

Schuco[®]

MODUL

ELECTRONIC

Beschreibung
der Experimente
mit den Modulen
D und UKW.



SCHUCO
EXPERIMENTIER
TECHNIK

(D) Anleitungsbuch mit Einführung in die Elektronik

MODUL-ELECTRONIC

Anleitungsbuch Für Aufbauset D und Zusatzstufe D



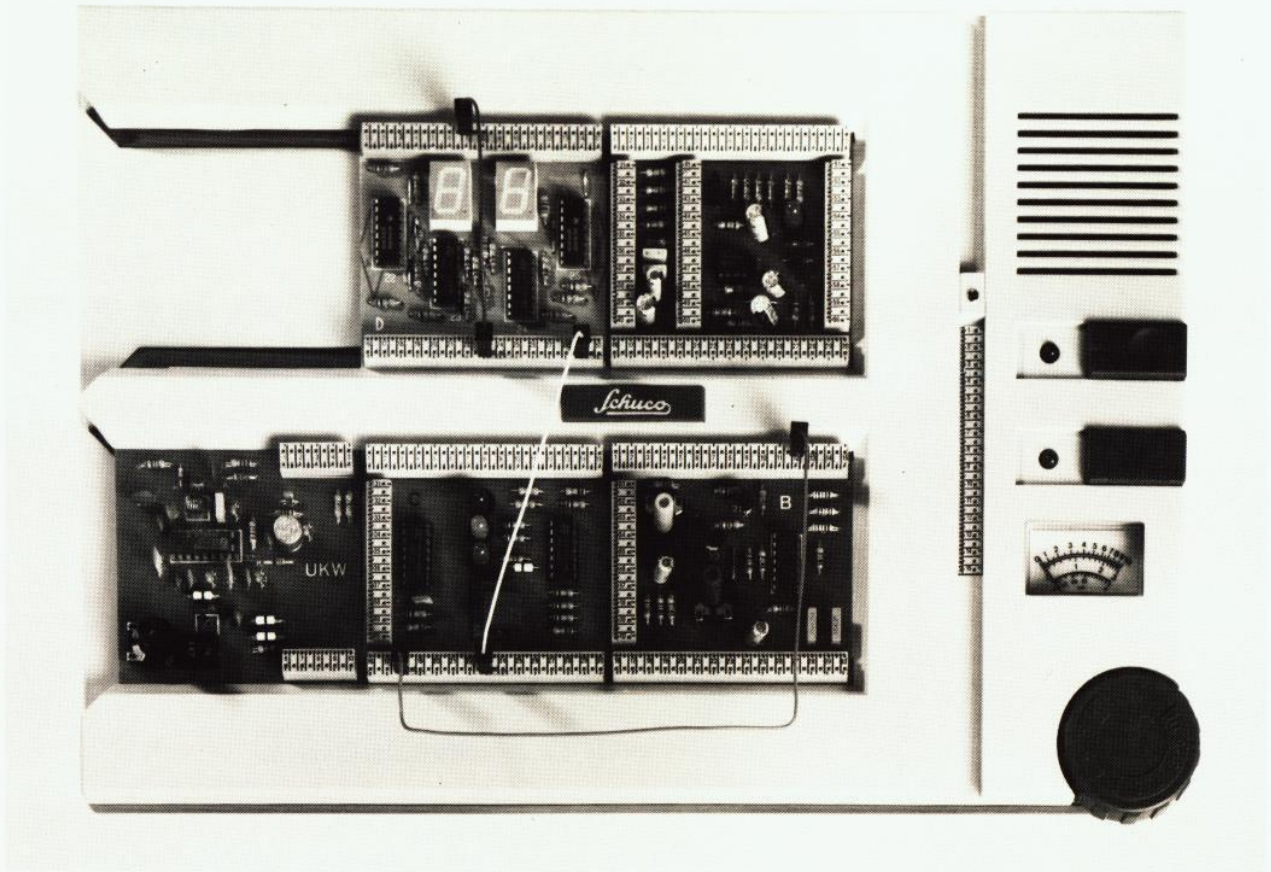
SCHUCO EXPERIMENTIER-TECHNIK

© GEORG ADAM MANGOLD GMBH & CO. KG

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



Modulbox mit fünf Modulen

Obere Reihe: Modul D, Modul A
Untere Reihe: UKW-Modul, Modul C, Modul B

Gesteckt ist eine einfache automatische Zählerschaltung.

Lieber Elektronik-Freund,

Sie haben ein Qualitätsprodukt erworben, das dem neuesten Stand der Technik entspricht und alle gültigen Sicherheitsbestimmungen erfüllt. Bitte beachten Sie die Hinweise in den Anleitungsbüchern der Grundstufen B und C zum Betrieb mit Batterien oder dem Netzadapter 6155.

Das Modul D mit seinen beiden Sieben-Segmentanzeigen und der Vielzahl wichtiger Grundfunktionen, die alle miteinander kombinierbar sind, ist ein wertvolles Lernmittel der Digitaltechnik.

Voraussetzung ist ein Grundkasten, der außer den Modulen A und B auch das Modul C enthalten sollte, denn erst dadurch können seine vielfältigen Möglichkeiten voll ausgenutzt werden.

Wir gehen davon aus, daß die Grundschaltungen in den Anleitungsbüchern A, B und C bekannt sind und nun darauf aufgebaut werden kann. Daher erläutern wir auch in den Schaltungen keine Details mehr, die schon vorher ausführlich beschrieben wurden. Vielmehr konzentrieren wir uns hier im Wesentlichen auf die Digital- und Meßtechnik.

Selbstverständlich erlauben die Steckanweisungen auf den Randspalten ein Springen und Schnuppern quer durch das Anleitungsbuch. Wir empfehlen Ihnen aber, systematisch die Experimente durchzugehen und aufzubauen, damit Sie diese moderne Technik gründlich kennenlernen. Auch hier hilft Ihnen das Konzept des schnellen Schaltungsaufbaus, die Theorie praktisch zu erproben. Sie wissen ja schon aus den Grundstufen, daß es sich empfiehlt, neben unseren Anregungen viele eigene Versuche durchzustecken und auszuprobieren. Auch dieses Modul ist so aufgebaut, daß durch Fehlstecken keine Schäden auftreten können.

Einige wenige Experimente setzen das UKW-Modul (Bestell-Nr. 6381) voraus.

Im Anhang geben wir noch einige Hinweise und Schaltungen für ein zweites Modul D, das Sie unter der Bestell-Nummer 6384 erwerben können. Es erweitert die Anzeige auf vier Stellen, wie es z.B. bei einer Digitaluhr empfehlenswert ist.

<u>Experiment</u>	<u>Seite</u>	<u>Experiment</u>	<u>Seite</u>
Vorwort	3	528 Start statt Stopp mit der Pulttaste	29
Inhaltsverzeichnis	4	529 Messung mit Hundertstel-Sekunden	29
Modulbeschreibung	7	530 Messung mit Zehntel-Sekunden	29
500 Glücksrad - ein neues Spiel, ein neues Glück	11	531 Glücksrad von 00 bis 99	30
IMPULSE ZÄHLEN		Der Zähltakt wird langsamer	
501 Entpreller	12	532 Der Ton kommt dazu.	31
502 Zählen mit einer Anzeigestufe	12	533 Schneller und langsamer Auslauf	31
503 Zählen mit zwei Anzeigestufen	13	534 Starten bei Null	31
504 Der Zähler wird auf Null zurückgestellt	14	535 Langsamer Auslauf	32
505 Rückwärtszählung	15	ZÄHLEN - TEILEN - RÜCKSTELLEN	
506 Gemischtes Zählen	15	Die Null kommt aus dem Teiler-IC	32
507 Zwei Einerstufen zählen gegenläufig	15	536 RESET bei 2	32
508 Automatischer Impulszähler	16	537 RESET bei 4	32
509 Impulszähler mit LED-Kontrolle	17	538 Zählen von 0 bis 7, 15, 31, ...	33
510 Definierter Zählansfang	17	Zahlensysteme	34
511 Variationen des Zählens	17	539 Hexadezimal von 0 bis 15	35
512 Generator-Stopp	17	540 Hexadezimal mit zwei Anzeigen	37
513 RS-Flip-Flop	18	541 Automatisches RESET aus den Zähldekaden	38
Ein- und Ausschalten mit einer Taste		542 Die Schaltung speckt ab - automatisches RESET direkt aus den Zähldekaden	40
514 Zweistufiger Impulszähler mit Start-Stopp-Taste	19	543 RESET bei 60	42
515 Impulszähler mit Start-Stopp und manuellem RESET	19	544 RESET bei 12	43
ZEIT SCHALTEN UND MESSEN		545 Die Zähler-Bremse	44
516 Stoppuhr mit Zehntel-Sekunden Anzeige	20	546 RESET bei 24	45
517 Zuschalten eines akustischen Vergleichs- taktes	20	547 Eieruhr	46
518 Stoppuhr für Hundertstel-Sekunden	21	548 Schlummer-Radio	47
519 Lichtschranke sperrt Schalter	22	549 Alarm-Wecker	48
520 Start und Stopp mit der Lichtschranke	23	550 Lottozahlen-Generator 6 aus 49	49
521 Abfahrtslauf	23	551 Ton kommt dazu	49
522 Stopp mit Alarm	23	552 Langsamer Zähltakt zur RESET-Überprüfung	49
523 Zeitmessung bei unterbrochener Licht- schranke (Hundertstel-Sekunden)	24	553 Unterdrücken der Null	50
524 Zeitmessung (1/10 sec.)	25	MESSEN UND DIGITAL-ANZEIGEN	
525 Zeitmessung bei offener Lichtschranke (1/100 sec.)	26	554 Die Zählung mit der Pulttaste anhalten	51
526 Kurzzeitmessung (1/1000 sec.)	27	555 Automatische Zähl-Pause	52
527 Stoppuhr mit zwei Lichtschranken	28	556 Der Speicher im Decoder-IC	53
		557 Automatische Speicher-Aktualisierung	54
		558 Speicher-Aktualisierung über differenzierten Impuls	55
		559 RESET bei 4, 8, 16	56

<u>Experiment</u>	<u>Seite</u>	
560	RESET - Funktion erkennbar	56
561	RESET bei 8, 16, 32, 64	57
562	RESET bei 128	57
563	Digitale Anzeige der Gleichspannung	59
	Was ist der Unterschied analog - digital?	59
564	Lichtmessung mit dem LDR	60
565	Verdoppelung der Empfindlichkeit	60
566	Empfindlichkeit auf die Spitze getrieben	61
567	Anzeigen-Umkehr	62
568	Thermometer	62
569	Steigern der Empfindlichkeit	63
570	Vorsicht! Überschwemmungsgefahr	64
571	Wellengang hörbar gemacht	65
572	Alarm! Der Wasserstand steigt	66
573	Ereigniszähler	67
574	Die negative Flanke zählt	68
575	Alarm! Der Aufzug ist voll	69
576	Alarm bei selbst gewählter Zahl	70

FREQUENZMESSUNG

577	Messung der Netzfrequenz	70
578	Pult-Poti als Einstellhilfe	72
579	Leichtere Eichung mit Lautsprecher	72
580	Bildfrequenz des Fernsehers	72
581	Drehzahlmessung	73
582	Verringerung der Zeitbasis	74

<u>Experiment</u>	<u>Seite</u>	
Anhang		
EXPERIMENTE MIT ZWEI D-MODULEN		
583	Zählen bis 9999	76
584	Vier Zähler im Rückwärtsbetrieb	76
585	Hexadezimals Zählen? Kein Problem!	76
586	Definierter Generator-Stopp	77
587	Zielzahl löst Signal aus	79
588	Zählen mit Lichtschranke und Signal	79
589	Digitaluhr im Sekundentakt	80
590	Die Uhr wird auf Null zurückgesetzt	81
591	Digitaluhr im Minutentakt	82
592	Uhr einstellen - leicht gemacht	83
593	Digitaluhr - Die 12-Stunden-Version	83
594	Digitaluhr - Um 8.00 Uhr wecken.	84
595	Radio-Wecker - professionell	85
596	Drehzahlmessung mit vier Dekaden	87
597	Meßsignal hörbar gemacht	88

Stichwortverzeichnis

89

SCHUCO-Modul Electronic D

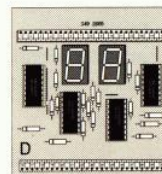
Inhalt	Bestell Nr.	Menge	
		Aufbausatz 6284	Zusatzstufe 6384

Modul D

349.2805

1

1

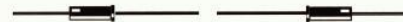


Anschlußdrähte, 300 mm

349.2846

10

10



NTC-Meßfühler, Temperatur, grau

349.2847

1



Kontrastblende, rot

349.2848

2

2



Dunkelröhrchen

349.2849

2



Anleitungsbuch D

349.2864

1



Das Modul enthält zwei voneinander unabhängige Zählerstufen. Sie bestehen aus je einem programmierbaren Zähler-IC, einem weiteren integrierten Schaltkreis, der als Decoder und Zwischenspeicher arbeitet und aus der Sieben-Segment-Leuchtanzeige.

Um die Zahlen besser ablesen zu können, müssen die roten Kontrastblenden 349.2848 aufgesteckt werden.

Die Zählerstufen können auch zusammen betrieben werden. Dabei schalten die Zehner um eine Zahl weiter, wenn die Einer von ihrer höchsten Zahl nach 0 zurückkehren.

Das Zähler-IC kann ganz einfach zu besonderen Zählfunktionen umprogrammiert werden. Low-Potential an den Anschlüssen D 21 und D 29 läßt beide Stufen rückwärts zählen. Mit High-Potential an D 22 und D27 zählen die Stufen von 0 bis 15. Die Zahlen 10 bis 15 werden dabei mit Buchstaben A bis F angezeigt. Diese Funktion nennt man hexadezimalen Zählen.

An den Kontakten D 8 bzw. D 17 werden die Zähler auf 0 zurückgesetzt (RESET), wenn dort High angelegt wird.

Mit High am Kontakt D 24 kann man die Zählung anhalten. Sie wird an dieser Stelle erst fortgesetzt, wenn High wieder entfernt ist.

High ist gleichbedeutend mit + der Betriebsspannung

Low ist gleichbedeutend mit - der Betriebsspannung

Alle Teilerausgänge Q1 bis Q4 und der Übertragsausgang (Carry-Out) sind an Steckbuchsen herausgeführt. Wenn sie über NAND-Gatter miteinander verknüpft werden, ergeben sich eine Vielzahl unterschiedlicher Anwendungen.

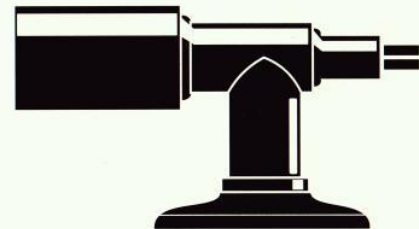
Die Decoder- und Speicher-IC haben die Aufgabe, den binären Code an den Teilerausgängen der Zähler in einen anderen Code zu verwandeln, der von den 7-Segmenten der Anzeige-Bausteine wieder zu ablesbaren Zahlen umgeformt wird.

Der Zwischenspeicher kann den Zahlenwert in der Anzeige speichern, wenn an die Kontakte D 15 und D 2 (Latch Enable) High angelegt wird. Der zuletzt gezählte Wert kann dadurch in Ruhe abgelesen werden, während der Zähler in zwischen weiterläuft. Wenn High von den LE-Kontakten entfernt wird, sind die Anzeigen wieder direkt mit den Zählereingängen verbunden und die gerade aktuellen Zählwerte sind wieder ablesbar.

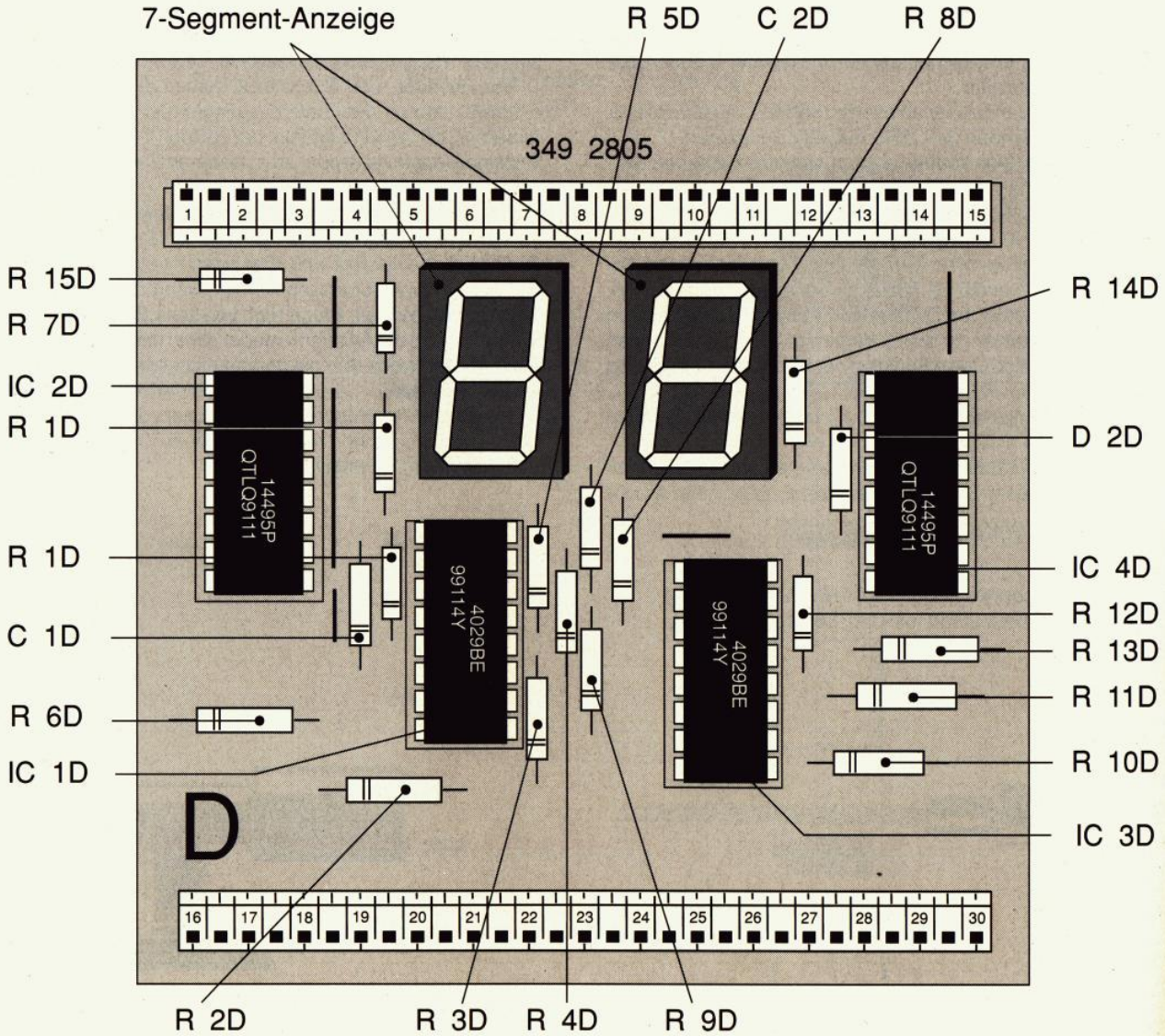
Die Vielzahl wichtiger Grundfunktionen, die alle miteinander kombinierbar sind, machen das Modul D zum wertvollen Lernmittel der Digitaltechnik.

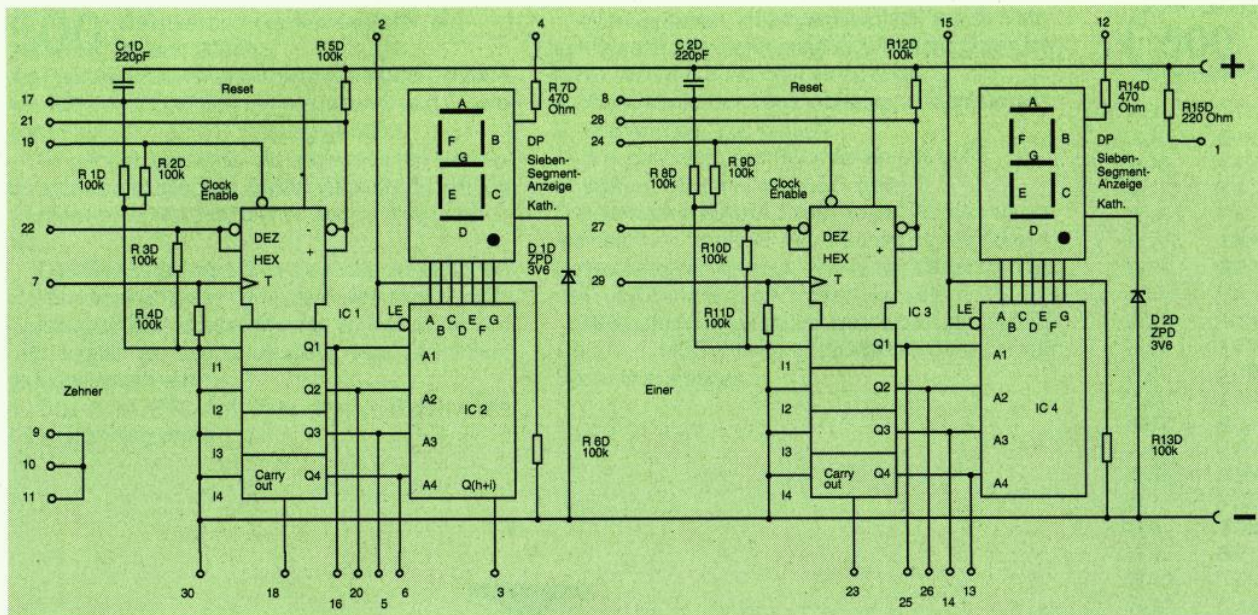


LDR mit Dunkelröhrchen



Fototransistor mit Dunkelröhrchen





Anschlüsse Zehner

- 2 LE-Eingang Decoder
- 3 h+i Ausgang vom Decoder
- 4 Dezimalpunkt
- 5 Zählerausgang Q3
- 6 Zählerausgang Q4
- 7 Clock-Eingang
- 16 Zählerausgang Q1
- 17 RESET
- 18 Carry Out
- 19 Clock Enable
- 20 Zählerausgang Q2
- 21 Up/Down-Umschaltung Zähler
- 22 Dezimal/Hexadezimal-Umschaltung

Anschlüsse Einer

- 8 RESET
- 12 Dezimalpunkt
- 13 Zählerausgang Q4
- 14 Zählerausgang Q3
- 15 LE-Eingang Decoder
- 23 Carry Out
- 24 Clock Enable
- 25 Zählerausgang Q1
- 26 Zählerausgang Q2
- 27 Dezimal/Hexadezimal-Umschaltung
- 28 Up/Down-Umschaltung Zähler
- 29 Clock-Eingang

9, 10, 11 Verteiler

30 Masse

1 Plus über 220 Ohm

500 Glücksrad - ein neues Spiel, ein neues Glück

Als Einstiegsexperiment in das neue Modul D haben wir, wie bereits bei den Grundkästen B und C eine etwas aufwendigere Schaltung gewählt.

Es genügt zunächst, die angegebenen Verbindungen nachzustecken, Einzelheiten der Schaltung werden im Verlauf des Buches Zug um Zug erarbeitet.

Das Glücksrad wird über die Pulttaste gestartet. Es funktioniert genau wie eine Jahrmarkt- oder Spielhallen-Zufallsmaschine mit schnellem Anlauf und langsam werdendem Auslauf, wenn die Pulttaste losgelassen wird.

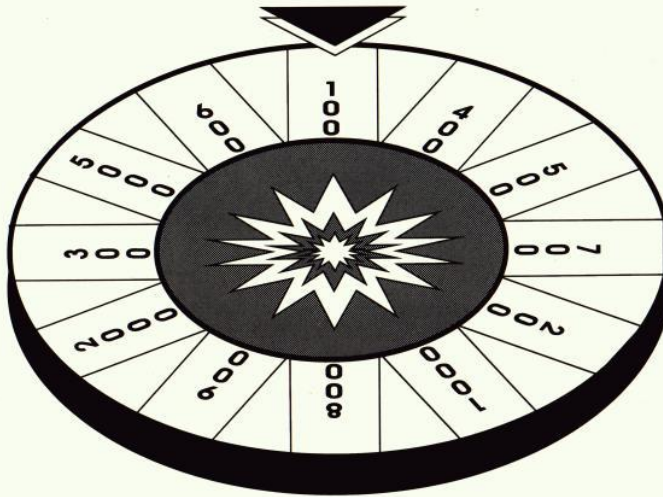
Das rote Poti auf dem Modul B bitte auf Linksanschlag drehen.

Wie Sie sehen, ist es ganz einfach mit dem Modul-System zu experimentieren und sich spielerisch in die Welt der Elektronik einzuleben.

- Warum wird der Zähler langsamer und stoppt?
- Wie wird der Ton erzeugt?
- Wie geschieht das Rückstellen auf Null?
- Warum blinkt die rote LED weiter?

Die Antworten auf alle diese Fragen werden wir gemeinsam im Verlaufe des Buches kennenlernen. Später kommen wir noch einmal zum Glücksrad zurück und dann wird alles ganz klar sein.

Wie bereits angekündigt, werden wir uns jetzt die einzelnen Möglichkeiten des Moduls D und seiner Bauteile erarbeiten.



500

A 9	-	B 31
A 10	-	A 14
A 16	-	A 49
A 17	-	P 4
A 18	-	P 6
A 19	-	A 48
A 21	-	D 25
A 24	-	P 5
A 38	-	A 55
A 39	-	A 56
A 40	-	B 32
A 50	-	A 60
A 57	-	B 33
A 58	-	P 3
A 59	-	B 25
B 1	-	B 38
B 6	-	B 39
B 9	-	B 21
B 10	-	C 9
B 12	-	C 18
B 20	-	B 40
B 34	-	D 24
C 7	-	C 11
C 10	-	C 14
C 13	-	D 29
C 15	-	C 21
D 17	-	D 9
D 7	-	D 23
D 10	-	D 8
D 11	-	C 24
D 1	-	C 25

501

IMPULSE ZÄHLEN

501 Entpreller Für den Betrieb dieses Impulszählers gilt das gleiche, was bereits zum Zählerbaustein des Moduls C gesagt wurde (vgl. Experiment 322).

Wir benötigen wieder einen Entpreller, der Fehlschaltungen durch Störsignale ausschließt. Zunächst bauen wir also die Schaltung 501 auf.

Wir haben ein RS-Flip-Flop als Entpreller. Durch die beiden NAND-Gatter, deren Ausgänge wechselseitig jeweils auf einen Eingang des anderen zurückgekoppelt sind, entsteht das störungsfreie Schaltsignal für unseren Impulszähler.

Die gelbe und rote LED zeigen die Stellung des Tasters:

<i>nicht gedrückt</i>	-	<i>gelb leuchtet</i>
<i>gedrückt</i>	-	<i>rot leuchtet</i>

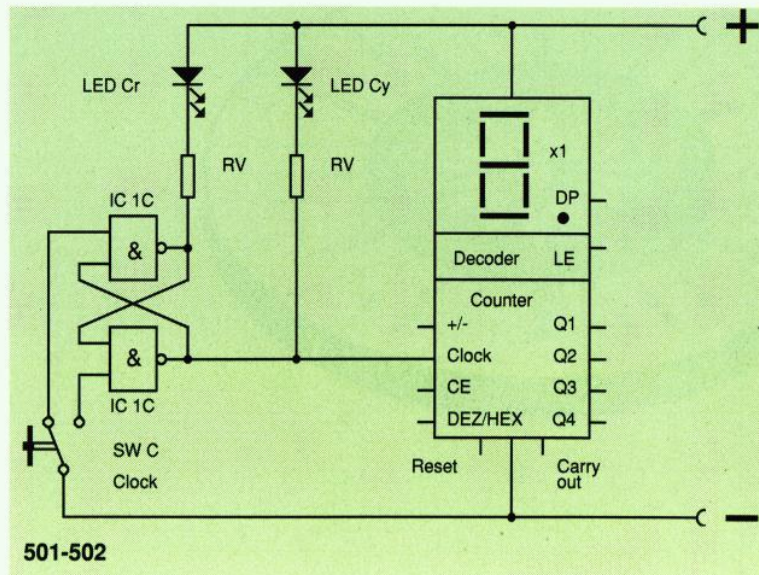
C 8 - C 15
C 12 - C 31
C 13 - C 29
C 14 - C 32
C 16 - C 40
C 24 - C 39
C 25 - C 30

Wenn die ständig leuchtende LED Cg stört, kann sie ganz einfach durch die zusätzliche Verbindung *zusätzlich* C 27 - C 38

abstellen.

502 Zählen mit einer Anzeigestufe Damit unser Impulszähler in Einerschritten aufwärts zählt, benötigen wir nur eine einzige zusätzliche Verbindung: *zusätzlich* C 33 - D 29

Mit jeder Betätigung der Taste SW 1C im Modul C gibt der NAND-Ausgang IC 1C einen Impuls über den Verteiler (C 31/32/33/34) auf den CLOCK-Eingang des Impulszählers. Die rechte 7-Segment-LED zeigt die Summe als Zahl an. Das Zählen geht von 0 bis 9, dann fängt es wieder bei 0 an.



503 Zählen mit zwei Anzelgestufen

Damit der Zähler bis 99 zählt, benötigen wir auch die linke 7-Segment-Anzeige. Dazu genügt noch eine einzige Verbindung:

zusätzlich: D 23 - D 7

Der Überlauf-Ausgang (Carry Out) des Einer Zählers wird mit dem CLOCK-Eingang der Zehner Stufe verbunden. Beim Umschalten der Einerstufe von 9 nach 0 gibt sie einen Impuls ab, der den Zehner um eine Zahl weiterschaltet. Wir können jetzt also bis 99 zählen.

Kleiner Versuch am Rande:

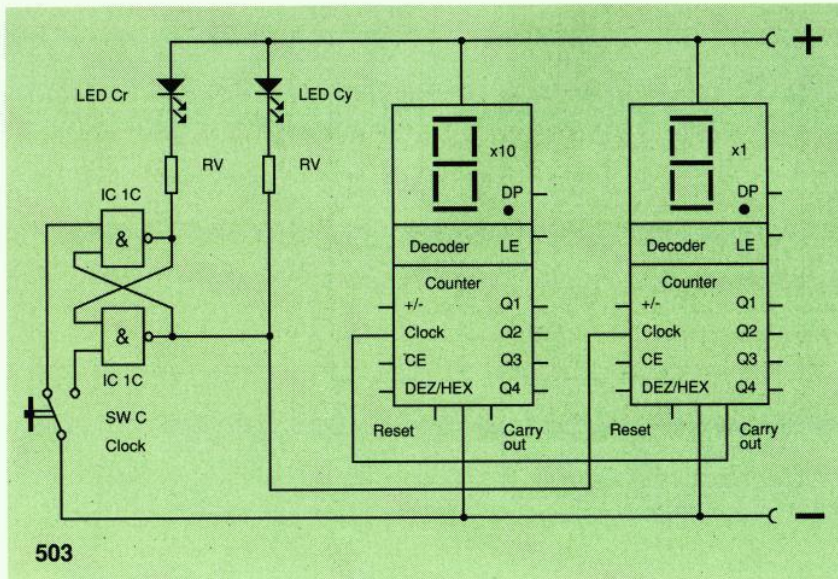
Was passiert, wenn Sie den CLOCK Eingang der Zehner Stufe nicht mit dem Carry Out der Einerstufe, sondern über den Verteiler (C 31) direkt mit dem Impulsgeber des IC-Generators verbinden?

D 23 - D 7 entfernen C 31 - D 7

Richtig. Jetzt schalten beide Zählstufen bei jedem Impuls gleichzeitig um eins weiter.

Diese Verbindungen machen wir wieder rückgängig und schon geht es weiter.

C 31 - D 7 entfernen D 23 - D 7



504 Der Zähler wird auf Null zurückgestellt

Für die Rückstellung über die Pulttaste werden folgende Verbindungen benötigt.

zusätzlich:

D 17 - D 9
D 10 - P 3
D 11 - D 8
D 1 - P 4

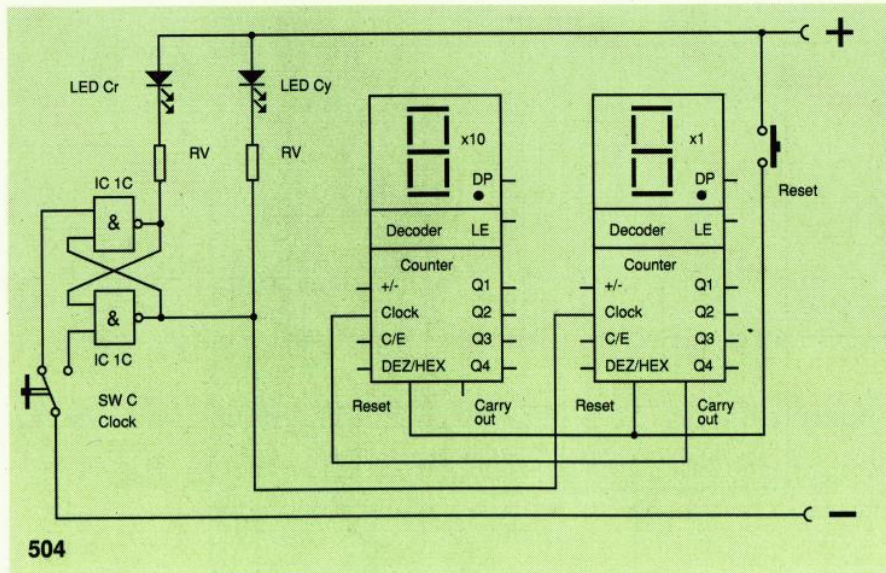
Wie Sie sicher vorher festgestellt haben, konnte durch kurzes Abschalten der Betriebsspannung der Zähler IC noch nicht auf Null zurückgesetzt werden. Mit der Pulttaste ist dies jetzt möglich.

