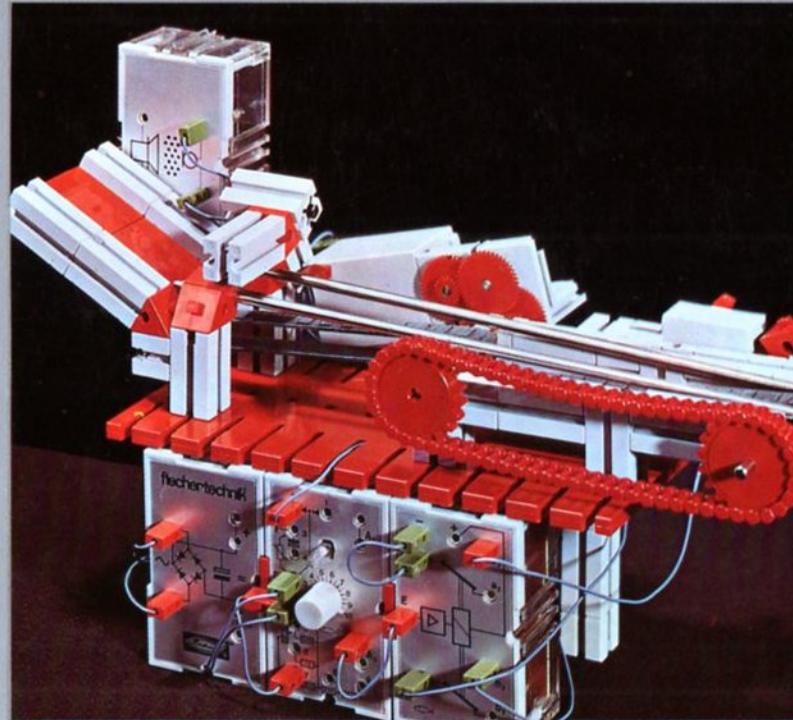


fischer[®]technik hobby

Experimente+Modelle



Mit hobby 1+2+3+4

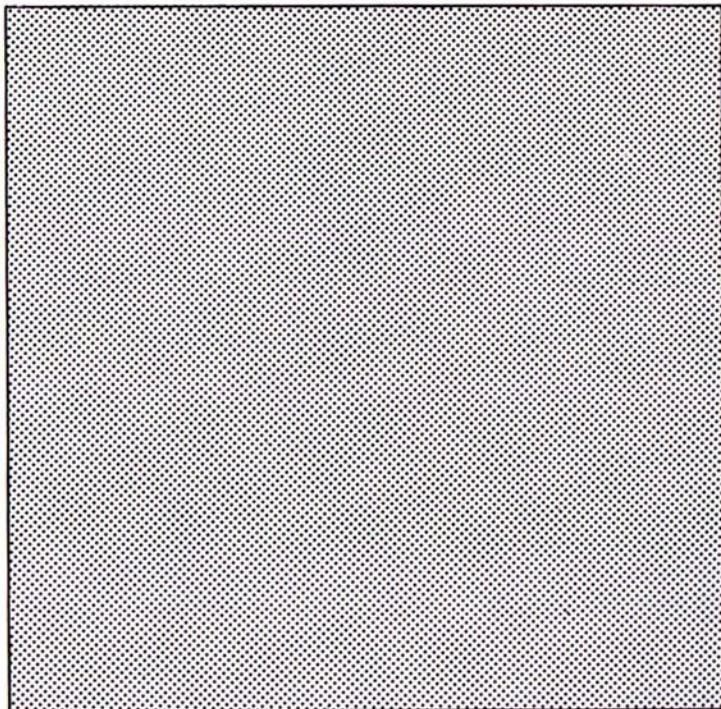
Automation durch Lichtschranken
Impulsspeicherung – Steuerung durch Schall
Zweipunktregler
Verzögerungsschaltungen
Taktgeber – Tongenerator
Mehrfachausnutzung des Grundbausteins

Art.-Nr. 6 39542 7

hobby **4**
Band 2

fischertechnik[®] hobby

Experimente + Modelle



Mit hobby 1+2+3+4
Automation durch Lichtschranken
Impulsspeicherung – Steuerung durch Schall
· Zweipunktregler
Verzögerungsschaltungen
Taktgeber – Tongenerator
Mehrfachausnutzung des Grundbausteins

hobby 4
Band 2

Vorwort

Im ersten Band der Experimentier- und Modellbücher für den Elektronik-hobby-Baukasten 4 haben Sie schon einige der grundlegenden Schaltungen zum Steuern Ihrer Modelle mit mechanischen Tastern und durch Licht oder Wärme kennengelernt. Im vorliegenden zweiten Band finden Sie weitere interessante Steuerprinzipien, vor allem aus dem Bereich der Fördertechnik; denn der automatische Transport der verschiedensten Güter ist eine gerade den Modellbauer immer wieder reizende Aufgabe. Die abgebildeten Modelle sollen nur Anregungen zu Konstruktionen sein, die Ihrem persönlichen Besitz an Baukästen angepaßt sind.

Im zweiten Teil dieses Bandes lernen Sie andere Schaltungen für den Elektronik-Grundbaustein kennen. Mit ihm speichert man Hell- oder Dunkel-Signale, die Überschreitung von Temperaturgrenzen und kurze Tastimpulse. Auch das Prinzip der Zweipunkt-Regelung wird experimentell erprobt. Der Grundbaustein ist aber auch als Verzögerungsschalter mit einstellbarer Einschalt- und Ausschaltverzögerung und außerdem noch als Taktgeber und Tongenerator zu verwenden.

Die feinen Unterschiede in der Darstellung von Schaltzeichen im Band 1 und Band 2 erklären sich durch die zwischenzeitlich in Kraft getretene stärkere Anpassung der deutschen Normen an internationale Gepflogenheiten. Der Übergang macht keine Schwierigkeiten.

Den kleingedruckten, erläuternden Text brauchen Sie nur dann durchzuarbeiten, wenn Sie die Schaltungen nicht nur anwenden, sondern auch ihre Wirkungsweise ganz verstehen wollen. Unbedingt sollten Sie jedoch die Schaltungen in der angegebenen Reihenfolge erproben, da

zwischen durch immer wieder auf die Erfahrungen mit vorher durchgeführten Versuchen Bezug genommen wird. Die Beantwortung der eingestreuten Fragen und das Zeichnen von Wirkschaltbildern und Verdrahtungsplänen ermöglicht Ihnen eine leichte Kontrolle Ihres Wissensstandes.

Und nun viel Spaß und Erfolg

Ihr



Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
Vorwort	2	Zweipunktregelung	
Automation durch Lichtschranken		Beleuchtungsstärke-Regelung	48
Automatisch schaltendes Transportband	4	Temperatur-Regelung	51
Zweifache Inversion	6	Verzögerungsschaltung	54
Stückzählung	8	Treppenhaus-Automat	57
Schütthöhen-Überwachung	10	Drehzahlüberwachung	58
Zweistufiges Transportband	11	Lüfterschaltung eines Kopiergerätes	60
Automatische Belade-Anlage	12	Taktgeber	
Sicherung gegen Überladung	14	Taktgeber mit Grundbaustein und Relais	63
Überwachung der Stückgröße	15	Vollelektronischer Taktgeber	64
Tabelle: Schaltungen mit 2 Lichtschranken	18	Taktgeber mit unsymmetrischem Tastverhältnis	67
Impulsspeicherung	19	Impulsgesteuerte Uhr	70
Speicherung eines Lichtblitzes	20	Tabelle: Taktfrequenz und Tastverhältnis	72
Temperaturwächter mit Grenzwertspeicherung	23	Tongenerator	73
Speicherung einer Lichtunterbrechung	26	Licht steuert Ton	74
Lichtgesteuerter Schrägaufzug	27	Zweifachnutzung des Grundbausteins	76
Steuerung durch Schall	32	Start und Stop durch Lichtschranken	77
Schallgesteuertes Förderband	36	hobby-Experimentier- und Modellbücher	80
Zeitmessung mit Schall-Auslösung	38		
Alarmanlage mit Umlenkspiegel	41		
Grenzwertschalter mit Schaltabstand	44		

Automatisch schaltendes Transportband

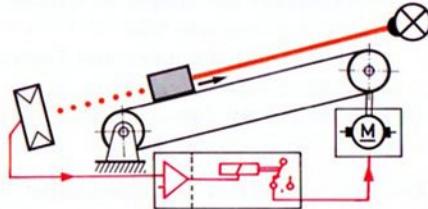
Ein Förderband, über das ununterbrochen Material läuft, wird nur am Beginn und am Ende eines Arbeitstages ein- bzw. ausgeschaltet. „Elektronik“ benötigt man nur zum Zählen der transportierten Stücke oder zum Aussortieren zu großer oder zu kleiner Teile.

Wird das Förderband jedoch als Zubringer eingesetzt, der nur gelegentlich benötigt wird, so lohnt es sich, eine Schaltautomatik einzubauen. Diese schaltet das Band selbsttätig an und aus, wenn es benötigt bzw. nicht mehr benötigt wird.

Bei
Dunkelsignal
läuft Motor

Beim nebenstehenden Modell (Bild 5.1) läuft der Motor nur, solange ein Baustein – von der Rutsche kommend – den Lichtstrahl zwischen Lampe und Fotowiderstand unterbricht. Die Lichtschranke überwacht die gesamte Länge des Förderbands. Aus der Darstellung des Signalflusses ersehen Sie die Wirkungsweise noch deutlicher.

Signalfluß-
Diagramm



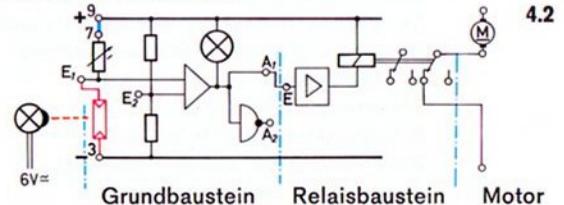
4.1

Zum Bau
des Modells

Hinweise zum Bau des Modells: Die beiden als Förderband arbeitenden Raupenbänder Ihres hobby 2-Baukastens sollten Sie auf der Innenseite mit Talkum bestreuen und nicht zu sehr auf Zug beanspruchen. Die Neigung der

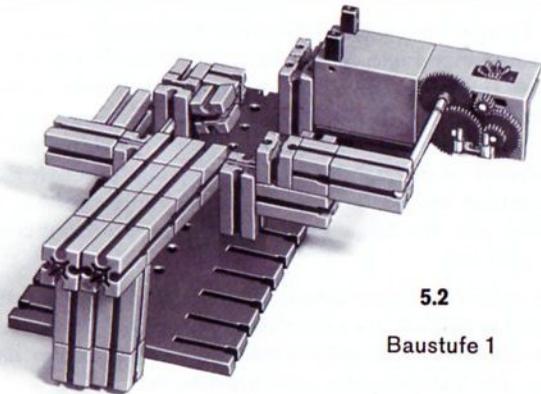
Rutsche stellen Sie so ein, daß ein darauf aufgelegter Baustein von selbst auf das Förderband rutscht. Als Führungsleiste an der linken Seite des Förderbandes dient eine Achse 110. Sie ist durch Zwischenklemmen von dünnem Papier in der Nut eines Bausteins 15 fixiert. Statt der Raupenbänder, die auch einzeln unter der Bezeichnung fischertechnik 021 erhältlich sind, können Sie längere Bänder aus Plüsch oder Gummi benutzen. Der Antrieb und die Umlenkung sollten dann allerdings über Radnaben mit kleinen Reifen erfolgen, damit sich hin- und rücklaufender Gurt nicht berühren können.

Als Transportgut sollten Sie sich für dieses und vor allem für spätere Modelle Quader aus Holzleisten mit dem Querschnitt 15×15 mm abschneiden. (Bausteine 15 könnten wegen der Nuten den Lichtstrahl nicht immer unterbrechen.) Die Verdrahtung führen Sie entweder auf Grund der Signalfluß-Darstellung oder nach dem Verdrahtungsplan (am Modellfoto) aus. Ebenso gut können Sie den folgenden Wirkschaltplan verwenden:

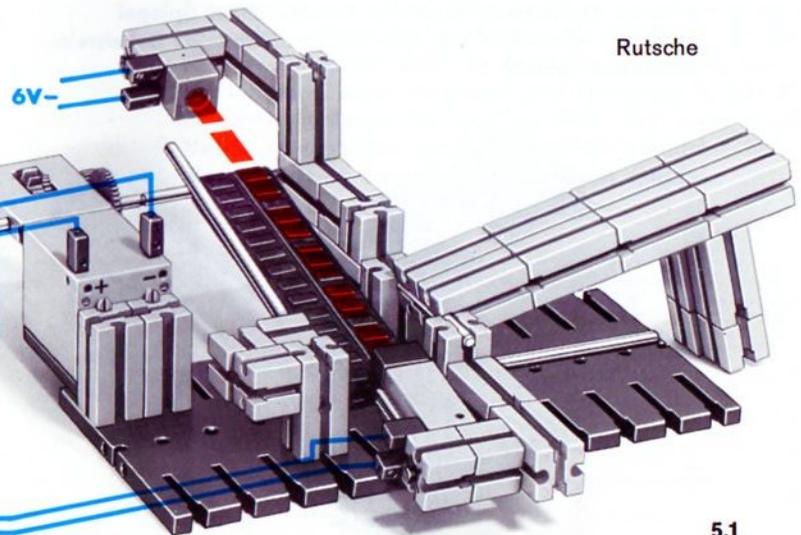


Drehknopf

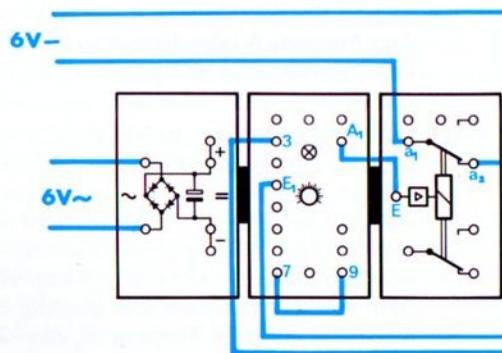
Die Einstellung des Drehknopfes dürfte Ihnen keine Schwierigkeiten bereiten.



5.2
Baustufe 1



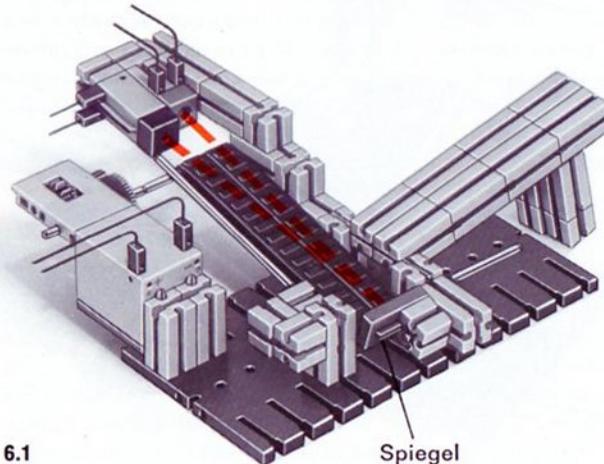
Rutsche



5.1

Zweifache Inversion

Bevor wir uns dem signal- und steuerungstechnischen Problem der Inversion zuwenden, wollen wir die Lichtschranke des ersten Modells noch etwas verbessern: Es wird Ihnen bei der Erprobung aufgefallen sein, daß die Anlage gelegentlich nicht eingeschaltet hat, wenn der herab-rutschende Baustein zufällig auf den Rand des Förderbandes zu liegen kam. Wir schaffen Abhilfe, indem wir Fotowiderstand und Lampe an einem Ende des Bandes montieren und für die notwendige Reflexion des Lichtstrahles am unteren Ende des Bandes einen Spiegel einbauen (siehe Bild 6.1). Nun ist die überwachte Bahnweite wesentlich größer!



6.1

Spiegel

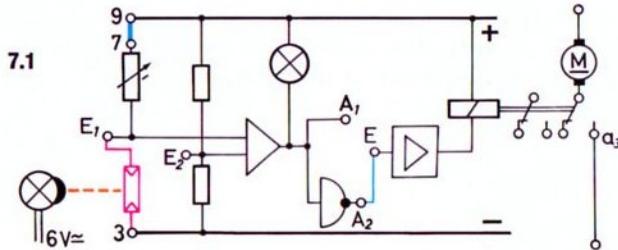
Als Spiegel verwenden Sie einen Planspiegel. Lampe samt Fotowiderstand und Spiegel sind mit Hilfe von Bausteinen 15 mit rotem Zapfen schwenkbar. Durch Höher- bzw. Tiefersetzen und Schwenken des Spiegels erreichen Sie, daß das Licht der Linsenlampe zum Fotowiderstand reflektiert wird. Zum Justieren halten Sie vor den Fotowiderstand am besten einen grauen Papierstreifen. So können Sie die Lage des reflektierten Strahlenbündels gut erkennen.

Gleichwertige
Schaltungen

Nun wollen wir untersuchen, ob es noch andere Schaltungsmöglichkeiten als die schon kennengelernte (Schaltbild 4.2) gibt. Mit jeder soll erreicht werden, daß der Motor läuft, wenn die Lichtschranke unterbrochen ist.

- Schalten Sie – wie in Schaltbild 4.2 gezeigt – den Motor über die Buchsen a_1 – a_2 an das Netzgerät, so müssen Sie den Eingang E des Relais-Bausteins mit dem Ausgang A_1 des Grundbausteins verbinden. Der Fotowiderstand ist an E_1 und „–“ (= Buchse 3) anzuschließen.
- Sie wissen, daß der Relais-Kontakt a_1 – a_3 (Arbeitskontakt) das Gegenteil von Kontakt a_1 – a_2 (Ruhekontakt) bewirkt. Denn wenn a_1 – a_2 geschlossen ist, kann a_1 – a_3 nur geöffnet sein und umgekehrt. Wollen Sie den Motor statt über den Ruhekontakt a_1 – a_2 über den Arbeitskontakt a_1 – a_3 an das Netzgerät anschließen, dann müssen Sie eben den Eingang E des Relais-Bausteins mit dem Ausgang A_2 des Grundbausteins verbinden, denn A_2 ist „invers“ zu A_1 . Der Foto-

widerstand wird genau so wie in der ersten Schaltung angeschlossen (Bild 7.1).



7.1

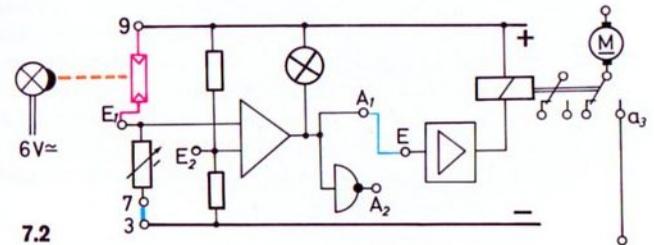
Inversion Sie erinnern sich: Die Umkehrung eines Schaltzustandes, z. B. Unterbrechung statt leitender Verbindung oder Verbindung mit dem $-$ Pol statt mit dem $+$ Pol, nennt man „Inversion“. Beim Relaisbaustein verwirklicht man sie durch Vertauschen von a_2 und a_3 , beim Elektronik-Grundbaustein durch Vertauschen der Ausgänge A_1 und A_2 .

zweifache Inversion Im zweiten Beispiel haben Sie zweimal eine Inversion vorgenommen. Am Ende des Signalfluß-Diagramms wirkt sich eine zweimalige Inversion nicht aus! Das ist eine wichtige Erkenntnis. Man wendet solche Schaltungstricks z. B. an, wenn bei Stromausfall oder Leitungstörung ein bestimmtes Signal entstehen soll. (Mehr darüber später!)

Eine weitere gleichwertige Schaltung

Es gibt noch eine weitere Möglichkeit zur „Inversion“. Dazu schließen Sie das eine Ende des Fotowiderstandes nicht an „ $-$ “, sondern an „ $+$ “, also an die Buchse 9 an. Dafür müssen Sie das freie Ende des einstellbaren Widerstandes im Grundbaustein, die Buchse 7, statt mit „ $+$ “ mit „ $-$ “ (Buchse 3) verbinden.

Jetzt muß der Motor laufen, wenn die Lichtschranke nicht unterbrochen ist. Damit Ihr Modell wieder richtig arbeitet, müssen Sie eine weitere Inversion vornehmen. Das können Sie entweder dadurch erreichen, daß Sie E mit Ausgang A_1 verbinden und den Motor über die Buchsen a_1 – a_3 an das Netzgerät schalten (Bild 7.2). Genauso gut können Sie die Inversion durch Verbinden des Ausganges A_2 mit E erreichen. In diesem Fall muß der Motor über a_1 – a_2 an das Netzgerät geschaltet werden. Einen Wirkschaltplan für diese Schaltung können Sie leicht selbst zeichnen.



7.2

Stückzählung

Transportbänder setzt man gern zum Abtransport gerade verpackter Güter in die Vorratslager ein. Die Zählung der von einer oder mehreren Personen verpackten Stücke überläßt man der Elektronik. Auch das können Sie mit Ihrem Modell erproben. Als Zählwerk bauen Sie bitte nochmal das in Band 4-1, Seite 42, beschriebene Modell oder Sie beschaffen sich das fischertechnik-Zählwerk e-m 6 (Bild 9.4).

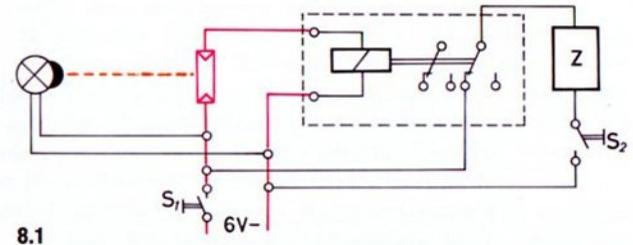
Einbau der Lichtschranke

Wahrscheinlich werden Sie sich fragen, warum in der Abbildung 9.1 die den Zähler steuernde Lichtschranke nicht in der Mitte des Bandes steht – was viel bequemer zu bauen wäre. Den Vorteil der Anordnung der Lichtschranke am oberen Ende des Bandes entdecken Sie schnell, wenn Sie überprüfen, ob Ihr Zählwerk genau aneinanderstoßende oder sogar etwas überlappende Bausteine stets als 2 Einheiten oder nur als 1 Einheit zählt. Sie werden bemerken, daß nur eine Konstruktion, ähnlich der abgebildeten, diese Aufgabe einwandfrei löst. Die Anschaltung des Fotowiderstandes an den Grundbaustein sowie den Anschluß des Relais-Bausteines und des Zählwerks können Sie auf Grund der schon besprochenen Schaltungen allein vornehmen oder aber die Relais-Schaltung nach Bild 9.1 ausführen. Hinweis: Die Lampe ist aus Platzgründen auf zwei Zwischensteckern aus dem hobby 3-Baukasten aufgesteckt! Siehe Bild 9.2 und 9.3.

Wenn Sie das Zählwerk über das Relais des hobby 3-Baukasten steuern, haben Sie eine Lichtschranke für die

Dunkelsignal steuert Zählwerk

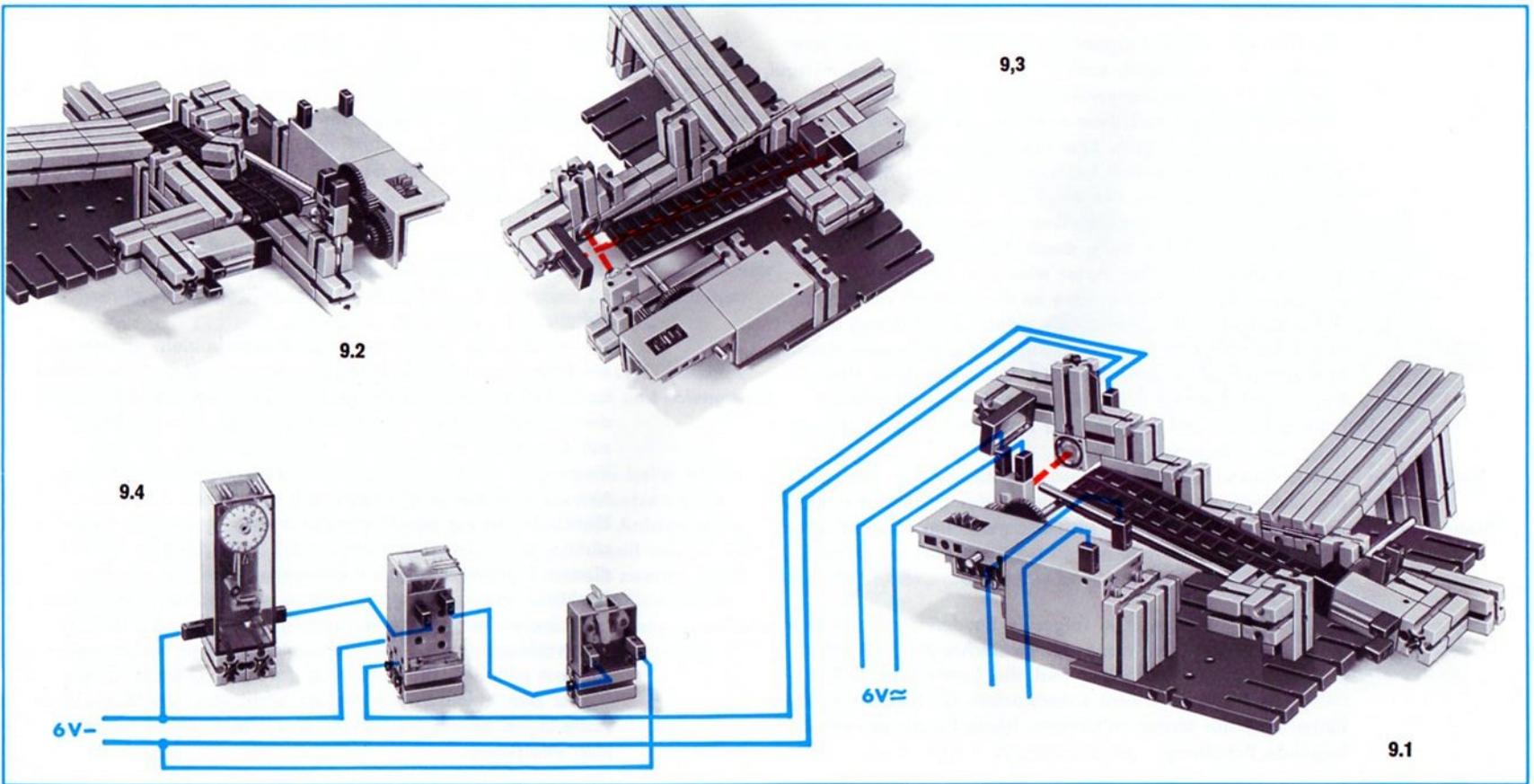
automatische Einschaltung des Transportbandes zur Verfügung. Dabei bleibt – wie in der Abbildung 9.1 – der eine Fotowiderstand ohne Kappe. Jedoch müssen Sie darauf achten, daß die Lichtquelle der einen Lichtschranke keinen Einfluß auf den Fotowiderstand der anderen Schranke hat. Sie sollten deshalb den Spiegel an das obere Ende des Bandes setzen (siehe Bild 9.3).



8.1

Einschaltproblem

Damit beim Einschalten der Anlage nicht sofort das Zählwerk um einen Schritt weiterschaltet, wird in die Leitung zum Zähler ein Schalter S_2 eingebaut. Er wird erst nach dem Einschalten des Hauptschalters S_1 eingeschaltet.

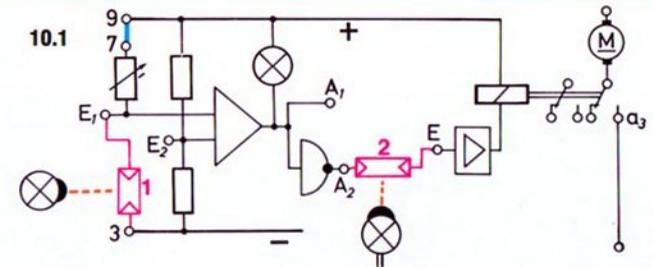


Schütthöhen-Überwachung

Unser Transportband eignet sich prinzipiell nicht nur zum Transport von Stückgut; auch die Beförderung von Schüttgut, wie Sand, Zement, Düngemitteln usw., ist möglich. Das Modellförderband muß dann allerdings nicht aus 2 parallel laufenden Einzelbändern, sondern aus einem breiten Band bestehen. In diesem Fall baut man gern eine Sicherung ein, die bei Erreichen der maximal zulässigen Höhe des aufgeschütteten Berges den Antriebsmotor automatisch abschaltet. Wird der Berg durch Abtransport der Ware verkleinert, so läuft der Motor wieder automatisch an. Zur Verwirklichung dieser Idee an dem Modell verwenden Sie diejenige Lichtschranke, die zuletzt die Zählung vornahm. Auf den Fotowiderstand setzen Sie bitte eine Kappe. Wie müssen Sie Fotowiderstand, Grundbaustein, Relais-Baustein und Motor schalten, wenn das Transportband ständig laufen soll, solange die maximal zulässige Schütthöhe nicht überschritten ist?

