



**EXPERIMENTIER
TECHNIK**

ELECTRONIC pnp-Transistor

Anleitung 6363

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 pnp-Transistor

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

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.

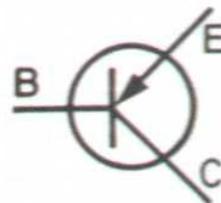
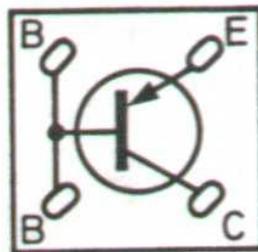
Technische Änderungen vorbehalten.

pnp - Transistoren

Vor noch nicht einmal 40 Jahren experimentierten die Amerikaner Bardeen und Brattain mit Halbleiter-Dioden, als sie durch Zufall bei der Untersuchung der Vorgänge in der pn-Grenzschicht eine pnp-Schichtfolge herstellten. Sie entdeckten, daß Widerstandsänderungen in der einen Grenzschicht auch Widerstandsänderungen in der anderen hervorriefen. Damit war das Grundprinzip des Transistors entdeckt. Man sprach von **transfer resistor**, was etwa bedeutete "Widerstandsübertragungen". Aus den beiden englischen Wörtern entstand das Kunstwort **Transistor**. Bardeen und Brattain, sowie Schockley, der die Vorgänge physikalisch deutete, erhielten für ihre revolutionäre Erfindung im Jahre 1956 den Nobelpreis für Physik.

Wenn auch der Transistor heute in vielen Bereichen durch das **Chip** verdrängt wird, das viele Hundert Transistoren ersetzt, muß man doch bedenken, daß die Mikroelektronik auf der Weiterentwicklung der am Transistor gewonnenen Erkenntnisse beruht.

Da neben dem npn-Transistor auch der pnp-Transistor in der Elektronik noch seine Bedeutung besitzt, werden in den folgenden Experimenten Anwendungen für pnp-Transistoren vorgestellt.



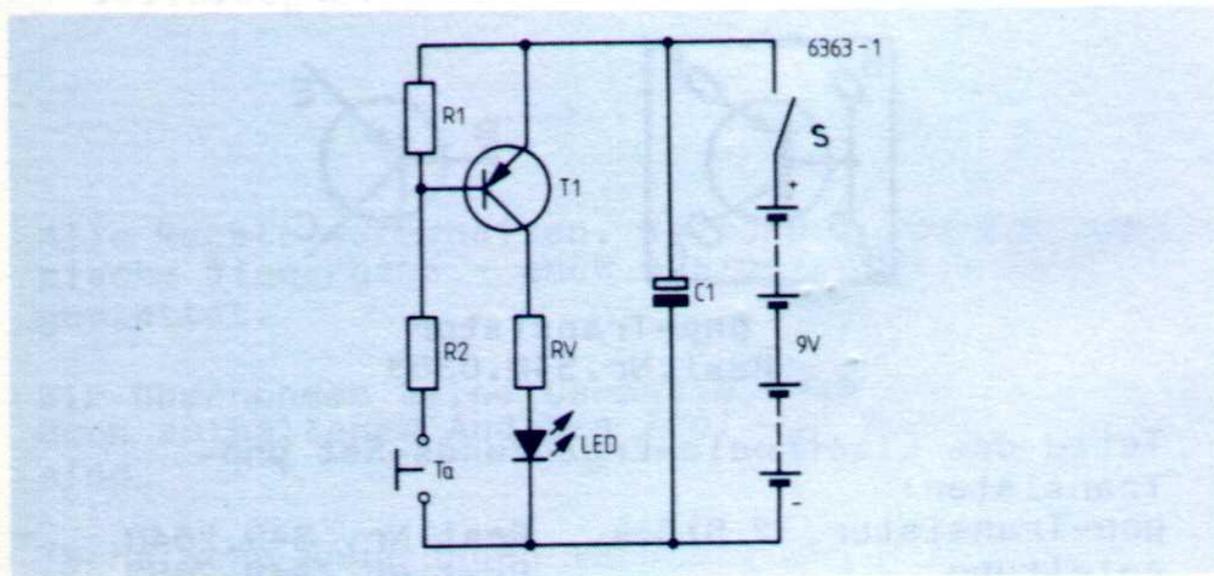
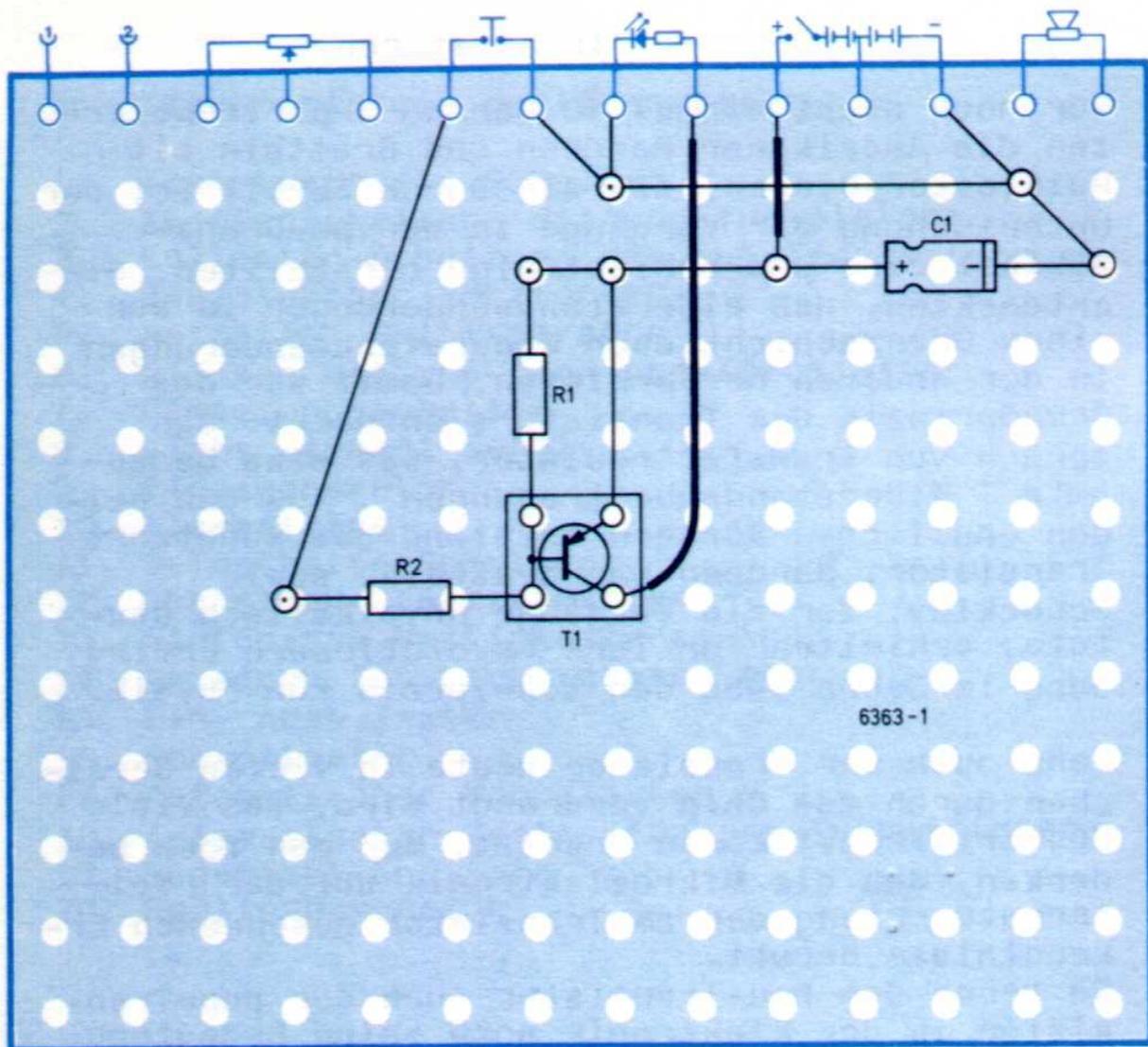
pnp-Transistor
Best.Nr. 349.6363

Teile des Electronic-Ergänzungs-Set pnp-Transistor:

pnp-Transistor, 2 Stück
Anleitung

Best.Nr. 349.2640
Best.Nr. 349.2663

1. Transistor als Schalter



1. Transistor als Schalter

Nach dem Aufbau des Experiments 1 leuchtet die LED, die einen Stromfluß durch den Transistor auf der Kollektor-Emitter-Strecke anzeigt, noch nicht. Erst wenn der Taster im Bedienungspult gedrückt ist, leuchtet sie.

Bei der Betrachtung des Schaltbildes fällt auf, daß über den Widerstand R1 eine positive Spannung auf die Basis des pnp-Transistors gelangen kann, auch wenn der Taster nicht gedrückt ist. Der pnp-Transistor schaltet mit einer positiven Spannung nicht durch, sondern erst wenn mit dem Taster über den Widerstand R2 eine Verbindung zum negativen Pol der Spannungsquelle hergestellt wurde, fließt auf der Emitter-Kollektor-Strecke ein Strom. Der Stromfluß ist sofort unterbrochen, wenn an der Basis keine negative Spannung mehr liegt.

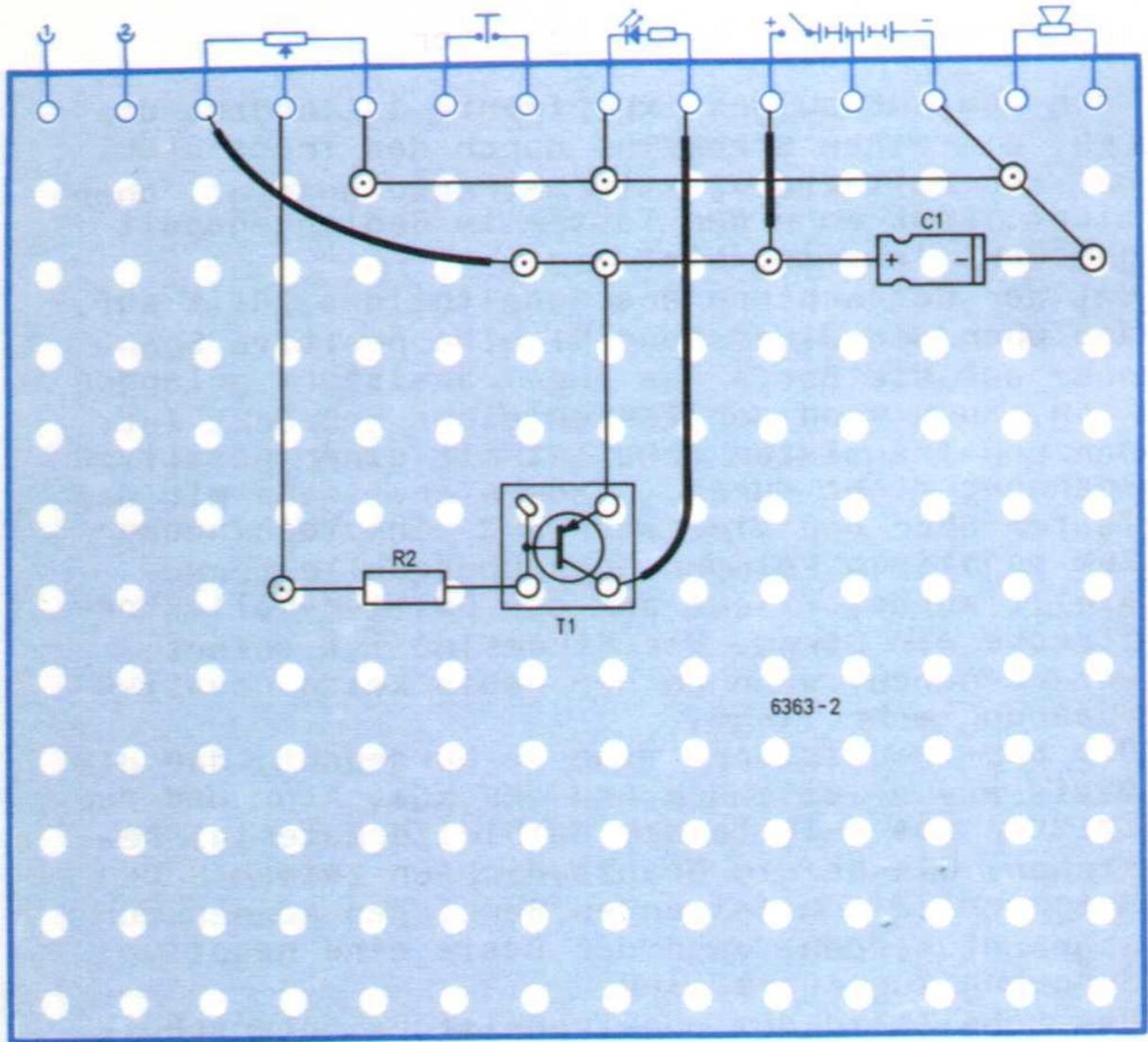
Die pnp-Transistoren sind so aufgebaut, daß die Basis aus n-leitendem und der Kollektor und der Emitter aus p-leitendem Halbleitermaterial bestehen. Die beiden Grenzschichten zwischen den unterschiedlich leitenden Bereichen können nur abgebaut werden, wenn der Basis eine negative Spannung zugeführt wird.

Das Schaltbild des pnp-Transistors unterscheidet sich von dem des npn-Transistors durch die unterschiedliche Richtung der Pfeilspitze am Emitter.

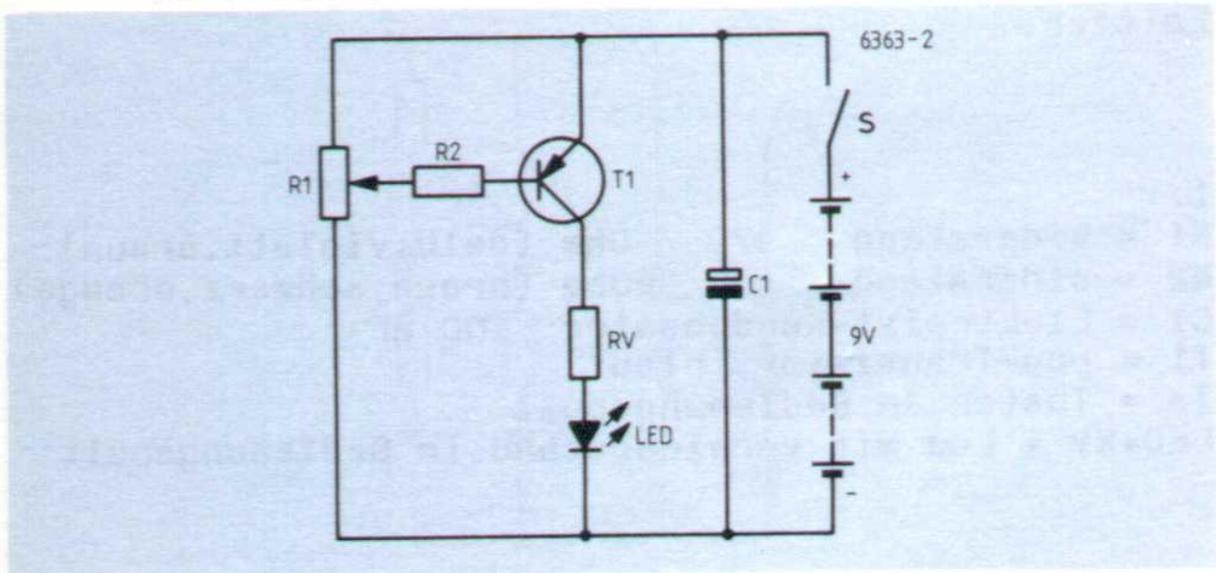
1.

- R1 = Widerstand 470 Ohm (gelb, violett, braun)
- R2 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)
- C1 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F
- T1 = pnp-Transistor, blau
- Ta = Taster im Bedienungspult
- LED+RV = Led mit Vorwiderstand im Bedienungspult

2. Emitterschaltung des pnp-Transistors



6363-2



6363-2

2. Emitterschaltung des pnp-Transistors

Im Experiment 2 wird die Basisspannung mit dem Poti im Bedienungspult eingestellt. Am linken Anschlag leuchtet die LED nicht. Dreht man den Knopf des Potis langsam nach rechts, beginnt die LED bei Stellung 2 dunkel zu glimmen, und bis zur Stellung 4 wird sie heller, dann ändert sich die Helligkeit nicht mehr.

Das Poti stellt einen Spannungsteiler dar. Am linken Anschlag erhält die Basis noch eine positive Spannung, deshalb schaltet der Transistor nicht durch. Von einer bestimmten Stellung des Knopfes ab erhält die Basis eine negative Spannung. Ist sie groß genug, schaltet der Transistor durch, und die LED glimmt zunächst dunkel. Steigt die negative Spannung an der Basis weiter an, nimmt auch der Strom durch den Kollektor und Emitter zu. Wäre die Zunahme unbegrenzt, würde der Transistor zerstört werden. Deshalb wird der Strom durch RV begrenzt. Die **Emitterschaltung** wie in diesem Experiment ist die am meisten angewandte Transistorschaltung. Man nennt diese Schaltung deshalb so, weil der Emitter der gemeinsame Anschluß für den Eingang und den Ausgang der Schaltung ist. Emitterschaltungen erzielen eine hohe Stromverstärkung. Das bedeutet, daß eine geringe Änderung des Basisstroms eine große Änderung des Stroms hervorruft, der durch den Kollektor und den Emitter fließt.

2.

