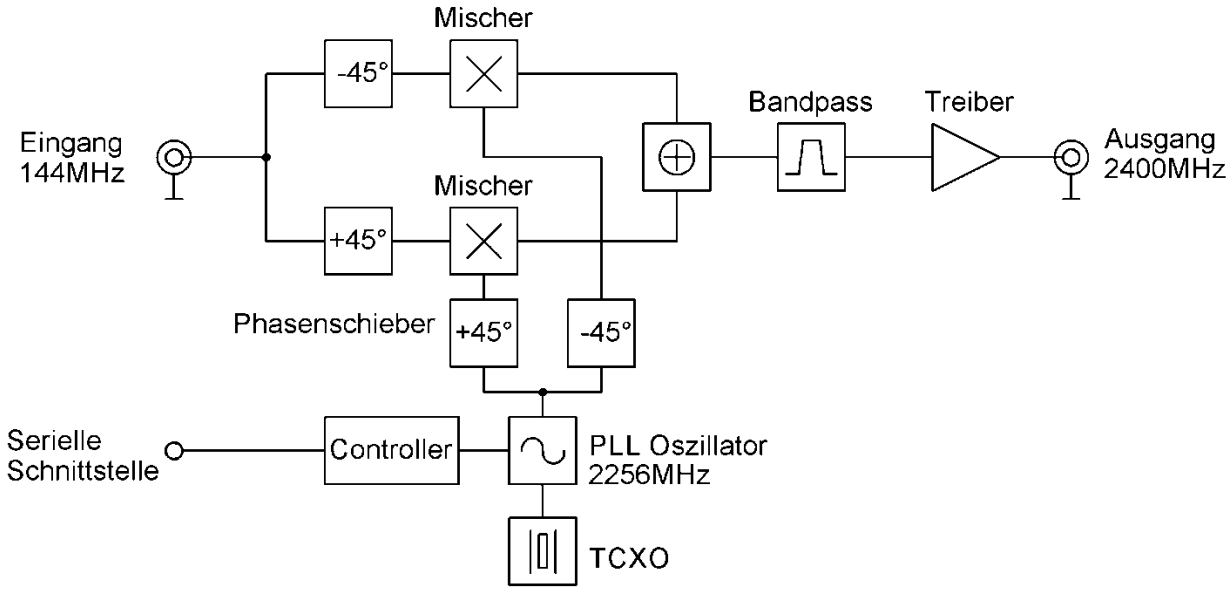
Sendemischer UPC-144/2G4

Technische Daten:

Eingangsfrequenz:	144 bis 145MHz
Ausgangsfrequenz:	Einstellbar 2320…2405MHz in 1MHz Schritten
Eingangsleistung:	10mW (konfigurierbar)
Ausgangsleistung:	$50mW_{pep}$
Betriebsspannung:	9 bis 36V

