

# Quarz-Stimmgabel

Zur Erzeugung des Kammertons „a“ dient die hier vorgestellte quarzstabilisierte Oszillatorschaltung.

## Allgemeines

In der Musikwelt ist es üblich, zum Stimmen von Musikinstrumenten eine Stimmgabel einzusetzen, die den Kammerton „a“ von 440 Hz erzeugt.

Der entsprechende Ton am abzustimmenden Instrument wird nun zeitgleich zur Stimmgabel aktiviert. Durch die Mischung der beiden akustischen Signale entsteht eine Schwebung, die vom menschlichen Gehörsinn außerordentlich feinfühlig wahrgenommen wird. So kann auf verhältnismäßig einfache Weise das betreffende Musikinstrument recht genau auf die Frequenz der Stimmgabel von 440 Hz eingestellt werden.

Als Elektroniker fragt man sich natürlich nun zu Recht, ob die mechanische Stimmgabel nicht auf elektronische Weise nachzubilden ist. Nichts leichter als das, sofern man einige wesentliche Randbedingungen berücksichtigt.

Zum einen wird an die Genauigkeit und Langzeitstabilität der Frequenz von 440 Hz eine hohe Anforderung gestellt, und zum anderen sollte der Oberwellengehalt bzw. der Klirrfaktor gering sein.

Die erste Forderung wird in nahezu perfekter Weise mit Hilfe eines Quarzoszillators realisiert, der jedoch üblicherweise ein Rechtecksignal abgibt. Wir schalten daher einen hochwertigen Tiefpaßfilter dritter Ordnung nach, um so auch die zweite Forderung nach einem geringen Klirrfaktor gut zu erfüllen.

Das Resultat der Entwicklung einer hochwertigen elektronischen Stimmgabel, die mit einfachen Mitteln leicht selbst aufgebaut werden kann, beschreibt der vorliegende Artikel.

## Schaltung

In Abbildung 1 ist das Schaltbild unserer elektronischen Quarz-Stimmgabel zu se-

hen. Ein wesentlicher Bestandteil ist der Oszillator- und Teiler-Baustein IC 1 des Typs CD 4060. In Verbindung mit dem 2 MHz-Quarz Q 1 ist ein hochstabiler Oszillator aufgebaut. Die ebenfalls im IC 1 integrierten Binärteilerstufen teilen diese Frequenz mehrfach um den Faktor 2. Hierdurch ist jedoch nicht die gewünschte Ausgangsfrequenz von 440 Hz zu erzielen. Wir benötigen daher das Vierfach-NAND IC 2A. In der vorliegenden Beschaltung entsteht auf diese Weise ein digitaler Teiler durch 4544, so daß am Ausgang Q 12 (Pin 1) des IC 1 die gewünschte Frequenz von 440 Hz zur Verfügung steht. Die tatsächlich noch auftretende Frequenzabweichung liegt deutlich unter einem Promille (!).

Nach Durchlaufen des als Puffer geschalteten Gatters IC 2B gelangt die 440 Hz Rechteckfrequenz über den zur Entkopplung dienenden Elko C 7 und den Vorwiderstand R 7 auf das nachgeschaltete Tiefpaßfilter. Dieses besteht aus R 4 bis R 6 sowie C 4 bis C 6 und der mit T 1, T 2 und R 8 aufgebauten Pufferstufe. R 9, R 10 legen den Gleichspannungsarbeitspunkt fest. Die Eckfrequenz dieses Tiefpaßfilters ist so festgelegt, daß sich eine optimale Dämpfung der in dem 440 Hz Signal enthaltenen Oberwellen ergibt.

Der Kollektor von T 2 wird durch die Reihenschaltung, bestehend aus D 1, D 2 sowie R 13, belastet, die wiederum Bestandteil der kleinen Leistungsendstufe ist. Die wesentlichen weiteren Komponenten dieser Endstufe bestehen aus T 3 und T 4, den beiden zur Strombegrenzung dienenden Emitterwiderständen R 11, R 12 sowie dem Entkoppel-Kondensator C 8.