R1 = Poti im Bedienungspult, 10 kOhm

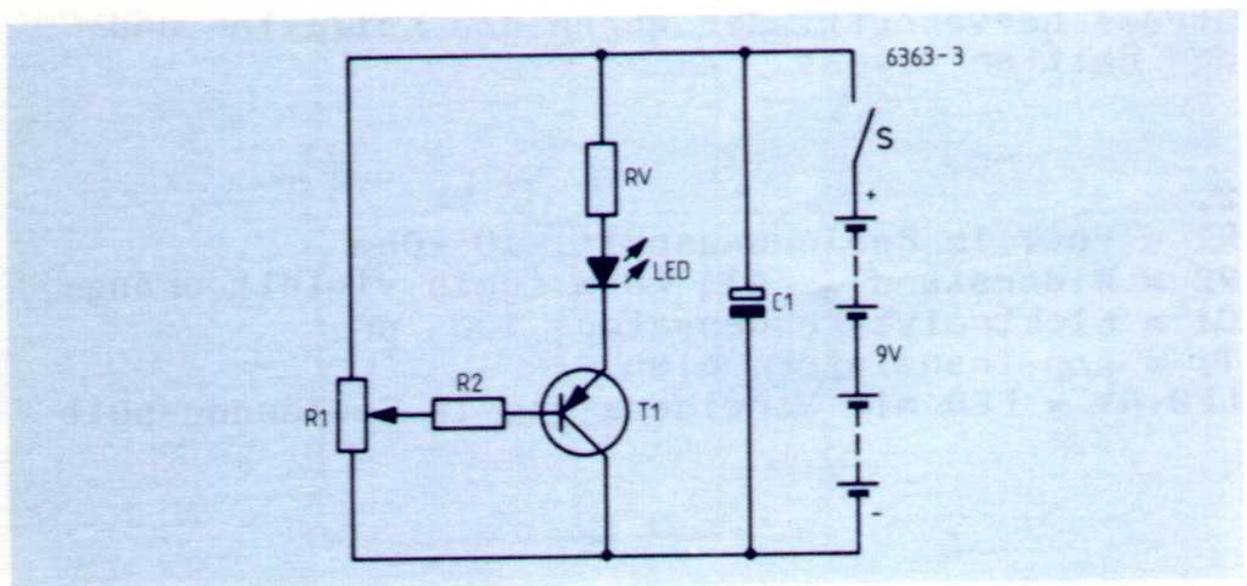
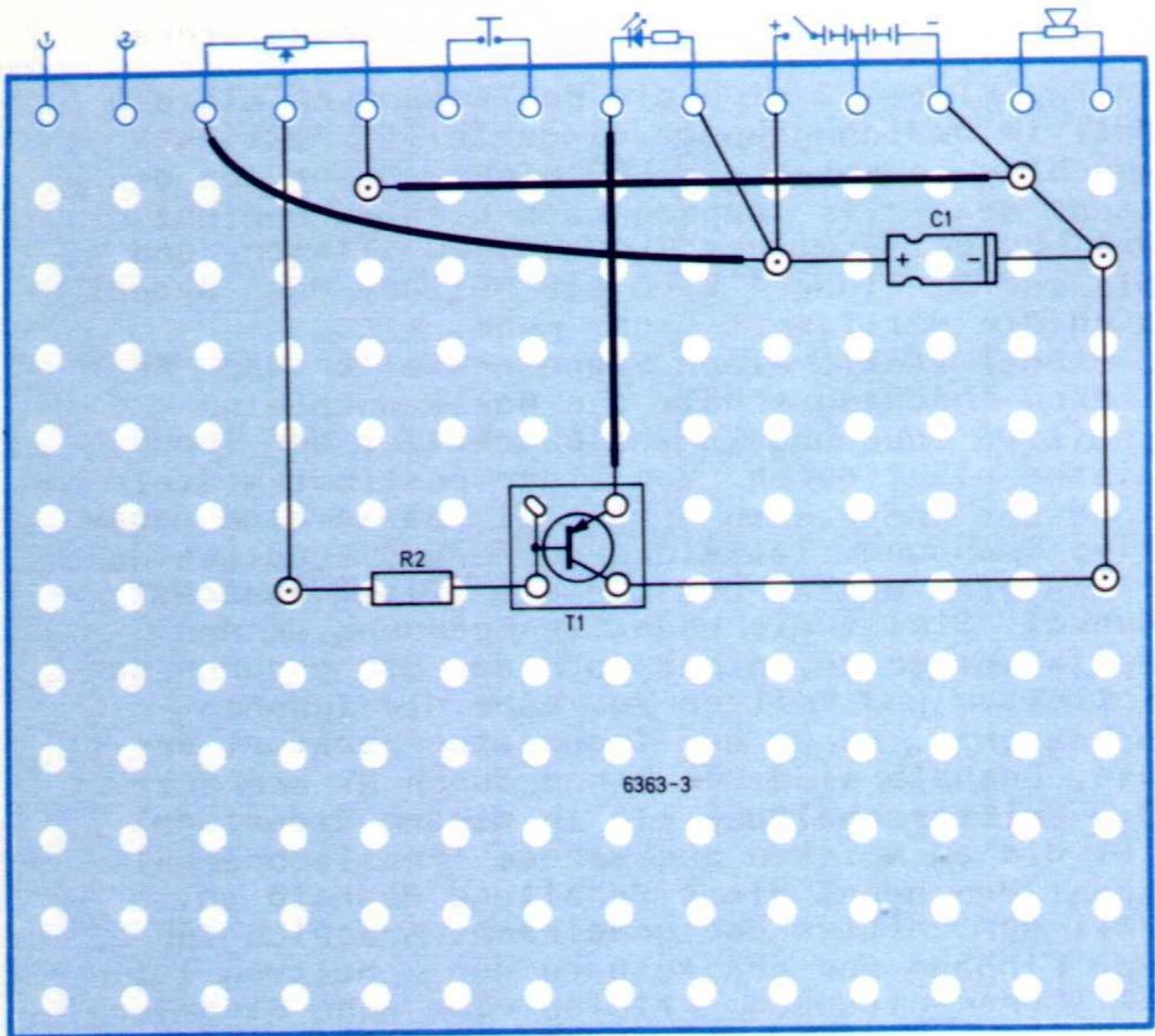
R2 = Widerstand 47 kOhm (gelb, violett, orange)

C1 = Elektrolyt-Kondensator 100 µF

T1 = pnp-Transistor, blau

LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult

3. Kollektorschaltung des pnp-Transistors



3. Kollektorschaltung des pnp-Transistors

In der Schaltung nach Experiment 3 leuchtet die LED ab Stellung 3 des Potentiometerknopfs auf, und ab 4 hat sie die volle Helligkeit erreicht. In dieser Schaltung ist der Kollektor des Transistors der gemeinsame Anschluß für den Eingang und den Ausgang der Schaltung, deshalb hat sie diesen Namen. Eine Kollektorschaltung hat im Gegensatz zur Emitterschaltung eine geringe **Spannungsverstärkung**. Das bedeutet, daß Spannungsänderungen an der Basis nur geringfügige Spannungsänderungen im Emitterkreis hervorrufen. Eine solche Schaltung eignet sich nicht für eine **Spannungsverstärkung**. Trotzdem hat auch die Kollektorschaltung ihre Bedeutung, und zwar als **Impedanzwandler**. Die Kollektorschaltung besitzt einen sehr hohen Eingangswiderstand (ca 200 bis 500 k Ω), aber nur einen kleinen Ausgangswiderstand (ca 100 bis 500 Ω). Sie eignet sich deshalb zum Anpassen einer Verstärkerstufe mit hohem Ausgangswiderstand an eine mit kleinem Eingangswiderstand.

3.

R1 = Poti im Bedienungspult, 10 k Ω

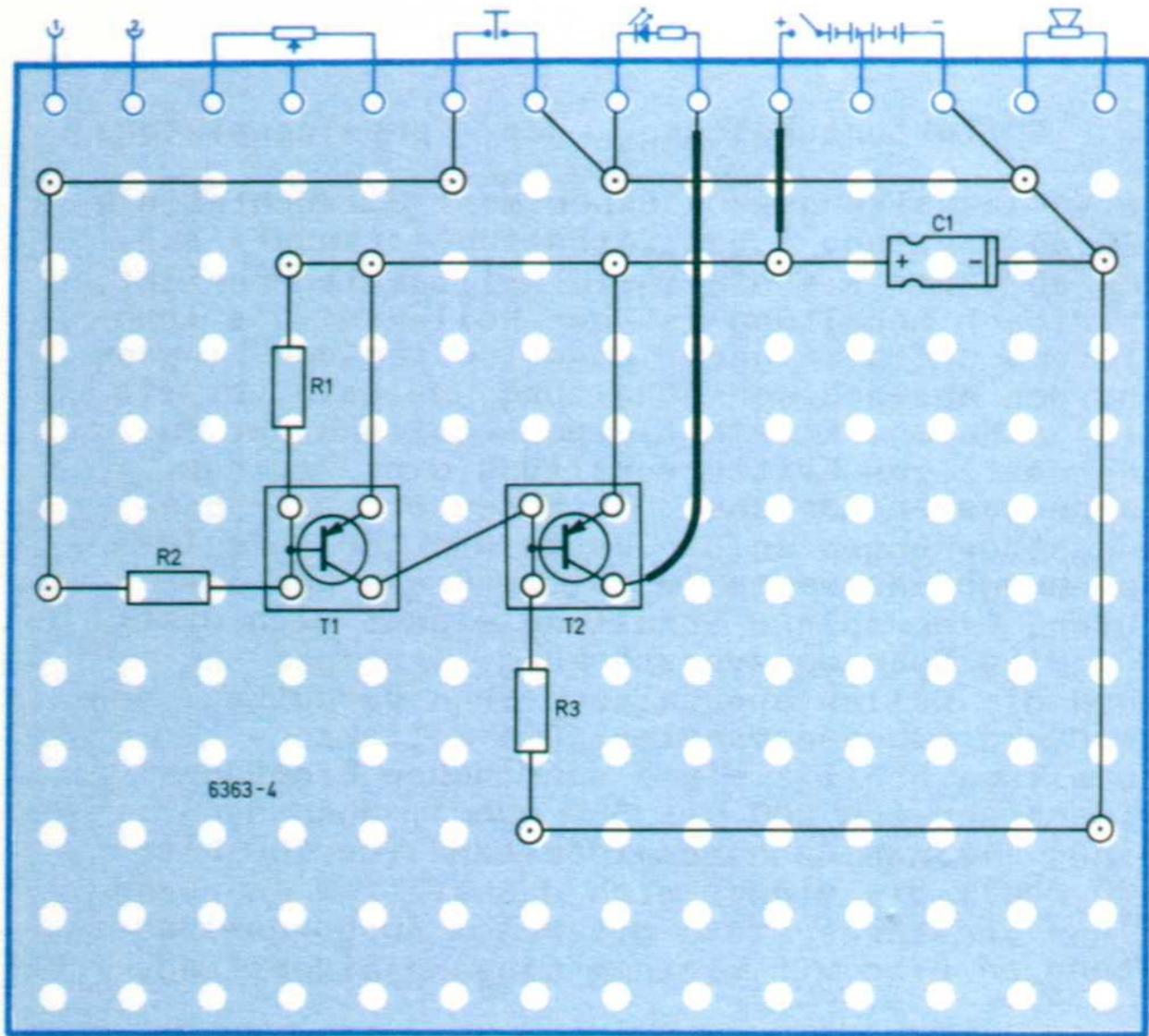
R2 = Widerstand 47 k Ω (gelb, violett, orange)

C1 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F

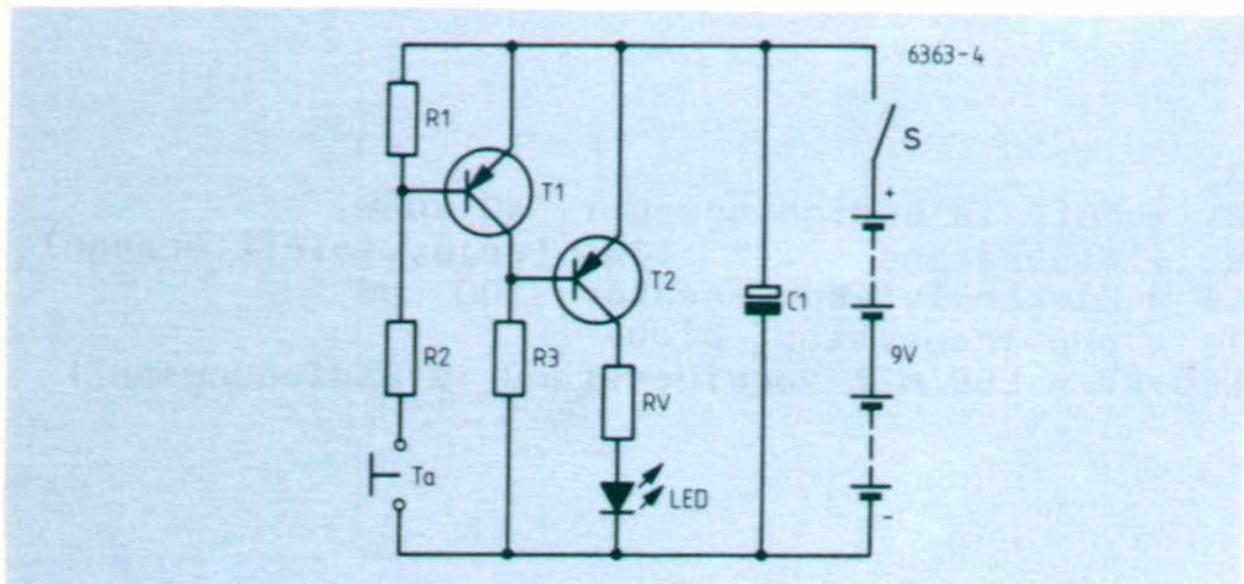
T1 = pnp-Transistor, blau

LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult

4. Zweistufiger Verstärker



6363-4



6363-4

4. Zweistufiger Verstärker

In der Schaltung nach Experiment 4 leuchtet die LED, wenn der Taster im Bedienungspult gedrückt wird, und sie geht nach dem Loslassen wieder aus.

Jeder Transistor für sich kann schon als Verstärker verwendet werden. Führt man das von einem Transistor verstärkte Signal einem zweiten zu, der es ebenfalls verstärkt, spricht man von einem **zweistufigen Verstärker**.

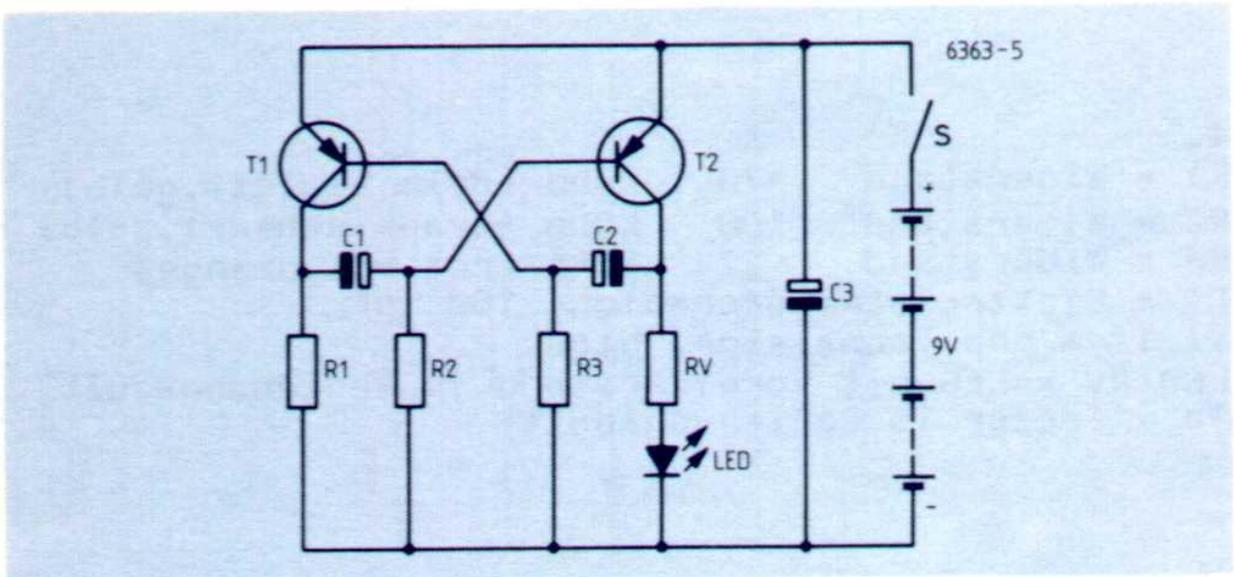
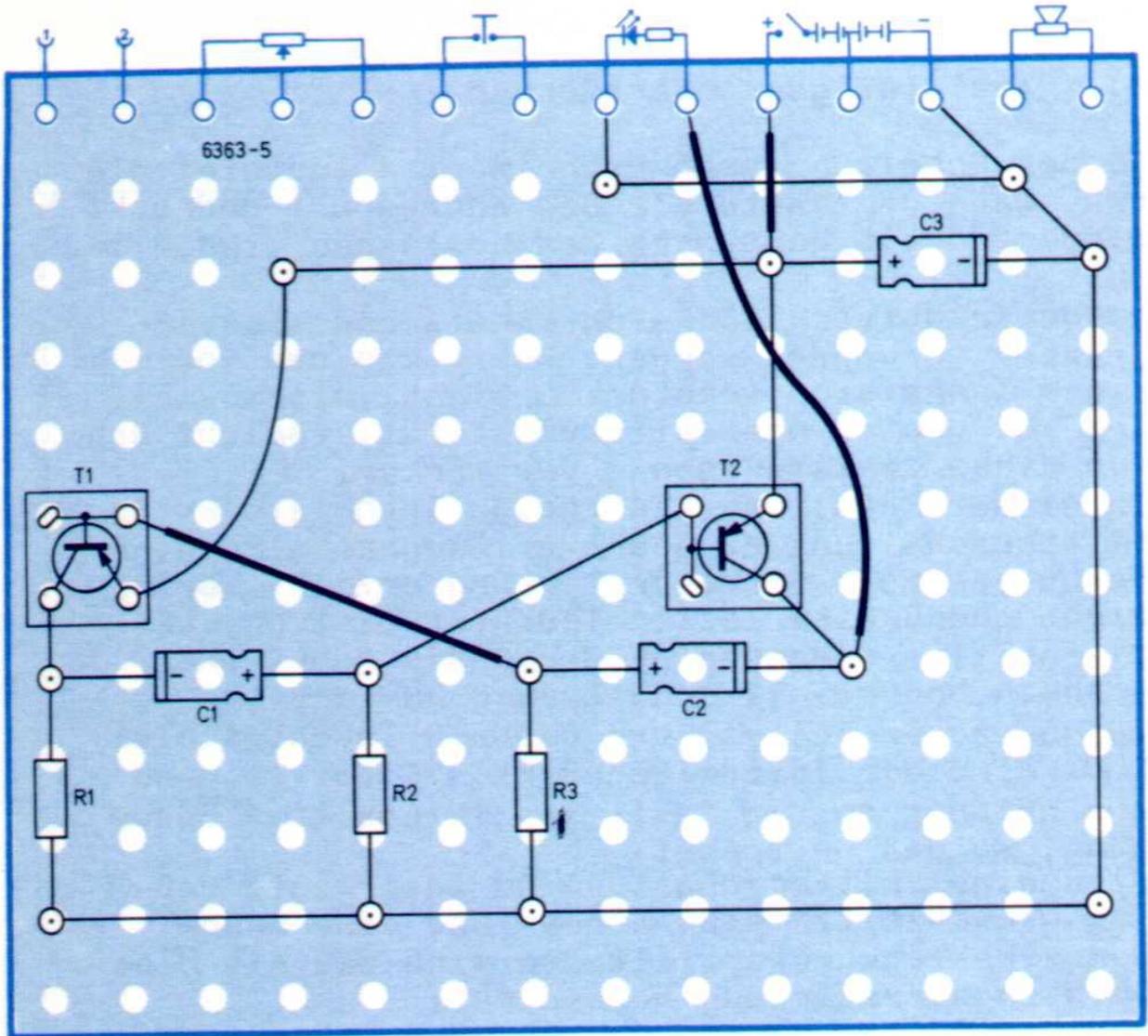
In dieser Schaltung sind beide Transistoren in Emitterschaltung eingesetzt. Dadurch wird eine besonders hohe Stromverstärkung erzielt. Bei nicht gedrücktem Taster leuchtet die LED, weil T1 positive Spannung an der Basis führt und deshalb sperrt. T2 erhält über R3 negative Spannung. Er leitet, und deshalb leuchtet die LED. Wird der Taster gedrückt, leitet T1, und nun gelangt an die Basis von T2 positive Spannung, so daß er sperrt.

