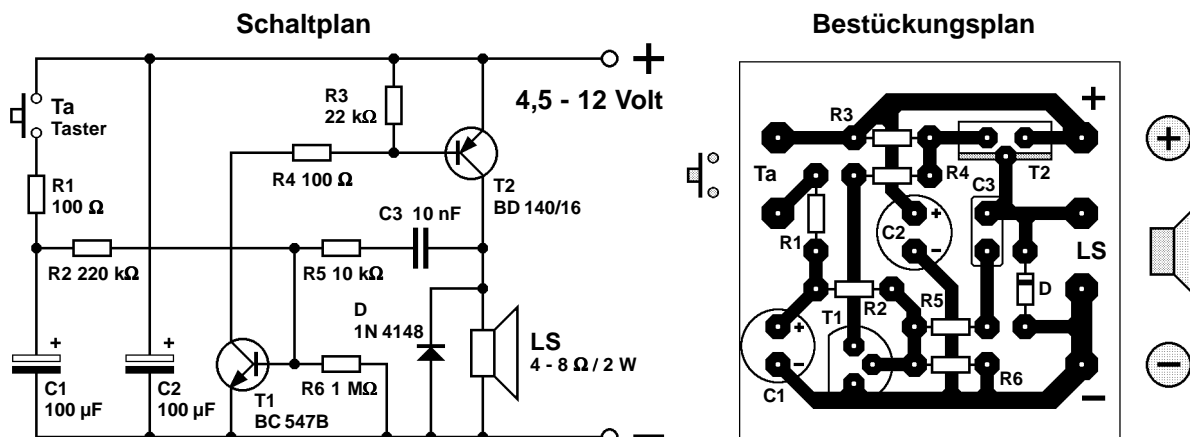


## Alarmanlage ... Anti-Grapsch



Eine **Alarmanlage** mit großer Leistung ist der Anti-Grapsch. Ein **kurzer Kontakt** (Taster Ta oder externer Anschluß) löst den Alarm aus. Der Kleinleistungstransistor BD 140/16 sorgt für einen lauten durchdringenden **Heulton**, der jeden ungebetenen Gast in die Flucht schlägt. Wichtig! Im Bereitschaftszustand benötigt die Schaltung **keinen Strom**, weshalb der Anti-Grapsch auch über **längere Zeit** an der Betriebsspannung angeschlossen bleiben kann.

### Schaltungsbeschreibung:

Die Transistoren T1 und T2 bilden einen komplementären Kippgenerator, wobei abwechselnd beide Transistoren gleichzeitig leiten und sperren. Die so entstehenden Impulse werden im Lautsprecher als Ton hörbar. Wird der Taster Ta gedrückt, lädt sich C1 rasch über R1 auf Betriebsspannung auf. Über R2 erhält T1 - nach Loslassen des Tasters aus C1 - einen geringen Basisstrom. T1 leitet vorerst schwach, folglich auch T2, der über R4 angesteuert wird. Ein geringer Stromfluß in T2 bewirkt jedoch, daß sich sein Kollektor ein wenig nach PLUS bewegt. Dies überträgt sich über C3 und R5 auf die Basis von T1, der deshalb noch mehr Basisstrom an T2 liefert.

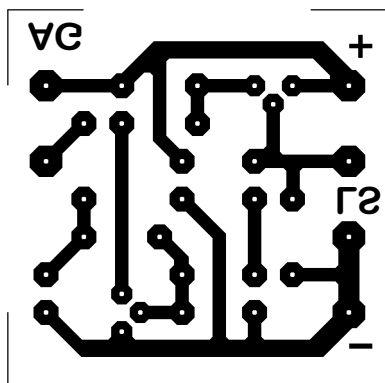
### Transistor BD 140/16

Beim Kleinleistungstransistor T2 (BD 140/16) ist auf die Einbaurichtung zu achten. Die dunkle Seite (unten) kennzeichnet die Metallseite des Transistors.

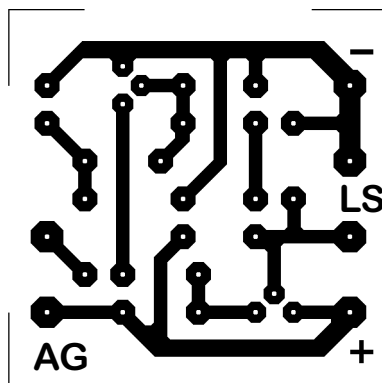
Durch diese starke Mitkopplung leiten beide Transistoren schlagartig; so lange, bis C3 über R5 umgeladen ist. Durch die Rückstellkraft der Lautsprecher-Membrane entsteht eine Induktionsspannung in der Lautsprecherspule, die umgekehrt zur Betriebsspannung gepolt ist. Dies überträgt sich über C3 und R5 auf die Basis von T1 .... T1 sperrt sofort, folglich auch T2. Somit bewegt sich die Kollektorspannung von T2 endgültig nach MINUS.

