



Buchreihe Elektronik

78

Günter Wahl

Electronic Hits

Günter Wahl

Electronic Hits



Buchreihe Elektronik 78

Verlag Frech Stuttgart-Botnang

Telefonwählautomatik	5
Einfacher integrierter Stereoverstärker	30
Telefonmithörverstärker	45
Pfeif- und Klatschschalter	48
Hell-Dunkel-Regler	60
Beat-Licht	62
Geheimnisvoller Schalter	63
Elektronisches Sicherheitsschloß	69
Schallplattenübertragung mit Lichtstrahlen	72
Miniradio in der Streichholzsachtel	78

ISBN 3-7724-0130-9

© 1971 2 · 3 · 4 · 5 · 6 · 7 · 8 · 9 · 10 / 11/6 · 75 · 74

Verlag und Druckerei M. Frech
7 Stuttgart 1 (Botnang)

Druck: Frech Stuttgart

Vorwort

Wenn Curd Jürgens seine Barbeleuchtung durch Händeklatschen einschaltet, so erregt dies sicher das Erstaunen manches Illustriertenlesers über solch spukhaftes Geschehen. Vielleicht mischt sich zu dem Erstaunen ein bißchen Neid bei dem Gedanken, daß sich solche elektronischen Spielereien nur reiche Leute leisten können. Dem ist aber nicht so, denn viele derartige Tricks lassen sich ohne besonderen Aufwand von einem geschickten Amateur verwirklichen.

Ob es sich nun darum dreht

- wie elektrische Geräte mit Händeklatschen, Pfeifen eines bestimmten Tones, oder mittels Wählen von „Telefonnummern“ ein- und auszuschalten sind;
- wie mit nur wenigen Bauelementen die Zimmerbeleuchtung in ihrer Helligkeit geregelt werden kann;
- wie auf einer Beat-Party die Beleuchtung im Rhythmus der Musik beeinflußt wird;
- wie ein moderner Stereoverstärker gebaut wird;

- wie Telefongespräche mitzuhören sind;
- wie sich eine Tür auf geheimnisvolle Weise öffnen läßt;
- wie eine Harmoniumwanze arbeitet
- wie ein elektronischer Blumengießler und Regelmelder funktioniert;
- wie ein elektronisches Sicherheitsschloß gebaut wird;
- wie Musik mit Lichtstrahlen übertragen werden kann
- oder wie ein Radio in eine Streichholzschachtel paßt;

alle diese elektronischen Hits werden in diesem Buch beschrieben. Es handelt sich dabei um eine Auswahl von Schaltungen, die bestimmt jedem Amateur einige amüsante Anregungen vermitteln und zweifellos manchen „elektronischen Laien“ zum Staunen bringen.

Kurz gesagt, eine Reihe effektvolle Schaltungen, die zum Teil den Rahmen des üblichen sprengen und auf diese Weise das Buch zu einem kleinen Nachschlagewerk für Elektronik-Abenteurer machen.

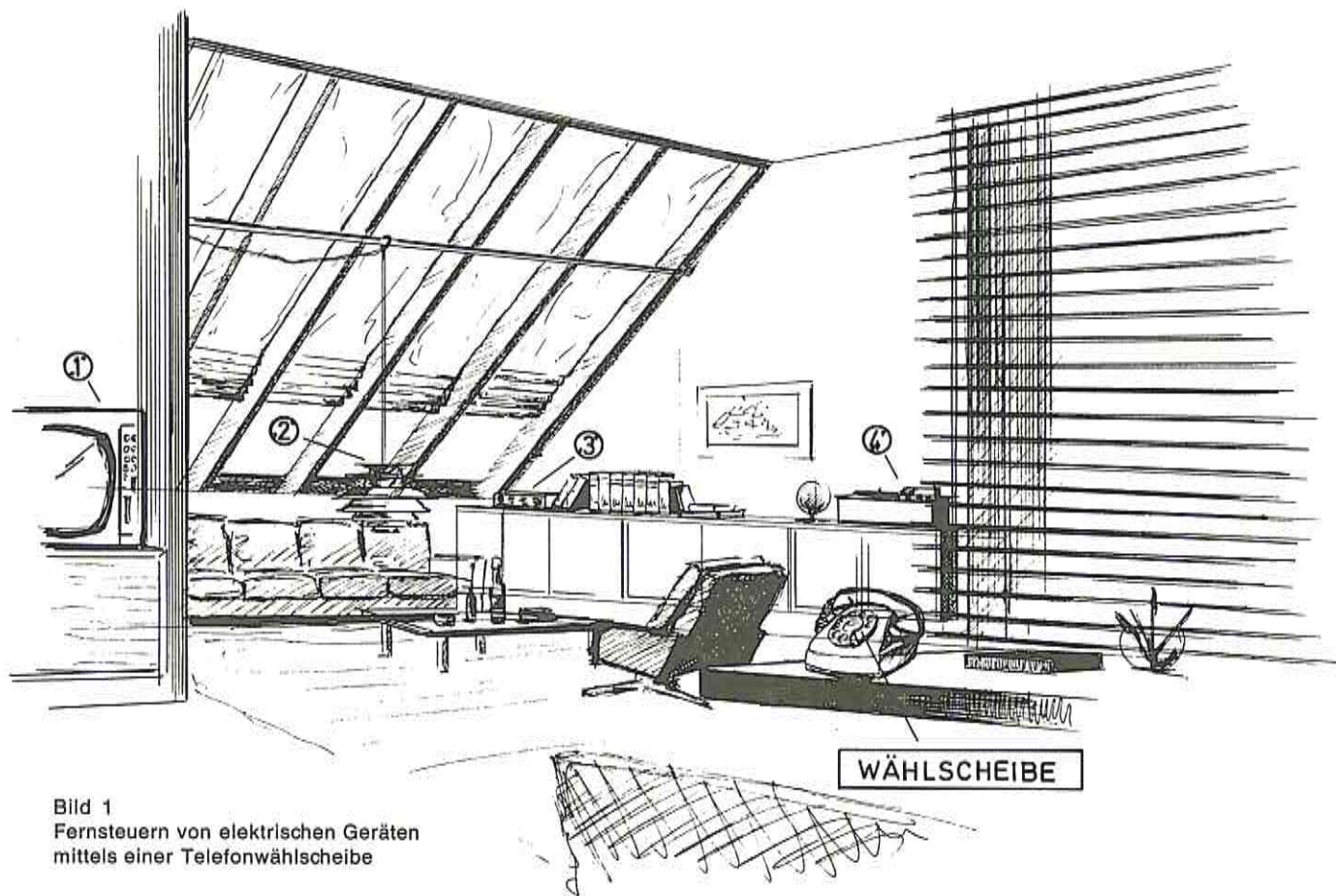


Bild 1
Fernsteuern von elektrischen Geräten
mittels einer Telefonwählscheibe

Telefonwählautomatik

Im ersten Kapitel wird eine Anlage beschrieben, die es ermöglicht, mittels einer Telefonwählscheibe elektrische Geräte ein- und auszuschalten. Dies geschieht ganz ähnlich wie beim Telefonieren, nur wählt man hier keinen Fernsprechteilnehmer an, sondern ein elektrisches Gerät. Die Zahlen von 1 bis 9 sind praktisch die Rufnummern der einzelnen Geräte. Dies kann mitunter sehr praktisch sein, wenn es darum geht, bequem vom Sessel aus Fernsehgerät, Radio, Plattenspieler, Beleuchtung usw. zu betätigen.

Die Anlage ist relativ einfach aufzubauen, jedoch nicht billig, da eine ziemlich große Anzahl Transistoren Verwendung findet. Abgesehen von den Annehmlichkeiten, die die Schaltung mit sich bringt, bietet sie dem Anfänger in der Digitaltechnik die reizvolle Möglichkeit, sich auf spielerische Weise mit einigen Grundschaltungen der Digital-Elektronik auseinanderzusetzen. Es wird vorteilhaft sein, wenn wir uns vor dem Bau der gesamten Anlage die verwendeten Bausteine in ihrer Wirkungsweise kurz vor Augen halten.

Flip-Flop (bistabiler Multivibrator, Bild 2)

Ein Flip-Flop ist eine symmetrische Schaltung, die durch Anlegen von Impulsen in zwei verschiedene Zustände gekippt werden kann. In Bild 3a sind an den beiden Ausgängen dieses Flip-Flops zwei Lämpchen angeschlossen. Welche Lampe nach dem Einschalten

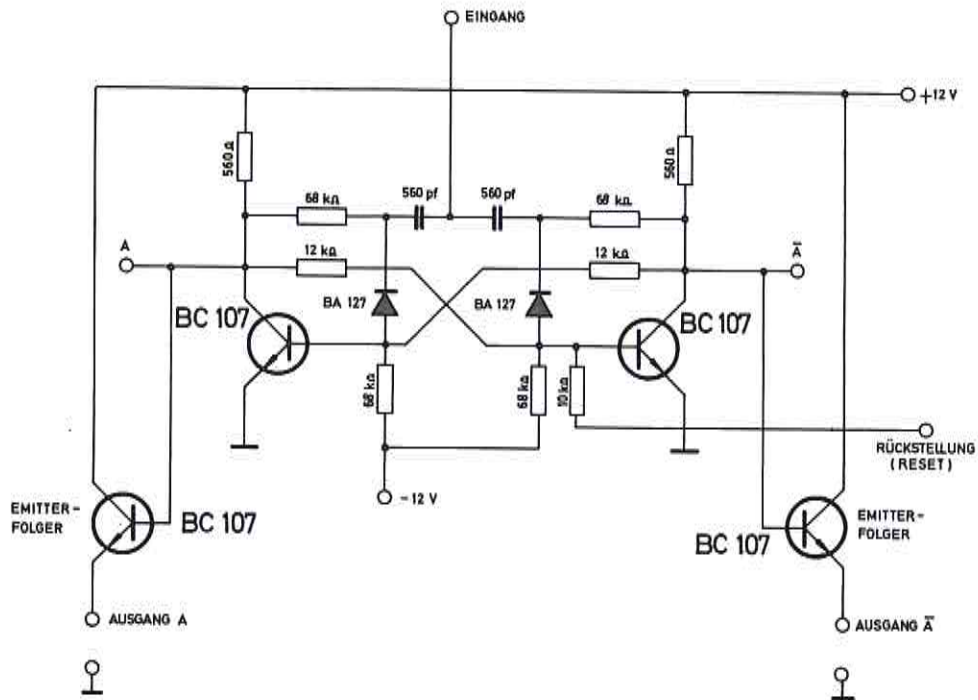
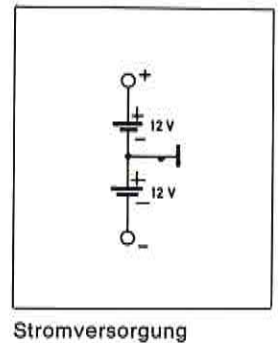
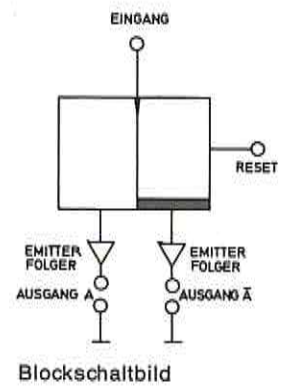


Bild 2 Flip-Flop mit Emitterfolgern für niederohmige Last



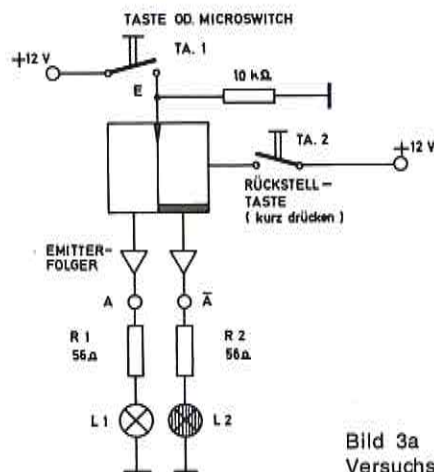


Bild 3a
Versuchsschaltung

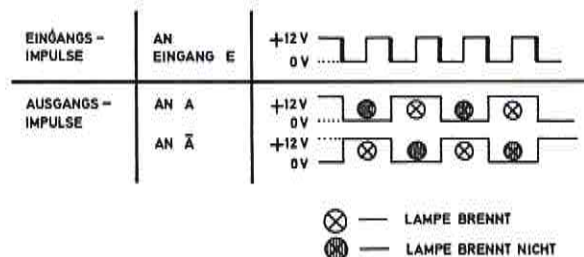


Bild 3b Impulsverhalten

der Betriebsspannungen brennt, hängt vom Zufall ab. Durch ein kurzes Drücken auf die Rückstelltaste (Reset-Taste) kann der in Bild 3a gezeigte Zustand hergestellt werden. Durch Anlegen von Eingangsimpulsen entsprechend Bild 3b läßt sich das Kippverhalten durch das wechselseitige Aufleuchten der beiden Lampen schön beobachten. Um trotz des geringen Kaltwiderstandes der beiden Lampen ein zuverlässiges Schalten zu gewährleisten sind die beiden Schutzwiderstände R 1 und R 2 vorgesehen. Außerdem begrenzen diese Widerstände den Einschaltstromstoß, der zu einer Überlastung der Ausgangs-Transistoren führen würde.

Den Zustand, der sich nach Drücken der Reset-Taste einstellt, nennen wir den Anfangszustand. Der Strich über dem Ausgang A bedeutet: hier liegt im Anfangszustand keine Spannung an (0,2 ... 0,5 V). Man sagt hierzu auch „A nicht“ oder „logisch 0 an A“. Im anderen Fall, also ohne Strich über dem Ausgang A, ist dies gleichbedeutend mit Spannung bzw. 11 ... 12 V an diesem Ausgang. Dazu sagt man auch „A eins“ oder „logisch 1 an A“.

Eine am Ausgang A angeschlossene Lampe muß im Anfangszustand brennen. Eine am Ausgang $\bar{A}$ angeschlossene Lampe darf im Anfangszustand nicht brennen. An jedem Ausgang eines Flip-Flops gibt es immer nur zwei Zustände, entweder logisch 0 (Lampe aus) oder logisch 1 (Lampe ein).

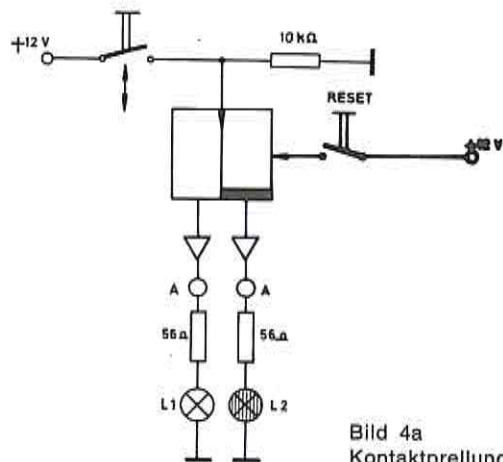


Bild 4a
Kontaktprellungen

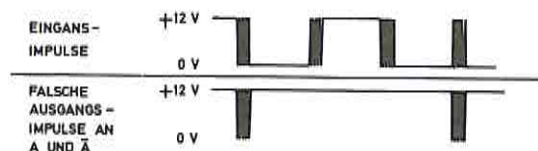


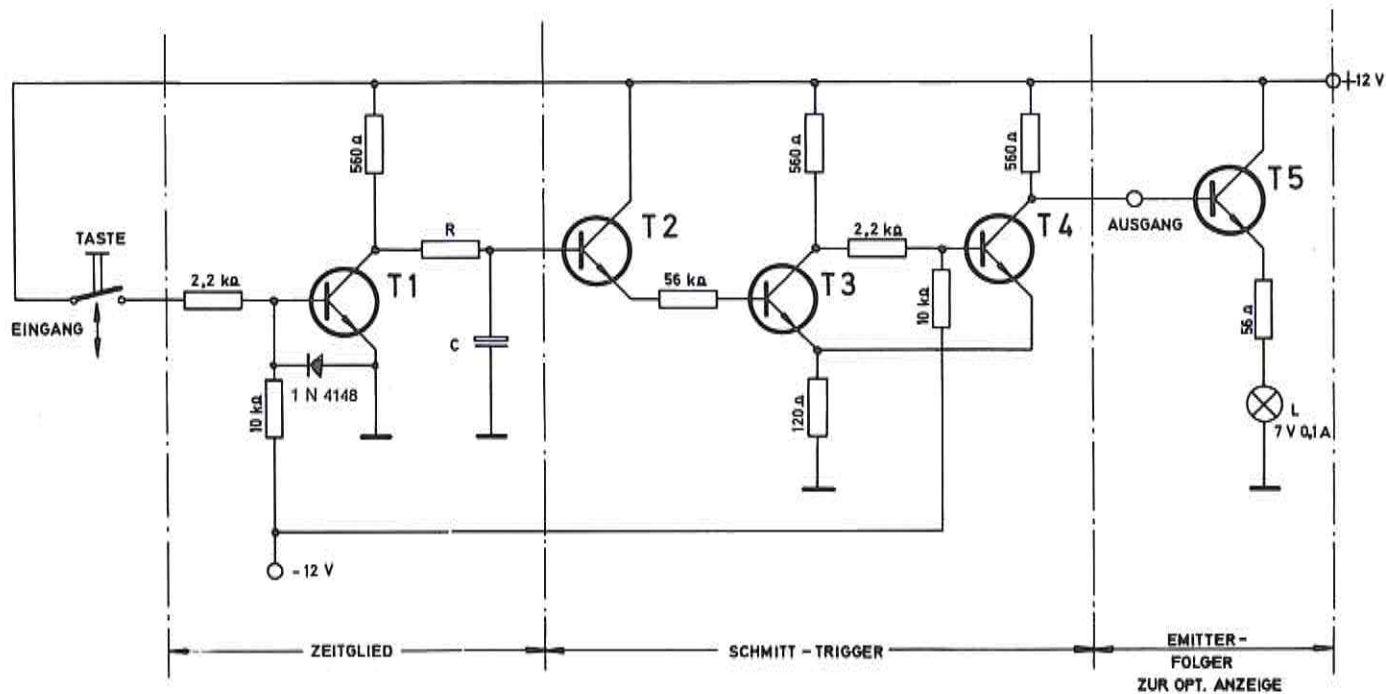
Bild 4b
Mögliches Impulsverhalten
bei Kontaktprellungen

Die Ausgänge anderer digitaler Schaltungen kennen ebenfalls nur die zwei Zustände „logisch 0“ und „logisch 1“, also „ein“ oder „aus“.

Steht zur Ansteuerung des Flip-Flops kein Impulsgeber zur Verfügung, der +12-V-Rechteckimpulse liefert, kann an den Eingang auch eine Taste gelegt werden. Mit dieser wird die +12-V-Spannung immer wieder unterbrochen und so derselbe Effekt erzielt. Aus Bild 3b geht hervor, daß das Flip-Flop immer auf der Rückflanke des Eingangsimpulses kippt. Die Ansteuerungsmethode mit einer einfachen Taste am Eingang ist jedoch nicht empfehlenswert, da der Schalter prellen und damit mehrere Abfallflanken auf einmal bringen kann. Die Folge ist dann, daß der Zustand der Lampen völlig undefiniert ist. Ein derartiges Verhalten ist in Bild 4b angegeben. Um diesen störenden Effekt zu beseitigen, bauen wir uns einen prellfreien elektronischen Schalter. Bis auf die Gesamtschaltung der Telefonwählautomatik können alle in diesem Kapitel beschriebenen Einzelschaltungen mit Taschenlampenbatterien erprobt werden.

Prellfreier elektronischer Schalter

Mit dieser in Bild 5 angegebenen Schaltung kann das Pellen einer von Hand betätigten Taste völlig unterdrückt werden. Die Sache ist ganz einfach. Beim Drücken der Taste wird der Transistor T 1 durchgeschaltet.



T 1 . . . T 5 — BC 107 ($\beta \geq 100$)
 R = 10 k Ω
 C = 25 μ F/15 V

Bild 5
 Prellfreier elektronischer Schalter

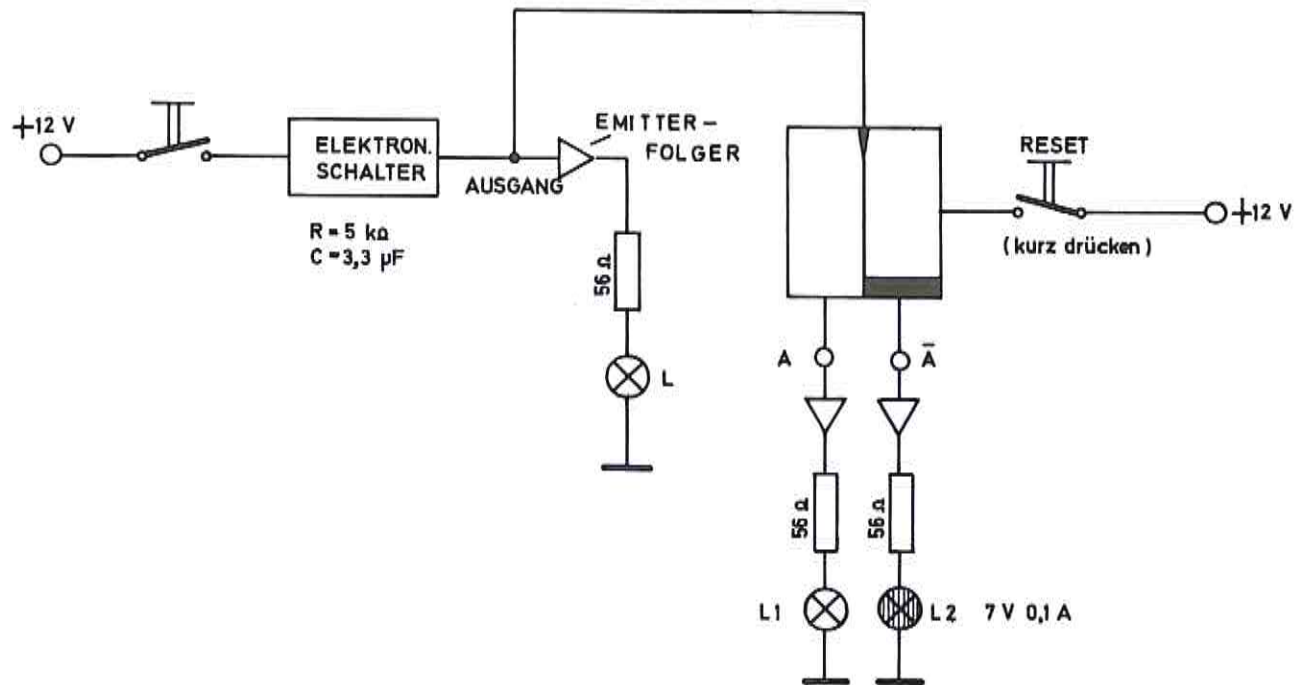


Bild 6
Ansteuerung des Flip-Flops
mit dem elektronischen Schalter

Die nun überwiegend positive Spannung an der Basis öffnet T 1, der im Ruhezustand normalerweise durch die negative Spannung von -12 V sicher gesperrt ist. Die Kollektor-Emitterstrecke dieses Transistors wird niederohmig und der im Ruhezustand auf $+12\text{ V}$ aufgeladene Kondensator C entlädt sich über R und T 1. An dem Kondensator C ist nun ein Schmitt-Trigger angeschaltet. Diese Schaltung hat die Eigenschaft, bei Unterschreitung einer bestimmten Eingangsschwellschwelle ihren Ausgangszustand von logisch 1 auf logisch 0 zu ändern. Zur Demonstration dieses Verhaltens kann wieder ein Lämpchen in den Emitterfolger-Ausgang geschaltet werden. Ist die Taste nicht gedrückt, brennt das Lämpchen, da der Ausgang des Schmitt-Triggers bei geladenem Kondensator auf logisch 1 liegt. Kurze Zeit nach Drücken der Taste entlädt sich der Kondensator bis auf die Schwellspannung des Schmitt-Triggers. Daraufhin erlischt das Lämpchen. Bei Loslassen der Taste geht der Vorgang in die andere Richtung – das Lämpchen leuchtet wieder auf. Die Zeit bis zur Erreichung der Schwellspannung läßt sich mit R und C verändern. Nun wird auch klar, warum ein Prellen der Taste verschluckt wird. Wenn die Taste prellt, kann sich höchstens die Entladezeit vergrößern. Für die Qualität der Anstiegs- und Abfallflanke ist ausschließlich der Schmitt-Trigger verantwortlich und dieser schaltet sehr schnell und sauber.

Bild 6 zeigt die Ansteuerung des Flip-Flops mit dem elektronischen Schalter.

Emitterfolger

An den Ausgängen unseres Flip-Flops sowie anderer logischer Schaltungen finden wir immer wieder sogenannte Emitterfolger. Diese Schaltungen, die meist nur aus einem einzigen Transistor bestehen, haben die Aufgabe, niederohmige Verbraucher, die viel Strom brauchen, an die nicht sehr hoch belastbaren logischen Ausgänge anzupassen.

Was dazu gebraucht wird ist lediglich ein Transistor, den wir mit seiner Basis an den jeweiligen Ausgang der Schaltung legen. Der Kollektor liegt auf der $+12\text{-V}$ -Versorgungsspannung, während am Emitter verschiedene Verbraucher oder die Eingänge anderer logischer Schaltungen angeschlossen werden.

Wenn eine Lampe in den Ausgang geschaltet wird, ist es wegen des geringen Kaltwiderstandes der Lampe immer empfehlenswert, einen Schutzwiderstand vorzusehen.

Merken sollte man sich, daß ein Emitterfolger an seinem Ausgang immer dasselbe logische Signal bringt, das ihm an der Basis angeboten wird.