Das Prinzip



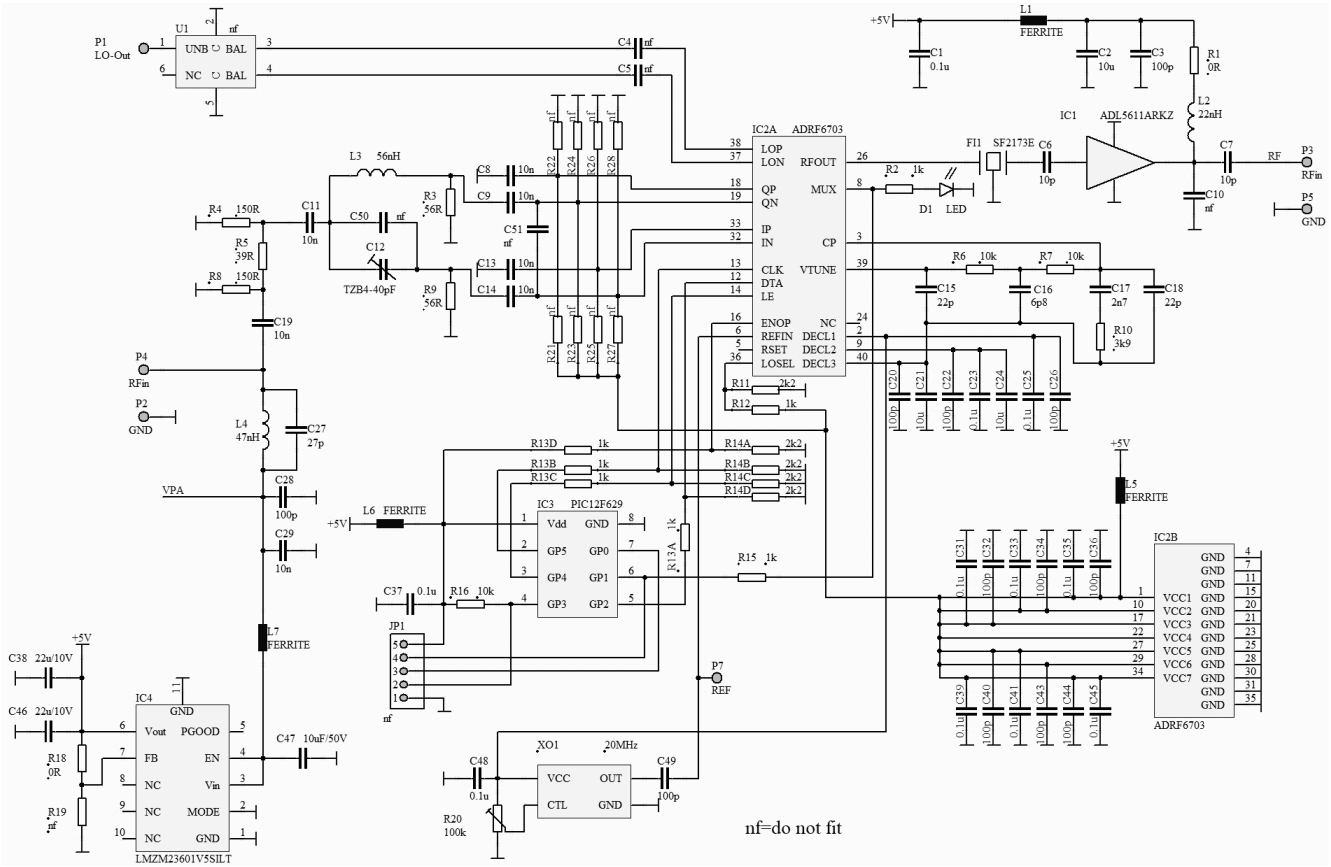
Auf dem Blockschaltbild sieht man, dass das Eingangssignal aufgeteilt und über zwei Phasenschieber auf je einen Mischer gegeben wird. Die Phase wird um plus und minus 45 Grad verschoben. Der Amplituden- und der Phasengradient des Phasenschiebers ist so klein, dass er mühelos auf dem gesamten 2m-Band funktioniert.

Das Oszillatorsignal, das die beiden Mischer speist, wird ebenfalls aufgeteilt und phasenverschoben auf die Mischer geführt. Die Ausgangssignale der beiden Mischer werden addiert und übrig bleibt, je nach Phase, nur noch ein Seitenband.

Das folgende Bandpassfilter ist für die grundsätzliche Funktion nicht nötig, sorgt aber dafür, dass Produkte höherer Ordnung besser unterdrückt werden und so auch das breitbandige Spektrum sauber bleibt.

Die Schaltung

Unten ist die Schaltung des Konverters dargestellt. Herzstück ist der Baustein ADRF6703 von Analog Devices. Er beinhaltet die beiden Mischer, einen VCO mit Phasenschieber, die PLL-Aufbereitung und eine SPI-Schnittstelle zur Programmierung.



Pin P4 (RFin) ist der Eingang der Schaltung. Über den Sperrkreis C27/L4 besteht die Möglichkeit die Versorgungspannung auszukoppeln, um die Schaltung inklusive einer evtl. hinzukommenden PA über das Koaxkabel zu speisen. Ist C27/L4 nicht bestückt versorgt man die Schaltung am Punkt VPA mit Strom (also das Lötpad, an den sonst L4 liegt). IC4, der Schaltregler, erzeugt energiesparend die 5 Volt Versorgung. Der Regler ist für eine maximale Eingangsspannung von 36 V ausgelegt.

Von P4 aus in die andere Richtung folgt ein 3dB Dämpfungsglied. Der Phasenschieber sieht somit immer eine passable Anpassung, auch wenn die Anpassung am Eingang nicht so gut ist. Mit diesem benötigt man eine Steuerleistung von 6-10dBm für maximale Ausgangsleitung. Man kann das Dämpfungsglied auch für größere Dämpfungen dimensionieren und so mit einer höheren Leistung ansteuern. Bei der Bauform der SMD Widerstände (1206) ist maximal 250mW (24dBm) möglich.

Die Bauteile L3 und C12 erzeugen die Phasenverschiebung. IC2 hat differentielle Eingänge. Der Einfachheit halber erfolgt die Ansteuerung aber als Eintakt-Signal, der zweite Eingang liegt HF-mäßig auf Masse. C12 ist als Trimmer ausgeführt. Man kann somit Bauteiltoleranzen ausgleichen und Seitenbandunterdrückung optimieren.

