

Schuco[®]

Beschreibung
der Experimente
mit den Modulen
C und UKW.

MODUL

ELECTRONIC



(D) Anleitungsbuch mit Einführung in die Elektronik



**EXPERIMENTIER
TECHNIK**

MODUL-ELECTRONIC

Anleitungsbuch Für Grundstufe C und Aufbau-Set B-C

**Nicht für Kinder unter 36 Monaten geeignet,
da kleine Teile und spitze Drähte vorhanden sind.**



SCHUCO EXPERIMENTIER-TECHNIK

© GEORG ADAM MANGOLD GMBH & CO. KG

Lange Straße 69 - 75 8510 Fürth/Bayern
Telefon 0911/78 72-0 FAX 0911/78 72 53

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, fotomechanische und elektrotechnische Wiedergabe - auch auszugsweise - nicht gestattet. Wir übernehmen keine Gewähr, daß die in diesem Buch enthaltenen Angaben frei von Schutzrechten sind.

Printed in Germany / Imprimé en Allemagne
Technische Änderungen vorbehalten.

01

6173-6283

UKW-Modul
6381
Zusatzstufe

Modul Electronic B → C
6283
Aufbau-Set

Modul Electronic B
6172
Grundbox mit 2 Modulen

Modul Electronic C
6173
Grundbox mit 3 Modulen

Liebe Eltern,

Sie haben ein Qualitätsprodukt erworben, das dem neuesten Stand der Technik entspricht. Alle gültigen Sicherheitsbestimmungen sind damit natürlich auch erfüllt. Zum Experimentieren werden 6 Babyzellen benötigt, die dieser SCHUCO Modul-Electronic wegen ihrer begrenzten Lagerfähigkeit nicht beigegeben werden können. Wenn Sie aus Kostengründen oder aus Gründen des Umweltschutzes statt der Batterien ein Netzteil benutzen wollen, verwenden Sie bitte den SCHUCO Netzadapter 6-6155. Nehmen Sie bitte auf keinen Fall einen Eisenbahntransformator oder ein Akku-Ladegerät: Sie würden damit die IC und die Transistoren auf den Modulen zerstören.

Sicherheitsvorschriften beim Betrieb mit Adapter

Bedenken Sie, bitte, daß der Umgang mit Elektrizität verantwortungsbewußtes Handeln voraussetzt. Wir bitten Sie, Ihr Kind zu besonders umsichtigem Umgang mit der Elektrizität anzuleiten und weisen Sie vor allem und mit großem Nachdruck auf die Gefahren hin, die beim Umgang mit Netzwechselspannung auftreten können. Untersagen Sie Ihrem Kind strikt, an netzbetriebenen Geräten zu experimentieren.

Außerdem möchten wir Sie darüber informieren, daß Sie verpflichtet sind, jeden Sicherheitstransformator und jede Ladeeinheit regelmäßig auf mögliche Schäden, z.B. am Gehäuse, am Stecker oder an der Zuleitung zu untersuchen. Falls Sie Schäden feststellen, darf das Spielzeug auf keinen Fall weiterbenutzt werden. Der Schaden muß erst ordnungsgemäß behoben werden. (VDE-Vorschrift 700, Teil 209, Seite 3).

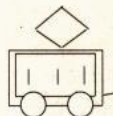
Lieber Elektronik-Freund,

im Anleitungsbuch A/B wurdest du mit den Vorteilen der neuen SCHUCO Modul-Electronic vertraut gemacht. Mit dem Modul C steht dir ein weiterer wertvoller Baustein dieser Serie zur Verfügung. Mit diesem Experimentiersystem wurde konsequent die Idee weiterentwickelt, über einfachste Handhabung mit perfekter Technik zu schnellen und absolut sicheren Ergebnissen zu kommen. Dieses Modul C enthält wieder alle benötigten Bauelemente. Dadurch wird überflüssiger Zeitaufwand bei der Vorbereitung und beim Experimentieren vermieden. Auch dieses Modul ist mit modernster Technik ausgestattet, und es werden bei der Fertigung natürlich miniaturisierte Bauteile und Original-Industrieteile verwendet. Wie schon bei der SCHUCO Modul-Electronic A und B werden die Experimente durch einfaches Stecken von Verbindungsdrähten aufgebaut. Auch hier ist es möglich, durch einfaches Umstecken der Verbindungen praktisch alle Schaltungsvarianten zu erproben. Dieses Modul ist auch so konzipiert, daß durch falsche Steckverbindungen keine Schäden verursacht werden können.

Dieses Modul C ist eine Ergänzung zu den Modulen A und B und bietet sowohl dem weniger geübten Elektroniker als auch dem versierteren eine Fülle wertvoller Informationen aus dem Bereich der Elektronik.

Inhalt

Experiment	Seite	Experiment	Seite	
		380	Zeitschalter	55
		387	NAND-Generator	59
		392	Schaltuhren	60
301	Vorwort	393	Weckuhr	61
305	Inhaltsverzeichnis	394	Pulsierende Wecktöne	61
	Modulbeschreibung	398	Langzeitschalter	63
308	Telefonklingel	402	Feuersirenen	64
309	Verkehrsampel	406	Selbsthaltender Schleifenalarm	66
	Logische Grundschaltungen	407	Alarm durch Flüssigkeit	67
310	ODER-Verknüpfung	408	Lichtalarm	68
311	NOR-Schaltung	409	Dämmerungsschalter	69
312	Exklusiv NOR-Schaltung	410	Vereinfachter Taktgenerator	70
322	Exklusiv OR	413	Generator steuert Generator	70
328	Einfache Logikschaltungen	415	Dimmen	72
333	Der Zählerbaustein	418	Automatische Helligkeitsregelung	74
338	Dualzähler	419	Lügendetektor	74
339	Ampelschaltungen	420	Belichtungsmesser	76
344	Ampel für Sehbehinderte	421	Lichtmeßgerät	77
354	Infrarot-Alarmanlagen	423	Geräuschkompositionen	78
358	Zählerschaltungen	426	LED ausblasen	79
360	Tonerzeugung mit dem Zähler	429	Lautstärkeabhängige Lichtorgel	81
361	Telefonzeichen	432	Impulszähler-Lichtorgel	84
366	Tonspiele	435	UKW-Lichtorgel	86
370	Impulspakete	440	Fußgängerampel mit Warnton	88
375	Martinshorn	441	Computer-Tonspiele	89
377	Pulsierender Alarm	455	Wasserspiele	94
378	Selbsthaltende Alarmanlage			
	Tester für IR-Fernbedienungen			
	RS-Flip-Flop			



6 x Babyzelle LR 14 C à 1,5 V
= 9 V, 150 mA
(Batterien nicht enthalten)

Nur angegebene Batterien verwenden.
Batterien auf Auslaufen
überprüfen und herausnehmen, wenn
längere Zeit nicht experimentiert wird!
Alle Batterien sollen gleichzeitig ausge-
wechselt werden; d.h. es dürfen keine neuen
mit gebrauchten gemischt werden.
Batterien können und dürfen nicht mit
einem Akku-Ladegerät aufgeladen
werden. Batterien dürfen nicht durch
Verbrennung vernichtet werden, sondern
sollten zu einer Batterie-Sammelstelle
gebracht werden.

SCHUCO Modul-Electronic C

Inhalt:	Bestell Nr.	Menge	
		Grund- box C 6173	Aufbau- Set B-C 6283

Modulbox mit Lautsprecher Leuchtdiode, rot (LED Pr) Leuchtdiode, grün (LED Pg) Meßgerät Ein/Aus-Schalter Taster Anschluß für Betriebsspannung Buchsenleiste mit Anschlüssen P 1 - P 15 2 Einschübe für je 3 Module Batteriekasten für 6 x Babyzelle LR 14 C à 1,5 V = 9V, 150 mA	349.2810	1	-
---	-----------------	---	---

Anschlußdrähte	349.2845		
80 mm rot		30	-
120 mm weiß		5	-
230 mm blau		5	-

Anschlußdrähte	349.2846		
300 mm		10	10

Meßfühler Leitfähigkeit, gelb	349.2712	1	-
----------------------------------	-----------------	---	---



LDR, blau	349.2840	1	-
-----------	-----------------	---	---



Inhalt:	Bestell Nr.	Menge	
		Grund- box C 6173	Aufbau- Set B-C 6283

Infrarot-LED, rot A - roter Draht K - weißer Draht	349.2841	1	1
--	-----------------	---	---



Foto-Transistor, schwarz K - roter Draht E - weißer Draht	349.2842	1	1
---	-----------------	---	---



Saugfuß	349.2843	2	2
---------	-----------------	---	---



Modul A	349.2802	1	-
Modul B	349.2803	1	-
Modul C	349.2804	1	1
Anleitungsbuch A/B/UKW	349.2862	1	-
Anleitungsbuch C	349.2863	1	1

MODUL C

Das Modul C enthält auf einer Platine sämtliche elektronischen Bauteile, die für die Schaltungen der SCHUCO Modul-Electronic C in Verbindung mit der Modulbox und den anderen Modulen benötigt werden. Zusätzlich können externe Meßaufnehmer angeschlossen werden.

Zum besseren Verständnis kann der Schaltplan am Ende des Anleitungsbuches herausgeklappt werden.

Im einzelnen enthält das Modul C:

MOS - Schaltkreis IC 1C (4011 o.ä.) mit vier NAND-Gattern zu je zwei Eingängen und gepufferten Ausgängen. Die Eingänge liegen über 100 k-Widerstände am Pluspol der Betriebsspannung. An den Ausgängen der NAND A bis C liegt jeweils eine LED über einen Vorwiderstand zum Pluspol der Betriebsspannung. Die rote LED Cr ist über den Schutzwiderstand mit dem Ausgang des Gatters A verbunden. Die gelbe LED Cy ist über den Schutzwiderstand mit dem Ausgang des Gatters B verbunden. Die grüne LED Cg ist über den Schutzwiderstand mit dem Ausgang des Gatters D verbunden. Das NAND A kann über die Kontakte 14 und 15 geschaltet werden, NAND B über 29 und 30 und NAND C über 27 und 28. Die Ausgänge der NAND liegen an den Kontakten 13 (A), 12 (B) und 26 (C). Das vierte NAND kann frei beschaltet werden, seine Eingänge liegen an den Kontakten 9 und 11, der Ausgang am Kontakt 10.

- 1 Schaltkreis IC 2C mit einem Zählerbaustein (4040). Alle Ausgänge des zwölfstufigen Binärzählers können kontaktiert werden. Der reset-Eingang (RST) ist über einen Widerstand nach Minus der Betriebsspannung bezogen, ebenso der clock-Eingang (CLK). Zusätzlich liegt zur Entstörung ein Kondensator von 220 pF parallel. Der CLK-Eingang kann über den Kontakt 18 beschaltet werden, der RST-Eingang über den Kontakt 19. Die Ausgänge des Zählers Q 1 bis Q 12 liegen an den im folgenden aufgeführten Kontakten:

Ausgang Q	Kontakt
1	7
2	17
3	1
4	2
5	3
6	4
7	5
8	21
9	20
10	22
11	23
12	6

- 1 Tast-Umschalter sw 1C, der über die Kontakte 8, 24 und 25 beschaltet werden kann.
- 1 Verteiler vierfach (Anschlüsse 31-34)
- 2 Verteiler dreifach (Anschlüsse 35-40)

Einsatz des Moduls C in die Modulbox:

Für die Verbindungen zwischen den Kontakten liegen Anschlußdrähte in ausreichender Zahl bei. Damit die unterschiedlich langen Drähte richtig genutzt werden, sind die Module so in die Modulbox einzuschieben, daß in der oberen Reihe rechts das Modul A steckt. Darunter – ebenfalls an der Pultleiste – ist das Modul B einzuschieben.

Modul C sollte neben dem Modul B in der unteren Reihe stecken, und darüber das UKW-Modul. Alle Module können nur so eingeschoben werden, daß die Zahlen auf den Buchsenleisten von vorne lesbar sind. Bei der beschriebenen Anordnung lassen sich alle Experimente mit den vorhandenen Anschlußdrähten ausführen. Es ist aber darauf zu achten, daß die Verbindungen immer mit den kürzestmöglichen Anschlußdrähten hergestellt werden.

Das System ist jedoch so variabel, daß du die Module auch in einer anderen Reihenfolge in die Modulbox schieben kannst, wenn die Anschlußdrähte reichen.

IR - LED, rot

Die Infrarot-Leuchtdiode im roten Gehäuse sendet (für uns unsichtbare) Infrarot-Strahlung aus. Sie muß auf den Foto-Transistor ausgerichtet werden. Befestige dazu, wie es das Foto zeigt, den Saugfuß oben auf der Modulbox und stecke das Gehäuse darauf. Die Verbindungsdrähte werden nach der jeweiligen Verdrahtungstabelle in die angegebenen Anschlüsse gesteckt.

Es bedeuten:

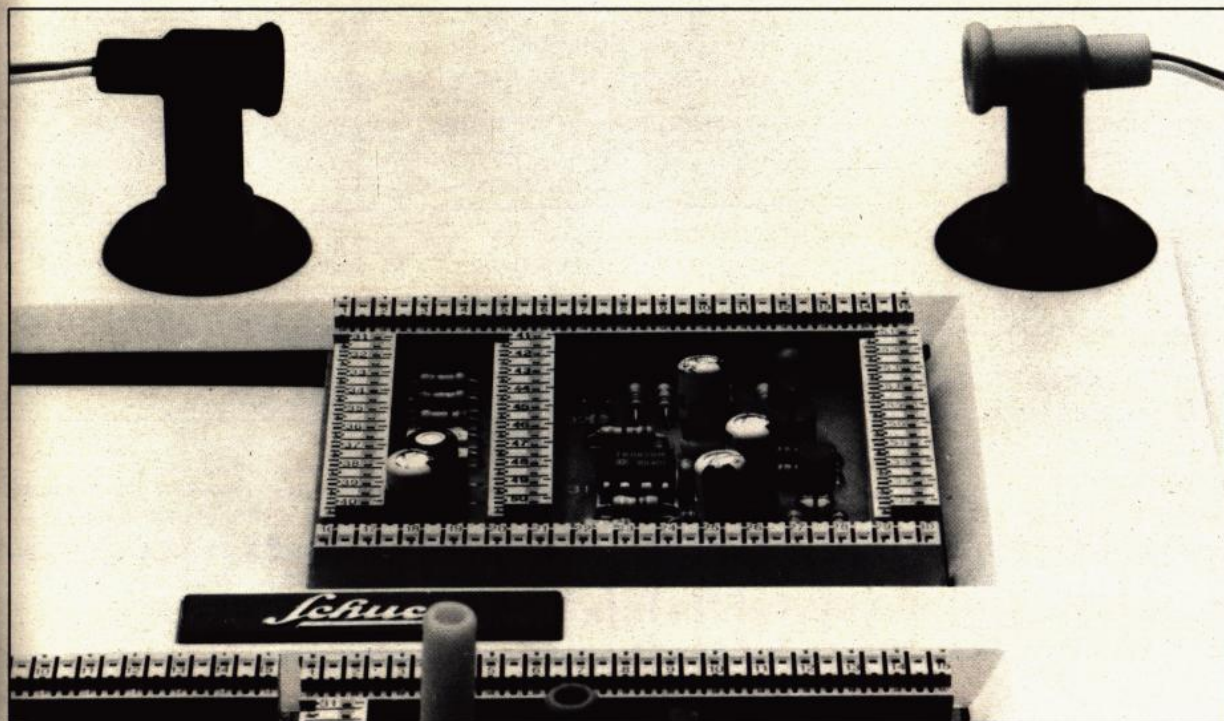
A - Anode – roter Draht
K - Katode – weißer Draht

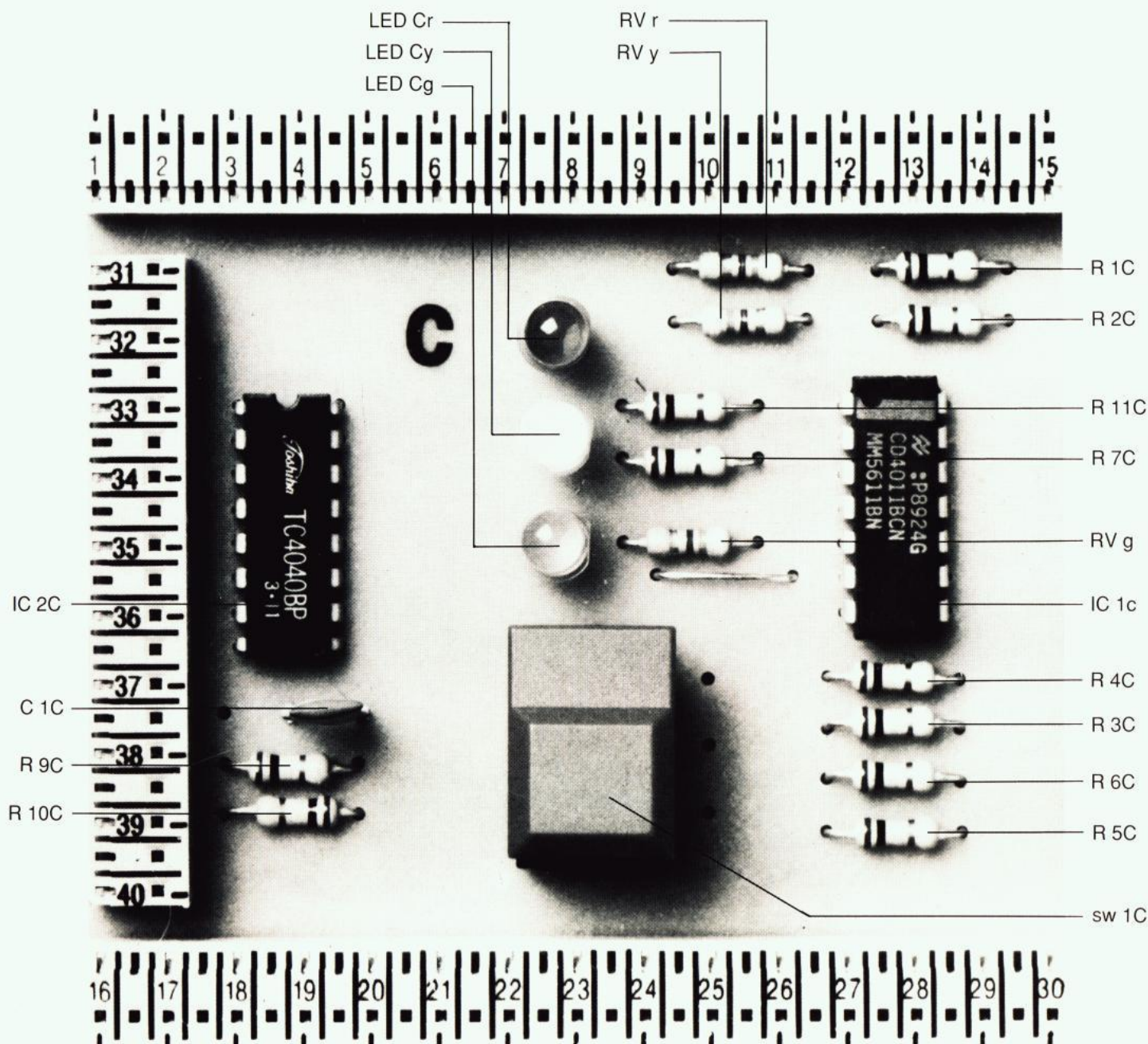
Foto - Transistor, schwarz

Mit dem Foto-Transistor im schwarzen Gehäuse kann zusammen mit der IR-LED eine Lichtschranke aufgebaut werden. Dann müssen sie aufeinander ausgerichtet sein (siehe Foto und Beschreibung IR-LED).

Es bedeuten:

K - Kollektor – roter Draht
E - Emitter – weißer Draht





Modul C

TELEFONKLINGEL

Eine Vielzahl moderner Telefonapparate bietet die Post den Telefonkunden an, und mit dem neuen Design verschwindet etwas Altbekanntes: Die herkömmliche Klingel im Telefon hat ausgedient. Sie ist ersetzt worden durch eine elektronische Schaltung, die eine Folge von Tönen erzeugt.

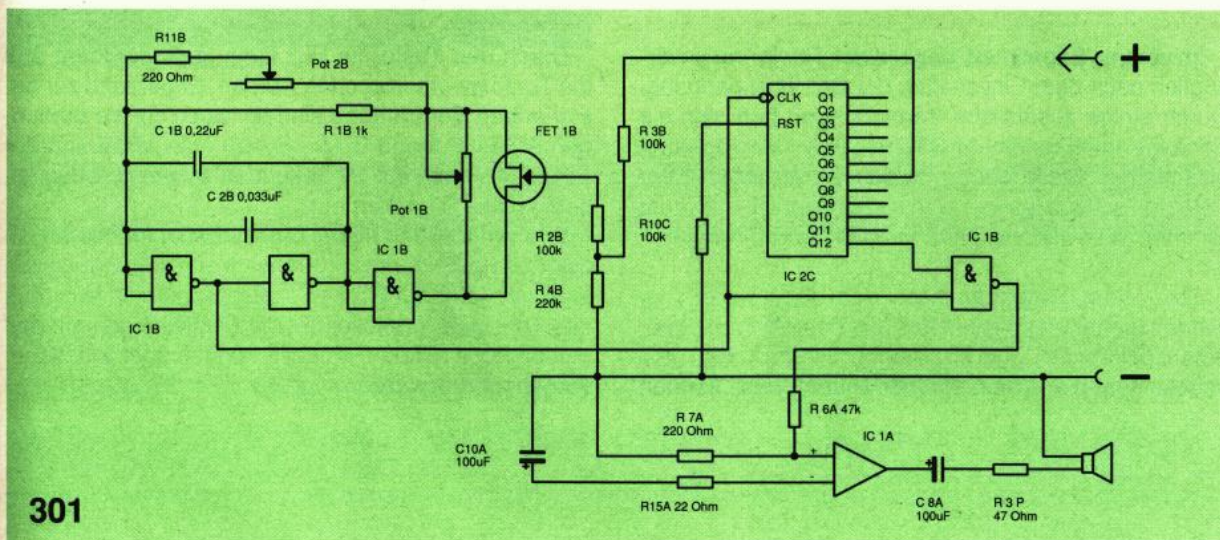
Experiment 301.

Mit dem ersten Experiment dieser SCHUCO Modul-Electronic C soll die neue Phase des Experimentierens - schnelle Ergebnisse durch leichte Steckverbindungen - eingeläutet werden. Aus den Anleitungsbüchern A und B der SCHUCO Modul-Electronic weißt du bereits, wie variabel dieses System ist. Alle möglichen Abwandlungen der beschriebenen Experimente aufzuführen, hieße, den Rahmen dieses Buches zu sprengen. Du solltest mit den Erfahrungen, die du ja auch schon beim Experimentieren gesammelt hast, Mut haben, die Schaltungen selbst abzuwandeln. Denn du weißt ja: Dieses Experimentiersystem ist so sicher konzipiert, daß durch falsche Verbindungen nichts zerstört werden kann. Wie schon bei den Experimenten der Modul-Electronic A und B müssen nur die nachstehend beschriebenen Verbindungen mit den Anschlußdrähten hergestellt werden, nachdem der allgemeine Aufbau beendet ist.



Abb. 1: Modernes Telefon

301



301

302

zusätzlich:

A 1 - A 16

A 4 - B 9

A 5 - C 19

A 8 - A 51

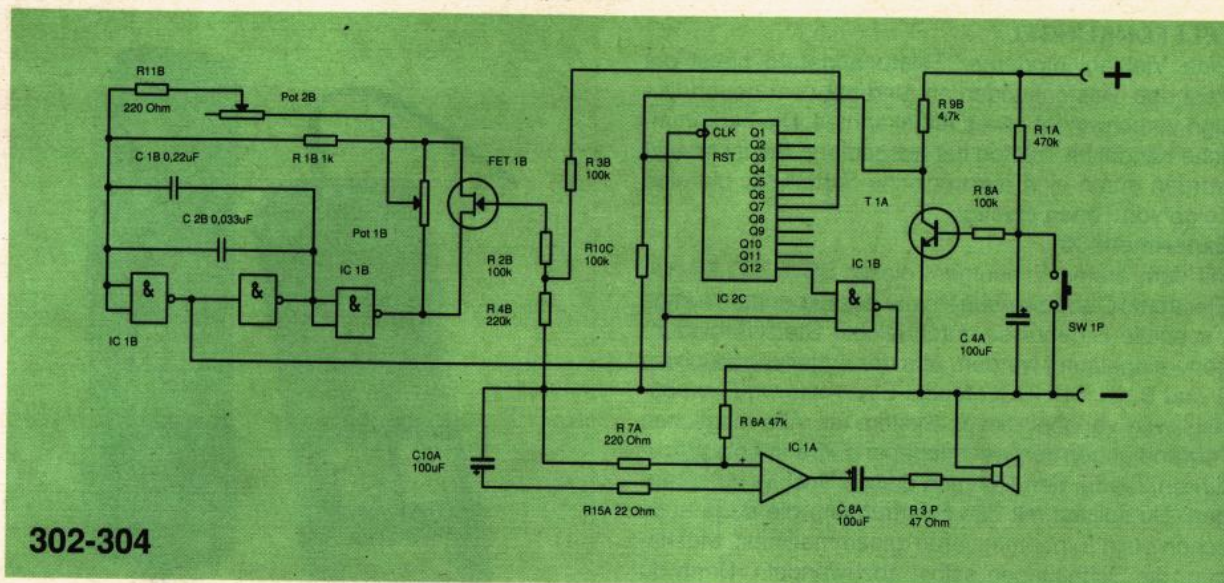
A 15 - A 31

A 19 - A 49

A 39 - A 53

A 41 - A 52

B 10 - B 15



302-304

Beim Einschalten der Betriebsspannung läuft gleichmäßig eine Tonfolge ab. Damit sie dem Rufton des Telefons ähnelt, kannst du mit den beiden Potis auf dem Modul B sowohl die Geschwindigkeit als auch die Tonhöhe des Signals verändern. Nun wird es dir sicher schnell gelingen, das genaue Telefonzeichen einzustellen.

Im vorigen Experiment beginnt der Telefonruf unverzüglich nach dem Einschalten der Betriebsspannung. Durch einige zusätzliche Verbindungen läßt sich die Tonfolge im Experiment 302 mit einer Verzögerung einschalten. Stelle doch mal das Gerät neben Euer Telefon, schalte es ein und gehe schnell aus dem Zimmer. Wer wird wohl nun auf den "Anruf" hereinfallen?

Etwa zehn Sekunden nach dem Einschalten der Betriebsspannung beginnt das aus dem vorigen Experiment bekannte Signal abzulaufen. Wenn du dich also schnell genug aus dem Zimmer entfernt hast, können

andere auf deine Telefonklingel ganz schön hereinfallen. Auch bei dieser Schaltung ist natürlich mit den beiden Potis auf dem Modul B der Tonruf noch zu verändern. Um nicht häufiger mit den Familienmitgliedern in Streit wegen des Telefonrufs zu geraten, kannst du dir für die Experimente einen eigenen Ruf "komponieren".

Durch den Taster im Pult kann im Experiment 303 die Tonfolge unterbrochen werden. Ergänzend zur bestehenden Verdrahtung sind nur noch die Verbindungen A 54 - P 3 und B 16 - P 4 zu stecken. Wenn der Elko C 4A nach ca. 10 Sekunden wieder geladen ist, beginnt das Signal erneut.

Wie variabel das Modul C beim Experimentieren ist, zeigt sich im Experiment 304, wenn die Verbindung von B 20 nach C 5 auf B 20 - C 4 abgeändert ist. Nun läuft das Tonsignal schneller ab, die Einstellungen mit den beiden Potis auf dem Modul B können aber wie bisher vorgenommen werden.

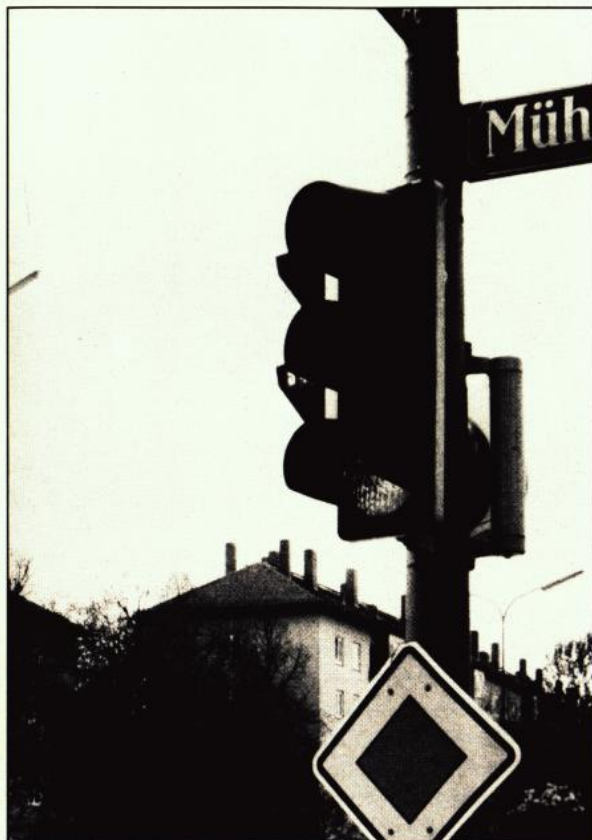


Abb. 2: Verkehrsampel

Damit zunächst genug mit dem Telefonsignal. An dieser Stelle sollen noch keine Erklärungen zu den vorigen Experimenten kommen, sie folgen aber auf jeden Fall später. Die folgenden Schaltungen geben einen kleinen Überblick darüber, wie vielfältig die Experimente dieses Moduls C sind.

Nach den lauten Tönen nun etwas lautloses, nämlich eine Ampelsteuerung. Beim Einschalten der Betriebsspannung wechseln im Experiment **305** die Lichtsignale wie bei einer Verkehrsampel gleichmäßig ab.

Eine Ampel, bei der alle Phasen gleichlang sind, ist natürlich für den Verkehr ungeeignet. Selbstverständlich müssen die Grün- und die Rotphase länger sein als die Gelb- und die Gelb-/Rotphase. Eine Änderung des vorhergehenden Experiments mit diesem Ziel stellt die Schaltung **306** dar.

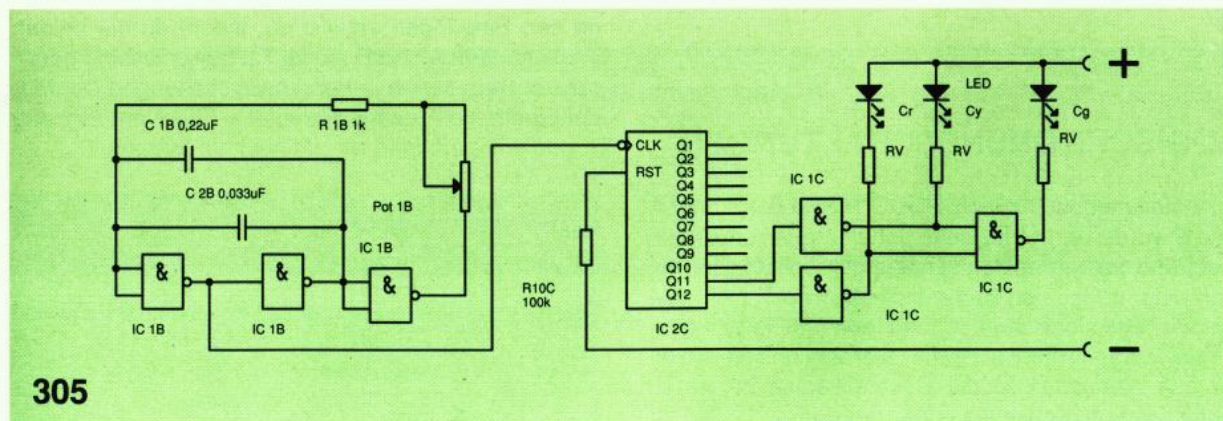
Die beschriebenen Verbindungen müssen zusätzlich gesteckt werden, und nach der Fertigstellung kann mit dem Poti P 1B auf dem Modul B die Geschwindigkeit des Ablaufs eingestellt werden.

305

B 12- C 18
B 27- B 28
B 29- B 30
C 6 - C 14
C 12- C 35
C 13- C 31
C 23- C 29
C 27- C 36
C 28- C 32

306

zusätzlich:
A 1 - A 16
A 2 - A 34
A 4 - B 19
A 6 - A 14
A 8 - C 37
A 17- A 44


305

307

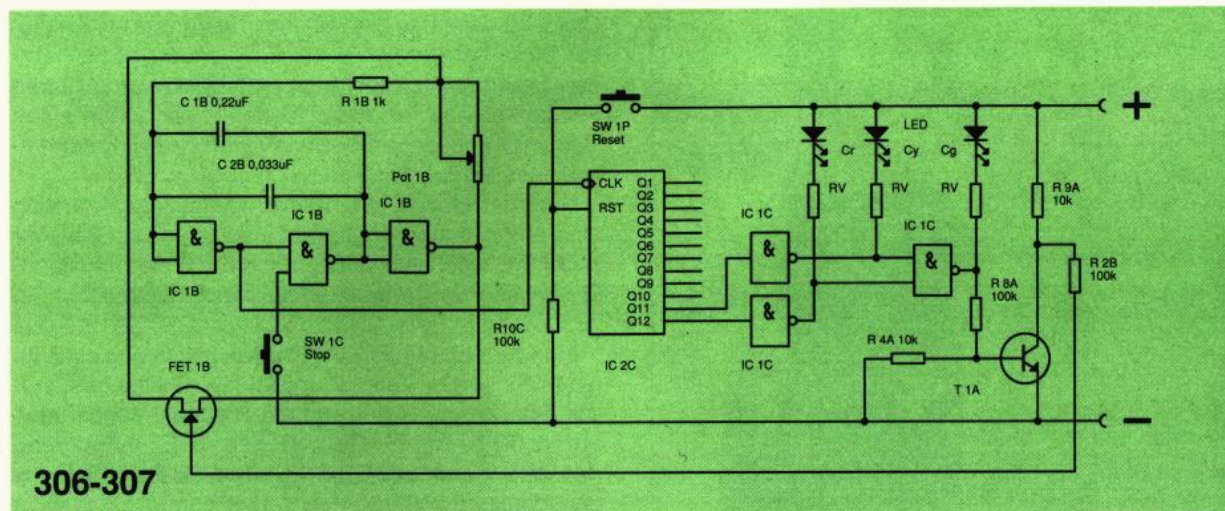
zusätzlich:

B 14- P 3

C 19- P 4

C 24- A 18

C 25- A 22



In den Ablauf der Ampelschaltung muß man eingreifen können, wenn z.B. für eine Straße zum Abfluß eines Verkehrsstaus längere Zeit Grün gegeben werden soll. Das geschieht häufig an verkehrsreichen Kreuzungen durch Polizeibeamte. Die folgende Schaltung **307** bietet die Möglichkeit, Dauergrün zu schalten. Zusätzlich zum Aufbau des vorigen Experiments sind noch weitere Verbindungen zu stecken.

Solange der Taster im Pult gedrückt ist, bleibt die Ampel auf Grün stehen. Wird er während des Ablaufs gedrückt, springt die Ampel immer wieder sofort auf grün zurück.

LOGISCHE GRUNDSCHALTUNGEN

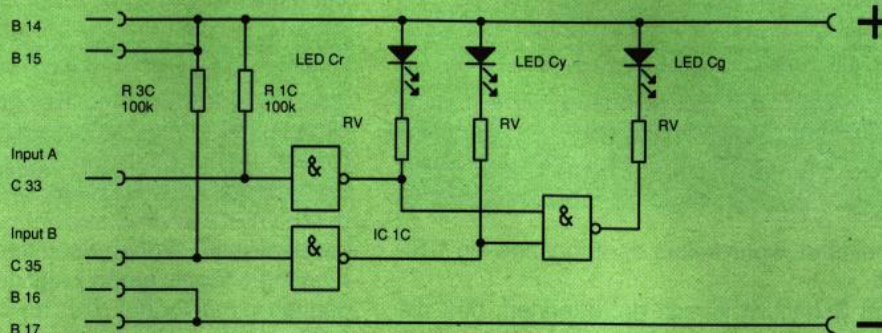
Im Anleitungsbuch zur SCHUCO Modul-Electronic A und B wurden einige logische Schaltungen vorgestellt. Aufgrund der begrenzten Schaltungsmöglichkeiten mit den beiden Modulen ließen sich aber noch nicht alle der wichtigen logischen Schaltungen mit Gattern ausführen. Das soll nun nachgeholt werden, und gleichzeitig soll dabei das Modul C schrittweise in seinen vielfältigen Möglichkeiten erklärt werden.

ODER-VERKNÜPFUNG

Das wohl bekannteste Beispiel für die Erklärung einer ODER-Verknüpfung - oft findest du auch die Bezeichnung OR - ist die Schaltung für die Beleuchtung in einem Treppenhaus. Sie muß eingeschaltet werden können im Parterre oder im ersten Stock oder im zweiten Stock. Die Funktionstabelle der ODER-Schaltung gibt die Zustände an den beiden Eingängen A und B und am Ausgang Q wieder. Danach führt Q nur dann ein 1-Signal, wenn entweder der eine oder der andere Eingang ein 1-Signal erhält. Selbstverständlich erscheint an Q auch ein 1-Signal, wenn beide Eingänge ein 1-Signal erhalten. Die unterschiedlichen Zustände an den Eingängen erzielst du, indem du die beiden Tastleitungen A und B an die Tastanschlüsse + oder - steckst. Wie schon in den Logikschaltungen der Modul-Electronic A und B bedeutet + (Plus) am Eingang 1, und entsprechend ist - (Minus) am Eingang 0.

Eingänge		Ausgang		ODER
A	B	Q	LED	
0	0	0	grün	
0	1	1	gelb	
1	0	1	rot	
1	1	1	rot/gelb	

308



Experiment 308.

Sind die beiden Eingänge A und B mit B 16 bzw. B 17 verbunden, erhalten sie beide 0-Signal, und der Ausgang Q führt ebenfalls ein 0-Signal, wie die grüne LED anzeigt.

Liegt ein 1-Signal am Eingang A, leuchtet die rote LED und bei einem 1-Signal am Eingang B die gelbe. Sind beide mit + (1) verbunden, leuchten auch die beiden LED rot und gelb. Da in diesen drei Fällen der Ausgang ein 1-Signal führt, leuchtet die grüne LED nicht.

Aus dem Schaltbild ist zu entnehmen, daß die ODER-Verknüpfung aus drei NAND aufgebaut ist. Nimmt man an, daß der Eingang A (C 33) an + liegt (Verbindung mit B 14), dann erscheint am Ausgang des zugehörigen NAND - (0). Die rote LED leuchtet des-

halb. Ist der Eingang A mit B 16 verbunden, liegt er an - (0), und der Ausgang führt + (1). Die rote LED kann darum nicht leuchten.

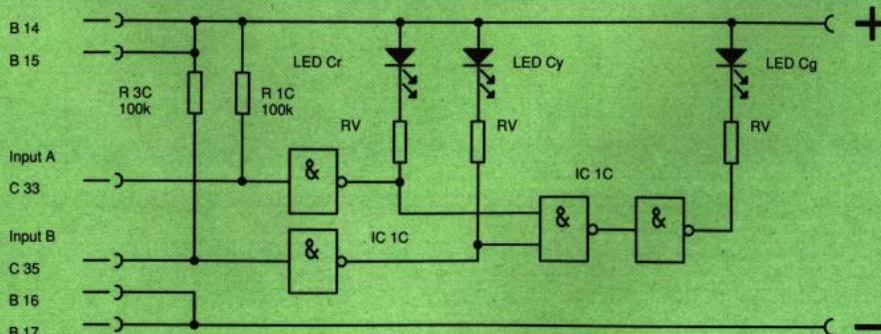
Die Funktionstabelle des NAND (Seite 112 Anleitungsbuch A) zeigt, daß der Ausgang ein 0-Signal führt, wenn beide Eingänge 1-Signal erhalten. Das wird mit dem dritten NAND dieser Schaltung ausgenutzt: Erhalten beide Eingänge A und B 0-Signal, liegt an den Ausgängen der zugehörigen NAND 1. Die Eingänge des dritten NAND erhalten dann auch 1, und dessen Ausgang führt damit 0-Signal.