Wenn wir uns den Schaltplan anschauen, erkennen wir, daß der RESET-Eingang der Zehner-Stufe an den Verteiler (D 9,10,11) angeschlossen wird. Über diesen Verteiler erfolgt ebenfalls der Anschluß an den RESET-Eingang der Einer-Stufe und der Anschluß an den Pulttaster.

Die Verbindung D 1 - P 4 legt High an den Pulttaster. Bei jedem Tastendruck werden beide Zählstufen auf 0 zurückgesetzt.

Hinweis:

Ab Schaltbild 504 werden - wie bei den Schaltbildern der Industrie - wegen der besseren Übersicht die Leitungen der Spannungsversorgung nicht mehr mitgezeichnet.



505 Rückwärtszählung

Als kleinen Gag lassen wir unsere beiden Zähler jetzt wie bei einem Countdown rückwärts zählen. Dafür sind folgende Anschlüsse erforderlich.

zusätzlich:
 C 35 - D 28
 C 36 - D 21
 C 37 - D 30

Mit der Taste im Modul C kann jetzt rückwärts gezählt werden. Selbstverständlich kann weiterhin mit der Puldtaste auf Null zurückgestellt werden.

Wie funktioniert das?

Wir haben über den Verteiler (C 35/36/37) die beiden Zählerstufen mit Low auf Rückwärtszählung umgeschaltet. Der Überlaufimpuls von 0 nach 9 der Einerstufe schaltet den Zehner um eine Zahl zurück.

506 Gemischtes Zählen

Was passiert, wenn wir den Draht C 36 - D 21 entfernen ?

C 36 - D 21 entfernen

Wie nicht anders erwartet, zählt der Einer weiterhin rückwärts. Hier liegt noch immer Low an (D 28). Der Zehner zählt aber vorwärts, da an +/- (D 21) jetzt High gelegt wurde. Sie können auch C 36 - D 21 wieder stecken und dafür C 35 - D 28 entfernen. Jetzt zählt selbstverständlich der Einer vorwärts und der Zehner rückwärts.

507 Zwei Einerstufen zählen gegenläufig

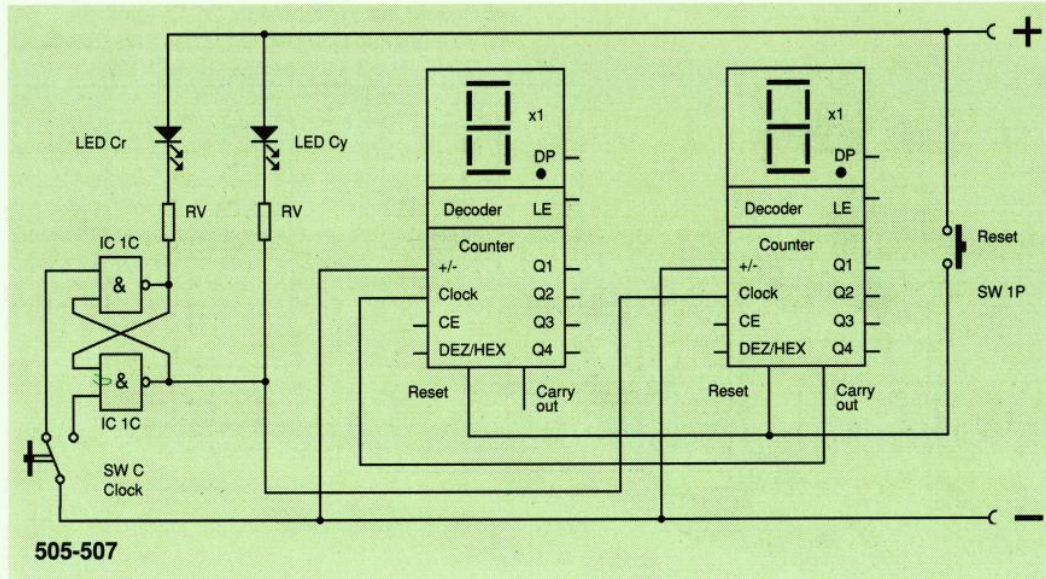
Zunächst entfernen wir die Verbindung zwischen Einer- und Zehnerzählstufe.

D 7 - D 23 entfernen

Dafür verbinden wir den CLOCK-Eingang des Zehners direkt mit dem Impulsgeber.

zusätzlich: C 31 - D 7

Jetzt werden beide Zählstufen mit gleichem Takt angesteuert. Nach dem Rückstellen mit der Puldtaste auf Null treffen sich die Zahlen bei 0 und 5, wenn mit dem Taster im Modul C gezählt wird.



508

B 12 - C 18
 C 6 - D 29
 C 31 - D 17
 C 32 - D 8
 D 7 - D 23
 D 1 - P 3
 C 33 - P 4

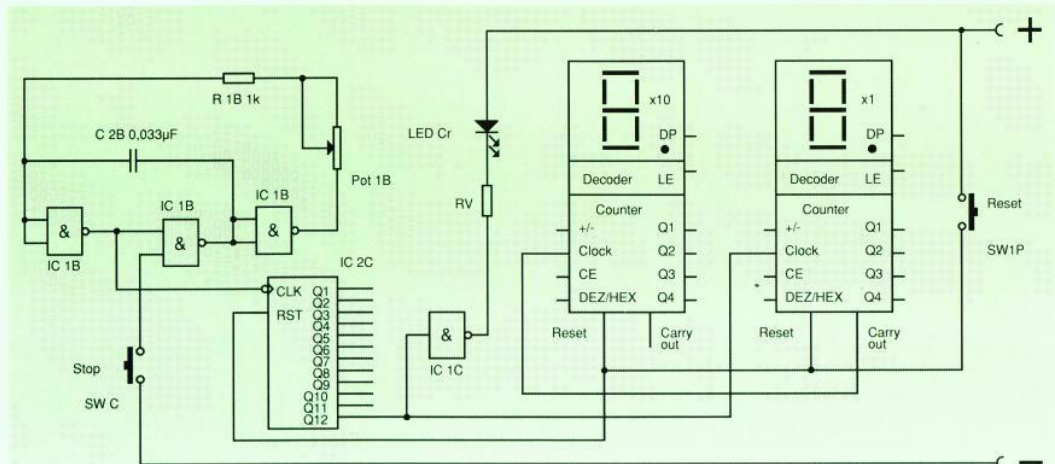
Die manuelle Ansteuerung über den Modul-Taster haben wir jetzt mit vielen Varianten geübt. Wir beherrschen das RESET über den Pulttaster und können wahlweise vorwärts und rückwärts zählen. In den folgenden Experimenten benutzen wir als automatischen Taktgeber den IC Generator aus dem Modul B. Seine Frequenz muß allerdings über die 12-stufige Teilerkette im Modul C verlangsamt werden.

508 Automatischer Impulszähler
 Alle vorherigen Verbindungen entfernen und neu stecken.

Der CLOCK-Eingang des Teilers IC 2C (C 18) wird jetzt vom IC-Generator IC 1B (B 12) im Modul B angesteuert. Seine Frequenz verringern wir über die 12-stufige Teilerkette Q12 im Modul C. Vom Q12 (C 6). Die Frequenz kann mit dem Poti 1B (roter Stellstift) im Modul B verändert werden. Man kann aber auch einen anderen Ausgang des Teiler-ICs im Modul C wählen.

C 6 - D 29 entfernen C 7- D 29 (sehr schnell)
 oder C 5- D 29 (schnell)

Über den Pulttaster können die Zählstufen - wie in den vorherigen Experimenten - auf Null zurückgesetzt werden.



508-512

509 Impulszähler mit LED-Kontrolle

Wir behalten die obige Schaltung bei und fügen die rote LED Cr dazwischen; dies geschieht über den Verteiler C 35/36/37:

C 6 - D 29 entfernen *C 6 - C 35*
Q 14 - C 36
C 37 - D 29

Jetzt ist an den CLOCK-Eingang der Einerstufe zusätzlich der NAND-Treiber IC 1C der roten LED Cr angeschlossen. Bei den Flanken der Rechteckspannung von dunkel (Low) zu hell (High) am NAND-Eingang zählt das Zähler-IC um eins weiter. Dies erkennt man deutlich bei langsamem Zählen, also wenn das Poti 1B ganz nach links gedreht ist.

510 Definierter Zählansfang

Um beim RESET auch noch die rote LED Cr abzuschalten, fügen wir nur eine Verbindung ein:

zusätzlich: *C 19 - C 34*

Bisher wurde durch das RESET der Zählanzeigen die Teilerkette IC 2C im Modul C nicht beeinflusst. Das heißt, daß selbst bei gedrückt gehaltener Pulttaste die rote LED Cr weiterblinkt. Damit vor allem bei langsamen Zähltaktten ein definierter Beginn möglich wird, muß auch die Teilerkette rückgestellt werden. Da wir am Verteiler C 31/32/33/34 noch einen Anschluß frei haben, können wir hier ganz einfach das Rückstellungssignal abnehmen. Die rote LED Cr bleibt bei gedrückter Pulttaste dunkel, weil jetzt alle Teilerausgänge auf Low liegen.

511 Variationen des Zählens

Der Aufbau kann selbstverständlich wie immer variiert werden. Probieren Sie doch einfach sämtliche Ausgänge des Teiler ICs im Modul C aus. Man kann sie ganz schnell aus dem Schaltplan Modul C auf der Klappseite im Anleitungsbuch C herauslesen.

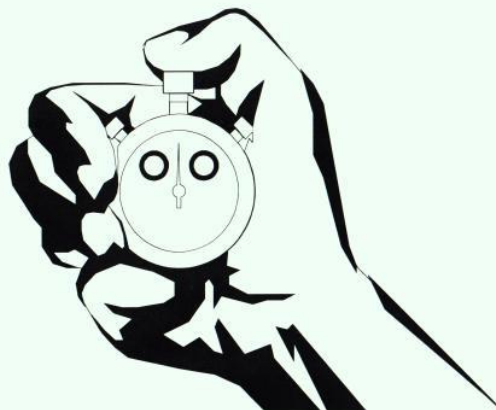
C 6 - C 35 entfernen *C 1 - C 35*
oder *C 2 - C 35*
oder

512 Generator-Stopp

Wenn wir die Zählung unterbrechen wollen, ohne gleichzeitig auf Null zurückzustellen, müssen wir den Generator anhalten.

zusätzlich: *B 11 - C 24*
C 16 - C 25

Über die Taste im Modul C wird Low zum Stopp-Eingang des IC-Generators an (B 11) gelegt. Beim Tastendruck stoppt der Generator, die Zählung wird angehalten. Bei gedrückt gehaltener Taste kann jetzt mit der Pulttaste auf Null rückgestellt werden.



513

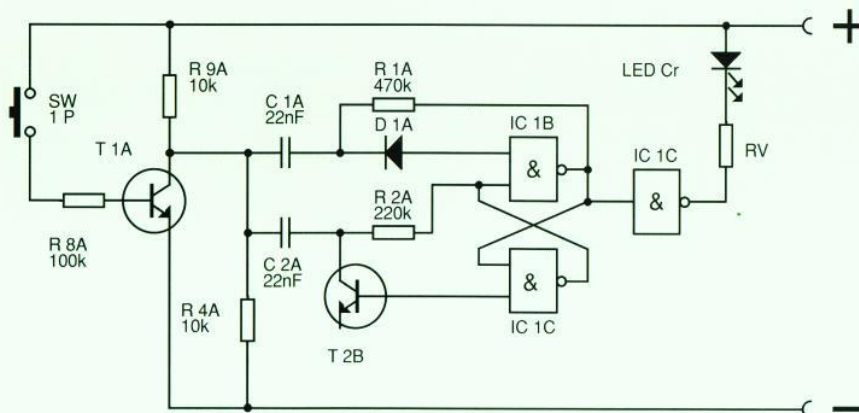
A 1 - A 16
 A 4 - A 54
 A 6 - A 14
 A 8 - P 3
 A 15 - P 4
 A 17 - A 34
 A 31 - A 60
 A 32 - B 38
 A 36 - A 58
 A 37 - A 55
 A 40 - B 25
 A 41 - B 33
 A 42 - A 57
 A 44 - A 51
 A 46 - A 52
 A 47 - A 53
 A 50 - A 59
 A 56 - B 8
 B 9 - C 9
 B 21 - B 32
 B 26 - B 39
 B 31 - C 11
 B 34 - C 14
 B 40 - C 10

513 RS-Flip-Flop Ein-/Ausschalten mit einer Taste

Mit dieser Schaltung kann durch einen Taster zwischen zwei unterschiedlichen Zuständen umgeschaltet werden. Der umfangreiche Verdrahtungsplan mag für das simple Ein- und Ausschalten der roten LED Cr übertrieben erscheinen, aber Sie werden bald merken, welche Möglichkeiten sich dahinter verbergen.

Hier wurde ein bistabiles Flip-Flop aufgebaut, dessen beide Ausgangszustände über nur eine Taste erzeugt werden. Die Ausgänge der NAND-Gatter IC 1B werden jeweils auf die Eingänge zurückgeführt. Sie sperren dort jeweils eine Diode, die kein Schaltimpuls passieren darf, wenn im gleichen

Moment das andere Gatter den Ausgangszustand bestimmen soll. Der Schaltimpuls wird vom Pulttaster eingeleitet. Er sperrt den als Inverter genutzten Transistor T 1A. Wenn T 1A sperrt, also nichtleitend ist, werden die Kondensatoren C 1A und C 2A über R 9A nach Plus aufgeladen. Durch Drücken des SW 1P wird Tr 1A leitend, und die Kondensatoren werden umgeladen. An der Kathode von D 1A, und am Kollektor des als Diode geschalteten T 2B entstehen Differenzimpulse. Ihr negativer Teil macht die Dioden leitend, wenn an deren anderen Anschlüssen - an den NAND-Eingängen - positive Spannung liegt. Das dadurch erfolgende Umschalten haben wir ausführlich in Experiment 388 beschrieben.



514 Zweistufiger Impulszähler mit Start-Stopp-Taste

Wir schalten durch folgende Verbindungen unseren Zähl-Baustein im Modul D hinzu:

zusätzlich: *B 12 - C 18*
 C 13 - C 19
 C 22 - D 29
 D 7 - D 23

Mit der Pulttaste kann man jetzt die Zählung starten und stoppen. Bei Start leuchtet die rote LED Cr, bei Stopp verlischt sie. Im Gegensatz zu Experiment 511 reicht ein einziger Tastendruck, um den Generator anzuhalten, die Taste muß nicht mehr ständig gedrückt werden.

515 Impulszähler mit Start-Stopp und manuellem RESET

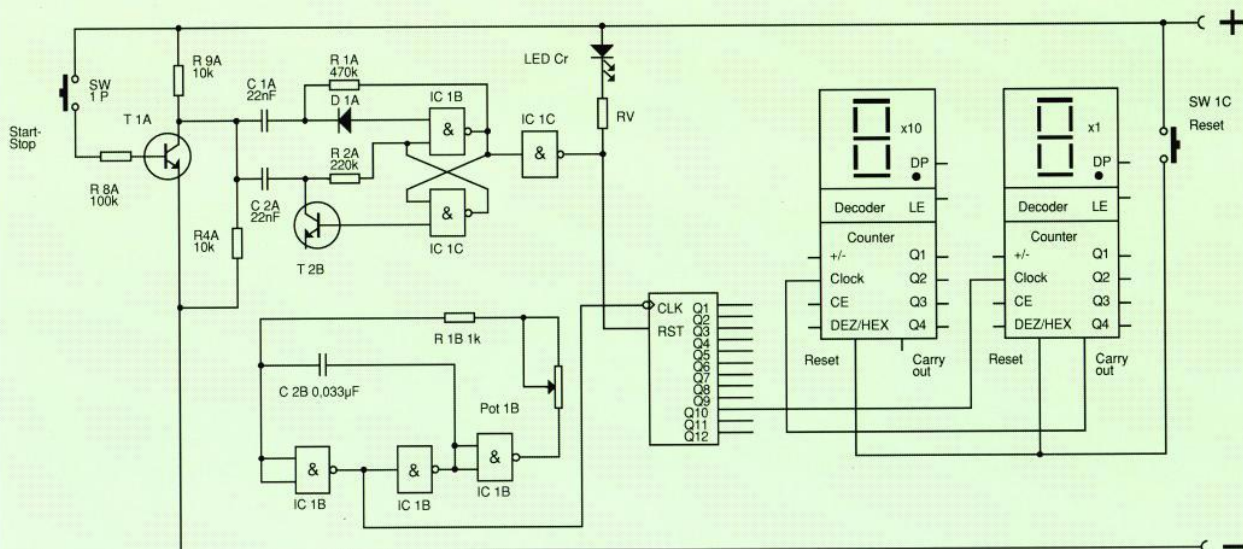
Selbstverständlich möchten wir wieder auf Null zurückstellen können. Deshalb werden zusätzlich diese Verbindungen angebracht.

zusätzlich: *C 24 - D 11*
 C 25 - D 1
 D 17 - D 9
 D 10 - D 8

Über den Taster im Modul C können wir jetzt in bekannter Weise RESET ausführen.

Sicher haben Sie es schon bemerkt, mit den Experimenten 512 bis 514 haben wir eine Stoppuhr aufgebaut.

Damit beginnt ein neues Kapitel in diesem Anleitungsbuch.



516

ZEIT SCHALTEN UND MESSEN

516 Stoppuhr mit Zehntel-Sekunden Anzeige

Zunächst noch einmal die vollständige Liste der Steckverbindungen.

Unsere Stoppuhr muß jetzt noch geeicht werden. Dazu brauchen wir zum Vergleich eine Uhr mit Sekunden-Anzeige. Mit dem Poti 1B (roter Stellstift) kann die Zählgeschwindigkeit so eingestellt werden, daß die Zehner-Anzeige im Sekunden-Takt um eine Zahl weiterschaltet. Die Einer zählen dann logischerweise im Zehntel-Sekunden-Takt.

Die Eichung nach der Uhr kann sich zu einer nervenaufreibenden Arbeit entwickeln. Das folgende Experiment ist deshalb zur Vereinfachung der exakten Einstellung gedacht:

517 Zuschalten eines akustischen Vergleichstaktes

D 7 - D 23 entfernen

Die Zehner-Anzeige ist abgekoppelt.

zusätzlich:

B 16 - P 5

B 23 - P 6

B 24 - C 26

C 28 - D 23

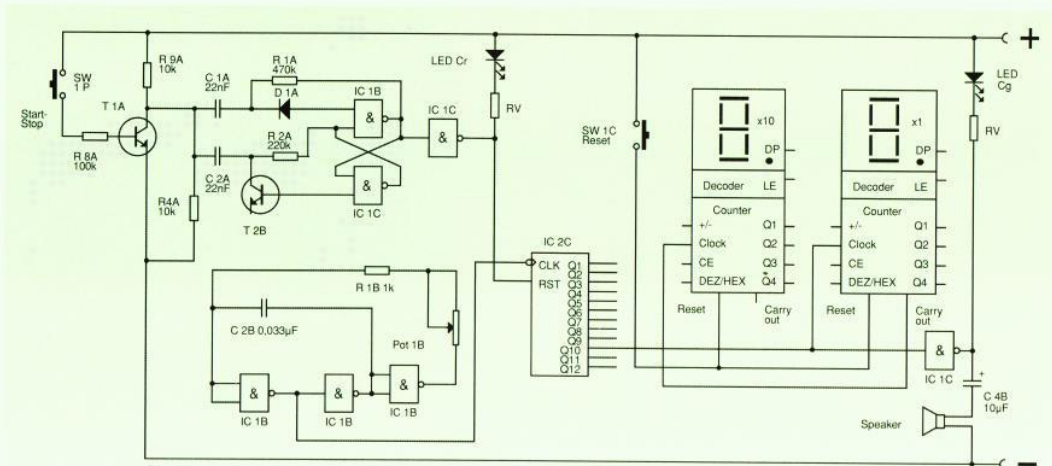
Der Lautsprecher wird über den Elko C 4B und das NAND-Gatter IC 1C der grünen LED Cg angeschlossen. Diese LED blinkt somit im Takt des schwachen Impulsnackens. Jetzt kann man sich ganz auf die Vergleichsuhr konzentrieren, während man am Poti 1B den richtigen Takt einstellt.

Danach entfernen wir: C 28 - D 23

und verbinden dafür wieder: D 7 - D 23

Unsere Zehner-Anzeige zählt jetzt im Sekunden-Takt.

A 1	-	A 16
A 4	-	A 54
A 6	-	A 14
A 8	-	P 3
A 15	-	P 4
A 17	-	A 34
A 31	-	A 60
A 32	-	B 38
A 36	-	A 58
A 37	-	A 55
A 40	-	B 25
A 41	-	B 33
A 42	-	A 57
A 44	-	A 51
A 46	-	A 52
A 47	-	A 53
A 50	-	A 59
A 56	-	B 8
B 9	-	C 9
B 12	-	C 18
B 21	-	B 32
B 26	-	B 39
B 31	-	C 11
B 34	-	C 14
B 40	-	C 10
C 13	-	C 19
C 22	-	D 29
C 24	-	D 11
C 25	-	D 1
D 17	-	D 9
D 7	-	D 23
D 10	-	D 8



518 Stoppuhr für Hundertstel-Sekunden

Im Hochleistungssport, z.B. in der Leichtathletik, beim Schwimmen oder Skilaufen, entscheiden heute oft Hundertstel Sekunden über Sieg oder Niederlage. Die exakte Zeitmessung erledigt hier selbstverständlich die Elektronik.

Sie besitzen mit dem Modul D auch die Möglichkeit, eine Stoppuhr für kurze Zeiteinheiten zu bauen.

C 22 - D 29 entfernen C 2 - D 29
C 28 - D 18

Zur leichteren Eichung haben wir wieder den akustischen Vergleichstakt zugeschaltet. Der Teiler-Ausgang Q4 (C 2) liefert eine viel höhere Frequenz als der Ausgang Q10 (C 22). Wenn wir jetzt den Überlaufimpuls der Zehner-Anzeige auf einen Ein-Sekunden-Takteichen, zeigt die Einer-Anzeige Hundertstel Sekunden an.

Die grüne LED Cg blinkt wieder im Takt des Impulsknackens.

Mit einem zweiten D-Modul ist es ein Leichtes, eine vollständige Stoppuhr mit Sekunden-, Zehntel- und Hundertstel-Sekunden Anzeige zu bauen. Wie es angeschlossen wird, haben wir im Anhang dieses Anleitungsbuches unter Experiment 583 beschrieben.

Diesen Aufbau kann man aber auch schon jetzt zu einem kleinen Reaktionstest nutzen:

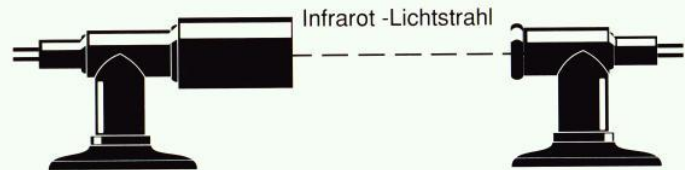
Wer kann innerhalb von zehn Hundertsteln die Stoppuhr starten und gleich wieder stoppen?

Dazu muß nach RESET mit dem Taster im Modul C in möglichst schneller Folge zweimal die Puldtaste gedrückt werden. Die erreichte Zeit kann man dann an der Anzeige ablesen.

Zehn Hundertstel gilt es zu unterbieten. Na, wer schafft es?

Bei diesem Reaktionstest wird schnell klar, daß im Sport eine von Hand gestartete und gestoppte Uhr nicht mehr ausreicht. Das Ergebnis wäre immer durch die Reaktionszeit verfälscht. Deshalb werden hier die Stoppuhren über Sensoren, wie z.B. Lichtschranken, gestartet und gestoppt.

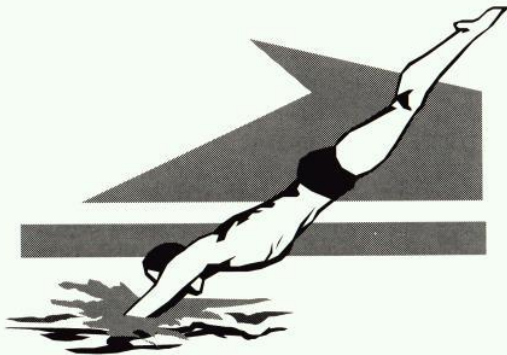
Wir bauen eine solche Meßanlage mit den nächsten Experimenten:



Fototransistor mit Dunkelröhrchen

IR-LED

Aufbau einer Lichtschranke



519 Lichtschranke sperrt Schalter

Vom Modul C kennen wir bereits die für den Aufbau einer Lichtschranke notwendigen Bauteile, den Fototransistor (schwarzes Gehäuse) und die Infrarot-LED (rotes Gehäuse).

Beide bauen wir in unsere Stoppuhr ein:

zusätzlich: *A 2 - Fototransistor rot*
A 18 - Fototransistor weiß
B 15 - Infrarot-LED rot
B 17 - Infrarot-LED weiß

Sobald die Lichtschranke richtig ausgerichtet ist, merken Sie, daß sich die Stoppuhr über die Pulлтaste nicht mehr beeinflussen läßt. Die Pulлтaste wird über die Lichtschranke blockiert.

Erst wenn die Lichtschranke unterbrochen ist, funktioniert die Taste wieder normal.

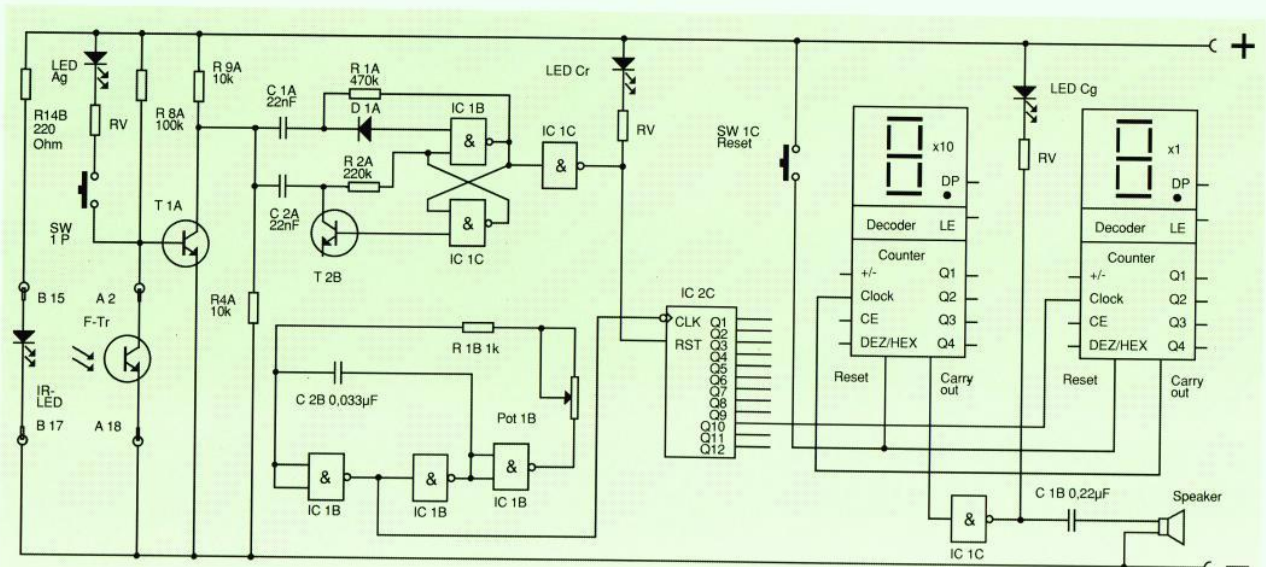
Wie funktioniert das?

Über die offene Lichtschranke wird der Transistor T 1A immer gesperrt, die Pulлтaste hat somit keine Wirkung.

Wozu kann man eine solche Schaltung brauchen?

In der Metallindustrie werden Lichtschranken für den Arbeitsschutz eingesetzt. Bei Fräs- und Stanzmaschinen muß eine Lichtschranke unterbrochen sein, bevor sich die Maschinen in Gang setzen lassen. Eine Schutzvorrichtung, die verhindert, daß der Bediener während des Stanzens oder FräSENS in die laufende Maschine greift und sich dabei verletzt, unterbricht dabei die Lichtschranke. Das Gerät kann also nur betätigt werden, wenn der Schutz vorschriftsmäßig geschlossen ist.

Nach diesem Abstecher in die Arbeitswelt kommt jetzt die versprochene Zeitmessung über die Lichtschranke.



520 Start und Stopp mit der Lichtschranke

Dazu ändern wir nur ein paar Verbindungen:

A 8 - P 3 entfernen A 8 - A 15

A 15 - P 4 entfernen

Die Lichtschranke übernimmt jetzt die Aufgabe der Pulttaste. Bei jeder Unterbrechung des Infrarot-Lichtes wird die Stoppuhr gestartet oder gestoppt.



Für die "Techniker":

Bei jeder Unterbrechung der Lichtschranke wird der Fototransistor hochohmig, und die Basis des Transistors T 1A liegt über den Widerstand R 8A an Plus. Er wird leitend und setzt damit das Flip Flop um.

Das Problem bei der Zeitmessung mit unserer Lichtschranke ist, daß ein Läufer zweimal durch die gleiche Schranke müßte, damit seine Zeit gestoppt wird. Für die Leichtathletik ist unsere Lichtschranke also wenig geeignet. Bei Reitturnieren werden solche Geräte aber häufig eingesetzt. Das Pferd passiert dabei mit seinem Reiter zweimal die selbe Lichtschranke, beim Start und beim Zieleinlauf. Allerdings darf, während sie durch den Parcours reiten, niemand anderes die Lichtschranke passieren, da ja sonst die Stoppuhr zu früh angehalten wird.

Beim Skilauf erfolgt am Starthäuschen ein mechanischer Zeitstart, und im Ziel stoppt eine Lichtschranke die Zeit.

521 Abfahrtslauf

Für diese Schaltung brauchen wir nur noch die Pulttaste.

zusätzlich:

A 3 - P 3

A 12 - P 4

Hier noch einmal die komplette Verdrahtung unserer Stoppuhr:

522 Stopp mit Alarm

Wie wäre es, wenn am Ende der Messung ein Alarmton erklingt.

Damit dies funktioniert, bauen Sie zunächst kurz um:

B 12 - C 18 entfernen

B 12 - C 38

C 13 - C 19 entfernen

C 13 - C 31

C 28 - D 18 entfernen

C 18 - C 39

C 19 - C 33

C 27 - C 40

C 28 - C 32

Wahlweise kann die Uhr jetzt über die Lichtschranke oder die Pulttaste gestartet und gestoppt werden.

Das Tonsignal wird direkt vom IC-Generator-Ausgang abgenommen. Während die Uhr läuft, unterbricht ein NAND die Tonübertragung.

Wir stoppen noch immer Hundertstel Sekunden. Wenn Sie eine andere Zeiteinheit wünschen, können Sie ja einfach durch die Wahl eines anderen Teiler-Ausganges (z.B. Q 10 - C 22 statt Q 4 - C 2) die Uhr auf Sekunden-Takt umschalten. Eichen aber nicht vergessen!



521

A 1 - A 16

A 3 - P 3

A 4 - A 54

A 6 - A 14

A 8 - A 15

A 12 - P 4

A 17 - A 34

A 31 - A 59

A 32 - B 38

A 36 - A 58

A 37 - A 55

A 40 - B 25

A 41 - B 33

A 42 - A 57

A 44 - A 51

A 46 - A 52

A 47 - A 53

A 50 - A 60

A 56 - B 8

B 9 - C 9

B 12 - C 18

B 16 - P 5

B 21 - B 32

B 23 - P 6

B 24 - C 26

B 26 - B 39

B 31 - C 11

B 34 - C 14

B 40 - C 10

C 2 - D 29

C 13 - C 19

C 24 - D 11

C 25 - D 1

C 28 - D 18

D 17 - D 9

D 7 - D 23

D 10 - D 8

A 2 - Ftr r

A 18 - Ftr w

B 15 -

IR-LED r

B 17 -

IR-LED w

Beispiel:

Beim Streifen mit einem Bleistift durch die Lichtschranke bleibt die Anzeige bei 04, d.h. nach vier Hundertstel-Sekunden stehen. Mit einem Lineal wird der Durchmesser des Bleistiftes gemessen, dieser ist 8 mm oder 0,8 cm dick. Diese Werte ergeben folgende

Rechnung:

$$v = \frac{0,8 \text{ cm} \times 100}{4} = 20 \text{ cm/sec}$$

Die Geschwindigkeit war also 20 cm/sec oder 720 m/h.

Beispiel:

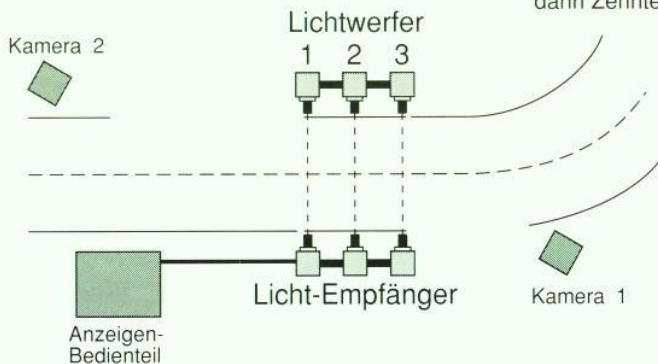
Wie wäre es z.B., wenn Sie mal die Lok Ihrer elektrischen Eisenbahn oder die Autos der Autorennbahn blitzen?

Bauen Sie die Lichtschranke an Ihrer Autorennbahn auf und messen Sie einzeln die Geschwindigkeit der Fahrzeuge. Das Auto ist 14 cm lang. Sie haben darauf geachtet, daß die Lichtschranke auf eine entsprechende Höhe eingestellt ist, so daß auch tatsächlich diese 14 cm erfaßt werden. Dann schalten Sie ein und messen. Die Uhr bleibt bei 25, d.h. nach fünfundzwanzig Hundertsteln stehen.