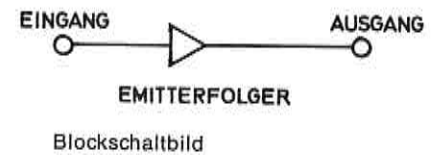
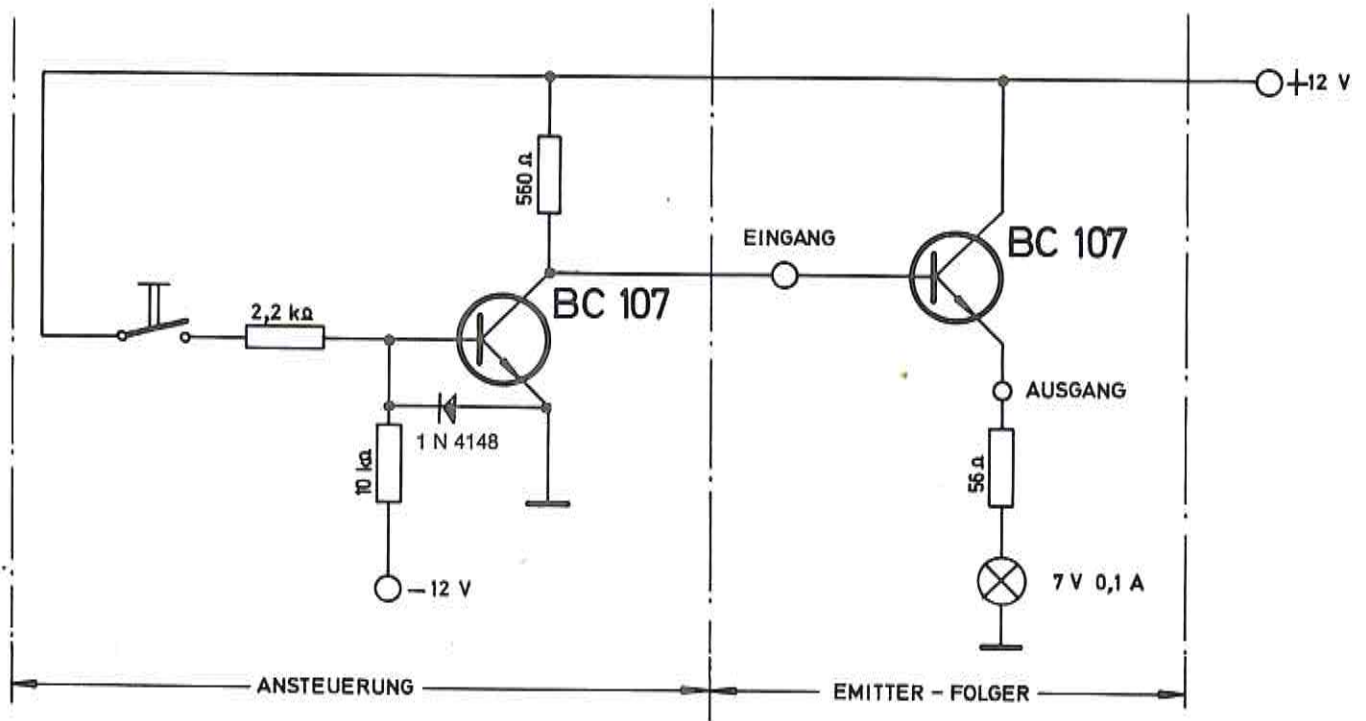


Bild 7 Emitterfolger
(Verdeutlichung der Wirkungsweise)

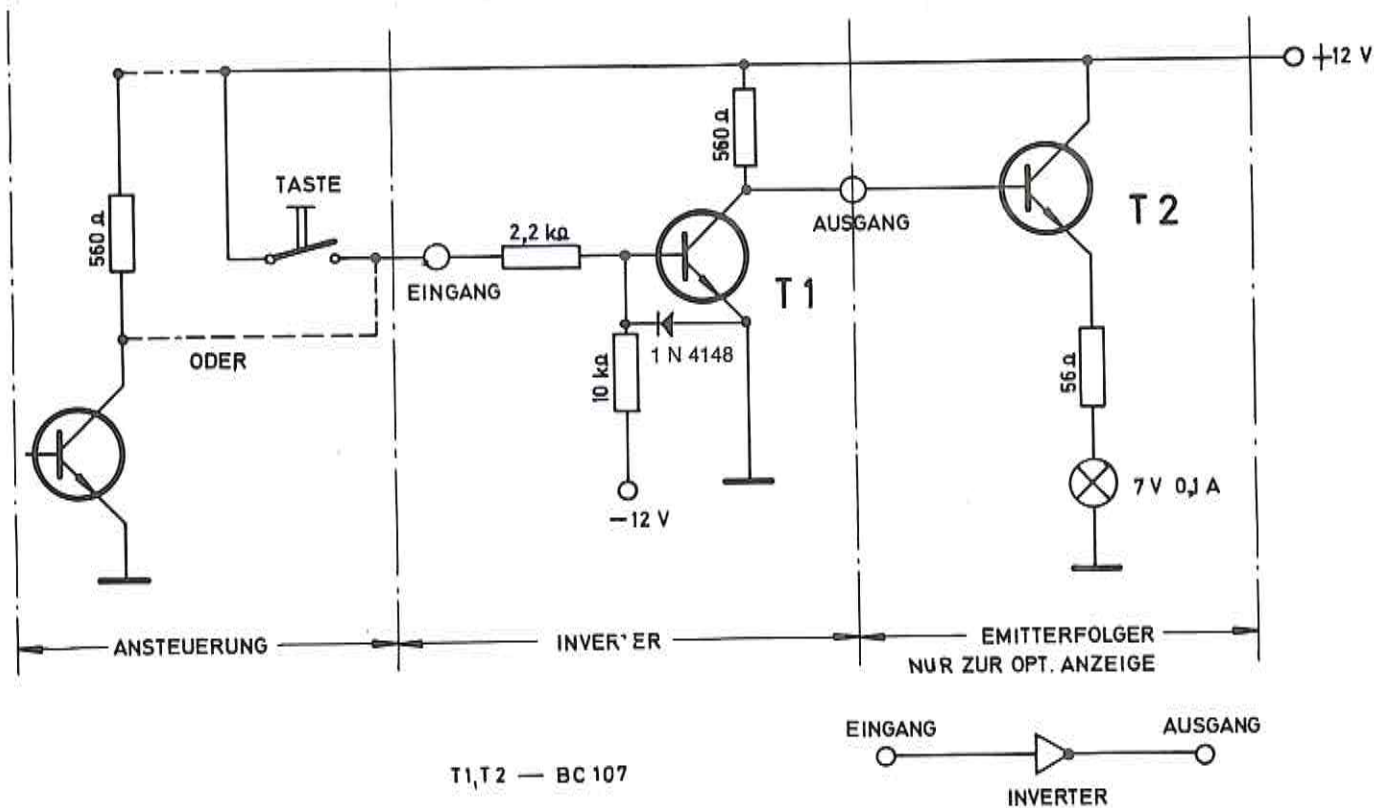


Bild 8 Inverter

Blockschaltbild

Inverter (Umkehrstufe)

Der Inverter ist ebenfalls eine vielverwendete logische Schaltung. Mit dem Inverter können wir aus einem logisch-1-Signal ein logisch-0-Signal machen und umgekehrt. Die Bezeichnung „Umkehrstufe“ deutet an, daß am Ausgang dieser Schaltung immer das entgegengesetzte Signal ansteht, wie am Eingang.

In Bild 8 wird die Wirkungsweise mittels Ansteuerung durch eine Taste dargestellt.

Die -12 V wirken wieder als Sperrspannung, um den Transistor bei logisch 0 am Eingang sicher zu sperren. Es kann innerhalb einer Gesamtschaltung ja vorkommen, daß der vorhergehende Transistor bei logisch 0 nicht sauber durchschaltet und damit zum Beispiel eine Restspannung von $+0,7\text{ V}$ am Kollektor verbleibt.

Wäre die -12-V -Spannung nun nicht vorhanden, würde der Inverter bereits durchschalten und an seinem Ausgang fälschlicherweise auch logisch 0 bringen. So wie in dieser Schaltung ist auch in anderen logischen Schaltungen oft eine Sperrspannung erforderlich, um Störungen von vornherein auszuschließen.

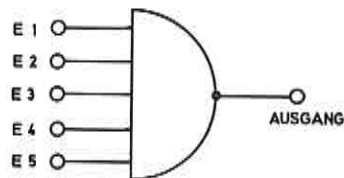
Weiterhin dient die -12-V -Spannung zur Erzielung steiler Impulsflanken. Dies kann zum Beispiel bei der Ansteuerung von Flip-Flops wichtig sein, die mit zu flachen Impulsflanken nicht mehr oder nur unregelmäßig kippfen.

Es sei nochmals festgestellt, daß der Zweck all dieser Erläuterungen nur darin liegt, eine kleine Stütze für den Aufbau der Gesamtschaltung zu geben.

Ein weiterer wichtiger Baustein in digitalen Anlagen und auch in unserer Telefonwählautomatik ist das Gatter.

Gatter

Das Gatter entsprechend Bild 9 hat die Eigenschaft, an seinem Ausgang nur dann logisch 1 zu bringen, wenn alle Eingänge auf logisch 0 liegen. In unserer Anwendung erfüllt es also eine sogenannte „und“-Bedingung, das heißt, nur wenn an E 1 und E 2 und E 3 und E 4 und E 5 logisch 0 bzw. etwa 0 Volt liegt, bringt es am Ausgang logisch 1 bzw. $+12\text{ Volt}$. Liegt auch nur einer der Eingänge noch auf logisch 1, bleibt der Transistor durchgeschaltet und damit an seinem Ausgang auf logisch 0.



Blockschaltbild zum UND-Gatter

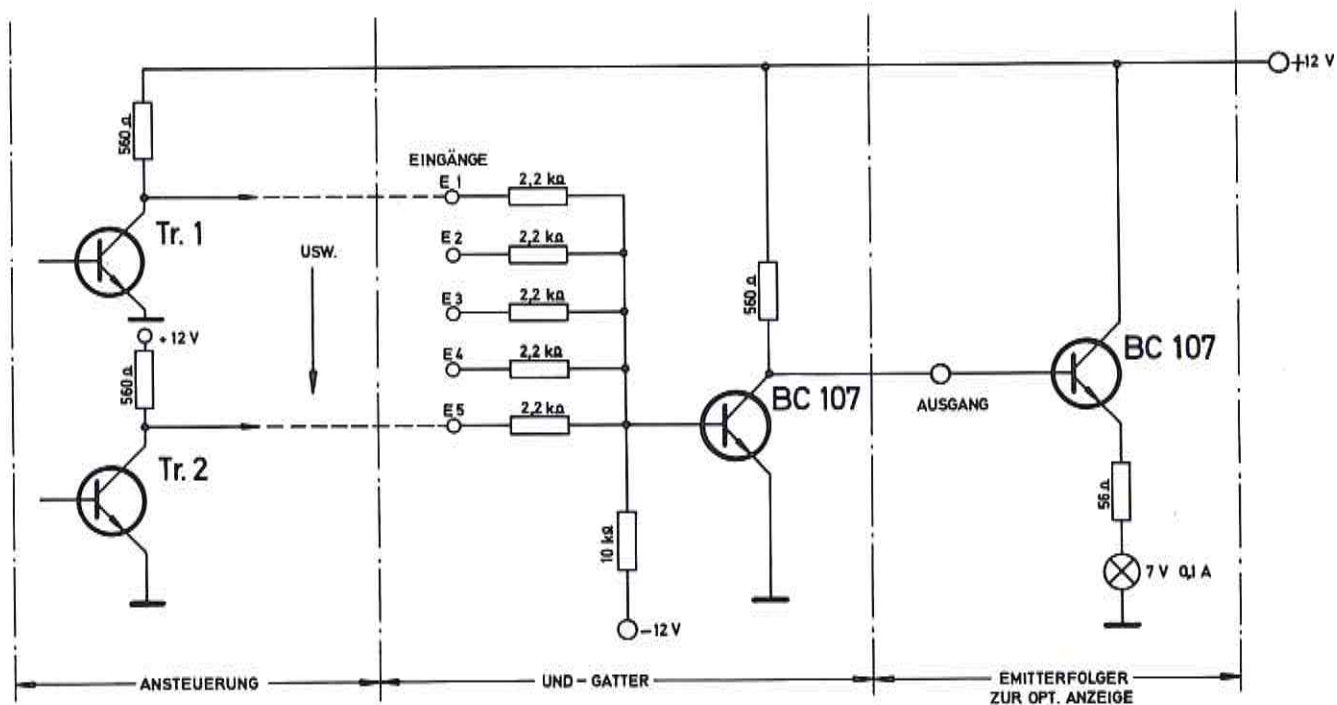
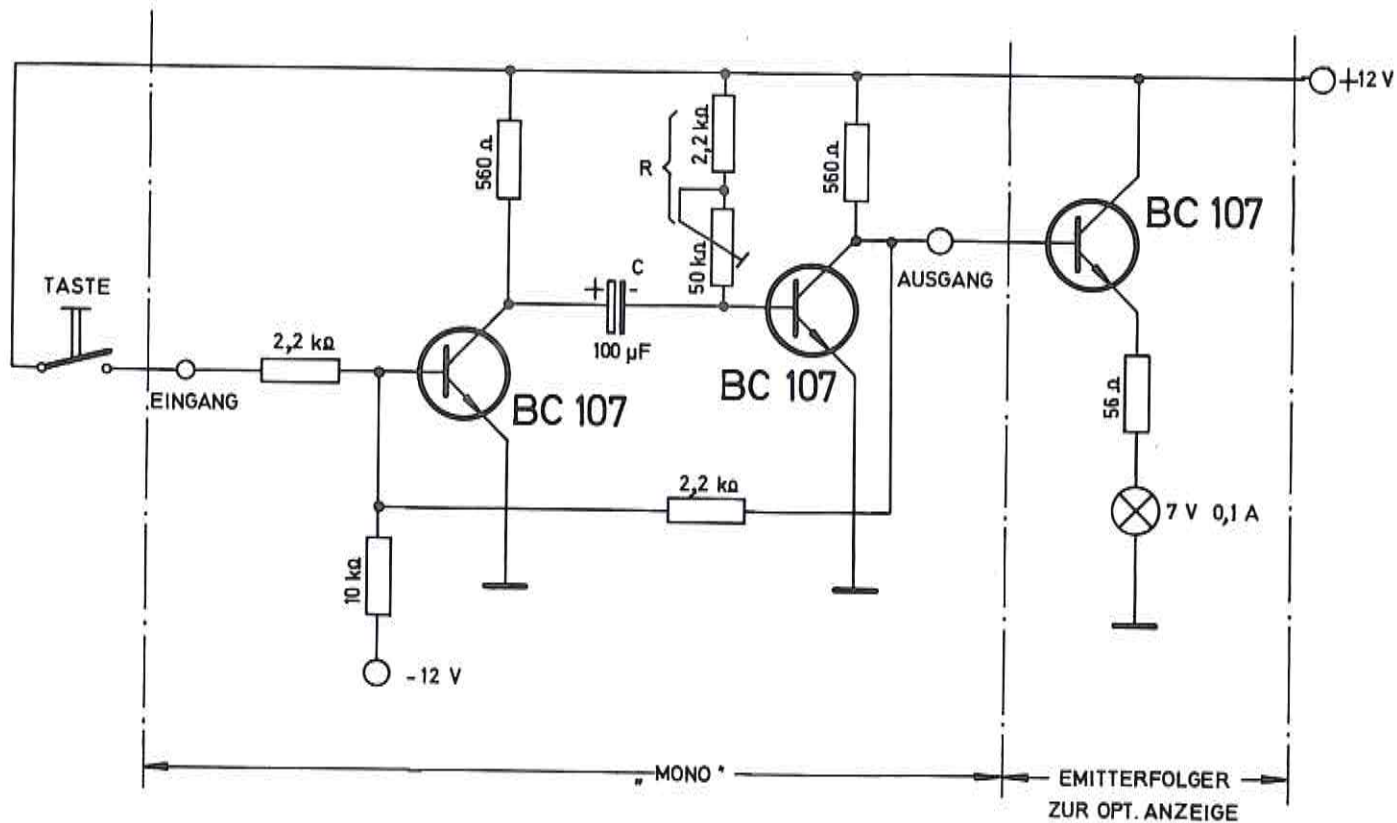


Bild 9
UND-Gatter mit 5 Eingängen



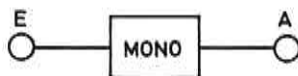


Bild 10a
Blockschaltbild

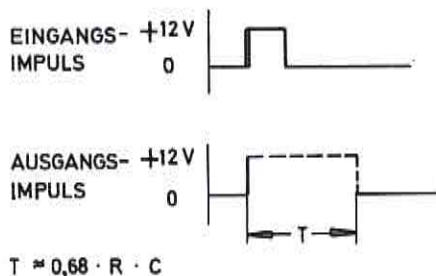


Bild 10b
Impulsverhalten

Der letzte Einzelbaustein, auf den wir kurz eingehen, ist der monostabile Multivibrator, kurz „Mono“ genannt.

Mono (Monostabiler Multivibrator)

Dieser Baustein gibt bei Anstoß mit der Anstiegsflanke eines $+12\text{-V}$ -Eingangsimpulses einen Rechteckausgangsimpuls ab, dessen Dauer mit einem RC-Glied einstellbar ist.

Wenn wir die Taste in Bild 10 drücken, wird die am Ausgang über einen Emitterfolger angeschlossene Lampe kurz aufleuchten und wieder verlöschen. Mit dem RC-Glied haben wir die Möglichkeit, die gewünschte Dauer des Aufleuchtens einzustellen.

Nach der Besprechung der Einzelbausteine wollen wir die gesamte Telefonwählautomatik nun etappenweise aufbauen.

Am besten beginnen wir mit dem Kernstück der Anlage, einer Zählkette.

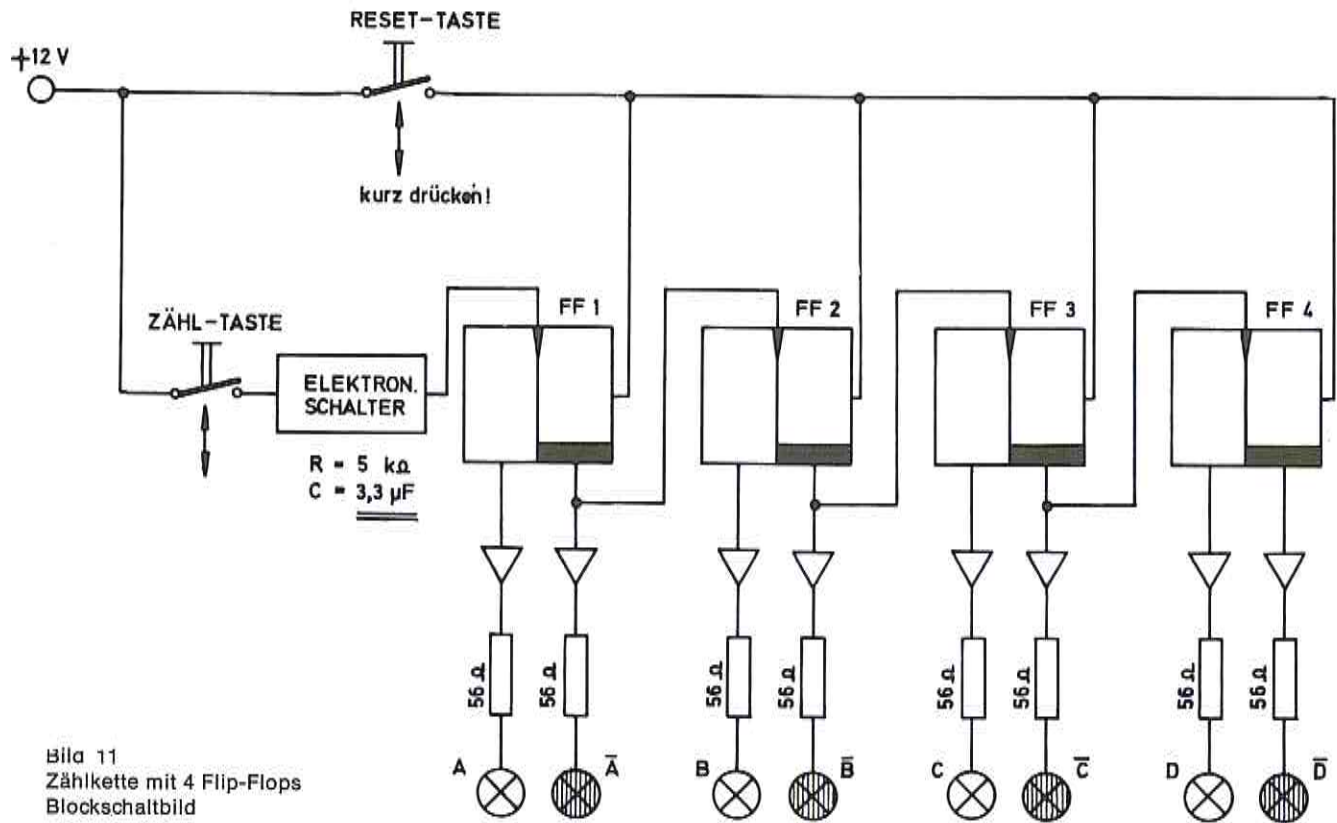


Bild 11
Zählkette mit 4 Flip-Flops
Blockschaltbild

Zählkette

Zur Herstellung einer Zählkette verbinden wir vier Flip-Flops entsprechend Bild 11 mit unserem prellfreien, elektronischen Schalter. Nach dem Einschalten der Betriebsspannungen gibt man mit der Reset-Taste erst einmal einen kurzen Impuls, der alle Flip-Flops in ihre Anfangsstellung zwingt.

Geben wir nun mit der Zähltaste Impulse in die Flip-Flop-Kette, nehmen die Flip-Flops nach jedem Impuls eine andere Konfiguration ein, was sich anhand der Lämpchen schön beobachten läßt.

In der Tabelle in Bild 12 bzw. Bild 13 sind sämtliche Konfigurationen, die sich auf diese Weise mit vier Flip-Flops erzielen lassen, angegeben. Da alle 16 erzielbaren Konfigurationen voneinander verschieden sind, stellt jede Konfiguration für sich immer ein und dieselbe Zahl dar.

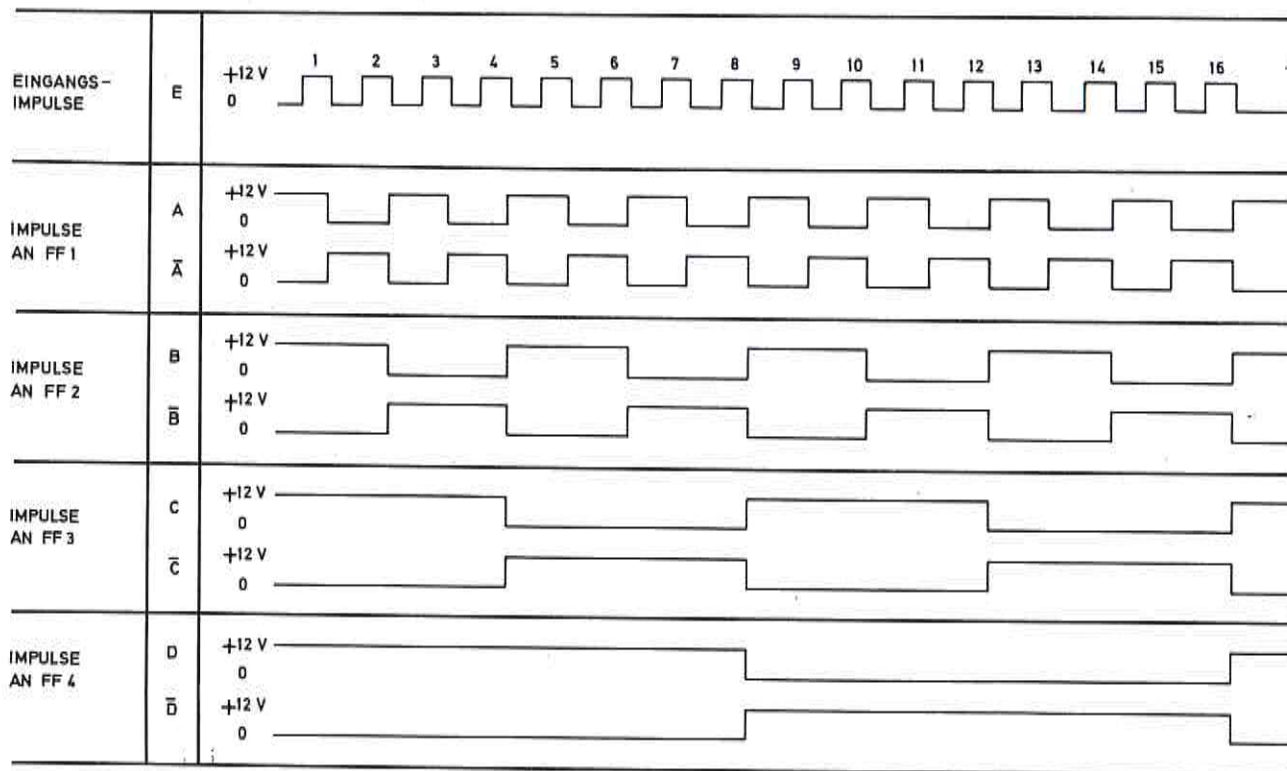
Nun kann auf recht einfache Weise mittels eines Gatters eine Auswahl getroffen werden. Für jede Zahl suchen wir die Lämpchen heraus, die gerade nicht brennen – diese Lämpchen stellen für uns logisch 0 dar. Diese vier Lämpchenanschlüsse verbinden wir jeweils mit den vier Eingängen eines vorher beschriebenen „und“-Gatters.

Wenn dies für die Zahlen 1–10 gemacht wird, haben wir einen Zähler vor uns, der bis 10 zählen kann.

EINGANGS- IMPULSE	FF 1		FF 2		FF 3		FF 4	
	A	$\bar{A}$	B	$\bar{B}$	C	$\bar{C}$	D	$\bar{D}$
ANFANGSZUSTAND 0								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16 (0)								

→ LAMPE BRENNT (LOGISCH 1)
 → LAMPE BRENNT NICHT (LOGISCH 0)

Bild 12
Wahrheitstabelle einer Zählkette
mit 4 Flip-Flops



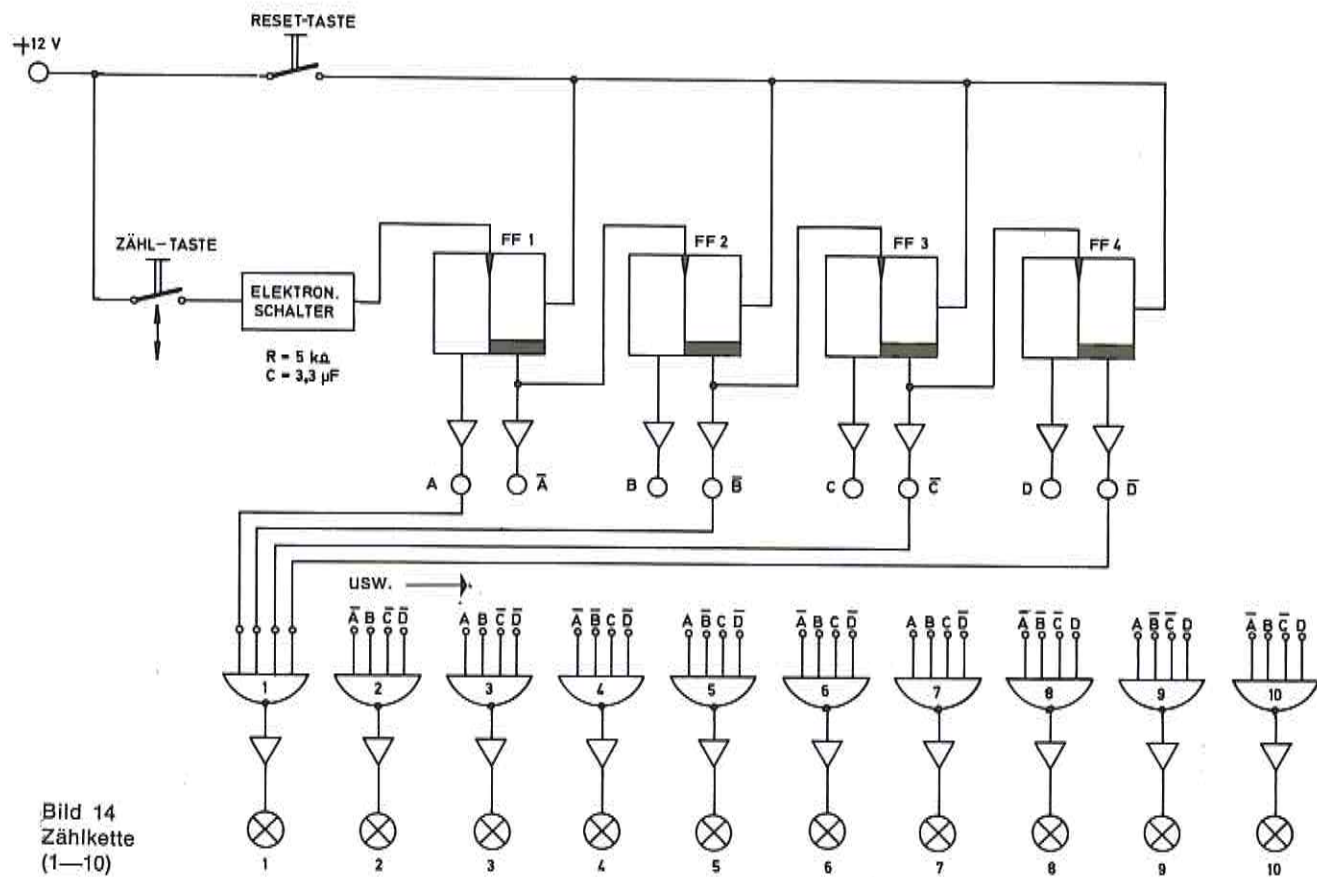


Bild 14
Zählkette
(1—10)

Damit er uns dies auch wirkungsvoll anzeigt, hängen wir an den Ausgang jedes „und“-Gatters über einen Emitterfolger ein Lämpchen. Bild 14 zeigt das Blockschaltbild des Zählers. Tastet man nun 10 Impulse ein, leuchten hintereinander die Lämpchen 1–10 auf. Nicht vergessen darf man zu Beginn der Tastung den Reset-Impuls. Werden nach dem Reset-Impuls 16 Impulse eingegeben, ist die Anfangsstellung wieder erreicht. Für routinierte Amateure ist dies natürlich alles ein alter Hut. Diese würden sagen, wir haben eine Dekodierung gebaut. Nach all diesen mehr oder weniger grundsätzlichen und nicht gerade anspruchsvollen Erläuterungen tun wir nun einen entscheidenden Schritt in Richtung unserer Telefonwählautomatik. Wir besorgen uns eine Telefonwählscheibe und versuchen, die Zähl- und Reset-Taste aus Bild 14 durch die Wählscheibenkontakte zu ersetzen.

Telefonwählscheibe

Nun müssen wir zuerst die Geheimnisse einer solchen Wählscheibe etwas lüften. Auf der Rückseite der Telefonwählscheibe fallen uns einige geheimnisvolle Kontakte auf, die auf mehr oder weniger durchsichtige Weise von der Drehung der Scheibe betätigt werden. Um die Arbeitsweise der Kontakte zu verdeutlichen, erscheint es zweckmäßig, die Kontaktgabe während des Scheibenaufzugs und des Scheibenablaufs anhand eines Kontakt diagrams anzuzeigen.

Anordnung und Arbeitsweise der Kontakte sind aus Bild 15 und Bild 16 zu ersehen.

Bei Schwierigkeiten in der Beschaffung einer Wählscheibe helfen die Kataloge des Elektronik-Versandhandels weiter.

Beim Nummernscheiben-Impulskontakt NSI entspricht die Anzahl der Kontaktunterbrechungen der gewählten Ziffer.