C3 lädt sich über R2 und R5 wieder um, bis die Schwellspannung von T1 erreicht ist. Dann wiederholt sich der beschriebene Vorgang. Dies dauert bei abnehmender Tonfrequenz ca. 1 Minute. Dann ist C1 so weit entladen, daß er keinen Strom mehr liefern kann und beide Transistoren sperren. C2 dient als Pufferkondensator und verlängert die Verwendungsdauer der Batterie.

### Vorlage für Fotomethode



### Vorlage für Zeichenmethode



### Bauelemente

R1 .....	100 Ohm
R2 .....	220 kOhm
R3 .....	22 kOhm
R4 .....	100 Ohm
R5 .....	10 kOhm
R6 .....	1 MOhm
C1 .....	100 µF
C2 .....	100 µF
C3 .....	10 nF
D .....	1N 4148
T1 .....	BC 547B
T2 .....	BD 140/16
Lötstifte 1mm .....	6 Stück
Platine .....	50 x 50 mm
Lautsprecher .....	4-8 Ω/2W

# Bauen - Messen - Rechnen ... Gemischte Schaltung 2

R1 = \_\_\_\_\_ R2 = \_\_\_\_\_ R3 = \_\_\_\_\_ R4 = \_\_\_\_\_

**Schaltung**    **Messungen**    **Berechnungen**    \_\_\_\_\_

**a**

R1 = _____	
R2 = _____	
R3 = _____	
R <sub>12</sub> = _____	R <sub>12</sub> = _____
R <sub>g</sub> = _____	R <sub>g</sub> = _____

**b**

R2 = _____	
R3 = _____	
R4 = _____	
R <sub>23</sub> = _____	R <sub>23</sub> = _____
R <sub>g</sub> = _____	R <sub>g</sub> = _____

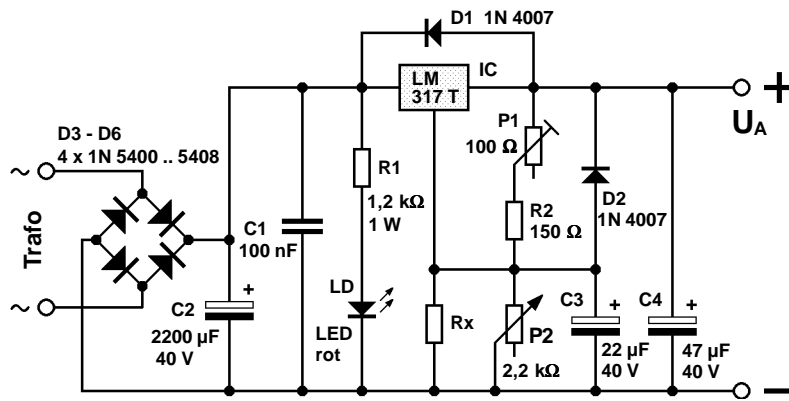
**c**

R1 = _____	
R3 = _____	
R4 = _____	
R <sub>34</sub> = _____	R <sub>34</sub> = _____
R <sub>g</sub> = _____	R <sub>g</sub> = _____

**d**

R1 = _____	
R3 = _____	
R4 = _____	
R <sub>13</sub> = _____	R <sub>13</sub> = _____
R <sub>g</sub> = _____	R <sub>g</sub> = _____

## Netzgerät LM 317



### Bauelemente

R1	.....	1,2 kOhm/1W
R2	.....	150 Ohm
P1	.....	100 Ohm (Trimpot.)
P2	.....	2,2 kOhm (Potentiometer)
C1	.....	100 nF
C2	.....	2200 µF/40V
C3	.....	22 µF/40V
C4	.....	47 µF/40V
LD	.....	LED rot
D1+ D2	.....	1N 4007
D3 - D6	.....	1N 5400
IC	.....	LM 317T
Lötstifte (1 mm)	.....	4 Stück
Platine	.....	80 x 50 mm

Mit dem **Spannungsregler-IC LM 317T** läßt sich ein vielseitig verwendbares **Netzgerät** aufbauen. Die Ausgangsspannung kann je nach verwendetem Transformator zwischen **1,25 Volt** und maximal **37 Volt** bei einem Strom von **1,5 Ampere** eingestellt werden. Dazu werden im Prinzip nur die Widerstände R2 und eventuell Rx, das Trimpotentiometer P1 und das Potentiometer P2 benötigt. Der LM 317 T verfügt über ein besseres Regelverhalten als die Festspannungsregler und ist intern **gegen Überlastung** geschützt.