NOR-SCHALTUNG

Experiment 309.

Die Umkehrung der ODER-Schaltung ist die NOR-Schaltung. Das bedeutet, daß der Ausgang Q nur dann

309



308

C 12- C 27
C 13- C 28
C 14- C 31
C 15- C 32
C 29- C 36
C 30- C 37
C 33- TL A
C 35- TL B
B 14- TA +
B 15- TA +
B 16- TA -
B 17- TA -

309

C 9 - C 12
C 10- C 38
C 11- C 13
C 14- C 31
C 15- C 32
C 27- C 39
C 28- C 40
C 29- C 36
C 30- C 37
C 33- TL A
C 35- TL B
B 14- TA +
B 15- TA +
B 16- TA -
B 17- TA -

TL =
Tastleitung
TA =
Tastanschluß

Eingänge		Ausgang		
A	B	Q	LED	
0	0	1	keine leuchtet	NOR
0	1	0	gelb/grün	
1	0	0	rot/grün	
1	1	0	rot/gelb/grün	

ein 1-Signal führt, wenn keiner der Eingänge ein 1-Signal erhält.

Aus dem Schaltbild kannst du erkennen, daß die NOR-Schaltung durch ein zusätzliches NAND aus der ODER-Verknüpfung entstanden ist. Dadurch werden die Ausgangszustände des dritten NAND invertiert.

EXKLUSIV NOR-SCHALTUNG

Experiment 310.

Bei der vorigen NOR-Schaltung führte der Ausgang immer dann 0-Signal, wenn der eine oder der andere oder auch beide Eingänge ein 1-Signal erhielten. Bei der Exklusiv-NOR-Schaltung liegt am Ausgang Q aber

Eingänge		Ausgang		
A	B	Q	LED	
0	0	1	keine leuchtet	EXKLUSIV NOR
0	1	0	gelb/grün	
1	0	0	rot/grün	
1	1	1	rot/gelb	

nur dann ein 0-Signal, wenn der eine oder der andere Eingang 1-Signal erhält. Liegt dagegen an beiden Eingängen ein 1-Signal oder an beiden Eingängen ein 0-Signal, dann führt der Ausgang Q ein 1-Signal.

Die vorige NOR-Schaltung wurde um ein weiteres NAND ergänzt, dessen Ausgang ebenfalls dem letzten NAND zugeführt wird. Die Eingänge dieses zusätzlichen NAND liegen parallel zu den Eingängen der ersten NAND. Erhalten die beiden Eingänge A und B das gleiche Signal, liegen an den Eingängen des letzten NAND grundsätzlich verschiedene Signale. Das bedeutet nach der Funktionstabelle des NAND, daß der Ausgang dann ein 1-Signal führt. Damit ist die Bedingung des Exklusiv-NOR erfüllt.

310

B 21- C 27

B 25- B 32

B 26- C 34

B 31- C 29

B 33- C 36

C 9 - C 12

C 10- C 38

C 11- C 13

C 14- C 31

C 15- C 32

C 28- C 39

C 30- C 37

C 33- TL A

C 35- TL B

B 14- TA +

B 5 - TA +

B 16- TA -

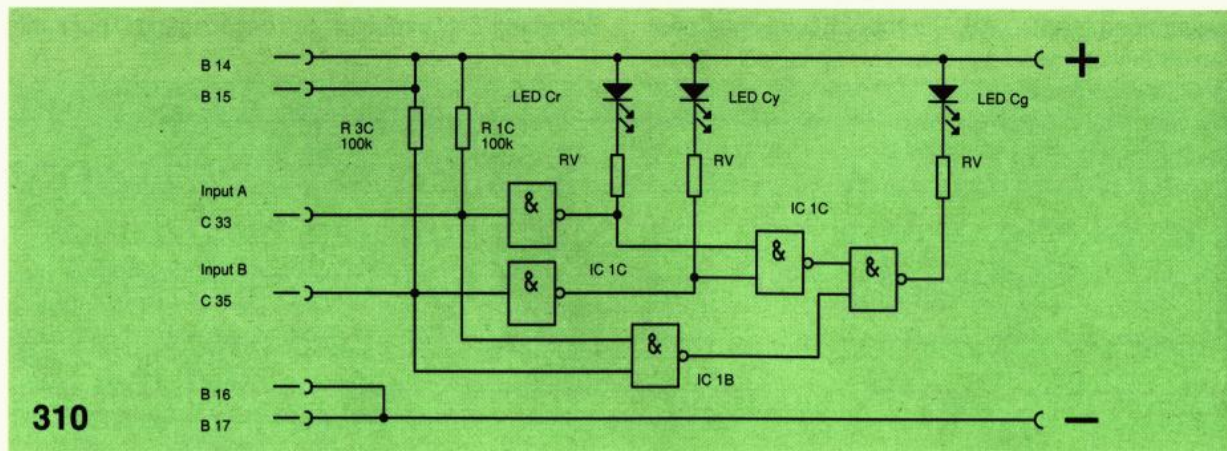
B 17- TA -

TL =

Tastleitung

TA =

Tastanschluß



EXCLUSIV OR**Experiment 311.**

Durch die Umkehrung des Ausgangs-Signals der vorigen Schaltung erhält man dieses Exklusiv-OR. Das heißt, daß der Ausgang nur dann ein 1-Signal führt, wenn entweder der eine oder der andere Eingang ein 1-Signal erhält. Liegt aber an beiden Eingängen ein 1-Signal oder ein 0-Signal, führt der Ausgang ein 0-Signal. Der Ausgangszustand des Exklusiv-OR (Q2) wird durch die grüne LED auf dem Modul A angezeigt, den Zustand am Ausgang des vorgeschalteten Exklusiv-NOR (Q1) erkennst du an der grünen LED auf Modul C.

Eingänge Ausgänge

A	B	Q1	Q2	LED	EXCLUSIV OR
0	0	1	0	A grün	
0	1	0	1	gelb/grün	
1	0	0	1	rot/grün	
1	1	1	0	rot/gelb/A grün	

(Achtung: 0 = LED ein, 1 = LED aus)

Die grüne LED des Moduls A leuchtet also immer, wenn der eine oder der andere Eingang ein 1-Signal erhält. Ist das Signal an beiden Eingängen gleich, so führt der Ausgang immer 0.

Zusätzlich zur Verdrahtung des letzten Experiments sind einige neue Verbindungen zu stecken (s. rechts).

Aus dem Schaltbild ist zu entnehmen, daß der Ausgang Q2 nur dann 1 ist, wenn der Ausgang Q1 = 0 ist. Das ist bei dieser Schaltung dadurch erreicht, daß dem Ausgang Q1 ein weiteres NAND zum Invertieren des Signals von Q1 nachgeschaltet wird.

311

zusätzlich:
A 12 - B 27
B 11 - C 26
B 30 - B 18

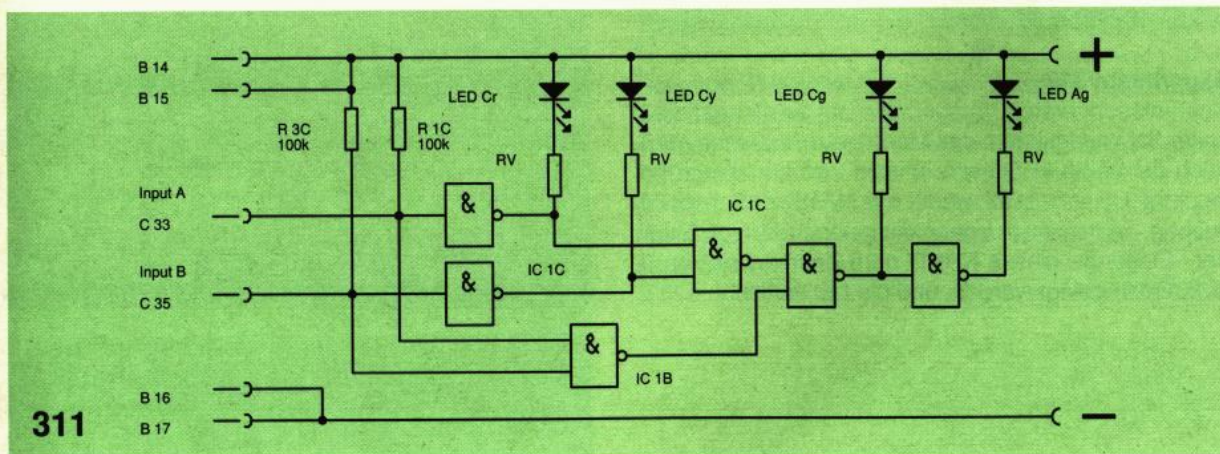
EINFACHE LOGIKSCHALTUNGEN

Mit den letzten Experimenten hast du die logischen Grundschaltungen aufgebaut, die mit den Modulen A und B noch nicht zu schalten waren. Das Modul C bietet aber viel mehr Möglichkeiten, logische Verknüpfungen zu schalten.

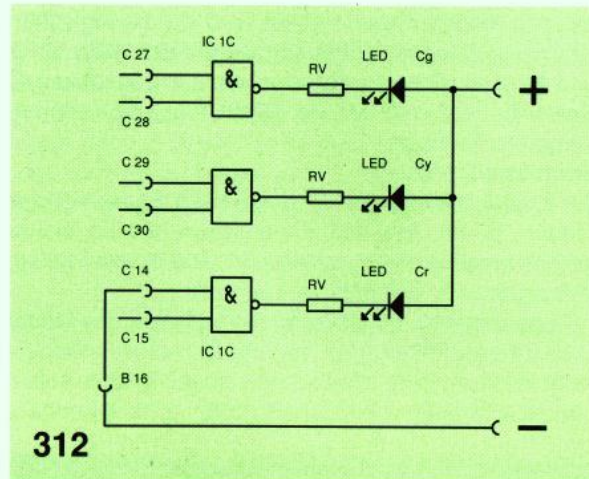
Experiment 312.

Am besten nimmst du dir einmal das Schaltbild des Moduls C vor. Mit den Kenntnissen, die du bisher bereits erworben hast, wird es dir nicht schwer fallen, selbstgewählte Beispiele umzusetzen.

Angenommen, du stellst dir die Aufgabe, das Modul C so zu beschalten, daß die rote LED dieses Moduls nicht leuchten darf, alle anderen dieses Moduls sollen aber leuchten. Aus dem Schaltbild kannst du erkennen,

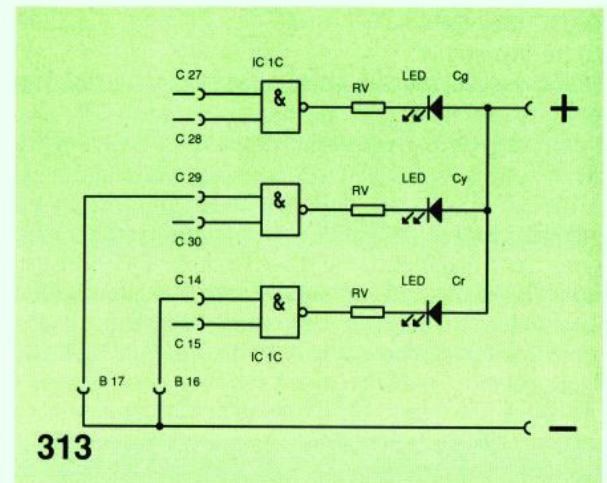
**311**

daß die rote LED am Ausgang des NAND liegt, dessen Eingänge mit den Kontakten C 14 und C 15 verbunden sind. Die beiden anderen LED liegen an den Ausgängen der NAND-Gatter, deren Eingänge an den Kontakten C 27 bis C 30 liegen. Aus den bisherigen Beispielen weißt du, daß eine LED dieses Moduls nicht leuchtet, wenn einer der Eingänge des zugehörigen NAND 0-Signal erhält, also mit - (Minus) verbunden ist. Das bedeutet, daß die Kontakte C 14 oder C 15 mit B 16, B 17 oder B 18 verbunden werden müssen. Auch wenn beide Eingänge mit Minus verbunden sind, führt der Ausgang ein 1-Signal, leuchtet die betreffende LED also nicht. Dann liegen nämlich die Katode und die Anode der LED an Plus.



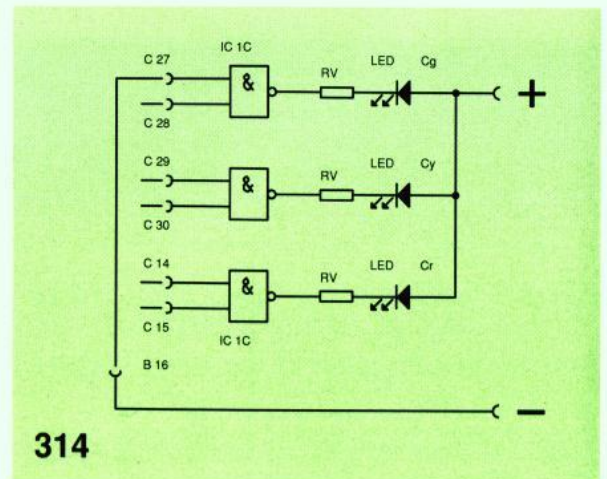
Experiment 313.

Nach diesem ersten Versuch bereitet es dir bestimmt keine Schwierigkeiten, das Modul so zu schalten, daß auch die gelbe LED noch erlischt und nur die grüne leuchtet. Du solltest dir wieder das NAND im Schaltbild suchen, an dessen Ausgang die gelbe LED liegt. Einer der Eingänge dieses NAND muß dann wieder an 0 (z.B. B 16) gelegt werden, und die LED erlischt.



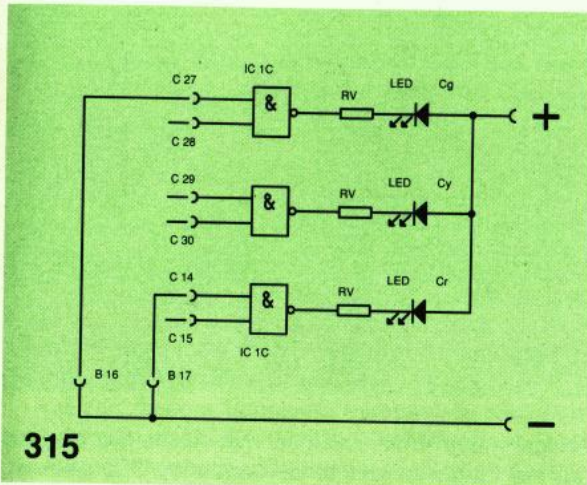
Experiment 314.

Jetzt gelingt es dir bestimmt auch, die Verdrahtung so zu wählen, daß die rote und die gelbe LED leuchten aber die grüne nicht. Aus dem Schaltbild kannst du entnehmen, daß die grüne LED am Ausgang des NAND mit den Eingängen C 27 und C 28 liegt. Einer dieser Eingänge muß also mit B 16 verbunden werden.



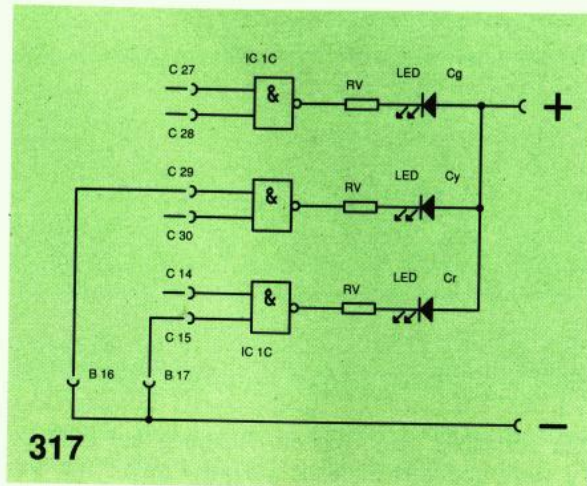
Experiment 315.

Willst du außerdem die rote LED ausschalten, muß entweder C 14 oder C 15 zusätzlich mit B 17 verbunden sein.



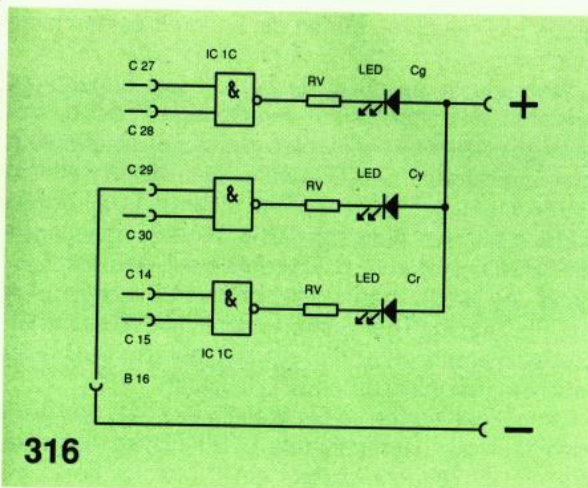
Experiment 317.

Soll außer der gelben LED auch noch die grüne erlöschen, ist zusätzlich entweder C 27 oder C 28 mit B 17 zu verbinden.



Experiment 316.

Um die gelbe LED zu löschen und nur die rote und die grüne leuchten zu lassen, sind entweder C 29 oder C 30 mit B 16 zu verbinden.



Du erkennst sicher an diesen Beispielen, wie einfach es ist, jede beliebige LED leuchten zu lassen und andere zum Erlöschen zu bringen.

Experiment 318.

Sollen einzelne LED mit den anderen so verknüpft werden, daß sie sich gegenseitig beeinflussen, müssen die Ausgänge der einen mit den Eingängen der anderen verbunden werden.

Angenommen, die rote und die grüne LED sollen leuchten, wenn die gelbe nicht leuchtet. Nach dem Schaltbild des Moduls C kannst du dir die Verdrahtung neu zusammenstellen (siehe rechts).

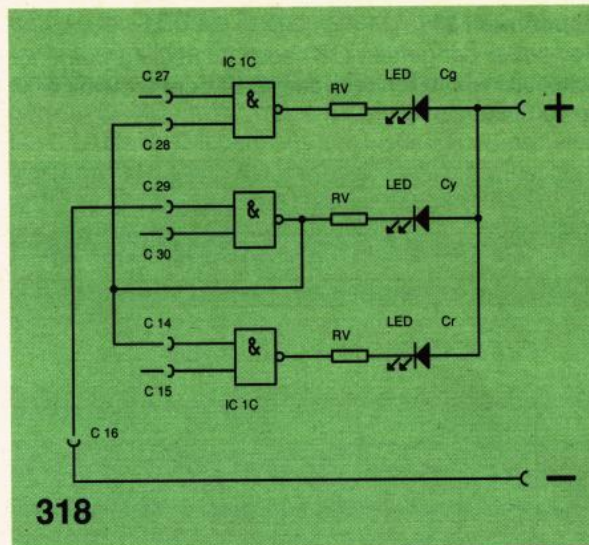
Nach dem Fertigstellen erkennst du, daß die gelbe LED nicht leuchtet, aber die beiden anderen. Nimmst du die Verbindung am Kontakt C 16 heraus, so schalten die LED alle um: Die gelbe leuchtet, die beiden anderen nicht mehr.

318

C 12- C 31
C 14- C 32
C 16- C 29
C 28- C 33

319

C 14 - C 31
C 16 - C 28
C 26 - C 32
C 29 - C 33



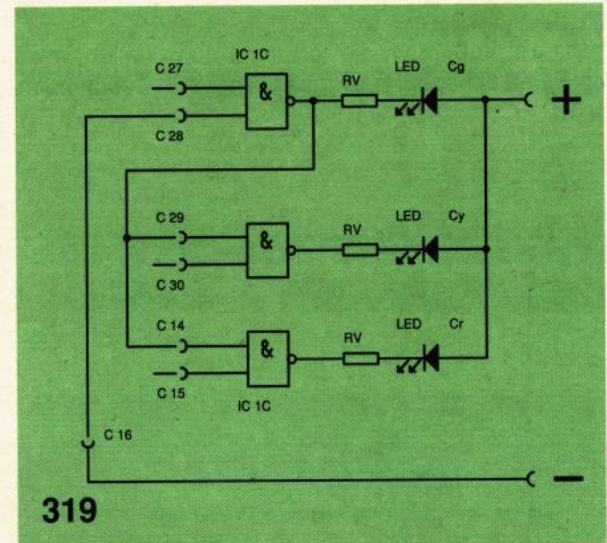
318

Das Schaltbild zeigt, daß der Ausgang der LED Cy - y steht übrigens für engl. yellow = gelb - mit den Eingängen der beiden anderen LED verbunden ist. Leuchtet nämlich die LED Cy, dann ist der Ausgang des zugehörigen NAND-Gatters 0. Stellst du die Verbindung zu den beiden anderen LED her, so erlöschen sie. Sind übrigens die beiden Eingänge C 29 und C 30 des NAND nicht angeschlossen, haben sie automatisch den Zustand 1, weil sie über die Widerstände R 3C und R 4C an Plus (1-Signal) liegen. Der Ausgang führt also 0-Signal.

Experiment 319.

Bei einer Verkehrsampel dürfen selbstverständlich nicht alle Lampen gleichzeitig aufleuchten. Das bedeutet, daß rot und gelb nicht leuchten dürfen, wenn grün leuchtet und umgekehrt. Für unsere Verdrahtung heißt das, daß der Ausgang der grünen LED Cg die Eingänge der NAND der anderen LED beeinflussen muß. Also sind C 26 mit C 14 und C 29 zu verbinden, und das läßt sich nur über den Verteiler C 31 bis C 33 ausführen. Den Verdrahtungsplan findest Du in der linken Spalte. Löst du die Verbindung am Kontakt C 16, schalten die LED um: Wenn die grüne LED leuchtet, dann leuchten die rote und die gelbe nicht und umgekehrt.

In diesem Experiment verhalten sich die LED, wie oben beschrieben. Leuchtet die grüne LED, führt der



319

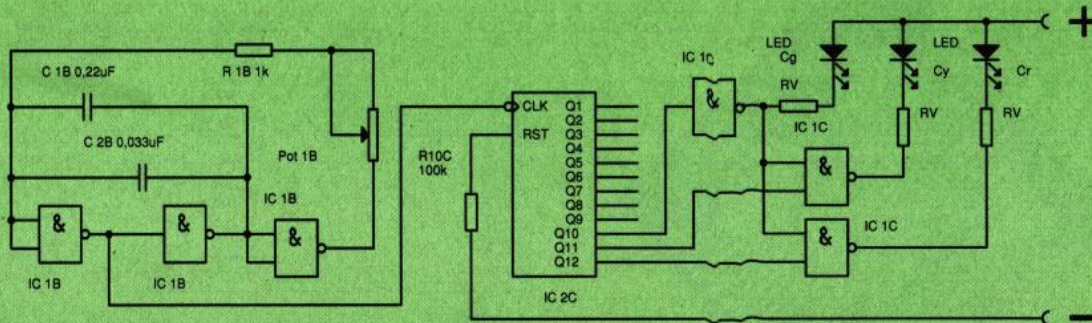
Ausgang des NAND 0-Signal. Da dieses Signal auch auf die Eingänge der beiden anderen LED gelangt, müssen sie erlöschen.

Interessanter sind solche einfachen logischen Verknüpfungen, wenn der Wechsel nicht durch Antippen an den Kontakten erfolgt, sondern wenn automatisch umgeschaltet wird. Das läßt sich z.B. durch einen Generator erreichen, dessen Ausgang ständig zwischen den Zuständen 0 und 1 wechselt. Bei diesem Experiment 320 sind die Bedingungen folgende: Wenn die grüne LED leuchtet, dürfen die anderen beiden nicht leuchten.

Wenn du dir das Schaltbild zu diesem Experiment ansiehst, erkennst du u.a. den Generator, der dir bereits aus vielen Experimenten der Modul-Electronic A und B bekannt ist. Das Generatorsignal gelangt auf ein Bauelement, das später noch ausführlich beschrieben werden soll. Am Ausgang dieses Bauteils aber liegen die NAND mit den LED. Dabei fällt auf, daß der Ausgang des NAND, das vor der grünen LED liegt, auch auf die Eingänge der beiden anderen NAND gelegt ist. Dadurch erreichst du, daß die zugehörigen LED nicht leuchten, wenn die grüne LED leuchtet.

Umgekehrt dürfen im Experiment 321 gelb und grün nicht leuchten, wenn die rote LED leuchtet. Auch bei diesem Experiment besorgt ein Generator das Um-

320



320

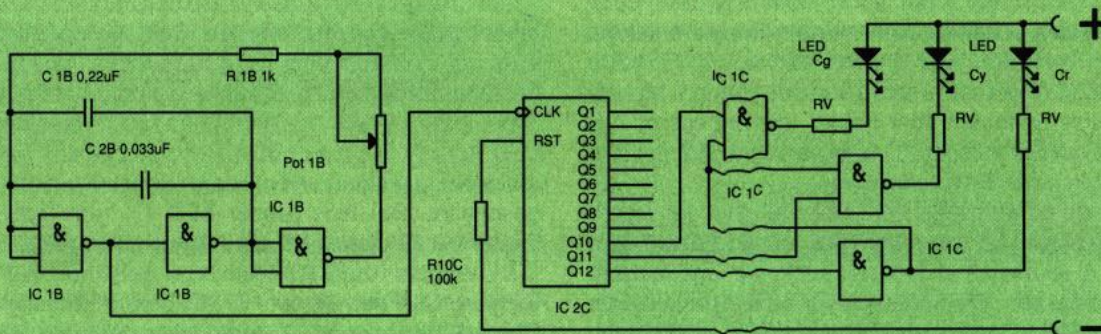
schalten. Nur ein paar kleine Umbauten sind am letzten Aufbau auszuführen (siehe rechts).

Auch in diesem Schaltbild erkennst du das neue Bauelement, das bisher noch nicht erklärt wurde. Diese Erklärungen werden später noch ausführlich nachge-

liefert. Du siehst aber wieder, daß der Ausgang des NAND mit der roten LED auf die Eingänge der anderen LED einwirkt. Das 0-Signal - die rote LED leuchtet - verhindert, daß die beiden anderen NAND umschalten und somit die zugehörigen LED leuchten.

B 12 - C 18
B 27 - B 28
B 29 - B 30
C 6 - C 14
C 15 - C 31
C 22 - C 28
C 23 - C 29
C 26 - C 33
C 30 - C 32

321



321

entfernen:
C 15 - C 31
C 26 - C 33
zusätzlich:
C 13 - C 31
C 33 - C 27

322

A 12- C 31
 B 16- C 24
 B 21- C 9
 B 25- C 33
 B 26- C 25
 C 8 - C 11
 C 10- C 32

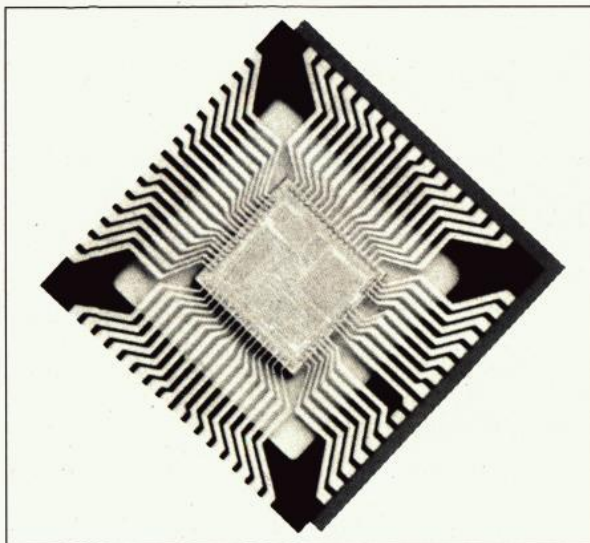


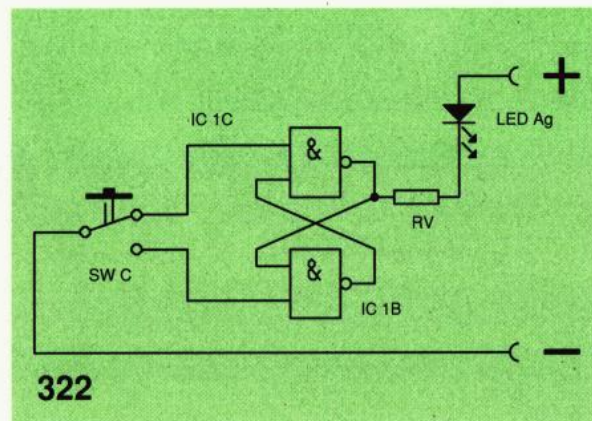
Abb 3: Integrierter Schaltkreis

DER ZÄHLERBAUSTEIN

In den folgenden Experimenten erfährst du Einzelheiten über ein elektronisches Bauelement, das eine Fülle von interessanten Anwendungen zuläßt. Es ist ein Dualzähler.

Zum einwandfreien Betrieb eines solchen Zählers benötigt man eine zusätzliche Schaltung, die Fehler durch falsche Signale am Eingang ausschließt. Das ist ein Entpreller. Wenn man z.B. mit einem mechanischen Schalter einen Impuls auf den Eingang eines Zählers gibt, dann kann es vorkommen, daß beim Drücken des Schalters nicht nur ein Impuls entsteht, sondern mehrere, weil die mechanischen Kontakte nicht sofort einwandfrei schließen oder öffnen. Mehrere Impulse bedeuten aber Fehler, die unbedingt vermieden werden müssen. Das Experiment 322 stellt die Schaltung eines **Entprellers** dar.

Nach dem Fertigstellen der Schaltung ist der Taster auf dem Modul C zu drücken. Die grüne LED auf dem Modul A leuchtet bei jedem Druck auf und erlischt beim Loslassen. Dieser Entpreller besteht aus einem **RS-Flip-Flop**. Das R steht für reset, was zurücksetzen heißt, und das S steht für set, was setzen bedeutet. (siehe auch Experiment 378).



Aus dem Schaltbild ersiehst du, daß der Entpreller aus zwei NAND-Gattern aufgebaut ist, deren Ausgänge wechselseitig auf jeweils einen Eingang zurückgekoppelt sind. Bei gedrücktem Taster führen beide Eingänge des oberen NAND 1-Signal, beide Eingänge des unteren 0-Signal. Am Ausgang des oberen NAND liegt ein 0-Signal, und damit kann die LED an seinem Ausgang leuchten. Läßt du den Taster los, erhält der Eingang des oberen NAND 0-Signal, und da der andere auf 1-Signal liegt, springt der Ausgang auf 1-Signal. Nun kann die LED nicht mehr leuchten.

Der Vorteil dieser Schaltung liegt darin, daß bei gedrücktem Taster immer eindeutig 0 am Ausgang des oberen NAND liegt und bei geöffnetem Taster immer 1. Es entsteht also bei mehrfachem Drücken ein Rechtecksignal, das für den Zähler benötigt wird.

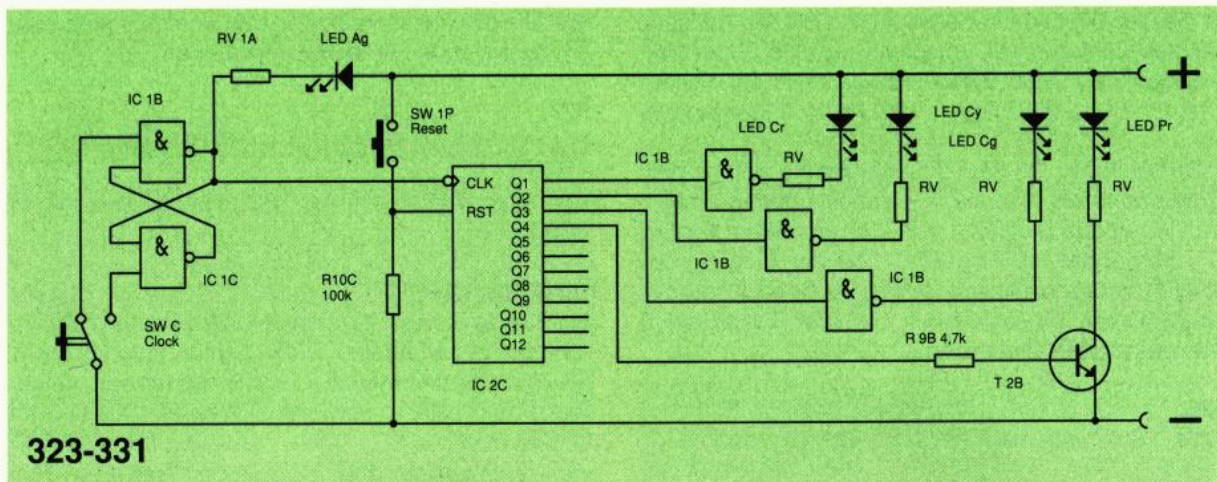
Der Entpreller soll zum Betrieb des Zählers im Experiment 323 eingesetzt werden. Sein Ausgangssignal wird auf den Eingang des Dualzählers gelegt. Die bestehende Schaltung ist nur geringfügig zu ergänzen.

Bei jedem Druck auf den Taster sw C leuchtet die LED Ag auf. Die rote LED Cr wird mit einem Tastendruck eingeschaltet und mit dem nächsten wieder ausgeschaltet. Bei leuchtender LED Cr kann mit dem Taster sw 1P diese LED zurückgesetzt werden.

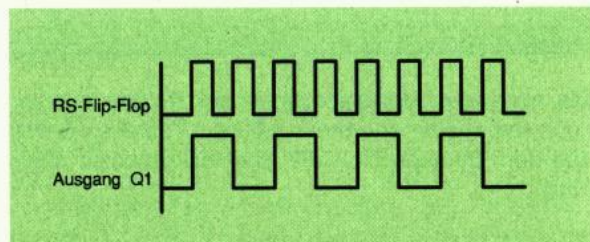
Die Impulse des RS-Flip-Flops gelangen auf den Eingang CLK des Zählers IC 2C. Dieser Eingang wird **Clock-Eingang** oder **Zähleingang** genannt. Bei jedem Aufleuchten der grünen LED Ag ist der Ausgang des Flip-Flops 0. Dieses 0-Signal setzt den Zähler und

323

zusätzlich:
C 7 - C 14
C 18- C 34
C 19- P 3
B 15- P 4



schaltet seinen Ausgang Q1 auf 1-Signal. Durch die Invertierung mit dem NAND am Ausgang Q1 wird daraus ein 0-Signal, und die LED Cr leuchtet. Gelangt beim Drücken des Tasters sw 1C ein positiver Impuls (1-Signal) auf den Eingang rst, springt der Ausgang des Zählers immer auf 0. Denn dieser Eingang ist der **Rücksetzeingang**. Stellt man die Vorgänge am Ausgang des RS-Flip-Flops und am Ausgang Q1 des Zählers grafisch dar, erkennt man aus diesem Impulsdiagramm, daß immer die eine Flanke des Rechtecksignals vom RS-Flip-Flop das Umschalten des Zählers bewirkt.



Bei der weiteren Untersuchung des Zählerbausteins stört vielleicht das Leuchten der beiden anderen LED. Mit dem Experiment 324 können sie beide ausgeschaltet werden. Dazu müssen nur B 17 mit C 28 und B 18 mit C 29 verbunden werden. Jetzt schaltet nur die rote LED Cr um.

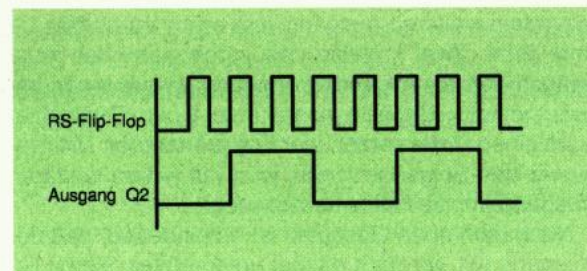
Aus dem Schaltbild 323 ist zu entnehmen, daß der Zähler insgesamt 12 Ausgänge hat. Welche Bedeutung die verschiedenen Ausgänge haben, soll nun untersucht werden. Im Experiment 325 wird die LED an den Ausgang Q2 gelegt. Dazu sind nur geringfügige Änderungen am vorigen Aufbau vorzunehmen. Nach der Fertigstellung ist wieder der Taster sw C mehrfach zu drücken.

325.

C 7 - C 14 entfernen

C 14- C 17

Die grüne LED Ag leuchtet mit jedem Tastendruck auf, die rote LED Cr aber nur bei jedem zweiten. Wenn sie leuchtet, muß auch wieder zweimal der Taster gedrückt werden, bevor sie erlischt. Die leuchtende LED Cr läßt sich mit dem Taster sw 1P zurücksetzen.



In diesem Experiment benötigt die LED am Ausgang Q2 des Zählers zwei Umschaltvorgänge, um aufzuleuchten. Nur jeder zweite Impuls am Eingang des Zählers ruft also am Ausgang Q2 eine Änderung hervor.

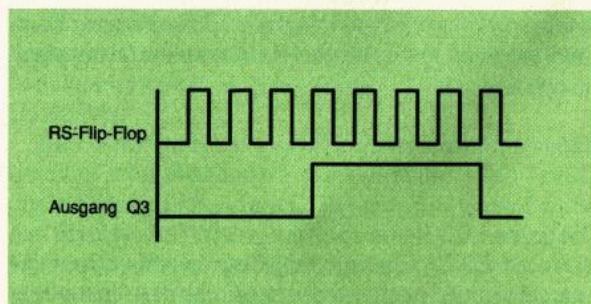
Der Ausgang Q3 des Zählerbausteins soll mit dem Experiment 326 untersucht werden. Aus dem Schaltbild des Moduls C erkennt man, daß er mit dem Kontakt C 1 verbunden ist. Also ist C 14 - der Eingang des NAND, an dessen Ausgang die LED Cr liegt - mit C 1 zu verbinden. Anschließend muß der Taster sw C wiederholt gedrückt werden.

326.

C 14- C 17 entfernen

C 1 - C 14

Erst nach vier Schaltvorgängen am Eingang des Zählers leuchtet die LED am Ausgang Q3 auf, und nach weiteren vier Impulsen erlischt sie wieder. Selbstverständlich läßt sie sich auch mit dem Taster sw 1P im Pult zurücksetzen.



Beim Betrachten der Signale am Eingang CLK und am Ausgang Q1 erkennt man, daß die Frequenz an Q1 halb so groß ist wie die des Generators am Eingang. Mit jedem weiteren Ausgang wird es im Verhältnis 2:1 untersetzt. Zwei Impulse des vorhergehenden Ausgangs rufen am folgenden Ausgang jeweils einen Impuls hervor. Deshalb nennt man einen Dualzähler auch einen **Unter-setzer** oder **Frequenzteiler**. Die Frequenz des Eingangssignals wird mit jedem weiteren Ausgang um die Hälfte herabgesetzt.

Nach dem eben Gesagten ist es eindeutig, daß der Ausgang Q4 ein noch einmal untersetztes Signal lie-

fert. Um das auszuprobieren, sind wenige Änderungen am bestehenden Aufbau vorzunehmen:

327.

C 1 - C 14 entfernen

C 2 - C 14

Erst nach 8 Impulsen vom RS-Flip-Flop leuchtet die LED Cr auf.

DUALZÄHLER

Mit dem folgenden Experiment 328 wird deutlich, warum das in den letzten Experimenten untersuchte IC als Zähler bezeichnet wird. Es läßt sich mit dem Aufbau von 0 bis 7 zählen, aber natürlich nur im Dualsystem. Ordnet man der LED Cr die Wertigkeit 1, der LED Cy die Wertigkeit 2 und der LED Cg den Wert 4 zu, dann leuchten nach 7 Impulsen alle drei LED.

LED Ausgang			Dual-system	Dezimal-system
Cg Q3	Cy Q2	Cr Q1		
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	10	2
0	0	0	11	3
1	0	0	100	4
1	0	1	101	5
1	1	0	110	6
1	1	1	111	7

Die folgenden Veränderungen am Aufbau müssen noch vorgenommen werden. Mit dem Taster sw G werden dem Eingang CLK die Rechteckimpulse zugeführt.

328.

