

Takt-Geber - Elektronisches Metronom

Das Metronom ist seit Mälzel das in der Musikwelt unbestrittene Instrument für die objektive Vorgabe des Tempos beim Spielen von Musikstücken. Wir stellen ein elektronisches Pendant zum mechanisch arbeitenden Metronom vor, das die Vorgabe eines Taktes im Bereich zwischen 40 und 200 Taktschlägen je Minute ermöglicht. Der Takt wird akustisch und optisch signalisiert.

Immer im Takt

Das Mälzel-Metronom war Anfang des 19. Jahrhunderts eine Sensation in der Musik, ermöglichte es doch erstmals, musikalische Zeitmaße exakt vorzugeben. Damit

wurde dem Musiker ein Instrument in die Hand gegeben, das es ihm erlaubt, ein Musikstück im gleichen Taktmaß zu spielen, wie es der Komponist vorgegeben hat. Noch heute dient das Metronom in dieser Funktion, wenngleich sich jedoch die äußere Form gegenüber der Urform oft er-

Technische Daten:

Spannungsversorgung:9-V-Batterie
 Stromaufnahme: 0,2 mA
 Taktfrequenz: 40 bis 200 bpm
 Abmessungen: 70 x 60 mm

heblich geändert hat. Statt des pyramidenförmigen Gehäuses, das ein von einem Federwerk unterstütztes Pendel beherbergt, dessen Pendelfrequenz durch ein verstellbares Gewicht justierbar ist, findet man moderne Metronome als elektronische Taktanzeige, für das Üben von Musikstücken unterstützt durch eine akustische Anzeige. Übrigens - die exakte Übersetzung des griechischen Wortes Metronom lautet Taktmesser. „Taktgeber“ trifft aber aus heutiger Sicht die Funktion wohl besser.

Mehr zur Geschichte des Metronoms finden Sie im Anschluss dieses Artikels.

Die Funktion des Metronoms in elektronischer Form lässt sich beeindruckend einfach nachbilden. Es wird ja lediglich ein über relativ kurze Zeit genau arbeitender Taktgenerator benötigt, der ein akustisches Signal abgibt. Für viele Einsatzzwecke ist auch eine optische Anzeige sehr nützlich, z. B. in der elektronischen Musik oder für Techno-DJs.

Genau diese Aufgaben nimmt unser kleines, sehr einfach nachbaubares Metronom wahr. Mit einem Trimmer lässt sich eine Taktfolge von 40 bis 200 bpm (beats per minute = Taktschläge je Minute) einstellen. Die Taktausgabe erfolgt per LED und Sound-Transducer. Die kleine Platine lässt sich einfach in ein bestehendes Gerät integrieren oder, weil mit einer 9-V-Batterie betreibbar, in ein eigenes Gehäuse einbauen. Die zugehörige Skala erarbeitet man sich anhand der bevorzugten Musikrichtung selbst. Wie man dies professionell

lösen kann, zeigen wir im Rahmen der Nachbauanleitung.

Schaltung

Das Schaltbild des elektronischen Metronoms ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Schaltung besteht im Wesentlichen nur aus einem Oszillator, der von IC 1 gebildet wird. IC 1 ist ein Timerschaltkreis vom Typ ICM 7555, der praktisch überall dort eingesetzt wird, wo man mit wenig Stromaufnahme einen sehr stabilen Oszillator realisieren möchte.

Die frequenzbestimmenden Bauteile des Oszillators sind die Widerstände R 1 bis R 3 und die beiden parallelgeschalteten Kondensatoren C 4 und C 5. Der Widerstand R 2 ist als Trimmer ausgeführt, mit dem die Frequenz in einem Bereich von 0,6 Hz bis 3,5 Hz (entspricht 40 bis 200 bpm) variiert werden kann. Aufgeladen werden die Kondensatoren C 4 und C 5 durch die Reihenschaltung von R 1 bis R 3, wobei die Entladung nur durch R 3 geschieht. Da R 3 in seinem Wert relativ klein zu den anderen beiden Widerständen ist, erscheint am Ausgang des Oszillators Pin 3 nur ein sehr kurzer Low-Impuls.

Als optisches Ausgabeorgan dient die Leuchtdiode D 1, deren Strom mit R 4 begrenzt wird.

Über die RC-Kombination R 5 und C 3 gelangt der Taktimpuls auf die Basis des Transistors T 1. Bei jedem Low-Impuls schaltet T 1 kurzzeitig durch, wodurch der

im Kollektorzweig liegende Sound-Transducer PZ 1 ein Knackgeräusch abgibt.

