

# PHILIPS



## Experimentiertechnik Musik **ET 6**

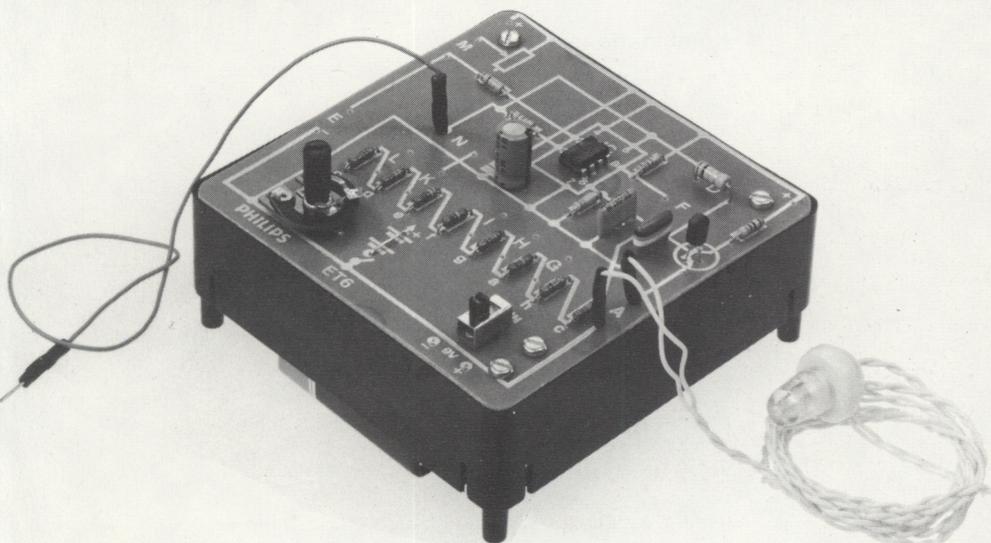
Elektronisches Experimentiersystem für 12 interessante Geräte aus der Musikelektronik.

Ein „gedrucktes Schaltbild“ mit einem integriertem Schaltkreis dient als Experimentierfeld. Funktionssichere Schaltungen ohne Vorkenntnisse durch einfaches und schnelles Einsetzen der Bauelemente. Vielfältige Erweiterungsmöglichkeiten mit anderen ET-Einheiten. Als Stromquelle wird eine 9-Volt-Batterie (z. B.: Philips 6 F 22 HD) benötigt.

**Bestell-Nr. 331.0006**

**Folgende Geräte können gebaut werden:**

1. 8-Ton-Orgel
2. Mini-Orgel für eine Oktave
3. Mini-Orgel mit Stimmknopf
4. „Flöte“
5. „Geige“
6. Zweistimmige Orgel
7. Sägezahnorgel
8. Sägezahnorgel mit Vibrato
9. Orgel mit Tremolo
10. „Trompete mit Dämpfer“
11. „Piccolo-Flöte“
12. Lichttonorgel



© Philips GmbH, Bereich Hobby-Technik  
Postfach 10 14 20, 2000 Hamburg 1

**PHILIPS**



|                         | Seite |
|-------------------------|-------|
| Einzelteile             | 3     |
| Vorbereitende Arbeiten  | 4     |
| Allgemeine Beschreibung | 6     |

## Geräte:

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 1. 8-Ton-Orgel                | 10 |
| 2. Mini-Orgel für eine Oktave | 11 |
| 3. Mini-Orgel mit Stimmknopf  | 12 |
| 4. „Flöte“                    | 13 |
| 5. „Geige“                    | 14 |
| 6. Zweistimmige Orgel         | 15 |
| 7. Sägezahnorgel              | 16 |
| 8. Sägezahnorgel mit Vibrato  | 17 |
| 9. Orgel mit Tremolo          | 18 |
| 10. „Trompete mit Dämpfer“    | 19 |
| 11. „Piccolo-Flöte“           | 20 |
| 12. Lichttonorgel             | 21 |

## Kombinationen:

|  |    |
|--|----|
| 1. Orgel mit Verstärker                                | 22 |
| 2. „Geige“ mit Vibrato                                 | 23 |
| 3. „Geige“ mit einstellbarem<br>Vibrato                | 23 |
| 4. „Geige“ mit einstellbarem<br>Vibrato und Verstärker | 24 |

Philips GmbH, Bereich Hobby-Technik, Hamburg

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

Technische Änderungen vorbehalten.

| Bestell-Nr. | Bezeichnung                                | Inhalt |
|-------------|--|--------|
| 349.1654    | gedruckte Schaltung (kompl. bestückt)      | 1      |
| 349.2052    | Gehäuse ET 6                               | 1      |
| 349.1016    | blanker Draht                              | 20 cm  |
| 349.1028    | Gummiband                                  | 1      |
| 349.1041    | Ohrhörer 1000 $\Omega$                     | 1      |
| 349.1175    | Blechschraube                              | 6      |
| 349.1296    | Batterieanschluß                           | 1      |
| 349.2051    | Stiftkontakt                               | 6      |
| 349.2053    | Kabelschuh                                 | 2      |
| 349.2054    | Kontaktfeder                               | 30     |
| 349.2166    | Gummischeibe                               | 30     |
| 349.2057    | Gummitülle                                 | 6      |
| 349.2109    | Verbindungsbügel                           | 2      |
| 349.2504    | Kohle-Schichtwiderstand gebogen:           |        |
|             | 10 k $\Omega$ braun, schwarz, orange, gold | 1      |
|             | 47 k $\Omega$ gelb, lila, orange, gold     | 1      |
|             | 100 k $\Omega$ braun, schwarz, gelb, gold  | 1      |
| 349.2505    | Folien-Kondensator                         |        |
|             | 0,01 $\mu$ F braun, schwarz, orange        | 1      |
|             | 0,047 $\mu$ F gelb, lila, orange           | 1      |
|             | 0,22 $\mu$ F rot, rot, gelb                | 1      |
| 349.2524    | Metall-Schichtwiderstand gebogen:          |        |
|             | 604 $\Omega$ blau, schwarz, gelb, schwarz  | 1      |
|             | 681 $\Omega$ blau, grau, braun, schwarz    | 1      |
|             | 750 $\Omega$ lila, grün, schwarz, schwarz  | 1      |
|             | 909 $\Omega$ weiß, schwarz, weiß, schwarz  | 1      |
|             | 1,02 k $\Omega$ braun, schwarz, rot, braun | 1      |
| 349.2510    | LDR  | 1      |
| 349.1527    | Schaltlitze                                | 20 cm  |
| 349.1819    | Anleitung                                  | 1      |

Vor dem Aufbau der Geräte ist die Experimentierbox vorzubereiten.

1. Auf die beiden Drähte des Batterieanschlusßclips werden Kabelschuhe geschoben und mit einer Zange fest zusammengepreßt (Abb. 1).
2. Zum Festklemmen der Batterie wird das Gummiband im Batteriefach von unten durch die äußeren Löcher gesteckt und über die nebenliegenden Schraubröhrchen gehakt (Abb. 2).
3. Kabelschuhe von unten durch das große Loch im Batteriefach stecken und innen so auf die benachbarten Schraubröhrchen drücken, daß die Kabelzuführungen in die Schlitzte passen (Abb. 2). Es ist unbedingt darauf zu achten, daß der rote Anschlußdraht zu dem Schraubröhrchen führt, das näher zur Gehäuseecke liegt.

Sollten beim Aufsetzen der gedruckten Schaltung die Kabelschuhe einmal von den Schraubröhrchen rutschen, können jeweils ca. 5 cm lange Drähte in diese gesteckt werden. Sie müssen wieder herausgezogen werden, wenn die gedruckte Schaltung auf dem Gehäuse liegt und die Schrauben eingedreht werden sollen.

4. In jede Federhülse (Turm mit großem Loch) eine Kontaktfeder mit Gummischeibe einsetzen (Abb. 3).
5. Die gedruckte Schaltung so in das Gehäuse einsetzen — Schiebescalter neben Schraubröhrchen mit Kabelschuhen — daß sie mit der Oberkante des Gehäuses abschließt. Alle 6 Bohrungen müssen über den Schraubröhrchen liegen.
6. Gedruckte Schaltung mit 6 Schrauben am Gehäuse befestigen. Die Schrauben nicht zu fest anziehen.