Wird eine Emitterschaltung so ausgelegt, daß man gleichzeitig eine Strom- und eine Spannungsverstärkung erzielt, so wird das als eine **Leistungsverstärkung** bezeichnet.

4.

- R1 = Widerstand 470 kOhm (gelb, violett, gelb)
- R2 = Widerstand 100 kOhm (braun, schwarz, gelb)
- R3 = Widerstand 22 kOhm (rot, rot, orange)
- C1 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F
- T1, T2 = pnp-Transistor, blau
- LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult
- Ta = Taster im Bedienungspult

5. Astabiler Multivibrator



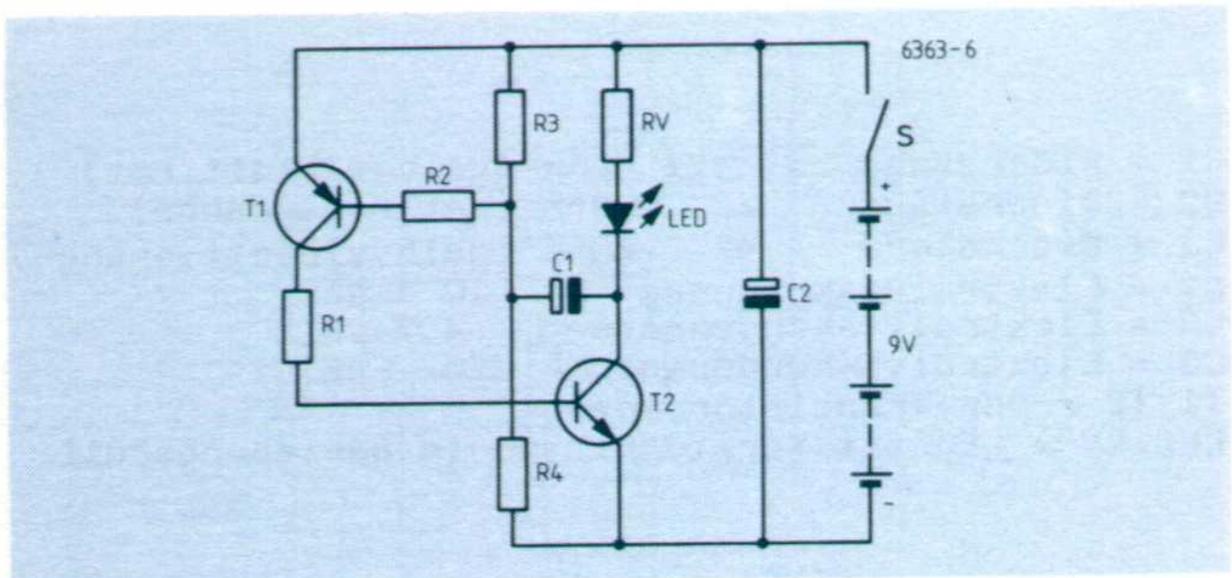
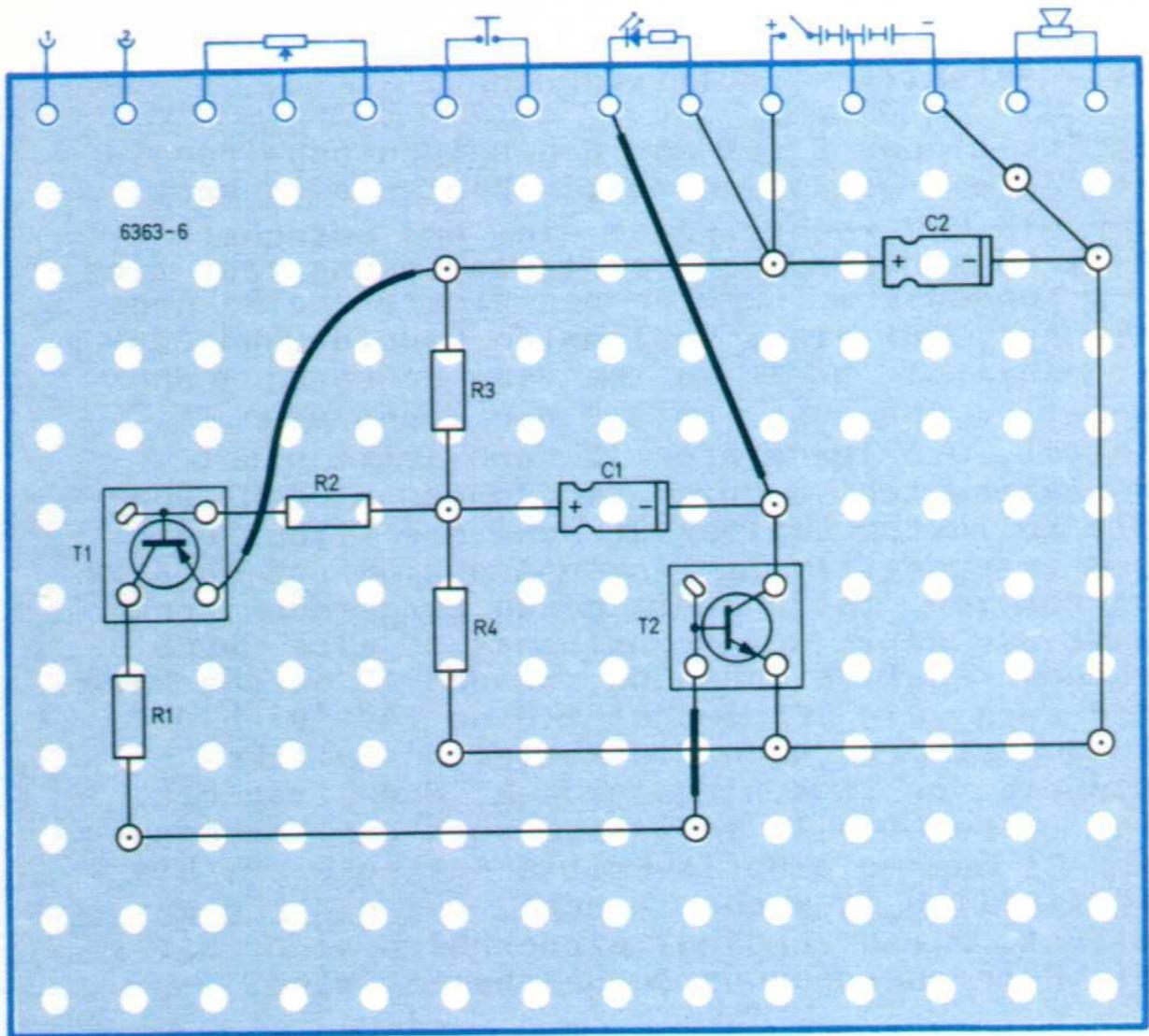
5. Astabiler Multivibrator

Im Experiment 5 ist aus den beiden pnp-Transistoren ein astabiler Multivibrator aufgebaut, der die LED wechselweise ein- und ausschaltet. Beim Einschalten der Betriebsspannung lädt sich der Kondensator C2 über den Widerstand R3 negativ auf. Bei einem bestimmten Ladezustand des Kondensators steht an ihm eine genügend große negative Spannung, so daß der Transistor T1 leitet. Der Transistor T2 kann jetzt nicht durchschalten, da sich der Kondensator C1 über die Kollektor-Emitter-Strecke des T1 auflädt, und zwar positiv am linken Anschluß und negativ am rechten. Ist er weit genug aufgeladen, erhält die Basis des Transistors T2 eine ausreichende negative Spannung, so daß T2 durchschalten kann. Die LED leuchtet. Nun lädt sich der Kondensator C2 über die Kollektor-Emitter-Strecke von T1 schlagartig um, und T1 sperrt. Bei gesperrtem T1 lädt sich auch der Kondensator C1 über die Basis-Emitter-Strecke um, bis schließlich T2 wieder sperrt, und die LED erlischt. Diese Vorgänge wiederholen sich, bis die Betriebsspannung ausgeschaltet wird.

5.

| | | |
|--------------------------------|-------------------|-------------------------|
| R1 = Widerstand | 4,7 kOhm | (gelb, violett, rot) |
| R2 = Widerstand | 22 kOhm | (rot, rot, orange) |
| R3 = Widerstand | 47 kOhm | (gelb, violett, orange) |
| C1 = Elektrolyt-Kondensator | 10 | μF |
| C2 = Elektrolyt-Kondensator | 4,7 | μF |
| C3 = Elektrolyt-Kondensator | 220 | μF |
| T1, T2 = pnp-Transistor, | blau | |
| LED+RV = LED mit Vorwiderstand | im Bedienungspult | |

6. Blinker mit pnp- und npn-Transistor



6. Blinker mit pnp- und npn-Transistoren

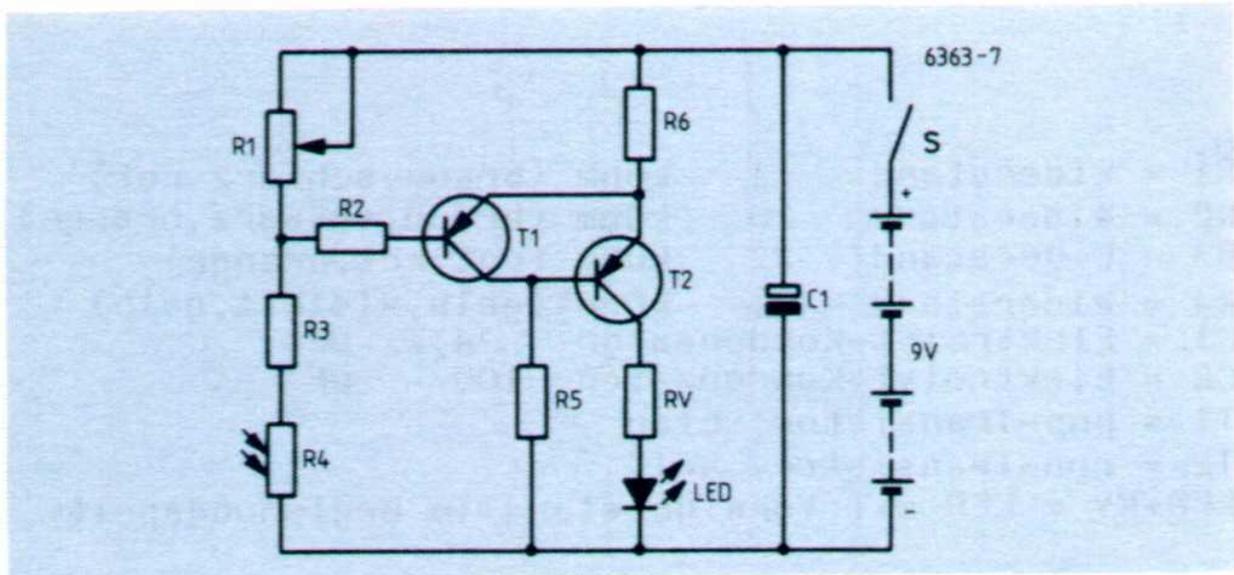
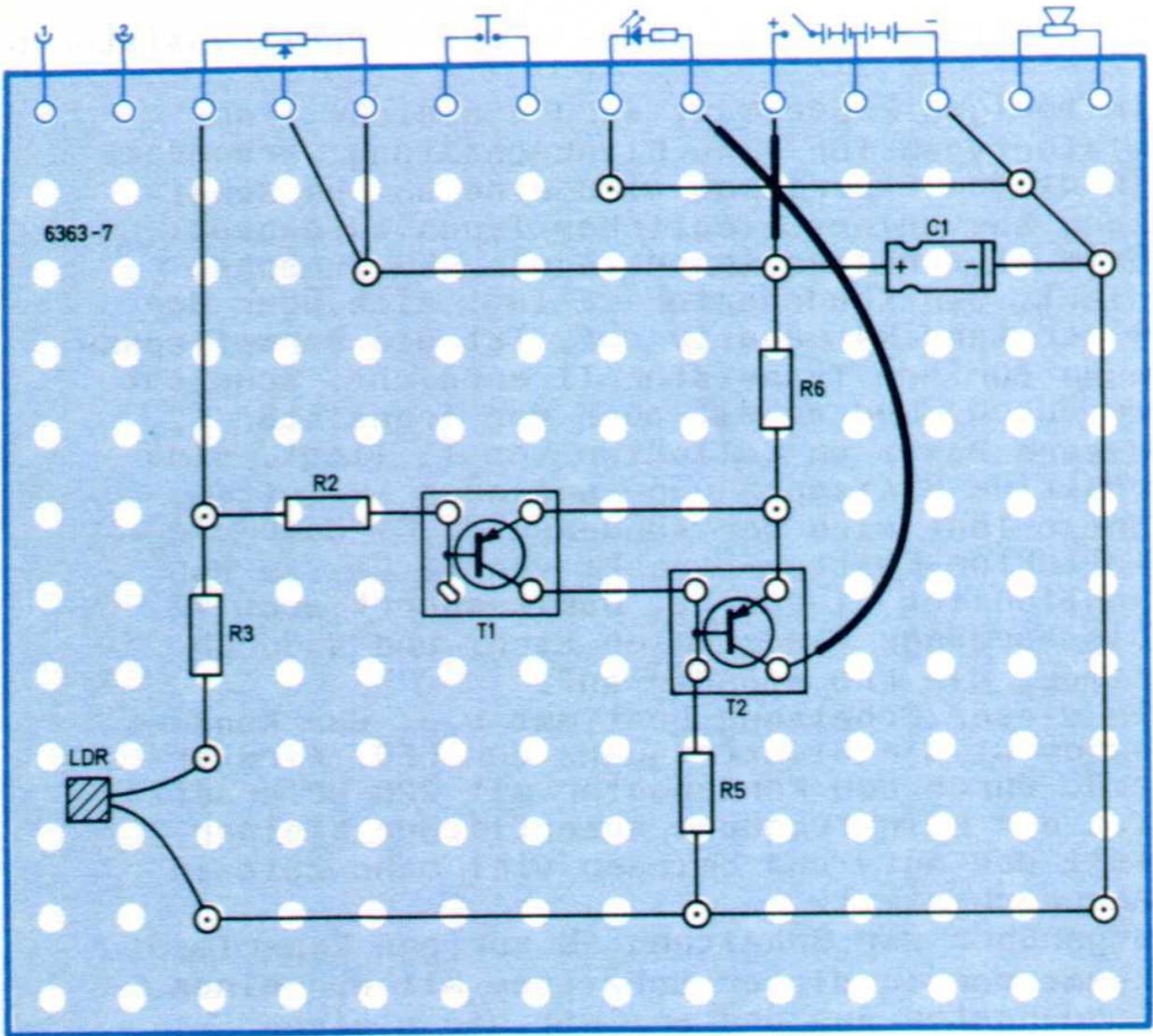
Im vorigen Experiment wurden gleiche Transistortypen für eine Blinkschaltung verwendet. In diesem Experiment wird eine solche Schaltung aus unterschiedlichen Typen aufgebaut. Beim Einschalten leuchtet die LED zunächst nicht. Der Kondensator C1 lädt sich über den Widerstand R4 negativ auf. Ist die Schwellspannung für den Transistor T1 erreicht, schaltet er durch. Nun erhält auch der Transistor T2, dessen Basis am Kollektor von T1 liegt, eine positive Basisspannung, und auch er leitet. Jetzt lädt sich der Kondensator C1 über die Kollektor-Emitter-Strecke von T2 um, so daß schließlich T1 sperrt. Damit sperrt auch T2. Die Vorgänge wiederholen sich, und dadurch blinkt die LED ständig auf.

In dieser Schaltung bestimmt u.a. der Kondensator C1 die Blinkfrequenz der LED. Wird er z.B. durch den Kondensator mit 220 μF ersetzt, ist die Blinkfrequenz wesentlich kleiner, weil das Auf- und Umladen viel mehr Zeit in Anspruch nimmt.

Gegenüber der Schaltung im vorigen Experiment kommt man in dieser Schaltung mit nur einem Kondensator aus und erzielt die gleiche Wirkung.

| | | | | |
|--------|--------------------------|-----|---------------|--------------------------|
| 6. | | | | |
| R1 | = Widerstand | 1 | kOhm | (braun, schwarz, rot) |
| R2 | = Widerstand | 10 | kOhm | (braun, schwarz, orange) |
| R3 | = Widerstand | 22 | kOhm | (rot, rot, orange) |
| R4 | = Widerstand | 470 | kOhm | (gelb, violett, gelb) |
| C1 | = Elektrolyt-Kondensator | 4,7 | μF | |
| C2 | = Elektrolyt-Kondensator | 100 | μF | |
| T1 | = pnp-Transistor, | | | blau |
| T2 | = npn-Transistor, | | | weiß |
| LED+RV | = LED mit Vorwiderstand | | | im Bedienungspult |

7. Dämmerungsschalter



7. Dämmerungsschalter

Mit der Schaltung nach Experiment 7 läßt sich die LED durch Helligkeitsänderungen am LDR ein- und ausschalten. Welche Helligkeit sie an- bzw ausschalten soll, kann mit dem Poti eingestellt werden.