Rechnung:

$$v = \frac{14 \times 100}{25} = 56 \text{ cm/sec}$$

Die Geschwindigkeit war also 56 cm/sec oder 2 km/h.



Verkehrskontrolle
Geschwindigkeitsüberwachung durch Lichtschranken



Für die "Techniker":

Der untere Eingang (C 15) des NAND-Gatters IC 1C der LED Cr ist mit dem Kollektor des Fototransistors verbunden. Solange er vom Licht getroffen wird, ist er niederohmig, also liegt Low am Eingang, und das Gatter sperrt die Generator-Impulse, die am oberen Eingang (C 14) liegen. Wenn der Fototransistor abgedunkelt wird, liegt High am Eingang, und die Impulse können zum CLOCK-Eingang der Einerdekade gelangen. Dort werden sie gezählt. Sobald wieder Licht auf den Fototransistor fällt, stoppt er die Zählung, und die Anzeige bleibt stehen.

524 Zeitmessung (1/10 sec.)

Für langsamere Bewegungen genügt es im Zehntelsekunden-Takt zu messen. Dazu müssen einige kleine Veränderungen an unserer Schaltung aus dem vorherigen Experiment vorgenommen werden:

- C 3 - C 14 entfernen
- C 14 - C 20
- C 27 - D 18 entfernen
- C 27 - C 40
- D 7 - D 23 entfernen
- C 38 - D 7
- C 39 - D 23

Die LED Cg reagiert jetzt im Takt der Zehnerdekade, weil sie vom Überlaufimpuls der rechten 7-Segment-Anzeige geschaltet wird. Mit Poti 1B können Sie sich bei der Eichung wieder am Blinken orientieren. Nach dem Einstellen zählt der Einer dann Zehntel-Sekunden.

525

525 Zeitmessung bei offener Lichtschanke (1/100 sec.)

Bisher maßen wir die Zeit bei unterbrochener Lichtschanke. Für den umgekehrten Fall haben wir selbstverständlich mit unserem Modul auch alle Voraussetzungen. Sie brauchen nur neu zu stecken.

Die Pulttaste P1 dient wieder zum Rückstellen auf Null. Eine genaue Hundertstel-Sekunden-Anzeige können Sie wieder erreichen, indem Sie mit dem Poti 1B das Blinken der grünen LED Cg auf einen Sekunden-Takt eichen. Der Unterschied zu den beiden vorhergehenden Experimenten ist das als Inverter benutzte NAND IC 1C. Ein Inverter (Umkehrer) kehrt, wie schon der Name sagt, eine Schaltfunktion um. In unserem Fall ist dies die Funktion des Fototransistors. Jetzt wird die Zählung gestartet, wenn Licht auf den Fototransistor fällt. Sie stoppt erst, wenn die Lichtschanke unterbrochen wird. Sobald aber wieder Licht auf den Fototransistor fällt, geht die Zählung weiter. Als Stoppuhr ist das Ganze also unbrauchbar. Wozu könnten wir es dann verwenden?

B 12 - C 18

C 4 - C 15

C 10 - C 14

C 13 - D 29

C 27 - D 18

D 17 - D 9

D 7 - D 23

D 10 - P 3

D 11 - D 8

D 1 - P 4

B 15 -

IR-LED r

B 16 -

IR-LED w

C 9 - Ftr r

C 16 - Ftr w

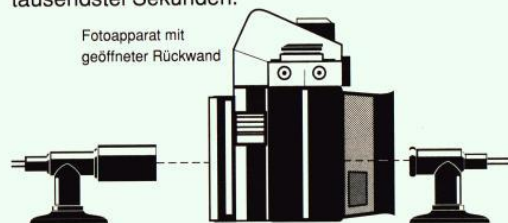
Sie können zum Beispiel die Dauer eines Blitzes bestimmen. Dazu brauchen Sie die Infrarot-LED nicht.

B 15 - IR-LED r entfernen

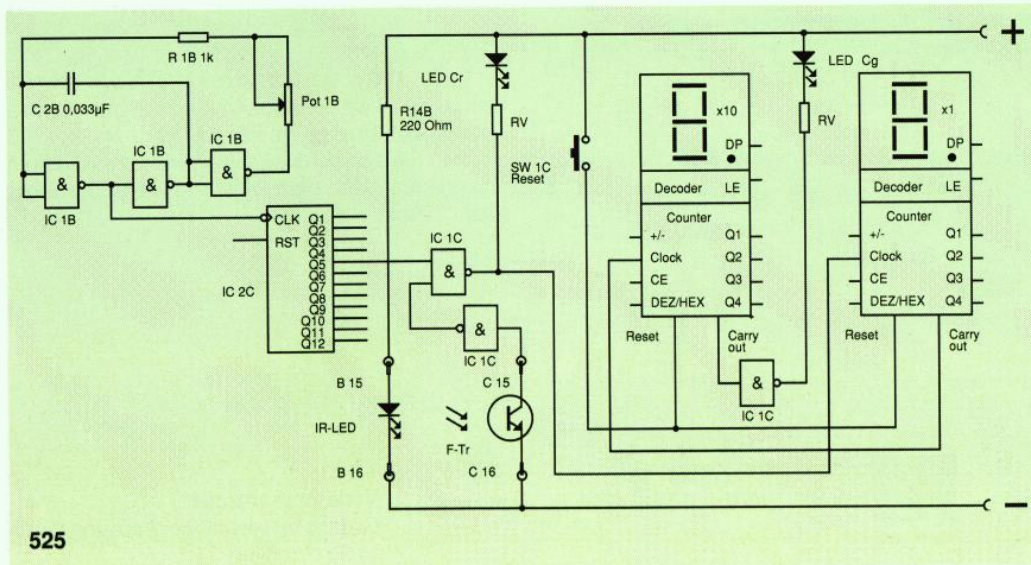
B 16 - IR-LED w entfernen

Mit der Pulttaste stellen Sie auf Null, wenn der Fototransistor angeblitzt wird, zeigt die Anzeige die Blitzdauer an.

Mit der Messung von Hundertstel-Sekunden sind die Möglichkeiten unseres Modul-Systems bei weitem noch nicht ausgeschöpft. In den nächsten Experimenten messen wir Tausendstel-, ja sogar Zehntausendstel Sekunden.



Messung der Verschlusszeit



526 Kurzzeitmessung (1/1000 sec.)

Wir gehen jetzt in den Tausendstel-Sekunden-Bereich und können damit sogar die Verschlusszeiten moderner Spiegelreflex-Kameras überprüfen. Es versteht sich aber von selbst, hierbei besonders vorsichtig zu sein, da diese Kameraverschlüsse sehr empfindlich gegenüber Schmutz und Berührung sind.

Die Lichtschränke muß nun so aufgebaut werden, daß sie bei geöffneter Kamerarückwand durch das Objektiv mißt. Hat Ihr Verschluss ein B, ist das Einrichten besonders einfach, weil er dann so lange offen bleibt, wie Sie auf den Auslöser drücken. Nach dem Eichen der Zeit kann der Verschluss ausgelöst werden. Wenn Sie ihn auf 1/60 eingestellt hatten, muß die Anzeige jetzt auf 17 stehen.

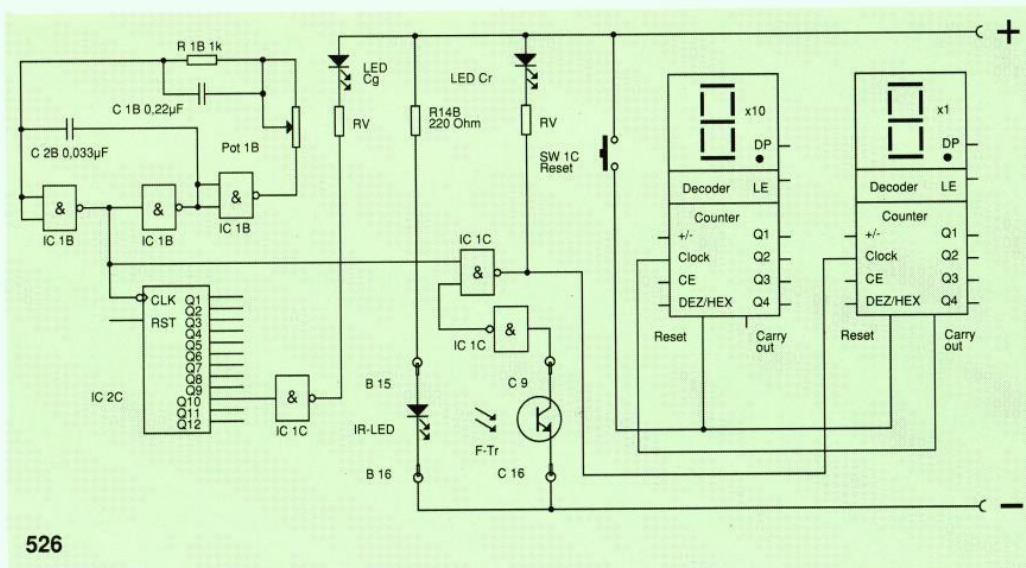
Zur Messung kürzerer Zeitintervalle müssen wir den Zeittakt weiter verkleinern, das heißt, die Frequenz am Eingang Clock (D 29) der Einer-Dekade erhöhen. Eine Einstellhilfe bietet das Teiler-IC 2C. Über seine 12 Stufen kann die Taktfrequenz, die am CLOCK-Eingang (C 18) liegt, bis zu 4096-fach untergeteilt werden. Wenn am Ausgang Q 12 (C 6)

eine Periode eine Sekunde dauert (1 Hz), dann hat das Eingangssignal eine Frequenz von 4096 Hz, oder 4,096 kHz. Ideal wären selbstverständlich 4000 Hz, aber für unsere Anwendung können wir die Abweichung von 96 Hz, das sind weniger als 2,5%, vernachlässigen. Was bedeutet das für unsere praktische Anwendung? Wenn am CLOCK-Eingang IC 2C eine Frequenz von 1000 Hz bzw. ein Signal von einer Periodendauer von 1/1000 Sekunden liegt, muß am Ausgang Q 12 folglich ein 4-Sekundentakt entstehen. An einem Ausgang vorher (Q 11 bzw. C 23) liegt ein 2-Sekundentakt, und am Ausgang Q 10 (C 22) erhalten wir eine Periode von einer Sekunde (1 Hz). Diesen Takt können wir mit einer Uhr eichen. Das heißt also, wenn man an einem Ausgang einen Sekundentakt geeicht hat, kennt man auch die Eingangsfrequenz und kann berechnen, an welchem Ausgang welche Frequenz liegt, die man dann für entsprechende Zeitmessungen einsetzen kann.

Nach diesen Erklärungen können Sie Ihre Stoppuhr jetzt auch auf Zehntausendstel Sekunden umstellen.

526

- B 12 - B 40
- B 39 - C 15
- B 38 - C 18
- C 10 - C 14
- C 13 - D 29
- C 22 - C 27
- D 17 - D 9
- D 7 - D 23
- D 10 - P 3
- D 11 - D 8
- D 1 - P 4
- B 15 - IR-LED r
- B 16 - IR-LED w
- C 9 - Ftr r
- C 16 - Ftr w



527

527 Stoppuhr mit zwei Lichtschranken
 Professionelle Geschwindigkeitsmessungen laufen über zwei Lichtschranken. Selbstverständlich bietet unser Modul-System auch dazu alles Notwendige.

Wir brauchen dazu:

- 1 Infrarot-LED (rotes Gehäuse)
- 1 Fototransistor (schwarzes Gehäuse)
- 1 Fotowiderstand-LDR (blau)
- 2 Dunkelröhrchen
- 1 Taschenlampe

Bei diesem Experiment improvisieren wir ein wenig. Die eine Lichtschranke wird wie gewohnt aus IR-LED und Foto-Transistor aufgebaut, die andere wird mit der Taschenlampe und dem LDR verwirklicht. Auf den Fotowiderstand (LDR) wird zunächst das Dunkelröhrchen aufgesteckt, um den Lichteinfall auf einen kleinen Ausschnitt zu kanalisieren.

Jetzt ganz schnell zu den Steckverbindungen:

Der LDR wird mit aufgestecktem Dunkelröhrchen auf die eingeschaltete Taschenlampe ausgerichtet. Damit ist unsere Start-Schranke schon fertig. Die Stopp-Schranke aus IR-LED und Foto-Transistor wird wie gewohnt aufgebaut. Nach dem Einschalten läuft die Anzeige sofort los. Stoppen können wir durch Unterbrechen der Stopp-Schranke oder Betätigen der Pulldaste, zurückstellen auf Null mit Hilfe des roten Tasters SW 1C. Der LDR reagiert etwas träger als der Foto-Transistor der Stopp-Schranke. Die Start-Schranke schaltet deshalb für die nächste Messung erst, wenn der Lichtstrahl vor dem Dunkelröhrchen vollständig unterbrochen ist. Aber keine Angst, auch hier wird eine schnelle Bewegung registriert. Keine Probleme also bei "Hochgeschwindigkeits-Messungen".

Zur Eichung:
 Mit Poti 1B (rot) wird die Zeitmessung geeicht. Das Eichsignal wurde auf den Dezimalpunkt der Zehnerdekade gelegt. Wenn er im Sekundentakt aufleuchtet, zählen die Einer mit 1/1000 Sekunden. Außerdem können wir die Empfindlichkeit der Start-Schranke beeinflussen. Dies geschieht mit Poti 2B (gelb). Zunächst auf Linksanschlag stellen und die Messung stoppen. Jetzt leuchtet im Modul C nur die grüne LED Cg. Dann langsam an Poti 2B nach links

Zur Eichung:

Mit Poti 1B (rot) wird die Zeitmessung geeicht. Das Eichsignal wurde auf den Dezimalpunkt der Zehnerdekade gelegt. Wenn er im Sekundentakt aufleuchtet, zählen die Einer mit 1/1000 Sekunden. Außerdem können wir die Empfindlichkeit der Start-Schranke beeinflussen. Dies geschieht mit Poti 2B (gelb). Zunächst auf Linksanschlag stellen und die Messung stoppen. Jetzt leuchtet im Modul C nur die grüne LED Cg. Dann langsam an Poti 2B nach links

- B 3 - B 31
- B 4 - B 14
- B 12 - C 35
- B 21 - B 37
- B 33 - C 27
- B 35 - C 15
- B 26 - P 3
- C 9 - C 36
- C 10 - D 29
- C 11 - C 31
- C 12 - C 33
- C 13 - C 29
- C 14 - C 32
- C 16 - P 4
- C 18 - C 37
- C 22 - D 4
- C 24 - D 9
- C 25 - D 1
- C 26 - C 30
- D 7 - D 23
- D 8 - D 11
- D 10 - D 17
- B 15 -

IR-LED r

B 16 -

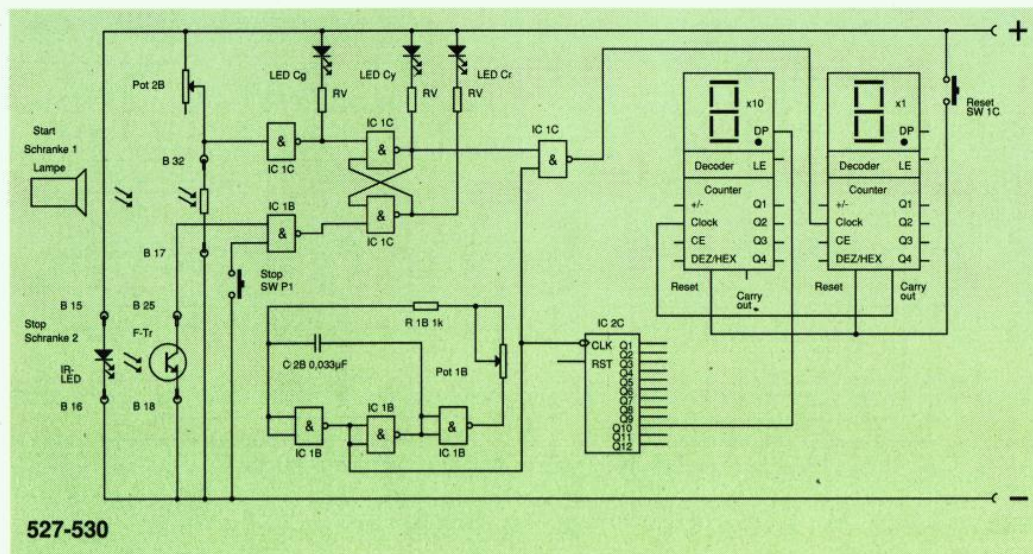
IR-LED w

B 18 - Ftr w

B 25 - Ftr r

B 17 - LDR

B 32 - LDR



drehen bis die LED Cg verlischt und die Anzeige losläuft. Wahrscheinlich leuchten jetzt im Modul C die LED Cr und Cy. Wenn Sie es ausprobieren, merken Sie schnell, daß ein Anhalten der Messung an der Stopp-Schranke so nicht möglich ist. Dazu muß am Poti 2B erst wieder ein kleines Stück nach rechts zurückgedreht werden, bis die gelbe LED Cy verlischt. Jetzt funktionieren Start- und Stopp-Schranke problemlos. Bei Stopp leuchtet die LED Cg, bei Start die LED Cr.



Für die Technik-Freaks:

Die Start-Schranke setzt ein RS-Flip-Flop. Damit können die Taktimpulse vom IC-Generator zu den Zähldekaden durchlaufen. Wenn die Stopp-Schranke unterbrochen wird, kippt das RS-Flip-Flop um, die Zählung wird angehalten und das Ergebnis angezeigt.

Bei diesem Aufbau arbeiten wir mit zwei 7-Segmentanzeigen. Deshalb können nur Messungen bis 99/1000 sec. sinnvoll abgelesen werden.

Im Anhang haben wir Experimente mit 2 D-Modulen beschrieben. Dort kann die Anzeige auf 9999 erhöht werden.

Die Anzeige läuft jetzt viel langsamer. Bei der Eichung wieder wie bei Experiment. 527 vorgehen.

C 9 - C 36 entfernen C 2 - C 9
C 22 - D 4 entfernen D 4 - D 18

Der Zählereingang wurde von Q 10 (C 22) auf Q 4 (C 2) des Teiler-IC 2C verlegt. Der Dezimalpunkt (D 4) wird jetzt vom Überlaufimpuls der Zehnerdekade (D 18) angesteuert. Wenn er im Sekundentakt blinkt, zählen die Einer mit 1/100 Sekunden.

530 Messung mit Zehntel-Sekunden

Wie bei allen Experimenten, in denen der Teiler IC 2C verwendet wird, haben wir die freie Wahl seiner Ausgänge. Um mit 1/10 Sekunden zu messen, ist der Ausgang Q 7 (C 5) die richtige Entscheidung.

C 2 - C 9 entfernen C 5 - C 9
D 4 - D 18 entfernen D 4 - C 39
D 7 - D 23 entfernen D 7 - C 38
D 23 - C 40

Der Dezimalpunkt blinkt jetzt gleichzeitig mit der Zehner-Dekade. Sie müssen wieder mit Poti 1B (rot) den Sekundentakt einstellen. Die Einer zeigen dann 1/10 Sekunden an.

528 Start statt Stopp mit der Pulttaste

Durch einige kleine Änderungen kann die Funktion der Pulttaste von "Stopp" nach "Start" umgekehrt werden:

B 26 - P 3 entfernen B 34 - P 3
C 16 - P 4 entfernen B 13 - P 4

Wenn Sie das nächste Experiment aufbauen möchten, müssen Sie diese Variation erst wieder zurücknehmen:

B 34 - P 3 entfernen B 26 - P 3
B 13 - P 4 entfernen C 16 - P 4

529 Messung mit Hundertstel-Sekunden

Die Messung von 1/100 Sekunden reicht für viele Zwecke voll und ganz aus, und die Anzeige kann leicht abgelesen werden. Deshalb einige kleine Veränderungen an der Schaltung aus Exp. 527:

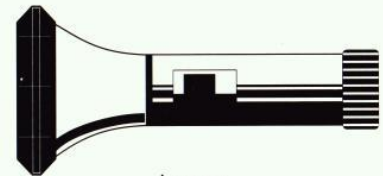
Fototransistor



IR-LED



LDR



Lampe

Zwei Lichtschranken

531

A 9 - B 31
 A 10 - A 14
 A 16 - A 49
 A 17 - P 4
 A 39 - B 32
 A 40 - B 33
 A 50 - A 60
 A 58 - P 3
 A 59 - B 25
 B 1 - B 38
 B 6 - B 39
 B 9 - B 21
 B 10 - C 9
 B 12 - C 18
 B 20 - B 40
 B 34 - D 24
 C 7 - C 11
 C 10 - C 14
 C 13 - D 29
 C 15 - C 21
 D 7 - D 23

Als Einstiegsexperiment für das Modul D haben wir in diesem Anleitungsbuch das Glücksrad gewählt.

Mit den folgenden fünf Experimenten werden wir diesmal schrittweise zum gleichen Ergebnis kommen, aber die einzelnen Stufen ausführlich erklären.

531 Glücksrad von 00 bis 99; Der Zähltakt wird langsamer

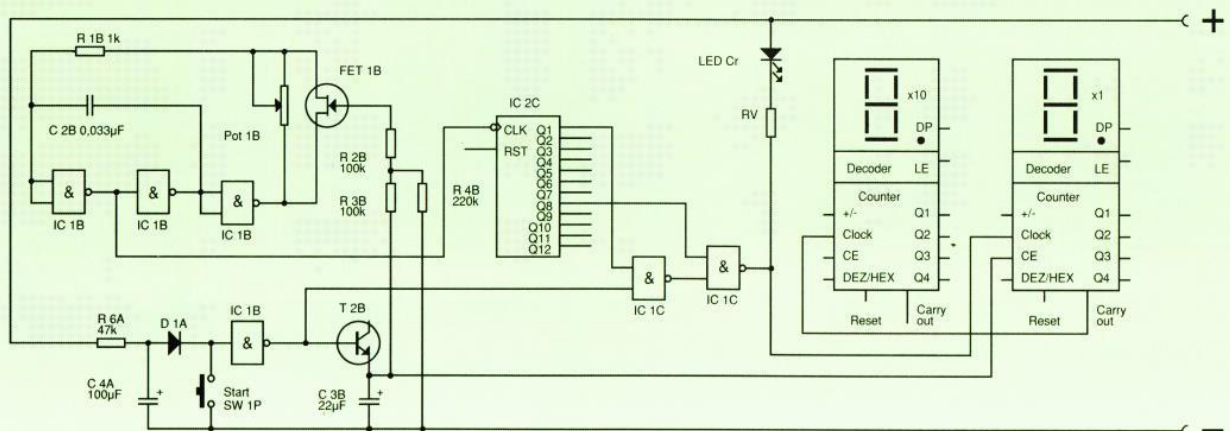
Stecken Sie zunächst den Grundaufbau neu.

Stellen Sie das Poti 1B auf Linksanschlag, denn unser Glücksrad soll genau wie eine Zufallsmaschine auf dem Jahrmarkt funktionieren. Dazu gehört ein schneller Anlauf und ein immer langsamer werdender Auslauf bis zum endgültigen Stillstand.

Die Generatorfrequenz von IC 2B ist veränderbar. Dies geschieht automatisch über eine Steuerung am Gate des Transistors FET 1B. Beim Betätigen der Pulttaste SW 1P wird hier der Generator auf eine schnelle Frequenz gestellt.

Beim Loslassen der Pulttaste wird die Frequenz nach kurzer Zeit sprunghaft langsamer, außerdem läßt die Entladung des zwischengeschalteten Kondensators C 3B (22 µF) den Generator gleitend langsamer werden. Der Stopp erfolgt schließlich, wenn die Spannung am CLOCK-Enable-Eingang der Einer-Dekade positiv wird.

Über die Pulttaste können wir wieder starten. Der Kondensator C 3B wird schnell entladen, und unser Spiel beginnt von Neuem.



532 Der Ton kommt dazu. So ganz ohne Hintergrundgeräusche ist das Glücksrad recht langweilig. Man möchte die Zählimpulse doch hören können. Deshalb stecken Sie ganz schnell noch folgende Verbindungen dazu:

- zusätzlich:*
 A 18 - P 6
 A 21 - D 25
 A 24 - P 5

Na, jetzt pfeift es ganz schön oder?

Mit den drei Kabeln haben wir den Verstärker (IC 1A) im Modul A und den Lautsprecher angeschlossen. Bei gedrückter Pulltaste klingt der Ton wie von einer Trillerpfeife, weil abwechselnd eine hohe und eine niedrige Frequenz an den CLOCK-Eingang der Einer-Dekade kommen. Wenn man die Taste losläßt, ist nur noch die immer langsamer werdende niedrige Frequenz zu hören. Sie klingt wie das Geräusch des schlagenden Federblattes an den Nägeln eines Jahrmarkt-Glücksrades, das gerade austackert.

533 Schneller und langsamer Auslauf Selbstverständlich können wir die Geschwindigkeit unseres Glücksrades auch variieren. Wir brauchen nur einen anderen Teiler-Ausgang im

Modul C zu wählen, und schon "dreht" es schneller oder langsamer.

- C 15 - C 21 entfernen C 15 - C 5 (schneller)
 oder C 15 - C 20 (langsamer)*

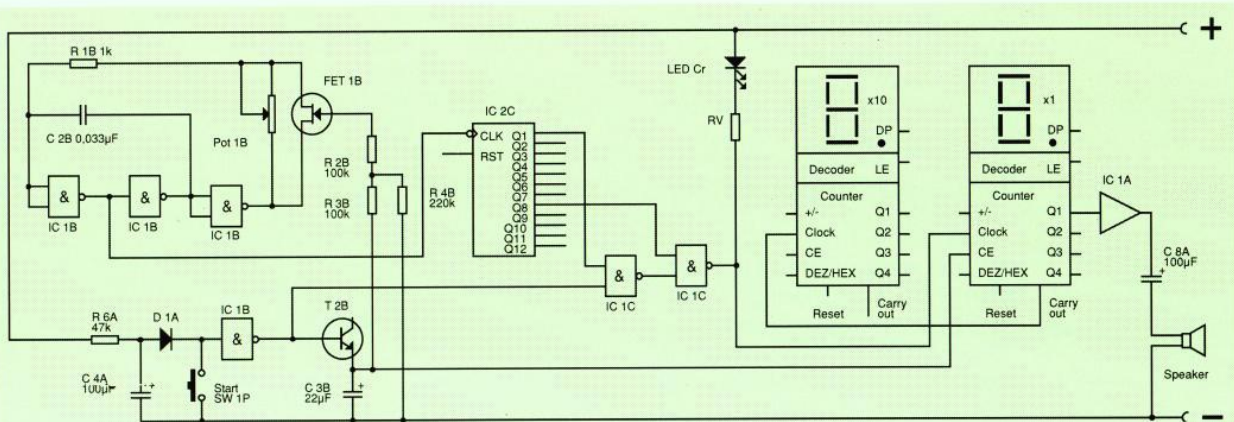
Verlegen Sie zum Beispiel den Anschluß von Q8 (C 21) zum kleineren Teiler Ausgang nach Q 7 (C 5), wird der Auslauf schneller. Einen langsameren Auslauf erreichen Sie im Gegensatz dazu, wenn Sie statt C 21 den Anschluß C 20 und damit den Teilerausgang Q 9 wählen.

Probieren Sie doch einfach die restlichen Ausgänge des Teiler-IC mal aus, bis Sie den gefunden haben, der Ihnen am besten gefällt.

534 Starten bei Null Damit der Taster SW 1C im Modul C die Anzeigen auf Null zurückstellt, brauchen Sie noch einige Verbindungen:

- zusätzlich:*
 D 17 - D 9
 D 10 - D 8
 D 11 - C 24
 D 1 - C 25

Die RESET-Eingänge beider Zähldekaden werden über einen Verteiler (D 9/10/11) miteinander



532-535

536

A 1 - A 16
 A 2 - A 51
 A 4 - D 10
 A 6 - A 15
 A 8 - A 14
 A 17 - A 33
 A 36 - C 7
 A 39 - B 30
 A 43 - A 52
 A 46 - A 53
 A 49 - B 27
 B 12 - B 32
 B 21 - D 29
 B 25 - B 33
 B 31 - C 18
 D 17 - D 9
 D 7 - D 23
 D 11 - D 8

verbunden und auf den Schließer der Taste SW 1C (C 24) gelegt. Der andere Taster-Anschluß (C 25) wird mit High am Kontakt D 1 verbunden.

Jetzt kann man die Zähler mit dem roten Taster auf Null stellen.

535 Langsamer Auslauf

Die Anfangsgeschwindigkeit unseres Glücksrades gefällt uns schon ganz gut, aber der Auslauf sollte noch etwas langsamer sein.

Bauen sie kurz um.

A 39 - B 32 *entfernen* A 19 - A 48
 A 38 - A 55
 A 39 - A 56
 A 57 - B 33

So, jetzt läuft das Glücksrad schön langsam aus. Dem Verzögerungselko C 4A mit 100 µF wurde ein zweiter Elko C 3A mit 47 µF parallel geschaltet. Dadurch dauert die Entladung länger, und der Takt wird im Auslauf weiter verlangsamt.

Damit haben wir wieder unsere Schaltung vom Anfang des Anleitungsbuches.

ZÄHLEN - TEILEN - RÜCKSTELLEN

Die Null kommt aus dem Teiler-IC

Bisher führten wir das RESET mit Hilfe eines Tasters aus. Dabei wird, wie wir schon wissen, High an die RESET-Eingänge der beiden Zählerstufen gelegt.

In den folgenden Experimenten soll das RESET durch High-Signale von den Ausgängen des Teilers IC 2C durchgeführt werden. Damit das Folgende klar wird, hier noch einmal ein kurzer Rückblick auf die Funktionsweise dieses Bausteins (vergleiche Seiten 27-29, Anleitungsbuch Modul C):

- Der Teiler hat insgesamt 12 Ausgänge, Q1 - Q12
- Die Frequenz des Eingangssignals ist an jedem Ausgang jeweils um die Hälfte herabgesetzt, also 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, ... 1/4098. Deshalb spricht man bei dem Baustein auch von einem Frequenzteiler (siehe Pegel-Diagramm)

- Die absteigende Flanke des Rechteck-Signals ist jeweils Auslöser für einen Schaltvorgang der nächsten Teilerstufe.
- Diese schaltet dann an ihrem Ausgang auf High.
- Bei der nächsten negativen Flanke an ihrem Eingang geht sie wieder auf Low usw.

536 RESET bei 2

Soweit zur Theorie, jetzt zum Experiment. Stecken Sie neu.

Nach dem Einschalten springt die Anzeige immer von 00 auf 01 und zurück. Mit Poti 1B (roter Stellstift) können wir die Geschwindigkeit regulieren.

Was geschieht hier genau?

Der IC-Generator im Modul B liefert wie gewohnt die Zählimpulse. Er wurde durch den großen 100 µF Kondensator C 4A (A 39/A 49) auf eine langsame Frequenz gestellt. Seine Signale werden an den CLOCK-Eingang des Teilers IC 2C und auch an den Clock-Eingang der Einerdekade geführt.

Das RESET-Signal wird bei diesem Experiment vom ersten Teiler-Ausgang Q1 (C7) abgenommen. Es wird über eine Transistorschaltstufe Tr 1A geleitet und den RESET-Eingängen der beiden Zählerdekaden zugeführt.

Jedesmal, wenn der Teiler-Ausgang auf High springt, werden beide Dekaden rückgestellt. Wie wir ganz leicht aus dem Pegel-Diagramm des Teiler-IC entnehmen können, geschieht das bei Q1 nach zwei Impulsen. Die Zahl 2 kann also nicht erscheinen, weil mit dem Übergang von 1 nach 2 schon zurückgestellt wird.

537 RESET bei 4

Wenn wir den Teiler-Ausgang Q2 wählen, zählt unser Zähler bis 3. Beim Übergang von 3 nach 4 erfolgt RESET.

A 36 - C 7 *entfernen* A 36 - C 17

Wenn wir uns das Pegel-Diagramm für Q2 ansehen, ist dies auch ganz logisch, da nach vier Impulsen wieder High geliefert wird.

538 Zählen von 0 bis 7, 15, 31, ...
 Wie bisher stehen uns auch die übrigen Teiler-Ausgänge zur Verfügung.

Mit Q3 können wir bis 7 zählen, RESET beim Übergang von 7 nach 8.

A 36 - C 17 entfernen A 36 - C 1

Mit Q4 bis 15:

A 36 - C 1 entfernen A 36 - C 2

Mit Q5 bis 31:

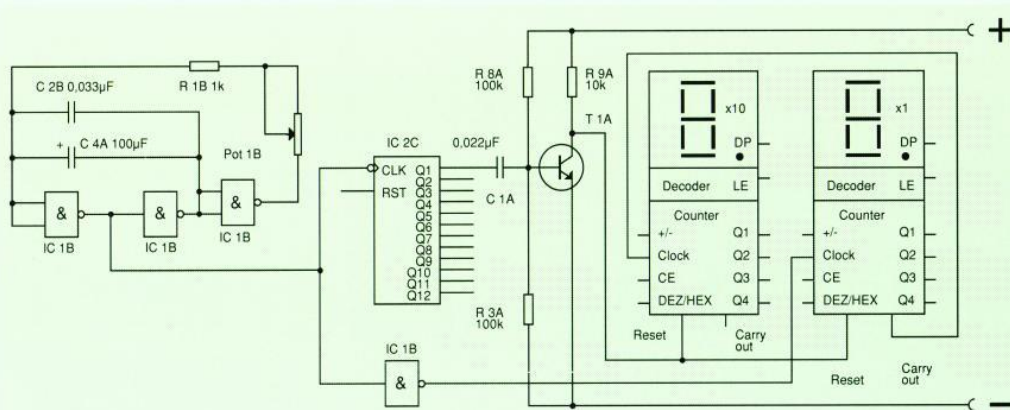
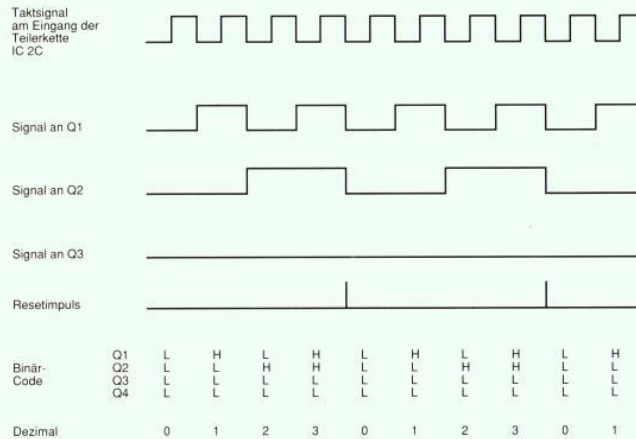
A 36 - C 2 entfernen A 36 - C 3

Das Teiler-IC im Modul C reagiert auf die negativen Flanken des Taktsignales am Clock-Eingang

Diagramm zum Experiment 537
 RESET bei 4

Das erweiterte Pegel-Diagramm kann uns dabei immer als Vorlage dienen. Es ist dann ganz leicht vorherzusagen, wann welcher Ausgang das RESET bewirkt.

