



EXPERIMENTIER
TECHNIK

ELECTRONIC Thyristor

Anleitung 6362

Ergänzung zu den Grundstufen
B, C, D

SCHUCO EXPERIMENTIER-TECHNIK

® GEORG ADAM MANGOLD GMBH & CO. KG

Lange Straße 69-75 · 8510 Fürth/Bayern

Telefon (0911) 7872-0 · Telex 6 26103

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und fotomechanische Wiedergabe – auch auszugsweise – nicht gestattet.

Wir übernehmen keine Gewähr, daß die in diesem Buch enthaltenen Angaben frei von Schutzrechten sind.

Printed in Germany/Imprimé en Allemagne

Technische Änderungen vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis Thyristor

1. Thyristor-Transistor-Vergleich
2. Impuls-Zündung
3. Thyristor-Alarmanlage
4. Thyristor-Blitzlicht
5. Warnblitz-Automat
6. Löschen des Thyristors
7. Thyristor-Ein-Ausschalter
8. Grenzwertmelder
9. Überstrom-Schutzschalter
10. Einschaltverzögerung
11. Einstellbare Einschaltverzögerung
12. Einstellbare Ausschaltverzögerung
13. Lichtwarngerät
14. Akustischer Lichtmelder
15. Lampenkontrolle
16. Lichtwarn-Blitz
17. Hell-Dunkel-Anzeige
18. Akustik-Melder
19. Tongenerator
20. Klatschschalter

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und fotomechanische Wiedergabe - auch auszugsweise - nicht gestattet.

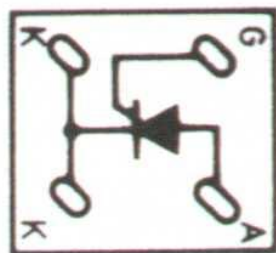
Wir übernehmen keine Garantie, daß die in diesem Buch enthaltenen Angaben frei von Schutzrechten sind.

Technische Änderungen vorbehalten.

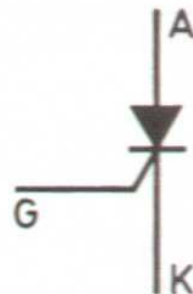
T H Y R I S T O R

Thyristoren sind steuerbare Gleichrichter. Die Bezeichnung für dieses elektronische Bauelement ist ein Kunstwort, das aus den Wörtern THYRa-tron - der Bezeichnung für gasgefüllte Gleichrichterröhren - und dem Wort TransISTOR gebildet wurde. Thyristoren haben die Aufgaben der alten Gleichrichterröhren übernommen, und sie sind natürlich aus Halbleitermaterial aufgebaut wie Transistoren. Das Hauptanwendungsgebiet der Thyristoren liegt im Bereich des Schaltens und Steuerns von großen Leistungen. Mit Thyristoren lassen sich z.B. die sehr starken Elektro-Motoren der Eisenbahn-Lokomotiven steuern, ohne daß Leistung verloren geht oder daß sich das Drehmoment der Motoren verschlechtert.

In diesem ELECTRONIC-Ergänzungs-Set zu den SCHUCO-Electronic-LAB ab Grundstufe B werden Schaltungen vorgestellt, die verschiedene Einsatzmöglichkeiten für Thyristoren beschreiben.



Thyristor 6362



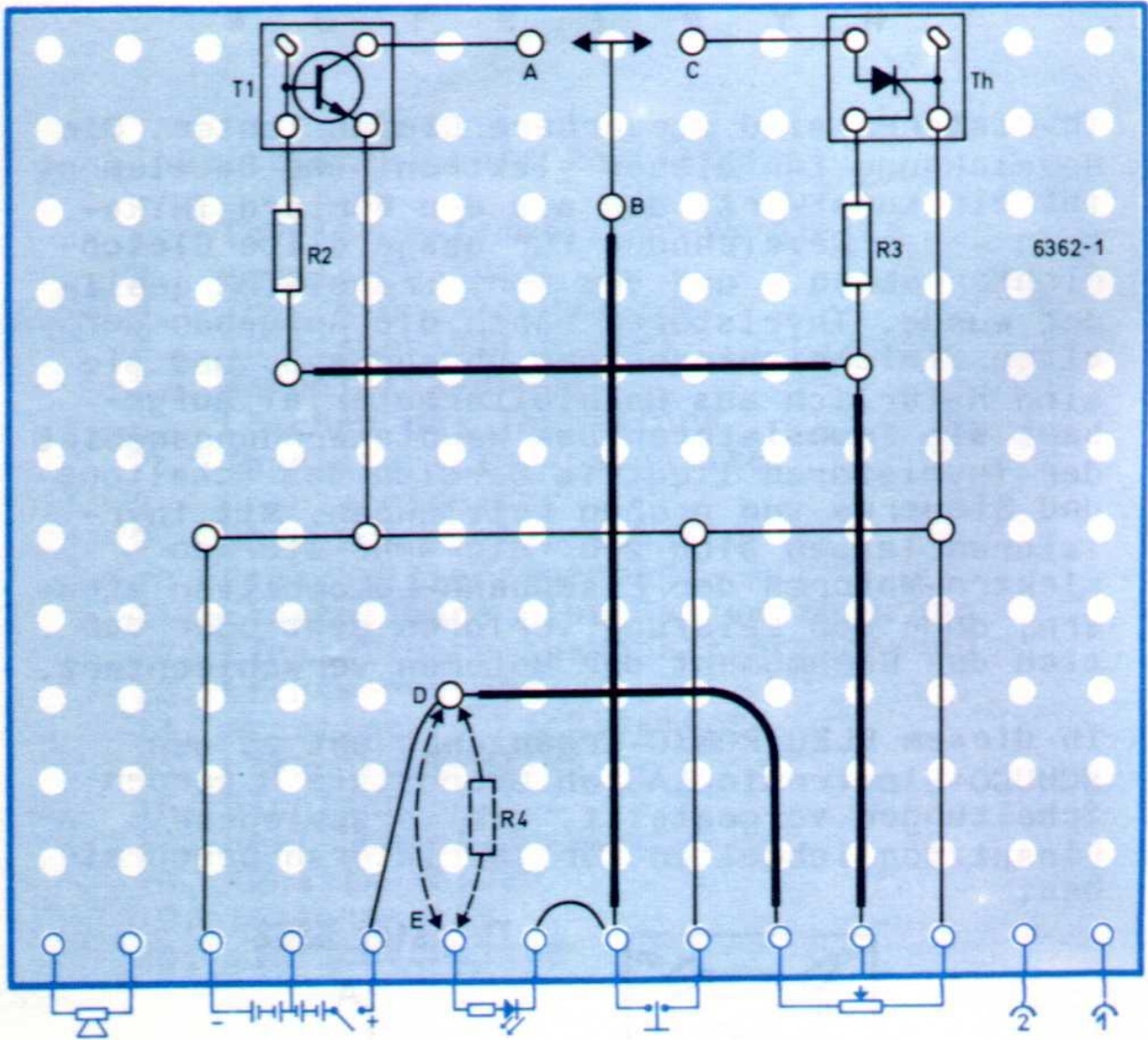
Schaltsymbol des Thyristors

Thyristor im Verdrahtungsplan

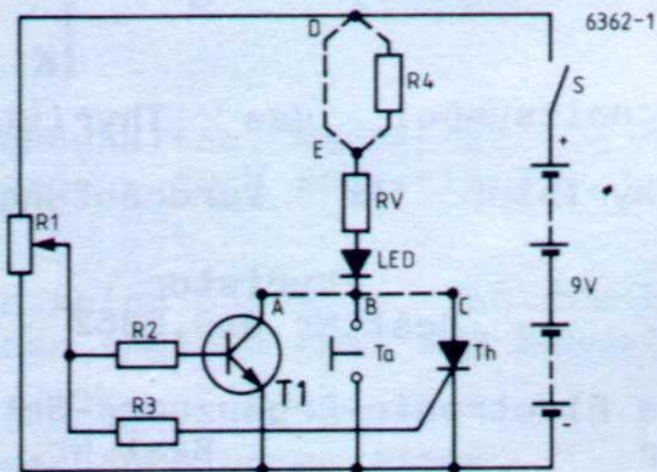
Thyristor
Best.Nr.349.6362

Teile des Electronic-Ergänzungs-Set Thyristor:	
Thyristor	Best.Nr. 349.2639
Anleitung	Best.Nr. 349.2662

1. Thyristor-Transistor-Vergleich



Thyristor / Transistor - Grundschtaltung



1. Thyristor-Transistor-Vergleich

Den Unterschied zwischen einem Thyristor und einem Transistor zeigt das Experiment 1. Befinden sich zwischen den Klemmen AB und DE Drahtbrücken, ist der Transistor in Funktion. Beim Drehen am Poti leuchtet die LED ab Stellung 2 auf und wird bis 4 allmählich heller. Danach ändert sich die Helligkeit nicht mehr. Beim Zurückdrehen ist umgekehrt die gleiche Wirkung zu sehen. Durch Druck auf den Taster leuchtet sie auch zwischen 0 und 2. Wird die Drahtbrücke DE durch den Widerstand 10 k Ω ersetzt, leuchtet die LED nur dunkler. Liegen zwischen BC und DE Drahtbrücken, ist der Thyristor in Funktion. Dann erreicht die LED bei Stellung 2 schlagartig volle Helligkeit, und beim Zurückdrehen leuchtet sie auch, wenn das Poti unter 2 steht. Nur mit dem Taster kann sie gelöscht werden. Wird die Drahtbrücke DE durch den Widerstand 10 k Ω ersetzt, leuchtet die LED ab 2 schwächer und erlischt unter 2. Ein Thyristor hat eine Katode, eine Anode und außerdem ein Gate. Die Katode und die Anode lassen die Ähnlichkeit mit Dioden erkennen. Das Gate übt eine Steuerfunktion aus. Ein Thyristor ist wie zwei in Reihe geschaltete Dioden aufgebaut. Er hat drei pn-Übergänge bzw. drei Sperrschichten. Der äußere p-Anschluß bildet die Anode, der äußere n-Anschluß die Katode.

1.

R1 = Poti im Bedienungspult, 10 k Ω m

R2 = Widerstand 22 k Ω m (rot, rot, orange)

R3 = Widerstand 10 k Ω m (braun, schwarz, orange)

R4 = Widerstand 10 k Ω m (braun, schwarz, orange)

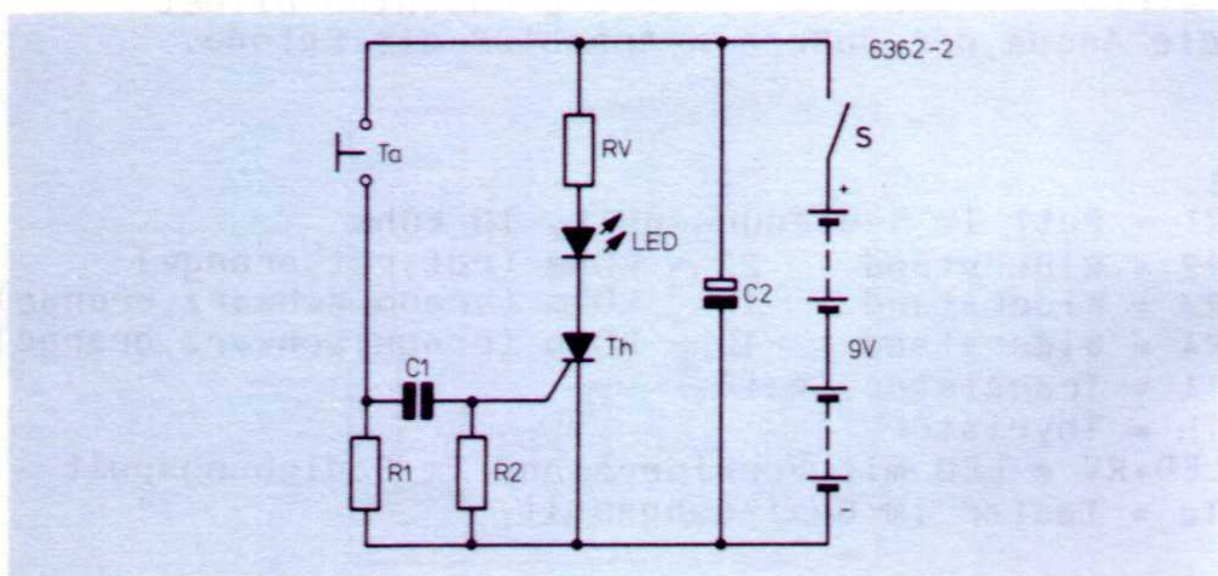
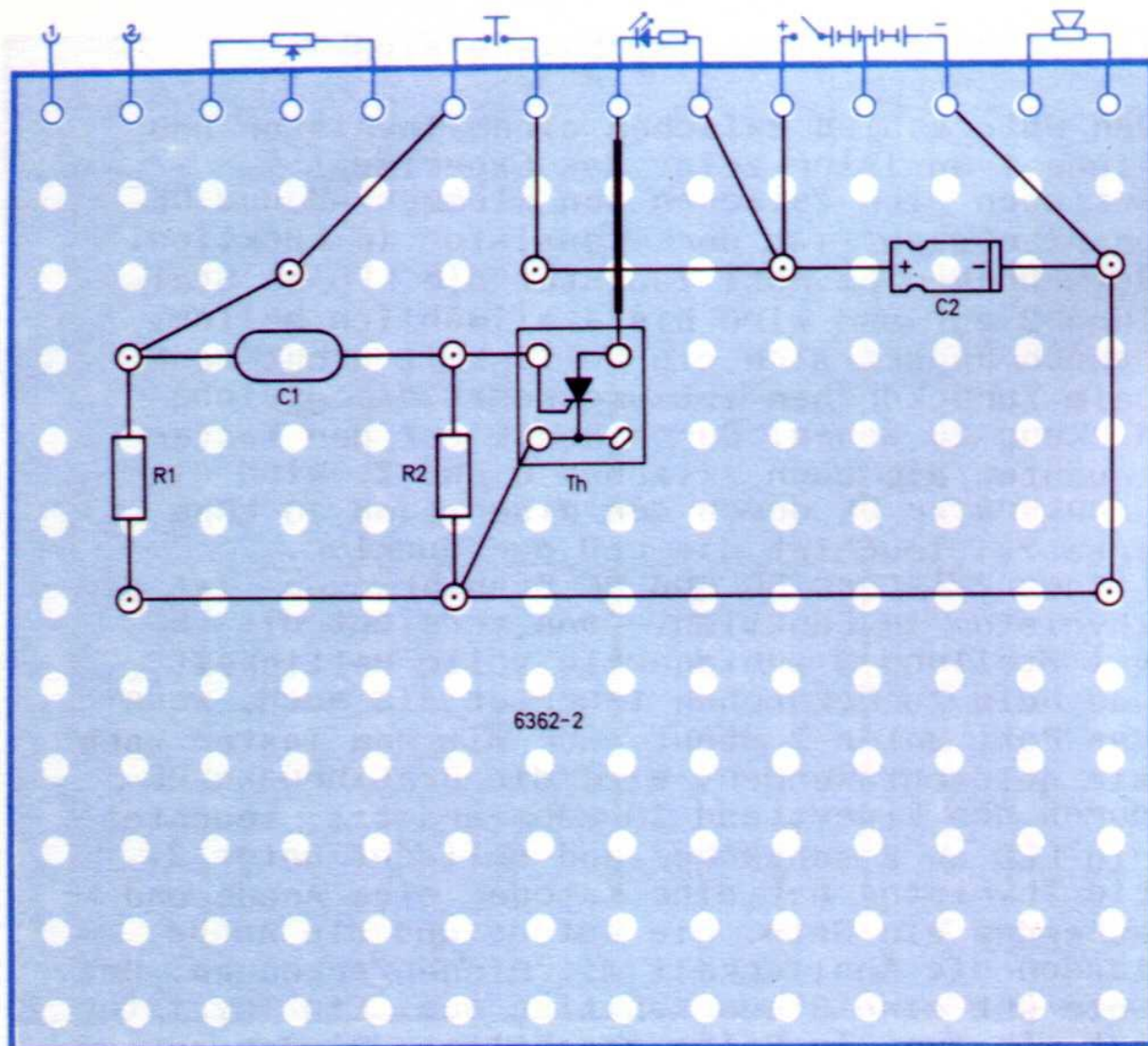
T1 = Transistor, weiß

Th = Thyristor

LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult

Ta = Taster im Bedienungspult

2. Impuls-Zündung



2. Impuls - Zündung

Im Experiment 2 läßt sich die LED durch das Einschalten der Betriebsspannung nicht zum Leuchten bringen, sondern erst nach dem Drücken des Tastschalters zeigt sie Stromfluß durch den Thyristor an.