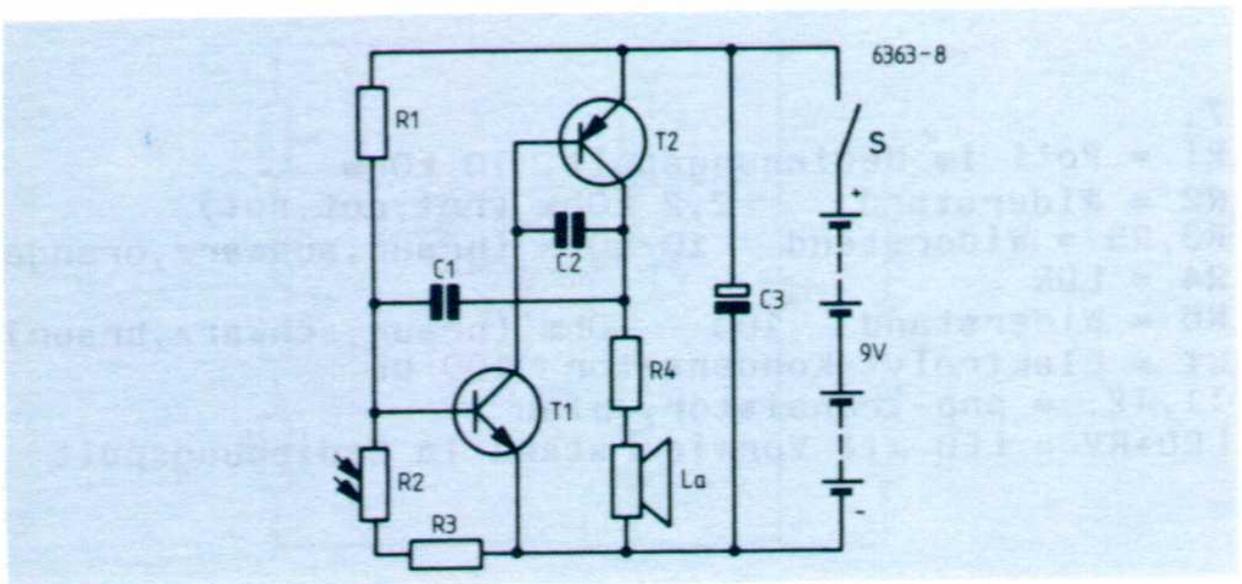
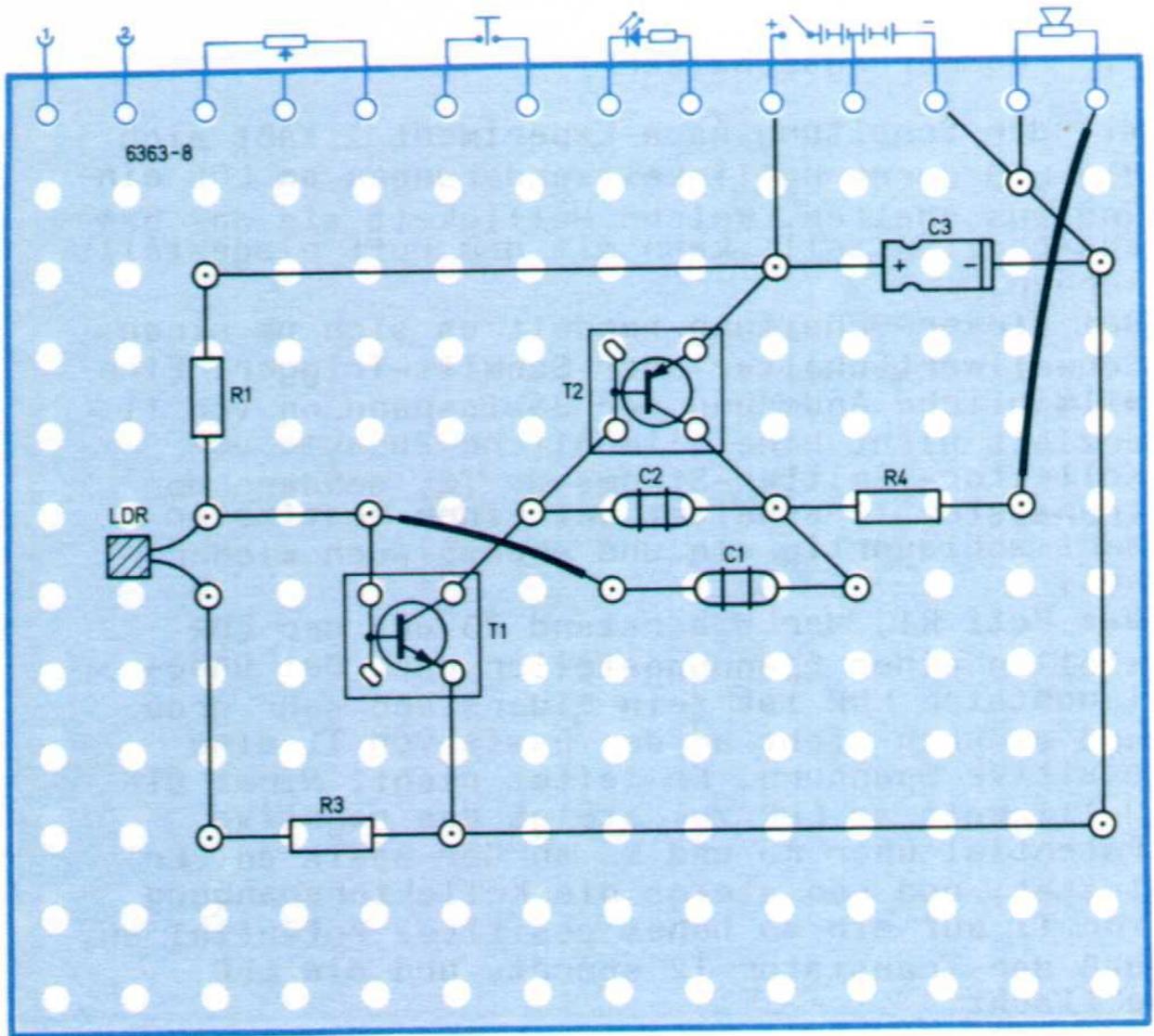
Bei dieser Schaltung handelt es sich um einen Schwellwertschalter oder Schmitt-Trigger. Eine allmähliche Änderung der Basisspannung von T1 erzielt nicht eine allmähliche Zunahme des Kollektor- Emitter-Stroms an T2, sondern der Transistor T2 schaltet bei einem bestimmten Wert schlagartig ein und ebenso auch wieder aus.

Das Poti R1, der Widerstand R3 und der LDR stellen einen Spannungsteiler dar. Bei unbeleuchtetem LDR ist sein Widerstand sehr groß, und dadurch steht an der Basis von T1 eine positive Spannung. Er leitet nicht. Nimmt die Helligkeit am LDR zu, steigt das negative Potential über R3 und R2 an der Basis an. Er leitet, und nun steigt die Kollektorspannung von T1 auf ein so hohes positives Potential an, daß der Transistor T2 sperrt, und die LED erlischt.

7.

- R1 = Poti im Bedienungspult, 10 kOhm
- R2 = Widerstand 2,2 kOhm (rot,rot,rot)
- R3,R5 = Widerstand 10 kOhm (braun,schwarz,orange)
- R4 = LDR
- R6 = Widerstand 100 Ohm (braun,schwarz,braun)
- C1 = Elektrolyt-Kondensator 100 µF
- T1,T2, = pnp-Transistor, blau
- LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult

8. Licht steuert Schall



8. Licht steuert Schall

Im Experiment 8 ertönt bei ausreichender Helligkeit aus dem Lautsprecher ein Ton. Wird der LDR nicht beleuchtet, bricht der Ton ab. Die Schaltung besteht im wesentlichen aus einem astabilen Multivibrator mit den beiden Transistoren T1 und T2. Der astabile Multivibrator kann allerdings nur schwingen, wenn der Widerstand des beleuchteten LDR so klein ist, daß die Basis von T1 ausreichende positive Spannung erhält. Die Kapazität der beiden Kondensatoren ist klein, so daß die Ein- und Ausschaltvorgänge sehr schnell ablaufen und im Lautsprecher einen Ton erzeugen.

8.

R1 = Widerstand 220 kOhm (rot,rot,gelb)

R2 = LDR

R3 = Widerstand 47 kOhm (gelb,violett,orange)

R4 = Widerstand 100 Ohm (braun,schwarz,braun)

C1 = keram. Kondensator 10.000 pF (br,schw,or)

C2 = keram. Kondensator 1.000 pF (br,schw,ro)

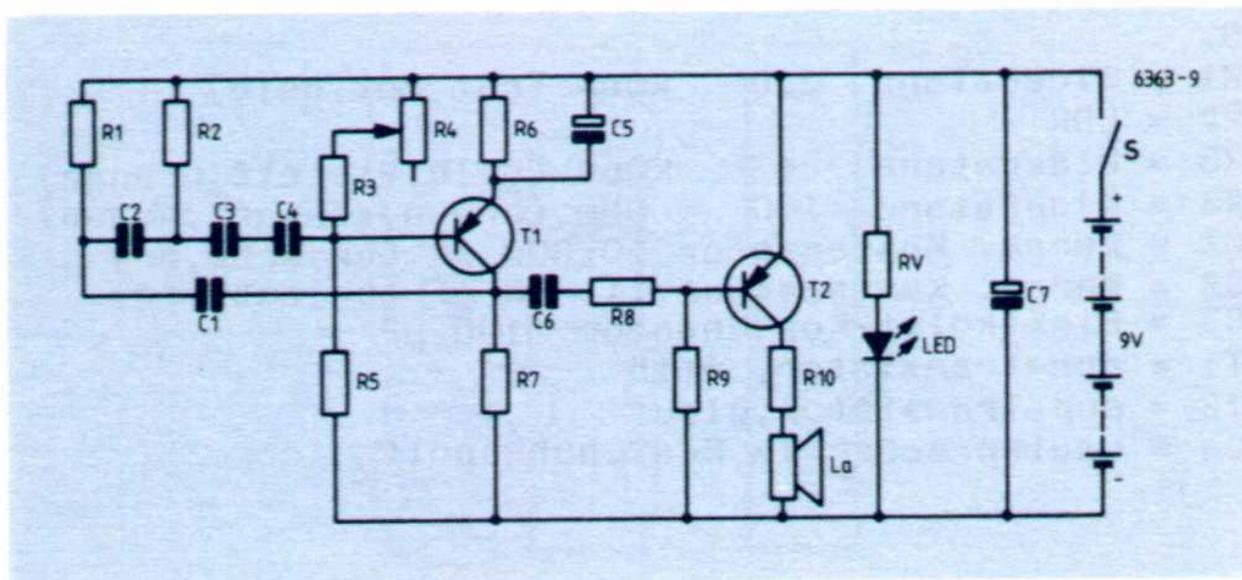
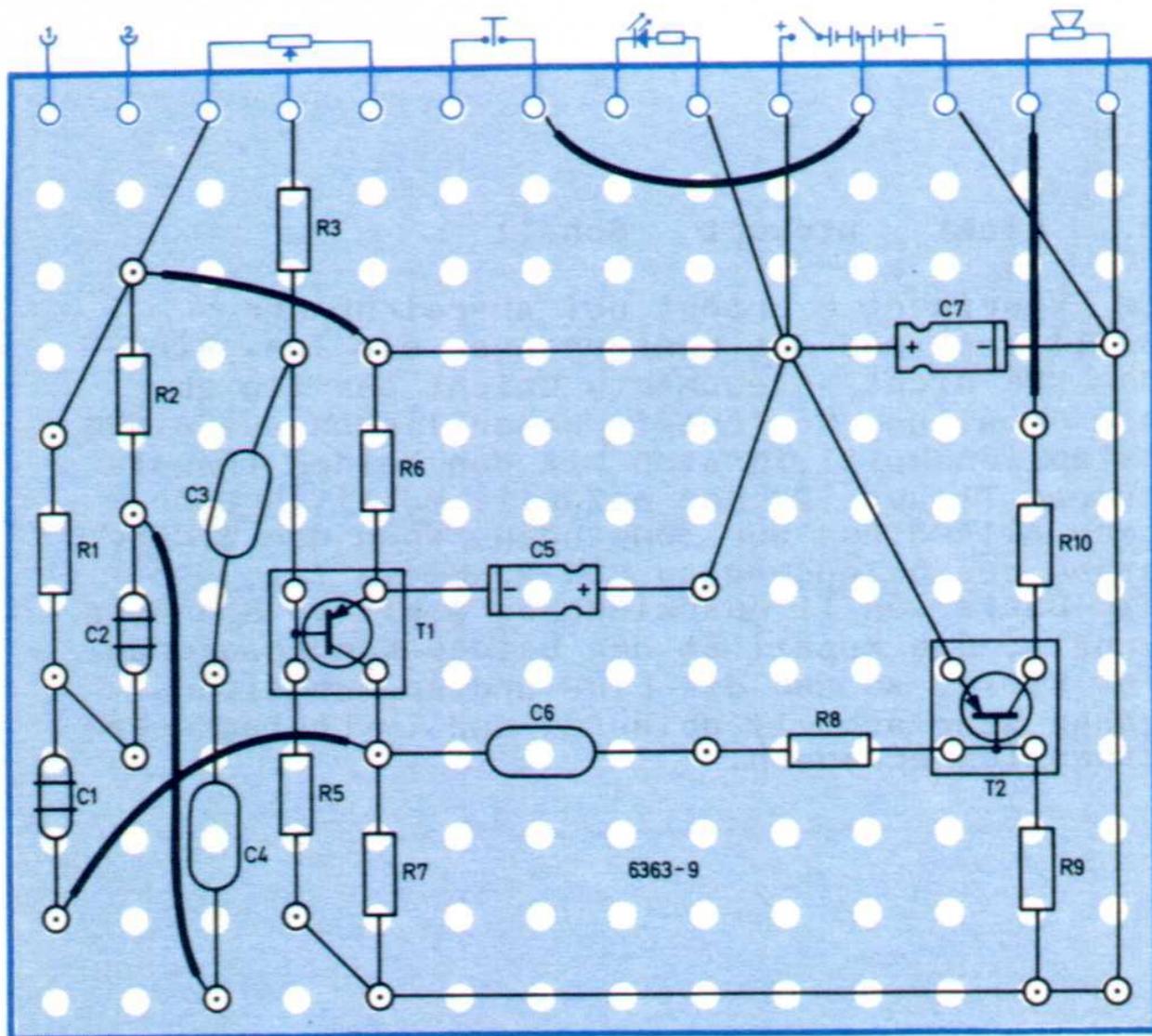
C3 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F

T1 = npn-Transistor, weiß

T2 = pnp-Transistor, blau

La = Lautsprecher im Bedienungspult

9. Sinusgenerator



9. Sinusgenerator

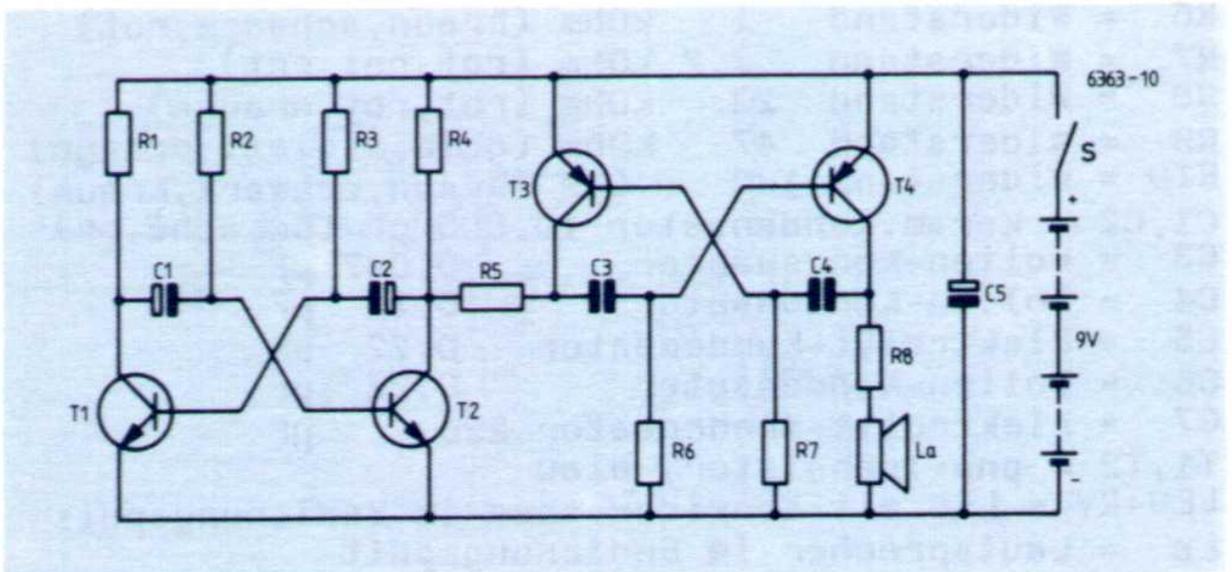
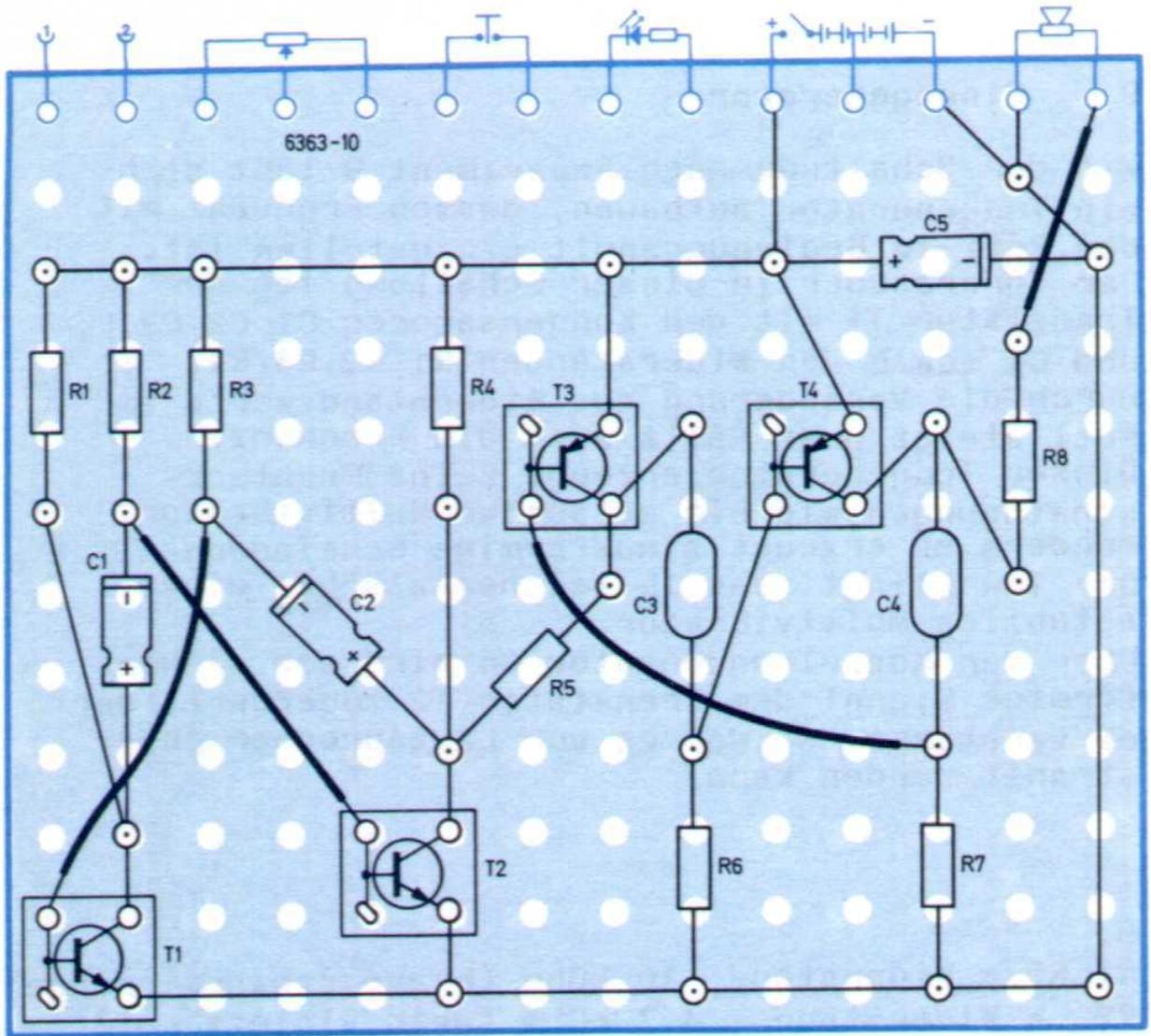
Mit der Schaltung nach Experiment 9 läßt sich ein Tongenerator aufbauen, dessen Frequenz mit dem Poti im Bedienungspult einzustellen ist. Der Tonerzeuger in dieser Schaltung ist der Transistor T1 mit den Kondensatoren C1, C2, C3 und C4 sowie den Widerständen R1, R2, R3/R4. Durch die Veränderung des Widerstandswerts am Poti steigt oder fällt auch die Frequenz. Dieser Tongenerator erzeugt keine Rechteckschwingungen wie ein astabiler Multivibrator, sondern er erzeugt sinusförmige Schwingungen. Der Ton klingt deshalb weicher als bei einem astabilen Multivibrator.