Einige zusätzliche Bauelemente dienen noch zur Verbesserung der ohnehin sehr guten Eigenschaften. C1 dient als Entkoppelkondensator direkt am Reglereingang. C3 entkoppelt die interne Referenzspannung und verbessert dadurch die Brummunterdrückung. Durch den parallel zum Ausgang geschalteten Kondensator C4 werden Spannungsspitzen durch impulsförmige Laständerungen weitgehend abgeflacht.

Die Schutzdiode D2 sorgt bei Kurzschlüssen am Ausgang für eine schnelle Entladung von C3. Wird z.B. beim Laden eines Akkus die Stromversorgung an der Primärseite des Transformators unterbrochen, ohne daß vorher der Akku abgeklemmt wird, so kann der Strom über D1 um den LM 317 herumfließen. Auch C4 kann sich so beim Ausschalten des Netzteils über D1 entladen.

Formel zur **Berechnung** der maximal möglichen **Ausgangsspannung**

$$U_A = 1,25 \cdot \left(1 + \frac{P2}{(P1 + R2)}\right)$$

Wird zum Potentiometer P2 der Widerstand Rx parallelgeschaltet, so ist diese Parallelschaltung bei der Berechnung zu berücksichtigen.

Die **Spannungseinstellung** wird mit dem Potentiometer P2 vorgenommen. Sollte P2 einen geringfügig zu großen Wert haben - z.B. 2,5 kOhm anstatt 2,2 kOhm -, so ist der Widerstand Rx zur Anpassung vorgesehen (z.B. 10 kOhm). Wird Rx eingebaut, so ist die Spannungseinstellung nicht mehr linear, sondern weicht geringfügig von einer Geraden ab.

Um die **maximal mögliche Ausgangsspannung** an die vorhandene Eingangsspannung (Trafo, Akku) optimal und in einem weiteren Bereich anpassen zu können, ist der Strom über der internen Referenzspannung (1,25 Volt) innerhalb bestimmter Grenzen mit P1 einstellbar. In der angegebenen Schaltung erstreckt sich dieser Bereich von etwa 12,25 Volt bis 19,6 Volt.

Werden andere Bereiche gewünscht, so ist P2 entweder zu verkleinern (1 kOhm) oder zu vergrößern (4,7 kOhm). Mit der angegebenen Formel läßt sich die **Ausgangsspannung**  $U_A$  berechnen.

### Kühlung des Spannungsreglers LM 317T

Die über dem LM 317T abfallende Verlustleistung wird im IC in Wärme umgesetzt, die abgeführt werden muß. Dazu ist der Spannungsregler mit einem M3-Schrauben auf einem geeigneten **Kühlkörper** zu montieren. Auch ein selbstgefertigtes Kühlblech aus Aluminium (Stärke: 3 - 5 mm) mit einer Fläche von mehr als 100 cm<sup>2</sup> als Gehäuse-rückwand ist in den meisten Fällen ausreichend. In jedem Fall muß zur Erhöhung des Wärmeleitwertes zwischen IC und Kühlblech Wärmeleitpaste verwendet werden.

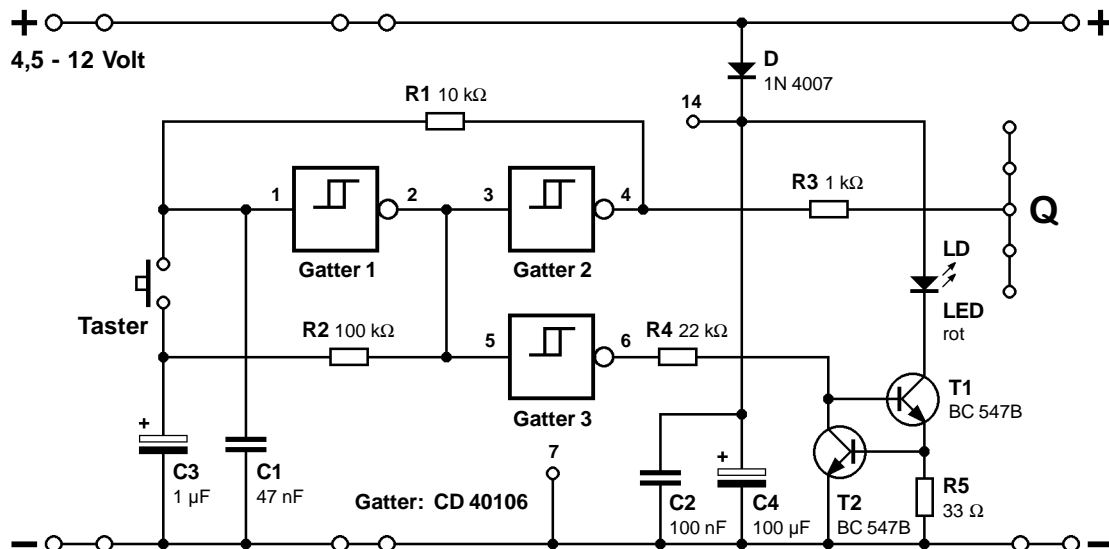
### Kabelverbindungen

Die Kabelverbindungen von der Platine zum LM 317T sind aus einer **dicken Litze** herzustellen und sollten so **kurz** wie möglich sein. Dasselbe gilt für die Verdrahtung vom Transformator zur Schaltung und von der Schaltung zu den Anschlußbuchsen. Ansonsten sind dünne Litzen ausreichend.