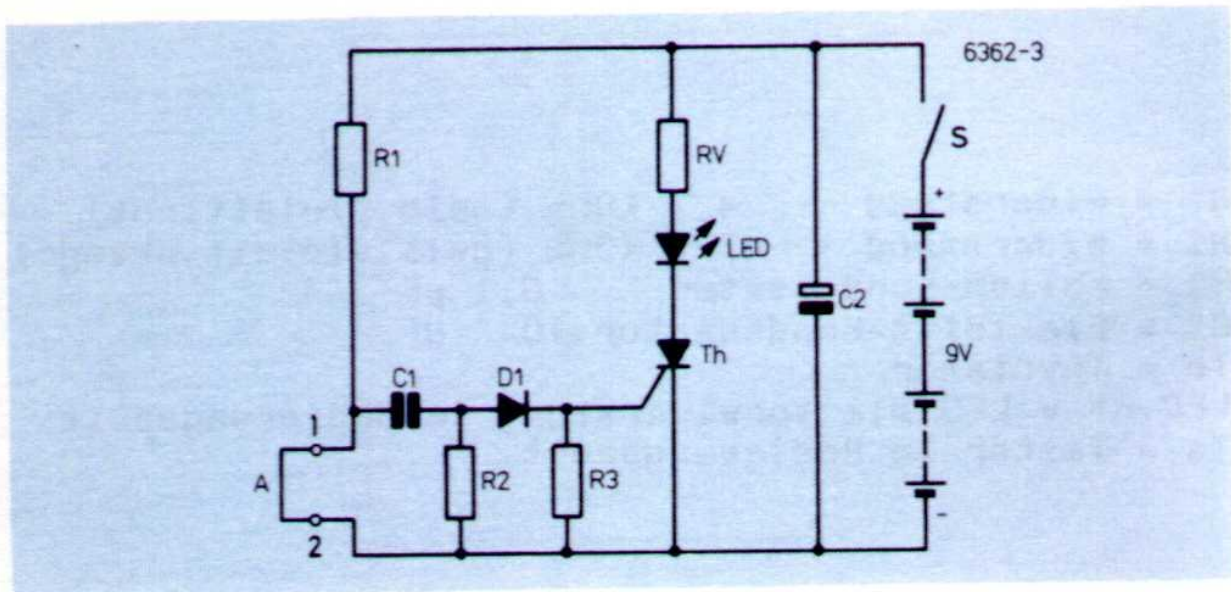
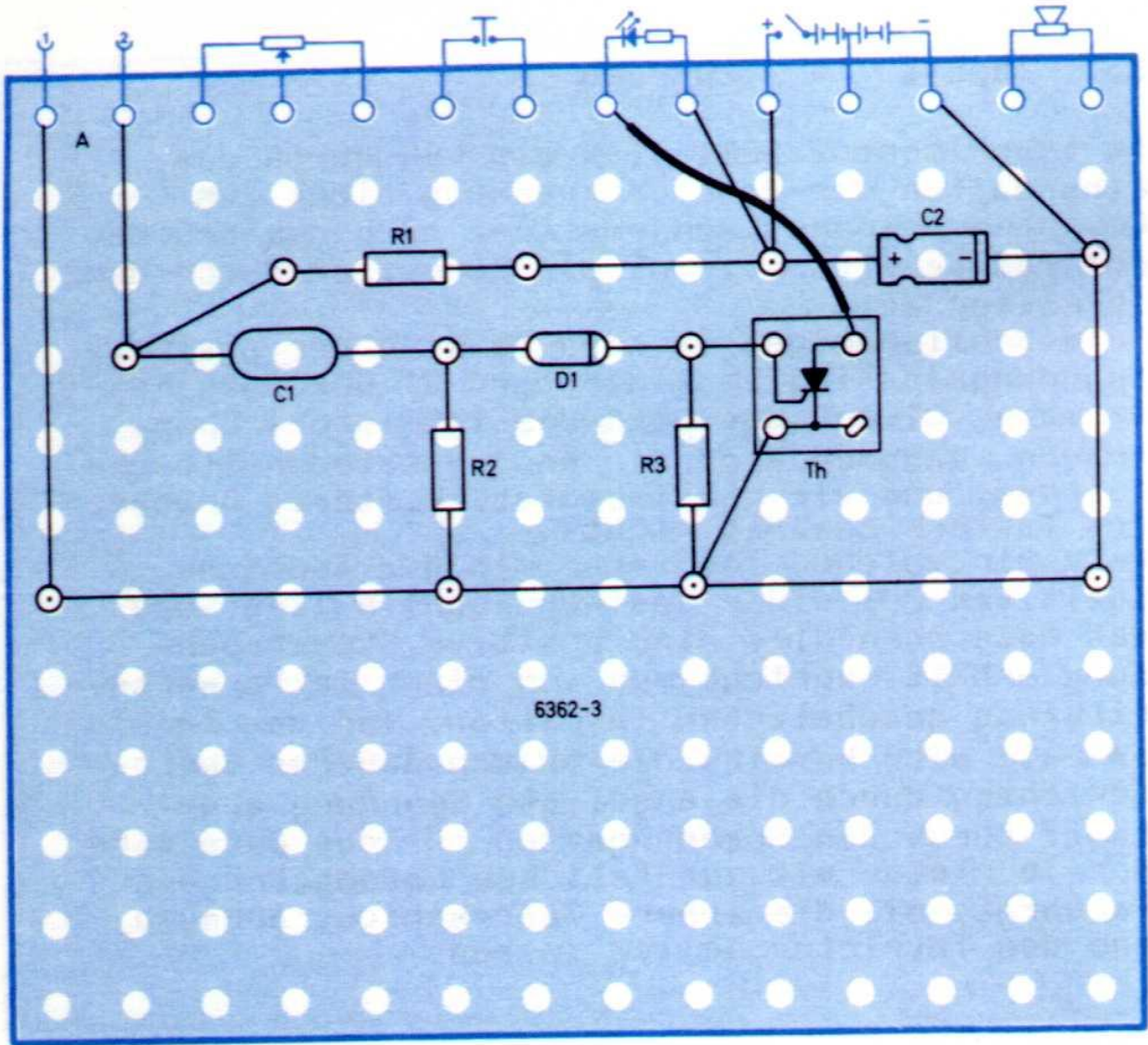
Beim Schließen des Tasters Ta wird der positive Spannungsanstieg am Widerstand R1 über den Kondensator C1 auf das Gate des Thyristors übertragen. Dadurch wird die Anoden-Katoden-Strecke leitend, und die LED leuchtet. Weiteres Drücken des Tasters bewirkt nichts.

Wenn ein solcher Thyristor mit der Anode am positiven Pol einer Spannungsquelle liegt und das Gate ebenfalls eine positive Steuerspannung erhält, spricht man von einem in Vorwärtsrichtung geschalteten Thyristor. Vor dem Impuls am Gate sind bereits die beiden äußeren Sperschichten durch die angelegte Spannung abgebaut. Durch den Spannungstoß auf das Gate wird der Thyristor mit zusätzlichen Ladungsträgern versorgt, die die innere Sperschicht abbauen und den Thyristor leiten lassen.

2.

R1 = Widerstand 4,7 kOhm (gelb,violett,rot)
 R2 = Widerstand 47 kOhm (gelb,violett,orange)
 C1 = Folien-Kondensator 0,1 μ F
 C2 = Elektolyt-Kondensator 10 μ F
 Th = Thyristor
 LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult
 Ta = Taster im Bedienungspult

3. Thyristor-Alarmanlage



3. Thyristor - Alarmanlage

Ein Thyristor ermöglicht mit einfachen Mitteln eine Schaltungsart, die sonst nur mit viel mehr Aufwand erstellt werden kann, nämlich eine "Selbsthalteschaltung." Im Experiment 3 wird ein solches Beispiel vorgestellt.

Die Außenanschlüsse 1 und 2 im Bedienungspult sind zum Beginn des Experiments mit einer Drahtbrücke A verbunden. Nach dem Einschalten der Betriebsspannung leuchtet die LED noch nicht, sondern erst nach dem Entfernen der Drahtbrücke.

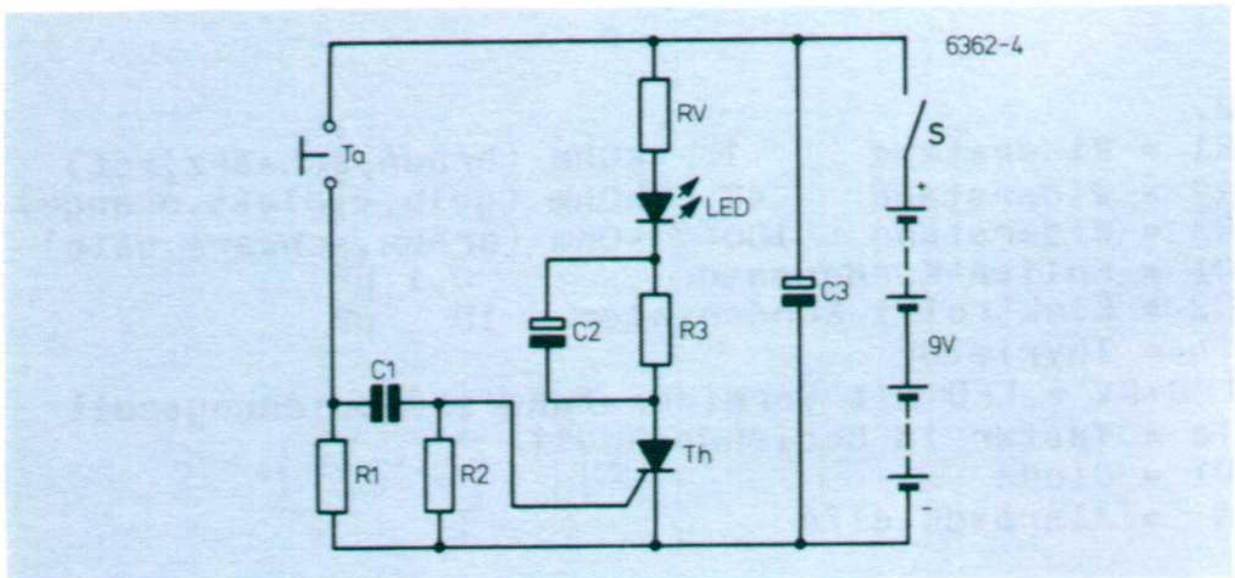
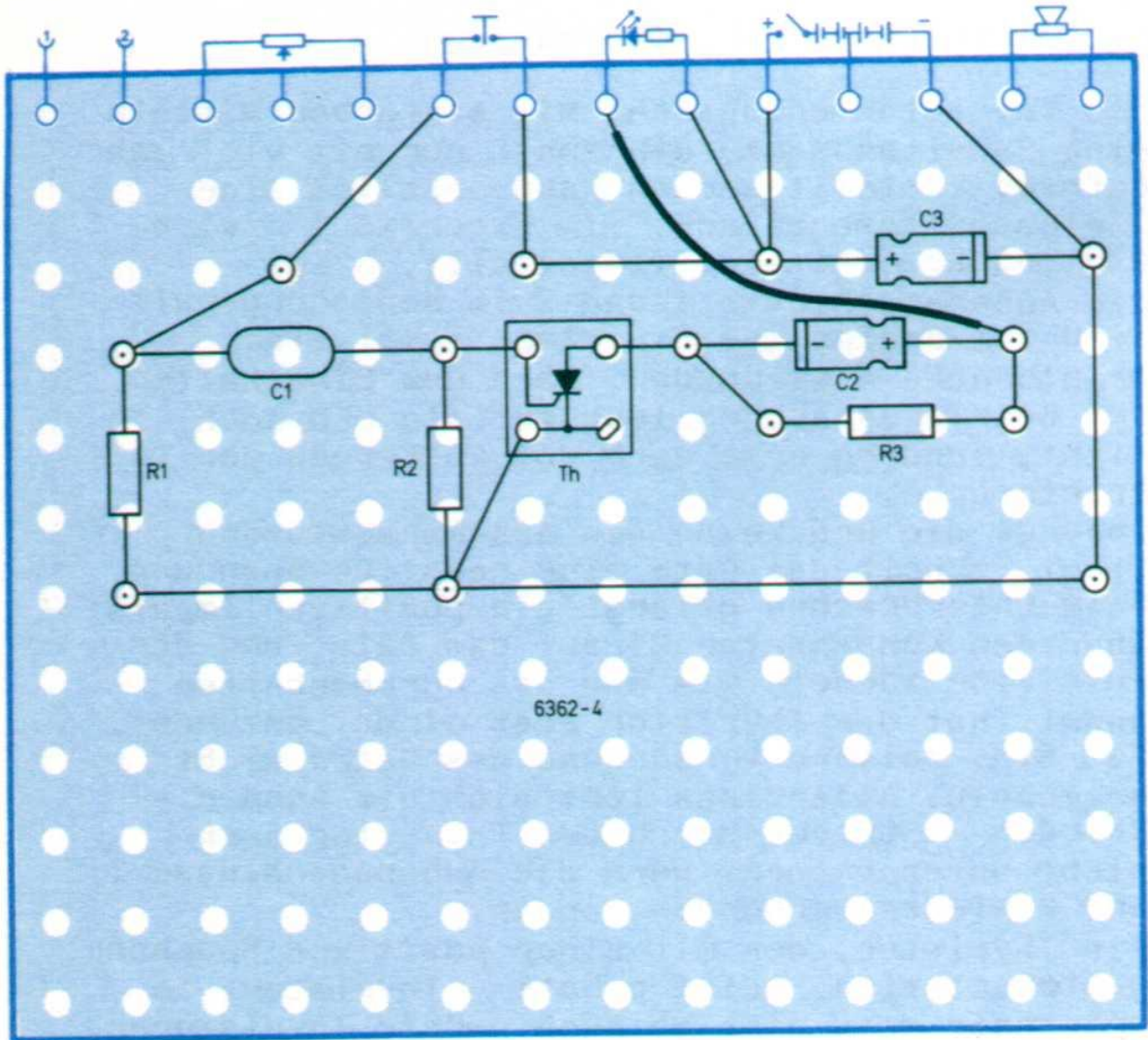
Solange die Brücke an den Außenanschlüssen liegt, erhält das Gate eine negative Spannung. Beim Unterbrechen gelangt ein positiver Impuls über den Kondensator C1 auf das Gate, und der Thyristor zündet, wie man das Durchschalten nennt. Hat der Thyristor erst einmal gezündet, ist eine weitere Versorgung des Gates nicht notwendig. Allerdings läßt sich die Anoden - Katoden - Strecke durch den Thyristor auch nicht unterbrechen, wenn die Außenanschlüsse 1 und 2 wieder verbunden werden.

Ein Thyristor, der mit einer positiven Spannung gesteuert wird, heißt p-Gate Thyristor. Im Gegensatz dazu gibt es auch n-Gate Thyristoren, die mit einer negativen Spannung gezündet werden.

3.

- R1 = Widerstand 1 kOhm (braun, schwarz, rot)
- R2 = Widerstand 47 kOhm (gelb, violett, orange)
- R3 = Widerstand 100 kOhm (braun, schwarz, gelb)
- C1 = Folien-Kondensator 0,1 μ F
- C2 = Elektrolyt-Kondensator 10 μ F
- Th = Thyristor
- LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult
- Ta = Taster im Bedienungspult
- D1 = Diode
- A = Alarmschleife

4. Thyristor-Blitzlicht



4. Thyristor - Blitzlicht

Im Experiment 4 wird eine Schaltung vorgestellt, bei der der Thyristor nach einer bestimmten Zeit sperrt. Eine solche Schaltung nennt man **selbstlöschend**.

Drückt man nach dem Einschalten der Betriebsspannung den Taster im Bedienungspult, blitzt die LED nach ca 30 Sekunden kurz auf und bleibt dann dunkel.

Bei gesperrtem Thyristor entlädt sich der Kondensator C2 über den Widerstand R3. Wird der Taster gedrückt, erhält das Gate über den Kondensator C1 einen positiven Spannungstoß, der den Thyristor zünden läßt. Da jetzt ein Strom durch den Thyristor fließt, kann sich der Kondensator C2 aufladen. Ist der Kondensator geladen, fließt nur noch ein geringer Strom über R3, so daß der Spannungsabfall über die Anoden-Katoden-Strecke des Thyristors zu klein wird.

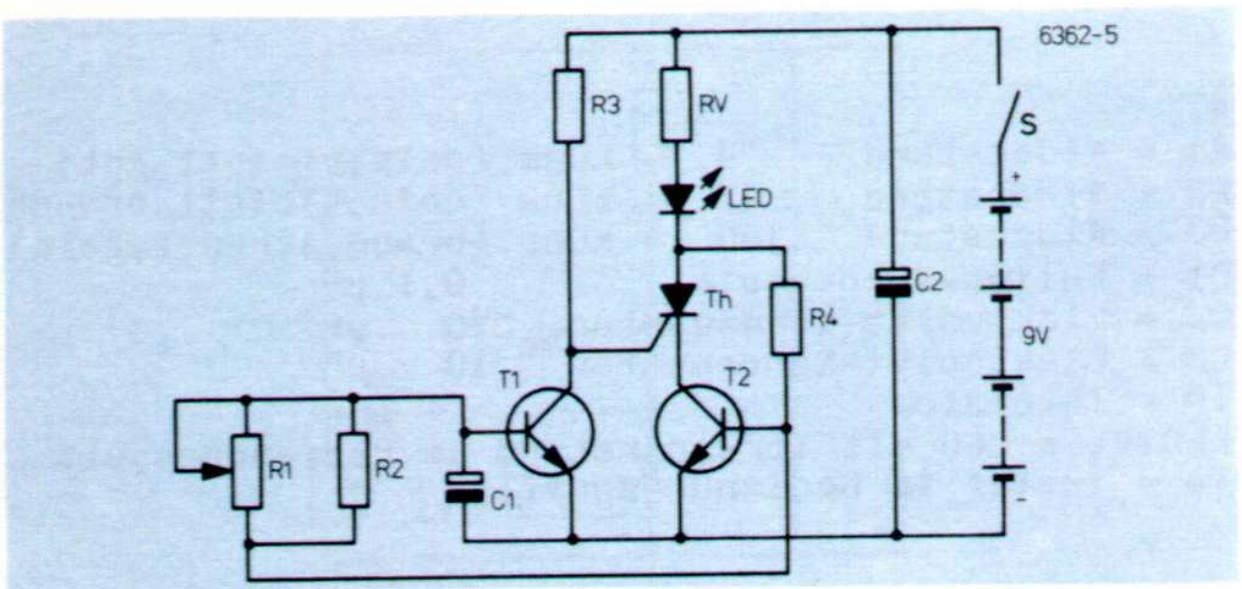
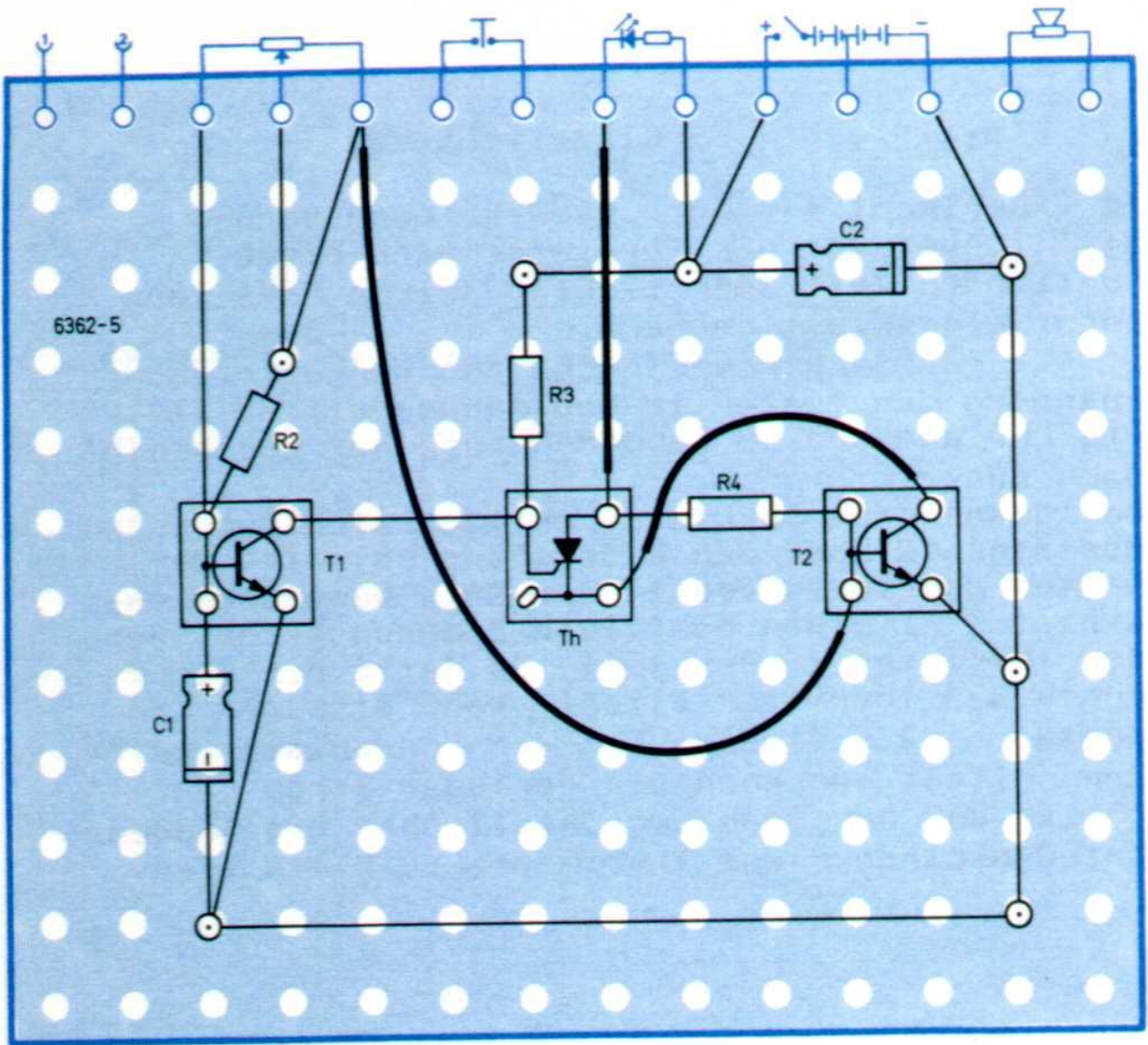
4.

