

Automatische Nachttischlampe und Zahnputzuhr

Projekte für Elektroneinsteiger

Teil 3

Eine Zahnputzuhr sorgt dafür, dass die Zähne auch wirklich ausreichend lange geputzt werden. Gerade wenn man es eilig hat, besteht die Gefahr, dass man sich nicht genug Zeit für diese wichtige Aufgabe nimmt. Bereits mit wenigen Mitteln lässt sich eine einfache „Uhr“ aufbauen, die dafür sorgt, dass die Zähne ausreichend gereinigt werden. Eine ähnliche Schaltung kann als automatische Nachttischlampe dienen. Auf Tastendruck leuchtet diese für einen gewissen Zeitraum und erlischt dann selbstständig. Dieser Artikel zeigt, wie man beide Projekte umsetzen kann. Darüber hinaus wird die Funktion der Schaltungen und ihr zentrales Bauteil, der Elektrolytkondensator („Elko“), näher betrachtet.



Über den Autor

Dr. Günter Spanner ist als Autor zu den Themen Elektronik, Sensortechnik und Mikrocontroller einem weiten Fachpublikum bekannt. Schwerpunkt im Rahmen seiner hauptberuflichen Tätigkeit für verschiedene Großkonzerne wie Siemens und ABB ist die Projektleitung im Bereich Entwicklung und Technologie-management. Neben seinen Aufgaben als Dozent für Physik und Elektrotechnik hat Dr. Günter Spanner zudem sehr erfolgreich zahlreiche Fachartikel und Bücher veröffentlicht sowie Kurse und Lernpakete erstellt.

Ein Vorversuch

In einem ersten Versuch kann man eine LED direkt mit einem Kondensator und einer Spannungsquelle mit ca. 5 V verbinden (Bild 1). Hierfür können z. B. 4 Mignon-AA-Zellen in einem Batteriehalter verwendet werden.

Wenn man auf den Taster drückt, leuchtet die LED auf. Wird der Taster losgelassen, erlischt die LED noch nicht sofort. Allerdings leuchtet sie nur wenige Sekunden lang nach. Vor allem im Dunkeln erkennt man, dass die Leuchtdiode noch relativ lange „nachglimmt“. Für eine automatische Nachttischlampe ist diese Nachleuchtzeit natürlich viel zu kurz. Zum Vergleich kann man aber den Kondensator aus der Schaltung (Bild 2) entfernen – dann erlischt die LED sofort nach dem Loslassen des Tasters.

Automatische Nachttischlampe

Um aus der Nachleuchtschaltung eine echte automatische Nachttischlampe zu bauen, muss man die Schaltung etwas erweitern. Mit einem Transistor gelingt es, die geringe Ladung des Kondensators zu „strecken“. Mit einem minimalen Entladestrom leuchtet die LED dann wesentlich länger. Wenn man zudem die einfache rote LED durch einen „Cluster“ mit superhellen weißen LEDs ersetzt, entsteht eine durchaus praxistaugliche Nachttischlampe. Wenn deren Taster betätigt wird, gibt sie für etwa eine halbe Minute Licht und erlischt dann selbstständig. Bild 3 zeigt einen Aufbauvorschlag zu dieser Schaltung.

Hinweis: Die Schaltung benötigt auch einen geringen Strom, wenn die LEDs vollständig dunkel sind. Allerdings ist dieser Ruhestrom so gering, dass normale Batterien sehr lange halten, wenn die Nachttischlampe nicht leuchtet. Wenn die Schaltung allerdings länger nicht betrieben wird, sollte man sie vollständig von der Batterie trennen.