Bevor das Nullstellen mit dem Teiler-IC zu langweilig wird, kommen wir jetzt zu einigen interessanten Anwendungen.



Zahlensysteme

Neben dem bei uns allgemein üblichen "Dezimalen Zahlensystem", also dem Zählen von 0 bis 10, 100, 1000, ... usw. gibt es noch eine Reihe anderer Zahlensysteme.

Unsere Tabelle zeigt eine Gegenüberstellung von Zahlen bzw. Codes mit jeweils derselben Bedeutung in den verschiedenen Systemen:

Dezimal	Hexadezimal	Oktal	Binär
0	0	0	00000000
1	1	1	00000001
2	2	2	00000010
3	3	3	00000011
4	4	4	00000100
5	5	5	00000101
6	6	6	00000110
7	7	7	00000111
8	8	10	00001000
9	9	11	00001001
10	A	12	00001010
11	B	13	00001011
12	C	14	00001100
13	D	15	00001101
14	E	16	00001110
15	F	17	00001111
16	10	20	00010000
17	11	21	00010001
18	12	22	00010010
19	13	23	00010011
20	14	24	00010100
21	15	25	00010101
22	16	26	00010110
23	17	27	00010111
24	18	30	00011000
25	19	31	00011001
26	1A	32	00011010
27	1B	33	00011011
28	1C	34	00011100
29	1D	35	00011101
30	1E	36	00011110
31	1F	37	00011111
32	20	40	00100000

Beim Oktalsystem wird bis sieben gezählt, dann erfolgt der Übergang auf zehn. Danach geht es bis 17, 20 ... 27 usw. Dies System hat keine große praktische Bedeutung, es zeigt aber, daß man jedes beliebige Zahlensystem benutzen könnte.

Wichtig für digitales Zählen und damit für Computer sind das Binär- und das Hexadezimal-System.

Das "Binäre Zahlensystem" ist uns aus der Welt der Computer bekannt. Ein Byte besteht aus acht Bits, die jeweils nur einen von zwei möglichen Zuständen annehmen können, nämlich 0 oder 1. In einer anderen Schreibweise wird für 0 Low und für 1 High verwendet. Das gleiche Prinzip kennen wir inzwischen von den elektronischen Grundschaltungen, den Gattern (NAND-Gatter sind ausführlich im Buch C beschrieben), die ja die Grundlage der Computer-Technik sind.

In der Digital-Technik verwendet man für die Zahlen 10 - 15 die Buchstaben A,B,C,D,E,F. Dieses Zahlensystem nennt man das "Hexadezimalsystem". Wir können es mit dem Modul D nachvollziehen, da ein integrierter Schaltkreis im Modul auch diese Buchstaben an der 7-Segment-Anzeige darstellen kann.

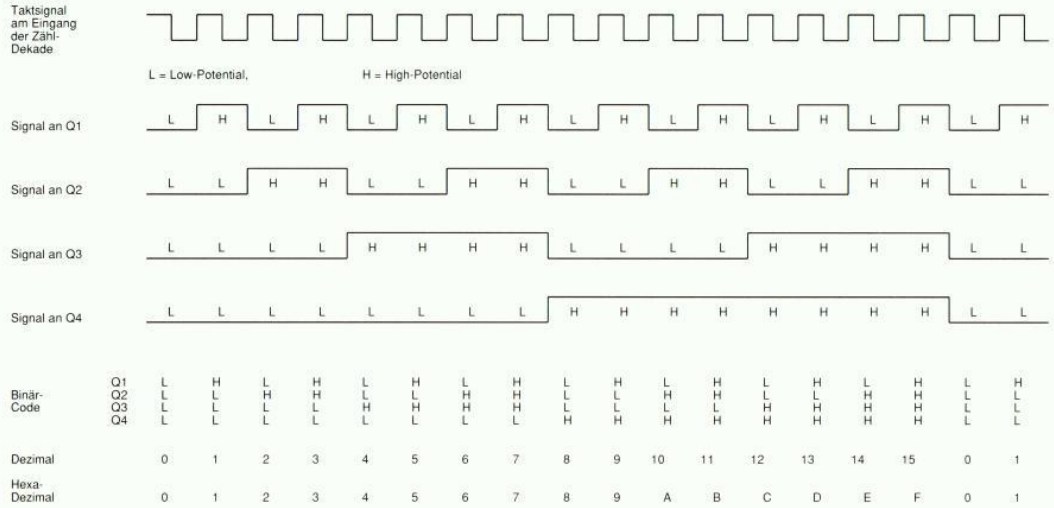


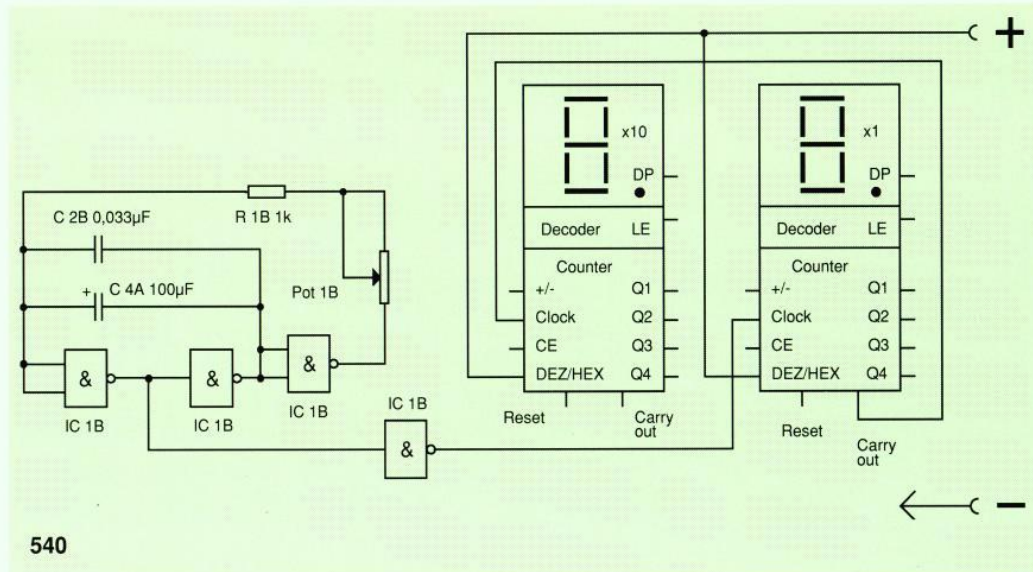
Diagramm zum Experiment 539

Die Zähler im Modul D reagieren auf die positive Flanke des Taktsignales am Clock-Eingang.

540 Hexadezimal mit zwei Anzeigen

Wenn wir beide Dekaden auf hexadezimalen Zählen umschalten, können wir mit den zwei Stellen unserer Anzeige bis maximal 255 zählen. Allerdings im Hexadezimal-Code, also bis FF. Danach schalten beide Dekaden wieder auf 00 zurück. Diese Veränderungen sind dafür notwendig.

A 4 - D 10 entfernen B 14 - D 22



541

A 1 - A 16
 A 2 - A 51
 A 4 - D 10
 A 6 - A 15
 A 8 - A 14
 A 17 - A 33
 A 36 - D 25
 A 39 - B 30
 A 43 - A 52
 A 46 - A 53
 A 49 - B 27
 B 12 - D 29
 D 17 - D 9
 D 11 - D 8

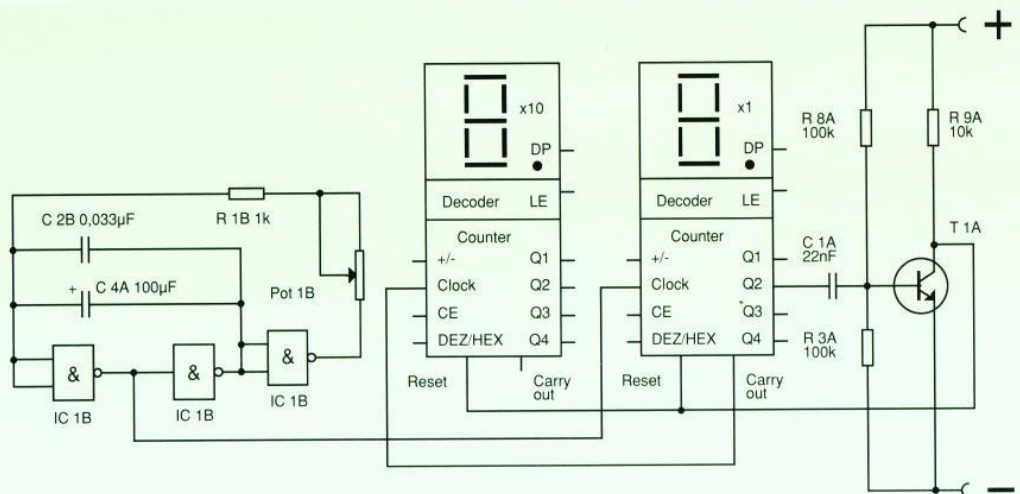
541 Automatisches RESET aus den Zähldekaden

Bei den Experimenten 536 - 538 lieferten verschiedene Teiler-Ausgänge des Moduls C das RESET-Signal für unsere Zählstufen.

Wir brauchen das Teiler-IC aber nicht immer, da auch unsere Zähldekaden jeweils vier Teiler-Ausgänge besitzen (siehe Schaltbild Modul D - Q 1 bis Q 4). Wenn wir hier das RESET-Signal abgreifen, erhalten wir mit einer einfacheren Schaltung das gleiche Ergebnis.

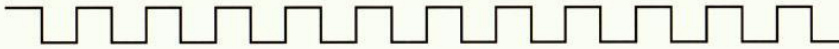
Wir haben wieder verschiedene Möglichkeiten:

- 1) RESET bei 2: -> Ausgang Q 1 (A 36 - D 25)
- 2) RESET bei 4: -> Ausgang Q 2 (A 36 - D 26)
- 3) RESET bei 8: -> Ausgang Q 3 (A 36 - D 14)

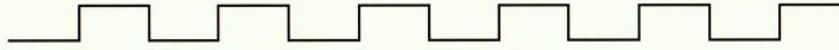


541

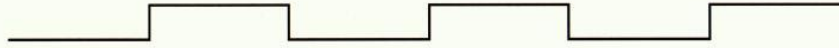
Taktsignal am Eingang der Einer-Zähl-Dekade



Signal an Q1



Signal an Q2



Das Reset kommt von der negativen Flanke an Q 2.

Signal an Q3



Reset-Signal am Kollektor von T 1A



Binär-Code

Q1	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
Q2	L	L	H	H	L	L	H	H	L	L	H	H
Q3	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L

Dezimal

0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Diagramm zum Experiment 541
RESET bei 4

542

B 12 - D 29
 B 23 - B 30
 B 24 - B 27
 D 17 - D 9
 D 10 - D 26
 D 11 - D 8

542 Die Schaltung speckt ab - automatisches RESET direkt aus den Zähldekaden

Mit nur sechs Verbindungen schaffen wir das gleiche wie im Experiment 541.

Wer es nicht glaubt, probiert es am besten aus.

Das Poti 1B sollte auf Linksanschlag stehen.

Auf unserer Anzeige blinkt jetzt immer die Eins auf.

Das gibt zu denken, weil wir im vorherigen Experiment am selben Ausgang Q 2 (D 26) noch bis drei zählen konnten.

Was ist passiert?

In den vorherigen Schaltungen haben wir über den Transistor T 1 A einen differenzierten Impuls aus der negativen (absteigenden) Flanke der Teilerausgänge gewonnen. Also am Ende der Periode. Das RESET folgte genau dem Pegel-Diagramm.

Hier bekommen wir High-Potential schon bei der positiven (aufsteigenden) Flanke, also schon in der Hälfte der Periodendauer.

Deshalb erfolgt das RESET jetzt auch nach der Hälfte der Zeit, und wir können an den gewohnten Ausgängen nur noch halb so weit zählen.

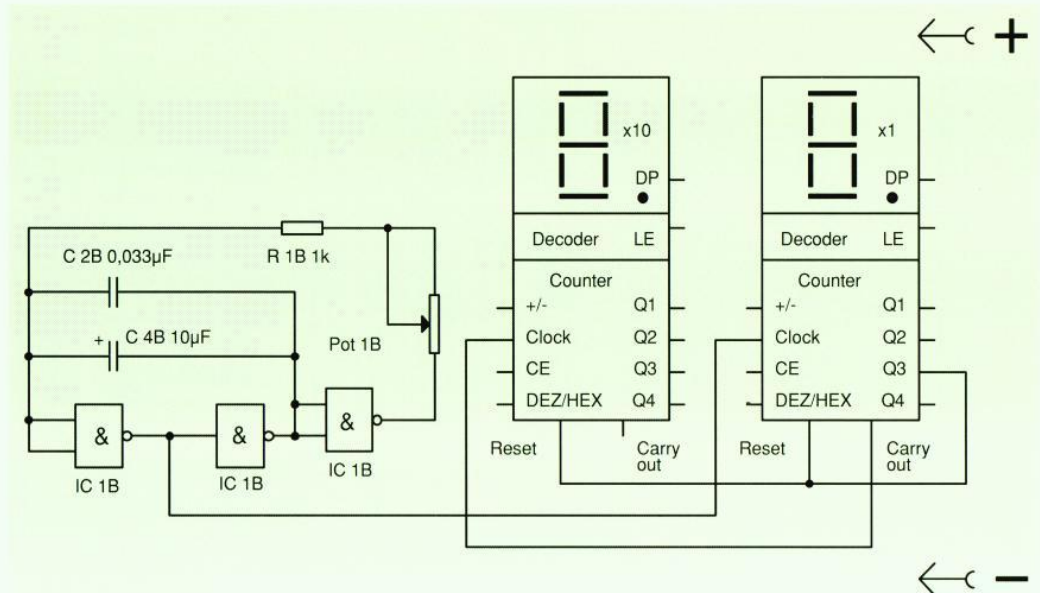
Also am Ausgang:

Q 2 (D 26) bis 1 (vorher bis 3)

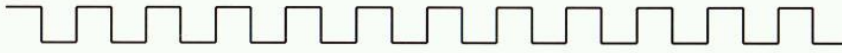
Q 3 (D 14) bis 3 (vorher bis 7)

Q 4 (D 13) bis 7 (vorher bis 15)

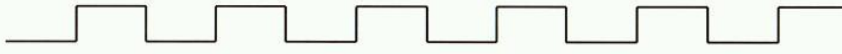
Wenn wir mit wenigen Bauteilen und Verbindungen auskommen wollen, müssen wir diesen Umstand berücksichtigen.



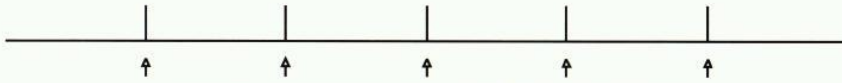
Taktsignal am Eingang der Einer-Zähl-Dekade



Signal an Q1



Signal an Q2

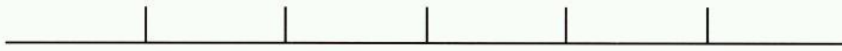


Das Reset wird hier vom Sprung - Low nach High - an Q 2 eingeleitet.

Signal an Q3



Reset-Signal



Binär-Code

Q1	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
Q2	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Q3	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L

Dezimal

	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Diagramm zum Experiment 542

543

B 12 - C 18
 C 22 - D 29
 C 10 - D 17
 C 11 - C 13
 C 14 - D 5
 C 15 - D 20
 D 7 - D 23

543 RESET bei 60

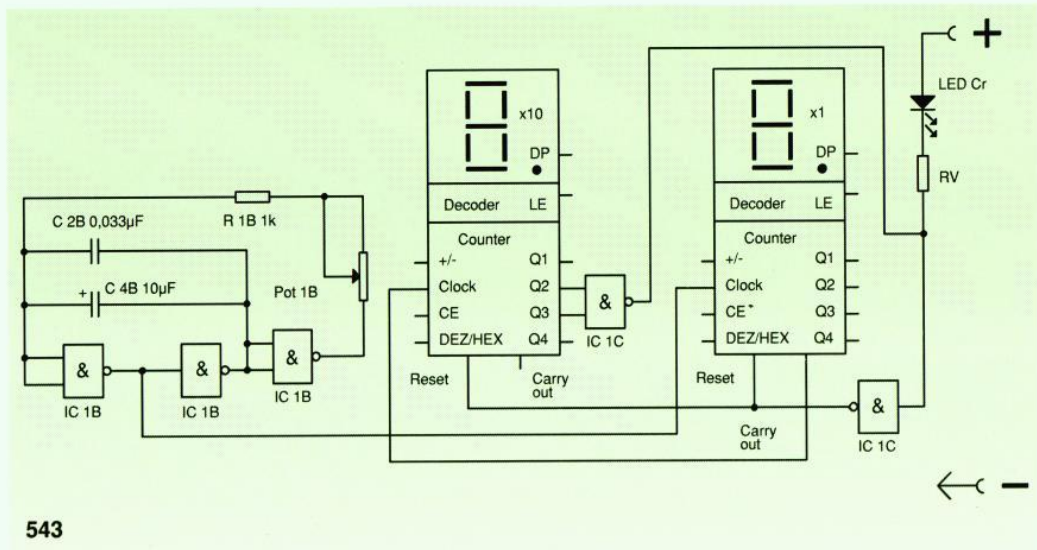
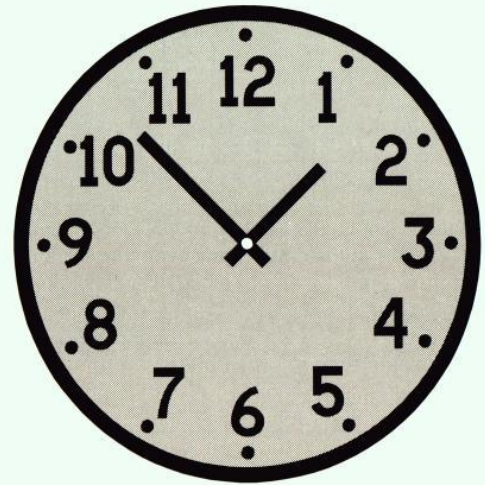
Wozu soll das gut sein?

Ganz einfach. Bei einer Uhr werden nach 60 Zeiteinheiten die Sekunden und Minuten auf Null rückgestellt. Wenn wir uns eine Uhr bauen wollen, müssen wir auch das RESET bei 60 beherrschen.

Zunächst verknüpfen wir zwei Zählerausgänge, und zwar den, der bei 40 (an D 5) und den, der bei 20 rücksetzt (an D 20). Die "Verknüpfung" wird vom NAND der LED Cr durchgeführt.

Da wir die Polarität des Signals durch das NAND jetzt umgekehrt erhalten, müssen wir es mit einem weiteren NAND noch einmal umdrehen. Dann steht das RESET-Signal mit der richtigen Polarität zur Verfügung. Wir verbinden den RESET-Eingang der Zehnerdekade (an D 17) mit dem Ausgang des letzten NAND (an C 10). Das Rückstellen erfolgt jetzt im Übergang von 59 nach 60. Allerdings erkennt man die Zahl 60 nicht, da das Rückstellen in millionstel Sekundenbruchteilen geschieht. Zum Üben können Sie ja mal andere Kombinationen der Ausgänge Q1

bis Q 4 an den Zählereingang legen und voraussetzen, bis zu welcher Zahl angezeigt wird.



544 RESET bei 12

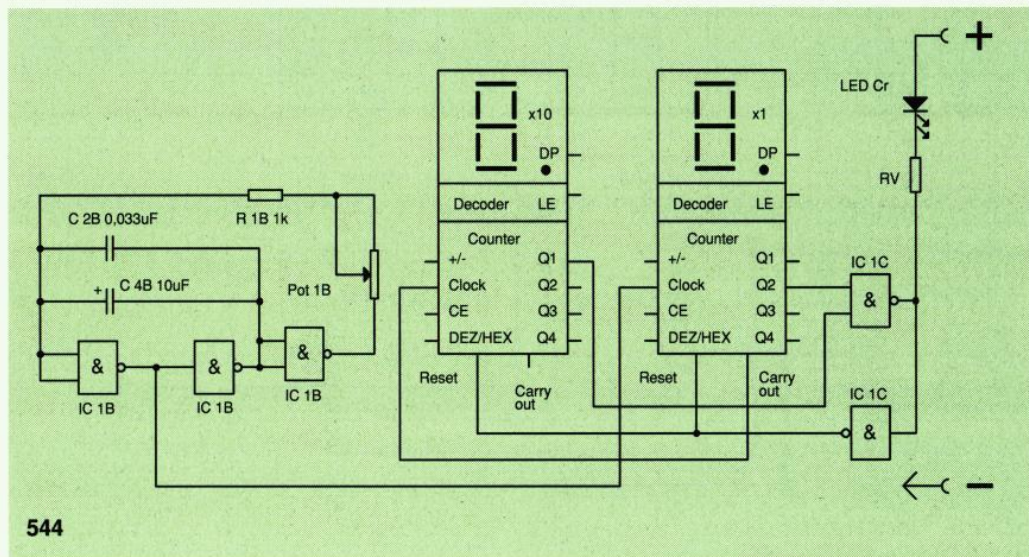
Fast alle Zeigeruhren, aber auch manche Digitaluhren laufen am Tag zweimal 12 Stunden. Dazu ist bei Digitaluhren ein Rücksetzen bei 12 erforderlich.

Mit wenigen Verbindungen schaffen wir das RESET bei 12.

Auf der Anzeige erscheint die 11 als letzte Zahl vor dem RESET.

544

- B 12 - D 29
- B 23 - B 30
- B 24 - B 27
- C 10 - D 10
- C 11 - C 13
- C 14 - D 26
- C 15 - D 16
- D 17 - D 9
- D 7 - D 23
- D 11 - D 8



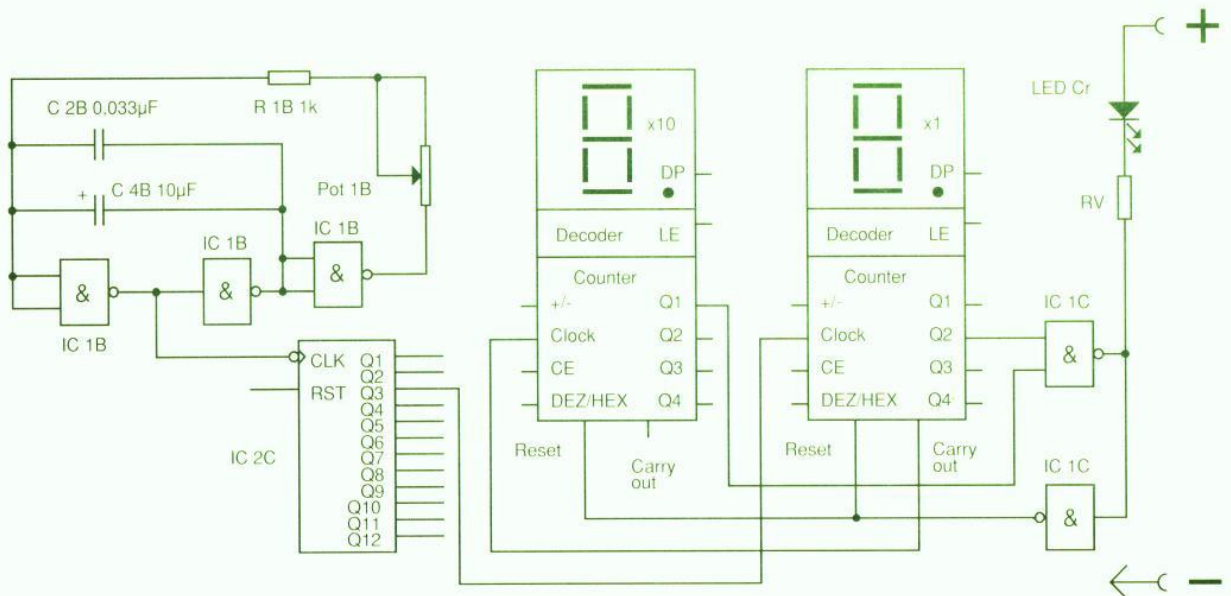
545 Die Zähler-Bremse

Wem das Zählen noch zu schnell ist, der kann die Teilerkette im Modul C benutzen.

Bestimmt können Sie inzwischen schon selbst diese kleinen "Tricks" anwenden, trotzdem hier noch einmal die notwendigen Veränderungen an unserer Schaltung:

*B 12 : D 29 entfernen B 12 : C 18
C 1 : D 29*

Mit dem Poti 1B kann jetzt die Zählgeschwindigkeit wieder in weiten Grenzen eingestellt werden.



547

547 Eieruhr

Beim Eierkochen sollte man sich besser nicht auf sein Zeitgefühl verlassen, sonst gibt es ständig Ärger: Entweder sind die Eier zu weich oder zu hart geraten.

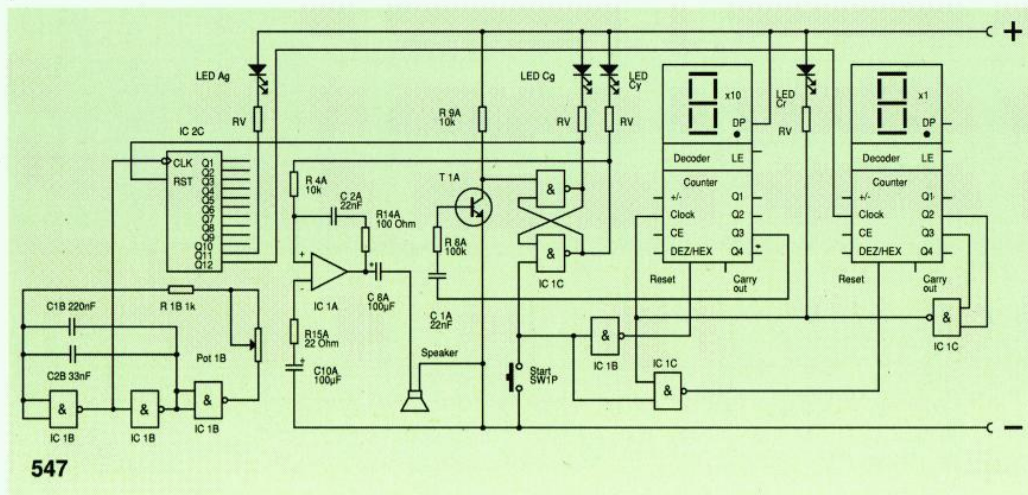
Ein weiches Frühstücksei muß vier Minuten kochen. Wir bauen uns deshalb eine Uhr, die nach dieser Zeit (wenn sie richtig geeicht ist) Alarm gibt.

Mit Poti 1B kann die Uhr geeicht werden, und zwar so, daß nach jeweils 10 Sekunden die Einer-Dekade weiterschaltet. Als kleine Hilfe kann dabei die grüne LED Ag im Modul A dienen. Nach 10 Sekunden muß sie zum dritten Mal aufblinken. Wenn vier Minuten vorüber sind, wird Q 2 der Zehnerdekade positiv und der Transistor T 1A setzt ein RS-Flip-Flop. Von dessen Ausgang wird dann die Teilerkette IC 2C zurückgestellt und damit der Zählvorgang angehalten. Gleichzeitig wird ein Tongenerator mit dem IC 1 im Modul A eingeschaltet (s. Experiment 181 - 189 im Anleitungsbuch A) und der Alarmton ausgelöst.

A 1 - A 16
A 4 - C 28
A 6 - A 14
A 8 - A 46
A 12 - C 23
A 17 - P 6
A 18 - P 4
A 20 - A 22
A 21 - A 60
A 23 - A 47
A 24 - P 5
A 34 - C 33
A 36 - D 5
A 37 - A 59
A 44 - A 58
B 12 - C 18
B 21 - D 17
B 25 - B 32
B 27 - B 28
B 29 - B 30
B 31 - C 30
B 33 - P 3
C 6 - D 29
C 10 - D 8
C 11 - C 39
C 12 - C 32
C 13 - C 38
C 14 - D 26
C 15 - D 14
C 19 - C 37
C 26 - C 36
C 27 - C 31
C 29 - C 35
C 40 - D 7
D 1 - D 4

Mit der Pulttaste SW 1P können wir neu starten. Der Taster stellt die Zähler auf Null zurück, er bringt auch das Rücksetzsignal für das RS-Flip-Flop, so daß die Zählung wieder beginnt und der Alarmton aufhört.

Um die Sekunden von den Minuten leichter unterscheiden zu können, wurde der Dezimalpunkt der Zehnerdekade zum Leuchten gebracht (DP an plus).



548 Schlummer-Radio

Abends im Bett noch ein wenig Radio hören, macht unheimlich Spaß. Allerdings ist es dann oft nervig, wenn man nochmal aufstehen muß, um das Radio abzustellen, weil es nicht immer in Reichweite steht. Das folgende Experiment beseitigt das Ärgernis, weil das Radio nach 10 Minuten selbst abschaltet.

Gestartet wird mit der Pulttaste. Mit Hilfe des schwarzen Reglers im UKW-Modul kann der Sender eingestellt werden. Poti 2B (gelb) regelt die Lautstärke und mit Poti 1B (rot) wird die Zeit geeicht. Dabei hilft uns auch wieder die LED Ag. Sobald sie zum dritten Mal aufblinkt, sollten 10 Sekunden vergangen sein, dann schaltet das Radio genau nach 10 Minuten ab. Weil die rechte Anzeige im 10 Sekundenakt zählt, wird dort die 6 nicht erscheinen, weil bereits im Übergang von 59 nach 60 Sekunden auf 0 rückgestellt wird und die Zehnerstufe 1 weiterzählt.



Zur Technik:

Dieses Experiment ist eine Variante der vorherigen Schaltung. Hier schalten wir nicht den Sig-

nalgenerator, sondern die Tonfrequenz unseres UKW-Radios ein.

Das Schalt-Signal dazu entnehmen wir dem RS-Flip-Flop, das von der Uhrschaltung gesetzt wird. Ein positives Potential steuert den Transistor T 2A durch und sperrt T 2B. Der Radioton läuft dann über das Poti 2B zum Verstärker und wird vom Lautsprecher abgestrahlt. Wenn nach 10 Minuten ein Ausgangsimpuls am Carry out der Zehnerstufe das Flip-Flop wieder umsteuert, wird der Transistor T 2A gesperrt, T 2B wird leitend und das Radio verstummt. Die Pulttaste setzt das Flip-Flop wieder und der Vorgang beginnt neu.

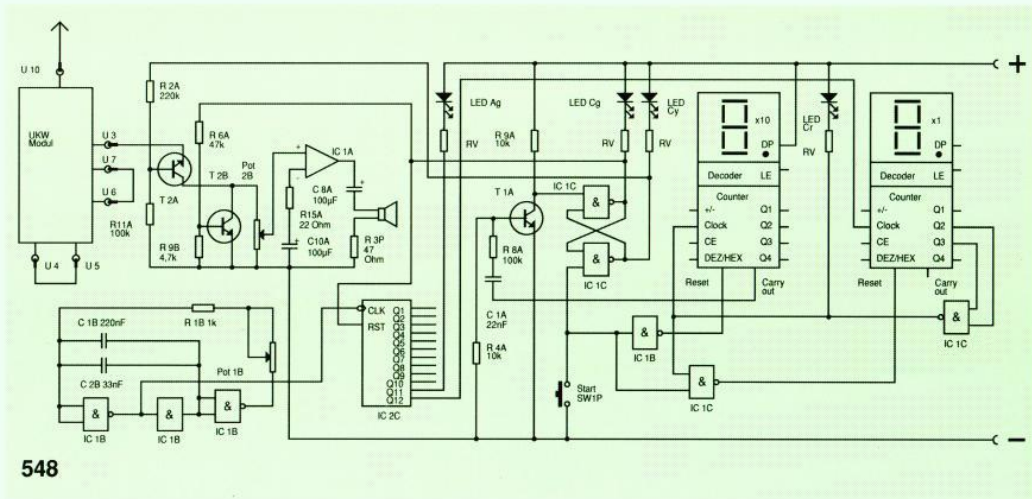
Anmerkung:

Im vorherigen Text taucht mehrmals der Begriff "das Flip-Flop wird gesetzt" auf. Hier noch einmal eine Kurzform der ausführlichen Beschreibung aus dem Anleitungsbuch C, Seite 53:

Wenn an einem Ausgang des Flip-Flop High liegt, führt der andere Low. Durch das "Setzen" kippt es in seinen anderen Zustand, und die Ausgänge vertauschen ihre Polarität .