Zur Spannungsversorgung dient eine 9-V-Blockbatterie, die mit ST 1 (+) und ST 2 (-) verbunden wird.

Nachbau

Der Nachbau erfolgt auf einer einseitig zu bestückenden Platine. Anhand der Stückliste und des Bestückungsplans beginnen wir die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der niedrigen Bauteile (Widerstände) gefolgt von den höheren Bauteilen. Die Bauteile sind entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln und ihre Anschlüsse anschließend in die dafür vorgesehenen Bohrungen zu stecken. Auf der Platinenunterseite werden die Anschlüsse verlötet und überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider abgeschnitten, ohne die Lötstelle dabei selbst zu beschädigen.

Bei den Halbleitern sowie den Elkos ist unbedingt auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten. Der „+“-Anschluss der LED (Anode) ist durch den etwas längeren Anschlussdraht zu erkennen. Zusätzlich ist eine Seite der LED abgeflacht, sie kennzeichnet die Katode. Bei Bedarf kann die LED auch abgesetzt von der Platine montiert werden. Als nächstes werden der Trimmer R 2, der Schalter S 1 und der Transducer PZ 1 eingesetzt und verlötet. Beim Transducer ist darauf zu achten, dass dieser ebenfalls richtig gepolt einzusetzen ist. Zur Erkennung befindet sich eine Plusmar-

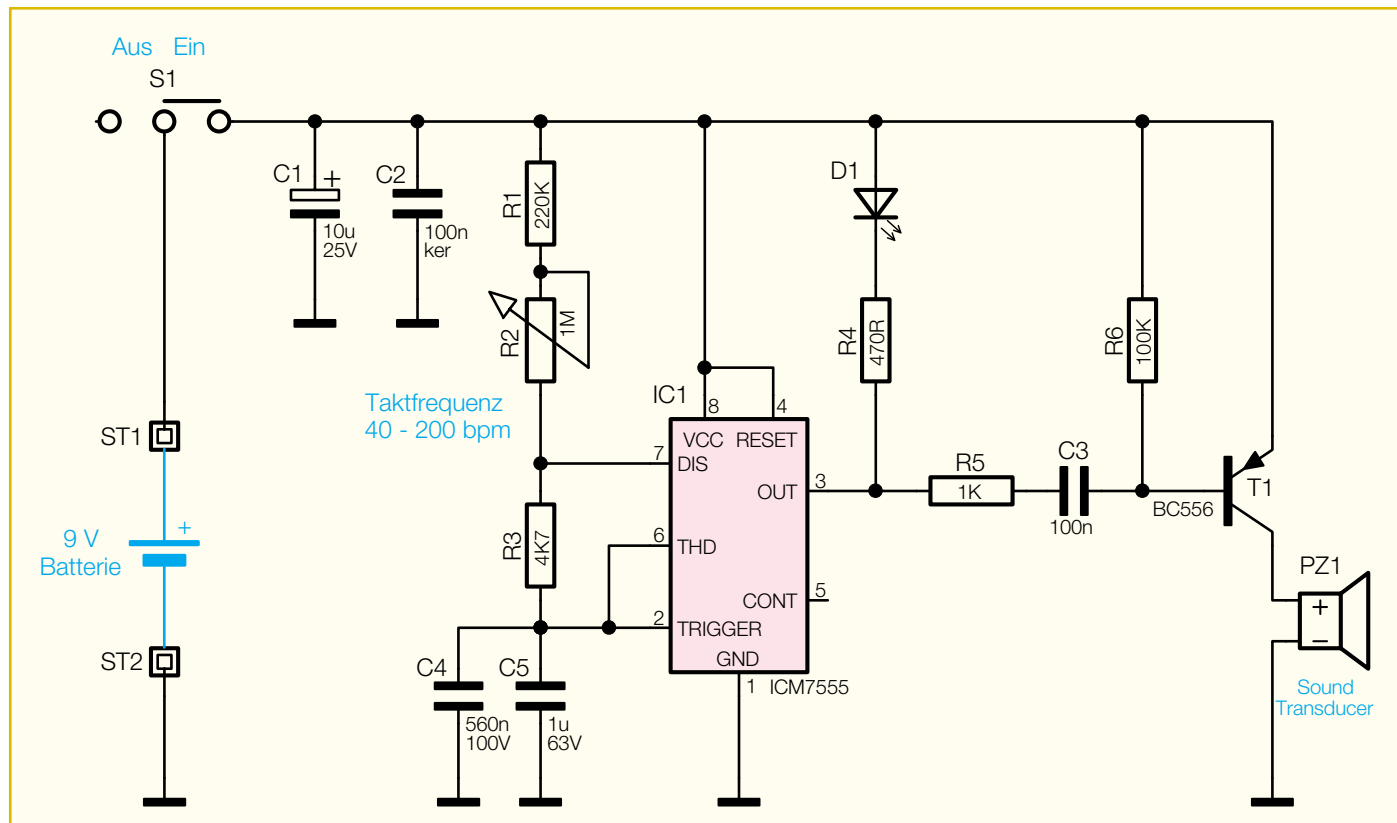
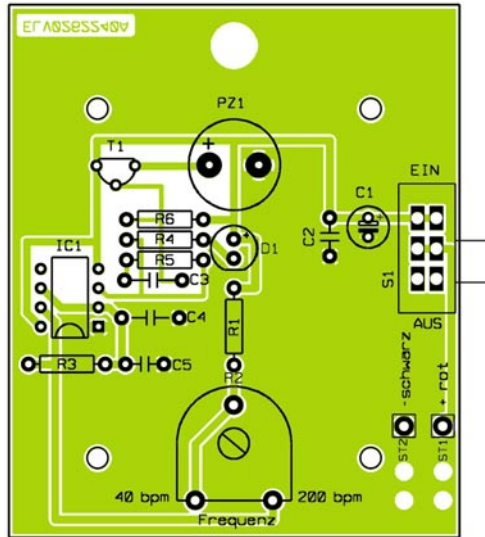
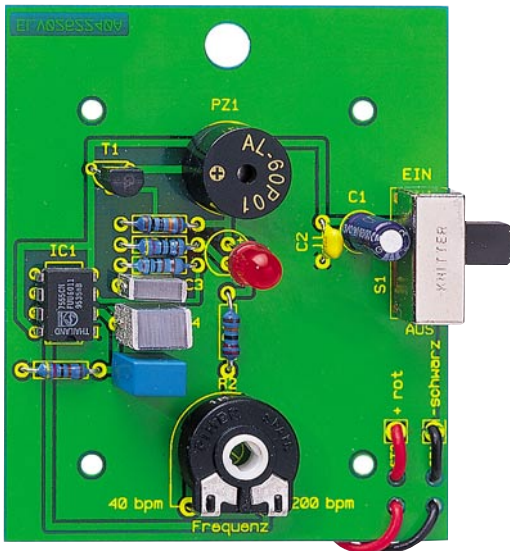