C 2 - C 14 entfernen

C 14- C 7

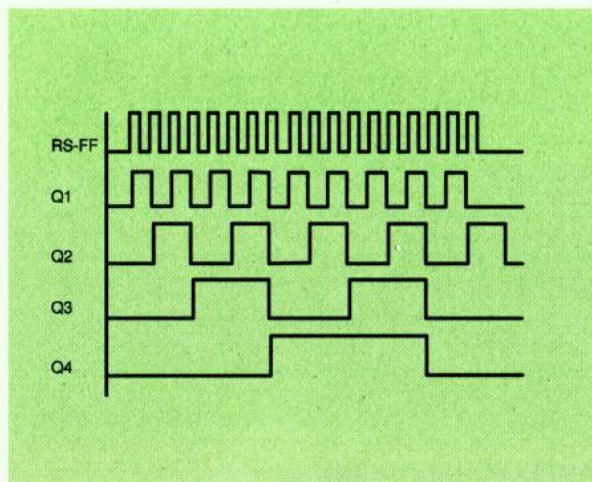
B 17- C 28 entfernen

C 28- C 1

B 18- C 29 entfernen

C 29- C 17

Nach 7 Impulsen leuchten alle drei LED, und mit dem achten Impuls ist der Zähler wieder zurückgesetzt.



Durch Verschieben der LED um jeweils einen Ausgang des Zählers im Experiment **329** erreicht man erst nach 14 Impulsen, daß alle drei LED leuchten. Die vorherige Schaltung muß ein wenig abgeändert werden.

329.

C 14- C 7 entfernen C 14- C 17
C 28- C 1 entfernen C 28- C 2
C 29- C 17 entfernen C 29- C 1

Mit der LED Pr läßt sich der Zähler so erweitern, daß von 0 bis 15 gezählt werden kann, allerdings wieder im Dualsystem. Mit wenigen zusätzlichen Verbindungen ist sie im Experiment **330** mit dem Zählerausgang Q1 verbunden.

330.

B 14- P 1 B 6 - B 17
B 8 - P 2 B 10- C 7

Mit dem 16. Impuls beginnt der Zählvorgang von vorn.

Erweiterte man den Aufbau um eine weitere LED, so ließe sich bis 31 zählen, vorausgesetzt, es würde noch der Ausgang Q5 des Zählers benutzt.

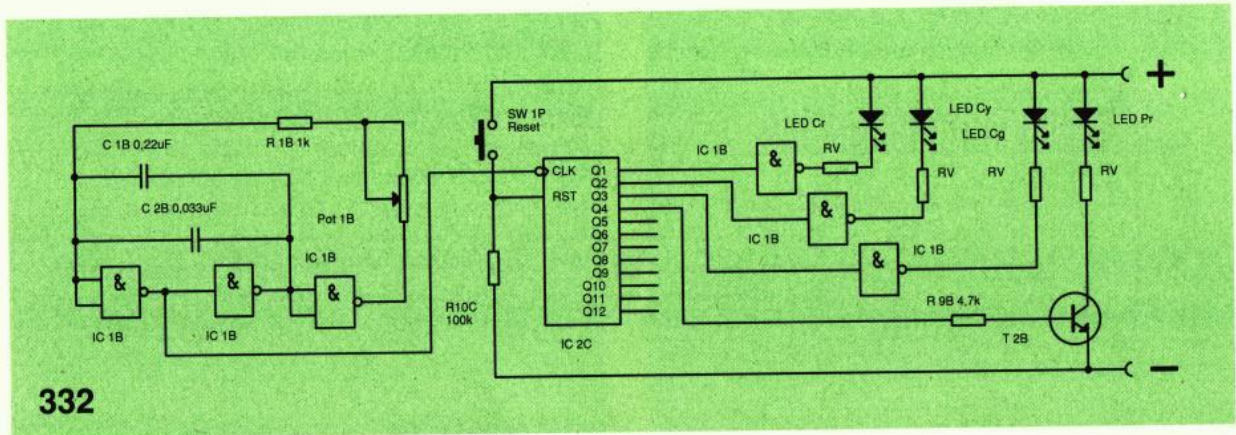
LED Ausgang				Dual-system	Dezimal-system
Cg Q4	Cy Q3	Cr Q2	Pr Q1		
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	10	2
0	0	1	1	11	3
0	1	0	0	100	4
0	1	0	1	101	5
0	1	1	0	110	6
0	1	1	1	111	7
1	0	0	0	1000	8
1	0	0	1	1001	9
1	0	1	0	1010	10
1	0	1	1	1011	11
1	1	0	0	1100	12
1	1	0	1	1101	13
1	1	1	0	1110	14
1	1	1	1	1111	15

Im folgenden Experiment **331** sollen statt der Ausgänge Q1 bis Q4 die Ausgänge Q5 bis Q8 benutzt werden. Wieder sind nur Änderungen am bestehenden Aufbau vorzunehmen.

331.

B 10- C 7 entfernen B 10- C 3
C 14- C 17 entfernen C 14- C 4
C 28- C 2 entfernen C 29- C 5
C 29- C 1 entfernen C 28- C 21

Du darfst dich nach dem Aufbau nicht entmutigen lassen, wenn nach einigen Impulsen mit dem Taster sw C noch kein Ergebnis zu sehen ist. Erst nach 16 Impulsen leuchtet die LED Pr auf, und nach jeweils weiteren 16 Impulsen springt der Ausgang des Zählers um.



Mit einem Generator läßt sich das mühsame Tasten vermeiden. Mache dazu die Umbauten aus Experiment 331 rückgängig.

Im Experiment **332** wird der Ausgang des IC-Generators an den CLK-Eingang des Zählers gelegt. Die Frequenz des Generators kann mit dem Poti Pot 1B verändert werden. Die Verdrahtung des vorigen Experiments wird wie folgt abgewandelt:

332.

C 18- C 34 entfernen
B 12- C 18

B 27- B 28
B 29- B 30

Das Schaltbild zeigt, daß der Ausgang des IC-Generators auf den CLK-Eingang des Zähler-Bausteins führt. An den Ausgängen Q1 bis Q4 liegen die LED, die über einen NAND-Treiber bzw. über den Transistor T 2B betrieben werden.

AMPELSCHALTUNGEN

Experiment 333.

Nachdem du nun einiges über den Dualzähler erfahren hast, sollst du ihn in verschiedenen Schaltungen anwenden. Eine davon hast du bereits kennengelernt, die Verkehrsampel. Zur Erweiterung dieser Schaltung solltest du sie aber noch einmal schnell aufbauen.

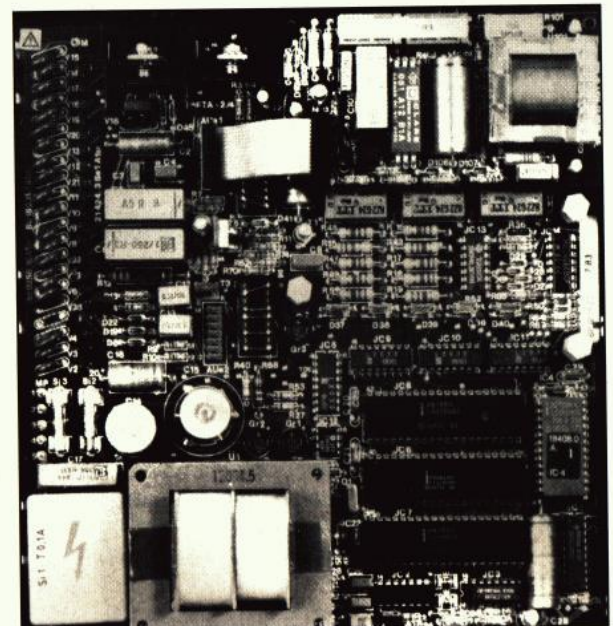
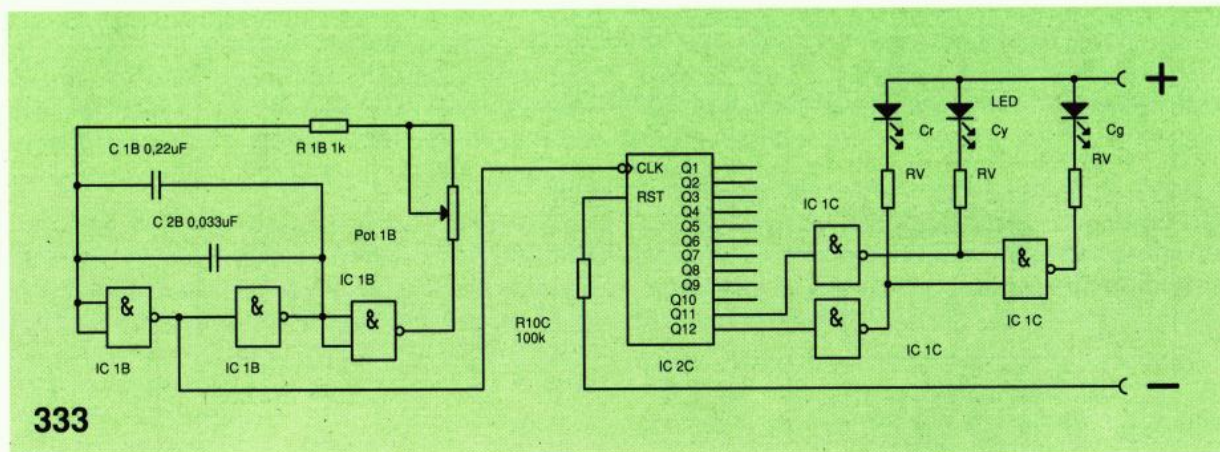


Abb. 4: Steuerungsplatine



333

B 12 - C 18
 B 27 - B 28
 B 29 - B 30
 C 6 - C 14
 C 12 - C 35
 C 13 - C 31
 C 23 - C 29
 C 27 - C 36
 C 28 - C 32

Wie du bereits weißt, leuchten die LED in einer Folge wie bei einer Ampel.

Aus dem Schaltbild ersiehst du, daß in dieser Schaltung der Ausgang des NAND-Generators mit dem CLK-Eingang des Zählers verbunden ist. Aufgrund der hohen Frequenz des Generators werden die beiden Ausgänge Q 11 und Q 12 benutzt. Andernfalls ließe das Blinken der Ampel so schnell ab, daß man die Folge kaum erkennen könnte. Die gelbe LED Cy und die rote Cr werden über ein NAND direkt betrieben. Die grüne Cg liegt am Ausgang eines NAND, dessen Eingänge parallel zu den beiden anderen LED betrieben wird. Über dieses dritte NAND ist sichergestellt, daß die grüne LED nur leuchten kann, wenn die beiden anderen nicht leuchten.

Diese Ampel kann mit einigen Änderungen auch noch auf sehr originelle Weise erweitert werden. Im

Experiment 334 verkündet ein Tonsignal jeweils das Umschalten der Ampel. Einige neue Verbindungen müssen zusätzlich gesteckt werden (s. rechts).

Nach der Fertigstellung muß der Regler Pot 1B auf Linksanschlag stehen. Die Ampel schaltet wie alle Verkehrsampeln um, und zusätzlich wird jeder Umschaltvorgang hörbar gemacht. Bei Gelb ist die Frequenz des Tones deutlich höher.

Im Schaltbild 334 erkennst du wieder den NAND-Generator, dessen Ausgang mit dem CLK-Eingang des Zählers verbunden ist. Zusätzlich liegt am Ausgang Q1 des Zählers der Nf-Verstärker mit dem IC 1A. Am Ausgang des Treiber-NAND für die LED Cy liegt der Transistor T 1A. Wenn die gelbe LED leuchtet, sperrt er, und dann gelangt von seinem Kollektor eine positive Spannung auf das Gate des Fet 1B. Die Source-Drain-Strecke leitet, und die Frequenz des Generators erhöht sich.

334

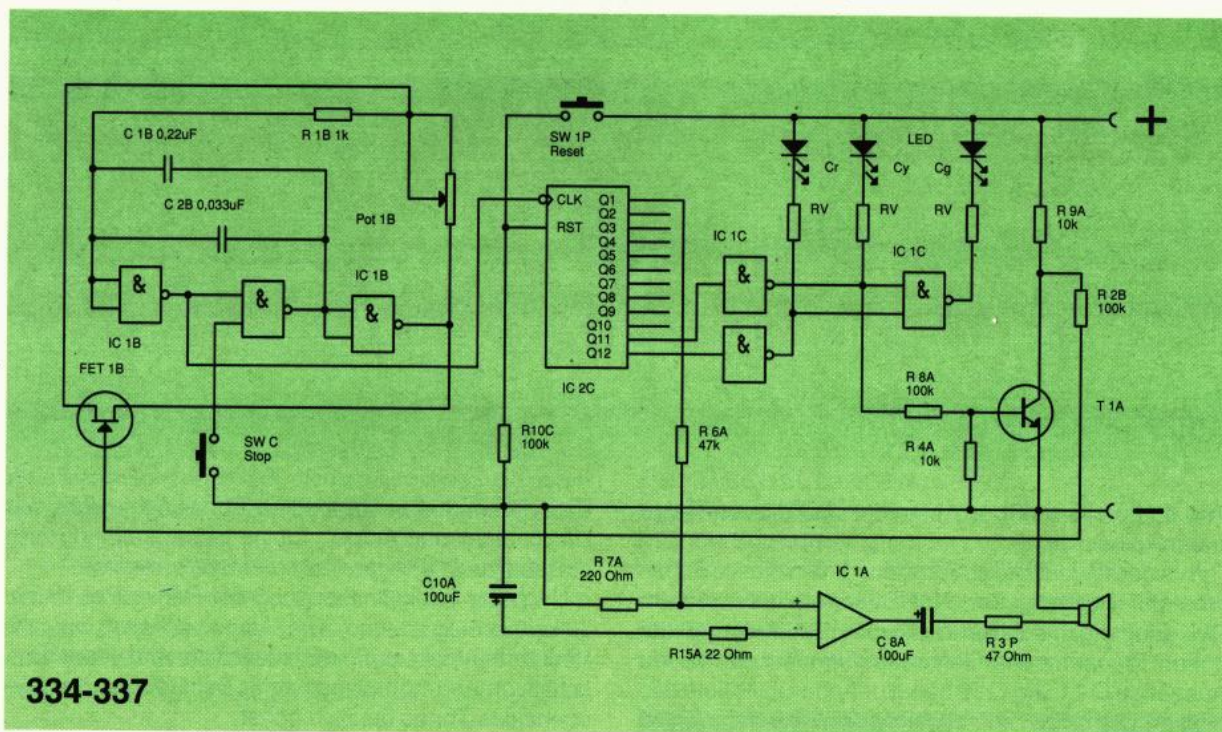
zusätzlich:

A 1 - A 16
 A 2 - A 34
 A 4 - B 19
 A 6 - A 14
 A 8 - C 37
 A 9 - C 7
 A 10 - A 21
 A 11 - A 19
 A 17 - A 44
 A 18 - P 6
 A 20 - A 22
 A 24 - P 5
 B 14 - P 3
 C 19 - P 4

337

zusätzlich:

A 9 - C 1
A 9 - C 2
A 9 - C 3
A 9 - C 4
A 9 - C 5



334-337

Welche Tonspiele mit dem Zähler-IC möglich sind, läßt sich erahnen, wenn im Experiment **335** die Verbindungen B 27 - B 28 und B 29 - B 30 entfernt werden. Nachdem diese beiden Verbindungen entfernt sind, erhöht sich die Frequenz der Töne. Das liegt daran, daß nun der Kondensator C 1B nicht mehr parallel zu C 2B liegt. Durch die Verringerung der Kapazität des frequenzbestimmenden Kondensators erhöht sich die Frequenz des Generators.

Im vorigen Experiment hast du den Nf-Verstärker am Ausgang Q1 des Zählers betrieben. Ganz andere Effekte erzielst du, wenn du den Verstärker mit einem

anderen Zählerausgang betreibst. Im Experiment **336** soll das der Ausgang Q2 sein. Dazu mußt du nur A 9 mit C 17 statt mit C 7 verbinden. Da die Frequenz dieses Zählerausgangs um die Hälfte kleiner ist, muß auch die Frequenz des Tones niedriger sein.

Viele unterschiedliche Tonspiele kannst du nun schon mit dieser Schaltung **337** ausführen, indem du A 9 nacheinander mit den anderen Ausgängen des Zählers verbindest.

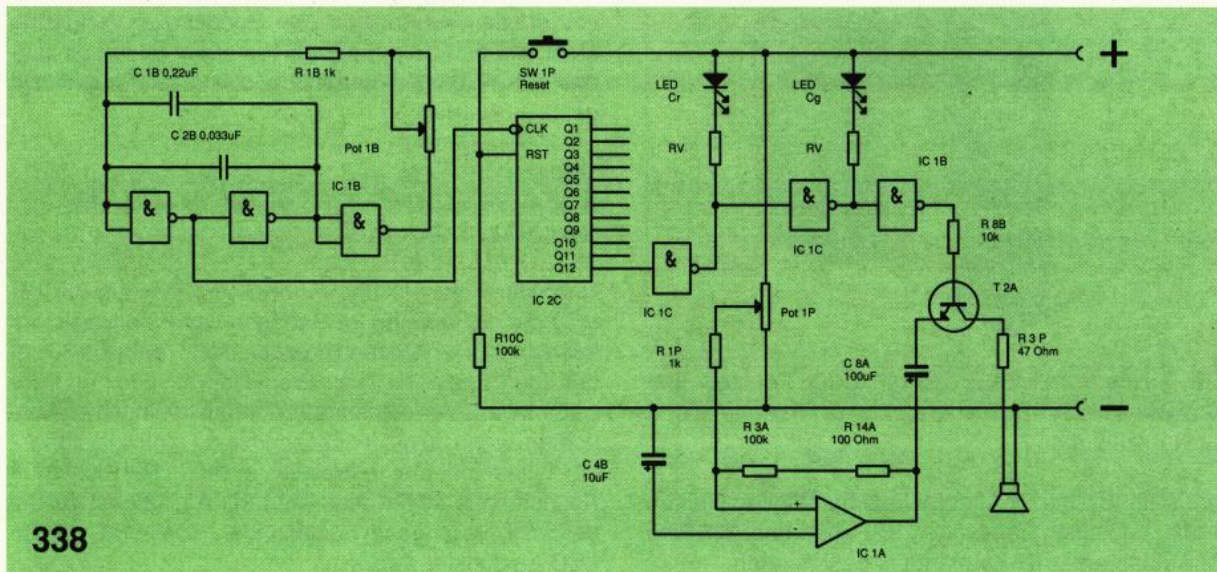
Die anderen Ausgänge des Zählers kannst du ja selbst einmal aus dem Schaltbild heraussuchen und mit dem Eingang des Nf-Verstärkers verbinden.

AMPEL FÜR SEHBEHINDERTE

In manchen Städten findet man besondere Ampeln, die vor allem sehbehinderten Menschen helfen sollen, die Straßen gefahrlos zu überqueren. Bei diesen Ampeln ertönt ein Signal, wenn die Fußgänger Grün bekommen. Die Schaltung 338 stellt eine solche Schaltung dar.

Das Poti Pot 1P sollte nach der Fertigstellung ganz nahe am rechten Anschlag stehen, und außerdem kannst du auch die Höhe des Tons bei Grün mit diesem Poti geringfügig einstellen. Mit dem Schalter sw 1P im Pult kann unverzüglich grün für die Fußgänger eingeschaltet werden. Eine weitere Verbesserung findest du unter Experiment 440.

Der Generator des IC 1B erzeugt das Taktsignal für die Blindenampel, und im Zählerbaustein wird es geteilt. Mit dem Poti Pot 1B lassen sich die Schaltzeiten einstellen, die geringste Frequenz ist am linken Anschlag. Der Ausgang Q 12 schaltet über ein NAND die rote LED, und über ein weiteres NAND wird die grüne LED angesteuert. Sie leuchtet also nur, wenn die rote nicht leuchtet. Das dritte NAND schaltet den Transistor T 2A durch, wenn die grüne LED leuchtet. Dann kann das Signal vom IC 1A, das als Generator geschaltet ist, zum Lautsprecher passieren.



338

A 13- A 24
 A 15- P 10
 A 16- B 23
 A 17- P 11
 A 18- P 6
 A 20- B 24
 A 21- A 52
 A 23- A 33
 A 26- B 7
 A 30- P 5
 A 43- A 51
 A 53- P 9
 B 12- C 18
 B 21- B 8
 B 25- C 26
 B 27- B 28
 B 29- B 30
 C 6 - C 14
 C 13- C 27
 C 16- C 30
 P 3 - B 15
 P 4 - C 19

A 1 - A 16
A 2 - A 44
A 4 - A 12
A 17- A 34
A 3 -
F-Tr E, w
A 14-
F-Tr K, r

INFRAROT-ALARMANLAGEN

Infrarot-Alarmanlagen gibt es heute in vielen verschiedenen Ausführungen. Zu den Standardgeräten zählt man solche, bei denen der Alarm durch eine Lichtschranke ausgelöst wird. Sie bewähren sich deshalb besonders gut, weil der Lichtstrahl nicht zu sehen ist. Infrarotes Licht (IR-Licht) ist Licht mit einer so großen Wellenlänge, daß das menschliche Auge nicht mehr darauf anspricht. Wenn wir dieses "Licht" - Fachleute sprechen auch von Strahlung - trotzdem wahrnehmen, dann nur deshalb, weil die Haut des Menschen es als Wärme empfindet. Das Sonnenlicht enthält einen großen Anteil Infrarotlicht, und auch jede Glühlampe sendet es aus. Aber besonders viel infrarotes Licht strahlen Heizkörper aus.

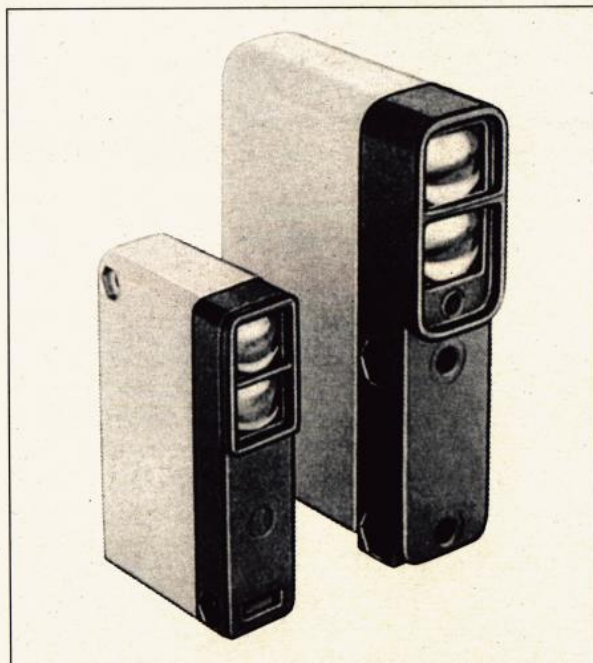
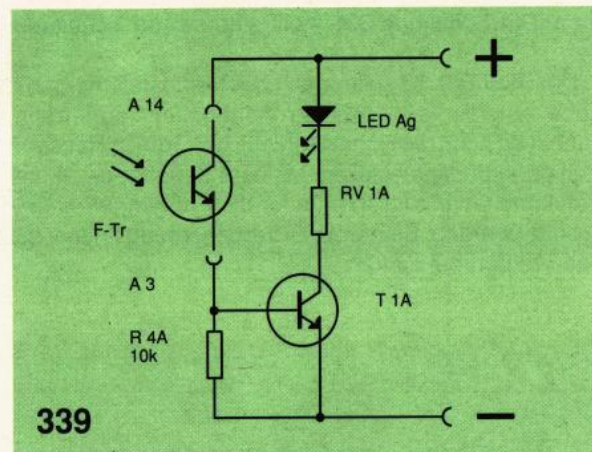


Abb. 5: Infrarot-Mini-Lichtschranke für Fenster- und Türüberwachung, Besuchermeldung, Personen- und Stückgutzählung

F-Tr =
Fototransistor
(s. S. 11)

Zum Aufbau einer IR-Alarmanlage benötigt man einen Sender und einen Empfänger. Im Experiment 339 wird der Aufbau eines IR-Empfängers beschrieben.

Nach dem Aufbau des Empfängers ist die Öffnung des Fototransistors zum Fenster oder auf eine Glühlampe zu richten. Sowie IR-Licht in die Öffnung fällt, leuchtet die grüne LED Ag auf.



Beim Einfall von IR-Licht auf den Fototransistor leitet er, und dadurch wird der Transistor T 1A ebenfalls durchgeschaltet. Die LED Ag an seinem Kollektor leuchtet.

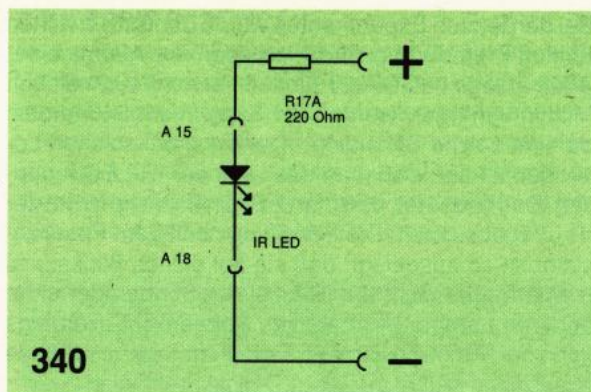
Ein Empfänger kann aber seine Aufgabe erst dann voll erfüllen, wenn auch ein Sender zur Verfügung steht. Mit dem Experiment 340 kannst du ihn dir aufbauen. Die beiden Verbindungen müssen zusätzlich gesteckt werden.

340.

A 15- IR-LED A, r
(IR-LED s. S. 11)

A 18- IR-LED K, w

Nach der Fertigstellung mußt du die Öffnung der IR-LED auf die Öffnung im Gehäuse des Fototransistors ausrichten. Der Abstand darf aber nicht mehr als 20 cm betragen, und es darf kein Fremdlicht auf den Fototransistor fallen. Verhältnismäßig einfach gelingt das Ausrichten, wenn du die IR-LED und den Fototransistor auf ein Lineal oder eine Holzleiste setzt. Bei richtigem Ausrichten leuchtet dann die LED Ag. Ziehst du die beiden Teile langsam auseinander, merkst du, wie die LED Ag dunkler wird.



Experiment 341.

Und nun soll die Alarmanlage aufgebaut werden. Der Alarm wird ausgelöst, wenn die Lichtschranke unterbrochen wird. Beim Ausrichten darfst du nicht vergessen, daß kein Fremdlicht, z.B. kein Sonnenlicht, auf den Fototransistor fallen darf.

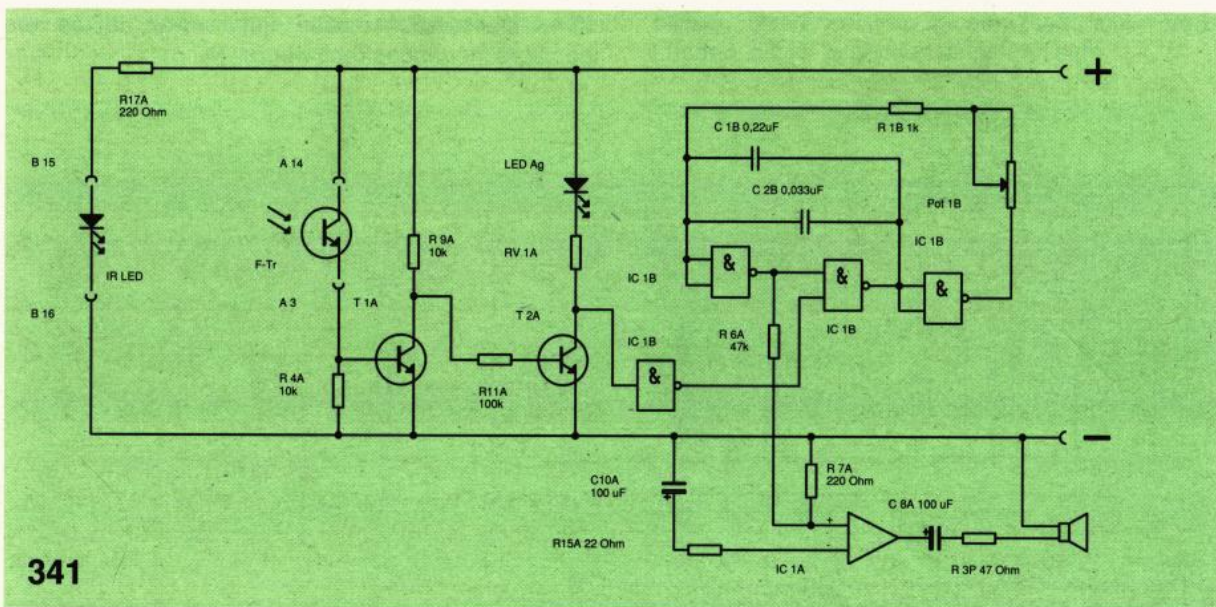
Bei unterbrochener Lichtschranke ist ein durchdringend hoher Alarmton aus dem Lautsprecher zu hören, und gleichzeitig leuchtet die grüne LED Ag auf dem Modul A auf.

Solange IR-Licht auf den Fototransistor fällt, sperren die Transistoren T 1A und T 2A. Wenn der Transistor T 2A sperrt, liegt an seinem Kollektor 1-Signal, das von dem NAND invertiert wird. Da es am Stop-Eingang des Generators liegt, kann er nicht schwingen. Beim Unterbrechen der Lichtschranke schalten die Transistoren durch. Dann ist der Ausgang des NAND 1, und nun beginnt der Generator zu schwingen.

Die Umkehrung dieser Alarmschaltung - Alarm wird bei geschlossener Lichtschranke ausgelöst - läßt sich mit dem nächsten Experiment **342** ausführen. Dazu ist nur eine Verbindung umzustecken, nämlich B 25 ist mit A 4 zu verbinden statt mit A 30. Bei dieser Schaltung wird das Signal für den Stop-Eingang direkt am Kollektor des Transistors T 2A abgenommen. Nun leuchtet die LED Ag, wenn kein Alarmton zu hören ist. Der Alarm wird ausgelöst, sowie der Lichtstrahl der IR-LED auf den Fototransistor fällt.

341

A 1 - A 16
A 2 - A 44
A 30 - B 25
A 5 - A 27
A 6 - A 15
A 9 - B 12
A 10 - A 21
A 11 - A 19
A 12 - A 29
A 13 - A 18
A 17 - A 34
A 20 - A 22
A 24 - P 5
B 17 - P 6
B 21 - B 11
B 27 - B 28
B 29 - B 30
A 3 -
F-Tr E, w
A 14 -
F-Tr K, r
B 15 -
IR-LED A, r
B 16 -
IR LED K, w

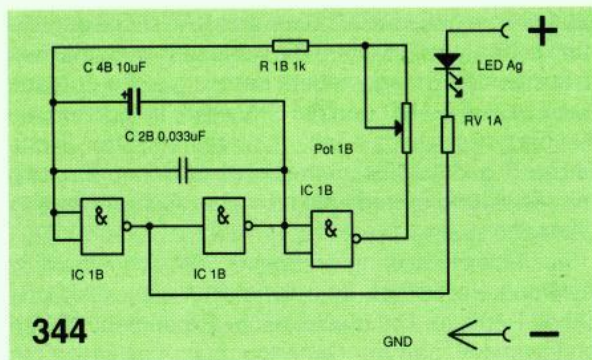


*F-Tr =
Fototransistor
(s. S. 11)*

ZÄHLERSCHALTUNGEN

In den folgenden Experimenten wird die Funktion des Zählerbausteins an einigen Beispielen erklärt, sodaß du viele eigene Versuche damit aufbauen kannst.

Um die Zählimpulse nicht mühsam mit der Hand eingeben zu müssen, soll für diese Experimente der Generator eingesetzt werden. Du kannst ihn mit dem Experiment 344 schnell zum Schwingen bringen.



344

Im Takt des Generators blinkt die grüne LED Ag auf dem Modul A. Mit dem Poti Pot 1B läßt sich die Frequenz einstellen. Die Funktion dieses Generators ist bereits im Experiment 201 des Anleitungsbuchs A beschrieben. Das Taktsignal des Generators soll nun auf

den Zähleingang - CLK-Eingang - des Zählers gegeben werden. Der vorige Aufbau wird erweitert.

345.

A 12 - B 12 entfernen

A 12 - B 31

B 12 - B 32

B 33 - C 18

C 14 - C 7

Da die rote LED Cr am Ausgang Q1 des Zählers angeschlossen ist, blinkt sie, wie du bereits weißt, mit der halben Frequenz wie die Takt-LED, die grüne LED Ag.

An den Ausgang Q2 des Zählers wird nun im Experiment 346 die gelbe LED Cy des Moduls C geschaltet. Das ist mit einer zusätzlichen Verbindung zu erreichen, und zwar mit C 29 - C 17.

Da die Frequenz dieses Ausgangs wiederum nur halb so groß ist wie die des Ausgangs Q1, ist die Blinkfrequenz dieser LED ebenfalls nur halb so groß. Das Signal des Generators wurde nun bereits zweimal geteilt. Am Ausgang Q3 des Zählers blinkt die grüne LED Cg, wenn im Experiment 347 eine Verbindung zwischen C 27 und C 1 hergestellt ist. Damit ist die Frequenz des Ausgangs Q2 ein weiteres Mal unter setzt.

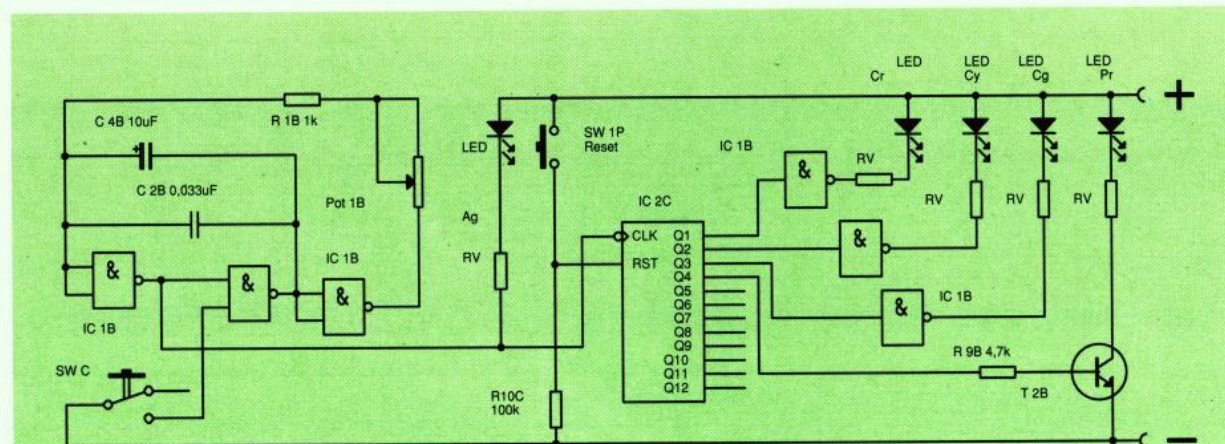
Auch die rote LED Pr im Pult soll noch im Takt mitblinken. Das erzielst du mit den zusätzlichen Verbindungen, die im folgenden aufgeführt sind.

344

A 12 - B 12

B 23 - B 27

B 24 - B 30



345-350

348

zusätzlich:

B 10 - C 2

B 6 - B 16

B 14 - P 1

B 8 - P 2

Experiment 348.

Die rote LED Pr liegt am Ausgang Q4 des Zählers und blinkt damit mit der geringsten Frequenz. Sie ist nur halb so groß wie die der grünen LED Cg am Ausgang Q3. Aus dem Schaltbild ist zu ersehen, daß jeweils eine der vier LED an einem der Ausgänge Q1 bis Q4 des Zählers liegt. Die drei LED auf dem Modul C werden jeweils über ein Treiber-NAND betrieben, das gleichzeitig auch als Inverter arbeitet. Damit die vierte LED im Pult gleichphasig blinkt, liegt sie am Kollektor des Transistors T 2B.

Aus dem Experiment 206 der SCHUCO Modul-Electronic A und B weißt du bereits, daß der Generator gestoppt werden kann, wenn der Stop-Eingang mit Minus der Betriebsspannung verbunden ist. Mit dem Taster sw C kann im Experiment 349 eine Verbindung von Minus zum Stop-Eingang des Generators hergestellt werden, und beim Drücken des Tasters steht der Generator.

Im Schaltbild 345-350 ist der Taster zum Stoppen des Generators bereits eingezeichnet. Du erkennst dort, daß bei gedrücktem Taster eine Verbindung nach Minus hergestellt wird. Mit der Taste im Pult soll der reset-Eingang des Zählers angesteuert werden. Das läßt sich im Experiment 350 mit zwei zusätzlichen Verbindungen herstellen.

Nach dem Stop des Generators mit der Taste sw C kann nun der Zähler mit der Taste im Pult zurückge-

setzt werden. Wenn die Pulttaste allein gedrückt wird, schwingt der Generator zwar weiter - die LED Ag blinkt - aber der Zähler wird trotzdem zurückgesetzt.

Beim Betrachten des Schaltbildes für die vorigen Experimente erkennt man den NAND-Generator, dessen Ausgang auf den CLK-Eingang des Zählers führt. Ebenfalls am Ausgang des Generators liegt die grüne LED Ag. Mit jedem Ausgangstakt leuchtet sie, und der Zähler erhält einen Zählimpuls. An den Ausgängen Q1 bis Q3 liegen die LED C über drei NAND-Glieder, die als Treiber-NAND dienen. Die vierte LED wird über den Transistor T 2B angesteuert, der die gleiche Aufgabe hat. Die drei NAND und der Transistor invertieren die Ausgangssignale des Zählers. Wenn der Stop-Schalter sw C gedrückt ist, verbindet er den Stop-Eingang mit Minus und unterbindet damit das Schwingen des Generators.

Aus einer Schaltung wie dieser läßt sich mit wenig Aufwand ein kleines Spiel herstellen - ein elektronisches Roulette. Dafür wird sie im Experiment 351 so abgewandelt, daß der Generator beim Loslassen der Taste sw C anhält und nur bei gedrückter Taste schwingt.

Nach diesem Umbau kannst du mit deinen Freunden raten, welche einzelne LED oder welche LED-Kombination beim Loslassen der Taste auf dem Modul C leuchten wird.

349

zusätzlich:

B 11 - C 24

B 17 - C 25

350

zusätzlich:

B 15 - P 3

C 19 - P 4

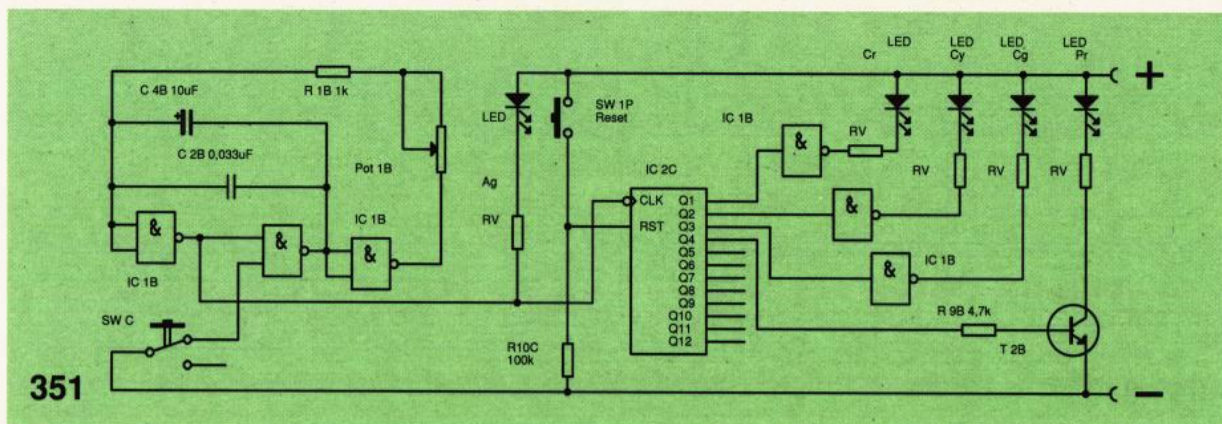
351

entfernen:

B 17 - C 25

zusätzlich:

B 17 - C 8



Das Schaltbild zeigt, daß der Generator bei geöffnetem Taster nicht schwingen kann, da sein Stop-Eingang dann an Minus liegt. Bei gedrücktem Taster blinken die LED so schnell, daß man kaum die Kombinationen erkennen kann, und darum ist es ein Zufall, wenn jemand die richtige Kombination voraussagt.