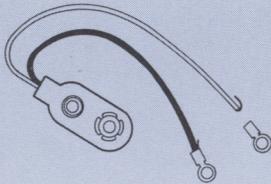


Abb. 1

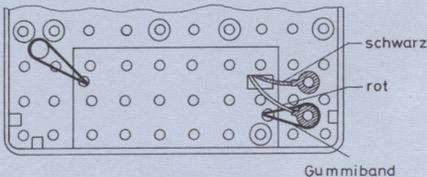


Abb. 2

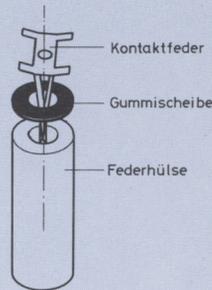


Abb. 3

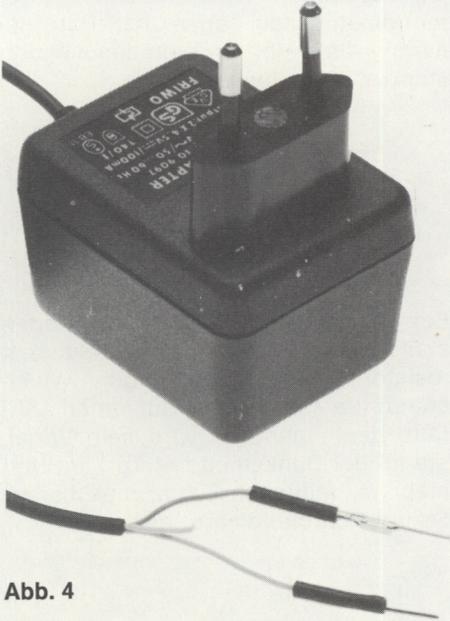


Abb. 4

7. Batterie (z. B.: Philips 6 F 22 HD) mit Anschlußclip verbinden und unter das Gummiband im Batteriebox schieben. Die Experimentierbox ist funktionsbereit.

Anstelle einer Batterie kann das Philips Netzteil EE 9097 verwendet werden. An dem gelben Anschlußdraht (Pluspol +) wird ein Stiftkontakt festgeklemmt und eine Gummifülde darüberschieben. Ebenso verfährt man mit dem grauen Anschlußdraht (Minuspol -). Der weiße Anschlußdraht bleibt frei (Abb. 4). Die Stiftkontakte werden in die entsprechenden Buchsen unterhalb des Schiebeschalters gesteckt, gekennzeichnet — 9 V +.

8. An den Anschlußdrähten des Ohrhörers sind Stiftkontakte festzuklemmen und Gummifüllungen darüberzuschieben (wie in Abb. 4).

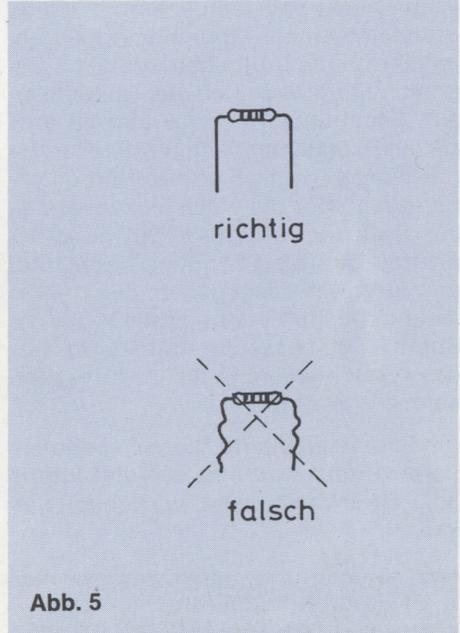


Abb. 5

9. Von beiden Enden der Schaltlitze ca. 5 mm Isolation entfernen, Drähte verdrehen, an jeder Seite einen Stiftkontakt festklemmen und Gummifüllungen darüberschieben (siehe Abb. 4).

10. Zum Aufbau der einzelnen Geräte sind zusätzliche Teile in die mit Buchstaben bezeichneten Bohrungen der gedruckten Schaltung zu stecken.

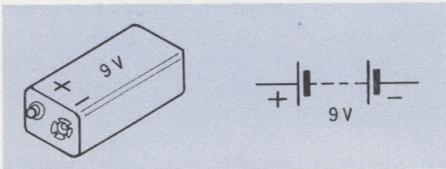
Die Anschlußdrähte der Widerstände und Folienkondensatoren sind bereits im richtigen Abstand (10 mm) gebogen. Die Drähte des LDR und die Drahtbrücke müssen bei Bedarf entsprechend gebogen werden. Achtung! Niemals Bauteile mit stark verformten Anschlußdrähten einsetzen (Abb. 5).

## Allgemeine Beschreibung

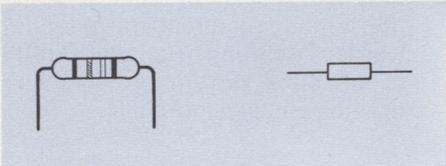
In der Elektronik benutzt man einige Grundelemente — Bauteile —, die unterschiedliche Aufgaben erfüllen. Die Kombination verschiedener Bauteile ergibt Schaltungen und Geräte mit speziellen Funktionen. Zum Betrieb der Geräte ist elektrische Energie erforderlich. Batterien oder die Netzsteckdose stellen diese zur Verfügung. Die Höhe der Energie wird als Spannung bezeichnet und in Volt (V) angegeben; die Menge, die durch eine Schaltung fließt, ist der Strom — gemessen in Ampere (A). Beides zusammen ergibt die Leistungsaufnahme in Watt (W).

Als Energiequelle für diese Experimentierbox darf nur eine 9-Volt-Batterie oder ein 9-Volt-Netzteil verwendet werden.

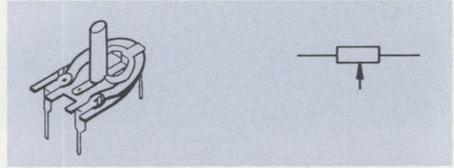
**Auf gar keinen Fall darf der Strom aus der Steckdose entnommen werden, das ist lebensgefährlich.**



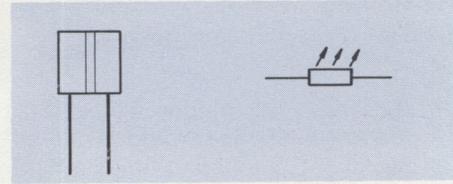
Widerstände begrenzen den elektrischen Strom im Stromkreis. Die Folge ist eine Verminderung der Spannung. Widerstände werden in OHM ( $\Omega$ ) gemessen. Ihr Wert wird nach einem international üblichen Farbcode auf den Widerstandskörpern durch Farbringe angegeben.



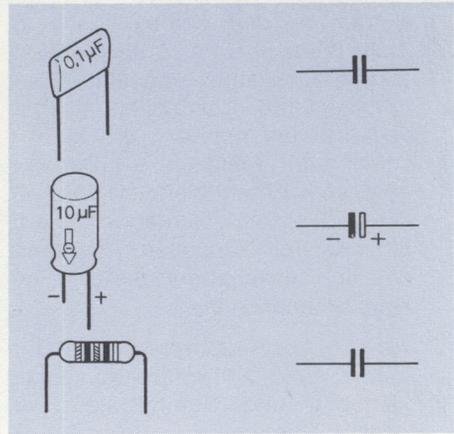
Mit regelbaren Widerständen — Potentiometer oder abgekürzt Poti genannt — läßt sich der Wert eines Widerstandes stufenlos verändern.



Ein besonderer veränderbarer Widerstand ist der LDR (engl. light dependent resistor = lichtabhängiger Widerstand). Je mehr Licht auf einen LDR fällt, desto geringer wird sein Widerstand. Bei Dunkelheit beträgt der Wert mehrere Millionen Ohm, bei hellem Sonnenlicht nur einige Ohm.



Bei Kondensatoren gibt es verschiedene Bauformen wie Folien-, Elektrolyt- (Elko) und Keramik-Kondensatoren.

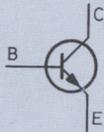


Die Wirkung eines Kondensators beruht darauf, daß er Elektrizität speichert. Seine Speicherfähigkeit (Kapazität) ist abhängig von der Bauart. Die Kapazität wird in Farad gemessen, doch üblich sind wesentlich kleinere Maßeinheiten:

Mikrofarad ( $\mu\text{F}$ ) = ein Millionstel Farad,  
Nanofarad (nF) = ein Milliardstel Farad,  
Picofarad (pF) = ein Billionstel Farad.

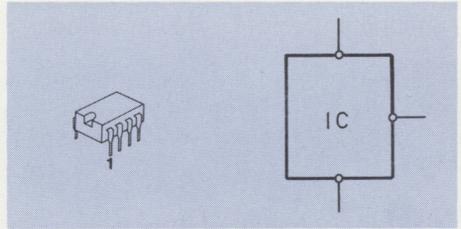
Wenn gleichzeitig Widerstände und Kondensatoren in einen Stromkreis geschaltet werden, beeinflussen sie sich gegenseitig. Legt man z. B. einen Widerstand parallel zu einem Kondensator, so wird die gespeicherte elektrische Ladung abgegeben. Man sagt, der Entladestrom wird begrenzt. Je größer nun ein Widerstand parallel zum Kondensator ist, desto länger dauert das Entladen. Diese Entladezeit läßt sich in vielen elektronischen Geräten zur Zeitsteuerung ausnutzen.

