

Der Transistor-Zeitschalter (Artikelnr.: P1374600)

Curriculare Themenzuordnung

**Schwierigkeitsgrad**

Mittel

Vorbereitungszeit

10 Minuten

Durchführungszeit

10 Minuten

empfohlene Gruppengröße

2 Schüler/Studenten

Zusätzlich wird benötigt:**Versuchsvarianten:****Schlagwörter:**

Aufgabe und Material

Lehrerinformationen

Zusatzinformation

Verzögerungsschaltungen finden gegenwärtig einen breiten Anwendungsbereich für die Einschaltverzögerung in Alarmanlagen. Ihr Grundprinzip beruht auf dem den Schülern bekannten Zeitverhalten der Lade- und Entladevorgänge von Kondensatoren. Die ansteigende oder abfallende Kondensatorspannung steuert den Transistor in den leitenden oder gesperrten Schaltzustand, sobald die Basis-Emitter-Spannung den erforderlichen Schwellenwert erreicht bzw. unterschritten hat.

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Da der Eingangswiderstand eines Transistors in der Emitterschaltung sehr gering ist, würde er die Ladevorgänge merklich beschleunigen, weil er parallel zum Kondensator geschaltet ist. Deshalb wurde hier ein Emitterwiderstand von $R_E = 100 \Omega$ vorgesehen, der eine Gegenkopplung bewirkt und zu einer beachtlichen Erhöhung des Eingangswiderstandes und damit der Verzögerungszeiten führt.

Anmerkungen

Dieser Versuch stellt ein stark vereinfachtes Prinzip einer Verzögerungsschaltung dar, da der Transistor stetig von einem zum anderen Zustand übergeht. Er erlaubt auch nur halbquantitative Aussagen über die Abhängigkeit der Verzögerungszeit von der Kapazität und dem Widerstand, weil aufgrund des exponentiellen Verlaufs der Spannung-Zeit-Funktion der genaue Endzeitpunkt der Verzögerung nur annähernd bestimmt werden kann.

Infolge der starken Dämpfung des verwendeten Messwerkes - seine Einstellzeit liegt bei etwa 3 Sekunden - sind die kleineren der gemessenen Verzögerungszeiten erheblich fehlerbehaftet und weichen deutlich von den zu erwartenden Werten ab. Für Verzögerungsschaltungen mit echtem Schaltverhalten werden Kippschaltungen mit einer positiven Rückkopplung (Mitkopplung) verwendet. Sie enthalten mindestens zwei aktive Bauelemente.

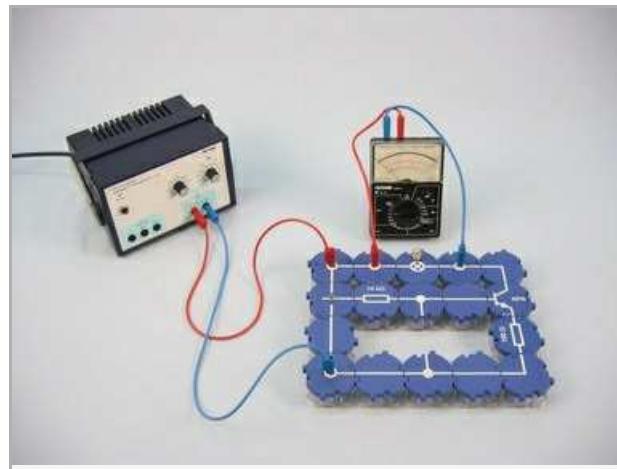
Der Transistor-Zeitschalter (Artikelnr.: P1374600)

Aufgabe und Material

Aufgabe

Wie kann der Schaltvorgang eines Transistors verzögert werden?

Untersuche, wovon die Schaltverzögerung eines Transistors abhängt.



Material

Position	Material	Bestellnr.	Menge
1	Leitungs-Baustein, gerade, SB	05601-01	4
2	Leitungs-Baustein, winklig, SB	05601-02	2
3	Leitungs-Baustein, T-förmig, SB	05601-03	2
4	Leitungs-Baustein, gerade mit Buchse, SB	05601-11	2
5	Leitungs-Baustein, winklig mit Buchse, SB	05601-12	2
6	Umschalter, SB	05602-02	1
7	Lampenfassung E10, SB	05604-00	1
8	Widerstand 100 Ohm, SB	05613-10	1
9	Widerstand 10 kOhm, SB	05615-10	1
10	Widerstand 47 kOhm, SB	05615-47	1
11	Kondensator (ELKO) 47 µF, SB	05645-47	1
12	Kondensator (ELKO) 470 µF, SB	05646-47	1
13	Transistor NPN (BC337), SB	05656-00	1
14	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot	07361-01	2
15	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau	07361-04	2
16	Glühlampen 12 V/0,1 A, E10, 10 Stück	07505-03	1 Stück
17	PHYWE Netzgerät DC: ...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1
18	Vielfachmessinstrument, analog	07028-01	2

Aufbau und Durchführung

Aufbau

Baue die Schaltung nach Abb. 1 und 2 mit $R_E = 100 \Omega$ und $R = 10 \text{ k}\Omega$ auf; zunächst ohne Kondensator.