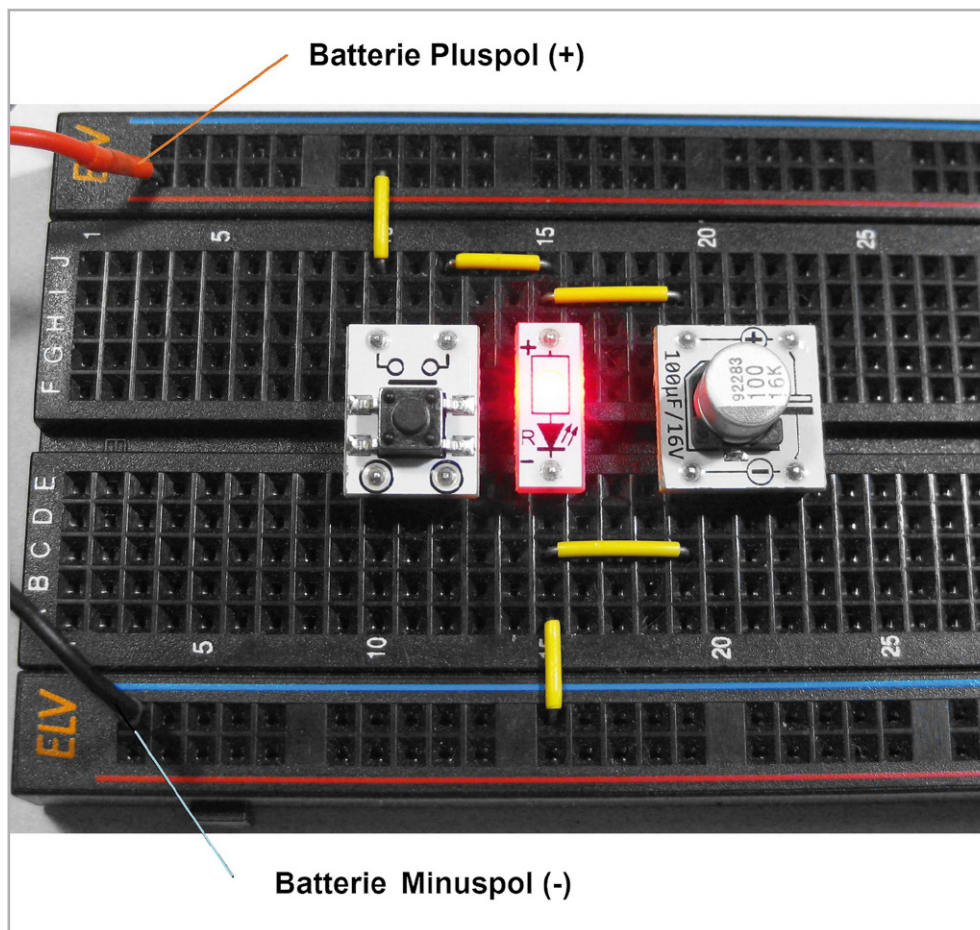


Bild 1: LED mit „Kondensatorbatterie“

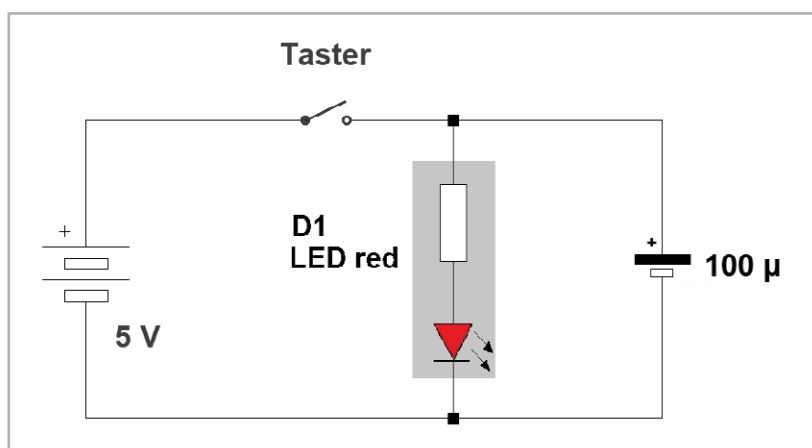


Bild 2: Schaltbild zur „Kondensatorbatterie“

Im Schaltbild (Bild 4) ist zu erkennen, dass der Kondensator nur den benötigten Basisstrom für den eingesetzten Transistor liefert. Die eigentliche Energie zum Betrieb der LEDs stammt aus der Batterie selbst.

Auf diese Weise wird der Kondensator wesentlich langsamer entladen und die Leuchtdauer verlängert sich entsprechend.

