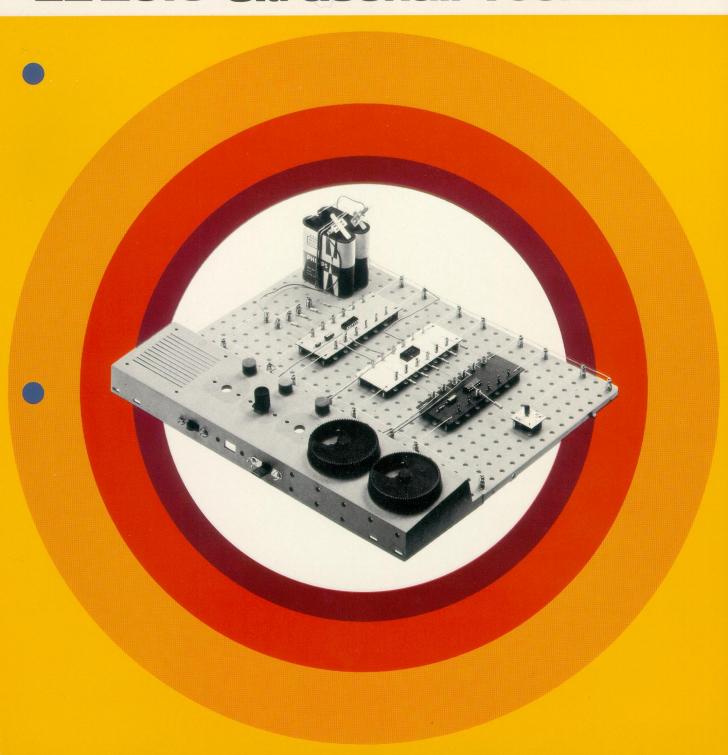
# **PHILIPS**



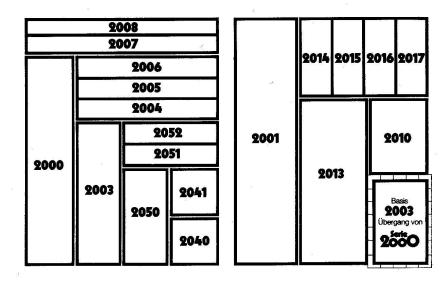
## Grundlagen moderner Bauelemente

D

Anleitungsbuch für Elektronik-Experte EE 2016 Ultraschall-Technik



#### Elektronik-Serie 2000/2001



© Philips GmbH, Bereich Technische Spielwaren, Hamburg – 1977/2

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.

Technische Änderungen vorbehalten

# Grundlagen moderner Bauelemente

Anleitungsbuch für Elektronik-Experte EE 2016 Ultraschall-Technik

## Inhaltsverzeichnis

		Seite
	Vorwort	3
a .	Abbildung der Einzelteile und Inhaltsverzeichnis des Experimentierkastens	4 5
1	Allgemeine Bauanleitung	
2.	Grundlagen zur Ultraschall-Technik	6
2.2.	Halbleiterbauelemente	6
2.4.	Verschiedene Bauelemente	13
3.	Elektronische Grundschaltungen	21
3.8.	Flip-Flop	21
4.	Elektronische Geräte	22
4.7.	Ultraschall-Technik	22
4.7.1.	Ultraschall-Sender	22
4.7.2.	Ultraschall-Morseempfänger	22
4.7.3.	Ultraschall-Tastschalter	24
4.7.4.	Ultraschall-Zeitschalter	24
4.7.5.	Ultraschall-Alarmanlage	25
4.7.6.	Ultraschallgesteuerter Fernschalter	26
4.7.7.	Ultraschallbediente Baustellenampel	27
4.7.8.	Ultraschallgesteuerter Dimmer	28
4.7.9.	UKW-Radio mit Ultraschall-Fernbedienung	28
4.7.10.	Ultraschall-Tonübertrager	29
4.7.11.	Empfänger für modulierten Ultraschall	30
4.7.12.	Ultraschall-Tonsender	31
4.7.13.	Ultraschall-Tonempfänger	31
4.7.14.	Ultraschall-Konverter	32
*	Sachwortverzeichnis	33
	Schaltsymbole	34
	Verdrahtungsplan-Symbole	34
	Technische Daten	35
	Code-Tabelle	35

#### Vorwort

Der technische Fortschritt in allen Lebensbereichen wäre ohne Elektronik gar nicht denkbar. Ob es sich um Geräte des täglichen Gebrauchs oder komplizierte industrielle Steueranlagen handelt –, immer sind elektronische Bauelemente für die Funktion unerläßlich.

Mit der Entwicklung der Raumfahrttechnik wurde der Zwang zur Miniaturisierung immer stärker, und die Bauteile, die dabei entstanden, kamen allen Bereichen der Elektronik zugute. Mit ständig steigender Nachfrage konnten auch die Kosten so weit gesenkt werden, daß weitere Anwendungen sich zwangsläufig ergaben. Als Beispiel dafür sei nur die Produktion moderner elektronischer Taschenrechner genannt, die ohne den Einsatz integrierter Schaltkreise und zuverlässiger Anzeigenelemente nicht möglich gewesen wäre.

In diesem Philips Elektronik-Experimentierkasten werden modernste Bauelemente vorgestellt. Durch verschiedene Anwendungsbeispiele sollen ihre Bedeutung und ihre Funktion Erklärung finden. Dabei können die einfachsten Grundlagen der Elektronik nur in sehr geraffter Form dargestellt werden. Es wird für diesen Experimentierkasten vorausgesetzt, daß der Benutzer die Grundkästen EE 2010 oder EE 2013 der Elektronik-Serie 2001 besitzt. Dieser Zusatzkasten behandelt in erster Linie die Ultraschalltechnik. Hierbei kommen moderne Bauelemente wie z. B. integrierte Schaltkreise, Ultraschall-Sensoren und ein Reed-Relais zum Einsatz.

Teil	Bestell-Nr.	Bezeichnung		Inhalt
	349. 1307	Ultraschallwandler		2
THE STATE OF THE S	1212	Transistor BC 238* Kennfarbe: weiß		1
	1305	Integrierter Schaltkreis (IC) I Kennfarbe: gelb	_M 3900*	1
	1125	Diode BA 318*		2
	1004	15 22 47 220 470	10 Ohm 47 Ohm 100 Ohm 0 000 Ohm 5 000 Ohm 2 000 Ohm 7 000 Ohm 0 000 Ohm 0 000 Ohm	1 1 1 1 2 2 4 2 3 1
-	1005	Polyester-Kondensator*	0,1 μF 0,22 μF	1
+0	1006	Elektrolyt-Kondensator*	100 μF	2
10	1007	Keramischer Kondensator*	1 000 pF 10 000 pF	1 3
	1308	Reed-Relais		1
(	1016	Blanker Draht		4 m
	1017	Isolierter Draht		4 m
	1020	Haarnadelfeder		25
	1021	Klemmfeder		25
	1022	Spiralfeder		20
	1028	Gummiband		2
600000000000	1130	Grundplatte		1
	1133	Batterieklemme		4
20 D	5015	Taste		1
	1749	Anleitungsbuch		1

<sup>\*</sup>Es können auch abweichende Werte beiliegen (vergleiche Allgemeine Bauanleitung und Codetabelle).

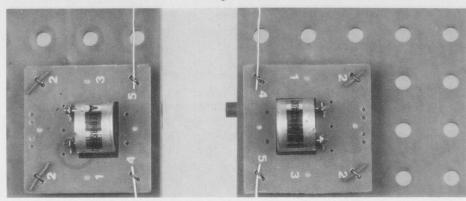
## 1. Allgemeine Bauanleitung

#### 1.6. Befestigen der Bauelemente auf der Grundplatte

#### Ultraschall-Sensor (1307)

Der Sensor ist auf einer kleinen gedruckten Schaltung festgelötet, die mit Klemmund Haarnadelfedern auf der Grundplatte befestigt wird. Die Anschlüsse werden über die Kontakte 4 und 5 hergestellt.

Der Sensor sollte sowohl in Sender- als auch in Empfängerschaltungen stets am Rand der Grundplatte befestigt werden, damit die Ausbreitung bzw. der Empfang der Ultraschallwellen nicht beeinträchtigt wird.





#### Reed-Relais(1308)

Das Relais ist auf einer Platine festgelötet. Die Anschlüsse für den Steuerstromkreis werden mit Spiralfedern an den Kontakten 1 und 3 hergestellt. Die Kontakte 4 und 5 werden für den Anschluß des Laststromkreises benötigt. Die Kabel müssen ebenfalls mit Spiralfedern festgeklemmt werden.

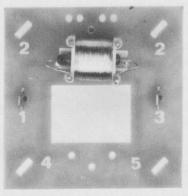


Abb. 2.

#### Taste (5015)

Die Taste wird mit zwei Klemmen auf der Grundplatte befestigt (s. Abb. 3). Den Gegenkontakt bildet eine weitere Klemme.

Bei einigen Geräten ist es erforderlich, daß diese Taste ständig eingeschaltet ist. Dann kann man die beiden äußeren Klemmen mit einem blanken Draht verbinden.

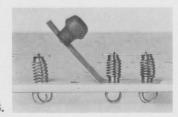
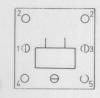


Abb. 3.







## 2. Grundlagen moderner Bauelemente

#### 2.2. Halbleiterbauelemente

#### 2.2.6. Ultraschall

Alle Geräuschempfindungen des menschlichen Ohres faßt man unter dem Sammelbegriff **Schall** zusammen. Um sich von der Entstehungsstelle – der Schallquelle – durch die Luft ausbreiten zu können, muß der Schallerreger mechanisch periodische Schwingbewegungen ausführen. Die Anzahl der Perioden pro Sekunde bezeichnet man als Frequenz. Die Maßeinheit der Frequenz – eine Schwingung pro Sekunde – ist 1 Hertz, abgekürzt 1 Hz.

Im Bereich von etwa 16 Hz bis 16 000 Hz empfindet der Mensch die Schwingungen als Schall. Dabei ist ein Ton um so höher, je größer die Frequenz der Schallwelle ist.

Frequenzen über 16 000 Hz kann das menschliche Ohr im allgemeinen nicht mehr wahrnehmen. Das Hörempfinden der Menschen ist individuell verschieden, und außerdem nimmt die Hörfähigkeit mit zunehmendem Alter ab.

Bei Frequenzen oberhalb von 20 kHz spricht man dann von **Ultraschall.** Manche Tiere allerdings, wie Fledermäuse, Katzen und Hunde besitzen die Fähigkeit, Ultraschallwellen noch wahrzunehmen. Diese Fähigkeit hat man z. B. zur Konstruktion lautloser Hundepfeifen ausgenutzt. Der Hohlraum dieser Pfeifen ist so weit verkürzt, daß sich Töne oberhalb der menschlichen Hörgrenze erzeugen lassen. Nur der Hund hört die Pfiffe, während die Umgebung ungestört bleibt.

In der Technik dienen zur Erzeugung und zum Empfang von Ultraschallwellen fast ausschließlich elektrische Methoden, wobei besondere Kristalle Verwendung finden.

Die entsprechenden Kristalle (z. B. Bariumtitanat) werden in Plättchen geschnitten und durch Schleifen auf die erforderliche Stärke gebracht.

Erfährt ein solches Plättchen z. B. in der Längsrichtung einen mechanischen Druck, verschieben sich elektrische Ladungen im Kristallgitter und erzeugen eine Spannung. Der gleiche Effekt tritt ein, wenn das Kristallplättchen einem Zug ausgesetzt wird; die elektrische Aufladung ist dann von entgegengesetzter Polung. Ein auf das Kristall einwirkender Schalldruck versetzt ihn in mechanische Schwingungen und ruft an seinen Polen entsprechende elektrische Schwingungen hervor.

Umgekehrt bewirkt die Zuführung von Elektrizität ein Zusammenziehen bzw. Dehnen des Kristallplättchens.

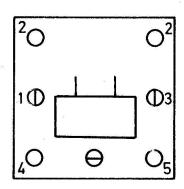
Das bedeutet, daß durch Zuführung elektrischer Wechselfelder mechanische Schwingungen mit hoher Frequenz im Kristall erzeugt werden, die sich als Ultraschall auf die Umgebung übertragen. Dieses Verhalten einiger Kristalle bezeichnet man als **Piezoelektrizität.** 

Die Abmessungen des Kristalls bestimmen die Frequenz, die sehr konstant ist.

In den Schaltungen und Geräten des EE 2016 wird für Sender und Empfänger der gleiche Sensor eingesetzt. Es ist ein Kristall mit ausgeprägter **Resonanz**, dessen Frequenz bei ca. 36 000 Hz liegt.

Das Symbol:





Um ein Experiment im Ultraschall-Bereich durchführen zu können, wird eine zuverlässige Ultraschall-Quelle benötigt.

Die folgende Schaltung (Abb. 2.35.) stellt einen Generator dar, der im Ultraschall-Bereich schwingt. Alle Sender müssen auf einer separaten Grundplatte aufgebaut werden.

2.35.

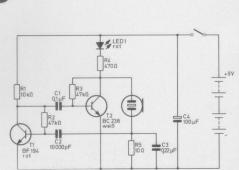
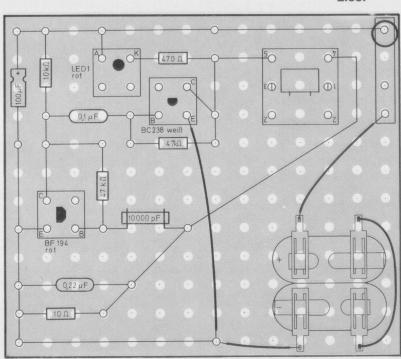


Abb. 2.35.



Das Grundelement des Ultraschall-Senders ist ein astabiler Multivibrator mit den Transistoren  $T_1$  und  $T_2$ . Seine Frequenz ist mit den Widerständen  $R_2/R_3$  und den Kondensatoren  $C_1/C_2$  grob auf die Frequenz des Sensors von ca. 36 kHz eingestellt. Die Schwingungen des Multivibrators werden über die Kollektorleitung von  $T_2$  auf den Kristall übertragen. Da der Kondensator  $C_2$  mit dem Sensor in Reihe geschaltet ist, bestimmt er selbst die Schwingfrequenz.  $R_5/C_3$  verhindern, daß die Basis von  $T_1$  übersteuert wird, indem nur ein Teil der Resonanzamplitude des Wandlers zurückgeführt wird, und daß die größtmögliche Wechselspannungsamplitude am Wandler steht.

Die Leuchtdiode in Reihe mit dem Arbeitswiderstand  $R_4$  zeigt an, wenn der Generator schwingt. Die geringe Helligkeit läßt den Schluß zu, daß es sich um eine Wechselspannung handelt. Die volle Helligkeit erreicht man, wenn Basis und Emitter von  $T_1$  kurzgeschlossen sind. Der Generator schwingt nicht mehr, und  $T_2$  zieht Strom. Dadurch wird die LED von Gleichstrom durchflossen.

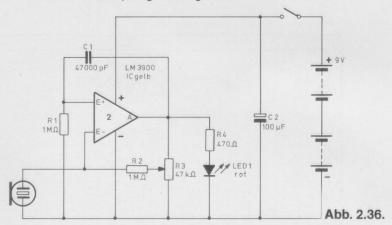
Bei allen Einrichtungen oder Geräten, die mit Frequenzen im Ultraschallbereich arbeiten, ist auch für den Empfang der Ultraschallwellen ein speziell für diese Frequenzen ausgelegter Empfänger erforderlich. Die aufgenommenen Signale des Ultraschall-Wandlers können dann verstärkt und optisch bzw. akustisch angezeigt werden.