Alle bisher beschriebenen Bauteile sind passiv, d. h., sie haben keine verstärkende Wirkung. In der Elektronik muß aber häufig verstärkt werden, also aus einem kleinen Strom ein großer oder aus einer kleinen Spannung eine große erzeugt werden. Diese Aufgabe übernimmt in modernen Geräten der Transistor.



Er hat drei Anschlüsse, die mit Emitter, Basis und Kollektor bezeichnet sind. Ein kleiner Basisstrom (Steuerstrom) kann einen Emitter-Kollektor-Strom (Arbeitsstrom) hervorrufen, der bis zu 1000mal größer sein kann.

Mehrere Transistoren und Widerstände auf kleinstem Raum zu bestimmten Schaltungen in einem Gehäuse zusammengefaßt, nennt man einen „Integrierten Schaltkreis“, abgekürzt IC (engl. integrated circuit).



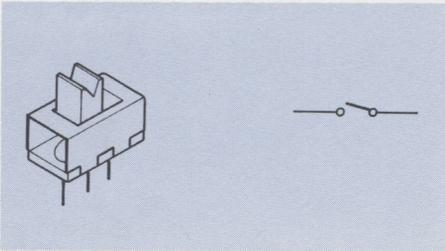
Das IC NE 567, das in dieser Experimentierbox benutzt wird, hat acht Anschlußbeine und ist aus 62 Transistoren aufgebaut.

Um sicher funktionierende Geräte herzustellen, benutzt man sogenannte gedruckte Schaltungen, auf denen die elektronischen Bauelemente durch Kupferbahnen verbunden sind.

Das Kernstück der Experimentierbox „Musik“ ist eine gedruckte Schaltung mit dem Integrierten Schaltkreis NE 567. Dazu gehören noch verschiedene andere Bauteile, wie zum Beispiel Widerstände, Potentiometer und Transistor. Sie sind durch Löten fest mit der gedruckten Schaltung verbunden.

Zum Vervollständigen der Schaltung sind an den mit Buchstaben gekennzeichneten Kontaktpaaren zusätzlich Bauteile einzufügen, wie es bei jeder Gerätebeschreibung angegeben ist. Mit einem geringen experimentellen Aufwand lassen sich so eine Vielzahl von Geräten herstellen.

Mit dem Schiebeschalter wird die Betriebsspannung ein- und ausgeschaltet. Bei einzelnen Geräten können Funktionserweiterungen durch Einstellen eines gewünschten Wertes mit dem Trimpotentiometer erreicht werden.



Der Integrierte Schaltkreis NE 567 (Abb. 6) ist ein sogenannter Schwingungserzeuger (Oszillator); die Spannung am Ausgang ändert ständig (periodisch) sprunghaft ihren Zustand zwischen 0 und 9 Volt. Die Form dieser Spannung ist also rechteckig; man spricht auch von einer Rechteckspannung. Die Schnelligkeit des Wechsels

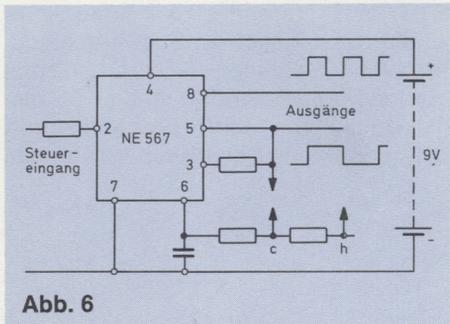
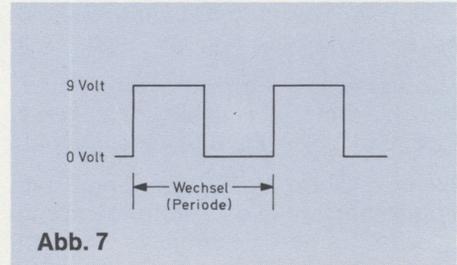


Abb. 6

pro Sekunde wird als Frequenz bezeichnet und in Hertz (Hz) angegeben

1 Hz = 1 Wechsel pro Sekunde (Abb. 7).



Üblich sind auch wesentlich größere Maßeinheiten:

1000 Hz = 1 Kilohertz, = 1 kHz,  
1000 000 Hz = 1 Megahertz, = 1 MHz.

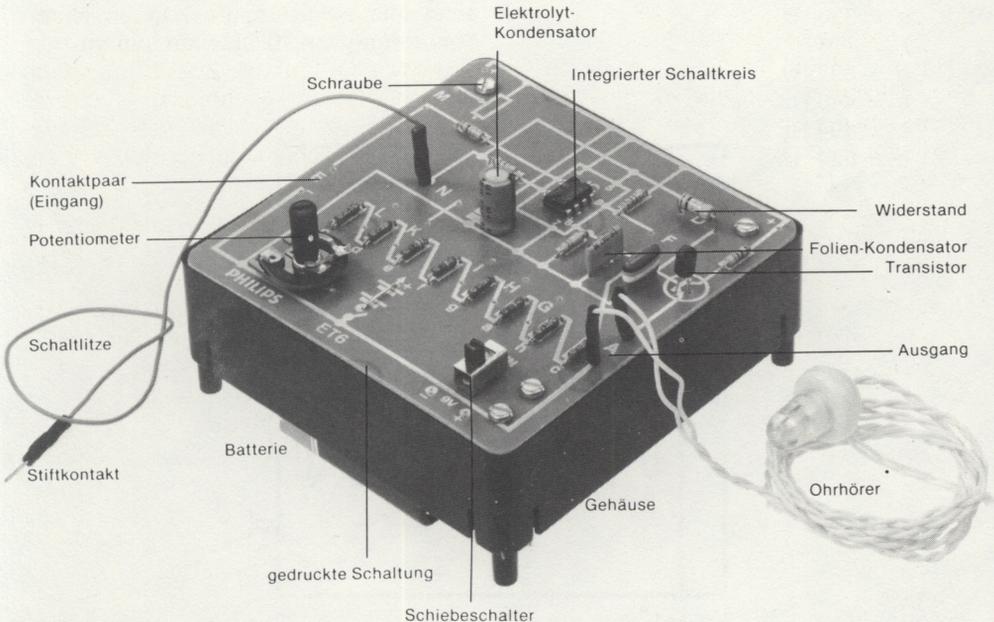
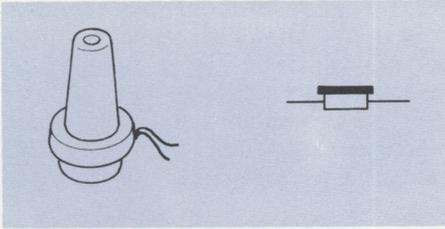
Die Frequenz des NE 567 wird durch nur einen Widerstand und einen Kondensator bestimmt. Je größer der Widerstand oder die Kapazität, desto langsamer ist der Wechsel; die Frequenz ist kleiner. Außerdem läßt sich die Frequenz über den Steuergang 2 mit einer Spannung geringfügig ändern. Zwei Ausgänge (5 und 8) liefern Rechteckspannungen im Frequenzverhältnis 1:2. Am Ausgang 8 ist der Wechsel genau doppelt so schnell wie an 5.

Um richtig arbeiten zu können, benötigt der Integrierte Schaltkreis eine Betriebsspannung zwischen 5 und 10 Volt, die der kleine Energieblock (9 V) liefert; die Stromaufnahme liegt je nach Spannung zwischen 10 und 20 mA.

## Allgemeine Beschreibung

Oszillatoren werden in der Elektronik zu den unterschiedlichsten Aufgaben herangezogen. So findet man zum Beispiel auch in elektronischen Musikinstrumenten Schwingungserzeuger. Jedes herkömmliche Instrument strahlt Töne ab, die auf Schwingungen, jedoch in

Form von Schallwellen, zurückzuführen sind. Schließt man nun einen Oszillator an einen Schallwandler (z. B. Ohrhörer, Lautsprecher), dann entsteht aus der elektrischen Schwingung eine Schallwelle, also ein Ton. Mit einer zwischen Oszillator und Schallwandler eingefügten Klangformung lassen sich bestimmte Frequenzen abschwächen oder auch anheben, so wie sie für den Klang eines bestimmten Instruments typisch sind. Mit Synthesizern lassen sich auf diese Weise viele Blas-, Streich- und Tasteninstrumente imitieren, dazu noch unzählig viele neue Klangvariationen erzeugen.



Vorbereitende Arbeiten siehe Seite 4.