548

- A 1 - A 16
- A 3 - A 44
- A 4 - C 28
- A 6 - A 14
- A 8 - A 46
- A 9 - C 34
- A 10 - B 9
- A 12 - C 23
- A 13 - U 3
- A 17 - P 6
- A 18 - A 34
- A 19 - A 27
- A 20 - A 22
- A 21 - B 3
- A 24 - P 5
- A 26 - A 42
- A 29 - B 8
- A 30 - B 2
- A 32 - C 37
- A 36 - D 18
- B 4 - B 16
- B 6 - B 17
- B 10 - B 18
- B 12 - C 18
- B 21 - D 17
- B 25 - B 32
- B 27 - B 28
- B 29 - B 30
- B 31 - C 30
- B 33 - P 3
- B 34 - C 9
- C 6 - D 29
- C 10 - D 8
- C 11 - C 39
- C 12 - C 35
- C 13 - C 38
- C 14 - D 26
- C 15 - D 14
- C 16 - P 4



550 Lottozahlen-Generator 6 aus 49

Die Wahrscheinlichkeit, 6 Richtige im Lotto zu haben, ist sehr gering, der Zufallsgenerator, den wir hier aufbauen, kann uns da leider auch nicht weiterhelfen.

Aber es macht doch mal Spaß, seine eigenen Lottozahlen zu ziehen.

Es ist verblüffend, wenn die Anzeige nach dem Start plötzlich bei einer zufälligen Zahl stehenbleibt. Das Spielfieber wird da schon ein wenig angeheizt oder nicht? Na, wer tippt die nächste Zahl richtig?

551 Ton kommt dazu

zusätzlich: C 1 - P 5
C 16 - P 6

Über den jetzt angeschlossenen Lautsprecher kann das Jaulen des schwankenden Taktsignals abgehört werden. Der Ton schwankt mit der Ladung bzw. Entladung des Kondensators C 3B.

552 Langsamer Zähltakt zur RESET-Überprüfung

Wer nicht glaubt, daß nach der Zahl 49 auf Null zurückgestellt wird, kann dies ganz einfach überprüfen:

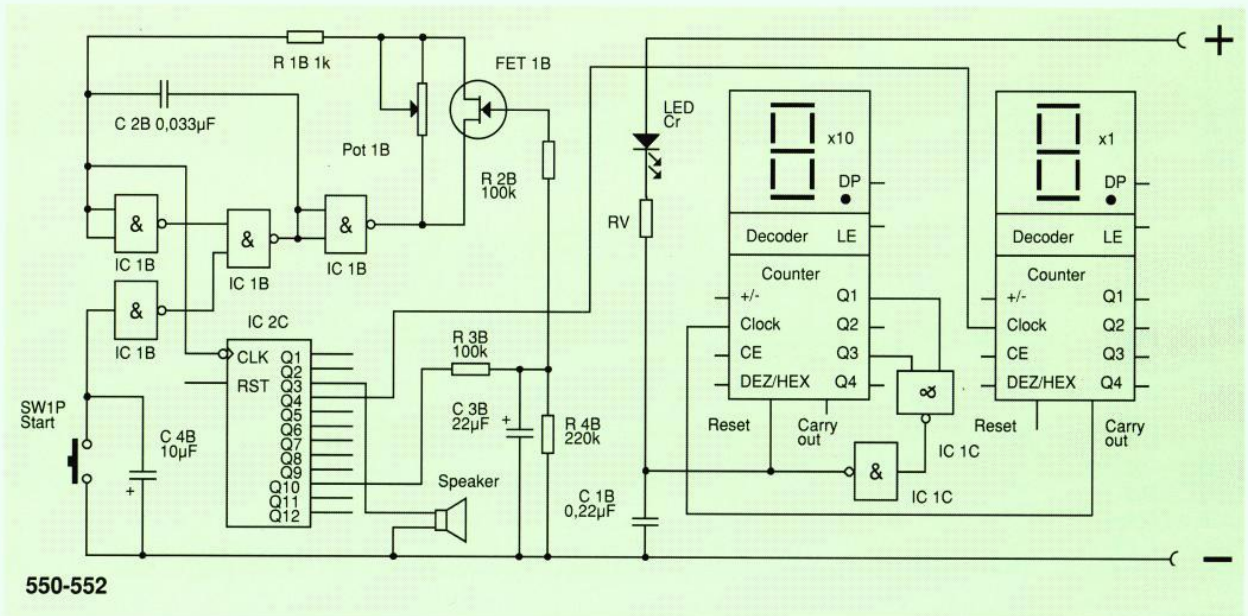
C 2 - D 29 entfernen C 21 - D 29
B 20 - C 22 entfernen

Durch die Wahl des Teiler-Ausganges Q8 (C21) im Modul C wird der Zähltakt verlangsamt. Außerdem heben wir die gleiche Verstimmung am Gate des FET 1B (B 20) auf.

Jetzt kann man nach dem Drücken der Pulttaste das RESET bei 49 verfolgen.

550

- B 1 - B 19
- B 16 - B 23
- B 17 - B 28
- B 18 - P 4
- B 20 - C 22
- B 21 - B 27
- B 24 - B 32
- B 25 - B 33
- B 29 - B 40
- B 30 - C 18
- B 31 - P 3
- B 39 - C 13
- B 38 - D 17
- C 2 - D 29
- C 9 - D 5
- C 10 - C 14
- C 11 - D 16
- D 7 - D 23



550-552

553

A 1 - A 16
 A 3 - A 51
 A 4 - C 29
 A 6 - A 14
 A 8 - D 25
 A 10 - A 52
 A 13 - A 17
 A 15 - A 28
 A 18 - A 48
 A 25 - B 7
 A 26 - B 2
 A 29 - C 30
 A 33 - D 13
 A 34 - D 14
 A 38 - B 32
 A 43 - A 53
 A 44 - A 54
 B 1 - B 19
 B 4 - C 39
 B 8 - D 20
 B 10 - C 32
 B 16 - B 28
 B 17 - P 4
 B 20 - C 23
 B 21 - B 27
 B 25 - C 12
 B 26 - B 33
 B 29 - B 40
 B 30 - C 18
 B 31 - P 3
 B 38 - C 13
 B 39 - D 17
 C 1 - P 5
 C 3 - D 29
 C 9 - C 31
 C 10 - C 14
 C 11 - C 40
 C 16 - P 6
 C 33 - D 5
 C 38 - D 16
 D 7 - D 23

553 Unterdrücken der Null.

Beim Lotto gibt es keine Null. Nur die Zahlen von 1 bis 49 sind gültig. Deshalb sollte unser Lotto-Generator so konzipiert werden, daß die Null nicht erscheinen kann.

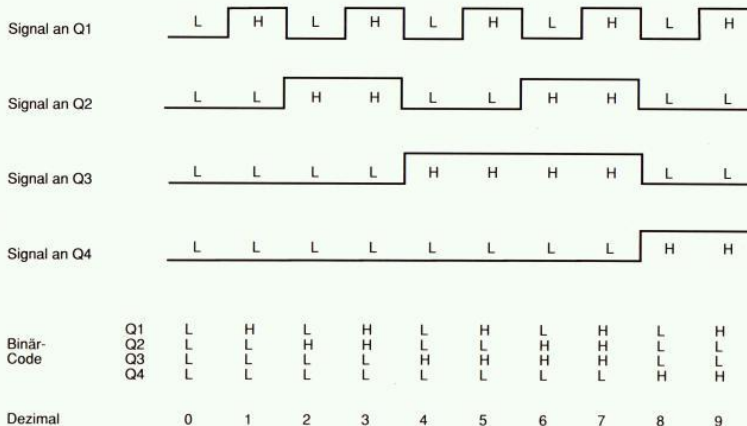
Dafür brauchen wir eine neue Schaltung.

Wenn Sie sich das Pegeldiagramm der Zähler ansehen, erkennen Sie, daß immer an einem der Ausgänge High liegt, wenn eine Zahl von 1 bis 9 angezeigt wird. Nur bei der Null führen alle Ausgänge Low.

Diesen Zustand können wir ausnutzen, um den Generator wieder neu zu starten, wenn tatsächlich einmal 00 auftreten sollte.

Der Zähler stoppt also erst, wenn eine Zahl von 01 - 49 erreicht ist.

Wenn die Lottomaschine zufällig einmal bei 00 stehen bleiben will, wirkt unsere umfangreiche Schaltung so, als würde ganz kurz auf die Starttaste gedrückt.



L = Low-Potential,

H = High-Potential

Diagramm zu Experiment 553

556 Der Speicher im Decoder-IC

Bei Digital-Meßgeräten ist es wichtig, Meßergebnisse abrufen zu können, während die nächste Messung ungestört weiterläuft. Dazu wird der momentane Meßwert in einen Speicher gerufen.

Genau dieses Prinzip ist die Grundlage der folgenden Schaltung.

Der Unterschied zum Experiment 554 liegt darin, daß mit der Pulttaste hier nicht der CLOCK-Enable-Eingang der Einer-Dekade, sondern die LE-Eingänge (D 2 und D 15) der beiden Decoder-IC auf High geschaltet werden. LE steht für Latch Enable (englisch = Freigabe Eingang).

Wird die Pulttaste gedrückt, hält die Zählung scheinbar an. Die Zahlen bleiben in der Anzeige stehen.

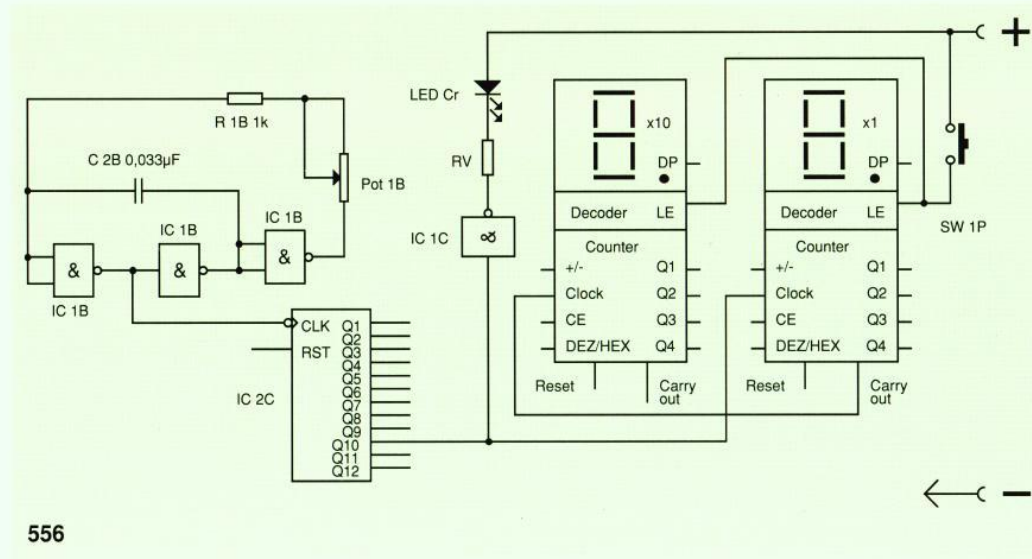
Beim Loslassen der Taste springt die Anzeige aber nicht wie bei Experiment 555 auf die nächste Zahl, sondern auf eine höhere. Wenn Sie das Aufblinker der LED Cr bei gedrückter Pulttaste mitzählen und zur Anzeige addieren, kommen Sie genau auf die Zahl, die beim Loslassen erscheint. Der Zähler arbeitet also weiter, während die Anzeige ruhig stehen bleibt. Dies wird durch eine Speicherung der Anzeige erreicht, die unabhängig vom Zählvorgang funktioniert.

Wenn an den LE-Eingängen High liegt, bedient der Speicher mit dem letzten Zählergebnis, das er übernommen hat, die Anzeige. Bei Low an den LE-Eingängen wird der Speicher wieder mit dem aktuellen Ergebnis des weiterlaufenden Zählers verbunden.

Was im Speicher steht, kommt also zur Anzeige.

556

- B 12 - C 18
- B 15 - P 3
- C 14 - C 31
- C 32 - D 29
- C 33 - C 22
- C 38 - D 2
- C 39 - D 15
- C 40 - P 4
- D 7 - D 23



557 Automatische Speicher-Aktualisierung

Wie im Experiment 555 bietet sich auch hier die Möglichkeit, einen Teiler-Ausgang des IC 2C im Modul C zu benutzen, um High an die LE-Eingänge zu legen. Die Aktualisierung des Speichers erfolgt dann automatisch, sobald Low vom Teiler-IC geliefert wird.

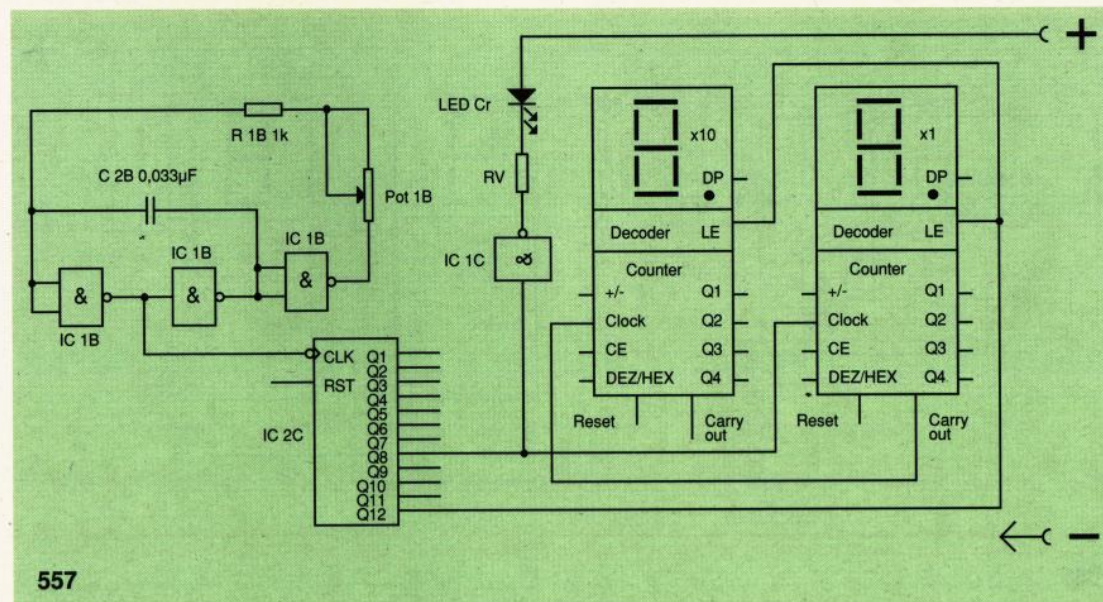
*B 15 - P 3 entfernen C 21 - C 33
C 22 - C 33 entfernen C 6 - C 40
C 40 - P 4 entfernen*

Wir haben auch hier wieder den Ausgang mit der längsten High Phase gewählt, also Q 12 (C 6). Jeweils nach 8 Impulsen kommt ein Zähl-Stopp bzw. eine Speicher-Aktualisierung.

Für die Konstruktion eines Meßgerätes ist diese Schaltung noch nicht optimal.

Das Zählen muß ganz verschwinden, nur die Ergebnisse sollen stehen bleiben und damit ablesbar sein.

Dies erreichen wir im nächsten Experiment, indem wir die High-Phase ganz kurz machen.



558 Speicher-Aktualisierung über differenzierten Impuls

- C 6 - C 40 entfernen
- A 14 - A 44
- A 34 - A 59
- A 36 - C 6
- A 46 - A 58
- A 60 - C 40

Das Rechteck-Signal von Q 12 wird jetzt über den Kondensator C 1A als Aktualisierungssignal zu den LE-Eingängen geführt.

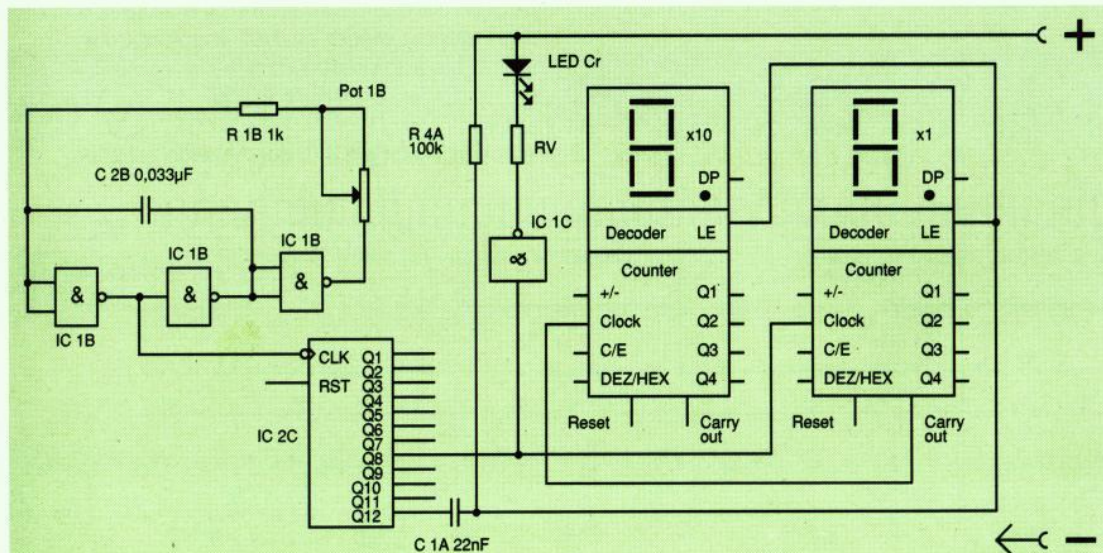
Hier kommt es so an, wie es das Diagramm 558-563 zeigt, nämlich als schmaler differenzierter Impuls. Über den Widerstand R 4A wird an die LE-Eingänge zusätzlich High gelegt. Der positive Anteil des Impulses hat dadurch keinen Einfluß, er wird vom High-Potential überlagert. Die sehr kurze negative Spitze reicht aber aus, um den Speicher zu aktualisieren.

Dabei springt die Anzeige vom letzten Ergebnis zum aktuellen. Die Zähl Schritte können am Blinken der LED Cr verfolgt werden.

Langsam stellt sich die Frage, was das Ganze mit einem Meßgerät gemeinsam haben soll. Wir kennen die Pause-Funktion und den Speicher im Decoder-IC. Die Aktualisierung des sogenannten Meßwertes erfolgt inzwischen automatisch. Aber wie kann auf Null zurückgesetzt werden? Halt, das wissen wir ja auch schon. Man muß nur wieder High an die RESET-Eingänge der Zähler legen.

Die RESET-Eingänge sind die Anschlüsse D 17 und D 8, aber wo bekommen wir unser High-Signal her? Im vorherigen Experiment haben wir die elegante Lösung dafür schon kennengelernt, nämlich die Arbeit mit einem differenzierten Impuls.

Wir holen uns diesen Impuls auch vom Rechteck-Signal an Q 12, allerdings von der positiven Flanke (siehe Diagramm 558-563).



559 RESET bei 4, 8, 16

A 36 - C 6 entfernen A 36 - A 55
 A 60 - C 40 entfernen A 37 - A 56
 C 21 - C 33 entfernen A 47 - C 35
 A 57 - C 6
 C 20 - C 33
 D 17 - C 37
 D 8 - C 36

Zur Differenzierung des Signals haben wir hier den Kondensator C 2A benutzt. Er liefert uns eine positive Spitze, die den Zähler an definierter Stelle auf 00 zurücksetzt:

Beim Teiler-Ausgang Q 9 (C 20) bei 8,
 beim Teiler-Ausgang Q 10 (C 22) bei 4,
 beim Teiler-Ausgang Q 8 (C 21) bei 16 usw.

560 RESET-Funktion erkennbar

Um das RESET sichtbar zu machen, wurden die LE-Eingänge vom Aktualisierungssignal abgeklemmt (durch Entfernen von A 60 - C 40).

Was geschieht, wenn wir diese Verbindung wieder einfügen?

zusätzlich: A 60 - C 40

An der Anzeige tut sich plötzlich nichts mehr. Sie zeigt konstant nur noch eine Zahl an. Beim Teiler Ausgang Q 9 (C 20) z.B. die 4.

Was ist passiert?

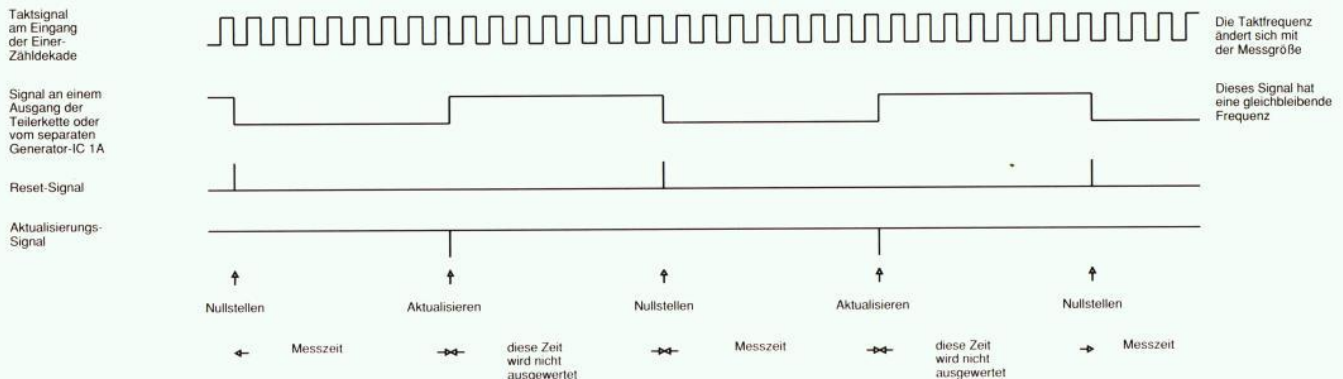
Wir lassen das RESET ausführen und doch erscheint keine Null und auch von einer Aktualisierung bemerken wir nichts. Trotzdem funktionieren RESET und Aktualisieren. Allerdings werden sie so schnell ausgeführt, daß die einzelnen Schritte für uns an den 7-Segment-Anzeigen nicht mehr zu erkennen sind. Die RESET-Funktion wird aber ganz deutlich, wenn sie kurz abgeschaltet wird:

A 47 - C 35 entfernen

Jetzt wird in 8-er Schritten immer weitergezählt, weil nicht ständig wieder bei Null angefangen wird. Wenn Sie nun wieder

A 47 - C 35

stecken, bleibt die 4 in der Anzeige erhalten.



Warum erscheint gerade die 4 in der Anzeige?

Wenn durch den positiven Nadel-Impuls (ganz kurze Impulse nennt man Nadel-Impulse) zurückgestellt wurde, beginnt die Zählung wieder bei 00. Sobald der negative Impuls auftritt, wird das Zählergebnis wieder zur Anzeige gebracht. Der Eingang unserer Einer-Dekade liegt hier am Teiler-Ausgang Q9. Zwischen Rückstellen und Aktualisieren laufen also 4 Impulse durch, die auch gezählt und angezeigt werden.

561 RESET bei 8, 16, 32, 64

Wenn wir den CLOCK-Eingang unseres Zählers an einen schnelleren Ausgang der Teilerkette IC 2C legen, z.B. an Q8 (C 21), laufen doppelt so viele Impulse ein:

C 20 - C 33 entfernen C 21 - C 33

In der Anzeige erscheint jetzt die 8. (siehe Diagramm 558-563)

An Q 7 wird das Ergebnis wieder verdoppelt:

C 21 - C 33 entfernen C 5 - C 33

Die Anzeige schaltet auf 16.

Bei Q 6 erleben wir wieder eine Verdopplung:

C 5 - C 33 entfernen C 4 - C 33

Jetzt haben wir die 32, auch die 64 können wir nach dem gleichen Schema schnell abgreifen:

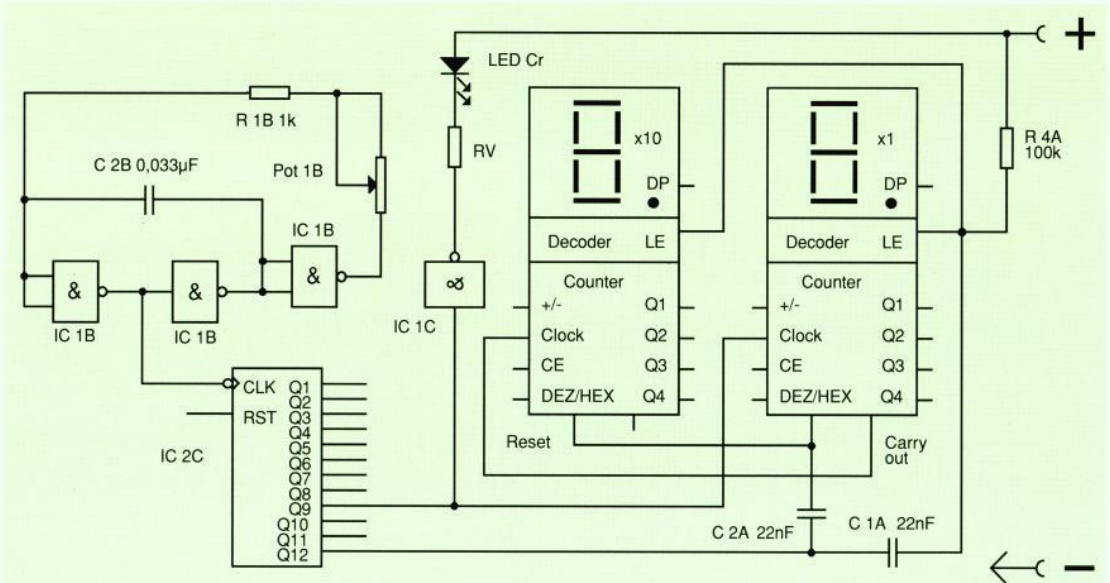
Q 5 liefert sie.

C 4 - C 33 entfernen C 3 - C 33

562 RESET bei 128

Eine erneute Verdopplung würde der Ausgang Q 4 anbieten. Wenn wir ihn anschließen, sehen wir aber leider nur die 28, da uns mit einem Modul D ja nur zwei Stellen zur Verfügung stehen.

C 3 - C 33 entfernen C 2 - C 33



Wersich an die Vorstellung des Hexadezimalsystems erinnert (Experiment 538/539), kann dieses Problem schnell lösen.

Die Zehner-Dekade braucht nur auf hexadezimale Anzeige umprogrammiert zu werden.

Na, wie ging das jetzt wieder?

Genau. High muß an den Eingang für Dezimal/Hexadezimal-Umschaltung (D 22) gelegt werden (siehe Schaltbild Modul D).

Dafür genügt eine Leitung:

zusätzlich: *D 1 - D 22*

Jetzt erhalten wir die Anzeige C 8. Wir erinnern uns, im Hexadezimal-System steht A für 10, B für 11, C für 12 ... F für 15. Demnach ist C 8 mit der Zahl 128 gleichzusetzen. Unsere Anzeige stimmt.

Bisher haben wir das Signal für RESET, das Aktualisierungssignal und die Zählimpulse aus einer Teilerkette genommen, die von unserem IC-Generator angesteuert wurde.

Zwischen den Signalen bestand damit ein festes Teiler-Verhältnis.

Bei einer richtigen Messung soll die Anzeige aber dem Wert der Meßgröße entsprechen. Wir dürfen

also die Zählimpulse nicht aus der Teilerkette entnehmen. Sie müssen aus einer Quelle stammen, deren Impulsfrequenz direkt von der Meßgröße beeinflusst wird.

Dafür braucht man zwei verschiedene Rechteckgeneratoren.

Von einem entnehmen wir die Impulse zum Aktualisieren und für das RESET. Hier ist der feste Zusammenhang ja gewünscht. Wir benutzen dazu einen Generator mit dem IC 1A aus Modul A. Er ist schon im Experiment 178 beschrieben. Zum Zählen verwenden wir den IC-Generator aus Modul B. Seine Ausgangsfrequenz wird im Modul C heruntergeteilt. Wir legen an den CLOCK-Eingang der Einer-Zähldekade einfach einen Ausgang der Teilerkette.

Um messen zu können, müssen wir die Frequenz des IC-Generators durch die Meßgröße beeinflussen.

Ein Elektronik-Bauteil im Modul B bietet uns diese Möglichkeit - der Feldeffekttransistor FET 1B.

(Wer nachlesen möchte, was es mit diesem Bauteil auf sich hat, kann dies im Anleitungsbuch A/B ab Seite 106 tun.) Damit haben wir alle Voraussetzungen geschaffen, die für das digitale Messen notwendig sind.

563 Digitale Anzeige der Gleichspannung

Stellen Sie Poti 1B (rot) auf Linksanschlag und das Pult-Poti 1P auf Rechtsanschlag. Dann wird mit Hilfe des Poti 2B (gelb) die Anzeige auf ca. 90 eingestellt.

Wir haben jetzt die zwei oben erwähnten Generatoren im Betrieb. Jeder von ihnen liefert uns am Ausgang ein Rechtecksignal. Den Generator mit dem IC 1A benutzen wir zum Rückstellen und Aktualisieren des Meßwertes.

Das Gate unseres FET liegt am Schleifer des Pultpotentiometers. Dort können wir den gesamten Spannungsbereich von (+) nach (-) abgreifen und so die Generatorfrequenz verändern und den Zahlenwert der Anzeige einstellen.

Ein digitales Meßgerät ist entstanden. Weil Sie bei dieser Schaltung nur das Prinzip kennenlernen sollen, ersparen wir uns eine aufwendige Eichschaltung, die eine genaue Anzeige in Volt oder Millivolt ermöglichen würde.

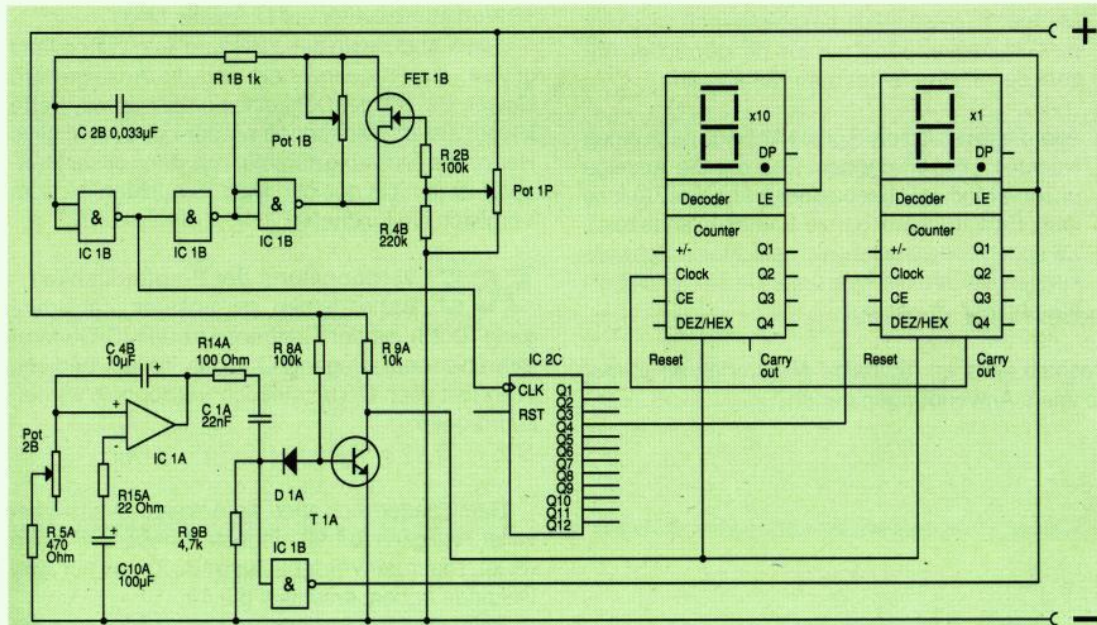
Was ist der Unterschied analog - digital?

“Ein analoges Meßgerät funktioniert mit einem Zeiger, es ist ungenau und wird heute von digitalen Meßgeräten ersetzt. Im Gegensatz dazu ist das Digital-Meßgerät sehr genau und damit modern”.

Solche oder so ähnliche Vorstellungen hört man immer wieder, wenn dieses Thema besprochen wird. Beide Aussagen stimmen aber nicht, oder doch nur zum Teil.

563

- A 1 - A 16
- A 3 - A 40
- A 5 - C 31
- A 6 - A 14
- A 8 - A 15
- A 17 - A 35
- A 20 - A 22
- A 21 - A 60
- A 23 - A 46
- A 24 - B 23
- A 36 - A 51
- A 45 - B 3
- A 50 - A 52
- A 53 - B 10
- A 54 - B 25
- A 58 - B 4
- A 59 - B 24
- B 9 - B 16
- B 12 - C 18
- B 15 - P 11
- B 17 - P 10
- B 19 - P 9
- B 21 - C 35
- C 2 - D 29
- C 32 - D 17
- C 33 - D 8
- C 36 - D 2
- C 37 - D 15
- D 7 - D 23



Kommen wir also zur Richtigstellung:

- Es ist richtig, daß ein analoges Meßgerät oft einen Zeiger besitzt, wie z.B. unser Pult-Meßgerät.
- Es ist aber nicht richtig, daß diese Art der Anzeige veraltet ist, vielmehr hat sie den Vorteil, innerhalb eines bestimmten Bereichs jeden Wert annehmen zu können, also auch Zwischenwerte.
- Es eignet sich hervorragend zur Anzeige von gleitenden Änderungen - z.B. in Ton-Mischpulten.
- Mit der Genauigkeit ist das so eine Sache. Bei analoger Datenverarbeitung kann man maximal eine Genauigkeit von ca 10^{-3} erreichen, d.h. man kann noch drei Stellen hinter dem Komma sichtbar machen (0,001). Für viele Zwecke reicht das aus.
- Im Gegensatz dazu kann man mit einem digitalen Meßgerät tatsächlich beliebig genau messen, die Genauigkeit hängt nur von der gewählten Anzahl der Stellen hinter dem Komma ab.
- Allerdings besitzt die digitale Anzeige auch einen Nachteil. Dies wird jedem klar, der die Anzeige unseres Moduls D beobachtet, wenn eine Zählung läuft. Es werden nur ganze Einheiten angezeigt, Zwischenwerte tauchen nicht auf. Kleine Schwankungen werden deshalb unter Umständen überhaupt nicht angezeigt.

Deshalb wird es für beide Meßverfahren immer optimale Anwendungen geben.

564 Lichtmessung mit dem LDR

Wiederholung

LDR steht für **L**ight **D**ependent **R**esistor - ein lichtempfindlicher Widerstand. Sein Widerstandswert ist bei Dunkelheit sehr groß und wird mit zunehmender Helligkeit immer kleiner.