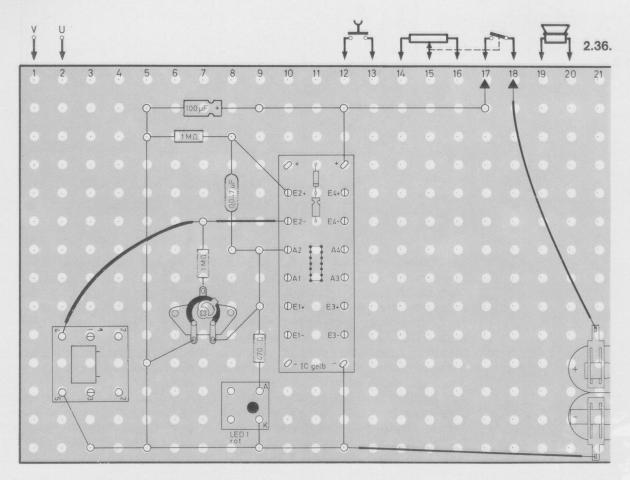
Es ist zu beachten, daß der Empfänger getrennt vom Sender aufgebaut wird.

Den Aufbau eines einfachen Ultraschall-Empfängers zeigt Abb. 2.36.

Nach dem Einschalten des Gerätes ist das Potentiometer  $R_3$  so einzustellen, daß die LED gerade **nicht** leuchtet. Läßt sich das nicht erreichen, sofort ausschalten und den Fehler suchen.

Der Sensor des Ultraschall-Senders (2.35.) wird in einem Abstand von ca. 10 bis 20 cm auf den Wandler des Empfängers ausgerichtet.





Beim Einschalten des Senders muß die LED des Empfängers leuchten. Der Empfänger besteht zur Hauptsache aus einem rückgekoppelten Operationsverstärker. Das Potentiometer  $R_3$  stellt man so ein, daß die LED gerade **nicht** leuchtet und somit am Ausgang des Operationsverstärkers nur eine geringe Spannung steht. Trifft jetzt ein Ultraschall-Signal des Senders auf den Sensor des Empfängers, gelangt eine Wechselspannung auf den Eingang E- des Operationsverstärkers, und diese wird verstärkt. Vom Ausgang erhält der Eingang E+ über die Rückkopplung mit dem Kondensator  $C_1$  die verstärkte Wechselspannung. Dadurch steigt auch die Wechselspannung am Ausgang immer weiter an, bis sie ein Maximum (Betriebsspannung) erreicht hat. Dann reißen die Schwingungen ab. Da jedoch weiterhin Schallsignale auf den Sensor fallen, wiederholt sich dieser Vorgang ständig. Die Schaltung schwingt, und die LED leuchtet.

Die Verstärkung durch einen Operationsverstärker ist jedoch nicht hoch genug, um große Entfernungen zu überbrücken. Deshalb spricht dieser Empfänger nur im Nahbereich (ca. 30–50 cm) an.

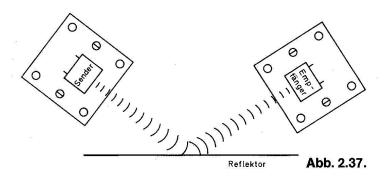
Einige Eigenschaften des Ultraschall können mit den beiden Schaltungen durch die folgenden Versuche nachgewiesen werden:

Die Stärke von Ultraschallwellen nimmt mit zunehmender Entfernung ab. Durch Nähern und Entfernen von Sender und Empfänger läßt sich überprüfen, welche Reichweiten überbrückt werden können. Erlischt die LED im Empfänger, erreicht das Ultraschallsignal den Sensor nicht mehr in ausreichender Stärke.

Ultraschallwellen können sich nur ausbreiten, wenn keine Hindernisse im Wege sind. Hält man eine Pappscheibe zwischen die Sensoren von Sender und Empfänger, erlischt die LED des Empfängers. Das ausgesandte Ultraschallsignal wird unterbrochen.

Ultraschallwellen können auch – wie Schallwellen im Hörbereich – reflektiert werden. Dazu richtet man Sender und Empfänger im gleichen Winkel verschoben (Abb. 2.37.) gegen eine Reflexionsfläche, z. B. eine senkrecht aufgestellte Pappe. Die vom Sender abgestrahlten Ultraschallsignale werden von der Reflexionsfläche zurückgeworfen und vom Sensor des Empfängers aufgefangen. Entfernt man die Pappe, erlischt die LED.

Mit verschiedenen Materialien (Stoff, Kunststoff, Holz, Styropor usw.) läßt sich die unterschiedliche Reflexionsfähigkeit untersuchen.



Die Ausbreitung der Ultraschallwellen vom Sensor erfolgt nicht nach allen Seiten, sondern gerichtet. Durch Verschieben von Sender und Empfänger wird deutlich, daß die Intensität der Schallwellen in der Längsachse am stärksten ist. Bei allen weiteren Schaltungen und Geräten ist also darauf zu achten, daß die Sensoren von Sender und Empfänger genau aufeinander ausgerichtet sind. Nur

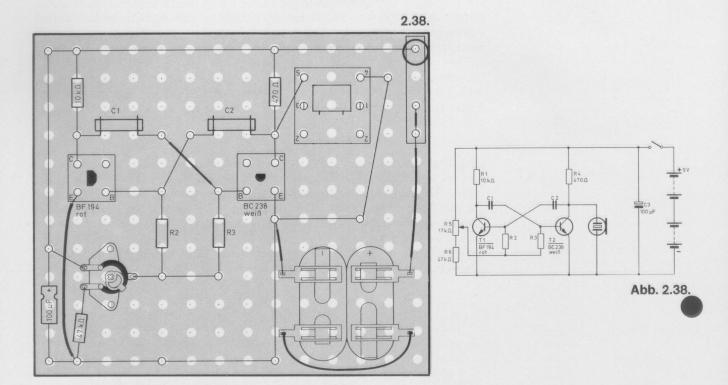
dann wird die maximale Reichweite erreicht.

Ebenso müssen Sender und Empfänger stets auf eine Frequenz ausgelegt werden, damit optimale Betriebsbedingungen erzielt werden. Am Sender (Abb.2.38.) kann in Verbindung mit dem Empfänger (Abb. 2.39.) dargestellt werden, wie wichtig es ist, daß Sender und Empfänger auf eine Frequenz eingestellt sind.

Für  $C_1$  und  $C_2$  werden je 10 000 pF, für  $R_2$  und  $R_3$  je 10 k $\Omega$  gewählt. Nach dem Einschalten des Gerätes strahlt der Ultraschallwandler einen Ton im Hörbereich ab.

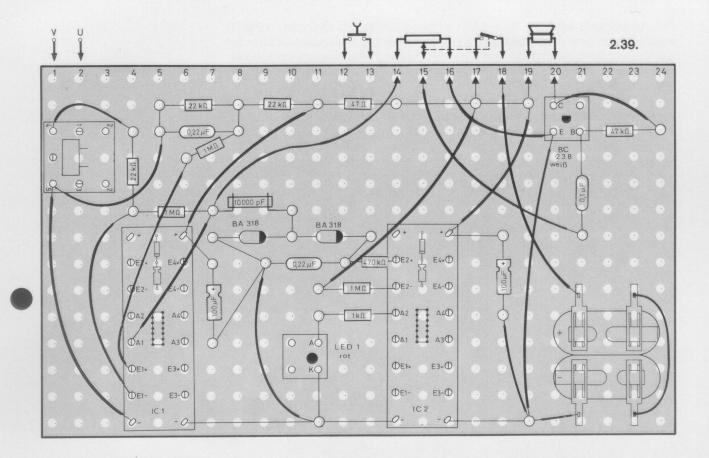
Mit dem Potentiometer  $R_5$  läßt sich die Frequenz (Tonhöhe) des Senders verändern.

Der Sender besteht im wesentlichen aus dem astabilen Multivibrator mit den Transistoren  $T_1/T_2$  und den frequenz-bestimmenden Elementen  $C_1/C_2$  und  $R_2/R_3$ . Zusätzlich läßt sich mit dem Potentiometer  $R_5$ , das mit  $R_6$  einen Spannungsteiler darstellt, die Frequenz in bestimmten Grenzen variieren. Parallel zur Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors  $T_2$  liegt der Ultraschall-Sensor, der das vom Multivibrator erzeugte Signal abstrahlt.



Mit dem Schallempfänger (Abb. 2.39.) läßt sich nachweisen, daß Sender und Empfänger immer in Resonanz sein müssen, damit die Übertragung optimal möglich ist. Resonanz bedeutet, daß der Empfänger genau auf die Frequenz eingestellt ist, auf der der Sender sein Signal ausstrahlt.

Der Sender wird erst nach dem Aufbau des Empfängers auf Resonanz eingestellt!



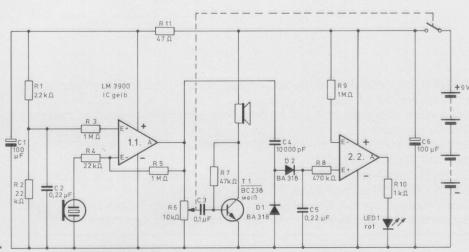


Abb. 2.39.

Der Empfänger besteht aus dem Eingangsverstärker mit OP 1.1, der Verstärkerstufe für den Lautsprecher mit  $T_1$  sowie dem Schaltverstärker OP 2.2. Das vom Ultraschallwandler aufgenommene Signal wird im OP 1 etwa 45–fach verstärkt. Dieser Faktor ergibt sich aus:

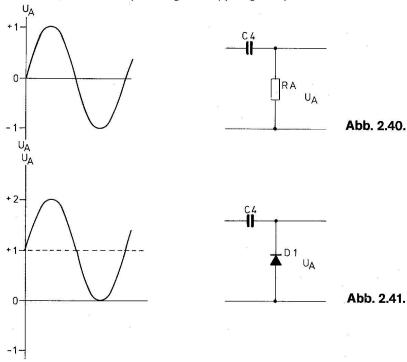
$$V = \frac{R_5}{R_4}$$

$$V = \frac{1000 \text{ k}\Omega}{22 \text{ k}\Omega}$$

$$V = 45$$

Der Arbeitspunkt wird mit  $R_3=1~M\Omega$  eingestellt. Über  $R_6$  wird das Signal  $T_1$  zugeführt und erneut verstärkt, so daß es vom Lautsprecher abgestrahlt werden kann. Gleichzeitig gelangt das Signal von OP1.1 über die **Spannungsverdopplerschaltung** zum Eingang E+ von OP2.2. Sie besteht aus den Dioden  $D_1$  und  $D_2$  und den Kondensatoren  $C_4$  und  $C_5$ .

Liegt an einem Kondensator eine Wechselspannung, steht am Arbeitswiderstand  $R_A$  die gleiche Spannung, die positive und negative Anteile besitzt (Abb. 2.40). Wird  $R_A$  gegen eine Diode  $D_1$  ersetzt, ergibt sich ein Spannungsverlauf gem. Abb. 2.41. Von der Wechselspannung lädt der erste positive Halbwechsel über  $D_1$  den Kondensator  $C_4$  auf. Dadurch verschiebt sich die Wechselspannung in den positiven Bereich, was einer Spannungsverdopplung entspricht.



 $D_2$  lädt  $C_5$  mit dieser doppelten positiven Spannung auf und verhindert gleichzeitig ein Abfließen der Ladung.

Die positive Spannung an  $C_5$  ist abhängig von der Amplitude des Sendersignals und der Frequenz.

Erst wenn sie groß genug ist – das ist nur bei Resonanz von Sender und Empfänger der Fall – leuchtet die LED.

Da bisher der Sender noch im Hörbereich arbeitet, spricht der Sensor des Empfängers nicht an, und die LED leuchtet nicht.

Durch Austauschen der Kondensatoren  $C_1$ ,  $C_2$  sowie der Widerstände  $R_2$ ,  $R_3$  im Sender läßt sich die Frequenz in den Ultraschall-Bereich verschieben.

C <sub>1</sub> /C <sub>2</sub>	$R_2/R_3$	Frequenz bei So des Potentiome an +9 V		* 1000 Television (1000 Television (1000 Television (1000 Television (1000 Television (1000 Television (1000 Te
10 000 pF	10 kΩ	6 600 Hz	1 300 Hz	н
1 000 pF	47 kΩ	13 300 Hz	6 600 Hz	
1 000 pF	10 kΩ	125 000 Hz	20 000 Hz	

Nur bei einer Frequenz von ca. 36.000 Hz sind Sender und Empfänger in Resonanz. Dann leuchtet auch die LED. Da der Ton im Ultraschall-Bereich liegt, kann er vom Lautsprecher nicht abgestrahlt werden.

#### 2.4. Verschiedene Bauelemente

#### 2.4.1. Reed-Relais

Mit den bisher dargestellten Schaltungen lassen sich Befehle durch Ultraschall drahtlos übermitteln. Da in den meisten Fällen Geräte nicht direkt mit dem Ultraschall-Empfänger geschaltet werden können, benötigt man eine besondere "Zwischenschaltstufe", um einen problemlosen Übergang zu fast jedem elektrischen Gerät zu haben. Diese Aufgabe erfüllt ein elektromagnetischer Schalter – das **Relais.** 

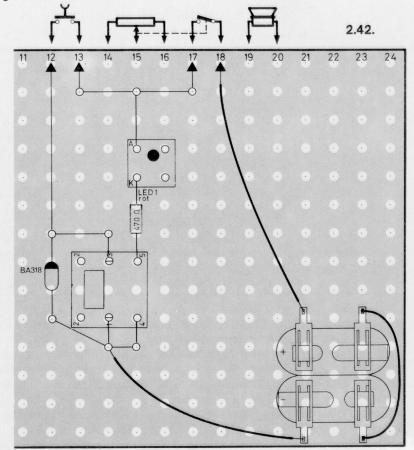
Mit einem Relais lassen sich durch einen Steuerstromkreis andere Stromkreise schalten. Der Vorteil liegt dabei in der Trennung der Stromkreise. Mit Schalttransistoren allein wäre eine solche Trennung von Steuer- und Laststromkreis nicht durchzuführen. Nachteilig ist bei einem Relais der mechanische Kontakt. Er unterliegt dem Verschleiß, verschmutzt, neigt bei hohen Strömen zum Funkenabriß, benötigt zur Bewegung der Kontakte elektrische Leistung und Zeit. Bei sehr schnellen Schaltvorgängen ist das Relais zu träge und damit unbrauchbar. Trotz der vielen Nachteile kann man in einigen Schaltungen nicht auf Relais verzichten. Das verwendete Relais des EE 2016 ist ein besonderes Relais und besitzt viele dieser Nachteile nicht.

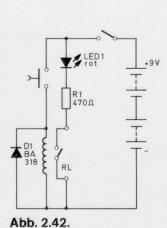
Es besteht aus einem Reed-Kontakt, einem Schaltkontakt in einem gasgefüllten Glasröhrchen.

Das **Reed-Relais** verschmutzt nicht, unterliegt nur einem geringen Verschleiß, ist sehr schnell, hat weniger Funkenabriß. Der Leistungsbedarf zum Schalten ist sehr gering (30 mW).

Andererseits können auch nur Ströme bis 300 mA geschaltet werden. Die Spannung im Laststromkreis darf 15 V auf keinen Fall übersteigen.

Nachstehend werden 2 Grundschaltungen mit Relais beschrieben. Die einfachste Schaltung stellt Abb. 2.42. dar.