Über den Koppelkondensator C6 wird das sinusförmige Signal dem Transistor T2 zugeführt, der es verstärkt, so daß es vom Lautsprecher abgestrahlt werden kann.

9.

R1, R5 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)
 R2 = Widerstand 4,7 kOhm (gelb, violett, rot)
 R3 = Widerstand 470 Ohm (gelb, violett, braun)
 R4 = Poti im Bedienungspult, 10 kOhm
 R6 = Widerstand 1 kOhm (braun, schwarz, rot)
 R7 = Widerstand 2,2 kOhm (rot, rot, rot)
 R8 = Widerstand 22 kOhm (rot, rot, orange)
 R9 = Widerstand 47 kOhm (gelb, violett, orange)
 R10 = Widerstand 100 Ohm (braun, schwarz, braun)
 C1, C2 = keram. Kondensator 10.000 pF (br, schw, or)
 C3 = Folien-Kondensator 0,047 μ F
 C4 = Folien-Kondensator 0,1 μ F
 C5 = Elektrolyt-Kondensator 0,22 μ F
 C6 = Folien-Kondensator 0,22 μ F
 C7 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F
 T1, T2 = pnp-Transistor, blau
 LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult
 La = Lautsprecher im Bedienungspult

10. Alarmsirene



10. Alarmsirene

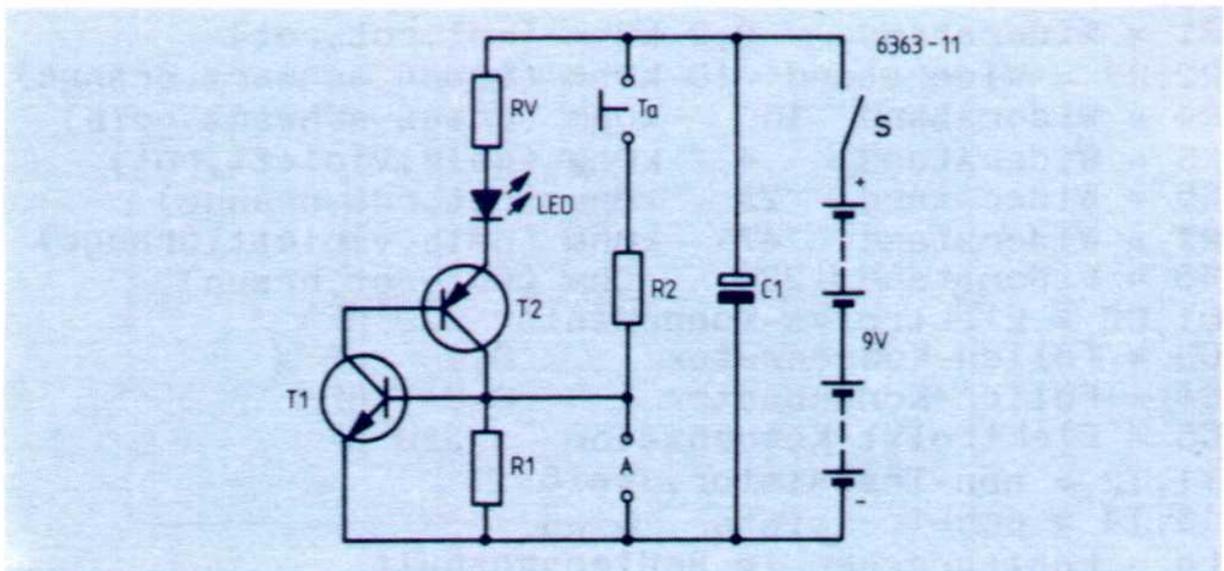
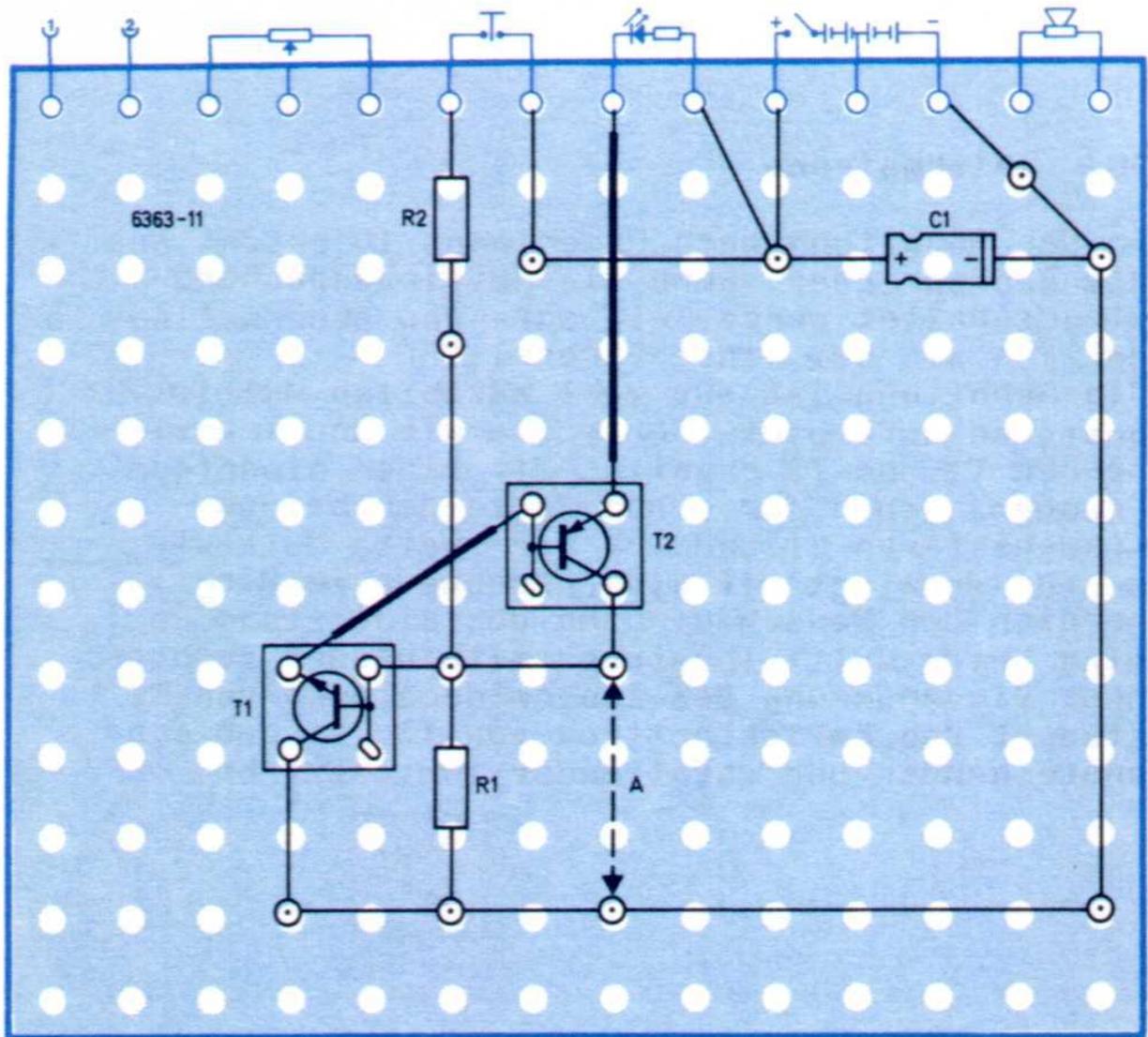
In der Schaltung nach Experiment 10 ertönt aus dem Lautsprecher, wenn die Betriebsspannung eingeschaltet wurde, ein auf- und abschwelliger Ton wie bei einer Sirene.

Die Schaltung ist aus zwei astabilen Multivibratoren aufgebaut. Der erste mit den Transistoren T1 und T2 arbeitet mit einer niedrigen Frequenz wegen der hohen Werte der beiden Kondensatoren C1 und C2. Der zweite Multivibrator schwingt mit einer Frequenz im Hörbereich der Menschen. Über den Widerstand R5 sind beide Multivibratoren miteinander verbunden. Die Änderung des Innenwiderstands von T2 steuert den Kollektorstrom von T3, so daß ein ansteigender und abfallender Ton entsteht.

10.

- R1 = Widerstand 2,2 kOhm (rot, rot, rot)
 R2, R3 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)
 R4 = Widerstand 100 kOhm (braun, schwarz, gelb)
 R5 = Widerstand 4,7 kOhm (gelb, violett, rot)
 R6 = Widerstand 22 kOhm (rot, rot, orange)
 R7 = Widerstand 47 kOhm (gelb, violett, orange)
 R8 = Widerstand 220 Ohm (rot, rot, braun)
 C1, C2 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F
 C3 = Folien-Kondensator 0,1 μ F
 C4 = Folien-Kondensator 0,047 μ F
 C5 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F
 T1, T2 = npn-Transistor, weiß
 T3, T4 = pnp-Transistor, blau
 La = Lautsprecher im Bedienungspult

11. Selbsthalte-Schaltung



11. Selbsthalte-Schaltung

In der Schaltung nach Experiment 11 leuchtet die LED beim Einschalten der Betriebsspannung nicht, sondern erst wenn der Taster Ta gedrückt wurde. Sie geht dann nicht wieder aus und kann nur gelöscht werden, indem man die Klemmen A überbrückt oder kurz die Betriebsspannung ausschaltet. Diese Wirkung einer Schaltung bezeichnet man als **Selbsthalte-Effekt**.

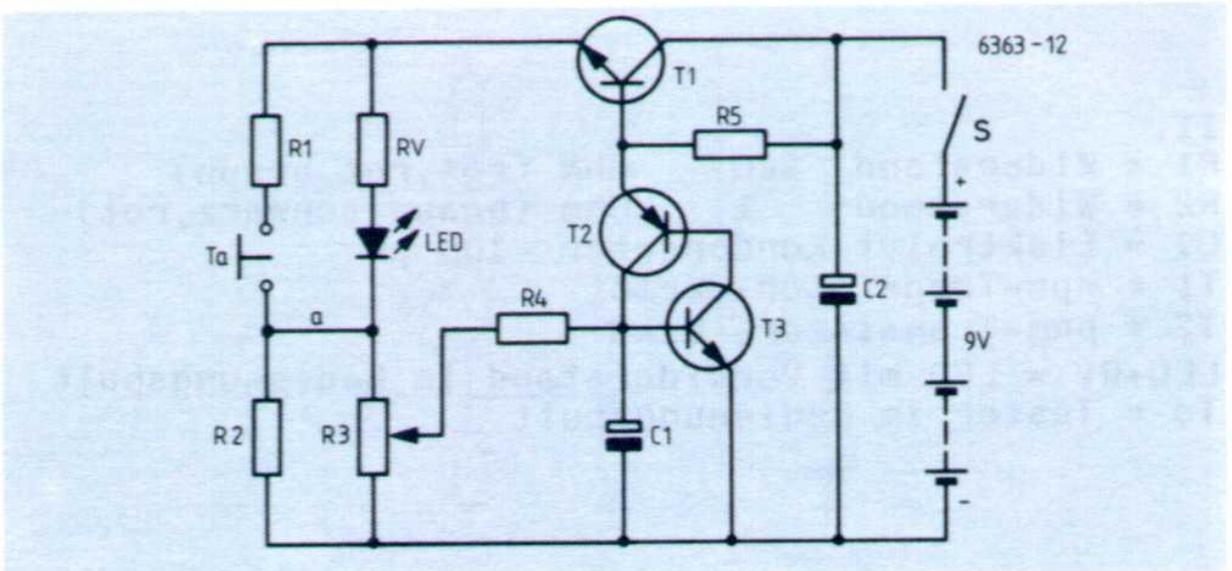
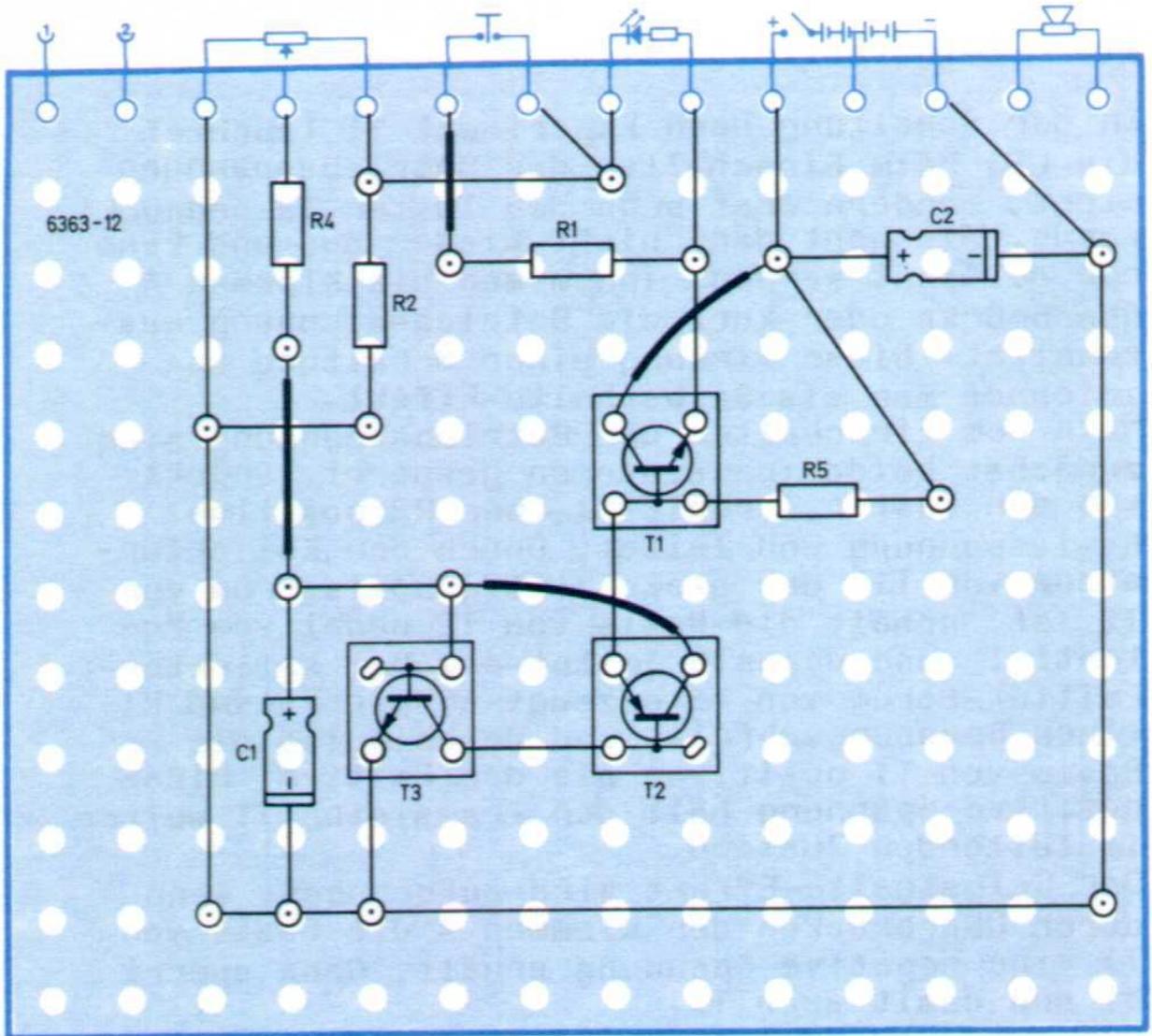
Nach dem Einschalten der Betriebsspannung sind zunächst beide Transistoren gesperrt. Drückt man den Taster, erhält T1 über R2 positive Basisspannung und leitet. Durch den Kollektorstrom von T1, der gleichzeitig Basisstrom von T2 ist, erhält die Basis von T2 negatives Potential, und deshalb leitet er. Der Kollektor-Emitter-Strom von T2 erzeugt am Widerstand R1 einen Spannungsabfall, und deshalb ist die Basis von T1 positiver als der Emitter. Diese positive Spannung hält den Transistor T1 weiter im leitenden Zustand.