Der Nummernscheibenruhekontakt NSR hat für uns keine besondere Bedeutung. Er liegt dem NSI-Kontakt parallel und überbrückt zwei zusätzliche Öffnungen am Ende des Wählscheibenrücklaufs. Der Nummernscheibenarbeitskontakt gibt uns Anfang und Ende des Operationsverlaufs an.

Nachdem wir nun über die Funktion der Kontakte Bescheid wissen, werden diese entsprechend Bild 17 an die Zählkette angeschlossen. Da wir an den Reset-Eingängen der Flip-Flops nur einen kurzen Rückstellimpuls und keine Dauerkontaktgabe brauchen, schalten wir einen Mono hinter den NSA-Kontakt.

Nach jedem Wählvorgang leuchtet nun die Lampe auf, die wir angewählt haben. Bei Ziffer 1 kommt Lampe 1, bei Ziffer 5 kommt Lampe 5 usw. Wo die Wählscheibenkontakte angeschlossen werden, wird in Bild 17 gezeigt.

Ein geschickter Amateur wird nun schon ahnen, wie es weitergehen wird. Es ist also Zeit, die Spielregeln festzulegen.

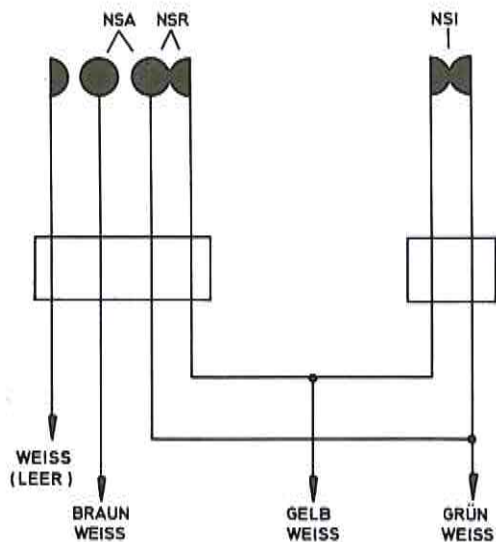


Bild 15
Anordnung der Wählscheibenkontakte

NSA = Nummernscheiben-
Arbeitskontakt
NSR = Nummernscheiben-
Ruhekontakt
NSI = Nummernscheiben-
Impulskontakt

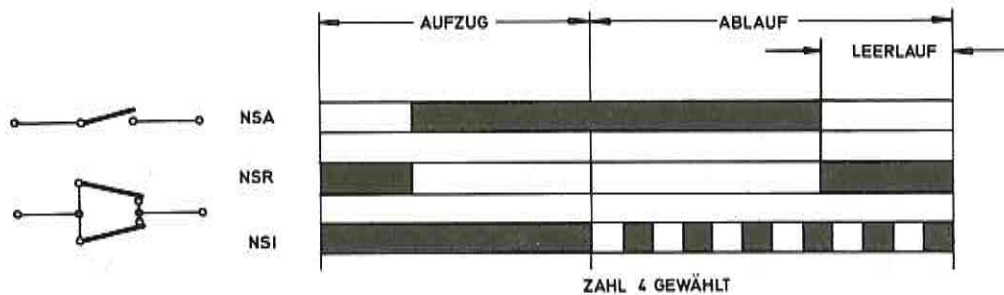
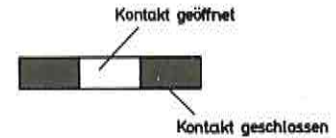


Bild 16
Arbeitsweise der
Wählscheibenkontakte

1. Mit den Ziffern 1–9 wollen wir 9 verschiedene Geräte beliebig ein- und ausschalten.
Angenommen Ziffer 5 ist der Fernsehapparat, dann muß dieser nach Wählen der Ziffer 5 eingeschaltet werden.
Wird die 5 nochmals gewählt, muß er wieder abgeschaltet werden.
2. Wenn die 0 gewählt wird, sollen alle gerade eingeschalteten Geräte abgeschaltet werden.

Gesamtschaltung

Was an unserer Schaltung noch hinzugefügt werden muß, um das gewünschte Verhalten zu erzielen, geht aus Bild 18 hervor.

Die Ausgänge der Gatter 1–9 führen nun über zwischengeschaltete Inverter an die Eingänge von 9 Flip-Flops. Die Logisch-0-Ausgänge dieser „Arbeits-Flip-Flops“ gehen über Emitterfolger an 9 Relais. Die Arbeitskontakte dieser 9 Relais schalten die einzelnen Geräte ein und aus.

Besonders wichtig ist, daß der NSA-Kontakt alle Gatter solange sperrt, bis der Einstellvorgang an den 4

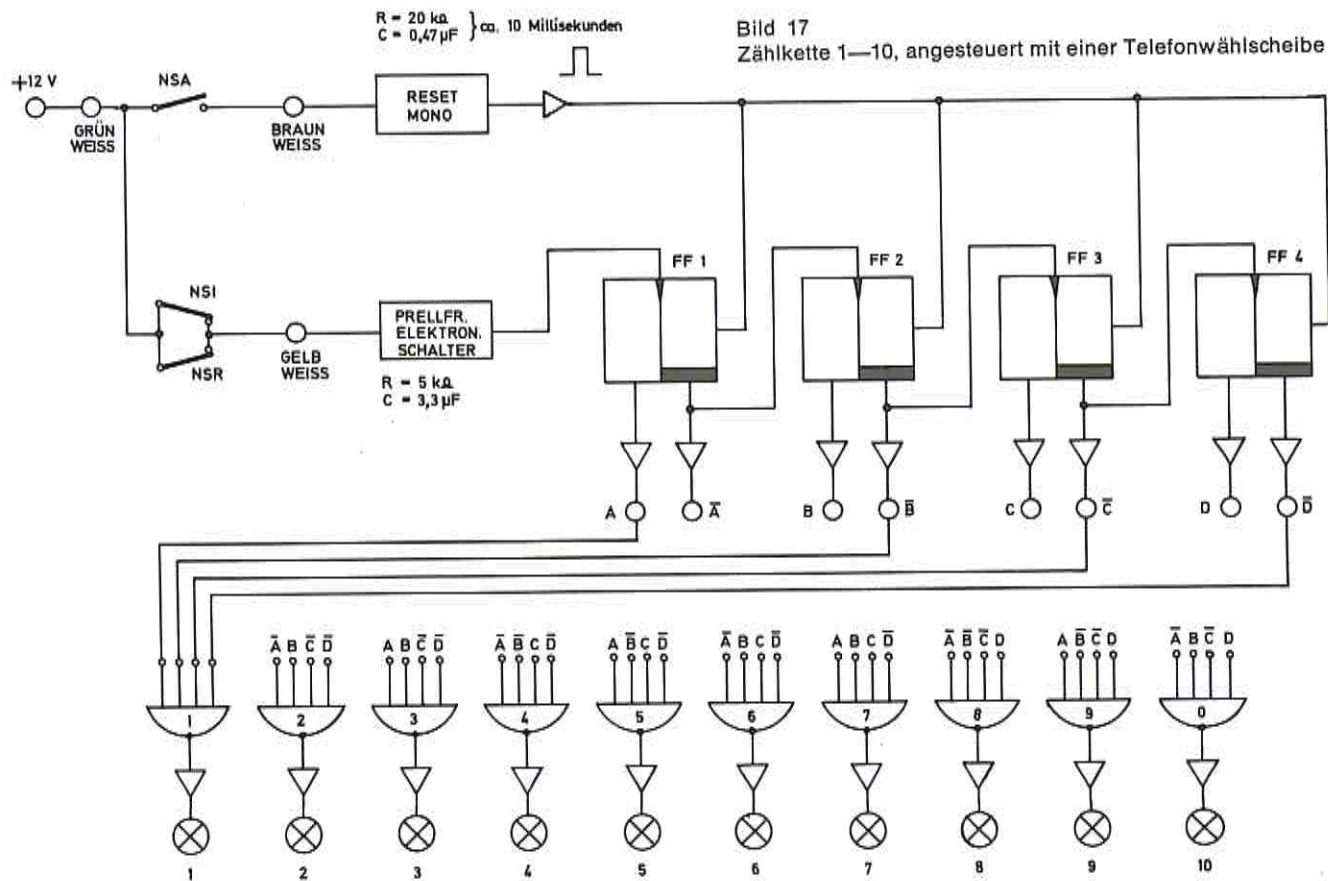
Zähl-Flip-Flops beendet ist. Dies bedeutet, daß erst nach Ende des Wählvorgangs das angewählte Gatter freigegeben wird. Vorher werden alle Gatter noch mit +12 V vom NSA-Kontakt gesperrt.

Da zum Kippen der „Arbeits-Flip-Flops“ keine Anstiegs- sondern eine +12-V-Abfallflanke erforderlich ist, befindet sich ein Inverter zwischen Gatterausgang und „Arbeits-Flip-Flop“-Eingang.

Beim Wählen der Ziffer 0 wird ein Mono angestoßen, der mit seinem Ausgangsimpuls sämtliche „Arbeits-Flip-Flops“ in die Anfangsstellung zwingt. Damit können die gerade eingeschalteten Geräte alle ausgeschaltet werden.

Nachdem wir uns vergewissert haben, daß alles funktioniert, schalten wir noch einen 47-nF-Kondensator an den Emitterfolger-Ausgang des Reset-0-Monos. Dieser Kondensator soll beim Einschalten der Versorgungsspannungen einen kurzen Ladeimpuls auf die Reset-Eingänge der Arbeits-Flip-Flops geben und damit vermeiden, daß irgendwelche Geräte schon vorab eingeschaltet sind.

Wenn man die Anlage Tag und Nacht laufen läßt, ist der Kondensator natürlich nicht erforderlich. Durch Wählen der Null werden ja alle Geräte ausgeschaltet. Als Stromversorgung können wir die im Kapitel „Stereoverstärker“ angegebene Schaltung verwenden. Diese kann mit den Trimmern auf 2 x 12 V eingestellt werden.



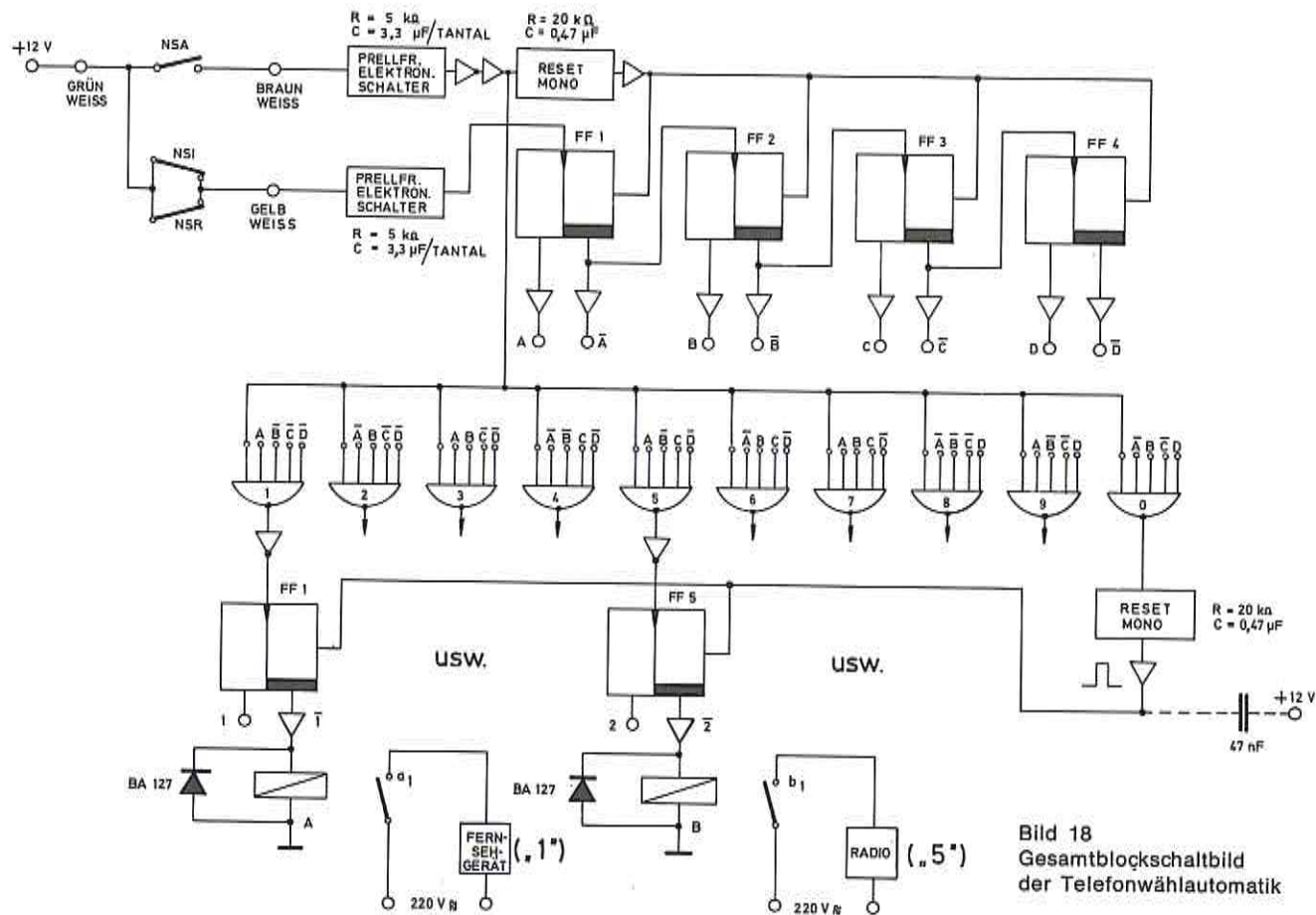
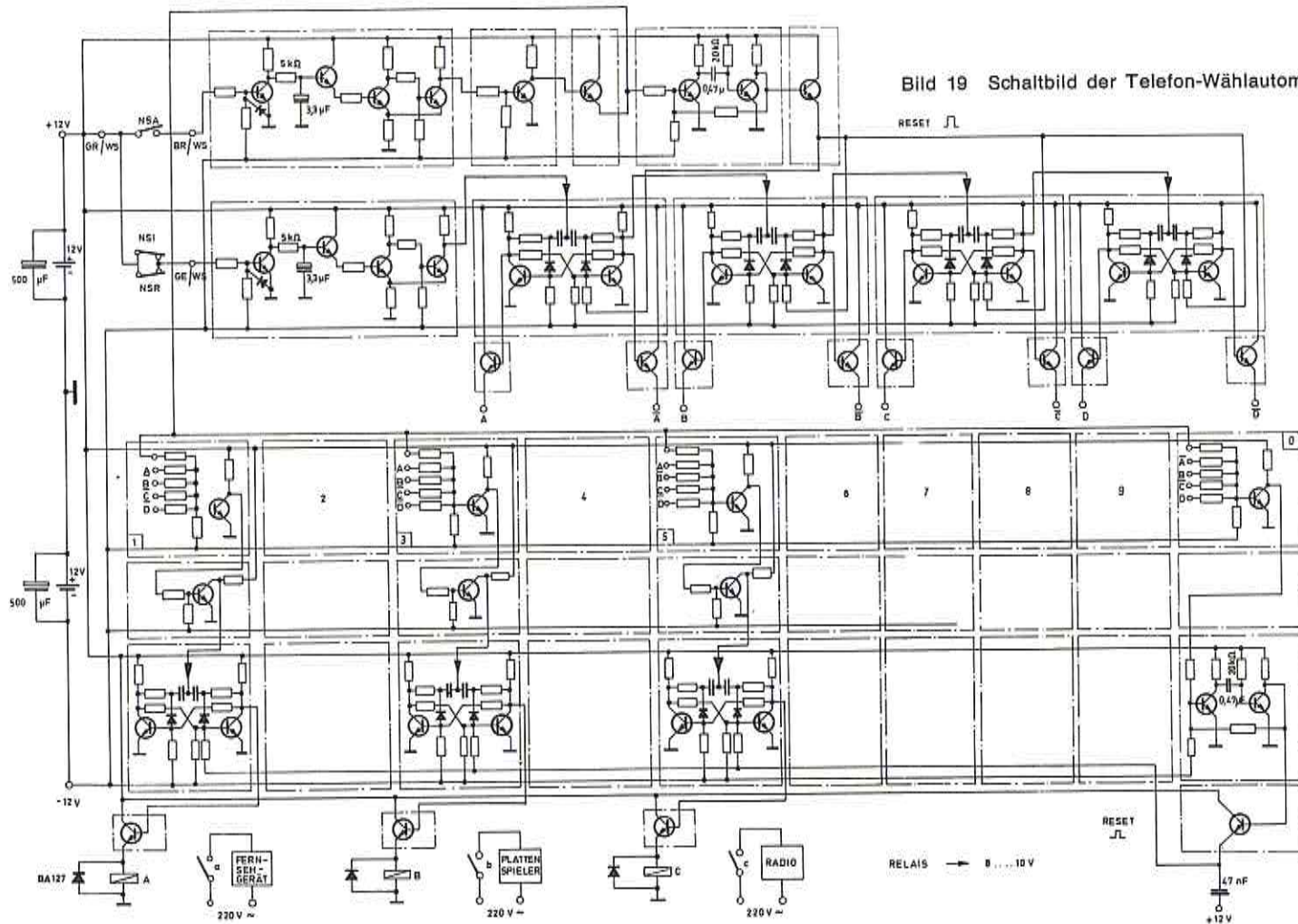
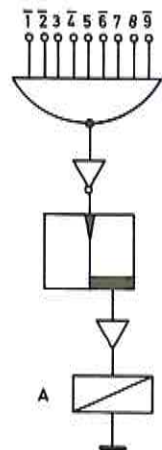
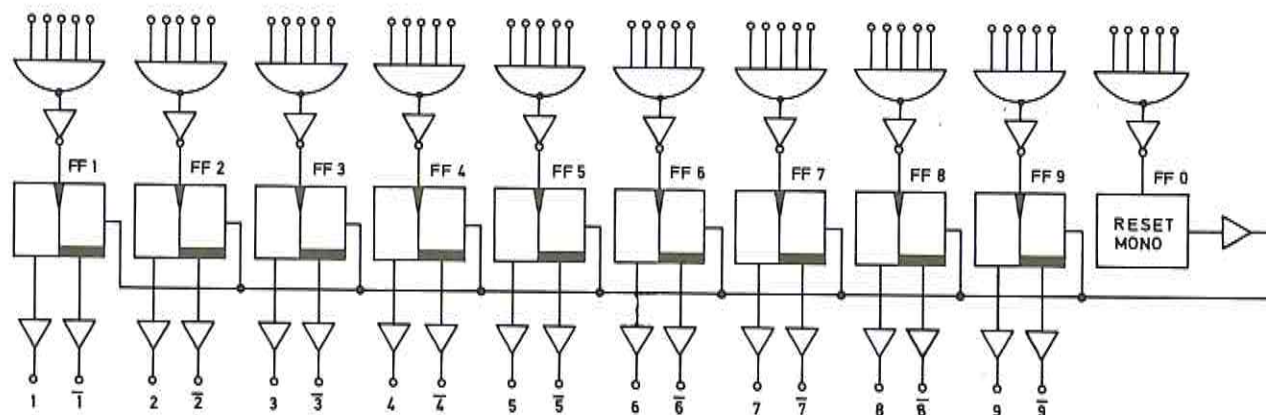


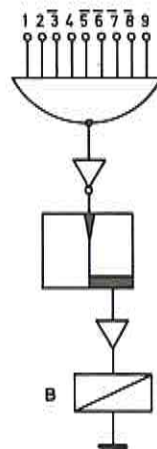
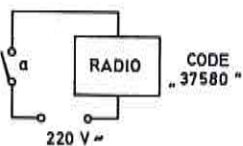
Bild 18
 Gesamtschaltbild
 der Telefonwählautomatik

Bild 19 Schaltbild der Telefon-Wählautomatik





gewählte Nummernkombination:
37580 (0 = Reset)



gewählte Nummernkombination:
24910 (0 = Reset)

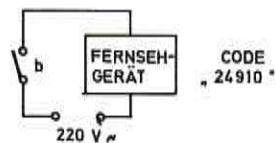


Bild 20
Mehrstellige Nummernwahl

Es sei darauf hingewiesen, daß zum Bau dieser Anlage kein Oszillograf erforderlich ist. Ob an einem Baustein Ausgang logisch 1 oder logisch 0 anliegt, kann mit jedem einfachen Voltmeter festgestellt werden. Die richtige Funktion eines Monos kann außer mit einem Lämpchen, auch mit jedem Vielfachinstrument (1-Volt-Bereich) kontrolliert werden. Das Vorhandensein eines kurzen +12-V-Impulses macht sich durch ein Zucken des Zeigers bemerkbar. Zur Erleichterung beim Zusammenbau der gesamten Anlage ist in Bild 19 die Gesamtschaltung angegeben.

Um mit den Problemen vertraut zu werden, ist es für Anfänger aber auf jeden Fall empfehlenswert, jeden Baustein erst einzeln auszuprobieren.

Manchem Amateur wird die Anwahl der einzelnen Verbraucher mit nur einer Ziffer nicht raffiniert genug sein.

Diejenigen können sich mit der in Bild 20 angegebenen Erweiterungsmöglichkeit trösten. Hier hat jedes anzuwählende Gerät seine eigene mehrstellige „Telefonnummer“ bzw. seinen „Code“.

Zum Einschalten des Radios wird z. B. die Nummer 37580 gewählt. Will man das Radio wieder abschalten, muß dieselbe Nummer nochmal gewählt werden.

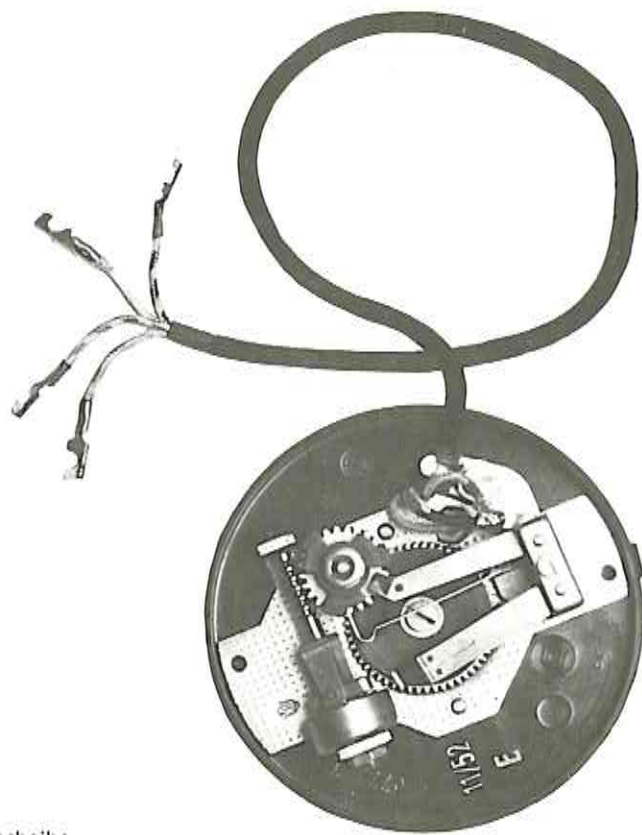


Bild 20a
Das Innere einer Wahlscheibe

Einfacher integrierter Stereoverstärker

Durch die moderne integrierte Schaltungstechnik ist es heute möglich, einfache und billige HiFi-Stereoverstärker in Selbstbauweise herzustellen. Was dazu gebraucht wird, ist lediglich ein bißchen Geduld und wesentlich weniger Geld, als wenn ein Gerät im Laden gekauft wird.

Natürlich kann es vorkommen, daß eine Schaltung einmal nicht auf Anhieb funktioniert. Dies ist jedoch kein Grund, den Optimismus zu verlieren. Mit Ausdauer und etwas logischem Denken läßt sich jeder Fehler finden. Außerdem gilt auch hier die Regel, daß man aus seinen Fehlern lernt und es daher durchaus von Nutzen sein kann, erst über mehrere Hindernisse zum Ziel zu gelangen.

Da sich nur die wenigsten Elektronik-Amateure den Luxus eines Oszillografen leisten können, sind nur solche Schaltungen angegeben, die beim korrekten Nachbau auch ohne Oszillograf zum „Spielen“ zu bringen sind.

Doch nun zu unserem Stereoverstärker. Bild 21 zeigt das Blockschaltbild. Zum Verständnis der Gesamtschaltung wird es wieder vorteilhaft sein, wenn wir Baustein für Baustein einmal durchgehen und uns erst zum Schluß die vollständige Schaltung ansehen.

Hinterher besteht dann die Möglichkeit, aus mehreren Bausteinen die den Wünschen und dem Geldbeutel am besten entsprechende Schaltungskombination zusammenzustellen.