Diese Eigenschaften nutzen wir zur Lichtmessung:

<i>B 15 - P 11 entfernen</i>	<i>A 18 - A 34</i>
<i>B 17 - P 10 entfernen</i>	<i>A 44 - B 39</i>
<i>B 19 - P 9 entfernen</i>	<i>B 19 - B 40</i>
	<i>B 15 - LDR</i>
	<i>B 38 - LDR</i>

Wir haben nur das Pultpotentiometer mit dem LDR vertauscht. Bei großer Helligkeit ist er niederohmig, und an den FET gelangt die volle Plusspannung. Der IC-Generator schwingt dann mit einer hohen Frequenz.

Mit dem Poti 2B (gelb) stellen wir die Anzeige auf ca. 90. Dabei muß der LDR beleuchtet werden. Poti 1B (rot) steht wieder auf Linksanschlag.

Beim Abdunkeln des LDR wird sein Widerstand größer, die Frequenz sinkt und die Anzeige wird kleiner. Bei völliger Dunkelheit erreichen wir Werte kleiner als 10. Wir können wieder nur eine relative Helligkeits-Messung durchführen, denn unser Meßgerät ist ja nicht geeicht. Dazu brauchten wir zum Vergleich ein Luxmeter.

565 Verdoppelung der Empfindlichkeit

Bisher haben wir unseren Zählereingang (D 29) mit der Taktfrequenz des IC-Generators über den Ausgang Q 4 des Teilers bedient. Wenn wir nach Q 3 umstecken, verdoppeln wir diese Frequenz.

<i>C 2 - D 29 entfernen</i>	<i>C 1 - D 29</i>
-----------------------------	-------------------

Damit ändert sich auch die Anzeige. Weil wir bei voller Helligkeit auf 90 eingestellt haben, erhalten wir jetzt nach der Verdoppelung 180. Da wir nur zwei Dekaden haben, erscheint die 80.

Beim Abdunkeln können wir genau verfolgen, wie die Anzeige unter 100 absinkt. Plötzlich geht es

von 00 auf 99, bis man dann bei völliger Dunkelheit die 20 erreicht. Wir durchlaufen also zweimal den Bereich von 80 bis 20 an unserer Anzeige. Ein Nachteil, den wir in Kauf nehmen müssen, um diese Empfindlichkeit zu erreichen. Man kann jetzt schon kleine Helligkeitsunterschiede sichtbar machen, z.B. die Lichtreflexion von einer hellen Fläche im Licht oder im Schatten.

566 Empfindlichkeit auf die Spitze getrieben

C 1 - D 29 entfernen C 17 - D 29

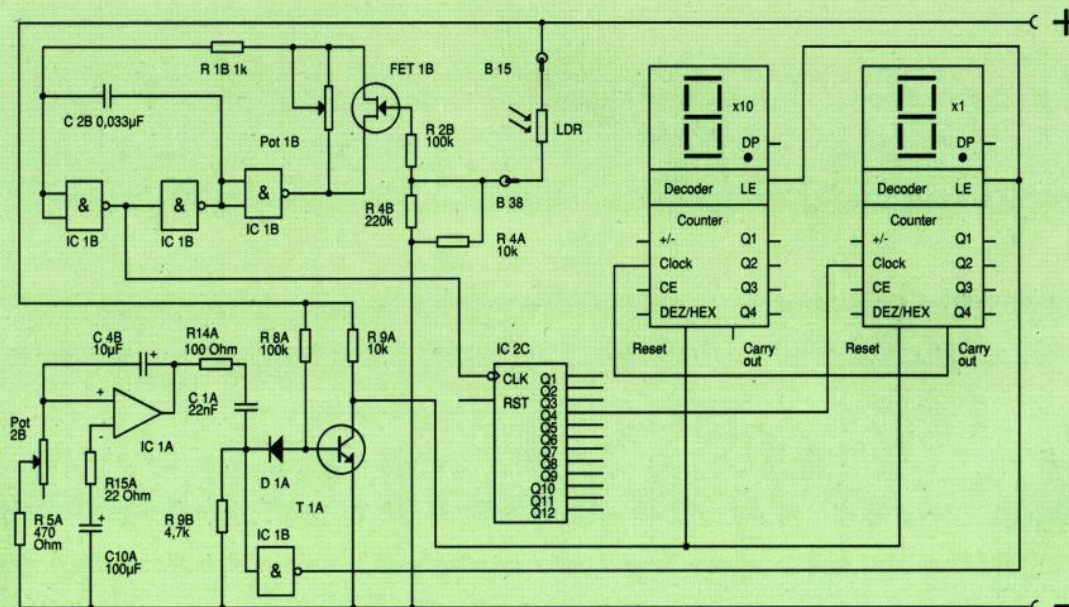
Die vierfache Taktfrequenz an Q2 (C 17) des IC-Generators läßt schon die Messung sehr kleiner Lichtunterschiede zu. Die maximale Helligkeit wird von der Zahl 360 (Anzeige: 60) wiedergegeben. Absolutes Dunkel entspricht ca. der Zahl 40.

Die im vorherigen Experiment besprochene Problematik der Hundertersprünge taucht hier gleich

dreimal auf. Mit unserer Anzeige auf 2 Dekaden läßt sich diese hohe Empfindlichkeit aber gut ausnützen, um kleine relative Helligkeitsunterschiede, z.B. bei unterschiedlich farbigen Flächen, zu vergleichen.

Vor dem nächsten Experiment stellen wir die Ausgangssituation von Experiment 564 wieder her:
C 17 - D 29 entfernen C 2 - D 29

Stellen Sie die Anzeige bei voller Helligkeit wieder auf den Wert 90 ein.



Zur Eichung:

Das Pultpotentiometer benötigen wir für den Feinabgleich. Stellen Sie es auf 5.

Das gelbe Pot 2B drehen Sie zunächst auf den rechten Anschlag.

Durch langsames Linksdrehen am gelben Pot 2B eichen wir die Anzeige auf 20°C Zimmertemperatur. Jetzt haben Sie schon den ungefähren Anzeigebereich eines normalen Thermometers eingestellt.

Beim Erwärmen des NTC mit der Hand oder mit einem Föhn steigt die Anzeige auf höhere Temperaturwerte. Wenn man die Wärmequelle wieder entfernt, verringert sich auch das Meßergebnis.

Eine ganz genaue Übereinstimmung zur Thermometereichung kann mit dieser Grundschaltung noch nicht erreicht werden. Die Einstellung läßt sich aber verbessern, wenn man (mit etwas Fingerspitzengefühl) zur Eichung auch das Pultpotentiometer und das rote Pot 1B mitbenutzt.

569 Steigern der Empfindlichkeit

Manchmal ist nicht die absolute Temperatur gefragt, sondern die Abweichung von einem eingestellten Wärmewert.

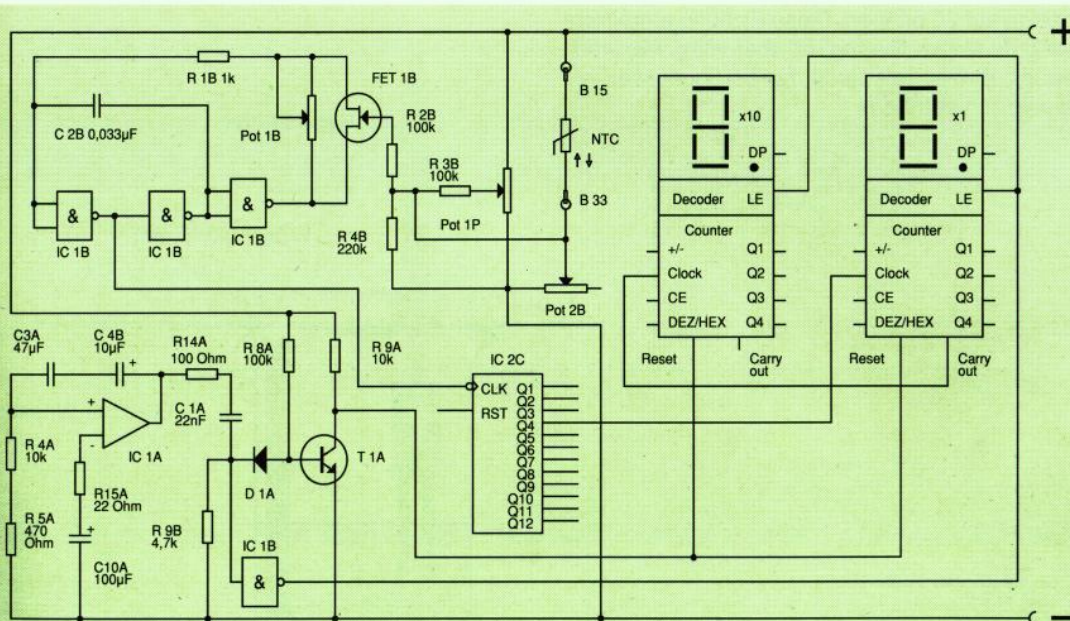
Stecken Sie dazu um:

C 2 - D 29 entfernen C 17 - D 29

Wir stecken für dieses Experiment den Eingang der Einer-Dekade von Q 4 nach Q 2 um. Dadurch erhöht sich die Zählfrequenz um das Vierfache. Wenn sich im vorigen Experiment die Anzeige um eine Zahl änderte, dann haben wir jetzt eine Änderung von Vier.

Zur Eichung:

Mit dem gelben Pot 2B stellen Sie bei Zimmertemperatur die Anzeige auf 50. Schon mit Ihrer Körpertemperatur können Sie die Anzeige über 99 hinaus verändern. Wir haben damit ein empfindliches Vergleichsinstrument aufgebaut.



570

A 1	-	A 16
A 3	-	A 40
A 5	-	A 58
A 6	-	A 14
A 8	-	A 15
A 17	-	A 28
A 20	-	A 22
A 21	-	A 57
A 23	-	A 46
A 24	-	B 23
A 29	-	A 55
A 36	-	A 51
A 50	-	A 52
A 53	-	B 9
A 54	-	B 25
A 56	-	B 24
A 59	-	D 17
A 60	-	D 8
B 3	-	B 39
B 4	-	B 16
B 10	-	B 17
B 12	-	C 18
B 19	-	B 40
B 21	-	C 35
C 2	-	C 14
C 13	-	D 29
C 36	-	D 2
C 37	-	D 15
D 7	-	D 23
B 15	-	F-F
B 38	-	F-F

570 **Vorsicht!** **Überschwemmungsgefahr**

Um einen Wasserstandsmesser zu bauen, brauchen wir folgende Dinge:

- ein Glas oder einen Becher halbvoll Wasser
- eine Wäscheklammer
- den Feuchtfühler, Meßfühler Leitfähigkeit, gelb
- unsere Module A, B, C und D

Und schon geht es los. Zunächst stecken wir die angegebenen Verbindungen.

Der über die Kontakte B 15/B 38 angeschlossene Feuchtfühler dient uns als Sensor. Mit der Wäscheklammer befestigen wir ihn so, daß die Fühler spitzen ca. 1 mm ins Wasser eintauchen. Für die Eichung ist es sehr wichtig, daß die Eintauchtiefe konstant bleibt - deshalb die Wäscheklammer.

Zur Eichung:

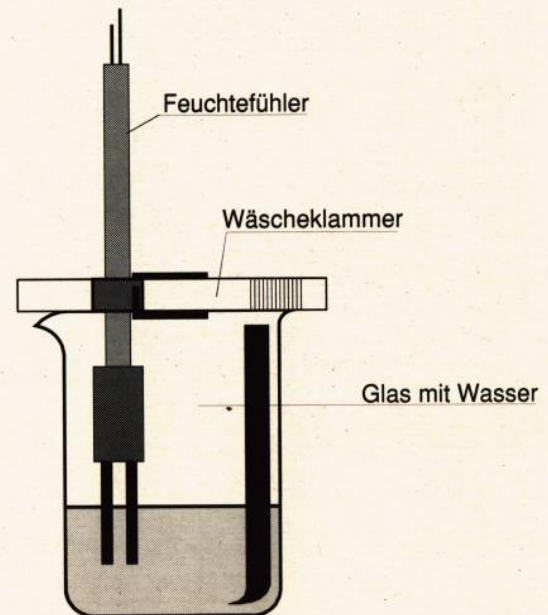
Pot 1B und Pot 2B auf Linksanschlag stellen. Mit Pot 2B (gelb) durch langsames Drehen nach rechts die Anzeige auf 15 einstellen. Dann mit Pot 1B (rot) die Anzeige auf 20 bringen. Diese Eichung ermöglicht eine gute Meßauflösung, ist aber völlig willkürlich gewählt. Es bleibt also jedem selbst überlassen, sie beliebig zu verändern.

Zur Messung:

Wenn wir die Wäscheklammer abnehmen und den Feuchtfühler tiefer eintauchen oder mehr Wasser ins Glas gießen, steigen die Zahlenwerte unserer Anzeige. Diese gibt die relative Wassertiefe an, die Zahlen entsprechen also nicht einer bestimmten Millimeter-Zahl, die der Meßfühler eintaucht.

Zur Funktionsweise:

Wasser hat eine geringe elektrische Leitfähigkeit. Deshalb fließt bei unserer Eichung nur ein kleiner Strom durch das Wasser von einem Fühlerende zum anderen. Dieser Strom bestimmt die Spannung am Gate des FET (Feldeffektransistor) und damit die Frequenz unseres Taktgenerators. Wenn wir den Wasserspiegel ansteigen lassen, wird auch die vom Wasser verbundene Strecke zwischen den Fühlerenden immer größer. Dadurch fließt mehr Strom, die Frequenz des Generators nimmt zu und unsere Anzeige steigt an. Wir können also die relative Wasserhöhe in Zahlen ablesen.

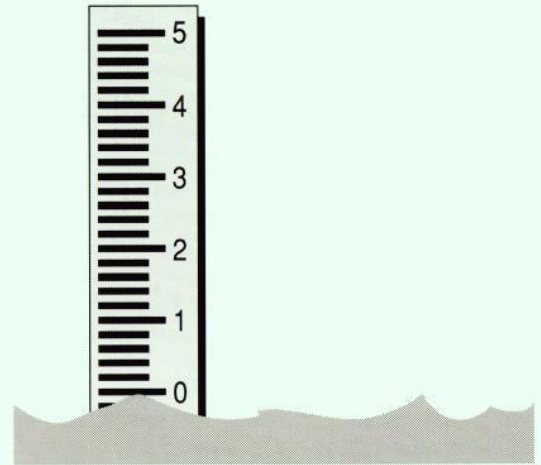


Wasserstandsmessung

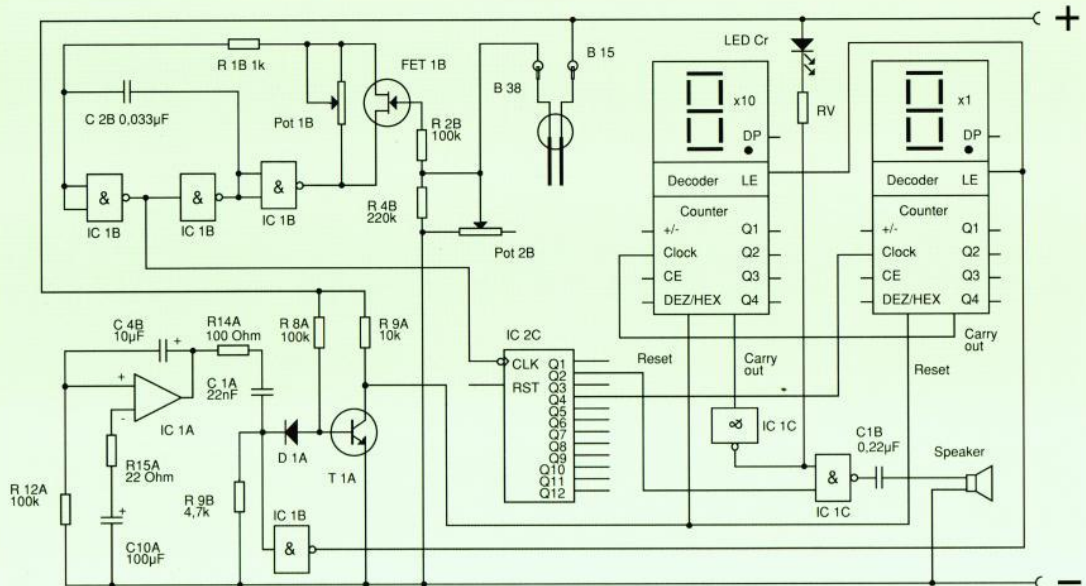
572 Alarm! Der Wasserstand steigt Um die Bevölkerung rechtzeitig vor Überschwemmungen warnen zu können, wird an unseren Bächen und Flüssen der Wasserstand regelmäßig gemessen. Diese Aufzeichnungen erfolgen normalerweise durch automatische Meßeinrichtungen. Ab einer kritischen Wasserhöhe wird zunächst die Schifffahrt eingestellt und dann, bei weiterem Ansteigen des Wasserspiegels, umliegende Städte und Gemeinden gewarnt.

Wir bauen unsere Wasserstandsanzeige so aus, daß sie ab einer kritischen Höhe Alarm gibt:

zusätzlich: C 9 - C 12
C 29 - D 18



Das Carryout-Signal der Zehnerdekade wird hier genutzt, um den Ton vom Teiler-Ausgang Q 2 für den Lautsprecher zu sperren oder freizugeben. Mit der ursprünglich vorgenommenen Eichung beginnt bei der Zahl 38 das Warnsignal mit kurzen Tonimpulsen.



573 Ereigniszähler

Was ist ein "Ereigniszähler" fragt sich vielleicht der Eine oder Andere - jemand, der am Straßenrand sitzt und schaut, ob die Autos rechts oder links abbiegen? Das kommt schon fast hin. Allerdings handelt es sich dabei nicht um eine Person, sondern um eine Lichtschranke, die immerwiederkehrende Ereignisse registriert und an den Zähler weiterleitet. Teilchen- oder Ereigniszähler werden in der Warenproduktion z.B. am Fließband eingesetzt, um die produzierte Stückzahl anzuzeigen, oder, wie in unserem Beispiel, bei Verkehrszählungen. Selbstverständlich können damit auch Personen gezählt werden. Die Lichtschranke am Eingang zur U-Bahn funktioniert nach diesem Prinzip.

Das RESET auf Null erfolgt wie üblich mit der Pulttaste.

Die Lichtschranke muß eindeutig unterbrochen werden. Probleme gibt es allerdings, wenn die Signale vom Sensor keine steilen Flanken haben, weil

z.B. die Lichtschranke durch eine schiefe Kante nur langsam unterbrochen wird. Dabei könnten mehrere Zählimpulse auftreten, die das Ergebnis verfälschen.

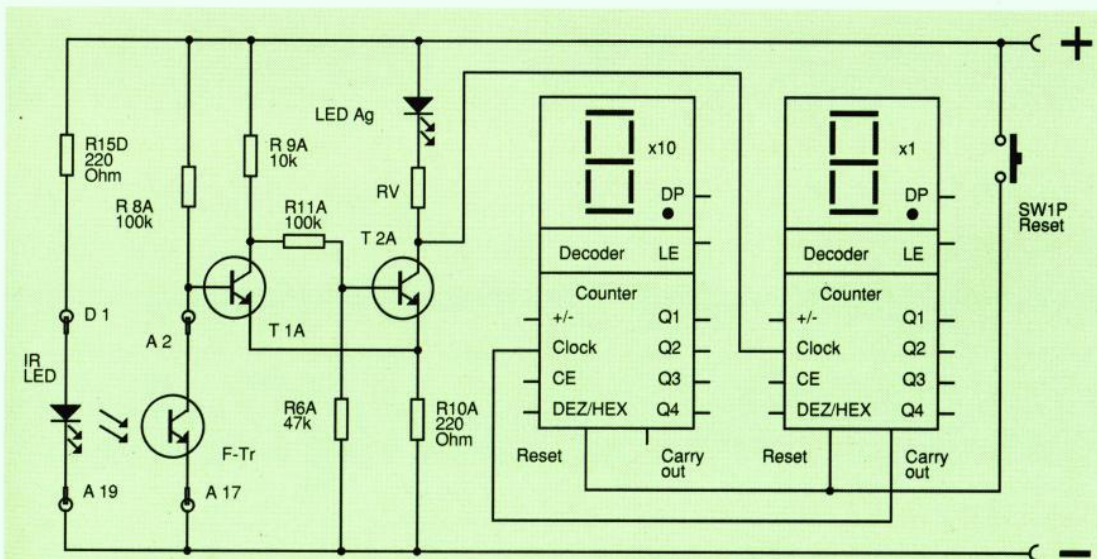
Deshalb verwenden wir wieder den Schmitt-Trigger (oder Schwellwert-Schalter), der schon vom Exeriment 136 bekannt ist. Diese Transistor-Schaltung eignet sich besonders gut, um pro Ereignis nur ein Zähl-Signal zu liefern.

Gezählt wird bei diesem Experiment mit der positiven Flanke des Rechtecksignals. Sie tritt auf, wenn Transistor T 1A leitend wird und Transistor T 2A sperrt. An der LED Ag können wir dies gut verfolgen.

Wenn wir ganz langsam mit einem Finger die Lichtschranke unterbrechen, wird diese LED dunkel. Dieser Vorgang markiert die positive Flanke des Signals. Hier schaltet die Anzeige auch um eine Zahl weiter. An der negativen Flanke, wenn wir die Lichtschranke verlassen, leuchtet die LED wieder auf.

573

- A 1 - A 13
- A 5 - A 27
- A 6 - A 14
- A 7 - A 16
- A 8 - A 15
- A 9 - A 18
- A 10 - A 26
- A 12 - A 29
- A 30 - D 29
- B 15 - P 3
- D 7 - D 23
- D 8 - D 10
- D 9 - D 17
- D 11 - P 4
- A 2 - Ftr r
- A 17 - Ftr w
- D 30 -
- IR-LED w
- D 1 -
- IR-LED r



575 Alarm! Der Aufzug ist voll

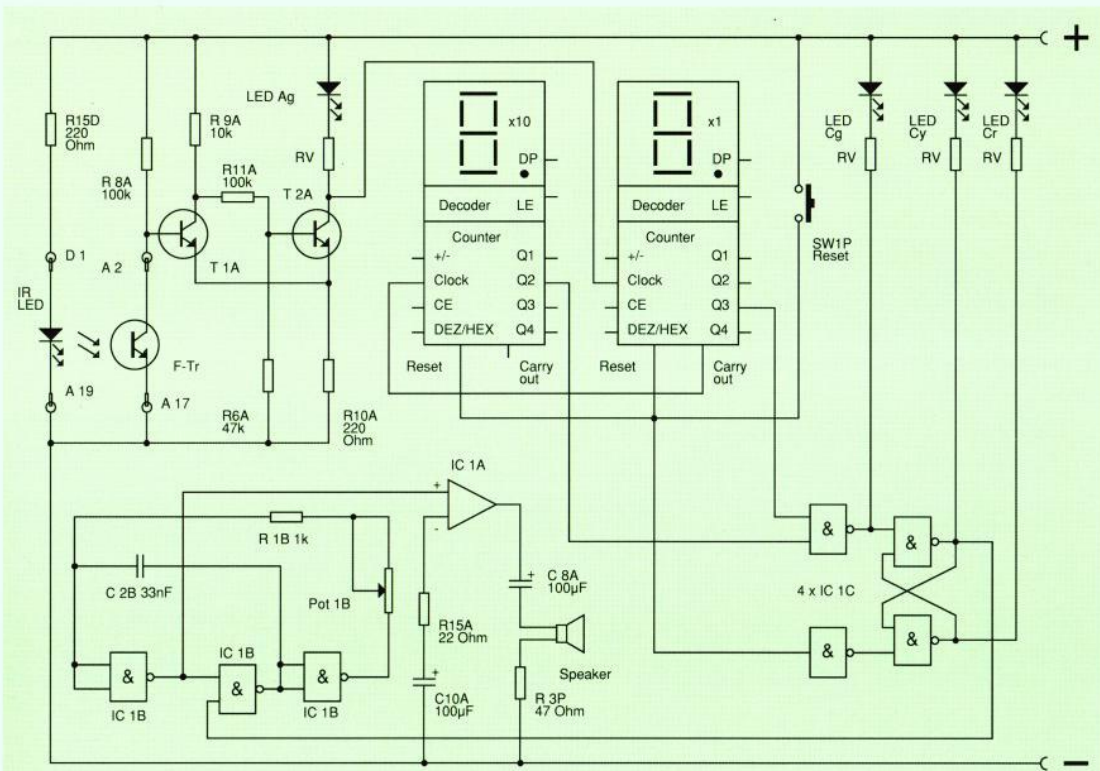
Die Schaltung aus dem vorherigen Experiment kann nützlich ausgebaut werden, indem man nach einer bestimmten Grenzzahl ein Alarm-Signal ertönen läßt. Stecken Sie neu.

Wir haben hier den Ausgang Q 2 (D 5) der Zehner-Dekade gewählt. Nach vier Impulsen (die Anzeige steht dann bei 40) erfolgt der Sprung von Low nach High (vgl. Experiment 54). Jetzt tritt das RS-Flip-Flop in Aktion, welches im Vergleich zum vorherigen Experiment dazugefügt wurde. Einer seiner beiden Ausgänge ist mit dem Eingang eines NAND verbunden, dessen zweiter Eingang vom IC-Generator angesteuert wird.



575

- A 1 - A 13
- A 5 - A 27
- A 6 - A 14
- A 7 - A 16
- A 8 - A 15
- A 9 - A 18
- A 10 - A 26
- A 12 - A 29
- A 20 - A 22
- A 21 - B 12
- A 24 - P 5
- A 30 - D 29
- B 11 - B 38
- B 15 - P 3
- B 16 - P 6
- B 39 - C 14
- B 40 - C 12
- C 9 - C 34
- C 10 - C 15
- C 13 - C 30
- C 26 - C 29
- C 28 - D 5
- C 31 - D 8
- C 32 - D 17
- C 33 - P 4
- D 7 - D 23
- A 2 - Ftr r
- A 17 - Ftr w
- D 30 -
- IR-LED w
- D 1 - IR-LED r



Der Signalton vom Generator kann nicht passieren, wenn das RS-Flip-Flop gesetzt ist. Dies sieht man auch an der LED Cy, die in diesem Fall leuchtet. Ist aber die Grenzzahl erreicht, wird das Flip-Flop zurückgesetzt, die LED Cr und Cg leuchten auf, während Cy verlöscht und der Warnton zum Lautsprecher durchgeschaltet wird.

Für einen deutlichen Warnton sollte Poti 1B auf Linksanschlag stehen. Abschalten des Alarms und RESET auf Null erfolgt mit der Pulttaste.

576 Alarm bei selbst gewählter Zahl
Selbstverständlich kann man den Alarm bei jeder beliebigen Zahl auslösen, es gibt schließlich auch kleine und große Aufzüge. Bei 24 Personen muß man die Ausgänge Q 3 der Einerdekade und Q 2 der Zehnerdekade der Zähler miteinander verknüpfen:

*C 28 - D 5 entfernen C 27 - D 14
C 28 - D 20*

Hier sind von der Zehner-Dekade der 2. Ausgang und von der Einer-Dekade der 3. Ausgang über ein NAND zusammengeführt worden. Bei der Zahl 24 wird das RS-Flip-Flop umgesteuert und das Signal durchgeschaltet.

Keine Angst vorm Experimentieren. Es kann ja schließlich nichts passieren, wenn Sie alle Verknüpfungsmöglichkeiten der Ausgangssignale durchspielen.

FREQUENZMESSUNG

Frequenzen, also Töne oder rhythmische Bewegungen, kann man nach der Zahl ihrer Schwingungsperioden je Sekunde bestimmen. Das Ergebnis wird mit der Einheit Hertz, kurz Hz, nach dem Physiker Heinrich Hertz, benannt. Frequenzen zu messen ist eine ganz wichtige Aufgabe in der Meßtechnik.

577 Messung der Netzfrequenz
Die Helligkeit einer Leuchtstoffröhre schwankt mit jedem Nulldurchgang der Netzfrequenz. Die Hersteller versuchen dies zwar durch das Nachleuchten der Beschichtung zu mindern, dennoch sind die Intensitätsunterschiede viel stärker als bei einer Glühlampe. Unserem Auge fällt dies nicht auf, es ist dafür zu träge. Über unsere Elektronik können wir diese Schwankungen aber registrieren und so die Frequenz unseres Stromnetzes messen.



Zur Technik:

Als Sensor nehmen wir den Foto-transistor. Er wird an eine Schaltung mit T 1A und T 2A angeschlossen, die man Schmitt-Trigger nennt. Sie ist im Anleitungsbuch zu Modul A unter Experiment 137 ausführlich beschrieben. Der Ausgang des Triggers an A 30 wird über ein NAND dem Zählereingang an D 29 zugeführt. Das Reset- und das Aktualisierungssignal entnehmen wir wieder, wie in den Experimenten 557 - 561, der Teilerkette im Modul C.

Die Leuchtstofflampe wird bei jedem Nulldurchgang dunkel. Also 100 mal in der Sekunde bei einer Netzfrequenz von 50 Hz. Damit man gleich den Wert in Hz, also 50, ablesen kann, verwenden wir den Ausgang Q 11 (C 23). Dort stehen die Steuereimpulse im 1/2-Sekunden-Takt zur Verfügung. Die 100 Dunkelphasen werden also durch zwei geteilt, in der Anzeige erscheint die Zahl 50.

578 Pult-Poti als Einstellhilfe
 Durch drei zusätzliche Verbindungen kann die Eichung mit dem leichter einstellbaren Pult-Poti ausgeführt werden. Poti 1B dann auf Linksanschlag drehen.

zusätzlich: *B 14 - P 10*
 B 17 - P 11
 B 20 - P 9

Der Sekunden-Takt an der LED Cr läßt sich jetzt bedeutend einfacher einstellen.

579 Leichtere Eichung mit dem Lautsprecher

Eine weitere Erleichterung bringt der Anschluß des Lautsprechers.

zusätzlich: *B 16 - P 6*
 B 28 - C 13
 B 29 - P 5

Das leise Knacken entspricht dem Blinken der LED Cr. Damit kann man sich beim Eichen wieder voll auf die Vergleichsuhr konzentrieren.

Hinweis:

Die Kraftwerke halten sehr exakt die 50 Hz-Netzfrequenz ein. Synchronuhren laufen deshalb monatelang sekundengenau. Dies kann man nun auch bei unserem Experiment ausnutzen. Wenn die Anzeige konstant auf 50 stehen bleibt, weiß man, daß die Zeitbasis genau eingestellt ist. Wir werden bei einem späteren Versuch so eichen.

580 Bildfrequenz des Fernsehers
 Das Bild an Sichtgeräten, wie Fernsehern, Computer- und Radar-Bildschirmen, oder ähnlichem, wird von einem Elektronenstrahl erzeugt. Dieser bringt eine spezielle Schicht hinter dem Glas der Bildröhre zum Aufleuchten. Bei Fernsehgeräten wird das Bild wegen Zeilenversatzes 50 mal in der Sekunde erneuert, d.h. der Elektronenstrahl muß ebensooft jede Stelle des Bildes durchlaufen. Damit Augen und Nerven nicht zu sehr strapaziert werden, hat man bei Computern die sogenannte Bildfrequenz noch weiter gesteigert, z.B. auf 60 bis 90 Hz. Diese Frequenz können wir mit unserer Meßeinrichtung ohne Mühe anzeigen:

<i>A 57 - C 23 entfernen</i>	<i>A 57 - C 35</i>
<i>C 6 - C 14 entfernen</i>	<i>C 6 - C 36</i>
	<i>C 14 - C 37</i>

Durch die Wahl eines anderen Teiler-Ausganges, Q 12 (C 6) statt Q 11 (C 23), haben wir den Steuerimpuls für die Zählprobe auf eine Sekunde verlängert (vorher 1/2 Sekunde). Jetzt brauchen wir nur noch den Fototransistor auf eine helle Stelle des Bildschirms zu drücken und erhalten die Frequenz in Hz.

Zur Eichung:

Sie erfolgt wie in den zuvor beschriebenen Experimenten 577 - 579.



Fernsehgerät

581 Drehzahlmessung

Bei der Drehzahlmessung machen wir uns das Prinzip der vorher beschriebenen Frequenzmessung zu Nutze. Dies sieht man auch an den sehr verwandten Schaltbildern. Um eine meßbare Frequenz am Fototransistor zu erhalten, bauen wir eine Lichtschranke auf.

Was kann man damit alles messen?

Die Drehzahlen von: Spielzeugmotoren mit Lüfterflügeln, Windrädern, Propellern von Modellflugzeugen. Der Phantasie sind keine Grenzen gesetzt.