Der Selbsthalte-Effekt wird aufgehoben, wenn durch Überbrücken der Klemmen A die Basis von T1 eine negative Spannung erhält. Dann sperrt T1 und damit auch T2.

11.

- R1 = Widerstand 220 Ohm (rot,rot,braun)
- R2 = Widerstand 1 kOhm (braun,schwarz,rot)
- C1 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F
- T1 = npn-Transistor, weiß
- T2 = pnp-Transistor, blau
- LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult
- Ta = Taster im Bedienungspult

12. Überstrom-Schutzschalter



12. Oberstrom-Schutzschalter

Schon kurzzeitig überhöhte Stromstärke kann ein elektrisches Gerät dadurch unbrauchbar machen, daß z.B. die Wicklungen eines Elektromotors "durchschmoren". Nur eine Schaltung wie in dem Experiment 12 reagiert so schnell, daß bei zu großer Stromstärke in Bruchteilen einer Sekunde die Stromzufuhr unterbrochen und damit Schaden vermieden wird.

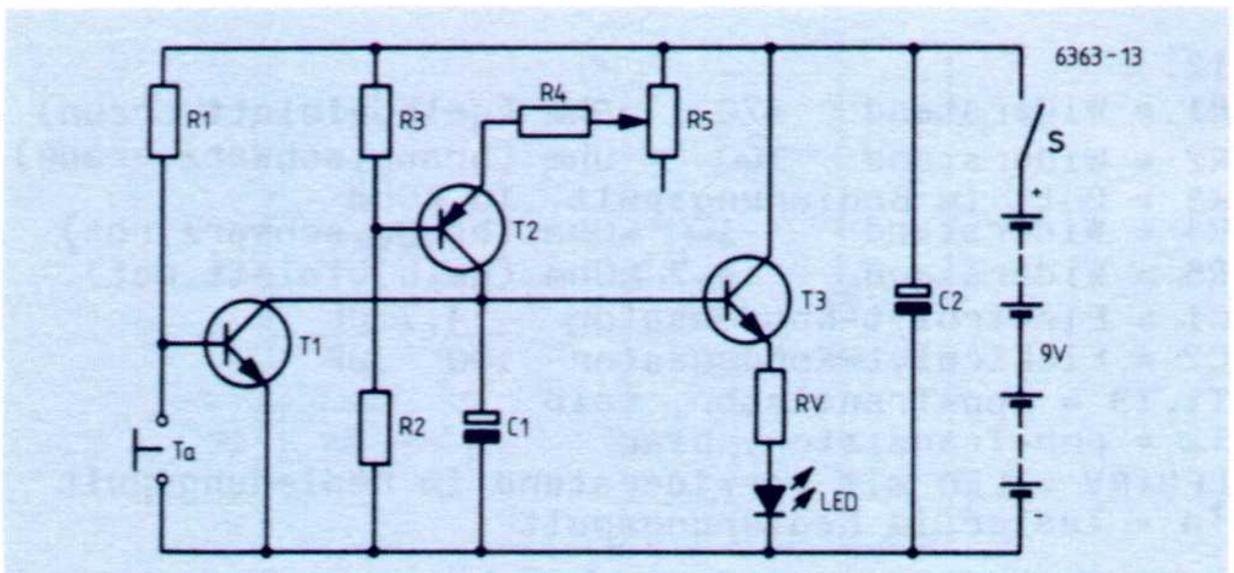
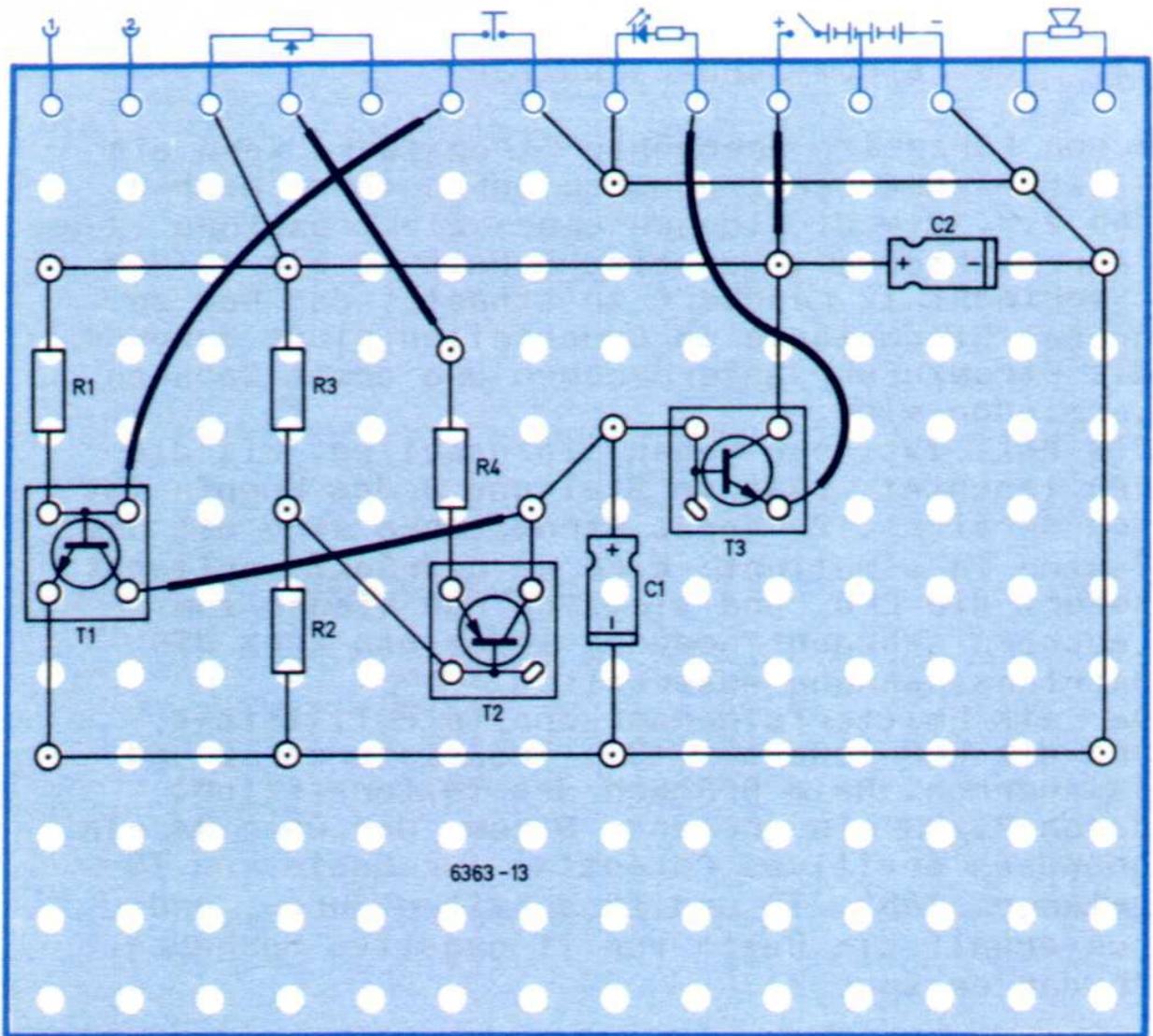
Das Poti ist sehr genau einzustellen, bis die LED leuchtet. Etwa in Stellung 3 des Knopfs ist das erreicht. Zu große Stromstärke wird mit dem Taster Ta simuliert. Wird er gedrückt, erlischt sofort die LED, und sie kann nur wieder zum Leuchten gebracht werden, indem man kurz die Betriebsspannung ausschaltet.

Der als Emitterfolger geschaltete T1 leitet, und die LED leuchtet. Die Transistoren T2 und T3 sperren. Beim Drücken des Tasters fließt durch R2/R3 ein größerer Strom, der über R4 ein größeres positives Potential zur Basis von T3 gelangen läßt. T2 und T3 schalten durch, und nun erhält die Basis von T1 negative Spannung, so daß er sperrt.

12.

| | | | |
|--------------------------------|-----|---------|-------------------------|
| R1 = Widerstand | 470 | Ohm | (gelb, violett, braun) |
| R2 = Widerstand | 100 | Ohm | (braun, schwarz, braun) |
| R3 = Poti im Bedienungspult, | | 10 kOhm | |
| R4 = Widerstand | 1 | kOhm | (braun, schwarz, rot) |
| R5 = Widerstand | 4,7 | kOhm | (gelb, violett, rot) |
| C1 = Elektrolyt-Kondensator | | 4,7 | µF |
| C2 = Elektrolyt-Kondensator | | 100 | µF |
| T1, T3 = npn-Transistor, | | | weiß |
| T2 = pnp-Transistor, | | | blau |
| LED+RV = LED mit Vorwiderstand | | | im Bedienungspult |
| Ta = Taster im Bedienungspult | | | |

13. Stufenlose Helligkeitsregelung



13. Stufenlose Helligkeitsregelung

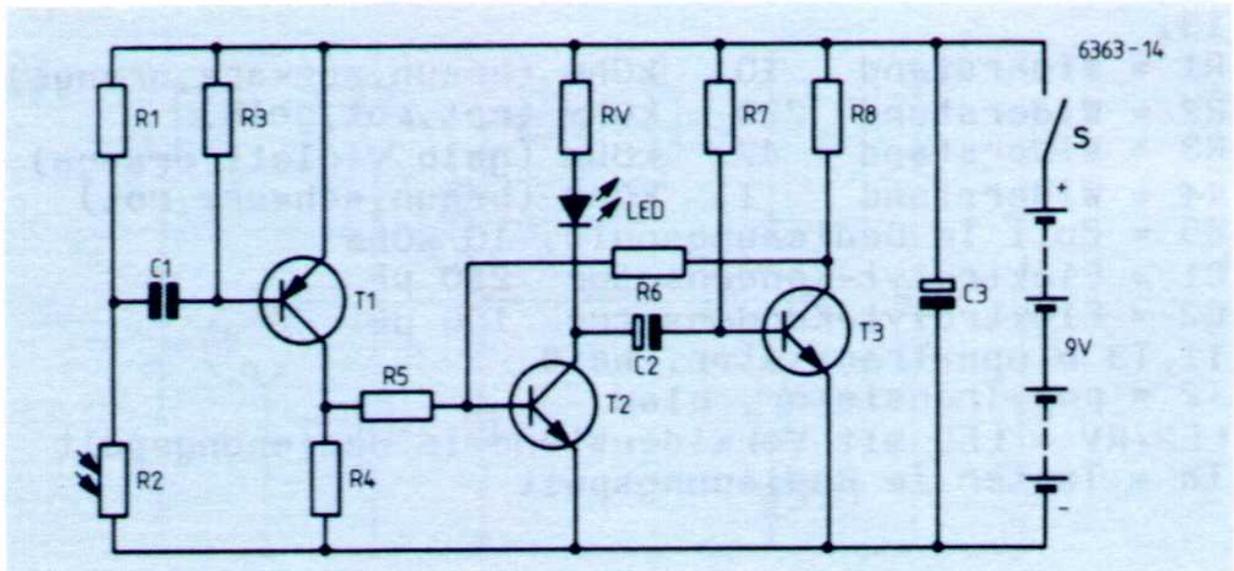
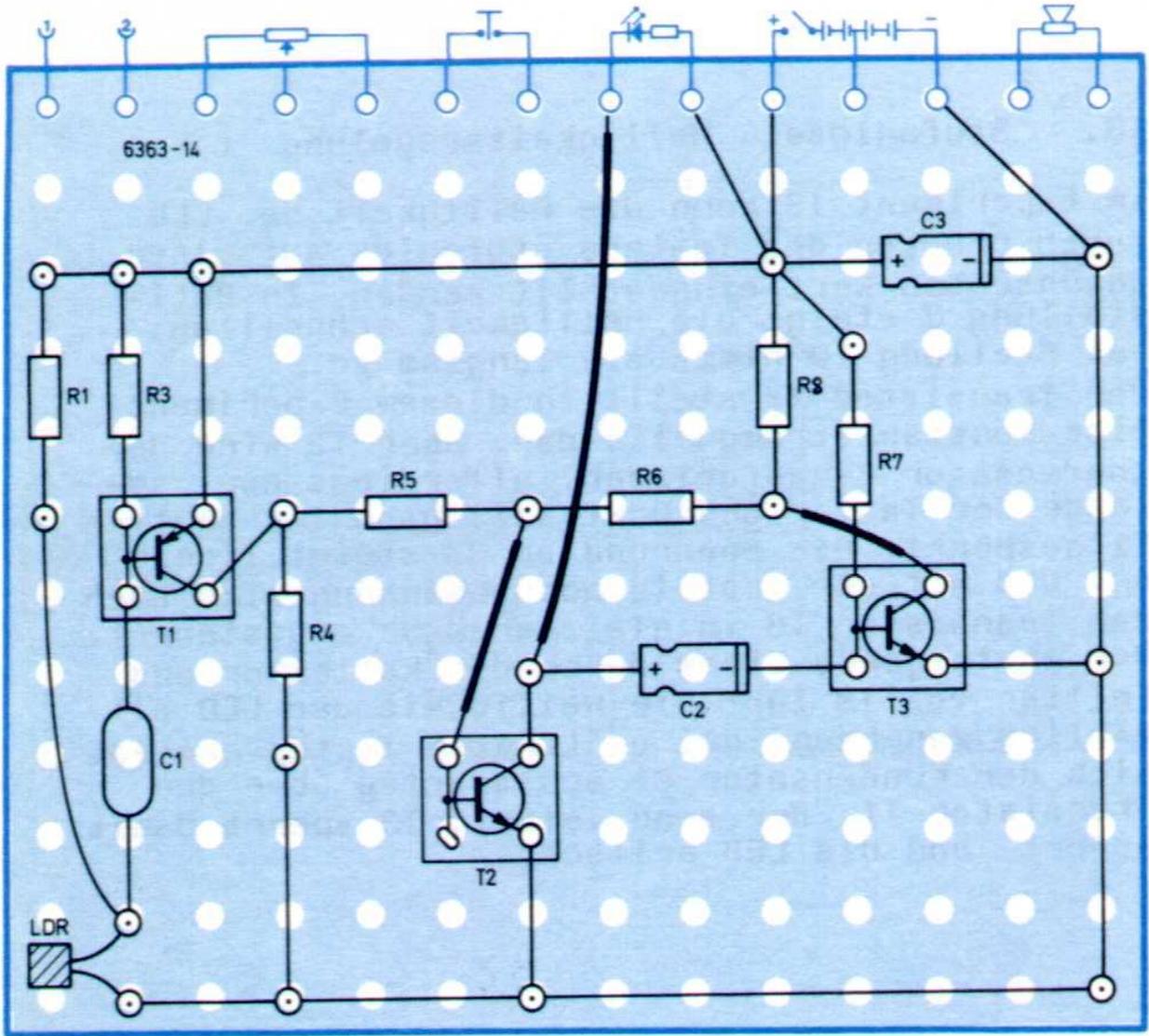
Im Experiment 13 kann die Helligkeit der LED durch Drücken des Tasters stufenlos auf einen gewünschten Wert eingestellt werden. In Poti-Stellung 0 steigt die Helligkeit schnell an, bei Stellung 10 nimmt sie langsam zu.

Der Transistor T2 stellt in diesem Experiment eine Konstantstromquelle dar. Über T2 wird der Kondensator C1 aufgeladen, allerdings nur, solange der Taster gedrückt ist. Dann ist nämlich T1 gesperrt. Die Spannung an C1 steigt linear an, und mit der ansteigenden Spannung wird auch der Transistor T3 im gleichen Maße angesteuert. Der ansteigende Strom durch den Kollektor und Emitter von T3 läßt die Helligkeit der LED allmählich zunehmen. Bei geöffnetem Taster entlädt sich der Kondensator C1 schlagartig über den Transistor T1, der dann leitet. T3 sperrt damit sofort, und die LED erlischt.

13.

- R1 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)
- R2 = Widerstand 220 kOhm (rot, rot, gelb)
- R3 = Widerstand 47 kOhm (gelb, violett, orange)
- R4 = Widerstand 1 kOhm (braun, schwarz, rot)
- R5 = Poti im Bedienungspult, 10 kOhm
- C1 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F
- C2 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F
- T1, T3 = npn-Transistor, weiß
- T2 = pnp-Transistor, blau
- LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult
- Ta = Taster im Bedienungspult

14. Anzeiger für Lichtschwankungen



14. Anzeiger für Lichtschwankungen

Im Experiment 14 leuchtet die LED nach dem Einschalten der Betriebsspannung nicht. Verdunkelt man den LDR im schnellen Wechsel, leuchtet die LED auf und erlischt nach einer bestimmten Zeit selbsttätig wieder.

Dunkelt man den LDR völlig ab, lädt sich zwar der Kondensator C1 an der Basis von T1 um, der Transistor leitet aber nicht. Erst Lichtstärke-schwankungen lassen den Transistor T1 kurzzeitig leiten. Dann gelangt über R5 ein kurzer positiver Impuls auf die Basis von T2, der mit T3 zusammen einen monostabilen Multivibrator bildet. T2 leitet für die Zeit, die durch den Kondensator C2 und den Widerstand R7 festgelegt ist, und sperrt dann wieder. Da die LED im Kollektorkreis von T2 liegt, leuchtet sie nur, solange er leitet.

Durch das Austauschen der zeitbestimmenden Bauteile läßt sich die Zeit verändern. Dabei gilt: Je größer die Werte der elektronischen Teile sind, desto länger leuchtet die LED.

14.