Zusätzliche Bauteile an den Kontaktpaaren:

- A : Ohrhörer
- C : Kondensator 0,22  $\mu\text{F}$   
(rot, rot, gelb)
- D : Widerstand 47 k $\Omega$   
(gelb, lila, orange, gold)
- N ● : Stiftkontakt mit Schalllitze

Nach dem Einschalten strahlt der Ohrhörer einen Ton ab, wenn mit dem zweiten Stiftkontakt einer der acht mit Kleinbuchstaben bezeichneten Widerstandsanschlüsse berührt wird. Tastet man alle Widerstände in der Reihenfolge c, d, e, f usw. ab, erhält man die Tonleiter in Ganztonschritten. Der Zusammenhang zwischen abgestrahltem Ton und erzeugter Frequenz ist aus der Tabelle ersichtlich: Je höher der Ton, desto höher ist auch die Frequenz.

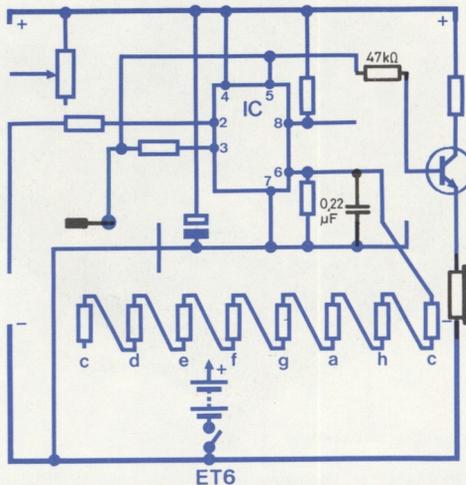
|   |   |        |
|---|---|--------|
| c | = | 262 Hz |
| d | = | 294 Hz |
| e | = | 330 Hz |
| f | = | 349 Hz |
| g | = | 392 Hz |
| a | = | 440 Hz |
| h | = | 494 Hz |
| c | = | 524 Hz |

Das IC NE 567 erzeugt eine rechteckförmige Spannung, die am Ausgang 5 abgenommen und über einen Widerstand von 47 k $\Omega$  dem Transistor zugeführt wird. Er ist als Endverstärker geschaltet und kann am Kontaktpaar A einen Ohrhörer ansteuern.

Die Frequenz ist abhängig von dem Wert der Widerstandskette c-c und von dem Kondensator am Kontakt C. Bei kleinerer Kapazität (z. B. 0,047  $\mu\text{F}$ ) wird der Ton wesentlich höher. Die Widerstände sind genau auf die Tonleiter abgestimmt.

Tonerzeuger dieser Art finden z. B. in Synthesisern und elektronischen Orgeln Anwendung. Allerdings ist bei diesen Geräten der Tonumfang wesentlich größer.

Die Frequenz des höchsten Tons ist genau doppelt so hoch wie die des tiefen Tons. Oktavabstand bedeutet also ein Frequenzverhältnis von 1:2. Elektronische Musikinstrumente können einen Tonumfang von 10 Oktaven haben.



Vorbereitende Arbeiten siehe Seite 4.

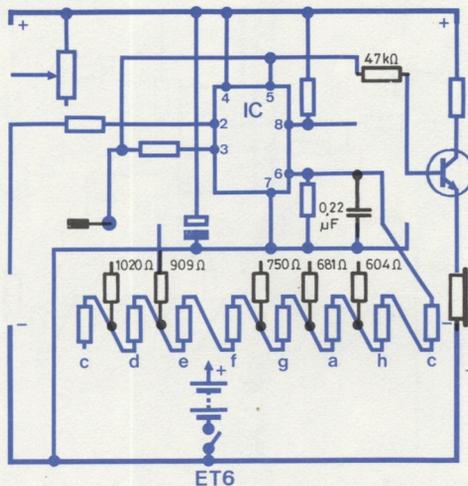
Zusätzliche Bauteile an den Kontaktpaaren:

- A : Ohrhörer
- C : Kondensator 0,22  $\mu$ F  
(rot, rot, gelb)
- D : Widerstand 47 k $\Omega$   
(gelb, lila, orange, gold)
- G : Widerstand 604  $\Omega$   
(blau, schwarz, gelb, schwarz, braun)
- H : Widerstand 681  $\Omega$   
(blau, grau, braun, schwarz, braun)
- I : Widerstand 750  $\Omega$   
(lila, grün, schwarz, schwarz, braun)
- K : Widerstand 909  $\Omega$   
(weiß, schwarz, weiß, schwarz, braun)
- L : Widerstand 1020  $\Omega$   
(braun, schwarz, rot, braun, braun)
- N ● : Stiftkontakt mit Schaltlitze

Wenn man nach dem Einschalten mit dem zweiten Stiftkontakt einen der dreizehn Widerstandsanschlüsse (c-c bzw. bei den fünf zusätzlichen Widerständen die oberen Anschlüsse) berührt, strahlt der Ohrhörer einen Ton ab. Vom linkem c beginnend abgetastet erklingt die Tonleiter mit allen Halbtonschritten.

- c = 262 Hz
- cis = 277 Hz (Kontakt L)
- d = 294 Hz
- dis = 311 Hz (Kontakt K)
- e = 330 Hz
- f = 349 Hz
- fis = 370 Hz (Kontakt I)
- g = 392 Hz
- gis = 415 Hz (Kontakt H)
- a = 440 Hz
- ais = 466 Hz (Kontakt G)
- h = 494 Hz
- c = 524 Hz

Bei dieser Oszillatorschaltung lassen sich die Halbtonschritte durch zusätzliche Widerstände in Reihe mit der frequenzbestimmenden Widerstandskette erzeugen. Sie müssen sehr genau sein: Abweichungen von 5 % können z. B. aus dem Ton „ais“ ein „a“ oder ein „h“ werden lassen. Vertauscht man die Widerstände an den Kontakten G und H ist der Toneindruck zwischen g-gis-a und ais gestört. Die mit dem Gerät erzeugten 13 Töne entsprechen dem Tonumfang einer Oktave (12 Töne) und einem Ton.



Vorbereitende Arbeiten siehe Seite 4.

Zusätzliche Bauteile an den Kontaktpaaren:

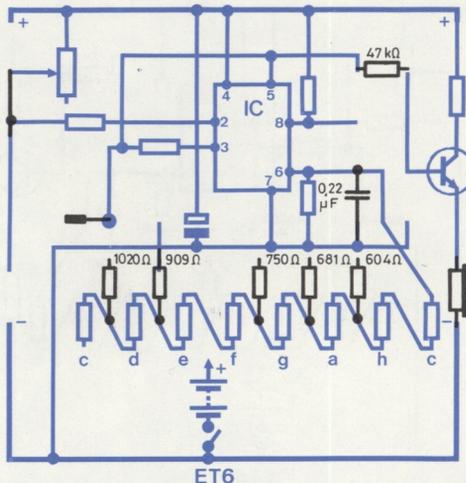
- A : Ohrhörer
- C : Kondensator 0,22  $\mu\text{F}$   
(rot, rot, gelb)
- D : Widerstand 47 k $\Omega$   
(gelb, lila, orange, gold)
- G : Widerstand 604  $\Omega$   
(blau, schwarz, gelb, schwarz, braun)
- H : Widerstand 681  $\Omega$   
(blau, grau, braun, schwarz, braun)
- I : Widerstand 750  $\Omega$   
(lila, grün, schwarz, schwarz, braun)
- K : Widerstand 909  $\Omega$   
(weiß, schwarz, weiß, schwarz, braun)
- L : Widerstand 1020  $\Omega$   
(braun, schwarz, rot, braun, braun)
- M : Drahtbrücke (10 mm Abstand)
- N ● : Stiftkontakt mit Schaltlitze

Nach dem Einschalten des Gerätes kommt aus dem Ohrhörer ein Ton, wenn mit dem Stiftkontakt die Wider-

standskette abgetastet wird. Die Tonhöhe läßt sich zusätzlich mit dem Potentiometer verändern.

Über das Potentiometer gelangt zusätzlich eine Steuerspannung auf den Anschluß 2 des Integrierten Schaltkreises NE 567. Sie beeinflusst die Oszillatorfrequenz. Die Ausgangsspannung wird wie bei den Geräten 1 und 2 über einen 47 k $\Omega$  Widerstand dem Endtransistor zugeführt.

Soll zum Beispiel eine elektronische Orgel mit anderen Instrumenten zusammen erklingen, müssen alle in der Tonhöhe gleich sein. Als Bezugsgröße dient der Ton a mit einer Frequenz von 440 Hz, der auch als „Kammerton“ bezeichnet wird. Mit dem Stimmknopf einer Orgel läßt sich der ganze Tonumfang etwas verschieben (stimmen), ohne daß die Töne zueinander ihren Abstand ändern.