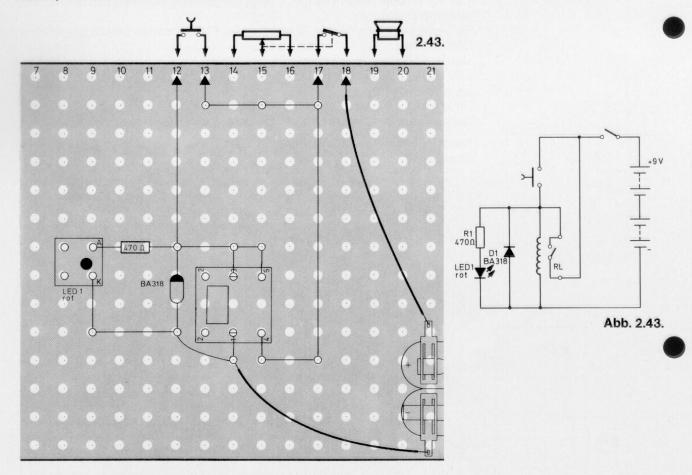


Nach dem Einschalten spricht beim Niederdrücken des Tastschalters das Relais an und die rote LED leuchtet.

Die Schaltung weist zwei Stromkreise auf: Der **Steuerstromkreis** verläuft vom Minuspol der Batterie durch die Relaisspule, weiter über den Tastschalter und den Ein-Aus-Schalter zum Pluspol der Batterie. Der **Laststromkreis** führt dann von Minus über den Relaiskontakt und R<sub>1</sub> durch die LED zum Pluspol der Batterie.

Wird der Tastschalter geschlossen, fließt im Steuerstromkreis ein Strom. Die Relaisspule wird magnetisch und betätigt den Relaiskontakt. Die rote LED leuchtet. Offnet man den Tastschalter, fällt das Relais ab, da es nicht mehr vom Strom durchflossen wird. Das Magnetfeld der Spule bricht zusammen. Dabei entsteht eine hohe Induktionsspannungsspitze, die z. B. zur Zerstörung von Transistoren führen kann. Eine Diode, parallel zur Spule in Sperrichtung geschaltet, verhindert dies

Sie liegt nämlich für die Spannungsspitze in Flußrichtung und stellt somit einen kleinen Widerstand dar. Er wirkt als Lastwiderstand, die hohe Leerlaufspannung kann nicht entstehen. Wegen der sehr kurzen Zeit, in der die Spannungsspitze auftritt, nimmt die Diode keinen Schaden.

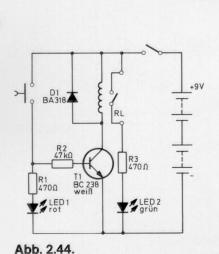


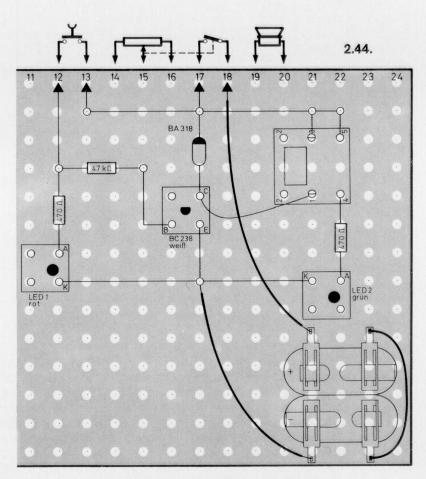
In der Schaltung (Abb. 2.43.) hält das Relais selbsttätig den Kontakt. Erst bei einer Unterbrechung der Spannungsversorgung fällt es wieder ab.

Nach kurzem Drücken des Tastschalters muß das Relais ansprechen und angezogen bleiben. Die rote LED leuchtet dauernd. Ein nochmaliges Niederdrükken des Tastschalters bleibt ohne Einfluß. Mit dem Betätigen des Schalters in der Batteriezuleitung erlischt die LED und das Relais fällt ab.

In dieser Relais-Schaltung sind Steuer- und Laststromkreis miteinander verkoppelt. Schließt man den Tastschalter, fließt der Strom von der Batterie über den Schalter durch die Spule und zur Batterie zurück (Steuerstromkreis). Parallel zur

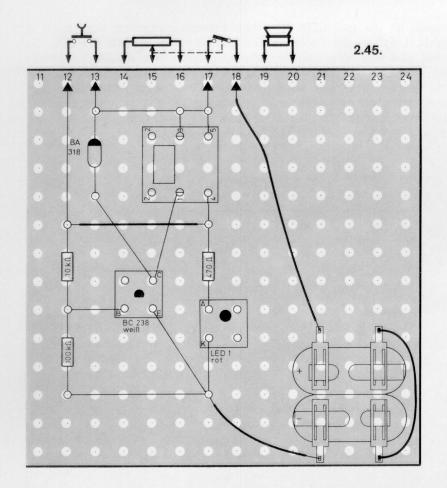
Relaisspule ist die rote LED mit einem strombegrenzenden Vorwiderstand geschaltet. Liegt an der Spule die Betriebsspannung, leuchtet die LED.  $D_1$  verhindert, daß eine hohe Induktionsspannungsspitze entsteht. Der Laststromkreis schließt sich von der Batterie über den Relaiskontakt zur Spule und wieder zur Batterie. Letztere wird auch dann noch vom Strom durchflossen, wenn der Steuerstromkreis mit dem geöffneten Tastschalter unterbrochen wird. Die LED leuchtet weiterhin, sie liegt ja parallel zur Spule. Das Relais hält sich selbst. Es fällt erst ab, wenn mit dem Schalter der Stromkreis unterbrochen wird.

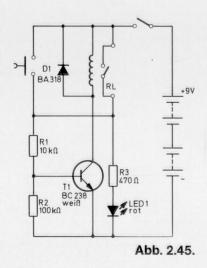




Der zum Betrieb eines Relais erforderliche Strom muß in Schaltungen oft durch Verstärkerelemente bereitgestellt werden. Die Technik hat hierfür spezielle Schalttransistoren entwickelt. Auch der Transistor BC 238 kann diese Aufgaben erfüllen. Eine solche **Schaltstufe** stellt Abb. 2.44. dar. Die Diode  $D_1$  darf bei dieser Schaltung auf keinen Fall weggelassen werden (vergl. Schaltung Abb. 2.42.). Beim Niederdrücken des Tastschalters schließt sich ein Stromkreis über  $R_1$  und die rote LED, so daß sie leuchtet. Die Betriebsspannung (9 Volt) gelangt über den Vorwiderstand  $R_2$  an die Basis des Transistors und "schaltet" ihn durch. Es fließt ein relativ großer Emitter-Kollektorstrom. Der Transistor ist dennoch nicht überlastet. Die unmittelbar an seinem Emitter und Kollektor liegende Spannung ist gering, denn es findet eine Spannungsteilung mit dem kleinen Innenwiderstand des Transistors und dem Widerstand der Relaisspule statt. Die Verlustleistung bleibt klein. Der Kollektorstrom durchfließt die Relaisspule, die Kontakte werden betätigt. Über sie wird der Laststromkreis geschlossen, in dem häufig größere Ströme fließen als durch einen Transistor.

Öffnet man den Tastschalter, wird die Basis des Transistors stromlos. Er sperrt, das Relais fällt ab, die beiden LED erlöschen.

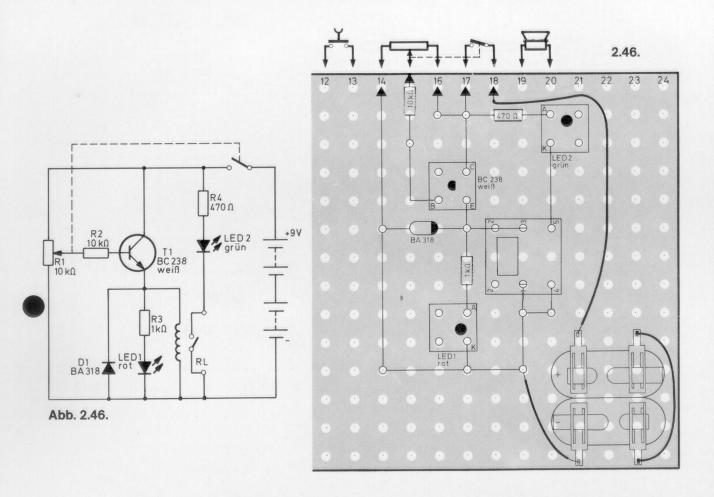




Die Schaltung (Abb. 2.45.) wird benutzt, wenn sehr schwache Steuerströme über ein Relais elektrische Geräte mit hohem Strombedarf schalten sollen. Es genügt dabei ein Impuls, um auf Dauer den eingeschalteten Zustand herzustellen. Nach dem Einschalten kurz den Tastschalter betätigen. Das Relais muß anziehen und die rote LED leuchten. Dieser Zustand bleibt erhalten, bis mit dem Ein-Aus-Schalter der Stromkreis unterbrochen wird.

Drückt man nach dem Einschalten den Tastschalter, erhält der Transistor  $T_1$  über den Spannungsteiler  $R_1/R_2$  eine Basisspannung. Er schaltet durch. Sein Kollektorstrom durchfließt die Relaisspule. Das Relais zieht an. Der Laststromkreis verläuft von der Batterie über den Schalter, den Relaiskontakt und den Vorwiderstand  $R_3$  zur LED. Von dort schließt sich der Kreis zur Batterie.

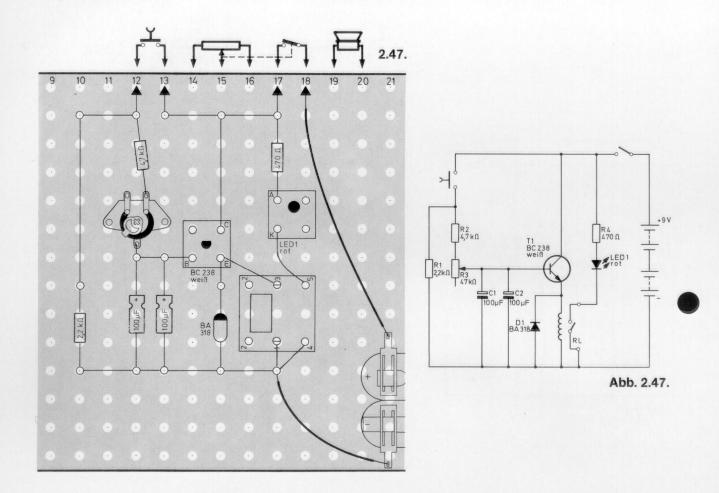
Gleichzeitig gelangt die Betriebsspannung über den geschlossenen Relaiskontakt an den Basisspannungsteiler  $R_1/R_2$ . Der Transistor bleibt im durchgeschalteten Zustand, auch wenn der Tastschalter wieder geöffnet ist. Der Ausgangszustand kann nur durch Ausschalten mit dem Ein-Aus-Schalter wieder hergestellt werden. Beim Ausschalten verhindert die Diode  $D_1$  parallel zur Relaisspule, daß eine Induktionsspannungsspitze entsteht.



In einem Relais werden mechanische Kontakte betätigt. Um deren Trägheit zu überwinden, benötigt man eine **Anzugsspannung**, die über der **Haltespannung** liegt. Sind nämlich die Kontakte bewegt worden und dann im geschlossenen Zustand wieder in Ruhe, reicht eine geringere Leistung aus, um sie zu halten. Die nachstehend beschriebene Schaltung (Abb. 2.46.) untersucht diesen Sachverhalt. Regelt man mit dem Potentiometer vorsichtig die Spannung hoch, indem man nach rechts dreht, muß bei einer bestimmten Stellung das Relais ansprechen und die grüne LED leuchten. Die rote LED glimmt zunächst nur, nimmt aber mit dem Hochregeln des Potentiometers an Lichtstärke zu.

Die Relaisspule liegt im Emitterkreis des Transistors. Parallel dazu ist die rote LED mit ihrem Vorwiderstand  $\mathsf{R}_3$  geschaltet.  $\mathsf{D}_1$  verhindert die Induktionsspannungsspitze beim Abschalten. Erhöht man mit dem Potentiometer  $\mathsf{R}_1$  die Basisspannung, so fließt durch den Transistor nach dem Überschreiten der Sperrspannung ein Strom. Die Spannung am Emitter ist proportional zur Basisvorspannung. Die Lichtstärke der roten LED zeigt dies an. Bei einer bestimmten Basisspannung ist die Emitterspannung so groß, daß das Relais anspricht. Die grüne LED im Laststromkreis leuchtet.

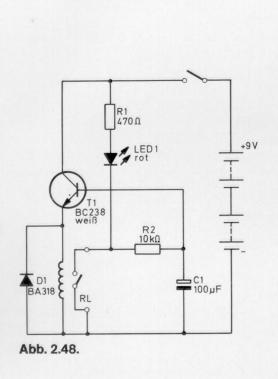
Verringert man die Spannung an der Basis von T<sub>1</sub>, indem man das Potentiometer nach links dreht, fällt das Relais nicht sofort ab. An der roten LED erkennt man, wie die Emitterspannung absinkt. Die grüne LED leuchtet noch relativ lange, den geschlossenen Relaiskontakt anzeigend. Erst wenn die Basisvorspannung um ca. 1 Volt niedriger ist als beim Anzug des Relais, fällt es ab: Die grüne LED erlischt.

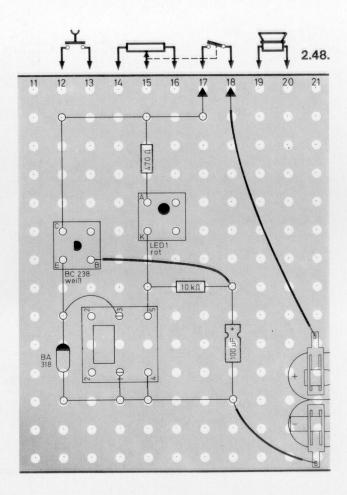


Manchmal ist es erwünscht, daß ein Relais erst mit Verzögerung schaltet, wenn der Steuerstromkreis geschlossen worden ist. Auch das Umgekehrte wird gebraucht: Ein Relais soll noch einige Sekunden nach dem Abschalten des Steuerstromkreises angezogen bleiben. Die geschilderten Funktionen (Schaltung Abb. 2.47.) werden z.B. in der Fernsprechtechnik häufig angewandt.

Nach dem Einschalten drückt man längere Zeit den Tastschalter. Nach längstens 10 sec muß das Relais anziehen und die rote LED leuchten. Die Zeit läßt sich mit dem Potentiometer R<sub>3</sub> einstellen. Läßt man den Tastschalter los, muß die rote LED noch einige Sekunden weiterleuchten. Betätigt man nach dem Abfallen des Relais wieder kurz den Tastschalter, spricht es erst mit Verzögerung an.

Anzugs- und Abfallzeiten des Relais werden durch die Zeitglieder  $R_1/R_2/R_3$  und  $C_1/C_2$  bestimmt. Schließt man den Tastschalter, laden sich  $C_1$  und  $C_2$  über  $R_2$  und  $R_3$  auf. Erst wenn die Ladespannung der Kondensatoren so hoch geworden ist, daß sie an der Basis von  $T_1$  einen genügend großen Kollektorstrom bewirkt, spricht das Relais an, und die rote LED leuchtet. Nach dem Öffnen des Tastschalters entladen sich  $C_1$  und  $C_2$  über  $R_3$ ,  $R_2$ ,  $R_1$ . Unterschreitet die Spannung an den beiden Kondensatoren den Wert der Basisvorspannung, die zur Erzeugung des nötigen Haltestroms für das Relais erforderlich ist, so fällt dieses ab. Die Zeit der Anzugsund Abfallverzögerung läßt sich mit  $R_3$  beeinflussen.