Bild 1: Schaltbild des Metronoms



Ansicht der fertig bestückten Platine des Metronoms mit zugehörigem Bestückungsplan

Stückliste: Metronom

Widerstände:

470Ω	R4
1kΩ	R5
4,7kΩ	R3
100kΩ	R6
220kΩ	R1
PT15, liegend, 1MΩ	R2

Kondensatoren:

100nF/ker	C2
100nF/250V	C3
560nF/100V	C4
1µF/63V/MKT	C5
10µF/25V	C1

Halbleiter:

ICM7555	IC1
BC556	T1
LED, 5 mm, rot	D1

Sonstiges:

Schiebeschalter, 2 x um, winkelprint	S1
Sound-Transducer ST2, print	PZ1
9-V-Batterieclip	ST1, ST2
1 Kunststoff-Steckachse ø 6 x 16,8 mm	

kierung „+“ auf der Oberseite des Transducers.

Zum Schluss ist der Batterieclip anzulöten, dessen Leitungen zur Zugentlastung durch die Bohrungen der Platine zu führen sind (siehe Platinenfoto).

Im Regelfall wird das Metronom sicherlich in ein kleines Gehäuse eingebaut werden, wobei dort entsprechende Durchbrüche für den Schiebeschalter, die LED und eine aufzusetzende Trimmerachse zu schaffen sind. Auch eine kleine Schallaustrittsöffnung für den Transducer ist vorzusehen.

Schließlich ist eine individuelle Skala anzufertigen. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten. Wir wollen hier eine bewährte Methode aufzeigen, die die Herstellung einer genauen Skala in professioneller Optik erlaubt.