Aus diesem einfachen Spiel kannst du mit einem so variablen Electronic-System wie diesem selbstverständlich noch eine technisch aufwendigere Lösung realisieren. Im Experiment **352** wird der bestehende Aufbau so abgewandelt, daß ein einfaches Roulette-spiel mit automatischem Stop entsteht. Nach dem Aufbau muß die Taste sw C gedrückt werden, und nach dem Loslassen bleibt der Generator nach ein bis zwei Sekunden stehen. Die Kombination von leuchtenden LED, die dann auftritt, ist völlig dem Zufall überlassen. Damit der Generator auch schnell genug schwingt, sollte das Poti Pot 1B ganz nach rechts gedreht sein. Mit der Taste sw 1P im Pult kann vor jedem neuen Start der Zähler zurückgesetzt werden.

Beim Drücken des Tasters sw C entlädt sich der Kondensator C 4A über den Widerstand R 5A. Der Transistor T 1A sperrt, und nun liegt an seinem Kollektor +. Der Generator beginnt zu schwingen. Gleichzeitig lädt sich der Kondensator C 4A wieder auf, und wenn er geladen ist, schaltet T 1A wieder durch und stoppt den Generator. Die Kombination der leuchtenden LED ist also rein zufällig. Mit der Taste sw 1P im Pult erfolgt das Zurücksetzen des Zählers.

Durch das Entfernen der beiden Verbindungen B 23 - B 27 und B 24 - B 30 erhöht sich im Experiment **353** die Frequenz des Generators so erheblich, daß man den Eindruck hat, die drei LED leuchten ständig, obwohl sie ganz schnell blinken.

TONERZEUGUNG MIT DEM ZÄHLER

Im ersten Experiment dieser SCHUCO Modul-Electronic hast du ein Telefonsignal erzeugt, für das auch der Zähler benötigt wurde. Wie mit dem Zähler Töne verschiedener Frequenz erzeugt werden können, soll in den nächsten Schaltungen erprobt werden.

352

- A 1 - A 16
- A 2 - A 39
- A 3 - A 35
- A 4 - B 11
- A 6 - A 14
- A 8 - A 15
- A 12 - B 31
- A 17 - A 49
- A 45 - C 24
- B 6 - B 16
- B 8 - P 2
- B 10 - C 2
- B 12 - B 32
- B 14 - P 1
- B 15 - P 3
- B 17 - C 25
- B 23 - B 27
- B 24 - B 30
- B 33 - C 18
- C 1 - C 27
- C 7 - C 14
- C 17 - C 29
- C 19 - P 4

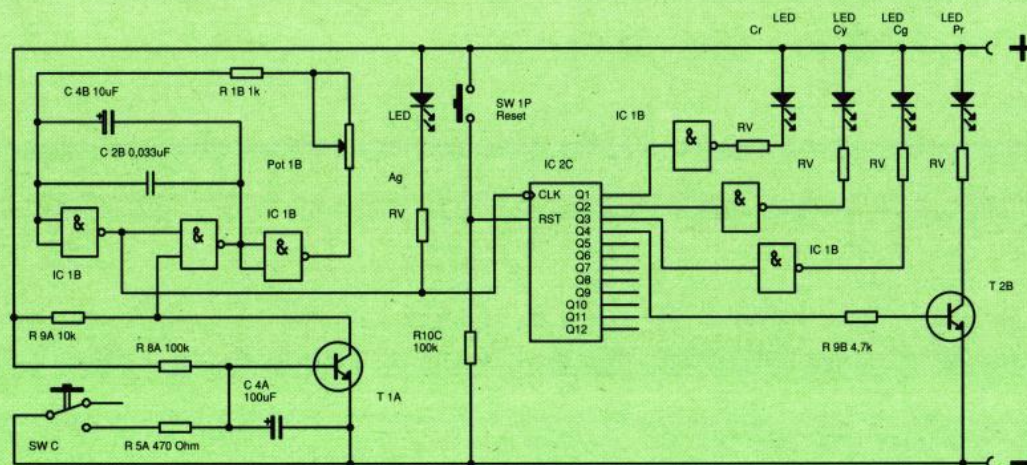

352-353



Abb. 7: Funktionsgenerator

Selbstverständlich wird zur Tonerzeugung mit dem Zähler auch ein Generator benötigt, den du mit dem Experiment 354 zunächst aufbaust. Die Frequenz des Generators stellst du mit dem Poti Pot 1B ein.

Nach dem Fertigstellen der Schaltung und dem Einschalten der Betriebsspannung ertönt aus dem Lautsprecher ein sehr hoher Ton. Diese Wechselspannung wird am Kontakt B 33 direkt am Ausgang des Generators abgenommen und über A 9 dem Verstärkereingang zugeführt. Nacheinander kannst du nun abhören,

welcher Ton entsteht, wenn der Nf-Verstärker mit den verschiedenen Ausgängen des Zählers verbunden ist. Aus der folgenden Aufstellung siehst du, welcher Kontakt zu welchem Zählerausgang gehört. Der übrige Aufbau bleibt unverändert, nur A 9 ist mit den angegebenen Kontakten zu verbinden. Mit dem Poti Pot 1B läßt sich die Frequenz des Generators noch einstellen, und damit ergeben sich Töne in einem sehr weiten Frequenzbereich.

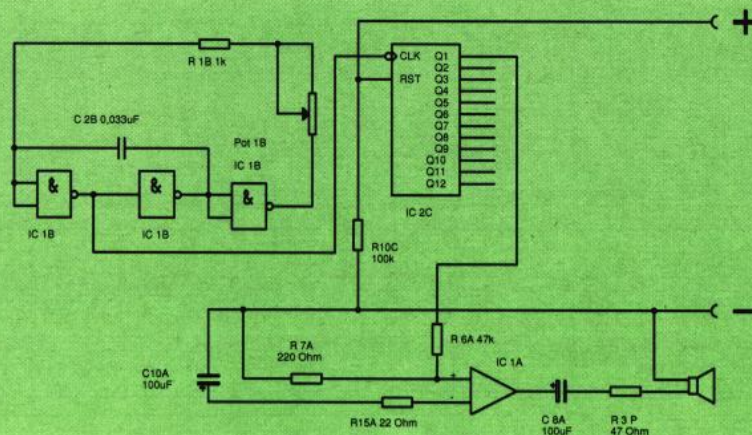
Verbindung	Zählerausgang
------------	---------------

A 9 - C 7	Q1
A 9 - C 17	Q2
A 9 - C 1	Q3
A 9 - C 2	Q4
A 9 - C 3	Q5
A 9 - C 4	Q6
A 9 - C 5	Q7
A 9 - C 21	Q8
A 9 - C 20	Q9
A 9 - C 22	Q10
A 9 - C 23	Q11
A 9 - C 6	Q12

354

A 10 - A 21
A 11 - A 16
A 18 - P 6
A 20 - A 22
A 24 - P 5
B 12 - B 31
B 32 - C 18
A 9 - B 33

354



Die Frequenz der Töne ist um so niedriger, je größer der angeschlossene Ausgang ist. Wenn der Verstärker mit dem Ausgang Q 12 verbunden ist, ertönt nur noch ein langsames Knacken aus dem Lautsprecher.

Das Schaltbild 354 läßt erkennen, daß der Generatorausgang mit dem CLK-Eingang des Zählers verbunden ist. Am Ausgang Q1 des Zählers liegt der Eingang + des Verstärkers mit dem IC 1A. Die vom Zähler geteilte Frequenz des Generators verstärkt der Nf-Verstärker, und der Lautsprecher strahlt den jeweiligen Ton ab.

Zur Vorbereitung auf die weiteren Experimente werden die Ausgänge des Zählers im Experiment 355 mit einem NAND verbunden. Stecke als letztes noch einmal A 9 - C 1 und nimm dann folgende Änderungen vor.

355.

A 9 - C 1 entfernen

A 9 - B 21

B 25 - C 1

Obwohl durch das NAND die Phase des Signals gedreht wurde, hört man keine Veränderung des Tons.

Auf den zweiten Eingang des im vorigen Experiment zugeschalteten NAND können mit dem Experiment 356 nacheinander alle anderen Ausgänge des Zählers geschaltet werden, und dadurch ergeben sich faszinierende Klangeffekte.

356.

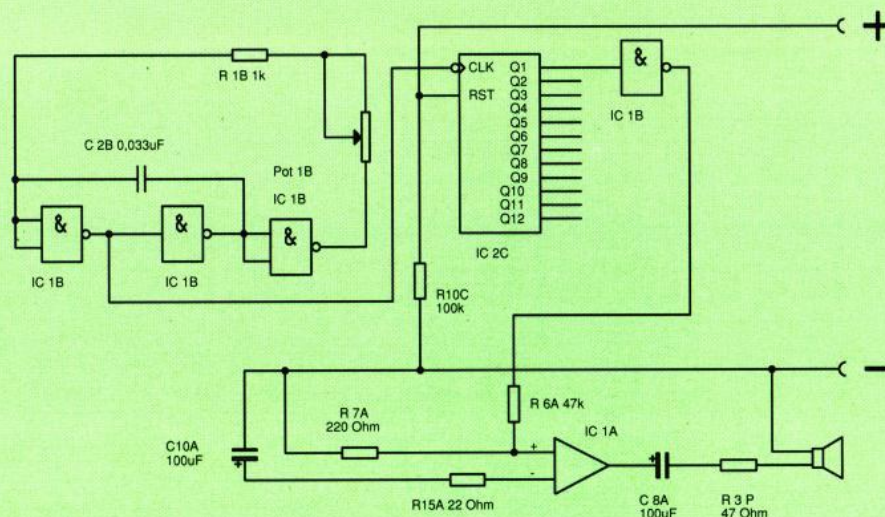
B 25 - C 1 entfernen

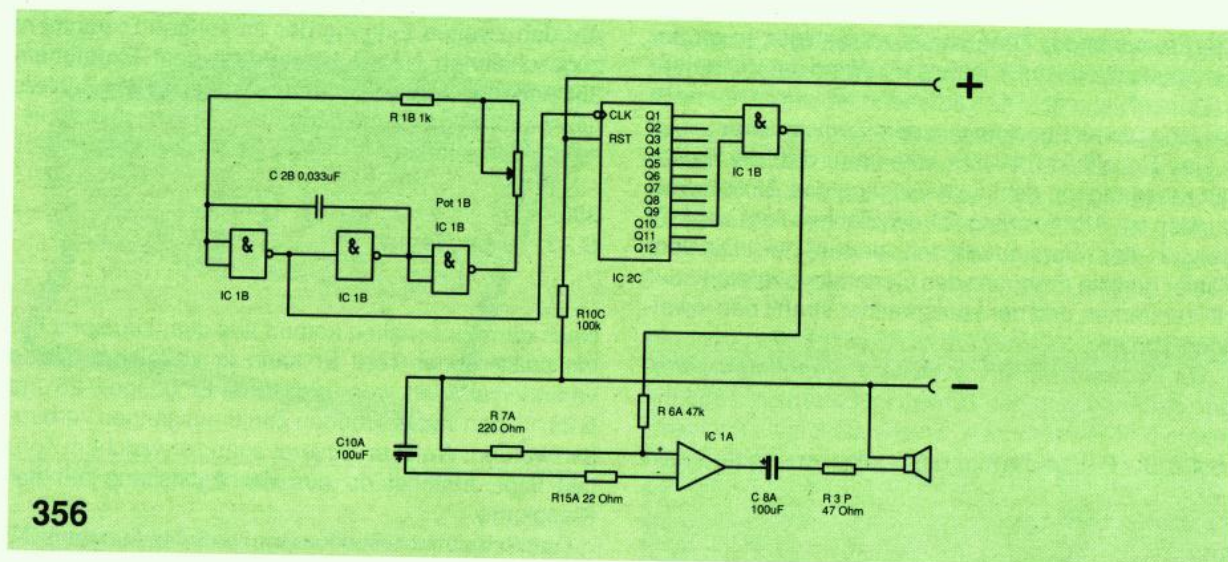
B 25 - C 7

B 26 - C 20

Nach dem Einschalten kommt aus dem Lautsprecher ein pulsierender Ton. Er kann in vielfältiger Weise verändert werden, wenn die NAND-Eingänge B 25 und B 26 mit den verschiedenen Zählerausgängen verbunden werden. Welcher Zählerausgang an welchem Kontakt liegt, ersiehst du aus der Aufstellung auf der Klappkarte.

Das Schaltbild läßt erkennen, daß der Ausgang Q1 und der Ausgang Q10 an den Eingängen des NAND liegen. Der hohe Ausgang Q10 mit der niedrigen Frequenz verhindert, daß bei einem 1-Signal das Signal des Ausgangs Q1 auf den Verstärkereingang gelangt. Dadurch entsteht ein pulsierender Ton.





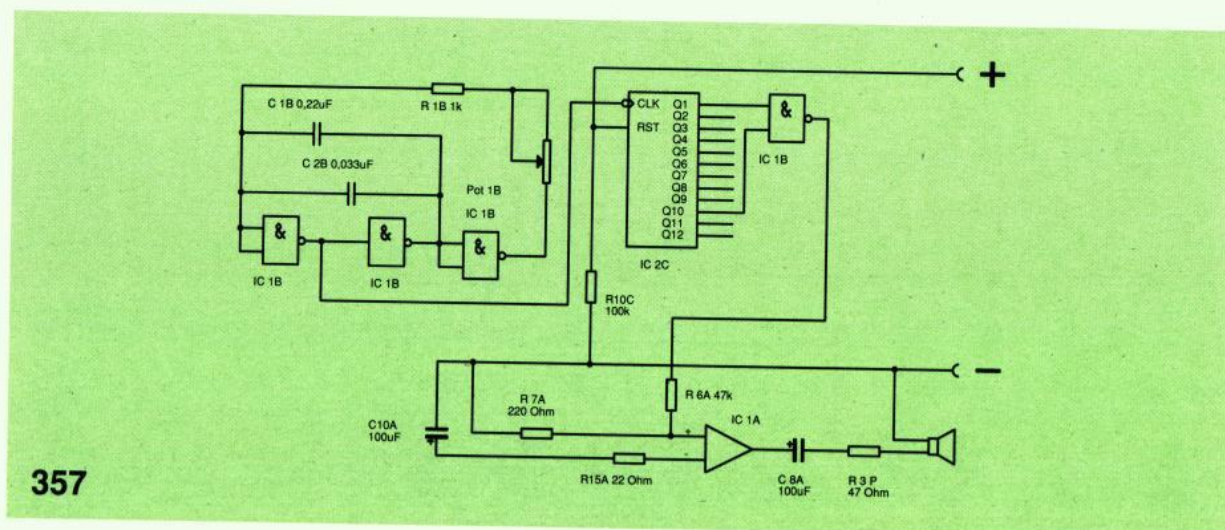
Der gesamte Bereich kann zu tieferen Frequenzen verschoben werden, wenn im Experiment **357** die folgenden beiden Verbindungen zusätzlich gesteckt werden.

Mit dieser Schaltung liegt der Kondensator C 1B parallel zum frequenzbestimmenden Kondensator C 2B des Generators. Damit verringert sich die Frequenz des Generators, und alle Töne liegen tiefer.

357.

B 27- B 28

B 29- B 30



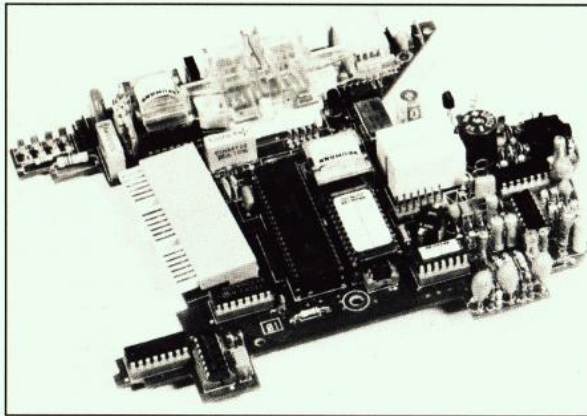


Abb. 8: Leiterplatte eines modernen Telefons

TELEFONZEICHEN

Das Besetztzeichen der Deutschen Bundespost läßt sich mit diesen technischen Möglichkeiten leicht nachahmen. Im Experiment 358 ist eine Verdrahtung für diese Schaltung angegeben. Nach dem Einschalten der Betriebsspannung ertönt aus dem Lautsprecher ein unterbrochener Ton, ähnlich wie bei dem Besetztzeichen der Post. Mit dem Poti Pot 1B kann der Ton so verändert werden, daß er dem der Post entspricht.

Das Schaltbild zeigt, daß dieses Besetztzeichen durch die Signale an den Ausgängen Q3 und Q11 des Zählers erzeugt wird. Vor dem Eingang des Nf-Verstärkers liegt ein Integrierglied mit dem Kondensator C 10A und dem Widerstand R 15A. Dieses Integrierglied soll das Rechtecksignal etwas "abrunden", um den Ton ein wenig weicher zu machen. Durch eine kleine Erweiterung der vorigen Schaltung kannst du zwischen dem Freizeichen und dem Besetztzeichen der Bundespost umschalten. Dafür sind im Experiment 359 nur wenige Veränderungen vorzunehmen.

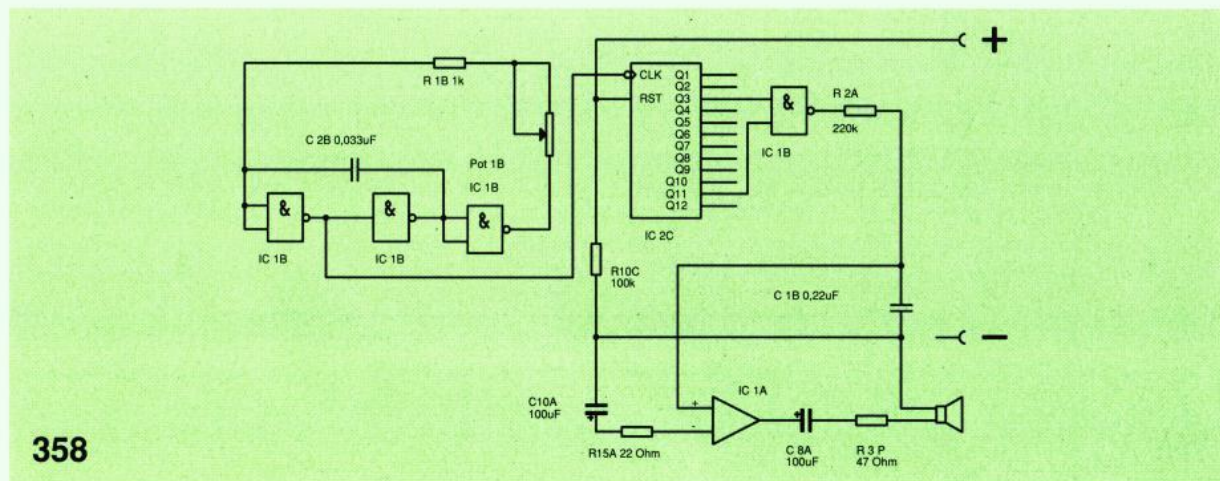
359.

B 26 - C 23 entfernen

B 26 - P 3

C 23 - P 4

Mit dem Taster sw 1P im Pult läßt sich nun umschalten: Bei geöffnetem Taster ertönt das Freizeichen, und beim Drücken hört man das Besetztzeichen. Zwischen dem Ausgang Q11 und dem Eingang des NAND liegt der Taster sw 1P. Ist er geöffnet, gelangt nur das Signal vom Ausgang Q3 auf das NAND, und damit ertönt das Freizeichen. Bei gedrücktem Taster wird dieses Zeichen mit der Frequenz des Signals vom Ausgang Q11 unterbrochen.

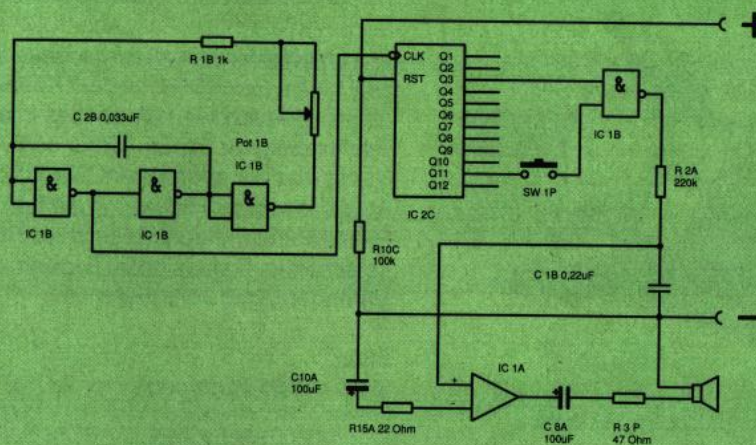


358

358

A 17- B 29
 A 18- P 6
 A 20- A 22
 A 21- A 51
 A 24- P 5
 A 32- B 21
 A 42- A 54
 A 52- B 28
 A 53- B 6
 B 5 - B 16
 B 12- C 18
 B 25- C 1
 B 26- C 23

359



TONSPIELE

Weitere interessante Tonspiele ermöglicht der Zähler in Kombination mit einem weiteren NAND an seinen Ausgängen. Im Experiment 360 sind eine Reihe davon beschrieben. Nach dem Einschalten der Betriebsspannung ertönt aus dem Lautsprecher eine immer wiederkehrende Folge von Tönen mit einer kurzen Pause dazwischen. Mit dem Poti Pot 1B lassen sich sowohl die Tonhöhe als auch die zeitliche Folge verändern. Eine Folge von Tönen, wie du sie in diesem Experiment

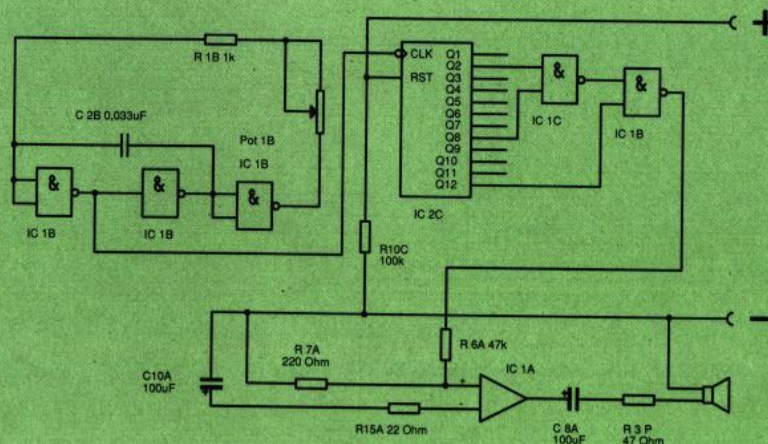
kennengelernt hast, nennt man **Impulspakete** oder **Impulsbündel**. Diese Impulspakete können vielfältig variiert werden, indem man die Eingänge der NAND-Gatter (Kontakte B 26, C 9 und C 11) mit den verschiedenen Zählerausgängen kombiniert.

Die höheren Frequenzen der Ausgänge Q1 bis Q6 gelangen nur auf den Nf-Verstärker, wenn ein 0-Signal am Ausgang Q12 steht. Andernfalls arbeitet der Nf-Verstärker nicht, und der Lautsprecher bleibt stumm.

360

- A 9 - B 21
- A 10 - A 21
- A 11 - A 16
- A 18 - P 6
- A 20 - A 22
- A 24 - P 5
- B 12 - B 31
- B 25 - C 10
- B 26 - C 6
- B 32 - C 18
- C 7 - C 11
- C 9 - C 21

360



"IMPULSPAKETE"

Durch unterschiedliche Verknüpfungen der Ausgänge des Zählers mit mehreren NAND-Gattern lassen sich verschiedenartige Klangspiele erzeugen. Im Experiment **361** werden insgesamt 8 Impulspakete mit jeweils 4 Tönen (Pulsen) erzeugt. Danach ist der Zähler mit dem Taster sw 1P zurückzusetzen, und die Folge beginnt erneut. Während des Ablaufs der Impulse erlischt die rote LED Cr, danach leuchtet sie wieder auf.

Beim Einschalten der Betriebsspannung ist der Ausgang Q12=1. Da er auf den Eingang eines NAND gelegt ist, leuchtet die rote LED am Ausgang dieses NAND. Gleichzeitig liegt 0 am Stop-Eingang des Generators, so daß er nicht schwingt. Nach dem Drücken der reset-Taste springt der Ausgang Q12 auf 0 um, und der Ausgang des nachgeschalteten NAND ist 1. Die LED erlischt, der Generator schwingt, und die Impulspakete sind aus dem Lautsprecher zu hören. Solange Q12=0 ist, wird das Signal am Ausgang Q5 vom Ausgang Q8 rhythmisch unterbrochen.

Die Impulspakete können leicht verändert werden. Im Experiment **362** ertönen 4 Pakete mit jeweils 8 Pulsen. Dazu muß nur die Verbindung von B 26 nach C 20 statt nach C 21 geführt werden. Statt des Zählerausgangs Q8 wurde in diesem Beispiel der Ausgang Q9 gewählt.

Im Experiment **363** ertönen 8 Pakete mit jeweils 2 Pulsen, wenn kleine Änderungen an der Verdrahtung vorgenommen werden und andere Zählerausgänge gewählt werden.

363.

B 26- C 20 entfernen

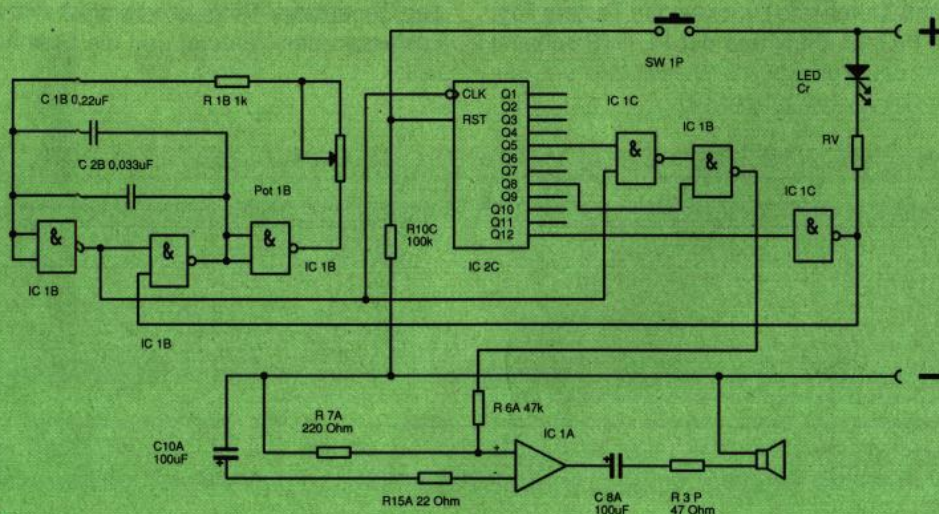
C 3 - C 9 entfernen

B 26- C 21

C 4 - C 5

Die beiden Ausgänge Q5 und Q9 sind in diesem Experiment durch die Zählerausgänge Q7 und Q8 ersetzt worden.

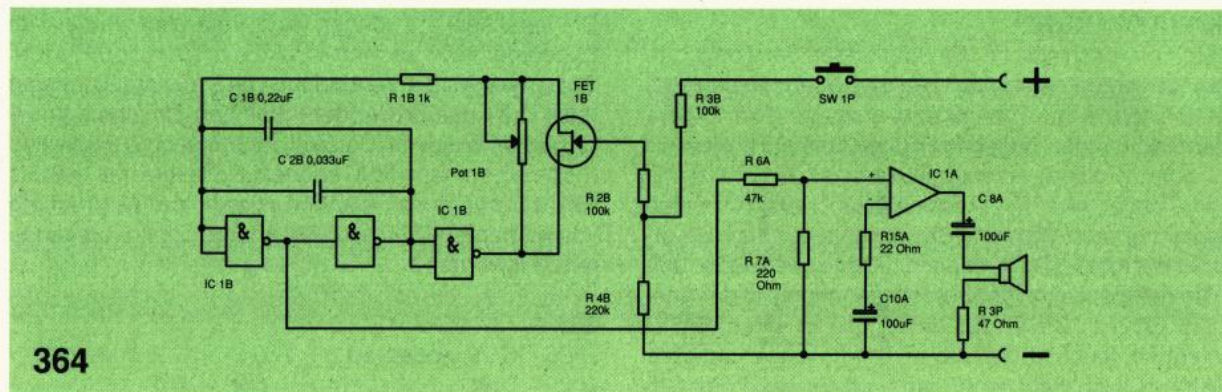
Für weitere unterschiedliche Impulspakete können beliebige Kombinationen der Gattereingänge mit den Zählerausgängen gewählt werden.

361**361-363**

A 9 - B 21
 A 10 - A 21
 A 11 - A 16
 A 18 - P 6
 A 20 - A 22
 A 24 - P 5
 B 11 - C 13
 B 12 - B 31
 B 15 - P 3
 B 25 - C 10
 B 26 - C 21
 B 27 - B 28
 B 29 - B 30
 B 32 - C 18
 B 33 - C 11
 C 3 - C 9
 C 6 - C 14
 C 19 - P 4

364

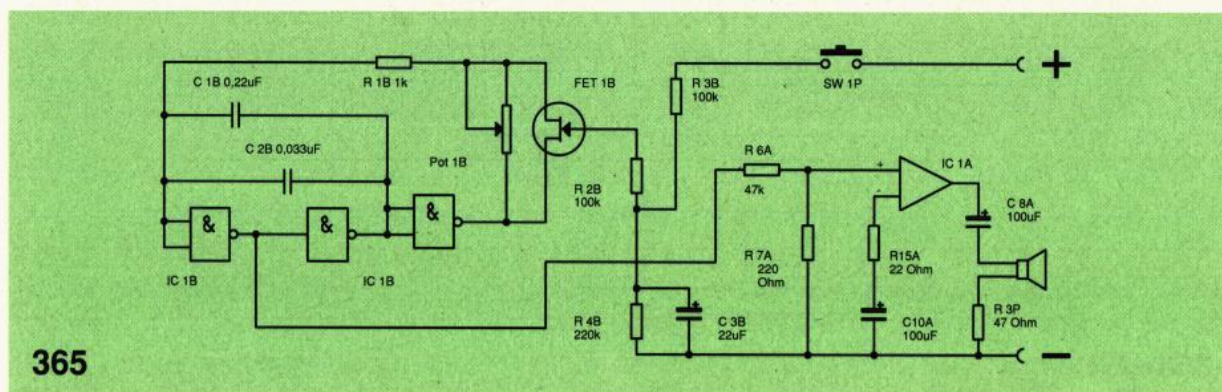
A 9 - B 12
 A 10 - A 21
 A 11 - A 16
 A 18 - P 6
 A 20 - A 22
 A 24 - P 5
 B 15 - P 3
 B 20 - P 4
 B 27 - B 28
 B 29 - B 30



Das Umschalten zwischen zwei verschiedenen Frequenzen kann auch auf andere Weise geschehen, wie das Experiment **364** zeigt. Nach dem Aufbau und dem Einschalten der Betriebsspannung ertönt aus dem Lautsprecher ein Ton, dessen Frequenz mit dem Poti Pot 1B verändert werden kann. Durch Drücken des Tasters sw 1P erhöht sich die Frequenz schlagartig. Am besten ist der Unterschied zwischen den beiden Tönen zu hören, wenn das Poti Pot 1B am linken Anschlag steht. Das Signal des NAND-Generators wird dem Eingang E+ des IC-Verstärkers IC 1A zugeführt, dort wird es verstärkt und anschließend vom Lautsprecher abgestrahlt. Durch das Drücken des Tasters liegt das Gate des FET an Plus, und der FET 1B schaltet durch. Nun ist das Poti Pot 1B überbrückt, und die Frequenz des Generators erhöht sich.

Mit einer zusätzlichen Verbindung lassen sich im Experiment **365** ganz andere Wirkungen erzielen, wenn der Taster gedrückt ist. Zu dem vorigen Aufbau ist die Verbindung B 1 - B 19 zu stecken. Wenn dann nach der Fertigstellung und dem Einschalten der Betriebsspannung der Taster betätigt wird, ertönt ein auf- und abklingender Ton.

In diese Schaltung wurde ein Integrierglied eingesetzt, das beim Drücken des Tasters wirksam wird. Der Elko C 3B lädt sich allmählich auf, und mit zunehmender Ladung steigt die positive Spannung am Gate des FET. Im gleichen Maße verschiebt sich die Frequenz des Generators. Umgekehrt entlädt sich der Elko beim Loslassen des Tasters, und die Spannung am Gate fällt.



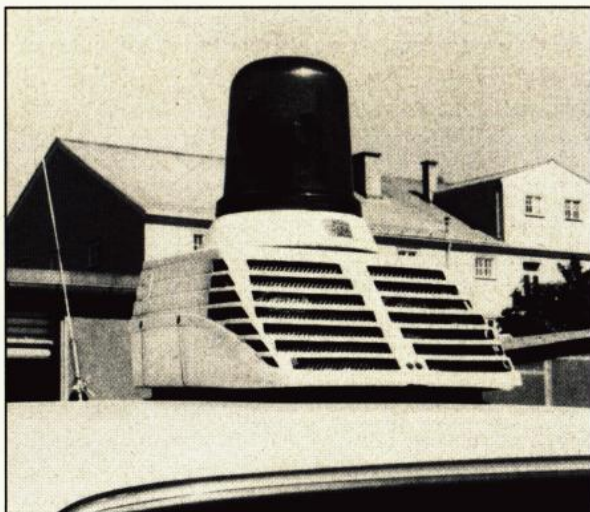


Abb. 9: Martinshorn auf einem Streifenwagen

MARTINSHORN

Mit dem Zähler läßt sich das Umschalten zwischen zwei Tönen automatisch ausführen. Experiment 366 stellt ein Martinshorn dar, bei dem der Zählerausgang Q12 das Umschalten bewirkt. Den besten Klang erhältst du, wenn Pot 1B nach rechts gedreht ist.

Aus dem Schaltbild ist zu entnehmen, daß die Schaltung 366 aus dem Generator, dem Nf-Verstärker, dem

FET und dem Zähler aufgebaut ist. Die Generatorfrequenz gelangt auf den Eingang CLK des Zählers. Am Ausgang Q1 wird das Signal abgenommen und dem Verstärker zugeführt. Ist der Zählerausgang Q12=1, leitet der FET. Das Poti Pot 1B wird überbrückt, und die Frequenz des Generators erhöht sich schlagartig.

Mit der Schaltung 367 lassen sich andere Kombinationen aller Zählerausgänge mit den Generatorausgängen B 20 bzw. B 25 ausführen. Bei der vorgeschlagenen Verdrahtung ändern sich die Tonhöhe des Martinshorns und das Intervall.

367.

B 20 - C 23 entfernen

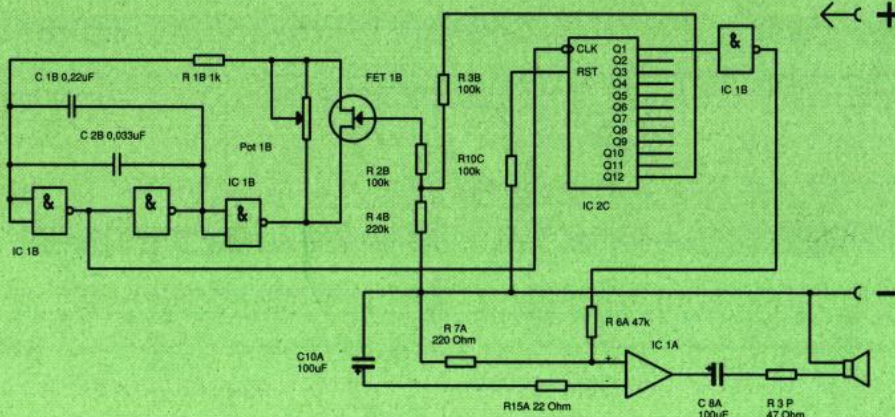
B 20 - C 6

B 25 - C 7 entfernen

B 25 - C 33

In dieser Schaltung, die der vorhergehenden weitgehend entspricht, wird das Signal zum Ansteuern des Nf-Verstärkers über ein NAND direkt vom Generatorausgang abgenommen.

Mit den Erfahrungen, die du nun beim Umgang mit dem Zähler gemacht hast, solltest du dich trauen, eigene Tonsignale zu erproben. Du kannst z.B. die Schaltung des Experiments 367 abwandeln, indem du statt des Ausgangs Q12 die anderen wählst.



366-367

366

A 9 - B 21
 A 10 - A 21
 A 11 - A 16
 A 18 - P 6
 A 20 - A 22
 A 24 - P 5
 B 12 - C 31
 B 20 - C 23
 B 25 - C 7
 B 27 - B 28
 B 29 - B 30
 C 18 - C 32

In dieser Schaltung liegt das Poti Pot 2B parallel zum Widerstand R 1B. Wie du weißt, wird bei der Parallelschaltung von Widerständen der Gesamtwiderstand kleiner als der kleinste Einzelwiderstand. Darum erhöht sich die Frequenz. Sie kann auch noch eingestellt werden mit dem Poti Pot 2B.

PULSIERENDER ALARM

Nachdem du ausprobiert hast, wie mit dem Zähler gepulste Töne erzeugt werden können, solltest du eine Alarmanlage aufbauen, die mit einem solchen Signal warnt. Der Alarm wird im Experiment 370 bei unterbrochener Lichtschranke ausgelöst.

Die IR-LED und der Fototransistor müssen sorgfältig aufeinander ausgerichtet sein. Der Abstand sollte 25 cm nicht überschreiten, und es darf kein Sonnenlicht oder Lampenlicht auf den Fototransistor fallen.

Die Schaltung dieser Alarmanlage besteht u.a. aus der Lichtschranke mit der IR-LED, dem Fototransistor und den Transistoren T 1A und T 2A. Bei unterbrochener Lichtschranke leitet der Transistor T 1A, an dessen Kollektor der Stop-Eingang des Generators liegt. Damit kann der Generator schwingen. Der Generatorausgang liegt gleichzeitig am CLK-Eingang des Zählers und an einem Eingang des NAND, das dem Verstär-

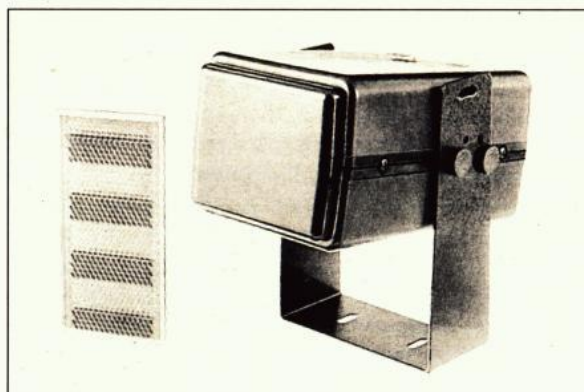


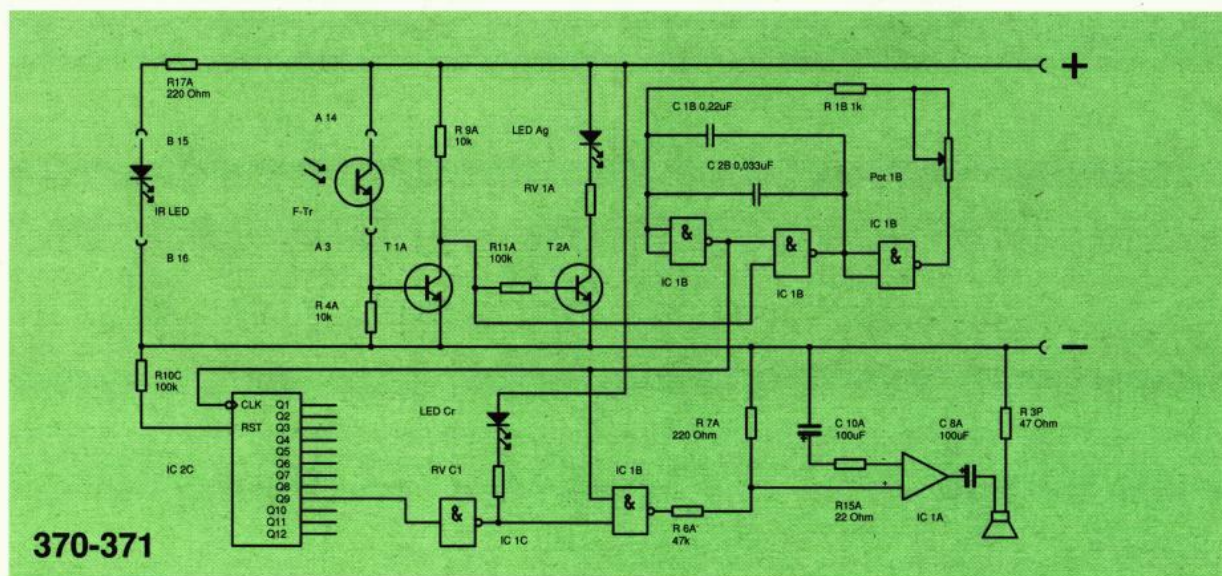
Abb. 10: Infrarot-Impulslichtschranke mit Reflektorspiegel

kereingang des Nf-Verstärkers vorgeschaltet ist. Der andere Eingang dieses NAND ist mit dem Zählerausgang Q9 verbunden. Im Rhythmus dieses Ausgangssignals wird der Ton am Eingang des Verstärkers unterbrochen, und der Lautsprecher strahlt ein gepulstes Signal ab.