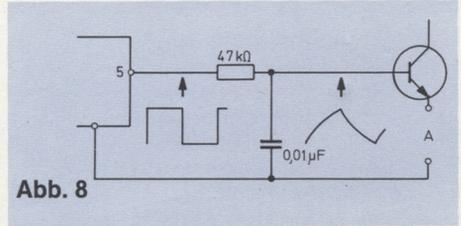
Vorbereitende Arbeiten siehe Seite 4.

Zusätzliche Bauteile an den Kontaktpaaren:

- A : Ohrhörer
- B : Kondensator 0,01  $\mu\text{F}$   
(braun, schwarz, orange)
- C : Kondensator 0,22  $\mu\text{F}$   
(rot, rot, gelb)
- D : Widerstand 47  $\text{k}\Omega$   
(gelb, lila, organe, gold)
- G : Widerstand 604  $\Omega$   
(blau, schwarz, gelb, schwarz, braun)
- H : Widerstand 681  $\Omega$   
(blau, grau, braun, schwarz, braun)
- I : Widerstand 750  $\Omega$   
(lila, grün, schwarz, schwarz, braun)
- K : Widerstand 909  $\Omega$   
(weiß, schwarz, weiß, schwarz, braun)
- L : Widerstand 1020  $\Omega$   
(braun, schwarz, rot, braun, braun)
- M : Drahtbrücke (10 mm Abstand)
- N ● : Stiftkontakt mit Schaltlitze

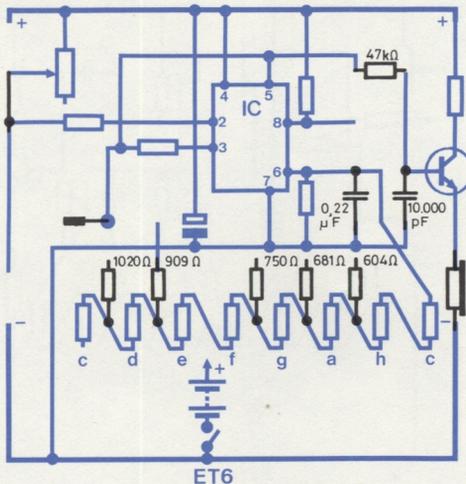
Gerät mit dem Schiebeschalter auf „EIN“ schalten. Wenn mit dem freien Stiftkontakt ein Widerstandsanschluß (c-c) berührt wird, strahlt der Ohrhörer einen weichen Ton ab, der an eine Flöte erinnert. Der helle und etwas „hart“ klingende Ton der Geräte 1 bis 3 wird

hier durch ein einfaches Klangfilter, das aus dem Widerstand 47  $\text{k}\Omega$  und dem Kondensator 0,01  $\mu\text{F}$  besteht, geformt. Aus der Rechteckschwingung entsteht ein „weiches“, Auf und Ab, die sogenannte Dreieckschwingung (Abb. 8). Das hängt mit der Speicherwir-



kung des Kondensators zusammen. Schnelle Änderungen werden über den Widerstand verzögert am Kondensator wirksam, nur langsame werden wenig beeinflusst. Man nennt diese Kombination von Widerstand und Kondensator auch „Tiefpass“.

Klangfilter in großen, elektronischen Organen sind ähnlich aufgebaut. Bei Flötenstimmen bestehen sie jedoch aus mehreren Widerstands-Kondensator-schaltungen.



Vorbereitende Arbeiten siehe Seite 4.

Zusätzliche Bauteile an den Kontaktpaaren:

- A : Ohrhörer
- B : Widerstand 10 k $\Omega$   
(braun, schwarz, orange, gold)
- C : Kondensator 0,22  $\mu$ F  
(rot, rot, gelb)
- D : Kondensator 0,01  $\mu$ F  
(braun, schwarz, orange)
- G : Widerstand 604  $\Omega$   
(blau, schwarz, gelb, schwarz, braun)
- H : Widerstand 681  $\Omega$   
(blau, grau, braun, schwarz, braun)
- I : Widerstand 750  $\Omega$   
(lila, grün, schwarz, schwarz, braun)
- K : Widerstand 909  $\Omega$   
(weiß, schwarz, weiß, schwarz, braun)
- L : Widerstand 1020  $\Omega$   
(braun, schwarz, rot, braun, braun)
- M : Drahtbrücke (10 mm Abstand)
- N ● : Stiftkontakt mit Schlitze

Gerät einschalten (Schiebeschalter auf „EIN“). Mit dem Stiftkontakt einen der frequenzbestimmenden Widerstände berühren. Aus dem Ohrhörer erklingt ein Ton, der sehr hell und einer Geige

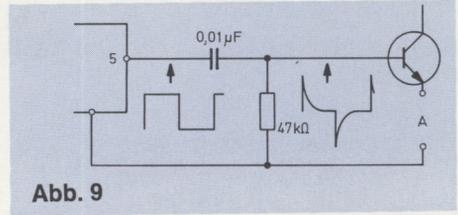
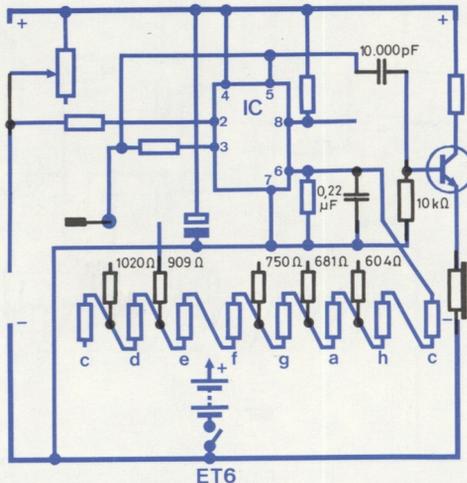


Abb. 9

ähnlich ist. Im Gegensatz zum Gerät Nr. 4 „Flöte“ ist hier das Klangfilter zwischen Generatorausgang und Endtransistor genau umgekehrt angeordnet (Abb. 9). Bei einem schnellen Anstieg der Ausgangsspannung wird dieser Sprung direkt auf den Widerstand übertragen. Ist keine Änderung mehr vorhanden, bricht die Spannung am Widerstand zusammen. Es werden also nur die hohen Frequenzen (schneller Wechsel) durchgelassen, die tiefen Frequenzen stark geschwächt. Kondensator und Widerstand in dieser Schaltung nennt man „Hochpass“.

Alle hellklingenden Instrumente in elektronischen Orgeln bestehen aus solchen Hochpässen.

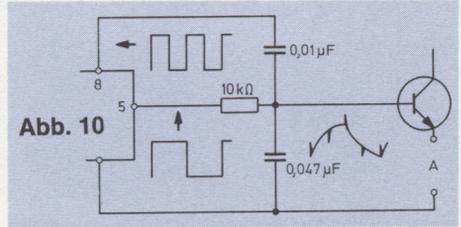


Vorbereitende Arbeiten siehe Seite 4.

Zusätzliche Bauteile an den Kontaktpaaren:

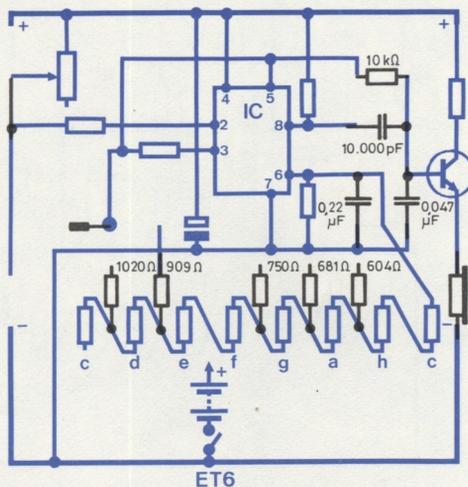
- A : Ohrhörer
- B : Kondensator 0,047  $\mu\text{F}$   
(gelb, lila, orange)
- C : Kondensator 0,22  $\mu\text{F}$   
(rot, rot, gelb)
- D : Widerstand 10 k $\Omega$   
(braun, schwarz, orange, gold)
- F : Kondensator 0,01  $\mu\text{F}$   
(braun, schwarz, orange)
- G : Widerstand 604  $\Omega$   
(blau, schwarz, gelb, schwarz, braun)
- H : Widerstand 681  $\Omega$   
(blau, grau, braun, schwarz, braun)
- I : Widerstand 750  $\Omega$   
(lila, grün, schwarz, schwarz, braun)
- K : Widerstand 909  $\Omega$   
(weiß, schwarz, weiß, schwarz, braun)
- L : Widerstand 1020  $\Omega$   
(braun, schwarz, rot, braun, braun)
- M : Drahtbrücke (10 mm Abstand)
- N ● : Stiftkontakt mit Schaltlitze

Bei eingeschaltetem Gerät kommt aus dem Ohrhörer ein Ton, wenn mit dem freien Stiftkontakt ein Anschluß der Widerstandskette (c-c) berührt wird. Die



Tonhöhe läßt sich geringfügig mit dem Potentiometer verändern.