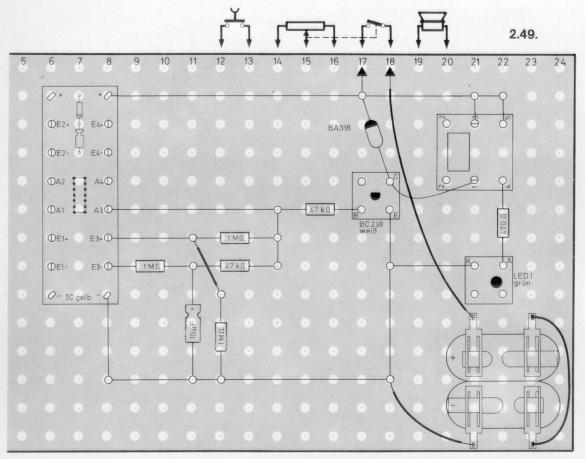


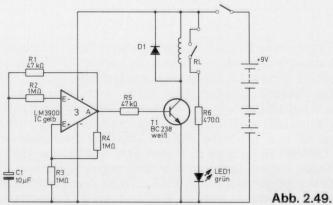
Elektronische Blinkschaltungen benötigen immer mindestens zwei aktive Bauelemente (Transistoren), manchmal sogar noch einen dritten Transistor zum Schalten großer Ströme. Ein Relais mit einem Transistor erfüllt dieselbe Funktion.

Die Relaisblinkschaltung (Abb. 2.48.) nutzt den Unterschied zwischen Anzugsund Haltespannung eines Relais aus. Nach dem Einschalten lädt sich  $C_1$  über  $R_1$  die rote LED und  $R_2$  auf. Die Ladespannung an  $C_1$  liegt auch an der Basis von  $T_1$ . Ist sie so hoch geworden, daß der Transistor durchgesteuert wird, beginnt Strom durch die Relaisspule zu fließen. Schließlich ist der Wert erreicht, bei dem das Relais anzieht. Der Kontakt schließt gegen Masse kurz. Die rote LED leuchtet. Gleichzeitig entlädt sich  $C_1$  und  $R_2$ . Die Spannung an der Basis sinkt ab. Es wird der Punkt erreicht, an dem der Emitterstrom des Transistors zu gering ist, um das Relais noch zu halten. Es fällt ab, die rote LED erlischt. Der Ladevorgang von  $C_1$  über  $R_1$  und die LED wiederholt sich, bis das Relais wieder anzieht. Die Zeitdauer bestimmen  $C_1$  und  $R_2$ .

Der Blinkgeber mit Relais (Abb. 2.49.) ist ein Beispiel dafür, wie das IC über eine Transistor-Trennstufe mit dem Relais verbunden werden kann. In dieser Schaltung wird das IC nicht belastet ( $R_5$  hochohmig) und somit vor Zerstörung bewahrt.

Die Schaltung besteht aus zwei Teilen: Ein Operationsverstärker ist als Taktgeber (astabiler Multivibrator) geschaltet.  $\rm R_1/\rm C_1/\rm R_2$  bestimmen die Schaltfrequenz. Dem Taktgeber folgt eine Transistorschaltstufe mit einem Relais. Führt der Ausgang von OP 3 ein 1-Signal, schaltet dies über  $\rm R_5$  den Transistor durch. Das Relais zieht an. In seinem Laststromkreis befindet sich die rote LED mit dem Vorwiderstand  $\rm R_6$ . Solange der Relaiskontakt geschlossen ist, leuchtet die LED. Springt der Ausgang des Multivibrators OP 3 auf 0, sperrt der Transistor, das Relais fällt ab. Im Takte der Schaltimpulse zieht das Relais an und fällt ab. Die LED blinkt.





Das in den vorstehenden Schaltungen und einigen nachfolgenden Geräten beschriebene Relais betätigt jeweils nur eine Leuchtdiode als Funktionsanzeige. Zum Betreiben externer Geräte müssen die Kontakte des Laststromkreises gelöst und mit dem zu schaltenden Gerät verbunden werden. Bei allen Geräten der EE-Serie lassen sich die Funktionen der verschiedenen Ein-Aus-Schalter durch das Relais ersetzen. Dabei ist es möglich, je nach der beabsichtigten Funktion, den bisherigen Schalter zu ersetzen (Abb. 2.50.), das Relais in Reihe zu schalten (Abb. 2.51.) oder parallel zu schalten (Abb. 2.52.).

Natürlich ist es auch möglich, Batterie-betriebene Geräte, wie z. B. Kofferradios, Cassetten-Recorder, Plattenspieler usw., mit dem Relais zu schalten.

Allerdings darf die zu schaltende Spannung 15 V nicht überschreiten und die Stromstärke 300 mA nicht übersteigen.

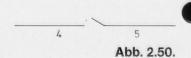


Abb. 2.51.

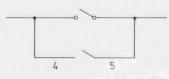


Abb. 2.52.

## 3. Elektronische Grundschaltungen

#### 3.8. Flip-Flop

Zum Verständnis einiger Ultraschall-Geräte wird eine neue Grundschaltung vorgestellt, das Flip-Flop. Ein Flip-Flop oder bistabiler Multivibrator hat eine ganz bestimmte Eigenschaft: Sein Ausgang kippt mit jedem Schaltimpuls am Eingang in den jeweils anderen Zustand. Befindet sich z. B. am Ausgang ein O-Signal, so bewirkt ein Impuls am Eingang ein 1-Signal am Ausgang. Der nächste Impuls setzt den Ausgang wieder zurück auf 0. Das Flip-Flop verharrt im angenommenen Zustand, bis wieder ein kurzer Impuls auf den Eingang gegeben wird.

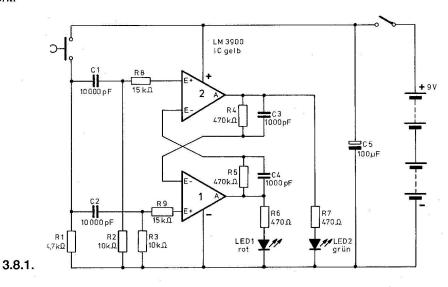
#### 3.8.1. Flip-Flop

Aufbau des Gerätes nach dem Verdrahtungsplan 3.8.1. Nach dem Einschalten muß eine der beiden LED's leuchten. Betätigt man den Tastschalter, erlischt diese LED, und die andere leuchtet auf. Bei nochmaligem Drücken des Tastschalters leuchtet wieder die erste LED. Andernfalls sofort ausschalten und den Fehler suchen.

#### Schaltungsbeschreibung

Zwei Operationsverstärker halten sich gegenseitig im angenommenen Zustand, der sich nur ändert, wenn von außen ein Impuls auf die Eingänge E+ gegeben wird. Setzt man voraus, daß beim Einschalten die rote LED leuchtet, ist ein 1-Signal am Ausgang des OP 1 vorhanden. Dieses 1-Signal liegt über  $R_{\rm 5}$  auch an E- des OP 2, dessen Ausgang dann ein 0-Signal zeigt. Letzteres wiederum ist über  $R_{\rm 4}$  auch an E- des OP 1 vorhanden, der damit am Ausgang ein 1-Signal zeigen muß. Die beiden Operationsverstärker halten sich also gegenseitig in ihrem jeweiligen Zustand.

Betätigt man nun den Tastschalter, gelangt ein Spannungsstoß über  $C_1$  und  $C_2$  sowie  $R_8$  und  $R_9$  gleichzeitig auf die Eingänge E+ der beiden Operationsverstärker. An E+ des OP 1 wirkt sich die positive Impulsflanke nicht aus, da dessen Ausgang bereits ein 1-Signal führt. An E+ des OP 2 jedoch erzielt der Impuls ein Umkippen des Ausgangssignals: Es springt auf 1. Dieses 1-Signal steuert aber auch OP 1, so daß dessen Ausgang ein 0-Signal zeigt. Jetzt leuchtet die grüne LED, während die rote erloschen ist. Eine erneute Betätigung des Tastschalters bewirkt wieder ein Umkippen der Ausgangssignale. Über  $R_1$  können sich die Kondensatoren  $C_1$  und  $C_2$  rasch entladen, so daß die Schaltung schnell wieder funktionsbereit ist. Die Widerstände  $R_8$  und  $R_9$  begrenzen den Eingangsstrom und schützen das IC vor Überlastung. Die Kondensatoren  $C_3$  und  $C_4$  parallel zu  $R_4$  und  $R_5$  bewirken einen unverzögerten Übertrag des Ausgangssignals auf den Eingang – eine Maßnahme, die dem sicheren Durchschalten der Operationsverstärker dient.



#### 4. Elektronische Geräte

#### 4.7. Ultraschall-Technik

Alle Geräte zur Ultraschall-Technik können nur betrieben werden, wenn Sender und Empfänger zueinander passen. Die Reihenfolge der Geräte dieses Kapitels ist dadurch vorgegeben.

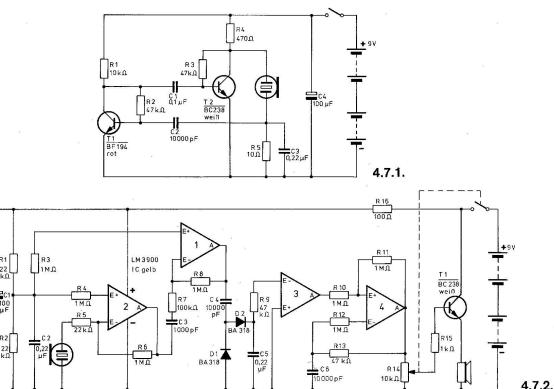
#### 4.7.1. Ultraschall-Sender

Dieser Ultraschall-Sender strahlt Signale aus, die bei den folgenden Empfängern den beabsichtigten Effekt erzielen. Einmal auf einer separaten Grundplatte aufgebaut, wird er also für mehrere Empfänger benötigt.

Aufbau des Gerätes nach dem Verdrahtungsplan 4.7.1.

#### Schaltungsbeschreibung

Das Grundelement des Ultraschall-Senders ist ein astabiler Multivibrator mit den Transistoren  $T_1$  und  $T_2$ . Seine Frequenz ist mit den Widerständen  $R_2/R_3$  und den Kondensatoren  $C_1/C_2$  grob auf die Frequenz des Sensors von ca. 36 kHz eingestellt. Die Schwingungen des Multivibrators werden über die Kollektorleitung von  $T_2$  auf den Kristall übertragen. Da der Kondensator  $C_2$  mit dem Sensor in Reihe geschaltet ist, bestimmt er selbst die Schwingfrequenz.  $R_5/C_6$  verhindern, daß die Basis von  $T_1$  übersteuert wird, indem nur ein Teil der Resonanzamplitude des Wandlers zurückgeführt wird, und die größtmögliche Wechselspannungsamplitude am Wandler steht.



#### 4.7.2. Ultraschall-Morseempfänger

Das Gerät nimmt Ultraschallsignale auf und benutzt sie zur Steuerung eines Tongenerators. Im Rhythmus der Signale werden Töne vom Lautsprecher abgestrahlt.

**Aufbau des Gerätes** nach dem Verdrahtungsplan 4.7.2. Zum Testen rückt man den Sender 4.7.1. nahe an den Empfänger, die beiden Ultraschallwandler aufeinander ausgerichtet. Schaltet man beide Geräte ein, muß ein Dauerton zu hören sein.

Andernfalls sofort ausschalten und den Fehler in der Verdrahtung suchen. Liegt hier der Fehler nicht, verfährt man zur Fehlersuche bei eingeschaltetem Empfänger wie folgt: Einen 1-kOhm Widerstand vom Pluspol der Batterie zum Verbindungspunkt  $C_5$ ,  $D_2$ ,  $R_9$  legen.

Der Tongenerator muß schwingen, sein Ton im Lautsprecher hörbar sein. Geschieht das nicht, liegt der Fehler im OP 3, OP 4 oder in der Transistorverstärkerstufe. Hört man den Ton, liegt der Fehler im Ultraschallteil um OP 1 oder OP 2. Funktioniert alles, rückt man Sender und Empfänger auseinander, bis man maximale oder gewünschte Reichweite eingestellt hat (bis ca. 4 m).

#### Schaltungsbeschreibung

Treffen Ultraschallsignale auf den Wandler, gibt er eine Spannung ab, die dem Rhythmus der Ultraschallschwingungen folgt. Diese Wechselspannung wird dem Eingang E- des OP 2 zugeführt, der als Verstärker geschaltet ist. Sein Arbeitspunkt ist mit dem Spannungsteiler  $R_1/R_2$  und dem Vorwiderstand  $R_4$  festgelegt. Die Gegenkopplung  $R_6/R_5$  bestimmt den Verstärkungsfaktor. Er beträgt etwa:

$$V = \frac{R_6}{R_5}$$

$$V = \frac{1000 \text{ k}\Omega}{22 \text{ k}\Omega}$$

$$V = 45$$

Das verstärkte Signal wird über  $C_3$  und  $R_7$  auf den Eingang des OP1 gegeben, der ebenfalls als Wechselspannungsverstärker geschaltet ist.  $C_3$  ist dabei mit 1000 pF bewußt klein gehalten. Für die hohen Ultraschallfrequenzen stellt dieser Kondensator nur einen kleinen kapazitiven Widerstand dar, für Hörfrequenzen hingegen einen sehr großen. Durch  $R_8/R_7$  ist der Verstärkungsfaktor bestimmt. Er beträgt:

$$V = \frac{R_8}{R_7}$$

$$V = \frac{1000 \text{ k}\Omega}{100 \text{ k}\Omega}$$

$$V = 10$$

Für den gewünschten Zweck ist dieser Wert ausreichend. Der Arbeitspunkt wird wie bei OP 2 durch den Spannungsteiler  $R_1/R_2$  – an dem die Spannung abgegriffen wird – und den Vorwiderstand  $R_3$  bestimmt.

Das verstärkte Signal am Ausgang des OP 1 wird dann in einer Spannungsverdopplerschaltung gleichgerichtet. Sie besteht aus den Dioden  $D_1$  und  $D_2$  und den Kondensatoren  $C_4$  und  $C_5$ . Von der Wechselspannung lädt der erste positive Halbwechsel über  $D_1$  den Kondensator  $C_4$  auf.

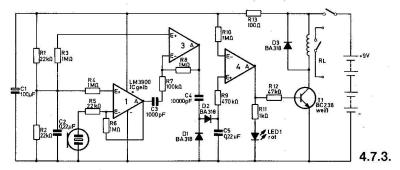
Dadurch verschiebt sich die Wechselspannung in den positiven Bereich, was einer Spannungsverdopplung entspricht.  $D_2$  lädt  $C_5$  mit dieser doppelten positiven Spannung auf und verhindert gleichzeitig ein Abfließen der Ladung. Die positive Spannung an  $C_5$  ist abhängig von der Amplitude des Sendersignals und der Frequenz.

Sie wird dem Inverter OP 3 zugeführt. Erhält sein Eingang E- ein positives Signal (1-Signal), springt sein Ausgang auf 0. Ein 0-Signal ist aber erforderlich, damit der Tongenerator OP 4 mit den Schwingungen einsetzt. Die Tonfrequenz ergibt sich durch  $R_{13}/C_6/R_{12}$ . Sie wird am Ausgang über das Potentiometer  $R_{14}$  abgenommen und gelangt über den Vorwiderstand  $R_{15}$  zur Transistorendstufe. Hier wird das Tonsignal nochmals verstärkt und vom Lautsprecher abgestrahlt. Wegen der hohen Verstärkung des Gerätes wirken sich kleine Betriebsspannungsschwankungen störend aus. Ein Blubbern oder Pfeifen tritt auf. Um diese Störeffekte zu unterbinden, wird die Betriebsspannung zusätzlich über  $R_{16}/C_1$  gesiebt und damit stabilisiert, weil  $C_1$  im Augenblick eines Stromabfalls Strom nachliefert.