R1 = Widerstand	4,7	kOhm	(gelb, violett, rot)
R2 = Widerstand	47	kOhm	(gelb, violett, orange)
R3 = Widerstand	100	kOhm	(braun, schwarz, gelb)
C1 = Folien-Kondensator	0,1	μF	
C2 = Elektrolyt-Kondensator	220	μF	
C3 = Elektrolyt-Kondensator	10	μF	
Th = Thyristor			

LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult

Ta = Taster im Bedienungspult

5. Warnblitz-Automat



5. Warnblitz-Automat

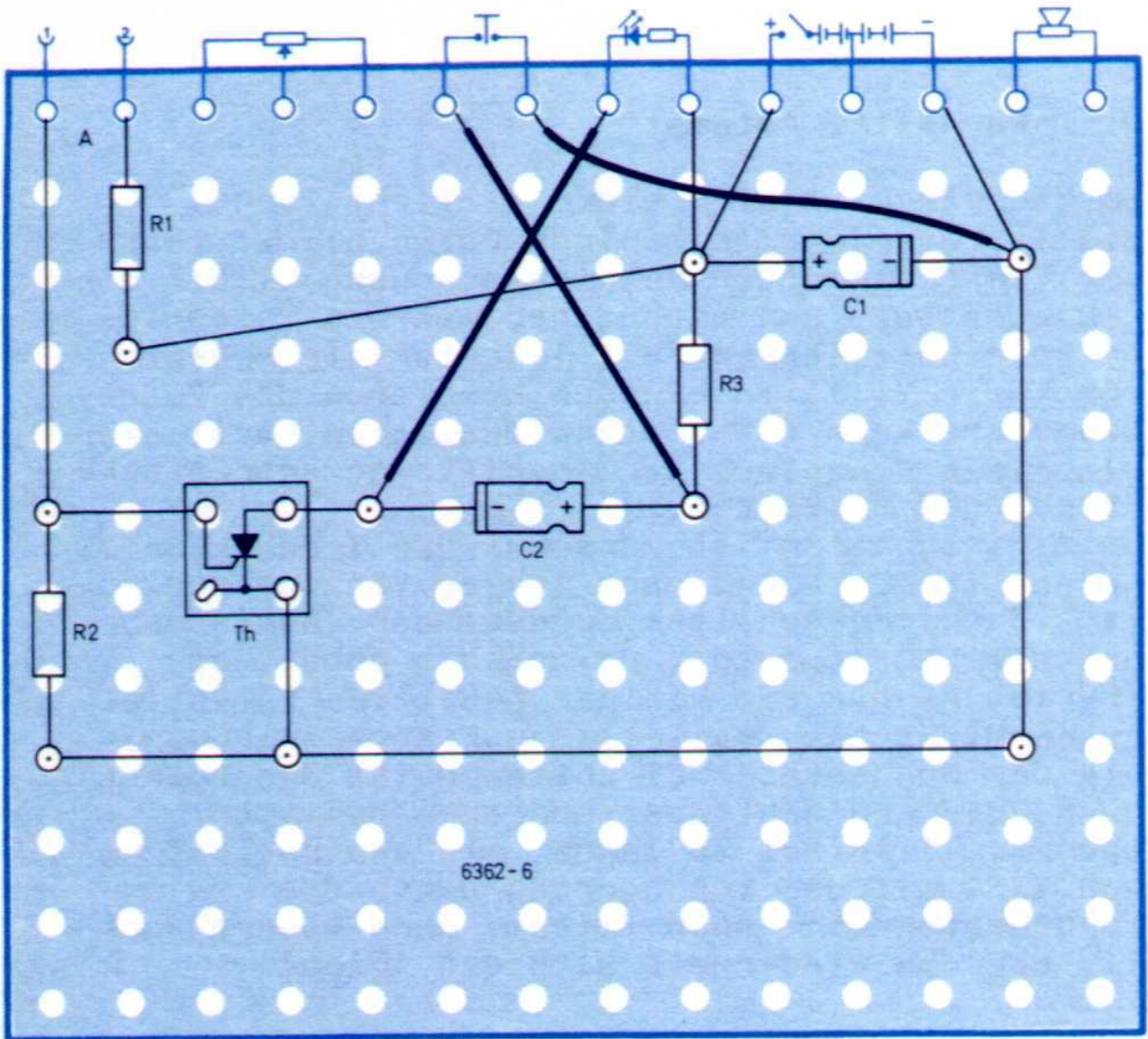
Im Experiment 5 wird ein Blitzlicht vorgestellt, das in regelmäßiger Folge blinkt. Nach dem Einschalten der Betriebsspannung blitzt die LED kurz auf, und nach einer mit dem Potentiometer einstellbaren Zeit leuchtet sie erneut für kurze Zeit. In einigen Bereichen des Potentiometers kann das Blitzen aussetzen, weil die einzelnen Exemplare der Thyristoren sehr starke Streuungen aufweisen.

Beim Einschalten ist zunächst der Transistor T1 gesperrt, T2 leitet nach kurzer Verzögerung. Ist T2 durchgeschaltet, zündet der Thyristor, und die LED leuchtet. Da nun die Anode des Thyristors nur ein kleines positives Potential gegen Minus hat, leitet T2 nur noch so lange, bis der Kondensator C1 entladen ist und sperrt dann. Die LED geht aus, und der Thyristor sperrt. T1 leitet so lange, wie der Basisstrom von T2 - mit der Verzögerung durch den Kondensator C1 - noch fließt. Dann sperrt auch T1, und nun wiederholt sich der Ablauf.

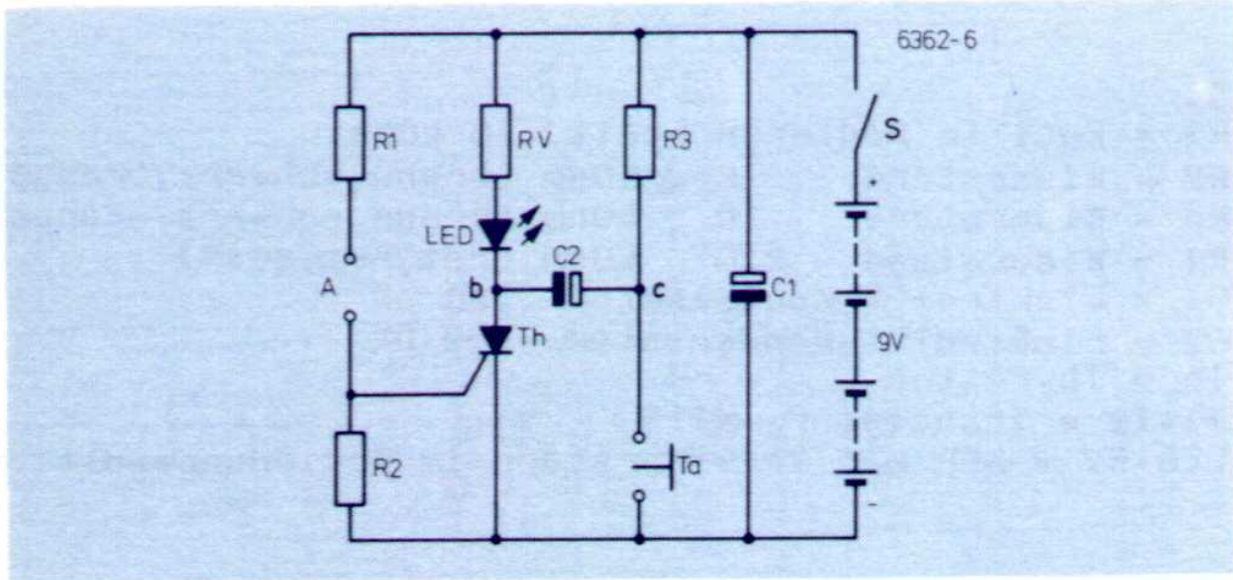
5.

- R1 = Poti im Bedienungspult, 10 kOhm
- R2 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)
- R3 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)
- R4 = Widerstand 220 kOhm (rot, rot, gelb)
- C1 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F
- C2 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F
- Th = Thyristor
- T1+T2 = Transistor, weiß
- LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult

6. Löschen des Thyristors



6362-6



6362-6

6. Löschen des Thyristors

Im Experiment 4 wurde gezeigt, wie ein Thyristor durch Verringerung der Spannung gelöscht werden kann. In diesem Experiment 6 wird eine andere Möglichkeit vorgestellt, den Thyristor zu löschen.

Werden nach dem Aufbau die Klemmen A kurzzeitig mit einem Draht überbrückt, zündet der Thyristor. Dann leuchtet die LED. Jetzt wird der Kondensator C2 so geladen, daß positive Spannung am Punkt c liegt. Durch das Drücken des Tasters im Bedienungspult liegt der Punkt c an der Katode, und der Punkt b - die Anode des Thyristors - ist negativ gegenüber der Katode. Dadurch sperrt der Thyristor.

Eine solche Schaltung wird für die Umrichter in Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlagen benutzt. Denn nur Gleichstrom läßt sich über Entfernungen von mehr als 1000 km übertragen.

6.

R1 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)

R2 = Widerstand 47 kOhm (gelb, violett, orange)

R3 = Widerstand 4,7 kOhm (gelb, violett, rot)

C1 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F

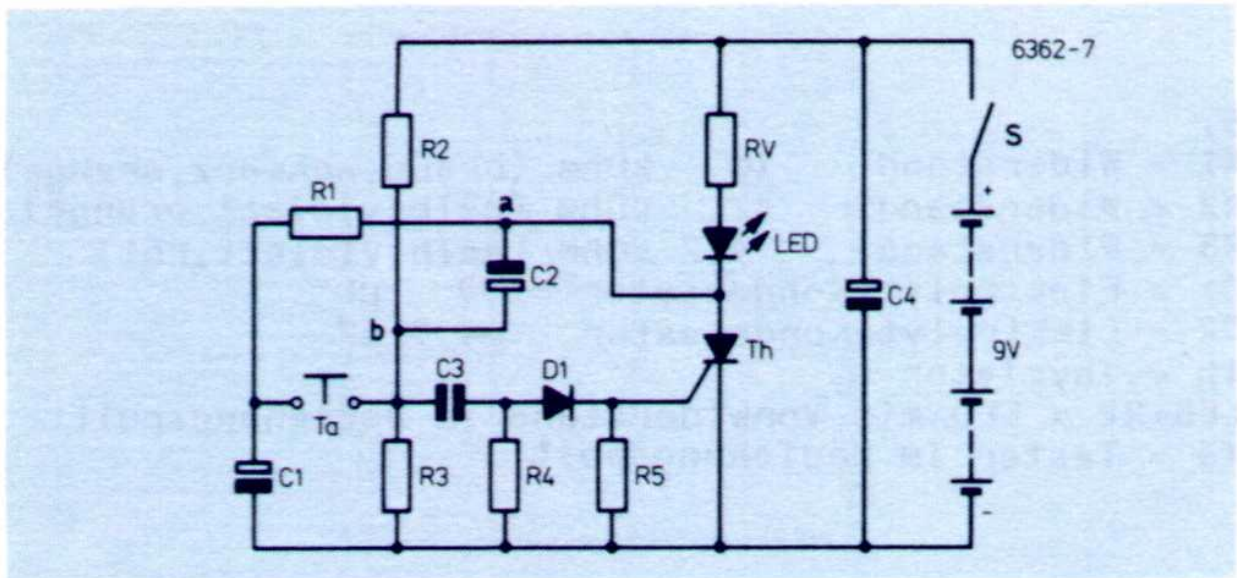
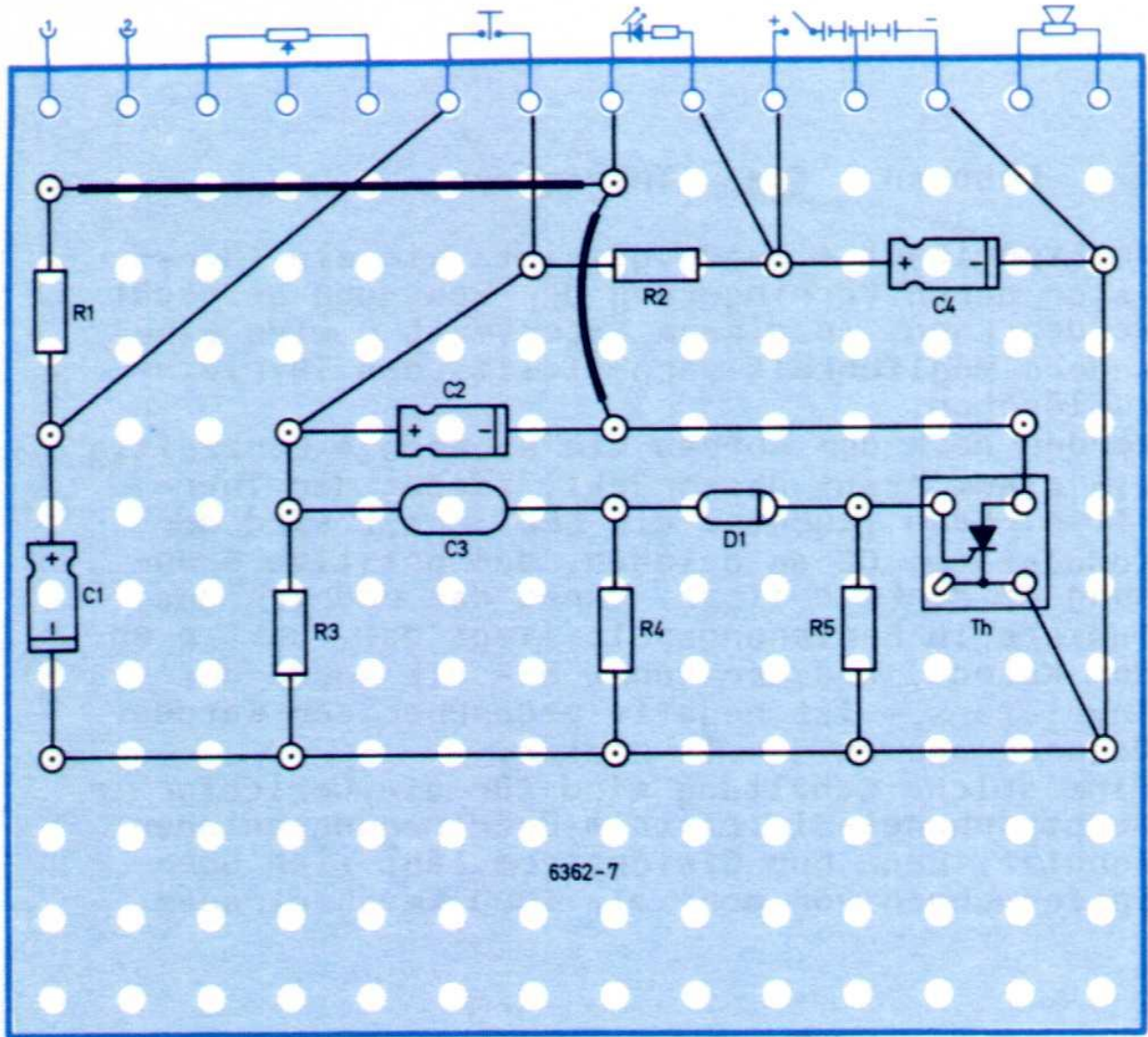
C2 = Elektrolyt-Kondensator 4,7 μ F

Th = Thyristor

LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult

Ta = Taster im Bedienungspult

7. Thyristor-Ein-Ausschalter



7. Thyristor-Ein-Ausschalter

Im Experiment 7 läßt sich der Thyristor mit jedem Druck des Tasters abwechselnd zünden und löschen.

Beim Einschalten ist der Kondensator C1 zunächst nicht geladen. Er lädt sich allerdings langsam über RV, die LED und R1 positiv auf. Beim Betätigen des Tasters Ta gelangt ein positiver Impuls über C3 und D1 auf das Gate des Thyristors. Er zündet, und die LED leuchtet. Da dann an der Anode fast 0 Volt liegen, entlädt sich C1 über R1 auf diesen Wert. Der Pol des Kondensators C2 (Punkt a), der ebenfalls an der Anode liegt, nimmt auch fast 0 V an. Der andere Pol (Punkt b) dagegen führt 4,5 Volt Spannung, da er am Spannungsteiler R2/R3 - beide haben einen Wert von 10 kOhm - liegt. Wenn der Taster gedrückt wird, zieht C1 auch den Mittelpunkt des Spannungsteilers auf 0 Volt. Dadurch stehen an der Anode - 4,5 Volt, und der Thyristor wird gesperrt.

Mit jedem Tastendruck kann also umgeschaltet werden.

7.

R1 = Widerstand	47	kOhm	(gelb, violett, orange)
R2 = Widerstand	10	kOhm	(braun, schwarz, orange)
R3 = Widerstand	10	kOhm	(braun, schwarz, orange)
R4 = Widerstand	4,7	kOhm	(gelb, violett, rot)
R5 = Widerstand	100	kOhm	(braun, schwarz, gelb)
C1 = Elektrolyt-Kondensator	10	μ F	
C2 = Elektrolyt-Kondensator	4,7	μ F	
C3 = Folien-Kondensator	0,22	μ F	
C4 = Elektrolyt-Kondensator	100	μ F	

