

Ein VCO von 1kHz bis 50 MHz mit einem einzigen IC
J.Nussbaum DJ1UGA



Ein VCO (Voltage Controlled Oscillator) ist ein Frequenzgenerator, bei dem durch Veränderung einer Gleichspannung an einem Steuerterminal die Ausgangsfrequenz eingestellt werden kann.

Diese Oszillatoren benötigen in der Regel weder Drehkondensator, noch Induktivität, um die Schwingfrequenz zu erzeugen.

Der Vorteil liegt auf der Hand, der ganze Oszillator kann sehr kompakt aufgebaut werden, die Abstimmung erfolgt denkbar einfach, man benötigt bloss ein Potentiometer, mit dem der Gleichspannungspegel am Steuerpunkt eingestellt wird.

Einen gravierenden Nachteil gibt es allerdings, die Schwingfrequenz ist nicht so stabil wie bei einem L/C Oszillator, sie weist einen sogenannten Jitter auf, d.h. die Frequenz „zittert“ ein wenig um die Sollfrequenz, deshalb auch nicht für Direktmisch-Empfänger oder als BFO geeignet, da sich der Jitter im Empfangsfall als knurrendes Störgeräusch bemerkbar macht.. Als Folge davon ist auch das sogenannte Phasenrauschen schlechter als bei L/C Oszillatoren oder Synthesizern.

Auch sind VCOs meist als Rechteckgeneratoren konzipiert, es muss also zusätzlich eine Filterung in Form von Tiefpässen erfolgen um ein sauberes Sinussignal am Ausgang zu erhalten.

Die Hauptanwendung eines VCOs liegt in der Verwendung als Wobbeloszillator bei dem durch Anlegen einer Sägezahnspannung eine sich stetig ändernde Frequenz erzeugt wird. Dabei ist die Frequenzgenauigkeit von untergeordneter Bedeutung.

Gut geeignet sind VCOs auch für einfache Messgeräte, wie Grid-Dipper oder Antennenmessbrücken anstelle eines Rauschgenerators.

Wichtig bei all diesen Anwendungen ist der einstellbare Frequenzbereich, der möglichst gross sein sollte

LTC 1799

Seit einiger Zeit gibt es von Linear Technologies einen VCO mit der Bezeichnung LTC 1799, dessen Schwingfrequenz in einem grossen Bereich einstellbar ist. Das Ausgangssignal ist dabei bis 50 MHz rechteckförmig und von sehr guter Symmetrie

Ein solcher IC wurde näher untersucht

Der Schaltkreis wurde nach längerem Suchen bei Conrad Electronic entdeckt, er kostet etwa €6.-, und ist in einem winzigen SOT 23 mit den Abmessungen von nur 2 x 1mm aufgebaut

Der IC hat nur 5 Anschlüsse und benötigt zur Schwingungserzeugung bloss ein

Potentiometer.

Dekadischer Frequenzteiler

An Pin 4 des IC befindet sich der Steuereingang für einen dekadischen Frequenzteiler.

Die Grund - Schwingfrequenz des Oszillators erhält man, wenn Pin 4 an Masse gelegt wird.

Der Oszillator schwingt dann mit einem 1 MOhm Poti, je nach Einstellung von 100kHz bis 50 MHz ohne Umschaltung, entsprechend einer Frequenzänderung um den Faktor 500 !.

Lässt man Pin 4 offen, dann wird die Originalfrequenz durch 10 geteilt, der Frequenzbereich geht dann (wieder mit einem 1 MOhm Poti) von 10 kHz bis 5 MHz.