Am Ausgang (Lötstifte ST 3 und ST 4) steht ein sinusförmiges, hochgenaues 440 Hz NF-Signal mit geringem Klirrfaktor an, das zur Speisung des kleinen Mittelohm-Lautsprechers SP 1 dient. Durch die Leistungsverstärkung über die Endstu-

fe steht eine mittlere Zimmerlautstärke zur Verfügung, die optimal auf den vorliegenden Anwendungsfall ausgerichtet ist.

Für den Betrieb unserer Quarz-Stimmgabel reicht eine handelsübliche 9V Blockbatterie aus, deren Spannung durch Betätigen der Taste TA 1 auf die Schaltung gegeben wird. Der Elko C 1 dient dabei zur Stabilisierung der Versorgungsspannung und zur Rauschunterdrückung.

## Nachbau

Für den Aufbau steht eine übersichtlich gestaltete 53 mm x 56 mm messende einseitige Leiterplatte zur Verfügung. Hierauf finden bis auf den Lautsprecher sämtliche Bauelemente Platz.

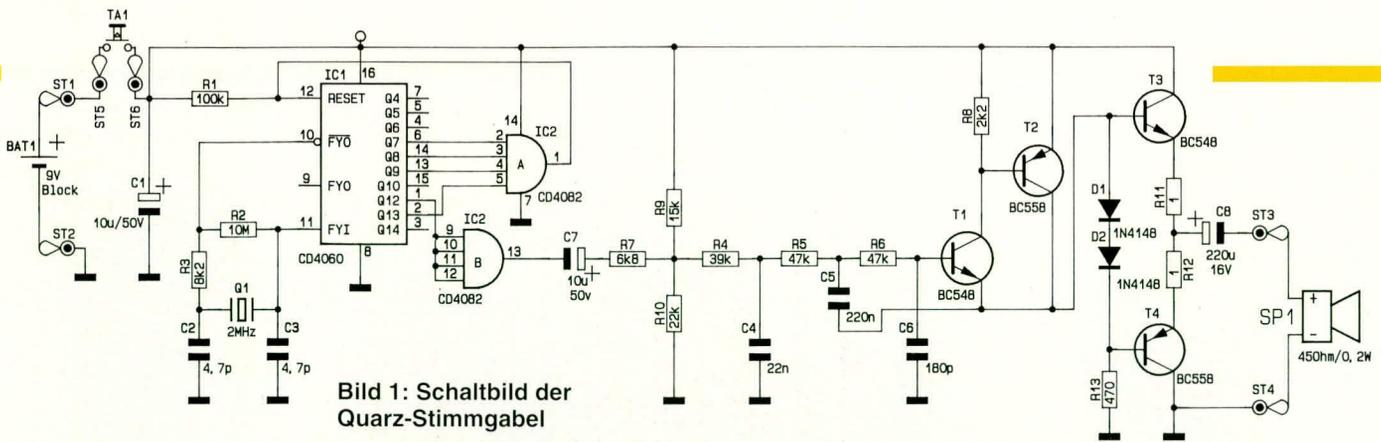
Wir nehmen die Bestückung in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes vor. Zunächst wird die Brücke, gefolgt von den sechs Lötstiften ST 1 bis ST 6 eingesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Es folgen die 13 Widerstände sowie die Kondensatoren C 2 bis C 6.

Als dann wenden wir uns den gepolten Bauelementen zu. Hier sind zunächst die beiden Dioden D 1 und D 2 zu nennen, deren Katode mit einem Markierungsring gekennzeichnet ist (diejenige Seite, auf welche die Pfeilspitze des Schaltungssymbols weist). Auf die richtige Einbaulage ist sorgfältig zu achten. Ebenfalls sind die drei Elkos C 1, C 7 und C 8 polaritätsrichtig einzusetzen, wobei die Gehäuse der jeweiligen Bauelemente direkt auf der Bestückungsseite der Leiterplatte aufliegen.