Damit eine Lichtschranke entsteht, haben wir im Vergleich zur Frequenzmessung nur noch die Infrarot-LED dazugenommen. Sie wird im Abstand von ca. zwei Zentimetern auf den Fototransistor gerichtet. Die Lichtschranke wird so aufgebaut, daß die

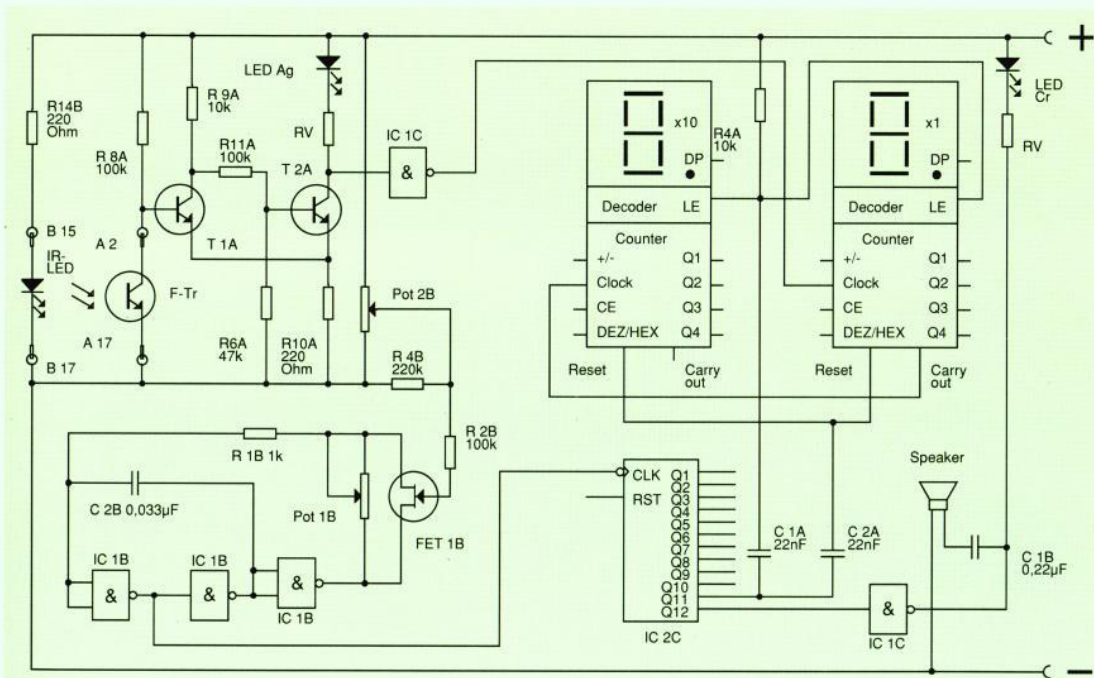
Propellerflügel des zu messenden Motors die Lichtschranke regelmäßig unterbrechen. Durch diese ständig wiederkehrende Unterbrechung erhalten wir Zählpulse vom Fototransistor. Im Schmitt-Trigger werden sie zu verwertbaren Rechteck-Signalen geformt und dem Zähler-Eingang zugeführt.

Zur Eichung:

Auch hier benötigen wir wieder eine Zeitbasis als Vergleichseinheit. Wir verwenden wieder den Ein-Sekunden-Takt. Poti 1B auf Linksanschlag. Mit dem Pult-Poti stellen wir die leisen Knackgeräusche auf den Abstand einer Sekunde. Wer ein Fernsehgerät in der Nähe hat, kann die Einstellung wie beim vorherigen Experiment mit der stabilen Bildfrequenz eichen. Beim Fernsehgerät also auf 50 Hz. Unsere Zeitbasis beträgt dann genau eine Sekunde.

581

- A 1 - A 13
- A 5 - A 27
- A 6 - A 14
- A 7 - A 16
- A 8 - A 15
- A 9 - A 17
- A 10 - A 26
- A 12 - A 29
- A 30 - C 9
- A 34 - A 59
- A 36 - A 55
- A 37 - A 56
- A 44 - B 13
- A 46 - A 58
- A 47 - C 31
- A 57 - C 35
- A 60 - C 38
- B 12 - C 18
- B 14 - P 10
- B 16 - P 6
- B 18 - P 11
- B 20 - P 9
- B 28 - C 13
- B 29 - P 5
- C 6 - C 36
- C 10 - D 29
- C 14 - C 37
- C 32 - D 8
- C 33 - D 17
- C 39 - D 2
- C 40 - D 15
- D 7 - D 23
- A 2 - Ftr r
- A 18 - Ftr w
- B 15 - IR-LED r
- B 17 - IR-LED w



Was zeigt die Anzeige?

Die Umdrehungszahl wird meistens in Umdrehungen pro Minute (U/min) angegeben. Bei unserer Zeitbasis von einer Sekunde zeigt unsere Anzeige aber die Unterbrechungen der Lichtschranke pro Sekunde an (U/sec.).

Wir müssen deshalb umrechnen:

$$U/\text{min} = U/\text{sec} \times 60$$

Wenn sich mit der Motorachse nur ein Flügel dreht, können wir mit unseren zwei Dekaden eine maximale Drehzahl von 5940 U/min anzeigen (99 U/sec x 60 = 5940 U/min). Jeder weitere Flügel eines Propellers erfordert ein Teilen der Anzeige durch die entsprechende Anzahl der Flügel, da die Lichtschranke bei einer Umdrehung mehrmals unterbrochen wird.

$$U/\text{min} = \frac{U/\text{sec} \times 60}{\text{Anzahl Propeller-Flügel}}$$

582 Verringerung der Zeitbasis

Für die Flügelzahlen 2, 4, 8, etc. kann die etwas umständliche Umrechnung aus dem vorherigen Experiment elegant umgangen werden. Wir verändern die Zeitbasis so, daß die Teilung automatisch erfolgt.

Es genügen ganz wenige Veränderungen. Für zwei Propeller:

C 6 - C 36 entfernen C 23 - C 36

Durch das Vorrücken in unserer Teilerkette auf den halben Teilerwert (von Q 12 nach Q 11) wurde auch die Zeitbasis halbiert. Jetzt werden an der Lichtschranke nur noch die Hälfte der Unterbrechungen gezählt. Das Ergebnis entspricht demnach der tatsächlichen Drehzahl pro Sekunde. Genauso können wir bei vier oder acht Propeller-Flügeln vorgehen. Ein Verschieben um einen Teiler-Ausgang nach vorne, halbiert jeweils auch die Anzahl der registrierten Unterbrechungen an der Lichtschranke.

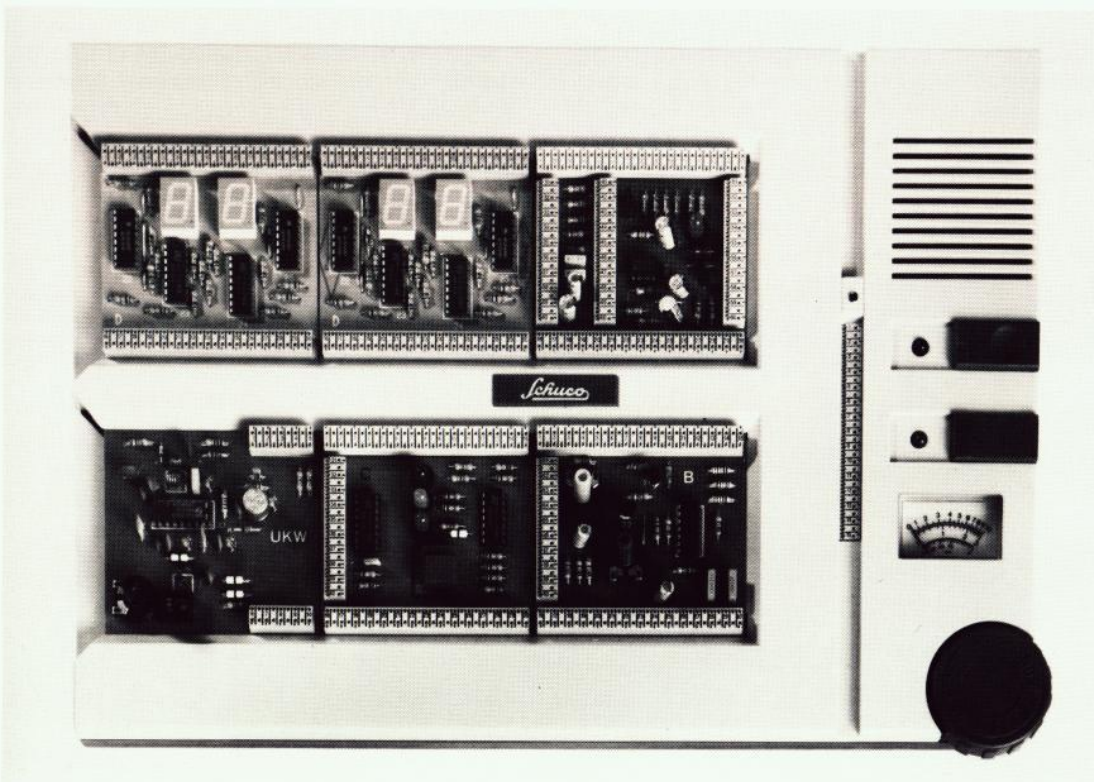
Anhang: EXPERIMENTE MIT 2 D-MODULEN

Für viele Zähl- und Meßaufgaben reichen zweistellige Anzeigen nicht aus. Mit einem zweiten Modul D kann man den Zähler auf vier Stellen erweitern. Ein zusätzliches Modul D kann unter der Bestell-Nummer 6384 bezogen werden.

Hinweis für die folgenden Experimente

Sicher haben Sie sich im Laufe des Experimentierens an eine bestimmte Konfiguration ihrer Module auf dem Pult gewöhnt. Man findet dann die entsprechenden Buchsen fast blind. Bei den folgenden Experimenten sollten Sie aber die beiden D-Module nebeneinander einschieben, weil man dann die Zahlen sinnvoll ablesen kann. Das linke Modul D wird nun DL genannt, das rechte DR. In den Erklärungen nennen wir die Anzeigen/Dekaden ab jetzt:

Einer und Zehner	DR
Hunderter und Tausender	DL



Modulbox mit sechs Modulen

Obere Reihe: Modul DL, Modul DR, Modul A
Untere Reihe: Modul UKW, Modul C, Modul B

583

B 12 - C 18
 B 15 - P 3
 C 20 - DR 29
 C 38 - P 4
 C 39 - DR 11
 C 40 - DL 11
 DR 7 - DR 23
 DR 8 - DR 9
 DR 10 - DR 17
 DR 18 - DL 29
 DL 7 - DL 23
 DL 8 - DL 9
 DL 10 - DL 17

583 Zählen bis 9999
 Zunächst wieder etwas ganz Grundsätzliches. Wie verknüpft man zwei D-Module, damit fortlaufend gezählt wird?

Der Überlaufimpuls am Carry Out der Zehner-Dekade an DR 18 wird zum Clock-Eingang an DL 29 der Hunderter-Dekade geleitet. Mit dieser einen Verbindung sind schon beide D-Module miteinander verbunden.

Unseren Zähltakt entnehmen wir wieder einem Ausgang der Teilerkette IC 1C, die vom IC-Generator im Modul B angesteuert wird. Die Geschwindigkeit kann auch hier wieder mit Poti 1B (rot) oder durch die Wahl eines anderen Teiler-Ausganges verändert werden.

Ja, und dann gibt es selbstverständlich auch wieder die Möglichkeit zum RESET auf Null. Dazu müssen die RESET-Anschlüsse der beiden linken Dekaden (DL 8/DL 17) mit den gleichen Anschlüssen der rechten Dekaden (DR 8/DR 17) verbunden werden. Durch den Druck auf die Pulttaste schalten jetzt alle vier Dekaden gleichzeitig auf Null zurück.

Damit haben wir schon den Grundaufbau erklärt, der Ihnen die Möglichkeit bietet, die Experimente aus den vorherigen Kapiteln auch mal mit zwei D-Modulen auszuprobieren.

Hier ein paar Beispiele:

584 Vier Zähler im Rückwärtsbetrieb
 In diesem Fall muß an die Anschlüsse für Up/Down-Umschaltung Low angelegt werden:

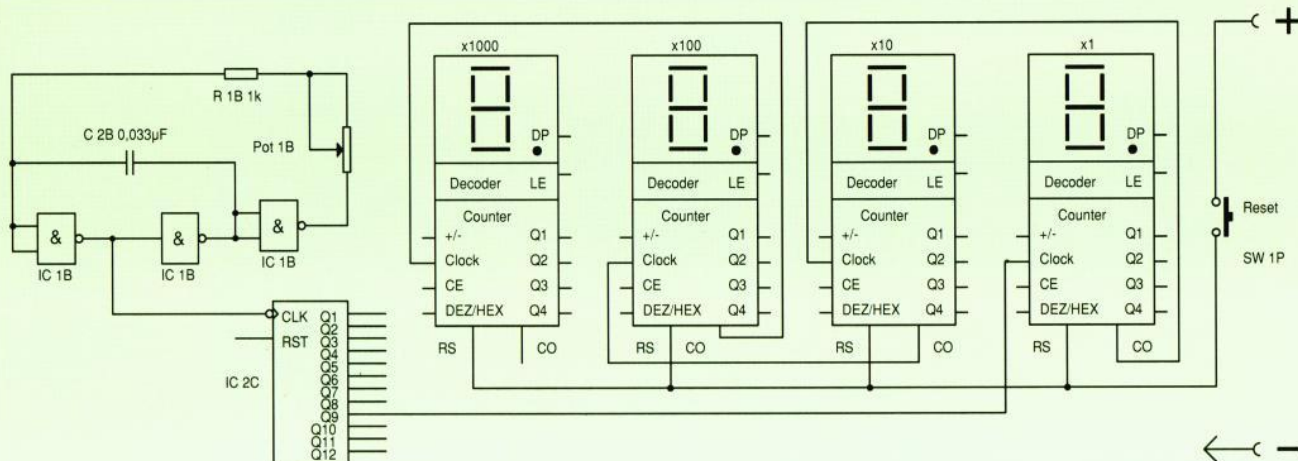
zusätzlich: C 16 - C 37
 C 31 - DL 21
 C 32 - DL 28
 C 33 - DR 21
 C 34 - C 35
 C 36 - DR 28

**585 Hexadezimals Zählen ?
 Kein Problem !**

An die Anschlüsse für Hexadezimal-/Binär-Umschaltung (DEZ/HEX im Modul D) muß nur High angelegt werden.

Wir bauen auf der Grundschialtung von Experiment 583 auf. Entfernen Sie deshalb erst wieder die Verbindungen aus Experiment 584.

zusätzlich: C 31 - DL 22
 C 32 - DL 27
 C 33 - DR 22
 C 34 - C 35
 C 36 - DR 27
 C 37 - DR 1



586 Definierter Generator-Stopp

Wir erinnern uns an die Experimente 512 bis 516. Zunächst entfernen Sie wieder die Veränderungen des vorherigen Experiments an unserer Grundschaltung. Dann geht es los.

- zusätzlich:*
- B 11 - C 13
 - B 21 - C 15
 - B 25 - C 26
 - C 10 - C 14
 - C 11 - C 12
 - C 27 - DR 20
 - C 28 - DR 13
 - C 29 - DL 5
 - C 30 - DL 25

Den Befehl zum Stoppen des Generators bauen wir aus einer Verknüpfung von zwei NAND-Gattern mit je 2 Eingängen auf. Diese Eingänge (C 27, C 28, C 29 und C 30) verbinden wir mit Zählerausgängen der beiden D-Module, z.B. Q 4 (DR 13), Q 3 (DL 5) usw. Wenn an all diesen Ausgängen High liegt, geht der Ausgang der Verknüpfung (C 13 des dritten NAND IC 1C) auf Low und stoppt den Generator an B 11.

Da keine Impulse mehr erzeugt werden, bleibt auch der Zähler stehen. Dies geschieht bei der Zahl 4128.

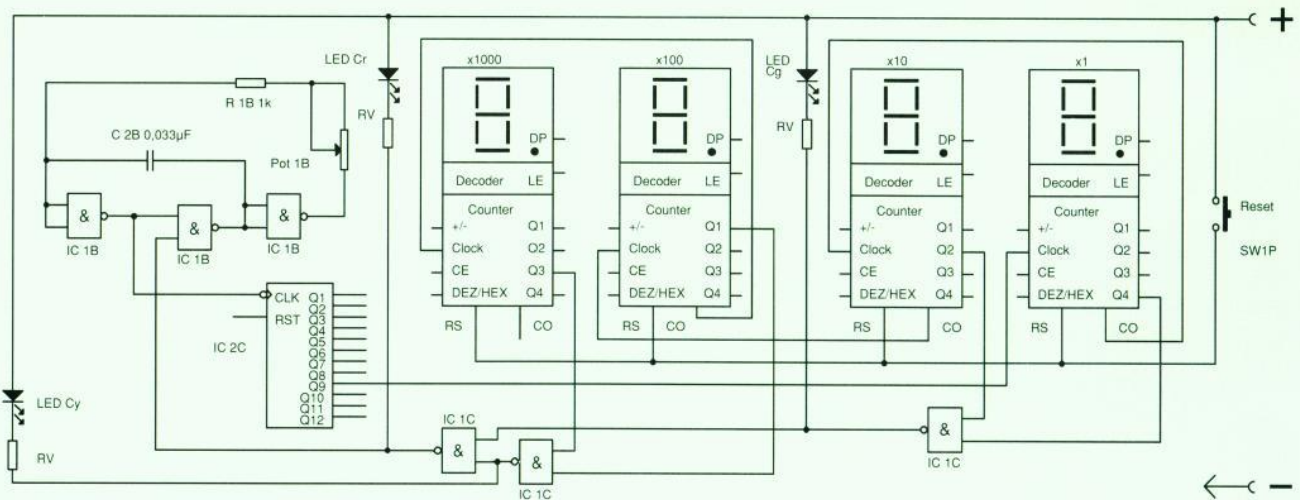
Probeweise können Sie den Zählereingang auch mal auf einen schnelleren Teiler Ausgang verlegen, z.B.:

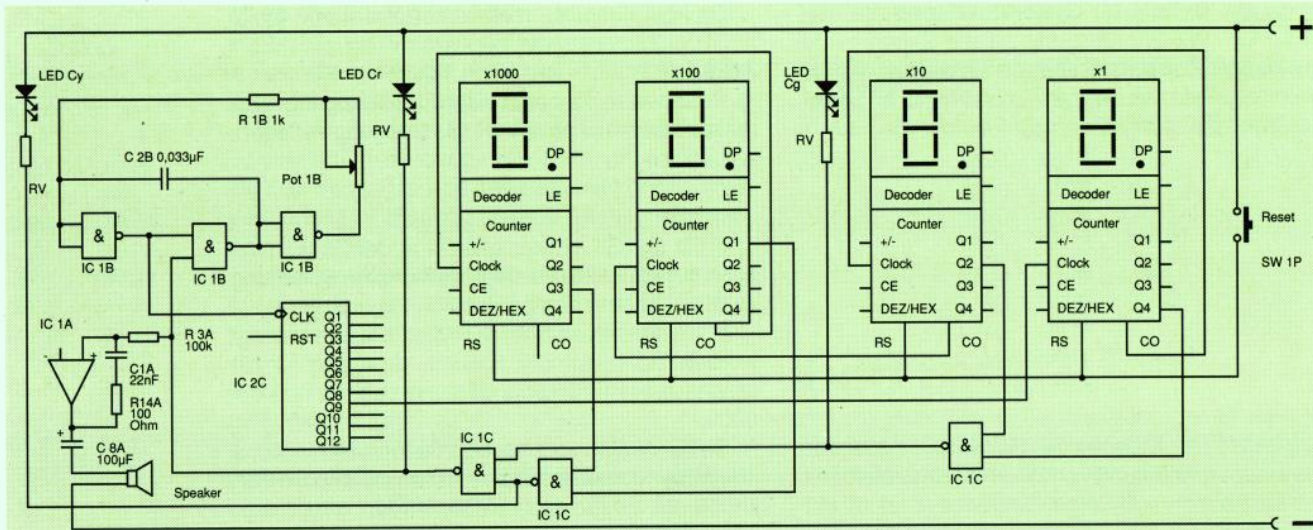
C 20 → C 1

Trotz der Geschwindigkeit läuft der Zähler jetzt auch nur bis 4128. Es zeigt, daß unsere Schaltung auch bei hohem Tempo noch richtig arbeitet.

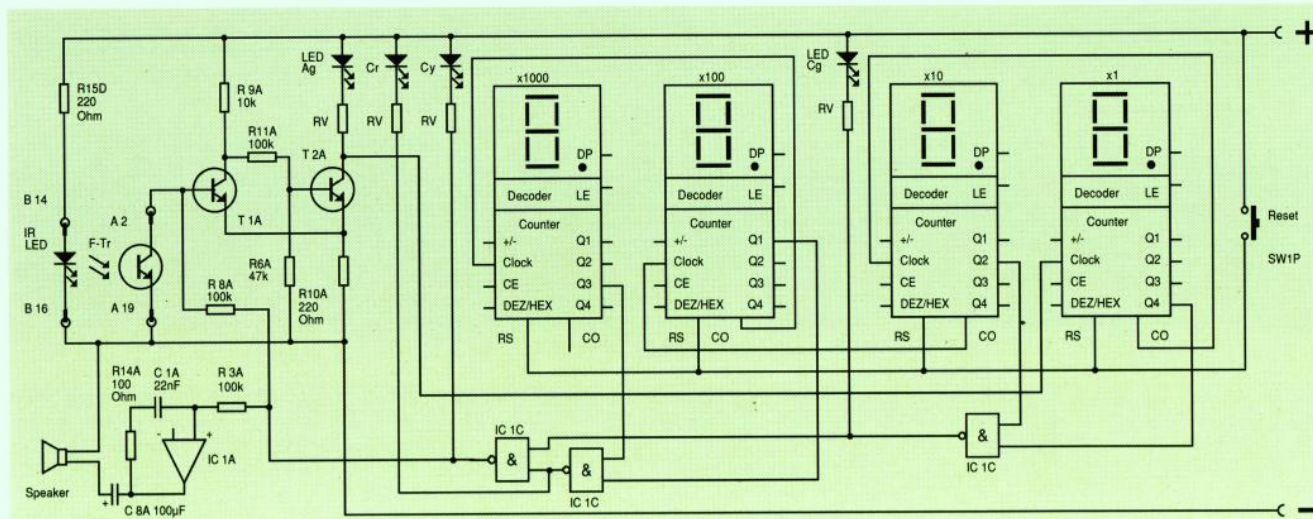
Für einen neuen Start muß die Pulstaste betätigt werden, dann springt der NAND-Ausgang (C 13) wieder auf High und die Zählung beginnt neu bei 0000.

Selbstverständlich können wir unterschiedliche Zielzahlen vorgeben. Dazu müssen nur andere Verknüpfungseingänge gewählt werden. Wenn z.B. DL 5 nach DL 14 umgesteckt wird, ist die Zielzahl 528. Und für weitere Zielzahlen empfehlen wir: "Übung macht den Meister" ...





587



588

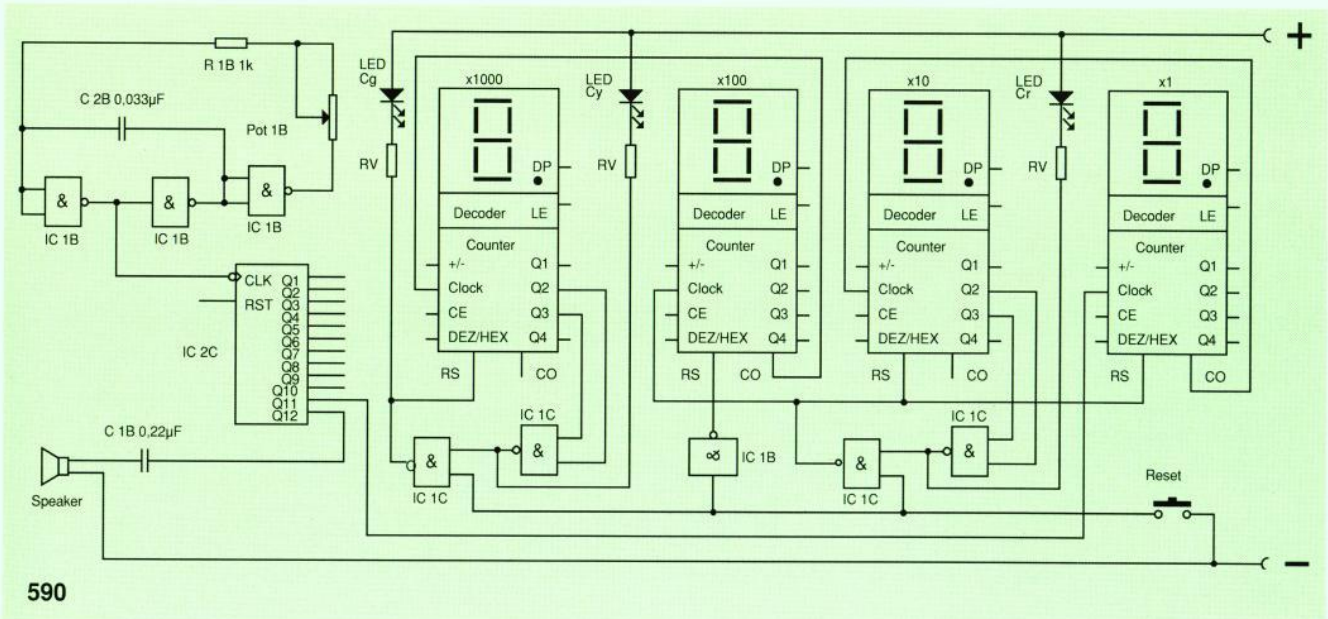
590 Die Uhr wird auf Null zurückgesetzt

Wir können beim vorhergehenden Experiment keinen definierten Zählstart angeben. Noch nicht. Aber mit folgenden Verbindungen machen wir es möglich.

zusätzlich:

B 17 - P 4
 B 21 - DL 8
 B 25 - B 34
 B 31 - P 3
 B 32 - C 28
 B 33 - C 9

Alle Zählstufen werden auf Null gesetzt, wenn ihre RESET-Eingänge auf High gebracht werden. Mit einem Druck auf die Pulttaste legen wir Low an drei NAND-Gatter, und schon schaffen wir es.



591 Digitaluhr im Minutentakt
 Im Minutentakt kann man 24 Stunden auf vier 7-Segmentanzeigen darstellen. Bauen Sie sich jetzt eine "richtige" Digitaluhr.

Nach dem Einschalten tut sich erst mal gar nichts. Mit der Pulstaste können wir zwar wieder alle Zähler auf Null setzen, aber was dann? Wenn wir Pot 1B (rot) ganz nach rechts drehen, erscheint nach kurzer Zeit die 00.01, dann 00.02, ... - Der Zähler funktioniert also doch und die Uhr läuft. Die Eichung wird mit einer Vergleichsuhr durchgeführt. Über die folgende Zusatz-Verdrahtung hören wir alle 15 Sekunden ein leises Knackergeräusch aus dem Lautsprecher, das das Eichen mit Poti 1B (rot) erleichtert.

zusätzlich:

B 16 - P 5

B 28 - P 6

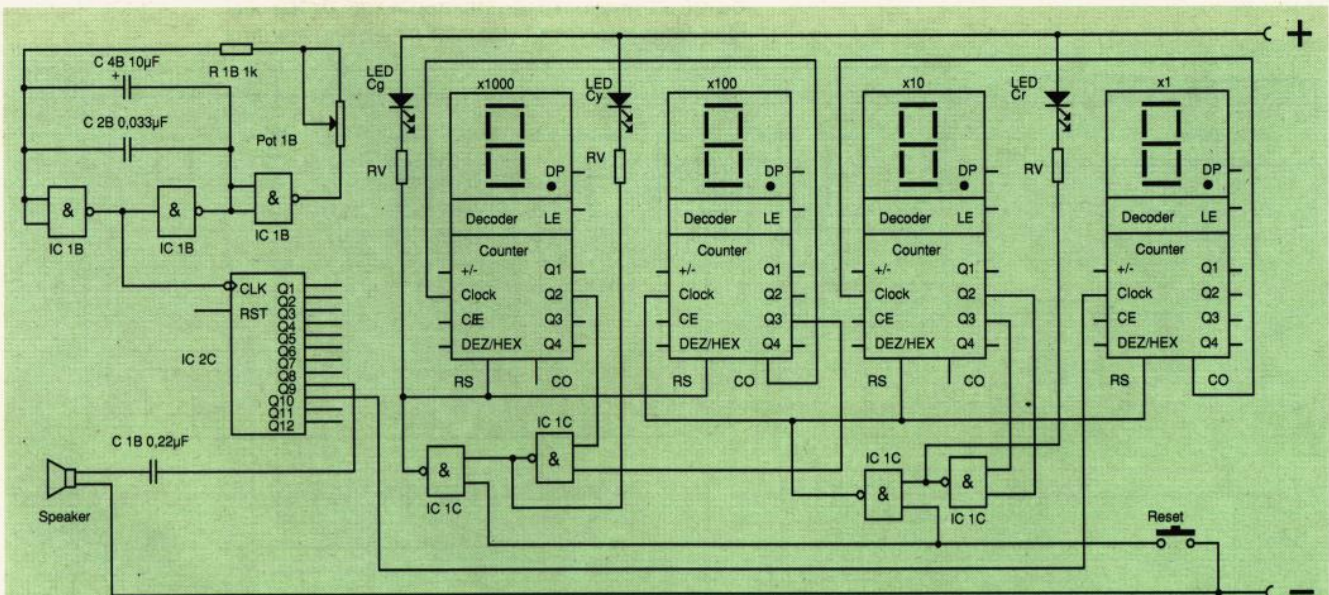
B 29 - C 20

Zurück zur Digitaluhr:

Wenn eine Digitaluhr im Minutentakt die Zeit anzeigt, arbeitet die letzte Stelle im dezimalen Betrieb, während die vorletzte beim Übergang von 5 nach 6 (nach 60 Min.) umschaltet.

Bei den beiden Stunden-Anzeigen muß man sich entscheiden, ob die Uhr alle 12 oder 24 Stunden wieder bei 00.00 beginnen soll. In diesem Experiment wurde die 24-Stunden-Version gewählt. Dazu müssen die Ausgänge der beiden linken Stufen so verknüpft werden, daß beim Übergang von 23 nach 24 das RESET ausgeführt wird. Die Anzeige springt dann automatisch einen Takt nach 23.59 auf 00.00 und beginnt wieder von vorn (Experiment 546).

Die Genauigkeit einer Uhr wird ausschließlich von der Stabilität des Generators bestimmt. Die Einstellgenauigkeit und die Stabilität unseres IC-Generators erreichen nicht die Eigenschaften handelsüblicher Digitaluhren, weil bei diesen sehr genaue und stabile Quarzgeneratoren verwendet werden.



Fehleinstellungen, Spannungs- und Temperaturschwankungen beeinflussen die Genauigkeit unserer Schaltung. Sie wird beim Dauerbetrieb etwas vor- oder nachgehen.

592 Uhr einstellen - leicht gemacht Wir müssen noch eine schnelle Einstellhilfe schaffen. Es ist schließlich nicht jedermanns Sache, bis Mitternacht zu warten, um dann bei 00.00 Uhr die Pulttaste zu drücken. Deshalb hier, mit wenigen zusätzlichen Verbindungen, eine elegante Einstellhilfe:

*B 23 - B 30 entfernen B 23 - C 8
B 30 - C 24*

Mit der roten Taste im Modul C trennt man den Anschluß des Elkos C4B auf. Der Generator schwingt jetzt auf einer viel höheren Frequenz, und die aktuelle Tageszeit kann problemlos und schnell eingestellt werden.

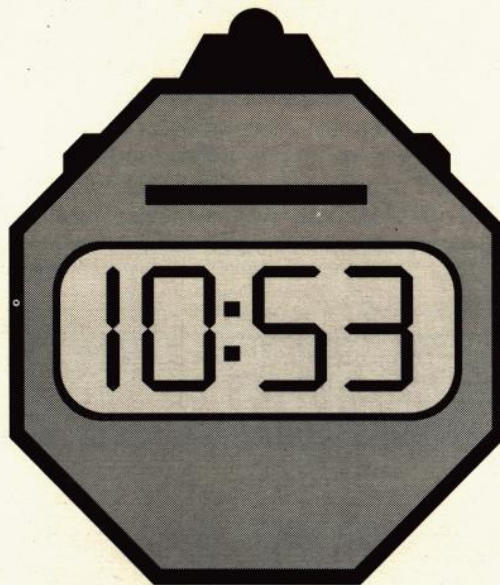
Hinweis:

Wenn es Ihnen immer noch zu langsam geht, können Sie für das Einstellen der Stunden kurz den Anschluß von C 23 nach C 7 verlegen und dann wieder zurück nach C 23.

593 Digitaluhr - Die 12-Stunden-Version

In Amerika wird heute noch die Zeit meistens im 12-Stunden Rhythmus angezeigt. Man unterscheidet die erste Tageshälfte von der zweiten durch AM und PM (lateinisch *ante meridiem* - Vormittag und *post meridiem* - Nachmittag). Durch wenige Veränderungen an der Verknüpfung kann die 24-Stunden-Anzeige in eine 12-Stunden-Anzeige umgewandelt werden. Das RESET auf Null wird mit dem Übergang von 11 nach 12 ausgelöst.

*C 29 - DL 14 entfernen C 29 - DL 26
C 30 - DL 20 entfernen C 30 - DL 16*



591

*B 12 - C 18
B 17 - P 4
B 23 - B 30
B 24 - B 27
B 31 - P 3
B 32 - C 9
B 33 - C 27
C 10 - C 31
C 11 - C 13
C 12 - C 28
C 14 - DR 20
C 15 - DR 5
C 22 - DR 29
C 26 - C 40
C 29 - DL 14
C 30 - DL 20
C 32 - DR 8
C 33 - DL 29
C 34 - DR 17
DR 7 - DR 23
DL 7 - DL 23
DL 8 - C 39
DL 17 - C 38*

594 Digitaluhr - Um 8.00 Uhr wecken
 Eine Weckfunktion gehört fast zu jeder Digitaluhr - also warum nicht auch bei uns? Sie ist ja nicht schwer einzubauen. Diese Erweiterung ist übrigens für die 12- und 24-Stunden-Version gleich.

Achtung:

Bevor die zusätzlichen Steckverbindungen angebracht werden, muß die Eichung (s. oben) durchgeführt worden sein. Der Lautsprecher wird nämlich für den Weckton gebraucht.

