

# Ultraklirrarmer 1 KHz-Pegeltongenerator

Zur Erzeugung eines extrem klirrfaktorarmen 1 KHz-Signals mit definierter Amplitudenhöhe dient diese kleine Schaltung.

## Allgemeines

Pegeltongeneratoren werden in der Audio-Technik im Studiobereich für die Pegel-Überwachung und Einstellung von Signalquellen und Verstärkern eingesetzt. Hierbei bedient man sich im allgemeinen einer Frequenz von ca. 1 KHz, die gleichzeitig im Bereich der größten Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs liegt.

Für den engagierten Hobby-Akustiker kann ein Pegeltongenerator auch im privaten Bereich nützliche Dienste leisten, besonders dann, wenn er sich gleichzeitig durch einen besonders niedrigen Klirrfaktor auszeichnet. So können zum Beispiel nicht nur 0 dB Pegel ( $0,775 V_{eff}$ ) überprüft und nachgestellt, sondern mit Hilfe eines Klirrfaktormessgerätes auch die Verzerrungsprodukte bestimmt werden (denn nicht jedes Klirrfaktormessgerät besitzt einen eingebauten klirrfarmen Sinusgenerator).

Der ELV-Pegeltongenerator zeichnet sich durch folgende technische Daten besonders aus:

- weiter Versorgungsspannungsbereich von 8 V bis 30 V
- geringe Stromaufnahme zwischen 4,5 und 6 mA
- Klirrfaktor ca. 0,01 % (!), d. h. ultraklirrarmer

- driftarme, stabile Ausgangsfrequenz von ca. 1000 Hz
- Ausgangsspannungspegel auf 0 dB, entsprechend 775 mV kalibrierbar
- Ausgangsspannung weitgehend unabhängig von Versorgungsspannungs- und Temperaturschwankungen.

Vorstehend aufgeführte Daten lassen erkennen, daß es sich bei der hier vorgestellten Schaltung um einen qualitativ hochwertigen Pegeltongenerator handelt.

## Zur Schaltung

Trotz der ansprechenden technischen Daten ist die Schaltung verhältnismäßig einfach gehalten.

Um mit einer unsymmetrischen, d. h. einfachen Versorgungsspannung auszukommen, wird mit Hilfe von R1, R2, C2, C3 sowie OP1 ein künstlicher, stabiler Versorgungsmittelpunkt erzeugt, der immer genau auf der halben Betriebsspannung liegt und gleichzeitig die Schaltungsmasse (Bezugspunkt) darstellt.

C1 dient zur Pufferung und Schwingneigungsunterdrückung.

Der eigentliche 1 KHz-Sinus-Generator wird mit OP2 und Zusatzbeschaltung realisiert. Hierbei handelt es sich um einen Wien-Robinson-Generator, dessen Ausgangsamplitude im Bereich von ca.  $2,0 V_{ss}$

bis  $4,0 V_{ss}$  eingestellt werden kann. In den meisten Fällen wird ein Ausgangsspannungswert von 0 dB, entsprechend  $775 mV_{eff} = 2192 mV_{ss}$  gewählt werden. Hier reicht eine minimale Versorgungsspannung von 8 V, während bei größeren Ausgangsamplituden auch die minimale Versorgungsspannung etwas höher sein muß (z. B.  $U_B = 10 V$  für  $U_{aus} = 4,0 V_{ss}$ ).

Der Einfluß der Versorgungsspannung auf die Ausgangsspannung ist nahezu vollkommen vernachlässigbar. Beträgt die Versorgungsspannung zum Beispiel 10 V und die Ausgangsspannung  $1,000 V_{eff}$ , ergibt sich bei einer Erhöhung der Versorgungsspannung auf 30 V eine typische Ausgangsspannungserhöhung um weniger als 0,0005 V. Das entspricht einer Unterdrückung von Versorgungsspannungsschwankungen von fast 100 dB (!).