## Toggle-Taste ... Entprellte Signaleingabe

Die logischen Gatter in den Versuchsschaltungen müssen an ihren Eingängen mit **definierten Pegeln** (H-Pegel oder L-Pegel) versorgt werden. Eine elegante Methode - im Gegensatz zu Schiebe- oder Kipp-schaltern - stellt eine **elektronische Taste** dar. Sie

hat **zwei stabile Zustände**, wobei zwischen beiden Zuständen (H- bzw. L-Pegel) mit einem Tastendruck hin und her geschaltet wird. Auf Grund der **Entprellung** verfügt dieser bistabile Taster über ein sauberes Ausgangssignal und ist daher universell einsetzbar.



### Funktion der Schaltung

Für den Aufbau der Toggle-Taste wird der **CMOS-IC 40106** verwendet, der insgesamt **6 Inverter mit Schmitt-Trigger - Funktion** beinhaltet. Die Grundschaltung einer Toggle-Taste benötigt nur **2 Gatter**; in diesem Fall sind das Gatter 1 und 2. Da genügend Gatter im IC zur Verfügung stehen, wird Gatter 3, das parallel zu Gatter 2 geschaltet ist, zur Ansteuerung der Konstantstromquelle (T1, T2) über R4 verwendet. Auch bei dieser Schaltung ist die **Leuchstärke der Pegelanzeige** (Leuchtdiode LD) praktisch unabhängig von der Betriebsspannung, die zwischen 4,5 und 12 Volt betragen kann.

#### Funktion der Toggle-Taste

Für die eigentliche bistabile Funktion (Toggle) der Taste sind neben den **Gattern 1 und 2** die **Widerstände R1 und R2** und der **Kondensator C3** verantwortlich. Der Kondensator C1 erhöht die Störsicherheit und dient dazu, dass der Ausgang der Schaltung nach dem Anschliessen der Betriebsspannung auf L-Pegel liegt. Das ist deshalb der Fall, weil C1 beim Anschliessen der Spannung nicht geladen ist. Daher liegt zu diesem Zeitpunkt der Eingang von Gatter 1 auf L-Pegel und somit dessen Ausgang auf H-Pegel (Inverter-Funktion), der wiederum am Eingang von Gatter 2 liegt. **Gatter 2** invertiert das Signal nochmals und somit liegt an seinem Ausgang

L-Pegel. Dieser **L-Pegel** wird über den Widerstand R1 auf den Eingang von Gatter 1 **zurückgekoppelt**. Solange keine Taste gedrückt wird, hält der Ausgang von Gatter 2 den Eingang von Gatter 1 auf L-Pegel. In der Zwischenzeit wird über den Widerstand R2, der an H-Pegel liegt (Ausgang Gatter 1), der Kondensator C2 in etwa **0,5 Sekunden auf H-Pegel** geladen. Wird nun der Taster gedrückt, erhält der Eingang von Gatter 1 vom geladenen Kondensator C3 ein **H-Signal**. Der Ausgang von Gatter 1 schaltet daher auf L-Pegel und der Ausgang von Gatter 2 auf H-Pegel. Auch dieser Pegel wird wieder über R1 auf den Eingang von Gatter 1 zurückgekoppelt. Wird nun der Taster losgelassen, bleibt der H-Pegel erhalten. Aber auch wenn der Taster noch länger gedrückt bleibt, beeinflusst dies die Pegeländerung nicht, da der Widerstand R2 (100 kOhm) den 10-fachen Wert von R1 (10 kOhm) hat. Die Hysterese (= unterschiedliche Schaltschwellen des Schmitt-Triggers für positive und negative Schaltflanken) sorgt zusätzlich für ein sicheres Schaltverhalten. Wird der **Taster geöffnet**, entlädt sich C3 über R2 in einer Zeit von 0,5 Sekunden. Beim nächsten Betätigen des Tasters erhält nun der Eingang von Gatter 1 wieder vom Kondensator C3 L-Pegel und wechselt in den ursprünglichen stabilen Zustand zurück.