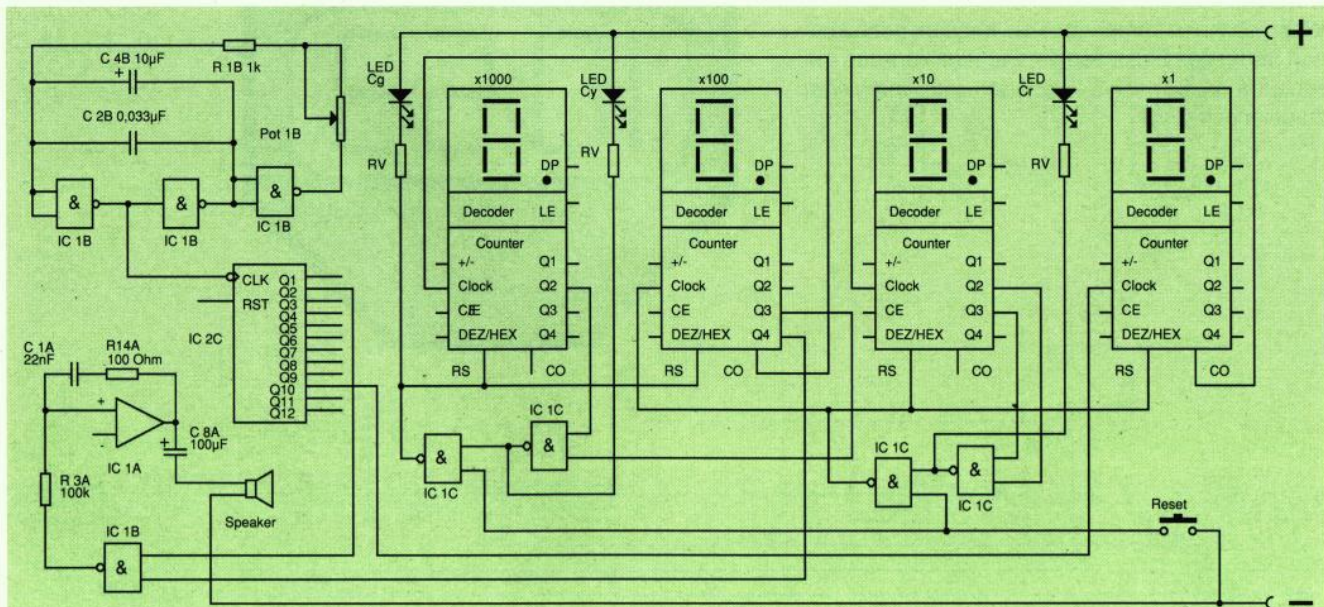
B 28 - P 6 entfernen A 21 - A 60
B 29 - C 20 entfernen A 23 - A 36
A 24 - P 6
A 33 - B 21
A 43 - A 59
A 46 - A 58
B 25 - DL 13
B 26 - C 17

Der Weckton wirft garantiert auch den größten Morgenmuffel aus dem Bett. Man kann ihn selbstverständlich abstellen, aber Vorsicht. Ein Druck auf die Pulttaste schaltet zwar den Wecker aus, stellt aber gleichzeitig die Uhr auf 00.00 zurück. Es ist deshalb besser, einfach den Lautsprecher abzuklemmen, indem man einen der Stecker aus P 5 oder P 6 zieht. Übrigens schaltet sich der Alarm nach zwei Stunden (bei 10 bzw. 20) automatisch ab, und man kann dann den Lautsprecher wieder anschließen.



Zur Technik:

Ein zusätzlicher Tongenerator mit dem IC 1A (s. Experiment 178 im Anleitungsbuch zum Modul A) erzeugt den Warnton, wenn über den Widerstand R3A (A 33) der Eingang E+ auf Low geschaltet wird. Am Ausgang Q3 (DL 13) der zweiten Zählerstelle DR 10 steht solange Low, bis die

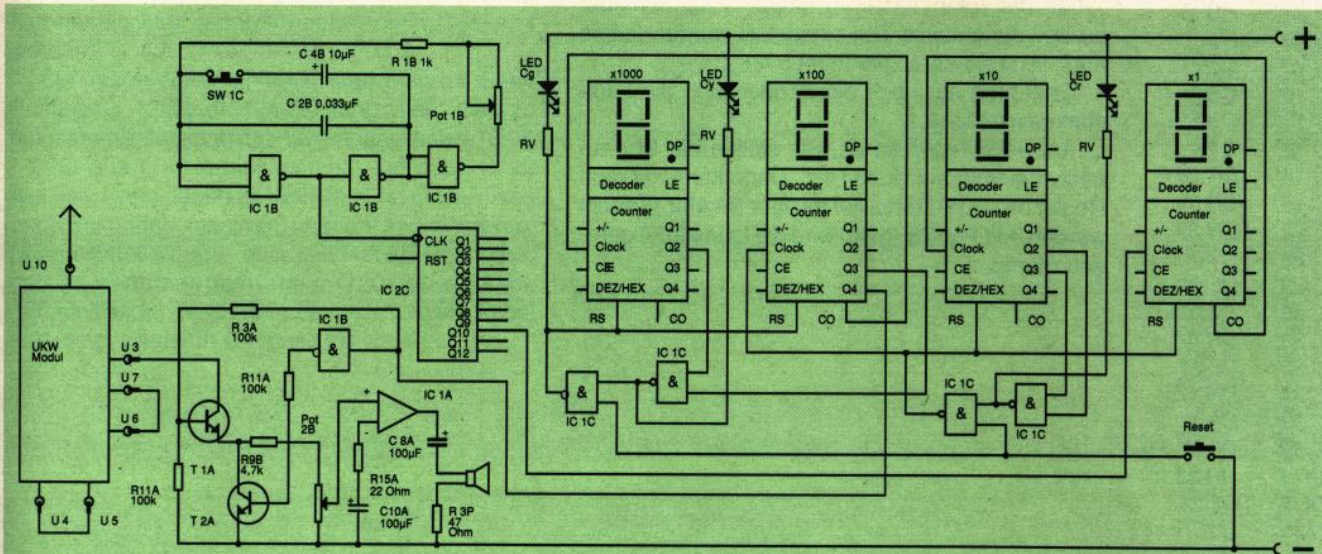


Zahl 8 erreicht wird. Dann liegt dort High. Diesen Zustand kehren wir über das NAND IC 1B um, und erhalten so den Einschaltbefehl für den Warnton. Über den zweiten Eingang des NAND lassen wir den Ton pulsieren.

595 Radio-Wecker - professionell
 "Morgenstund hat Gold im Mund" - Solche Sprüche können einen ganz schön nerven, wenn man früh aufstehen muß und dazu eigentlich noch absolut keine Lust verspürt. Ein Radio-Wecker versüßt das allmorgendliche Wecken wenigstens mit angenehmer Musik - wenn man vorher einen vernünftigen Sender eingestellt hat. Bauen Sie sich selbst einen Radio-Wecker.

Der Warntongenerator der vorherigen Experimente wurde hier durch das UKW-Radio ersetzt. Hat man sich für eine bestimmte Weckzeit entschieden, muß man die Ausgänge der Zähler in den D-Modulen so verbinden, daß am Ausgang dieser Verknüpfung High entsteht, wenn die Weckzeit erreicht wird.

In unserem Fall haben wir wieder den Ausgang Q 4 (DL 13) gewählt. Er springt bei 8.00 "Uhr" nach High. In der 24-Stunden-Version allerdings auch bei 18.00 "Uhr". Der High-Pegel macht den Transistor T 1A leitend und sperrt über das NAND IC 1B den T 2A. Der Weg vom Radio zum Lautsprecher über



595

A 1 - A 29
 A 3 - A 43
 A 4 - U 3
 A 8 - A 16
 A 13 - A 17
 A 20 - A 22
 A 21 - B 3
 A 24 - P 5
 A 27 - B 21
 A 30 - B 9
 A 33 - A 58
 A 59 - B 25
 A 60 - DL 13
 B 2 - B 10
 B 4 - B 18
 B 12 - C 18
 B 16 - P 6
 B 17 - P 4
 B 23 - C 8
 B 24 - B 27
 B 30 - C 24
 B 38 - P 3
 B 39 - C 9
 B 40 - C 27
 C 10 - C 31
 C 11 - C 13
 C 12 - C 28
 C 14 - DR 20
 C 15 - DR 5
 C 22 - DR 29
 C 26 - C 40
 C 29 - DL 14
 C 30 - DL 20
 C 32 - DR 8
 C 33 - DL 29
 C 34 - DR 17
 C 38 - DL 8
 C 39 - DL 17
 DR 7 - DR 23
 DL 7 - DL 23
 U 4 - U 5
 U 6 - U 7
 U 10 -

Antenne

den Lautstärkereglers Pot 2B (gelb) und den NF-Verstärker ist durchgeschaltet.

Der zweite Transistor T 2A wurde eingebaut, damit der Nf-Ausgang U 3 des UKW-Moduls kurzgeschlossen wird, weil sonst evt. das Programm noch leise zu hören wäre.

Zur Eichung:

Die Eichung der Zeit muß erfolgen bevor das Radio angeschlossen wird (vgl. Experiment 591), deshalb erst noch einmal:

A 24 - P 5 entfernen *B 28 - P 5*
 B 29 - C 20

Jetzt hören wir leise Knackgeräusche vom Lautsprecher. Mit Pot 1B (rot) wird die Generator-Frequenz wieder so eingestellt, daß alle 15 Sekunden das Knacken ertönt. Unsere Uhr ist dann im Minuten-Takt geeicht.

Achtung.

Diese Änderungen nach der Eichung wieder rückgängig machen.

Mit der roten Taste im Modul C kann wieder schnell die aktuelle Zeit eingestellt werden (siehe auch Hinweis bei Experiment 592).

Jetzt fehlt nur noch die Sender- und die Lautstärkeeinstellung.

Am einfachsten ist es, Sie stellen die Uhr zunächst einmal auf "8.00 Uhr". Dann kann mit dem Regler im UKW-Modul ein fetziger Sender gesucht werden. Mit Poti 2B (gelb) wird die Lautstärke geregelt - fertig.

Noch ein paar Hinweise:

Radiodauerbetrieb läßt sich ganz einfach unabhängig von der Uhr verwirklichen, und zwar:

Stecker von DL 13 nach A 14 umstecken

Jetzt kann den ganzen Tag die Musik richtig genossen werden.

Wer morgens lieber noch etwas weiterschlafen möchte, kann selbstverständlich das Radio ausschalten. Aber Vorsicht. Ein Druck auf die Pulttaste schaltet zwar das Radio aus, stellt aber gleichzeitig die Uhr auf 00.00 zurück. Deshalb ist folgende Lösung besser:

Stecker von DL 13 nach A 18 umstecken

Jetzt herrscht Ruhe - und die Uhr läuft richtig weiter.

596 Drehzahlmessung mit vier Dekaden

Das Meßprinzip kennen wir bereits aus den Experimenten 581/582. Da wir mit zwei D-Modulen die Anzeige auf 9999 erweitern können, haben wir die Möglichkeit, die für die Messung zugrundeliegende Zeitbasis zu verlängern. In diesem Beispiel auf 1/10 Minuten. Damit erreichen wir ein sehr genaues Meßergebnis.

Zur Eichung:

Eine Uhr ist hier nicht gut geeignet. Wir brauchen eine Leuchtstoffröhre oder ein Fernsehgerät als Einstellhilfe.

Eichung mit einer Leuchtstoffröhre:

Die Leuchtstoffröhre wird 100 mal in der Sekunde hell und dunkel. Dies geschieht so schnell, daß es unsere Augen nicht registrieren. Uns stehen also 6.000 Impulse in der Minute zur Verfügung. Wir reduzieren diese Zeit auf 1/10 Minute, indem wir den Fototransistor wie bei der Frequenzmessung auf das Licht der Leuchtstoffröhre richten und mit dem Pult-Potentiometer die Anzeige auf 600 eichen. Dabei ist wieder zu beachten, daß die LED Ag nur etwa halb hell leuchtet, damit die Impulse optimal geformt werden.

Sie haben sicher gemerkt, daß man für einen Eichzyklus 12 Sekunden braucht. Wem dies zu langsam ist, der kann das Verbindungskabel (C 36 - C 6) aus C 6 herausnehmen und nach C 22 stecken. Dann dauert die Abstimmung einer Phase nur 3 Sekunden, man muß aber auf 150 einstellen. Noch schneller, aber auch ein wenig ungenauer, geht es, wenn man das Kabel in C 20 steckt (1,5 sek - 75 einstellen). Nach dem Eichen muß das Kabel unbedingt wieder in C 6 gesteckt werden.

Eichung mit einem Fernseher:

Leichter geht die Eichung, wenn ein eingeschaltetes Fernsehgerät zur Verfügung steht. Der Fototransistor wird einfach auf eine helle Stelle des Bildschirms gedrückt. Weil die Bildfrequenz 50 Hz beträgt, muß die Anzeige auf 300 geeicht werden.

Während die LED Cr leuchtet, wird gezählt, darum darf der Fototransistor dann nicht verrutschen. Sobald die LED verlischt, wird die Anzeige aktualisiert.

Zur Messung:

Wie man die Drehzahl eines Motors bestimmt, ist im Experiment 581 bereits beschrieben. Am besten dort nachlesen und gleich ausprobieren!

596

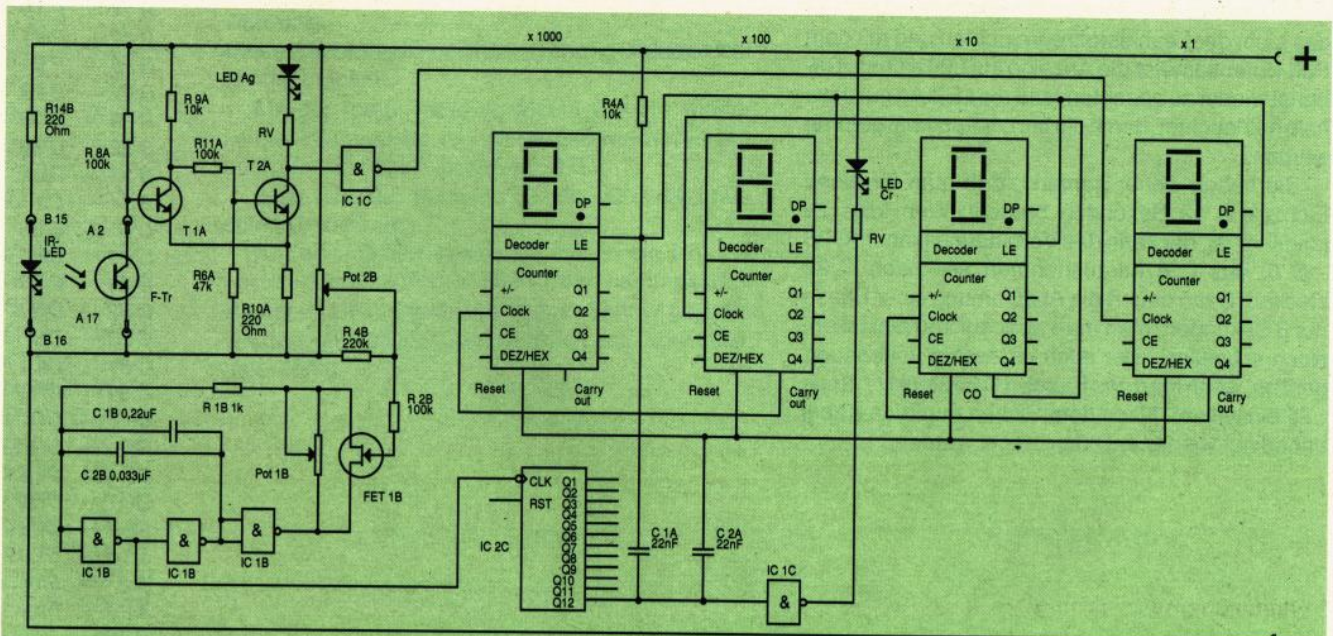
A 1	-	A 13
A 5	-	A 27
A 6	-	A 14
A 7	-	A 16
A 8	-	A 15
A 9	-	A 18
A 10	-	A 26
A 12	-	A 29
A 30	-	C 9
A 34	-	A 59
A 36	-	A 55
A 37	-	A 56
A 44	-	B 13
A 46	-	A 58
A 47	-	C 31
A 57	-	C 35
A 60	-	B 31
B 12	-	C 18
B 14	-	P 10
B 17	-	P 11
B 20	-	P 9
B 27	-	B 28
B 29	-	B 30
B 32	-	C 38
B 33	-	DL 2
B 34	-	DL 15
C 6	-	C 36
C 10	-	DR 29
C 14	-	C 37
C 32	-	DR 8
C 33	-	DR 17
C 34	-	DL 11
C 39	-	DR 2
C 40	-	DR 15
DR 7	-	DR 23
DR 18	-	DL 29
DL 7	-	DL 23
DL 8	-	DL 10
DL 9	-	DL 17
A 2	-	Ftr r
A 17	-	Ftr w
B 15	-	
		IR-LED r
B 16	-	
		IR-LED w

597 Meßsignal hörbar gemacht

Eine weitere Variante kann mit vier Verbindungskabeln aufgebaut werden:
zusätzlich

A 4 - B 25
B 21 - B 24
B 23 - P 5
B 18 - P 6

Die Frequenz des Meßsignals kann jetzt über den Lautsprecher abgehört werden.



Aktualisierungssignal

- oder Aktualisierungsimpuls - bringt ein Low-Potential an die LE-Eingänge der Zählerdekaden. In diesem Moment wird das gerade erreichte Zählergebnis von den Anzeigespeichern übernommen.

Analog

In der Elektronik bezeichnet man Instrumente mit Zeigern oder mit steigenden und fallenden Säulen als analoge Meßgeräte, weil ihre Anzeige alle Zwischenwerte einnehmen kann. Ihr Ausgabewert verhält sich immer entsprechend ihrem Eingabewert. Bei digitalen Instrumenten werden dagegen die Anzeigen in Zählritten weiterschaltet.

Binär

= zweiwertig. In der Digitaltechnik werden nur zwei Schaltzustände unterschieden. Entweder Ein oder Aus. Für Ein wird auch 1 oder High verwendet, für Aus 0 oder Low.

Carry-Out

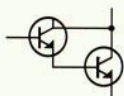
ist der Ausgang, an dem ein Übertragungssignal erscheint, wenn der Bereich der Anzeige überschritten wird. Z.B. bei der Addition $5 + 7 = 12$. Die 1 im Ergebnis entspricht der 10, sie muß in die nächst höhere Stelle übertragen werden.

Clock-Eingang

Takt-Eingang

Clock-Enable-Eingang

= Takt-Freigabe-Eingang. Wenn High-Potential an den CE-Eingängen der Zähldekaden liegt, wird das Taktsignal gesperrt und die Zählung damit unterbrochen.

Darlington-Schaltung

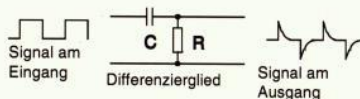
Eine Kombination von zwei Transistoren, bei der sich die Stromverstärkung der Transistoren multiziert.

Decoder-IC

Ein integrierter Schaltkreis, der einen binären Code - wie er am Zählerausgang vorkommt - in einen anderen Code umwandelt, der von der 7-Segmentanzeige zu einer Dezimalzahl zusammengesetzt werden kann.

Dekade

Als Dekade bezeichnet man eine Zahlstelle im Zehnersystem.

Differenzglied

Zusammenschaltung eines Kondensators mit einem Widerstand. Wenn in seinen Eingang eine Rechteckspannung eingespeist wird, können am Ausgang schmale differenzierte Impulse abgenommen werden.

Dimmen

Langsames Auf- und Abblenden.

Dynamische Ansteuerung

Anlegen einer Taktfrequenz an den Eingang von Schaltgliedern. Im Gegensatz dazu spricht man von einer statischen Ansteuerung, wenn ein gleichbleibendes High- oder Low-Signal an Eingänge gelegt wird.

Emitterfolger

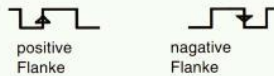
Eine Prinzipschaltung der Elektronik, bei der ein als Verstärker geschalteter Transistor den Eingang an der Basis und den Ausgang am Emitter hat.

Entpreller

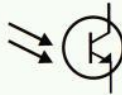
Mechanische Schalter und Taster haben keine ganz sichere Kontaktgabe. Im Übergang können mehrere Schaltvorgänge auftreten. Man sagt, der Kontakt "prellt". Diese Störungen kann man mit einer Kippstufe, dem sogenannten RS-Flip-Flop verhindern.

Feldeffekttransistor

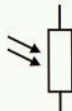
= FET. Der Feldeffekttransistor benötigt keine Ansteuerleistung an seinem Eingang, dem Gate (G). Er eignet sich daher besonders gut für empfindliche Schaltungen. Seine beiden anderen Anschlüsse heißen Drain (D) und Source (S).

Flanken

Bei einem Rechtecksignal steigt und fällt das Spannungspotential ständig von Low nach High, wieder zurück usw. Den Übergang von Low = 0V nach High = +9V nennt man die 'positive Flanke', der Übergang von High nach Low heißt 'negative Flanke'.

Fototransistor

Er reagiert auf sichtbares Licht, aber auch auf für Menschen nicht sichtbares Infrarot-Licht (IR). Wenn er beleuchtet wird, ist seine Strecke vom Kollektor zum Emitter stromleitend. Bei Dunkelheit ist diese Strecke hochohmig.

Fotowiderstand



LDR - Er wird als Lichtsensor benutzt. Wenn Licht auf seine Oberfläche trifft, wird sein Widerstand sehr gering. Mit abnehmender Beleuchtung vergrößert sich sein Widerstand immer mehr, bis er bei völliger Dunkelheit einige Mega-Ohm beträgt.

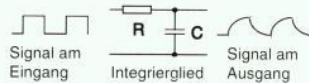
Frequenz

Wenn elektrische Spannungen regelmäßig ihre Polarität oder ihre Potentiale wechseln, bezeichnet man das Resultat als Frequenz. Die Spannung unseres Stromnetzes wechselt z.B. 50 mal in der Sekunde die Polarität. Ein vollständiger Wechsel von 0V nach Plus, wieder nach 0V, nach Minus und zurück nach 0V wird eine Periode genannt. Wenn die Frequenz bekannt ist, kann die Zeitdauer einer Periode errechnet werden. Periodendauer = $1/\text{Frequenz}$.

Frequenzteiler

Integrierte Zählbausteine enthalten eine Hintereinanderschaltung von Kippstufen, die das Spannungspotential ihres Ausgangs nur ändern, wenn an ihrem Eingang das Taktsignal die entsprechende Flanke erreicht. Die Kippstufe reagiert also nur einmal während einer Periode des Takts. Der Ausgang der ersten Kippstufe bildet den Eingang für die zweite usw. Mit jeder Kippstufe wird damit die Frequenz um die Hälfte langsamer, also durch 2 geteilt. Das IC 2C enthält einen 12-stufigen Frequenzteiler.

Gatter	Gatter oder Tor nennt man eine Logik-Schaltung mit zwei oder mit mehreren Eingängen - z.B. eines unserer NAND-Gatter. Wenn an einem der Eingänge ein Taktsignal anliegt, kann durch Anlegen von Low-Potential an den anderen Eingang der Weg des Signals zum Ausgang versperrt werden. Man kann also das Gatter oder das Tor öffnen und wieder schließen.	
Gegenkopplung	Bei Verstärkerschaltungen wird oft ein Teil der Spannung des Ausgangssignals an den Eingang zurückgeführt. Wenn es die gegenläufige Polarität des Signals am Eingang besitzt, wird die Verstärkung herabgesetzt. Diesen Vorgang nennt man Gegenkopplung. Mit ihr kann man unerwünschte Veränderungen des Signals, die im Verstärker auftreten können, erheblich verringern.	
Generator	Ein Generator erzeugt selbstständig ein Taktsignal.	
High-Potential	Die Digitaltechnik kennt nur zwei Zustände an den Eingängen bzw. an den Ausgängen ihrer Schaltglieder, entweder High-Potential oder Low-Potential. High entspricht ungefähr dem Wert der Betriebsspannung, also in unserem System + 9 Volt. In einer anderen Schreibweise wird High auch mit 1 bezeichnet, Low mit 0.	
Hysterese	Der Begriff wird hier im Zusammenhang mit der Beschreibung der Schmitt-Trigger-Schaltung verwendet. Die Hysterese ist der Unterschied des Einschaltwertes zum Ausschaltwert, wenn die Eingangsspannung verändert wird.	
IC	Integrierter Schaltkreis.	
IC-Generator	Wir benutzen den Begriff zur Bezeichnung eines Generators, der mit integrierten Schaltkreisen aufgebaut wurde, z.B. im Modul B.	
Impuls	Ein Potentialsprung von Low nach High und wieder zurück.	
Impulsfrequenz		Impulse die in regelmäßiger Reihenfolge ständig wiederholt werden.
Impulsgeber	Ein Generator, der eine Impulsfrequenz erzeugt.	
Impulspakete	Bei einer regelmäßig unterbrochenen Impulsfrequenz, wie sie in Alarmsignalen vorkommt, nennen wir die Anteile, in denen Impulse vorhanden sind, Impulspakete.	
IR-LED	 Infrarot Leuchtdiode	Infrarot-Leuchtdiode. Dieses Bauteil sendet nicht sichtbares Infrarotlicht aus, wenn es über einen Schutzwiderstand mit Betriebsspannung versorgt wird.

Integrator

Eine Integrator-Schaltung kann mit einem Widerstand und einem Kondensator aufgebaut werden. Legt man an den Eingang eine Rechteckspannung, wird der Kondensator durch den Spannungssprung von Low nach High aufgeladen. Kehrt das Eingangssignal wieder nach Low zurück, entlädt sich der Kondensator über den Widerstand.

Interferenz

nennt man das Zusammenwirken mehrerer Frequenzen oder Töne. Dabei können zusätzlich neue Töne entstehen. Pfeiftöne im Radio sind häufig das Ergebnis von Interferenzen.

Inverter

Umkehrschaltung. Unsere NAND-Gatter zeigen am Ausgang die umgekehrte Polarität des Einganges. Liegt z.B. am Eingang Low-Potential, führt der Ausgang High-Potential.

Kapazitätsdiode

Dieses Bauteil wird häufig in Rundfunkgeräten zur Senderabstimmung benutzt. Es besteht aus einer Halbleiterdiode, die in Sperrichtung wie ein kleiner Kondensator wirkt. Durch Änderung einer Gleichspannung, die man an diese Diode anlegt, kann man auch die Kapazität des kleinen Kondensators verändern.

Kippen

In der Elektronik werden Prinzipschaltungen verwendet, die in gleicher Form viele Male in einem Gerät vorhanden sind. Wichtige Grundschaltungen sind z.B. die sogenannten Kippstufen. Ihre Ausgänge können nur zwei Zustände annehmen, entweder High oder Low. Den Wechsel von einem zum anderen Potential nennt man auch kippen.

Kollektorschaltung

Eine Prinzipschaltung mit einem Transistor, dessen Kollektor direkt an der Betriebsspannung liegt. Der Ausgang befindet sich dann am Emitter.

LDR

siehe Fotowiderstand.

Latch-Enable-Eingang

Low-Potential an diesem Freigabe-Eingang verbindet die Anzeigen direkt mit den Zählerausgängen. Wenn High-Potential angelegt wird, bleibt der gerade erreichte Zählstand in den Anzeigen gespeichert, während die Zählung in den abgetrennten Zählern weiterläuft.

Lichtschranke

Eine Lichtschranke besteht aus einer Lichtquelle, z.B. der IR-LED und aus einem lichtempfindlichen Empfänger, z.B. dem Fototransistor. Wenn die Lichtquelle einige Zentimeter entfernt auf den Fototransistor gerichtet ist, kann Strom über die Kollektor-Emitter-Strecke des Fototransistor fließen. Unterbricht man den Lichtstrom mit der Hand oder einem Gegenstand, wird auch der Fototransistor gesperrt. D.h., es kann kein Strom mehr durch ihn fließen. Mit einer nachfolgenden Auswertschaltung kann diese Funktion zur Ansteuerung vieler Anzeigen genutzt werden.

Logische Schaltung

heißt eine Baugruppe, deren Ausgangspotential (High oder Low) von den Potentialen an ihren Eingängen bestimmt wird.

Low-Potential

Siehe High-Potential.

NAND



NAND ist die Bezeichnung für eine logische Schaltung. Wir verwenden sogenannte NAND-Gatter mit zwei Eingängen im Modul C. Wenn an beiden Eingängen eines NAND High-Potential liegt, befindet sich der Ausgang auf Low. Legt man einen oder beide Eingänge auf Low, führt der Ausgang High-Potential.

NTC-Widerstand



Temperaturabhängiger Widerstand.

Nulldurchgang



Wenn eine Wechselspannung die Polarität von Minus nach Plus oder von Plus nach Minus wechselt, läuft sie durch einen Punkt ohne Polarität. Man spricht dann vom Nulldurchgang.

Potential

In unserem Fall steht dieser Ausdruck für die Höhe und die Polarität der elektrischen Spannung.

RC-Glied

Eine Zusammenschaltung eines Widerstands mit einem Kondensator. Siehe auch Differenzierglied und Integrator.

Rechtecksignal



Digitale Signale sind immer rechteckig. Siehe auch Flanken.

RESET

heißt übersetzt "rücksetzen". Wir benutzen diese Fachbezeichnung, wenn ein Zähler auf Null zurückgestellt werden soll.

RS-Flip-Flop

bezeichnet eine Schaltung, die am Ausgang entweder High oder Low einnehmen kann, wenn an den Eingängen ein Setz- bzw. ein Rücksetzsignal angelegt wird.

Rücksetzsignal

- auch Rückstellsignal - nennen wir ein elektrisches Signal, das den Reset-Vorgang auslöst.

Schmitt-Trigger

- auch Schwellwertschalter genannt - benötigt man, wenn eine ansteigende elektrische Spannung bei einer bestimmten Stelle - der sogenannten Schwelle - in ein schnelles Schaltsignal umgewandelt werden soll. Die besondere Eigenschaft dieser Schaltung liegt darin, daß sich die Ausschaltswelle von der Einschaltswelle unterscheidet. Siehe auch Hysteresis.

Schwellspannung

nennt man eine Spannung, die einen festgelegten Wert beschreibt. Z.B. beträgt die Schwellspannung einer in Durchlaßrichtung betriebenen Siliziumdiode 0,7 Volt.

<p>Modul D 7-Segment 6384 Zusatzstufe Anleitung im Aufbauset D</p>	<p>UKW-Modul 6381 Zusatzstufe Anleitung in der Grundbox</p>
<p>Modul D Digital 6284 Aufbauset</p>	
<p>Modul C 6283 Aufbauset B - C</p>	<p>Modul Electronic C 6173 Grundbox</p>
<p>Modul Electronic B 6172 Grundbox</p>	

Kontaktbelegung der Zählerausgänge am D Modul

Ausgang Q		Kontakt
Einer	1	16
	2	20
	3	5
	4	6
Zehner	1	25
	2	26
	3	14
	4	13

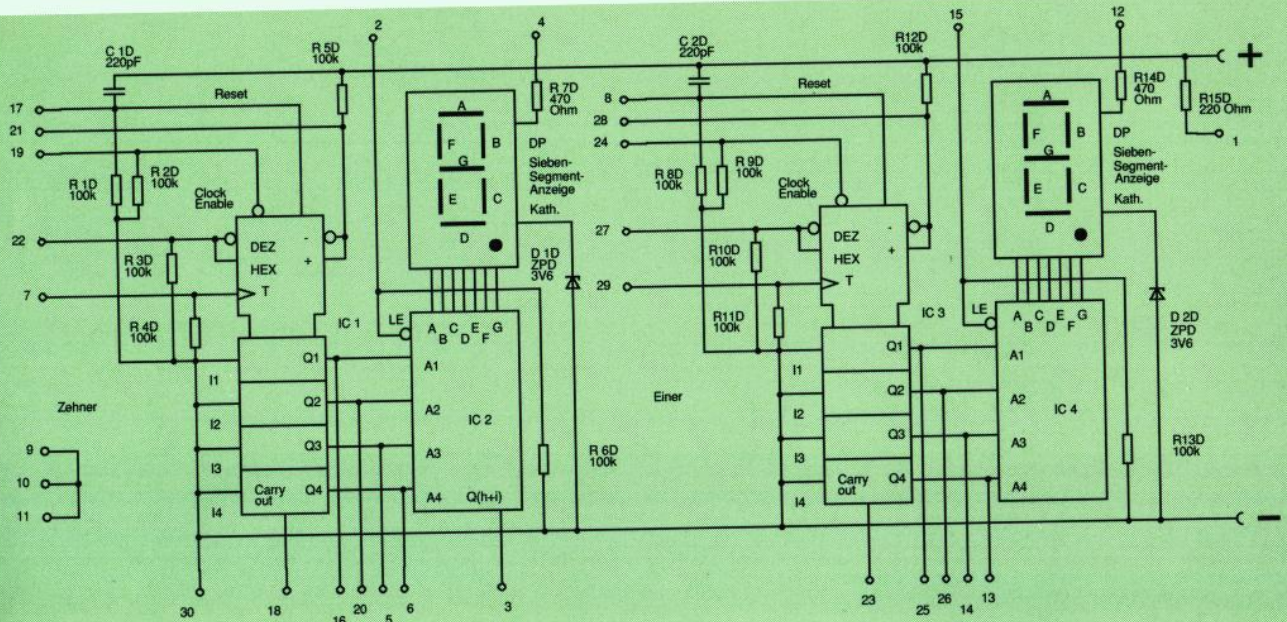
MODUL-ELECTRONIC

Benutzen Sie diesen Schaltplan beim Experimentieren. Er zeigt Ihnen, welche Teile Sie verbinden.

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 experimentieren. Ze wijzen u welke delen u moet verbinden.



Anschlüsse Zehner

2	LE-Eingang Decoder
3	h+1 Ausgang vom Decoder
4	Dezimalpunkt
5	Zählerausgang Q3
6	Zählerausgang Q4
7	Clock-Eingang
16	Zählerausgang Q1
17	RESET
18	Carry Out
19	Clock Enable
20	Zählerausgang Q2
21	Up/Down-Umschaltung Zähler
22	Dezimal/Hexadezimal-Umschaltung

Anschlüsse Einer

8	RESET
12	Dezimalpunkt
13	Zählerausgang Q4
14	Zählerausgang Q3
15	LE-Eingang Decoder
23	Carry Out
24	Clock Enable
25	Zählerausgang Q1
26	Zählerausgang Q2
27	Dezimal/Hexadezimal-Umschaltung
28	Up/Down-Umschaltung Zähler
29	Clock-Eingang



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

