

# Auto-Power-Off

**Zur Batterieschonung trägt diese Schaltung bei, indem das angeschlossene Gerät nach einer vorher festgelegten Zeitspanne automatisch ausgeschaltet wird.**

## Allgemeines

Sie betätigen die Taste einmal kurz, und Ihr Gerät ist eingeschaltet. Das Ausschalten kann nun wahlweise über eine zweite Tastenbetätigung oder auch selbsttätig durch die eingebaute Abschaltautomatik innerhalb einer vorher einmalig festgelegten Zeitspanne erfolgen.

Wissen Sie bereits während des Einschaltens, daß Sie Ihr Gerät längere Zeit benötigen, können Sie die Abschaltautomatik deaktivieren, indem Sie die Taste beim Einschalten etwas länger festhalten (rund 1 sek.).

Mit nur wenigen handelsüblichen und preiswerten Bauteilen läßt sich diese kleine und doch so komfortable Schaltung schnell aufbauen.

Anwendungsfälle gibt es derer viele. Denken Sie nur einmal an die große Zahl der Digitalmultimeter, von denen die komfortableren bereits eine Abschaltautomatik integriert haben. Auch Kofferradios, insbesondere wenn sie als Einschlafhilfe dienen, stellen ein sinnvolles Einsatzgebiet dar. Aber auch die steigende Anzahl unterschiedlichster batteriebetriebener Geräte kann mit der ELV-Abschaltautomatik ausgerüstet werden, zumal die direkte, d. h. manuelle Ein-Ausschalt-Funktion keineswegs beeinträchtigt wird.

So kann der einmal fest vorwählbare Einschaltdauer-Zeitbereich zwischen 2 sek. und über 2 h betragen. Die Schaltung trägt in gewissem Sinne auch zur Umweltscho-

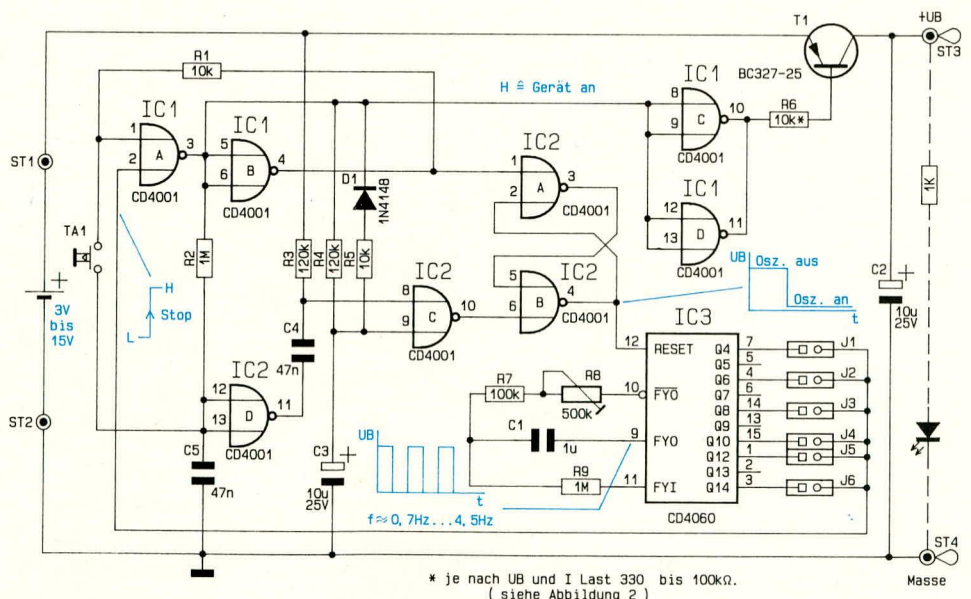
nung bei, indem ein vorzeitiger und vor allem unnötiger Batterieverbrauch vermieden wird, sofern Sie einmal das Ausschalten Ihres batteriebetriebenen Gerätes vergessen - ganz abgesehen davon, daß auch natürlich Kosten eingespart werden, zumal die Schaltung selbst sehr preiswert zu realisieren ist.

## Zur Schaltung

In Abbildung 1 ist das Schaltbild der ELV-Abschaltautomatik, auch Auto-Power-Off genannt, dargestellt. Auf den er-

sten Blick scheinen doch recht viele Bauelemente an der Funktion beteiligt zu sein, jedoch sind es letztendlich nur 3 ICs, 1 Transistor und wenige passive Komponenten, die allesamt zum Standard-Sortiment vieler Hobby-Elektroniker zählen und in der Tat nur wenige Mark kosten.