# Bauelemente der Elektronik ..... Widerstandsbestimmung

## Farbkennzeichnung der Widerstände

Farbe	Kennziffer	Anzahl der Nullen	Toleranz
silber		x 0,01	+ - 10 %
gold		x 0,1	+ - 5 %
schwarz	0	keine 0	
braun	1	0	+ - 1 %
rot	2	00	+ - 2 %
orange	3	000	
gelb	4	0000	
grün	5	00000	+ - 0,5 %
blau	6	000000	
violett	7	0000000	
grau	8		
weiß	9		



## Markierung eines Widerstandes



- 1 = 1. Kennziffer
- 2 = 2. Kennziffer
- 3 = Anzahl der Nullen
- 4 = Toleranz

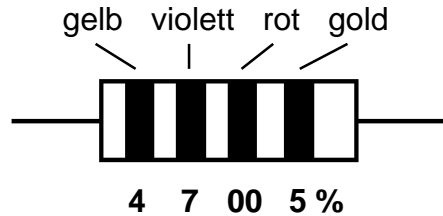
Die 4 aufgedruckten Ringe geben den **Widerstandswert** (Ohm) und die maximal mögliche herstellerbedingte Abweichung (**Toleranz** in Prozent) an. In der Praxis wird auf das Bestimmen der Toleranz verzichtet, da z.B. Metallfilmwiderstände kaum über einer Toleranz von 1 % liegen.

### ..... E 12 - Reihe .....

1 Ohm	27 Ohm	680 Ohm	18 kOhm	470 kOhm
1,2 Ohm	33 Ohm	820 Ohm	22 kOhm	560 kOhm
1,5 Ohm	39 Ohm	1 kOhm	27 kOhm	680 kOhm
1,8 Ohm	47 Ohm	1,2 kOhm	33 kOhm	820 kOhm
2,2 Ohm	56 Ohm	1,5 kOhm	39 kOhm	1 MOhm
2,7 Ohm	68 Ohm	1,8 kOhm	47 kOhm	1,2 MOhm
3,3 Ohm	82 Ohm	2,2 kOhm	56 kOhm	1,5 MOhm
3,9 Ohm	100 Ohm	2,7 kOhm	68 kOhm	1,8 MOhm
4,7 Ohm	120 Ohm	3,3 kOhm	82 kOhm	2,2 MOhm
5,6 Ohm	150 Ohm	3,9 kOhm	100 kOhm	2,7 MOhm
6,8 Ohm	180 Ohm	4,7 kOhm	120 kOhm	3,3 MOhm
8,2 Ohm	220 Ohm	5,6 kOhm	150 kOhm	3,9 MOhm
10 Ohm	270 Ohm	6,8 kOhm	180 kOhm	4,7 MOhm
12 Ohm	330 Ohm	8,2 kOhm	220 kOhm	5,6 MOhm
15 Ohm	390 Ohm	10 kOhm	270 kOhm	6,8 MOhm
18 Ohm	470 Ohm	12 kOhm	330 kOhm	8,2 MOhm
22 Ohm	560 Ohm	15 kOhm	390 kOhm	10 MOhm

## Widerstandsbestimmung

Beispiel: **4,7 kOhm**



### Lage des Widerstandes beim Bestimmen:

Der **Ring**, der dem **Anschlußdraht** am nächsten liegt (**gelb** beim 4,7 kOhm-Widerstand), muß sich links befinden. Da Widerstände mit **goldenem Toleranzring** üblich sind, kann auch dieser Ring zum Finden der richtigen Lage herangezogen werden. **Er befindet sich rechts.**

### Bestimmung der Farben mit der Tabelle:

- ..... Der **1. Ring** hat die Farbe **gelb**; er entspricht der **1. Kennziffer**. Laut Farbtabelle ergibt **gelb** als Kennziffer die **Zahl 4**.
- ..... In derselben Weise ergibt der **2. Ring (violett)** als Kennziffer die **Zahl 7**.
- ..... Der **3. Ring (rot)** gibt die **Anzahl der Nullen**, die der Kennziffer folgen, an. Die Farbe **rot** ergibt laut Tabelle **2 Nullen (00)**.

**Ergebnis: 4700 Ohm = 4,7 kOhm = 4k7**

- ..... Der **4. Ring (gold)** ergibt eine maximal mögliche **Toleranz von +/- 5 %**.

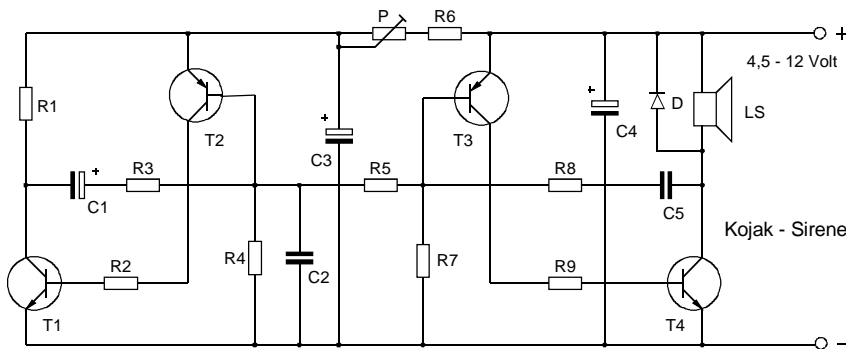
Da es sich um einen **Standard-Widerstand** handelt, muß er in der **E 12-Reihe**, die bevorzugt in der allgemeinen Elektronik benutzt wird, vorkommen. Die **E 12-Reihe** hilft somit, falsche Bestimmungsergebnisse zu vermeiden.