Auf den Ausgang von IC2 folgt ein SAW-Filter zur Unterdrückung von Mischprodukten höherer Ordnung. Schließlich kommt noch ein MMIC als Treiberstufe für den Ausgang. Die maximale Ausgangsleistung liegt damit maximal bei ca. 70 Milliwatt. Bis 40mW$_{pep}$ ausgesteuert bleiben die Intermodulationsverzerrungen unter -35dBc.

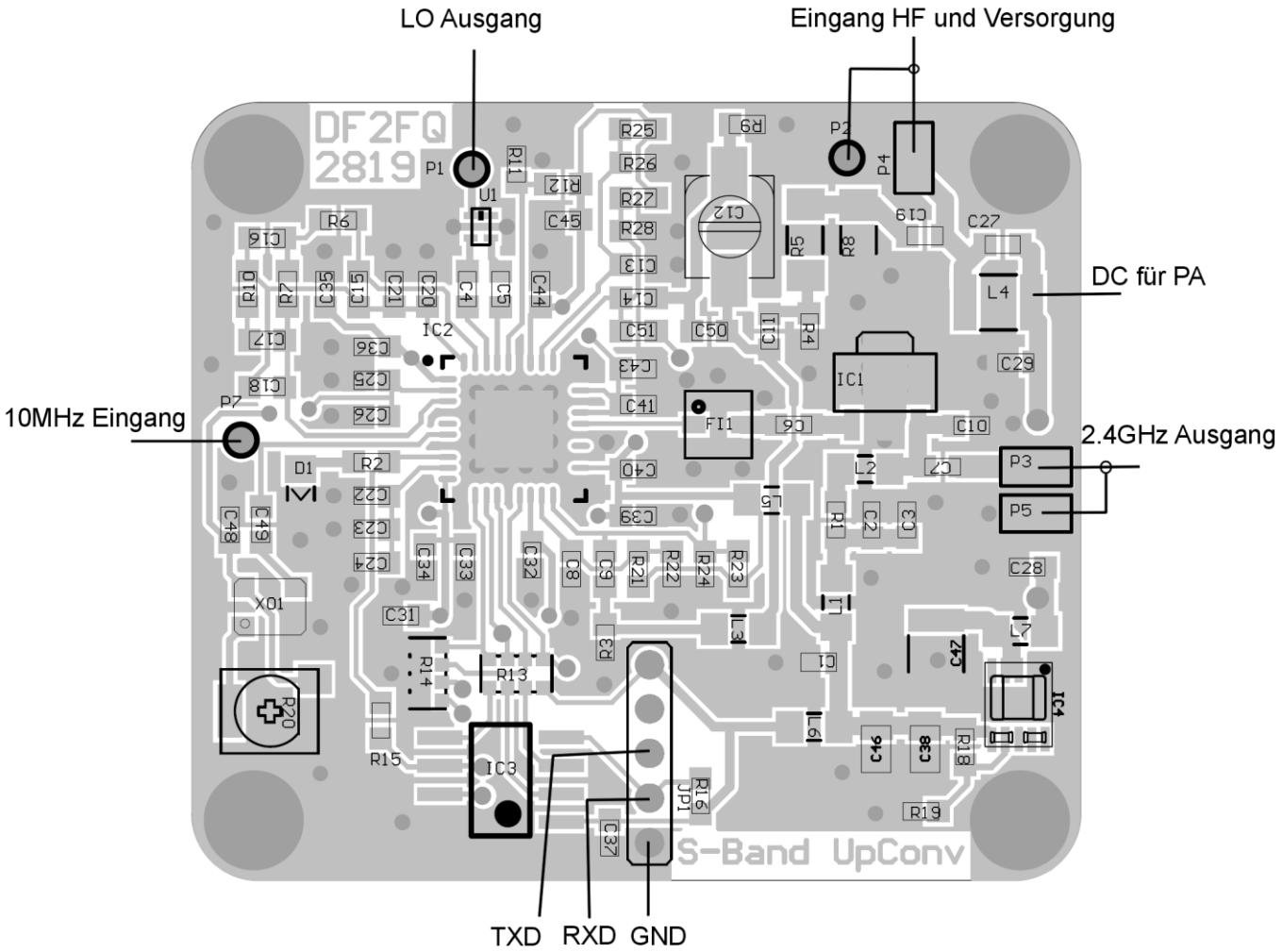
Ein nettes Feature des Chips ist der Oszillatorausgang des ICs. Mit einem LTCC-Balun U1 (LDB182G5005G von Murata) kann das Oszillatorsignal mit ca. 0dBm Pegel ausgekoppelt werden. Auf der Platine ist der Balun nicht bestückt. Koppelt man einen der beiden Ausgänge (Pin 37 oder 38) ohne Balun über einen 22pF Kondensator aus, erhält man immerhin noch -3dBm. Dies ist nützlich,

wenn man das Gerät um einen Empfangsmischer zu einem kompletten Transverter erweitern möchte.