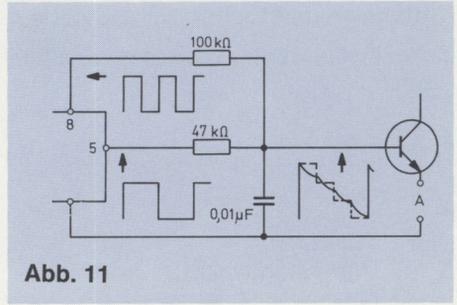
Bei dieser Generatorschaltung werden die beiden Ausgänge (Abb. 10) des NE 567 benötigt. Ausgang 5 liefert den rechteckförmigen Grundton über einen Tiefpass (10 k $\Omega$  und 0,047  $\mu\text{F}$ ) auf den Endtransistor. Es entsteht ein „Flöten-ton“. Die Rechteckspannung am Ausgang 8 dagegen ist um eine Oktave höher. Sie gelangt auf den Kondensator 0,01  $\mu\text{F}$ , der nur die hohen Tonanteile auf den Endtransistor gibt (Hochpass). Beide „Stimmen“ vermischen sich zu einem neuen Klangeindruck. Die Anzahl der „Stimmen“ oder auch Chöre einer Orgel sind sehr wichtig für eine Elektronenorgel. Sie erst ergeben den vollen Klang und nicht die Anzahl der Töne oder Tasten.



Vorzubereitende Arbeiten siehe Seite 4.  
 Zusätzliche Bauteile an den Kontaktpaaren:

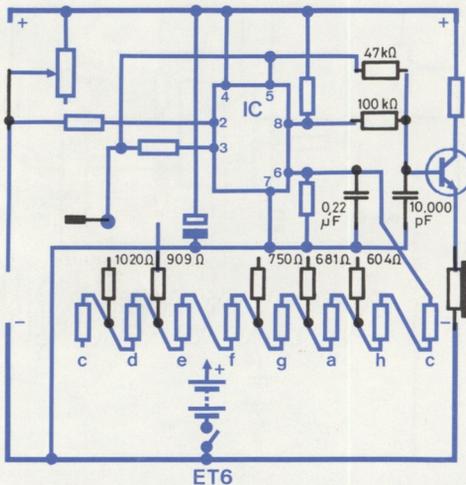
- A : Ohrhörer
- B : Kondensator 0,01  $\mu\text{F}$   
(braun, schwarz, orange)
- C : Kondensator 0,22  $\mu\text{F}$   
(rot, rot, gelb)
- D : Widerstand 47 k $\Omega$   
(gelb, lila, orange, gold)
- F : Widerstand 100 k $\Omega$   
(braun, schwarz, gelb, gold)
- G : Widerstand 604  $\Omega$   
(blau, schwarz, gelb, schwarz, braun)
- H : Widerstand 681  $\Omega$   
(blau, grau, braun, schwarz, braun)
- I : Widerstand 750  $\Omega$   
(lila, grün, schwarz, schwarz, braun)
- K : Widerstand 909  $\Omega$   
(weiß, schwarz, weiß, schwarz, braun)
- L : Widerstand 1020  $\Omega$   
(braun, schwarz, rot, braun, braun)
- M : Drahtbrücke (10 mm Abstand)
- N ● : Stiftkontakt mit Schaltlitze

Der mit diesem Gerät erzeugte Ton (Schiebeschalter auf „EIN“ und Stiftkontakt an einem frequenzbestimmenden Widerstand) ist etwas heller als bei der „Flöte“.



Wie bei dem Gerät Nr. 6 werden beide Oszillatorausgänge (5 und 8 des IC) beschaltet. Da die Widerstände und auch die Ausgangsfrequenzen im Verhältnis 2:1 angelegt sind, entsteht eine neue Kurvenform die sägezahnförmig ist (Abb. 11). Der Kondensator „glättet“ die sonst treppenförmigen Abstufungen.

In großen elektronischen Organen werden neben der rechteckigen Spannungsform auch sägezahnförmige Signale zur Instrumentenbildung herangezogen, weil sie hell und voll klingen. Typische Instrumente für eine Sägezahnspannung sind zum Beispiel Trompete, Klavier oder Gitarre.



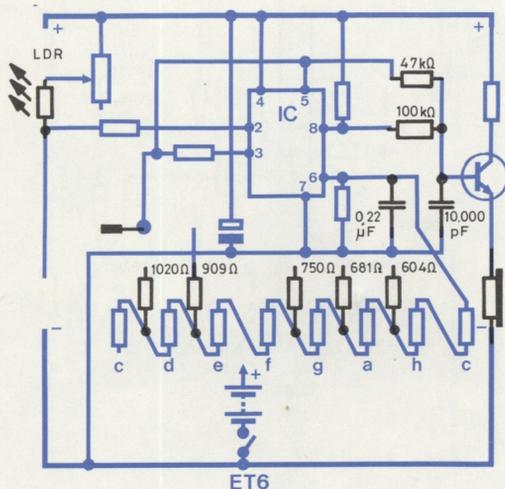
Vorbereitende Arbeiten siehe Seite 4.

Zusätzliche Bauteile an den Kontaktpaaren:

- A : Ohrhörer
- B : Kondensator 0,01  $\mu\text{F}$   
(braun, schwarz, orange)
- C : Kondensator 0,22  $\mu\text{F}$   
(rot, rot, gelb)
- D : Widerstand 47 k $\Omega$   
(gelb, lila, orange, gold)
- F : Widerstand 100 k $\Omega$   
(braun, schwarz, gelb, gold)
- D : Widerstand 47 k $\Omega$   
(gelb, lila, orange, gold)
- G : Widerstand 604  $\Omega$   
(blau, schwarz, gelb, schwarz, braun)
- H : Widerstand 681  $\Omega$   
(blau, grau, braun, schwarz, braun)
- I : Widerstand 750  $\Omega$   
(lila, grün, schwarz, schwarz, braun)
- K : Widerstand 909  $\Omega$   
(weiß, schwarz, weiß, schwarz, braun)
- L : Widerstand 1020  $\Omega$   
(braun, schwarz, rot, braun, braun)
- M : LDR (Anschlüsse auf 10 mm Abstand biegen)
- N ● : Stiftkontakt mit Schaltlitze

Den Schiebeschalter auf „EIN“ stellen und mit dem Stiftkontakt einen Widerstandsanschluß (c-c) berühren. Aus dem Ohrhörer kommt ein Ton, der sich mit dem Potentiometer verändern läßt. Zusätzlich kann die Tonhöhe durch den LDR beeinflußt werden, wenig Licht ergibt einen höheren Ton, viel Licht einen tieferen Ton. Dieser Effekt läßt sich nutzbar machen. Bewegt man zum Beispiel den Finger schnell über den lichtempfindlichen Widerstand hin und her, „vibriert“ der Ton im gleichen Rhythmus. Das Klangbild wird lebhafter.

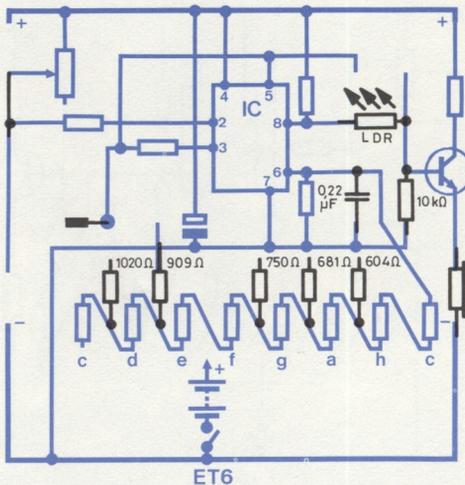
In elektronischen Orgeln wird dieses Vibrato durch einen langsam schwingenden Oszillator erzeugt, der die Frequenz des Tonerzeugers ständig beeinflußt. Meistens ist das Vibrato schaltbar und auch in der Frequenz und Stärke variabel.