R1, R8 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)

R2 = LDR

R3 = Widerstand 220 kOhm (rot, rot, gelb)

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

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

R6 = Widerstand 47 kOhm (gelb, violett, orange)

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

C1 = Folien-Kondensator 0,22 μ F

C2 = Elektrolyt-kondensator 220 μ F

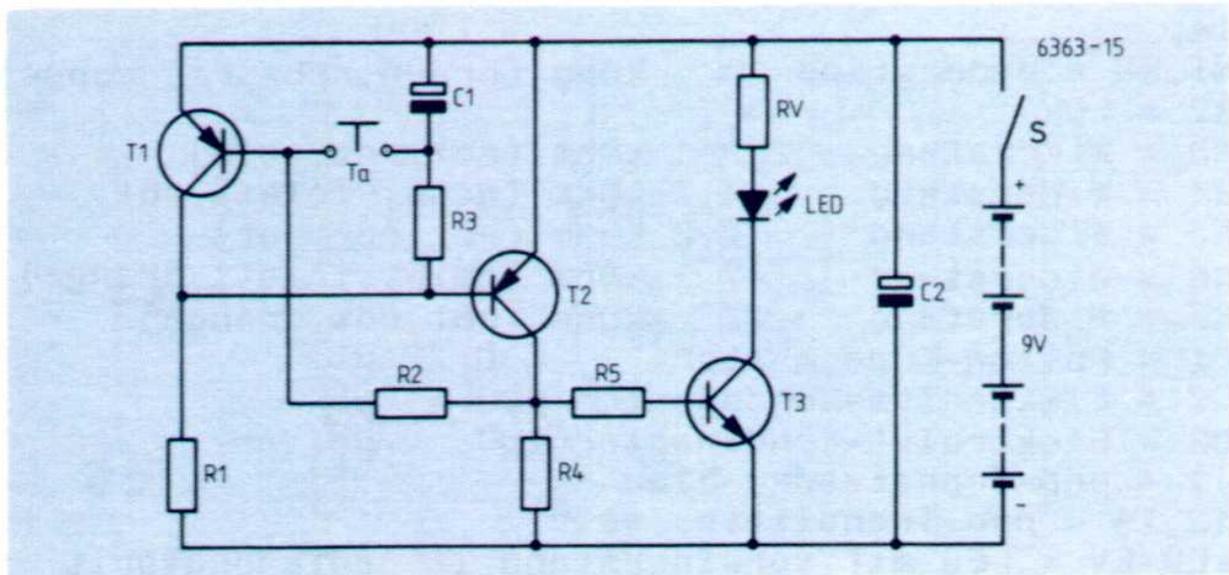
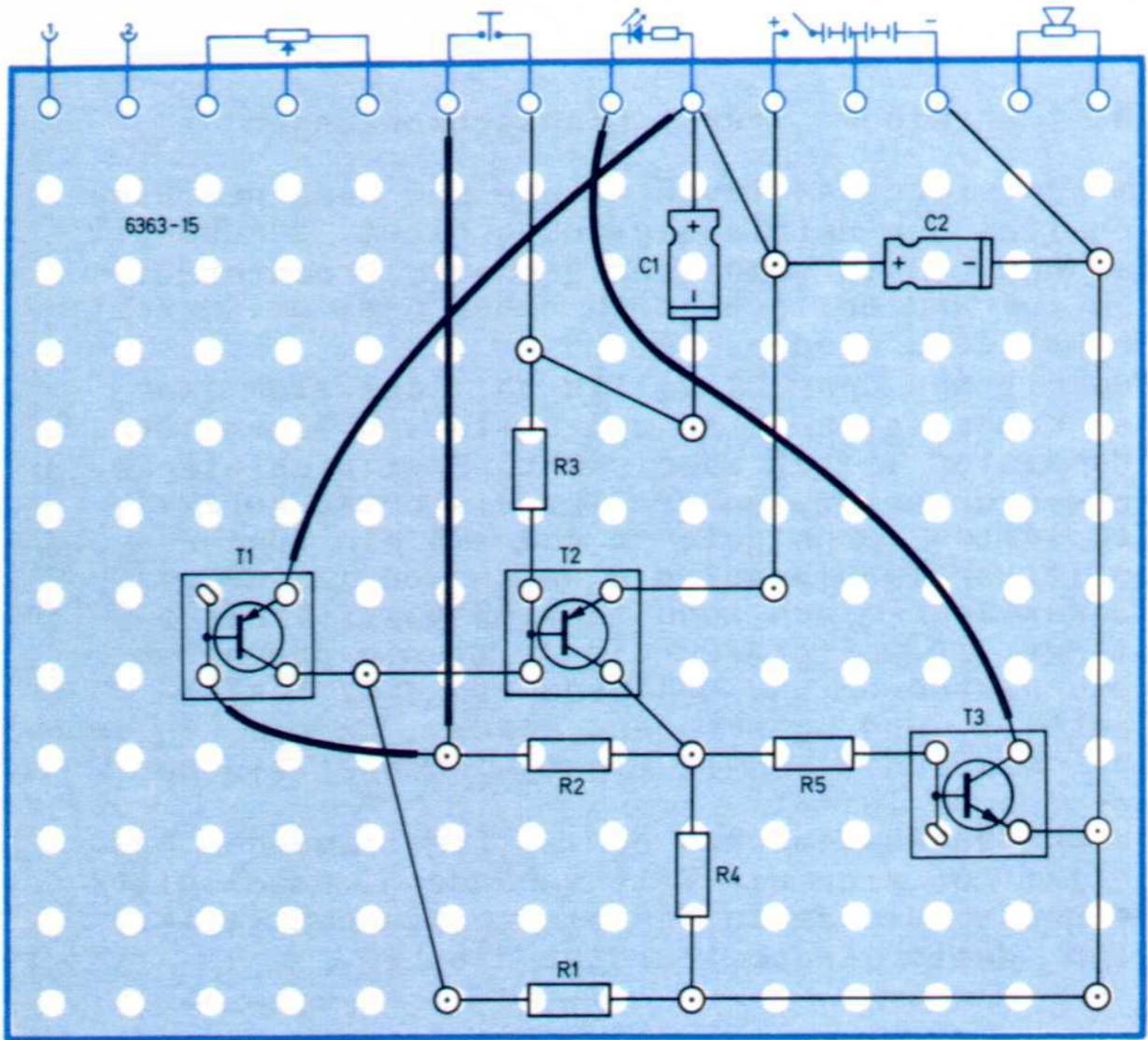
C3 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F

T1 = pnp-Transistor, blau

T2, T3 = npn-Transistor, weiß

LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult

15. Ein- Aus- Taster



15. Ein-Aus-Taster

Die Schaltung nach Experiment 15 stellt einen Ein-Aus-Taster dar. Mit dem Taster im Bedienungspult kann die LED durch jeden Impuls umgeschaltet werden.

Die Schaltung besteht im wesentlichen aus einem bistabilen Multivibrator mit den Transistoren T1 und T2. Nimmt man einmal an, daß der Transistor T1 leitet. Dann ist T2 gesperrt, und auch der Transistor T3 leitet nicht. Denn am Kollektor von T2 liegt keine positive Spannung, die T3 durchschalten könnte. Die LED leuchtet also nicht. Über den leitenden Transistor T1 und den Widerstand R3 entlädt sich der Kondensator C1. Wird der Taster gedrückt, sperrt sofort T1 und T2 leitet, weil er jetzt über R1 eine negative Basisspannung erhält. Über die Kollektor-Emitter-Strecke von T2 erhält T3 positive Basisspannung, er schaltet durch, und die LED leuchtet. Gleichzeitig lädt sich der Kondensator C1 negativ über R1 und R3 auf. Wird nun der Taster erneut gedrückt, wird mit der negativen Spannung von C1 wieder T1 leitend, T2 und T3 sperren, und die LED erlischt.

15.

R1, R5 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)

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

R3 = Widerstand 22 kOhm (rot, rot, orange)

R4 = Widerstand 1 kOhm (braun, schwarz, rot)

C1 = Elektrolyt-Kondensator 4,7 μ F

C2 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F

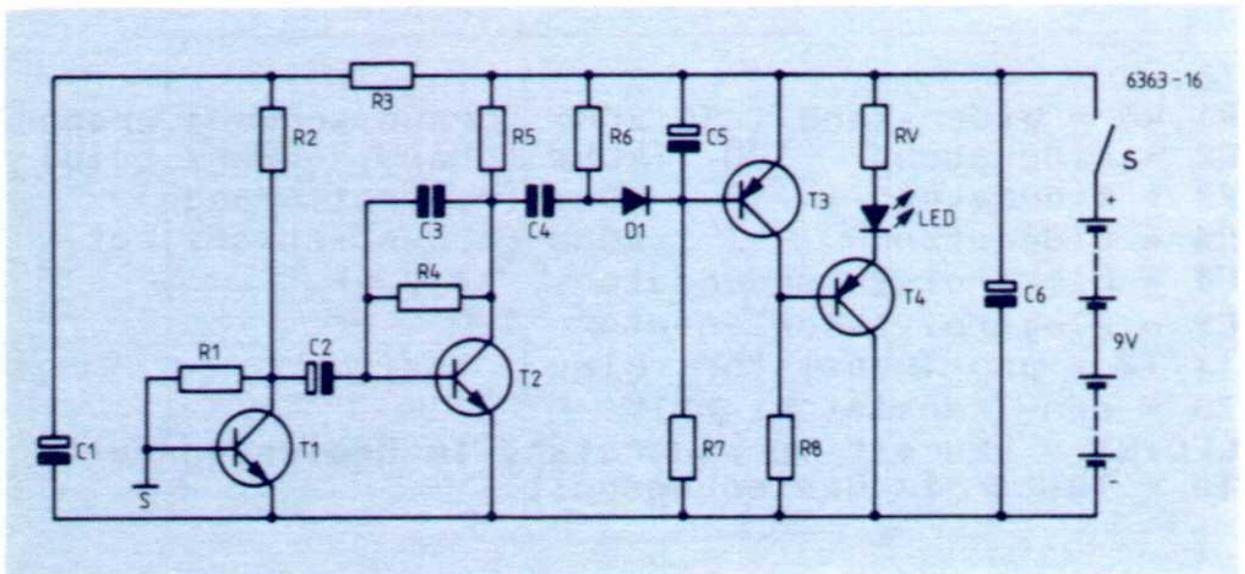
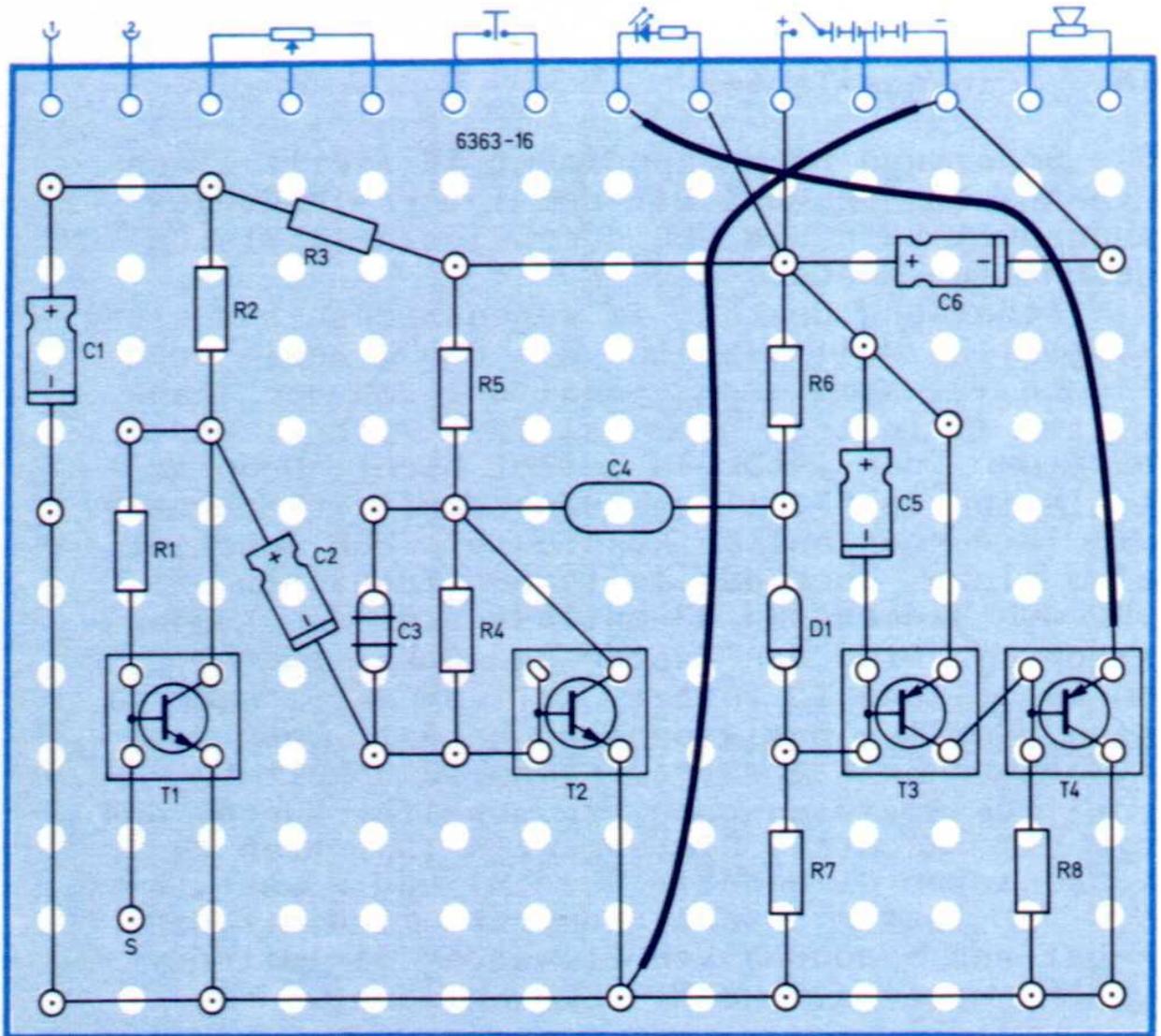
T1, T2 = pnp-Transistor, blau

T3 = npn-Transistor, weiß

LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult

Ta = Taster im Bedienungspult

16. Sensortaster



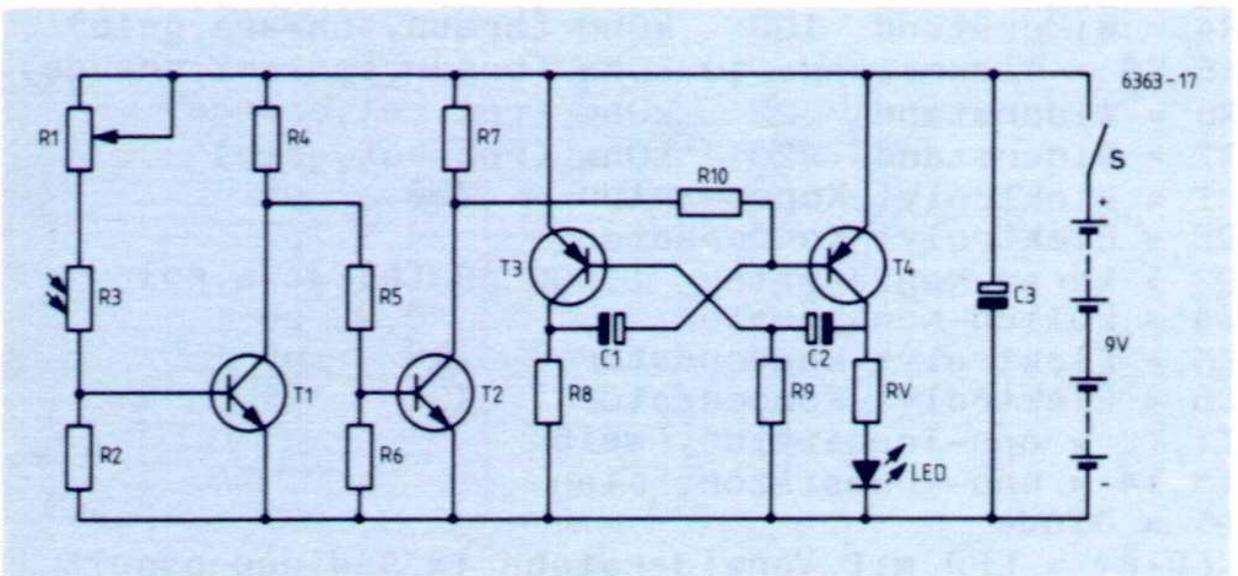
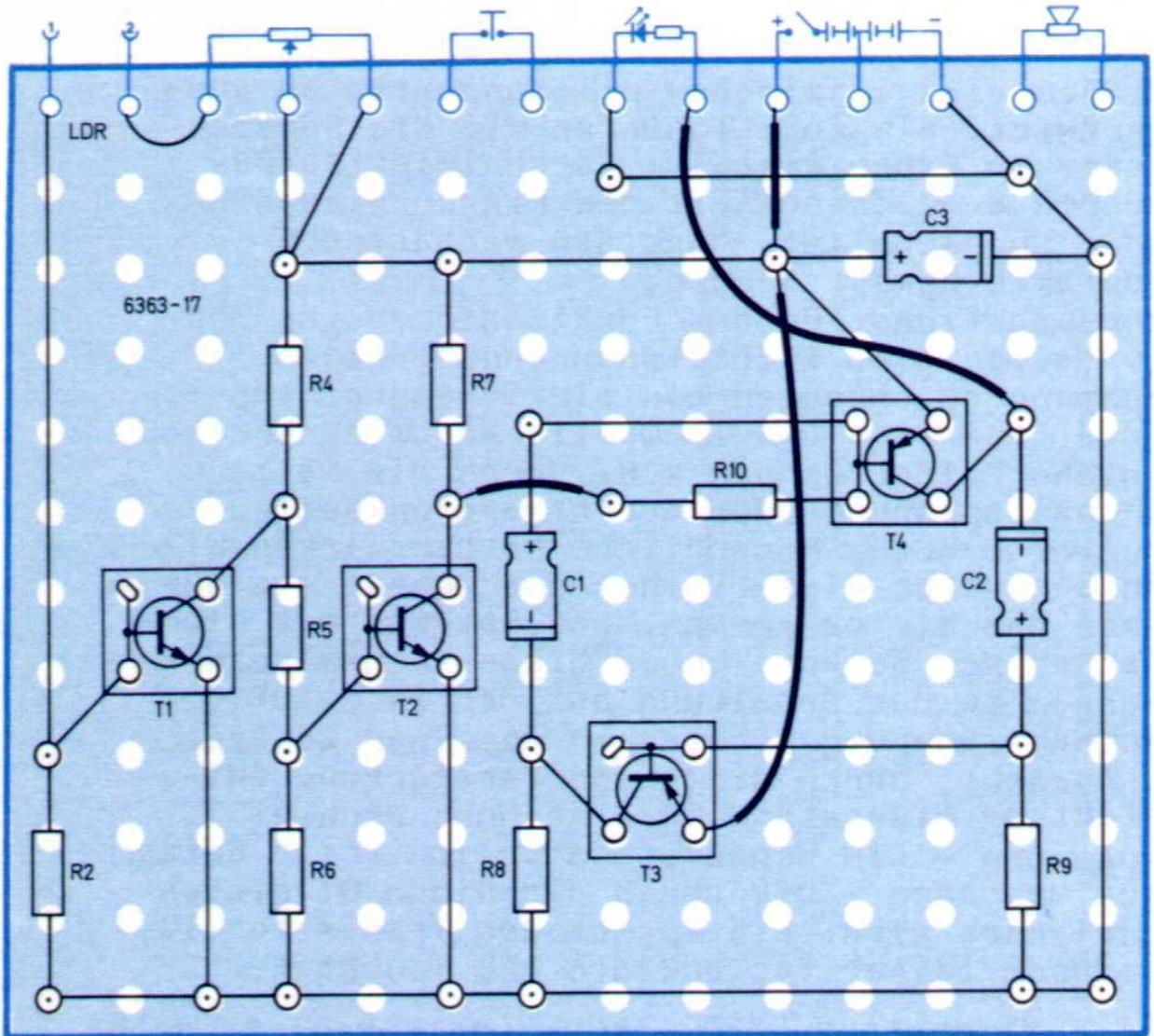
16. Sensortaster

Viele der handelsüblichen Audio- und Video-Geräte sind inzwischen mit Sensortasten ausgerüstet. Sie funktionieren wie die Sensortaste in Experiment 16: Durch leichtes Berühren des Sensors mit dem Finger wird ein- oder umgeschaltet, ohne daß mechanische Kontakte bewegt werden.