Verknüpfung zweier Steuersignale Nun wollen wir das Modell noch vervollkommen. Wir koppeln die Lichtschranke zur Überwachung der Schütthöhe und die schon vorher erprobte Lichtschranke zum automatischen Einschalten des Motors, sobald Schüttgut auf das Band kommt. Die Steuersignale sind miteinander „verknüpft“.

Dunkelsignal + Hellsignal: Motor läuft Es besteht in diesem Fall folgende Forderung: Der Motor darf nur dann laufen, wenn die Lichtschranke 1 (Bandüberwachung) unterbrochen und die Lichtschranke 2 (Gipfelüberwachung) nicht unterbrochen ist. In allen anderen Fällen muß der Motor stillstehen. Diese Forderung erfüllt folgende Schaltung:



Der Fotowiderstand für die Überwachung der Schütthöhe ist zwischen A_2 und E geschaltet. Wie arbeitet diese Schaltung?

Sie wissen, das Relais im Relais-Baustein zieht an, wenn die Eingangsbuchse E, kurz „E“ genannt, mit „-“ verbunden ist. Schaltet man E direkt an A_2 , so ist dies der Fall, wenn der Fotowiderstand 1 nicht beleuchtet ist, also Schüttgut auf dem Band liegt. Ist aber der Ausgang A_2 mit dem Eingang E nicht direkt, sondern unter Zwischenschaltung eines Fotowiderstandes verbunden, so kann sich die Nichtbeleuchtung des Fotowiderstandes 1 nur dann auswirken, wenn der Fotowiderstand 2 beleuchtet ist. Nur in diesem Fall hat er einen entsprechend kleinen, für das Funktionieren der Steuerschaltung vernachlässigbar kleinen elektrischen Widerstand. Ist der Fotowiderstand 2 (Höhenüberwachung) jedoch nicht beleuchtet – also hochohmig –, so kann sich die Unterbrechung der Lichtschranke 1, das Signal zum Anlaufen des Motors, nicht über die Übergangsstelle A_2 -E hinaus auswirken. Das Steuersignal bleibt also unwirksam.

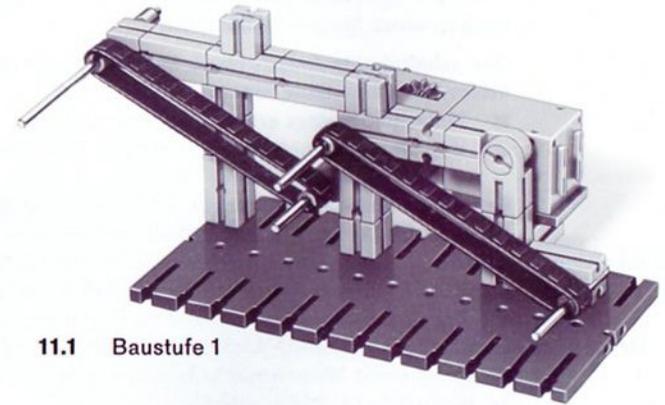
Zweistufiges Transportband

Zur Lösung schwierigerer Transportprobleme genügt das einfache Transportband, wie es das letzte Modell darstellt, nicht mehr. Die Überbrückung größerer Strecken, die Überwindung größerer Höhenunterschiede und die Änderung der Transportrichtung schafft man nur mit mehrstufigen Anlagen. Meist geht an der Übergangsstelle ein Teil der in der vorhergehenden Stufe gewonnenen Förderhöhe wieder verloren. (Deshalb wählt man möglichst lange Einzelbänder.)

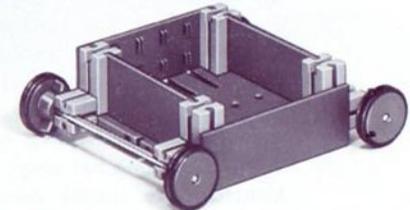
Im einfachsten Fall treibt ein einziger Motor mehrere Bänder an. Ein solches Modell können Sie nach den Abbildungen 13.1 und 13.2 bauen (Baustufe 1 zeigt Bild 11.1).

Bei Dunkelsignal läuft Motor Die Elektronik überwacht nur das untere Band. Schalten Sie bitte die Anlage so, daß sie läuft, sobald und solange ein Baustein auf dem unteren Band liegt.

Hinweis: Die Bänder laufen hier nicht – wie beim letzten Modell – direkt auf den Achsen! Durch Aufsetzen einer Klemmbuchse wird der Durchmesser auf der Antriebswelle vergrößert und die Bandgeschwindigkeit damit erhöht. Wer 4 Raupenbänder besitzt, schaltet jeweils ein zweites Band parallel. Auf alle Fälle sollten Sie durch das Einschieben zweier passend zugeschnittener Platten aus Pappe zwischen Bändern und Gestell die Anlage voll funktionstüchtig machen.



11.1 Baustufe 1



11.2 Wagenbeispiel

Automatische Belade-Anlage

Das gebaute Modell wollen wir nun zu einer automatischen Belade-Anlage erweitern. Solche Anlagen benötigt man z. B. zum selbständigen Beladen von Fahrzeugen oder von Körben einer Materialseilbahn.

Das schaltungstechnisch Neue an der Anlage ist, daß der Motor nur dann läuft, wenn:

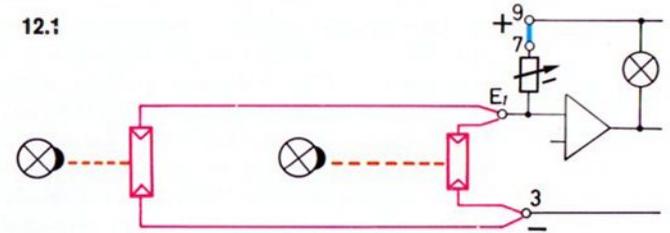
- Material auf dem ersten Förderband liegt und
- der Wagen genau an der richtigen Stelle unter der „Warenausgabe“ steht.

Es müssen also 2 Forderungen erfüllt sein, damit das Band laufen kann. Wir haben also wieder eine „Verknüpfung“ von 2 Steuersignalen. Die erste Forderung überprüft die Lichtschanke, die über der Förderstufe 1 eingebaut ist. Zur Feststellung, ob die zweite Forderung erfüllt ist, bauen Sie eine zweite Lichtschanke an. Sie darf von dem zu beladenden Wagen nur unterbrochen werden, wenn er an der richtigen Stelle steht.

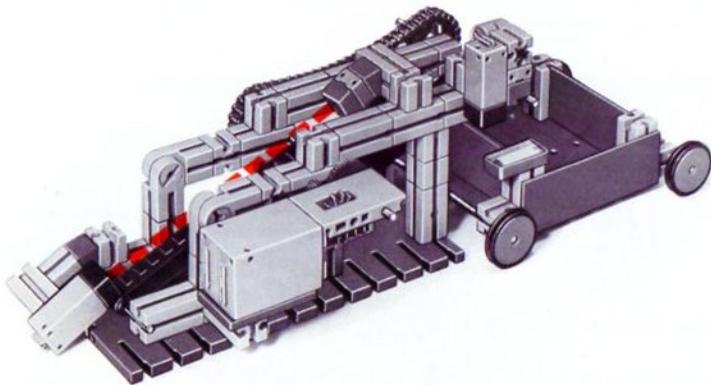
Dazu bauen Sie rechts und links vom Fördergestell nach Ihren Ideen eine Lampe bzw. einen Fotowiderstand an. Die Schaltung kennen Sie schon vom Lochstreifenleser aus dem Band 4-1. Die beiden Fotowiderstände werden in diesem Fall einfach parallel geschaltet (siehe Bild 12.1). Der Motor wird über a_1 – a_2 angeschaltet. Drehknopf bitte so einstellen, daß bei Belichtung nur eines Fotowiderstandes noch keine Umschaltung erfolgt.

Diese Schaltung hat einen Nachteil: Wenn die Lampe der Lichtschanke ausfällt oder ihr Lichtstrahl sonstwie unterbrochen wird, arbeitet die Anlage falsch! Deshalb suchen

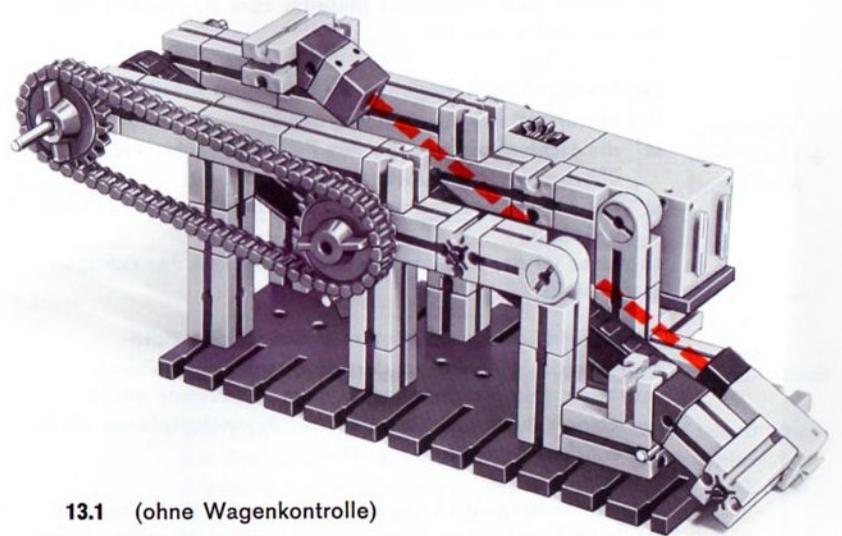
12.1



wir eine noch sicherere Lösung zur Prüfung der Wagenbereitsstellung. Wir brauchen eine Schaltung, bei der der Motor nur dann läuft, wenn Licht auf den Fotowiderstand 2 fällt und die Lichtschanke 1 unterbrochen ist. Die Schaltung haben Sie schon kennengelernt. Wenn es Ihnen Spaß macht, entwerfen Sie den Wirkschaltplan selbst und verdrahten entsprechend das Modell. (Andernfalls können Sie auf Seite 10 nachsehen.) Sie könnten einfach die Lampen für das „Bereit“-Signal oben auf das Fahrzeug montieren. Eleganter ist es jedoch, die Lampe und den Fotowiderstand oben am Förderbandgestell so anzubringen, daß ein auf der Oberseite des Fahrzeugs montierter Spiegel in der richtigen Stellung des Fahrzeugs das Signal gibt. Bild 13.2 zeigt eine Möglichkeit.



13.2 Rückseite
(mit Reflex-Lichtschranke
zur Wagenkontrolle)



13.1 (ohne Wagenkontrolle)

Sicherung gegen Überladen

Unsere Anlage können wir noch weiter automatisieren! Wir setzen die bisher das untere Förderband überwachende Lichtschanke 1 für einen anderen Zweck ein. Sie soll den Motor selbständig stillsetzen, sobald das Fahrzeug voll beladen ist. Die Lichtschanke 2 (mit dem Spiegel am Wagen) behalten wir bei. Eine solche Steuerung braucht man für Anlagen, bei denen laufend beladen werden soll und bei denen stets genügend Material zum Beschicken des Bandes vorhanden ist.

Die Schaltung muß folgende Bedingungen erfüllen:

Hellsignal
+ Hellsignal:
Motor läuft

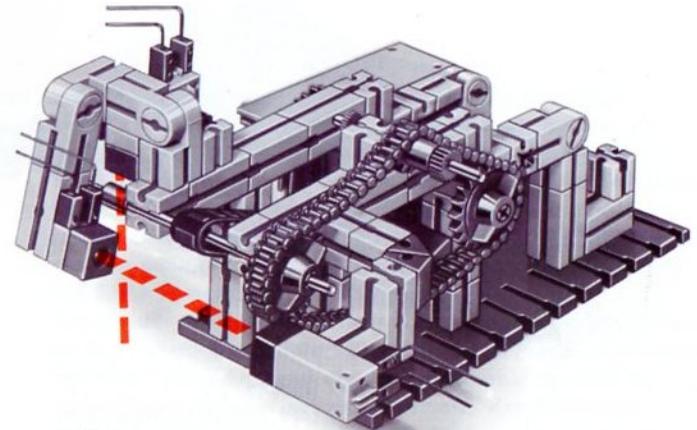
Der Motor soll nur dann laufen, wenn

- die Lichtschanke 1, die den Füllzustand des Fahrzeugs überprüft, nicht unterbrochen ist und
- der Fotowiderstand der Lichtschanke 2 ebenfalls Licht bekommt.

Letzteres ist der Fall, wenn das Fahrzeug an der richtigen Stelle steht.

Zur Verwirklichung schaltet man die beiden Fotowiderstände in Reihe an den Eingang E₁ des Grundbausteins. Die Verdrahtung können Sie sicher allein vornehmen. Auch das Zeichnen des Wirkschaltplanes dürfte keine Schwierigkeiten bereiten.

Zum Befestigen von Lampe und Fotowiderstand der Lichtschanke 1 benötigen Sie einige Bausteine 30 mehr als der hobby 1-Baukasten enthält. Nachschub durch fischer-technik 01!

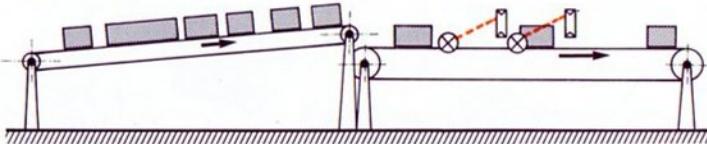


14.1

Überwachung der Stückgröße

Bei der Zuführung von Einzelteilen, Schrauben, Bolzen usw. zu Montageautomaten ist es oft zweckmäßig, die Größe der Teile oder ihre Lage auf dem Zuführband vollautomatisch zu kontrollieren. Dazu eignet sich z. B. die Förderbandanlage nach Bild 15.1 und die dort angebaute Kontrolleinrichtung. Sie überprüft, ob sich etwa zu große Bausteine auf dem Förderband befinden.

15.1



Das Modell ist auf Seite 16 abgebildet.

2 Lichtschranken Das Prinzip: Beide Lichtschranken sind in einem solchen Abstand längs des Förderbandes aufgestellt, daß ein zu großer Baustein gleichzeitig beide Lichtschranken unterbricht.

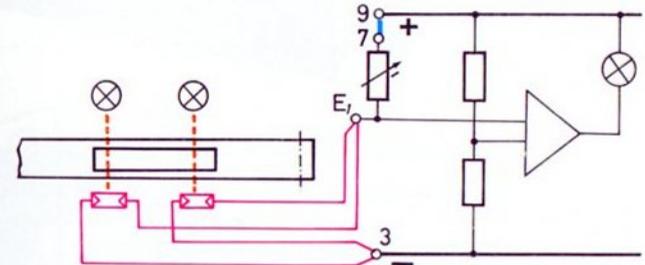
Die Schaltung kennen sie schon.

Sie müssen die beiden Fotowiderstände parallel schalten.

Ungleiche Bandgeschwindigkeiten Weil auch kleine Steine als ein großes Teil wirken, wenn zwei oder mehr zusammenhängen oder überlappen, müssen wir noch einen Trick anwenden. Das Band 2, auf dem die Prüfung vorgenommen wird, lassen wir viel schneller laufen als das Band 1. Das erreichen wir einmal beim Modell

durch das Kettengetriebe, zum andern ist der Durchmesser der Antriebswelle des Bandes 2 durch Aufsetzen einer Klemmbuchse auf die Motorachse größer als der Durchmesser der Antriebswelle für das Band 1. Das Band 2 zieht die Steine also schneller ab, als sie auf dem Band 1 nachtransportiert werden.

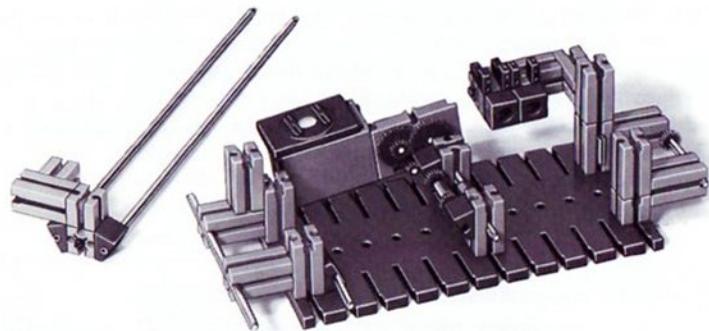
15.2



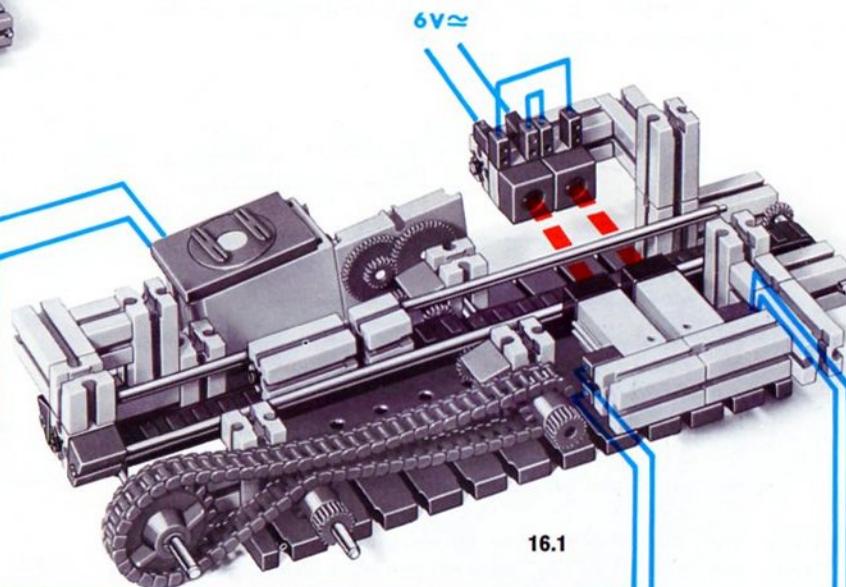
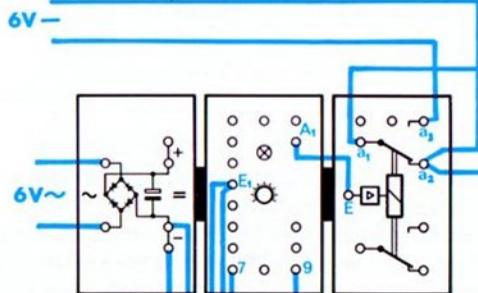
Zum Aussortieren zu großer Teile hält der Motor automatisch an. Ergänzen Sie eine Alarmlampe.

Die Empfindlichkeit der Schaltung stellen Sie durch Drehen am Drehknopf so ein, daß nur die gleichzeitige Unterbrechung beider Schranken das Signallämpchen im Grundbaustein zum Erlöschen bringt.

Wie man zu kleine Teile auf elektronischem Wege erkennen und aussortieren kann, ist in einem späteren Band beschrieben.

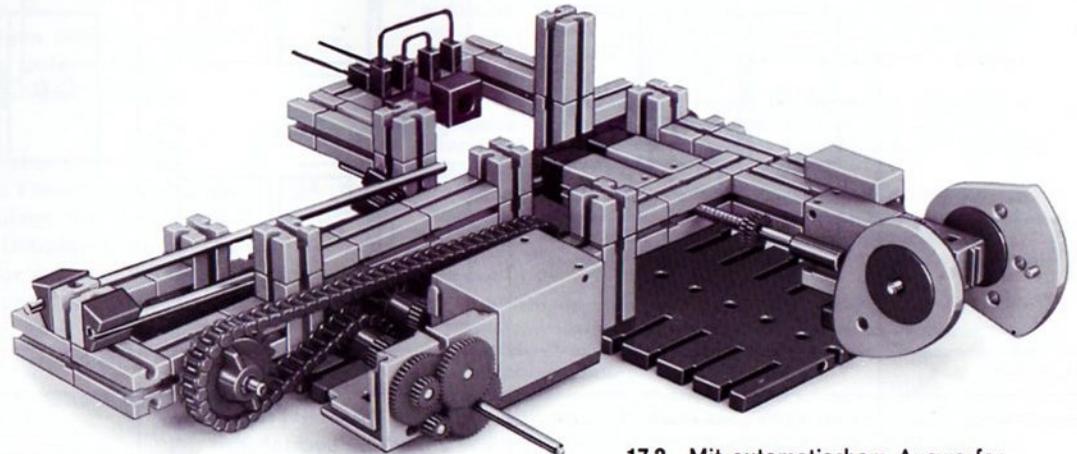
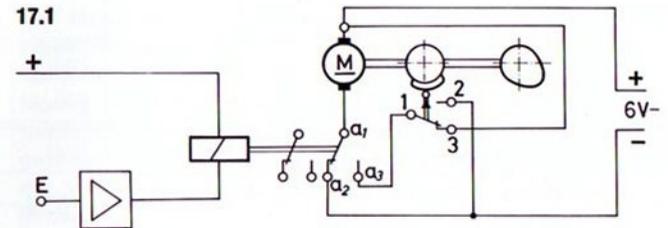


16.2 Baustufe 1



16.1

Automatisches Auswerfen Die Besitzer eines zweiten Motors können das Modell durch einen nockengesteuerten „Auswerfer“ ergänzen, der das zu große Teil seitlich herausschiebt (Bild 17.2). Die Nockenscheibe muß nach einer Umdrehung wieder abgeschaltet werden. Deshalb sitzt auf der Getriebewelle des mini-Motors außer der Nockenscheibe, die den Auswerfer betätigt, eine ft-Segmentscheibe, die den mini-Motor nach einer Umdrehung der Welle automatisch stillsetzt. Da die Geschwindigkeit des Auswerfers sehr groß ist, muß eine Kurzschlußbremse des Motors vorgenommen werden. Bild 17.1 zeigt, wie der Auswerferantrieb zu schalten ist. Ergänzen Sie bitte das Wirkschaltbild und erstellen Sie einen Verdrahtungsplan.



17.2 Mit automatischem Auswerfer

Schaltungsmöglichkeiten mit zwei Lichtschranken

Die einzelnen Schaltungen haben Sie schon kennengelernt.
Die Tabelle erleichtert Ihnen die Auswahl der richtigen
Schaltung beim Bau eigener Konstruktionen.

Schaltung Nr.	1		2+3				4				5			
Fotowiderstand 1	hell	dunkel	hell	hell	dunkel	dunkel	hell	hell	dunkel	dunkel	hell	hell	dunkel	dunkel
Fotowiderstand 2	—	—	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel
Motor über a ₁ -a ₃	läuft	steht	läuft	steht			steht		läuft		steht	läuft	steht	
Motor über a ₁ -a ₂	steht	läuft	steht	läuft			läuft		steht		läuft	steht	läuft	
Bemerkung	—		Schaltung 3 arbeitet nur, wenn FW 2 stark beleuchtet wird								Schaltung 5 arbeitet nur, wenn FW 2 stark beleuchtet wird			

Impulsspeicherung

Ihr Elektronik-Grundbaustein kann noch für völlig andersartige Aufgaben herangezogen werden. Sie sollen diese der Reihe nach kennenlernen. Es empfiehlt sich, in der Reihenfolge dieses Buches vorzugehen.

Zunächst wollen wir ein kurzzeitig gegebenes Steuersignal, z. B. die kurzzeitige Beleuchtung eines Fotowiderstandes oder die kurzzeitige Unterbrechung einer Lichtschranke auf rein elektronischem Wege festhalten. Der Techniker sagt: Der Signalimpuls oder kurz der „Impuls“ wird „gespeichert“. Auch mit Tastern kann man solche Impulse geben. Die Speicherung mit Hilfe von Relais-Kontakten kennen Sie bereits von der „Selbsthaltung“, Band 4-1, Seite 18, und von der „Selbstsperrung“, Band 4-1, Seite 46.

Sie erinnern sich: Kurzzeitiges Betätigen eines Ein-Tasters wurde so lange „gespeichert“, bis ein anderer Taster, den man als „Lösch-Taster“ bezeichnen könnte, gedrückt wurde.

Unter Zuhilfenahme Ihres Grundbausteins können Sie anstelle eines Ein-Tasters auch einen Fotowiderstand oder einen Heißleiter als Impulsgeber benutzen. So könnte man z. B. ein Förderband durch die kurze Unterbrechung einer Lichtschranke für den ganzen Tag (oder auch nur für drei Minuten) einschalten. Die Löschung wurde dann abends von Hand durch einen Taster (oder automatisch durch ein Zeitschaltwerk) nach drei Minuten vorgenommen.

Beispiel: Auch im letzten Modell haben Sie mit einer Impulsspeicherung, wenn auch nicht mit einer elektronischen, gearbeitet, **automatisches Auswerfen** wahrscheinlich ohne daß Sie sich dessen bewußt wurden.

Der Motor für den Auswerfer lief nämlich länger als das eigentliche Steuersignal (A_1 mit „-“ verbunden, weil beide Lichtschranken gleichzeitig unterbrochen waren) zur Verfügung stand. Das Steuersignal wirkte also als Impuls; er wurde mit Hilfe einer Segmentscheibe und eines Tasters gespeichert und dann automatisch gelöscht. Nun werden Sie die Speicherung auf rein elektronischem Wege kennenlernen.

Damit unsere Überlegungen allgemeine Gültigkeit besitzen und nicht jedesmal zwischen Taster, Heißleiter und Fotowiderständen zu unterscheiden ist, können Sie einen übergeordneten Begriff benutzen. Weil wir uns mit dem Verhalten der Elektronik-Bausteine, vor allem mit dem Grund-Baustein befassen, liegt es nahe, die elektrische Spannung zwischen E_1 und „Minus“ oder – genauso gut – zwischen E_1 und „Plus“ als Steuersignal zu betrachten. (Im Band 4-1, Seite 64 ff., wurde eingehend davon Gebrauch gemacht.)

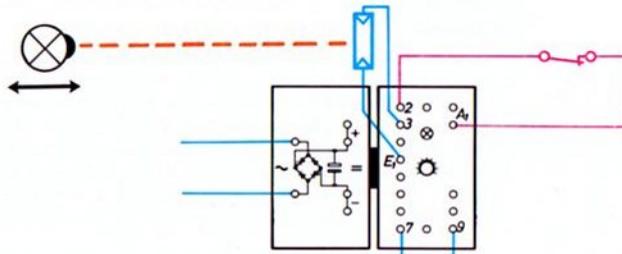
Mit unserem Grundbaustein können wir wahlweise die einmalige Unterschreitung einer „Grenzspannung“ oder die einmalige Überschreitung derselben oder einer anderen, mit dem Drehknopf einstellbaren „Grenzspannung“ speichern.

Grenzspannung
Grenz-Widerstand
Ebenso gut könnte man die Speicherung von Signalen, die von Fotowiderständen, Heißleitern oder Kalleitern abgetastet werden, von dem Gesichtspunkt des „Grenzwiderstandswertes“ aus betrachten. Bei dieser Betrachtungsweise wird man unterscheiden zwischen

- Speicherung einer einmaligen Unterschreitung eines Grenzwiderstandes, z. B. durch Lichtblitz auf einen Fotowiderstand oder durch kurzzeitige Erwärmung eines Heißleiters über die eingestellte Grenztemperatur;
- Speicherung einer einmaligen Überschreitung eines Grenzwiderstandes, z. B. durch kurzzeitige Unterbrechung einer Lichtschranke oder durch kurzzeitige Unterschreitung einer Grenztemperatur.

Speicherung eines Lichtblitzes

Bauen Sie bitte eine Schaltung nach Bild 20.1. Zunächst lassen Sie aber die rot eingezeichnete Verbindung zwischen A_1 und Buchse „2“ weg.



20.1

Vorversuch ohne Speicherung Stellen Sie bitte den Drehknopf in die Stellung 1 oder 2, also in eine sehr unempfindliche Stellung. Dann nähern und entfernen Sie den Fotowiderstand abwechselnd. Das Signallämpchen im Grundbaustein wird leuchten – und ein über A_1 und E angeschlossenes Relais würde anziehen, solange genügend Licht auf den Fotowiderstand fällt, d. h.

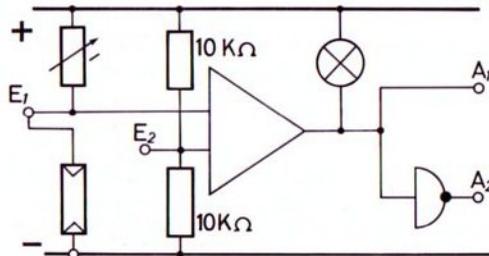
die Lampe nahe genug am Fotowiderstand steht. Die Bedeutung des Wortes: „solange“ wird noch deutlicher, wenn Sie sagen: ... solange und nur solange ..., denn das Signallämpchen wird entsprechend der Helligkeit auf dem Fotowiderstand abwechselnd leuchten oder nicht leuchten.