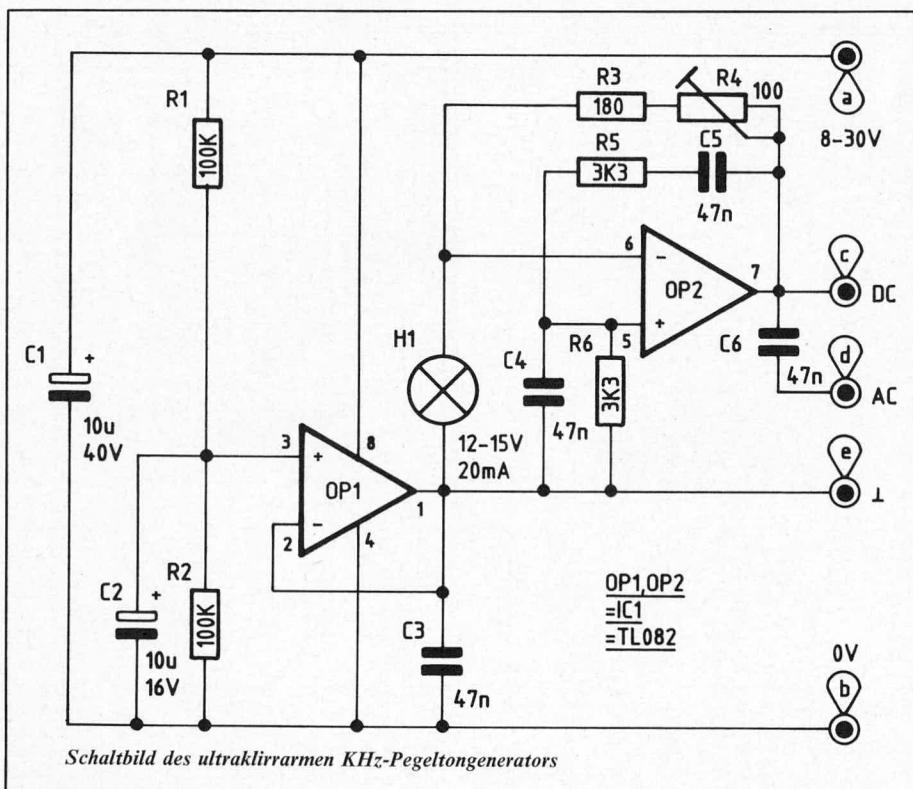
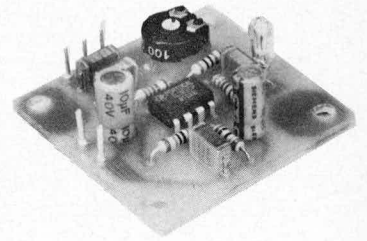
Die frequenzbestimmenden Bauelemente sind R5/C5 sowie R6/C4. Um einen geringen Klirrfaktor zu erreichen, sollten die Werte von R5 und R6 sowie von C4 und C5 möglichst gut übereinstimmen. Es empfiehlt sich daher der Einsatz von 1%igen Metallschichtwiderständen sowie von hochwertigen Folienkondensatoren mit einer Toleranz von 5% (z. B. Siemens MKT), wie sie in den ELV-Bausätzen überwiegend zur Serienausstattung gehören.

Darüber hinaus ist der Einsatz eines klirrfaktorarmen Operationsverstärkers (z. B. TL082) von ausschlaggebender Bedeutung.

Die beiden RC-Glieder R5/C5 und R6/C4 stellen allerdings erst die eine Hälfte der für den Sinus-Oszillator erforderlichen Wien-Robinson-Brücke dar. Die zweite Hälfte wird durch die Glühlampe H1 sowie R3 und R4 realisiert.

Bei der Glühlampe handelt es sich um eine 12 bis 15 V/20 mA Version, die je nach eingestellter Ausgangsspannung im Bereich zwischen 220 und 475 mV betrieben wird. Es fließt ein Strom von 2 bis 3 mA durch diesen Brückenweig. Die Glühlampe stellt einen für diesen Frequenzbereich rein ohmschen Widerstand dar, der eine (gewünschte) stark nichtlineare Strom-Spannungs-Kennlinie besitzt. Auf diese Weise wird der Arbeitspunkt des Wien-Robinson-Generators stabilisiert.

Die Funktionsweise ist wie folgt: Steigt die Ausgangs-Amplitude (Pin 7 des OP2), erhöht sich der Strom durch R3 und R4 und damit auch der Strom durch die Glühlampe. Aufgrund der Glühlampenkennlinie erhöht sich der Innenwiderstand des Heizfadens durch den größeren Strom (höhere Temperatur), wodurch die an der



Schaltbild des ultraklirrarmeren KHz-Pegeltongenerators

Glühlampe abfallende Spannung überproportional ansteigt. Dies bewirkt ein Zurückregeln der Ausgangsamplitude, da sich die Spannung an dem anderen Eingang (Pin 5) des OP 2 direkt proportional mit der Ausgangsspannung an Pin 7 ändert. In der Praxis bedeutet dies eine hohe Stabilität der Sinus-Ausgangsspannung des Wien-Robinson-Generators. Soll die Ausgangsspannung in größerem Maß geändert werden, wie dies in der vorliegenden Dimensionierung mit R 4 vorgesehen ist, so kann der Widerstand R 3 zwischen 150  $\Omega$  und 470  $\Omega$  variiert werden.

Zwischen den Platinenanschlußpunkten „e“ (Masse) und „c“ wird die Ausgangsspannung abgenommen. Der DC-Anteil liegt im Bereich von wenigen mV. Zwischen den Platinenanschlußpunkten „e“ und „d“ kann eine AC-Auskoppelung erfolgen, die allerdings verhältnismäßig hochohmig ist (47 nF-Koppelkondensator) und somit die Gefahr der Brummeinstreuung besteht. Falls möglich, sollte man daher immer den DC-Anschluß bevorzugen.