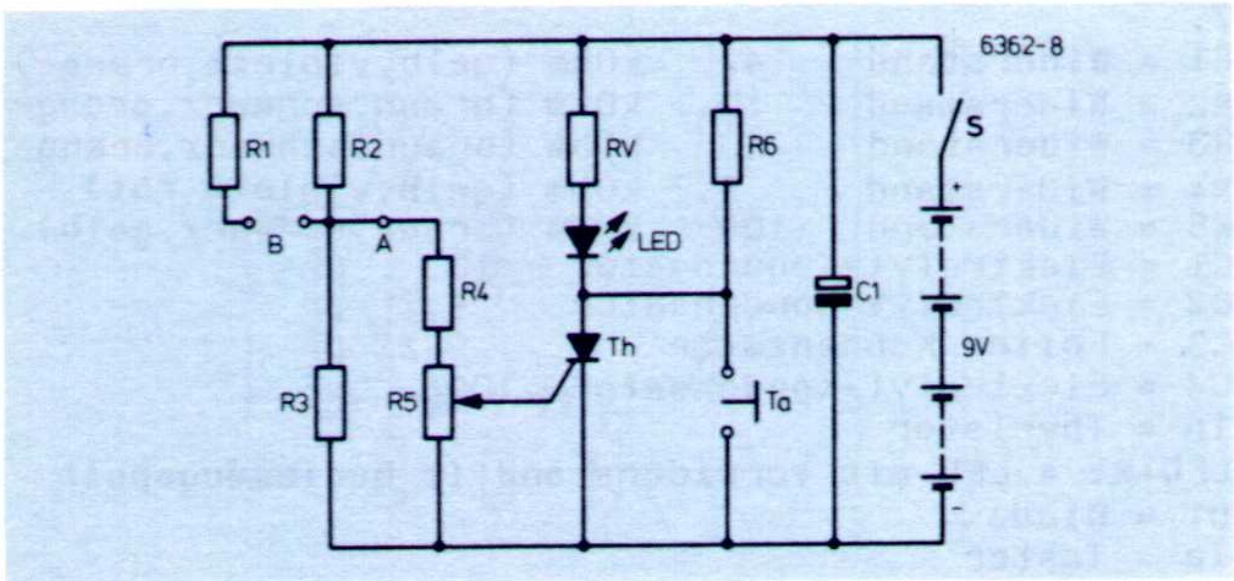
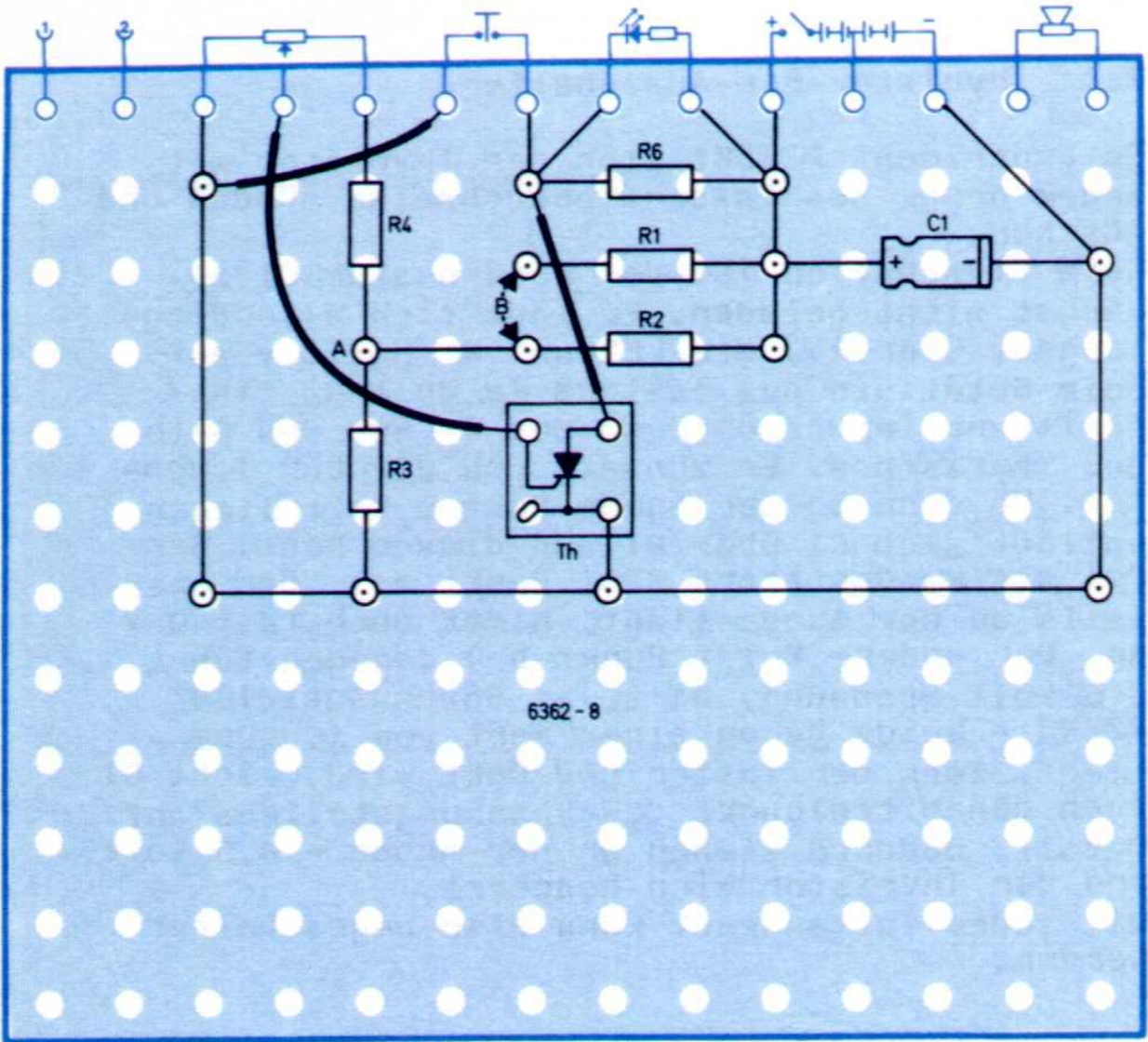
Th = Thyristor

LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult

D1 = Diode

Ta = Taster

8. Grenzwertmelder



8. Grenzwertmelder

In Industrieanlagen werden Produktionsprozesse oft von zentralen Überwachungseinrichtungen gesteuert und kontrolliert. Fühler nehmen die Werte - z.B. den Druck oder die Temperatur - auf und wandeln sie in Spannungen um, die auf Meßgeräten angezeigt werden. Übersteigt ein Wert den Sollwert, wird Alarm gegeben.

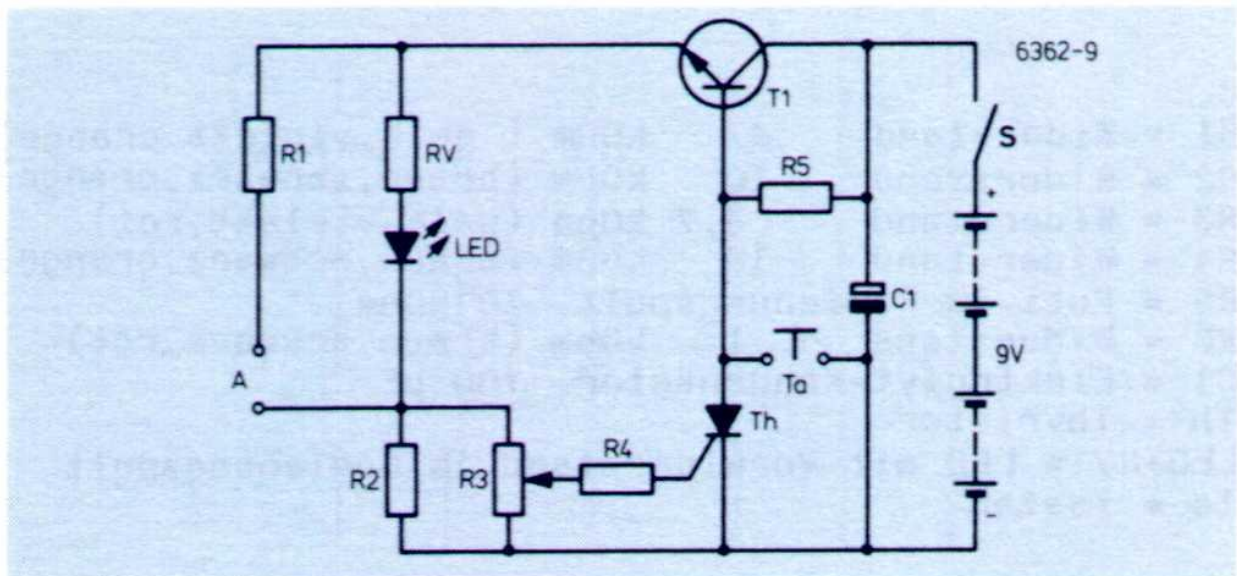
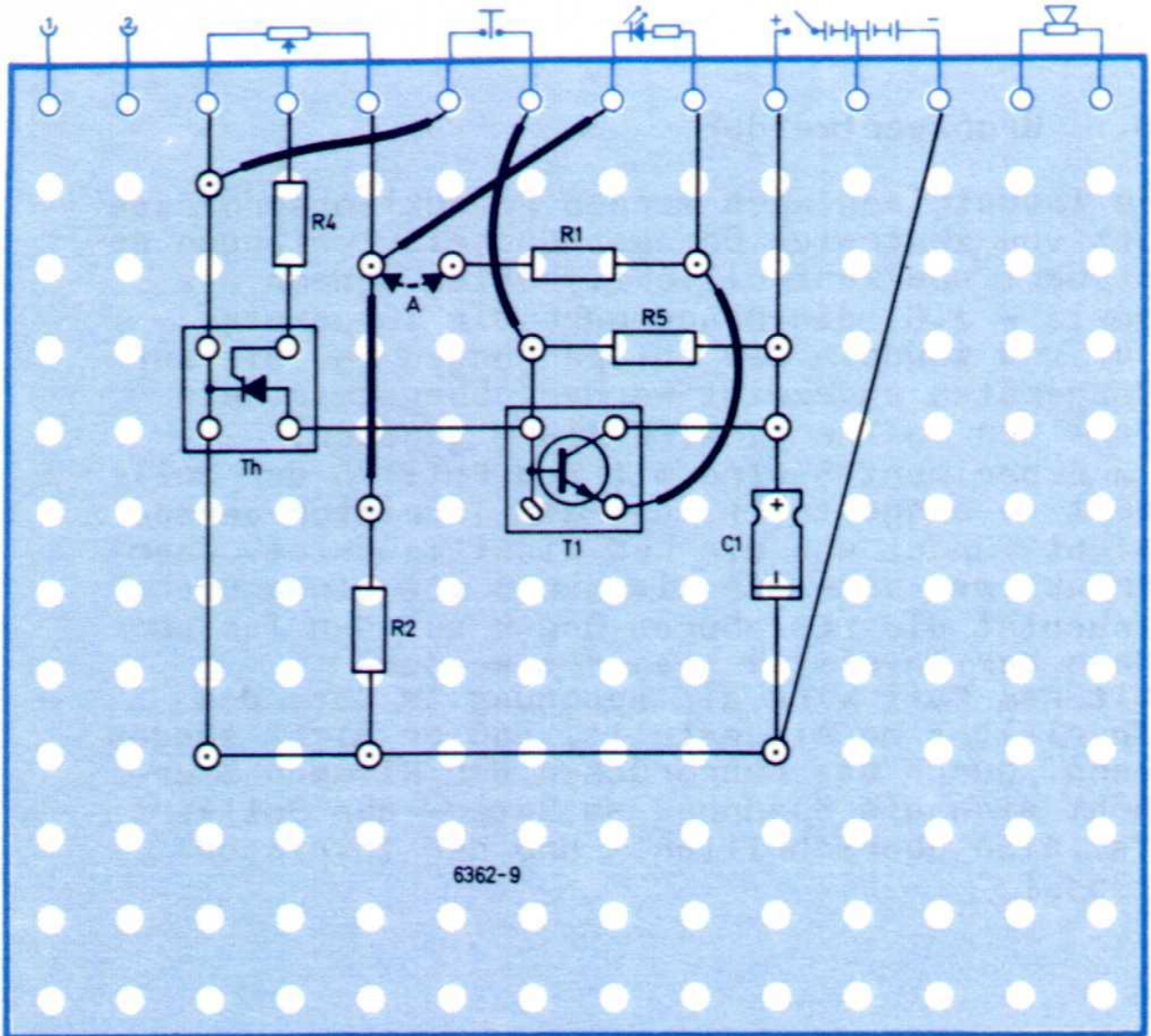
Im Experiment 8 wird mit dem Poti R5 der Sollwert so eingestellt, daß der Thyristor gerade nicht zündet und die LED nicht leuchtet. Überbrückt man dann die Klemmen B mit einem Draht, leuchtet die LED. Durch Druck auf den Taster kann der Thyristor gesperrt werden.

Mit dem Poti wird die Spannung am Gate des Thyristors so eingestellt, daß er nicht zünden kann. Durch das Überbrücken der Klemmen B erhöht sich die Spannung am Gate - der Sollwert ist also überschritten - und der Thyristor zündet.

8.

- R1 = Widerstand 47 kOhm (gelb,violett,orange)
- R2 = Widerstand 10 kOhm (braun,schwarz,orange)
- R3 = Widerstand 4,7 kOhm (gelb,violett,rot)
- R4 = Widerstand 10 kOhm (braun,schwarz,orange)
- R5 = Poti im Bedienungspult, 10 kOhm
- R6 = Widerstand 1 kOhm (braun,schwarz,rot)
- C1 = Elektrolyt-Kondensator 100 µF
- Th = Thyristor
- LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult
- Ta = Taster

9. Überstrom-Schutzschalter



9. Oberstrom-Schutzschalter

Werden z.B. Elektromotoren im Betrieb zu stark belastet, steigt der Strom so sehr an, daß der Motor beschädigt werden kann. Ein Oberstrom-Schutzschalter unterbricht dann den Strom, und der Motor wird gestoppt.

Im Experiment 9 ist ein elektronischer Überstromschalter dargestellt. Die LED stellt den Motor dar, und sie erlischt, wenn der Strom zu groß wird.

Zur Einstellung des zulässigen Stroms muß das Poti langsam von 10 nach 1 heruntergedreht und dabei häufiger der Taster im Bedienungspult gedrückt werden. Es ist richtig eingestellt, wenn die LED ausgeht, sich aber wieder mit dem Taster einschalten läßt. Werden bei leuchtender LED die Klemmen A mit einem Draht überbrückt, erlischt die LED, sie läßt sich aber mit dem Taster erneut einschalten.

Die Kontrolle der Stromstärke erfolgt am Widerstand R2. Er stellt mit RV, R1 und R3 einen Spannungsteiler dar. Die Spannung wird mit dem Poti so eingestellt, daß der Thyristor gerade nicht zündet. Beim Überbrücken der Klemmen A verschiebt sich die Spannung mehr zum positiven, so daß der Thyristor zündet. Dann liegt die Basis des als Emitterfolger geschalteten Transistors über den Thyristor am Minuspol, und T1 sperrt. Nun erlischt die LED.

9.

R1 = Widerstand 1 kOhm (braun, schwarz, rot)

R2 = Widerstand 220 Ohm (rot, rot, braun)

R3 = Poti im Bedienungspult, 10 kOhm

R4 = Widerstand 4,7 kOhm (gelb, violett, rot)

R5 = Widerstand 2,2 kOhm (rot, rot, rot)

C1 = Elektrolyt-Kondensator 100 µF

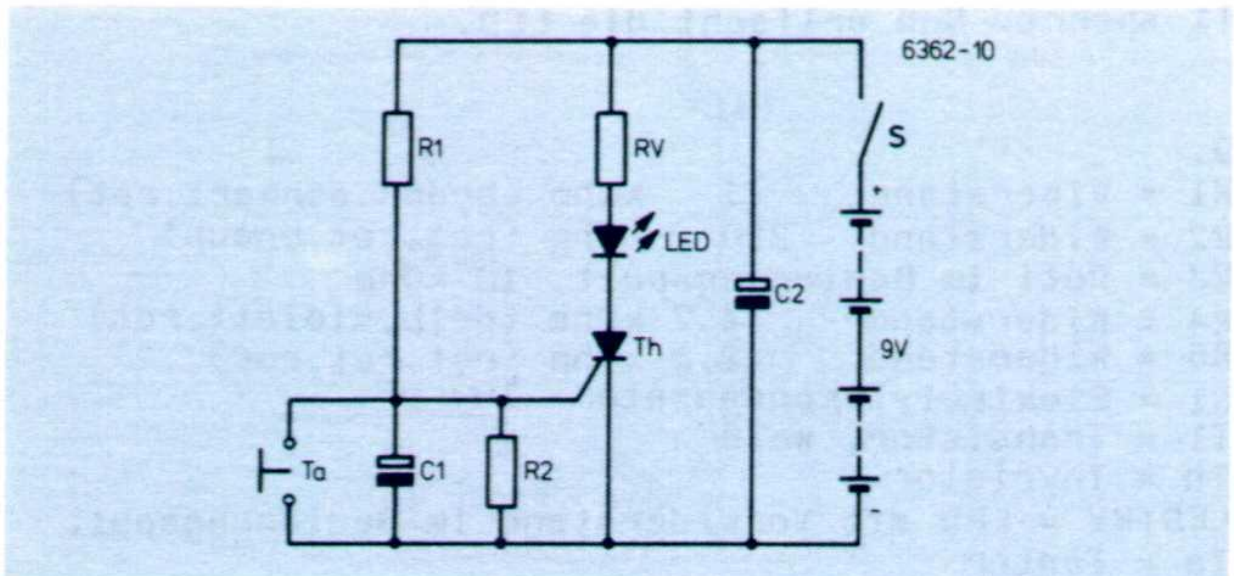
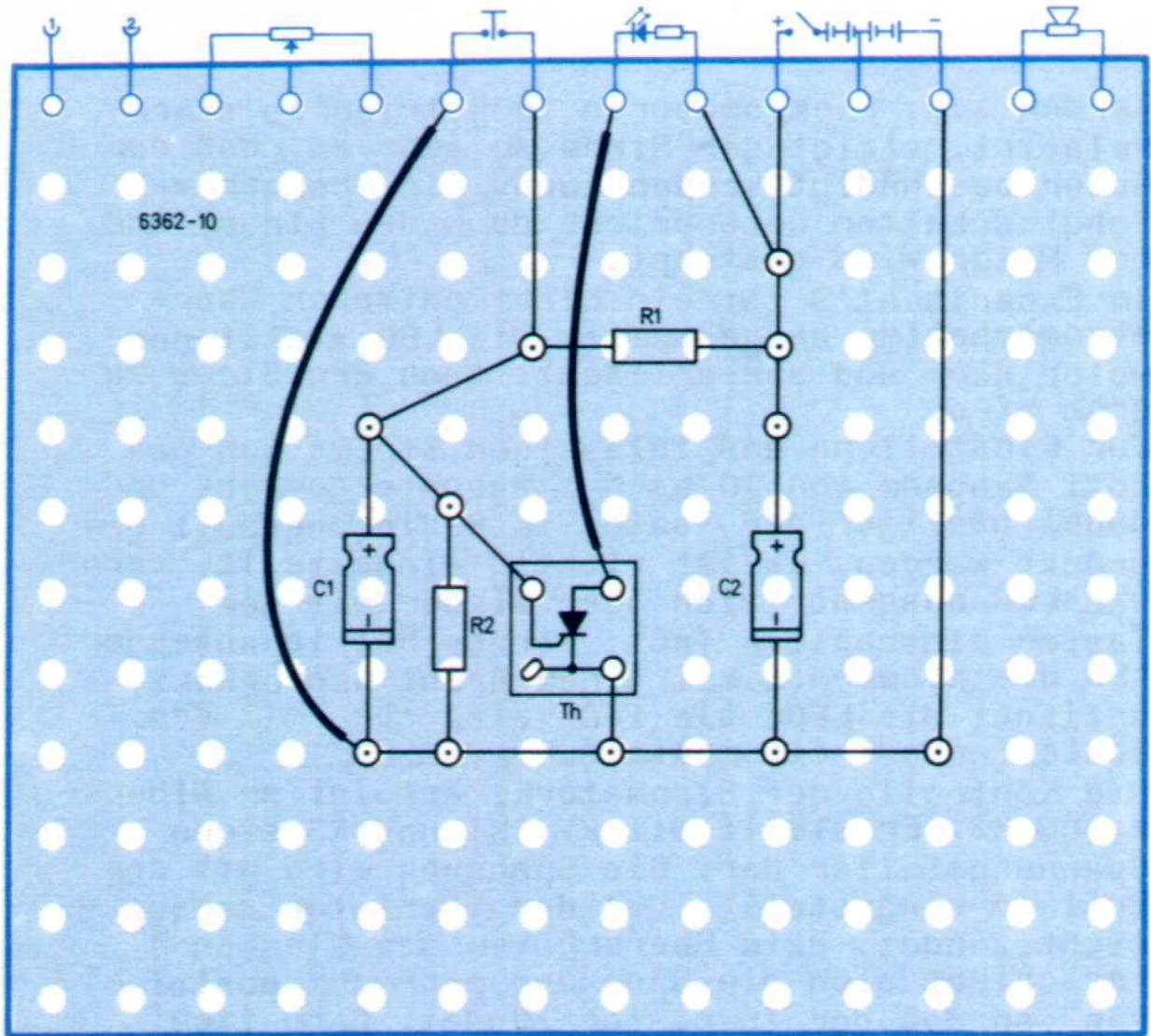
T1 = Transistor, weiß

Th = Thyristor

LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult

Ta = Taster

10. Einschaltverzögerung



10. Einschaltverzögerung

Wenn eine Alarmanlage "scharfgemacht", d.h. eingeschaltet wird, darf sie erst nach einiger Zeit betriebsbereit sein, damit derjenige, der einschaltet, sich noch entfernen kann, ohne daß Alarm ausgelöst wird.