Speichern Verbinden Sie nun zusätzlich den Ausgang A_1 mit Buchse „2“, am besten gleich unter Einschaltung eines Aus-Tasters (siehe Bild 20.1) und wiederholen Sie den Versuch. Das Signallämpchen beginnt zu leuchten, sobald die Lampe nahe genug an den Fotowiderstand herangebracht wird – wie beim ersten Versuch. Im Gegensatz dazu leuchtet sie aber weiter, wenn Sie die Lampe wieder entfernen. Sie können sogar die Leitung zum Fotowiderstand unterbrechen – das Signallämpchen brennt weiter. Der Lichtimpuls wird also festgehalten – „gespeichert“.

Löschen Erst wenn Sie die Verbindung zwischen A_1 und „2“ unterbrechen – „auftrennen“ sagt der Techniker –, z. B. durch Druck auf den Aus-Taster, wird die Speicherung aufgehoben. Voraussetzung ist allerdings, daß im Moment dieser „Signallöschung“ der Fotowiderstand nicht erneut hell beleuchtet ist.

Mit dieser Schaltung können Sie sogar einen sehr kurzen Lichtblitz speichern. Ebenso können Sie damit nachweisen, ob jemand in Ihrem Zimmer Licht angeschaltet hat, während Sie abends ausgegangen waren, oder ob eine Schublade geöffnet wurde.

Operationsverstärker Betrachten wir nun die Schaltung genauer. Sie wissen bereits, daß der Grundbaustein einen Operationsverstärker enthält. Für den Schaltzustand des Ausgangs A_1 – und damit des Signallämpchens – sind nur die Spannungen an den beiden Eingängen E_1 und E_2 maßgebend.



21.1

Der Punkt E_2 liegt in der Mitte des Spannungsteilers, der aus zwei $10\text{ k}\Omega$ -Widerständen besteht. Da diese Widerstände gleich groß sind, ist daher die Spannung zwischen dem Punkt E_2 und „-“ etwa halb so groß wie die Spannung zwischen „+“ und „-“.

Ist Buchse E_1 negativer als Buchse E_2 , dann leuchtet das Lämpchen, und der Ausgang A_1 ist praktisch mit dem „-“ Pol verbunden. Ist aber E_1 positiver als E_2 , so hat der Ausgang A_1 praktisch eine Verbindung mit dem „+“ Pol. Das eingebaute Signallämpchen leuchtet nicht. In beiden Fällen ist es gleichgültig, ob E_1 nur geringfügig oder viel positiver oder negativer als E_2 ist. E_1 könnte sogar direkt mit „+“ oder direkt mit „-“ verbunden sein. Überprüfen Sie bitte dies an Ihrer Schaltung.

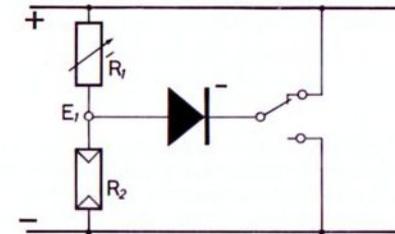
(Wenn Ihnen diese Dinge noch nicht so geläufig sind, sollten Sie Band 4-1, Seite 64–67, nochmals lesen.)

Anschalten einer Diode an den Eingang

Nach dieser wiederholenden Darstellung des Operationsverstärkers im Grundbaustein müssen wir uns ein paar einfache Gedanken über die Wirkungsweise einer Diode machen. Dieses Halbleiter-Bauelement kennen Sie schon vom Gleichrichter-Baustein her. Es läßt Strom in einer Richtung durch, während es ihn in der anderen sperrt. Anders ausgedrückt: Je nach der Polarität der angelegten Spannung wird die Diode „nieder“- oder „hochohmig“, hat also einen sehr kleinen oder einen sehr hohen Widerstandswert.

Wie wirkt eine Diode, wenn sie parallel zu einem der zwei Widerstände des Spannungsteilers für E_1 geschaltet wird? „Zu welchem Widerstand und wie gepolt?“ werden Sie fragen, denn es gibt 4 Möglichkeiten. Schließen Sie die Diode bitte in Gedanken so an, wie Bild 21.2 zeigt. Der eine Anschluß der Diode wird also mit E_1 verbunden.

21.2



Der mit einem Strich („-“) gekennzeichnete Anschluß der Diode kann durch einen Schalter wahlweise mit „+“ oder „-“ verbunden werden.

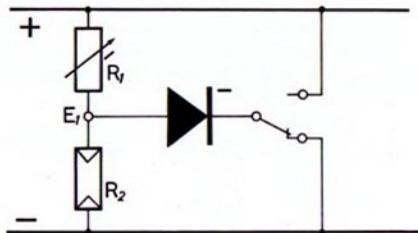
„-“-Anschluß der Diode an „+“

Ist (wie in Bild 21.2 dargestellt) der mit „-“ gekennzeichnete Anschluß der Diode mit der „+“-Leitung verbunden, so kann kein Strom durch die Diode fließen. Sie wirkt also so, als ob sie gar nicht vorhanden wäre. (Durch die Diode kann ja nur dann Strom fließen, wenn der „-“-Anschluß an einem Punkt angeschaltet

wird, der negativer ist als der Punkt, an dem der andere Anschluß liegt.

„-“-Anschluß der Diode an „-“ Ist der „-“-Anschluß der Diode aber mit der „-“-Leitung der Schaltung verbunden, so kann durch die Diode Strom fließen; sie überbrückt somit den Widerstand R_2 . Dieser könnte sogar entfernt werden. Der Punkt E_1 ist hier also praktisch mit „-“ verbunden.

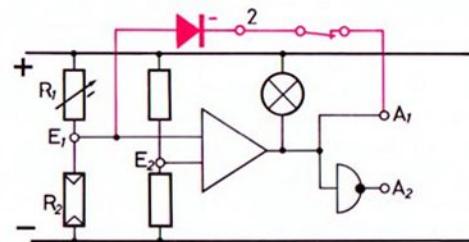
22.1



Die besprochene Schaltung können Sie gleich erproben: In der Normalschaltung des Grundbausteins wird der untere Widerstand R_2 des Spannungsteilers für den Punkt E_1 durch einen Fotowiderstand dargestellt. Der obere Widerstand R_1 ist fest eingebaut, seine Größe mit dem Drehknopf einstellbar. Die Diode ist ebenfalls schon eingebaut und in der gewünschten Polarität bereits an den Punkt E_1 angeschlossen. Der mit „-“ gekennzeichnete Anschluß der Diode führt zur Buchse 2. Wenn Sie diese Buchse mit „-“ verbinden, ist die Schaltung 22.1 verwirklicht. Das Signallämpchen muß aufleuchten, ganz gleich wie der Drehknopf eingestellt ist und unabhängig davon, ob der Fotowiderstand beleuchtet wird oder nicht. Verbinden Sie die Buchse 2 dagegen mit „+“, so darf sich dadurch keinerlei Änderung der Schaltung ergeben. In diesem Fall ist Schaltung 21.2 verwirklicht.

„-“- Anschluß der Diode an A_1 Nun schalten Sie bitte den „-“-Anschluß der Diode (Buchse 2) an den Ausgang A_1 des Operationsverstärkers (Bild 22.2). In der Technikersprache heißt das: Den Ausgang A_1 über eine Diode auf den Eingang E_1 rückkoppeln!

22.2



Wirkungsweise Solange A_1 praktisch mit „+“ verbunden ist, ist die Diode – wie bei der entsprechenden Schaltung mit dem Umschalter – wirkungslos. Sobald A_1 aber mit „-“ verbunden ist (das Signallämpchen leuchtet dabei auf), ist der Punkt E_1 praktisch mit „-“ verbunden. Dies ist unabhängig von den eingestellten Werten von R_1 und R_2 .

Löschen Erst wenn die Leitung zwischen A_1 und E_1 unterbrochen wird, liegt der Punkt E_1 wieder an der Spannung, die sich aus dem Verhältnis der beiden Widerstände R_1 und R_2 ergibt. Überzeugen Sie sich davon, daß ein kurzzeitiges Beleuchten des Fotowiderstandes das Signallämpchen dauernd zum Leuchten bringt. Soll das gespeicherte Signal wieder gelöscht werden, so unterbrechen Sie einfach die Verbindung zwischen A_1 und Buchse 2. In ständig benutzten Steuerschaltungen wird man zum Löschen einen Aus-Taster in diese Rückkopplungsleitung schalten – so wie in der anfangs erprobten Schaltung zur Speicherung eines Lichtblitzes.

Temperaturwächter

Große Elektromotore, Heizungen sowie wertvolle Geräte ohne und mit eingebautem Lüfter müssen überwacht werden, ob die zulässige Höchsttemperatur nicht überschritten wird. Man wird sich nur in einigen Fällen damit begnügen, daß der Stromkreis nur solange unterbrochen wird, bis die zulässige Grenztemperatur wieder unterschritten ist. Dies ist z. B. bei den ft-Netzgeräten der Fall. Hier genügt diese Methode, weil die Überlastung meistens durch Schaltfehler während des Experimentierens erfolgt und sofort beseitigt werden kann.

Bei fest installierten Geräten ist die Ursache einer unzulässigen Temperaturerhöhung jedoch meist in schadhaft gewordenen Elementen zu suchen. Es ist in solchen Fällen vorteilhafter, das defekte Gerät gleich auf die Dauer abzuschalten. Durch eine zusätzliche Signalanzeige wird dies festgehalten – gespeichert! Ein solches Gerät nennt man „Temperaturwächter“.

Die Lösung einer solchen Aufgabe dürfte für Sie kein Problem mehr sein, denn sie läuft ja im Prinzip auf die schon bekannte Speicherung eines Signals hinaus. Als Fühler benutzen Sie allerdings statt eines Fotowiderstandes einen Heißleiter.

Sie erinnern sich: Ein Heißleiter vermindert seinen Widerstand mit steigender Temperatur. In der Schaltung von Seite 76, Band 4-1, schaltet bei Überschreitung der gefährlichen Grenztemperatur das Relais im Relais-Baustein und das Signallämpchen im Grundbaustein leuchtet auf, weil

bei Erwärmung der Widerstand des Heißleiters unter einen bestimmten Wert gesunken ist. Diesen Zustand speichert man genau wie einen Lichtblitz, also über eine Verbindung zwischen A₁ und Buchse 2.

An dem einfachen Modell der Heizungsüberwachung eines Trocknungsofens in Schachtform mit Gebläse sollten Sie sich davon überzeugen. Bild 25.1.

Als Heizkörper des Schachtofens dienen uns zwei Linsen- und zwei Kugellampen (Bild 24.1). Solange der Ventilator die heiße Luft im Kanal hochtreibt, bleibt die Temperatur direkt über den Lampen unterhalb der zulässigen Grenze. Sollte der Motor jedoch einmal ausfallen – oder der Abluftkanal versehentlich geschlossen sein (Bild 25.1) –, so steigt die Temperatur oberhalb der Heizlampen über den für den Trocknungsvorgang zulässigen Wert. Der Heißleiter muß in diesem Fall die Heizung automatisch dauernd abschalten. Außerdem soll Alarm gegeben werden. Beim Modell ist dies nur durch eine rote Glühlampe angedeutet.

Zum Bau
des Modells

Sie sollten das Modell möglichst genau nach den Abbildungen bauen. Der Ventilatorflügel muß auf der Zuluftseite möglichst gut am Gehäuse abschließen. Der Heißleiterkörper soll waagrecht stehen und nicht zu hoch über den Lampen eingebaut sein.

**Einstellen der
Abschalt-
temperatur**

Zur Einstellung des Gerätes sollen die Lampen ständig leuchten. Sie überbrücken dazu die Anschlüsse a_1 – a_2 durch ein Kabel. Auch die Verbindung A_1 – 2 wird zunächst noch nicht hergestellt. Da die ganze Anlage, wie jede Heizung, sich nur langsam erwärmt, müssen Sie zur Einstellung der Abschalttemperatur einige Minuten warten. Erst dann wird sich das „thermische Gleichgewicht“ einstellen.

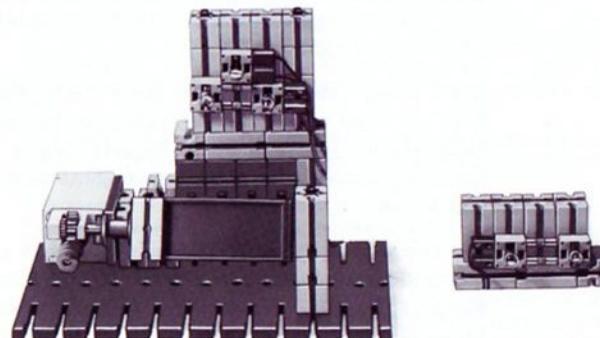
Nun drehen Sie den Drehknopf von der Stellung 10 aus so weit, daß das Signallämpchen gerade nicht mehr aufleuchtet. Diesen Punkt müssen Sie sehr sorgfältig einstellen, weil die Temperatur im Innern des „Ofens“ nur geringfügig ansteigt, wenn Sie die Luftzirkulation im Ofen unterbinden.

Sobald Sie den Lüfter abschalten oder eine oder beide Abluftöffnungen verschließen, muß nach einigen Sekunden das Signallämpchen aufleuchten. Ist dies der Fall, haben Sie den Drehknopf richtig eingestellt. Kontrollieren Sie bitte, ob durch erneutes Anschalten des Lüfters und Freigabe der Abluftkanäle nach etwa 30 Sekunden bis 1 Minute das Signallämpchen erlischt. Mit etwas Geduld werden Sie den richtigen Arbeitspunkt schnell finden. Erst nachdem Sie so die gewünschte Grenztemperatur eingestellt haben, nehmen Sie die Überbrückung des Relaiskontaktes weg und verbinden die Buchse 2 mit A_1 . Zusätzlich können Sie eine Alarmlampe oder eine Klingel über b_1 – b_2 an das Netzgerät schalten.

Sie werden staunen, wie genau Ihr Temperaturwächter arbeitet.

Auch in Tiefkühltruhen und Kühlhäusern müssen solche Überwachungseinrichtungen vorgesehen werden. In diesem Fall schalten Sie die Kühlung nicht ganz aus, sondern registrieren nur die einmalige Überschreitung einer Grenztemperatur. In größeren Anlagen wird man natürlich dazu einen Temperaturschreiber einbauen, um die Dauer dieser Grenztemperaturunterschreitung zu kennen.

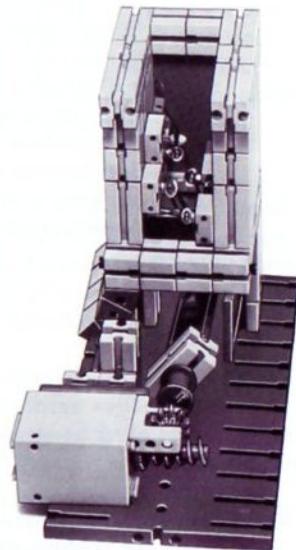
Falls Sie Schwierigkeiten mit dem Zeichnen eines Wirkschaltbildes oder der Ausführung der Verdrahtung haben sollten, schlagen Sie bitte Band 4-1, Seite 76 nach. Die Rückkopplung erfolgt wie bei der Schaltung auf Seite 20.





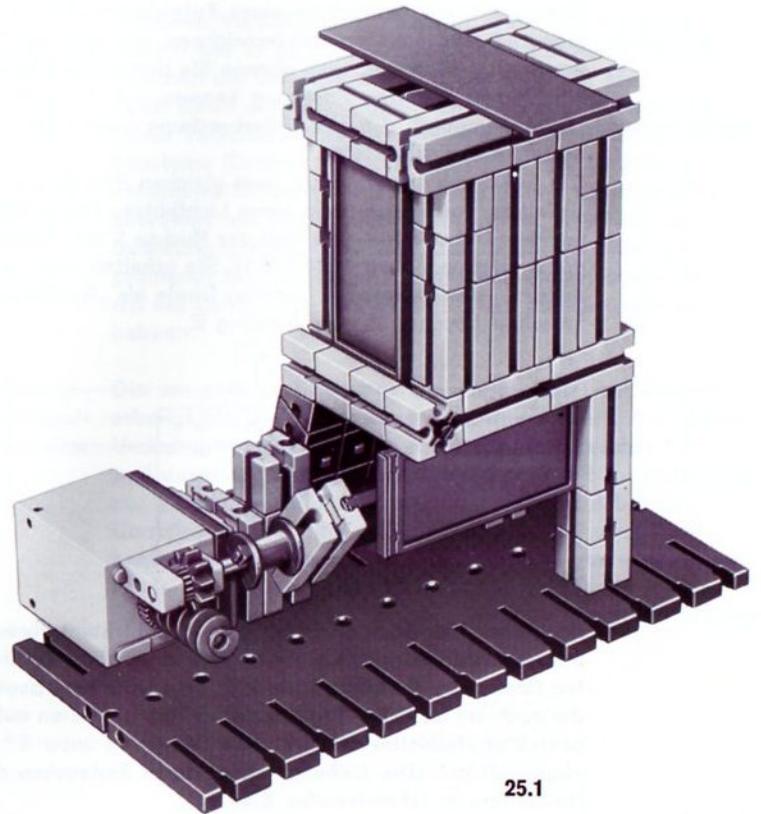
25.2

Baustufe 1



25.3

Baustufe 2



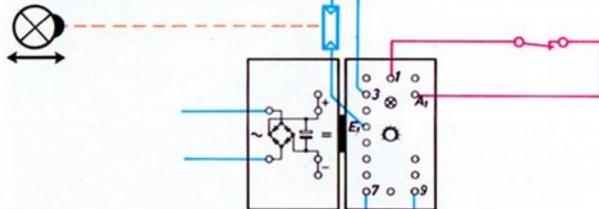
25.1

Speicherung einer Lichtunterbrechung

Hell-Impuls Das kurzzeitige Beleuchten eines Fotowiderstandes kann man auch als „Hell-Impuls“ bezeichnen. Mit den zuletzt besprochenen Schaltungen können Sie diesen speichern. Nun lernen Sie eine Schaltung kennen, mit der sich ein

Dunkel-Impuls „Dunkel-Impuls“, d. h. die Unterbrechung einer Lichtschranke speichern läßt.

Die Schaltung arbeitet nach dem gleichen Prinzip wie die Schaltung zur Speicherung eines Lichtblitzes (Seite 20), nur mit dem Unterschied, daß statt der Buchse 2 die Buchse 1 mit A_1 verbunden wird (Bild 26.1). Sie schalten damit eine andere (entgegengesetzt gepolte) Diode als „Rückkopplung“ zwischen Ausgang A_1 und Eingang E_1 .



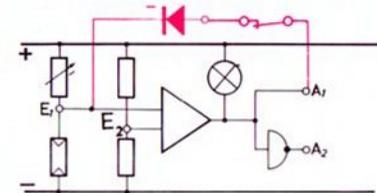
26.1

Mit dieser Schaltung speichert man eine Lichtunterbrechung oder die Abkühlung eines Heißleiters unter einen bestimmten Grenzwert. So können Sie z. B. eine Schaltung bauen, die noch am nächsten Tag anzeigt, ob ein im Freien aufgestellter Heißleiter sich während der Nacht unter 0° abgekühlt hat. (Die Eichung erfolgt durch Eintauchen des Heißleiters in schmelzendes Eis.)

Die Löschung kann durch kurzzeitige Unterbrechung der Rückkopplungsleitung zwischen A_1 und „1“ erfolgen. **Wichtig:** Auch nach jedem Einschalten des Netzgerätes muß diese Unterbrechung vorgenommen werden. Erst dann ist die Schaltung betriebsfähig.

Viel größere Bedeutung hat diese Schaltung aber zur Speicherung der kurzzeitigen Unterbrechung einer Lichtschranke in Alarmanlagen! Sie werden in Ihrem Bereich viele Anwendungsmöglichkeiten zum Spaß und im Ernst finden.

26.2



Wirkungsweise Schaltet man eine im Vergleich zur Schaltung 21.2 und 22.1 „entgegengesetzt gepolte“ Diode wahlweise an die „+“ bzw. „-“-Leitung, so wirkt sich nur die Anschaltung an die „+“-Leitung, also die Parallelschaltung der Diode zum oberen Widerstand aus. Die Anschaltung an die „-“-Leitung ist ohne Bedeutung. Überlegen Sie bitte, warum?

Auch diese Schaltung können Sie erproben. Die Diode ist schon in den Grundbaustein eingebaut; ihr „-“-Anschluß ist mit der Buchse E_1 verbunden, der andere Anschluß führt zur Buchse „1“. Nach Erprobung mit einem Schalter verbinden Sie Buchse 2 mit A_1 . Damit koppeln Sie den Ausgang wieder auf den Eingang zurück, allerdings jetzt mit entgegengesetzter Wirkung als bei Einschaltung der anderen Diode. Statt eines Hell-Signals kann jetzt ein Dunkel-Signal gespeichert werden.

Lichtgesteuerter Schrägaufzug

Prinzip Der Fahrkorb des Modells nach Bild 29.1 fährt auf 2 Schienen ohne Unterbrechung selbständig auf und ab. Der untere Umkehrpunkt des Korbes kann durch Versetzen der Lichtschranke längs der Fahrstrecke verstellt werden. Am oberen Punkt wird der Korb selbständig entleert und sofort zurückgeschickt.

Dunkel-Impuls Für die Steuerung benötigen Sie die zuletzt besprochene Speicherschaltung. Mit ihr wird ein Dunkelimpuls solange gespeichert, bis er durch Unterbrechung der Rückkopplungsleitung gelöscht wird. Über ein Relais wird dabei jedesmal die Polung der Motorleitungen geändert.

Zum Bau des Modells Der Flachstein 30, auf dem ein Baustein 15 oder 30 hochtransportiert werden kann, muß etwas seitlich versetzt eingebaut werden, damit sein vorderes Ende mit Sicherheit gegen eine der Säulen aufläuft. Dadurch kippt beim weiteren Hochziehen des Seils der Korb und entleert sich. Die Besitzer weiterer Bausteine werden das Modell viel attraktiver bauen. Lassen Sie Ihrer Phantasie freien Lauf! Die Polumschaltung des Motors über die Kontakte des Relais-Bausteins dürfte anhand des Verdrahtungsplanes keine Schwierigkeiten bereiten. Der Motor ist richtig gepolt, wenn er bei unterbrochener Lichtschranke den Korb nach oben zieht. Zeichnen Sie bitte das Wirkschaltbild. Als Anhaltspunkt zur Darstellung des Schrägaufzuges kann Ihnen das Bild 31.1 dienen.

Eleganter, aber nicht so genau ist folgende Methode zur

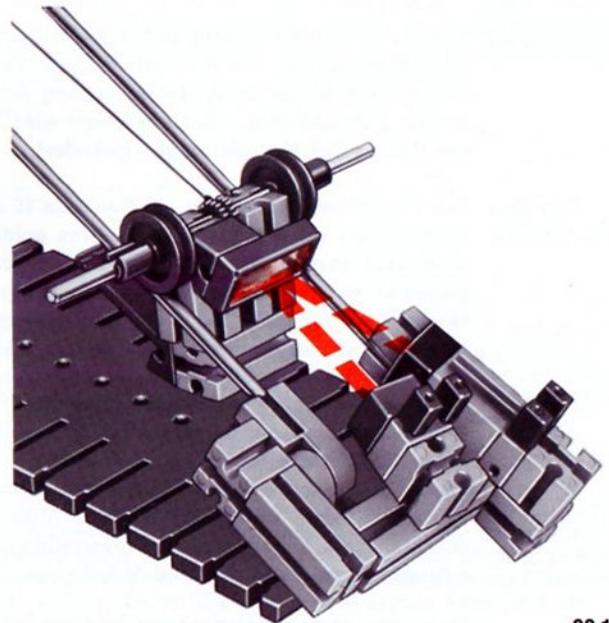
schnellen Verstellung des unteren Umkehrpunktes: Man setzt – wie in Bild 28.1 – Lampe und Fotowiderstand zwischen die Schienen und läßt das Licht der Linsenlampe durch einen am Korb angebrachten Spiegel reflektieren. Durch Veränderung der Ansprechempfindlichkeit des Grundbausteins (Drehen am Drehknopf) kann der Umkehrpunkt annähernd festgelegt werden. Jetzt erfolgt die Umkehrung allerdings auf Grund eines Hell-Signals! Was muß an der Schaltung geändert werden? Überlegen Sie bitte und probieren Sie bei langsam laufendem Motor, bevor Sie die auf Seite 28 kopfstehend gesetzte Antwort gelesen haben.

Berührungsloser End-Umschalter Die am unteren Streckenende eingebaute Lichtschranke arbeitet als „berührungsloser End-Umschalter“. Am oberen Umkehrpunkt des Korbes genügt ein mechanischer Taster, weil durch den Zug des Seils genügend Kraft zur Betätigung zur Verfügung steht. Im Gegensatz dazu wird bei der Umschaltung mit Hilfe der Lichtschranke keinerlei Kraft benötigt. Die Elektronik schaltet, ohne daß das eigentliche Fördersystem irgendeine Leistung zur Verfügung stellen muß. Die notwendige Hilfsenergie für die Elektronik stammt aus dem Netzgerät.

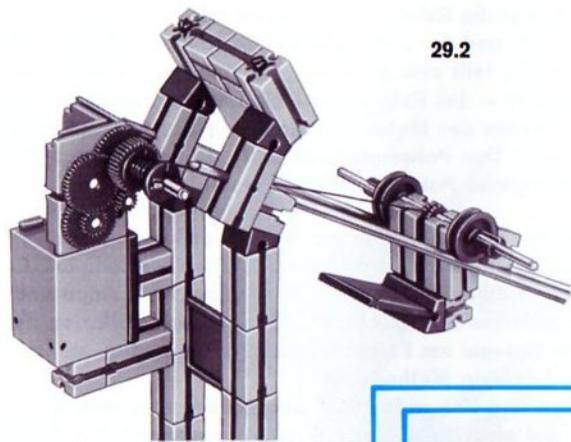
Erweiterung: Das Modell läßt sich unter Zuhilfenahme eines oder zweier Relais so erweitern, daß am unteren Umkehrpunkt der Fahrkorb automatisch zum Stillstand kommt. Nach Druck auf einen Taster fährt er wieder nach oben. Die Anlage kann noch weiter automatisiert werden, so daß schon durch das Beladen des Fahrkorbes der Start von selbst erfolgt:

Stillstand am unteren Umkehrpunkt In die Sprache der Schaltungstechniker übersetzt, muß diese Schaltung folgende Aufgabe erfüllen: Bei Unterbrechung der Lichtschranke muß der Motor ausgeschaltet und – zur Schnellbremsung – kurzgeschlossen werden. Bei Überbrückung des Fotowiderstandes durch Druck auf einen Starttaster S (Start-Impuls) muß sich der Motor so drehen, daß das Seil aufgewickelt wird. Der Start-Impuls muß gespeichert werden. Sobald der Fahrkorb einen am oberen Umkehrpunkt eingebauten Taster T drückt, muß der Motor durch ein Relais umgepolt werden. Dieser Impuls muß z. B. durch ein weiteres Relais gespeichert werden (Selbsthaltung), bis der Fahrkorb am Ende der Abwärtsfahrt die Lichtschranke wieder unterbricht.

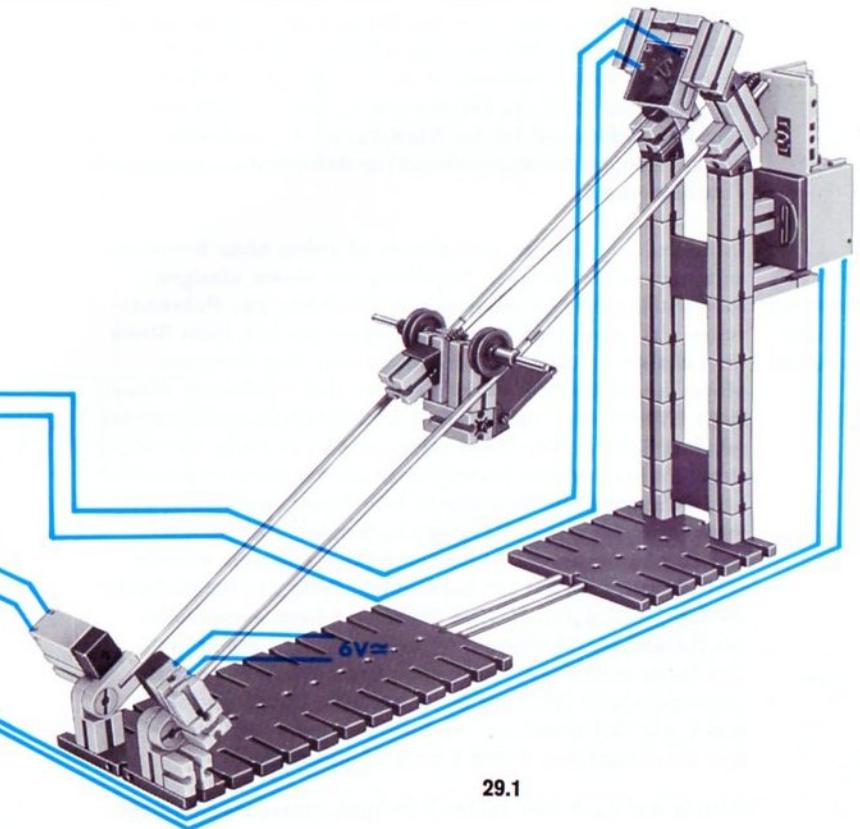
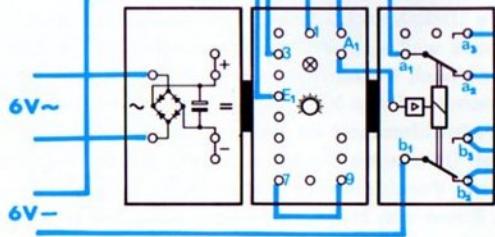
Das ist z. B. mit einer Schaltung nach Bild 31.1 zu verwirklichen. Diese Schaltung erfordert zwei Relais! Durch einen Schaltungstrick gelingt es jedoch, mit nur einem Relais auszukommen (Bild 31.2). In diesem Fall muß das Polwendelrelais die Selbsthaltung mit übernehmen. Dies erreicht man unter Zuhilfenahme eines „Halte-Widerstandes“. Wir verwenden dazu eine Glühlampe.