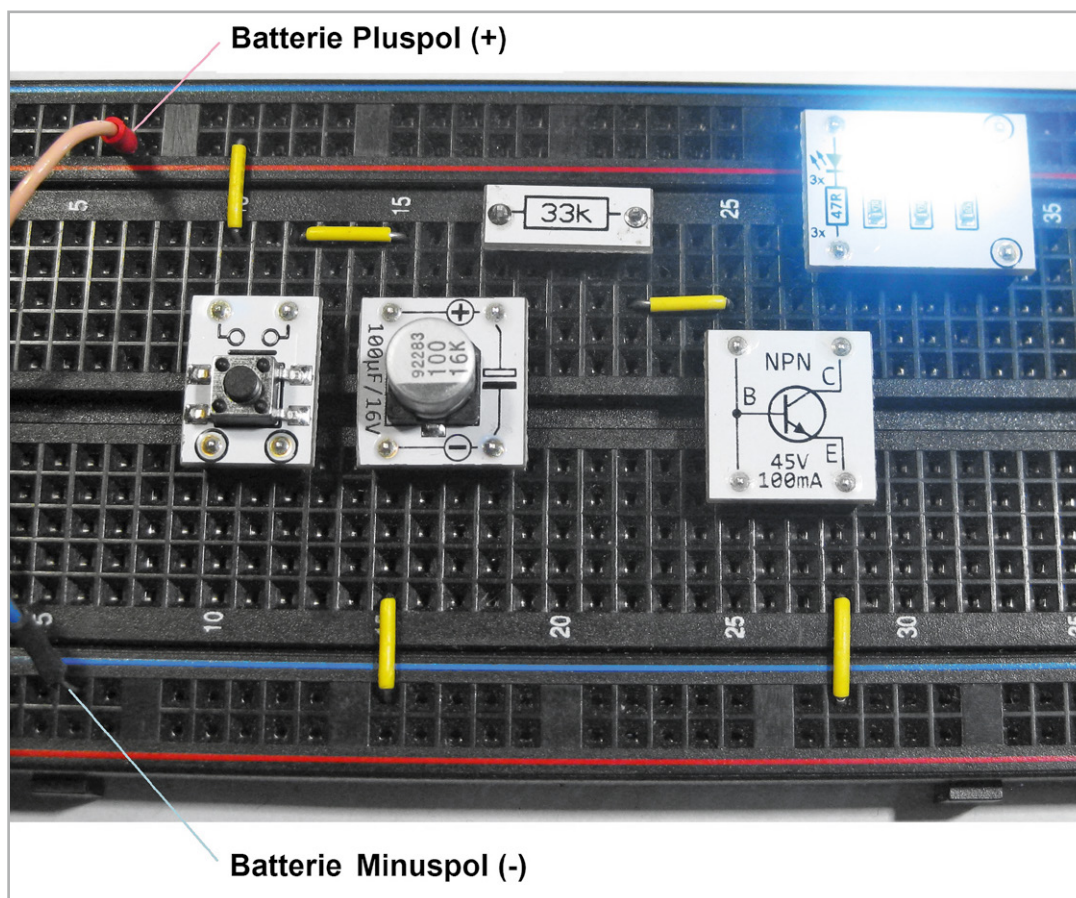


Bild 3: Automatische Nachttischlampe

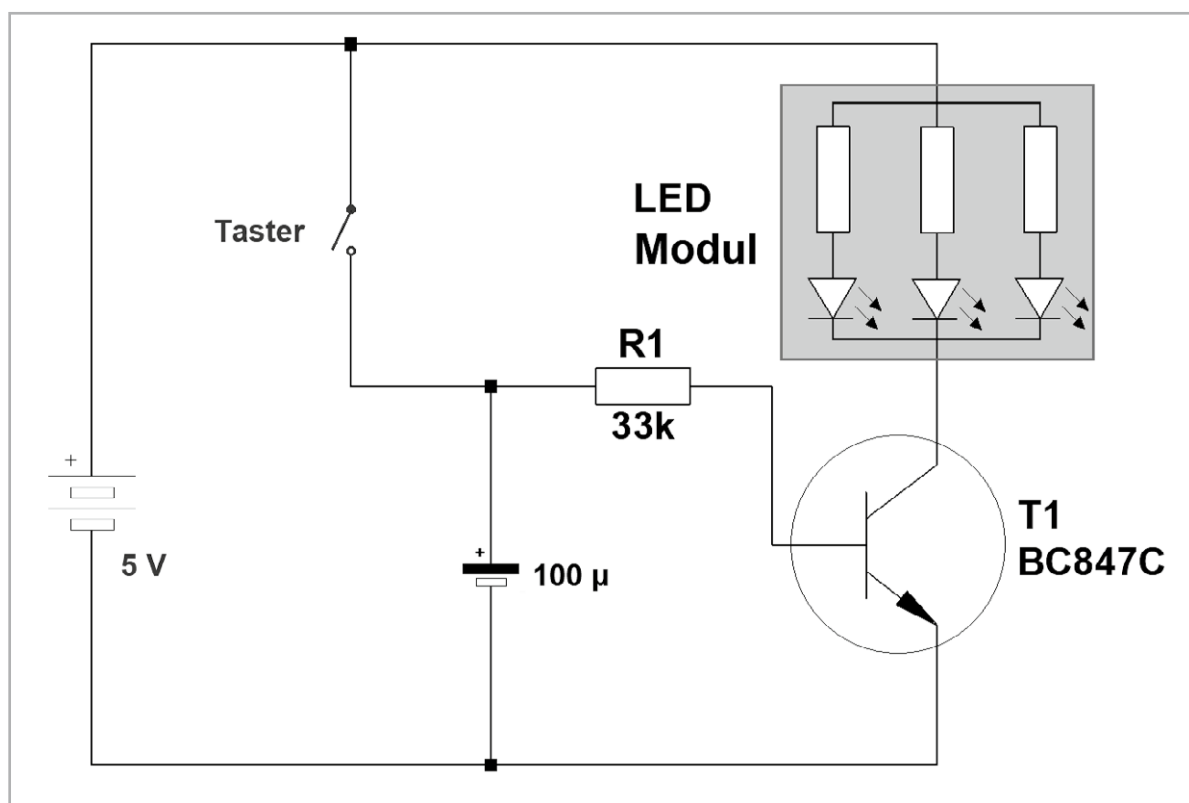


Bild 4: Schaltbild zur automatischen Nachttischlampe

Mögliche Experimente und Erweiterungen

- Wie ändert sich die Leuchtdauer der LED, wenn ein anderer Kondensatorwert eingesetzt wird?
Man kann beispielsweise 10 μF , 33 μF , 330 μF oder 1000 μF ausprobieren.
- Was passiert bei einer Änderung des Widerstandswerts von R1?
Achtung: Hierbei ist zu beachten, dass der Widerstand nicht kleiner als 3,3 k Ω werden darf, da der Transistor sonst durchbrennen könnte.
- Wie lange kann man die Nachleuchtdauer der LED maximal machen?
- Wie groß sind die größten erhältlichen Elektrolytkondensatoren?

Zahnputzuhr

Beim Zähneputzen ist es entscheidend, ausreichend Zeit für eine gründliche Reinigung aufzuwenden. Die folgende Schaltung kann dabei unterstützen.

Nach dem Anschließen der Batterie leuchtet zunächst die rote LED auf. Wenn der Taster betätigt wird, erlischt die rote LED und die grüne leuchtet auf. Dies dient als Startsignal für das Zähneputzen. Erst wenn nach einer gewissen Zeit die rote LED erneut aufleuchtet, darf die Putzaktion beendet werden. Bild 5 zeigt den Aufbau der Zahnputzuhr.