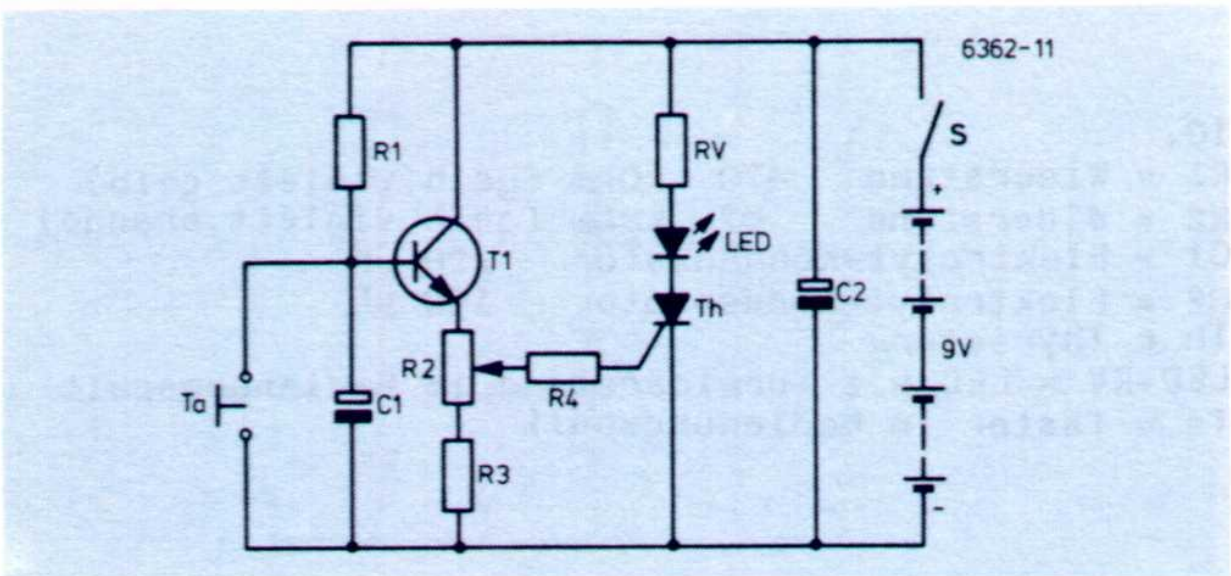
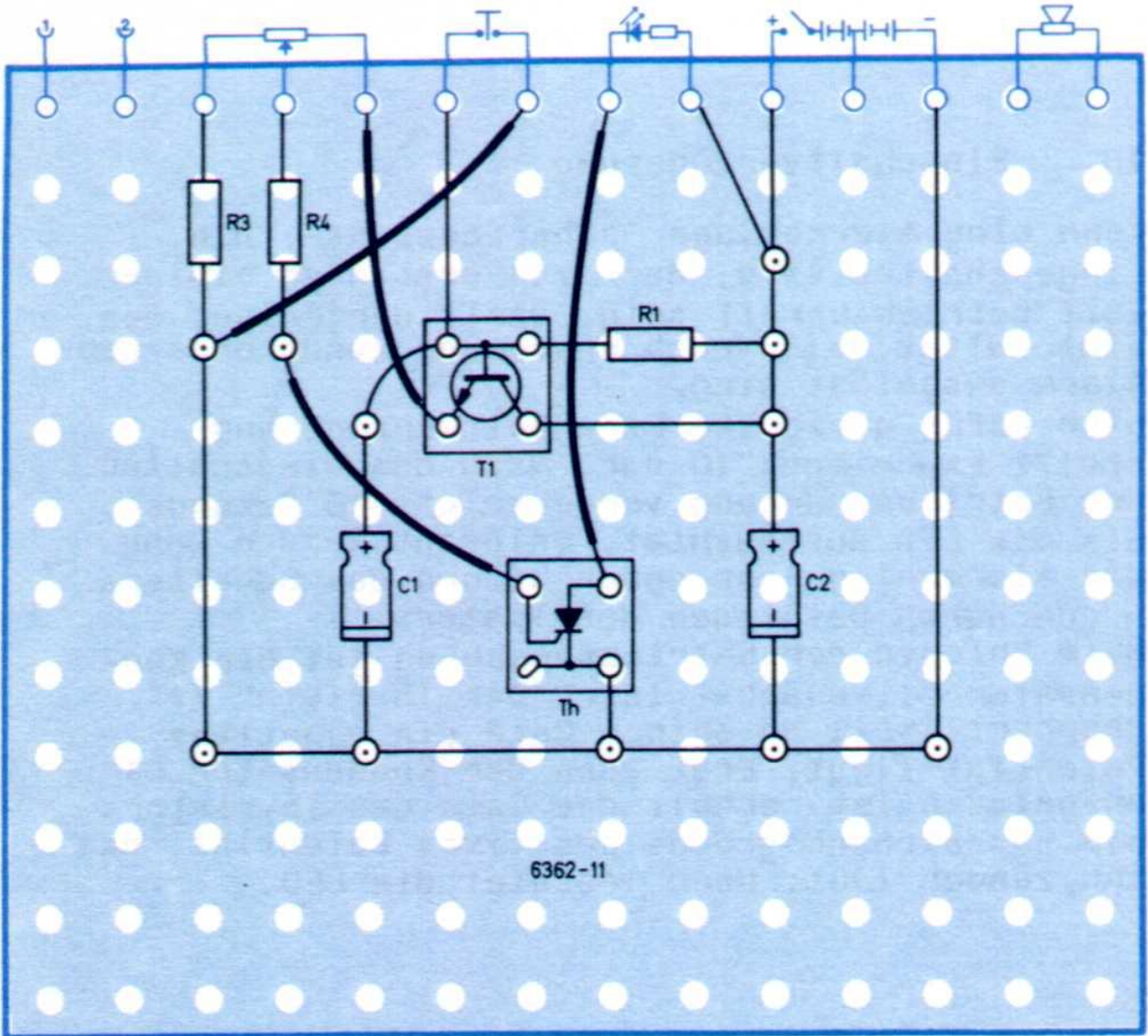
Eine dafür geeignete Einschaltverzögerung stellt Experiment 10 dar. Nach dem Einschalten der Betriebsspannung vergehen etwa 5 Sekunden, bis die LED aufleuchtet. Gelöscht werden kann die Alarmanlage nur durch Öffnen des Schalters S und durch Betätigen des Tasters.

Beim Anlegen der Betriebsspannung ist der Kondensator C1 zunächst leer. Der Thyristor ist gesperrt, weil an seinem Gate ein negatives Potential liegt. Erst wenn der Kondensator C1 aufgeladen ist, erhält das Gate des Thyristors ein ausreichend großes positives Potential, das ihn zünden läßt. Dann leuchtet die LED.

10.

R1 = Widerstand 470 k Ω m (gelb, violett, gelb)
 R2 = Widerstand 47 k Ω m (gelb, violett, orange)
 C1 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F
 C2 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F
 Th = Thyristor
 LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult
 Ta = Taster im Bedienungspult

11. Einstellbare Einschaltverzögerung



11. Einstellbare Einschaltverzögerung

Das Experiment 11 stellt eine Schaltung dar, mit der die Verzögerung bis zum Aufleuchten der LED eingestellt werden kann.

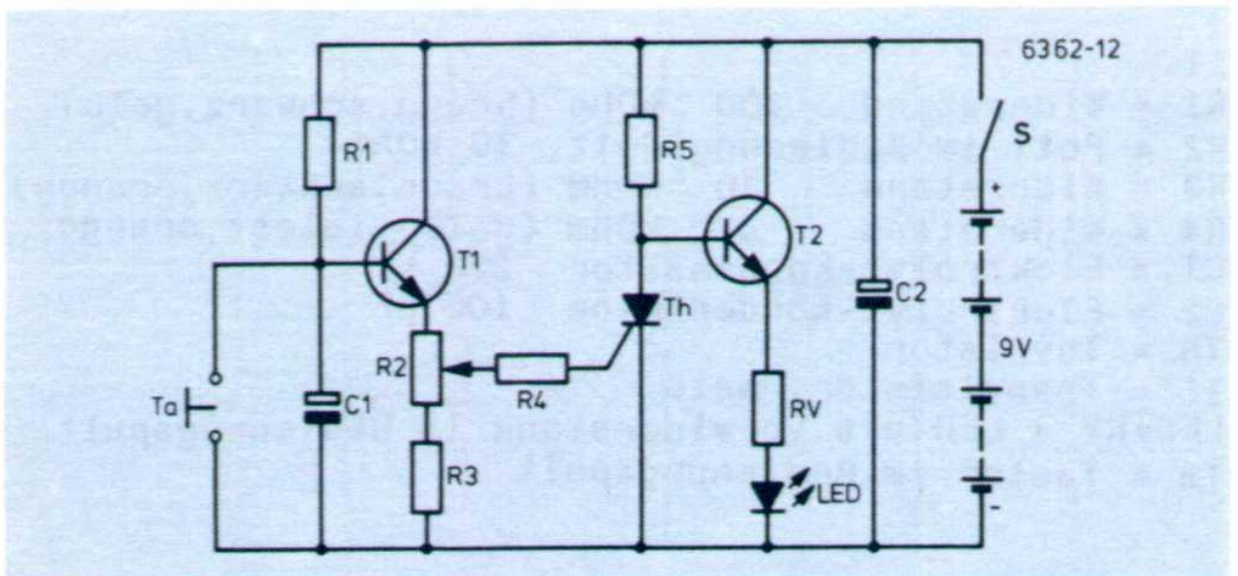
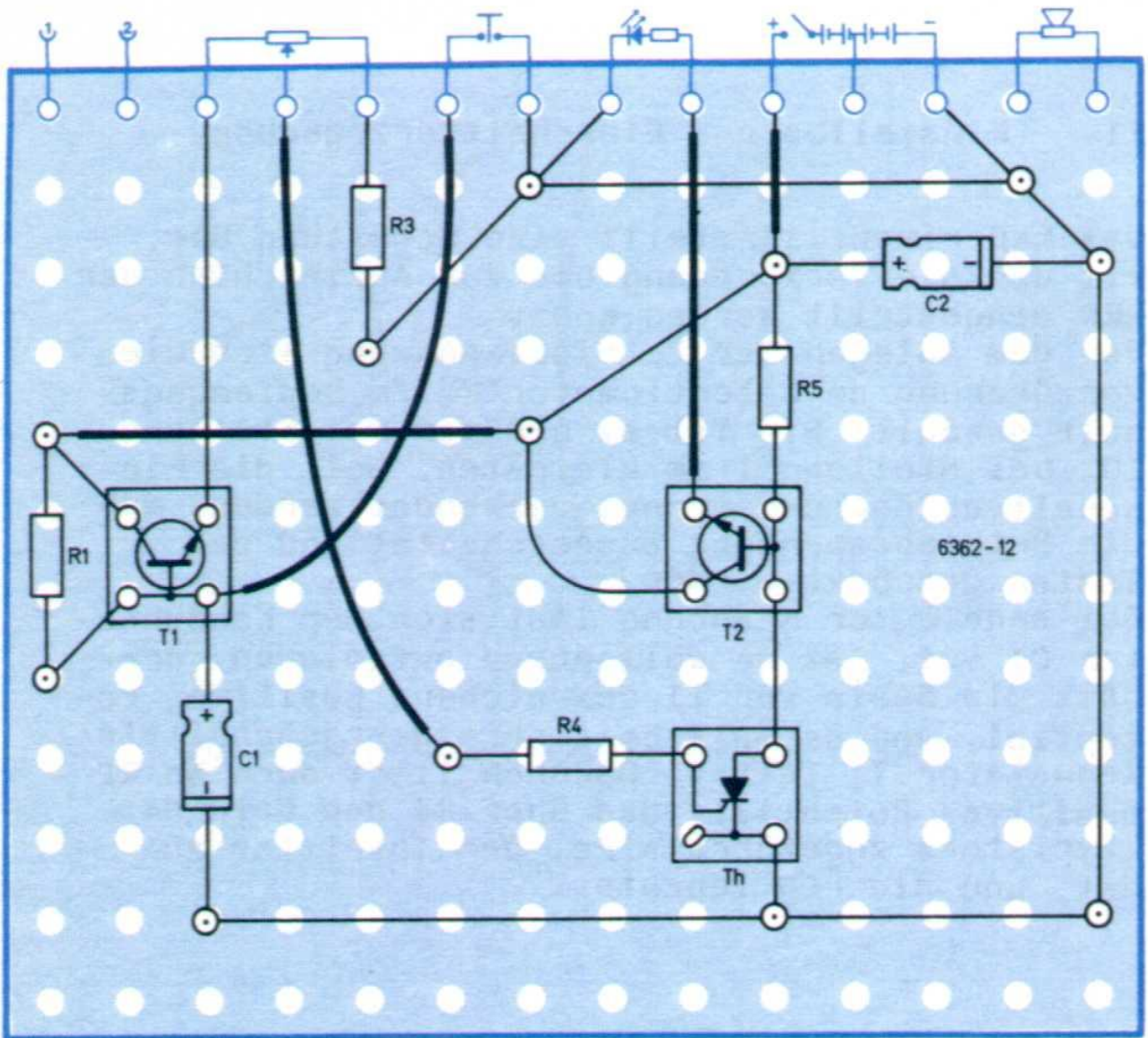
Vor dem Anlegen der Betriebsspannung wird die Verzögerung am Potentiometer R2 im Bedienungspult gewählt. Sie ist am größten bei Stellung 10, bei Stellung 1 am kleinsten. Soll die Einschaltverzögerung erneut verwendet werden, muß die Betriebsspannung ausgeschaltet und der Taster gedrückt werden.

Bei angelegter Spannung lädt sich der Kondensator C1 auf. Ist er weitgehend aufgeladen, erhält die Basis von T1 ausreichend positives Potential, und der als Emitterfolger geschaltete Transistor T1 leitet. Dadurch liegt auch an R2 positives Potential, das über R4 dem Gate des Thyristors zugeführt wird. Der Thyristor zündet, und die LED leuchtet.

11.

- R1 = Widerstand 100 kOhm (braun, schwarz, gelb)
- R2 = Poti im Bedienungspult, 10 kOhm
- R3 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)
- R4 = Widerstand 47 kOhm (gelb, violett, orange)
- C1 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F
- C2 = Elektrolyt-kondensator 100 μ F
- Th = Thyristor
- T1 = Transistor, weiß
- LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult
- Ta = Taster im Bedienungspult

12. Einstellbare Ausschaltverzögerung



12. Einstellbare Ausschaltverzögerung

Thyristoren können auch verwendet werden, wenn man elektrische Verbraucher mit Verzögerung ausschalten will. Mit dem Experiment 12 läßt sich eine solche Ausschaltverzögerung ausführen.

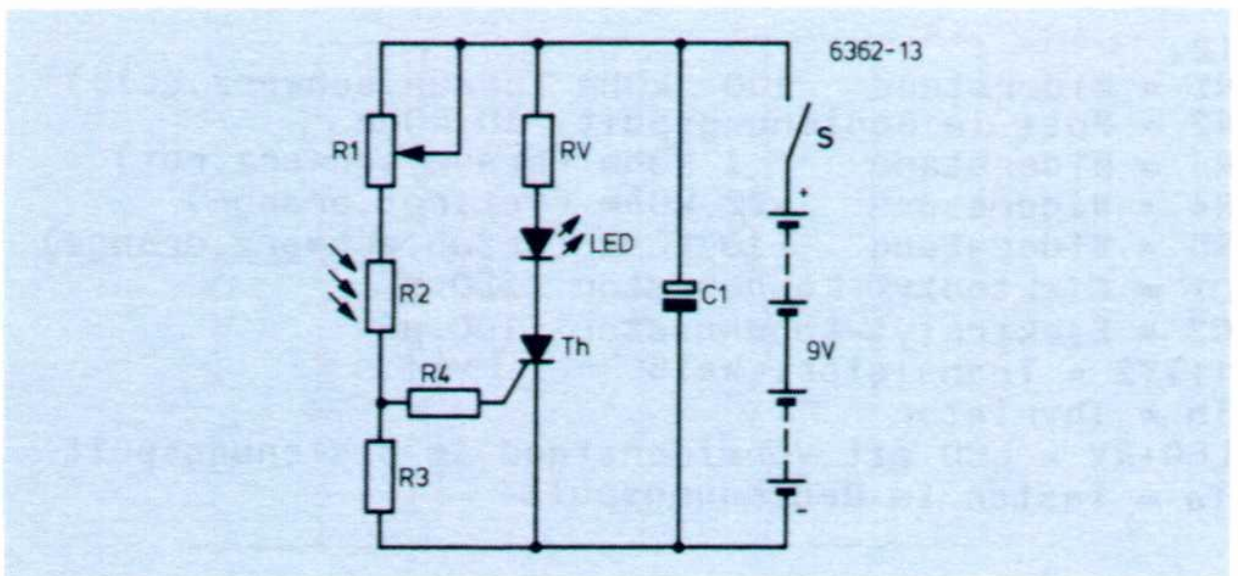
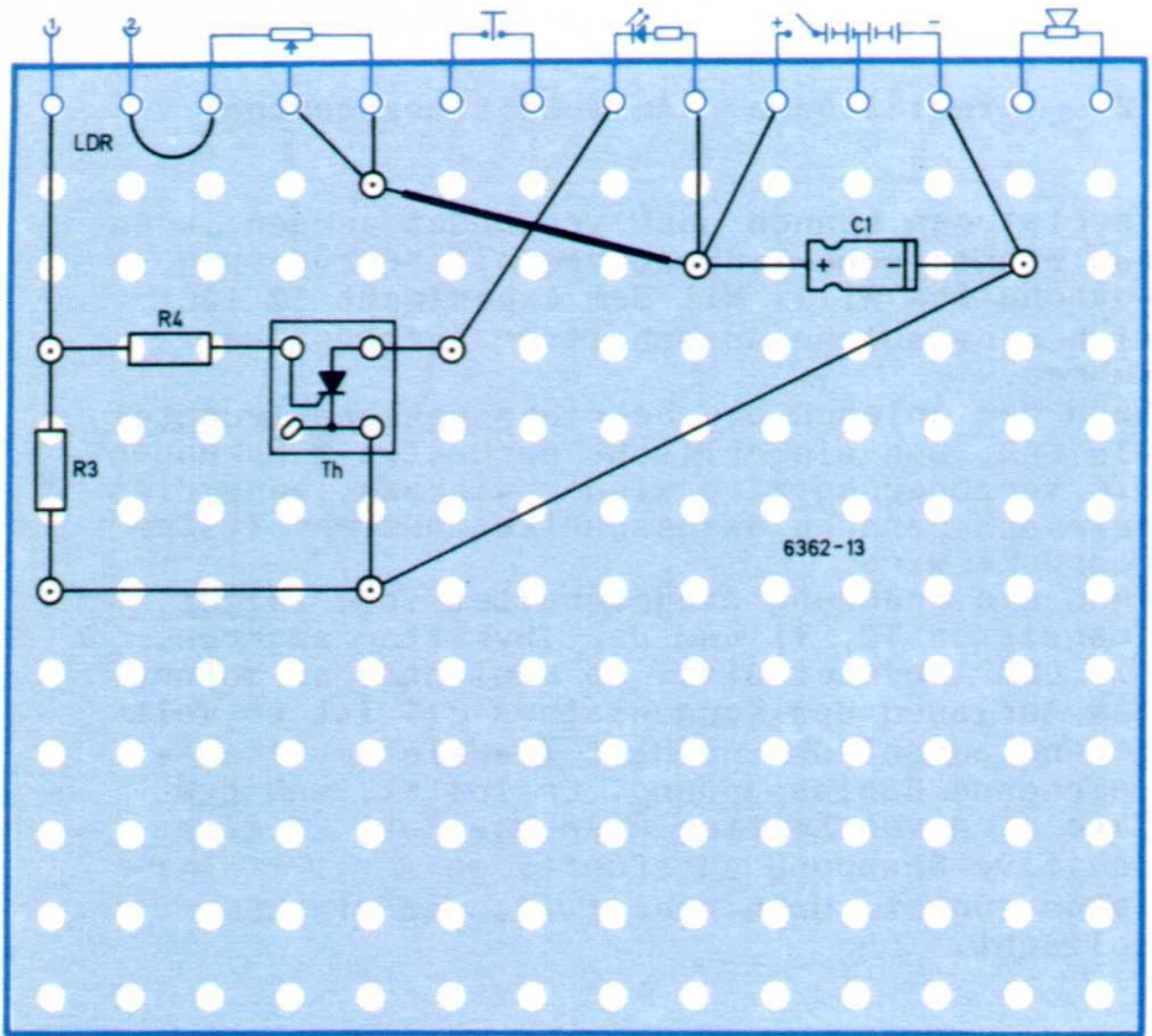
Nach dem Anlegen der Betriebsspannung leuchtet die LED, und sie erlischt nach etwa 5 Sekunden. Die Verzögerung wird wieder wirksam, wenn die Betriebsspannung ausgeschaltet und der Taster gedrückt wird.