Die Rückkopplung darf nicht von A1 nach Buchse 1 vorgenommen werden, sondern von A1 nach Buchse 2. Außerdem muß die Motordrehrichtung umgekehrt werden.



29.2



29.1

**Relais mit
Halte-
widerstand**

In beiden Schaltungen wird der Motor nach Unterbrechung der Lichtschranke nicht nur abgeschaltet, sondern auch zusätzlich kurzgeschlossen, so daß er sofort zum Stehen kommt. Dafür sorgt die Leitung von a_2 nach „-“. Parallel zum Fotowiderstand ist der Start-Taster T_S geschaltet. Sobald man ihn drückt, überbrückt er den (nicht beleuchteten) Fotowiderstand.

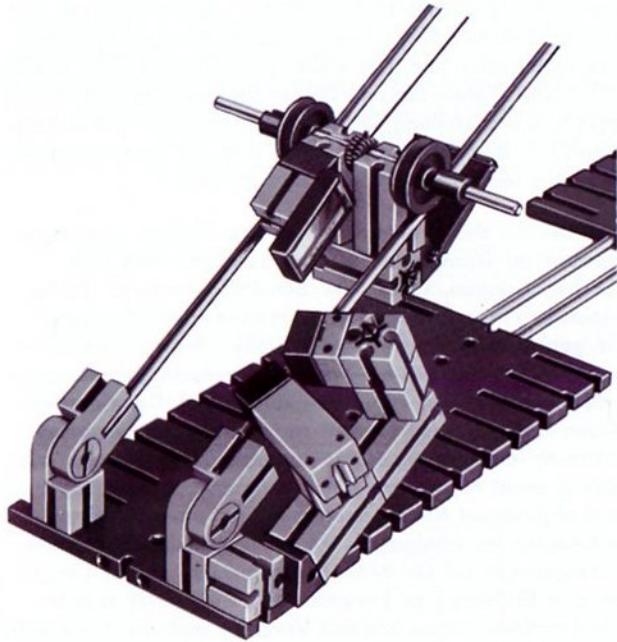
Die Schaltung mit den zwei Relais ist sicher ohne Schwierigkeiten zu verstehen. Die Schaltung mit einem einzigen Relais soll näher erläutert werden: Solange das Polwenderelais nicht erregt ist, also nicht angezogen hat, kann Strom über die Anschlüsse 1–2 zum Motor und über 5–4 vom Motor zurück fließen. Voraussetzung, daß tatsächlich Strom fließt, ist allerdings, daß das Relais im Relais-Baustein angezogen hat. Solange der Wagen den am oberen Ende der Fahrstrecke angeordneten Taster T noch nicht erreicht und betätigt hat, fließt durch die Relaisspule kein Strom, denn auch der Punkt a ist mit der „-“-Leitung verbunden. Sobald aber der Fahrkorb gegen den Taster T fährt und den Kontakt schließt, wird das mit „c“ bezeichnete Ende der Relais-Spule an den „+“ Pol gelegt. (Die Glühlampe liegt nun, parallel zur Relaisspule, zwischen „+“ und „-“). Das Relais zieht. Der Motor wird dadurch umgepolst und beginnt in der entgegengesetzten Richtung zu laufen. (Die Relaisanschlüsse 2 und 6, die vorher mit „+“ verbunden waren, sind an „-“ und die Anschlüsse 3 und 5 an „+“ geschaltet.)

Sobald der Korb den Taster T freigibt, öffnet sein Kontakt.

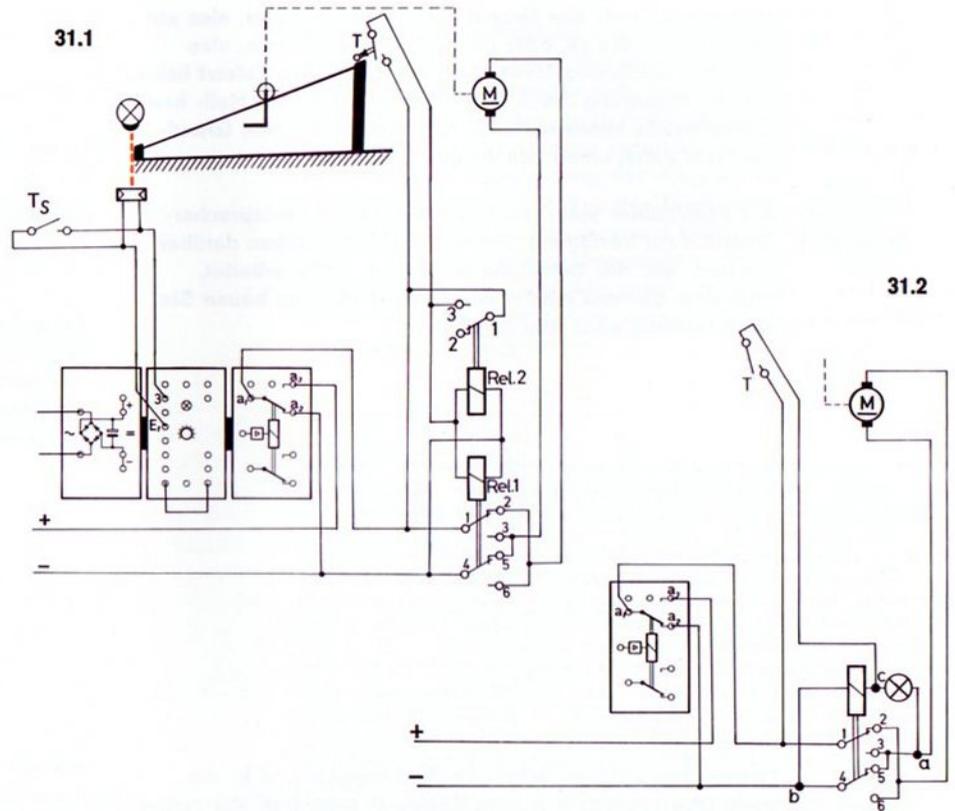
Jetzt liegt die Relaisspule in Reihe mit der Lampe zwischen der „+“- und der „-“-Leitung. Das Relais hält sich deshalb selbst. Es fällt erst ab, wenn – durch die Lichtschranke gesteuert – das Relais im Relais-Baustein abfällt. In diesem Fall werden der Motor und die Spule des Polwenderelais stromlos. Das Polwenderelais fällt ab und damit ist die ursprüngliche Polung wiederhergestellt.

Erfordert es der Betrieb der Anlage, daß der untere Umkehrpunkt des Fahrkorbes öfters verschoben werden muß, und ist die Methode nach Seite 27 (Einbau von Lampe und Fotowiderstand zwischen die Schiene und Reflexion durch einen Spiegel am Fahrkorb) nicht genau genug, so wendet man folgende Methode an:

Lampe und Fotowiderstand werden eng zusammengebaut und auf einer Seite der Fahrbahn parallel zu den Schienen verschoben. Der Fahrkorb erhält einen Spiegel, der das Licht der Lampe auf den Fotowiderstand reflektiert, sobald die untere Umkehrstelle erreicht ist (siehe Bild 31.3). Mit dieser Methode wird es möglich, den automatischen Start des Korbes nach Beladen zu erreichen. Beim Auflegen eines Bausteins auf den Korb kippt dieser samt Spiegel weg, und der Fotowiderstand ist damit unbeleuchtet! Der Motor startet. Überlegen Sie bitte, welche Art der Impulsspeicherung zur Verwirklichung dieser Anordnung benutzt werden muß. Einen von Hand zu bedienenden Start-Taster müßte man (als Aus-Taster) in Reihe mit dem Fotowiderstand schalten. Vielleicht erproben Sie auch diese Schaltung. Zumindest sollten Sie ein komplettes Wirkschaltbild zeichnen.



31.3

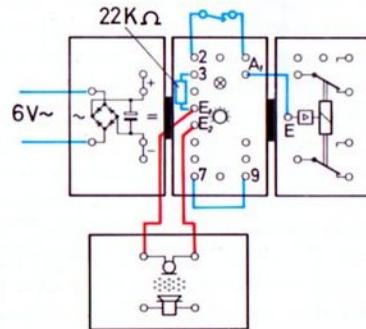


Steuerung durch Schall

Bisher haben wir den Grundbaustein durch Taster, also auf mechanische Weise, oder durch Licht bzw. Wärme, also mit einer berührungslosen Methode, gesteuert. Zuletzt haben Sie die Steuerung durch einen kurzen Tast- oder Hell- bzw. Dunkelimpuls kennengelernt. Nun steuern wir den Grundbaustein durch einen Schallimpuls!

Schall-Aufnehmer Als Schallfühler steht Ihnen der Mikrophon-Lautsprecher-Baustein zur Verfügung. Bevor Sie sich Gedanken darüber machen, wie die Schaltung in diesem Falle arbeitet, probieren Sie erst einmal den Effekt aus. Dazu bauen Sie die Schaltung nach Bild 32.1 auf.

32.1



Lassen Sie bitte zunächst die Rückkopplung, d. h. die Verbindung zwischen A_1 und Buchse 2, weg. Den Mikrophon-

Lautsprecher-Baustein stecken Sie an die Buchsen E_1 und E_2 . In dieser Schaltung ist an den Buchsen E_1 und 3 statt des sonst üblichen Fühlers mit veränderlichem Widerstand (z. B. Fotowiderstand) der $22\text{ k}\Omega$ -Widerstand aus der Kassette des Baukastens angeschaltet. Sie erkennen ihn an den zwei roten und einem orangenen Ring (rot=2, orange = 000). Nun drehen Sie den Drehknopf von links (Stellung 1) langsam in die Stellung 10. Sollte das Signallämpchen nicht aufleuchten, dann überspringen Sie den nächsten Abschnitt und bauen die Schaltung nach Bild 33.1 auf.

Einstellung

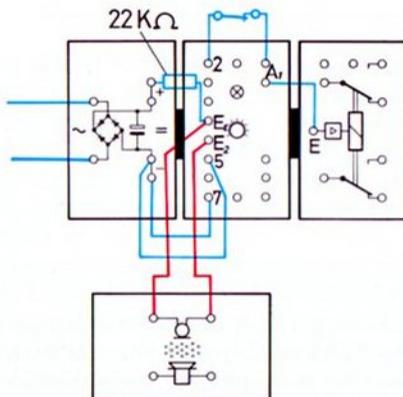
Lämpchen kann zum Leuchten gebracht werden

Durch Drehen des Drehknopfes können Sie also das Signallämpchen im Grundbaustein zum Leuchten und zum Erlöschen bringen. Damit die Schaltung hernach richtig funktioniert, müssen Sie den folgenden Einstellvorgang ganz genau durchführen: Zuerst drehen Sie den Knopf – von Stellung 1 beginnend – im Uhrzeigersinn ganz langsam so weit, bis das Signallämpchen aufleuchtet. Dann drehen Sie den Knopf gerade so weit zurück, daß das Lämpchen nicht mehr leuchtet. Wenn Sie zuerst wirklich langsam nach rechts gedreht haben und beim Aufleuchten des Lämpchens sofort abgestoppt haben, dann muß jetzt eine Rückdrehung des Knopfes um weniger als 0,5 mm – gemessen als Weg der Zeigernase auf der Skala – ausreichen, um das Lämpchen zum Erlöschen zu bringen. Falls Sie weiter zurückdrehen müßten, haben Sie den Vorgang noch nicht feinfühlig genug ausgeführt. Versuchen Sie es in diesem Fall bitte nochmals; die richtige Einstellung wird Ihnen schnell gelingen. Die folgenden Abschnitte brauchen Sie nur zur

Information zu lesen; wichtig ist erst der auf Seite 34 beginnende Abschnitt.

Lämpchen konnte nicht zum Leuchten gebracht werden Falls es Ihnen in der angegebenen Schaltung nach Bild 32.1 nicht gelungen ist, das eingebaute Signallämpchen beim Drehen des Drehknopfes bis zur Stellung 10 zum Leuchten zu bringen, hat der $22\text{ k}\Omega$ -Widerstand einen größeren Wert, als Sie am eingebauten $25\text{ k}\Omega$ -Drehwiderstand einstellen können. In diesem Fall muß nach der Schaltung 33.1 gearbeitet oder ein $18\text{ k}\Omega$ -Widerstand beschafft werden.

33.1



Bauen Sie bitte zunächst die Rückkopplung, d. h. die Verbindung von A_1 nach Buchse 2 über den Austaster nicht ein. Nun drehen Sie den Drehknopf von der Stellung 10 aus so

weit nach links in Richtung 1, bis das Signallämpchen gerade aufleuchtet. Dann drehen Sie den Knopf gerade so weit zurück, daß das Lämpchen nicht mehr leuchtet. Wenn Sie zuerst wirklich langsam nach links gedreht und beim Aufleuchten des Lämpchens sofort abgestoppt haben, dann muß jetzt eine Rückdrehung des Knopfes um weniger als $0,5\text{ mm}$ – gemessen als Weg der Zeigernase auf der Skala – ausreichen, um das Lämpchen zum Erlöschen zu bringen. Falls Sie weiter zurückdrehen mußten, haben Sie den Vorgang noch nicht feinfühlig genug ausgeführt. Versuchen Sie es bitte in diesem Fall nochmals; die richtige Einstellung wird Ihnen schnell gelingen.

Vielleicht interessiert Sie, warum der $22\text{ k}\Omega$ -Festwiderstand einen kleineren Wert als der einstellbare $25\text{ k}\Omega$ -Widerstand besitzen darf: Auch elektronische Bauteile kann man in der Mengenfertigung nicht genau mit dem Sollwert, in unserem Fall $22\text{ bzw. }25\text{ k}\Omega$, herstellen. Geringfügige Abweichungen muß man zulassen. In den meisten Fällen – auch für unsere Bausteine – wird zwischen Hersteller und Abnehmer eine zulässige Abweichung des Ist-Wertes von $\pm 10\%$ des Sollwertes vereinbart. Hat Ihr $22\text{ k}\Omega$ -Festwiderstand z. B. $+5\%$ Abweichung, so ist sein wirklicher Widerstandswert $22 + 1,1 = 23,1\text{ k}\Omega$. Hat der eingebaute Drehwiderstand eine Abweichung von -10% , so ist sein wirklicher maximal einstellbarer Wert: $25 - 2,5 = 22,5\text{ k}\Omega$. In diesem Fall müssen in der Schaltung Festwiderstand und Drehwiderstand ihre Plätze tauschen; denn nur dann kann durch Verstellen des Drehwiderstandes die Eingangsbuchse E_1 negativer als die Eingangsbuchse E_2 gemacht werden. Durch die Verbindung 5 nach „–“ wird zusätzlich der Spannungsteiler für E_2 im günstigsten Sinne geändert.

Rückkopplung Jetzt erst stecken Sie die Rückkopplungsleitung (samt Aus-Taster) an Buchse A_1 und Buchse 2.

Schallimpuls Dann klopfen Sie mit einem Finger auf die Oberseite des Mikrophon-Bausteins – und schon leuchtet das Signallämpchen im Baustein auf und das Relais im Relais-Baustein zieht an. Erst durch Druck auf den Aus-Taster, also durch Unterbrechung der Rückkopplungsleitung, wird der durch den Klopfimpuls ausgelöste Schaltvorgang rückgängig gemacht.

Händeklatschen Nun klatschen Sie bitte möglichst nahe vor dem Mikrophon kräftig in die Hände. Das Gerät wird wieder ansprechen! Auch bei größerer Entfernung geht das. Sie müssen nur darauf achten, daß die Schalleintrittsöffnungen des Mikrophons möglichst genau zum Schallerzeuger zeigen, also voll vom Schall getroffen werden. Die Löschung des Schallimpulses muß immer durch Unterbrechung der Rückkopplungsleitung vorgenommen werden.

Es wird Ihnen nicht schwerfallen, selbst einige Modelle zu bauen, bei denen Lampen oder ein Motor durch Schall ein- oder ausgeschaltet werden. Im ersten Fall schalten Sie über den Arbeitskontakt a_1 – a_3 des Relais-Bausteins, im zweiten Fall über den Ruhekontakt a_1 – a_2 . Den Eingang des Relais-Bausteins schließen Sie an den Ausgang A_1 des Grundbausteins an.

Das Schaltsymbol für ein Mikrophon ist genormt. Es sieht folgendermaßen aus:

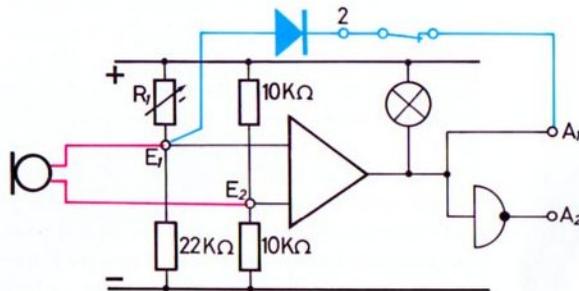


34.1
Mikrophon

Aus dem Wirkschaltbild 35.1 ist das Steuerprinzip erkennbar.

Ebenso gut kann der Schallimpuls gespeichert werden, wenn die Rückkopplung nicht über die Buchsen A_2 –2, sondern über die Buchsen A_1 –1 vorgenommen wird. In diesem Fall muß der Drehknopf bei ausgeschalteter Rückkopplung (= Druck auf den Aus-Taster) so eingestellt werden, daß das Signallämpchen „gerade leuchtet“. Überzeugen Sie sich bitte selbst davon.

35.1



Prinzip Zwischen den Punkten E_1 und E_2 herrscht eine Gleichspannung. Ist der (einstellbare) Widerstand R_v auch nur geringfügig kleiner als der $22\text{ k}\Omega$ -Festwiderstand, so ist die Polarität zwischen E_1 und E_2 anders, als wenn der Widerstand R_v ein wenig oder viel größer als der $22\text{ k}\Omega$ -Festwiderstand ist.

Schaltet man nun eine Spannungsquelle, z. B. eine $1,5\text{ V}$ -Batterie in die Buchsen E_1 und E_2 , so wird deren Spannung der ursprünglich vorhandenen überlagert. Die daraus resultierende Spannung zwischen E_1 und E_2 kann höher sein als die ursprüngliche, sie kann aber auch kleiner oder sogar umgekehrt gepolt sein. Ist letzteres der Fall, dann schaltet der Grundbaustein um.

In unserer Schaltung ist keine Batterie, sondern ein Mikrofon an E_1 und E_2 geschaltet. Wie wirkt es?

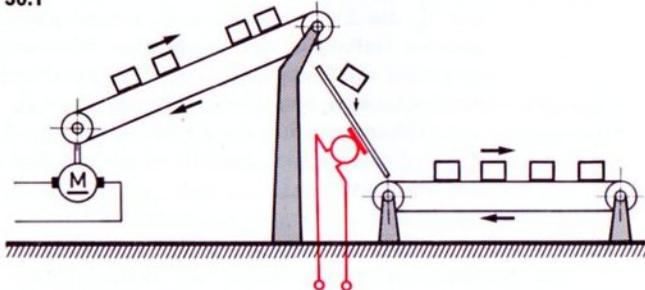
Wirkungsweise Als Mikrofon im Mikrofon-Lautsprecherbaustein dient ein sogenannter „Piezo-Kristall“. Wird seine Oberfläche durch auftreffende Schallwellen unter Druck gesetzt, so wirkt er in dieser Zeit als Spannungsquelle (Generator), der eine kleine Wechselspannung zur Verfügung stellt. Diesen Generator haben wir an die Buchsen E_1 und E_2 des Grundbausteins angeschlossen. Da durch die Einstellung des Drehknopfes nach Vorschrift die Eingangsbuchse E_1 nur geringfügig „positiver“ ist als die Eingangsbuchse E_2 , wird bei Anlegen einer kleinen Wechselspannung zwischen E_1 und E_2 die Eingangsbuchse E_1 schon spätestens bei der zweiten Halbwelle der angelegten Wechselspannung negativer als Buchse E_2 . Durch die Schaltung des Grundbausteins wird nun die Ausgangsbuchse A_1 praktisch mit „-“ verbunden. Über die Rückkopplung A_1 -2 wird dieser Zustand gespeichert, so daß es gleichgültig ist, wie lange der Steuertone anhält.

Mikrophon Die im Kristallmikrofon entstehende Wechselspannung ist um so größer, je größer die Lautstärke des Schalls ist und um so näher man mit dem Mikrofon an die Schallquelle herangeht. Zum Nachweis, daß unser Mikrofon tatsächlich eine Wechselspannung und nicht eine Gleichspannung zur Verfügung stellt, können Sie das Mikrofon nacheinander zwischen E_1 und „-“ und dann zwischen E_1 und „+“ anschalten. Auch beim Anschluß an E_2 und „-“ bzw. E_2 und „+“ muß sich der Grundbaustein steuern lassen. Würde das Kristallmikrofon als veränderlicher Widerstand oder nur als Gleichspannungsquelle wirken, so dürfte nur in 2 von den 4 Fällen die Steuerung des Grundbausteins möglich sein.

Schallgesteuertes Förderband

Prinzip Das untere Band transportiert die vom oberen, ständig laufenden Band über eine Rutsche zugeführten Bausteine ab. Der Antriebsmotor des unteren Bandes startet, sobald ein Baustein auf die Rutsche auftrifft. Dazu muß das Mikrophon als Schallaufnehmer direkt unter der Rutsche montiert werden. Im Modellbild 37.1 ist das obere Transportband weggelassen. Sie können es selbst entwerfen, z. B. nach Bild 74.1 im Experimentier- und Modellbuch 2-1.

36.1

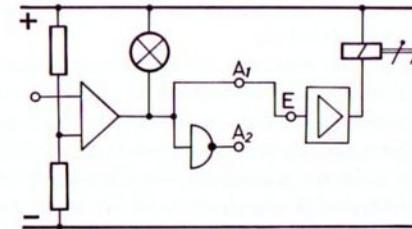


Schaltung Die Schaltung entspricht der zuletzt besprochenen, jedoch erfolgt das Anhalten des Förderbandes nicht von Hand, sondern automatisch, nachdem das Band eine genau bestimmte Wegstrecke zurückgelegt hat. Dazu ist auf die Antriebswelle des Transportbandes eine Nockenscheibe aufgesetzt, die den Stoptaster (= Aus-Taster in der Rückkopplungsleitung) nach einer Umdrehung betätigt. Da sich dieser Transportvorgang stets in gleicher Weise

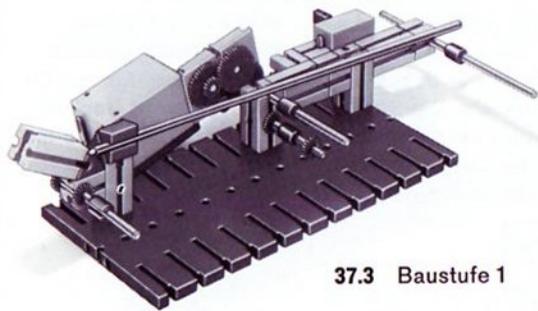
wiederholt, müssen auf dem unteren Band die Bausteine stets annähernd gleiche Abstände einhalten. Dies geht nur, wenn auf dem Zubringerband nicht 2 Bausteine nebeneinander befördert werden können und das Band entsprechend langsam läuft, so daß während eines Einschaltzyklus des unteren Bandes kein 2. Baustein vom Zubringer fallen kann.

Wichtig ist, daß der Aus-Taster, der die Speicherung des ersten Schallimpulses aufhebt, als „Wischer“ arbeitet. Sein Betätigungsnocken muß also die Taste bereits wieder freigegeben haben, wenn das Transportband zum Stillstand kommt. Deshalb darf der Motor nicht „schnellgebremst“, d. h. nach dem Ausschalten nicht kurzgeschlossen werden.

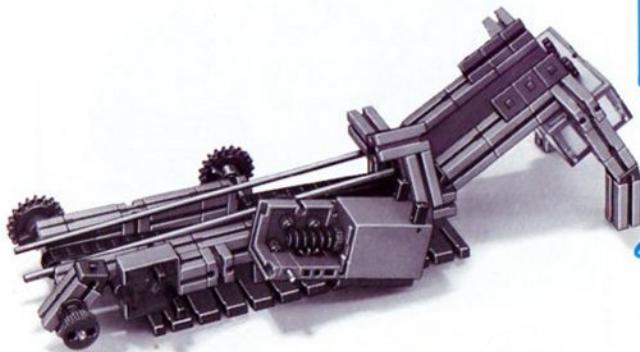
Das Bild 36.2 soll Ihnen als Gerüst beim Erstellen des Wirkschaltbildes dienen.



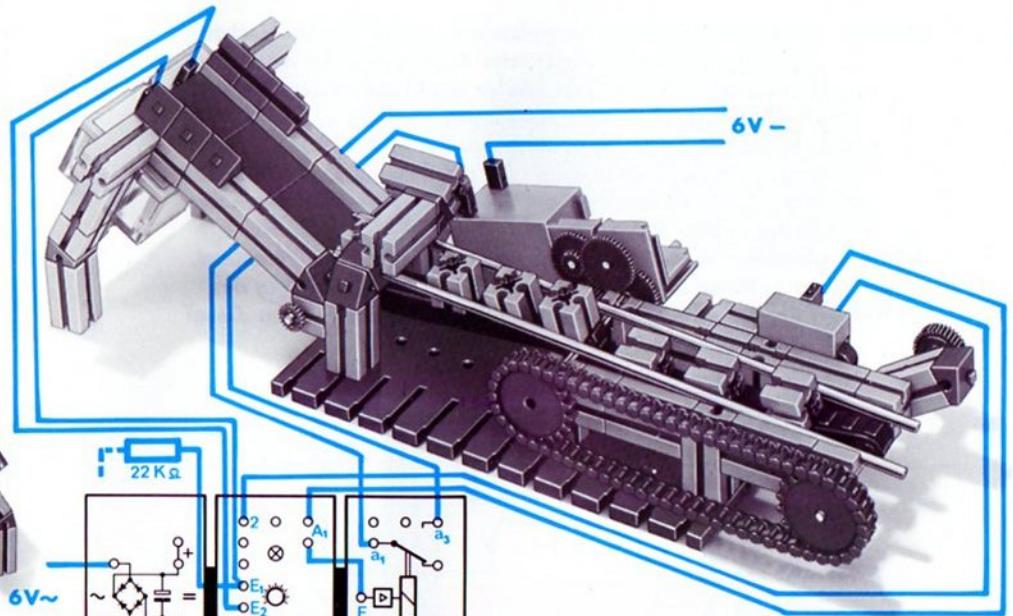
36.2



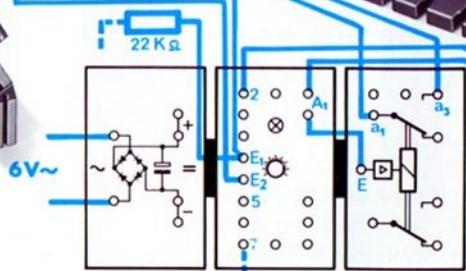
37.3 Baustufe 1



37.2 Rückseite



37.1

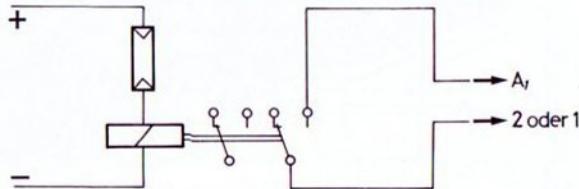


nach 32.1 oder 33.1

Zeitmessung

Mit dem Modell 39.1 wird das Prinzip einer einfachen Zeitmessung für Leichtathletik-Wettkämpfe dargestellt.

Prinzip Durch den Schall der Startpistole – durch Händeklatschen simuliert – soll eine elektrische Zeituhr eingeschaltet werden. Sobald der erste Läufer die Lichtschranke am Ziel unterbricht, wird die Uhr stillgesetzt. Dazu benötigen Sie eine der Ihnen schon bekannten Schaltungen für Schallauslösung, z. B. die Schaltung nach Bild 32.1 oder 33.1. Die Löschung des Startimpulses erfolgt durch den Kontakt eines Relais, das von der Ziel-Lichtschranke gesteuert wird. Dazu verwenden wir einen Fotowiderstand, der in Reihe mit der Spule des Relais aus hobby 3 an das Netzgerät geschaltet ist. Bild 38.1 zeigt die Schaltung dieser Lichtschranke und des Relais.