Vorzubereitende Arbeiten siehe Seite 4.  
Zusätzliche Bauteile an den Kontaktpaaren:

- A : Ohrhörer
- B : Widerstand 10 k $\Omega$   
(braun, schwarz, orange, gold)
- C : Kondensator 0,22  $\mu$ F  
(rot, rot, gelb)
- F : LDR (Anschlüsse auf 10 mm Abstand biegen)
- G : Widerstand 604  $\Omega$   
(blau, schwarz, gelb, schwarz, braun)
- H : Widerstand 681  $\Omega$   
(blau, grau, braun, schwarz, braun)
- I : Widerstand 750  $\Omega$   
(lila, grün, schwarz, schwarz, braun)
- K : Widerstand 909  $\Omega$   
(weiß, schwarz, weiß, schwarz, braun)
- L : Widerstand 1020  $\Omega$   
(braun, schwarz, rot, braun, braun)
- M : Drahtbrücke (10 mm Abstand)
- N ● : Stiftkontakt mit Schalllitze

Nach dem Einschalten des Gerätes kommt aus dem Ohrhörer ein Ton, wenn mit dem Stiftkontakt die Widerstandskette abgetastet wird. Die Tonhöhe läßt sich mit dem Potentiometer verändern. Der LDR, der hier zwischen dem Tonausgang 8 des IC und dem Endstufentransistor liegt, kann durch Widerstandsänderung die Lautstärke beeinflussen. Viel Licht (geringer Widerstand) ergibt volle Lautstärke, wenig Licht (hoher Widerstand) geringe Lautstärke. Wird der Finger schnell über dem LDR bewegt, entsteht eine Lautstärkeschwankung, die man Tremolo nennt. Dieser Effekt ist mit Vibrato vergleichbar und wird deshalb auch Zweitvibrato genannt.



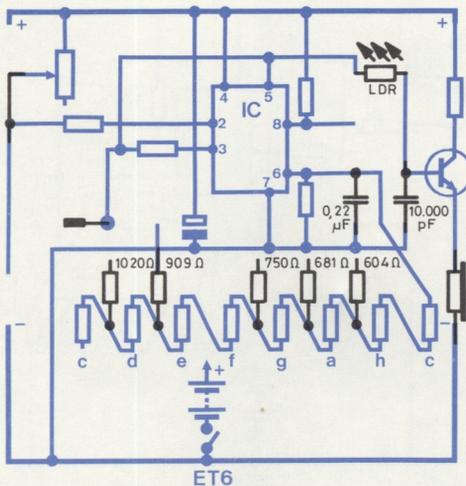
Vorzubereitende Arbeiten siehe Seite 4.

Zusätzliche Bauteile an den Kontaktpaaren:

- A : Ohrhörer
- B : Kondensator 0,01  $\mu\text{F}$   
(braun, schwarz, orange)
- C : Kondensator 0,22  $\mu\text{F}$   
(rot, rot, gelb)
- F : LDR (Anschlüsse auf 10 mm Abstand biegen)
- G : Widerstand 604  $\Omega$   
(blau, schwarz, gelb, schwarz, braun)
- H : Widerstand 681  $\Omega$   
(blau, grau, braun, schwarz, braun)
- I : Widerstand 750  $\Omega$   
(lila, grün, schwarz, schwarz, braun)
- K : Widerstand 909  $\Omega$   
(weiß, schwarz, weiß, schwarz, braun)
- L : Widerstand 1020  $\Omega$   
(braun, schwarz, rot, braun, braun)
- M : Drahtbrücke (10 mm Abstand)
- N ● : Stiftkontakt mit Schalllitze

Gerät einschalten und mit dem Stiftkontakt einen frequenzbestimmenden Widerstand berühren. Wenn Licht auf den LDR (lichtempfindlicher Widerstand) fällt, strahlt der Ohrhörer einen strahlend hellen Ton ab. Mit abnehmender Helligkeit wird der Ton dumpfer. Im Prinzip ist die Schaltung des LDR und des Kondensators 0,01  $\mu\text{F}$  ein veränderliches Tiefpassfilter. Die hohen Tonanteile werden nur bei Licht durchgelassen, weil dann der Widerstandswert des LDR klein ist.

In elektronischen Orgeln mit Zusatzeinrichtungen wird dieser Effekt als „Wah-Wah“ bezeichnet. Er tritt zum Beispiel bei einer Trompete auf, die mit einem Dämpfer gespielt wird.



Vorzubereitende Arbeiten siehe Seite 4.  
Zusätzliche Bauteile an den Kontaktpaaren:

- A : Ohrhörer
- B : Kondensator 0,01  $\mu\text{F}$   
(braun, schwarz, orange)
- C : Kondensator 0,047  $\mu\text{F}$   
(gelb, lila orange)
- D : Widerstand 10 k $\Omega$   
(braun, schwarz, orange, gold)
- G : Widerstand 604  $\Omega$   
(blau, schwarz, gelb, schwarz, braun)
- H : Widerstand 681  $\Omega$   
(blau, grau, braun, schwarz, braun)
- I : Widerstand 750  $\Omega$   
(lila, grün, schwarz, schwarz, braun)
- K : Widerstand 909  $\Omega$   
(weiß, schwarz, weiß, schwarz, braun)
- L : Widerstand 1020  $\Omega$   
(braun, schwarz, rot, braun, braun)
- M : Drahtbrücke (10 mm Abstand)
- N ● : Stiftkontakt mit Schaltlitze

Gerät einschalten und mit dem Stiftkontakt der Schaltlitze einen Anschluß

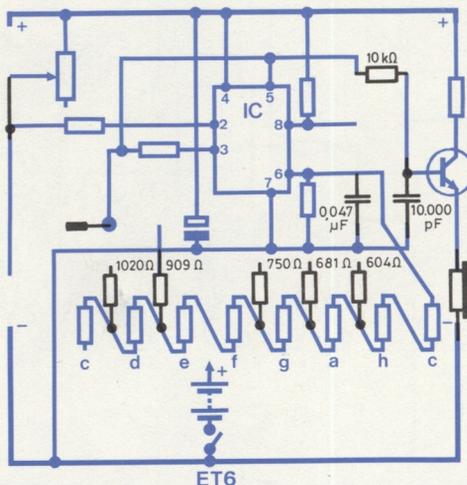
der Widerstandskette berühren. Aus dem Ohrhörer muß ein hoher Ton kommen.

Dieses Gerät arbeitet im Gegensatz zu der „Flöte“ (Gerät Nr. 4) in einem wesentlich höheren Frequenzbereich. Der zeitbestimmende Kondensator (Kontakt C) ist von 0,22  $\mu\text{F}$  auf 0,047  $\mu\text{F}$  verringert worden. Das ist ca.  $\frac{1}{4}$  der ursprünglichen Kapazität. Der Frequenzbereich ist um den Faktor 4 gestiegen, also 2 Oktaven höher

bei 0,22  $\mu\text{F}$  C = 262 Hz  
bei 0,0047  $\mu\text{F}$  C = 1048 Hz.

Außerdem sind die Werte der Widerstands-Kondensatorkombination (Tiefpass, 10 k $\Omega$  und 0,01  $\mu\text{F}$ ) dem neuen Bereich angeglichen.

Instrumente in diesem Frequenzbereich dienen zum Aufhellen des Klangbildes bei elektronischen Organen.

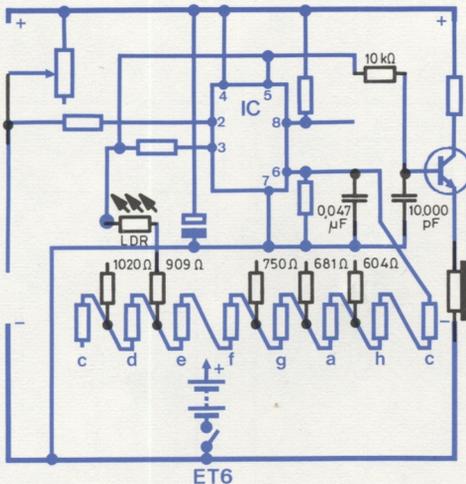


Vorzubereitende Arbeiten siehe Seite 4.  
Zusätzliche Bauteile an den Kontakt-  
paaren:

- A : Ohrhörer
- B : Kondensator 0,01  $\mu\text{F}$   
(braun, schwarz, orange)
- C : Kondensator 0,047  $\mu\text{F}$   
(gelb, lila, orange)
- D : Widerstand 10 k $\Omega$   
(braun, schwarz, orange, gold)
- G : Widerstand 604  $\Omega$   
(blau, schwarz, gelb, schwarz, braun)
- H : Widerstand 681  $\Omega$   
(blau, grau, braun, schwarz, braun)
- I : Widerstand 750  $\Omega$   
(lila, grün, schwarz, schwarz, braun)
- K : Widerstand 909  $\Omega$   
(weiß, schwarz, weiß, schwarz, braun)
- L : Widerstand 1020  $\Omega$   
(braun, schwarz, rot, braun, braun)
- M : Drahtbrücke (Abstand 10 mm)
- N ● : LDR (Anschlüsse auf 10 mm  
Abstand biegen)

Schalter in Position „EIN“ stellen. Aus dem Ohrhörer kommt ein Ton. Die Tonhöhe kann mit dem Potentiometer etwas verändert werden. Außerdem läßt sich die Frequenz mit dem LDR (lichtempfindlicher Widerstand) beeinflussen. Bei hohen Beleuchtungsstärken ist der Widerstand gering. Da der LDR mit der frequenzbestimmenden Widerstandskette in Reihe liegt, ist die Ausgangsfrequenz hoch. Sie wird mit abnehmender Helligkeit geringer.