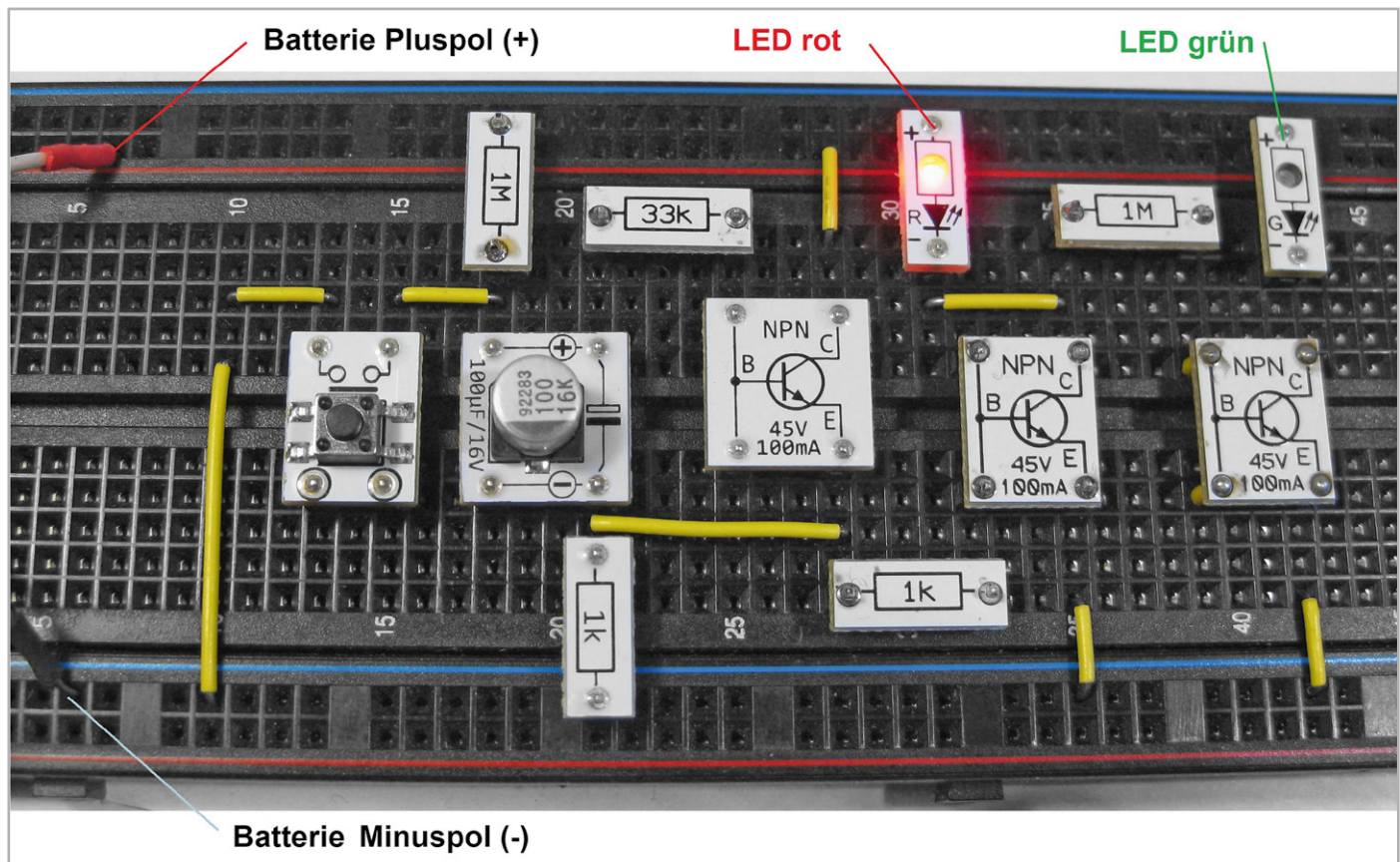


Bild 5: Automatische Zahnputzuhr

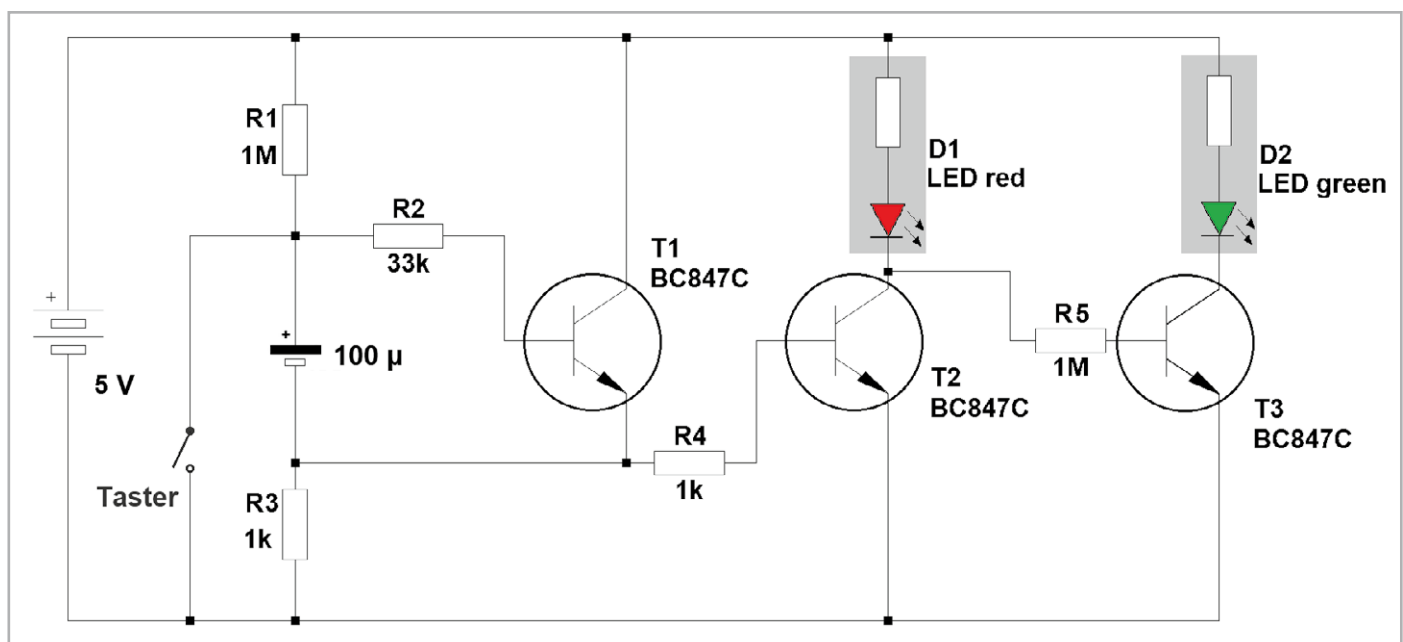


Bild 6: Schaltbild zur automatischen Zahnputzuhr

Die Schaltung (Bild 6) funktioniert ähnlich wie die der automatischen Nachttischlampe. Allerdings ist der erste Teil der Schaltung „invertiert“. Das bedeutet, dass die Funktion exakt umgekehrt ist. Wenn der Taster betätigt wird, erlischt die direkt angeschlossene rote LED. Außerdem sind die beiden Transistoren T1 und T2 nicht einfach hintereinandergeschaltet. Vielmehr wird durch eine spezielle Schaltungsvariante sichergestellt, dass die LED nicht langsam, sondern sehr schnell erlischt. Damit ist das Ende der Putzzeit genau definiert. Die letzte Stufe mit T3 sorgt dann lediglich dafür, dass die grüne LED als Aktiv-Signal immer dann leuchtet, wenn die rote dunkel ist.

Schaltungen, die nach einem Startsignal in einen anderen Zustand wechseln und dann nach einer gewissen Zeit automatisch in den ursprünglichen Zustand zurückkehren, werden auch als monostabile Multivibratoren oder Mono-Flops bezeichnet.