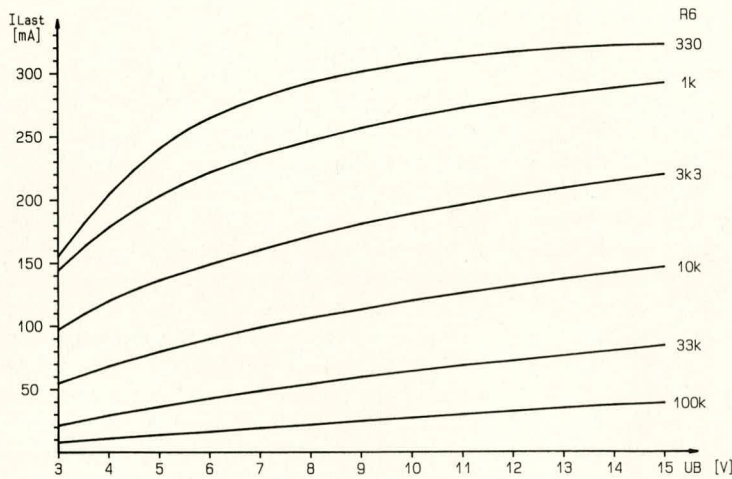
Die Betriebsspannung überstreicht einen weiten Bereich von 3 V bis 15 V und deckt somit fast alle Batterie-Anwendungsfälle ab. Zu berücksichtigen ist hierbei allerdings, daß 3 V als Spannungsuntergrenze nicht unterschritten werden darf, d. h. 2 normale Trockenbatterien à 1,5 V reichen



\* je nach UB und I Last 330 bis 100kΩ.  
(siehe Abbildung 2)

Schaltbild der ELV-Abschaltautomatik für Batteriegeräte (Auto-Power-Off)

**Bild 2:**  
Diagramm zur Ermittlung des optimalen Widerstandswertes von R 6 in Abhängigkeit von der Betriebsspannung und dem Betriebsstrom



nicht aus, da die Entladeschlussspannung nur wenig über 1 V angesiedelt ist. Die Mindestversorgung beläuft sich somit auf 3 in Reihe geschaltete NC- oder Trockenbatterien, wobei eine einzige 3 V-Lithiumzelle ebenfalls geeignet ist, da diese ihre Spannung über weite Bereiche ihrer Lebensdauer konstant hält.

Speziell beim IC 3 des Typs CD 4060 ist zu beachten, daß einige Hersteller in Abweichung zu den üblichen allgemeinen Daten von CMOS-Bausteinen, die ab 3 V arbeiten, beim CD 4060 eine Funktionsgarantie erst ab 5 V zusichern. Tests in der ELV-Entwicklungsabteilung haben ergeben, daß, von wenigen Ausnahmen einmal abgesehen, ein Betrieb bereits bei typ. 2,8 V gegeben ist und nur in seltenen Fällen auch einmal 3,5 V nötig sind.

Doch kommen wir nun zur Beschreibung der eigentlichen Schaltung. Zunächst betrachten wir den um die beiden Gatter IC 1 A und IC 1 B aufgebauten Abschnitt.

Wir gehen davon aus, daß sich IC 3 im Ruhezustand befindet und somit der Eingang Pin 2 des Gatters IC 1 A Low-Potential führt. Des weiteren wollen wir annehmen, daß Pin 1 auf High-Pegel liegt und demzufolge der Ausgang (Pin 3) des Gatters IC 1 A 0 V annimmt. Demzufolge liegt der Ausgang (Pin 4) des nachgeschalteten Inverters IC 1 B auf High-Potential, welches über R 1 zum Eingang Pin 1 des Gatters IC 1 A zurückgelangt. Wir sehen, daß sich die gesamte Anordnung in einem stabilen Gleichgewichtszustand befindet.

Der Low-Pegel vom Ausgang (Pin 3) des Gatters IC 1 A entlädt über R 2 den Kondensator C 5, so daß an diesem praktisch keine Spannung mehr ansteht.

Wird nun die Taste TA 1 betätigt, gelangt der Low-Pegel von C 5 auf den Eingang (Pin 1), und der Ausgang (Pin 3) springt von vormals Low- auf High-Potential, das nochmals invertiert durch IC 1 B an dessen Ausgang (Pin 4) als Low-Pegel erscheint. Über R 1 wird nun dieser neue

Zustand fixiert.