Mit dem Experiment 371 wählst du einen kleineren Zählerausgang, und darum ist die Pulsfrequenz höher. Dazu ist nur C 14 mit C 5 zu verbinden statt mit C 21.

370

- A 1 - A 16
- A 2 - A 44
- A 4 - B 11
- A 9 - B 21
- A 5 - A 27
- A 6 - A 15
- A 10 - A 21
- A 11 - A 19
- A 12 - A 29
- A 13 - A 18
- A 17 - A 34
- A 20 - A 22
- A 24 - P 5
- B 12 - C 31
- B 17 - P 6
- B 25 - C 32
- B 26 - C 13
- B 27 - B 28
- B 29 - B 30
- C 14 - C 21
- C 33 - C 18
- A 3 -
- F-Tr E, w
- A 14 -
- F-Tr K, r
- B 15 -
- IR-LED A, r
- B 16 -
- IR-LED K, w



F-Tr =
Fototransistor
(s. S. 11)

SELBSTHALTENDE ALARMANLAGE

Einen Nachteil haben die Alarmanlagen, die du bisher gebaut hast: Ein ausgelöster Alarm wird nur so lange angezeigt, wie die Lichtschranke unterbrochen oder - bei umgekehrter Funktion - geöffnet ist. Der Alarmton sollte aber bei einer guten Anlage solange anhalten, bis er gewollt abgeschaltet wird. Das ist mit der Anlage nach Experiment 375 möglich. Die IR-LED und der Fototransistor sind nach dem Aufbau sorgfältig auszurichten. Die Entfernung darf ca 40 cm nicht überschreiten. Nach einem ausgelösten Alarm kann die Anlage mit dem Taster sw 1P im Pult zurückgesetzt werden. Die Empfindlichkeit, bei der die Anlage Alarm auslösen soll, läßt sich mit dem Poti Pot 1B einstellen.

In dieser schon recht aufwendigen Schaltung zeigt die grüne LED Cg die Betriebsbereitschaft an. Bei geschlossener Lichtschranke leuchten weder die rote LED Cr noch die grüne Ag. Fällt das Licht der IR-LED auf den Fototransistor, leitet der Transistor T 1A, und T 2A sperrt. Darum leuchtet die LED Ag an seinem Kollektor nicht. Vom Kollektor T 2A besteht eine Verbindung zu einem NAND des IC 1C, das mit dem anderen NAND ein RS-Flip-Flop bildet. Durch die Ver-

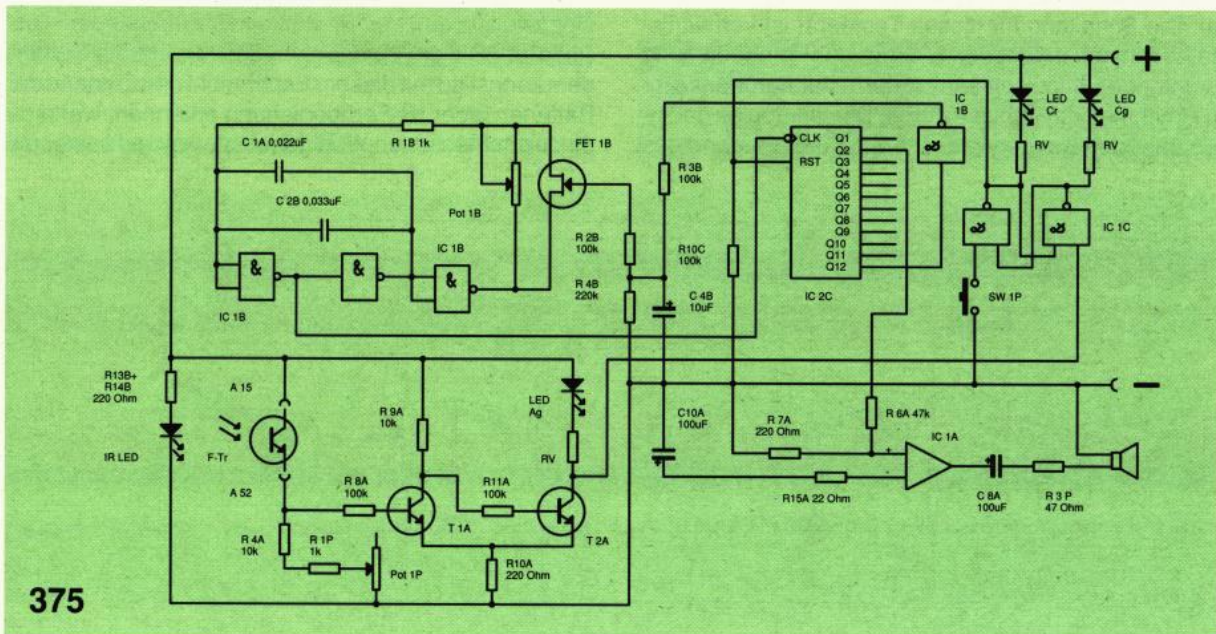
bindung des anderen NAND mit dem reset-Eingang des Zählers wird das Signal vom Generator nicht weitergeleitet, weil der Zähler im rückgestellten Zustand gehalten wird. Unterbrichst du die Lichtschranke, sperrt T 1A, T 2A leitet. Die grüne LED Ag leuchtet, und über das NAND des IC 1C wird der reset-Eingang des Zählers freigegeben. Die rote LED Cr leuchtet, die grüne Cg erlischt. Das vom Ausgang Q12 kommende Signal wird vom Integrierglied C 4B / R 4B integriert, dadurch steigt und fällt der vom Lautsprecher abgestrahlte Ton.

Anwendungen für Lichtschranken sind dir bestimmt schon bei vielen Gelegenheiten begegnet. Eingangstüren zu Geschäften werden damit gesichert, ebenso verwendet man sie für die Sicherung von Objekten als Teil einer Alarmanlage. In einem solchen Beispiel können Fenster, Türen oder Terrassen durch Lichtschranken gesichert werden. Unterbricht dann z.B. ein Mensch oder auch nur ein Tier die Lichtschranke, so wird der Alarm ausgelöst. Auch für Spiele lassen sich solche Lichtschranken einsetzen, nämlich als Trefferanzeigen bei elektronischen Spielen.

375

- A 1 - A 13
- A 4 - A 27
- A 6 - A 14
- A 7 - A 17
- A 8 - A 51
- A 9 - C 17
- A 10 - A 21
- A 11 - A 19
- A 12 - A 29
- A 16 - P 10
- A 18 - P 5
- A 20 - A 22
- A 24 - P 6
- A 30 - C 27
- A 34 - P 9
- A 36 - B 30
- A 44 - A 53
- A 46 - B 27
- B 12 - C 18
- B 14 - C 35
- B 15 - C 36
- B 16 - P 3
- B 17 - B 23
- B 19 - B 24
- B 20 - B 21
- B 25 - C 6
- C 13 - C 31
- C 14 - C 26
- C 15 - P 4
- C 19 - C 33
- C 28 - C 32
- A 15 -
- F-Tr K, r
- A 52 -
- F-Tr E, w
- C 16 -
- IR-LED K, w
- C 37 -
- IR-LED A, r

F-Tr =
Fototransistor



375

376

A 14- A 33
A 16- P 10
A 18- P 5
A 20- A 22
A 21- P 9
A 24- P 6
A 38- A 58
A 43- A 59
A 48- P 11
B 11- B 16
A 17-
F-Tr E, w
A 60-
F-Tr K, r

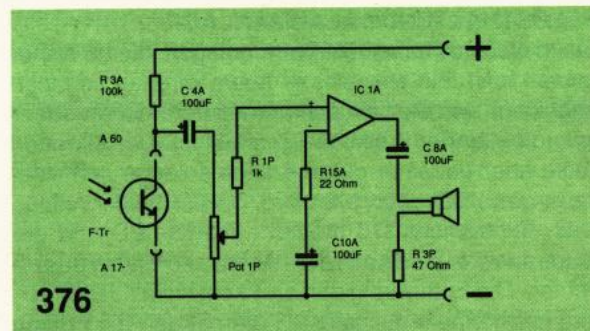
TESTER FÜR IR-FERNBEDIENUNGEN

Infrarot-Fernbedienungen für Fernseher oder Videorecorder senden Impulspakete aus, die du mit dem Gerät nach diesem Experiment 376 hörbar machen kannst. Nach der Fertigstellung und dem Einschalten der Betriebsspannung ist der Geber der Fernbedienung auf das Röhrchen des Fototransistors zu richten und eine Taste der Fernbedienung zu drücken. Hörst du nichts, so mußt du unter Umständen mit dem Poti Pot 1P im Pult die Empfindlichkeit einstellen.



Abb. 11: Infrarot-Fernbedienung für Fernsehapparat

Wenn du dann auf eine der Tasten der Fernbedienung drückst, hörst du aus dem Lautsprecher ein Impulspaket. Die Schaltung für dieses Testgerät ist verhältnismäßig einfach aufgebaut. Die von der Fernbedienung kommenden Impulspakete steuern den Fototransistor im Rhythmus der Impulse durch. Diese Impulse gelangen über den Kondensator C 4A auf den Eingang des



Verstärkers, und der Lautsprecher strahlt die verstärkten Signale ab. Mit der Verbindung B 11 - B 16 wird vorsorglich der Generator gestoppt. Sonst könnte es nämlich sein, daß die von ihm erzeugten Schwingungen in die sehr empfindliche Schaltung einstrahlen und dann als Pfeifen stören.

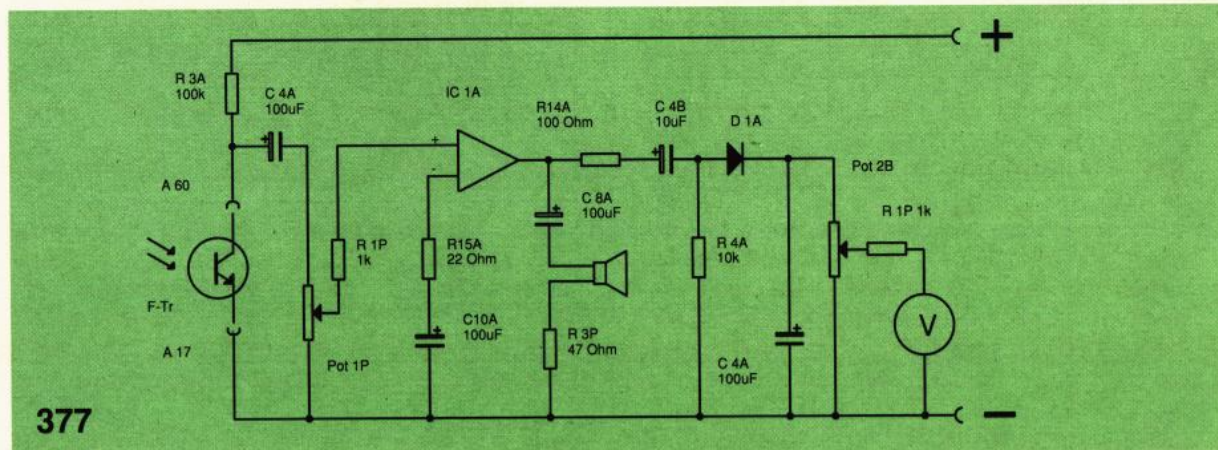
Bei älteren Fernbedienungen werden keine Impulspakete ausgestrahlt, sondern Dauertöne. Sie können nicht mit dem Testgerät nach der vorigen Schaltung geprüft werden. Um eine solche Fernbedienung zu testen, benötigt man eine Schaltung nach Experiment 377. Nach der Fertigstellung ist das Poti Pot 1B so einzustellen, daß der Verstärker nicht übersteuert. Das Poti Pot 2B dient zum Eichen des Meßgeräts. Außerdem kannst du mit diesem Experiment den Zustand der Batterien jeder IR-Fernbedienung erkennen, wenn du dir den gemessenen Wert genau merkst und später die

377

zusätzlich:

A 23- B 24
A 34- A 19
A 39- A 56
A 44- A 52
A 49- B 17
A 50- A 55
A 53- A 40
A 57- B 2
B 3 - P 8
B 4 - C 16
B 18- P 7
B 23- A 51

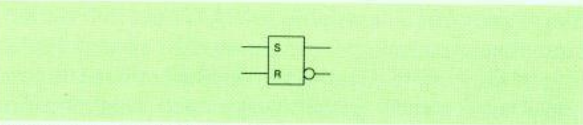
F-Tr =
Fototransistor
(s. S. 11)



Fernbedienung wieder einmal testest. Einige Verbindungen sind zusätzlich zum Aufbau der vorigen Schaltung zu stecken (s. Seite 52). Die von der Fernbedienung kommenden IR-Signale nimmt der Fototransistor auf und führt sie über den Kondensator C 4A dem Verstärker zu, der sie verstärkt. Am Ausgang des Verstärkers werden die Rechteckimpulse gleichgerichtet und integriert. Der am Poti Pot 2B auftretende Spannungsabfall wird dann vom Instrument angezeigt.

RS-FLIP-FLOP

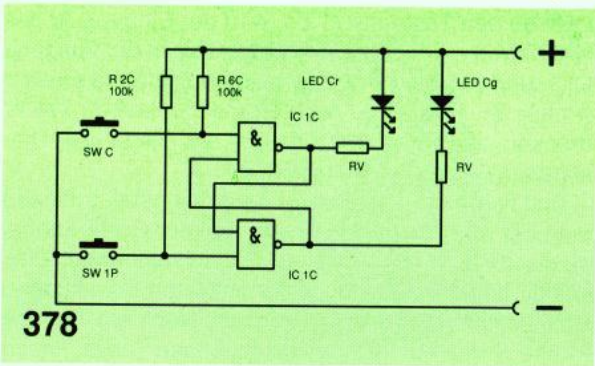
Für die folgenden Experimente werden RS-Flip-Flops verwendet. Du hast zwar bereits einmal ein solches Element der Elektronik eingesetzt, doch hier soll es ausführlich erklärt werden. Mit dem Experiment 378 baust du am besten erst einmal eine solche Schaltung auf, bevor die Erklärung folgt. Nach der Fertigstellung und dem Einschalten der Betriebsspannung schaltest du mit dem Taster sw 1P im Pult und dem Taster sw 1C auf dem Modul C wahlweise die rote LED Cr oder die grüne LED Cg ein.



Schaltsymbol RS-Flip-Flop

Die jeweils eingeschaltete LED leuchtet so lange, bis du mit dem anderen Taster auf die andere LED umschaltest. Mehrmaliges Drücken desselben Tasters bewirkt nichts.

Im Schaltbild erkennst du, daß das RS-Flip-Flop aus zwei NAND aufgebaut ist. Ihre Ausgänge sind jeweils auf einen Eingang des anderen NAND zurückgekoppelt. Angenommen, die rote LED Cr leuchtet, so ist das nur möglich, wenn der Ausgang des zugehörigen NAND(rot) 0 ist. 0 am Ausgang eines NAND tritt nur auf, wenn beide Eingänge A und B = 1 sind (siehe Anleitungsbuch Modul B, Seite 112). Das trifft bei diesem Zustand zu, denn der obere Eingang Ar erhält 1 über R 6C, der untere, Br, vom Ausgang Qg des NAND (grün). In der nachstehenden Grafik wird dieser Zustand in Phase 1 dargestellt. Drückst du nun den Taster sw C auf dem Modul C, wird Eingang Ar



des NAND (rot) 0. Der Ausgang Qr springt auf 1 um, die rote LED erlischt (Phase 2). Über die Rückkopplung erhält Eingang Ag des NAND (grün) ebenfalls 1. Dieses NAND schaltet auch um, und die grüne LED Cg leuchtet (Phase 3). Durch die Rückkopplung wird nun auch der Eingang Br des NAND(rot) 0, aber sein Ausgang Qr bleibt 1 und die LED springen nicht wieder um (Phase 4). Dieses Umschalten der Ein- und Ausgänge geschieht in der Praxis so schnell, daß man es nicht wahrnehmen kann. Nur wegen der besseren Verständlichkeit haben wir es hier einmal ausführlich dargestellt.

Phase		1	2	3	4	5
NAND	Ar	1	0		0	1
rot	Qr	0	1		1	1
	Br	1	1		0	0
NAND	Ag	0		1		1
grün	Qg	1		0		0
	Bg	1		1		1

Phase		6=5	7	8	9	10=1
NAND	Ar					
rot	Qr					
	Br					
NAND	Ag					
grün	Qg					
	Bg					

378

C 13- C 27
C 14- C 26
C 15- C 25
C 16- C 32
C 24- C 31
C 28- P 3
C 29- C 33
C 34- P 4

Läßt du den Taster sw C los, wird der Eingang Ar des NAND (rot) wieder 1, aber auch jetzt bleibt der Ausgang Qr 1, und es ist einer der konstanten Zustände erreicht (Phase 5). Solltest du noch einmal denselben Taster drücken, tritt nur wieder Phase 4 ein, die ja kein Umschalten der Ausgänge bewirkt.

Erst wenn die Taste sw 1P gedrückt wird, springen die LED wieder um. Im unteren Teil der Grafik kannst du die Zustände der einzelnen Phasen eintragen. Dies soll dir helfen, später auch die größeren Schaltungen leichter nachvollziehen zu können. Noch ein Tip: Die Phase 5 der Aufstellung ist die Phase 6 des neuen Zyklus.

Eine Abwandlung des RS-Flip-Flops stellt die Schaltung im Experiment 379 dar. Wenn der Anschluß C an Plus liegt, leuchtet die gelbe LED. Nur dann kann mit einem der Taster geschaltet werden. Bei gedrücktem Pulttaster geht die rote LED zusätzlich an. Nach dem Umstecken des Eingangs C auf Minus (B 17) kannst du den Taster loslassen. Die rote LED leuchtet weiter, und kann durch keinen Taster umgeschaltet werden. Die gelbe LED leuchtet nicht mehr. Probiere die anderen Möglichkeiten aus.

Mit solchen Aufbauten lassen sich Verriegelungsschaltungen verwirklichen. Das bedeutet, daß z.B. Maschinen nicht aus- oder eingeschaltet werden können, wenn nicht vorher ein bestimmter Schaltzustand hergestellt wird.

Solange nach dem Einschalten der Betriebsspannung der Kontakt C an Minus = 0 liegt, ist der Eingangszustand der beiden linken NAND 0/1 und der Ausgangszustand jeweils 1. Die grüne LED Cg leuchtet.

Das Flip-Flop reagiert nicht auf die Taster, weil die Ausgänge der beiden ersten NAND nicht umspringen. Aus der Funktionstabelle des NAND ergibt sich, daß die Zustände 0/0 oder 0/1 an ihren Eingängen keine Änderung des Ausgangszustands nach sich ziehen. Legst du den Kontakt C an Plus - das entspricht 1 - ändern sich die Eingangszustände von 1/0 auf 1/1. Die Ausgänge kippen von 1 auf 0, und die gelbe LED Cy leuchtet. Die Eingangszustände der rechten NAND entsprechen 0/1, damit sind die Ausgänge 1, und die rote und grüne LED leuchten nicht. Wird sw 1P gedrückt, erhält das linke obere NAND den Eingangszustand 0/1, der Ausgangszustand kippt auf 1. Am rechten oberen NAND steht jetzt am Eingang 1/1 und damit am Ausgang 0 - die LED Cr leuchtet. Das NAND rechts unten erhält jetzt am Eingang 0/0, der Ausgang bleibt 1. Steckst du (sw 1P gedrückt) den Eingang C auf Minus, ändert sich der Eingangszustand des linken unteren NAND von 1/1 auf 0/1, und der Ausgang kippt auf 1. Die LED Cy geht aus. An den Eingängen des rechten unteren NAND steht jetzt 0/1, der Ausgang bleibt aber 1. Obwohl sich auch die Zustände an den Eingängen des linken oberen NAND auf 0/0 ändert, bleibt sein Ausgang 1, und am rechten oberen NAND ändert sich nichts. Die LED Cr leuchtet. Wenn du jetzt den Taster sw 1P losläßt, ändert sich zwar der Eingangszustand des oberen linken NAND auf 1/0, aber der Ausgang bleibt auf 1. Damit ist der Zustand der beiden rechten NAND stabil, auch wenn jetzt einer der Taster gedrückt wird. Das ändert sich erst, wenn Eingang C wieder auf Plus gelegt wird.

379

C 9 - P 3

C 10 - C 15

C 11 - C 35

C 12 - C 28

C 13 - C 27

C 14 - C 26

C 16 - C 31

C 24 - C 32

C 25 - C 30

C 29 - C 36

C 33 - P 4

C 37 -

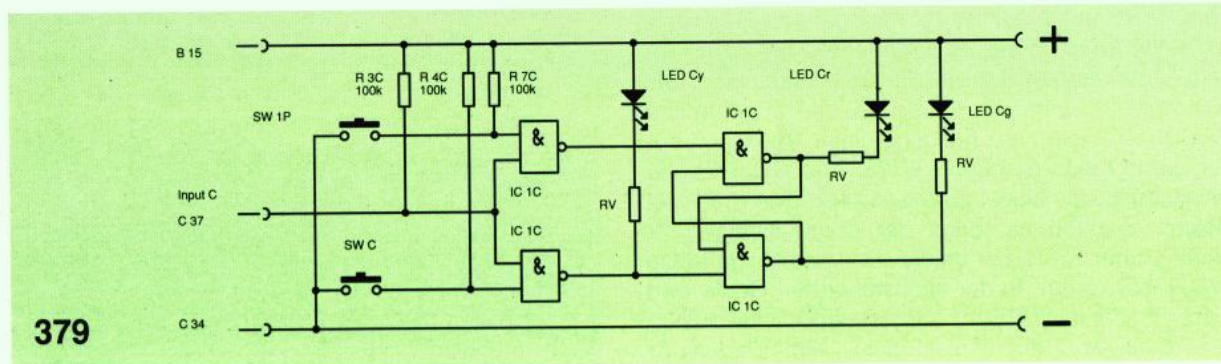
Eingang C

B 15 -

Tastkontakt +
für C

B 17 -

Tastkontakt -
für C



ZEITSCHALTER

Fast alle großen Küchengeräte werden heute mit Zeitschaltuhren gebaut, und auch andere Geräte enthalten oft Zeitschalter. Manchmal liefern Hersteller ihre Geräte auch mit Timern aus, aber das ist ja bekanntlich das gleiche. Solche Zeitschalter enthalten heute selbstverständlich immer elektronische Zeitschaltuhren, im Gegensatz zu früher, als man mechanische Schaltuhren einsetzte.

Mit den folgenden Experimenten lernst du einige Möglichkeiten kennen, verschiedene elektronische Zeitschalter zu bauen. Im Experiment **380** siehst du die Grundelemente solcher Schaltungen. Nach dem Aufbau ist das Poti Pot 1B nach links zu drehen. Die rote LED Cr auf dem Modul C blinkt etwa im Sekundentakt.

Durch Verändern des Potis Pot 1B sind auch kürzere Blinkzeiten einstellbar, längere noch nicht.

Diese Schaltung besteht aus dem NAND-Generator, dem der Zähler nachgeschaltet ist. Am Ausgang Q12 des Zählers liegt ein NAND, dessen Ausgang mit der roten LED Cr verbunden ist. Das Taktsignal des Generators durchläuft nach dem Einschalten alle Zählerstufen, und wenn es den Ausgang Q12 erreicht hat, schaltet dieser Ausgang um. Der Spannungszustand wird durch das NAND invertiert, die LED Cr blinkt.

Zeitschalter sollen ja bekanntlich etwas einschalten, und das wird mit der Schaltung **381** geschehen. Zusätzlich zum bisherigen Aufbau ist die Verbindung

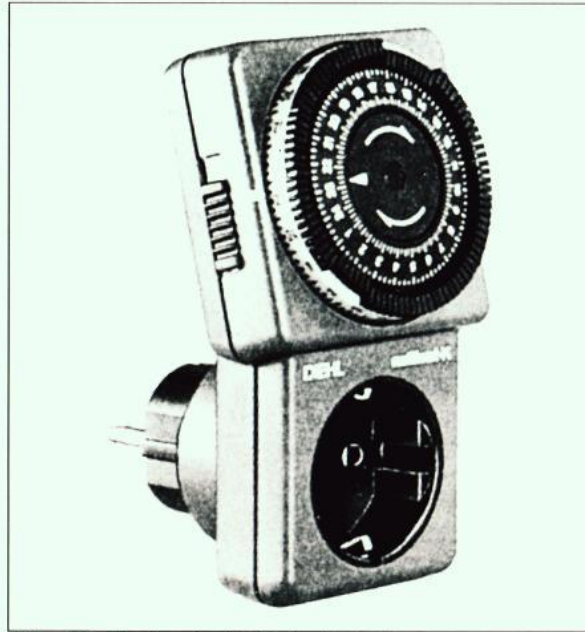
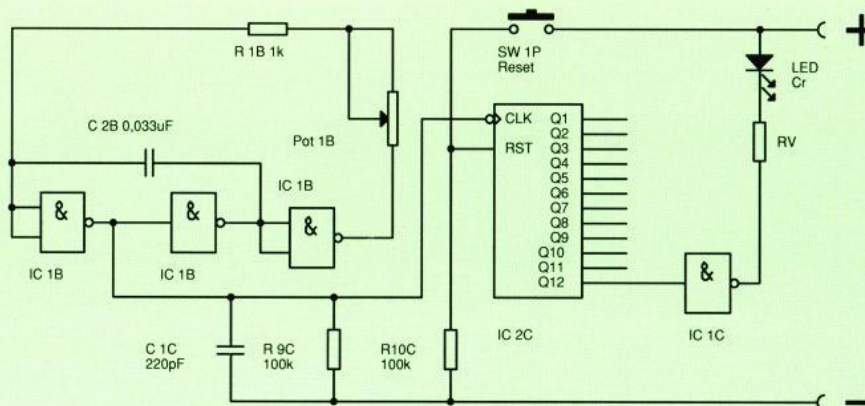


Abb. 12: Mechanische Zeitschaltuhr

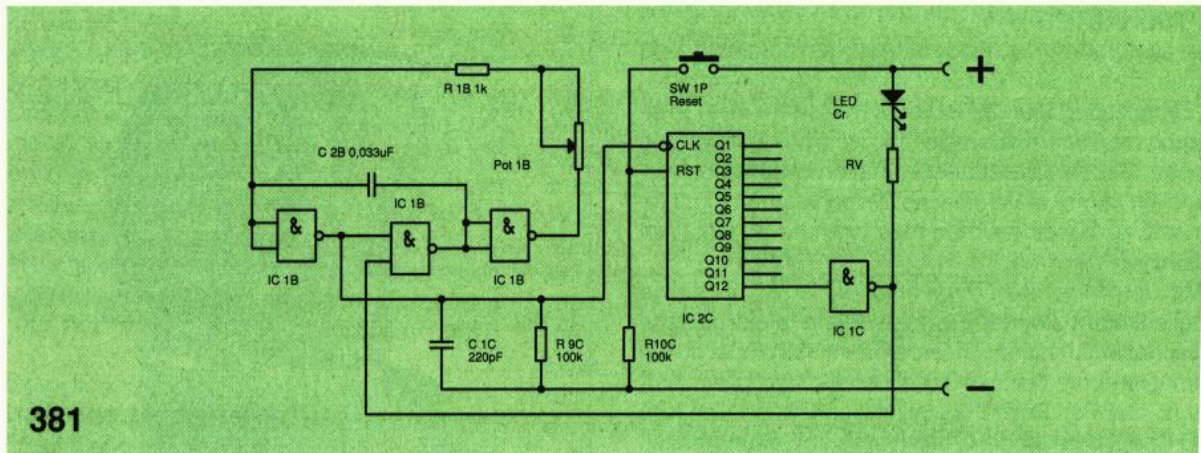
B 11 - C 13 zu stecken. Mit dem Taster sw 1P im Pult stellst du die "Uhr" zurück, und nach dem Loslassen des Tasters geht die rote LED Cr aus. Sie leuchtet nach kurzer Zeit aber wieder, wird also eingeschaltet, ohne dann erneut auszugehen.



380

380

B 12- C 18
B 15- P 3
B 16- C 27
B 17- C 29
C 6 - P 14
C 19- P 4



Die Schaltung dieses Zeitschalters gleicht weitgehend dem Aufbau des vorigen Experiments. Zusätzlich wurde aber der Ausgang des NAND am Zählerausgang Q12 mit dem Stop-Eingang des Generators verbunden. Durch das Drücken des sw 1P wird der reset-Eingang aktiviert, und der Ausgang Q12 ist 0. Das durch das NAND invertierte 1-Signal (LED Cr leuchtet nicht) gelangt an den Stop-Eingang. Der Generator schwingt - und zwar so lange, bis die Impulse den Ausgang Q 12 auf 1 umschalten. Ein 0 am Ausgang des NAND stoppt den Generator (siehe Experiment 206), und damit bleibt der Schaltzustand - LED ein - erhalten.

Die Schaltzeiten, die erreicht wurden, sind bisher noch nicht umwerfend. Mit diesem Experiment **382** läßt sich das schon etwas ändern, so daß Schaltzeiten, je nach Stellung des Potis Pot 1B, bis ca. 15 Sekunden erreicht werden. Durch die zusätzlichen Verbindungen B 2 - B 28 und B 29 - B 30 ist der Aufbau dafür abgeschlossen. Nach dem Loslassen des Tasters startet die Zeituhr wieder. Zum bisherigen Aufbau kommt bei dieser Zeitschaltuhr noch ein Parallelkondensator C 3 mit der Kapazität von 0,22 µF, der die Taktfrequenz des Generators verringert. Dadurch verlängert sich die Zeit, bis der Ausgang Q12 umschaltet.

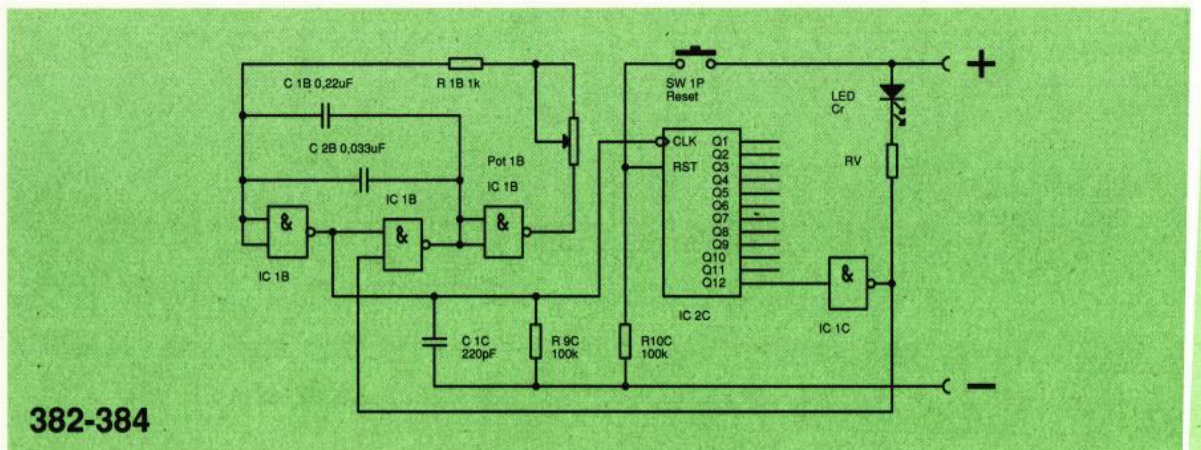




Abb. 13: Elektronische Zeitschaltuhr

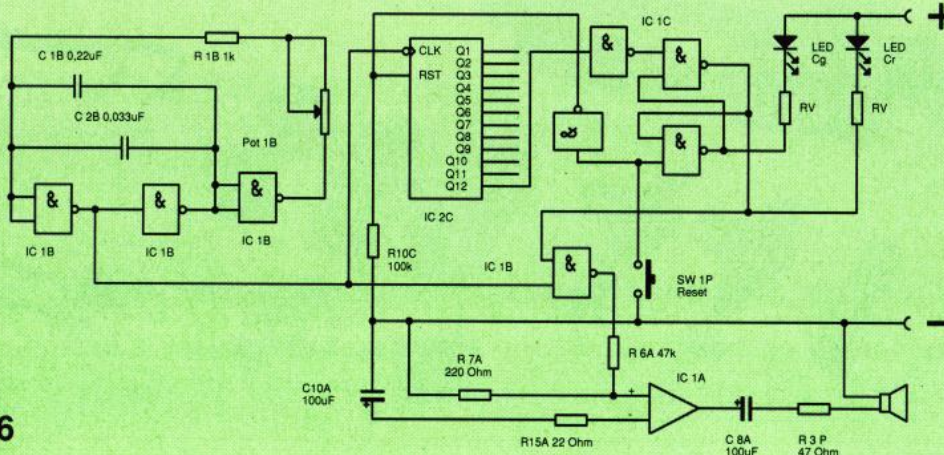
Schaltzeiten von etwa einer bis zu 10 Minuten kannst du erzielen, wenn du im Experiment **383** den Kontakt B 27 mit B 23 und B 30 mit B 24 verbindest. Die Schaltzeiten werden auch von den Bauteiletoleranzen beeinflusst. Sie können daher geringfügig variieren. Die Verlängerung der Schaltzeit ist auf den Kondensator C 4B zurückzuführen, der mit der viel größeren Kapazität von 10 μF die Taktfrequenz des Generators erheblich verringert.

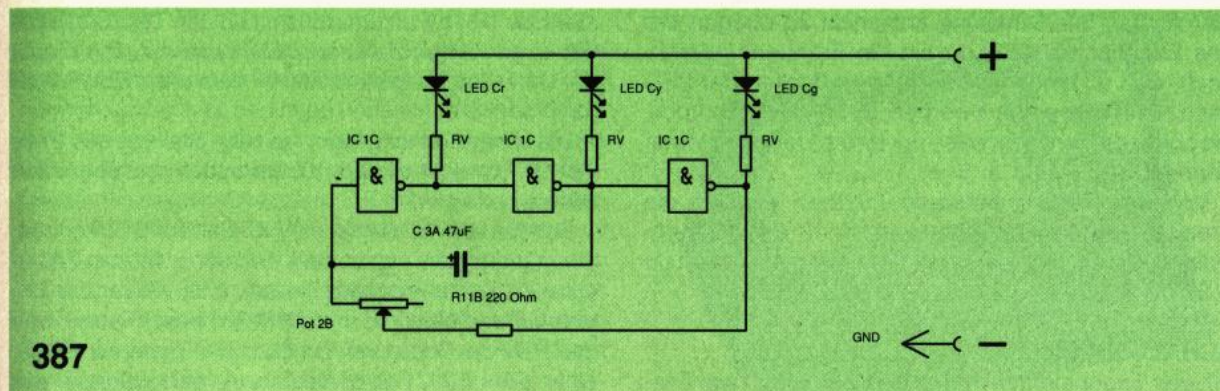
Schaltzeiten von ca. 10 bis 100 Minuten sind im Experiment **384** möglich. Wenn du B 27 mit A 49 und B 30 mit A 39 verbindest, steigt die Kapazität des frequenzbestimmenden Kondensators auf 100 μF an.

Nach diesen ersten Versuchen mit Zeitschaltuhren kannst du im nächsten Experiment **385** über den Timer einen Warnton auslösen, so wie er auch ertönt, wenn z.B. bei dem Mikrowellenherd die eingestellte Zeit abgelaufen ist. Mit der Taste sw 1P wird die Zeituhr gestartet. Nach der abgelaufenen Zeit ertönt ein Warnsignal. Die NAND für die beiden LED Cr und Cg bilden ein RS-Flip-Flop. Kennzeichen eines solchen Flip-Flops ist, daß es durch einen Impuls gesetzt (set) und durch einen zweiten auf den anderen Eingang zurückgesetzt (reset) wird. In dieser Schaltung wird es mit der Taste sw 1P gesetzt, die gleichzeitig auch den Zähler zurücksetzt, der jetzt neu zu zählen beginnt. Am oberen RS-NAND steht am Ausgang 0 und damit auch am oberen Eingang des NAND IC 1B. Sein Ausgang hat

385

A 9 - B 21
A 10 - A 21
A 11 - A 16
A 18 - P 6
A 20 - A 22
A 24 - P 5
B 12 - B 31
B 25 - B 33
B 26 - C 37
B 27 - B 28
B 29 - B 30
B 32 - C 18
C 6 - C 9
C 10 - C 28
C 12 - C 19
C 13 - C 27
C 14 - C 35
C 15 - C 38
C 16 - P 3
C 26 - C 36
C 29 - C 39
C 40 - P 4


385-386



387

NAND-GENERATOR

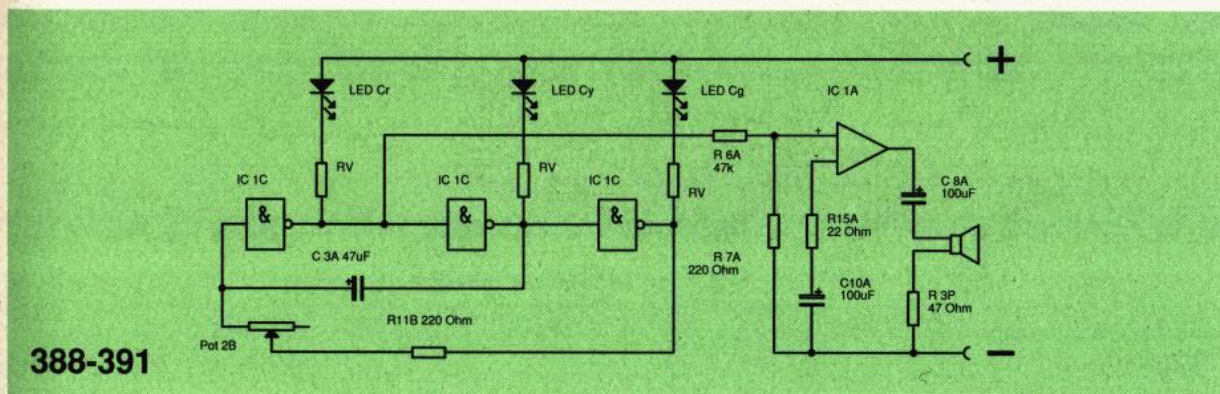
Ein astabiler Multivibrator aus drei NAND des Moduls C kann mit dem Experiment **387** realisiert werden. Den Ausgangszustand des zu der jeweiligen LED gehörenden NAND kann man an der LED ablesen. Noch einmal zur Erinnerung: Die LED leuchtet, wenn der Ausgang des NAND den Zustand 0 hat.