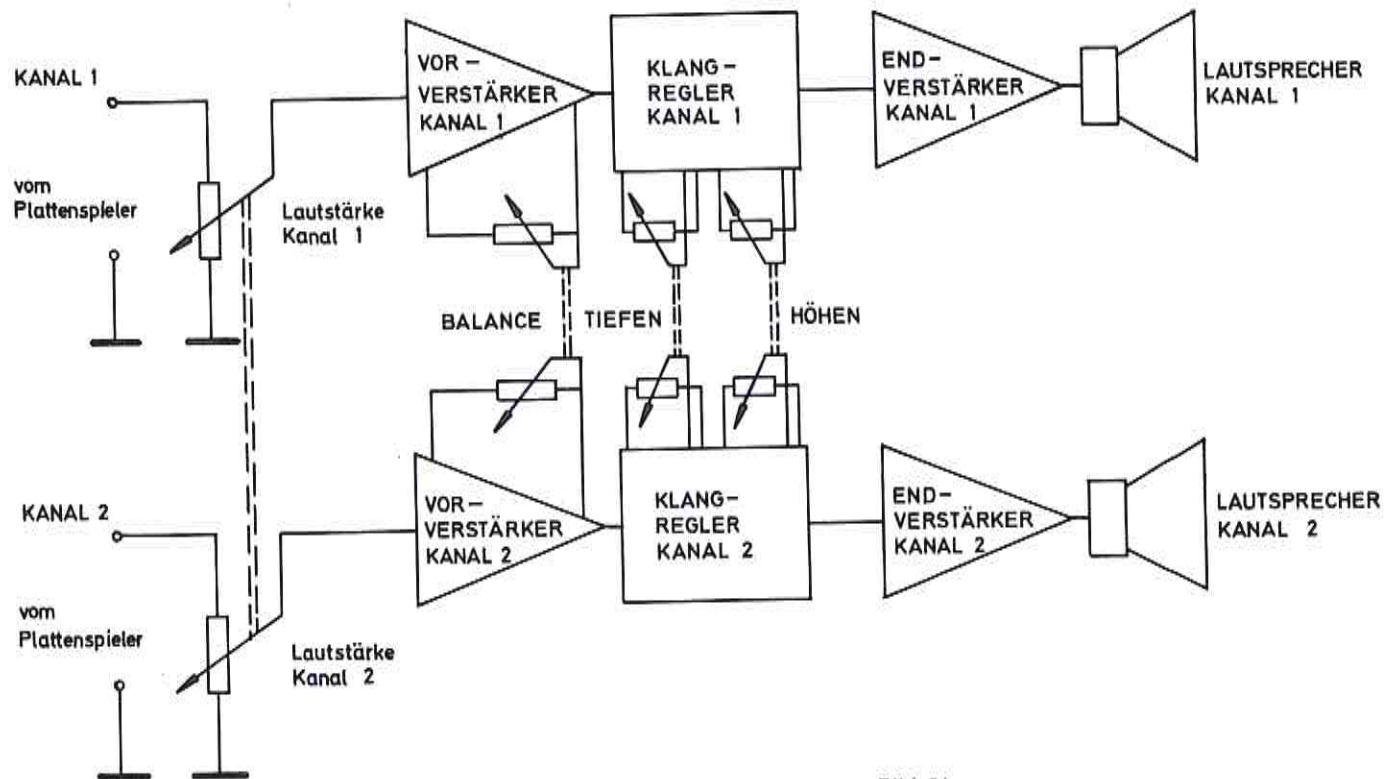
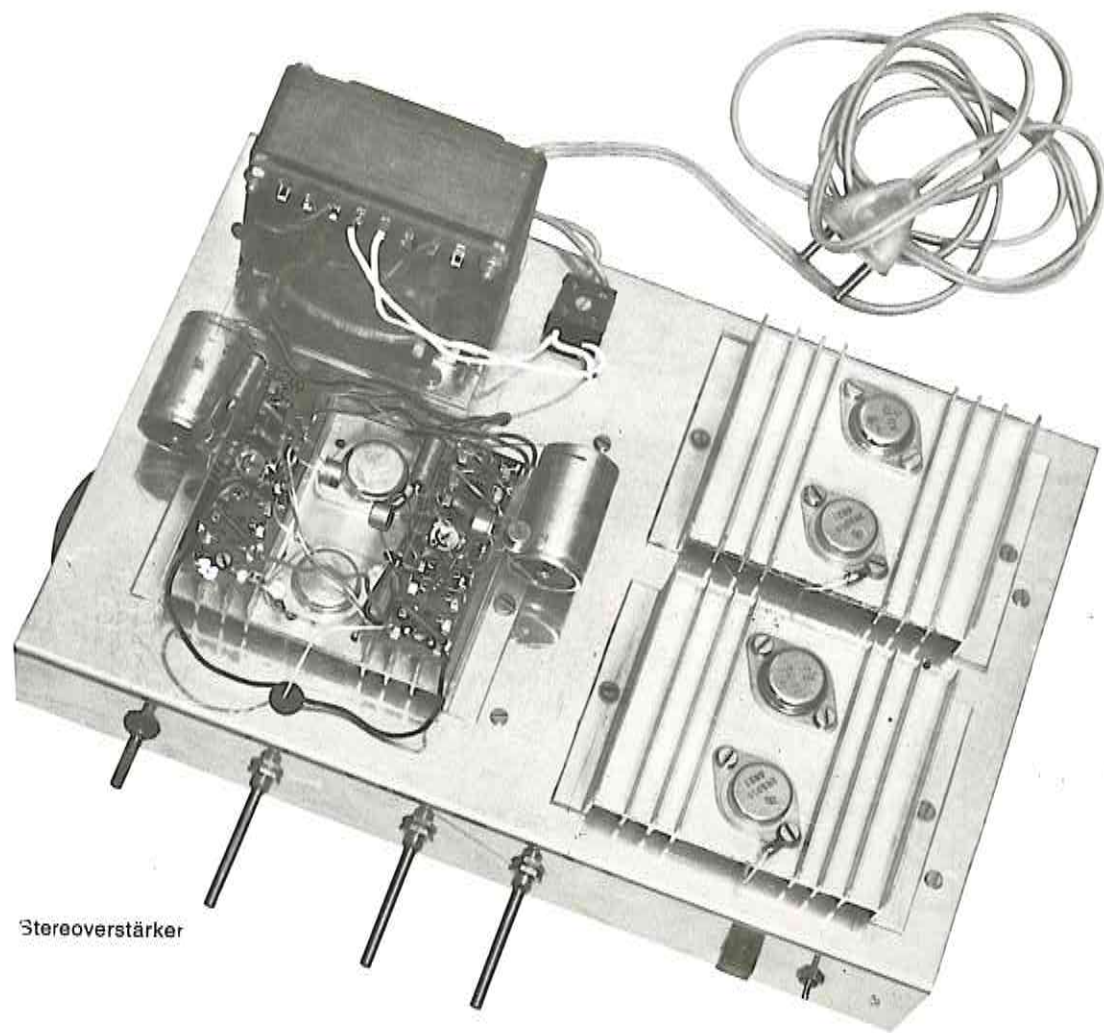


Bild 21
Blockschaltbild eines Stereo-Verstärkers



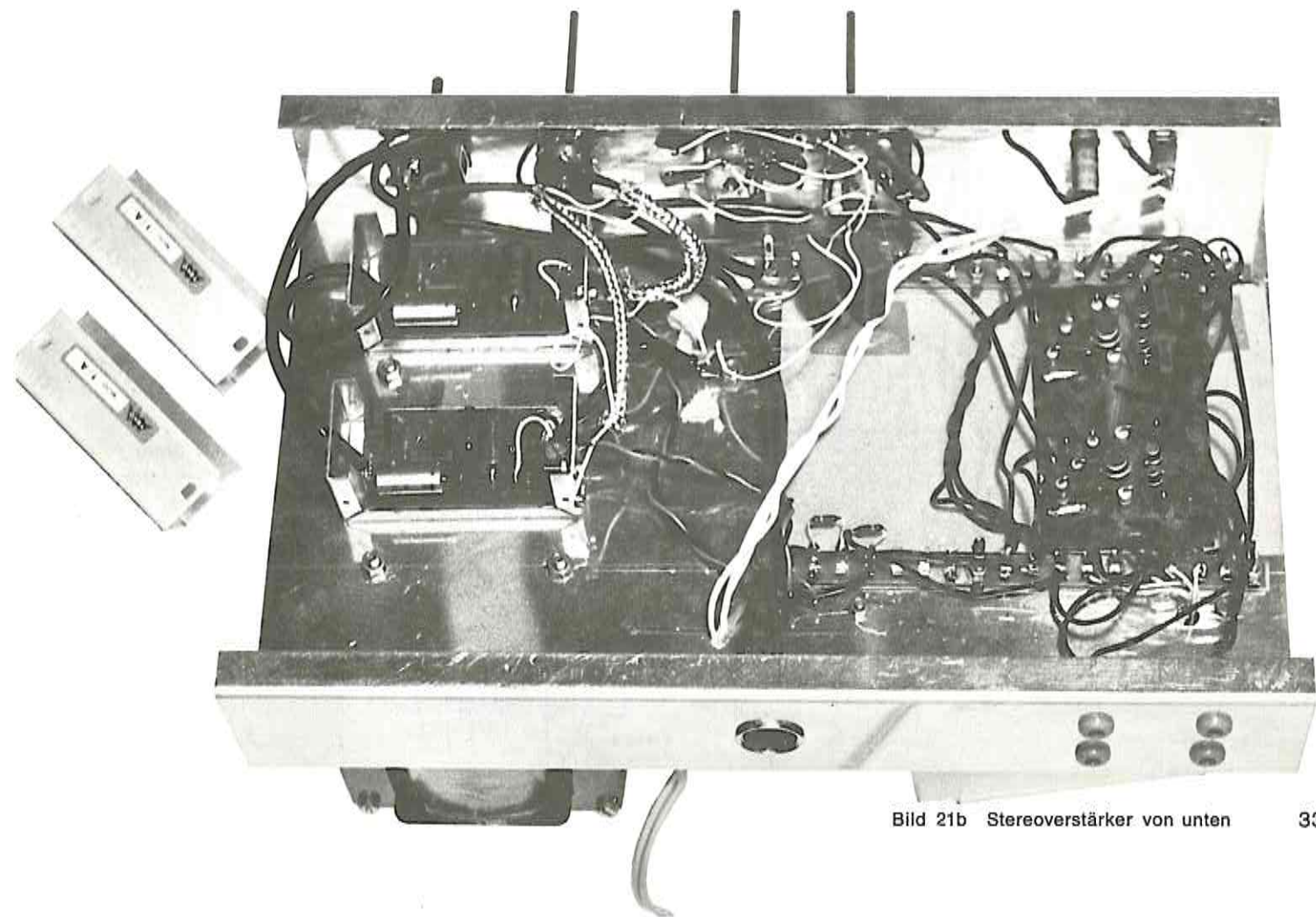
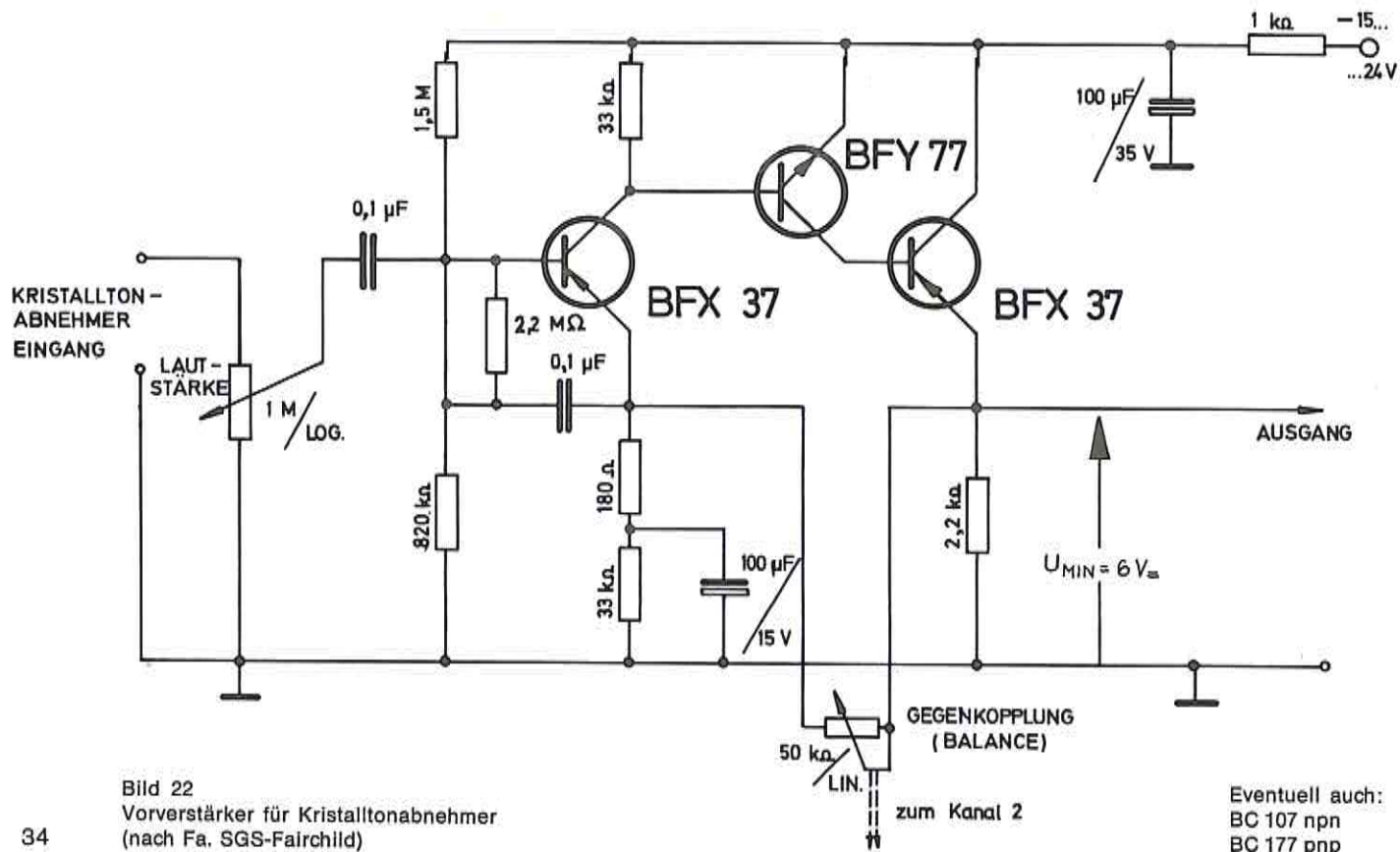


Bild 21b Stereoverstärker von unten



Vorverstärker für Kristalltonabnehmer

Der in Bild 22 angegebene Vorverstärker ist für Kristalltonabnehmer bestens geeignet. Die Schaltung zeichnet sich durch geringes Rauschen, hohen Eingangswiderstand, gute Übersteuerungsfestigkeit und nicht zuletzt durch geringen Bauteile- und Arbeitsaufwand aus. Die verwendeten Transistoren sind besonders rauscharm.

Die Schaltung kann auch mit üblichen Transistoren, wie BC 107 und BC 177 aufgebaut werden.

Vorverstärker für magnetische Tonabnehmer

Was die Wiedergabequalität betrifft, sind magnetische Tonabnehmer zweifellos hochwertiger, leider aber auch viel teurer.

Wer höhere Ansprüche hat und diese auch bezahlen will, kann als Vorverstärker einen integrierten Operationsverstärker der Fa. Motorola verwenden (MC 1303 Dual-In-Line). Diese in Bild 24 gezeigte Schaltung ist speziell zum Anschluß an magnetische Tonabnehmer ausgelegt. Aus Bild 23 kann die Stiftbelegung entnommen werden.

Jede Schaltung, die integrierte Bausteine enthält, sollte vor dem Einschalten mehrmals überprüft werden, da bei einem Schaltfehler unter Umständen die gesamte integrierte Schaltung zerstört wird.

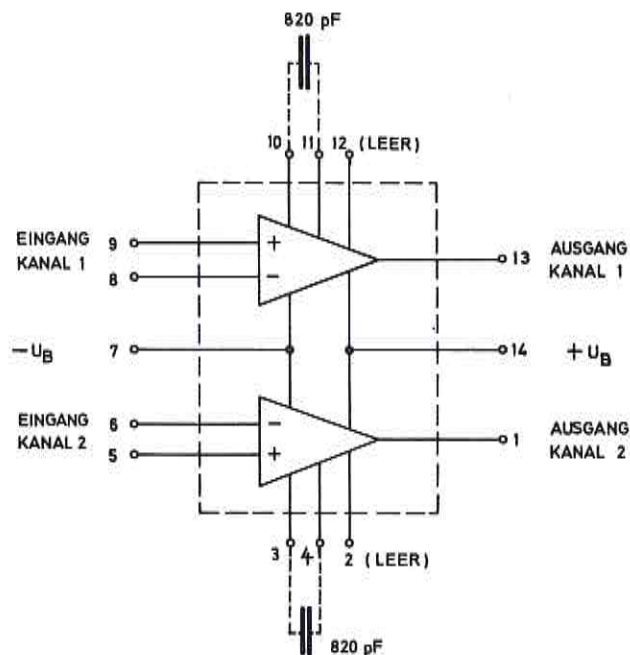


Bild 23
Stiftbelegung des
MC 1303 L



MC 1303
von oben gesehen

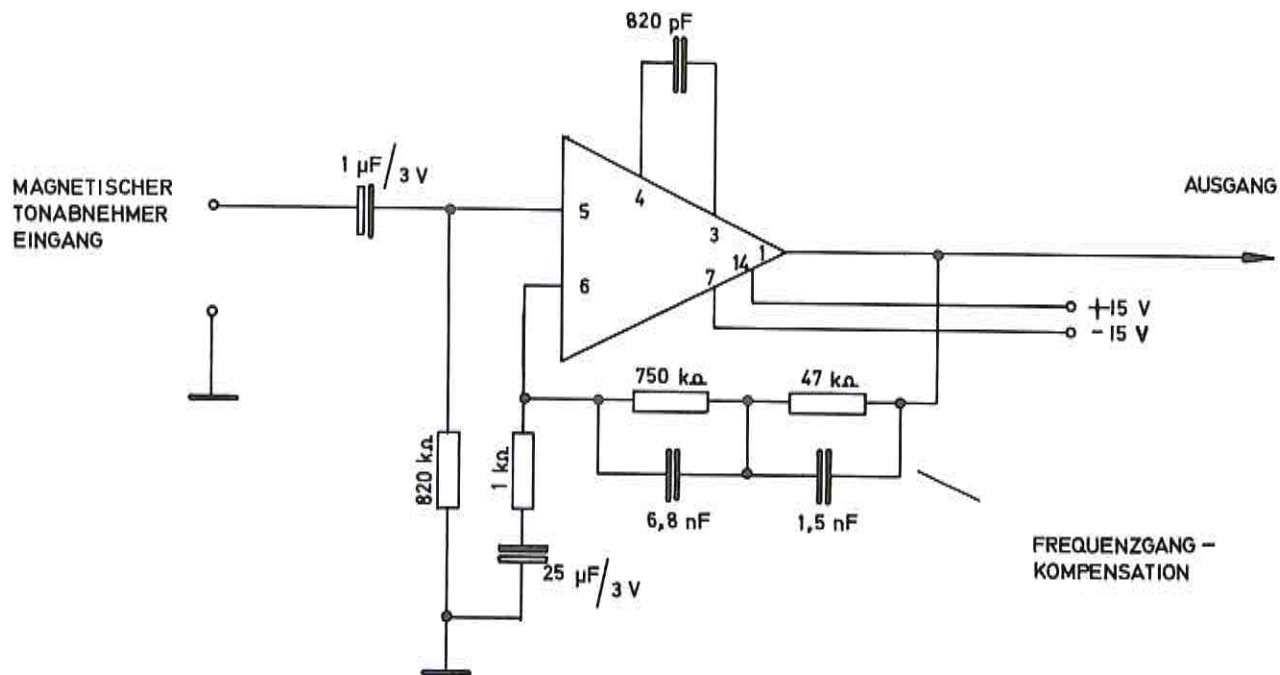


Bild 24
Integrierter Vorverstärker MC 1303 L
für magnetische Tonabnehmer

Klangregler (Höhen- und Tiefenregler)

Dem Vorverstärker folgt im allgemeinen ein Klangregler. Hier gibt es in der Fachliteratur eine Menge Vorschläge.

Einer der einfachsten Klangregler ist in Bild 25 dargestellt. Eine ebenfalls recht brauchbare Schaltung eines Klangreglers zeigt Bild 26. Dieser Klangeinsteller arbeitet mit frequenzabhängiger Gegenkopplung. Zu beachten ist, daß der Ausgangswiderstand des Vorverstärkers kleiner als $600\ \Omega$ sein sollte.

Integrierter Endverstärker für 20 Watt

Der in Bild 27 angegebene 20-Watt-Endverstärker ist mit einem integrierten Operationsverstärker aufgebaut. Auf den ersten Blick fällt einem das Fehlen jeglicher Elektrolyt- und Tantalkondensatoren auf. Außerdem erübrigt sich das lästige Arbeitspunkteinstellen, das bei vielen konventionell aufgebauten Verstärkern

die Verwendung eines Oszillografen erfordert. Es handelt sich also um eine Schaltung, für deren Aufbau keinerlei Vorkenntnisse erforderlich sind. Man sollte sich jedoch hüten, Gleichspannung an den Eingang zu legen. Dies könnte die Zerstörung von Schaltung und Lautsprecher zur Folge haben. Da Elektrolyt- und Tantalkondensatoren mitunter recht hohe Leckströme haben können, empfiehlt sich die Ankopplung der Eingangsspannung mittels Metallpapierkondensatoren.

Wären die beiden Endstufentransistoren mit ihren Kühlblechen nicht so groß, könnte der ganze Endverstärker in einer Streichholzschachtel Platz finden. Der integrierte Operationsverstärker MC 1433G sowie der Schaltungsvorschlag stammen von der Fa. Motorola.

Folgende Daten werden für den Endverstärker angegeben:

Der Frequenzgang geht von 0 Hz, also Gleichspannung, bis 20 kHz. Bei 20 kHz fällt die Ausgangsamplitude erst um 1,5 dB ab.

Die maximale Ausgangsleistung ist 20 Watt bei reiner Sinusansteuerung. Der Klirrfaktor ist bei 20 Watt Ausgangsleistung kleiner als 0,7 %. Der Eingangswiderstand beträgt $11\ \text{k}\Omega$. Für 20 Watt Ausgangsleistung an einem $4\text{-}\Omega$ -Lautsprecher ist am Verstärkereingang 1 V Wechselspannung erforderlich. Die Stiftbelegung des MC 1433G wird in Bild 28 gezeigt.

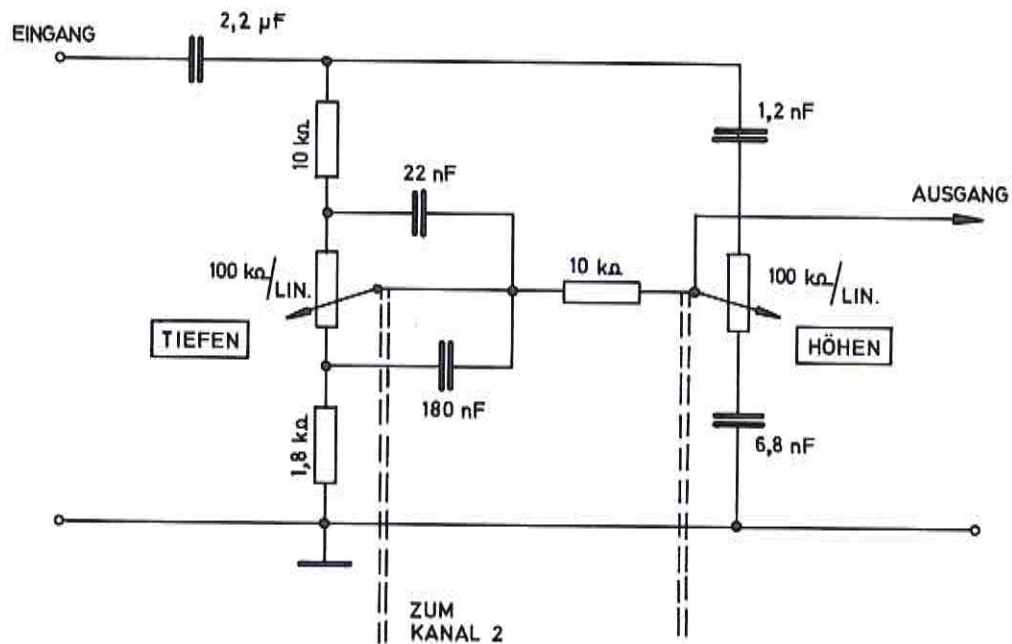


Bild 25
Einfacher Höhen- und Tiefenregler
(nach Siemens-Unterlagen)

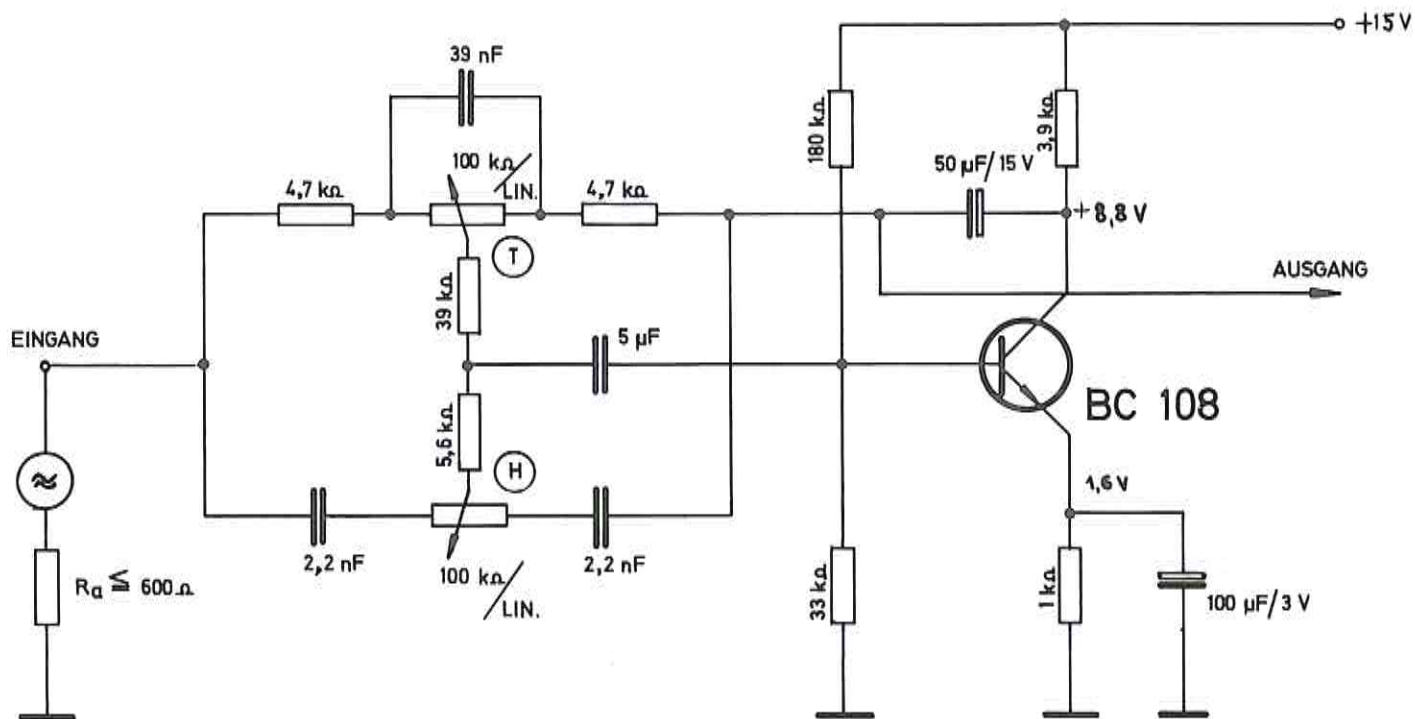


Bild 26
Höhen- und Tiefenregler mit Gegenkopplungsnetzwerk
(nach Valvo-Unterlagen)

Ähnliche Typen:
 BC 107 npn Pärchen
 BC 177 pnp
 2 N 3055 npn Pärchen
 AD 131 pnp Pärchen

KÜHLBLECHE
 ENTSPRECHEND
 BILD 21a VORSEHEN

EINGANG
 $1V_{\approx}$ FÜR 20 W

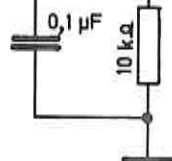
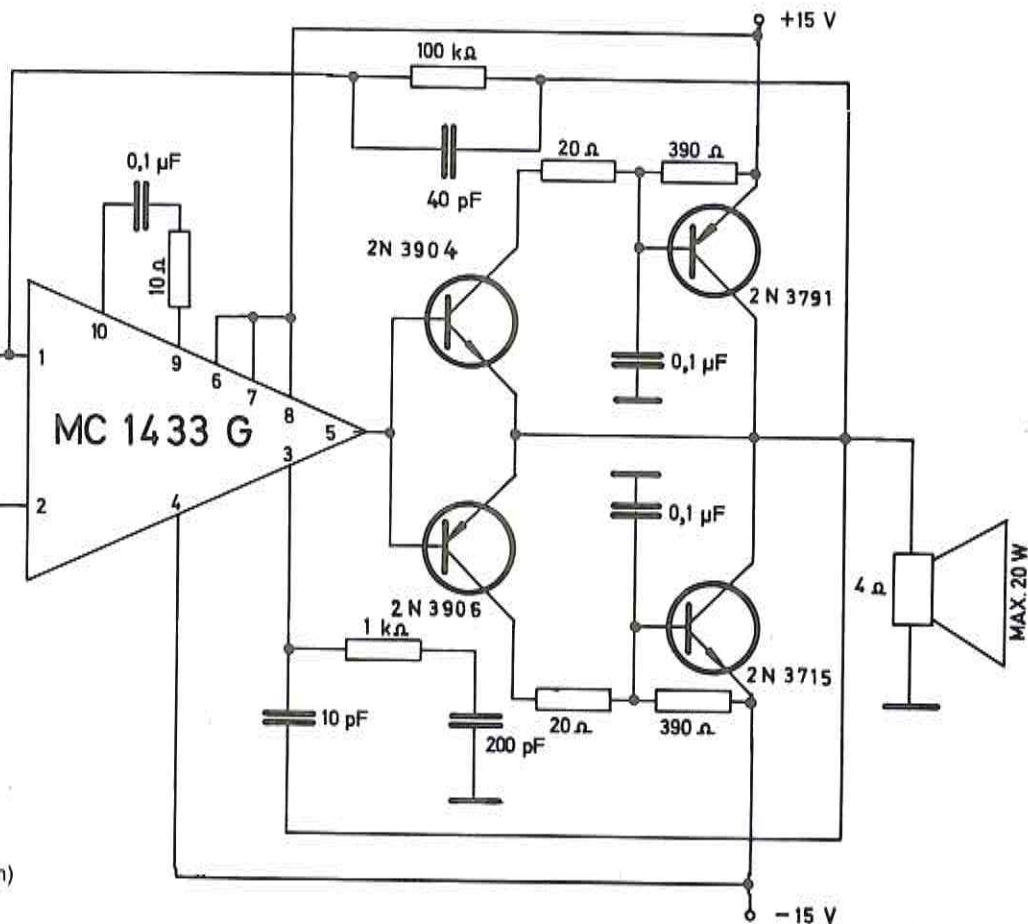


Bild 27
 Endverstärker für 20 W
 mit dem integrierten
 Operationsverstärker
 MC 1433 G
 (nach Motorola-Unterlagen)



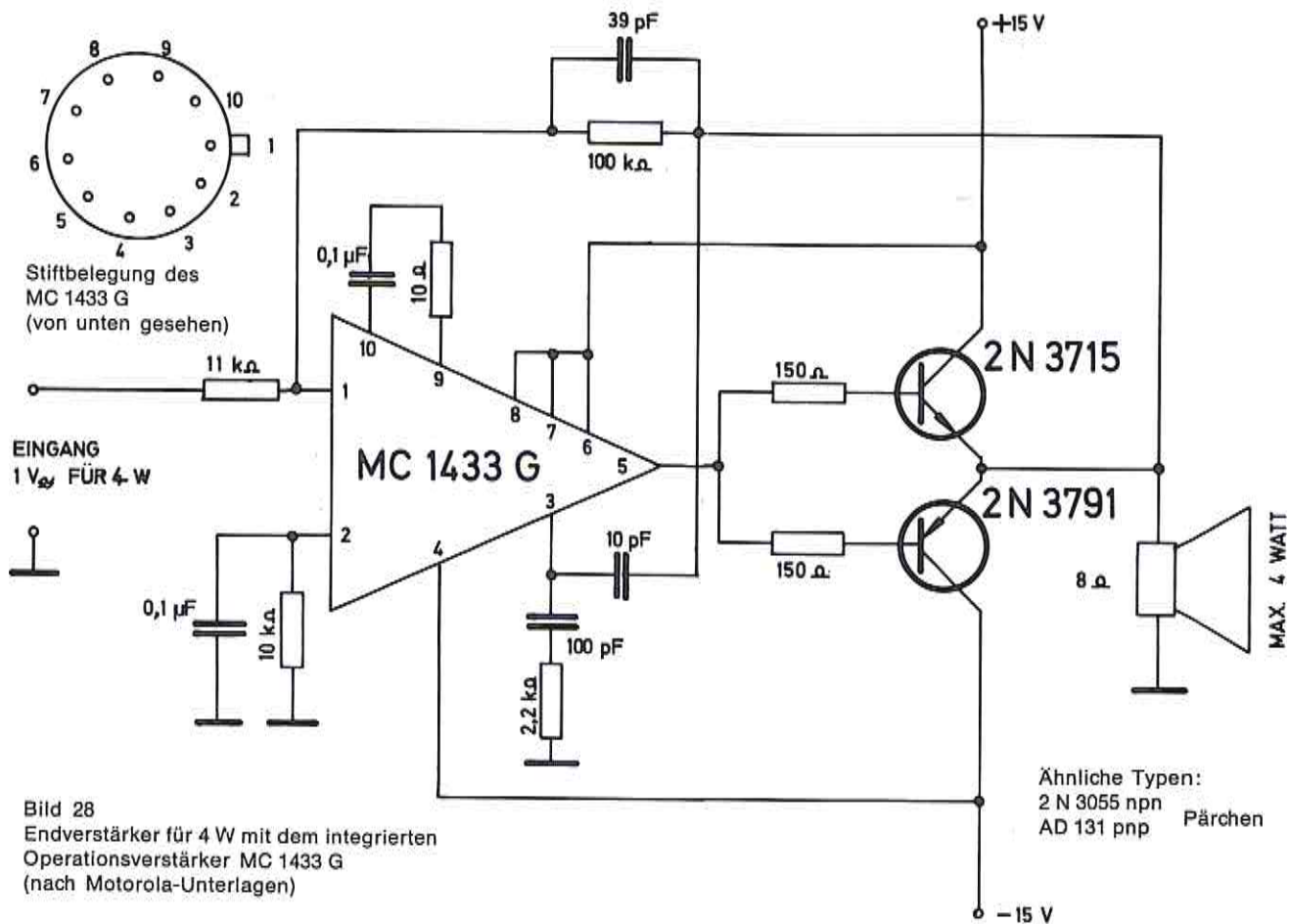


Bild 28
 Endverstärker für 4 W mit dem integrierten
 Operationsverstärker MC 1433 G
 (nach Motorola-Unterlagen)

Integrierter Endverstärker für 4 Watt

Wer mit 2 x 20 Watt Ausgangsleistung in einer Neubauwohnung nichts anzufangen weiß, der kann auf die Treibertransistoren und die relativ großen Kühlbleche der Endtransistoren verzichten und eine einfachere Schaltung mit 4 Watt Ausgangsleistung bauen. Diese Schaltung ist in Bild 28 wiedergegeben. Der Klirrfaktor ist kleiner als 0,6 % bei 4 Watt Ausgangsleistung. Die Lautsprecherimpedanz sollte 8 Ω sein.