Zwar versucht im ersten Moment der Widerstand R 1 dem Low-Pegel, der über TA 1 von C 5 kommt, entgegenzuwirken, jedoch ist der dynamische Innenwiderstand von C 5 im Vergleich zum Wert von R 1 sehr niedrig und somit dominierend. Nach der Umschaltung, die sich im Bereich unter 1 ms abspielt, hält dann R 1 diesen neuen logischen Zustand aufrecht. Hierbei ist es zunächst vollkommen egal, wie lange Sie TA 1 betätigt haben. Erst nach Loslassen dieser Taste und erneuter Betätigung erfolgt der nächste Wechsel.

Dies wird dadurch ermöglicht, indem vor der zweiten Betätigung C 5 nun über R 2 auf High-Pegel aufgeladen wird, so daß bei einer Folgebetätigung wiederum ein Zustandswechsel an Pin 1 von IC 1 A stattfinden kann.

Als angenehmer Begleiteffekt dieser ebenso einfachen wie wirkungsvollen Schaltung ist die gleichzeitige Entprellung des Tastenkontaktes anzusehen.

Nachdem wir die Toggle-Funktion soweit erläutert haben, kommen wir zum eigentlichen Schaltvorgang. Solange sich der Ausgang (Pin 3) von IC 1 A auf Low-Potential befindet, liegen die Ausgänge (Pin 10, 11) der beiden Inverter IC 1 C, D auf High-Pegel, d. h. der zum eigentlichen Schaltvorgang dienende Transistor T 1 ist gesperrt und der angeschlossene Verbraucher somit stromlos. Nimmt durch Betätigen der Taste TA 1 Pin 3 von IC 1 A High-Pegel an, wechseln die Ausgänge von IC 1 C, D nun auf Low-Potential und T 1 erhält über R 6 einen Basisstrom, der den Transistor durchschalten läßt - der angeschlossene Verbraucher ist aktiviert.

Damit kein unnötig großer Basisstrom fließt, der die Batterien zusätzlich belastet, empfiehlt es sich, den Widerstandswert so zu bemessen, daß er auf den jeweiligen Anwendungsfall optimiert ist. In Abbildung 2 ist dazu eine Kurvenschar abgebildet, aus der hervorgeht, welcher Widerstandswert in Abhängigkeit von der Betriebsspannung

und dem maximal fließenden Strom am besten zu wählen ist. Dazu folgendes Beispiel:

Wir nehmen an, daß Ihr Gerät mit einer 9 V-Blockbatterie arbeitet. Als minimale Betriebsspannung sind somit rund 7 V anzusetzen. Dies trifft übrigens auch dann zu, wenn das Gerät nicht mit einer Trockenbatterie, sondern einem Nickel-Cadmium-Akku arbeitet. In dem Diagramm suchen wir uns nun den 7 V-Punkt und gehen von dort senkrecht nach oben, und zwar bis zu der Höhe, die unserem maximal benötigten Strom des angeschlossenen Verbrauchers entspricht. Bei nur rund 10 mA kämen wir mit einem Vorwiderstand von 100 kΩ aus, während 100 mA immerhin schon eine Reduzierung dieses Widerstandswertes auf 10 kΩ erfordert.

Nachdem wir den geeigneten Widerstandswert bestimmt haben, wenden wir uns der weiteren Schaltung und hier insbesondere der Abschaltautomatik zu.

Die Gatter IC 2 A, B sind als Flip-Flop geschaltet und dienen der Speicherung logischer Zustände. Ist der angeschlossene Verbraucher ausgeschaltet, führt der Ausgang (Pin 4) des Gatters IC 1 B High-Potential, das ebenfalls am Eingang (Pin 1) von IC 2 A anliegt. Durch die Funktion des Flip-Flops IC 2 A, B ist dieses somit gesetzt, und am Ausgang (Pin 4) von IC 2 B steht ebenfalls High-Potential an, das auch auf den Reset-Eingang (Pin 12) des Oszillator-Teiler-IC 3 gelangt. Dieses IC des Typs CD 4060 ist somit gesperrt und seine Ausgänge, von denen gemäß der benötigten Abschaltverzögerungszeit nur einer durchgeschaltet ist, führen alle Low-Pegel, wie wir dies eingangs bereits angenommen hatten.

Der Kondensator C 3 ist in dieser Konstellation über R 4 entladen, d. h. an Pin 9 von IC 2 C steht eine Spannung von ca. 0 V an.