Wenn die Spannung eingeschaltet ist, leitet Transistor T2, T1 und der Thyristor sperren. Die LED leuchtet also. Es beginnt aber sofort das Aufladen des Kondensators C1. Ist er weitgehend aufgeladen, erhält Transistor T1 ausreichende Basisspannung. Er leitet, und dem Gate wird vom Emitter über das Poti R2 eine positive Spannung zugeführt, so daß der Thyristor zündet. Dann sperrt T2, und die LED erlischt.

12.

R1 = Widerstand 100 kOhm (braun, schwarz, gelb)
 R2 = Poti im Bedienungspult, 10 kOhm
 R3 = Widerstand 1 kOhm (braun, schwarz, rot)
 R4 = Widerstand 22 kOhm (rot, rot, orange)
 R5 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)
 C1 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F
 C2 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F
 T1+T2 = Transistor, weiß
 Th = Thyristor
 LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult
 Ta = Taster im Bedienungspult

13. Lichtwarngerät



13. Lichtwarngerät

Mit der Schaltung nach Experiment 13 kann selbst kurzzeitiger Lichteinfall auf einen LDR nachgewiesen werden. Das bedeutet, daß ein einmaliger Lichteinfall so lange angezeigt wird, bis man die Betriebsspannung ausschaltet.

Die Spannung für das Experiment darf erst eingeschaltet werden, wenn der LDR abgedunkelt ist. Fällt dann Licht auf den LDR, leuchtet die LED auf. Sie kann nur dadurch gelöscht werden, daß die Spannung ausgeschaltet wird. Bei welcher Helligkeit die LED aufleuchten soll, kann mit dem Poti im Bedienungspult eingestellt werden.

Der LDR stellt mit dem Poti R1 und dem Widerstand R3 einen Spannungsteiler dar. Bei abgedunkeltem LDR ist sein Widerstand so groß, daß das Gate keine positive Spannung erhalten kann. Verringert sich bei Lichteinfall der Widerstand des LDR, erhält das Gate des Thyristors eine positive Spannung. Der Thyristor zündet, und die LED leuchtet. Auch wenn der LDR wieder abgedunkelt wird, bleibt der Thyristor leitend.

13.

R1 = Poti im Bedienungspult, 10 kOhm

R2 = LDR

R3 = Widerstand 1 kOhm (braun, schwarz, rot)

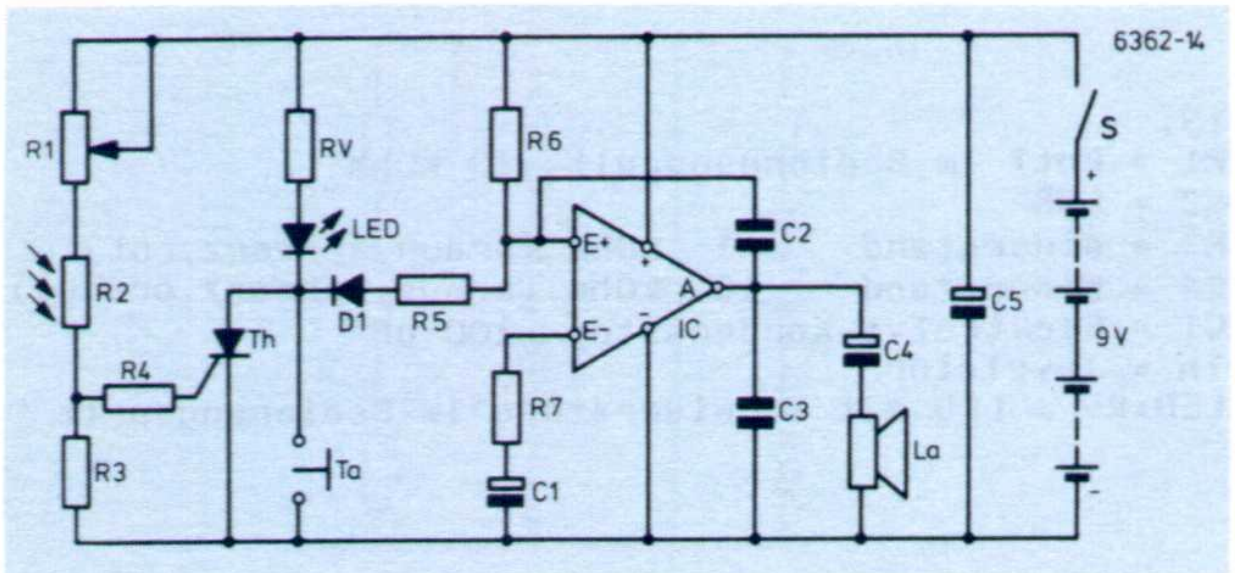
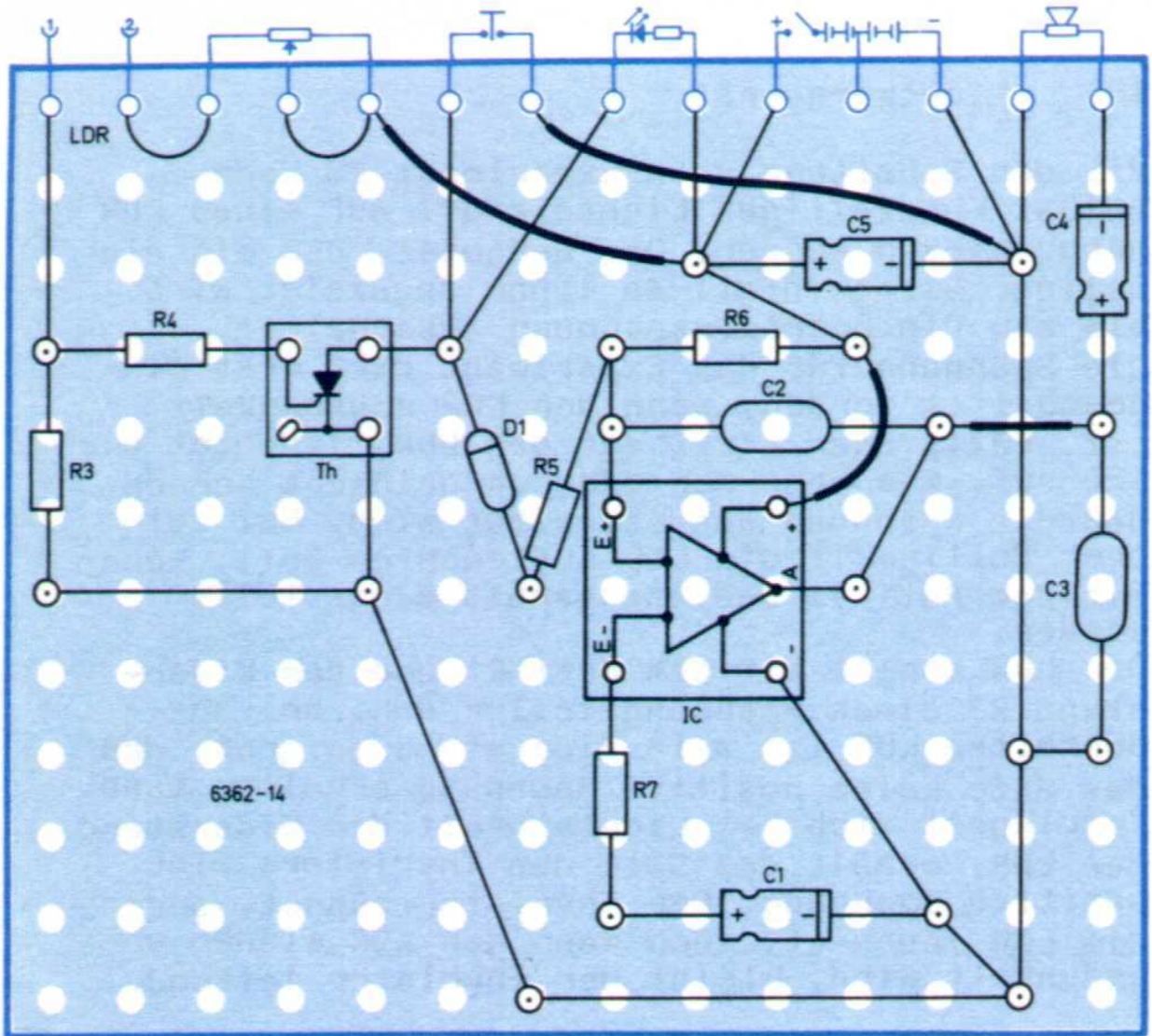
R4 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)

C1 = Elektrolyt-Kondensator 100 µF

Th = Thyristor

LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult

14. Akustischer Lichtmelder



14. Akustischer Lichtmelder

Dort, wo ein plötzlicher Lichteinfall großen Schaden verursachen kann, reicht die optische Anzeige als Warnung häufig nicht. Dann muß zusätzlich akustisch gewarnt werden. Das geschieht auch mit dieser Schaltung nach Experiment 14.

Wenn nach dem Einschalten der Betriebsspannung Licht auf den LDR fällt, ertönt ein akustisches Signal. Mit dem Taster kann die Schaltung erneut betriebsbereit gemacht werden.

Auch in dieser Schaltung stellt der LDR mit dem Poti R1 und dem Widerstand R3 einen Spannungsteiler dar, über den bei Lichteinfall positive Spannung auf das Gate des Thyristors gelangt. Wenn er zündet, leuchtet die LED, und über die Diode D1 und R5 gelangt ein 0-Signal auf den Eingang E+ des als astabilen Multivibrator geschalteten IC. Jetzt beginnt der Multivibrator zu schwingen, und es ertönt ein Warnton. Durch das Drücken des Tasters wird der Thyristor gesperrt. Beim Loslassen des Tasters erlischt die LED, und der Warnton bricht ab.

14.

R1 = Poti im Bedienungspult, 10 kOhm

R2 = LDR

R3 = Widerstand 1 kOhm (braun, schwarz, rot)

R4 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)

R5 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)

R6 = Widerstand 100 kOhm (braun, schwarz, gelb)

R7 = Widerstand 22 kOhm (rot, rot, orange)

C1 = Elektrolyt-Kondensator 4,7 μ FC2 = Folien-Kondensator 0,22 μ FC3 = Folien-Kondensator 0,1 μ FC4 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ FC5 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F

IC = Integrierter Schaltkreis, weiß

Th = Thyristor

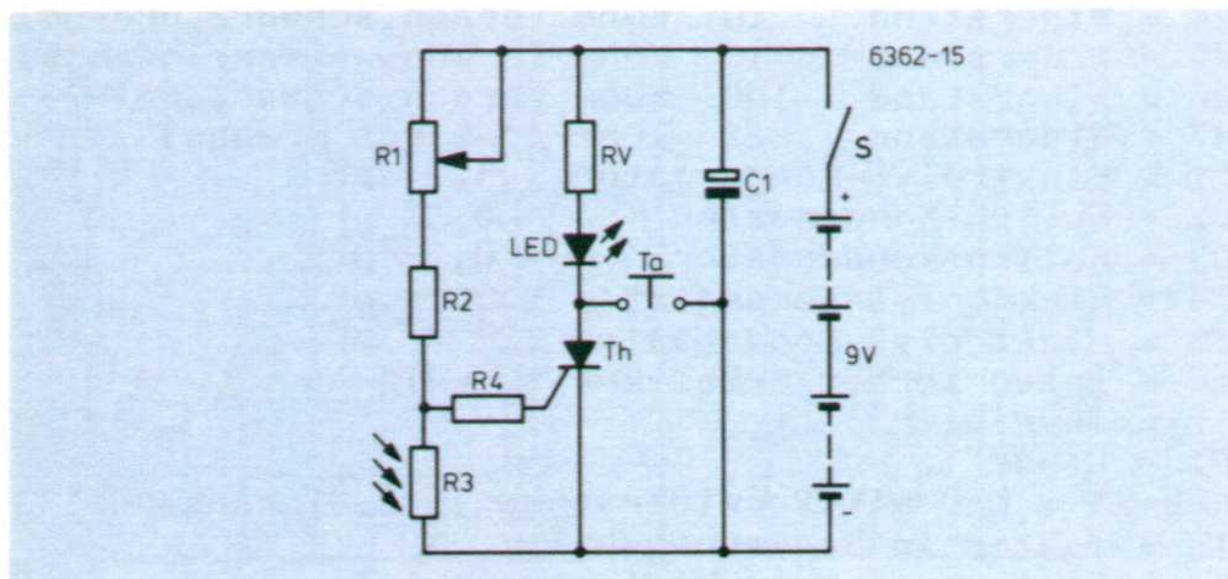
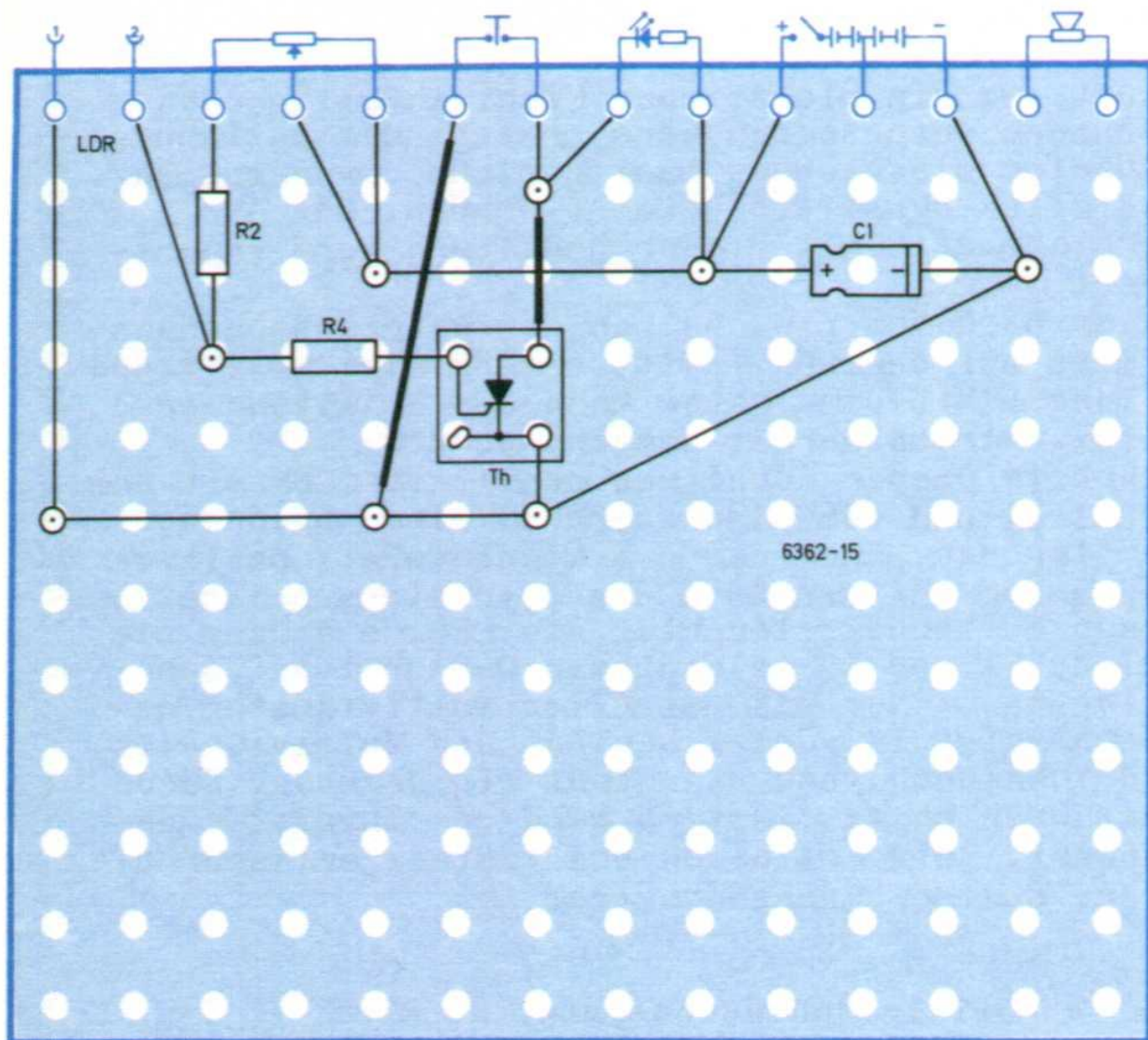
D1 = Diode

LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult

Ta = Taster im Bedienungspult

La = Lautsprecher im Bedienungspult

15. Lampenkontrolle



15. Lampenkontrolle

Ausfallende Lampen können eine große Gefahr bedeuten, vor allem dort, wo dann z.B. Treppen nicht beleuchtet sind. Mit dieser Schaltung nach Experiment 15 läßt sich die Funktion einer Lampe überwachen.

Beim Anlegen der Betriebsspannung muß Licht auf den LDR fallen, und danach kann er z.B. mit der Hand abgedunkelt werden. Bei welcher Resthelligkeit die LED aufleuchten soll, läßt sich mit dem Poti R1 einstellen. Durch Druck auf den Taster kann die Schaltung nach dem Ansprechen erneut betriebsbereit gemacht werden.

Das Poti R1 und die Widerstände R2 und R3 stellen einen Spannungsteiler dar. Bei abgedunkeltem LDR steigt sein Widerstand beträchtlich an, sodaß das Gate des Thyristors eine positive Spannung erhält. Der Thyristor zündet, und die LED leuchtet.

15.