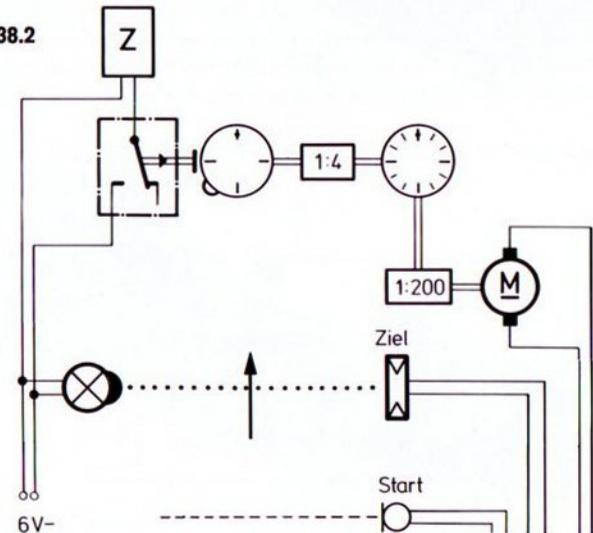


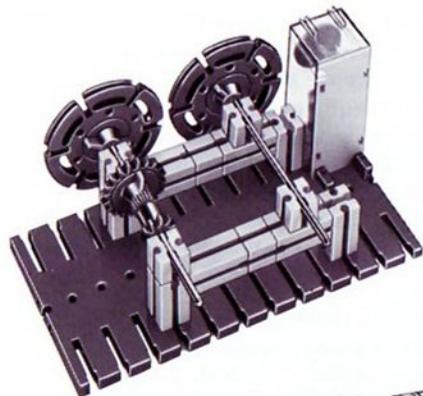
Die Lichtschrankenweite bei dieser Anordnung darf nur einige wenige Zentimeter betragen. Die Schaltung des Grundbausteins und des Relais-Bausteins entwerfen Sie bitte selbst. Falls Sie Schwierigkeiten haben sollten, wiederholen Sie bitte die Versuche von Seite 32 an.

zum Bau
des Modells

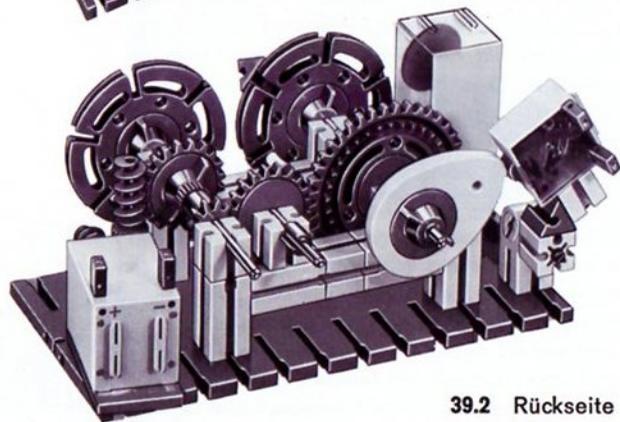
Die Uhr zeigt natürlich nur die richtige Laufzeit an, wenn sie vor dem Start auf 0 zurückgestellt worden ist. Den Besitzern größerer Baukästen wird es nicht schwerfallen, eine Uhr zu bauen, die annähernd genau arbeitet; beim Modell ist die Sekunden- und Minutenanzeige nur im Prinzip verwirklicht. Die auf der 2. Welle sitzende Nockenscheibe betätigt bei jeder Umdrehung das ft-Zählwerk e-m 6 einmal. Für die Darstellung des Prinzips ist diese zusätzliche Zählstufe nicht notwendig.

38.2

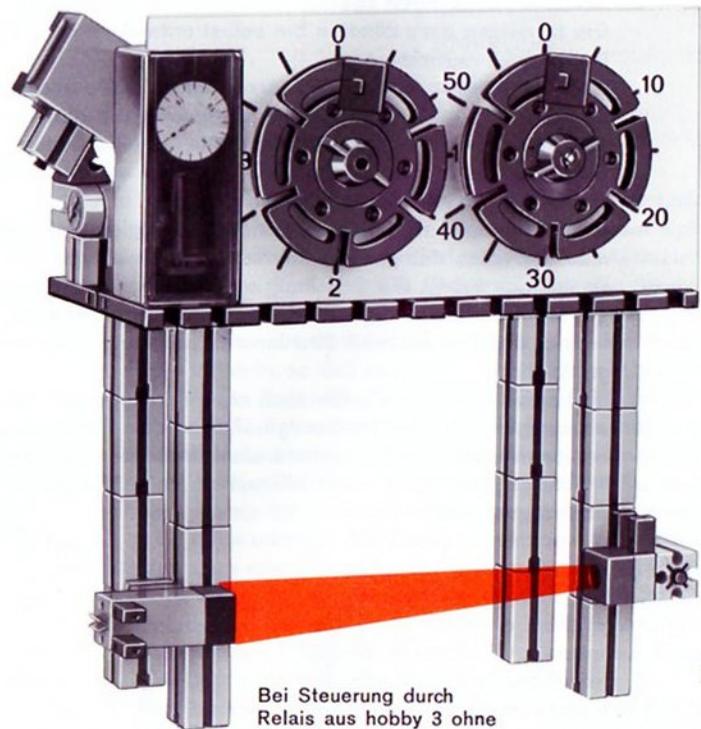




39.3 Baustufe 1



39.2 Rückseite



39.1

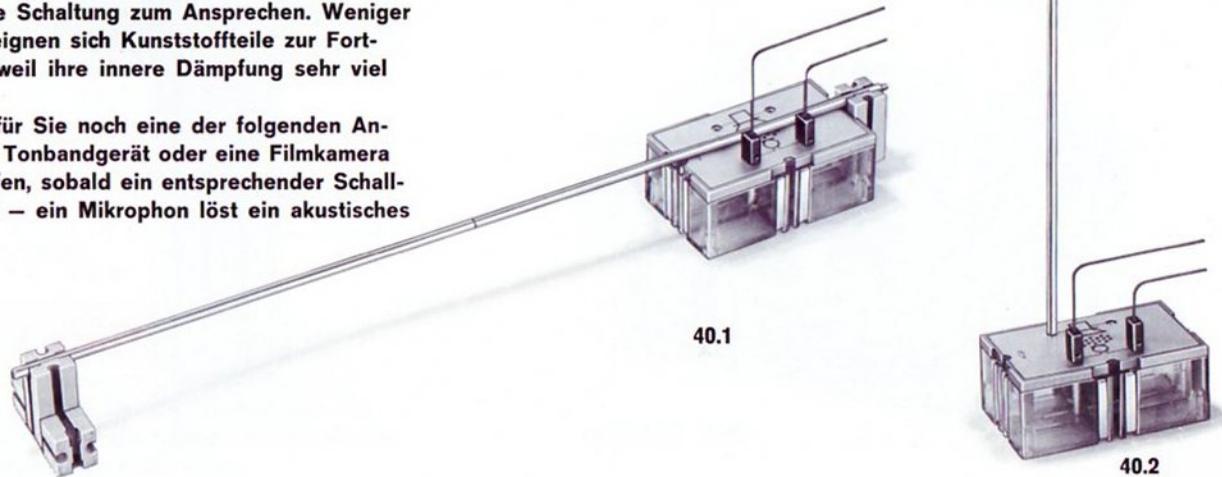
Bei Steuerung durch
Relais aus hobby 3 ohne
Kappe arbeiten.

Weitere Modellanregungen

Wer für das letzte Modell eine größere Lichtschranke bauen will, muß sich z. B. einen zweiten Relaisbaustein und vielleicht zusätzlich noch einen zweiten Grundbaustein beschaffen. Die Schaltung dazu könnten Sie selbst entwickeln oder aber in Band 4-3 nachschlagen.

Unser Mikrophon eignet sich vorzüglich als Körperschall-Aufnehmer, wenn man seine Beschriftungsplatte direkt mit dem Schallgeber in Kontakt bringt. Die Schallfortleitung kann aber auch über fischertechnik-Achsen mit Steckstift aus dem hobby 3-Baukasten nach Bild 40.1 und 40.2 vorgenommen werden. Schon eine geringfügige Berührung dieses Stabes mit einem anderen Metallstab oder mit Bausteinen bringt die Schaltung zum Ansprechen. Weniger gut als Metallstäbe eignen sich Kunststoffteile zur Fortleitung des Schalls, weil ihre innere Dämpfung sehr viel größer ist.

Interessant könnten für Sie noch eine der folgenden Anwendungen sein: Ein Tonbandgerät oder eine Filmkamera beginnen erst zu laufen, sobald ein entsprechender Schallimpuls gegeben wird – ein Mikrophon löst ein akustisches Alarmsignal aus.



Alarmanlage mit mehreren Umlenkspiegeln

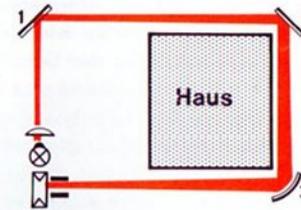
In Band 4-1 haben Sie eine Alarmschaltung mit dem Relaisbaustein kennengelernt, bei der der einmal gegebene Alarm durch einen Relaiskontakt gespeichert wurde. Es fällt sicher nicht schwer, den „Speicher“-Relaiskontakt durch eine elektronische Schaltung zu ersetzen. Sie verwenden einfach eine der vorher behandelten Rückkopplungsschaltungen. Welche ist wohl die richtige? Ein Modell zur Sicherung einer Zimmertür oder einer Schublade dürfte für Sie ohne Schwierigkeiten zu bauen sein.

einfache
Lichtschranke

Spiegel Ihr Baukasten enthält 2 Planspiegel und einen Hohlspiegel (Parabolspiegel) sowie einige Linsen. Damit wird es möglich, den Lichtstrahl einer Linsenlampe mehrmals umzulenken und zusätzlich so zu bündeln, daß damit z. B. das Modell eines Häuschens nach Bild 43.1 mit einer „Rundum-Sicherung“ ausgestattet werden kann. Beim Betreten des Häuschens ertönt ein akustisches Signal, das so lange anhält, d. h. gespeichert wird, bis mit einem besonderen Schalter die Rückkopplungsleitung unterbrochen wird.

zum Bau des Modells Das Modell ist auf einer ft-Großbauplatte aufgebaut. Zuerst wird die Entfernung zwischen Lampe und Linse 1 so eingestellt, daß auf einer anstelle des Spiegels 1 aufgestellten Platte aus grauem Papier ein etwa 1 cm großer Lichtfleck entsteht. Der Lichtstrahl zwischen Lampe und Spiegel 1 sollte möglichst parallel zur Großbauplatte verlaufen. Nach Einbau des Spiegels 1 soll der Lichtstrahl genau die Mitte dieses Spiegels treffen. (Bild 41.1)

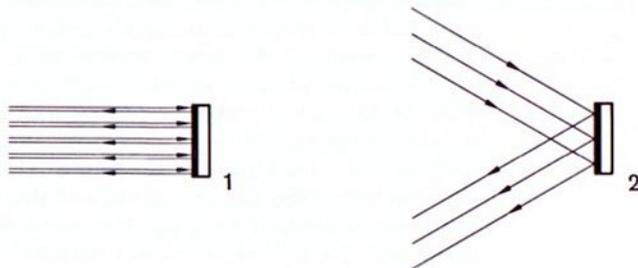
41.1



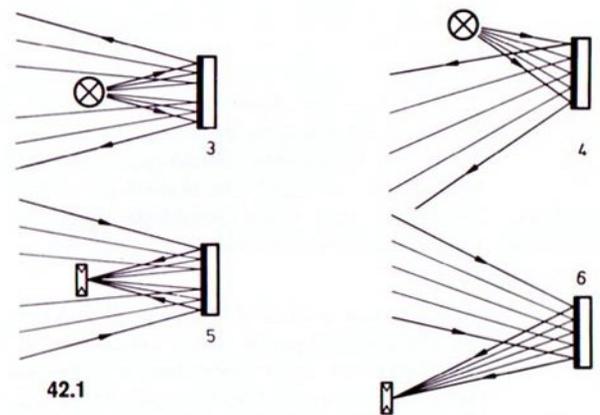
Nun wird der Spiegel 1 so eingerichtet, daß der Lichtstrahl genau auf den Spiegel 2 reflektiert wird. Dieser Spiegel wird anschließend so justiert, daß er den Lichtstrahl zum Hohlspiegel 3 weiterleitet. Dieser bündelt den Strahl und reflektiert ihn auf den Fotowiderstand. Eine (nicht gezeichnete) Linse vor dem Fotowiderstand kann den Strahl nochmals bündeln, so daß noch mehr Licht auf die lichtempfindliche Fläche des Fotowiderstandes fällt. Eine Störlichtkappe sorgt dafür, daß „Fremdlicht“ weitgehend ferngehalten wird. Bei Unterbrechung der Lichtschranke an irgendeiner Stelle muß die Kontrolllampe erlöschen. Damit fällt das angeschlossene Relais im Relais-Baustein ab, und der Sirenenmotor wird eingeschaltet. Als Sirene verwenden wir einen Motor, über dem eine Kassette als Resonanzkasten angebracht ist. Wird der Lichtstrahl wieder freigegeben, so bleibt die Sirene trotzdem eingeschaltet, weil wir die Selbstsperrung von A_1 nach Buchse 1 verwendet haben. Erst wenn der Taster T gedrückt wird, wird die Sirene abgeschaltet. Der Besitzer will sein Haus betreten, ohne daß die Sirene Alarm gibt. Dazu bauen wir einen zusätzlichen „Besitzer-

schalter“ ein, der die Alarmanlage außer Betrieb setzt. Am einfachsten schalten wir diesen Schalter parallel zum Fotowiderstand. Wird der Schalter betätigt, dann überbrückt dieser den Fotowiderstand und verbindet E_1 mit „-“. Somit ist die Buchse E_1 – unabhängig vom Fotowiderstand – auf jeden Fall negativer als Buchse E_2 , und das Signallämpchen bleibt eingeschaltet. Dieser „Besitzerschalter“ könnte in der Praxis ein Schlüsselschalter sein, der nur mit einem besonderen Schlüssel betätigt werden kann. Die Empfindlichkeit der Lichtschranke wird bei gedrücktem Taster T durch Drehen des Drehknopfes so eingestellt, daß die Signallampe im Grundbaustein gerade aufleuchtet. Vielleicht zeichnen Sie das Wirkschaltbild für diese Alarmanlage.

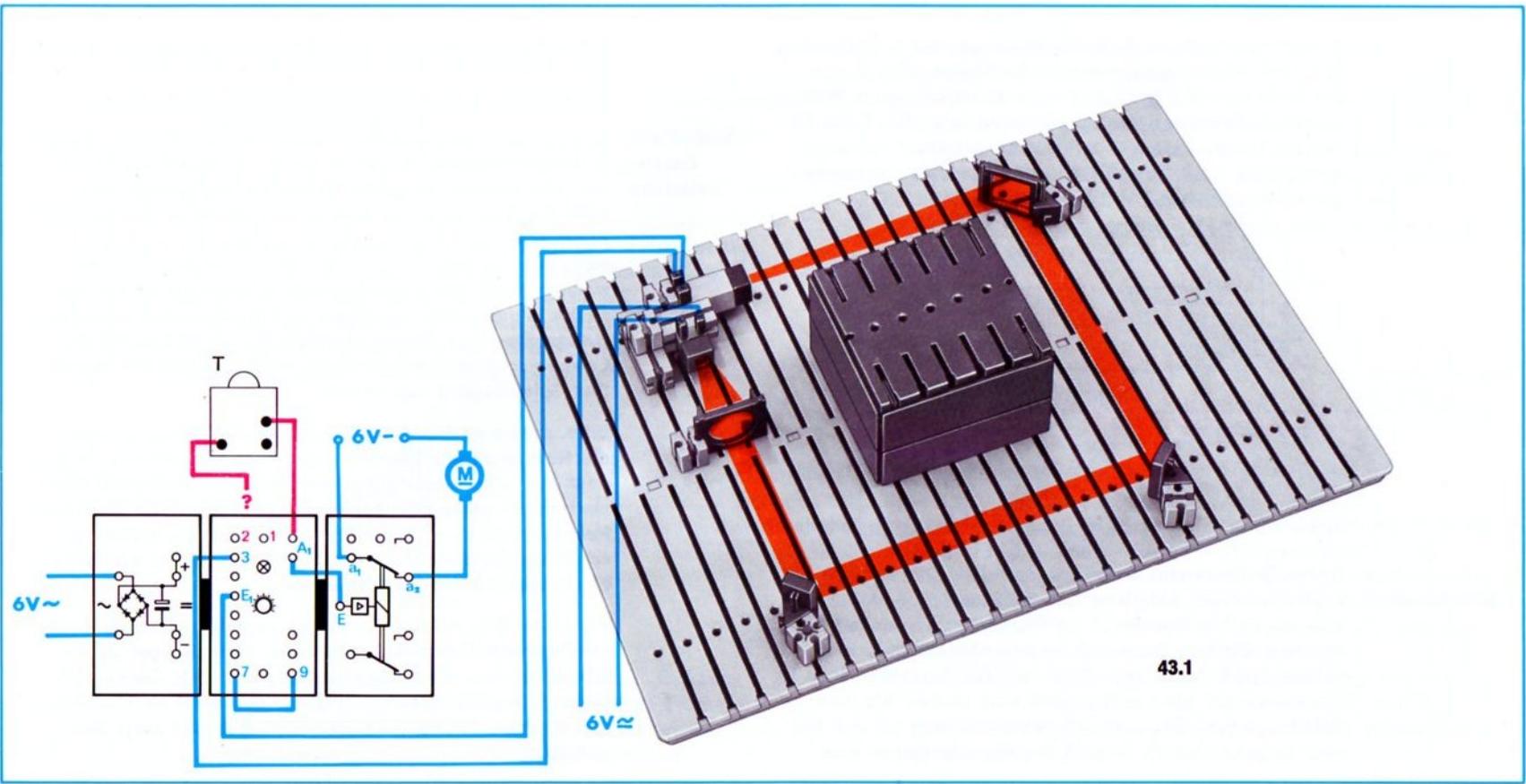
Planspiegel Planspiegel reflektieren einen einfallenden Lichtstrahl unter demselben Winkel – zur Senkrechten auf die Spiegelfläche –, mit dem dieser auftrifft. Bild 42.1 zeigt die Reflexion einiger typischer Strahlenbündel.



Hohlspiegel Hohlspiegel dagegen bündeln ankommende parallele Strahlen. Bild 42.2 zeigt ein typisches Beispiel. (Das Licht der Lampe wird hier durch eine Sammellinse parallel gerichtet.)



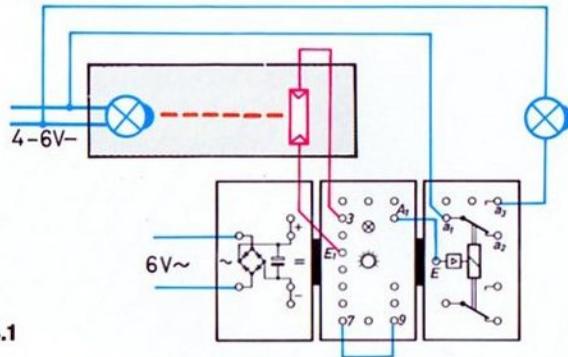
42.2



43.1

Grenzwertschalter mit Schaltabstand

Sie erinnern sich: Ihr Grundbaustein arbeitet in Verbindung mit einem Fotowiderstand oder Heißleiter, also einem Steuerfühler mit licht- bzw. temperaturabhängigem Widerstand, als Grenzwertschalter. Vielleicht lesen Sie Seite 74, Band 4-1 nach. Was man unter „Schaltabstand“ versteht, werden Sie nach Durchführung des folgenden Versuches schnell begriffen haben.



44.1

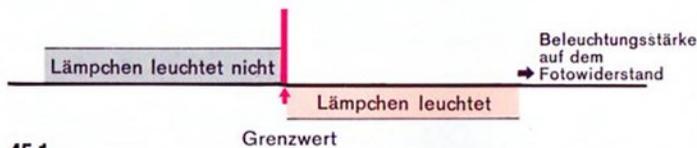
ohne Schaltabstand Bauen Sie bitte eine Schaltung nach Bild 44.1 auf. Die beiden Lampen betreiben Sie bitte nicht mit voller Spannung. Den Drehknopf im Grundbaustein stellen Sie etwa auf Stellung 5 und wählen den Abstand zwischen Lampe und Fotowiderstand so, daß das Signallämpchen im Grundbaustein nicht aufleuchtet. Nun drehen Sie den Drehknopf ganz langsam nach rechts. Wichtig ist, daß Sie ganz langsam drehen. Sobald das Signallämpchen kurz

aufleuchtet, drehen Sie bitte nicht mehr weiter! Die Schaltung arbeitet bei dieser Stellung des Drehknopfes nicht einwandfrei. Sie gerät in unkontrollierte Schwingungen!

Einfluß der Zusatzbelastung Sobald das Signallämpchen aufleuchtet, schaltet das Relais im Relais-Baustein die zweite Lampe an Spannung. Durch die jetzt doppelt so große Belastung des Netzgerätes sinkt die Spannung des Netzgerätes etwas ab und die den Fotowiderstand beleuchtende Lampe leuchtet deshalb nicht mehr ganz so hell. Damit erhält der Fotowiderstand aber weniger Licht. Der Grundbaustein schaltet deshalb wieder zurück in den Ausgangszustand und die Zusatzbelastung des Netzgerätes wird wieder abgeschaltet. Jetzt leuchtet die Lampe vor dem Fotowiderstand wieder so hell wie zuerst. Das Spiel beginnt von neuem!

Bitte, probieren Sie diesen Vorgang nicht beliebig lange, die Relaiskontakte könnten sonst Schaden nehmen. Noch deutlicher wird dieser „instabile“ Schaltzustand, wenn Sie statt einer Lampe zwei Lampen oder einen Motor über den Relaiskontakt a_1-a_2 anschalten. Aber auch bei bloßer Anschaltung des Relaisbausteins ist dieser Effekt mit etwas Fingerspitzengefühl nachzuweisen.

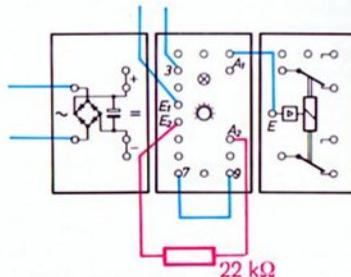
Die Instabilität entsteht, weil der Grundbaustein als hochempfindlicher Grenzwertschalter bei geringfügiger Unterschreitung bzw. Überschreitung des mit dem Drehknopf eingestellten Grenzwertes das Relais im Relais-Baustein sofort zum Abfall bzw. Anzug bringt. Bild 45.1 zeigt dies grafisch.



45.1

Durch einen einfachen Kunstgriff gelingt es – falls dies für bestimmte Schaltungen erwünscht –, diese Erscheinung zu beseitigen. Schalten Sie bitte in der schon bekannten Schaltung nach Bild 44.1 den schon beim Speichern eines Schaltimpulses verwendeten $22\text{ k}\Omega$ -Widerstand an die Buchsen A_2 und E_2 . Bild 45.2 zeigt die Veränderung in Rot.

Mitkopplung

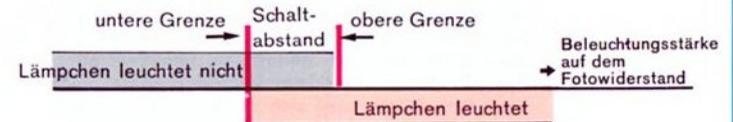


45.2

Der Erfolg dieser Maßnahme, die der Techniker „Mitkopplung“ nennt, ist: Das Klappern des Relais und das Flackern des Signallämpchens im Grundbaustein hören sofort auf. Die Beleuchtung muß nun jeweils stärker verändert

werden, wenn das Relais umschalten soll. Durch Drehen des Drehknopfes und Beobachten der Umschaltunkte auf der Skala läßt sich der Erfolg der Maßnahme leicht wertmäßig feststellen. Beispiel: Bei Drehung nach rechts leuchtet das Signallämpchen, sobald Skalenwert 4 erreicht ist. Es erlischt aber erst, wenn der Skalenwert 3,2 unterschritten wird. Der Schaltabstand beträgt also – in Skalenwerten ausgedrückt – 0.8 Skalenteile. Grafisch stellt man dies so dar:

45.3



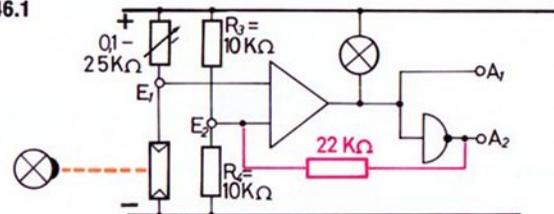
Schaltabstand In unserem Beispiel gibt es also einen Bereich der Beleuchtungsstärke, in dem – je nach „Vorgeschichte“ – das Signallämpchen leuchtet oder nicht. Der Techniker sagt: Es gibt einen Grenzbereich, in dem beide Schaltzustände möglich sind. Der Abstand zwischen oberem und unterem Grenzwert wird „Schaltabstand“ genannt. Die absolute Größe des Schaltabstandes hängt von der Größe des Widerstandes ab, der zwischen A_2 und E_2 geschaltet wird. Er wird kleiner, wenn dieser Widerstand größer wird.

Schaltabstand mit 100 k Ω -Widerstand Ersetzen Sie nun bitte den 22 k Ω -Widerstand durch einen 100 k Ω -Widerstand. Auf dem Grundbaustein finden Sie diesen Widerstand zwischen E₂ und Buchse 5 eingezeichnet. Sie brauchen also nur – nach Entfernen des 22 k Ω -Widerstandes – Buchse 5 und Buchse A₂ zu verbinden, und schon ist der 100 k Ω -Widerstand wirksam. Sie werden jetzt einen wesentlich kleineren Schaltabstand als vorher beobachten. Für die meisten Anwendungen wird dieser Schaltabstand völlig ausreichen.

Wirkungsweise Der Schaltzustand des Grundbausteins wird von der Spannung zwischen „-“ und E₁ und der Spannung zwischen „-“ und E₂ bestimmt. Haben Sie den Drehknopf so eingestellt, daß das Signallämpchen „gerade noch“ oder „gerade nicht mehr“ leuchtet, dann ist Punkt E₁ nur geringfügig negativer oder positiver als Punkt E₂. Schon eine kleine Veränderung der Spannungsverhältnisse kann dazu führen, daß sich die Polarität zwischen den Punkten E₁ und E₂ und damit der Schaltzustand ändert. Wie erreicht man nun, daß nur eine größere Änderung der Spannung (in Verbindung mit einem Polaritätswechsel zwischen E₁ und E₂) die Umschaltung auslöst? Man sorgt durch eine geeignete Schaltung dafür, daß in dem Augenblick der Umschaltung auch der Spannungsteiler mit den zwei 10 k Ω -Widerständen R₃ und R₄ in geeigneter Weise geändert wird. In der Mitte dieses Spannungsteilers liegt der Punkt E₂. Durch die Einführung der Mitkoppelung über den 22- bzw. 100 k Ω -Widerstand wird das freie Ende dieses Widerstandes je nach Schaltzustand mit „+“ oder mit „-“ verbunden.

In unserer Schaltung (siehe Bild 46.1) wirkt sich die Verwendung des 22 k Ω -Widerstandes zwischen E₂ und A₂ praktisch so aus: Ist der Fotowiderstand so hell beleuchtet, daß das Signallämpchen „gerade schon“ leuchtet, so ist der Punkt E₁ etwas negativer als E₂

46.1



und A₁ ist praktisch mit „-“ und deshalb der inverse Ausgang A₂ praktisch mit „+“ verbunden. Der an A₂ und E₂ angeschlossene 22 k Ω -Widerstand liegt damit parallel zu R₃. E₂ liegt also – spannungsgemäß gesehen – nicht genau in der Mitte zwischen „-“ und „+“. Die Spannung zwischen „-“ und E₂ ist größer als die zwischen E₂ und „+“. Wird der Fotowiderstand nun schwächer beleuchtet, so schaltet der Grundbaustein um und die Ausgangsbuchse A₂ ist nicht mehr mit „+“, sondern mit „-“ verbunden. Damit ist der 22 k Ω -Widerstand nicht mehr parallel zu R₃, sondern parallel zu R₄ geschaltet. Jetzt ist die Spannung zwischen „-“ und E₂ kleiner als die Spannung zwischen E₂ und „+“. Das Verhältnis der beiden Spannungen hat sich von etwa 1:0,7 auf 0,7:1 geändert. Der Punkt E₂ ist also im Augenblick der Umschaltung sprunghaft weiter vom Punkt E₁ abgerückt. Da es für den Schaltzustand nur auf die Verhältnisse zwischen E₁ und E₂ ankommt, kann nun eine Rückänderung der Beleuchtung auf die betrachteten Ausgangsverhältnisse die erfolgte Umschaltung des Grundbausteins nicht mehr rückgängig machen! Nur eine starke Verkleinerung des Widerstandswertes des Fotowiderstandes infolge starker Vergrößerung der Beleuchtung des Fotowiderstandes ergibt eine so

große Spannungsänderung, daß E_1 negativer als E_2 wird und der Ausgangs-Schaltzustand (= Signallämpchen leuchtet) sich wieder einstellt. Da in diesem Augenblick aber auch A_2 wieder praktisch mit „+“ verbunden wird, stellt sich auch der alte Spannungszustand an E_2 wieder ein.