Für 4 Watt Ausgangsleistung ist wieder 1 Volt Wechselspannung am Eingang erforderlich.

Da mit 0,1 Watt Lautsprecherleistung bereits gute Zimmerlautstärke erreicht wird, ist die 4-Watt-Schaltung für normale Ansprüche völlig ausreichend. Bei Stereo kommt ja nochmals ein Kanal mit 4 Watt dazu. Jetzt fehlt nur noch eine brauchbare Stromversorgung zum Aufbau einer vollständigen Stereoanlage.

Stromversorgung für 2 x 15 Volt

Die Stromversorgungsschaltung entsprechend Bild 29 ist recht einfach. Da es ohne besondere Vorrichtung ein mühsames Geschäft ist, einen Transformator selbst zu wickeln, empfiehlt sich die Besorgung eines passenden Exemplares. Die beiden Sekundär-

spannungen sollten sich zwischen 18 und 24 V_{eff} bewegen, und je nach gewählter Schaltung mit 1 A bzw. 3 A belastbar sein. Die Größe der Kühlbleche für die Längstransistoren richtet sich nach der geforderten Dauerbelastung.

Stereoverstärker-Gesamtschaltung

In Bild 30 finden wir die Gesamtschaltung eines einfachen Stereoverstärkers.

Der Verstärker ist für den Anschluß an Kristalltonabnehmer ausgelegt. Als Vorverstärker finden wir die in Bild 22 bereits besprochene Schaltung. Dazu wurde ein sehr einfacher Klangregler gewählt. Abgeschlossen werden beide Kanäle mit je einem 20-Watt-Endverstärker aus Bild 27. Zur Auskopplung vom Vorverstärker ist auf jeden Fall ein 2,2- μ F-Metallpapierkondensator vorzusehen. Es ist empfehlenswert, die beiden Verstärkerkanäle räumlich etwas getrennt aufzubauen, um das Übersprechen gering zu halten. Wichtig ist auch, daß man die vier Tandempotentiometer richtig anschließt und somit also Gleichlauf für beide Verstärker erzielt wird. Der Balance-Regler muß gegenläufig angeschlossen werden, sodaß man auf dem linken und rechten Kanal ein „Lautstärkegleichgewicht“ einstellen kann. In Bild 30 wurden die -15 V und $+15$ V Anschlußpunkte aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht miteinander verbunden.

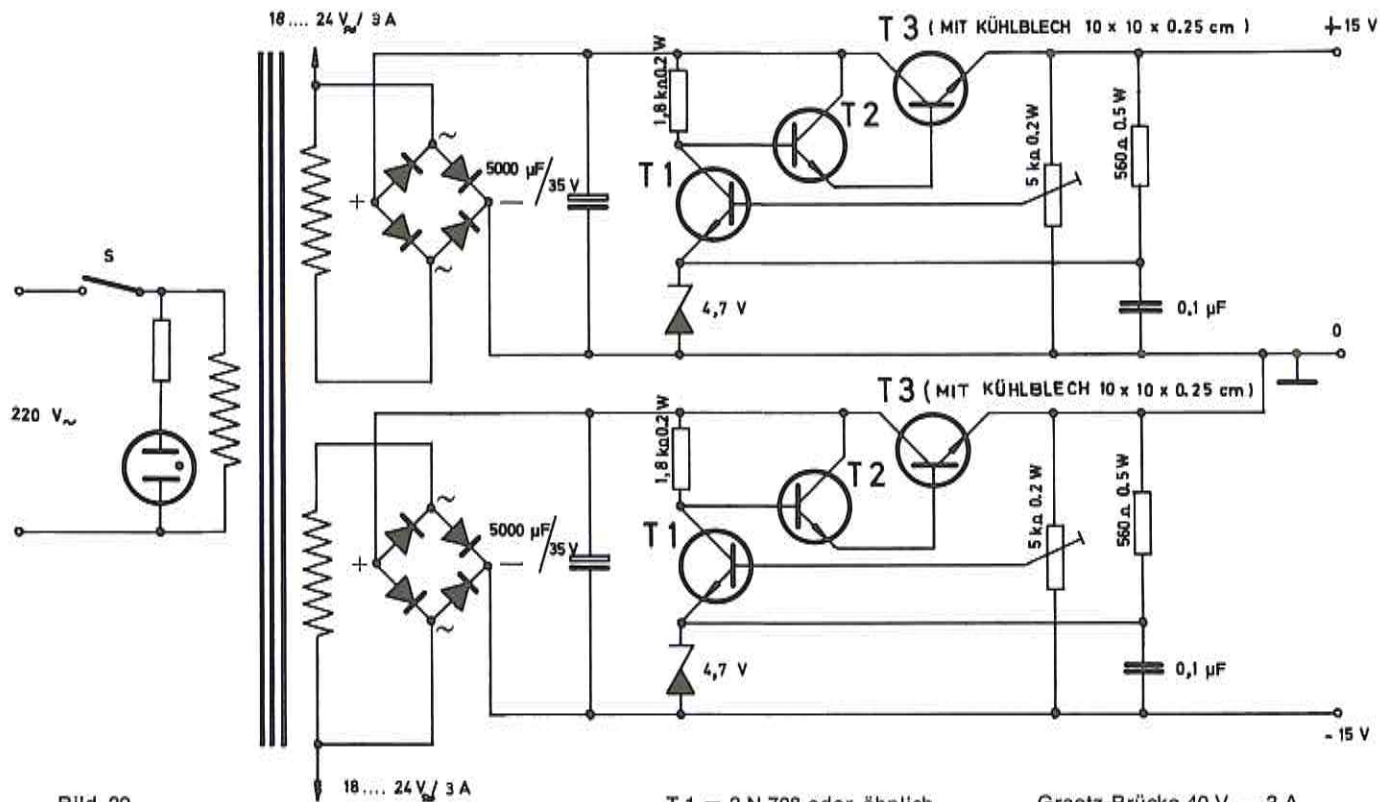


Bild 29
Stromversorgung
für Stereoverstärker

T1 = 2 N 708 oder ähnlich
T2 = 2 N 1613 oder ähnlich
T3 = 2 N 3055 oder ähnlich

Graetz-Brücke 40 V — 3 A
Zenerdiode BZY 85 C4 V7 TFK

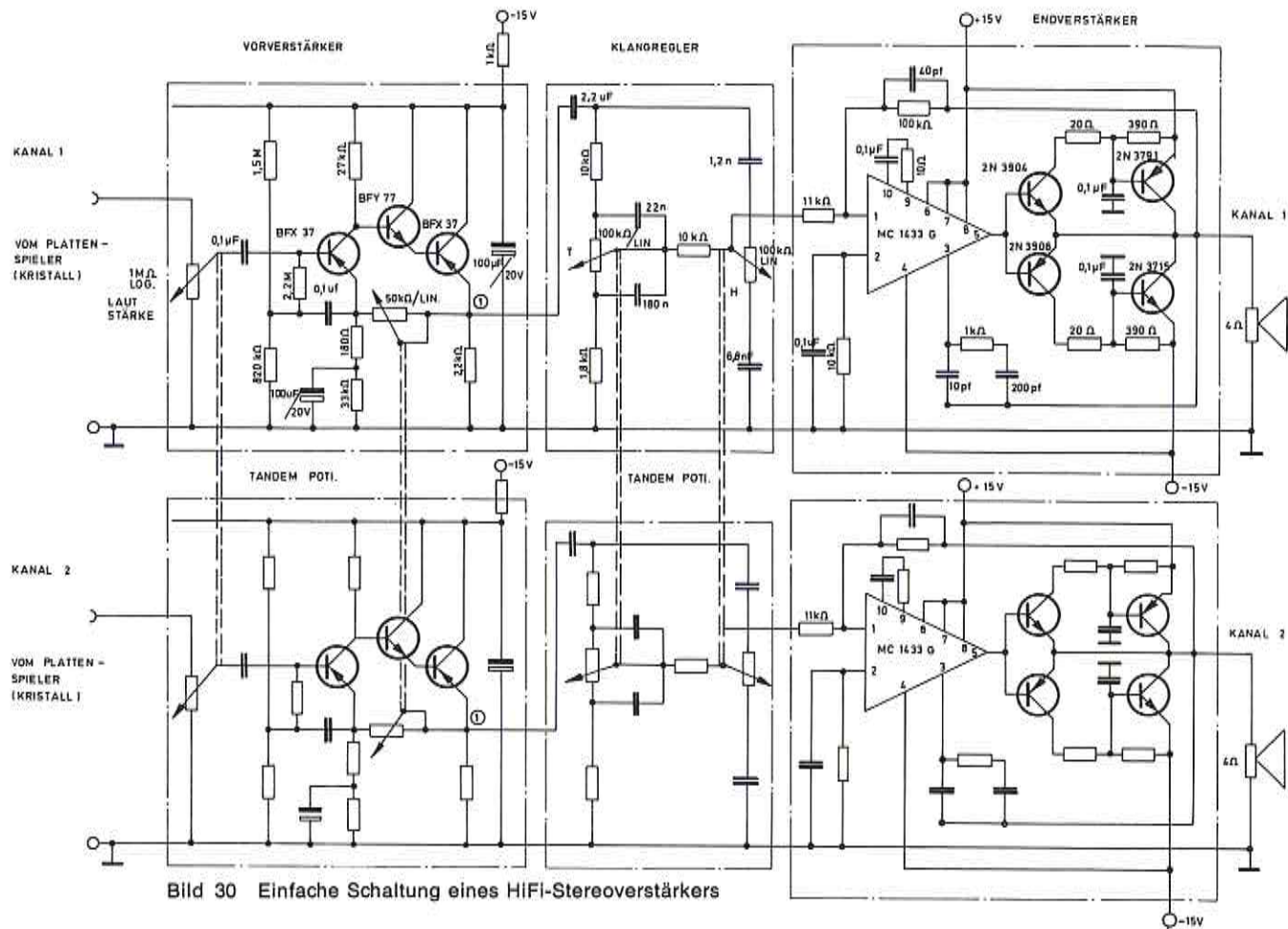
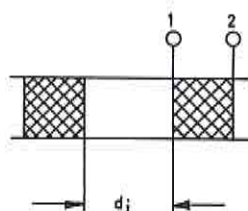
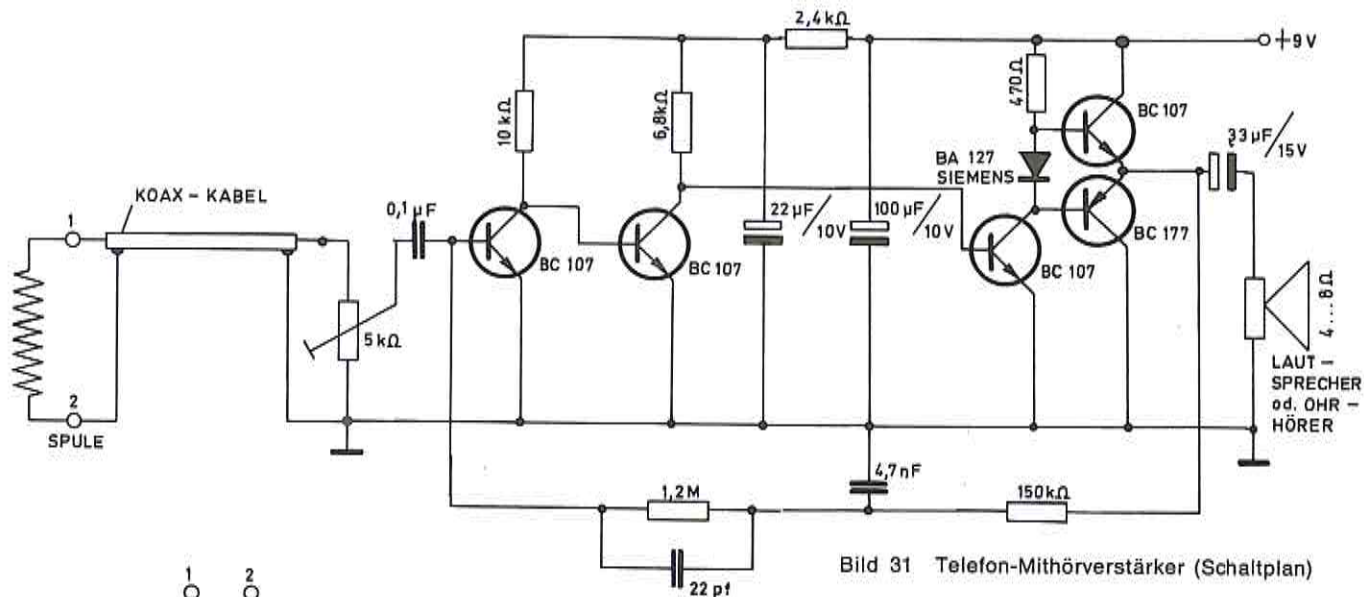


Bild 30 Einfache Schaltung eines HiFi-Stereoverstärkers

Telefonmithörverstärker

Wie der Name schon sagt, kann man mit einem Telefonmithörverstärker Telefongespräche mithören. Außer dem Verstärker ist dazu eine Mithörspule erforderlich, mit der man den Telefonapparat nach der günstigsten Empfangslage absucht.

Da solche Verstärker sehr empfindlich sind, ist ein sauberer Aufbau für die einwandfreie Funktion des Verstärkers unumgänglich. Am besten wird die Schaltung in Bild 31 auf geätzte Leiterplatten oder Veroboard-Platinen gebaut. Was die Bestückung der Platine betrifft, sollten die Bauelemente so angeordnet werden, daß sie in ihrer räumlichen Lage mit den jeweiligen Positionen der Bauelemente auf dem Schaltplan in etwa übereinstimmen. Dies spart hinterher nicht nur viel Ärger bei der Fehlersuche, auch Schwingneigungen lassen sich damit von vornherein vermeiden. Der Verstärker ist so stark gegengekoppelt, daß er gegen Stromverstärkungsstreuungen der einzelnen Transistoren ziemlich unempfindlich ist. Deshalb können auch die verschiedensten Transistortypen Verwendung finden. Die lästige Brummempfindlichkeit, die solch hochempfindlichen Verstärkern eigen ist, wurde durch entsprechende Dimensionierung fast völlig beseitigt. Die Komplementär-Endstufentransistoren müssen für unsere Ansprüche nicht unbedingt auf gleiche Stromverstärkung ausgesucht werden. Besonders zu beachten ist, daß die Empfangsspule dem Lautsprecher nicht zu nahe kommt



Spule:
 3000 ... 5000 Wdg.
 0,08 ... 0,12 ϕ CuL
 $d_i \geq 15$ mm

und damit ein häßliches Rückkopplungspfeifen entsteht. Außerdem darf man die Lautstärke nicht zu weit aufdrehen, bzw. den Lautsprecher nicht zu nahe an den Hörer bringen, um das Entstehen einer akustischen Rückkopplung zu vermeiden, die sich ebenfalls durch lautes Pfeifen bemerkbar macht. In Bild 32 ist gezeigt, wie die Spule am Telefon angelegt wird.

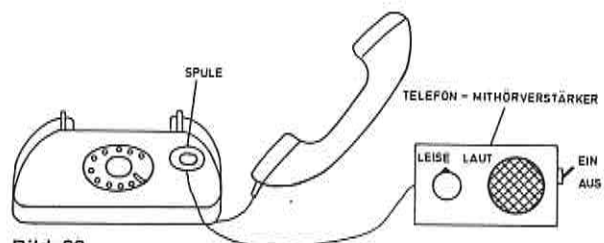


Bild 32
So wird die Spule am Telefon angelegt

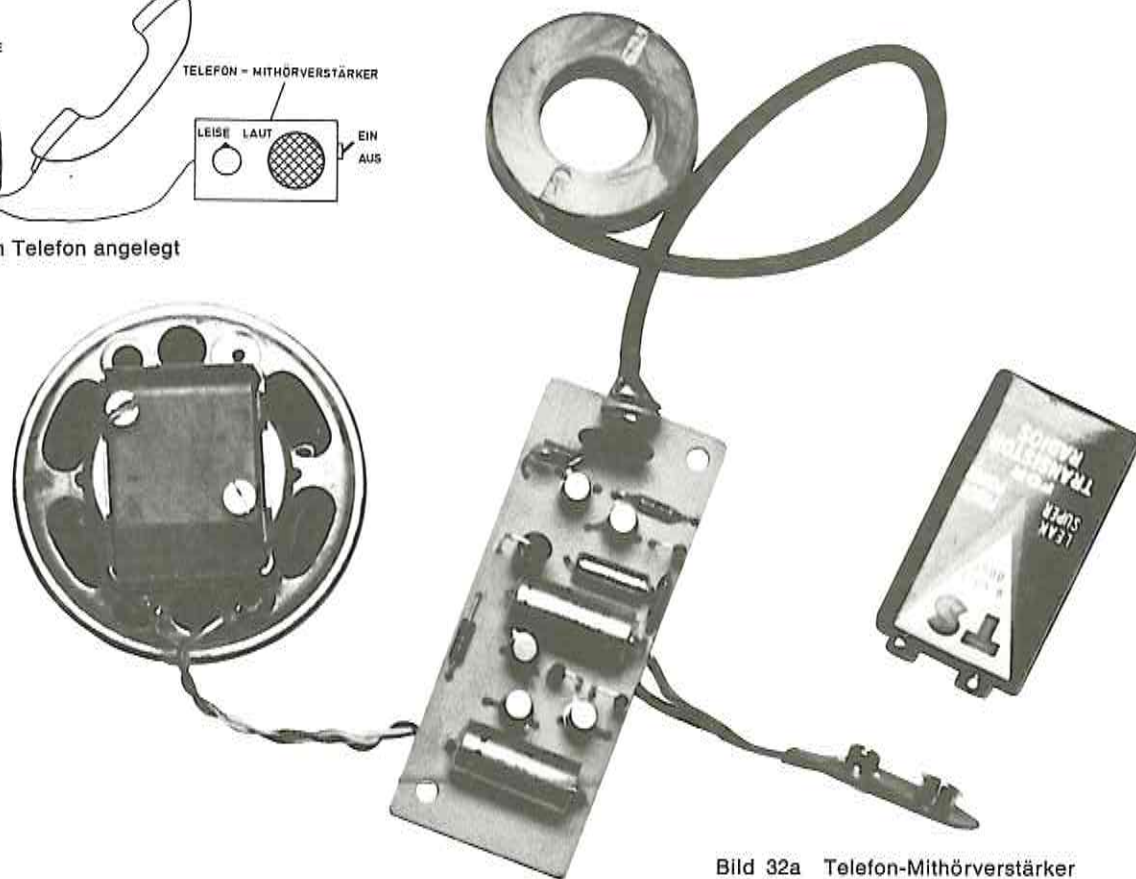


Bild 32a Telefon-Mithörverstärker

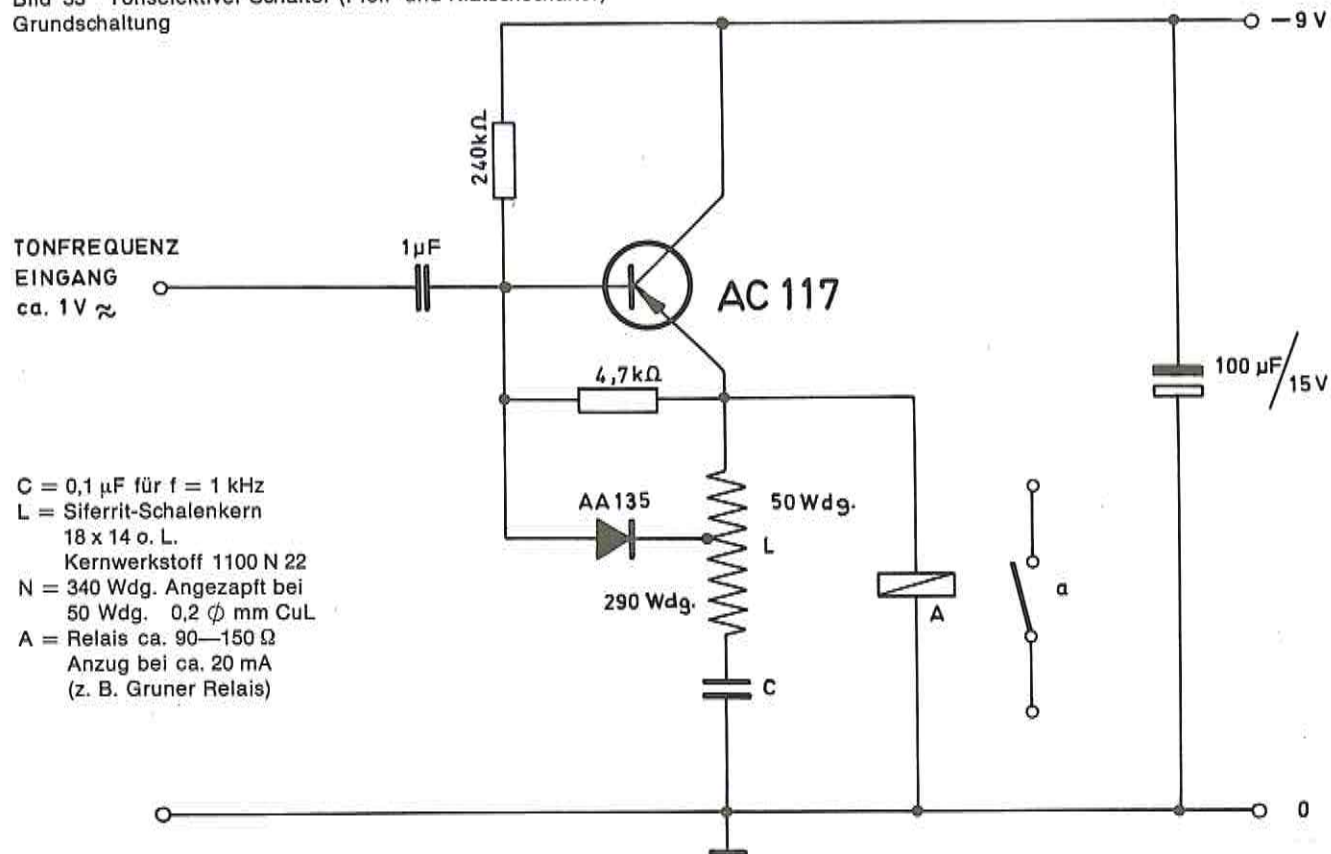
Pfeif- und Klatschschalter

Als nächstes bauen wir ein reizvolles Party-Spielzeug, nämlich Schalter, die auf Pfeifen und Klatschen reagieren. Durch Pfeifen eines bestimmten Tones oder durch Händeklatschen kann auf diese Weise z. B. die Beleuchtung aus- und eingeschaltet werden. Natürlich erfordert es anfangs etwas Übung, auf Anhieb den richtigen Ton zu pfeifen. Wenn in der Musik zufälligerweise derselbe Ton auftritt, spricht die Schaltung natürlich auch darauf an, und bringt das Licht kurzzeitig zum Brennen oder zum Verlöschen. Diesen Musikeinfluß kann man jedoch durch eine Verzögerungsschaltung verhindern. Dadurch spricht der Schalter erst dann an, wenn der richtige Ton ein paar Sekunden lang gepfiffen wird.

Die Grundsaltung des Pfeif- und Klatschschalters ist in Bild 33 angegeben. Wie man sieht, handelt es sich um einen einfachen tonselektiven Schalter.