Mit der Stellung des Potis Pot 2B wird das Laden des Kondensators C 3A beeinflusst. Je schneller er sich auf- und entladen kann, desto höher ist die Frequenz des Multivibrators. Die genaue Beschreibung der Funktion dieser Schaltung findest du im Experiment 202. Hier können, weil sie so langsam schwingt, die Ausgangszustände der einzelnen NAND optisch verfolgt werden.

Soll der NAND-Multivibrator zur Tonerzeugung eingesetzt werden, ist die Schaltung im Experiment **388** zu ergänzen (s. rechts).

Das Multivibratorsignal gelangt über den Widerstand R 6A auf den Eingang des Nf-Verstärkers IC 1A, an dessen Ausgang der Lautsprecher liegt. Wegen der geringen Frequenz hörst du nur ein rhythmisches Knacken.

Mit einem größeren Elko kann die Frequenz im Experiment **389** etwa um die Hälfte herabgesetzt werden. Um das zu erreichen, sind C 32 mit A 49 und C 40 mit A 39 zu verbinden. Durch den Kondensator C 4A mit einer Kapazität von $100 \mu\text{F}$ verringert sich die Frequenz erheblich. Umgekehrt kann mit Kondensatoren erheblich geringerer Kapazität die Frequenz beträchtlich erhöht werden. Im Experiment **390** verringert sich die Kapazität auf $0,22 \mu\text{F}$. Du brauchst nur zwei Kabel umzustecken: C 32 nach B 28 und C 40 nach B 29.



388-391

387

A 38 - C 32
A 48 - C 40
B 2 - C 33
B 3 - C 26
C 12 - C 38
C 13 - C 35
C 14 - C 31
C 27 - C 39
C 29 - C 36

388

zusätzlich:

A 9 - C 34
A 10 - A 21
A 11 - C 16
A 18 - P 5
A 20 - A 22
A 24 - P 6

Der Aufbau der Schaltung entspricht im übrigen der des Experiments 388, nur ist die Frequenz jetzt so hoch, daß du einen Ton hörst. Das Blinken der LED kann nicht mehr erkannt werden, du hast den Eindruck, als ob sie dauernd leuchten, nur ist die Helligkeit etwas geringer.

Mit einem Kondensator von $0,022 \mu\text{F}$ läßt sich die Frequenz bis zur Hörgrenze von ca. 16 kHz steigern. Das kannst du im Experiment 391 erreichen, indem du C 32 mit A 36 und C 40 mit A 46 verbindest.

SCHALTUHHEN

Mit den Experimenten 385 und 386 hast du zwei Zeitschalter kennengelernt, bei denen ein Warnton nach der eingestellten Zeit ausgelöst wurde. Bei den Schaltungen war der Generator gleichzeitig Taktgeber für den Timer, und seine Frequenz bestimmte auch die Frequenz des Warntons. In diesem Experiment 392 sind zwei getrennte Generatoren eingesetzt.

Nach der Fertigstellung und dem Einschalten der Betriebsspannung strahlt der Lautsprecher einen Warnton ab, dessen Frequenz mit dem Poti Pot 1P im Pult eingestellt werden kann. Durch Drücken des Ta-

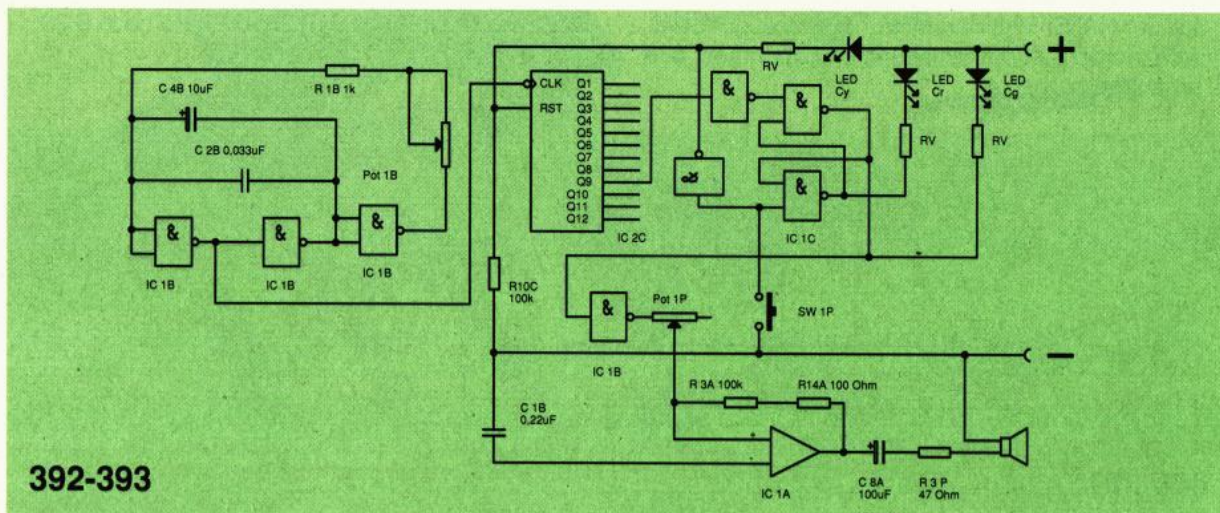
sters sw 1P im Pult unterbrichst du den Ton, und nach der eingestellten Zeit hörst du ihn wieder. Die Dauer der Unterbrechung stellst du mit dem roten Poti Pot 1B auf Modul B ein.

Die Unterbrechung kann - je nach Stellung des Potis Pot 1B - zwischen knapp 10 Sekunden und über einer Minute betragen.

Das Schaltbild läßt den NAND-Generator erkennen, der ständig schwingt und als Taktgeber für den Zähler arbeitet. Seine Frequenz bestimmt die Dauer der Unterbrechung. Wie in Experiment 385 beschrieben, wird das RS-Flip-Flop durch Drücken der Taste sw 1P gesetzt. Die LED Cy zeigt dies an, sie geht während des Drückens aus. Das zur grünen LED Cg gehörende NAND führt nun an seinem Ausgang 0, die grüne LED leuchtet auf, und der Generator IC 1A erhält, durch ein weiteres NAND invertiert, an seinem Eingang E+ positive Spannung. Erreicht das Zählersignal den Ausgang Q9, kippt das RS-Flip-Flop in den anderen Zustand. Am Generatoreingang E+ liegt negatives Potential, er beginnt zu schwingen, und der Lautsprecher strahlt einen Ton ab, dessen Höhe durch Poti Pot 1P eingestellt werden kann.

392

A 18- P 5
A 20- B 29
A 21- A 51
A 23- A 33
A 24- P 6
A 43- A 52
A 53- P 9
B 12- C 18
B 16- B 28
B 21- P 11
B 23- B 27
B 24- B 30
C 9 - C 20
C 10- C 28
C 12- C 19
C 13- C 27
C 14- C 35
C 15- C 38
C 16- P 3
C 26- C 36
C 29- C 39
C 37- B 25
C 40- P 4



WECKUHR

Du kennst vielleicht Wecker, die morgens nach dem ersten Klingeln dem Schläfer noch eine kurze Zeit gönnen, um sich zu besinnen und nicht gleich aus dem Bett springen zu müssen. Eine Schaltung für diese Weckwiederholung kannst du nun sehr schnell ausprobieren: Du brauchst dazu nur C 9 mit C 6 zu verbinden statt mit C 20. Mehr als eine Minute Pause verstreicht nun, und dann hörst du wieder den durchdringenden Weckton. Die Verlängerung der Unterbrechung wurde in diesem Experiment **393** dadurch erzielt, daß du den Zählerausgang Q12 statt Q9 benutzt hast. Mit einem der Ausgänge Q1 bis Q11 läßt sich die Pause unterschiedlich lange einstellen.

PULSIERENDE WECKTÖNE

In Abwandlung der vorigen Schaltungen kannst du den Weckton noch pulsieren lassen, wie du es bereits in anderen Experimenten kennengelernt hast. Die Schaltung **394** zeigt dir, daß du bereits mit der zusätzlichen Verbindung von B 26 nach C 3 einen unterbrochenen Ton erzielen kannst.

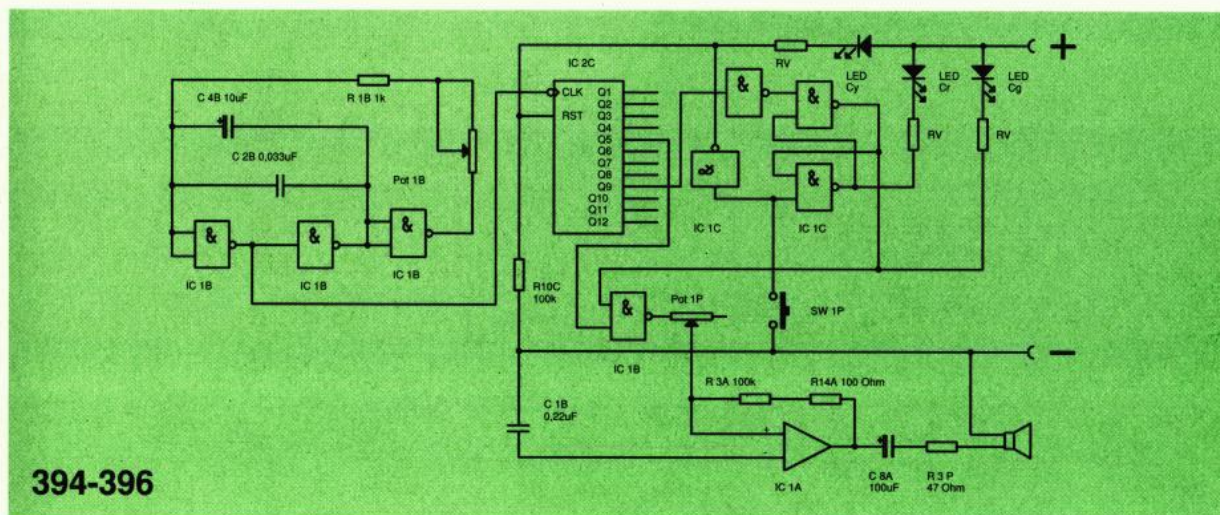
Das NAND vor dem Eingang E+ des Generators erhält auf seinem unteren Eingang die Signale des Zählerausgangs Q5. Ist der Zustand der Eingänge 1/1, kann der Generator schwingen und den Ton erzeugen.



Abb. 15: Wecker

Durch Umlegen der Verbindung von B 26 nach C 17 erzielst du im Experiment **395**, daß sich die Anzahl der Pulse erhöht. Mit dieser Veränderung wählst du den Zählerausgang Q2 statt Q5. Da an seinem Ausgang schneller zwischen 0 und 1 umgeschaltet wird, erhöht sich die Frequenz der Pulse.

Du kannst die Zahl der Pulse auch verringern, indem du einen der höheren Zählerausgänge benutzt. Mit der Verbindung B 26 - C 4 wechselst du auf den Zählerausgang Q6 um, und nun ist die Frequenz geringer



394-396



Abb. 16: Videorecorder mit Timer

LANGZEITSCHALTER

Videorecorder haben Timer, mit denen man Programme vier Wochen und länger im Voraus einprogrammieren kann. So lange sollst du bei den Experimenten des folgenden Zeitschalters natürlich nicht warten, bis du einen Erfolg verzeichnen kannst, aber du kannst immerhin erkennen, wie solche Schaltuhren mit Zählern gebaut werden können.

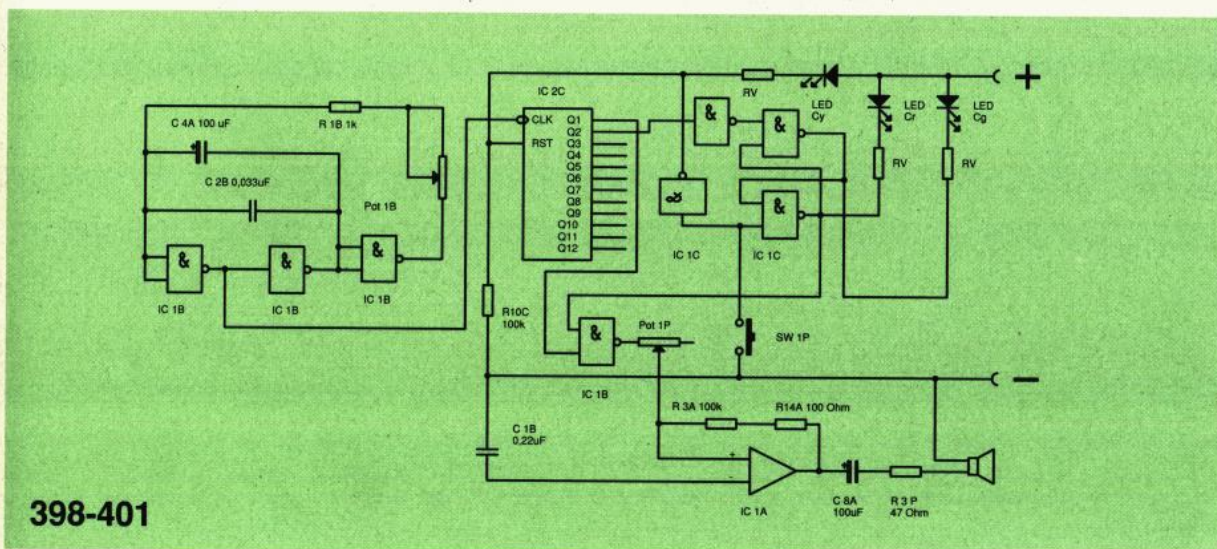
Im Experiment **398** findest du die Grundschriftung des beschriebenen Zeitschalters. Mit dem Taster sw 1P im Pult startest du die Zeitnahme. Beim

Drücken des Tasters leuchtet nur die grüne LED. Nach dem Loslassen leuchten die gelbe und die grüne. Mit dem Warnton, der nach Ablauf der eingestellten Zeit ertönt, leuchtet die rote LED auf, und die grüne erlischt. Die Frequenz des Warntons läßt sich mit dem Poti Pot 1P im Pult einstellen, die Zeit bis zum Start mit dem Poti 1B auf dem Modul B.

Bei dieser Schaltung beträgt die Schaltzeit bis etwa 5 Sekunden, je nachdem, in welcher Stellung sich der Schleifer des Potis Pot 1B befindet. Um die Schaltung zu variieren, kannst du den Kontakt B 26 wahlweise mit

398

A 18 - P 6
 A 20 - B 29
 A 21 - A 52
 A 23 - A 33
 A 24 - P 5
 A 43 - A 51
 A 39 - B 30
 A 49 - B 27
 A 53 - P 9
 B 12 - C 18
 B 16 - B 28
 B 21 - P 11
 B 25 - C 37
 B 26 - C 7
 C 9 - C 17
 C 10 - C 28
 C 12 - C 19
 C 13 - C 27
 C 14 - C 35
 C 15 - C 38
 C 16 - P 3
 C 26 - C 36
 C 29 - C 39
 C 40 - P 4


398-401

402

A 9 - B 21
 A 10 - A 21
 A 11 - A 16
 A 18 - P 6
 A 20 - A 22
 A 24 - P 5
 B 1 - B 19
 B 12 - C 31
 B 20 - C 23
 B 25 - C 7
 B 27 - B 28
 B 29 - B 30
 C 18 - C 32

anderen Ausgängen des Zählers kombinieren als mit Q1. Je höher der Zählerausgang, desto geringer die Pulsfrequenz und desto länger die Pulse.

Eine Verlängerung der Schaltzeit erzielst du, indem du im Experiment 399 C 9 mit C 5 statt mit C 17 verbindest. Statt Q2 hast du nun Q7 an den reset-Eingang des RS-Flip-Flops gelegt.

Schaltzeiten bis zu einer Stunde erzielst du, indem du im Experiment 400 den Kontakt C 9 mit C 20 verbindest. Damit ist der Zählerausgang Q9 gewählt.

Die längste Schaltzeit mit mehr als einer Stunde steht zur Verfügung, wenn der Zählerausgang Q12 benutzt wird. (Experiment 401.) Die Verbindung dafür ist mit einem Draht vom Kontakt C 9 nach C 6 schnell hergestellt. Nun mußt du nur genügend Geduld haben, um die Zeit auch zu überprüfen.

FEUERSIRENEN

Experiment 402.

Verschiedene Sirenen - von der Feierabendsirene mancher Fabriken über die Feuersirene mit unterschiedlichem Hub bis zur Kojak-Sirene - kannst du mit den folgenden Schaltungen erproben.

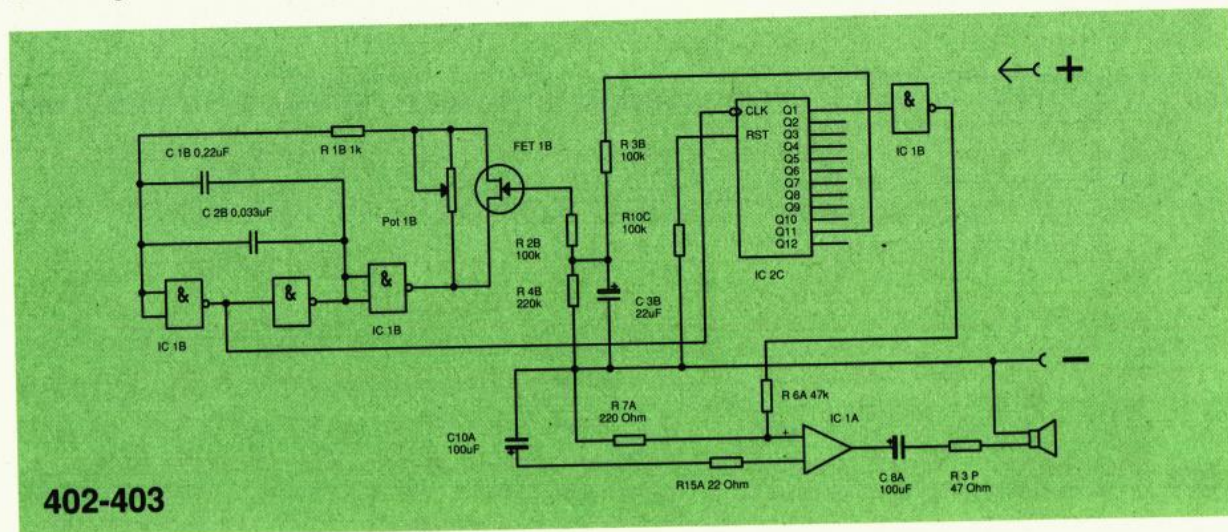
Das erste Experiment stellt eine Sirene mit einem verhältnismäßig kleinen Hubbereich dar. Nach dem Einschalten der Betriebsspannung klingt der Sirenen-ton solange aus dem Lautsprecher, bis du die Span-



Abb. 17: Feuerwehrwagen mit Sirene

nung wieder ausschaltet. Das Poti Pot 1B mußt du nach links drehen.

Als Hub bezeichnet man den Unterschied zwischen dem tiefsten und dem höchsten Ton der Sirene. Der NAND-Generator schwingt beim Einschalten der Betriebsspannung. Das Generatorsignal gelangt auf den CLK- Eingang des Zählers. Es wird bei Q11 abgenommen und, je nachdem ob es positives oder negatives Potential hat, lädt oder entlädt sich der integrierende Kondensator C 3B. Mit zunehmender Ladung steuert



402-403

er das Gate des FET stärker durch. Der Widerstand des Potis Pot 1B wird dadurch überbrückt, und die Frequenz des Generators ändert sich. Allerdings darf das Pot 1B nicht am rechten Anschlag stehen, weil sonst der FET nicht mehr einwirken kann.

Wenn du Kontakt B 20 mit C 6 verbindest statt mit C 23, vergrößerst du im Experiment 403 den Hub der Sirene.

In dieser Schaltung wird der langsam schaltende Ausgang Q 12 gewählt. Die Zeit zum Laden und Entladen des Kondensators verlängert sich, und damit vergrößert sich der Hub.

Die Schaltung nach Experiment 404 ist gut geeignet, sehr viele verschiedene Sirenentypen zu simulieren. Mit den beiden Potis Pot 1B und Pot 2B kannst du durch unterschiedliche Einstellungen immer wieder neue Klangeffekte erzielen. Folgende Veränderungen am bisherigen Aufbau sind vorzunehmen:

404.

B 29 - B 30 entfernen

B 2 - B 22

B 3 - B 31

B 29 - B 32

B 30 - B 33

Wie du aus dem Schaltbild ersiehst, wurde zusätzlich das Poti Pot 2B für den Generator eingesetzt. Da sich damit die Frequenz des Generators in weiten Bereichen verändern läßt, sind die vielen verschiedenen Kombinationen möglich.

Die Sirene nach Experiment 405 unterscheidet sich von den vorhergehenden dadurch, daß nach dem Einschalten der Betriebsspannung der Ton gleich anzuheben beginnt. Mit wenigen Handgriffen ist die Schaltung abgeändert.

405.

B 20 - C 6 entfernen

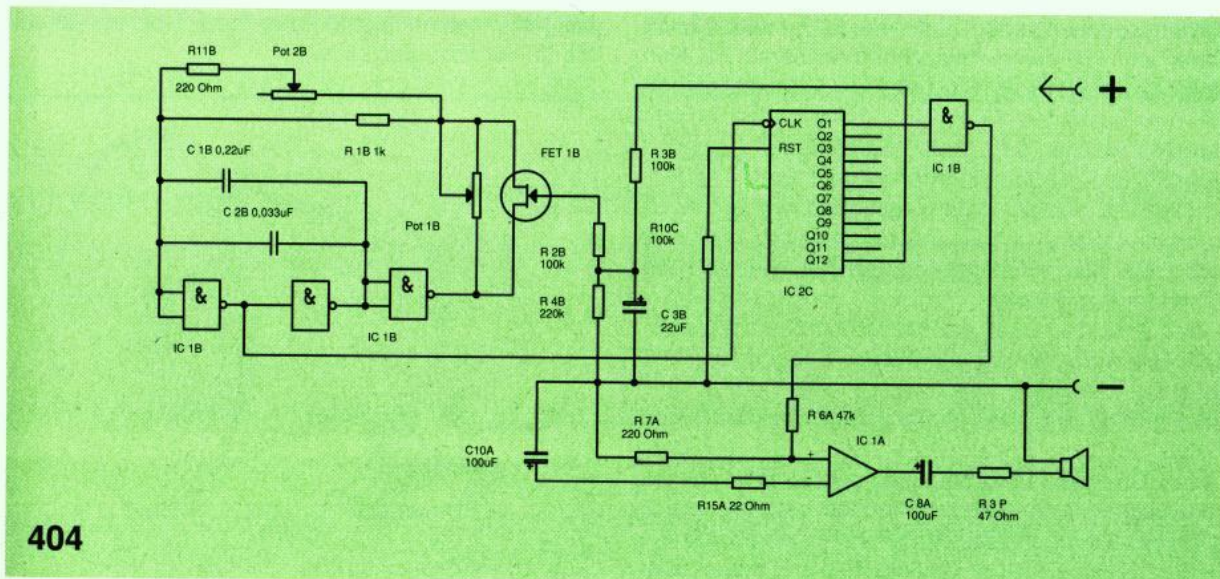
B 20 - C 10

C 6 - C 9

A 14 - A 36

A 46 - C 19

Am Zählerausgang Q12 wurde eine Umkehrstufe eingesetzt, durch die sich der Kondensator C 3B sofort auflädt, wenn die Betriebsspannung eingeschaltet ist. Der zusätzliche Kondensator C 1A sorgt dafür, daß der Zähler beim Einschalten auf jeden Fall zurückgesetzt wird.



404

406

A 9 - C 17

A 10 - A 21

A 11 - A 16

A 18 - P 6

A 20 - A 22

A 24 - P 5

A 36 - B 30

A 46 - B 27

B 12 - C 18

B 16 - P 3

B 17 - B 23

B 19 - B 24

B 20 - B 21

B 25 - C 6

C 10 - C 27

C 13 - C 31

C 14 - C 26

C 15 - P 4

C 19 - C 32

C 28 - C 33

C 11 -

Stolperdraht
Anfang

C 16 -

Stolperdraht
Ende

405

SELBSTHALTENDER SCHLEIFENALARME

Experiment 406.

Mit einer Alarmschleife und einer Sirenenschaltung kannst du eine Alarmanlage aufbauen, die beim Unterbrechen der Schleife warnt. Nach dem Einschalten der Betriebsspannung ertönt gleich der Alarm und zeigt dir damit an, daß deine Anlage betriebsbereit ist. Nun stellst du das Poti Pot 1B auf den linken Anschlag, und mit dem Taster sw 1P im Pult stellst du die Anlage zurück. Zwischen den beiden Kontakten C 11 und C 16 muß du den Alarmdraht befestigen. Wenn er unterbrochen ist, soll der Alarm ausgelöst werden. Auch wenn die Schleife wieder geschlossen wird, nützt das nichts: Der Alarm wird erst unterbrochen, wenn du den Taster im Pult drückst.

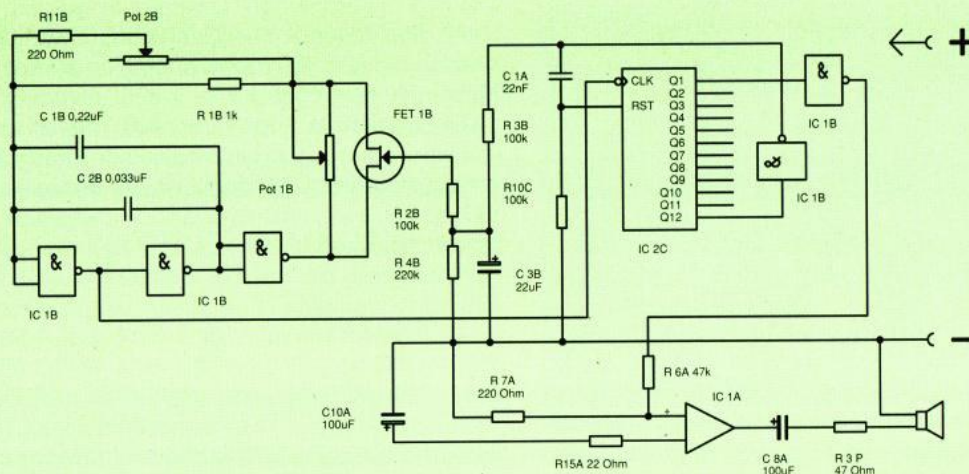
Das Schaltbild zeigt, daß diese Alarmanlage in großen Teilen der Sirene des letzten Experiments entspricht. Erweitert wurde sie aber durch ein RS-Flip-Flop mit einer Umkehrstufe vor dem einen NAND. Vor dieser Inverterstufe liegt die Schleife gegen Minus. Durch die Unterbrechung des Drahtes nimmt der Ausgang 0 an, und das Flip-Flop kippt um. Damit ist der reset-Eingang des Zählers freigegeben, und das Generatorsignal wird im Zähler geteilt und steuert über

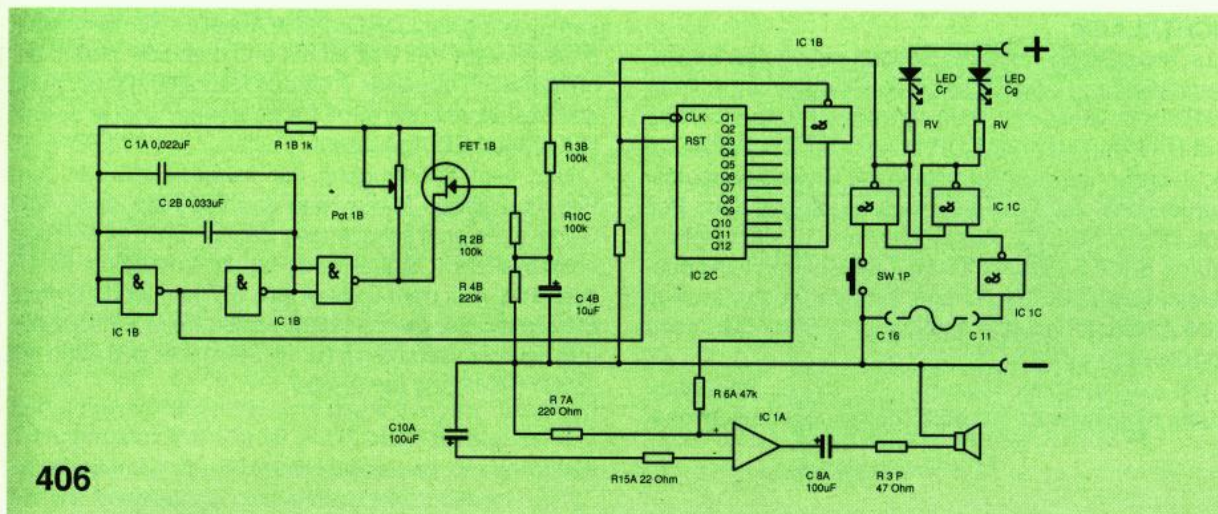
Q2 den Nf-Verstärker an. Das RS-Flip-Flop kann nur zurückgesetzt werden, wenn IC 1C über den Stolperdraht an Minus liegt und sw 1P gedrückt wird.

Du kannst auch statt des Stolperdrahtes den Meßfühler Leitfähigkeit benutzen. Dann wird der Alarm ausgelöst, wenn die Metallspitzen Trockenheit am Meßfühler anzeigen sollen.



Abb. 18: Außenlautsprecher mit Alarmanlage

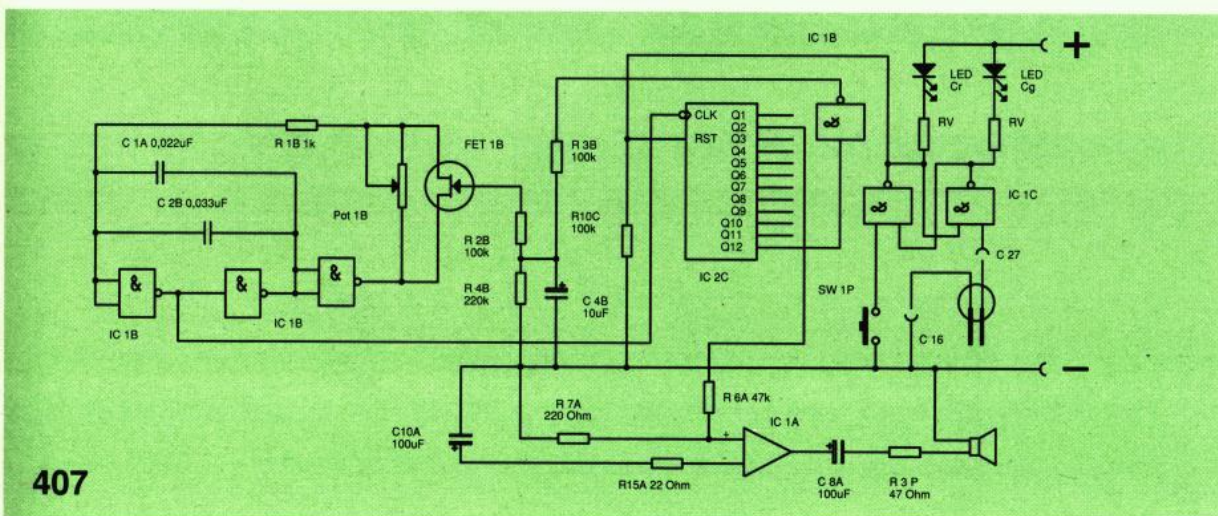




ALARM DURCH FLÜSSIGKEIT

Die Schaltung des vorigen Experiments läßt sich im Experiment **407** so abwandeln, daß durch Wasser der Alarm ausgelöst wird. Die Alarmschleife (oder der Meßfühler) muß natürlich aus C 11 - C 16 entfernt werden und auch C 10 - C 27. An den Kontakten C 16 und C 27 ist der Meßfühler Leitfähigkeit anzuschließen. Solange dieser Meßfühler nicht in eine Flüssigkeit taucht, bleibt der Lautsprecher stumm. Den Alarm löst

Wasser an den Prüfspitzen aus. Das Schaltbild zeigt, daß dieser Wasseralarm der vorigen Schaltung sehr ähnelt. Anstelle des Stolperdrahts liegt der Meßfühler zwischen Minus und dem set-Eingang des Flip-Flops. Auf die Umkehrstufe konnte verzichtet werden, da das Flip-Flop nicht gegen Minus liegt, wenn die Prüfspitzen nicht in Wasser getaucht sind. Erst durch die Flüssigkeit wird der Widerstand zwischen den Prüfspitzen überbrückt.



410

A 36 - C 39
 A 46 - C 36
 B 5 - C 33
 B 6 - C 38
 B 21 - C 32
 B 26 - C 40
 C 6 - C 14
 C 9 - C 31
 C 10 - C 35
 C 18 - C 37

413

entfernen:

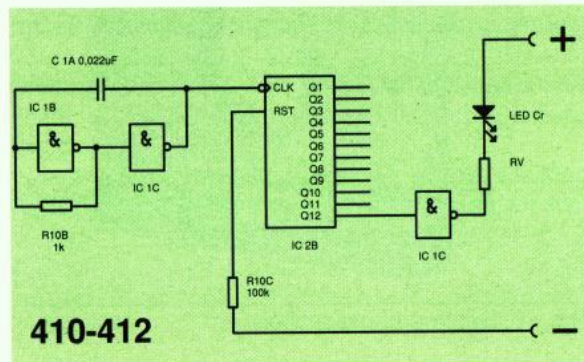
B 9 - C 33
 B 10 - C 38
 B 28 - C 36
 B 29 - C 39

zusätzlich:

B 5 - C 33
 B 6 - C 38
 A 36 - C 36
 A 46 - C 39
 B 30 - C 19

VEREINFACHTER TAKTGENERATOR

Wenn du das Schaltbild des Taktgenerators nach Experiment 410 mit denen der bisher verwendeten Generatoren vergleichst, fällt dir bestimmt auf, daß bei diesem nur noch zwei NAND benötigt werden, um ein Taktsignal für den Zähler zu erzeugen.



Durch die Rückführung der Ausgangssignale der beiden NAND über einen Widerstand und einen Kondensator auf den Eingang des ersten NAND, wird diese Schaltung zum Schwingen angeregt. Die Wahl entsprechender Werte bestimmt die Frequenz. Wie du weißt, schaltet der Baustein über einer bestimmten positiven Spannung an seinem Eingang den Ausgang auf 0. Liegt die Spannung unter diesem Wert (der etwa die Hälfte der Betriebsspannung beträgt), liegt am Ausgang 1. Die Kombination dieser vier Bauelemente bewirkt, daß der Kondensator ständig umgeladen wird. Dadurch liegt also am Eingang des linken NAND eine niedrige Spannung (Eingang 0, Ausgang = 1), die solange ansteigt, bis der Schwellwert erreicht ist und der Ausgang umkippt (Eingang 1, Ausgang 0).

Durch das Umladen des Kondensators verringert sich die Spannung nun wieder solange, bis das NAND erneut umkippt usw. Die Takte werden durch den Zähler in jeder Stufe halbiert und am Zählerausgang Q12 abgenommen. Die nach dem Inverter IC 1C geschal-

tete LED Cr zeigt den jeweiligen Zustand an und ist damit auch ein Indikator für die Frequenz des Taktgenerators.

411.

B 5 - C 33 entfernen
 B 6 - C 38 entfernen

B 9 - C 33
 B 10 - C 38

Den Einfluß des Widerstands auf die Frequenz des vereinfachten Taktgenerators zeigt das Experiment 411. Der Wert des Widerstands wird hier vergrößert.

Mit dem größeren Widerstandswert verringert sich die Frequenz des Generators, weil der Spannungsanstieg und -abfall am Eingang des ersten NAND langsamer verläuft.

Der Einfluß der Kapazität des Kondensators auf die Frequenz des Taktgenerators kann im folgenden Experiment 412 untersucht werden. Wenn du zwei Verbindungen umsteckst, hast du schon den Aufbau beendet.

412.

A 36 - C 39 entfernen
 A 46 - C 36 entfernen

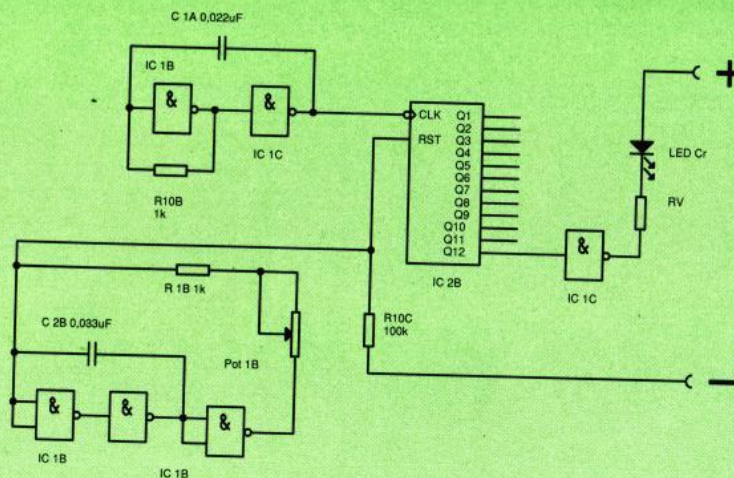
B 28 - C 36
 B 29 - C 39

Es ist sicher keine Überraschung für dich, daß sich die Frequenz des Generators durch einen Kondensator mit größerer Kapazität verringert. Schließlich dauert das Umladen länger.

GENERATOR STEUERT GENERATOR

Im folgenden Experiment 413 wird das Taktsignal wie vorher von dem neuen Generator erzeugt und auf den CLK-Eingang des Zählers gegeben. Zusätzlich liegt das Ausgangssignal des zweiten Generators auf dem reset-Eingang. Der Aufbau der vorigen Schaltung ist dazu so abzuwandeln wie in der linken Spalte beschrieben.

Bei dieser Schaltung bleibt die LED Cr dunkel. Um das zu verstehen, mußt du dir vorstellen, was sich am Zähler abspielt.

**413-414**

Der erste Generator gibt dem Zähler den Takt zum Zählen. Bevor aber das Signal geteilt und der Ausgang Q12 angesteuert ist, bekommt der reset-Eingang vom zweiten Generator den Takt zum Zurücksetzen. Auch beim erneuten Zähltakt wird der Zählvorgang durch einen Rücksetztakt wieder vorher gestoppt. Die rote LED Cr kann also gar nicht leuchten.

Durch die Wahl eines anderen Zählerausgangs kann im Experiment **414** erreicht werden, daß der Rücksetzimpuls langsamer ist als die Taktzeit am Ausgang des Zählers. Das bedeutet, daß die LED Cr leuchtet. Durch

Verstellen des Potis Pot 1B läßt sich scheinbar die Helligkeit der roten LED verringern. Bei einer bestimmten Stellung des Potis fällt der Rücksetzimpuls in die Taktzeit des Ausgangs Q3. Das bedeutet, daß die Ansteuerzeit der LED verringert wird. Sie leuchtet also nur sehr kurze Zeit, und wir nehmen dies als verminderte Helligkeit wahr. Die folgenden Änderungen am Aufbau sind noch vorzunehmen:

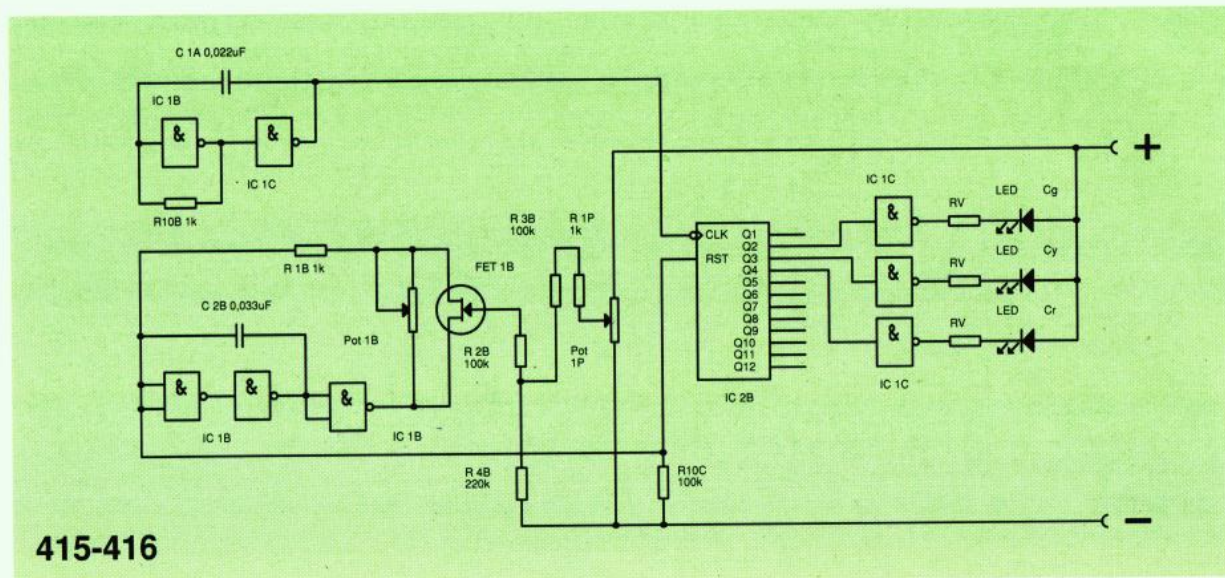
414.