### Widerstände mit 5 Ringen:

Widerstände mit 5 Ringen werden bevorzugt in der Meßtechnik verwendet. Sie haben eine sehr geringe Toleranz.

Bei der Bestimmung dieser Widerstände ist darauf zu achten, daß sie **3 - anstatt 2 - Kennziffern** besitzen.

**Wichtig!** Widerstände besitzen **keine Polung**. Sie können daher **beliebig** in eine Schaltung eingebaut werden. Auf eine bestimmte Einbaurichtung braucht also nicht geachtet werden.



### Bauelemente-Stückliste

R1	.....	1 kOhm
R2	.....	4,7 kOhm
R3	.....	4,7 kOhm
R4	.....	220 kOhm
R5	.....	100 kOhm
R6	.....	150 Ohm
R7	.....	220 kOhm
R8	.....	10 kOhm
R9	.....	150 Ohm
P	.....	10 kOhm lin.
C1	.....	1 µF
C2	.....	100 nF
C3	.....	100 µF
C4	.....	100 µF
C5	.....	22 nF
D	.....	1N 4148
T1	.....	BC 547 B
T2	.....	BC 557 B
T3	.....	BC 557 B
T4	.....	BD 139/16
LS	.....	Lautsprecher 4-8 Ohm, 2 Watt
Karton	.....	l = 16 cm b = 9,5 cm
Schaltdraht	.....	100 cm

### Schaltungsbeschreibung:

Kaum zu übertreffen an Lautstärke ist diese Kojak-Sirene. Der original Kojak-Sound einer amerikanischen Polizeisirene wird von einem leistungsstarken Tongeber mit dem Kleinleistungstransistor BD 139/16 erzeugt. Die Taktfrequenz ist stufenlos einstellbar. Auch der Anschluß an eine Autobatterie ist ohne Probleme möglich.

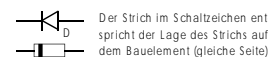
Die Kojak-Sirene besteht im Prinzip aus zwei komplementären Kippgeneratoren, die miteinander gekoppelt sind. Der rechte Generator (T3 und T4) ist der Tongeber mit einem leistungsfähigen Endstufentransistor. Seine Frequenz wird im wesentlichen von C5, R8 und R7 bestimmt. Der linke Generator (T1 und T2) ist der Taktgeber und schwingt relativ langsam. Diese Frequenz ist von C1, R3 und R4 abhängig, wobei auch noch P, mit dem die Schwingfrequenz stufenlos eingestellt werden kann, und C3 eine Rolle spielen. Über R5 wird die Frequenz des Tongenerators im Rythmus des Taktgebers - wobei auch der bekannte Einschwingvorgang vorhanden ist - variiert, wodurch sich der typische Kojak-Sound ergibt.

Funktion der beiden Kippgeneratoren am Beispiel des Taktgebers: Unmittelbar nachdem beide Transistoren (T1 und T2) gesperrt waren, erhält T2 einen geringen Basisstrom über R4. T2 leitet schwach, steuert aber über R2 die Basis von T1 an, der ebenfalls zu leiten beginnt. Folglich sinkt seine Kollektorspannung. Dies überträgt sich über C1 und R3 auf die Basis von T2. Durch diese starke Mitkopplung beginnen beide Transistoren schlagartig zu leiten, so lange, bis C1 geladen ist und über R3 kein Strom mehr fließt. Bewegt sich nun die Kollektorspannung von T1 geringfügig nach PLUS, so wird dies über C1 und R3 an die Basis von T2 zurückgeführt. T2 sperrt blitzartig und damit auch T1. C1 wird über R1, R3 und R4 umgeladen, bis die Schwellspannung von T2 wieder erreicht ist. Dann wiederholt sich der beschriebene Vorgang.

Die Sirene wird durch Schalten der Betriebsspannungszuführung (PLUS-Leitung) eingeschaltet.