Weil bei dieser Schaltung der Ausgang auf den Eingang unterstützend wirkt, nennt man diese Art der Rückkopplung „Mitkopplung“. Bei Benutzung des 22 k Ω -Widerstandes ist der Mitkopplungsgrad größer als bei Einsatz des 100 k Ω -Widerstandes.

Wer sich für exakte Zahlen interessiert, kann eine Versuchsanordnung nach Bild 57.1 aus Band 4-1 aufbauen und für verschiedene Drehknopfeinstellungen die Entfernung zwischen Lampe und Fotowiderstand bestimmen, bei der das Signallämpchen im Grundbaustein zu leuchten beginnt bzw. erlischt. Um exakte Werte für das Verhalten des Grundbausteins für sich allein zu bekommen, darf durch den Relais-Baustein weder eine Lampe noch ein anderes Gerät geschaltet werden. Für ganz präzise Untersuchungen müßte die Lampe, die den Fotowiderstand beleuchtet, sogar von einer eigenen Energiequelle versorgt werden. Zur Ausschaltung von Fremdlicht sollte in diesem Fall der Versuch in einem sonst völlig abgedunkelten Raum durchgeführt werden. Die Ergebnisse tragen Sie bitte in eine Tabelle nach Bild 47.1 ein.

Der Vorteil eines Grenzwertschalters mit Schaltabstand liegt einmal darin, daß Spannungsschwankungen durch Anschalten einer zusätzlichen „Last“ – ähnlich unserem Beispiel mit den Zusatzlampen – keinen Einfluß haben. Besonders gern benutzt man solche Schaltungen bei Zweipunktreglern, z. B. bei der Temperaturregelung durch An- und Ausschalten einer Heizung, weil die Schaltheufigkeit, d. h. die Anzahl der Ein- und Ausschaltungen pro Stunde, mit zunehmendem Schaltabstand kleiner wird. Damit steigt die Lebensdauer der Kontakte. Diesen Vorteil erkaufte man durch den – meist gering angesehenen – Nachteil größerer Temperaturschwankungen zwischen dem Ausschalt- und dem Wiedereinschaltzeitpunkt.

Tabelle 47.1 Maximal- und Minimalentfernung, bei der das Signallämpchen im Grundbaustein aufleuchtet („ein“) und erlischt („aus“).

Drehknopf-Stellung	Maximal- bzw. Minimal-Entfernung									
	ohne Mitkopplung			mit Mitkopplung						
				$R_K = 22 \text{ k}\Omega$			$R_K = 100 \text{ k}\Omega$			
	ein	aus	Verhältnis	ein	aus	Verhältnis	ein	aus	Verhältnis	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
verwendete Lampe:			Lampenspannung:							

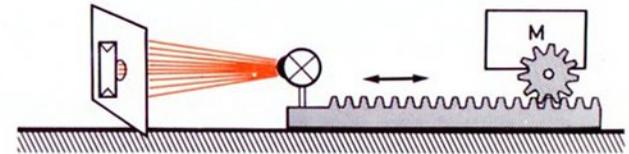
Das Verhältnis $\frac{\text{Maximalentfernung}}{\text{Minimalentfernung}}$ gibt einen schnellen Überblick über den durch die Rückkopplung erzielbaren „Schaltabstand“. Interessiert Sie der Schaltabstand als Verhältnis der maximalen und minimalen Beleuchtungsstärke in Lux, so müssen Sie berücksichtigen, daß sich die Beleuchtungsstärken mit dem Quadrat der Entfernung verändern. Sie müssen also den erhaltenen Verhältniswert für die Entfernung noch quadrieren.

Beleuchtungsstärke - Regelung

Beleuchtungsstärke „Beleuchtungsstärke“ ist der Ausdruck für die Lichtmenge, die auf einen zu beleuchtenden Gegenstand mit einer „Einheitsfläche“, z. B. auf eine ebene Fläche von 1 m^2 , auftrifft. Sie wird in „Lux“ gemessen.

Hat man eine in der interessierenden Richtung gleichmäßig strahlende Lichtquelle, so kann man die Beleuchtungsstärke auf der von dieser Lichtquelle beleuchteten Fläche auf das Vierfache steigern, wenn man den Abstand zwischen Lichtquelle und Fläche auf die Hälfte verringert. Umgekehrt vermindert sich die Lichtstärke auf ein Viertel, wenn man den Abstand verdoppelt. Sie haben sicher schon erkannt, daß sich die Beleuchtungsstärke proportional mit dem Quadrat der Entfernung ändert.

Aufgabe Diesen Effekt nutzt man z. B. aus, wenn man eine Fläche mit stets gleichbleibender Beleuchtungsstärke, z. B. mit 30 Lux , beleuchten muß und das Licht der zur Verfügung stehenden Lichtquelle infolge starker Spannungsschwankungen nicht konstant ist. (Spannungsschwankungen kann man zwar durch Einsatz eines sogen. Konstanthalters praktisch ausschalten, aber das Absinken der Beleuchtungsstärke infolge Alterung der Lampen läßt sich auch bei Einsatz eines Spannungskonstanthalters nicht beseitigen.) Sinkt der Lichtstrom der Lampe, z. B. infolge Absinkens der Betriebsspannung, so muß die Lampe näher an die zu beleuchtende Fläche herangeführt werden. Steigt dagegen der Lichtstrom der Lampe, so muß die Lampe weiter davon entfernt werden. Mit dem Modell nach Bild 49.1 läßt sich diese Idee verwirklichen. Das Prinzip zeigt Bild 48.1.



48.1

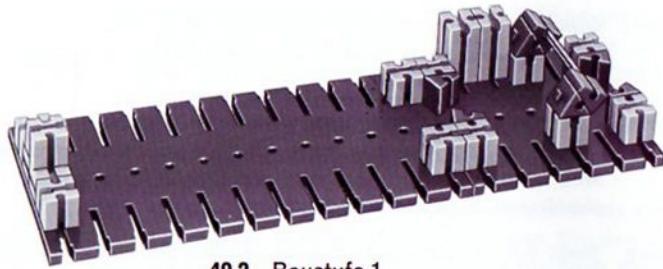
Zweipunkt-Regelung

Wir wenden die einfachste Regelungsart, die sogen. Zweipunktregelung an. Zwar wird sie in dieser Form nicht für die Regelung der Beleuchtungsstärke herangezogen, jedoch können wir an ihr das Grundprinzip sehr gut studieren. Deshalb sollten Sie diesen Versuch nicht überspringen.

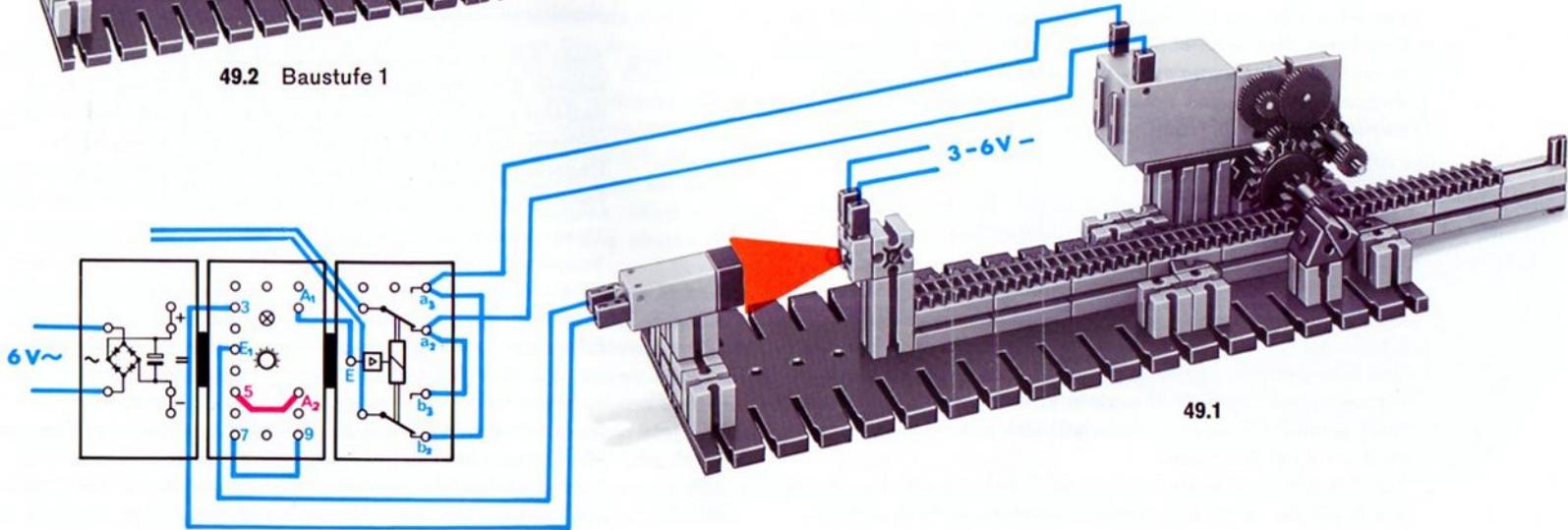
Zur Messung der Beleuchtungsstärke auf der senkrechten Fläche ist in deren Mitte ein Loch gebohrt, durch das das Licht auf den Fotowiderstand fällt. Im Modell 49.1 ist diese Fläche nicht eingebaut. Ergänzen Sie dieses nach eigenen Ideen.

Modell

Ein Motor bewegt eine Zahnstange, auf der die Glühlampe montiert ist, je nach Polung zum Fotowiderstand hin oder von ihm weg. Die Beleuchtungsstärke auf dem Fotowiderstand ändert sich mit der Entfernung der auf der Zahnstange montierten Lampe. Der über E_1 -Buchse 3 an den Grund-



49.2 Baustufe 1



49.1

baustein angeschlossene Fotowiderstand steuert den Motor. Ist der mit dem Drehknopf eingestellte Beleuchtungsstärke-Sollwert überschritten, so entfernt der Motor die Lampe, die Beleuchtungsstärke nimmt wunschgemäß ab – falls Sie den Motor richtig gepolt haben. Schon nach einem kleinen Weg der Lampe wird die Beleuchtungsstärke den Sollwert unterschreiten. Der Motor wird deshalb umgepolt und die Lampe nähert sich wieder dem Fotowiderstand. Der Ist-Wert der Beleuchtungsstärke am Fotowiderstand nimmt wunschgemäß wieder zu. Schließlich überschreitet der Ist-Wert den Soll-Wert. Der Grundbaustein polt über den Relaisbaustein erneut die Motorspannung um, und der beschriebene Vorgang beginnt von neuem! Die Ist-Beleuchtungsstärke pendelt also laufend um den Sollwert.

Anschluß der Lampe und des Motors

Schalten Sie zuerst die Lampe an die Wechselspannungsbuchsen Ihres Netzgerätes. Sie beobachten sicher, daß beim Umschalten die Relaiskontakte „stottern“, d. h. nicht schlagartig anziehen bzw. abfallen. Auch das Signallämpchen im Grundbaustein wird nicht einwandfrei umgeschaltet, weil durch die starke Stromentnahme des Motors bei der Umpolung die Helligkeit der Lampe kurzzeitig so stark abnimmt, daß der Grundbaustein erneut umschaltet. Dieser nicht gewollte Vorgang wiederholt sich unter Umständen zweimal oder noch öfter. Für Dauerbetrieb wäre eine solche Schaltung nicht geeignet; die Kontakte würden zu schnell zerstört. Abhilfe schafft hier die Anwendung der Mitkopplung (Buchse A₂ mit

Buchse 5 verbinden) und die Benutzung einer eigenen Stromquelle (Batterie oder Netzgerät) für den Motor.

Sollwert Durch Veränderung der Ansprechempfindlichkeit, d. h. durch Drehung des Drehknopfes, können Sie die Soll-Beleuchtungsstärke vorgeben.

Störgröße Die Spannungsschwankungen, deren Auswirkung auf die Beleuchtungsstärke die Regelschaltung unwirksam machen soll, können Sie mit dem Netzgerät künstlich erzeugen – simulieren, sagt der Fachmann.

Regelung Sinkt die Lampenspannung, so pendelt die Lampe in einer kleinen Entfernung vom Fotowiderstand. Steigt sie, so entfernt sich die Lampe und pendelt sich auf eine größere mittlere Entfernung ein. Sie haben also einen echten Regelvorgang! Das Ausgangssignal (Beleuchtungsstärke am Fotowiderstand) wirkt auf den Eingang der Schaltung zurück!

Untersuchen Sie bitte auch die Wirkung einer stärkeren Mitkopplung, indem Sie statt des 100 k Ω -Widerstandes den 22 k Ω -Widerstand zwischen A₂ und E₂ schalten. (Falls Sie nicht zurecht kommen, arbeiten Sie bitte Seite 44 und die folgenden nochmals durch.) Bei diesem größeren Mitkopplungsgrad legt die Zahnstange von einem Umschaltpunkt zum anderen einen viel größeren Weg zurück.

In der Praxis wird man eine solche Zweipunktregelung für die Beleuchtung einer Fläche nicht anwenden, weil das ständige Pendeln zwischen zwei Grenzwerten der Beleuchtungsstärke als sehr störend empfunden wird. Deshalb wird man zu aufwendigeren Regeltechniken greifen müssen.

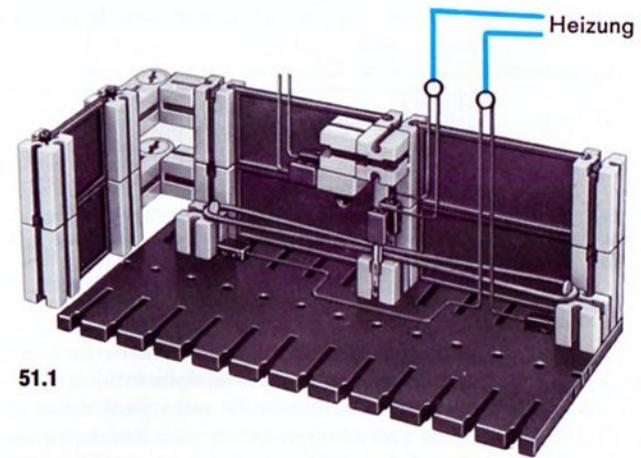
Temperatur-Regler

Zweipunkt-Regelung Das Prinzip der Zweipunkt-Regelung wird jedoch bei der Regelung der Temperatur eines Raumes oder eines Behälters angewandt. Die Heizung wird in Abhängigkeit von der Temperatur eines Wärmefühlers, z. B. eines Heißleiters, ein- und ausgeschaltet. Das ganze System arbeitet sehr träge, so daß der Mensch, der in einem solchen Raum lebt, das ständige Hin- und Herpendeln der Temperatur zwischen den beiden Grenzwerten nicht als unangenehm empfindet.

Modell Im Modell 51.1 wird eine ft-Antriebsfeder als elektrischer Heizkörper benutzt. Vervollständigen Sie das Modell zu einem geschlossenen Raum, einschließlich Zimmerdecke. Auch eine oder zwei Türen sollten Sie einbauen. Die Schaltung entwerfen Sie bitte selbst, ebenso das Wirkschaltbild. Ggf. hilft ein Rückblick auf Band 4-1, Seite 76. Das Arbeiten des Regelsystems erkennt man am besten bei Anschaltung entsprechender Signallampen. Weiß = Anlage betriebsbereit, Heizung aus. Rot = Heizung eingeschaltet.

Schaltverhältnis Nach einer „Anlaufzeit“ wird sich die Heizung in stets gleichen Abständen ein- und ausschalten. Je nach der Höhe der Solltemperatur (= Stellung des Drehknopfes) werden Sie kurze und lange Ein- bzw. Ausschaltzeiten beobachten. Öffnet man eine Türe des Wohnraumes, kann zwischen Innen und Außen ein stärkerer Luftaustausch stattfinden. In diesem Fall wird sich das Verhältnis der Ein- zur Ausschaltzeit ändern. Der Techniker sagt dazu: Eine von außen aufgebene „Störgröße“ – in unserem Fall verstärkter Luftaustausch – wird „ausgeregelt“.

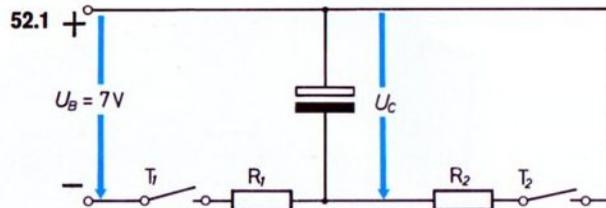
Untersuchen Sie bitte auch hier den Einfluß einer Mitkopplung. Bei gleichbleibender Solltemperatur ändert sich vor allem die Anzahl der Schaltspiele (je eine Ein- und Ausschaltung) pro Stunde wesentlich. Mit einem Zählwerk, z. B. e-m 6, läßt sich die Anzahl der Schaltspiele auch in Ihrer Abwesenheit registrieren.



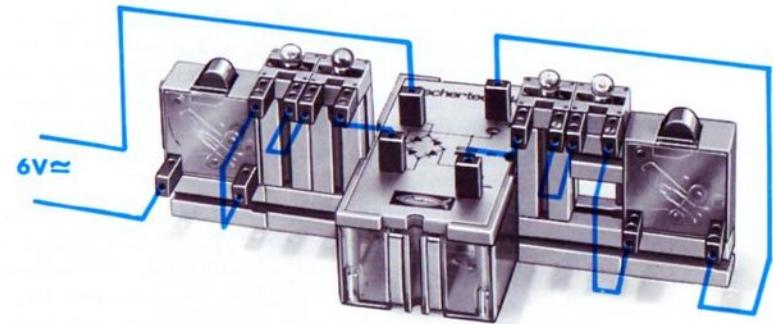
Laden- und Entladen eines Kondensators

Anwendung In den folgenden Kapiteln dieses Buches wird der Grundbaustein vor allem in Verzögerungs- und Zeitschaltungen eingesetzt. Bevor wir uns diesen interessanten Schaltungen, die vor allem auf der Wirkung eines Kondensators beruhen, zuwenden, interessiert vielleicht das Verhalten dieses Bauelementes für sich allein.

Versuch Sie erinnern sich sicher an die Versuche mit dem Ladekondensator im Gleichrichterbaustein (Band 4-1, Seite 9). Nun wiederholen wir sie in etwas abgewandelter Form. Bauen Sie bitte die Schaltung 52.1 auf. Als Kapazität verwenden Sie den im Gleichrichterbaustein eingebauten Kondensator.



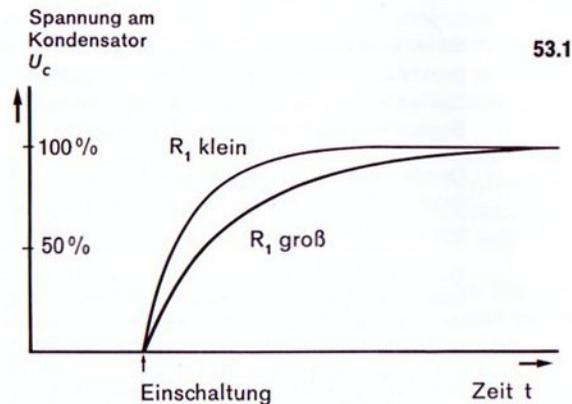
Da die Gleichrichter im Gleichrichterbaustein für die Darstellung des hier behandelten Prinzips unwichtig sind, sind sie im Wirkschaltbild nicht gezeichnet. (Sie dienen in diesem Fall nur zum Schutz des Kondensators vor falscher Polung.) Den Widerstand R_1 verwirklichen Sie bitte durch 2 in Reihe geschaltete Glühlampen, den Widerstand R_2 zunächst – entgegen dem Bild 52.2 – durch 1 Lampe.



52.2

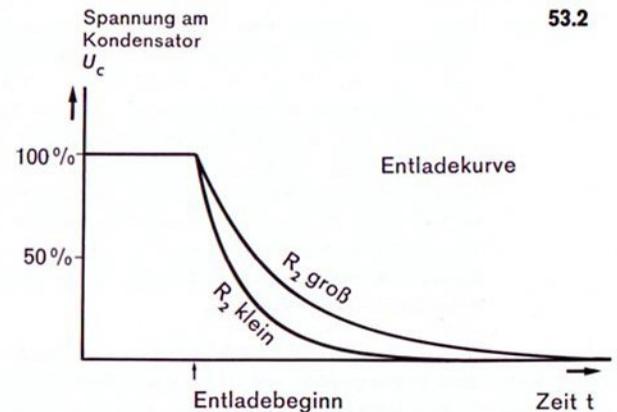
Beim Einschalten des linken Ein-Tasters 1 lädt sich der Kondensator über den Widerstand R_1 auf. Je größer R_1 ist – z. B. zwei Lampen in Reihe geschaltet statt einer Lampe oder statt zwei parallel geschalteten Lampen –, um so länger dauert der Ladevorgang. Überzeugen Sie sich bitte davon. Sie erkennen dies nicht nur am längeren Leuchten der Lampe oder Lampen, die Sie als R_1 benutzen. Wurde T_1 nur kurz gedrückt, so hat sich der Kondensator noch nicht voll aufladen können. Bei Druck auf den Taster 2 wird die als R_2 eingesetzte Glühlampe nicht so hell aufblinken. Je weniger hell diese Lampe aufleuchtet, um so kleiner war die Spannung am Kondensator.

Ladevorgang Der Ladevorgang des Kondensators verläuft so, wie es das Spannungs/Zeit-Diagramm 53.1 darstellt: Nach dem Einschalten steigt die Spannung sehr schnell an. Allmählich jedoch wird die Steigerung der Spannung immer weniger. Der Kondensator ist „voll aufgeladen“, wenn kein Strom mehr fließt. Die Spannung U_C am Kondensator entspricht dann der vollen Betriebs-Spannung U_B . Die Besitzer eines Voltmeters können diesen Vorgang messen und außerdem zusätzlich statt zwei Lampen drei oder vier in Reihe geschaltete Lampen als Ladewiderstand R_1 benutzen.



53.1

Entladung Die Entladung eines von seiner Spannungsquelle abgetrennten Kondensators über den Widerstand R_2 erfolgt ebenfalls nicht schlagartig, sondern nach einem ähnlichen Gesetz in Abhängigkeit von der Größe des Entladewiderstandes. Bild 53.2 zeigt den zeitlichen Verlauf der Spannungsabnahme am Ladekondensator.



53.2

Je größer der Entladewiderstand, um so länger dauert die Entladung. Die Spannung ändert sich wie die Entladung zunächst schnell und dann immer langsamer (sie folgt ebenso wie die Aufladung einer „e-Funktion“). Untersuchen Sie bitte nacheinander die Entladung mit 2 in Reihe geschalteten Lampen, 1 Lampe und 2 parallel geschalteten Lampen.

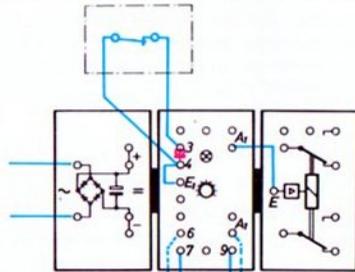
Die Geschwindigkeit der Ladung und Entladung hängt auch von der Größe des Kondensators ab. Je größer der Wert des Kondensators – meist gemessen in Mikrofarad (μF) – ist, um so mehr Energie kann in ihn hineingepumpt und gespeichert werden und um so länger dauert deshalb die Ladung bzw. Entladung.

Verzögerungsschaltungen

Tastimpuls Man unterscheidet drei Arten der Verzögerung eines „Tastimpulses“. Unter „Tastimpuls“ sei hier folgendes verstanden: Der Tastimpuls fängt an, sobald Sie die Taste eines Tasters (Tast-Schalters) drücken. Er endet, sobald Sie den Taster loslassen. Je nach Aufgabenstellung kann man auf elektronischem Wege den Anfang oder das Ende eines solchen Tastimpulses „verzögern“. So kann man z. B. das Drücken des Tasters erst nach 3 Sekunden nach dem tatsächlichen Beginn in einer Schaltung wirksam werden lassen. Ebenso ist es möglich, das Ende eines Tastimpulses oder beides zu verzögern.

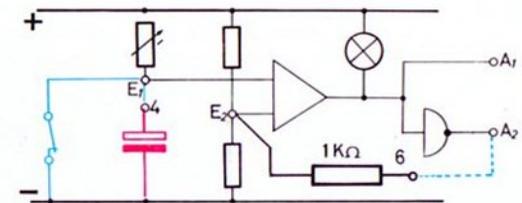
Anfang des Tastimpulses verzögert Mit einer Schaltung nach Bild 54.1 verzögert man den Anfang des Tastimpulses. Die blaugestrichelt eingezeichnete Verbindung zwischen A_2 und Buchse 6 lassen Sie bitte zunächst weg. Im Ruhezustand ist der Kondensator kurzgeschlossen. Sobald Sie den Taster drücken, kann sich der

54.1



Kondensator allmählich aufladen. Mit dem Drehknopf können Sie die Verzögerungszeit beeinflussen.

54.2



Beim Loslassen des Tasters wird der Aus-Kontakt im Taster geschlossen und der Kondensator praktisch sofort entladen. Entsprechend schnell schaltet der Grundbaustein und das Signallämpchen leuchtet wieder auf.

Durch Einfügen einer Mitkopplung, d. h. Verbinden der Buchse A_2 mit der Buchse 6, kann man die maximal erzielbare Verzögerungszeit um einiges verlängern.

Der schaltungstechnisch Interessierte wird anhand des Wirkaltbildes 54.2 feststellen, daß der Spannungsteiler für den Eingang 1 des Operationsverstärkers aus dem eingebauten Drehwiderstand und einem – ebenfalls eingebauten und über die Buchse 4 zugänglich gemachten „Elektrolytkondensator“ (von $50\mu\text{F}$) besteht. Der Aus-Taster überbrückt im Ruhezustand der Schaltung den Kondensator. In diesem Zustand ist der Kondensator wirkungslos, die Buchse E_1 mit „-“ verbunden und das Signallämpchen leuchtet.

Wird der Aus-Taster gedrückt, so wird die Überbrückung des Kondensators aufgehoben; er lädt sich auf. Die Geschwindigkeit der Aufladung hängt von der Größe des eingestellten Widerstandes ab. Die Spannung zwischen E_1 und „-“ steigt zunächst schnell und dann langsamer (siehe Bild 53.1). Der Punkt E_1 wird also immer positiver.

Nach einer bestimmten Zeit wird E_1 positiver als E_2 und der Grundbaustein schaltet um, das Signallämpchen erlischt. Ist zusätzlich noch eine kräftige Mitkopplung über den eingebauten $1\text{ k}\Omega$ -Widerstand geschaltet, so liegt der Punkt E_2 zu Beginn unserer Betrachtung nicht in der Mitte, sondern näher an „+“. Die Spannung zwischen E_2 und „-“ ist also viel größer als ohne Mitkopplung. Deshalb dauert es viel länger, bis nach Druck auf den Taster die Spannung am Kondensator diesen Punkt überschreitet.

Die Verzögerungszeit können Sie noch weiter verlängern, wenn Sie die zwischen Buchse 7 und 9 eingesetzte Brücke durch den $22\text{ k}\Omega$ -Widerstand ersetzen. Dadurch wird der Ladewiderstand (= einstellbarer Widerstand) um $22\text{ k}\Omega$ vergrößert und die Ladezeit entsprechend erhöht.

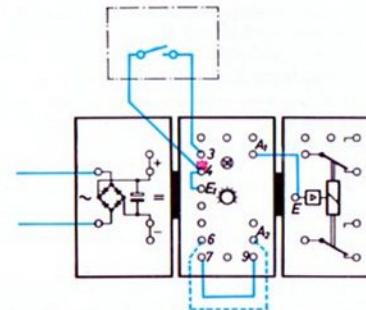
Ende des Tastimpulses verzögert Ebenso wichtig und interessant ist eine Verzögerung des Tastimpuls-Endes. In diesem Fall soll sich das Drücken des Tasters sofort auswirken, während das Loslassen des Tasters nur mit Verzögerung wirksam werden soll.

Zur Verwirklichung dieser Schaltung benötigen Sie nicht einen Aus-Taster, sondern einen Ein-Taster. Bild 55.1 zeigt, daß sich im Schaltungsaufbau sonst nichts ändert.