B 6 - C 14 entfernen

C 2 - C 14

415

A 36- C 36
 A 46- C 39
 B 5 - C 33
 B 6 - C 38
 B 14- P 10
 B 16- P 11
 B 20- P 9
 B 21- C 32
 B 26- C 40
 B 30- C 19
 C 1 - C 29
 C 2 - C 14
 C 9 - C 31
 C 10- C 35
 C 17- C 28
 C 18- C 37



DIMMEN

In den folgenden Experimenten erfährst du, wie die LED des Moduls C allmählich heller bzw. dunkler leuchten können. Sicher kennst du den Fachbegriff dafür, das **Dimmen**. Die Schaltungen geben dir auch einige Beispiele, wie durch verschiedene Sensoren das Dimmen beeinflusst werden kann.

Mit der ersten Schaltung im Experiment **415** kannst du ausprobieren, wie die Kette der LED mit dem Pultpoti gleitend gedimmt werden kann. Bei dem Aufbau ist zu beachten, daß das Poti Pot 1B am linken Anschlag steht.

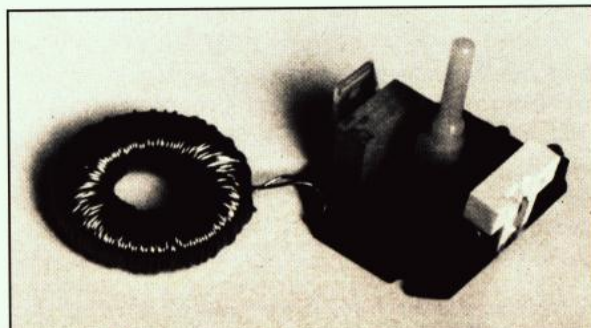


Abb. 20: Das Innere eines Dimmerschalters

Die Schaltung besteht aus den beiden Generatoren, die aus den NAND aufgebaut sind. An den Ausgängen Q2 bis Q4 des Zählers liegen die drei LED über je ein NAND als Treiber. Die Frequenz des unteren Generators läßt sich mit dem Poti Pot 1P im Pult stufenlos verändern. Der Ausgang dieses Generators ist mit dem reset-Eingang des Zählers verbunden, und darum verstellst du damit allmählich die reset-Frequenz. Fällt der Rücksetzimpuls in die Taktzeit eines der Ausgangssignale, wird die Ansteuerzeit der betreffenden LED begrenzt, und ihre Helligkeit verringert sich. Bei kleiner Frequenz des Rücksetz-Generators dimmst du die LED am Ausgang Q4. Erhöchst du die Frequenz, wird Q4 nicht mehr angesteuert, die LED Cr geht aus, und Cy wird gedimmt. Liegt die Frequenz des Rücksetz-Generators über der des Taktgenerators, wird kein Ausgang mehr angesteuert, und alle LED sind aus.

Mit geringen Änderungen am bestehenden Aufbau läßt sich im Experiment **416** der Regelbereich des Potis verschieben.

416.

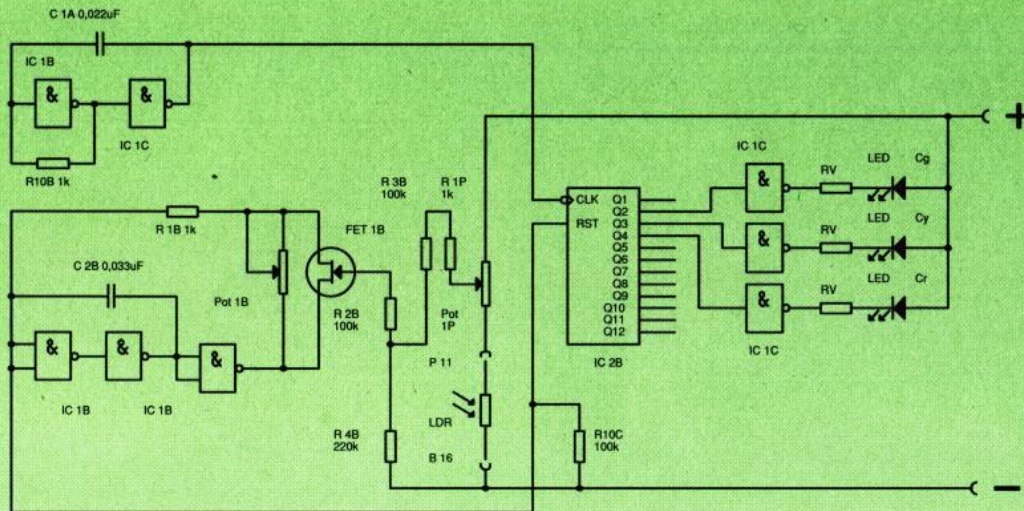
C 1 - C 29 entfernen
 C 2 - C 14 entfernen
 C 17- C 28 entfernen

C 1 - C 28
 C 2 - C 29
 C 3 - C 14

417

entfernen:
 B 16 - P 11
 C 1 - C 28
 C 2 - C 29
 C 3 - C 14
 zusätzlich:
 C 1 - C 29
 C 2 - C 14
 C 17 - C 28
 B 16 - LDR
 P 11 - LDR

417



Bei der Betrachtung des Schaltbildes erkennst du, daß bei diesem Experiment die Anschlüsse der LED um einen Zählerausgang nach hinten verschoben wurden. Damit spricht das Poti im unteren Regelbereich nicht mehr sofort an, weil erst die niedrigeren Frequenzen die Ansteuerungsimpulse für die LED begrenzen.

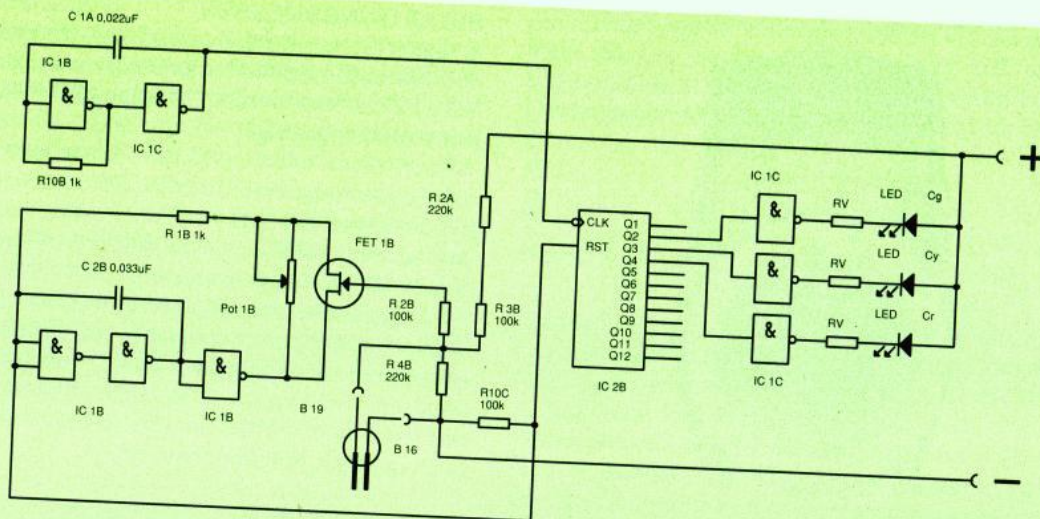
Im Experiment 417 beeinflusst der LDR die Helligkeit der LED. Das Poti Pot 1P benutzt du in dieser Schaltung, um die Empfindlichkeit einzustellen. Der Aufbau des vorigen Experiments wird geringfügig abgewandelt (s.rechts).

Ohne Licht am LDR sind alle LED aus. Fällt Licht auf den LDR, gehen je nach Intensität die LED nacheinander von grün nach rot an, bis alle leuchten.

Der LDR verschiebt den Fußpunkt des Potis. Bei Dunkelheit ist sein Widerstand sehr groß, und das Gate des FET wird nur gering angesteuert. Die reset-Frequenz ist so hoch, daß kein Zählusgang angesteuert wird. Mit zunehmendem Lichteinfall verringert sich der LDR-Widerstand, und der FET wird immer stärker angesteuert. Dadurch wird die reset-Frequenz immer niedriger, bis die Taktfrequenz zuerst Q2 erreicht und durchschaltet (LED Cg leuchtet) und nacheinander die beiden anderen Ausgänge, bis alle LED leuchten.

419

entfernen:
B 14- LDR
P 10- LDR
B 20- P 9
B 16- P 11
zusätzlich:
A 14- A 32
A 42- B 20
B 16- ML*
B 19- ML*



In dieser Schaltung bildet der Meßfühler Leitfähigkeit einen Spannungsteiler mit den Widerständen R 2A, R 3B und R 4B. Je kleiner der Widerstand des Meßfüh-

lers ist, desto geringer ist die Frequenz des reset-Generators, und damit leuchten auch die gelbe und die rote LED.

* ML =
Meßfühler
Leitfähigkeit

420

A 1 - B 2
 A 3 - B 29
 A 5 - A 14
 A 8 - A 18
 A 16 - P 7
 A 17 - A 49
 A 36 - C 36
 A 39 - B 32
 A 46 - C 39
 B 3 - B 31
 B 4 - B 17
 B 5 - C 33
 B 6 - C 38
 B 14 - P 10
 B 16 - P 11
 B 20 - P 9
 B 21 - C 32
 B 26 - C 40
 B 28 - B 39
 B 30 - C 19
 B 33 - P 8
 B 38 - C 2
 B 40 - C 14
 C 1 - C 29
 C 9 - C 31
 C 10 - C 35
 C 17 - C 28
 C 18 - C 37



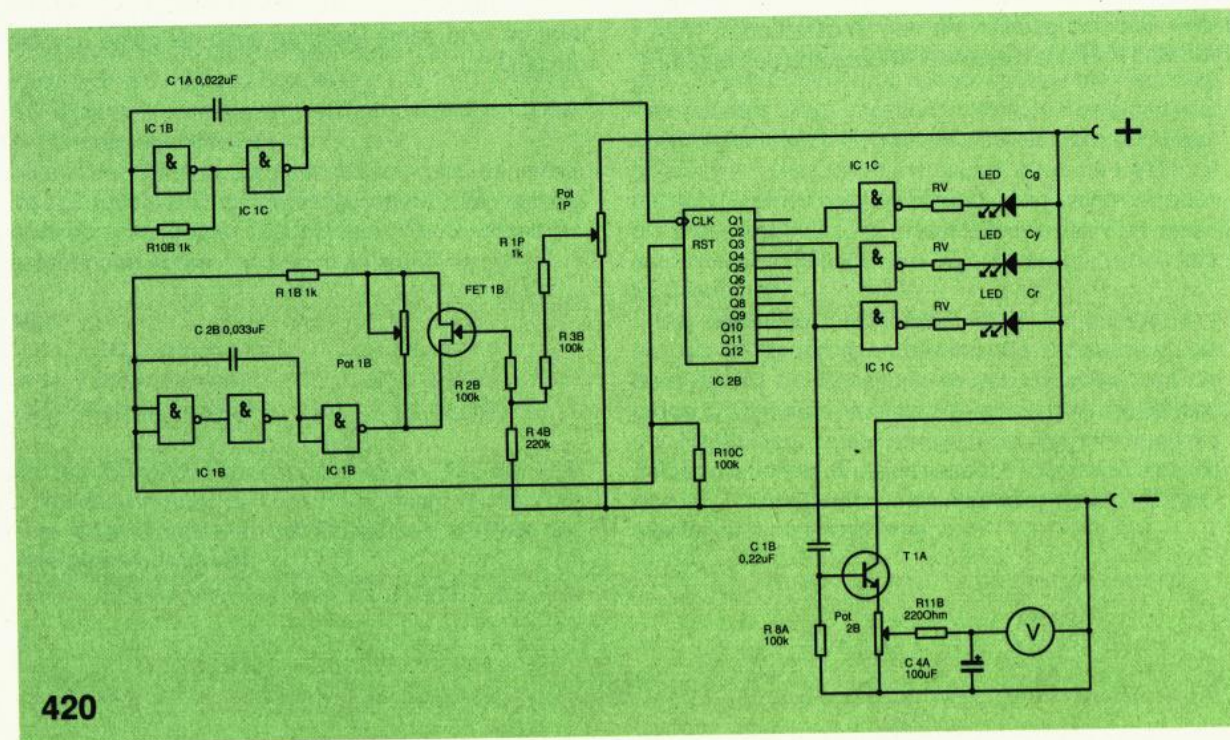
Abb. 21: Belichtungsmesser

BELICHTUNGSMESSER

In dieser Schaltung 420 lassen sich die drei LED auf dem Modul C mit dem Poti im Pult dimmen, und zusätzlich wird die Ansteuerung der roten LED mit dem Meßinstrument angezeigt.

Nach dem Aufbau und dem Einschalten der Betriebsspannung dimmst du die LED wie in den vorigen Experimenten mit dem Poti Pot 1P. Wenn die rote LED voll leuchtet, ist mit dem Poti Pot 2B der Endausschlag des Meßinstruments einzustellen.

Das Schaltbild zeigt, daß an den Zählerausgang Q4 über einen Koppelkondensator zusätzlich eine Transistorstufe mit dem Transistor T 1A in Kollektorschaltung angeschlossen wurde. Das Meßinstrument liegt über das Einstellpoti Pot 2B am Emitter von T 1A. Der Elko C 4A dient als Siebkondensator.



LICHTMESSGERÄT

Für Filmaufnahmen ist die genaue Ausleuchtung des gesamten Raums unbedingt notwendig. Mit einem Aufbau wie dem des folgenden Experiments 421 läßt sich eine solche Schaltung herstellen. Durch geringe Veränderungen am Aufbau des letzten Experiments läßt sich ein leistungsfähiges Lichtmeßgerät bauen. Mit dem Poti Pot 1P im Pult kann die Aussteuerung eingestellt werden, mit Pot 2B der Endausschlag. Das Meßinstrument zeigt dann genau die Helligkeit am LDR an, die rote LED wird entsprechend der Helligkeit am LDR gedimmt.

421.

B 16 - P 11 entfernen

B 16 - LDR

P 11 - LDR

Diese Schaltung ähnelt in ihrem Aufbau der des Experiments 417. Ergänzt wurde sie allerdings um die in der vorigen Schaltung erprobte Meßschaltung.

Ein Lichtmeßgerät mit noch größerer Empfindlichkeit stellt die Schaltung des Experiments 422 dar. Die Eichung wird, wie bei 421 beschrieben, vorgenommen. Der bestehende Aufbau ist nur etwas abzuändern.

422.

B 38 - C 2 entfernen

B 38 - C 1

C 1 - C 29 entfernen

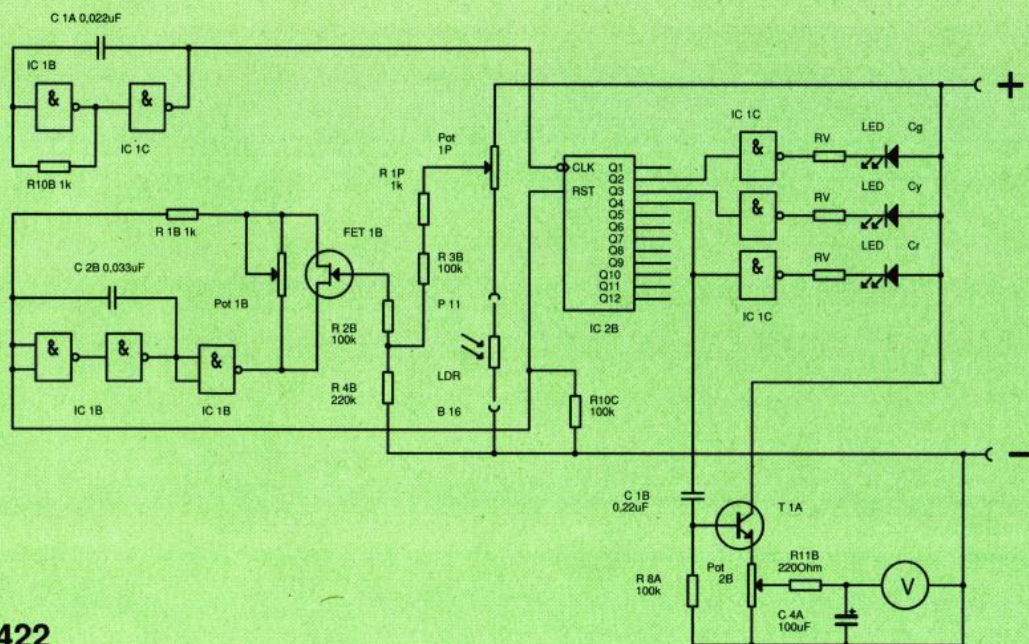
C 14 - C 2

B 40 - C 14 entfernen

B 40 - C 29

Bei sorgfältiger Einstellung am Poti Pot 1P und am Poti Pot 2B erhältst du ein sehr empfindliches Lichtmeßgerät. Schon geringster Lichteinfall auf den LDR läßt den Zeiger des Instruments ausschlagen.

Das Schaltbild läßt erkennen, daß hier die Meßstufe nicht an den Zählerausgang Q4 gelegt wurde, sondern an Q3. Geringere Helligkeitsschwankungen am LDR rufen nun eine stärkere Beeinflussung der reset-Frequenz hervor, und dadurch reagiert auch der Zeiger des Instruments empfindlicher.



421-422

423

A 10- B 2
 A 11- C 38
 A 16- P 6
 A 20- A 22
 A 21- C 12
 A 24- P 5
 A 36- C 36
 A 46- C 39
 B 3 - C 33
 B 14- P 10
 B 20- P 9
 B 21- C 32
 B 26- C 40
 B 30- C 19
 C 1 - C 29
 C 2 - C 14
 C 9 - C 31
 C 10- C 35
 C 17- C 28
 C 18- C 37
 B 16- LDR
 P 11- LDR

424

entfernen:
 A 21- C 12
 zusätzlich:
 A 21- C 13

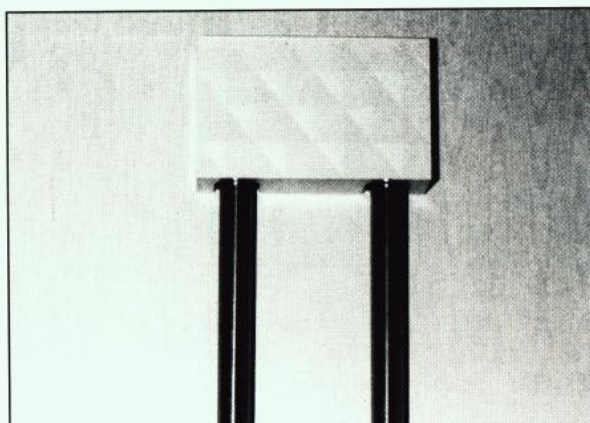


Abb. 22: Elektrischer Türgong

GERÄUSCHKOMPOSITIONEN

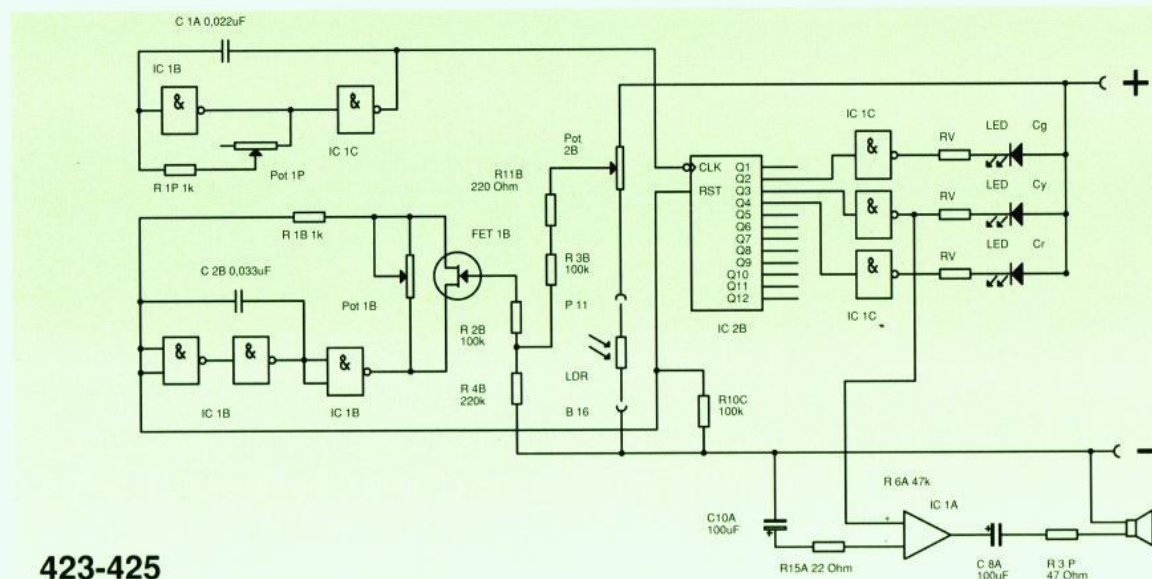
Die folgenden Experimente bieten dir vielfältige Möglichkeiten, verschiedene Geräusche nachzuahmen. Du wirst erstaunt sein, welche "Melodien" sich mit diesen Schaltungen simulieren lassen. Solche Schaltungen, wie du sie in den folgenden Experimenten kennlernst, werden z.B. auch für moderne Türgongs oder andere kleine Klangspiele verwendet.

Im Experiment **423** muß das Poti Pot 2B nach dem Aufbau am rechten Anschlag stehen, das Poti Pot 1P im Pult am rechten Anschlag. Durch Abdunkeln des LDR läßt sich das kreischende Geräusch ständig verändern bis hin zum Verstummen des Tones. Wechselnde Helligkeit am LDR ruft danach auch immer wieder neue Klangeffekte hervor. Weitere Tonänderungen bei gleicher Helligkeit am LDR erreichst du mit dem Poti Pot 1P im Pult. Das Poti Pot 1B verstellt die Empfindlichkeit der Schaltung.

Diese Schaltung ähnelt der des vorigen Experiments, allerdings ist die Meßschaltung durch den Nf-Verstärker mit dem IC 1A ersetzt worden. Die Helligkeitsänderungen am LDR erzeugen Widerstandsänderungen, die den Generator ständig verstimmen. Am Ausgang Q3, an dem auch der Nf-Verstärker liegt, überlagern sich die Frequenzen des Zählerausgangs und des reset-Generators. Diese Überlagerungen, auch **Interferenzen** genannt, erzeugen die kreischenden Töne.

Experiment 424.

Mit kleinen Veränderungen am Aufbau des letzten Experiments lassen sich Geräusche erzeugen, deren Grundfrequenzen tiefer liegen.



423-425

Bei diesem Experiment wurde der IC-Generator an den Ausgang Q4 des Zählers gelegt. Da seine Frequenz niedriger ist als die an Q3, verschieben sich die Geräusche alle in einen tieferen Frequenzbereich.

Experiment 425.

Sehr hohe Klangeffekte erzielst du mit dem folgenden Experiment. Mit ein wenig Übung gelingt es dir bestimmt, z.B. das Quietschen von Reifen bei schneller Kurvenfahrt oder Vogelgezwitscher zu imitieren. Wenn du A 21 mit C 26 verbindest statt mit C 13, so hast du schon die Änderungen dafür erledigt.

Bei dieser Schaltung wurde der Nf-Verstärker an den Ausgang Q2 mit der grünen LED gelegt. Da dieser Zählerausgang die höchste Frequenz hat, sind auch die Klangeffekte in einem sehr hohen Frequenzbereich angesiedelt.

LED AUSBLASEN

Experiment 426.

Du hast richtig gelesen: Mit den folgenden Experimenten kannst du deine Freunde verblüffen, nämlich wenn

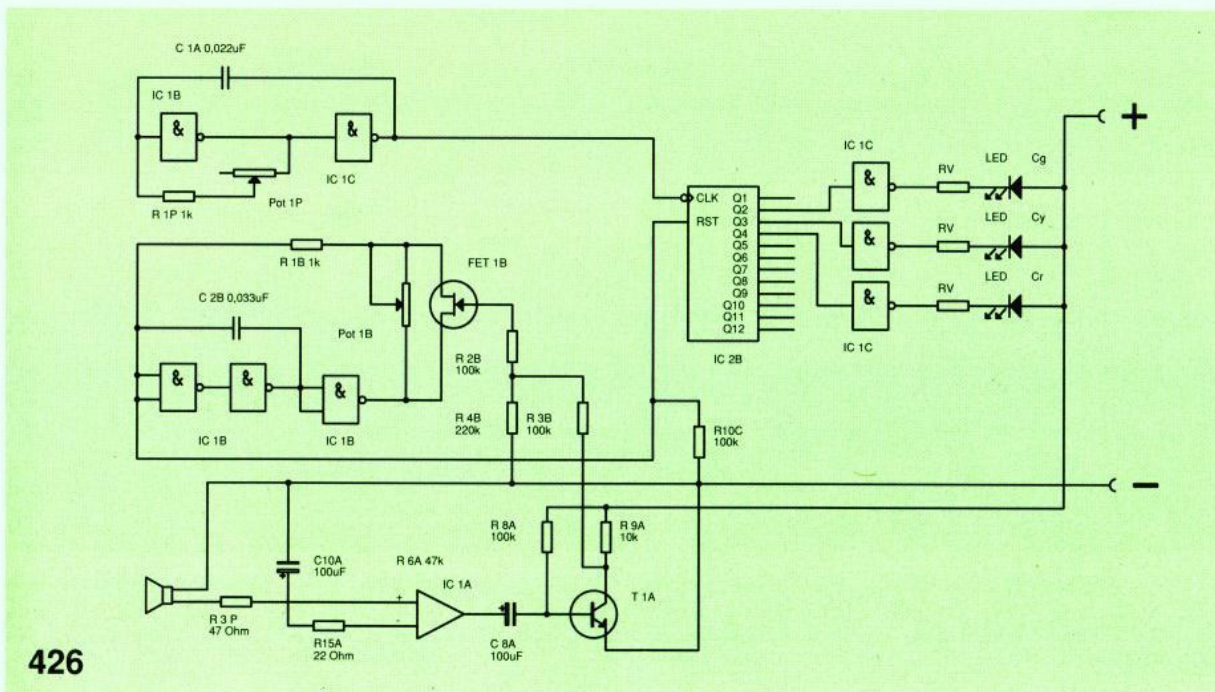


Abb. 23: LEDs

du ihnen vorführst, wie du die LED ausbläst. Am besten schiebst du für dieses und die folgenden Experimente das Modul C in die obere Reihe neben den Lautsprecher, damit dein Trick nicht gleich auffällt.

Nach dem Aufbau und dem Einschalten der Betriebsspannung drehst du das Poti Pot 1B auf den linken Anschlag. Das Poti Pot 1P benutzt du, um die rote LED Cr auf volle Helligkeit einzustellen. Dann mußt du kräftig auf den Lautsprecher blasen, um alle LED auszulöschen. Mit einem leisen Hauch geht die grüne LED allein aus, und bei etwas stärkerem Blasen auch die gelbe. Die LED erlöschen, leuchten aber nach kurzer Zeit wieder auf. Und nun viel Spaß!

426



- A 1 - A 16
- A 2 - A 24
- A 3 - A 43
- A 5 - B 20
- A 6 - A 14
- A 8 - A 15
- A 18 - P 5
- A 20 - A 22
- A 21 - P 6
- A 33 - A 17
- A 36 - C 36
- A 46 - C 39
- B 21 - C 32
- B 26 - C 40
- B 30 - C 19
- C 1 - C 29
- C 2 - C 14
- C 9 - C 31
- C 10 - C 35
- C 17 - C 28
- C 18 - C 37
- C 33 - P 11
- C 38 - P 9

In diesem Experiment arbeitet der Lautsprecher als Mikrofon. Das Blasen wird vom Nf-Verstärker mit dem IC 1A verstärkt und einer Transistorstufe mit dem Transistor T 1A zugeführt. Bei einem kräftigen Signal wird diese Stufe stark übersteuert. Am Kollektor des Transistors entstehen starke Impulse, die den Generator über das Gate des FET stark verstimmen. Die reset-Zeit wird erheblich verkürzt, so daß die Taktzeiten nicht mehr ausreichen, die Zählerausgänge umzuschalten. Die LED erlöschen.

Experiment 427.

Mit diesem Experiment kannst du einen weiteren "Zaubertrick" vorführen: Die LED erlöschen beim kräftigen Blasen erst mit einer kleinen Verzögerung. Für diese Abwandlung mußt du nur die Verbindung B 1 - B 19 zusätzlich stecken.

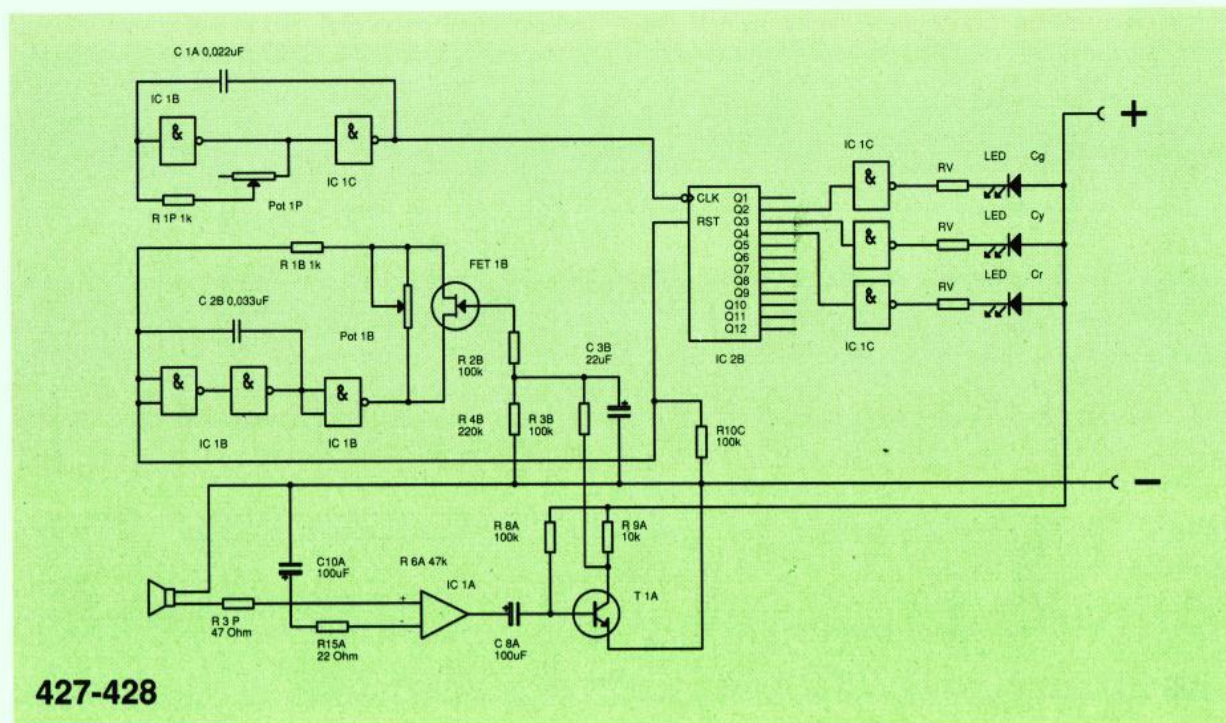
Zusätzlich zum Aufbau des vorigen Experiments enthält diese Schaltung den Elko C 3B als Integrierte Elko.

Beim Blasen wird er durch die Impulse vom Kollektor des Transistors T 1A erst aufgeladen, und damit entsteht eine Verzögerung, bevor der Generator verstimmt wird und die LED erlöschen. Es dauert auch viel länger, bis er wieder entladen ist und die LED wieder aufleuchten.

Experiment 428.

Mit einem Elko größerer Kapazität kann die Zeit bis zum Aus- und Angehen der LED vergrößert werden, und außerdem muß erheblich kräftiger geblasen werden als bisher. Zur Abwandlung der bestehenden Schaltung ist B 1 mit A 38 zu verbinden und außerdem die Verbindung B 19 - A 48 zu stecken.

Daß bei diesem Experiment mehr Zeit verstreicht, bis die LED erlöschen, liegt daran, daß der Elko C 4A mit 100 μ F länger lädt, und eine Verstimmung des Generators damit erst später erfolgen kann.



LAUTSTÄRKEABHÄNGIGE LICHTORTEL

Experiment 429.

Lichtorgeln lassen sich nach verschiedenen Prinzipien aufbauen. In den folgenden Schaltungen wird eine sehr ungewöhnliche Variante gewählt. Ähnlich wie bei den letzten Versuchen lassen sich die LED in Abhängigkeit von der Lautstärke über die Ausgänge des Zählers schalten. Nach dem Fertigstellen und dem Einschalten der Betriebsspannung läßt du am besten Musik auf den Lautsprecher im Pult schallen. Du kannst natürlich auch auf den Lautsprecher sprechen. Drehe das Poti Pot 1B ganz nach links und steuere mit dem Poti im Pult die Anzeige aus.

Die Schaltung besteht wieder aus dem Taktgenerator, dessen Ausgang auf den CLK-Eingang des Zählers führt. Die LED an den Ausgängen Q2 bis Q4 können nicht ohne weiteres leuchten, da der zweite Generator Rücksetzimpulse auf den reset-Eingang des Zählers gibt, die den Zähler zurücksetzen, bevor

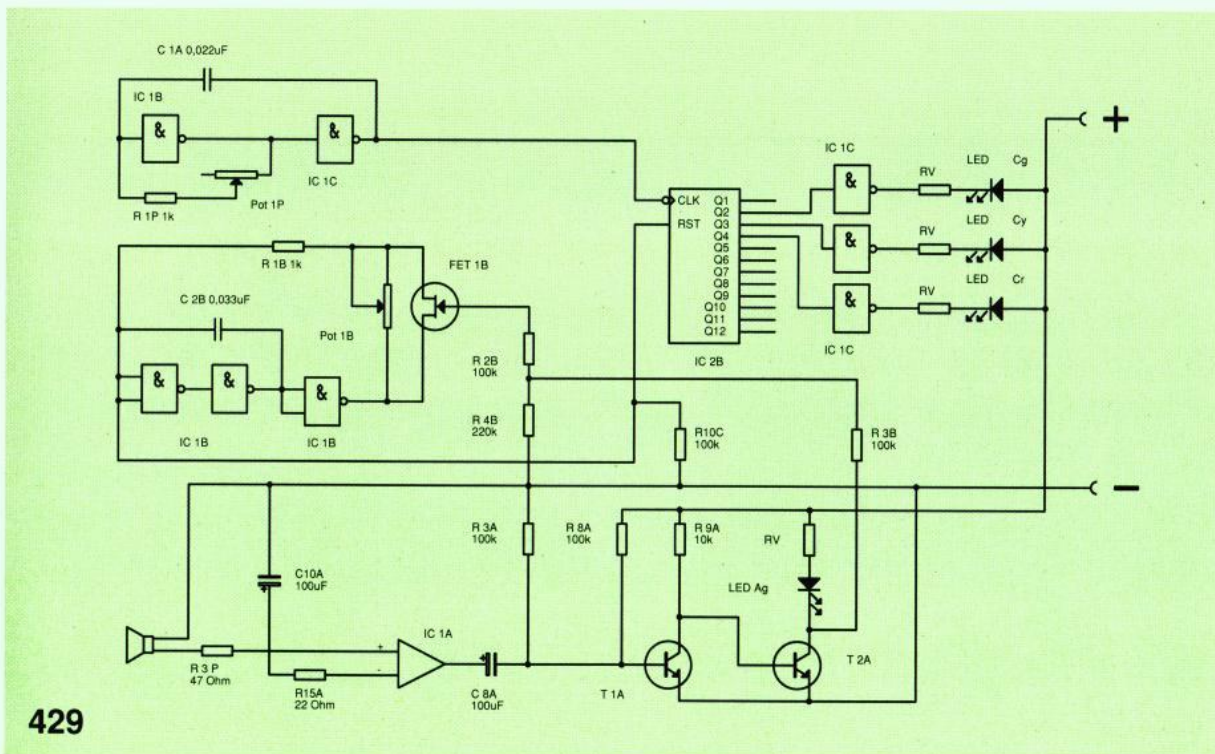


Abb. 24: Lichtorgel

die Ausgänge positiv sind. Weiter enthält diese Schaltung einen Nf-Verstärker mit einem Mikrofon am Eingang. Die vom Mikrofon kommenden Impulse werden verstärkt und an die Transistorstufe T 1A / T 2A weiter-

429

A 1 - A 16
 A 2 - A 24
 A 3 - A 43
 A 5 - A 25
 A 6 - A 14
 A 8 - A 15
 A 12 - A 29
 A 13 - A 19
 A 17 - A 33
 A 18 - P 5
 A 20 - A 22
 A 21 - P 6
 A 30 - B 20
 A 36 - C 36
 A 46 - C 39
 B 21 - C 32
 B 26 - C 40
 B 30 - C 19
 C 1 - C 29
 C 2 - C 14
 C 9 - C 31
 C 10 - C 35
 C 17 - C 28
 C 18 - C 37
 C 33 - P 11
 C 38 - P 9



Das Experiment **431** zeigt eine Lichtorgel, bei der nicht nur die LED im Rhythmus der Sprache flackern, sondern auch noch das Meßinstrument die Stärke des Schallpegels anzeigt.

Nach dem Fertigstellen und dem Einschalten der Betriebsspannung soll das Poti Pot 1B am linken Anschlag, Pot 1P am rechten Anschlag stehen. Mit dem Poti Pot 2B kann die Empfindlichkeit eingestellt werden.

431.