Legt man schliesslich Pin 4 an die Plus-Versorgungsspannung, wird nochmals durch 10 geteilt, der Frequenzbereich geht von 1kHz bis 500 kHz

Wird ein 100kOhm Potentiometer verwendet, beginnt die tiefste Frequenz bei etwa 10 kHz, nach oben werden nach wie vor 50 MHz erreicht, denn die hohen Frequenzen werden durch immer kleiner werdenden Widerstandswert des Potentiometers erzeugt, um schliesslich bei 0 Ohm etwa 50 MHz ! zu erreichen

Verwendet man also statt dem 1 Mohm Poti ein Poti mit 100 kOhm ohne zusätzliche Parallel-oder Serienwiderstände, werden folgende Frequenzbereiche bei Verwendung des Teilers und durch Potentiometer-Abstimmung erreicht

Teilerfaktor 100	Pin 4 an Plus	10 kHz bis 500 kHz
Teilerfaktor 10	Pin 4 unbeschaltet	100 kHz bis 5 MHz
Teilerfaktor 1	Pin 4 an Masse	1 MHz bis 50 MHz

Leider ist bei dem IC die Frequenz nicht linear vom Widerstand abhängig, man sollte ein logarithmisches Potentiometer verwenden, das man „verkehrt“ anschliessen muss. Darunter versteht man, dass bei Drehung gegen den Uhrzeigersinn die Frequenz ansteigt. Dadurch wird die Frequenzeinstellung etwas linearisiert.

Selbstbau eines Prüfgenerators

Nach den doch recht positiven Aussichten auf Erfolg wurde ein kleines Projekt gestartet.

Es sollte ein einfacher Prüfgenerator von 10 kHz bis 30 MHz gebaut werden.

Die Schaltung dazu ist ja denkbar einfach, sie sieht dann so aus

Schaltung

Man erkennt das Potentiometer, dem ein 3k3 Ohm Widerstand in Serie geschaltet wird. Damit wird die höchste Schwingfrequenz auf 30 MHz begrenzt. Entfernt man den Widerstand, so schwingt zwar der Generator bis 50 MHz, allerdings mit immer kleiner werdender Ausgangsamplitude.

Sinnvoll ist ein Ausgangspotentiometer, mit dem die Amplitude von max. 3 Vss bis auf wenige Millivolt eingestellt werden kann.

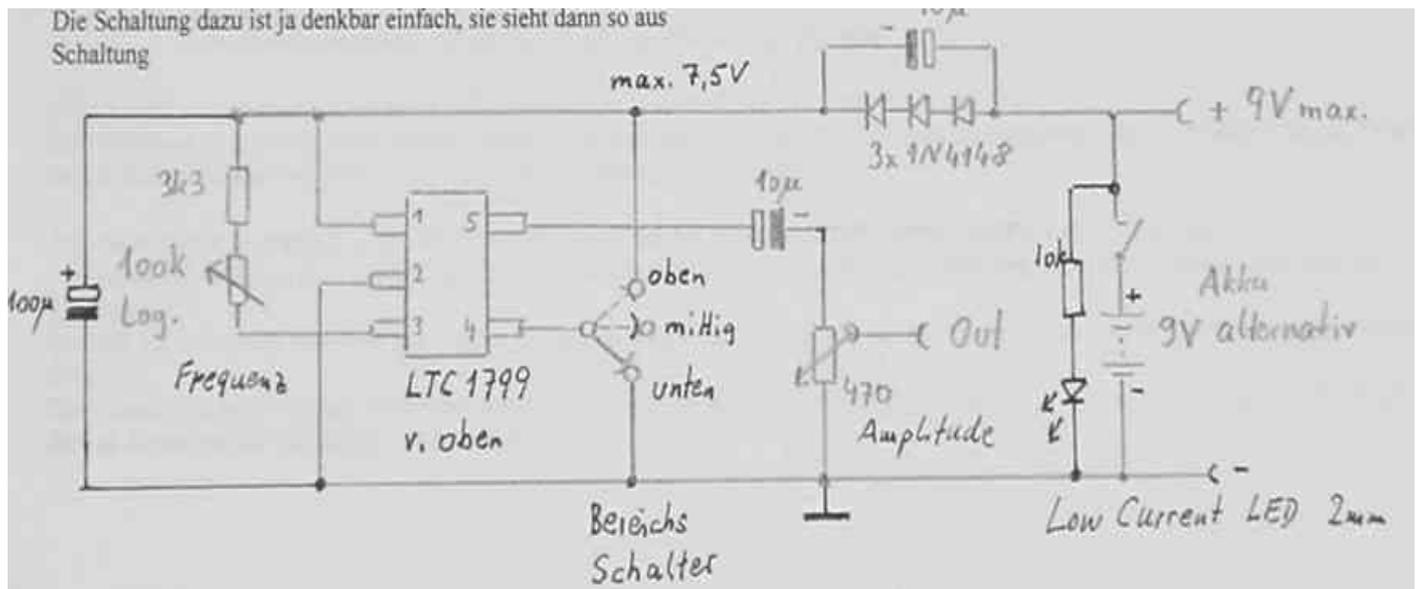
Die Dioden sind Schutzdioden, die einerseits die 9V der Batterie auf max. 7,5 V Betriebsspannung begrenzen, sowie eine Falschpolung der Betriebsspannung des ICs verhindern.