Die Hauptfunktion eines Mono-Flops besteht darin, einen kurzen Impuls zu erzeugen, wenn ein bestimmtes Steuersignal auftritt. Die Zeitdauer des erzeugten Impulses wird durch die Widerstände und Kondensatoren in der Schaltung festgelegt und kann je nach Design variieren. Mono-Flops werden in vielen Anwendungen eingesetzt, z. B. neben der Zeitsteuerung auch zur Pulsformung, zum Entprellen von Schaltern und Tastern sowie in der Erzeugung von Verzögerungen oder Impulsen für digitale Schaltungen.

Für Profis: Zeitschaltungen und Timer

Die beiden hier gezeigten Schaltungen gehören zu einem großen Teilgebiet der Elektronik, den Zeitschaltungen und Timern. Die entsprechenden Schaltungen sind die Basis für eine Vielzahl von Anwendungen. Sie ermöglichen die Automatisierung von elektronischen Geräten oder Prozessen und können z. B. verwendet werden, um Beleuchtungs- oder Bewässerungssysteme, Heizungen und Klimaanlage zu steuern, sodass sie zu bestimmten Zeiten ein- und ausgeschaltet werden.

Häufig können damit auch Energieeinsparungen erzielt werden. Ähnlich wie bei der automatischen Nachttischlampe können auch andere elektrische Geräte wie Zimmer- oder Straßenbeleuchtungen automatisch ausgeschaltet werden, wenn sie nicht mehr benötigt werden. Dies trägt zur Energieeinsparung bei und reduziert die Stromrechnungen.

