wird als HEX-File zur Verfügung gestellt.

**Bandumschaltung:** der Druckknopf am Drehgeber funktioniert als Bandumschaltung, wobei jeweils immer auf die nächste FM-Anrufrequenz weitergeschaltet wird. Wir verwenden hier folgende Frequenzen, jeweils 1,5 Mhz über dem Beginn des Schmalband-Bereiches:

**23 cm:** 1297,500 Mhz

**13 cm:** 2321,500 Mhz

**9 cm:** 3401,500 Mhz

**6 cm:** 5761,500 Mhz

**Mit und ohne 144,500Mhz-Empfänger:** Die „r“-Version also z.B. EC20r beinhaltet bereits einen 144,500 Mhz Receiver. Zum Betrieb ist nur ein Kopfhörer und eine kleine Antenne notwendig. Die Version ohne „r“ ist zum Anschluß an einen separaten Empfänger, Scanner oder SDR-Receiver zu empfehlen.

### Danksagung:

Vielen Dank für die Unterstützung dieses Projektes an alle Teilnehmer, vor allem an OE8WOZ, OE8PZY, OE4WOG, OE3FKS, OE8PKR, OE8YHQ, OE8AIR, OE8EGK, OE8EBK, OE8WUR, OE8BCK, OE8KVK, OE6RKE, OE6POD, OE5JKL und das Team vom Smartlab der FH Kärnten in Villach.

In der nächsten QSP gibt es dann die Vorstellung der 5-Band Ausführung dieses Gerätes, das auch 3cm bietet. Oder wir sehen uns bei der Hamradio 2018 in Friedrichshafen, Freitag und Samstag am Stand des ÖVSV.

73, Fred, OE8FNK