Wird nun TA 1 kurz betätigt und der angeschlossene Verbraucher aktiviert, erfolgt gleichzeitig die Freigabe des Eingangs (Pin 1) des Flip-Flops (Gatter IC 2 A), wobei zunächst IC 3 über seinen Reset-Eingang (Pin 12) weiterhin gesperrt bleibt.

Im selben Moment, in dem TA 1 losgelassen wird, beginnt die Spannung an C 5 anzusteigen, und wenige Millisekunden später wechselt der Ausgang (Pin 11) des Gatters IC 2 D von high nach low. Der durch das Differenzglied R 3/C 4 entstehende negative Impuls gelangt auf Pin 8 von IC 2 C und erscheint invertiert an dessen Ausgang (Pin 10), um so das Flip-Flop über seinen Eingang Pin 6 (IC 2 B) zu setzen. Der Ausgang (Pin 4) springt von high nach low und gibt IC 3 über Pin 12 frei.

Der in IC 3 integrierte Oszillator schwingt an, wobei die Frequenz mit R 7 bis R 9

sowie C 1 festgelegt ist. R 8 ermöglicht die Feineinstellung, während der Schwerpunkt der Zeitvorgabe darin besteht, welcher der Ausgänge (Q 4 bis Q 14) zum Eingang (Pin 2) des Gatters IC 1 A durchgeschaltet wurde. In Tabelle 1 sind die möglichen Zeitbereiche aufgelistet.

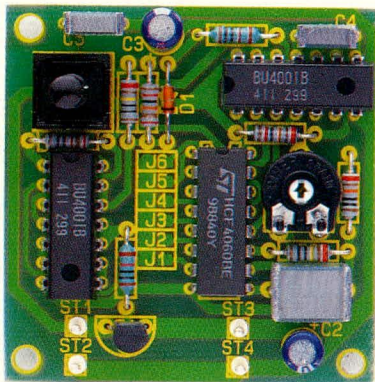
Nach Ablauf der gewünschten Abschaltverzögerungszeit wechselt der betreffende Ausgang des IC 3 von vormalig Low- nun auf High-Potential, welches das Gatter IC 1 A schalten läßt. Am Ausgang (Pin 3) erscheint Low-Potential, wodurch zum einen T 1 über IC 1 C, D ausschaltet und zum anderen das Flip-Flop IC 2 A, B

Zeitbereich (mit R8 einstellbar)	Ausgang (am IC 3)	Brücken- Nummer
2 - 10 sek.	Q 4	J 1
8 - 40 sek.	Q 6	J 2
30 - 160 sek.	Q 8	J 3
2 - 10 min.	Q 10	J 4
8 - 40 min.	Q 12	J 5
30 - 160 min.	Q 14	J 6

über Pin 1 (High-Pegel) zurückgesetzt wird und demzufolge auch IC 3 über einen High-Pegel an Pin 12 ebenfalls wieder seinen Grundzustand annimmt - die gesamte Schaltung befindet sich in Ruhe.

Selbstverständlich kann jederzeit vorher durch die Betätigung von TA 1 die Ausschaltung erfolgen bzw. anschließend der Verbraucher über dieselbe Taste wieder eingeschaltet werden.

Kommen wir zum Abschluß dieser de-



**Ansicht der fertig bestückten Platine**

taillierten Schaltungsbeschreibung zur Erläuterung der Desaktivierung der Abschaltautomatik, indem die Taste TA 1 während des Einschaltens etwas länger gedrückt wird (über 0,5 sek.).

Nach dem Loslassen von TA 1 gelangt über C 4 ein Impuls auf Pin 8 von IC 2 C, der zum Setzen des Flip-Flops IC 2 A, B und damit zur Freigabe des IC 3 führt. Gleichzeitig mit der Betätigung von TA 1 startet jedoch der Ladevorgang des Kondensators C 3 über den Vorwiderstand R 4.

D1, R 5 dient dabei zum schnellen Entladen von C 3, damit die Schaltung auch bei schnellen Ein-/Ausschaltvorgängen korrekt arbeitet.

Nach ca. 0,5 sek. wird der Eingang Pin 9 des Gatters IC 2 C gesperrt, so daß ab diesem Zeitpunkt der vorstehend genannte Impuls nicht mehr das Gatter IC 2 C passieren kann, d. h. das Flip-Flop wird nicht gesetzt und IC 3 bleibt gesperrt. Eine Abschaltung kann jetzt nur noch durch die weitere Betätigung von TA 1 vorgenommen werden.