Auch in Sicherheitssystemen sind Timer unersetzlich, um etwa Türen zu ver- oder entriegeln, Alarmer auszulösen oder Videoüberwachungssysteme zu aktivieren. Dies trägt zur Sicherheit von Gebäuden und Einrichtungen bei. In Banken werden beispielsweise Geldschränke über Zeitschaltssysteme zeitgesichert. Damit soll eine schnelle Flucht der Bankräuber verhindert werden.

Auch für Zeitverzögerungen können diese Schaltungen eingesetzt werden. Bei vielen Anwendungen ist es wichtig, dass bestimmte Aktionen erst nach einer Verzögerung oder zu einem festgelegten Zeitpunkt erfolgen. Um etwa unnötige Verkehrsstaus zu vermeiden, schalten Fußgängerampeln nach dem Knopfdruck erst zeitverzögert um. So wird gewährleistet, dass immer auch eine gewisse Grünphase für Fahrzeuge verbleibt.

In Geräten wie Kaffeemaschinen, Bügeleisen oder Heizgeräten kommen Zeitschalter zum Einsatz. Damit wird sichergestellt, dass sie sich nach einer bestimmten Zeit automatisch ausschalten, um Unfälle zu verhindern.

Zeitschaltungen sind vielseitig einsetzbar und tragen in den verschiedensten Anwendungen dazu bei, elektronische Systeme effizienter, sicherer und benutzerfreundlicher zu gestalten.

Der Kondensator lädt und entlädt sich

In den hier vorgestellten Schaltungen spielt das Laden und Entladen eines Kondensators eine entscheidende Rolle. Das Entladen erfolgt nicht plötzlich, sondern folgt einer genau definierten Kurve. In der Mathematik sind solche Kurven als Exponentialfunktionen bekannt.

Falls ein Mini-Voltmeter (siehe Materialliste) zur Verfügung steht, kann die Entladekurve aufgezeichnet werden. Hierzu muss lediglich der zu vermessende Kondensator geladen und an das Messgerät angeschlossen werden. Ein parallel geschalteter Widerstand sorgt für einen definierten Entladestrom.

Bild 7 zeigt eine typische Entladekurve. Diese verläuft zunächst steil und wird dann immer flacher, bis die Ladung des Kondensators schließlich komplett abgebaut ist und die Ladespannung praktisch auf null Volt abfällt.

Die Geschwindigkeit, mit der dieser Vorgang abläuft, hängt hauptsächlich von der Kapazität des Kondensators ab. Die Bedeutung dieser Größe soll daher im folgenden Abschnitt etwas genauer erläutert werden.