R1 = Poti im Bedienungspult, 10 kOhm

R2 = Widerstand 100 kOhm (braun, schwarz, gelb)

R3 = LDR

R4 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)

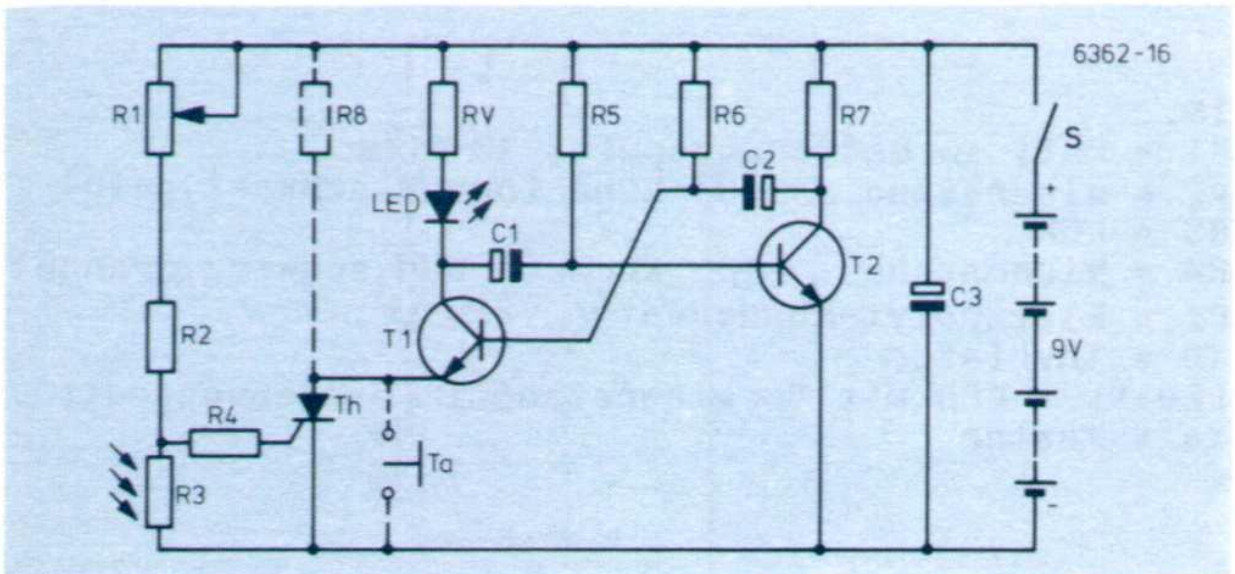
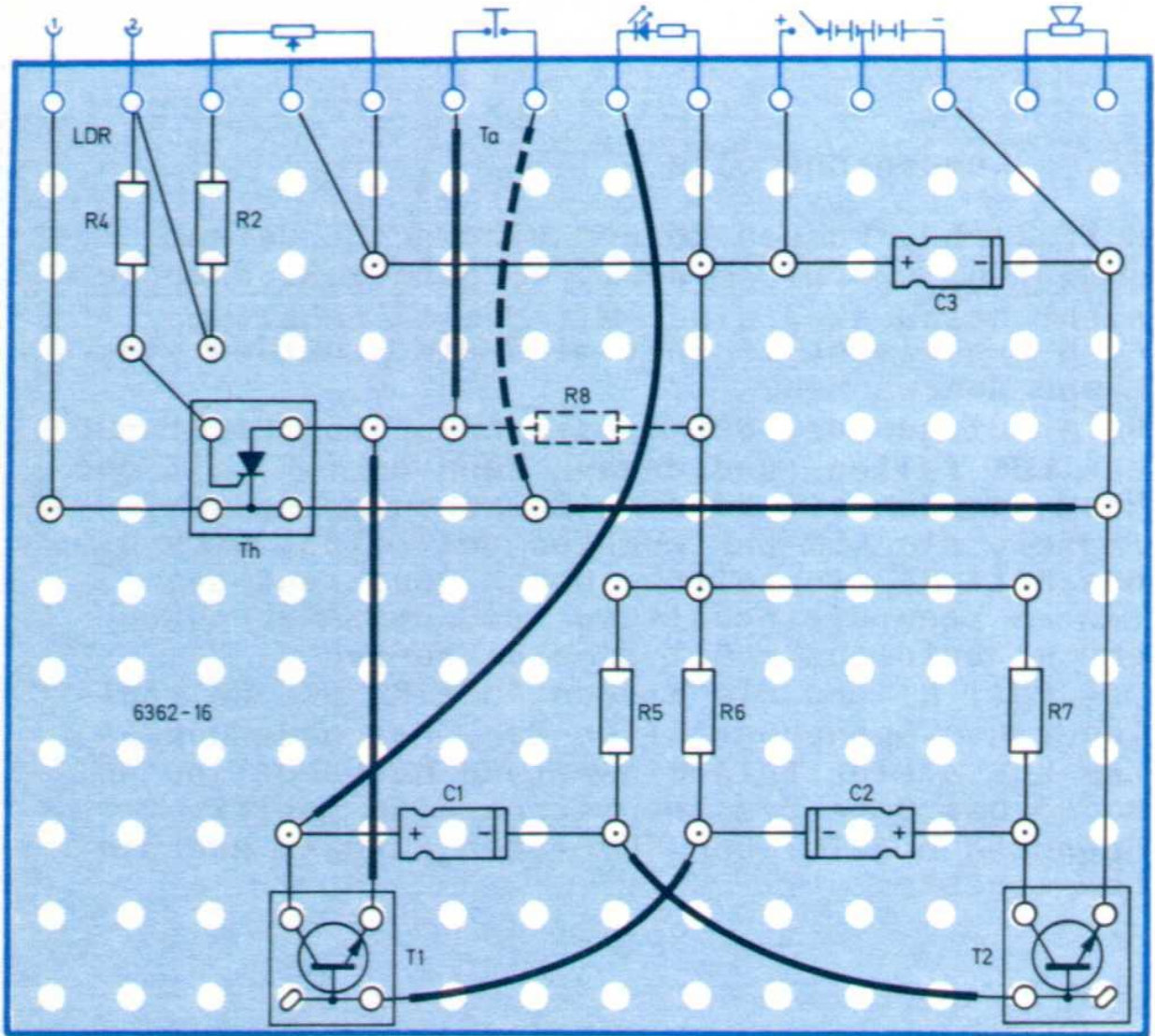
C1 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F

Th = Thyristor

LED+RV = LED mit Vorwiderstand i. Bedienungspult

Ta = Taster

16. Lichtwarn-Blitz



16. Lichtwarn-Blitz

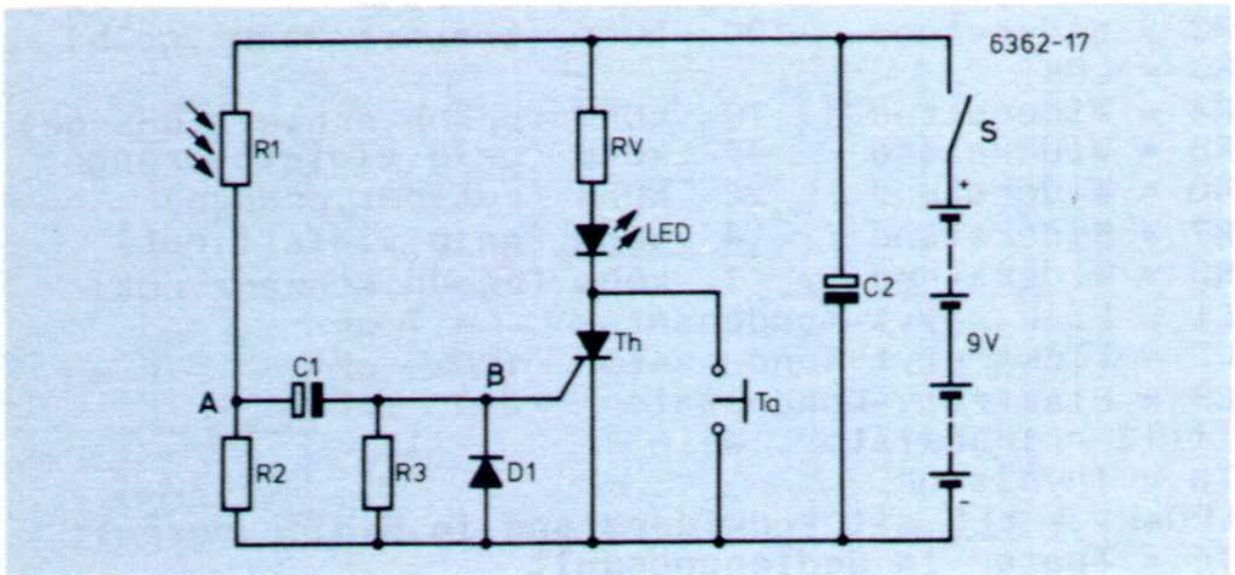
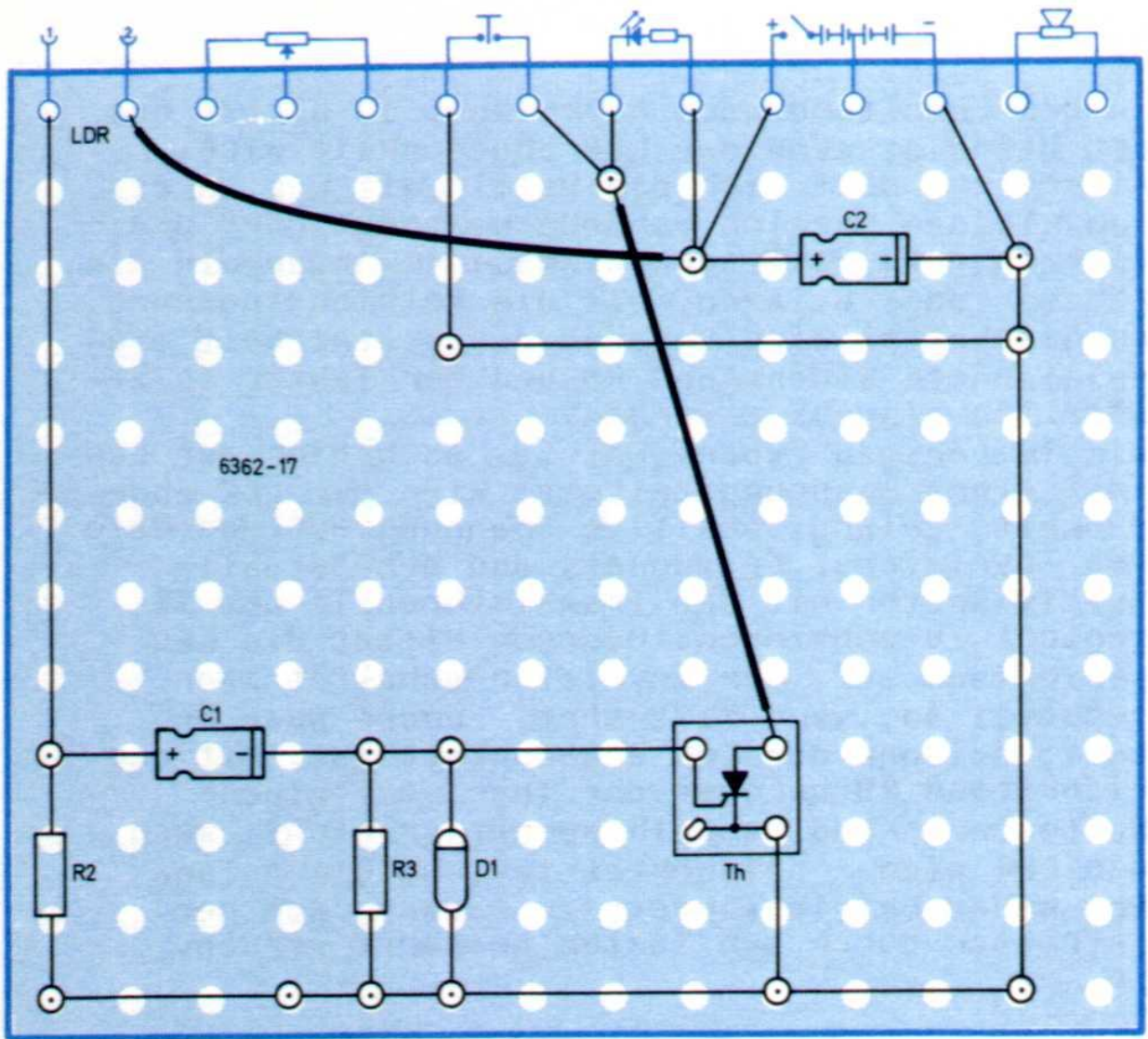
In der Schaltung nach Experiment 16 blitzt die LED ständig, wenn der LDR abgedunkelt wird. Allerdings darf sich die Helligkeit nur in einem kleinen Bereich verändern, sonst hört das Blitzen auf. Soll nach einmaligem Abdunkeln die LED so lange blitzen, bis die Betriebsspannung ausgeschaltet wird, müssen der gestrichelt eingezeichnete Widerstand R8 und der Taster Ta zusätzlich eingebaut werden.

Wie im vorigen Experiment ist auch hier der LDR Teil eines Spannungsteilers. Wird der LDR abgedunkelt, gelangt positive Spannung auf das Gate des Thyristors. Er zündet, und der astabile Multivibrator mit den Transistoren T1 und T2 beginnt zu schwingen. Dadurch blitzt die LED periodisch auf. Der Thyristor schaltet zwar jedesmal ab, wenn T1 sperrt, zündet aber erneut, solange der LDR abgedunkelt ist. Mit dem Widerstand R8 bekommt der Thyristor einen Haltestrom, und deshalb sperrt er nicht, wenn der LDR wieder beleuchtet ist. Um die Anlage von neuem betriebsbereit zu machen, muß der Thyristor durch den Taster gesperrt werden.

16.

- R1 = Poti im Bedienungspult, 10 kOhm
 R2 = Widerstand 100 kOhm (braun, schwarz, gelb)
 R3 = LDR
 R4 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)
 R5 = Widerstand 47 kOhm (gelb, violett, orange)
 R6 = Widerstand 22 kOhm (rot, rot, orange)
 R7 = Widerstand 4,7kOhm (gelb, violett, rot)
 R8 = Widerstand 1 kOhm (braun, schwarz, rot)
 C1 = Elektrolyt-Kondensator 4,7 μ F
 C2 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F
 C3 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F
 T1+T2 = Transistor, weiß
 Th = Thyristor
 LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult
 Ta = Taster im Bedienungspult

17. Hell-Dunkel-Anzeige



17. Hell-Dunkel-Anzeige

In dieser Schaltung nach Experiment 17 reagiert der Thyristor nicht auf Beleuchten oder Abdunkeln, sondern er schaltet die LED nur ein, wenn plötzliche Helligkeitsschwankungen auftreten. Das läßt sich dadurch erreichen, daß man schnell mit der Hand über dem LDR hin- und herwedelt oder eine Taschenlampe schnell ein- und ausschaltet.

Der LDR und der Widerstand R2 stellen einen Spannungsteiler dar. Bei wechselndem Lichteinfall auf den LDR ändert er ständig seinen Widerstandswert, und damit treten abwechselnd positivere und negativere Potentiale am Punkt A auf, die den Kondensator C1 über D1 aufladen. Ist die Ladung größer als die Entladung über R3, steigt das Potential am Punkt B, so daß der Thyristor zünden kann, und die LED leuchtet. Mit dem Taster wird die Anode des Thyristors gegen Masse gelegt, und dann sperrt er.

17.

R1 = LDR

R2 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)

R3 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)

C1 = Elektrolyt-Kondensator 10 μ F

C2 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F

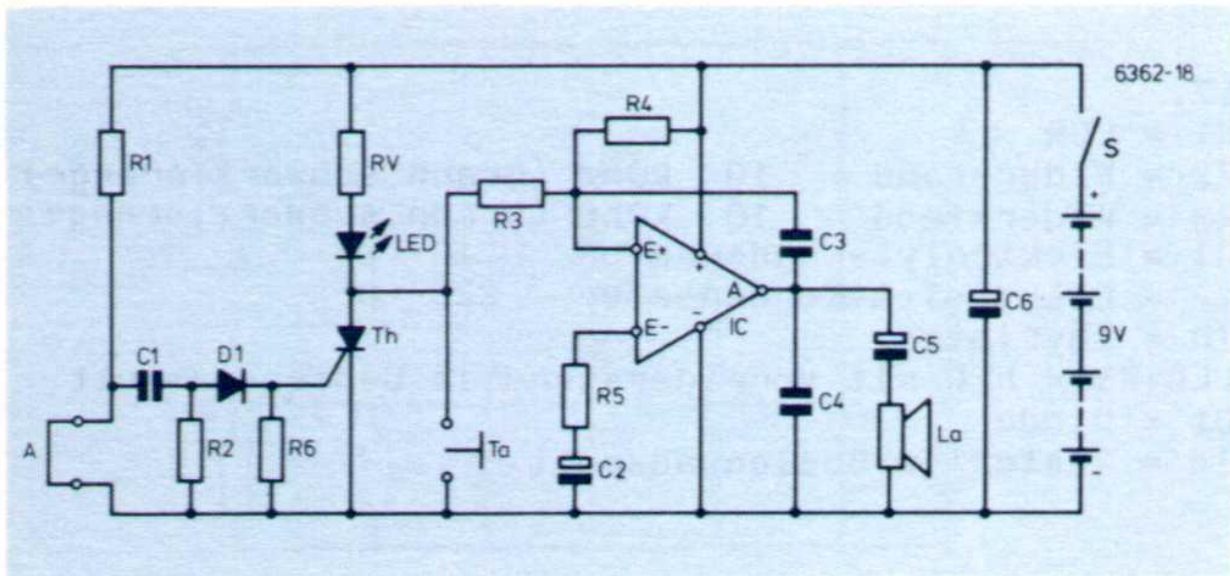
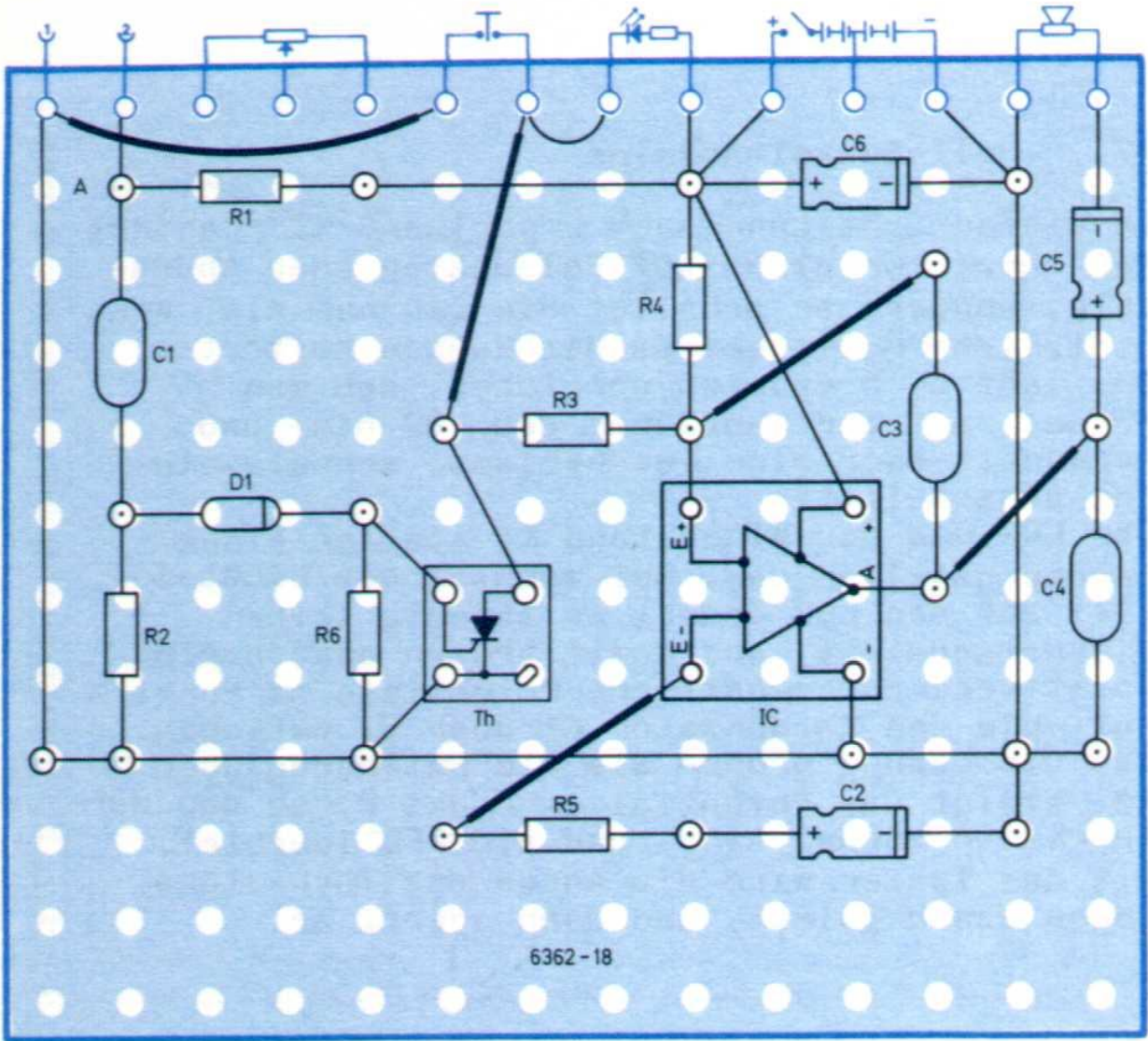
Th = Thyristor

LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult

D1 = Diode

Ta = Taster im Bedienungspult

18. Akustik-Melder



18. Akustik-Melder

Die Schaltung nach Experiment 18 stellt eine Alarmanlage dar, die einen Alarmfall optisch und akustisch anzeigt. Die Außenanschlüsse sind mit einer Drahtbrücke verbunden. Wird sie entfernt, leuchtet die LED, und aus dem Lautsprecher ertönt ein Ton. Er kann nur ausgeschaltet werden, indem die Außenanschlüsse wieder verbunden werden und dann der Taster gedrückt wird oder wenn man die Betriebsspannung ausschaltet. Ist die Alarmschleife einwandfrei, kann man den Tongeber durch Drücken des Tasters prüfen.