Der IC hat einen eingebauten Spannungsregler, so dass kein zusätzlicher Stabilisator erforderlich ist.

Allerdings sollte die maximale Betriebsspannung von etwa 7,5V nicht überschritten werden.

IC-Lötung

Diese Aufgabe ist die Schwierigste bei dem ganzen Miniprojekt. Der IC ist winzig und hat 5 Anschlüsse, die beschaltet werden müssen



Bild

IC Ansicht, zum Vergleich 1mm Raster

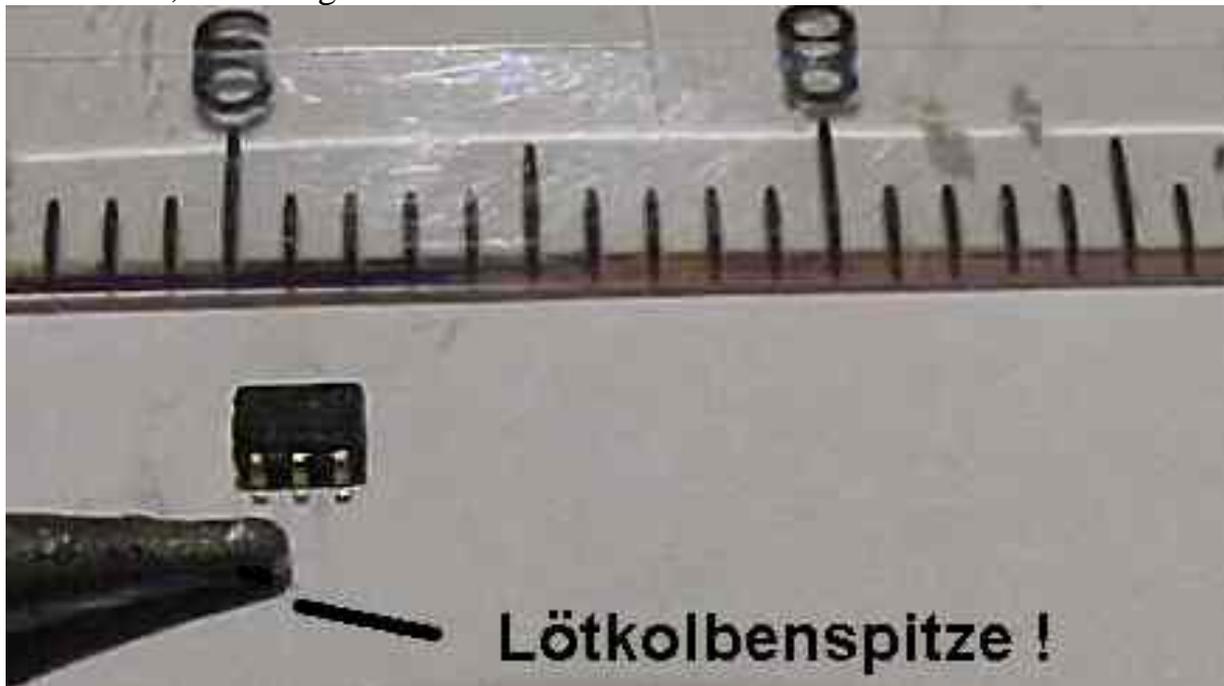
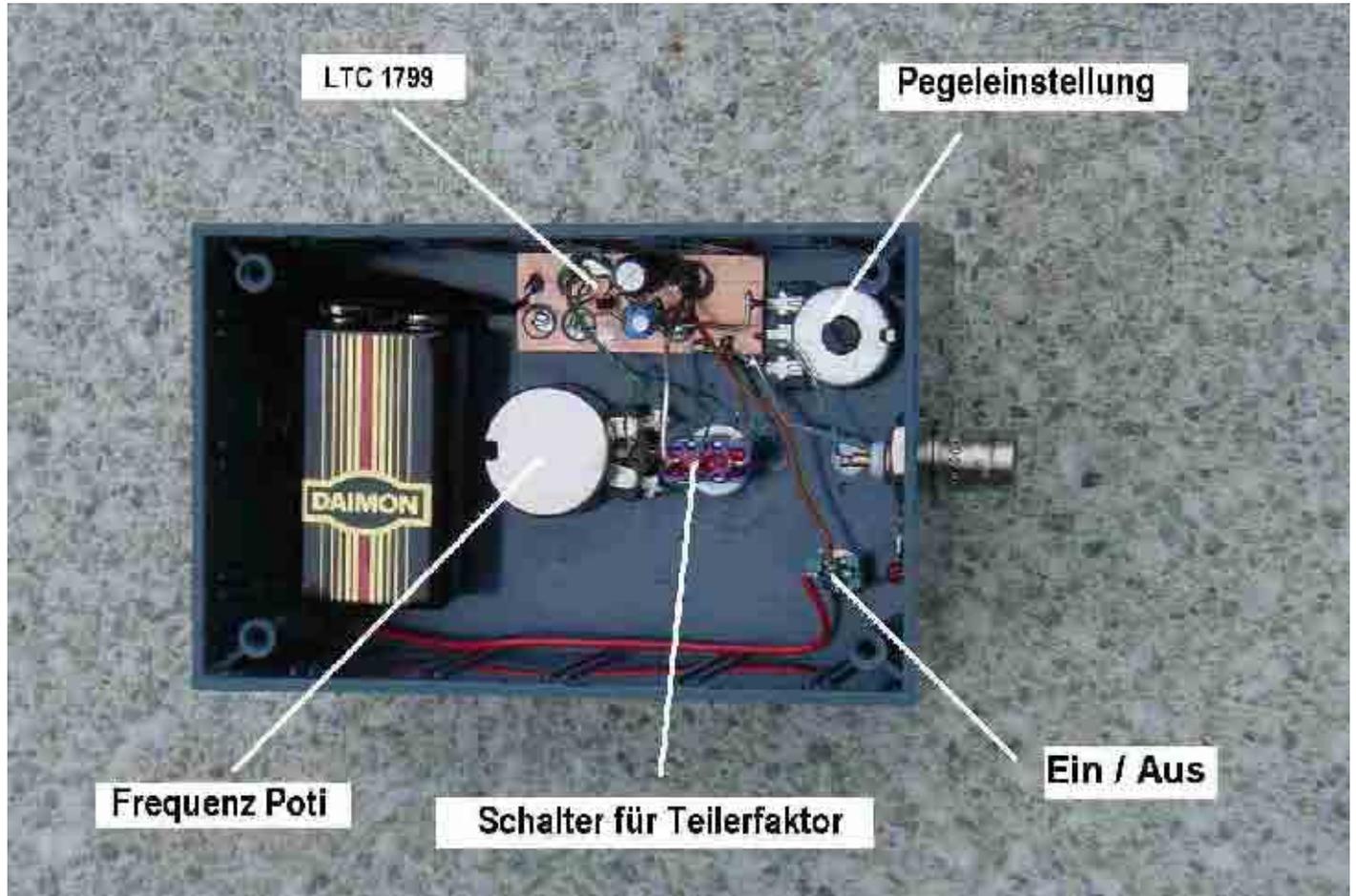


Bild Innenansicht



Gehäuse

Verwendet wird ein einfaches und billiges Plastikgehäuse, in das man die entsprechenden Bohrungen macht.

Die Platine wird mit einem kräftigeren Blankdraht direkt an das 470 Ohm Potentiometer und der Massefahne der BNC-Einbaubuchse angelötet, ist somit auch mechanisch befestigt, was völlig ausreicht.