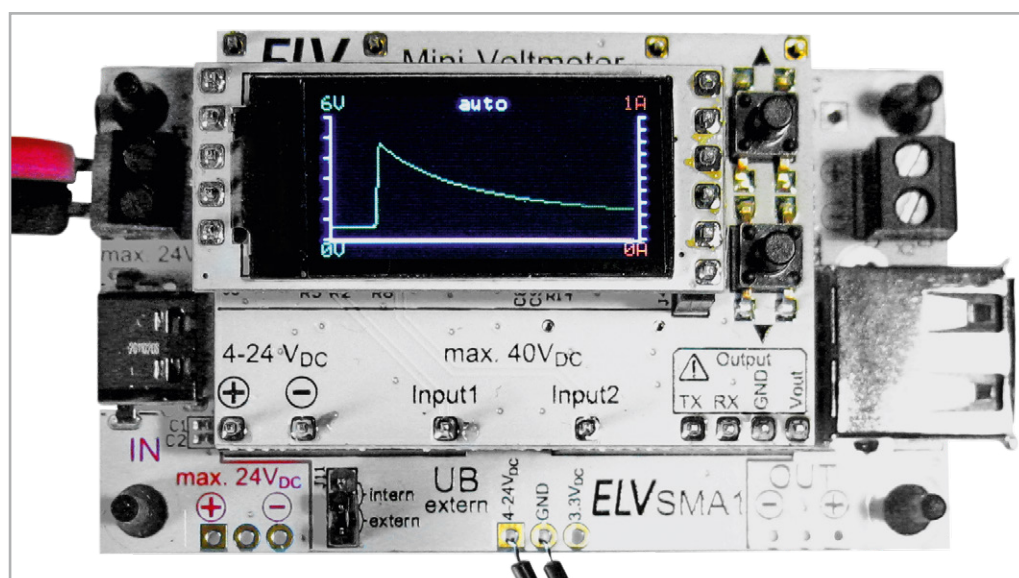


Bild 7: Entladekurve im Mini-Voltmeter



Bild 8: Elkos in verschiedenen Ausführungen

Kapazität eines Elkos

Die Kapazität eines Kondensators wird durch sein Fassungsvermögen bestimmt. Dieses wird in der Regel mit dem Buchstaben C (für „Capacity“) abgekürzt. Die Maßeinheit für die Kapazität ist das Farad (F). In der Praxis werden Kondensatoren oft in Bruchteilen von Farad (Mikrofarad, Nanofarad, Picofarad) gemessen, da ein Farad eine relativ große Kapazität darstellt.

Eine größere Kapazität bedeutet, dass der Kondensator mehr Elektrizität speichern kann. Dies lässt sich gut mit dem Volumen einer Druckluftflasche vergleichen. Das Fassungsvermögen der Flasche hängt nicht nur von ihrer Größe ab, sondern auch vom Druck, mit dem sie befüllt wird. Je höher der Druck, desto mehr Luft kann in der Flasche gespeichert werden. Ähnlich verhält es sich mit dem Kondensator: Die Menge an Elektrizität, die ein Kondensator speichern kann, hängt nicht nur von seiner Kapazität ab, sondern auch von der Spannung, mit der er aufgeladen wird.

Diese Tatsache erklärt auch die Herkunft des Begriffs „Kondensator“, der wörtlich übersetzt „Verdichter“ bedeutet. Wenn mehr Elektrizität in einen Kondensator geladen wird, steigt die Spannung zwischen seinen Anschlüssen. Es ist jedoch zu beachten, dass jeder Kondensator nur bis zu einer festgelegten Betriebsspannung aufgeladen werden darf, da er sonst durchschlagen oder sogar explodieren kann. Ein durchgeschlagener Kondensator kann keine Elektrizität mehr speichern. Er weist meist einen Kurzschluss zwischen seinen Anschlüssen auf.

Daher sind auf Kondensatoren immer zwei wichtige Angaben vermerkt: die Kapazität und die zulässige Betriebsspannung, beispielsweise „100 µF/35 V“. Oftmals sind diese Kennzeichnungen verkürzt zu „100/35“ angegeben. Darüber hinaus können Kondensatoren unterschiedlichste Größen, Formen oder Farben aufweisen (Bild 8).

Dennoch weisen alle Elektrolytkondensatoren eine Gemeinsamkeit auf: Eine Seite ist immer mit einem Plus- oder Minuszeichen gekennzeichnet. Es ist entscheidend, Elektrolytkondensatoren korrekt gepolt in die Schaltung einzubauen, da sie ansonsten sehr schnell ihre Kapazität verlieren oder anderweitig beschädigt werden.

Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Artikel wurden einfache, analog arbeitende Timer-Schaltungen vorgestellt. Diese erlauben es, Zeiträume von wenigen Sekunden bis zu einigen Minuten abzudecken. Für kürzere oder wesentlich längere Zeiten muss auf digitale Varianten zurückgegriffen werden. Über Oszillatoren und Teilungsschaltungen können Zeiten von Sekundenbruchteilen bis hin zu Stunden, Tagen oder sogar Monaten abgedeckt werden.

Dennoch haben auch analoge Timer noch ihre Anwendungsbereiche. Für einfache Aufgaben wie Treppenhausbeleuchtungen oder das Nachleuchten einer Fahrzeug-Innenbeleuchtung sind sie immer noch im Einsatz.

Im nächsten Artikel wird es um die Energiegewinnung mit ungewöhnlichen Mitteln gehen. Viele elektronische Schaltungen kommen mit sehr geringen elektrischen Leistungen aus. Sie können sogar mit selbst gebauten Spannungsquellen betrieben werden. Eine interessante Variante ist hier die Zitronenbatterie, die durchaus in der Lage ist, einen einfachen Oszillator zu betreiben. **ELV**

Material

Artikel-Nr.

Breadboard mit 830 Kontakten	250986
ELV Experimentierset Professional PAD-PRO-EXSB	158980
Mini-Voltmeter für Steckboards mit TFT-Display MVM1	156596