Legt man Wert darauf, daß der Oszillator exakt auf 1000 Hz schwingt, kann durch geringfügiges Verändern von R 5 und R 6 eine Feinanpassung vorgenommen werden.

Da diese beiden Widerstände gleiche Werte aufweisen sollten, empfiehlt es sich, für die Frequenzfeinanpassung keine Trimmer zu verwenden, sondern Festwiderstände. Durch Reihenschaltung von z. B. 33  $\Omega$  zu

R 5 und zu R 6 ergibt sich eine Frequenzerniedrigung um 1%, entsprechend ca. 10 Hz, wobei eine Parallelschaltung von z. B. 330 k $\Omega$  eine Frequenzerhöhung ergibt.

### Zum Nachbau

Hält man sich genau an den Bestückungsplan, so ist dieser kleine Baustein in kurzer Zeit fertiggestellt.

Zuerst werden die Widerstände, anschließend die Kondensatoren und dann das IC auf die Platine gesetzt und verlötet.

Als Lämpchen wird eine Miniaturversion mit einlötbaren Anschlußbeinen verwendet. Grundsätzlich sind alle Typen geeignet, die bei einer Betriebsspannung von 12 V bis 15 V einen Strom von 20 mA aufnehmen. Hierbei sollte man unbedingt darauf achten, daß ein Markenfabrikat eingesetzt wird. Sicherheitshalber ist die Stromaufnahme bei der Betriebsspannung zu überprüfen. Hierzu wird eine Gleichspannung von 12 V bis 15 V angelegt und man mißt den Strom, der bei ca. 20 mA liegen sollte (keinesfalls über 30 mA).

Die geringe Stromaufnahme ist deshalb so wichtig, weil der durch das Lämpchen fließende Strom vom Ausgang (Pin 7) des OP 2 über R 3 und R 4 bereitgestellt werden muß und hierdurch der Operationsverstärker bei zu großem Stromfluß unnötig belastet wird. Der außerordentlich geringe Klirrfaktor, der hier vorgestellten Schaltung, kann nur bei entsprechend kleiner Belastung des Operationsverstärkers erreicht

werden. Dies gilt selbstverständlich auch für die Stromentnahme am Ausgang. Da in den meisten Fällen ohnehin hochohmige „Verbraucher“ angeschlossen werden, braucht man hierauf im allgemeinen nicht zu achten. In besonderen Fällen, in denen die Ankoppelung etwas niederohmiger erfolgt, muß jedoch sichergestellt werden, daß die Stromaufnahme unter 1 mA bleibt, um den Klirrfaktor nicht ungünstig zu beeinflussen, obwohl der Ausgang grundsätzlich Ströme bis ca. 10 mA zu treiben in der Lage ist.

### Stückliste:

#### Ultraklirramer

#### 1 KHz-Pegeltongenerator

#### Halbleiter

IC 1 ..... TL 082

#### Kondensatoren

C 1 ..... 10  $\mu$ F/40 V

C 2 ..... 10  $\mu$ F/16 V

C 3-C 6 ..... 47 nF

#### Widerstände

R 1, R 2 ..... 100 k $\Omega$

R 3 ..... 180  $\Omega$

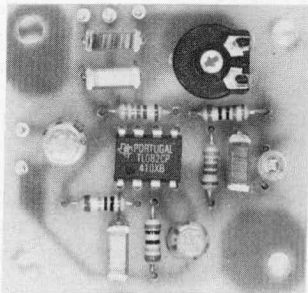
R 4 ..... 100  $\Omega$ , Trimmer liegend

R 5, R 6 ..... 3,3 k $\Omega$

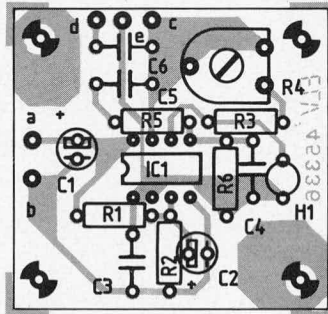
#### Sonstiges

6 Lötnägel

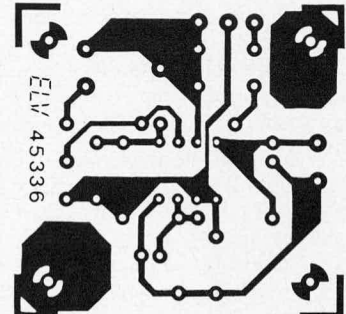
1 Glühlampe, 12-15 V, 20 mA



Ansicht der fertig bestückten Platine des ultraklirramen 1 KHz Pegeltongenerators



Bestückungsseite der Platine des ultraklirramen 1 KHz Pegeltongenerators



Leiterbahnseite der Platine des ultraklirramen 1 KHz Pegeltongenerators