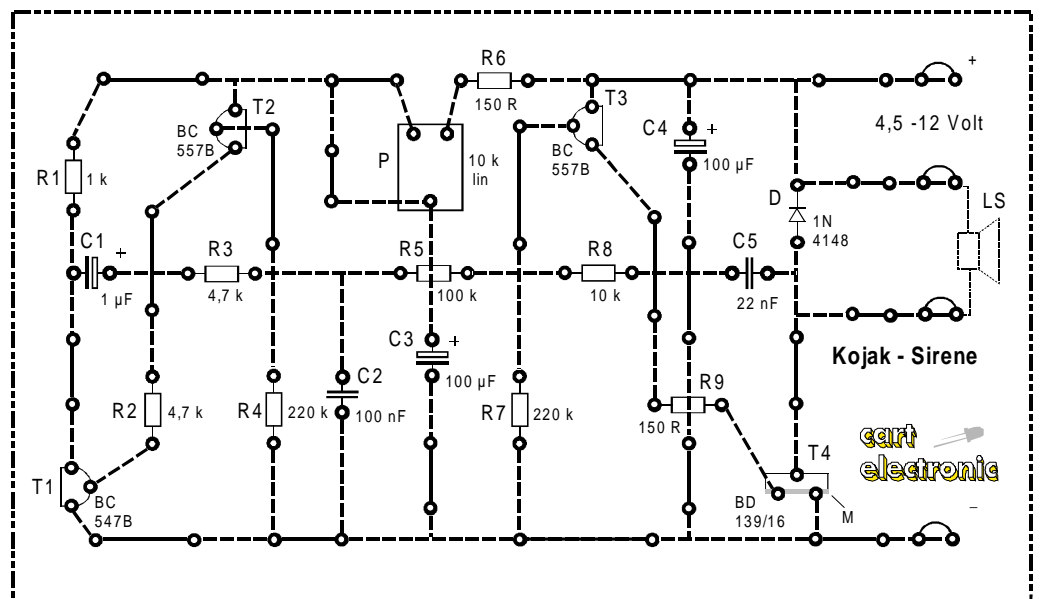
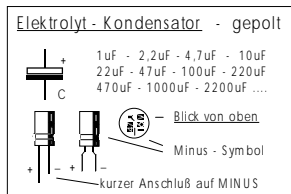
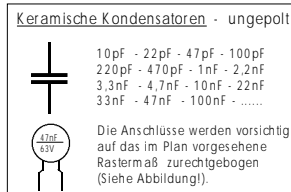
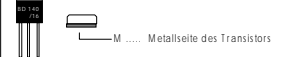
Der **Bestückungsplan** ist mit dem Kopierer auf die Maße 15,5 x 9 cm zu vergrößern!

Diode ..... 1N 4148



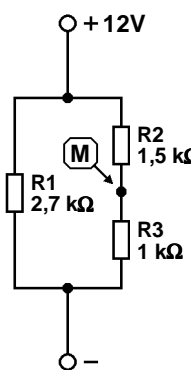
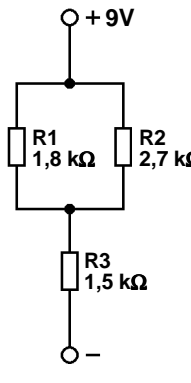
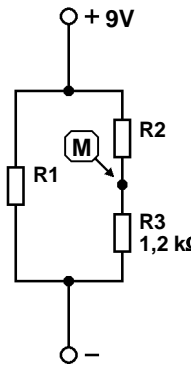
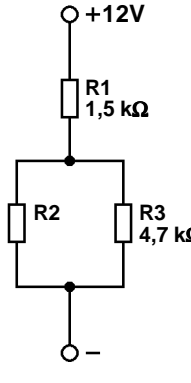
Der Strich im Schaltzeichen entspricht der Lage des Strichs auf dem Bauelement (gleiche Seite).