Bei den Transistoren T 1 und T 3 handelt es sich um NPN-Typen, während T 2 und T 4 PNP-Transistoren sind. Die richtige Einbauposition ist dem Bestückungsplan zu entnehmen. Zwischen Leiterplattenoberseite und Kunststoff-Gehäuseunterseite der Transistoren bleibt ein Abstand von rund 4 mm bestehen. Es folgt das Einsetzen der beiden integrierten Schaltkreise IC 1 und IC 2, deren Anschlußpin 1 durch einen Punkt oder eine Kerbe gekennzeichnet ist. Die korrekte Einbaulage ergibt sich aus dem Bestückungsplan.

Der Quarz Q 1 kann beliebig herum eingesetzt werden, ebenso der Taster TA 1. Letzterer wird an die beiden Lötstifte ST 5 und ST 6 angelötet, so daß sich ein Abstand zwischen Platinenoberseite und Gehäuseunterseite des Tasters von 8 mm ergibt.

Wie bei den meisten elektronischen Bauelementen, so ist auch bei diesem Taster darauf zu achten, daß sich keine unnötig große Hitzeentwicklung beim Lötvorgang einstellt. Selbstverständlich muß jede Lötstelle zügig und ausreichend erhitzt werden, damit sich eine saubere elektrische und mechanische Verbindung ergibt und keine "kalten Lötstellen" entstehen. Eine



**Bild 1: Schaltbild der Quarz-Stimmgabel**

zu lange Lötzeit kann jedoch die Bauelemente schädigen und z.B. beim Taster den Kunststoff anschmelzen lassen, wodurch er unbrauchbar würde. Bei richtiger Handhabung besteht jedoch kein Grund zu unnötiger Sorge, da die hier verwendeten, auf die Leiterplatte zu setzenden Bauelemente selbstverständlich für einen entsprechenden Vorgang ausgelegt sind.

Damit unsere elektronische Quarz-

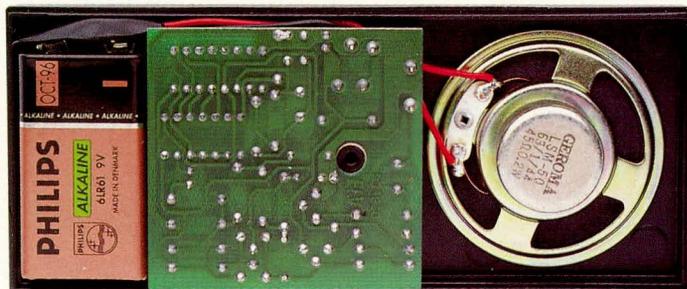
schließend das Gehäuseunterteil aufgesetzt. Eine Knipping-Schraube verbindet beide Gehäusehälften.

Da bei den 9V-Blockbatterien hinsichtlich der Abmessungen leichte Unterschiede auftreten, kann sich ein leichtes Spiel innerhalb des für die Batterie vorgesehenen Raumes ergeben, was letztendlich zu einem "Klappern" der Batterie im Gehäuse führt. In diesem Fall schafft ein Stückchen

Schaumstoff, das zusammen mit der 9 V-Blockbatterie ins Gehäuse eingelegt wird, Abhilfe.

Mit einer Stromaufnahme von nur knapp 35 mA brauchen Sie sich um einen Batteriewechsel, selbst bei täglichem Gebrauch des Gerätes, erst in einigen Jahren Gedanken zu machen, und dem langfristigen Dauereinsatz dieser nützlichen Quarz-Stimmgabel steht nichts mehr im Wege. **ELV**