Die Led D1 leuchtet, wenn die PLL gelockt hat. Schließlich gibt es noch den temperaturkompensierten Quarzoszillator X1, der die Frequenzdrift der Schaltung zwischen -20 und +70°C auf ±2kHz begrenzt. Mit dem Trimmer R21 lässt sich die Sendefrequenz um eine paar kHz hin- und herziehen.

Man kann den Konverter auch mit einem externen Referenzsignal ansteuern (z.B. aus einem 10MHz GPS-Normal). Dazu entfernt man C49 und speist das Signal über einen 100p Koppelkondensator bei P7 ein. Das Signal sollte zwischen 1 und $2V_{pp}$ Amplitude haben.

Der ADRF6703 hat eine Vielzahl von Registern, die zum ordnungsgemäßen Funktionieren alle programmiert werden müssen. Dazu dient der Controllerbaustein IC3 der dessen SPI Schnittstelle bedient.



Einstellungen

Der Controller besitzt eine serielle Schnittstelle: 9600bps, 8 Bit, ein Stoppbit, kein Parity. Die Pins haben TLL-Pegel. Pegel von ±10V, wie sie aus der PC Schnittstelle kommen, sind ungeeignet und zerstören den PIC. Man benötigt einen USB-TTL Adapter, wie er bei Ebay, Amazon oder diversen Elektronikhändlern für einen einstelligen Euro-Betrag zu bekommen ist (z.B. USB-UART-Modul beim

Funkamateur Shop). Als Software nimmt man ein beliebiges Terminalprogramm. Man findet diese kostenlos in großer Zahl im Internet. Bis Windows 7 wurde zum Betriebssystem das Programm Hyperterm mitgeliefert. Es funktioniert auch noch auf Windows 10, man kann es sich von einem Win7-System kopieren.

Frequenz

Die Oszillatorfrequenz lässt sich in 1MHz Schritten einstellen. Mit dem Buchstaben F gefolgt von *ENTER* bekommt man die aktuell eingestellte Frequenz angezeigt. Will man eine neue Frequenz eingeben, tippt man den Buchstaben F und vier Ziffern als Frequenz in MHz. Kein Komma, kein *ENTER*, nur vier Ziffern. Grundeinstellung ist 2256MHz, damit wird das 144MHz Eingangssignal auf 2400MHz umgesetzt.

Ganz bis zum Ende des 13cm Bands reicht der Bereich des Konverters leider nicht, da das SAW-Filter bei ca. 2405 MHz anfängt zu sperren.

Oszillatorausgang

Mit dem Buchstaben L gefolgt von 0 oder 1 kann man den Oszillatorausgang aktivieren. Wenn er nicht benötigt wird, ist es besser ihn abzuschalten, da dann die Trägerunterdrückung des Ausgangssignals besser ist. In der Grundeinstellung ist der LO Ausgang abgeschaltet.

Referenzfrequenz

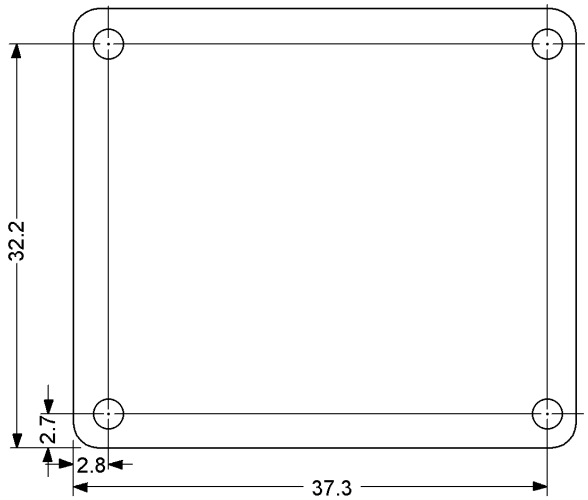
Intern besitzt der Konverter einen temperaturkompensierten 20MHz Referenzoszillator mit 1ppm Genauigkeit. Man kann aber ebenso über P7 ein externes Signal z.B. von einem GPS Normal einspeisen (s.o.). Man gibt den Buchstaben R ein gefolgt von zwei Ziffern, die die Referenzfrequenz in MHz darstellen. Der zulässige Bereich ist 10MHz bis 30MHz. Nachdem man die Referenzfrequenz geändert hat, muss man mit F nochmal die LO Frequenz eingeben, damit die Parameter neu berechnet werden.