Die Batterie wird mit einem Klettband direkt im Gehäuse „angeklettet“, dazu erhältlich sind praktische runde Klett pads, bestehend aus Flausch – und Klett Teil mit denen man kleine Platinen oder Bauteile im Gehäuse fixieren kann.

Skala

Die Skala muss man sich Zeichnen, da jedes Potentiometer einen geringfügig anderen Widerstandsverlauf hat.

Dazu benötigt man einen Frequenzzähler, oder einen Empfänger mit digitaler Frequenzanzeige.

Dann wird der Bereichsschalter in die Stellung Pin 4 an Masse gebracht, somit der Grund Abstimmbereich von 1 bis 30 MHz eingeschaltet.

Nun den Generator ohne Antenne nur die Nähe des Empfängers bringen und den Empfänger auf eine Empfangsfrequenz von 1MHz stellen. Für diese Schwingfrequenz befindet sich das Poti auf etwa Maximalstellung nahe 100 kOhm.

Um Mehrdeutigkeiten infolge Oberwellen durch das rechteckförmige Ausgangssignal zu vermeiden, sollte man den Empfänger so weit vom Generator entfernen, dass man gerade noch die tatsächliche Grundwelle empfängt.

Nun den Empfänger auf 2 MHz, 4 MHz usw. einstellen und die entsprechenden Frequenzpunkte mit der jeweiligen Potistellung auf der zu zeichnenden Skala festlegen. Die Frequenz von 29999 kHz, die höchste einstellbare Frequenz auf Sony und Sangean Geräten wird nahe dem Nullanschlag des Potis, also beim geringsten Widerstand gefunden.

Bild

Ein Sony Empfänger mit dem Eigenbau Generator



Verwendet man ein lineares Poti werden die Frequenzen im oberen Bereich gestaucht, im untere dagegen gedehnt erscheinen.

Man sollte also probieren, welchen Widerstandsverlauf man benötigt

Die vielleicht etwas verwirrenden 3 Frequenzbereiche bei gleichen Potistellungen werden wie folgt gebildet

Der Schalter für den Teilungsfaktor hat 3 Stellungen.

Man erkennt den Schalter unter der Beschriftung „Bereich“, die drei mechanischen Schalterstellung „oben, mittig und unten“

Stellt man das Poti z.B. auf die Skalenanzeige 2, dann erhält man je nach Stellung des Bereichsschalters

oben	$2 \cdot 10 \text{ kHz} = 20\text{kHz}$
mittig	$2 \cdot 100\text{kHz} = 200\text{kHz},$
unten	$2 \cdot 1 \text{ MHz} = 2 \text{ MHz},$

es wird also durch den Bereichsschalter die Frequenz in Dekaden geteilt.

Mit einem 100 kOhm Poti in Serie mit einem 3k3 Widerstand erhält man dann folgende praxisgerechte Frequenzbereiche, die sich ausreichend überschneiden.

Oben Bereich 1	Anzeige mal Faktor 10 kHz	10 kHz bis 300 kHz
Mittig Bereich 2	Anzeige mal Faktor 100 kHz	100 kHz bis 3 MHz
Unten Bereich 3	Anzeige mal Faktor 1 MHz	1 MHz bis 30 MHz

Die Beschriftung der Skala kann man gut auf Hochglanz-Photopapier drucken, die Frequenzpunkte macht man entweder mit einer entsprechenden Beschriftungssoftware, oder aber per Hand.

Spezialbauteile

Gehäuse	Reichelt:	TEKO P3
Potentiometer 100 kOhm Wendel		534 – 100k
Wahlweise 100 kOhm log		P6M LOG 100k
Potentiometer 470 Ohm		P6M-LIN 470 Ohm
Schalter		MS 500C
IC LTC 1799		LTC 1799

Technische Daten nach Herstellerangaben

Betriebsspannung	2,7 V bis 5,5 V
Stromverbrauch	4mA bei 5V Betriebsspannung
Ausgangsspannung	2V _{ss} an 50 Ohm bei 5,5V
Betriebsspannung	
Frequenzbereich	1kHz bis 30 MHz, mit geringerer Amplitude bis 50 MHz