#### 4.7.3. Ultraschall-Tastschalter

Mit dem Gerät kann man in Verbindung mit dem Ultraschallsender 4.7.1. einen Schaltkontakt über eine Entfernung bis ca 4 m so lange halten, wie der Sender ein Signal abgibt.

Aufbau des Gerätes nach dem Verdrahtungsplan 4.7.3. Sender und Empfänger nahe zusammenstellen, beide einschalten. Die rote LED leuchtet, das Relais hat angezogen. Geschieht dies nicht, muß man den Fehler suchen (vergl. 4.7.2.). Leuchtet die LED und hat das Relais angesprochen, schaltet man den Sender aus. Die LED erlischt, das Relais fällt ab. Mit den Relaiskontakten 4 und 5 lassen sich verschiedene externe Geräte schalten (vergl. Kap. 2.3.).



#### Schaltungsbeschreibung

Der Empfänger nimmt mit dem Ultraschallwandler Signale auf und formt sie in Wechselstrom entsprechender Form um. OP 1 und OP 3 dienen als Verstärker,  $D_1$  und  $D_2$  richten gleich und verdoppeln die Spannung. Die einzelnen Funktionen des Ultraschall-Empfangsteils sind in 4.7.2. beschrieben.

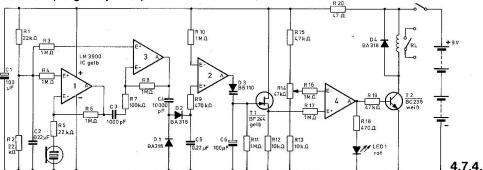
Die am Kondensator  $C_5$  vorhandene Spannung wird im Gleichspannungsverstärker OP 4 verstärkt. Der Arbeitspunkt ist über den Vorwiderstand  $R_{10}$  eingestellt. Die Ausgangsspannung dient einmal über  $R_{11}$  zum Betrieb der LED als Anzeige, zum anderen steuert sie über  $R_{12}$  den Schalttransistor durch. Das Relais zieht an.  $D_3$  verhindert das Entstehen hoher Induktionsspannungsspitzen beim Ausschalten des Senders.

Ohne Ultraschallsignal spricht das Relais nicht an. Es fällt ab, wenn der Sender ausgeschaltet wird.

#### 4.7.4. Ultraschall-Zeitschalter

Mit dem Sender 4.7.1. kann dieser Zeitschalter über eine Entfernung bis ca. 4 m bedient werden. Nach einer bestimmten Zeit schaltet er sich automatisch aus und kann dann erneut betätigt werden.

**Aufbau des Gerätes** nach dem Verdrahtungsplan 4.7.4. Wird nach dem Einschalten des Gerätes der Sender betätigt, muß die LED aufleuchten und das Relais anziehen. Andernfalls sofort ausschalten und den Fehler suchen (vergl. 4.7.2.). Mit den Relaiskontakten 4 und 5 lassen sich verschiedene externe Geräte schalten (vergl. Kap. 2.3.).



#### Schaltungsbeschreibung

Das Gerät besteht aus den beiden Wechselspannungsverstärkern OP 1 und OP 3, dem Spannungsverdoppler  $D_1/D_2$  sowie dem Schaltverstärker OP 2.  $T_1$  stellt einen Impedanzwandler dar und OP 4 einen Schwellwertschalter.

Das vom Sensor aufgenommene Ultraschall-Signal des Senders wird in OP 1 und danach in OP 3 verstärkt und anschließend an  $D_1/D_2$  gleichgerichtet. Über OP 2 wird der Kondensator  $C_6$  schlagartig mit einem positiven Impuls geladen.

Die Spannung an  $C_6$  fällt auch am Arbeitswiderstand  $R_{12}$  des Source-Folgers  $T_1$  ab. Ist diese Spannung größer als die mit  $R_{14}$  eingestellte Schwellspannung, leuchtet die LED.  $T_2$  schaltet gleichzeitig durch, und das Relais zieht an.

Wenn sich der Kondensator über  $R_{11}$  soweit entladen hat, daß die mit  $R_{14}$  eingestellte Schwellspannung unterschritten ist, sperrt OP 4. Dann erlischt die LED, und das Relais fällt ab.

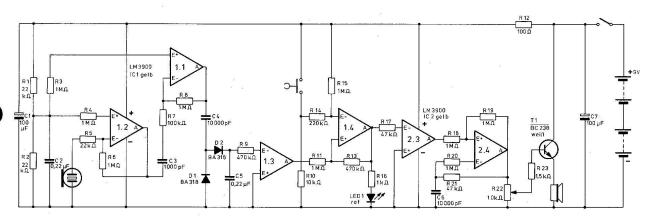
#### 4.7.5. Ultraschall-Alarmanlage

Mit Ultraschall läßt sich eine Alarmanlage aufbauen, die wie eine unsichtbare oder unhörbare Schranke ein Haus oder Gegenstände schützt. Das nachstehend beschriebene Gerät arbeitet einwandfrei bis zu einer Entfernung von ca. 2 m und ist ein Empfänger, der nur auf Ultraschall anspricht.

Zur Anlage gehört der Ultraschallsender 4.7.1. Er muß ein Dauersignal abstrahlen (Taste überbrücken). Ist der Empfang unterbrochen, z. B. wenn eine Person zwischen Sender und Empfänger tritt, wird der Alarm ausgelöst.

**Aufbau des Gerätes** nach dem Verdrahtungsplan 4.7.5. Sender und Empfänger nahe zusammenrücken und ausrichten. Beide Geräte einschalten und den Tastschalter des Empfängers drücken.

Die rote LED darf nicht leuchten und aus dem Lautsprecher kein Warnton ertönen. Mit der Hand unterbricht man dann den Ultraschallstrahl zwischen Sender und Empfänger. Jetzt muß die LED leuchten und der Warnton hörbar werden. Andernfalls sofort ausschalten und den Fehler suchen. Dabei verfährt man wie in 4.7.2. beschrieben, nur mit dem Unterschied, daß das Gerät ansprechen muß, wenn **keine** Spannung an  $C_5$  anliegt.



4.7.5.

#### Schaltungsbeschreibung

Das Gerät besteht aus dem Empfangsteil mit dem Ultraschallwandler OP 1.2 und OP 1.1 sowie dem Spannungsverdoppler mit  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $C_4$ , und  $C_5$ . Die Funktion des Ultraschall-Empfangsteils ist in 4.7.2. beschrieben.

Die gleichgerichtete und verdoppelte Ultraschallspannung steht an  $C_5$  und wird auf den Inverter OP 1.3 gegeben. Dessen Ausgang zeigt dann 0-Signal. Damit ist der nachfolgende Teil der Schaltung außer Funktion. Wird nun der Ultraschallstrahl unterbrochen, steht an  $C_5$  keine Spannung mehr. Der Ausgang des Inverters OP 1.3 springt auf 1-Signal um. Der bistabile Multivibrator (vergl. 3.2. im EE 2013) kippt um und zeigt an seinem Ausgang jetzt ebenfalls ein 1-Signal: Die rote LED

leuchtet. Diese Spannung steuert auch über R<sub>17</sub>, der zur Entkopplung dient, den Inverter OP 2.3. An dessen Ausgang stellt sich 0-Signal ein, so daß der nachgeschaltete Tongenerator OP 2.4 (vergl. 3.1 im EE 2013) schwingen kann. Am Potentiometer R<sub>22</sub> greift man die Tonspannung ab und führt sie über R<sub>23</sub> als Vorwiderstand der Transistor-Endstufe zu. Hier wird nochmals verstärkt, und der Lautsprecher gibt das Warnsignal ab. Dieser Ton wird solange abgestrahlt, bis der Tastschalter betätigt wird. Dann gelangt an den Eingang E- des bistabilen Multivibrators OP 1.4 eine positive Spannung (1-Signal), so daß der Ausgang auf 0 zurückspringt (reset). Damit zeigt der Inverter OP 2.3 am Ausgang ein 1-Signal und stoppt die Schwingungen des Multivibrators OP 2.4.

#### 4.7.6. Ultraschallgesteuerter Fernschalter

Mit dem Fernschalter kann man drahtlos bis ca. 4 m elektrische Schaltvorgänge auslösen. Auf einen kurzen Knopfdruck beim Sender schaltet die Anlage ein und beim nächsten Betätigen des Tastschalters wieder aus. Nach diesem Prinzip arbeiten z. B. Fernbedienungen für Fernsehgeräte.

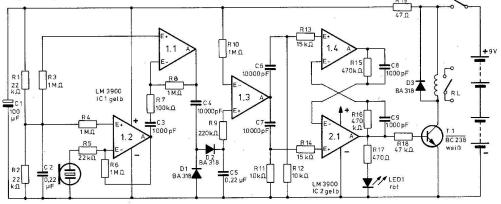
Aufbau des Gerätes nach dem Verdrahtungsplan 4.7.6. Zunächst rückt man Sender (Abb. 4.7.1.) und Empfänger eng zusammen, richtet die Ultraschallwandler aufeinander aus und schaltet beide Geräte ein. Die LED kann beim ersten Einschalten leuchten oder nicht leuchten. Schaltet man den Sender aber aus und dann wieder ein, muß die LED den anderen Schaltzustand anzeigen. Also: Erstes Einschalten des Senders – LED bleibt dunkel,

zweites Einschalten des Senders - LED leuchtet, oder umgekehrt.

Wenn die LED leuchtet, muß auch das Relais anziehen. Andernfalls sofort

ausschalten und den Fehler suchen (s. 4.7.2.)

Mit den Relaiskontakten lassen sich verschiedene externe Geräte schalten (vergl. Kap. 2.3.).



4.7.6.

#### Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung besteht aus dem Ultraschall-Empfangsteil mit dem Wandler OP 1.2 und OP 1.1 sowie dem Spannungsverdoppler  $D_1/D_2$ . Ferner enthält die Schaltung den Schaltverstärker mit OP 1.3, das Flip-Flop mit OP 1.4 und 2.1 sowie die Transistor-Schaltstufe mit dem Relais. Der Ultraschall-Empfangsteil ist in 4.7.2. beschrieben.

Die gleichgerichtete Ultraschallspannung steht am Kondensator  $C_5$ . Sie steuert den nachfolgenden Gleichspannungsverstärker OP 1.3 am Eingang E+. Der Ausgang zeigt dann ein 1-Signal. Der Arbeitspunkt wird mit dem Vorwiderstand  $R_{10}$  bestimmt.

Setzt man voraus, daß beim Einschalten die rote LED leuchtet, ist ein 1-Signal am Ausgang des OP 2.1 vorhanden. Dieses 1-Signal liegt über  $R_{16}$  auch an E- des OP 1.4, dessen Ausgang dann ein 0-Signal zeigt. Letzteres wiederum ist über  $R_{15}$  auch an E- des OP 2.1 vorhanden, der damit am Ausgang ein 1-Signal zeigen muß. Die beiden Operationsverstärker halten sich also gegenseitig in ihrem jeweiligen Zustand.

Betätigt man nun die Taste des Senders, so tritt am Ausgang von OP 1.3 ein 1-Signal auf. Im Augenblick des Einschaltens gelangt der positive Spannungsimpuls über  $C_6$  und  $C_7$  sowie  $R_{13}$  und  $R_{14}$  auf die beiden Eingänge E+ der OP 1.4 und OP 2.1. An E+ des OP 2.1 wirkt sich die positive Impulsflanke nicht aus, da dessen Ausgang bereits ein 1-Signal führt.

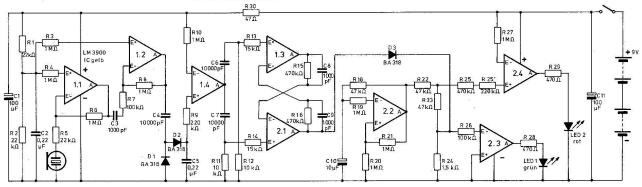
An E+ des OP 1.4 jedoch erzielt der Impuls ein Umkippen des Ausgangsignals. Es springt auf 1. Dieses Signal steuert aber auch OP 2.1, so daß dessen Ausgang ein 0-Signal zeigt. Der rote LED erlischt.

Über den Ausgang des OP 1.3 können sich die Kondensatoren  $C_6$  und  $C_7$  rasch entladen, so daß die Schaltung schnell wieder funktionsbereit ist. Die Widerstände  $R_{13}$  und  $R_{14}$  begrenzen den Eingangsstrom und schützen das IC vor Überlastung. Die Kondensatoren  $C_8$  und  $C_9$  parallel zu  $R_{15}$  und  $R_{16}$  bewirken einen unverzögerten Übertrag des Ausgangssignals auf den Eingang  $E_7$ , eine Maßnahme, die dem sicheren Durchschalten der Operationsverstärker dient.

Die LED zeigt an, daß am Ausgang des OP 2.1 ein 1-Signal liegt. Dieses steuert den Schalttransistor durch, der dann das Relais ansprechen läßt.

#### 4.7.7. Ultraschallbediente Baustellenampel

Ampeln an wandernden Baustellen werden häufig nicht durch Kabel miteinander bzw. mit dem Steuergerät verbunden, da sonst ständig die Kabel neu verlegt werden müssen. Statt dessen verwendet man ferngesteuerte Ampeln. Eine durch Ultraschall geschaltete Ampel läßt sich in Verbindung mit dem Sender nach Gerät 4.7.1. aufbauen.



4.7.7.

**Aufbau des Gerätes** nach dem Verdrahtungsplan 4.7.7. Wird nach dem Einschalten des Gerätes der Sender betätigt, muß entweder die grüne LED leuchten oder die rote LED blinken. Mit einem weiteren Senderimpuls wird umgeschaltet. Andernfalls sofort ausschalten und den Fehler suchen (vergl. 4.7.2.).

#### Schaltungsbeschreibung

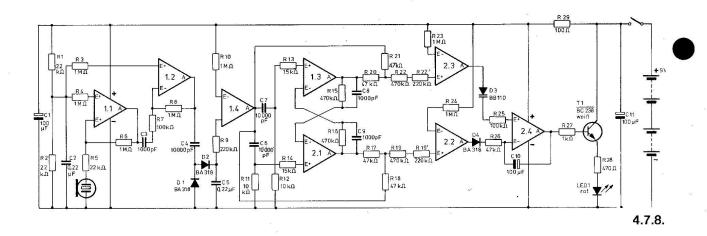
Das Gerät ist aufgebaut aus dem Ultraschall-Empfangsteil mit OP 1.1 und OP 1.2 sowie dem Schaltverstärker OP 1.3. Ein Flip-Flop stellen OP 1.4 und OP 2.1 dar. Der astabile Multivibrator OP 2.2, der Inverter OP 2.3 sowie die UND-Schaltung OP 2.4 vervollständigen die Schaltung.

Das Ultraschall-Signal des Senders wird in OP 1.1 und OP 1.2 verstärkt und an  $D_1/D_2$  gleichgerichtet. Ein Gleichspannungssignal am Eingang E+ von OP 1.3 schaltet diesen durch, so daß dann am Ausgang ein 1-Signal liegt. Damit wird das Flip-Flop betätigt. Ist z. B. der Ausgang von OP 2.1 positiv, invertiert OP 2.3 diesen Zustand, und die grüne LED leuchtet nicht. Dieses Signal von OP 2.1 gelangt zusammen mit jenem vom Ausgang des Multivibrators OP 2.2 auf den Eingang E+ der UND-Schaltung OP 2.4. Im Takt des Generators nimmt also der Ausgang den Zustand 1 an, und mit diesem Rhythmus leuchtet die rote LED. Führt dagegen der Ausgang von OP 2.1 ein 0-Signal, so invertiert OP 2.3 dieses, und die grüne LED leuchtet. Die UND-Schaltung OP 2.4 erhält nur ein 1-Signal. Die rote LED blinkt nicht.