Betrieb

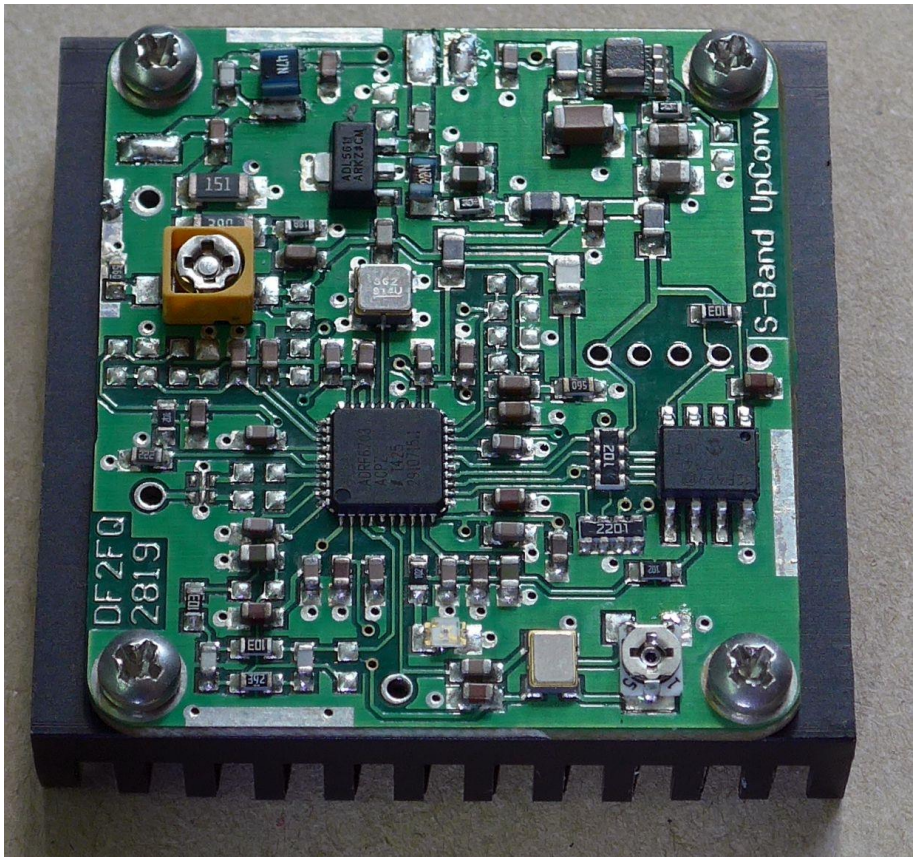
Die Platine wird im Betrieb relativ heiß. ADRF und Treiber MMIC nehmen zusammen gut 2 Watt an Leistung auf. Für dauerhaften Betrieb sollte sie daher auf einen kleinen Kühlkörper aufgeschraubt werden (geeignet ist z.B. der Typ ICK PGA 16X16X8 von Reichelt). In den Kühlkörper bohrt man vier Löcher mit 2mm Durchmesser gemäß dem Bohrbild auf der Zeichnung unten. Die Platine wird dann mit Blechschrauben 2,2x6,5 mm angeschraubt.

Damit die Stellen, an denen elektrische Kontakte auf der Unterseite liegen gegen den Kühlkörper isoliert sind, legt man zwischen Platine und Kühlkörper ein dünnes Thermalpad. Das beiliegende Pad kann man sich auf die richtige Größe zuschneiden.

Lötet man an die Lötpunkte Drähte an, dürfen diese auf der Platinenrückseite nicht herausstehen, da die Platine sonst nicht plan aufliegen kann.



Die Platine passt in ein Schubert-Gehäuse Nr. 12. An beiden Stirnseiten ist dabei noch 8mm Platz für die Buchsen. Die Bodenplatte lässt man weg oder man bohrt sie ebenfalls durch und befestigt den Kühlkörper außerhalb des Gehäuses. Auf der Oberseite der Platine ist entlang des Randes der Lötstopplack ausgespart, so dass man die Platine dort an der Gehäusewand festlöten kann.



Bei Fragen bitte E-Mail an df2fq@gmx.de.

Holger Eckardt
Kirchstockacherstr. 33
85662 Hohenbrunn