Bei einer der ersten elektronischen Orgeln wurden die unterschiedlichen Generatorfrequenzen durch Lochscheiben erzeugt, die einen Lichtstrahl vor einer Fotozelle ständig unterbrechen.



Diese Experimentierbox läßt sich mit den anderen Boxen zu weiteren und dadurch umfangreicheren Geräten kombinieren. Die Boxen werden so nebeneinander gestellt, daß der Ausgang A der ersten Box neben dem Eingang E der zweiten Box liegt, usw. Mit den beige-fügten Verbindungsbügeln die Boxen an der Unterseite zusammenklemmen.

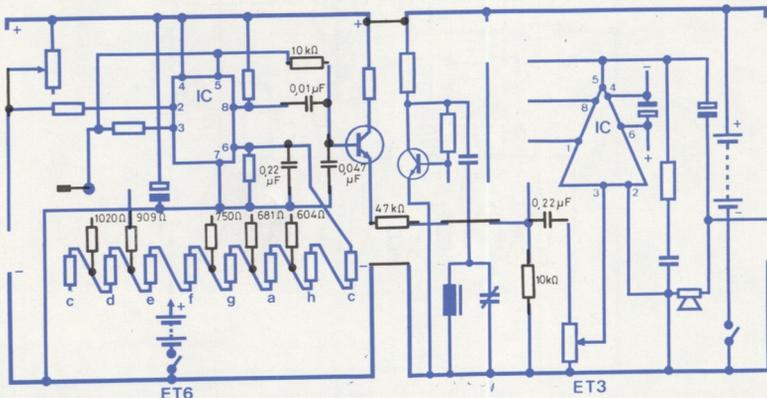
Dann den unteren Anschluß des Eingangs (E-) der ersten und des Ausgangs (A-) der nächsten Box durch eine Drahtbrücke verbinden. Die weitere Verdrahtung ist aus den Beispielen ersichtlich. Als Stromversorgung darf nur die Batterie (oder das Netzgerät) der ersten Box eingeschaltet werden.

Beispiel 1:

## Orgel mit Verstärker

Bei diesem Gerät ist die „zweistimmige Orgel (6)“ aus ET 6 mit dem „Plattenspieler-Verstärker (2)“ aus ET 3 kombiniert. Der Ton der Orgel wird nun jedoch von dem Lautsprecher abgestrahlt. Jeder der in dieser Anleitung aufgeführten Geräte läßt sich wie in dem „Schalt-

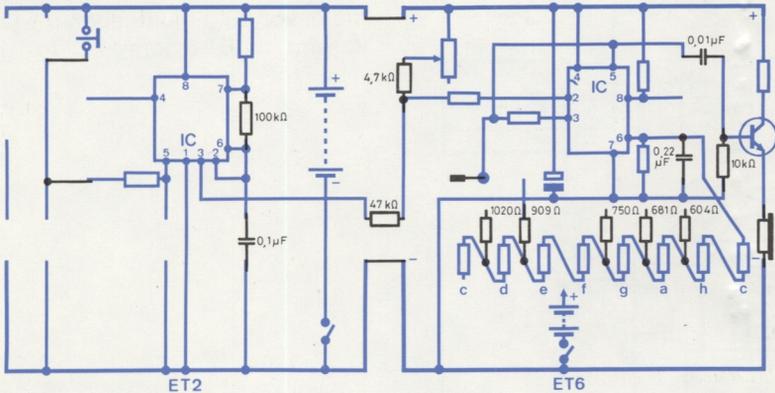
bild“ angegeben an den Verstärker anschließen. Zu beachten ist, daß der Ausgang A von ET 6 über einen Widerstand 47 k $\Omega$  (gelb, lila, orange, gold) mit dem Eingang E von ET 3 zu verbinden ist. Außerdem kommt in den Kontakt C des Verstärkers zusätzlich ein Widerstand von 10 k $\Omega$  (braun, schwarz, orange, gold).



Beispiel 2:

## „Geige“ mit Vibrato

Hier wird die Frequenz der „Geige (5)“ aus ET 6 durch den „Tonerzeuger (1)“ aus ET 2 ständig verändert. Es entsteht ein Vibrato. Zusätzlich läßt sich die Frequenz mit dem Tastschalter beeinflussen.



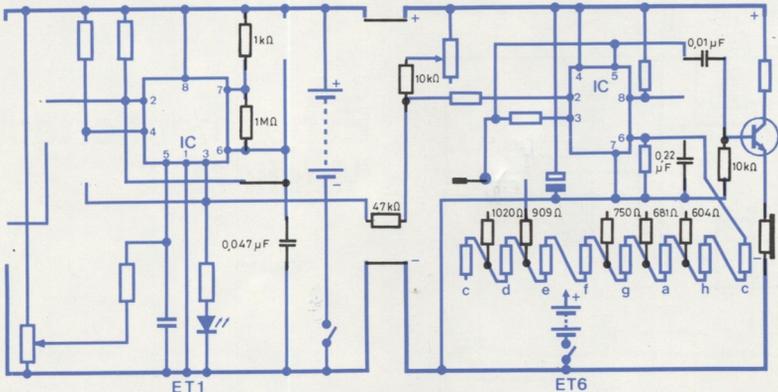
sen. Alle Geräte aus ET 6 lassen sich mit dem „Tonerzeuger (1)“ aus ET 2 kombinieren, wenn das Bauelement im Kontaktpaar M von ET 6 ein Widerstand 4,7 kΩ (gelb, lila, rot, gold) wird und der Eingang E über einen Widerstand 47 kΩ (gelb, lila, orange, gold) auf A von ET 2 geht.

Beispiel 3:

## „Geige“ mit einstellbarem Vibrato

Bei dem Gerät „regelbares Blinklicht (1)“ aus ET 1 läßt sich die Frequenz mit dem Potentiometer einstellen. Wandelt man die Schaltung so ab, daß die erzeugte Frequenz im Vibratobereich

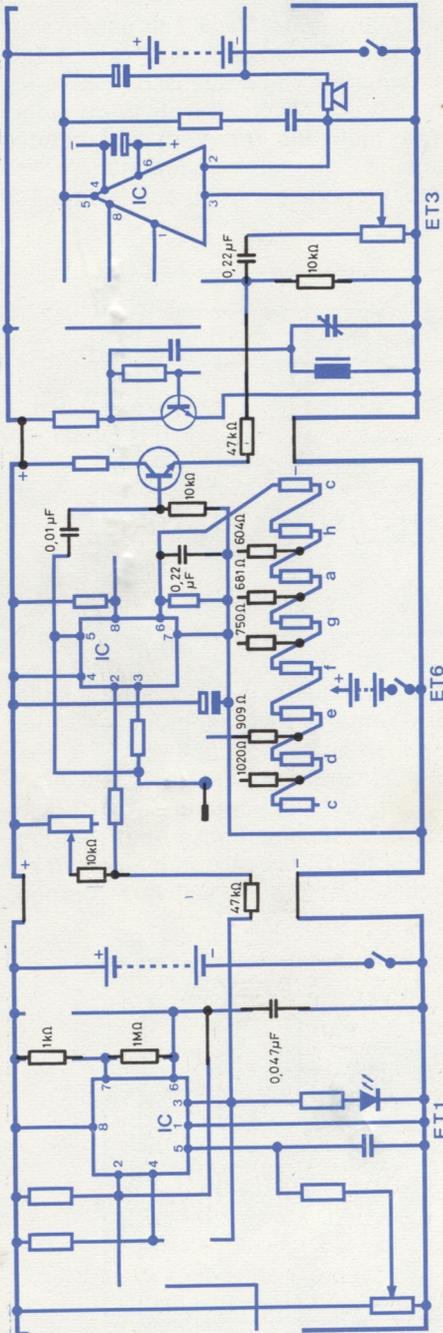
liegt, kann auch sie jede Schaltung dieser Anleitung ET 6 beeinflussen. Auch hier muß der Ausgang A von ET 1 über einen Widerstand 47 kΩ (gelb, lila, orange, gold) auf den Eingang E von ET 6 gehen. Das Bauelement in dem Kontaktpaar M bei ET 6 wird durch einen 10 kΩ Widerstand (braun, schwarz, orange, gold) ersetzt.



Beispiel 4:

## „Geige“ mit einstellbarem Vibrato und Verstärker

Eine Kombination aus den Geräten „regelbares Blinklicht (1)“ aus ET 1, „Geige (5)“ aus ET 6 und „Plattenspieler-Verstärker (3)“ aus ET 3 zeigt das letzte Beispiel. Das Vibrato ist mit dem Potentiometer von ET 1 einstellbar, die Lautstärke wird mit ET 3 geregelt.



## Experimentiertechnik Musik **ET 6**