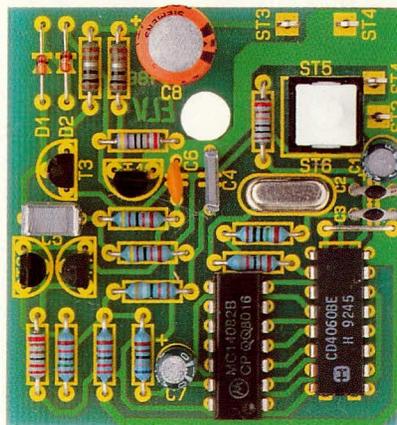
**Bild 2 zeigt die komplett aufgebaute elektronische Quarz-Stimmgabel in der Gehäuse-oberschale**



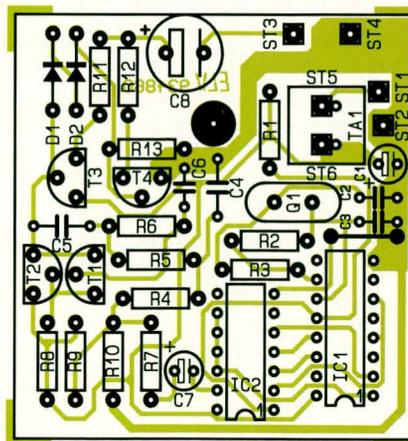
Stimmgabel optimal einsetzbar ist, empfiehlt sich der Einbau in ein handliches Gehäuse. Hierzu steht ein kompaktes schwarzes Kunststoffgehäuse aus dem ELV-Angebot zur Verfügung, das bedruckt und bereits mit einem Lautsprechergitter und der Bohrung für den Taster versehen ist. Der kleine Lautsprecher wird am besten mit Zweikomponentenkleber, ersatzweise auch Alles- oder Heißkleber, unmittelbar hinter dem Lautsprechergitter befestigt. Hierbei ist darauf zu achten, daß der Klebstoff keinesfalls die Lautsprechermembran berührt, sondern lediglich den Metallrahmen. Zwei 50 mm lange, an ihren Enden abisolierte und vorverzinnte, flexible, isolierte Leitungen verbinden die beiden Lautsprecheranschlüsse mit den Lötstützpunkten ST 3 und ST 4, wobei die Polarität keine Rolle spielt.

Zur Spannungszuführung dient ein Batterieclip, dessen rote Anschlußleitung an den Platinenanschlußpunkt ST 1 (+) und dessen schwarze Anschlußleitung an ST 2 (Masse) angelötet wird.

Den Abschluß der Arbeiten bildet das Einsetzen der Leiterplatte, die mit der Bauteilseite voran über den zentralen Befestigungsstift der Gehäuseoberhalbschale gesetzt wird, der daraufhin 0,5 mm in die zugehörige Bohrung der Leiterplatte ragt. Die 9 V-Blockbatterie wird angeschlossen, gemäß der Abbildung 2 im unteren Bereich des Gehäuses plazierte, und an-



**Ansicht der fertig aufgebauten Platine**



**Bestückungsplan der Quarz-Stimmgabel**

### Stückliste: Quarz-Stimmgabel

#### Widerstände:

1Ω .....	R11, R12
470Ω .....	R13
2,2kΩ .....	R8
6,8kΩ .....	R7
8,2kΩ .....	R3
15kΩ .....	R9
22kΩ .....	R10
39kΩ .....	R4
47kΩ .....	R5, R6
100kΩ .....	R1
10MΩ .....	R2

#### Kondensatoren:

4,7pF .....	C2, C3
180pF .....	C6
22nF .....	C4
220nF .....	C5
10µF/50V .....	C1, C7
220µF/16V .....	C8

#### Halbleiter:

CD4060 .....	IC1
CD4082 .....	IC2
BC548 .....	T1, T3
BC558 .....	T2, T4
1N4148 .....	D1, D2

#### Sonstiges:

- Quarz, 2MHz .....
- Print-Taster, weiß .....
- Lötstifte mit Lötöse .....
- Lötstifte, 1,3mm .....
- 1 Batterieclip
- 1 Klein-Lautsprecher, 450mW/0,2W
- 10 cm flexible Leitung, 0,22 mm<sup>2</sup> Ø
- 2 cm Silberdraht