Der Schalter ist in seiner Funktion leicht zu durchschauen. Im Emitter des Transistors liegt ein Reihenresonanzkreis. Entspricht die am Eingang der Schaltung angelegte Tonfrequenz der Resonanzfrequenz des Kreises, tritt an der Spule und am Kondensator eine hohe Resonanzspannung auf. Ein Teil dieser Spannung wird mit der Diode gleichgerichtet und auf die Basis geführt. Die Spannung ist so gerichtet, daß sie den Transistor öffnet. Der nun einsetzende Kollektorstrom schaltet das Relais. Es empfiehlt sich, ein empfindliches Relais zu verwenden, um schon mit einer

Bild 33 Tonselktiver Schalter (Pfeif- und Klatschschalter)
Grundschaltung



C = 0,1 μ F für f = 1 kHz
L = Siferrit-Schalenkern
18 x 14 o. L.
Kernwerkstoff 1100 N 22
N = 340 Wdg. Angezapft bei
50 Wdg. 0,2 ϕ mm CuL
A = Relais ca. 90—150 Ω
Anzug bei ca. 20 mA
(z. B. Gruner Relais)

geringen Eingangswechselspannung ein sicheres Ansprechen zu gewährleisten. Die Ansprechfrequenz legt man zweckmäßigerweise in die Gegend um 1 kHz ($C = 0,1 \mu\text{F}$), da solche Töne leicht zu pfeifen sind. Die Resonanzfrequenz läßt sich mit dem Kreiskondensator in weiten Grenzen variieren. Nun ist leicht einzusehen, daß das Relais nur solange angezogen bleibt, wie der richtige Ton gepfiffen wird. Wir wollen aber z. B. ein Gerät mit einem kurzen Pfiff einschalten und mit einem weiteren Pfiff wieder ausschalten. Um dies zu erreichen, schalten wir mit dem a-Kontakt in Bild 34 ein weiteres Relais, und zwar ein sog. Stromstoßrelais. Ein derartiges Relais schaltet mit einem Stromstoß einen Stromkreis ein und mit dem nächsten Stromstoß wieder aus. Das Stromstoßrelais ist praktisch ein mechanisches Flip-Flop. Da Stromstoßrelais ziemlich viel Schaltstrom benötigen, legt man sie zweckmäßigerweise nicht in den Emitterkreis des Schalttransistors. Wie in Bild 34 gezeigt wird, schaltet der a-Kontakt des empfindlichen Relais das Stromstoßrelais. In dieser Ausführung spricht die Schaltung jedoch auch auf Händeklatschen und Musik an. Wenn dies unerwünscht ist, müssen wir das Stromstoßrelais verzögert zum Ansprechen bringen. Was dazu noch erforderlich ist, geht aus Bild 35 hervor. Schließt der a-Kontakt nur kurze Zeit, reicht dies nicht aus, den Elektrolytkondensator soweit aufzuladen, daß das Stromstoßrelais anspricht. Man ist also gezwungen, den

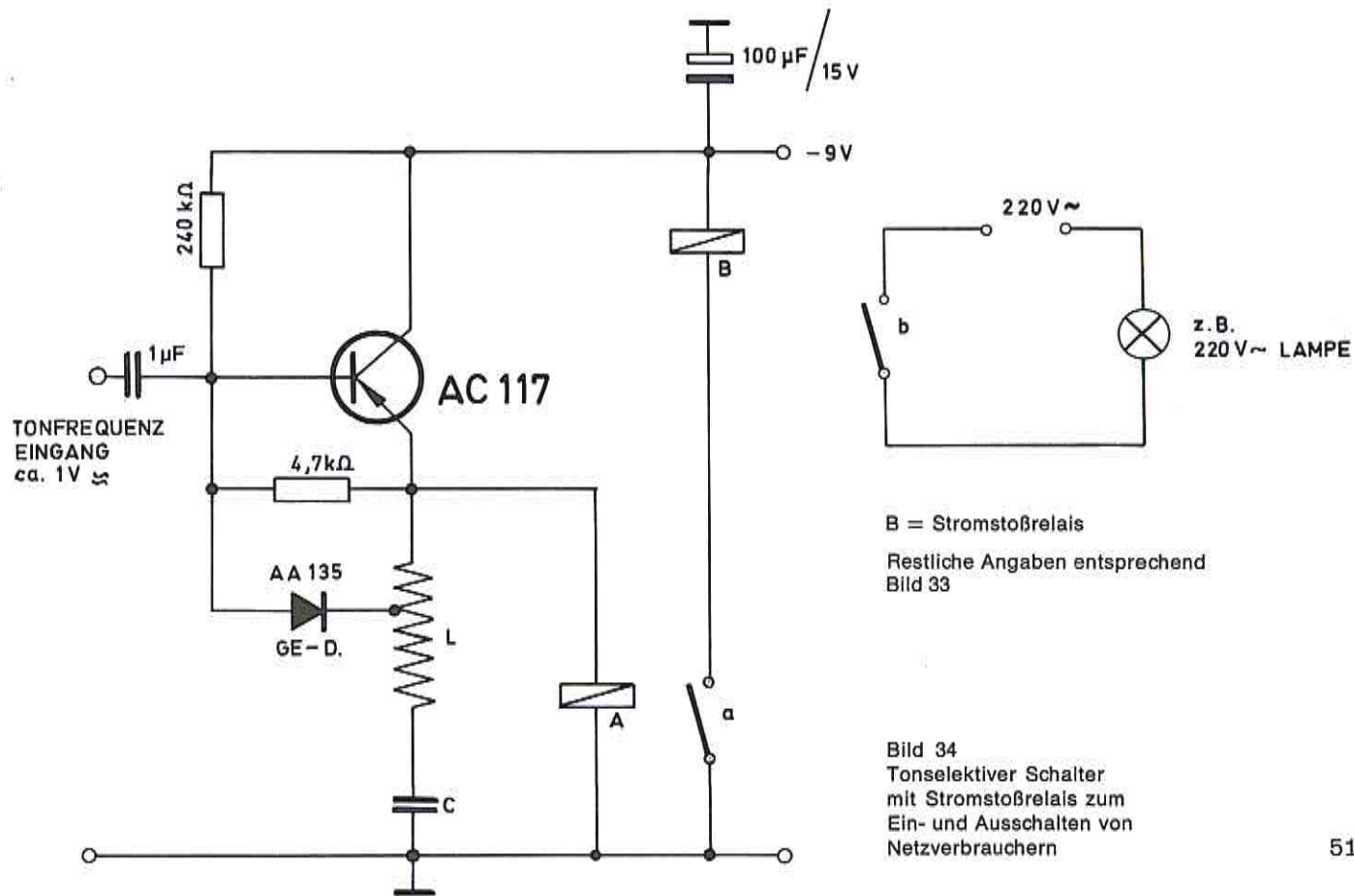
richtigen Ton entsprechend lange zu pfeifen. Die Zeit bis zum Ansprechen, in unserem Fall einige Sekunden, kann mit dem Trimmwiderstand nach den jeweiligen Wünschen eingestellt werden. Zum Betrieb der ganzen Anlage fehlt noch eine passende Ansteuerung. Zur Ansteuerung können wir unter anderem die im folgenden beschriebenen NF-Verstärker verwenden.

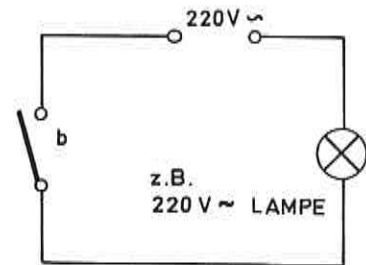
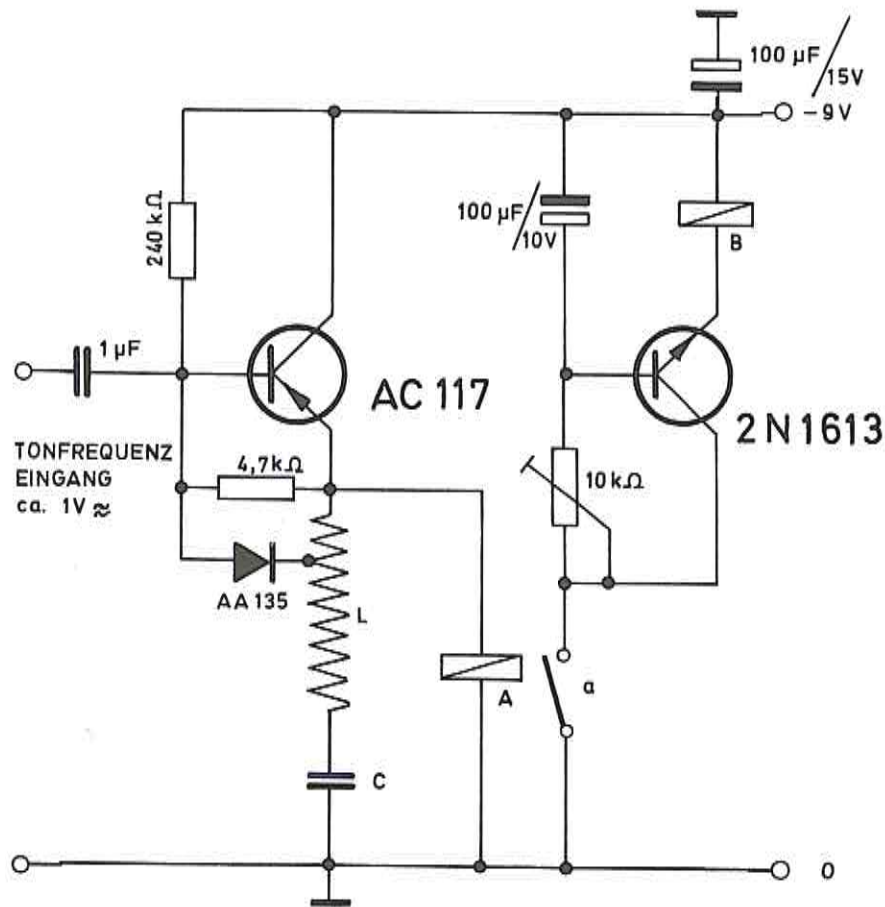
Zwei integrierte NF-Verstärker zur Ansteuerung

Der Verstärker in Bild 36 stammt von der Fa. Siemens. Zur Arbeitspunkteinstellung dieses Verstärkers empfiehlt sich die Verwendung eines Oszillografen. Die Schaltung ist zur Ansteuerung des tonselektiven Schalters bestens geeignet (siehe Bild 38).

Einen 1-Watt-Verstärker der Fa. Valvo zeigt Bild 37. Diese Schaltung macht im Aufbau und in der Arbeitspunkteinstellung keinerlei Schwierigkeiten. Der Arbeitspunkt kann mit einem normalen Vielfachinstrument eingestellt werden.

Zum Betrieb eines hochempfindlichen tonselektiven Schalters kann die zuletzt genannte Schaltung mit einer zusätzlichen Transistorstufe erweitert werden. Die um diese Vorstufe erweiterte Schaltung wird in Bild 39 gezeigt.





B = Stromstoßrelais

Restliche Angaben entsprechend
Bild 33

Bild 35
Tonselektiver Schalter
mit Ansprechverzögerung

Bild 35a
Zwei Stromstoßrelais

Bild 35b
Pfeischalter-Verstärker, Tonselektive Stufe
und Ansprechverzögerung

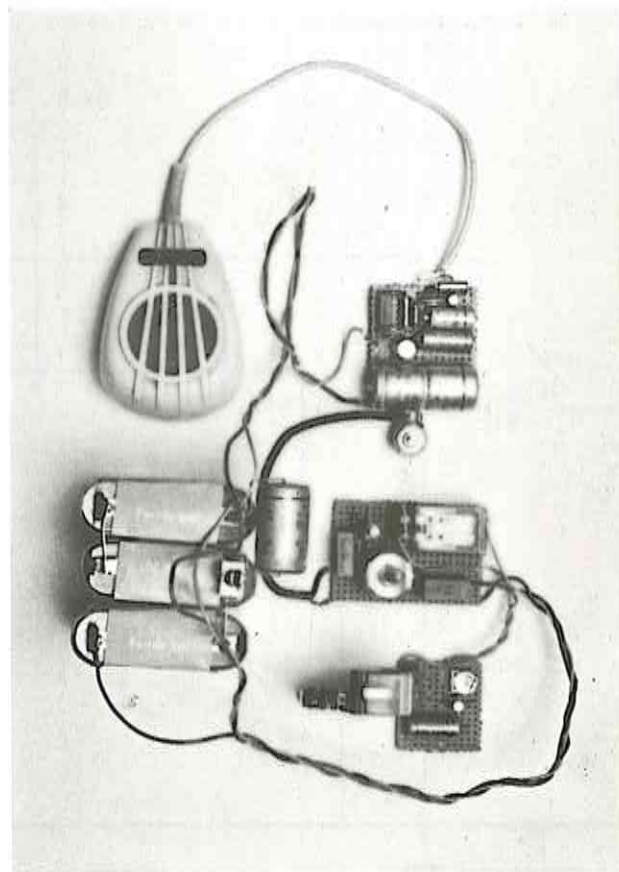
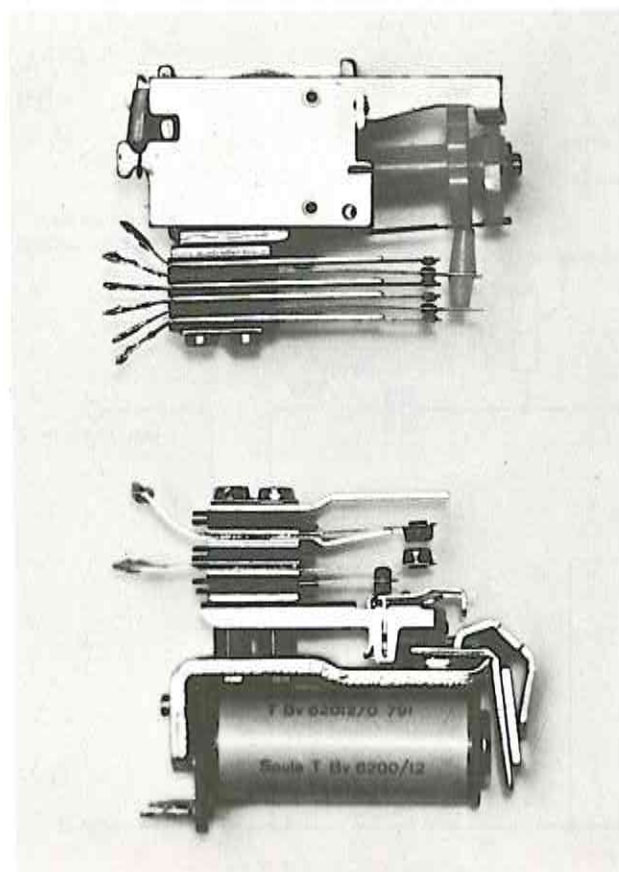


Bild 36 Integrierter Verstärker TAA 111 der Fa. Siemens

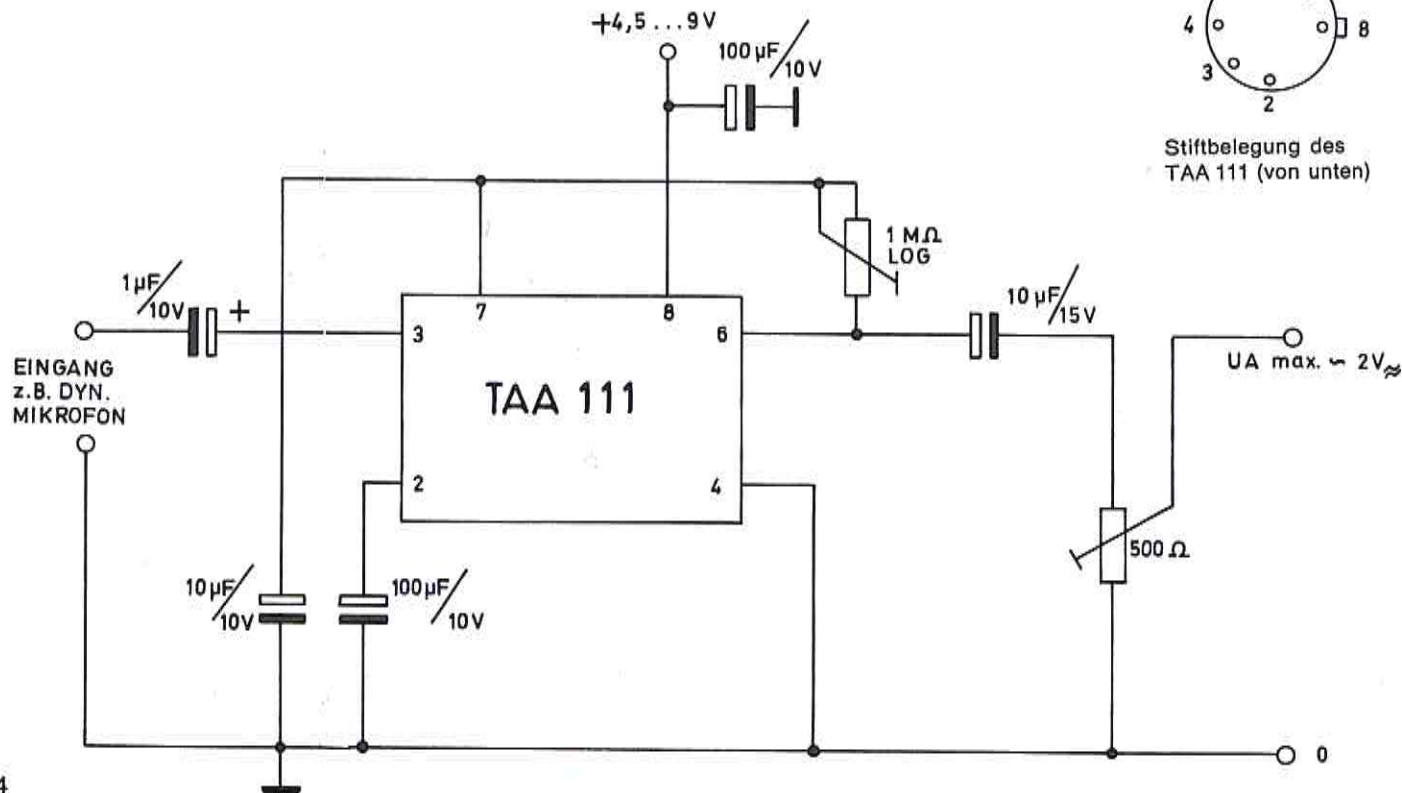
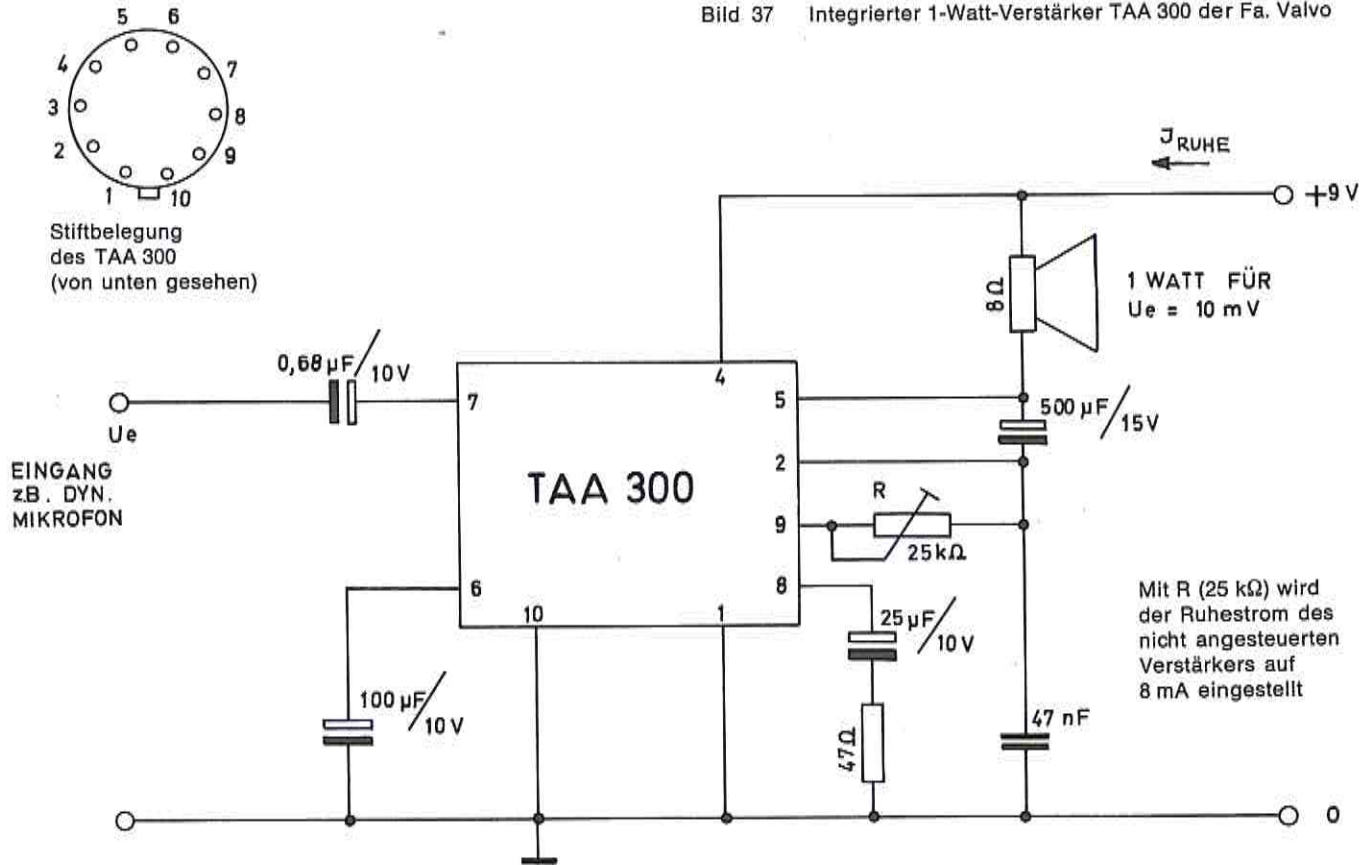


Bild 37 Integrierter 1-Watt-Verstärker TAA 300 der Fa. Valvo



Zwei vollständige Anlagen

In Bild 38 und Bild 39 sind zwei vollständige Schaltungen von einfachen, tonselektiven Anlagen angegeben. Um wilde Schwingungen zu vermeiden, sollten die Mikrofonleitung sowie die Ansteuerleitung zur tonselektiven Stufe möglichst kurz sein. Werden Batterien zur Stromversorgung verwendet, empfiehlt es sich, deren Wechselstrom-Innenwiderstand mit einem großen Elektrolytkondensator (500—2500 μ F) klein zu halten. Grundsätzlich spielt es keine Rolle, mit welchem NF-Verstärker der tonselektive Schalter angesteuert wird. Es kann auch jeder etwa schon vorhandene Verstärker dazu benutzt werden. Am wenigsten Arbeit macht es, wenn man den Lautsprecher Ausgang eines Radioapparates auf den Eingang des tonselektiven Schalters führt. Am Grammofoneingang muß dann ein passendes Mikrofon angeschlossen sein.

Baut man den tonselektiven Schalter ohne entsprechende Relaisanzugsverzögerung, reagiert er auch auf Störgeräusche, besonders dann, wenn die Empfindlichkeit hoch aufgedreht ist. Dies rührt daher, daß in den Geräuschen die verschiedensten Frequenzanteile enthalten sind, die in den Ansprechbereich fallen können. Dies führt auch zu dem Effekt, daß je nach dem Klang des Händeklatschens und der Wahl des Resonanz-Kreiskondensators ein Ansprechen der Schaltung ausgelöst werden kann.

Aus der Spionage-Literatur sind raffinierte Telefonüberwachungsanlagen bekannt, die auf der Grundlage des tonselektiven Schalters arbeiten. Im Jargon werden sie „Harmoniumwanzen“ genannt.

Die Inbetriebnahme solcher Schaltungen ist natürlich verboten, doch der Neugier halber wollen wir kurz auf das Prinzip eingehen, um den nächsten Spionageroman oder -film besser zu verstehen. Spione bauen einen tonselektiven Schalter bei Gelegenheit in einen Telefonapparat ein. Dabei befindet sich dann kein Mikrofon am Verstärkereingang, sondern die zwei Telefonadern, welche das Gespräch übermitteln. Der Arbeitskontakt des verzögerten Stromstoßrelais liegt parallel zum Gabelkontakt, also dem Kontakt, der beim Abheben des Hörers geschlossen wird. Es versteht sich von selbst, daß diese Leute den Strom zum Betrieb der Anlage aus dem Telefonnetz entnehmen. Der prinzipielle Aufbau des präparierten Telefonapparates entspricht dem Bild 41.

Der Abhörer kann nun von irgendwoher die Nummer des präparierten Telefonapparates wählen. Nachdem der erste Ruftön (tütüt) hinausgeht, der ja mit dem Klingelzeichen des Angerufenen zeitlich übereinstimmt, muß der Abhörer z. B. mit einer Mundharmonika einen Ton ins Mikrofon seines Telefonhörers blasen, der mit der Resonanzfrequenz des eingebauten tonselektiven Schalters übereinstimmt. Beim Angerufenen spricht daraufhin das Stromstoßrelais an. Des-

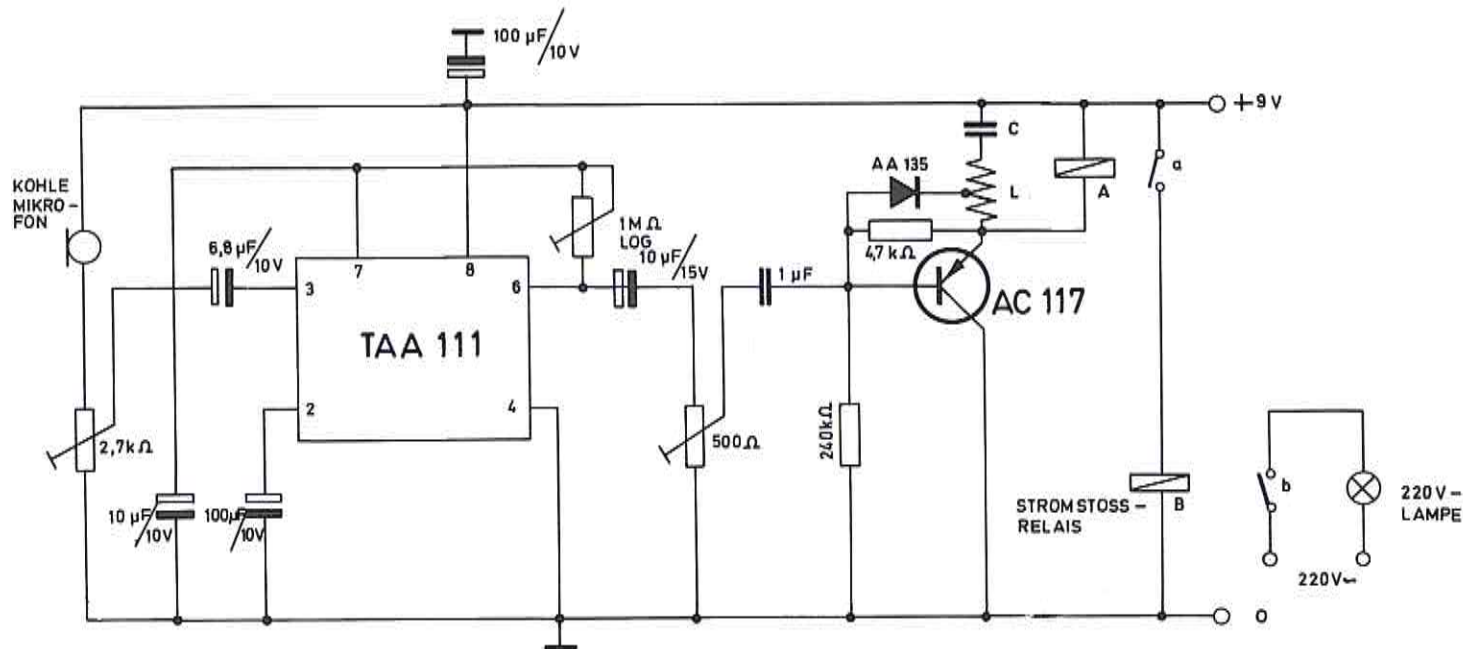


Bild 38 Ansteuerung des tonselektiven Schalters mit dem TAA 111

Restliche Angaben entsprechend Bild 33

sen Arbeitskontakt überbrückt nun den Gabelkontakt und übernimmt somit die Rolle des Angerufenen, der ja durch Abheben des Hörers ebenfalls den Gabelkontakt schließen würde. Die Verbindung zum Angerufenen ist somit hergestellt. Die in der näheren Umgebung des präparierten Telefonapparates geführten

Gespräche können nun vom Anrufer aus hunderten von Kilometern Entfernung mitgehört werden. Hat der Lauscher genug gehört, bläst er mit seiner Mundharmonika erneut den Resonanzton des tonselektiven Schalters und hebt damit die Verbindung zum Opfer seiner Neugier wieder auf.