Auch hier können Sie durch eine zusätzliche Verbindung (blaugestrichelt in 55.1) von A_2 nach Buchse 6 die maximal erzielbare Verzögerungszeit noch vergrößern. Überzeugen Sie sich davon. Eine weitere Steigerung der Verzögerungszeit ergibt sich, wenn Sie zwischen Buchse 9 und 7 den $22\text{ k}\Omega$ -Widerstand schalten (siehe Bild 55.2).

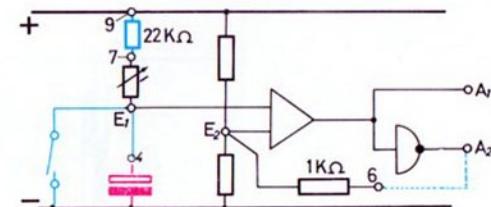
Hinweis: Soll ein und dieselbe Anlage abwechselnd mit Verzögerung des Anfangs und des Endes des Tastimpulses

55.1



betrieben werden, so muß nicht nur ein Austausch des Tasters vorgenommen werden, es ist auch noch stets der Eingang E des nachgeschalteten Relaisbausteins von A_1 auf A_2 umzuschalten.

55.2



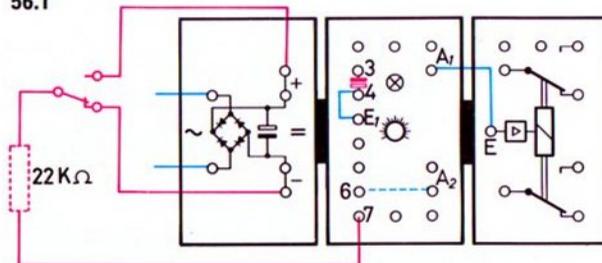
Der Schaltungstechniker wird aus Bild 55.2 erkennen, daß die Schaltung genau wie die für die Verzögerung des Tastimpuls-

Anfangs arbeitet. Im Ruhezustand ist jedoch der Kondensator aufgeladen und damit E_1 positiver als E_2 . Bei Druck auf den Taster (= Tastimpuls-Anfang) erfolgt die sofortige Entladung des Kondensators; E_1 wird sofort negativer als E_2 , der Grundbaustein schaltet um und das Signallämpchen leuchtet. Beim Loslassen des Tasters (= Tastimpuls-Ende) wird – genau wie bei der Verzögerung des Tastimpuls-Anfangs – E_1 erst nach einiger Zeit positiver als E_2 . Damit ist die gewünschte Verzögerung erreicht. Im Wirkschaltbild ist auch noch gestrichelt die Mitkopplung über den $1\text{ k}\Omega$ -Widerstand eingezeichnet und außerdem der $22\text{ k}\Omega$ -Widerstand zwischen den Buchsen 9 und 7 wirksam.

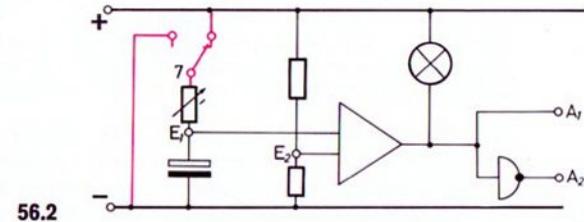
Umschaltverzögerung

Zur Lösung mancher Schaltungsaufgaben muß sowohl der Beginn als auch das Ende des Tastimpulses verzögert werden. Mit der folgenden Schaltung läßt sich dies erreichen (Bild 56.1 und 56.2). Durch Anschalten einer Mitkopplung (Verbindung A_2 mit Buchse 6) und durch Einfügen des $22\text{ k}\Omega$ -Widerstandes zwischen Buchse 7 und Schaltungszuge des Umschalters kann die maximal erzielbare Verzögerungszeit verlängert werden.

56.1



Anstelle des in der Schaltung 56.1 eingezeichneten Umschalttasters kann ebensogut ein Umschalter benutzt werden.



Für den Interessierten: Im gezeichneten Zustand ist der Kondensator auf die volle Spannung aufgeladen. Dadurch ist Punkt E_1 positiver als Punkt E_2 ; das Signallämpchen leuchtet nicht. Durch die Umschaltung wird Buchse 7 mit „-“ verbunden und der Kondensator entlädt sich über den einstellbaren Widerstand. Die Kondensatorspannung sinkt deshalb schnell. Nach einer gewissen Zeit wird E_1 negativer als E_2 , und das Signallämpchen leuchtet auf. Die Entladung geht solange weiter, bis der Kondensator ganz entladen ist oder der Schalter vorher umgeschaltet wird. Erfolgt nun eine erneute Umschaltung (in den gezeichneten Schaltzustand), so wird der Kondensator über den einstellbaren Widerstand wieder an „+“ angeschlossen. Er lädt sich auf. Dadurch wird nach einer gewissen Zeit E_1 positiver als E_2 und das Signallämpchen erlischt. Es werden also beide Änderungen (Umschaltung des Schalters bzw. Drücken und Loslassen des Umschalttasters) verzögert am Ausgang wirksam.

Die Verzögerungszeiten für den Impulsanfang und das Impulsende sind bei dieser Schaltung nicht genau gleich. Zeichnen Sie bitte das Wirkschaltbild gemäß dem Verdrahtungsplan 56.1.

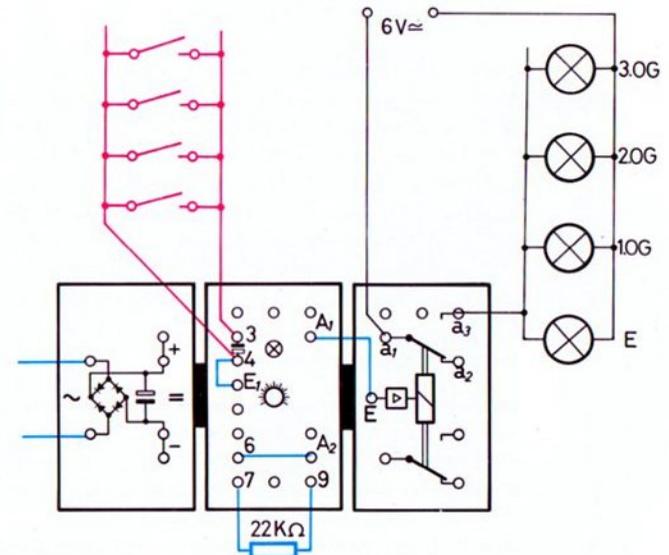
Treppenhausautomat

Ausschaltverzögerung Die Beleuchtung in Treppenhäusern braucht abends nicht ständig eingeschaltet zu sein. Es genügt, wenn sie nach Druck auf einen der in jedem Stockwerk angebrachten Taster einige Zeit angeschaltet bleibt. Von einem „guten“ Automaten für die Treppenhausbeleuchtung fordert man, daß ein erneuter Tastendruck während der Einschaltzeit die Brenndauer der Lampe um die volle Zykluszeit verlängert. Für die Lösung dieser Aufgabe verwendet man z. B. die auf Seite 55 erprobte Schaltung zur Verzögerung des Endes eines Tastimpulses. Der Tastimpuls kann mit jedem der vielen, auf die einzelnen Stockwerke verteilten Taster gegeben werden. Müssen Sie Ein- oder Aus-Taster verwenden? Ein entsprechendes Hausmodell mit mehreren Stockwerken können Sie entsprechend Ihrem Bestand an Bausteinen leicht selbst bauen.

Das Wirkschaltbild ist nicht schwer zu zeichnen. Versuchen Sie es. Warum verlängert ein Tastendruck während der Einschaltzeit die Brenndauer um einen vollen Zyklus? Überlegen Sie, wie sich die Spannung am Kondensator bei Tastendruck (= Anfang der Betätigung) verhält. Eine Antwort finden Sie – falls nötig – auf Seite 55/56.

Interessant werden diese und andere Verzögerungsschaltungen besonders dann, wenn sie in Verbindung mit einem weiteren Grundbaustein arbeiten, der von einem Fotowiderstand oder von einem Heißleiter gesteuert wird. Solche Schaltungen finden Sie im Band 4-3.

Erweiterung Die Schaltverzögerung läßt sich noch vergrößern, wenn Sie parallel zum eingebauten Kondensator einen weiteren Kondensator schalten. Interessenten beschaffen sich z. B. 100- oder 500 $\mu\text{F}/15$ Volt-Kondensatoren im Rundfunkgeräte-Service. Bitte beim Einbau auf die Polung achten.



57.1

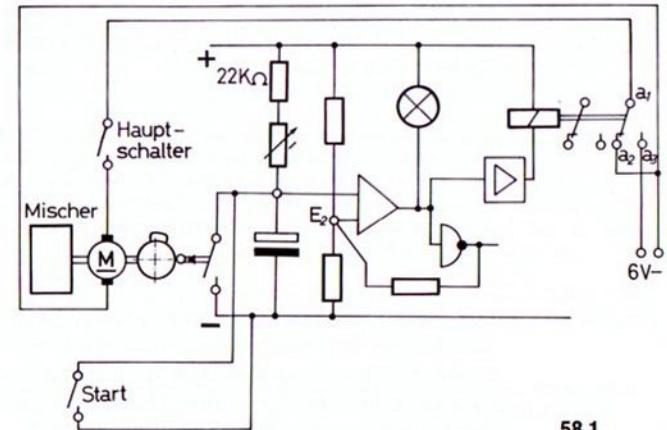
Drehzahlüberwachung

**Überlastungs-
schutz** Große Motore oder Generatoren könnten wegen Überhitzung Schaden nehmen, wenn Sie über die erlaubte Grenze hinaus belastet werden. Eine einfache Überwachung kann durch Fernmessung der Temperatur in der Wicklung oder im Gehäuse erfolgen. Viel schneller auf Überlastung spricht jedoch eine Schaltung an, bei der überwacht wird, ob die Drehzahl unter die zulässige untere Grenze absinkt. Ist dies auch nur kurzzeitig der Fall, so wird der Motor sofort stillgesetzt und Alarm gegeben.

**Mischwerk-
Modell** Eine solche Schaltung wendet man z. B. auch bei einem Mischwerk an, dessen Prinzip Bild 59.1 zeigt. Bei jeder Umdrehung der Mischerflügelwelle betätigt der Nocken (Winkelstein) auf der Unterseite der auf der gleichen Welle befindliche Drehscheibe einen Taster. Der dadurch entstehende Tastimpuls wird an den Eingang einer Verzögerungsschaltung gegeben. Wir verwenden die Schaltung nach Bild 55.1 oder 55.2. Mit ihr wird das Ende des Tastimpulses verzögert. Für die Schaltung benötigen Sie also einen Ein-Taster. Ein dazu parallel geschalteter zweiter Ein-Taster dient als Start-Taster.

Der Drehknopf des Grundbausteins ist so einzustellen, daß die Zeit für eine Umdrehung der Mischerwelle etwas kleiner als die Verzögerungszeit ist. Läuft der Motor mit dieser oder einer höheren Drehzahl, so wird das Öffnen des Tasterkontaktes nicht wirksam, weil – noch innerhalb der Verzögerungszeit – nach einer Umdrehung der Nockenscheibe erneut eine unverzögerte Einschaltung erfolgt.

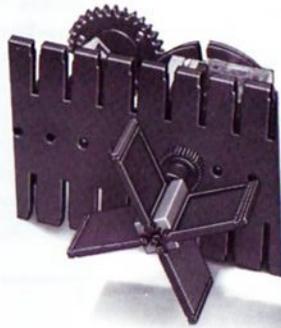
Diese Bedingung gilt, solange der Mischer nicht unzulässig stark beansprucht wird, also die Drehzahl nicht unter die erlaubte Grenze absinkt. Läuft der Motor wegen Überlastung langsamer, so wird die Nockenscheibe für eine Umdrehung eine längere Zeit brauchen, als der Tastimpuls verzögert wird. Der Motor wird abgeschaltet und sofort kurzgeschlossen, so daß ein eventuell in den Rührbehälter gelangter Festkörper oder erhöhte Viskosität des Rührgutes, die das Absinken der Drehzahl verursacht haben könnten, keinen Schaden anrichten können. Auch mit der Schaltung von Seite 54 läßt sich die Aufgabe lösen. Vielleicht versuchen Sie es.



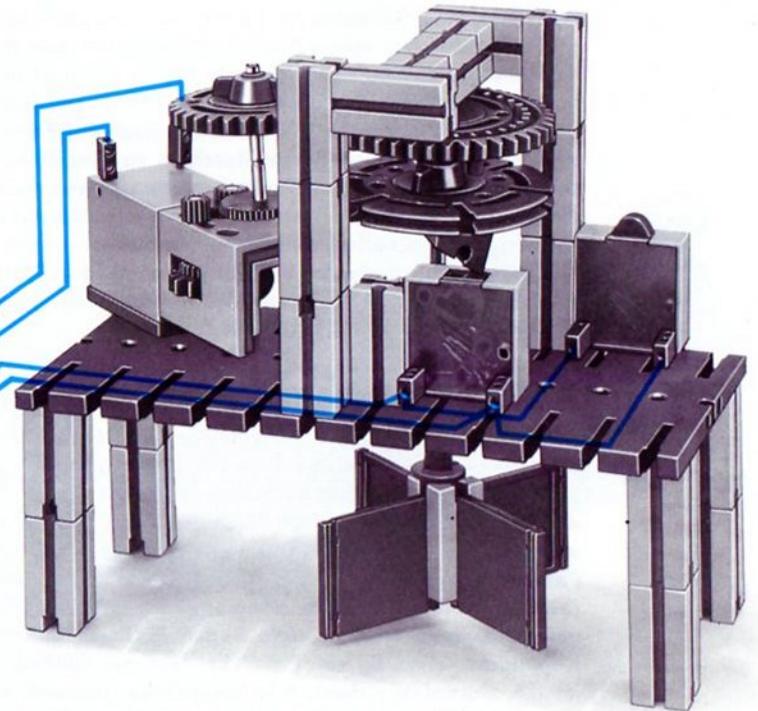
58.1



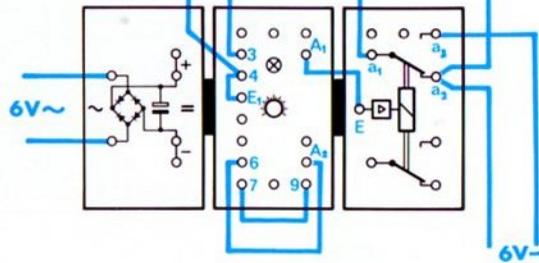
59.2 Baustufe 1



59.3 Mischerflügel



59.1

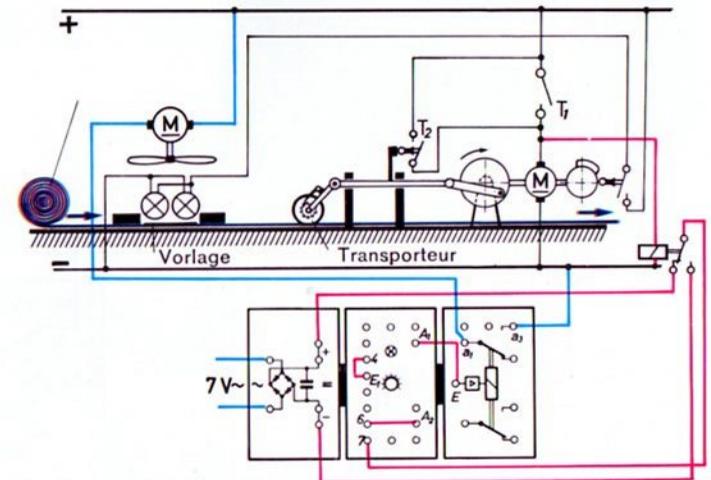


Lüfterschaltung für ein Foto-Kopiergerät

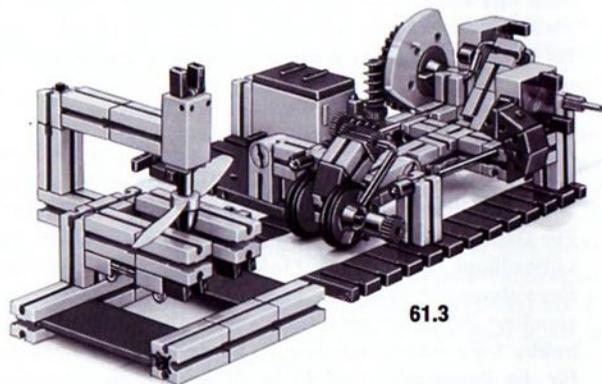
Kopiergeräte Die Lichtquelle eines Kopiergerätes, mit dem nur gelegentlich eine Kopie angefertigt wird, braucht nicht besonders gekühlt zu werden. Die von der Lichtquelle erzeugte Wärme fließt über das Gehäuse ab. Anders ist dies bei Kopiergeräten, mit denen man schnell hintereinander viele Kopien herstellen kann. Das zu belichtende Papier ist meist nicht in Form eines Stapels, sondern als „Rollenpapier“ lichtdicht gelagert. (Die einzelnen Bilder werden nach der Fertigstellung in einer besonderen Maschine zu Einzelblättern zerschnitten.) Bei solchen Rollenkopiermaschinen muß man die von der Lichtquelle erzeugte Wärme mit Hilfe eines Lüfters im Gerät verteilen oder – noch besser – nach außen abführen. Der Lüftermotor braucht jedoch nicht in Tätigkeit zu treten, wenn nur eine oder zwei Kopien hergestellt werden. Das Modell zeigt Bild 61.1.

Prinzip Am Bild 60.1 läßt sich das Prinzip leicht erkennen. Durch Druck auf den Starttaster T_1 wird der vom Nocken des Gleitsteines gedrückte Aus-Taster T_2 überbrückt. Der Motor beginnt zu laufen. Sofort nach dem Start gibt dieser Nocken den Aus-Taster frei. Deshalb läuft der Motor weiter, auch wenn Sie nun die Starttaste wieder loslassen. Die am Papier-Transporteur gelenkig gelagerte Gummirolle (kleiner ft-Reifen) rollt bei der Hinbewegung über das Papier. Die auf der Kurbelwelle befestigte Segmentscheibe schaltet das Kopierlicht kurzzeitig ein. Beim Rücklauf des Gleitsteines ist die Gummirolle durch die Sperrklinke gesperrt. Ihr Gewicht drückt auf das Papier und nimmt es mit. Am Ende

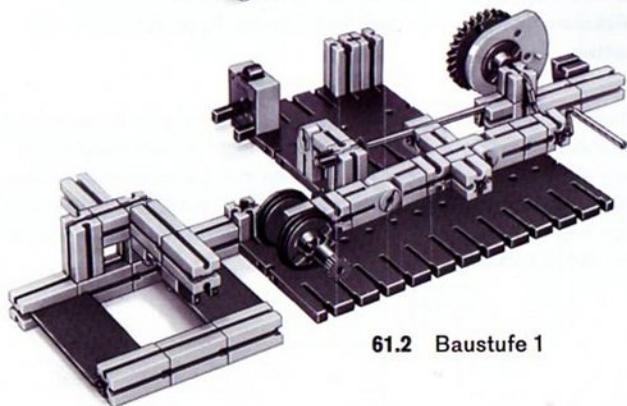
seines Weges drückt der Nocken des Gleitsteins auf den Aus-Taster und der Motor wird ausgeschaltet. Nur wenn der Taster in diesem Augenblick noch gedrückt ist, weil sofort weitere Kopien gefertigt werden sollen, läuft der Motor weiter. Der über der Lichtquelle angeordnete Lüfter wird verzögert ein- und ausgeschaltet. Dazu verwenden wir im Prinzip die Schaltung nach Bild 56.1 (Wirkschalbild 56.2). Die dort von



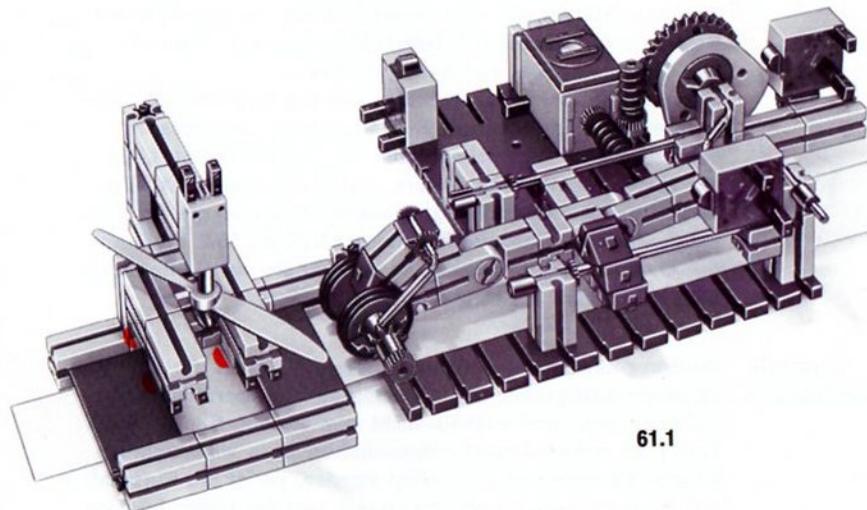
60.1



61.3



61.2 Baustufe 1



61.1

4 Lampen

Hand vorgenommene Umschaltung der Buchse 7 des Grundbausteins erfolgt nun durch einen Relaiskontakt des Relais aus dem hobby 3-Baukasten. Die Relaisspule ist parallel zum Antriebsmotor des Transportsystems geschaltet.

Sie erinnern sich: Bei einer Verzögerungsschaltung muß der Kondensator (Buchse 4) mit Buchse E₁ verbunden werden. Zur Erzielung einer großen Verzögerung verbinden Sie bitte Buchse A₂ mit Buchse 6. Der Ausgang A₁ des Grundbausteins steuert mit der entsprechenden Verzögerung das Relais im Relaisbaustein. Der Lüftermotor wird über die Buchsen a₁-a₂ ein- und ausgeschaltet.

Steht der Motor, so ist auch die Relaisspule stromlos. Dann ist die mit Buchse 7 des Grundbausteins verbundene Schaltung des Relaiskontaktes an „+“ geschaltet. Läuft der Motor, so zieht das Relais, und die Buchse 7 ist jetzt an „-“ geschaltet. Im Ausgangszustand ist also die Polarität entgegengesetzt wie die Schaltung 56.1 bzw. 56.2. (Würden Sie diese Schaltung wählen, so müßten Sie den Lüftermotor über a₁-a₂ statt a₁-a₃ steuern).

Einschalt- Verzögerung

Wird nur eine einzige Kopie angefertigt, so ist die Verzögerungszeit größer als 1 Zyklus des Transportmotors. Der Lüftermotor kommt deshalb nicht zum Laufen. Bleibt der Transport jedoch länger eingeschaltet, etwa weil mehrere Kopien hintereinander gefertigt werden, so ist die Einschaltzeit länger als die Verzögerungszeit, und der Lüfter beginnt nach einiger Zeit zu laufen. Da bei der gewählten Schaltung

Ausschalt- Verzögerung

auch das Abschalten des Motors „verzögert“ erfolgt, läuft dieser noch einige Zeit länger, als die Lichtquelle angeschaltet ist. Mit dieser Maßnahme wird ein Wärmestau sofort nach dem Abschalten der Lichtquelle vermieden.

Zum Bau des Modells

Achten Sie unbedingt darauf, daß der Gleitstein (zwei ft-Gelenksteine mit angesetzten Bausteinen 15) sich leicht auf den Führungsschienen (ft-Achsen 110) verschieben läßt. Für Dauerbetrieb sollten Sie die Achsen einfetten. Den Lüfterflügel für den mini-Motor erhalten Sie unter der Bezeichnung ft-027. Wer noch keinen mini-Motor besitzt, simuliert ihn durch eine Glühlampe. Die Besitzer mehrerer hobby 1-Baukästen werden ihr Modell mit einer Haltung für die Papierrolle und vielleicht auch noch mit einer Wickelvorrichtung für den belichteten Papierstreifen ausstatten.

Die Einschaltverzögerung des Lüfters bringt eine Ersparnis an Stromkosten. Die Ausschaltverzögerung ist meist wichtiger, weil damit die nach dem Abschalten der Lampen (oder einer Heizung) sich stauende Wärme beseitigt wird. Deshalb sollte man bei solchen Geräten die Abschaltung nicht durch Ziehen des Netzsteckers vornehmen.

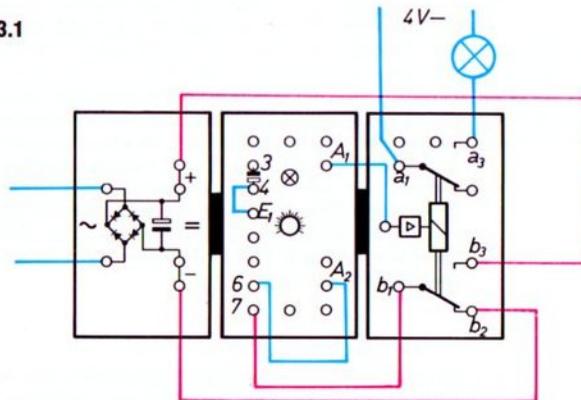
Taktgeber mit Grundbaustein und Relais

Blinker Im Experimentier- und Modellbuch 4-1 haben Sie schon einen „Taktgeber“ kennengelernt: Dort wurde der Taktgeber – etwas volkstümlicher – als Blinkerschaltung vorgestellt (Seite 52–55).

Nach demselben Prinzip, jedoch mit dem Kondensator im Grundbaustein statt dem Ladekondensator im Gleichrichterbaustein, arbeitet die Taktgeberschaltung nach Bild 63.1. Die Schaltungen unterscheiden sich vor allem dadurch, daß die „Blink-Frequenz“ einstellbar ist.

Bauen Sie bitte die Schaltung auf und schätzen Sie die maximal und minimal einstellbare Taktfrequenz (Anzahl der Ein- und Ausschaltungen pro Sekunde) ab. Sie können diese am Signallämpfchen oder an der über a_1 – a_3 angeschlossenen Lampe erkennen.

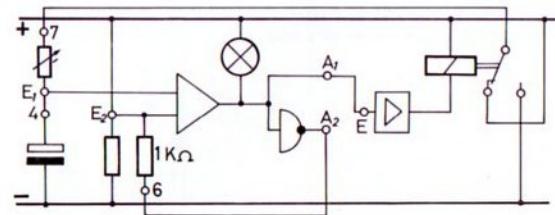
63.1



Einfluß der Mitkopplung Frequenz

Lassen Sie nun bitte die Mitkopplung (Verbindung Buchse A_2 –Buchse 6) weg. Sie werden feststellen, daß die Schaltfrequenz des Taktgebers nun bedeutend höher ist. Der Grundbaustein schaltet so schnell um, daß das Relais gerade noch folgen kann. Schalten Sie eine Mitkopplung über den $100\text{ k}\Omega$ -Widerstand (Buchse A_2 mit Buchse 5 verbinden), so erhalten Sie einen anderen Frequenzbereich. Wer die Verhältnisse genau untersuchen will, betrachtet das Wirkschaltbild 63.2.

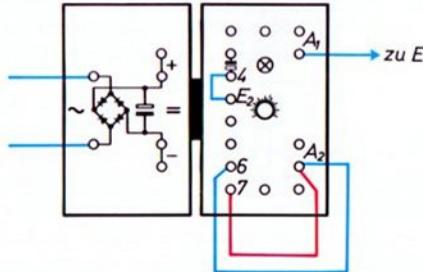
63.2



Vollelektronischer Taktgeber

Die zuletzt aufgebaute Schaltung hat Nachteile: Wegen der Trägheit des Relais und seiner Kontakte kann bei der besprochenen Schaltung durch Änderung von Bauelementen die höchste einstellbare Frequenz (= Anzahl der Ein- und Ausschaltung pro sek.) nicht erhöht werden. Obwohl das Relais bei normaler Belastung mehrere Millionen Schaltungen ohne Schwierigkeiten schafft, würde für manche Anwendungen mit hoher Schaltfrequenz die Lebensdauer doch nicht ausreichen. Außerdem stehen – wichtig für unsere Modellzwecke – die für die besprochene Schaltung belegten Relaiskontakte für andere Aufgaben nicht zur Verfügung. Diese Nachteile vermeidet der folgende Taktgeber, bei dem die Umschaltung der Buchse 7 des Grundbausteins der „inverse“ Ausgang (Buchse A₂) des Grundbausteins übernimmt. Die Schaltung nach Bild 64.1 zeigt, wie ein solcher Taktgeber verdrahtet werden muß.

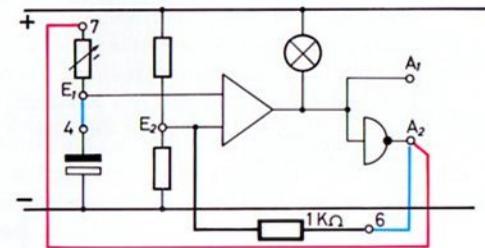
64.1



Frequenz Durch Verdrehen des Drehknopfes können Sie die Taktfrequenz in weiten Grenzen einstellen. Auch bei dieser Schaltung kann durch Änderung der Mitkopplung (direkte Verbindung oder Stecken des 22 kΩ-Widerstandes zwischen A₂ und Buchse 6 bzw. Buchse 5) der einstellbare Frequenzbereich geändert werden.