Durch Vergrößern oder Verkleinern von C 3 läßt sich die Zeitspanne erhöhen oder verringern, die erforderlich ist, um die Abschaltautomatik zu deaktivieren. Bei der gewählten Dimensionierung bleibt die Abschaltautomatik in Betrieb, wenn die Taste kürzer als 0,5 sek. gedrückt gehalten wird. Für übliche Anwendungen ist dies eine praktikable Lösung, und Sie brauchen nicht unnötig lange die Taste gedrückt zu halten, wenn Sie einmal auf die Abschaltautomatik verzichten möchten.

Der Kondensator C 2 dient zur Pufferung. Die gestrichelt eingezeichnete LED mit dem Vorwiderstand ist nur als Anregung gedacht, da die meisten Verbraucher ohnehin ihre eigene Einschaltkontrolle besitzen, sei es durch ein LC-Display oder eine LED. Auf der Platine wurde daher auf die zusätzliche optische Kontrollanzeige verzichtet, zumal diese, auf batteriebetriebene Geräte bezogen, einen nicht unerheblichen Stromverbraucher darstellt.

## Stückliste: Auto-Power-Off

### Widerstände

10kΩ .....	R 1, R 5, R 6*
100kΩ .....	R 7
120kΩ .....	R 3, R 4
1MΩ .....	R 2, R 9
Trimmer, PT10, lieg., 500kΩ .....	R 8

\* siehe Text

### Kondensatoren

47nF .....	C 4, C 5
1µF .....	C 1
10µF/25V .....	C 2, C 3

### Halbleiter

CD4001 .....	IC 1, IC 2
CD4060 .....	IC 3
BC327-25 .....	T 1
1N4148 .....	D 1

### Sonstiges

Printttaster, 1 x ein, Knopf schwarz, Höhe 20mm .....	TA 1
Lötstifte, 1,3mm .....	ST 1 - ST 4

## Zum Nachbau

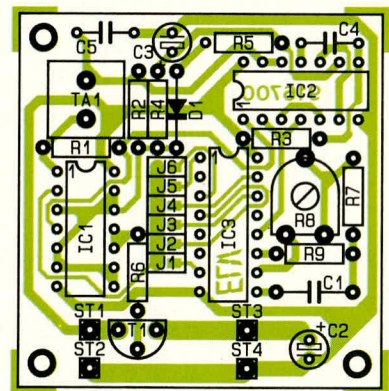
Für den Aufbau steht eine kleine übersichtlich gestaltete Leiterplatte zur Verfügung, auf der alle erforderlichen Bauteile untergebracht sind.

Anhand des Bestückungsplanes werden zunächst die 4 Lötstifte, gefolgt von den Widerständen, der Diode und dem Trimmer auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Alsdann werden die 3 Folienkondensatoren und die beiden Elkos eingesetzt, wobei auf die korrekte Polarität der Elkos zu achten ist. Den Abschluß bildet das Einsetzen des Transistors T 1 sowie der 3 integrierten Schaltkreise IC 1, 2, 3. Auch hier ist die korrekte Einbaulage sorgfältig zu prüfen.

Nachdem die Bestückung der Leiterplatte nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, ist einer der 6 Ausgänge des IC 3 gemäß der Tabelle 1 mit dem Eingang (Pin 2) des Gatters IC 1 A zu verbinden, indem auf einen der 6 vorgesehenen Lötspots ein Lötzintropfen zur Verbindung der beiden Hälften aufgebracht wird. Zu beachten ist hierbei, daß nur eines der 6 Kontaktpaare eine Lötzinnbrücke erhält, da sonst ein Kurzschluß der IC-Ausgänge entsteht.

Mit dem Trimmer R 8 kann nun ein Feinabgleich der eingestellten Abschaltverzögerungszeit vorgenommen werden.

Die Betriebsspannung wird der Schaltung an den Platinenanschlußpunkten ST 1 (+) und ST 2 (-) zugeführt, während der Verbraucher an die Platinenanschlußpunkte ST 3 (+) und ST 4 (-) anzulöten ist.



**Bestückungsplan der Leiterplatte**

Aufgrund der gewählten Schaltungstechnik und des Einsatzes von CMOS-ICs ist der Eigenverbrauch der Schaltung kaum meßbar (typ. weniger als 0,1 µA) und liegt in jedem Fall weit unter der Selbstentladung von Batterien. Je nach Strombedarf des angeschlossenen Verbrauchers beträgt der Spannungsabfall am Schalttransistor T 1 üblicherweise weniger als 0,1 V und steigt erst bei größeren Strömen auf rund 0,2 V an und ist damit in aller Regel vernachlässigbar. 