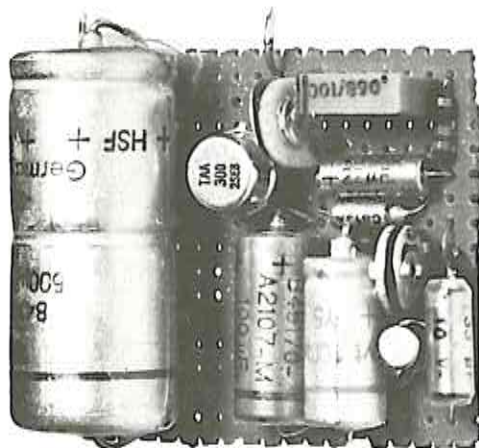
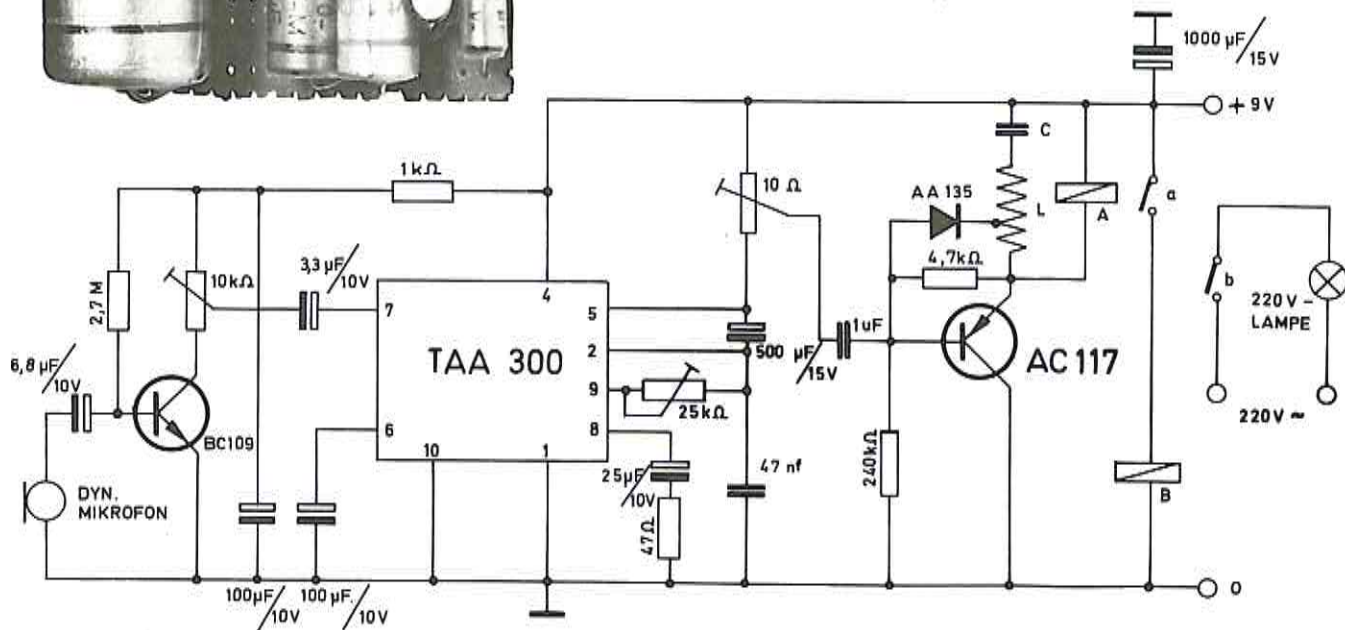


Bild 39a
Verstärker TAA 300
mit Vorstufe

Bild 39
Ansteuerung des tonselektiven Schalters
mit dem TAA 300
(mit Vorstufe zur Empfindlichkeitssteigerung)

B = Stromstoßrelais

restliche Angaben entsprechend
Bild 33



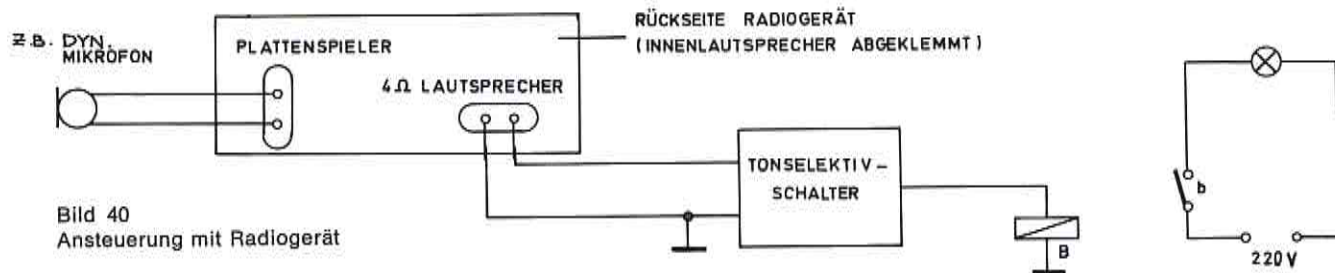


Bild 40
Ansteuerung mit Radiogerät

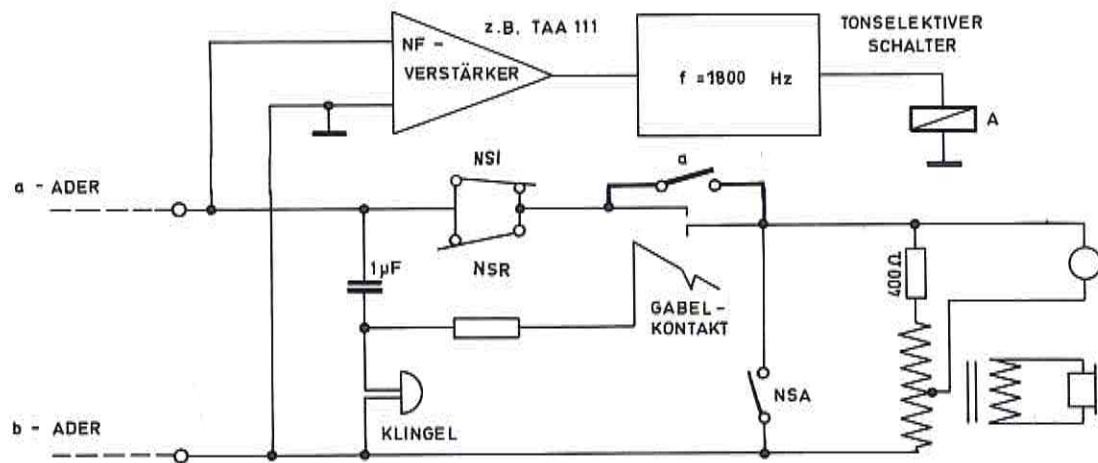


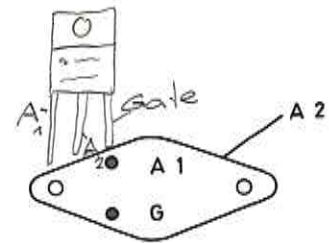
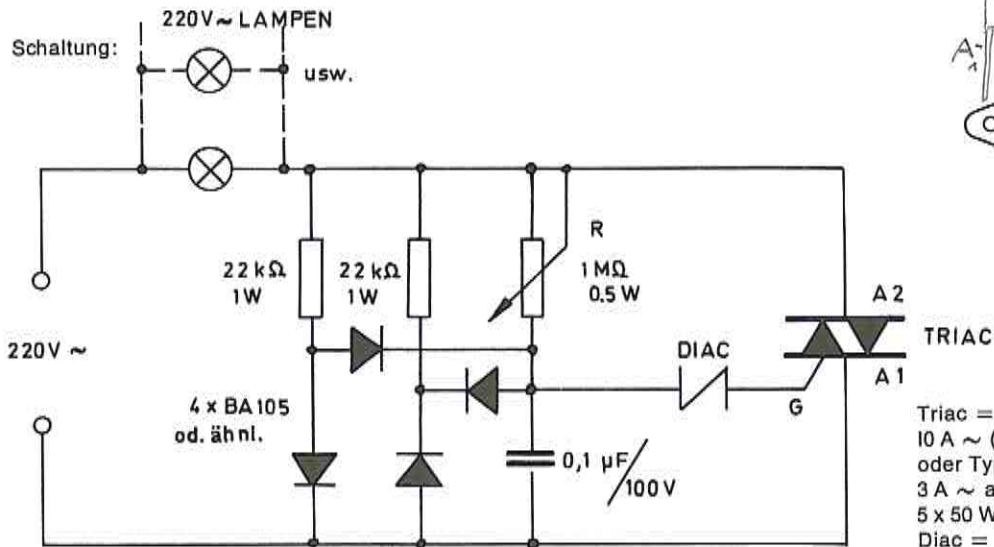
Bild 41
Mit der
Harmoniumwanze
präparierter
Telefonapparat
A = Verzögertes
Stromstoßrelais

Hell-Dunkel-Regler

Eine sehr einfache Schaltung zur stufenlosen Helligkeitsregelung von 220-Volt-Lampen ist in Bild 42 angegeben. Eine solche Schaltung benötigt so wenig Platz, daß sie ohne Schwierigkeit in einem Unterputz-Lichtschalter unterzubringen ist.

Ein Triac ist ein phasenanschnittsgesteuerter Wechselstromschalter in Halbleitertechnik.

Gezündet wird der Triac meist über einen Diac. In seiner Arbeitsweise ähnelt der Diac einer Glimmlampe. Der Zündzeitpunkt des Triacs wird von einem veränderlichen RC-Glied gesteuert. Mit dem Regelwiderstand R kann man die gewünschte Helligkeit stufenlos einstellen. Der Zündzeitpunkt wird dabei auf der Sinuskurve der Netzwechselspannung hin- und hergeschoben.



Stiftbelegung eines
Triacs (10 A ~)
(Fa. Transistron)
von unten gesehen

A 2 = Gehäuse

Triac = Typ BTW 14—400 für 400 V ~ und
10 A ~ (Fa. Transistron)
oder Typ BRY 45—400 für 400 V ~ und
3 A ~ ausreichend für
5 x 50 W Lampen
Diac = ER 900 (Fa. Transistron)

Phasenschnitt mit Diac und Triac

220V ~



● = ZÜNDZEITPUNKT

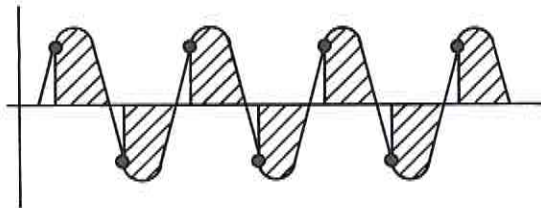
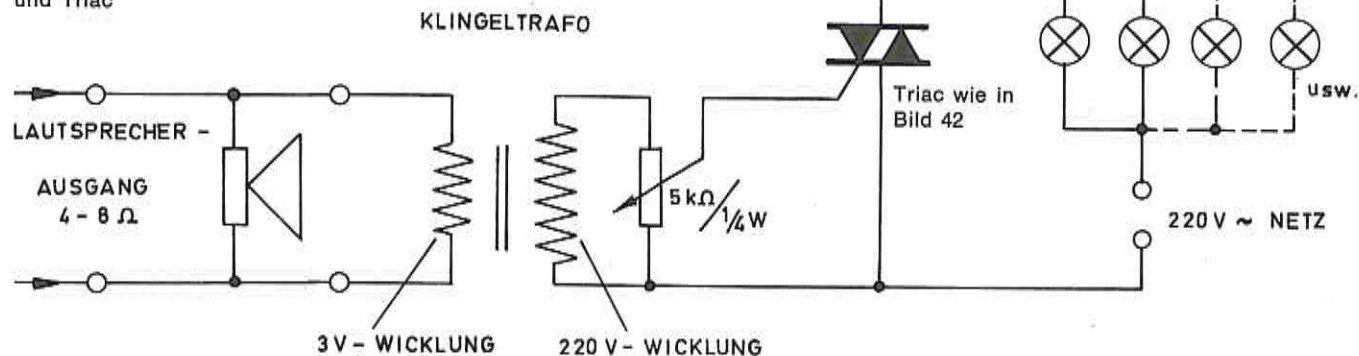


Bild 42
Hell-Dunkel-Regler mit
Diac und Triac

Beat-Licht

Eine für Beat-Party's bestens geeignete Schaltung ist in Bild 43 angegeben. Es handelt sich dabei um einen Helligkeitsregler, der vom Rhythmus der Musik beeinflusst wird. Erforderlich ist dazu lediglich ein Klingeltrafo und ein Triac. Die 3-V-Wicklung des Klingeltrafos wird an den Lautsprecherausgang eines Verstärkers oder Radios gelegt, während die 220-V-Wicklung auf ein Potentiometer führt, mit dem die Ansprechempfindlichkeit eingestellt werden kann. Für diese Schaltung eignet sich fast jeder handelsübliche 220-V-Triac.

Bild 43
Beat-Licht mit Klingeltrafo
und Triac



Geheimnisvoller Schalter

Eine sehr vielseitig verwendbare Schaltung ist in Bild 44 gezeigt. Werden die Kontakte a und b mit dem Finger oder beiden Händen überbrückt, zieht das Relais A an. Eine derartige Schaltung bezeichnet man als Kontaktschalter. Jeder Widerstand, zwischen 0 und ca. $10\text{ M}\Omega$, der zwischen die Kontakte a und b angelegt wird, kann den Schalter zum Ansprechen bringen. Die Ansprechschwelle, also der kritische Widerstandswert, bei dem das Relais kommen soll, wird mit dem $5\text{-k}\Omega$ -Potentiometer eingestellt. Wenn das Relais durch eingestreute Brummwechselspannungen zu flattern anfängt, kann der sehr hochohmige Eingang der Schaltung mit einem Kondensator abgeblockt werden. Macht man den Kondensator jedoch zu groß, führt dies zu einer unerwünschten Einschaltverzögerung. Da es viele Bauteile und Stoffe gibt, die teils feste, teils veränderliche elektrische Widerstände haben, gibt es für den Schalter eine Menge von Anwendungsmöglichkeiten. Man denke an Fotowiderstände, die bei Beleuchtung niederohmig werden, schwach leitende Flüssigkeiten, deren Füllstand angezeigt werden soll, Widerstände, welche von der Temperatur abhängen und vieles andere mehr.

Am besten greifen wir mal ein paar reizvolle Anwendungsfälle heraus.

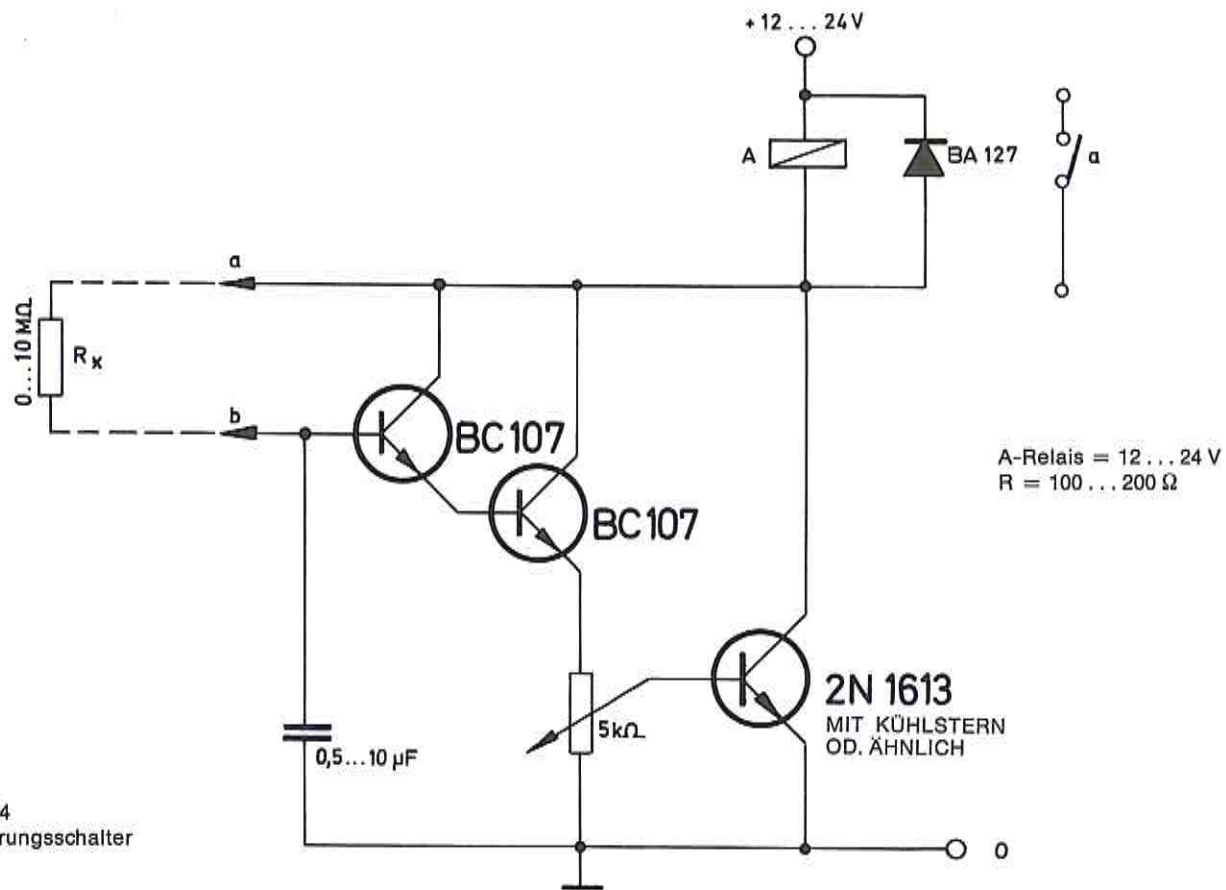


Bild 44
Berührungsschalter

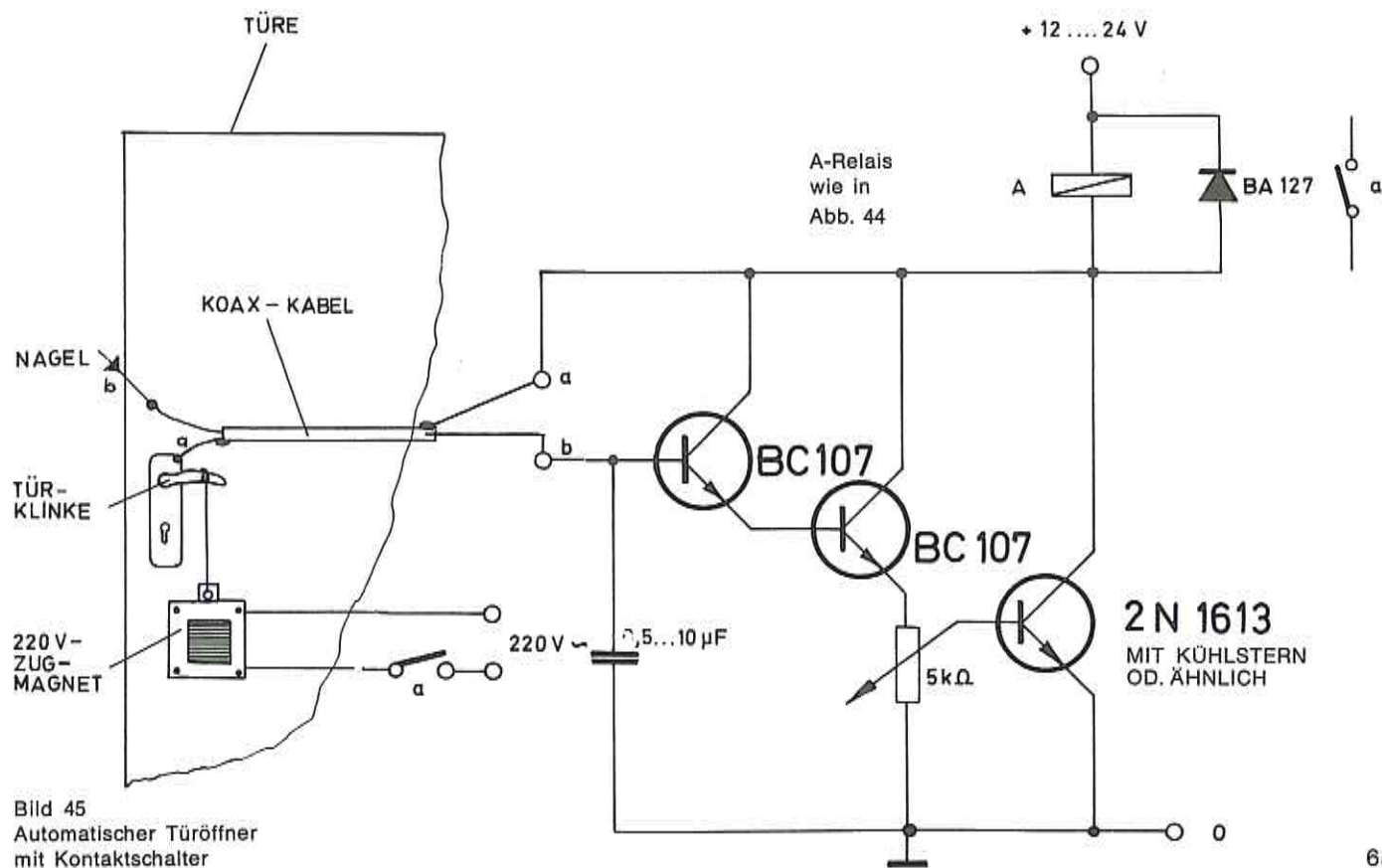


Bild 45
Automatischer Türöffner
mit Kontaktschalter

Mysterlöser Türöffner

In Bild 45 wird gezeigt, wie man mit dem Kontaktschalter auf recht einfache Weise einen automatischen Türöffner bauen kann.

Der Anschluß a wird mit der Türklinke verbunden. Anschließend schlagen wir von außen einen entsprechend langen Nagel in die Tür. An der Türinnenseite verbinden wir die herausragende Nagelspitze mit dem Anschluß b. Soll die geschlossene Tür nun von außen geöffnet werden, braucht man nur mit dem Finger oder beiden Händen Türknapf und Nagel zu überbrücken. Das Relais zieht daraufhin an und bringt mit seinem Arbeitskontakt einen 220-V-Hubmagnet zum Anziehen. Dieser zieht die Türklinke nach unten oder löst sonst irgend eine Sperre. Für die Leitung zu Türknapf und Nagel sollte ein Koaxialkabel verwendet werden, um Brummeinstreuungen zu verhindern.

Regenmeldegerät

Mit unserem Kontaktschalter kann ohne besondere Umstände ein einfaches Regenmeldegerät gebaut werden. Zu diesem Zweck braucht man nur entsprechend Bild 46 die beiden Anschlüsse a und b mit je einem Stück Fliegengitter zu verbinden. Die Gitter werden anschließend in einem Abstand von ca. 1 mm

isoliert übereinander angeordnet. Fallen nun Regentropfen auf die beiden Gitter, bringt deren geringe elektrische Leitfähigkeit das Lämpchen zum Leuchten, das die Stelle des Relais eingenommen hat.

Elektronischer Blumengieß器

Mit dem Kontaktschalter läßt sich eine elektronische Blumengießeinrichtung herstellen, die beispielsweise im Urlaub recht nützliche Dienste leisten kann. Die Funktion des in Bild 47 angegebenen Aufbaus ist sehr einfach. Man steckt die Kontaktleitungen a und b in einen Blumentopf. Trocknet die Erde im Blumentopf aus, vergrößert sich der elektrische Widerstand bis zur Abfallschwelle des Relais. Ein Ruhekontakt des Relais schaltet daraufhin eine kleine Spielzeugwasserpumpe ein, die den Blumentopf mit Wasser versorgt. Bei zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt der Blumenerde wird der Widerstand zwischen a und b kleiner, bis das Relais anzieht und damit den Wasserzulauf stoppt. Die beiden Meßfühler a und b sollten verchromt oder vernickelt sein, um eine gleichbleibende Ansprechschwelle zu gewährleisten (z. B. Fahrradspitzen oder Stricknadeln). Die Ansprechschwelle muß natürlich sorgfältig eingestellt werden, sodaß die Wasserzufuhr nicht erst einsetzt, wenn die Blume bereits vertrocknet ist.

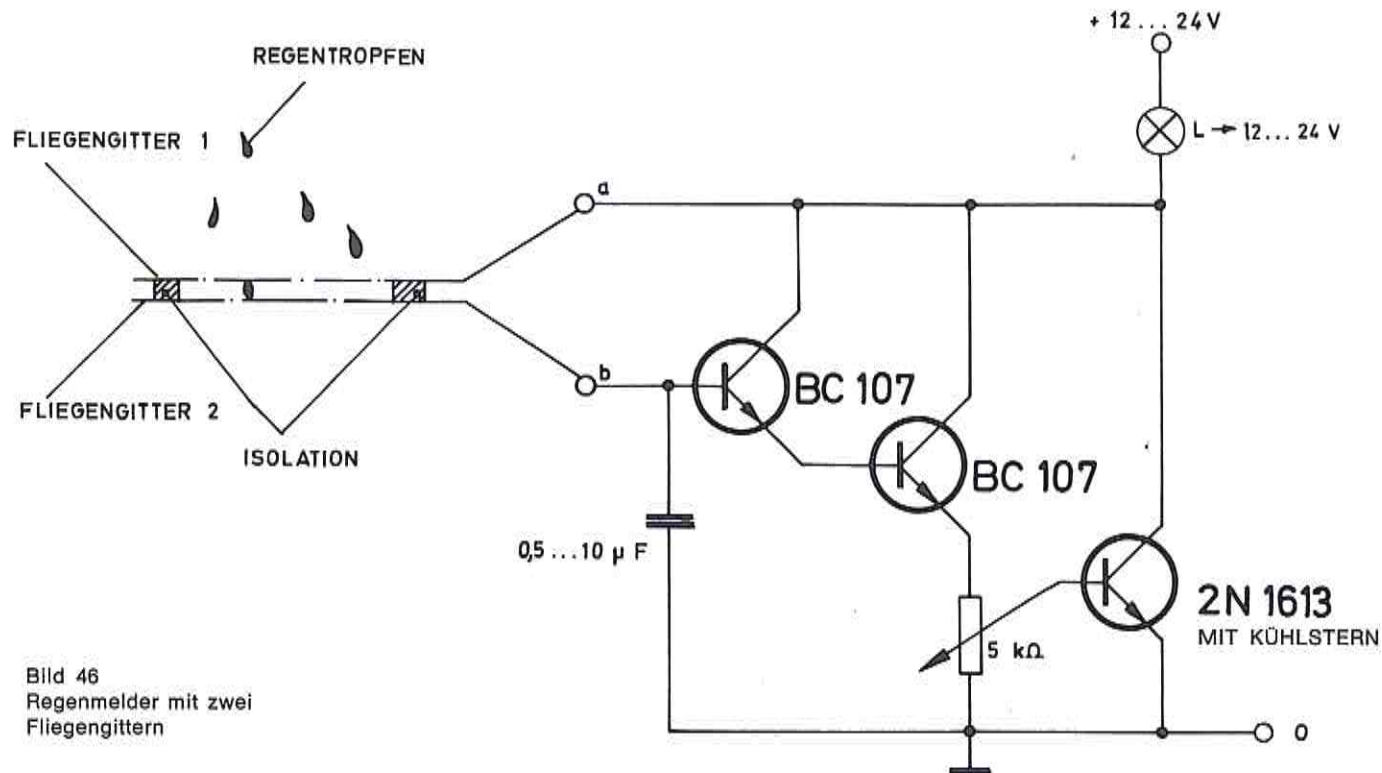


Bild 46
Regenmelder mit zwei
Fliegengittern

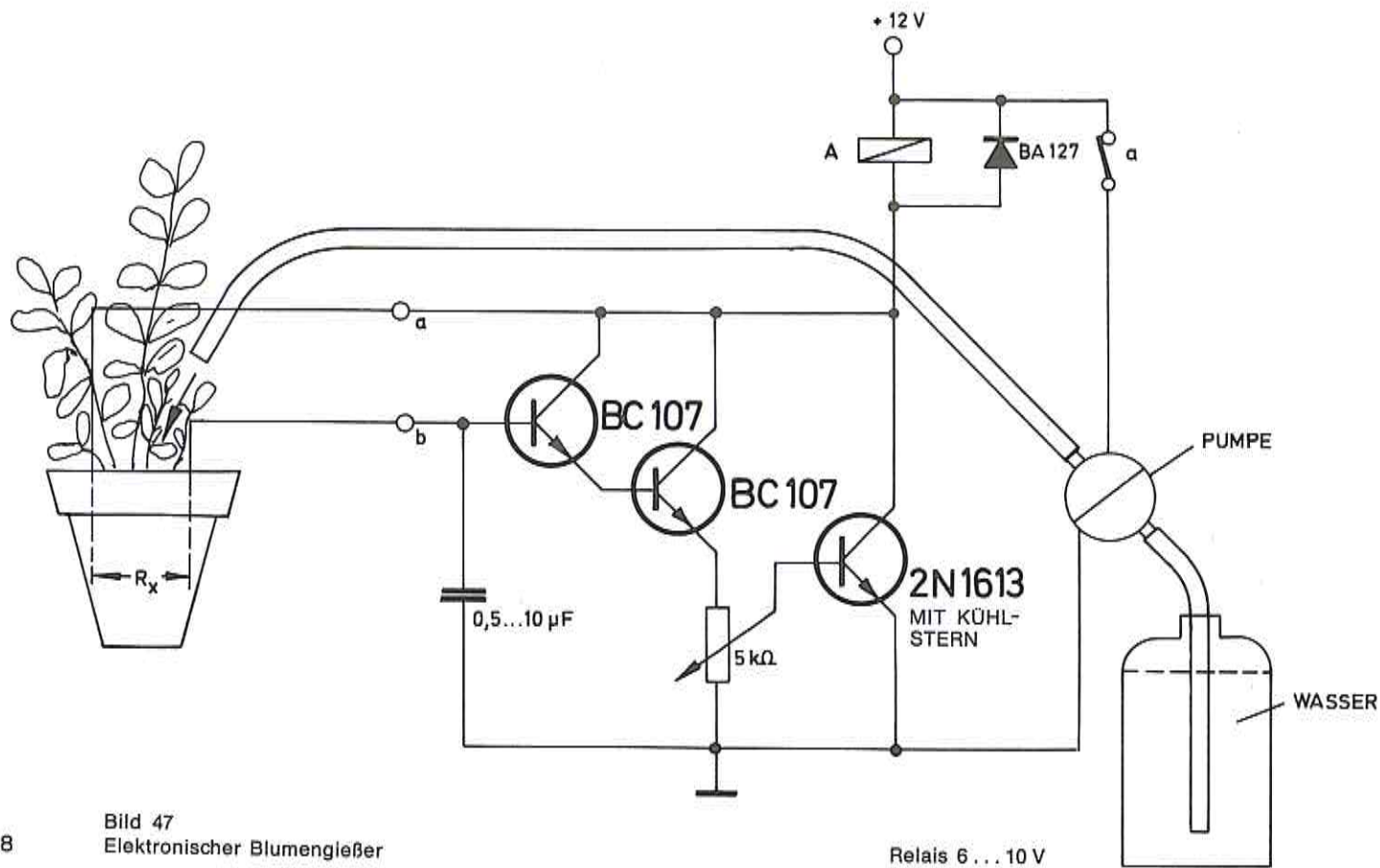


Bild 47
Elektronischer Blumengießer

Ein elektronisches Sicherheitsschloß

Jeder hat sicher schon einmal von komplizierten Safe-schlössern gehört, die sich nur bei Kenntnis der richtigen Zahlenkombination öffnen lassen. Die älteren Ausführungen dieser Schlösser hatten den Nachteil, daß sie mit bloßem Ohr oder einem Stethoskop abgehört werden konnten und damit einem Eindringling das Einrasten der richtigen Zahlenkombination verrieten.