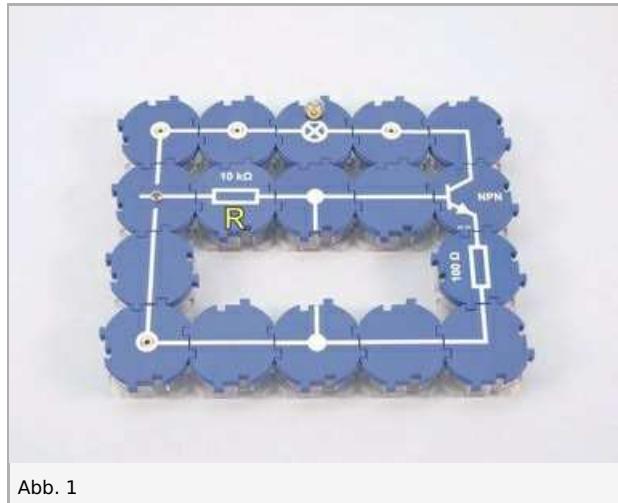


Abb. 1

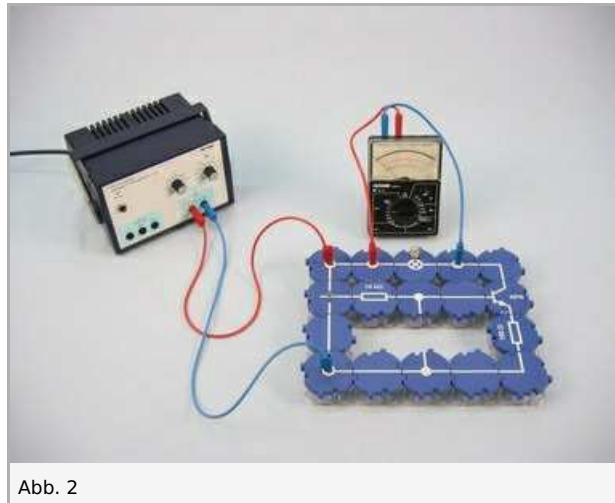


Abb. 2

Durchführung

- Schalte das Netzgerät ein und stelle eine Gleichspannung von 12 V ein.
- 1. Aufgabe: Betätige den Umschalter mehrmals und achte darauf, wann die Glühlampe aufleuchtet bzw. erlischt. Notiere deine Beobachtungen im Protokoll.
- 2. Aufgabe: Setze den Kondensator $470 \mu\text{F}$ gemäß Abbildungen 3 und 4 ein. Betätigst wiederholt den Umschalter und achte wiederum darauf, wann die Glühlampe aufleuchtet bzw. erlischt. Notiere deine Beobachtungen.