Voraussetzung für das Funktionieren von Sensortasten sind Wechselspannungen. Diese Spannungen erzeugen ein elektromagnetisches Feld, das sich um die Quelle herum ausbreitet. Solche Felder werden z.B. durch die Netzwechselspannung oder durch Rundfunkwellen hervorgerufen. Menschliche Körper wirken wie Antennen für diese Felder und nehmen sie auf, ohne daß wir es merken. Berührt man mit einem Finger den Sensor, gehen diese Wechselspannungen in der Schaltung auf den zweistufigen Wechselspannungsverstärker über und werden verstärkt. Durch die große Verstärkung entsteht am Widerstand R6 eine hohe Wechselspannung - sie bedeutet natürlich keine Gefahr für Menschen - die durch die Diode D1 gleichgerichtet wird. Sie sperrt den Transistor T3, dadurch leitet T4, und die LED leuchtet.

16. R1 = Widerstand 470 kOhm (gelb, violett, gelb)
 R2 = Widerstand 4,7 kOhm (gelb, violett, rot)
 R3 = Widerstand 1 kOhm (braun, schwarz, rot)
 R4 = Widerstand 100 kOhm (braun, schwarz, gelb)
 R5, R8 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)
 R6 = Widerstand 22 kOhm (rot, rot, orange)
 R7 = Widerstand 220 kOhm (rot, rot, gelb)
 C1 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F
 C2 = Elektrolyt-Kondensator 4,7 μ F
 C3 = keram. Kondensator 1.000 pF (br, schw, ro)
 C4 = Folien-Kondensator 0,22 μ F
 C5 = Elektrolyt-Kondensator 10 μ F
 C6 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F
 T1, T2 = npn-Transistor, weiß
 T3, T4 = pnp-Transistor, blau
 D1 = Diode
 LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult
 S = Sensor

17. Automatischer Warnblinker



17. Automatischer Warnblinker

Baustellen und Absperrungen müssen bei Dunkelheit gut durch Warnblinker abgesichert sein, damit keine Unfälle passieren. Um die Warnanlagen nicht immer bei Anbruch der Dunkelheit einschalten und bei Tagesanbruch ausschalten zu müssen, werden sie - wie die Schaltung in Experiment 17 - automatisch durch die Tageshelligkeit gesteuert. Bei welcher Helligkeit das Blinken der LED einsetzen soll, läßt sich mit dem Poti einstellen.

Wird nach dem Einschalten der Betriebsspannung der LDR abgedunkelt, blinkt die LED so lange, bis der LDR wieder beleuchtet ist.

Bei ausreichender Helligkeit ist der Transistor T1 leitend und T2 gesperrt. Über R7 und R10 gelangt positive Spannung auf die Basis von T4, und der astabile Multivibrator mit den Transistoren T3 und T4 schwingt nicht. Erst wenn eine bestimmte Helligkeit unterschritten wird, sperrt T1, T2 leitet, und nun gelangt negative Spannung auf die Basis von T4. Der astabile Multivibrator beginnt zu schwingen, und die LED blinkt.

17.

- R1 = Poti im Bedienungspult, 10 kOhm
 R2 = Widerstand 2,2 kOhm (rot,rot,rot)
 R3 = LDR
 R4,R9 = Widerstand 10 kOhm (braun,schwarz,orange)
 R5 = Widerstand 22 kOhm (rot,rot,orange)
 R6 = Widerstand 47 kOhm (gelb,violett,orange)
 R7 = Widerstand 1 kOhm (braun,schwarz,rot)
 R8 = Widerstand 4,7 kOhm (gelb,violett,rot)
 R10= Widerstand 100 kOhm (braun,schwarz,gelb)
 C1 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F
 C2 = Elektrolyt-Kondenstor 10 μ F
 C3 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F
 T1,T2 = npn-Transistor, weiß
 T3,T4 = pnp-Transistor, blau
 LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult

18. Automatischer Tester für pnp-Transistoren

Defekte Transistoren sind für Elektronik-Bastler unerfreulich, weil dann die Fehlersuche beginnt, wenn eine Schaltung nicht funktioniert. Mit der Schaltung nach Experiment 18 lassen sich pnp-Transistoren mühelos testen, und gleichzeitig wird auch noch ein Hinweis darauf gegeben, welcher Art der Fehler im Transistor ist.

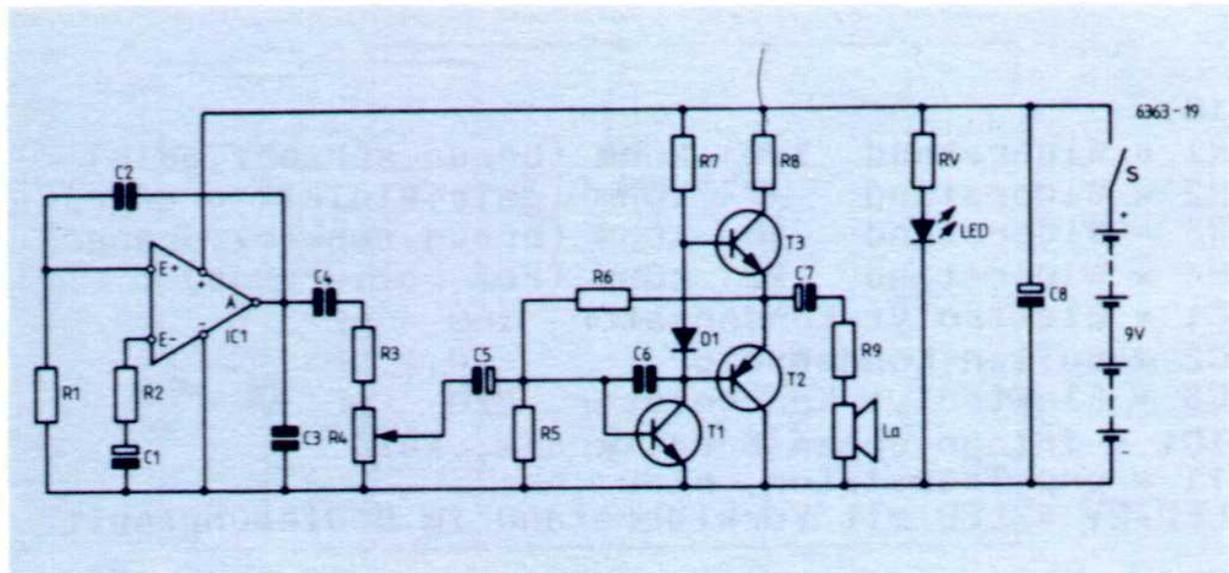
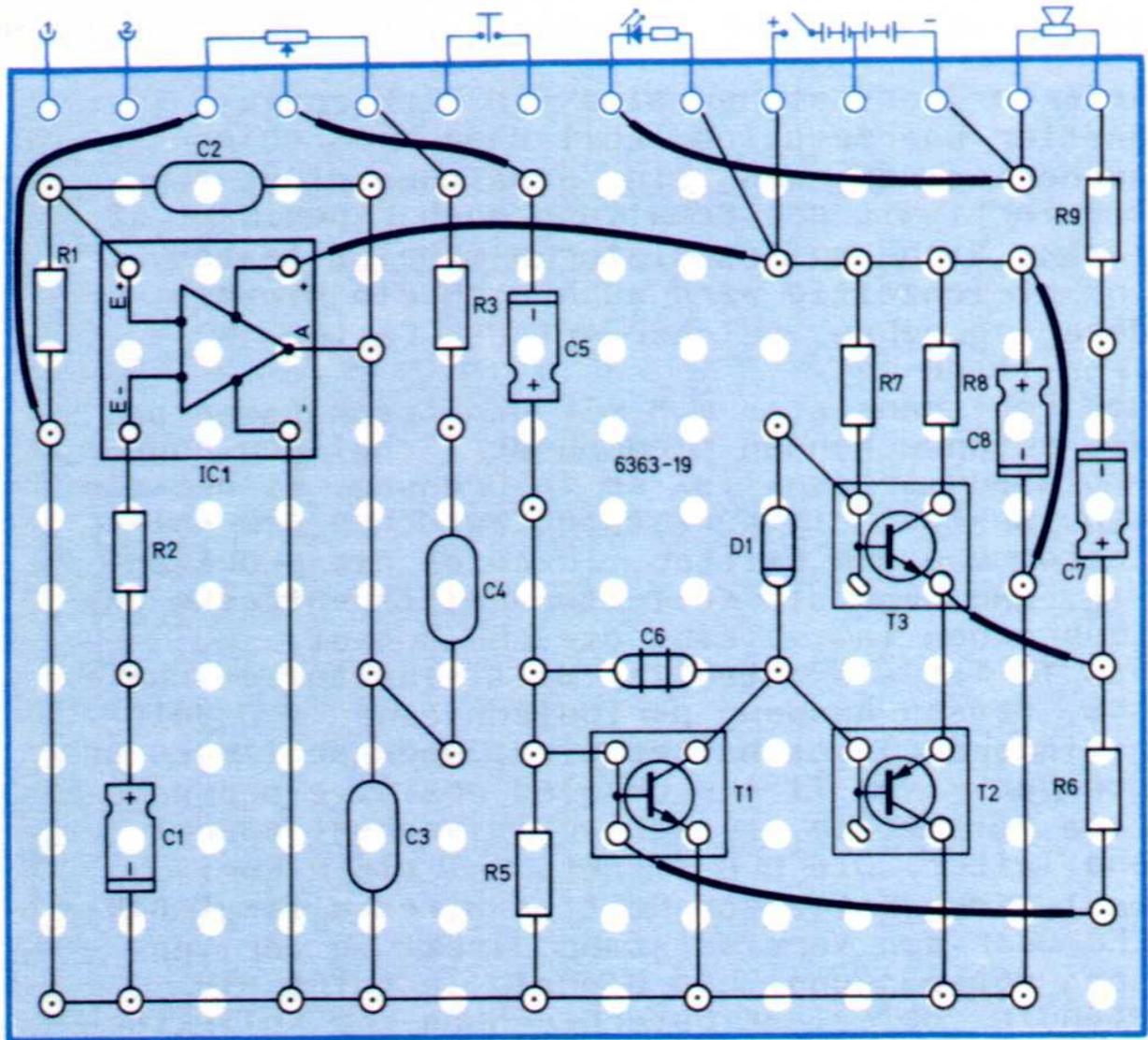
Der Prüftransistor muß mit den Anschlüssen an die entsprechenden Klemmen der Schaltung angeschlossen werden. Ist er in Ordnung, blinkt die LED. Besteht ein Kurzschluß zwischen dem Kollektor und dem Emitter, leuchtet die LED ständig, und wenn die Kollektor-Emitter-Strecke unterbrochen ist, bleibt die LED dunkel.

Das IC ist als astabiler Multivibrator geschaltet, dessen Ausgang periodisch gegen 0 Volt (Minuspol) geschaltet wird. Dadurch liegen an der Basis von T1 abwechselnd positive und negative Potentiale, so daß er im Wechsel sperrt und leitet. Die LED blinkt. Bei einem Kurzschluß der Kollektor-Emitter-Strecke liegt die LED über den Vorwiderstand direkt an der Versorgungsspannung, und deshalb leuchtet sie ständig. Bei einer Unterbrechung der Kollektor-Emitter-Strecke kann T1 nicht durchschalten, und darum bleibt die LED ganz dunkel.

18.

- R1 = Widerstand 100 kOhm (braun, schwarz, gelb)
- R2 = Widerstand 47 kOhm (gelb, violett, orange)
- R3 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)
- R4 = Widerstand 22 kOhm (rot, rot, orange)
- C1 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F
- C2 = Folien-Kondensator 0,1 μ F
- C3 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F
- IC1 = Integrierter Schaltkreis, weiß
- T1 = pnp-Transistor, blau
- LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult

19. Gegentakt-Endstufe



19. Gegentakt-Endstufe

Wenn ein Verstärker sinusförmige Spannungen verstärken soll, muß immer ein Kollektorruhestrom fließen. In Endstufen von z.B. Rundfunkgeräten müßte dann aber ein so großer Ruhestrom fließen, daß u.a. die Abführung der entstehenden Wärme Schwierigkeiten bereiten würde. Aus diesem Grunde baut man für solche Endstufen **Gegentakt-Verstärker**. Sie sind so aufgebaut, daß ein Transistor nur die positiven und der andere nur die negativen Halbwellen verstärkt. Die Lautstärke in diesem Experiment 19 kann mit dem Poti geregelt werden.

Die Ausgangsspannung des als astabilen Multivibrator geschalteten IC gelangt auf die Gegentakt-Stufe, die aus einem npn- und einem pnp-Transistor aufgebaut ist, deren Eingänge parallel geschaltet sind. Der pnp-Transistor leitet bei der negativen Halbwelle, der npn-Transistor bei der positiven. Eine solche Stufe nennt man eine **Komplementär-Stufe**.

19.

R1, R2 = Widerstand 10 kOhm (braun, schwarz, orange)
 R3 = Widerstand 47 kOhm (gelb, violett, orange)
 R4 = Poti im Bedienungspult, 10 kOhm
 R5 = Widerstand 4,7 kOhm (gelb, violett, rot)
 R6 = Widerstand 22 kOhm (rot, rot, orange)
 R7 = Widerstand 2,2 kOhm (rot, rot, rot)
 R8 = Widerstand 47 Ohm (gelb, violett, schwarz)
 R9 = Widerstand 10 Ohm (braun, schwarz, schwarz)
 C1 = Elektrolyt-Kondensator 4,7 μ F
 C2 = Folien-Kondensator 0,22 μ F
 C3 = Folien-Kondensator 0,1 μ F
 C4 = Folien-Kondensator 0,047 μ F
 C5 = Elektrolyt-Kondensator 10 μ F
 C6 = keram. Kondensator 100 pF (br, schw, br)
 C7 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F
 C8 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F
 IC1 = Integrierter Schaltkreis, weiß
 T1, T3 = npn-Transistor, weiß
 T2 = pnp-Transistor, blau
 LED+RV = LED mit Vorwiderstand im Bedienungspult
 La = Lautsprecher im Bedienungspult

20. Heultongenerator

In der Schaltung nach Experiment 20 strahlt der Lautsprecher einen ansteigenden Ton ab, der sich nach Erreichen einer bestimmten Frequenz nicht mehr ändert. Wird der Taster gedrückt, setzt der Ton erst ganz aus. Er beginnt dann wieder tief und steigt bis zu einem Höchstton an. Mit dem Poti kann die Lautstärke eingestellt werden.

Der Transistor T1 stellt eine Konstantstromquelle dar wie im Experiment 13. Wird der Taster gedrückt, entlädt sich der Kondensator C1, und der astabile Multivibrator mit den Transistoren T2 und T3 schwingt nicht. Ist der Taster geöffnet, beginnt der astabile Multivibrator zu schwingen, wobei seine Frequenz durch die zunehmende Ladung von C1 ansteigt. Ist der Kondensator ganz geladen, steigt der Ton nicht mehr an. Über das Poti, das die Lautstärke regelt, gelangt das Signal auf das IC, das es noch verstärkt und dem Lautsprecher zuführt.

20.

| | | | |
|-------------------------------------|--------|---------|-------------------------|
| R1 = Widerstand | 47 | kOhm | (gelb, violett, orange) |
| R2 = Widerstand | 220 | kOhm | (rot, rot, gelb) |
| R3 = Widerstand | 4,7 | kOhm | (gelb, violett, rot) |
| R4 = Widerstand | 2,2 | kOhm | (rot, rot, rot) |
| R5 = Widerstand | 22 | kOhm | (rot, rot, orange) |
| R6 = Widerstand | 100 | kOhm | (braun, schwarz, gelb) |
| R7 = Widerstand | 1 | kOhm | (braun, schwarz, rot) |
| R8 = Poti im Bedienungspult, | 10 | kOhm | |
| C1 = Elektrolyt-Kondensator | 220 | μ F | |
| C2 = keram. Kondensator | 10.000 | pF | (br, schw, or) |
| C3 = Folien-Kondensator | 0,047 | μ F | |
| C4 = Folien-Kondensator | 0,22 | μ F | |
| C5 = Folien-Kondensator | 0,1 | μ F | |
| C6 = Elektrolyt-Kondensator | 100 | μ F | |
| C7 = Elektrolyt-Kondensator | 10 | μ F | |
| T1 = pnp-Transistor, | blau | | |
| T2, T3 = npn-Transistor, | weiß | | |
| IC1 = Integrierter Schaltkreis, | weiß | | |
| La = Lautsprecher im Bedienungspult | | | |
| Ta = Taster im Bedienungspult | | | |



EXPERIMENTIER TECHNIK

Auszug aus den interessanten Experimenten
der Ergänzungs-Sets:

Inhaltsverzeichnis Duo-LED 349.6361

1. Grundschtaltung
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- Knochelei
19. Ampellicht
20. Farbenautomat

Inhaltsverzeichnis Thyristor 349.6362

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