Wir wollen uns nun mit bescheidenem Aufwand ein elektronisches Kombinationsschloß bauen, dessen Mechanismus völlig abhörsicher ist. Ähnlich wie beim Lottospielen müssen fünf richtige Schalter ausgewählt werden, um ein Ansprechen der Elektronik auszulösen. Hat man 49 Schalter, von denen 6 Richtige betätigt werden müssen, ist die Wahrscheinlichkeit eines Treffers und damit eines unbefugten Zugriffs so gering wie 6 Richtige im Lottospiel.

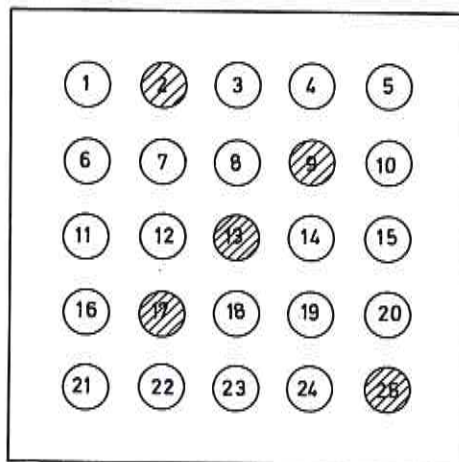
Doch nun zu unserer Schaltung, in der wir zu Versuchszwecken mit weniger Schaltern arbeiten wollen. In Bild 48 sind 25 Schalter eingezeichnet. Fünf von diesen Schaltern, deren Reihenfolge frei wählbar ist, werden auf ein „und“-Gatter geführt. Die Funktion eines solchen Gatters wurde bereits im ersten Kapitel beschrieben. Wird in unserem Beispiel entsprechend Bild 48 die Zahlenfolge 2 - 9 - 13 - 17 - 25 eingeschaltet, ist die „und“-Bedingung für das Gatter erfüllt. Das über einen Emitterfolger angeschlossene Relais zieht

an und bringt mit seinem Kontakt z. B. einen 220-Volt-Hubmagnet zum Anziehen, der einen Türriegel aus seiner Sperre bewegt. In Bild 49 ist die Schaltung des elektronischen Sicherheitsschlosses angegeben.

Wird auch nur einer der nicht programmierten Schalter bei der Suche nach der richtigen Zahlenkombination betätigt, kann der Auslösemechanismus nie zum Ansprechen gebracht werden, da das Gatter sofort mit +9 V gesperrt wird. Nur zwei Dinge dürfen dem Besitzer einer solchen Schaltung nicht passieren:

Er darf die Zahlenfolge nicht vergessen und die

Stromversorgung darf nicht ausfallen. Es ist deshalb zweckmäßig, den Betriebsstrom aus Batterien zu beziehen, damit man bei Netzausfall nicht plötzlich vor verschlossenen Türen steht. Es kann nach Bild 49 noch ein B-Relais hinzugefügt werden, welches im Falle einer unbefugten Betätigung der nicht programmierten Schalter eine Alarmklingel auslöst, die erst wieder durch Unterbrechen der Stromversorgung abgeschaltet werden kann. Zum Unterbrechen der Stromversorgung kann einer der nicht programmierten Schalter verwendet werden!



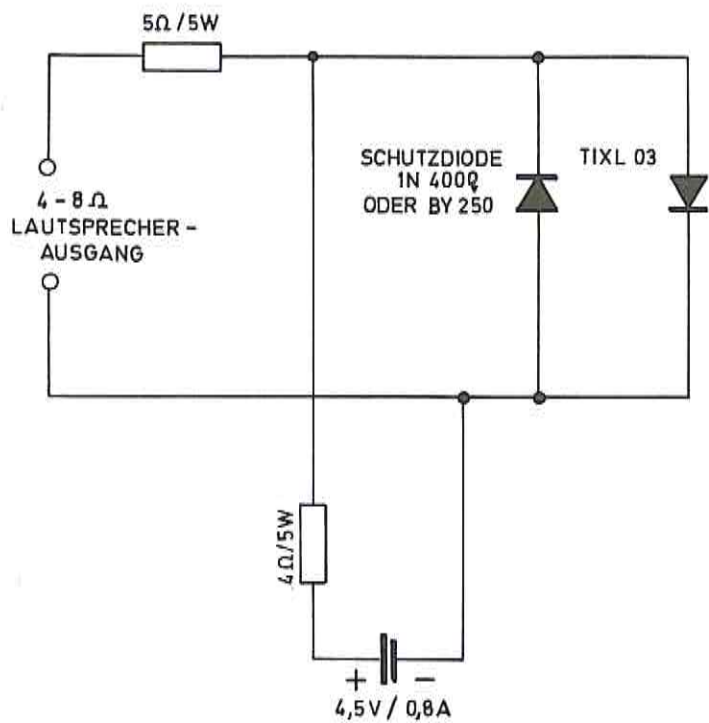
Zahlenkombination 2 - 9 - 13 - 17 - 25

Bild 48
Frontplatte des elektronischen
Sicherheitsschlosses mit 25
Kippschaltern

Schallplattenübertragung mit Lichtstrahlen

Für diese Versuche brauchen wir eine Galliumarsenid-Diode. Dieses moderne Bauelement, das vielen Amateuren sicher noch unbekannt ist, sendet im Rhythmus eines angelegten Wechselstromes moduliertes Licht aus. Das Frequenzgebiet, das solche Dioden in moduliertes Licht umsetzen, reicht bis in den MHz-Bereich. Zur effektvollen Demonstration der Wirkungsweise einer Galliumarsenid-Diode werden wir Schallplattenmusik mit einem unsichtbaren Infrarotstrahl übertragen. Da Galliumarsenid-Dioden leider noch sehr teuer sind, ist die Anschaffung eine ziemliche Belastung des Geldbeutels. Manchem wird es jedoch der Spaß wert sein, auf einer Party mit einer lässigen Handbewegung die Musik aus- und wieder einschalten zu können. Der Infrarotstrahl muß zu diesem Zweck quer durchs Zimmer verlaufen. Da der Wirkungsgrad der Galliumarsenid-Dioden sehr gering ist und die Lichtintensität mit der Entfernung rasch abnimmt, sollte die Diode für brauchbare Empfangsergebnisse schon einige Milliwatt abstrahlen. Abgesehen vom Preis würde sich für unsere Anwendung die Galliumarsenid-Diode TIXL 03 (Texas Instruments) mit max. 15 mW Strahlungsleistung recht gut eignen. Bild 50 zeigt die Senderschaltung mit dieser Diode.

Zur klirrfreien Übertragung der Musik muß die Galliumarsenid-Diode einen Vorstrom zur Arbeitspunkteinstellung bekommen. Diesen Strom entnimmt man einer Batterie oder einem Gleichspannungsnetzgerät.



MODULIERTES
INFRAROTLICHT
ca. 15mW

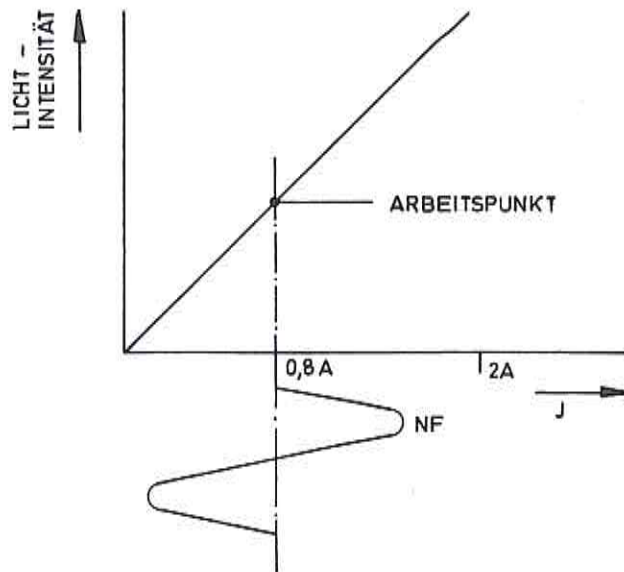


Bild 50
Lichtsender zur Musikübertragung
mit einer Galliumarsenid-Diode TIXL 03
(nach Unterlagen der Fa. Texas Instruments)

Wie aus Bild 50 hervorgeht, liegt der Infrarotsender am Lautsprecherausgang eines Radiogeräts oder eines Schallplattenverstärkers. Gegen Überspannungen in der Sperrichtung sind Galliumarsenid-Dioden besonders empfindlich. Deshalb ist es erforderlich, den Sperrbereich mit einer in Durchlaßrichtung gepolten Siliziumdiode abzusichern. Wird der Lautsprecher von einem Ausgangsübertrager gespeist, was in älteren Verstärkern der Fall sein kann, sollte ein Elektrolytkondensator den Gleichspannungskreis abtrennen (siehe Bild 53).

Das von der Galliumarsenid-Diode ausgestrahlte modulierte Infrarotlicht wird von einem Fototransistor empfangen und wieder in Spannungsschwankungen umgewandelt. Um eine gute Wiedergabequalität des empfangenen Lichtsignals zu erzielen benützt man eine rauscharme Vorverstärkerstufe mit einem Feldeffekttransistor. Das verstärkte Signal wird anschließend auf einen ganz normalen NF-Verstärker gegeben. Recht gut eignet sich zu diesem Zweck der in Bild 37 angegebene integrierte NF-Verstärker. Bild 51 zeigt die gesamte Lichtempfängerschaltung. Bestrahlt man den Fototransistor seitlich ein wenig mit Licht aus einer Gleichstromquelle, wird die Musikqualität und die Empfindlichkeit wesentlich gesteigert. Normales Tageslicht kann unter Umständen auch schon genügen. Im Interesse einer störungsfreien Musikübertragung sollte Licht von 220-V-Lampen möglichst vom

Fototransistor ferngehalten werden, da dieses Licht mit 100 Hz schwankt und somit zu Brummeinstreuungen führt. Sehr wichtig ist die optimale Ausrichtung von Sender und Empfänger. Für die ersten Versuche ist es empfehlenswert, Sender und Empfänger nahe zusammenzustellen.

Galliumarsenid-Dioden kleinerer Strahlungsleistung kann man schon sehr billig bekommen. Jedoch reicht die Lichtintensität dann nicht aus, größere Entfernungen zu überbrücken. Gibt man sich mit Entfernungen von etwa einem Meter zufrieden, kann die Galliumarsenid-Diode TIXL 10 der Fa. Texas Instruments oder die LD 23 von der Fa. Siemens verwendet werden. Für reine Demonstrationszwecke sind diese Dioden mit ca. 100–200 Mikrowatt Strahlungsleistung völlig ausreichend. Die Senderschaltung für diese Dioden wird in Bild 52 gezeigt.

Galliumarsenid-Dioden zu einem erstaunlich niedrigen Preis haben kürzlich folgende Firmen auf den Markt gebracht:

1. Hewlett Packard

Diodenbezeichnung: Solid State Lamp 5082-4403

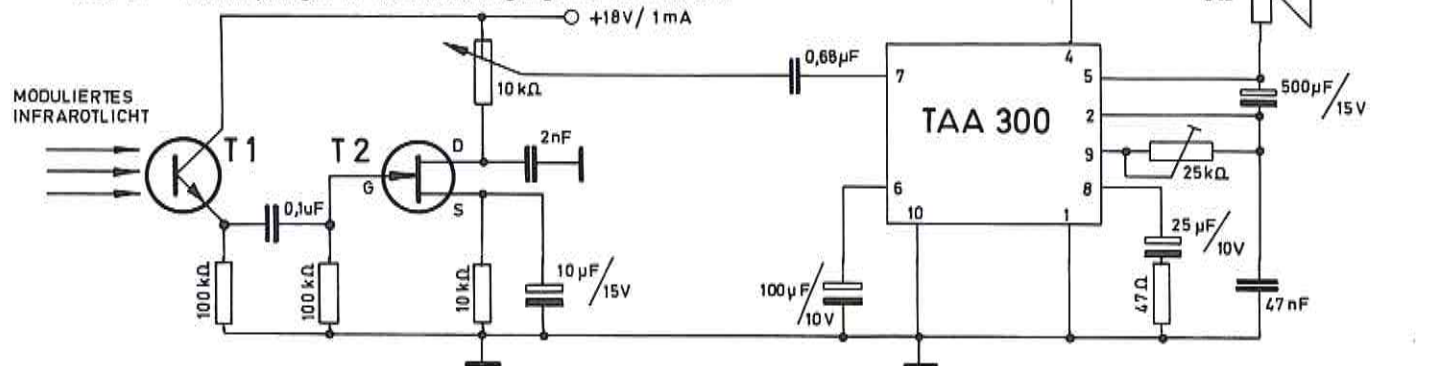
2. Monsanto (Neumüller)

Diodenbezeichnung: Lumineszenzdiode MV 50

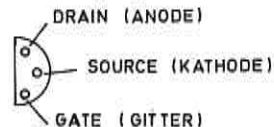
Beide Dioden senden allerdings sichtbares Infrarotlicht aus.

Für eine billige Demonstration einer Musikübertragung mit Lichtstrahlen eignet sich auch ein ganz nor-

Bild 51 Lichtempfänger für Musikübertragung mit Fototransistor



Stiftbelegung des BF 245



von unten
gesehen

T 1 = Fototransistor LS 400
(Texas Instruments)



oder BPY 61 (Siemens)



T 2 = Feldeffekttransistor BF 245 oder BC 264
(Texas Instruments)

males Fahrradlämpchen. Zu diesem Zweck muß das Lämpchen aus einer Gleichstromquelle vorgeheizt sein. Aber auch mit Vorheizung ist der Glühfaden immer noch sehr träge, um schnellen Frequenzänderungen gut folgen zu können. Das Ergebnis ist natürlich ein ziemlich verklirrter Empfang. Ohne die Postbestimmungen zu verletzen, kann jedoch mit einer derart einfachen Schaltung, wie sie in Bild 53 angegeben

ist, eine billige Lichtgegensprechanlage gebaut werden. Zu diesem Zweck ordnet man das Lämpchen im Brennpunkt eines Taschenlampenhohlspiegels an. Auf der Empfangsseite wird der Fototransistor in den Brennpunkt einer kleinen Sammellinse gesetzt. Durch die beidseitige Bündelung lassen sich ohne Schwierigkeiten einige hundert Meter überbrücken. Wichtig ist nur, daß man sich gegenseitig anpeilt.

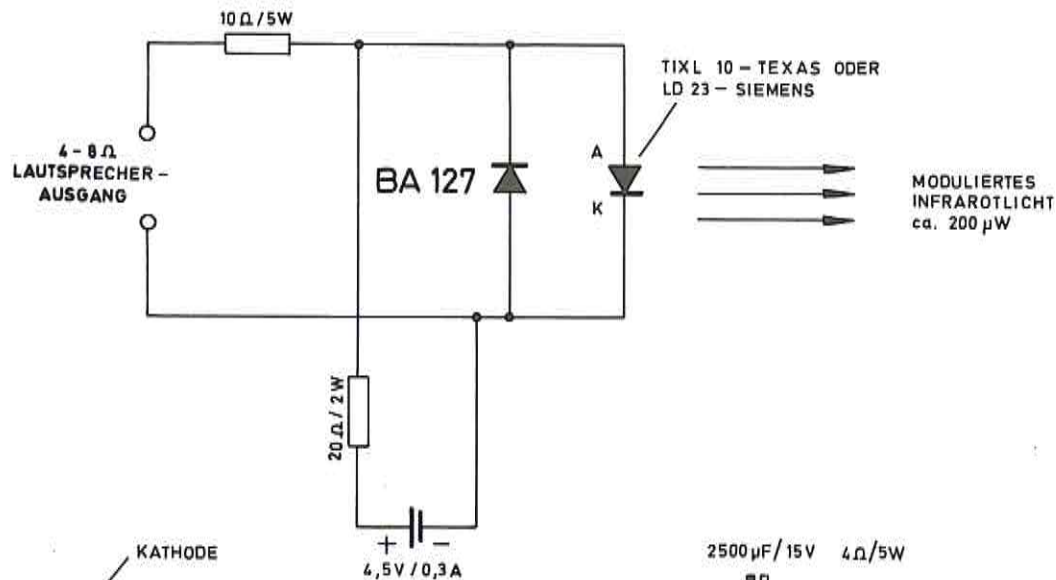


Bild 52
Senderschaltung für
kleinere Strahlleistung

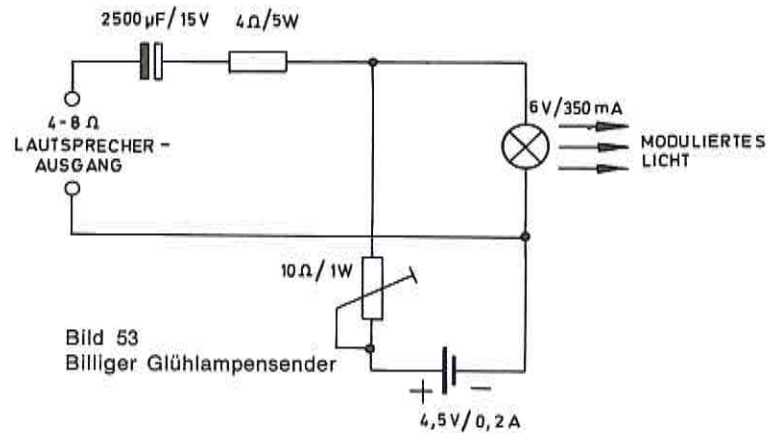
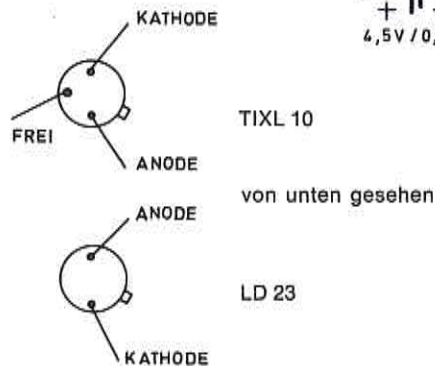


Bild 53
Billiger Glühlampensender

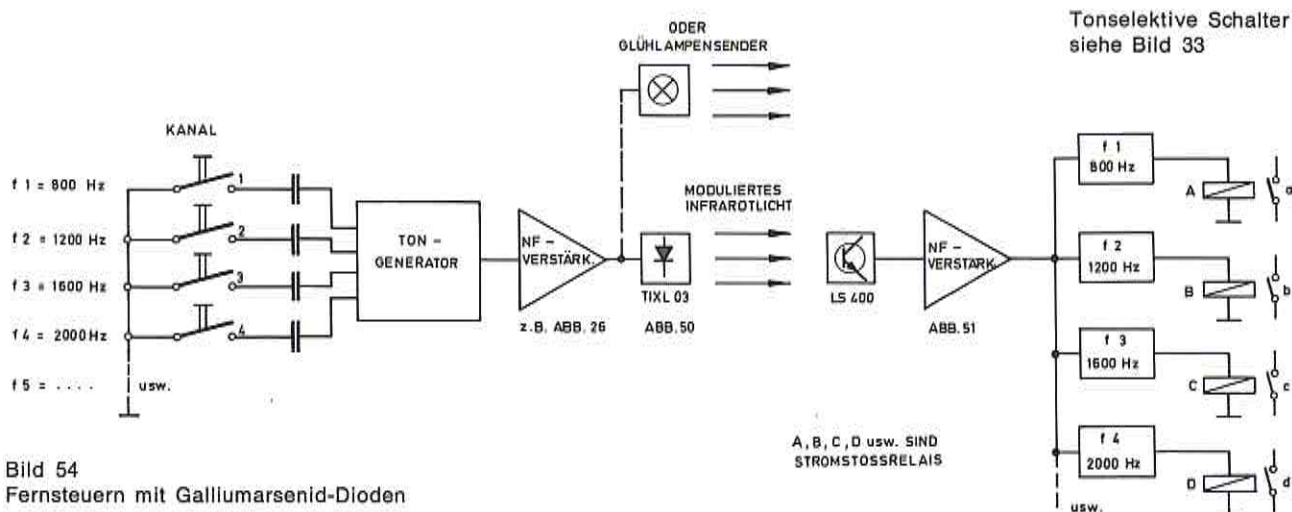


Bild 54
 Fernsteuern mit Galliumarsenid-Dioden

Fernsteuerung mit Galliumarsenid-Dioden

Selbstverständlich sind Galliumarsenid-Dioden auch für Fernsteuerzwecke gut geeignet. Nach Bild 54 moduliert man eine Galliumarsenid-Diode mit verschiedenen Tonfrequenzen aus einem Tongenerator. Am

Ausgang des Lichtempfängers liegen mehrere tonselektive Schalter, wie sie uns aus einem vorhergegangenen Kapitel bekannt sind. Jeder von diesen Schaltern ist auf eine bestimmte Ruffrequenz abgestimmt. Wählt man die Modulationsfrequenzen nicht zu hoch, führt auch ein Glühlampensender zu brauchbaren Ergebnissen.

Miniradio in der Streichholzschachtel

Von der Fa. Siemens stammt der in Bild 55 angegebene Schaltungsvorschlag für einen extrem kleinen Mittelwellenempfänger. Zur Demonstration der Leistungsfähigkeit moderner Subminiaturbauteile wurde der Miniradio von Siemens in das Gehäuse eines Im-Ohr-Hörgeräts eingebaut. Allerdings ist der Miniradio nur zum Empfang des Ortssenders ausgelegt. Die Schaltung ist mit zwei integrierten Bausteinen von Siemens (TAA 131) entsprechend Bild 56 ausgerüstet. Seinen Betriebsstrom von etwa 3–5 mA bezieht der Miniradio aus einer 1,4-V-Mallory-Knopfzelle. Wer eine Bezugsquelle für Subminiaturbauteile hat, kann die ganze Schaltung auf noch kleinerem Raum unterbringen.

Wenn man von der nicht gerade hohen Trennschärfe absieht, können mit einer guten Außenantenne auch weiter entfernt liegende Sender gehört werden. Dazu muß der Kreiskondensator (500 pF) natürlich abstimmbar sein. Der erste integrierte Verstärker TAA 131 verstärkt die von einem kleinen Ferritstab abgenommene sehr geringe Hochfrequenzspannung. Die Verstärkung läßt sich in gewissen Grenzen mit dem Widerstand R 1 regeln. Die verstärkte Hochfrequenzspannung wird anschließend mit einer Spannungsverdopplerschaltung gleichgerichtet. Wegen der niedrigen Betriebsspannung sollten auf jeden Fall Germaniumdioden verwendet werden. Die nach der Gleichrichtung von Hochfrequenzresten gesäuberte Nieder-

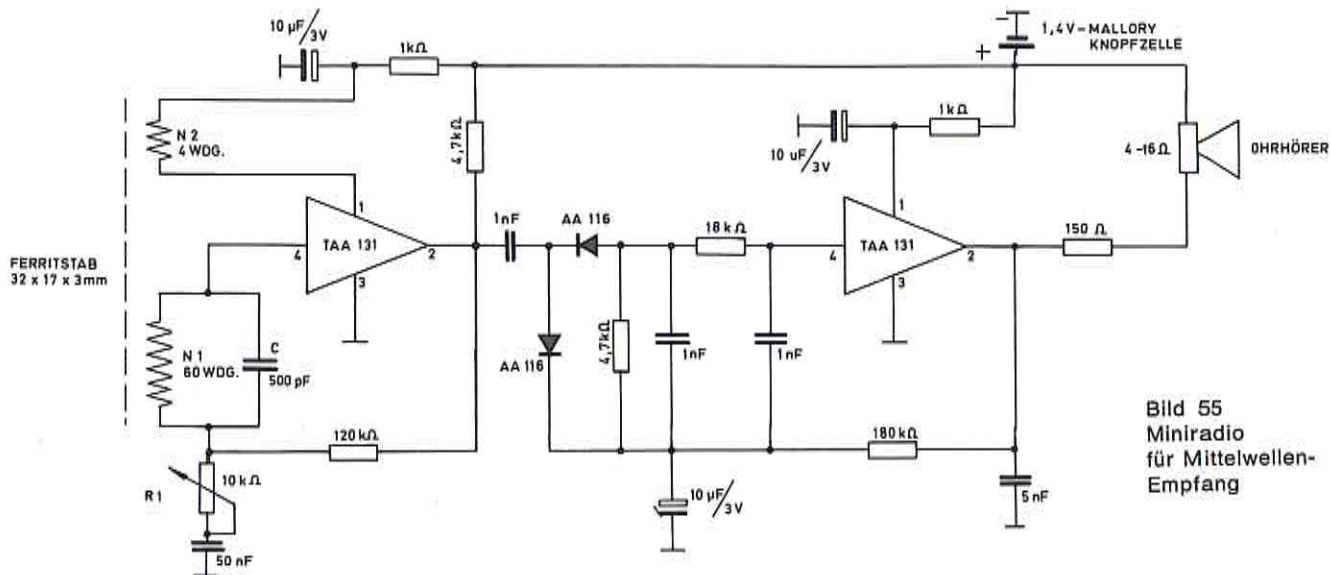


Bild 55
Miniradio
für Mittelwellen-
Empfang

frequenzspannung wird von einem zweiten TAA 131 verstärkt und einem niederohmigen Ohrhörer zugeführt. Ein Ohrhörer mit ca. 150 Ω Innenwiderstand wäre hinsichtlich der Lautstärkeausbeute zweifellos geeigneter. Jedoch sollte dann der 4,7-k Ω -Widerstand am Eingang des NF-Verstärkers durch ein Potentiometer zur Lautstärkeregelung ersetzt werden. Das einzige Kritische an der Schaltung ist die Rückkopplungseinstellung, deren Optimum durch Verändern der Windungszahl und Verschieben der Rückkopplungs-

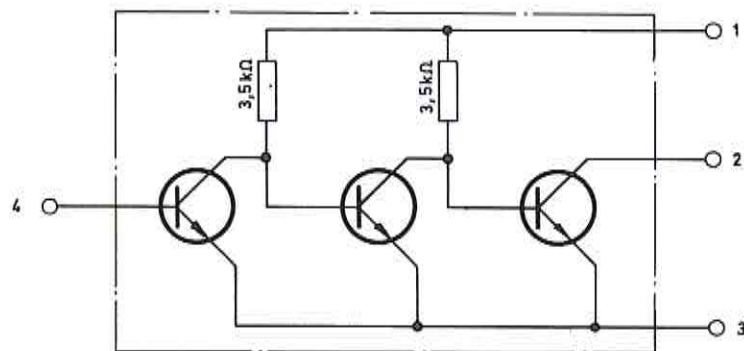
spule auf dem Ferritstab gefunden wird. Bei falschem Wicklungssinn der Spule erhält man keine Rückkopplung und damit keine Empfindlichkeitssteigerung und Trennschärfenverbesserung. Bei richtigem Wicklungssinn, aber zu enger Rückkopplung ist überhaupt kein Empfang möglich.

Mit dem Kreiskondensator (C) stimmt man den Miniradio auf den jeweiligen Ortssender ab. Bei starken Ortssendern, wie z. B. in München, wird man wenig Sorgen mit einer optimalen Einstellung haben.



Bild 57
Miniradio in der
Streichholzschachtel

Bild 56
Integrierte Schaltung
TAA 131
(Fa. Siemens)



TAA 131



ECHTE GRÖSSE
3 x 3 x 1 mm

FARBPUNKT





ISBN 3-7724-0130-9

In diesem Buch erfahren Sie, was an Elektronik nötig ist, um

- eine Barbeleuchtung durch Händeklatschen einzuschalten —
- durch Pfeifen eines geheimen Tones die Beleuchtung auf intim zu dämpfen —
- durch Wählen einer Telefonnummer den Plattenspieler oder das Tonbandgerät anlaufen zu lassen —
- den Barschrank so zu verschließen, daß er nur durch Tasten einer bestimmten Zahlenkombination geöffnet werden kann —
- eine Tür nur mit Daumen und Zeigefinger aufzuschließen —
- das Licht im Rhythmus der Musik flackern zu lassen —

... und noch manche solche Hits, vom automatischen Blumengießer zum Radio in der Streichholzschatel. Ein Buch voller amüsanten Anregungen für alle, die an ausgefallenen elektronischen Geräten Freude haben.