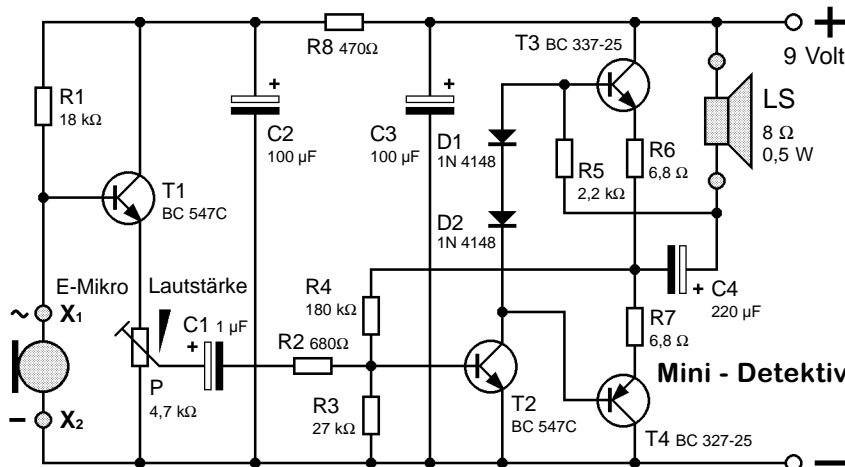
Kleinleistungs-Transistor



# Rechenprogramm

# Gemischte Schaltung

	<b>B 5</b>	$I = \underline{\hspace{2cm}}$ mA $U = \underline{\hspace{2cm}}$ Volt
<p>Zwei in Reihe geschaltete Widerstände (R2 und R3) sind mit dem Widerstand R1 parallel geschaltet.</p> <p>Wie groß ist der <b>Gesamtstrom I</b>, der in dieser Schaltung fließt?            Welchen Wert hat die <b>Spannung U</b> am <b>Meßpunkt M</b>?</p>		
	<b>B 6</b>	$I_{R1} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA $I_{R2} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA $I_g = \underline{\hspace{2cm}}$ mA
<p>Zwei parallel geschaltete Widerstände (R1 und R2) sind mit dem Widerstand R3 in Reihe geschaltet.</p> <p>Welcher <b>Strom I<sub>R1</sub></b> fließt im Widerstand R1, welcher <b>Strom I<sub>R2</sub></b> im Widerstand R2?            Wie groß ist der <b>Gesamtstrom I<sub>g</sub></b>, der in dieser Schaltung fließt?</p>		
	<b>B 7</b>	$R1 = \underline{\hspace{2cm}}$ kΩ $R2 = \underline{\hspace{2cm}}$ kΩ
<p>In der angegebenen Schaltung fließt ein Gesamtstrom I<sub>g</sub> von 3,9 mA.            Die Spannung am Meßpunkt M beträgt 3,6 Volt.</p> <p>Wie groß sind die <b>Widerstände R1</b> und <b>R2</b>?</p>		
	<b>B 8</b>	$R2 = \underline{\hspace{2cm}}$ kΩ $I = \underline{\hspace{2cm}}$ mA
<p>Der Gesamtstrom I<sub>g</sub> in dieser Schaltung beträgt 4 mA.</p> <p>Welchen Wert hat der <b>Widerstand R2</b>? (R2 .... Auswahl aus der E 12 - Reihe)            Welcher <b>Strom I</b> fließt durch den Widerstand R2?</p>		

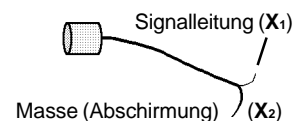


### Bauelemente-Stückliste

R1.....	18 kOhm
R2 .....	680 Ohm
R3 .....	27 kOhm
R4 .....	180 kOhm
R5 .....	2,2 kOhm
R6,R7 .....	6,8 Ohm
R8 .....	470 Ohm
P .....	4,7 kOhm
C1.....	1 µF
C2,C3 .....	100 µF
C4 .....	220 µF
D1,D2 .....	1N 4148
T1,T2 .....	BC 547C
T3 .....	BC 337-25
T4 .....	BC 327-25
Elektret-Mikrofon .....	2-polig
Lautsprecher ....	8 Ω / 0,5 W
Karton .....	l = 16 cm
	b = 9,5 cm
Schaltdraht .....	100 cm

Der Mini-Detektiv ist eine einfache aber sehr wirkungsvolle **Verstärkerschaltung**. Er kann als **Abhöranlage**, zur **Babyüberwachung**, aber auch, wenn man zwei Schaltungen baut, als sehr praktische **Gegensprechanlage** verwendet werden. Als Schallaufnehmer dient ein 2-poliges **Elektret-Mikrofon**, das bereits einen Verstärker eingebaut hat. Über T1, das Trimpotentiometer P, C1 und R2 gelangt das Signal auf die Basis des Transistors T2, der das Signal verstärkt. T2 steuert eine **Gegentakt-Endstufe** - T3 und T4 -, wobei der Widerstand R5 die Verstärkung noch einmal erhöht. Über C4 wird das mittels der Endstufen-transistoren verstärkte Signal an den Lautsprecher ausgekoppelt. Mit dem **Trimpotentiometer P** wird die Lautstärke eingestellt. Wenn Lautsprecher und Mikrofon zu eng beieinander liegen, kann es zu Rückkopplungen (Pfeifen im Lautsprecher) kommen. In diesem Fall sollte die Lautstärke so weit zurückgedreht werden, bis das Pfeifen verschwindet. Das **Elektret-Mikrofon** wird mit den beiden Anschlüssen richtig gepolt an die Punkte **X<sub>1</sub>** und **X<sub>2</sub>** gelötet. Die Mikrofonzuleitung sollte nicht verlängert werden. Die beiden **Verbindungskabel** von den Lautsprecheranschlüssen bis zum Lautsprecher können ohne Probleme **bis zu 50 m** lang sein. Die **Ruhestromaufnahme** der Schaltung liegt bei etwa **5 mA**. Als Stromversorgung eignet sich eine **Batterie** oder ein **elektronisch stabilisiertes Netzgerät**.

### Elektret-Mikrofon



Für den **Aufbau** dieser Schaltung gelten die Hinweise zum Bau von **Karton-Schaltungen** aus dem Buch „**Elektronik mit Herz**“ von Josef Straßhofer.