Diese Alarmanlage entspricht der Schaltung in Experiment 3 mit einem nachgeschalteten astabilen Multivibrator. Ist die Alarmschleife unterbrochen, erhält das Gate über R1, C1 und D1 positive Spannung. Der Thyristor zündet, und damit liegt der Eingang E+ über R3 und den Thyristor an Minus. Jetzt kann der astabile Multivibrator schwingen. Dieselbe Wirkung wird auch erzielt, wenn der Taster gedrückt ist.

18.

R1 = Widerstand	1	kOhm	(braun, schwarz, rot)
R2 = Widerstand	47	kOhm	(gelb, violett, orange)
R3 = Widerstand	10	kOhm	(braun, schwarz, orange)
R4 = Widerstand	100	kOhm	(braun, schwarz, gelb)
R5 = Widerstand	22	kOhm	(rot, rot, orange)
R6 = Widerstand	220	kOhm	(rot, rot, gelb)
C1 = Folien-Kondensator	0,047	μF	
C2 = Elektrolyt-Kondensator	4,7	μF	
C3 = Folien-Kondensator	0,22	μF	
C4 = Folien-Kondensator	0,1	μF	
C5 = Elektrolyt-Kondensator	100	μF	
C6 = Elektrolyt-Kondensator	220	μF	
IC = Integrierter Schaltkreis,			weiß
Th = Thyristor			
LED+RV = LED mit Vorwiderstand			im Bedienungspult
D1 = Diode			
Ta = Taster			im Bedienungspult
La = Lautsprecher			im Bedienungspult

19. Tongenerator

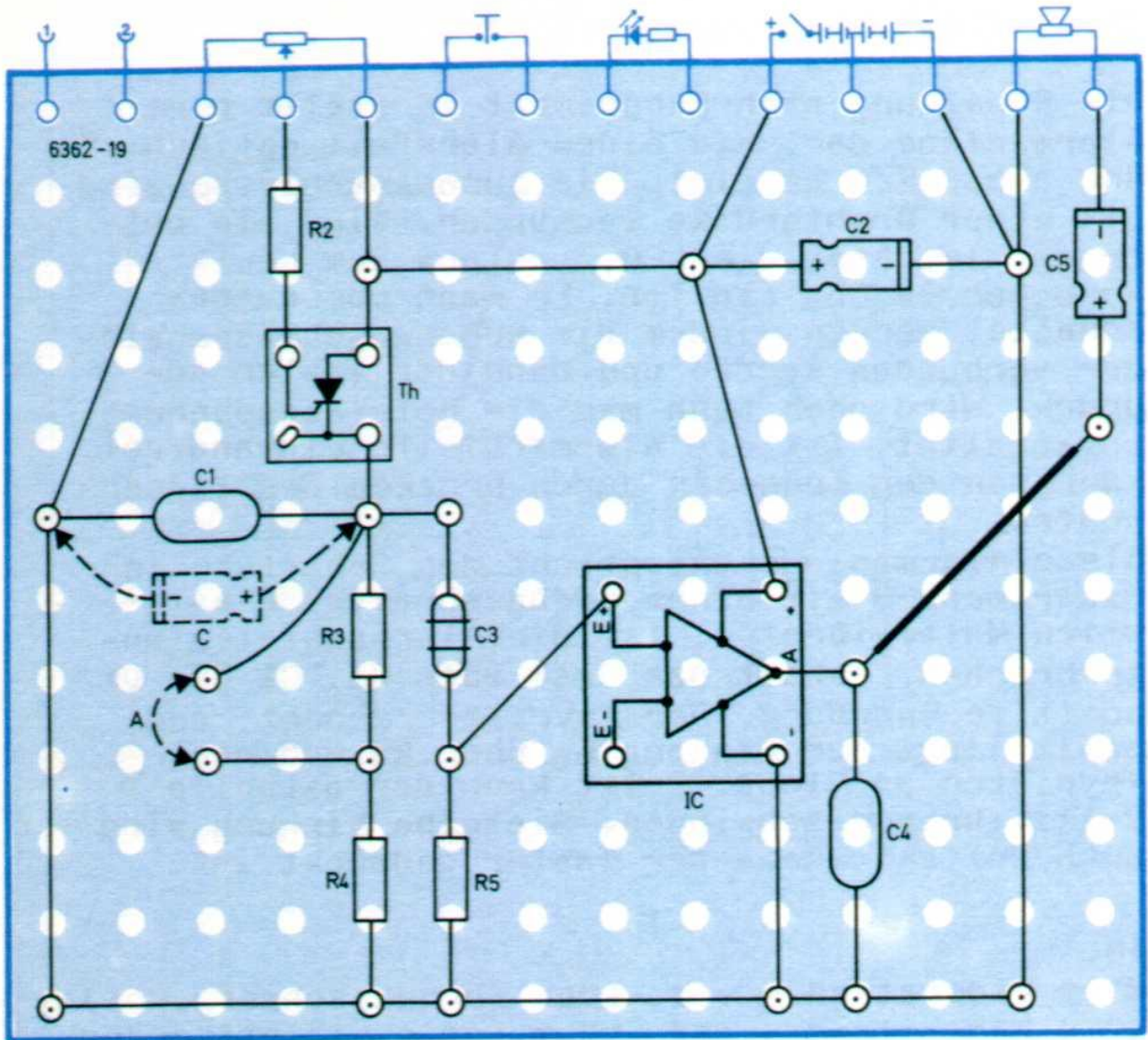
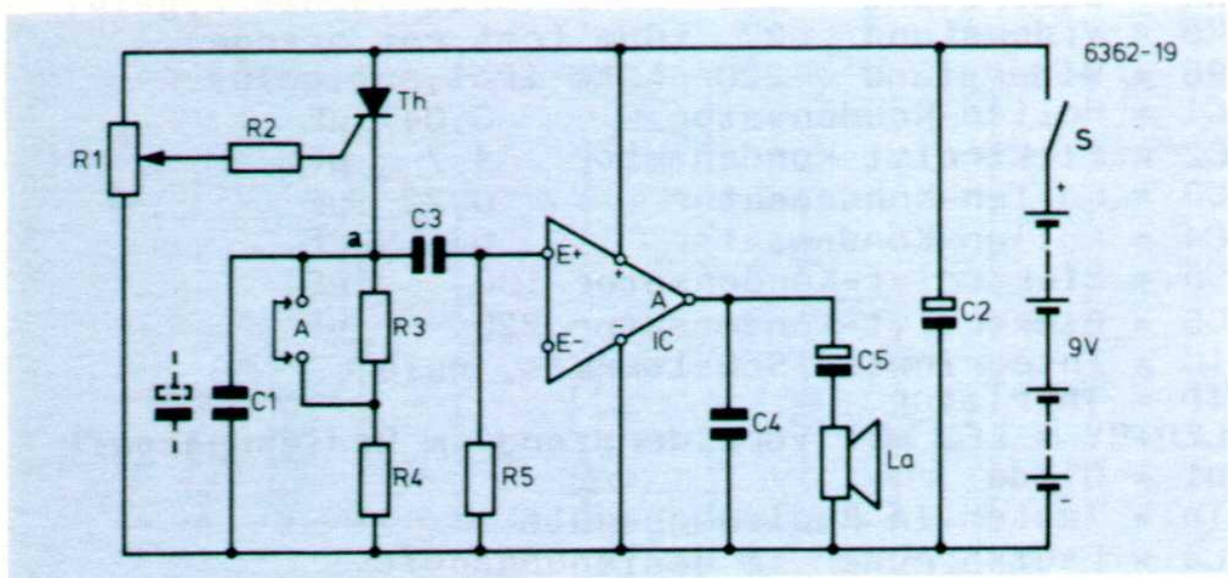


Figure 19.1: Schematic of the tone generator circuit.



19. Tongenerator

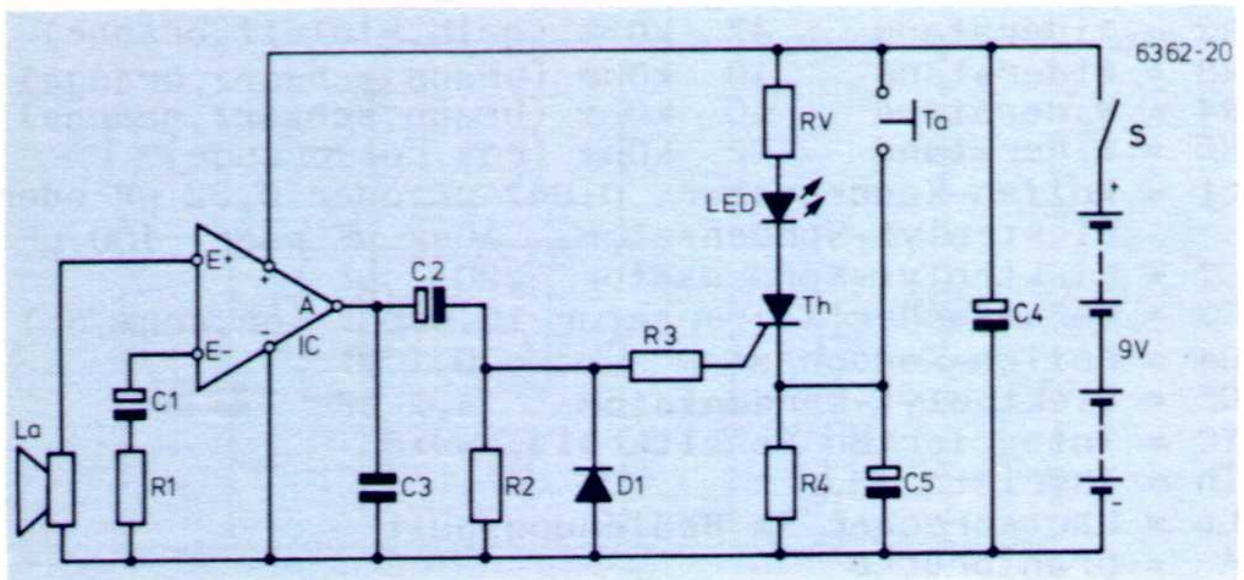
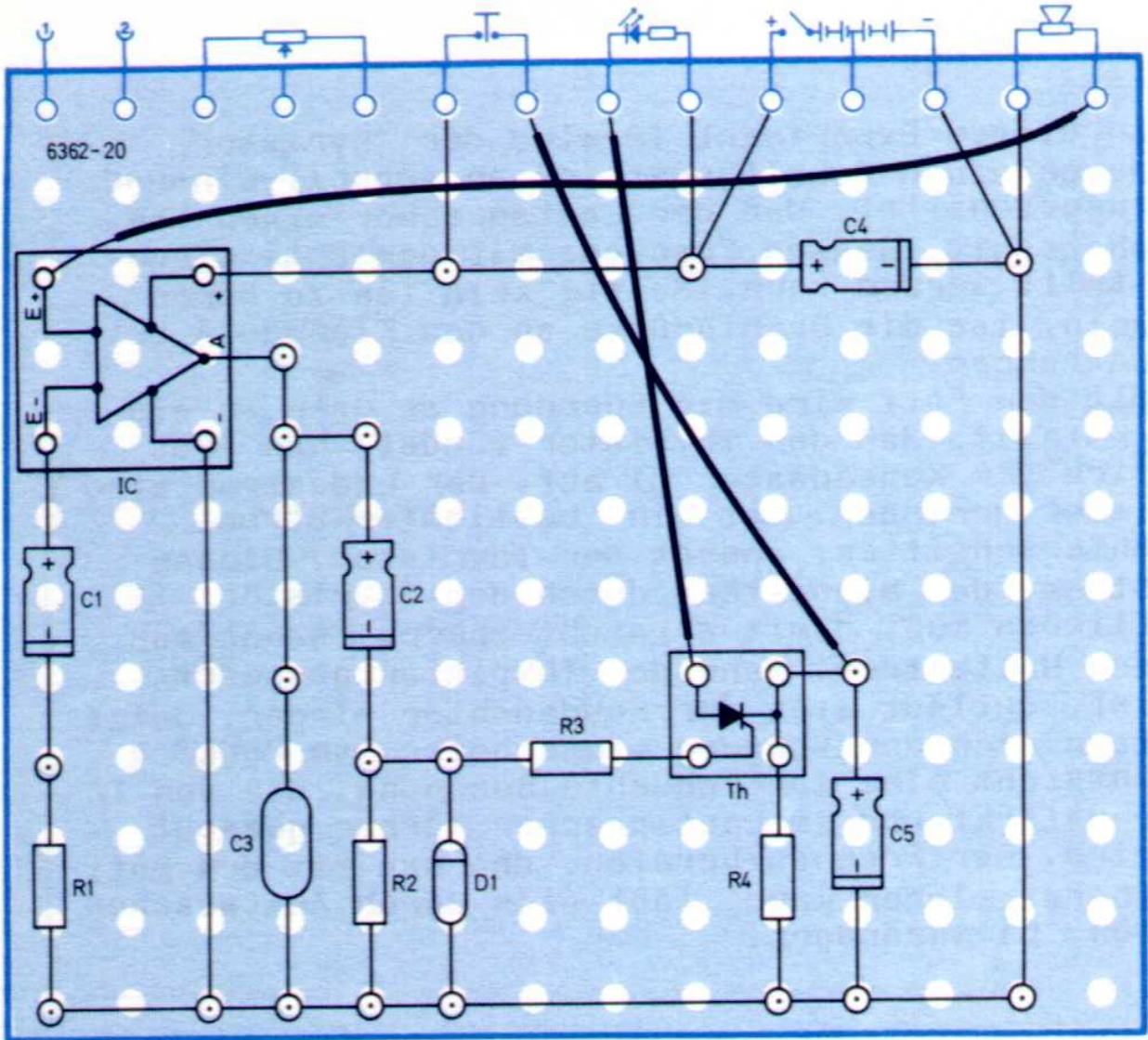
In diesem Experiment 19 wird der Thyristor durch einen Schaltungstrick so schnell ein- und ausgeschaltet, daß der Lautsprecher einen Ton abstrahlt, dessen Frequenz mit dem Poti eingestellt werden kann. Sollte kein Ton zu hören sein, ist die Drahtbrücke an den Klemmen A zu entfernen.

Mit dem Poti wird die Spannung am Gate so eingestellt, daß der Thyristor zündet. Nun lädt sich der Kondensator C1 auf. Der Ladestrom wird immer geringer. Ist ein bestimmter Strom unterschritten, sperrt der Thyristor. Diesen Strom, der mindestens durch den Thyristor fließen muß, damit er nicht sperrt, nennt man den **Haltestrom**. Wenn der Thyristor gesperrt ist, entlädt sich der Kondensator wieder. Jetzt kann sich der Vorgang wiederholen. Am Punkt a entsteht eine tonfrequente Spannung, die vom IC verstärkt und im Lautsprecher hörbar gemacht wird. Der Frequenzbereich, den man mit dem Poti überstreichen kann, läßt sich durch Austauschen von C1 verändern.

19.

- R1 = Poti im Bedienungspult, 10 kOhm
- R2 = Widerstand 47 kOhm (gelb, violett, orange)
- R3 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)
- R4 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)
- R5 = Widerstand 22 kOhm (rot, rot, orange)
- C1 = Folien-Kondensator 0,047 μ F oder 0,22 μ F oder
Elektrolyt-Kondensator 10 μ F oder 100 μ F
- C2 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F
- C3 = keramischer Kondensator 10.000pF (br, schw, or)
- C4 = Folien-Kondensator 0,1 μ F
- C5 = Elektrolyt-Kondensator 4,7 μ F
- IC = Integrierter Schaltkreis, weiß
- Th = Thyristor
- La = Lautsprecher im Bedienungspult
- A = Drahtbrücke

20. Klatschschalter



20. Klatschschalter

Faszinierend ist es vor allem für Nichteinge-weihte, wenn man durch Händeklatschen ein elektrisches Gerät einschaltet. Das läßt sich mit dem Experiment 20 erreichen. Klatscht man nach dem Einschalten der Betriebsspannung in der Nähe des Lautsprechers in die Hände, so wird die LED dadurch eingeschaltet. Sie leuchtet, bis sie mit dem Taster Ta wieder ausgeschaltet wird.

Der Lautsprecher arbeitet in dieser Schaltung als Mikrofon. Er nimmt den Schall auf und wandelt ihn in elektrische Impulse um, die vom IC verstärkt werden. Sie werden an der Diode D1 gleichgerichtet. Ist die positive Signalamplitude groß genug, zündet der Thyristor, und die LED leuchtet auf. Durch den Taster wird der Thyristor wieder gesperrt.

20.

R1 = Widerstand	10	kOhm	(braun, schwarz, orange)
R2 = Widerstand	22	kOhm	(rot, rot, orange)
R3 = Widerstand	4,7	kOhm	(gelb, violett, rot)
R4 = Widerstand	100	Ohm	(braun, schwarz, braun)
C1 = Elektrolyt-Kondensator	10	μ F	
C2 = Elektrolyt-Kondensator	4,7	μ F	
C3 = Folien-Kondensator	0,1	μ F	
C4 = Elektrolyt-Kondensator	100	μ F	
C5 = Elektrolyt-Kondensator	220	μ F	
IC = Integrierter Schaltkreis,	weiß		
Th = Thyristor			
LED+RV = LED mit Vorwiderstand	im Bedienungspult		
D1 = Diode			
Ta = Taster	im Bedienungspult		
La = Lautsprecher	im Bedienungspult		



EXPERIMENTIER TECHNIK

Auszug aus den interessanten Experimenten
der Ergänzungs-Sets:

Inhaltsverzeichnis Duo-LED 349.6361

1. Grundschaltung
2. Farb- und Helligkeitsregelung
3. Stufenlose Farbregelung
4. Automatische Farbumschaltung
5. Rot- Grün- Blinker
6. Warnblinker
7. Wechselblinker
8. Ausfall- Kontrolle
9. Lampenprüfer
10. Batterie- Tester
11. Polaritätstester
12. Elektronisches Relais
13. Blinker mit stufenlosem Farbübergang
14. Farbenspiel
15. Einstellbarer Wechselblinker
16. Lichtkontrolle
17. Energie- Kontrolle
18. Farben- Klobelei
19. Ampellicht
20. Farbenautomat

Inhaltsverzeichnis pnp-Transistor 349.6363

1. Transistor als Schalter
2. Emitterschaltung des pnp-Transistors
3. Kollektor-Schaltung des pnp-Transistors
4. Zweistufiger Verstärker
5. Astabiler Multivibrator
6. Blinker mit pnp- und npn-Transistor
7. Dämmerungsschalter
8. Licht steuert Schall
9. Sinusgenerator
10. Alarmsirene
11. Selbsthalte-Schaltung
12. Überstrom-Schutzschalter
13. Stufenlose Helligkeitsregelung
14. Anzeiger für Lichtschwankungen
15. Ein- Aus- Taster
16. Sensortaster
17. Automatischer Warnblinker
18. Automatischer Tester für pnp-Transistoren
19. Gegentakt-Endstufe
20. Heultongenerator