Dazu legt man ein ausreichend großes Stück Zeichenpapier auf die Frontseite, wobei ein Ausschnitt für die Potiachse zu schaffen ist. Das Papier wird mit Klebeband gegen Verrutschen gesichert, z. B. mit doppelseitigem Klebeband auf dem Gehäuse fixiert. Dann setzt man einen Bedienknopf für den Trimmer auf, wobei dessen Zeigermarkierung sich bei Links-

anschlag des Potis ebenfalls ganz links befinden muss. Jetzt wird das Gerät eingeschaltet und man zählt die Impulse je Minute bei einer bestimmten Trimmerstellung aus. Bei diesem Vorgang ist man gegenüber einer Standardskala exakt in der Lage, individuelle Markierungen anzubringen, etwa die in der klassischen Musik weitverbreiteten 60 und 72 M.M. (siehe Kasten zur Metronom-Geschichte), wogegen der Techno-DJ wahrscheinlich kaum etwas unter 140 bpm markieren wird.

Nach Erarbeiten dieser Skala wird das Papier abgenommen. Nun kann man mehrere Methoden wählen. Eine bewährte Variante ist das Einscannen der provisorischen Skala und Erstellen einer sauber gezeichneten Skala mit einem Grafikprogramm. Dabei wird die provisorische Skala einfach importiert und auf ihr die endgültige Skala gezeichnet. Nach Löschen der importierten Skala hat man eine professionell gezeichnete Skala, die auf einer selbstklebenden Folie ausgedruckt und auf das Gehäuse geklebt wird.

Noch professioneller gelingt der Entwurf, wenn man ein spezielles Skalendesignerprogramm, wie etwa „Frontplattendesigner“ bemüht. **ELV**

Historie und Technik - das Mälzelsche Metronom

Der in Regensburg geborene Johann Nepomuk Mälzel (1772 - 1838) war ein begabter Mechaniker und Geschäftsmann, der vor allem in Wien wirkte. Er baute 1805 das weltberühmte „Panharmonikon“, einen riesigen mechanischen Orchesterapparat, dessen Orchestrion-Nachläufer wir heute noch zuweilen auf Jahrmärkten bewundern können. 1808 folgte der nicht minder berühmte mechanische Trompeter. Mälzel zog auch mit dem „Weltwunder“ durch die Lande, das er vom Baron von Kempelen „geerbt“ hatte - dem mechanischen schachspielenden Türken.

Er war bis zu einem Rechtsstreit einer der besten Freunde Ludwig von Beethovens, der ihm in einer seiner Symphonien (8. Symphonie, 2. Satz) sogar ein Denkmal gesetzt hat, indem er das eigentlich von ihm gehasste Metronom verewigt hat. Mälzel

baute auch die Hörrohre für den damals schon fast ertaubten Meister.

Das Metronom wurde eigentlich von dem Amsterdamer Mechaniker D. N. Winkel 1814 erfunden. Mälzel, stets geschäftstüchtig, stahl ihm jedoch die Erfindung, indem er sie rechtzeitig in London, Paris und Wien als Patent eintragen ließ. In Wien erledigte dies sogar der Kaiser für ihn, so hoch geschätzt war Mälzel am Wiener Hof. Er verlor zwar 1816 einen Rechtsstreit mit Winkler, dennoch vermarktete er das Metronom weiter und es heißt noch heute das Mälzelsche Metronom. Daher rührt auch die in Partituren zu findende Bezeichnung M. M. für die Taktvorschrift, heute identisch mit der gängigen Bezeichnung Beats per Minute (bpm). Viertel M.M. 65 heißt also 65 Viertelschläge je Minute.

Das Mälzelsche Metronom besteht aus einem py-

ramidenförmigen Gehäuse, in dem ein stehendes Pendel befestigt ist. Ein aufziehbares Federwerk sorgt für den Ausgleich der mechanischen Reibung, ansonsten bewegt sich das Pendel allein per Schwerkraft. Um verschiedene Taktmäße anhand einer Skala einstellen zu können, wird ein Gewicht auf dem Pendel verschoben. Hierdurch wird die Geschwindigkeit des Pendels reguliert, wie man es ja auch von Pendeluhren kennt. Der charakteristische Ton wird durch den Anschlag des Pendels erzeugt.

Seinerzeit war das Metronom eine Sensation, denn die Musik wurde damals nach Gusto des jeweiligen Musikers gespielt, eben mal zu langsam, mal zu schnell. Mit dem Metronom war ein Takmaß vorgebar, das eine stets gleiche Interpretation nach Vorgabe des Komponisten erlaubt.