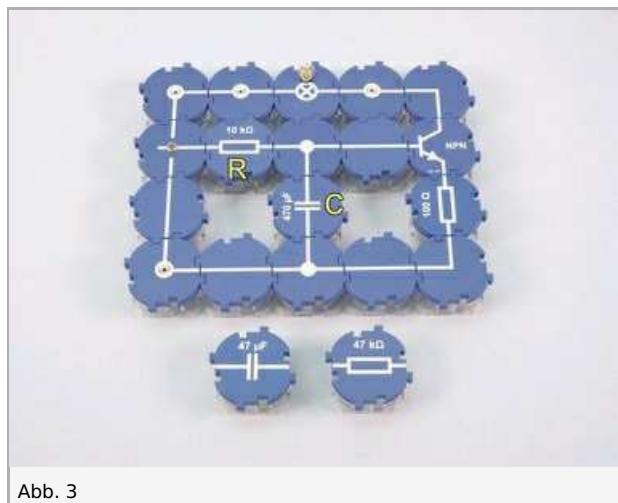


Abb. 3

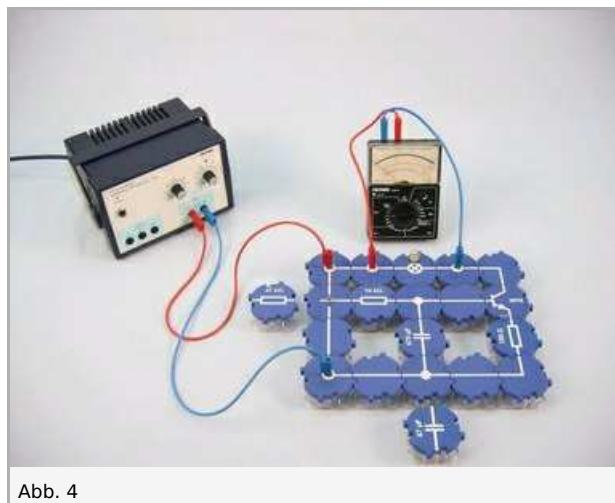


Abb. 4

- 3. Aufgabe: Betätigst nochmals den Umschalter und bestimme dabei die Zeiten t_E und t_A vom Augenblick des Umschaltens bis zum Erreichen der vollen Spannung bzw. der Spannung von 0 V an der Glühlampe. Trage Messwerte in Tabelle 1 ein.
- 4. Aufgabe: Tausche nacheinander die Widerstände und die Kondensatoren entsprechend Tabelle 1 aus und führe für alle dort angegebenen Kombinationen die Zeitmessungen durch. Notiere die Messwerte.
- Schalte das Netzgerät aus.

Protokoll: Der Transistor-Zeitschalter

Ergebnis - Beobachtungen 1 (10 Punkte)

Notiere Deine Beobachtungen zur 1. Aufgabe (s. Durchführung).

Wenn kein Kondensator verwendet wird, leuchtet die Glühlampe beim Umschalten sofort auf bzw. erlischt sofort.

.....

Ergebnis - Beobachtungen 2 (10 Punkte)

Notiere Deine Beobachtungen zur 2. Aufgabe (s. Durchführung).

Bei Betätigung des Umschalters leuchtet die Glühlampe in der einen Schalterstellung erst verzögert auf, während sie bei der anderen Schalterstellung erst nach einiger Zeit erlischt.

.....

Ergebnis - Tabelle 1 (8 Punkte)

Notiere Deine Beobachtungen zur 3. und 4. Aufgabe (s. Durchführung).

Kondensator C in μF	Widerstand R in $\text{k}\Omega$	Einschaltverzögerung t_E in s	Ausschaltverzögerung t_A in s
470	10	6 ± 0	10 ± 0
47	10	2 ± 0	3 ± 0
47	47	6 ± 0	4 ± 0
470	47	31 ± 0	26 ± 0

Auswertung - Frage 1 (10 Punkte)

Erkläre anhand des Schaltbildes (Abb. 1) die Vorgänge bei den beiden Schalterstellungen.

Wird durch den Umschalter die Verbindung zum Pluspol der Stromquelle hergestellt, so lädt sich der Kondensator über den Widerstand auf und die Kondensatorspannung steigt an. Damit erhöht sich auch die Basis-Emitter-Spannung.

Wird durch den Umschalter die Verbindung zum Minuspol hergestellt, so entlädt sich der Kondensator über den gleichen Widerstand. Die Kondensatorspannung und damit die Basis-Emitter-Spannung sinken ab.

.....

Auswertung - Frage 2 (10 Punkte)

Warum leuchtet die Glühlampe nicht sofort auf, wenn der Schalter die Verbindung zum Pluspol der Stromquelle herstellt?

Die Glühlampe leuchtet erst auf, wenn die Basis-Emitter-Spannung so weit angestiegen ist, dass der Transistor leitend wird.

.....

Auswertung - Frage 3 (10 Punkte)

Warum erlischt die Glühlampe nicht sofort, wenn der Schalter die Verbindung zum Minuspol der Stromquelle herstellt?

Erst wenn die Basis-Emitter-Spannung unter 0,7 V abgesunken ist, sperrt der Transistor, und die Glühlampe erlischt.

.....

Auswertung - Frage 4 (10 Punkte)

Wovon hängen die Verzögerungszeiten ab?

Die Verzögerungszeiten werden (im Wesentlichen) von den Werten der Kapazitäten und den Lade- und Entladewiderständen bestimmt. Je größer die Kapazität und der Widerstand sind, umso länger dauern die Lade- und Entladevorgänge und umso größer ist die Verzögerung beim Ein- und Ausschalten.

.....

Auswertung - Frage 5 (10 Punkte)

Nenne die Anwendungsmöglichkeiten einer Verzögerungsschaltung.

Verzögerungsschaltungen können in Alarmanlagen, bei der Treppenhausbeleuchtung und als Sicherheitsvorrichtungen an Maschinen zur Vermeidung von Unfällen eingesetzt werden.

.....

Auswertung - Frage 6 (10 Punkte)

Welcher Nachteil dieser einfachen Schaltung ist am Verhalten der Glühlampe erkennbar?

Die einfache Schaltung führt keine richtige Schaltfunktion aus, weil der Übergang vom nichtleitenden in den leitenden Zustand nur allmählich erfolgt und deshalb die Glühlampe nicht plötzlich aufleuchtet bzw. erlischt.

.....