4.7.8. Ultraschallgesteuerter Dimmer

Fernbedienungen für Fernsehgeräte ermöglichen u. a. eine stufenlose Änderung der Helligkeit der Bildröhre. Dieser Vorgang wird in den meisten Fällen mit Ultraschall-Geräten bewirkt. Mit dieser Schaltung läßt sich zwar kein Fernsehgerät fernbedienen, aber die Helligkeit einer LED kann mit Ultraschall geändert und damit das Prinzip einer Fernbedienung erkannt werden.

Aufbau des Gerätes nach dem Verdrahtungsplan 4.7.8. Als Sender wird Gerät 4.7.1. benötigt. Beim Tasten des Senders steigt die Helligkeit der LED bis zu einem Maximalwert an. Beim erneuten Betätigen des Senders nimmt die Helligkeit wieder kontinuierlich ab. Andernfalls sofort ausschalten und den Fehler suchen.



Schaltungsbeschreibung

Das Gerät enthält den Ultraschall-Empfangsteil mit den Verstärkern OP 1.1 und OP 1.2, die ein vom Sender kommendes Signal verstärken und an den Dioden  $D_1/D_2$  gleichrichten. Dieses Signal erzeugt am Ausgang von OP 1.4 positive Spannung, und damit schaltet das Flip-Flop OP 1.3/OP 2.1 um. Ein 1-Signal am Ausgang des OP 1.3 gelangt mit dem vom OP 1.4 auf den Eingang der UND-Schaltung OP 2.3, die damit am Ausgang ebenfalls +9 V führt. Der Integrierer OP 2.4 lädt mit dieser Spannung den Kondensator  $C_{10}$  kontinuierlich auf, so daß die Helligkeit der LED im Emitterkreis des Transistors  $T_1$  analog zur Ladung ansteigt.

Wird nach einer Unterbrechung der Sender erneut betätigt, kippt das Flip-Flop um, und nun liegt am Ausgang des OP 2.1 ein 1-Signal, das mit dem Signal von OP 1.4 auf den Eingang E+ der UND-Schaltung OP 2.2 gelangt. Der Kondensator C<sub>10</sub> entlädt sich nun allmählich, und die Helligkeit der LED verringert sich.

#### 4.7.9. UKW-Radio mit Ultraschall-Fernbedienung

Die Fernbedienung gestattet das Abstimmen des UKW-Radios nach 4.7.1. Schaltet man mit dem Tastschalter den Ultraschall-Sender ein, überstreicht der Empfänger den UKW-Bereich. Hat man den gewünschten Rundfunksender erreicht, öffnet man den Tastschalter. Über längere Zeit bleibt der Sender eingestellt. Beim erneuten Drücken des Tastschalters läuft die Abstimmung in umgekehrter Richtung über den Bereich.

Aufbau des Gerätes nach dem Verdrahtungsplan 4.7.9 (siehe aber auch 4.6.1 Aufbau des Gerätes aus EE 2013). Für erste Versuche Sender 4.7.1. und Empfänger eng zusammenrücken. Beide Geräte einschalten. Sollte die grüne LED nicht leuchten, den Ultraschall-Sender kurz ausschalten und wieder einschalten. Die grüne LED muß jetzt leuchten. Andernfalls sofort ausschalten und den Fehler suchen! Zeigt die LED an, müssen UKW-Rundfunksender hörbar werden. Tritt das nicht ein, überprüft man nochmals den Empfänger. Das kann auf einfache Weise geschehen, indem man die Betriebsspannung über einen 1 k-Ohm-Widerstand an die Verbindung  $D_3/C_{18}$  legt. Der Suchlauf muß dann arbeiten. Ist alles in Ordnung, entfernt man Ultraschall-Sender und UKW-Radio voneinander, bis die gewünschte Entfernung von ca. 4 m erreicht ist.

#### Abb. 4.7.9. siehe Seite 52

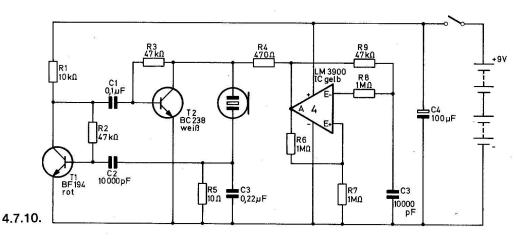
#### Schaltungsbeschreibung

Das UKW-Radio mit dem Integrator OP 2.2 ist im EE 2013, Gerät 4.6.1. beschrieben. Die Funktion des Ultraschallteils findet man bei 4.7.2. dargestellt. OP 1.4 ist als Gleichspannungsverstärker geschaltet. Bei 1-Signal an seinem Eingang E+ zeigt auch der Ausgang 1-Signal. Es schaltet das Flip-Flop, bestehend aus OP 1.3 und OP 2.1, in den jeweils anderen Schaltzustand um. Leuchtet die grüne LED, erhält der Eingang E+ des Integrators 1-Signal. An seinem Ausgang nimmt die Spannung dann langsam zu. Sie dient zur Abstimmung des Empfangskreises mit L<sub>1</sub> und der Kapazitätsdiode D<sub>1</sub>. Die Spannung am Ausgang des Integrators bleibt längere Zeit stehen, wenn der Ultraschallsender kein Signal mehr aussendet. Beim nächsten Ultraschallsignal kippt das Flip-Flop um. Jetzt steht am Ausgang von OP 1.3 ein 1-Signal. Es wird über die als Diode benutzte rote LED dem Eingang E- des Integrators zugeführt. Die Abstimmspannung für die Kapazitätsdiode läuft rasch gegen 0 Volt. Die Empfangsfrequenz ändert sich nach niedrigeren Werten. Beim nächsten Tasten kann erneut abgestimmt werden.

#### 4.7.10. Ultraschall-Tonübertrager

Ultraschallsignale können im Empfänger nur mit einer optischen Anzeige nachgewiesen werden, da die Frequenz nicht im Hörbereich liegt. Durch Modulation der Ultraschallwellen mit Tonfrequenzen läßt sich ein Signal erzeugen, daß im Empfänger auch akustisch angezeigt werden kann.

**Aufbau des Gerätes** nach dem Verdrahtungsplan 4.7.10. Der Ultraschall-Sender muß auf einer getrennten Grundplatte montiert werden. Die Funktion kann nur im Zusammenwirken mit Gerät 4.7.11. erprobt werden.



Schaltungsbeschreibung

Der astabile Mulitvibrator  $T_1/T_2$  und der Sensor bestimmen die Ultraschall-Frequenz. Der Kollektorwiderstand von  $T_2$  ist mit dem Ausgang des Tongenerators OP 4 verbunden, so daß die Ultraschallschwingung mit den Signalen des Operationsverstärkers moduliert wird. Die Taktfrequenz des Generators ist durch den Widerstand  $R_9$  und den Kondensator  $C_3$  bestimmt.

Da die Ausgangszustände von OP 4 ständig zwischen 0 und 1 wechseln, wird auch der Sender durch das Tonfrequenzsignal ständig ein- und ausgeschaltet. Das 36 kHz-Ultraschallsignal wird amplitudenmoduliert abgestrahlt. Der Modulationsgrad beträgt 100 %.

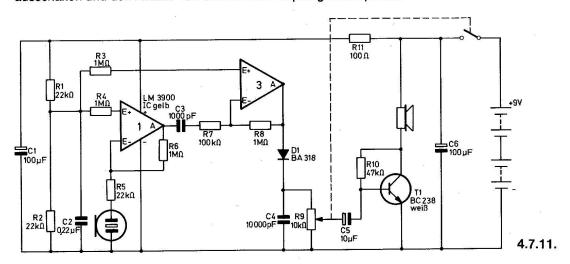
4.7.10.1. Schaltungsvariante

Die Beeinflussung des Senders durch den Tongenerator läßt sich unterbrechen, wenn der Widerstand  $R_7$  statt an Masse an +9 Volt gelegt wird. In diesem Fall erfolgt keine Modulation mehr, das Ultraschallsignal wird jedoch weiter abgestrahlt. Im Lautsprecher des Empfängers ist dann noch nicht einmal ein Rauschen zu vernehmen, wie es auftritt, wenn der Sender ausgeschaltet ist.

4.7.11. Empfänger für modulierten Ultraschall

Dieses Gerät nimmt modulierte Ultraschallsignale auf, die in einer nachgeschalteten Tonstufe akustisch angezeigt werden. Die Schaltung ermöglicht, die aufmodulierten Tonfrequenzen von der Trägerfrequenz zu trennen.

**Aufbau des Gerätes** nach dem Verdrahtungsplan 4.7.11. Zunächst muß der Ultraschallwandler des Senders 4.7.10 auf den Sensor des Empfängers ausgerichtet werden. Nach dem Einschalten beider Geräte muß der Lautsprecher des Empfangsteils einen Ton abstrahlen. Ist im Lautsprecher kein Ton zu hören, sofort ausschalten und den Aufbau von Sender **und** Empfänger überprüfen.



Schaltungsbeschreibung

Das modulierte Ultraschallsignal trifft auf den Wandler. Die hier erzeugte Wechselspannung verstärkt OP 1 und OP 3 (vergl. 4.7.2.). Das Ausgangssignal von OP 3 wird von der Diode  $D_1$  gleichgerichtet. Jede positive Halbwelle lädt den Kondensator  $C_4$  auf, der dadurch die Ultraschall-Trägerfrequenz aussiebt. Am Widerstand  $R_9$  steht dann das im Sender aufmodulierte Rechtecksignal, das über  $C_5$  der Endstufe  $T_1$  zugeführt wird. Vom Lautsprecher im Kollektorkreis von  $T_1$  wird dieses Signal als Ton abgestrahlt.

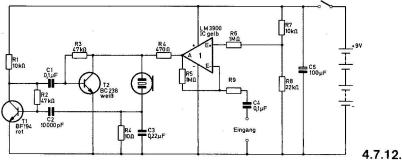
#### 4.7.12. Ultraschall-Tonsender

Mit diesem Sender läßt sich ein Ultraschall-Trägersignal mit Sprache oder Musik modulieren und übertragen. Dem Vorteil, daß solche Sender nicht abgehört werden können, steht der Nachteil gegenüber, daß der Empfänger immer in unmittelbarer Nähe des Senders stehen muß.

Das von diesem Sender abgestrahlte Signal kann nur mit dem Empfänger 4.7.13. empfangen werden.

**Aufbau des Gerätes** nach dem Verdrahtungsplan 4.7.12. Nach dem Einschalten des Gerätes kann an den Eingang ein Mikrofon oder ein Tonbandgerät mit der Diodenbuchse angeschlossen werden. Bei einem Mikrofon muß  $R_9$  ca. 47 k $\Omega$  betragen, beim Betrieb mit einem Tonbandgerät etwa 470 k $\Omega$ , damit der Verstärker nicht übersteuert wird.

Die Betriebsbereitschaft des Senders kann nur geprüft werden, wenn der Empfänger 4.7.13. aufgebaut ist. Der Lautsprecher muß dann das Modulationssignal wiedergeben. Andernfalls sofort ausschalten und den Fehler suchen.



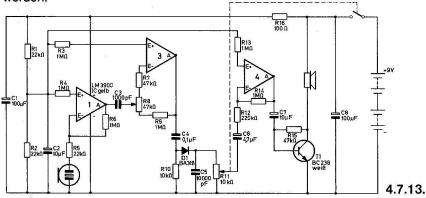
Schaltungsbeschreibung

Der Mulitvibrator mit den Transistoren  $T_1$  und  $T_2$  erzeugt das Trägersignal von ca. 36 kHz, das der Wandler abstrahlt. Das Tonfrequenzsignal, das auf den Eingang gelangt, wird in OP 1 verstärkt. Am Ausgang von OP 1 entsteht eine Gleichspannung, die im Rhythmus der Sprech-Wechselspannung schwankt. Dadurch wird die Amplitude des Ultraschall-Signals geändert. Der Kondensator  $C_4$  trennt das Gerät gleichspannungsmäßig vom Mikrofon bzw. Tonbandgerät. Dieser Sender strahlt ständig das Trägersignal ab.

#### 4.7.13. Ultraschall-Tonempfänger

Dieser Empfänger dient zur Aufnahme und Umwandlung der tonmodulierten Signale, die vom Sender 4.7.12 abgestrahlt werden.

**Aufbau des Gerätes** nach dem Verdrahtungsplan 4.7.13. Wenn der Sender 4.7.12. und der Empfänger direkt aufeinander ausgerichtet sind, muß der Lautsprecher das Tonsignal abstrahlen. Andernfalls sofort ausschalten und den Fehler suchen. Mit dem Potentiometer R<sub>8</sub> muß die beste Tonwidergabe eingestellt werden.



Schaltungsbeschreibung

Das modulierte Sendersignal gelangt über den Wandler auf den Eingang E- des OP 1, wo es verstärkt wird. Über den Koppelkondensator  $C_3$  und das Potentiometer  $R_8$ , das zur Verstärkungseinstellung dient, wird das Signal der nächsten Stufe OP 3 zugeführt.

 $C_4$  trennt ebenfalls Gleich- und Wechselspannungsanteile. Die Diode  $D_1$  richtet das modulierte Ultraschallsignal gleich, und  $C_5$  trennt den Träger vom Ton. OP 4 verstärkt also nur noch das NF-Signal und leitet es dem Endverstärker mit dem Transistor  $T_1$  zu, in dessen Kollektorstromkreis der Lautsprecher liegt.

**Anmerkung** 

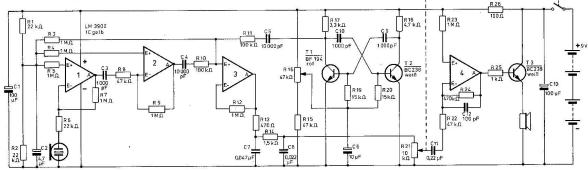
Tonübertragungen mit Ultraschall haben grundsätzlich den Nachteil, daß durch Reflexionen Signalverfälschungen auftreten können. Dadurch leidet die Qualität des abgestrahlten Tones im Empfänger.

#### 4.7.14. Ultraschall-Konverter

Da das menschliche Ohr Ultraschall-Signale nicht aufnehmen kann, weil die Frequenzen zu hoch sind, müssen Umsetzer – Konverter – eingesetzt werden, die ein solches Signal aufbereiten, und in den Hörbereich übertragen. Solche Konverter können z. B. beim Aufspüren von ausströmendem Gas eingesetzt werden.

**Aufbau des Gerätes** nach dem Verdrahtungsplan 4.7.14. Nach dem Einschalten des Gerätes muß aus dem Lautsprecher ein Ton zu hören sein, wenn ein Ultraschall-Signal vorhanden ist. Andernfalls sofort ausschalten und den Fehler suchen.

Hinweis: Die Funktionsfähigkeit des Konverters kann mit einer Schallquelle überprüft werden, die Ultraschall-Signale enthält. Ein klapperndes Schlüsselbund, eine Hundepfeife und das ausströmende Gas einer Spraydose erzeugen Ultraschall-Signale. Derselbe Effekt wird auch beim Streichen mit der Hand über ein Stück Papier erzielt.



Schaltungsbeschreibung

Das Gerät enthält die Verstärker OP 1 und OP 2, den Mischer OP 3 sowie den Endverstärker OP 4.  $T_1$  und  $T_2$  bilden einen astabilen Mulitvibrator, und im Emitterkreis von  $T_3$  liegt der Lautsprecher.