B 1 - B 19 entfernen

C 1 - C 29 entfernen

C2 - C14 entfernen

C 17- C 28 entfernen

B 2 - B 31

B3 - P8

B 4 - B 16

B 17- P 7

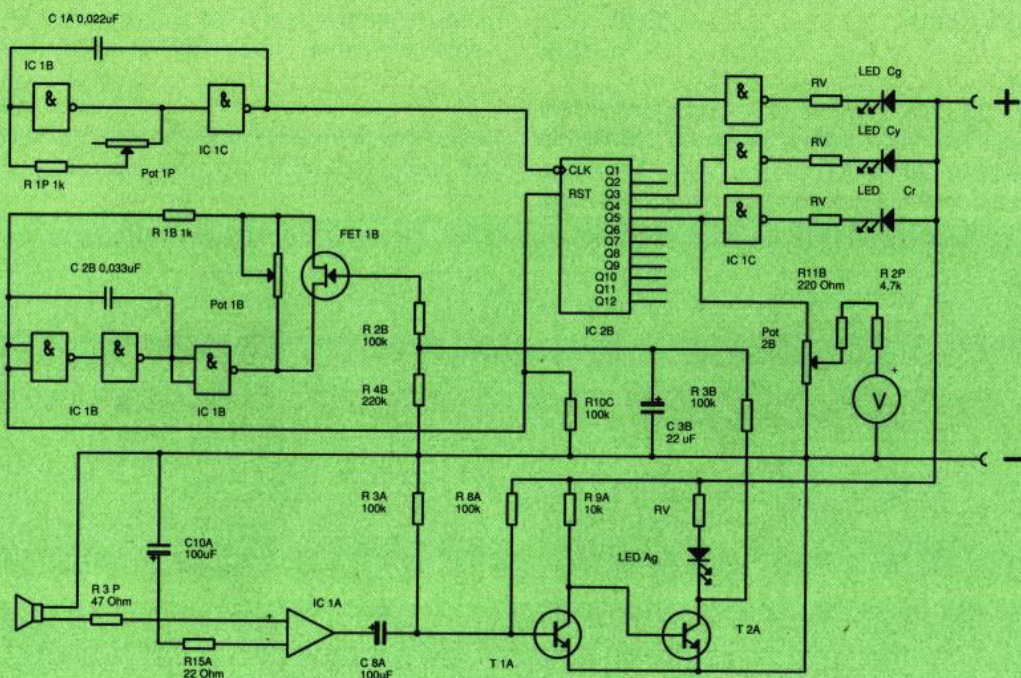
B 32- C 3

B 33- C 14

C 1 - C 28

C2 - C29

Diese Schaltung entspricht im großen und ganzen der Schaltung der beiden vorigen Experimente. Sie wurde jedoch noch um die beiden LED und um die Meßstufe erweitert, die wie die LED Cr vom Ausgang Q5 des Zählers angesteuert wird. Damit ist der Ausschlag des Anzeigeinstruments proportional zur Helligkeit der LED Cr.



431

IMPULSZÄHLER - LICHTORTEL

Experiment 432.

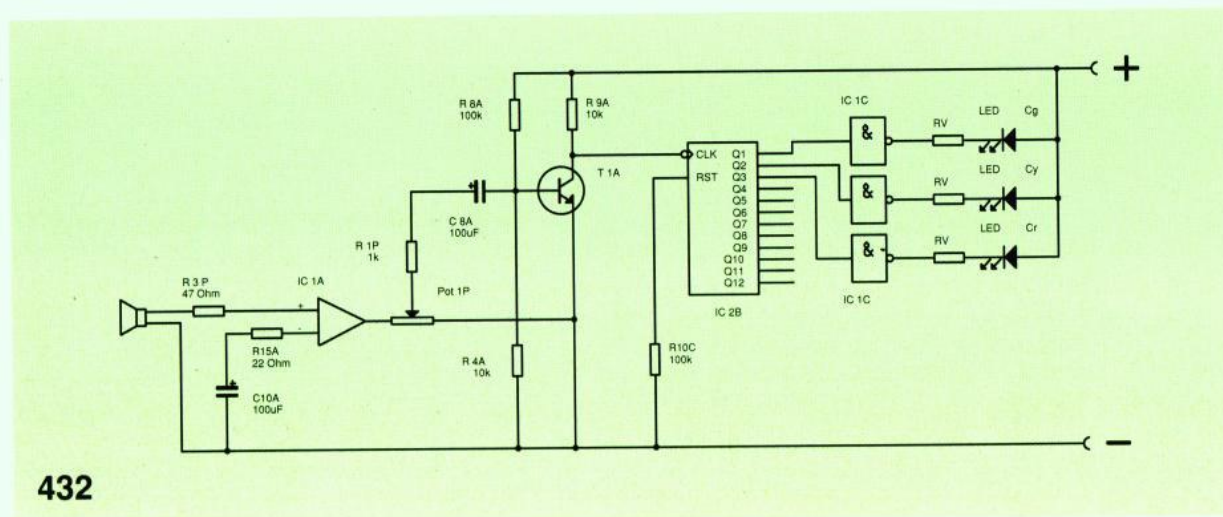
Nach einem anderen Prinzip arbeiten die Lichtorgeln der folgenden Schaltungen. Die Schallwellen werden zu Impulsgruppen oder Impulsbündeln zusammengefaßt, die dann auf den Zählereingang gegeben werden. Nach der Fertigstellung und dem Einschalten der Betriebsspannung läßt sich mit dem Poti Pot 1P die Ansprechschwelle einstellen. Anschließend mußt du kräftig auf den Lautsprecher im Pult sprechen oder Musik daraufschallen lassen.

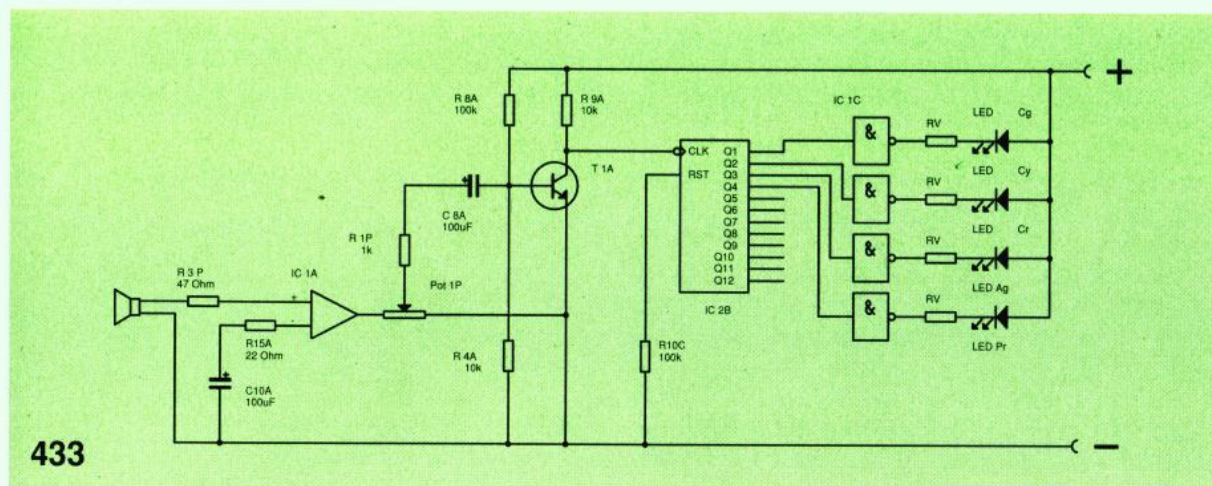
Die Schallwellen werden vom Lautsprecher aufgenommen und vom Nf-Verstärker mit dem IC 1A ver-

stärkt. Über das Poti und den Elko gelangen sie auf den Transistor T 1A. Hier werden die Schallwellen so sehr verzerrt, daß ganze Impulsbündel auf den Zählereingang gelangen. Sie setzen den Zähler, und das geteilte Signal steuert die LED an den Ausgängen Q1 bis Q3 an. Je nach Ausgangszustand des Zählers leuchten verschiedene LED. Wenn du das Poti Pot 1P soweit zurückdrehst, daß es erst bei lautem Klatschen anspricht, kannst du mit dieser Schaltung auch durch Klatschen viele verschiedene Lichtspielereien erzielen.

432

A 1 - A 16
A 2 - A 34
A 3 - A 39
A 4 - C 18
A 6 - A 14
A 8 - A 15
A 17 - A 44
A 18 - P 6
A 20 - A 22
A 21 - P 5
A 24 - P 11
A 49 - P 9
C 1 - C 14
C 7 - C 27
C 16 - P 10
C 17 - C 29





Eine Erweiterung der vorigen Schaltung bedeutet das Experiment **433**, und zwar wird zusätzlich die grüne LED Ag mit in die Lichterkette aufgenommen. Mit zwei weiteren Verbindungen ist diese Änderung ausgeführt. A 12 ist mit C 10 und C 2 mit C 9 zu verbinden. Nun flackert auch die grüne LED mit den andern im Rhythmus der Schallwellen.

Experiment 434.

Jetzt wird es noch bunter! In diesem Experiment schaltest du auch noch die rote LED Pr im Pult hinzu. Die

folgenden Verbindungen mußt du nur noch zusätzlich stecken:

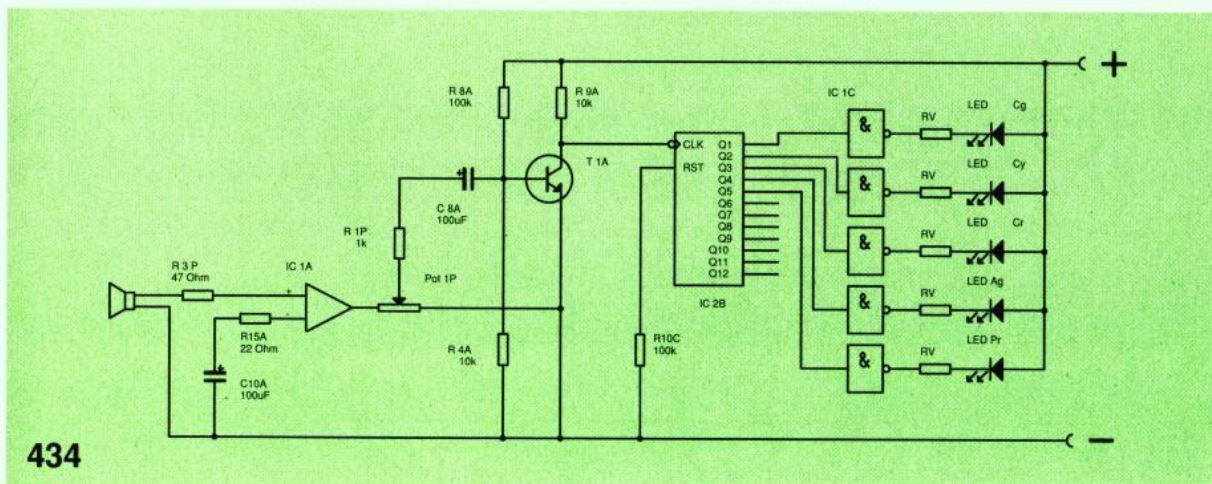
434.

C 3 - B 25

B 15 - P 1

B 21 - P 2

Im Schaltbild siehst du die Kette der LED, die je über ein NAND an einen anderen Zählerausgang angeschlossen sind. Die rote LED Pr leuchtet als letzte in der Kette, da sie am höchsten Zählerausgang liegt.



Im Schaltbild ist zu erkennen, daß alle zur Verfügung stehenden LED zum Einsatz kommen. Jede wird über ein NAND an einem Ausgang betrieben.

Verlegst du im Experiment **437** die LED an andere Zählerausgänge, verringert sich die Leuchtfrequenz der LED. Mit den zusätzlichen Verbindungen ist das schnell erreicht.

437.

C 7 - C 27 entfernen	C 1 - C 27
C 17 - C 29 entfernen	C 2 - C 29
C 1 - C 14 entfernen	C 3 - C 14
C 3 - B 25 entfernen	C 4 - B 25
C 2 - C 9 entfernen	C 5 - C 9

Aus dem Schaltbild kannst du entnehmen, daß die LED an den Zählerausgängen Q3 bis Q7 liegen. Da das Taktsignal nun öfter geteilt werden muß, dauert es länger, bis die LED leuchten.

Eine Erweiterung der Lichtorgel bedeutet die Schaltung **438**. Hier hast du gleichzeitig noch eine Aussteue-

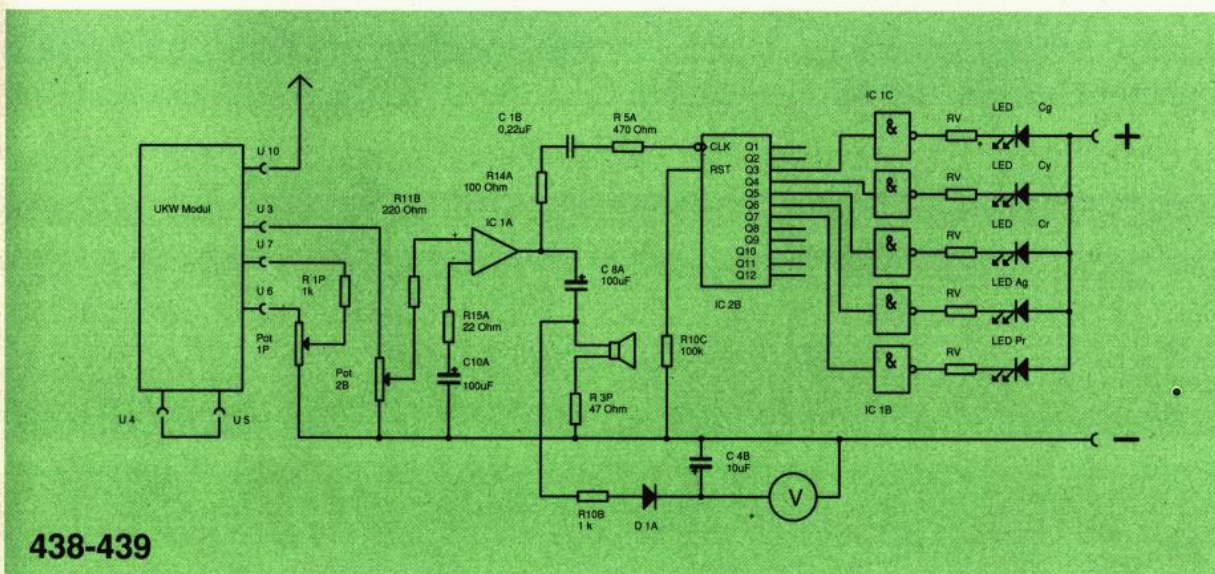
rungsanzeige mit dem Meßinstrument. Das Anzeigement ist über die Diode D 1A, den Widerstand R 10B und den Ladeelko C 4B an den Ausgang des IC-Verstärkers angeschlossen. Proportional zur Stärke des UKW-Signals schlägt damit der Zeiger des Instruments aus, und die LED leuchten entsprechend dazu.

Bei einem sehr stark einfallenden UKW-Signal kann die Empfindlichkeit der Schaltung zu groß sein. Mit der Schaltung nach dem Experiment **439** kannst du die Empfindlichkeit herabsetzen. Dazu mußt du die folgenden Veränderungen vornehmen:

439.

A 40 - B 6 entfernen	A 40 - B 10
A 59 - B 5 entfernen	A 59 - B 9

Durch die Vergrößerung des Werts des Widerstands in Reihe mit dem Meßinstrument sinkt die Empfindlichkeit der Stufe, und darum wird der Vollausschlag erst bei größerer Lautstärke erreicht. Im übrigen entspricht die Schaltung in ihrem Aufbau den vorigen.

**438**

entfernen:

A 24 - P 5

zusätzlich:

A 16 - P 7

B 23 - B 17

A 24 - A 58

A 40 - B 6

A 50 - A 55

A 56 - P 8

A 57 - B 24

A 59 - B 5

A 60 - P 5

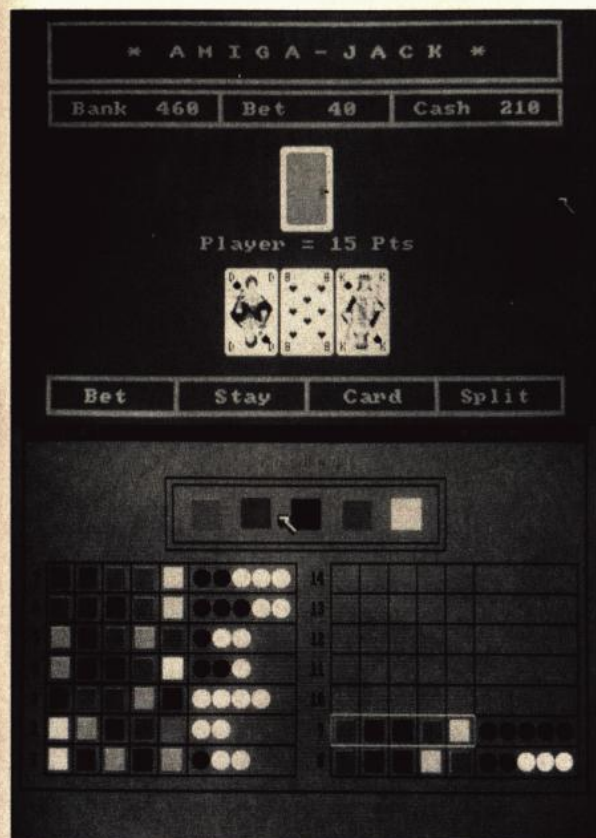


Abb. 25: Computer-Spiele

COMPUTER-TONSPIELE

Bei den meisten elektronischen Spielen wird der Spielverlauf mit vielfältigen Tonfolgen begleitet. Nicht nur, daß auch im Stillstand verschiedene Signale zu hören sind, nein, jede Veränderung des Spielstands wird mit entsprechenden Tönen kommentiert. Die folgenden Schaltungen geben dir eine Reihe von Beispielen dafür. Nach einigen davon wird es dir keine Schwierigkeiten bereiten, selbst Abwandlungen und eigene Tonfolgen zu erfinden.

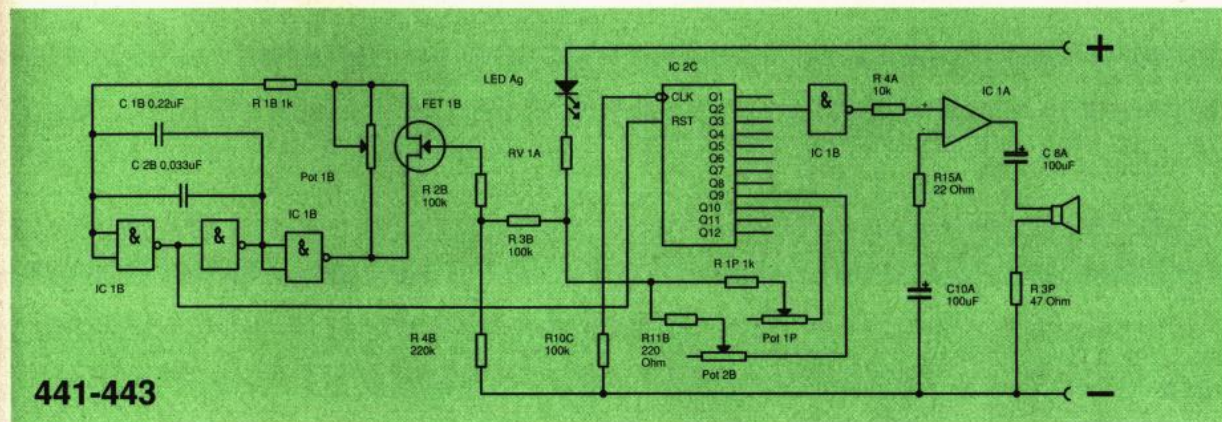
Im Experiment **441** müssen nach dem Aufbau der Schaltung die Potis Pot 1P und Pot 2B am rechten Anschlag stehen, das Poti Pot 2B ist ebenfalls in die rechte Hälfte zu stellen.

Nach dem Einschalten der Betriebsspannung lassen sich die wiederkehrenden Tonfolgen mit den Potis Pot 1B, Pot 2B und Pot 1P verändern.

Die Schaltung besteht aus dem Generator, dessen Ausgangssignal den Zähler ansteuert. Den Ausgängen Q 9 und Q 10 des Zählers werden die Impulse zum Verstärken des Generators abgenommen. Sie werden am Gate des FET zusammengeführt. Dabei entsteht eine Spannungstreppe, die den FET stufenweise stärker leitend macht und damit den Generator im gleichen Maße verstimmt. Die Potis Pot 2B und Pot 1P verändern den Einfluß der Signale auf die Verstimmung des Generators.

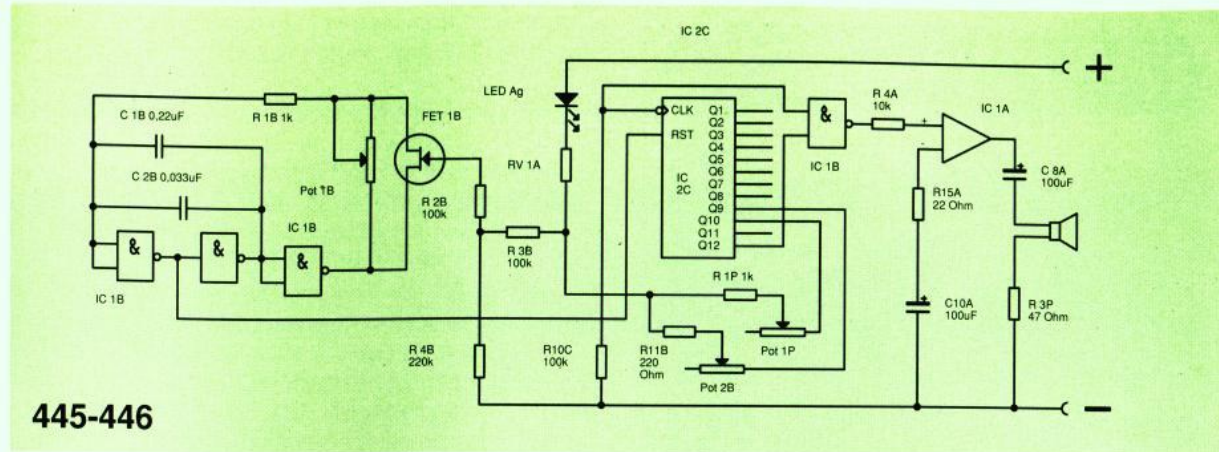
Wählt man andere Zählerausgänge als im vorigen Experiment, dann verändert sich die Dauer des Ablaufs. Im Experiment **442** verlangsamt sich die Folge,

441



441-443

- A 12 - A 51
- A 16 - A 33
- A 18 - P 6
- A 20 - A 22
- A 21 - A 44
- A 24 - P 5
- A 34 - B 21
- A 52 - B 20
- A 53 - B 3
- A 54 - P 9
- B 2 - C 20
- B 12 - C 18
- B 25 - C 17
- B 27 - B 28
- B 29 - B 30
- C 22 - P 11



Soll die Tonfolge rhythmisch unterbrochen werden, so kannst du im Experiment **445** den Zählerausgang Q 12 auf einen der Eingänge des NAND 1B legen. Das ist mit der zusätzlichen Verbindung B 26 - C 6 schnell gemacht.

Du hörst nun zwei Tonfolgen mit jeweils vier Tönen, die sich nach einer Pause wiederholen.

Experiment 446.

Wenn statt des Zählerausgangs Q 12 der Ausgang Q 11 gewählt wird, ist nur eine Tonfolge zu hören. Dazu mußt du B 26 mit C 23 verbinden statt mit C 6.

Im Experiment **447** kannst du zwischen jeweils zwei Tönen eine Pause einstellen. Die vorige Schaltung ist wie folgt abzuändern:

447.

B 2 - C 20 entfernen

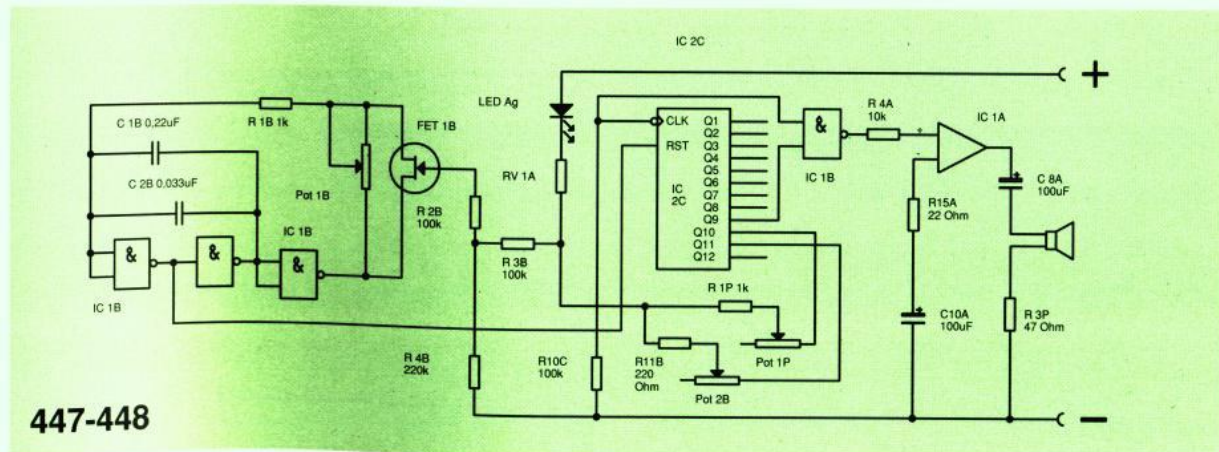
B 2 - C 23

B 26 - C 23 entfernen

B 26 - C 20

Nach jedem Tonschritt wird durch den Zählerausgang Q 9 eine Pause erzielt.

In diesem Experiment **448** lassen sich die Töne alle verdoppeln, wenn P 11 mit C 6 verbunden ist statt mit C 22.



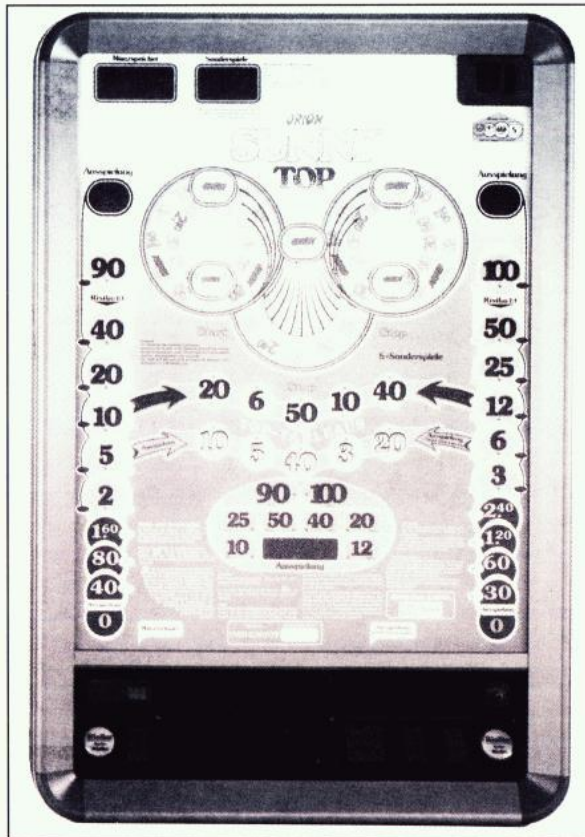


Abb. 26: Elektronischer Spielautomat

449

A 1 - A 53
 A 7 - C 23
 A 12 - A 51
 A 16 - P 10
 A 18 - P 6
 A 20 - A 22
 A 21 - P 9
 A 24 - P 5
 A 32 - C 6
 A 34 - B 21
 A 40 - C 22
 A 42 - B 19
 A 44 - P 11
 A 50 - A 56
 A 52 - B 20
 A 54 - A 55
 A 57 - B 5
 B 6 - C 20
 B 12 - C 18
 B 25 - C 17
 B 27 - B 28
 B 29 - B 30

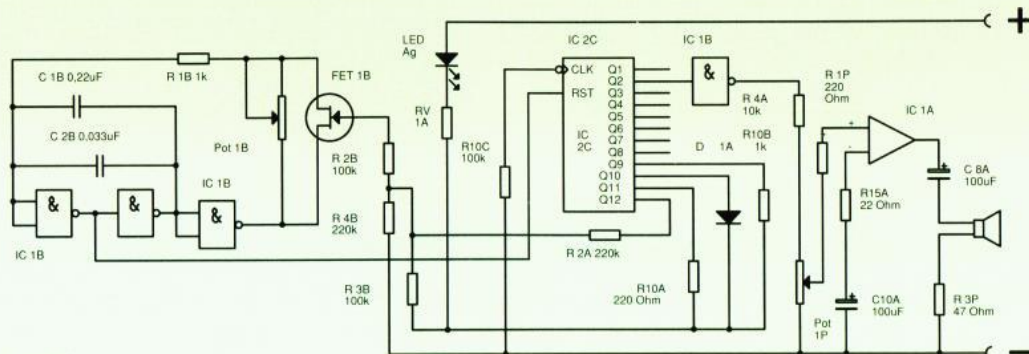
Das erreicht man, indem man das Poti Pot 1B an den Ausgang Q 12 statt an den Ausgang Q 10 legt.

Im Experiment 449 werden die vier Zählerausgänge Q 9 bis Q 12 zum Verstimmen des NAND-Generators verwendet. Dadurch verändert sich der Ton in Stufen.

Die Tonlage der entstehenden Folge kann mit dem Poti Pot 1B verändert werden. Außerdem läßt sich die Lautstärke mit dem Poti im Pult einstellen von ganz laut bis ganz leise, der Wirkungsbereich liegt aber nur in der Nähe des linken Anschlags des Potis.

Tonfolgen wie Vogelgezwitscher lassen sich mit der Schaltung nach Experiment 450 erzielen. Verändern kannst du sie wieder mit dem Poti Pot 1B. Dazu entfernst du nur die beiden Verbindungen B 27 - B 28 und B 29 B 30.

In dieser Schaltung wurde die Verschiebung der Tonfolge in einen höheren Bereich wieder dadurch erreicht, daß der Parallelkondensator C 1B entfernt wurde.



449-450

451

entfernen:
 B 29 - B 30
 zusätzlich:
 B 2 - B 22
 B 3 - B 31
 B 27 - B 28
 B 29 - B 32
 B 30 - B 33

451-452

Experiment 451.

Mit dem Poti Pot 2B parallel zum Poti Pot 1B kann der hohe Bereich der Tonfolge noch weiter verschoben werden. Dazu sind einige neue Verbindungen zusätzlich zum bestehenden Aufbau zu stecken (s. rechts).

Durch die Parallelschaltung des Potis verringert sich der Gesamtwiderstand, und damit erhöht sich die Frequenz des Generators.

Durch einen kleinen Trick werden im Experiment 452 Pausen in die Tonfolge eingebaut. Mit der zusätzlichen Verbindung B 26 - C 21 wird der zweite Eingang des NAND am Ausgang Q 2 mit Q 8 des Zählers verbun-

den. Dadurch erreicht man, daß der Ton unterdrückt wird, wenn der Ausgang Q 8 auf 0 liegt.

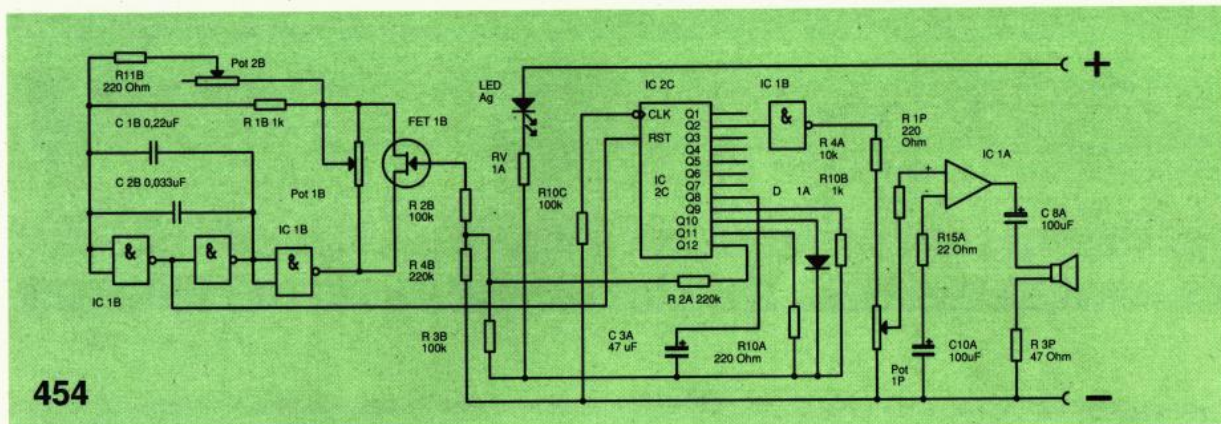
Mit dem Experiment 453 benutzt du den Zählerausgang Q 8, um den Generator noch mehr zu verstimmen. Das Ergebnis ist, daß die Tonfolge eine weitere Stufe erhält. Verbindest du C 21 mit B 9 statt mit B 26, kannst du das Ergebnis schon hören.

Der Zählerausgang Q 8 wird über die Basis-Emitter-Strecke des Transistors T 2B zusätzlich auf das Gate des FET gelegt, und damit trägt die Rechteckspannung dieses Zählerausgangs mit zur Verstimmung des Generators bei.

453

454

entfernen:
B 9 - C 21
zusätzlich:
A 38 - C 21
B 34 - A 48



Die verhältnismäßig klaren Töne, die du bei den bisherigen Schaltungen erzielen konntest, klingen im Experiment 454 ein bißchen "gequetscht". Zusätzlich steigert sich das Tempo, mit dem die Töne aufeinander folgen. Du mußt nur einige Veränderungen am bestehenden Aufbau vornehmen.

Durch die Lade- und Entladevorgänge am Elko C 3A erfolgt die Verstimmung des Generators nicht mehr schlagartig, sondern schleppend. Das bewirkt die "gequetschten" Töne.

WASSERSPIELE

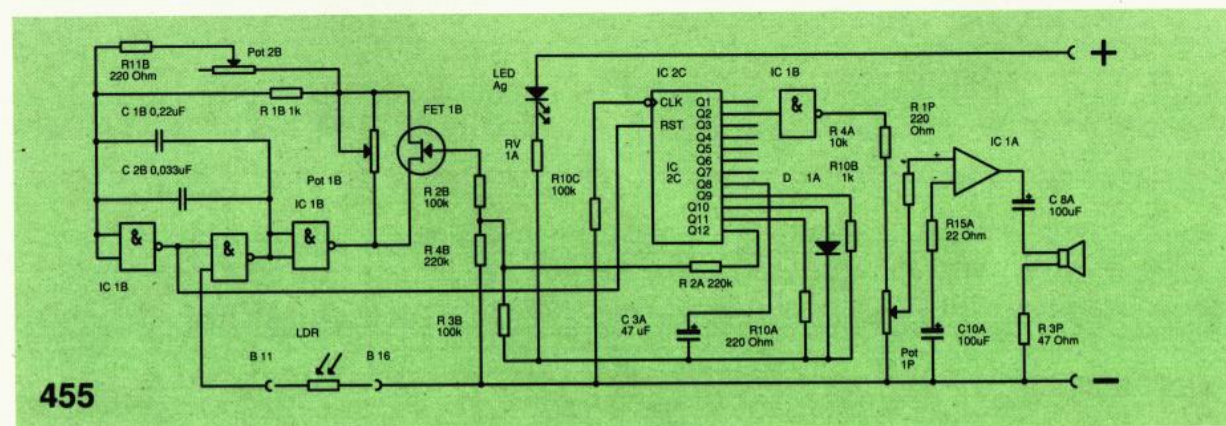
Experiment 455.

Mit dem Meßfühler Leitfähigkeit kannst du die Tonspieleereien durch Wasser auch noch beeinflussen. Um das

zu erreichen, verbinde den Meßfühler mit den Kontakten B 11 und B 16. Der Aufbau der vorigen Schaltung wird vollständig übernommen. Tauche dann den Meßfühler in ein Glas mit Wasser. Solange er im Wasser ist, wird die Tonfolge unterbrochen. Nimmst du ihn heraus, hörst du die Folge wie im vorigen Experiment. Nach einer weiteren Unterbrechung beginnt die Tonfolge wieder dort, wo sie vorher unterbrochen wurde.

Steckt der Meßfühler im Wasser, wird der Generator gestoppt, da dann der Stop-Eingang an Minus liegt.

Statt des Meßfühlers kannst du auch den LDR nehmen, um die Tonfolge zu unterbrechen. Er wird ebenfalls an den Kontakten B 11 und B 16 befestigt. Bei völliger Dunkelheit ist dann wieder die Tonfolge zu hören.



Ausgang Q	Kontakt
1	7
2	17
3	1
4	2
5	3
6	4
7	5
8	21
9	20
10	22
11	23
12	6

Schuco

MODUL-ELECTRONIC

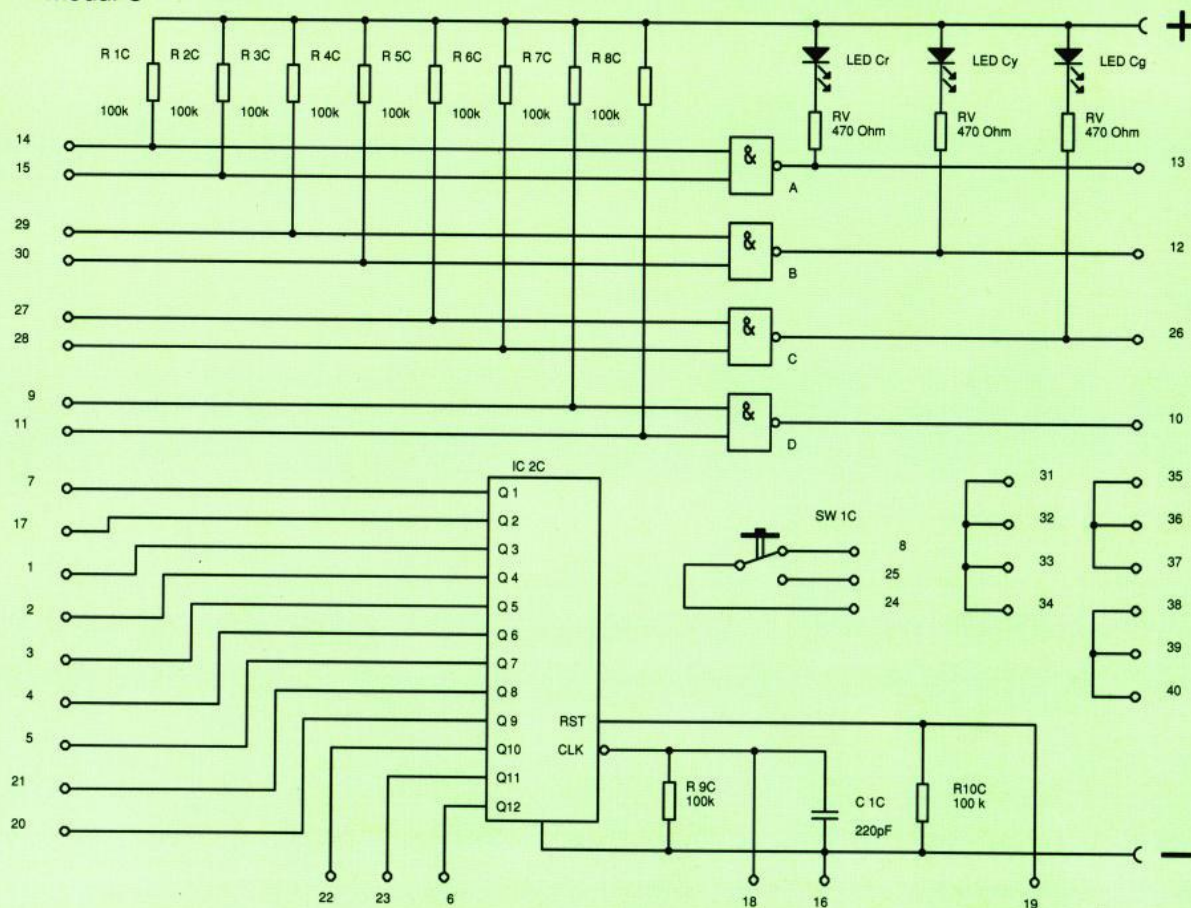
Benutze diesen Schaltplan beim Experimentieren. Er zeigt dir, welche Teile du verbindest.

Pour faire des expérimentation utilise ce schéma des connexions. Il te montre quels éléments sont à connecter.

Use this circuit diagram while experimenting. It will show you which parts you are connecting.

Maak gebruik van de schakelschema bij het experimenteren. Ze wijzen u welke delen u moet verbinden.

Modul C





EXPERIMENTIER
TECHNIK

Alle Bauteile kannst Du bei Deinem Fachhändler nachkaufen oder bei den folgenden Adressen bestellen:

in Deutschland

Schuco
G.A.Mangold GmbH
Postfach 1652
8510 Fürth/Bay.
Tel. 09 11 / 78 72-0

in Österreich

Stadlbauer
Marketing & Vertrieb
Postfach 83
5027 Salzburg
Tel. 0 66 / 2 77 52 10

in der Schweiz

Waldmeier AG
Auf dem Wolf 30
4052 Basel
Tel. 0 61 / 3 11 88 18