Das vom Wandler aufgenommene Ultraschall-Signal wird in den beiden Verstärkern OP 1 und OP 2 sehr hoch verstärkt. Der Verstärkungsfaktor V verträgt ca. 900. Dieses Signal gelangt über  $C_4/R_{10}$  auf den Eingang E+ des OP 3. Der astabile Mulitvibrator  $T_1/T_2$  erzeugt eine Rechteckspannung mit einer Frequenz von 30–45 kHz. Dieses Signal liegt ebenfalls am Eingang E+ von OP 3. In diesem Verstärker OP 3 wird ein Signal erzeugt, dessen Frequenz die Differenz aus dem Ultraschall und der Generatorfrequenz ist. Der Tiefpaß aus  $C_7/C_8$  und  $R_{13}/R_{14}$  verhindert, daß Generatorsignale und das Ultraschall-Signal vom Endverstärker OP 4 verstärkt werden. Durch den Hochpaß  $C_{12}/R_{22}$  werden hohe Töne am OP 4 so stark gegengekoppelt, daß nur noch Töne im Hörbereich verstärkt werden (s. Tiefpaßverstärker 3.7.4. aus EE 2013). Die Lautstärke kann mit dem Potentiometer  $R_{21}$  geregelt werden.

4.7.14.

## Sachwortverzeichnis

		Seite
A	Anzugsspannung – Spannung, die benötigt wird, um die Kontakte eines Relais anzuziehen	17
F	Flip-Flop – auch bistabiler Multivibrator; digitale Schaltung, deren Ausgang durch einen Spannungsimpuls jeweils den anderen elektrischen Zustand annimmt	21
Н	Haltespannung – Spannung zum Halten eines Relaiskontaktes; sie liegt niedriger als die Anzugsspannung	17
L	Laststromkreis – Stromkreis beim Relais, der durch den Steuerstromkreis ein- bzw. ausgeschaltet werden kann	14
P	Piezoelektrizität – elektrische Ladung, die durch Druck oder Zug an den Grenzflächen einiger Kristalle auftritt	6
R	Relais – Vorrichtung, in der durch Ein- bzw. Ausschalten eines Steuerstromkreises elektromagnetisch ein Schalter betätigt wird	13
	Resonanz – mitschwingen eines schwingungsfähigen Elements oder Systems durch Einwirkung periodisch veränderlicher Kräfte, deren Frequenz nahe oder nahezu gleich der Eigenfrequenz ist	6
S	Schall – Schwingungen im Bereich zwischen 16 Hz und 16 000 Hz, welche im Ohr Ton-, Klang- oder Geräuschempfindungen auslösen	6
	Schaltstufe – Anordnung von elektrischen Bauelementen, mit der Ströme und Spannungen geschaltet werden können	15
	<b>Spannungsverdoppler-Schaltung</b> – Schaltung, z. B. aus zwei Dioden und zwei Kondensatoren, bei der aus einer Wechselspannung eine Gleichspannung mit doppeltem Betrag erzeugt wird	12
,	<b>Steuerstromkreis</b> – Stromkreis, z. B. beim Relais, in dem mit geringen Strömen ein Schalter betätigt werden kann	14
U	<b>Ultraschall</b> – Schallfrequenzen oberhalb von etwa 20 kHz; sie können vom menschlichen Ohr nicht mehr wahrgenommen werden	6
	Ultraschall-Sensor – Aufnehmer von Schwingungen im Ultraschallbereich, auch als Sendeelement einsetzbar	5

## Schaltsymbole



Ultraschallwandler



Reed-Relais

## Verdrahtungsplan-Symbole



Ultraschallwandler



Reed-Relais

## **Technische Daten**

Ultraschall-Sensor	
Resonanzfrequenz (maximale Empfindlichkeit bei)	ca. 36 kHz

Reed-Relais	Steuerkreis	Schaltkreis	
Anzugsspannung Abfallspannung Stromaufnahme bei 4,5 V Schaltspannung Schaltstrom	ca. 4,5 V ca. 3,5 V ca. 10 mA	maximal 15 V maximal 300 mA	

### Codetabelle

(Ergänzung zu EE 2013)

Widerstände	Farbringe	Ersatzwert	Ersatzwert
10 Ohm	braun, schwarz, schwarz	9,1 Ohm	11 Ohm
47 Ohm	gelb, lila, schwarz	43 Ohm	51 Ohm
100 Ohm	braun, schwarz, braun	91 Ohm	110 Ohm

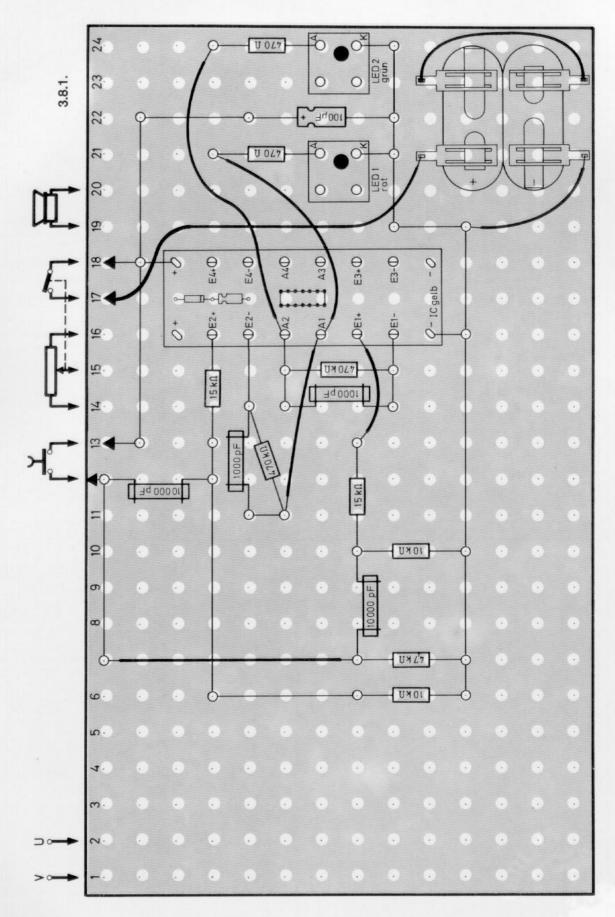
# Weitere Elektronische Geräte

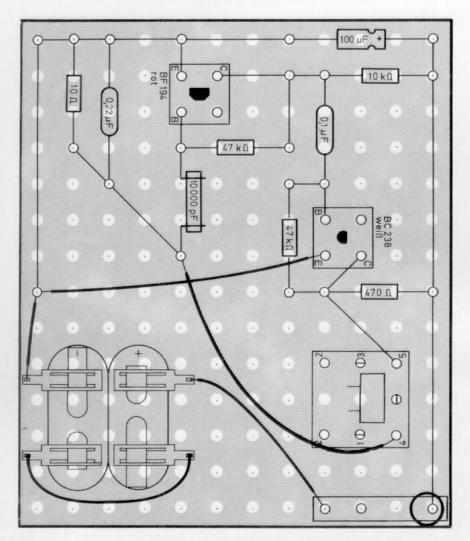
### EE 2014 Meßtechnik

## EE 2015 Digitaltechnik

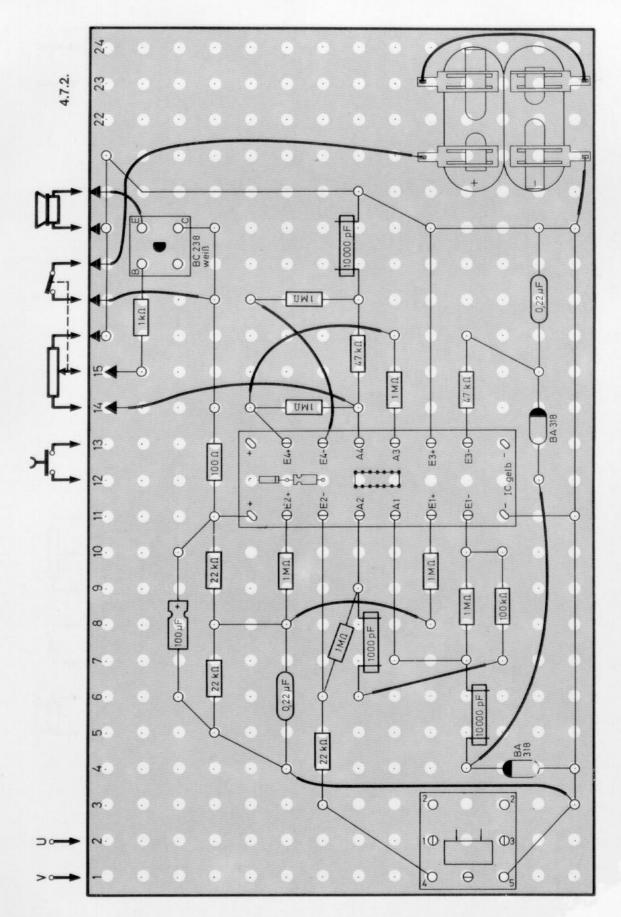
## EE 2017 Optoelektronik

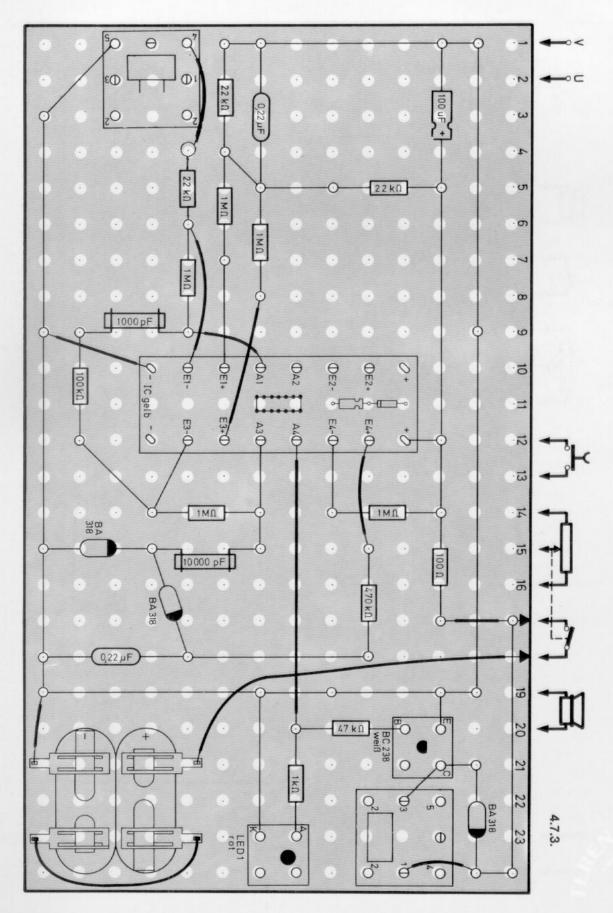
4.	Elektronische Geräte
4.8.	Infrarot-Technik
4.8.1.	Infrarot-Sender
4.8.2.	Morse-Empfänger
4.8.3.	Beleuchtungsstärken-Meßgerät
4.8.4.	Infrarot-Tastschalter
4.8.5.	Automatischer Torschließer mit Fernbedienu
4.8.6.	Infrarot-Alarmanlage
4.8.7.	Infrarot-Fernbedienung
4.8.8.	Infrarotbediente Baustellenampel
4.8.9.	UKW-Radio mit Infrarot-Fernbedienung
4.8.10.	Infrarotgesteuerter Dimmer
4.8.11.	Infrarot-Telefon (Sender)
4.8.12.	Infrarot-Telefon (Empfänger)
4.8.13.	Trägergesteuerter Infrarot-Sender
4.8.14.	Empfänger für moduliertes Infrarotlicht
4.8.15.	Licht-Alarmanlage
4816	Schaltverstärker für Lichtimpulse

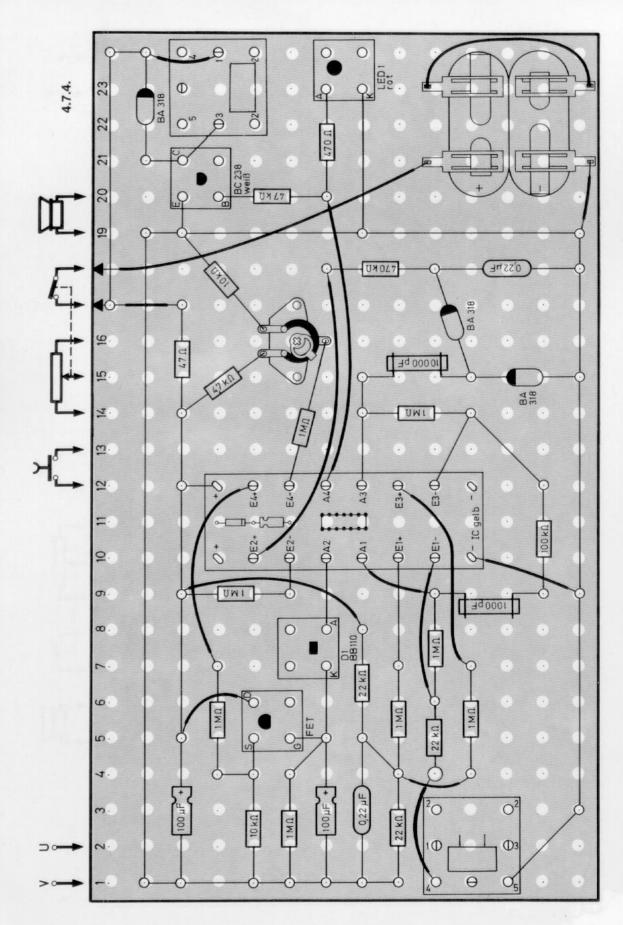


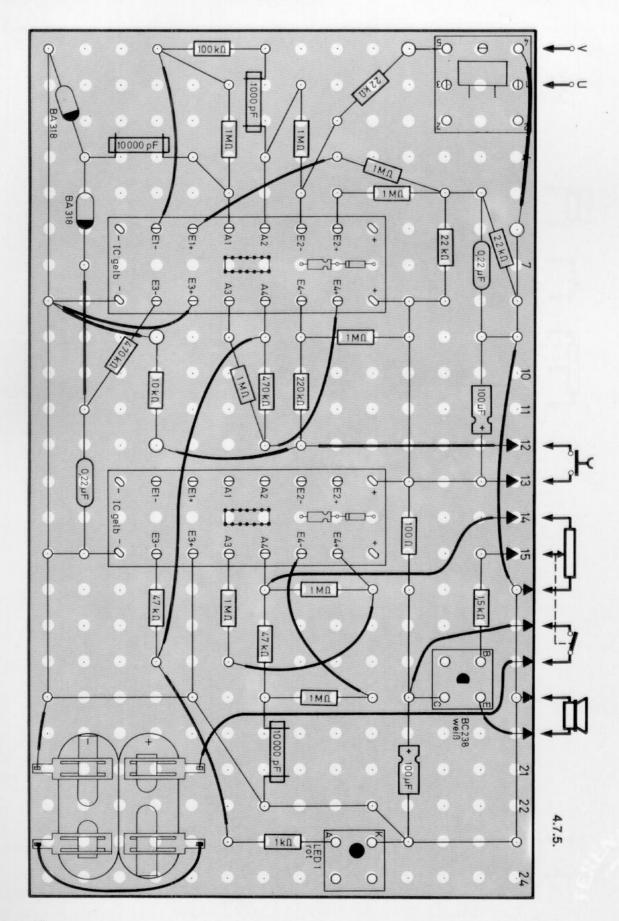


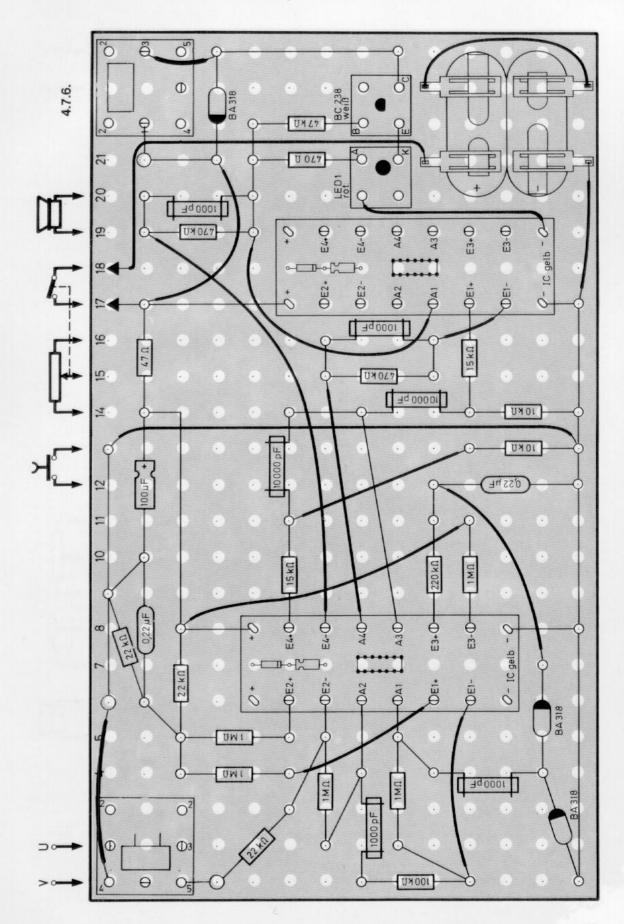
4.7.1.

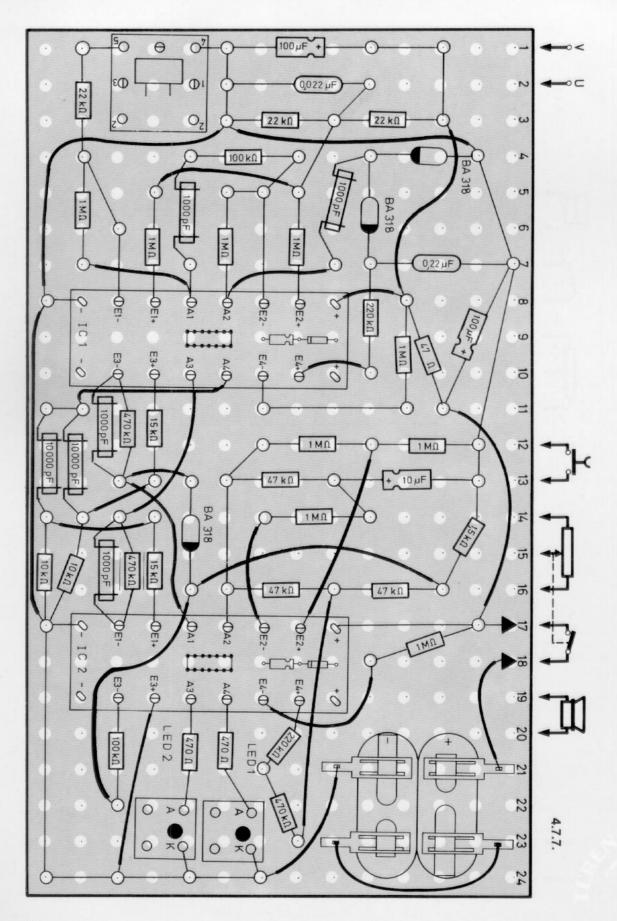


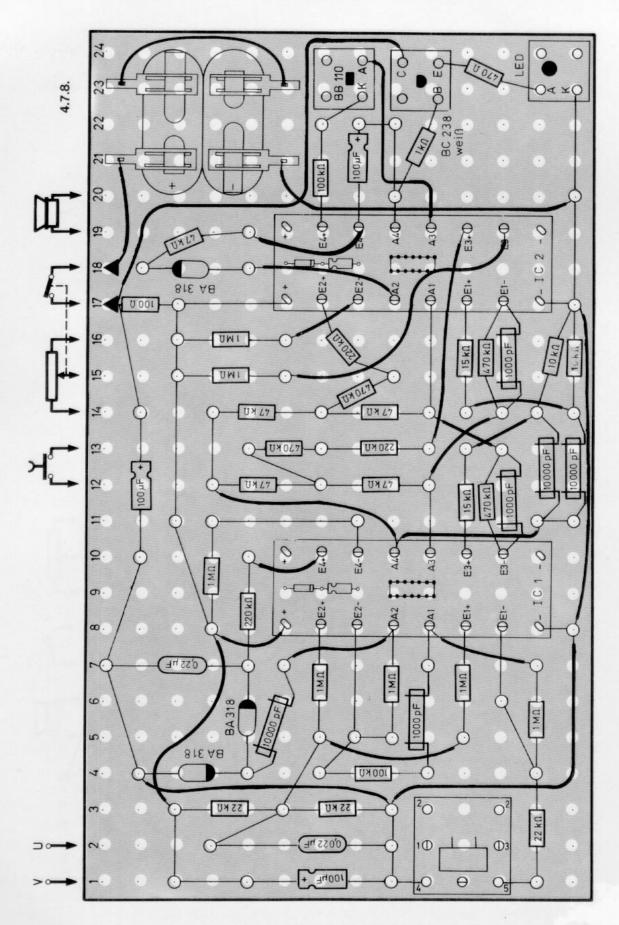


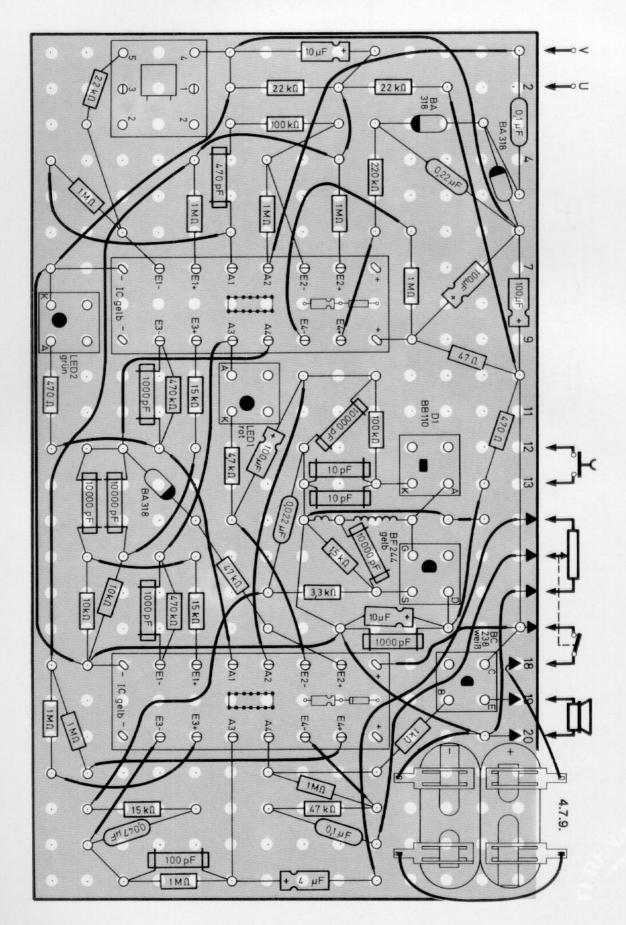


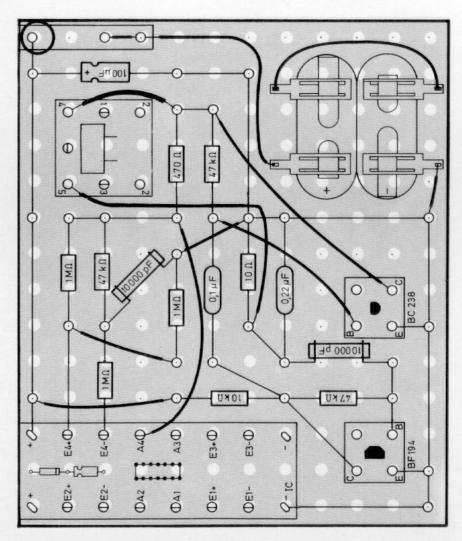




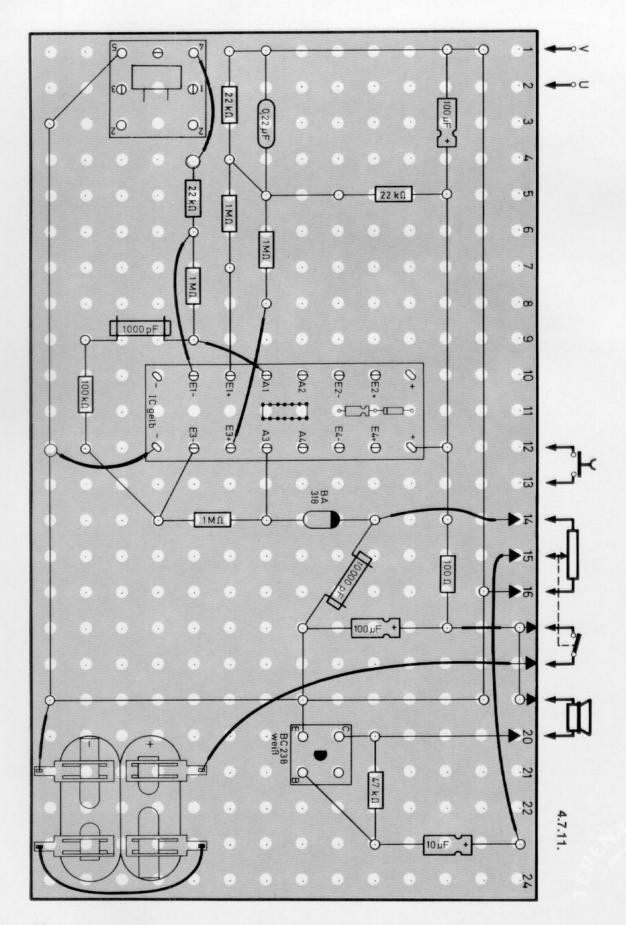


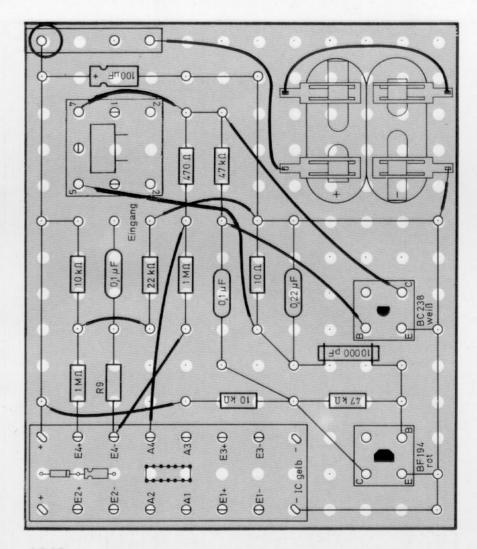




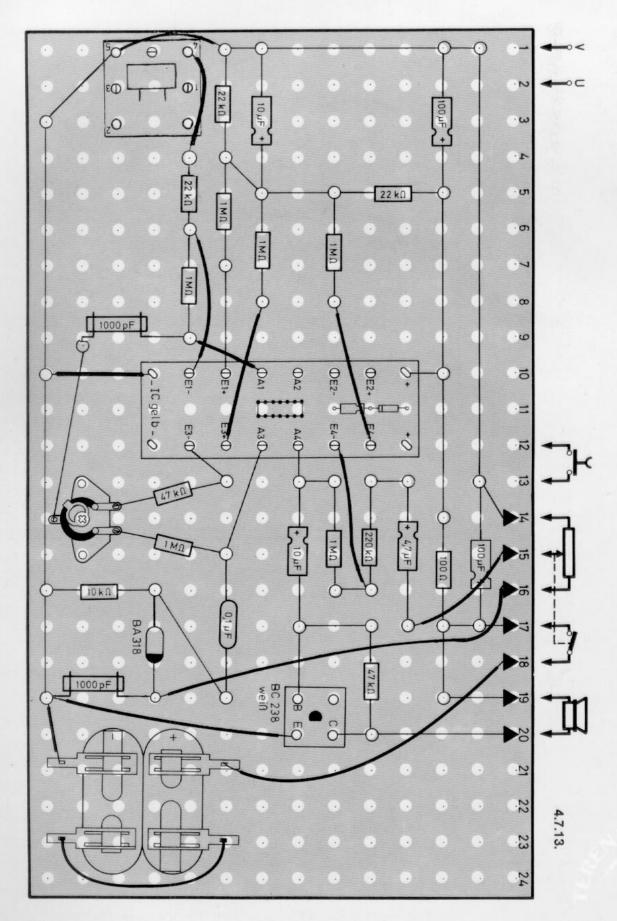


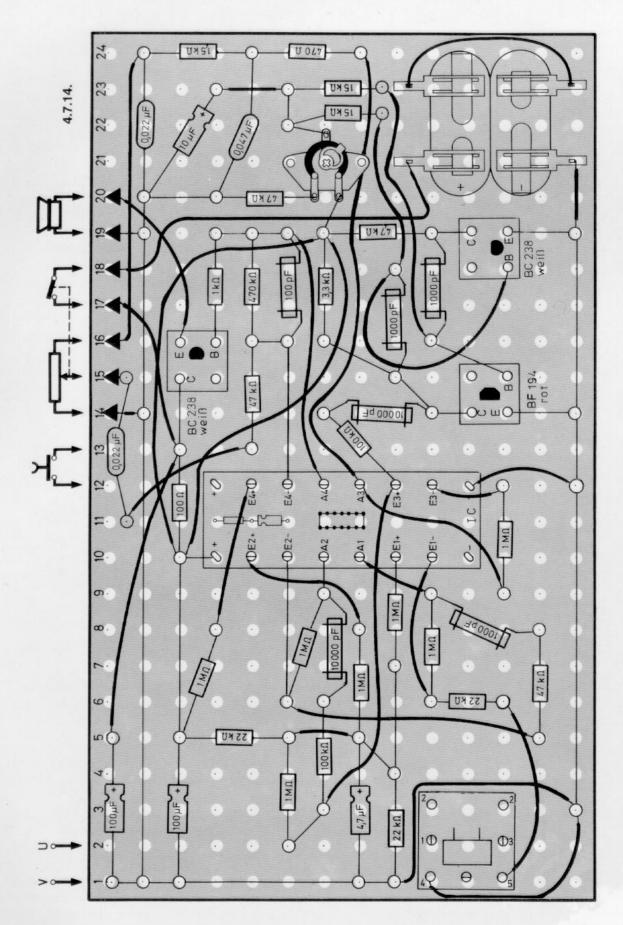
4.7.10.

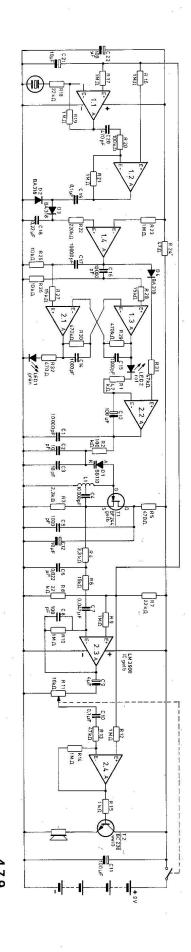




4.7.12.







#### Unsere Anschrift lautet:

in Deutschland PHILIPS GMBH

Bereich Technische Spielwaren

Postfach 10 14 20 2000 Hamburg 1

in Österreich

Spiel und Sport Hermann Stadlbauer

5027 Salzburg, Postfach 93

in der Schweiz Waldmeier AG

Auf dem Wolf 30 4052 Basel

D