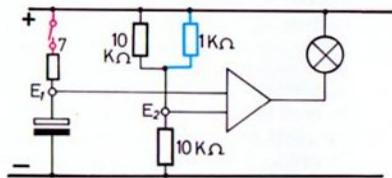
Wenn Sie die Wirkungsweise interessiert:

64.2



Wirkungsweise Vielleicht beginnen wir die Betrachtung in einem Augenblick, in dem gerade das Signallämpchen im Grundbaustein aufzuleuchten beginnt. In diesem Augenblick ist E₁ negativer als E₂ geworden. A₁ ist mit „-“ und A₂ mit „+“ verbunden. Über die Leitung A₂ – Buchse 7 ist der aus dem Drehwiderstand und dem Kondensator bestehende Spannungsteiler für den Eingang 1 des Operationsverstärkers an Spannung geschaltet worden. Die Schaltung arbeitet dann wie die nach Bild 65.1, wenn deren Schaltstelle gerade geschlossen wurde.

Der Kondensator beginnt sich aufzuladen. Die Spannung zwischen E₁ und „-“ steigt. Bild 65.3 zeigt den zeitlichen Verlauf der

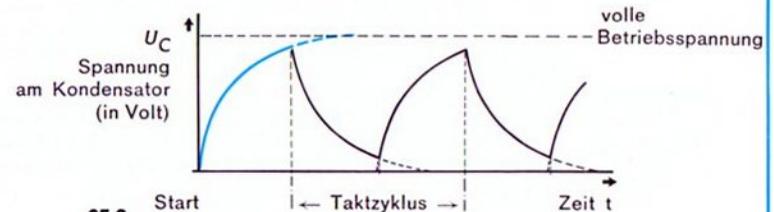
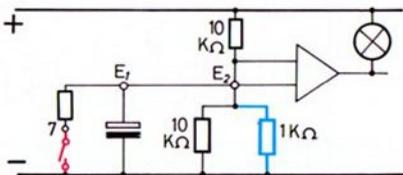


65.1

Spannung am Kondensator. Weil der Ausgang der Schaltung jedoch auf den Eingang zurückwirkt, kann die Spannung am Kondensator nie auf die volle Betriebsspannung ansteigen.

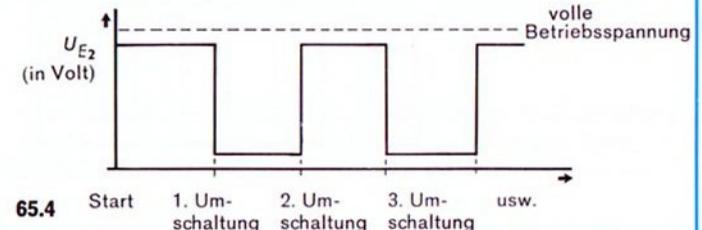
Der Operationsverstärker schaltet ja in dem Augenblick, in dem der Punkt E_1 positiver als E_2 geworden ist, den Kondensator wieder auf „Entladung“, weil die mit Buchse 7 verbundene Buchse A_2 jetzt mit „-“ verbunden ist. Außerdem wirkt der $1\text{ k}\Omega$ -Widerstand nun parallel zum unteren $10\text{ k}\Omega$ -Widerstand des Spannungsteilers für den zweiten Eingang des Operationsverstärkers. Die Schaltung arbeitet wie die in Bild 65.2 gezeigte, wenn deren Schaltstelle geschlossen ist.

65.2



65.3

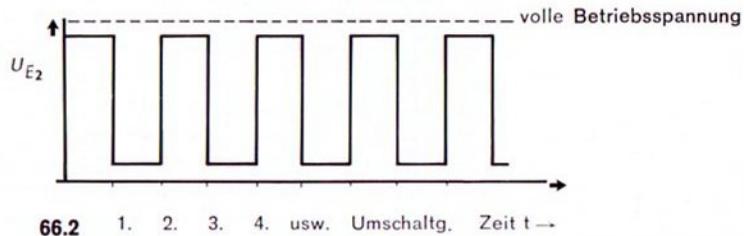
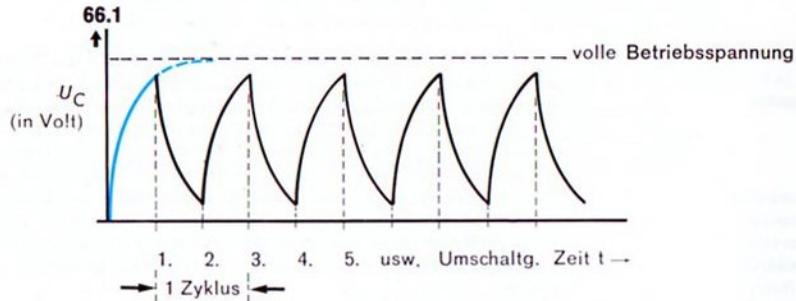
Das Bild 65.3 zeigt auch den zeitlichen Verlauf, wie die Spannung am Kondensator abnimmt. Ist der Kondensator so weit entladen, daß seine Spannung kleiner ist als die zwischen E_2 und „-“, so schaltet der Grundbaustein erneut um. In diesem Augenblick ist A_2 wieder mit „-“ verbunden, und der $1\text{ k}\Omega$ -Mitkopplungswiderstand ist jetzt wieder parallel zum oberen $10\text{ k}\Omega$ -Widerstand des Spannungsteilers für den Eingang 2 des Operationsverstärkers geschaltet. Deshalb steigt die Spannung zwischen E_2 und „-“ sprunghaft an. Bild 65.4 zeigt den zeitlichen Verlauf der Spannung zwischen E_2 und „-“ während der in Bild 65.3 gezeigten Schaltzyklen.



65.4

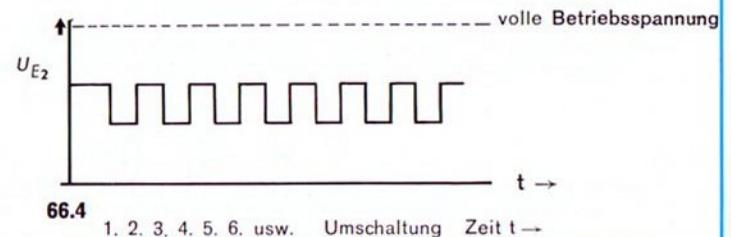
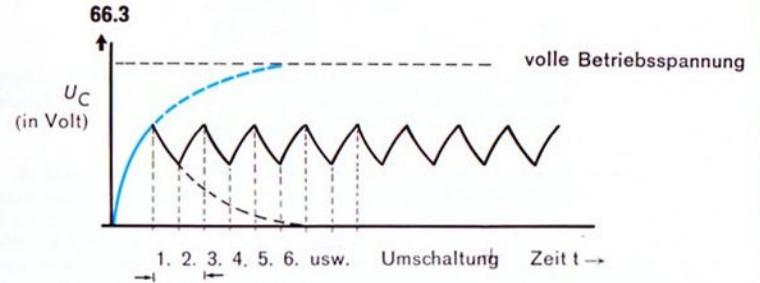
Der inverse Ausgang mit der Buchse A₂ übernimmt also als „elektronischer Umschalter“ die Aufgabe des Relais der letzten Schaltung. Der Grundbaustein kann daher allein für sich als Taktgeber arbeiten.

Größe des Lade- Widerstandes Ist der Lade- bzw. Entladewiderstand kleiner eingestellt, so ändert sich die Spannung am Kondensator schneller. Bild 66.1 zeigt den zeitlichen Verlauf der Kondensatorspannung für diese Einstellung. Bild 66.2 vermittelt den zeitlichen Verlauf der Spannung zwischen E₂ und „-“.



Größe des Mitkopplungs- Widerstandes

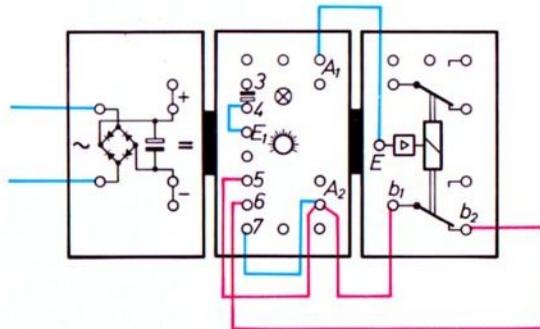
Ist als Mitkopplungswiderstand nicht ein 1 k Ω -Widerstand (über Buchse 6) geschaltet, sondern ein 100 k Ω -Widerstand (über Buchse 5), so ändert sich die Spannung zwischen E₂ und „-“ bei jedem Sprung nur geringfügig. Bild 66.3 zeigt den zeitlichen Verlauf der Kondensatorspannung bei Verwendung eines Mitkopplungswiderstandes von 100 k Ω . Der Lade-/Entladewiderstand ist dabei so groß gewählt, wie es bei der Schaltung für das Bild 65.3 der Fall war. Bild 66.4 zeigt den zeitlichen Verlauf der Spannung zwischen E₂ und „-“ bei derselben Einstellung des Ladewiderstandes.



Taktgeber mit unsymmetrischem Tastverhältnis

Tastverhältnis Den bisher aufgebauten Taktgebern war eines gemeinsam: Die „Ein-Zeit“ ist genauso groß wie die „Aus-Zeit“, unabhängig davon, wie groß die Summe der beiden Zeiten, die Zykluszeit, ist. Das Verhältnis der beiden Zeiten nennt man: „Tastverhältnis“. Sind beide Zeiten gleich lang, so ist das Tastverhältnis „symmetrisch“.

Mitkopplung ungleich Bei der Schaltung 67.1 ist eine der beiden Zeiten kürzer als die andere, das Tastverhältnis ist deshalb „unsymmetrisch“. Man erreicht dies durch Anschalten verschieden großer Mitkopplungswiderstände in der „Ein-“ und in der „Aus-Zeit“. Je nach Schaltzustand wirkt der 1 k Ω - oder der 100 k Ω -Widerstand.



67.1

Meßwerte Da Sie auf den folgenden Seiten noch einige weitere Taktgeber mit unsymmetrischem Tastverhältnis kennenlernen werden, empfiehlt es sich, die Tastverhältnisse unter extremen Bedingungen zu

ermitteln und für spätere Anwendungszwecke in einer Tabelle (72.1) festzuhalten.

Zur Ermittlung der Werte bauen Sie die Versuchsanordnung nach Bild 69.1 auf und schalten den Motor über den a-Kontakt des Relaisbausteins an Spannung. Sobald die Spannung abgeschaltet ist, muß der Motor stillstehen. Sie müssen also eine Kurzschlußbremsung anwenden.

Der Motor läuft abwechselnd nach Schaltung 69.2 oder 69.3, entweder während der Ein-Zeit (Signallämpchen im Grundbaustein leuchtet) oder während der Aus-Zeit (Signallämpchen im Grundbaustein leuchtet nicht). Der während einer Ein- bzw. einer Aus-Zeit zurückgelegte Weg der Drehscheibe ist ein Maß für die Ein- bzw. Aus-Zeit. Den zurückgelegten Drehweg können Sie an dem als Behelfsskala dienenden ft-Innenzahnrad abschätzen. Der Winkel zwischen zwei Bohrungen am äußeren Rand dieses Rades beträgt 30°. (Wer ganz genau arbeiten will, zeichnet sich eine ringförmige 360° = 100%-Skala.

Tragen Sie bitte die gefundenen Werte in die Tabelle 72.1 ein. Die „Tastfrequenz“ ist die Anzahl der Schaltzyklen pro 1 Sekunde.

1 Zyklus pro Sek. nennt man 1 Hz (Hertz). Die ermittelte Frequenz wird in dem Bereich, den Sie erfassen können, kleiner als 1 Hz sein. Das Tastverhältnis ist das Verhältnis der Ein- zur Aus-Zeit. Setzt man die Aus-Zeit gleich 1, so ist für eine Schaltung, bei der die Ein-Zeit halb so lang als die Aus-Zeit ist, das Tastverhältnis 0,5:1. Ist die Ein-Zeit doppelt so lang als die Aus-Zeit, so ist das Tastverhältnis 2:1. Die Zykluszeit ermitteln Sie am besten mit einer Uhr, indem Sie die Zeit für 20 Zyklen bestimmen. Die Zyklen zählt z. B. der angeschlossene Zähler e-m 6.

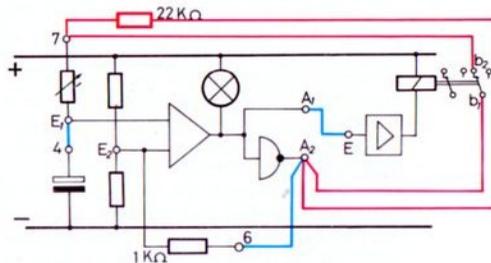
Lade- Widerstand In der Schaltung nach Bild 67.1 ändert sich das Tastverhältnis bei der Verstellung des Lade-/Entladewiderstandes durch Drehen des Drehknopfes nur wenig, wohl aber die Tastfrequenz.

Ersetzt man einen der beiden Mitkopplungswiderstände zwischen A_2 und Buchse 5 bzw. 6 durch den $22\text{ k}\Omega$ -Widerstand, so ergibt sich ein anderes Tastverhältnis. Vielleicht zeichnen Sie das Wirkschaltbild dieser Schaltung selbst.

Lade-Entlade-
Widerstand
ungleich

Mit der folgenden Schaltung 68.1 schaltet man statt des Mitkopplungswiderstandes den Lade-/Entladewiderstand synchron mit dem Grundbaustein um. Bei dieser Schaltung ist das Tastverhältnis sogar einstellbar!

68.1



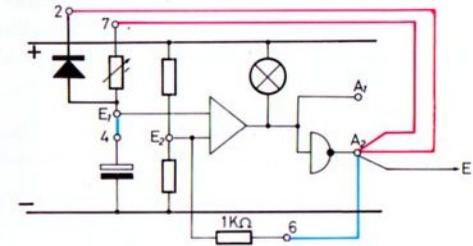
Der einstellbare Widerstand wirkt als Ladewiderstand. Der Entladewiderstand ist in jedem Fall um $22\text{ k}\Omega$ größer als der Ladewiderstand. Erproben Sie bitte diese Schaltung. Steht der Drehknopf in Stellung 1, so ergeben sich sehr kurze „Aus“-Zeiten, das Tastverhältnis ist extrem unsymmetrisch. Die „Ein“-Zeit wäre nur durch Austausch des $22\text{ k}\Omega$ -Widerstandes gegen einen anderen – in einem Rundfunkgeräte-Geschäft erhältlich – Widerstand zu

verändern. Welche Tastverhältnisse sind erzielbar? Und welche, wenn Sie die Anschlüsse b_2 und b_3 vertauschen?

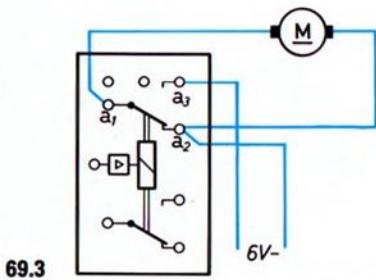
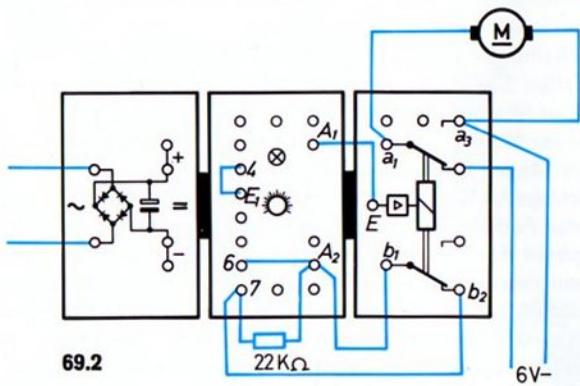
Voll-
elektronische
Schaltung

Auch der vollelektronische Taktgeber nach Bild 64.1 und 64.2 kann mit unsymmetrischem Tastverhältnis arbeiten. Dazu schalten Sie den Grundbaustein nach Bild 68.2.

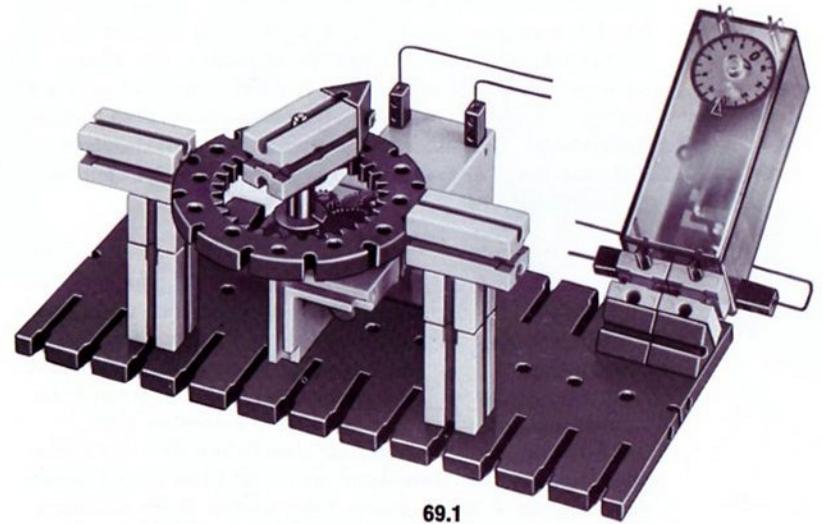
68.2



Die Diode ist in diesem Fall parallel zum einstellbaren Widerstand geschaltet. Sie ist so gepolt, daß sie den Widerstand „kurzschließt“, wenn er als Entladewiderstand wirkt. Während des Ladevorganges des Kondensators ist sie – wegen der geänderten Polung der Schaltung – wirkungslos! Vielleicht zeichnen Sie den Verdrahtungsplan, den Sie auch in Bild 70.1 finden. Auf alle Fälle sollten Sie jedoch die Werte für die Tabelle 72.1 ermitteln. Noch längere Taktzeiten erhalten Sie, wenn Sie in die Verbindung A_2 –7 den $22\text{ k}\Omega$ -Widerstand schalten.



siehe Seite 67



Impulsgesteuerte Uhr

Ein Taktgeber nach einer der Schaltungen auf den Seiten 63 bis 69 kann z. B. zum Steuern eines elektromagnetischen Uhrenantriebs benutzt werden. Diese Methode ist wirtschaftlich besonders dann interessant, wenn der Taktgeber nicht nur eine, sondern viele Uhren steuert. Ein einfacher elektromagnetischer Antrieb ist nämlich viel billiger herzustellen als ein Synchronmotor samt Untersetzungsgetriebe. Auch für Uhren mit Batteriebetrieb eignet sich dieser elektronisch gesteuerte Antrieb.

Ein weiterer Vorteil einer solchen Uhr mit „Impulssteuerung“ ist, daß man den „Gang“ der Uhr, d. h. die Abweichung der Ist-Tastfrequenz von der Soll-Tastfrequenz, mit einem veränderlichen Widerstand – „Trimmer“ genannt – leicht korrigieren kann. (Für Präzisionsuhren braucht man jedoch Taktgeber besonders hoher Konstanz. Der elektronische Aufwand mit Steuerquarz und Frequenzteiler ist dann weit höher als bei unserer Schaltung.)

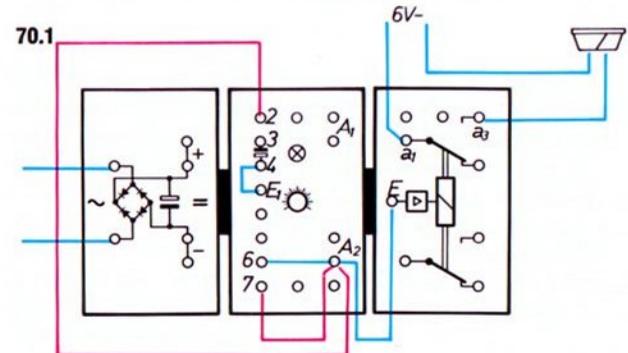
Zum Bau des Modells

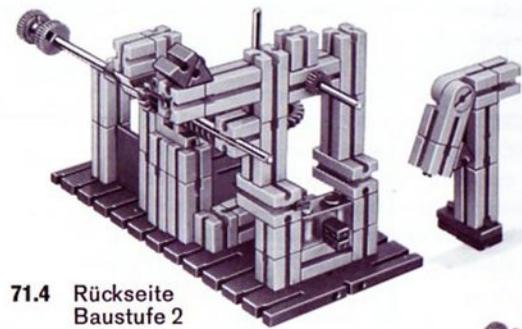
Als Antrieb verwenden wir einen sogen. „Remanenz-Anker“ (siehe Bild 71.2). Er ist im hobby-Experimentier- und Modellbuch, Band 3-2, auf Seite 20 genau beschrieben. Der Elektromagnet wird vom Taktgeber abwechselnd umgepolt, so daß er den beweglichen Anker mit dem Dauermagneten abwechselnd vom linken zum rechten Anschlag zieht. Die Stoßklinke (Winkelstein auf dem linken Arm des leichtgängig gemachten Gelenksteins) drückt beim ersten Impuls das Zahnrad Z 30 um einen Zahn weiter. Beim nächsten Impuls geht die Stoßklinke zurück, ohne das Zahnrad

mitzunehmen. Die Sperrklinke (ft-Winkelachse) verhindert diese Rückdrehung. Benutzen Sie zunächst bitte eine Schaltung mit symmetrischem Tastverhältnis. Den Taktgeber stellen Sie so ein, daß der Sekundenzeiger sich in genau einer Minute einmal dreht.

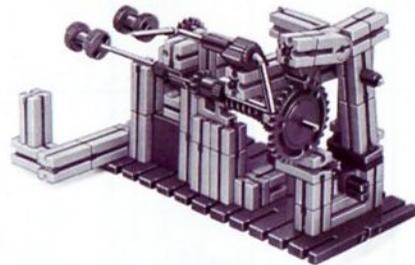
Anregung

Unser Modell mit Remanenz-Anker hat einen Nachteil: Durch die Magnetspule fließt ständig Strom. Deshalb baut man richtige Uhren gerne mit einem Anker, der durch Schwerkraft oder Federrückstellung in die Ausgangslage zurückgeht, sobald der E-Magnet stromlos wird. Zur Steuerung benutzt man dann einen asymmetrischen Taktgeber, z. B. den nach Bild 68.2. Eine kurze Einschaltung genügt zur Betätigung (Hin- und Hergang) des Ankers. In der – längeren – Auszeit ist der Magnet stromlos. Versuchen Sie bitte ein passendes Modell selbst zu bauen. Einen Anhaltspunkt für den Bau gibt Ihnen Seite 18 des Bandes 3-2.

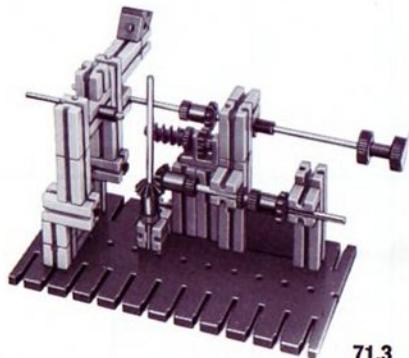




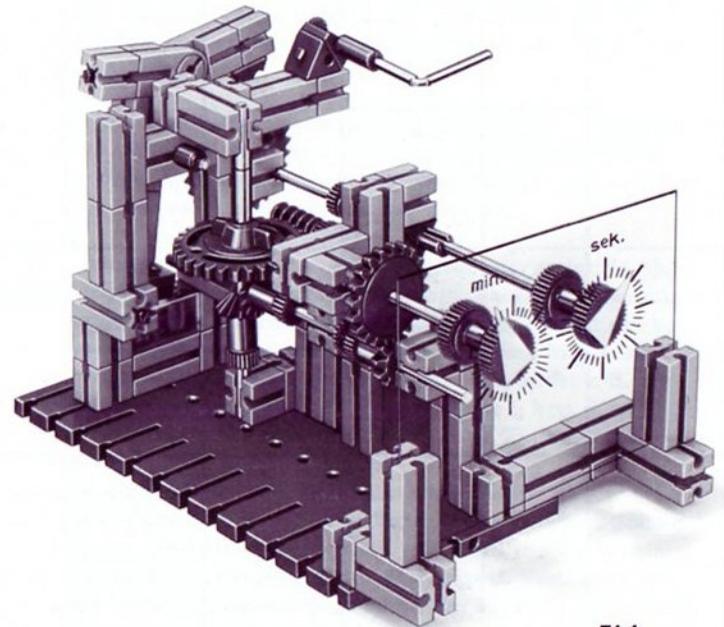
71.4 Rückseite
Baustufe 2



71.2 Rückseite



71.3 Baustufe 1



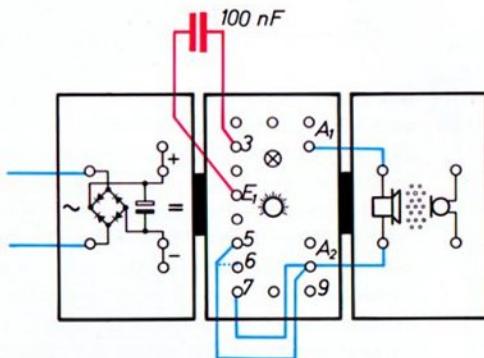
71.1

Tastfrequenz mit Tastverhältnis

Schaltung nach Bild	Verbindungen				Bemerkung	Drehknopf-Stellung	Zyklus Zeit (sec)	Frequenz (Hertz)	Drehwinkel wenn Lämpchen		Tast-Verhältnis
	E an	6 an	7 an	22 kΩ					ein	aus	
67.1	A ₁	b ₂									
		b ₃									
	A ₂	b ₂									
		b ₃									
68.1	A ₁		b ₂	7-b ₃							
			b ₃	7-b ₂							
68.2	A ₂										
				7-A ₂							

Tongenerator

„Schneller“ Taktgeber Wird anstelle des in den Grundbaustein eingebauten Kondensators der 100 nF- (Nanofarad) Kondensator aus der Kassette verwendet, so erhöht sich der einstellbare Frequenzbereich beträchtlich. Als Mitkopplungswiderstand können Sie wahlweise den 1 k Ω - oder den 100 k Ω -Widerstand verwenden. Frequenzen zwischen 300 und – je nach Lebensalter 15 000 bis 20 000 Hz hört man als Ton, wenn der Piezo-Quarz im Mikrofon-Lautsprecher-Baustein an den Grundbaustein angeschaltet wird. Überzeugen Sie sich durch Verwirklichung der Schaltung nach Bild 73.1.



73.1

Frequenz Mit dem Drehknopf kann die Frequenz verändert werden. Wirkt der 1 k Ω -Widerstand als Mitkopplung (Verbindung zwischen A₂ und Buchse 5), so können Sie die Tonhöhe zwischen „tiefem Brummen“ und „hohem Pfeifen“ verändern. Mit dem 100 k Ω -Widerstand als Mitkopplungswiderstand läßt sich die Frequenz bis in den „Ultraschall-Bereich“, in dem das menschliche Ohr die Töne nicht mehr wahrnehmen kann, steigern.

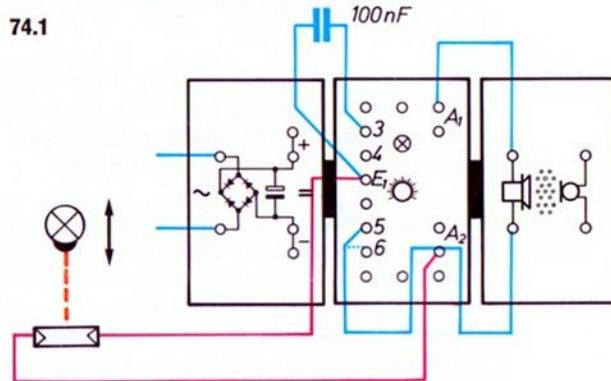
Das Wirkschaltbild unterscheidet sich von dem Taktgeber für niedrigere Frequenzen nur durch einen Kondensator anderer Größe. Je kleiner der Kondensator, um so höher die Frequenz! Vielleicht zeichnen Sie es.

Alarmanlagen Natürlich werden Sie diesen Tongenerator sofort in Verbindung mit einer Lichtschranke als Alarmgeber benutzen wollen. Für Lichtschranken geringer Weite genügt die Verwendung eines Fotowiderstandes und des Relais aus hobby 3. Ein Kontakt dieses Relais unterbricht z. B. die Rückkopplungsleitung von A₂ zur Buchse 5 bzw. 6, solange die Lichtschranke nicht unterbrochen ist. Ein entsprechendes Modell finden Sie sicher selbst.

Im einfachsten Falle wird man einen Taster hinter einer Türe oder hinter einer Schublade anbringen. Sobald dieser Ein-Taster freigegeben wird, weil die Türe geöffnet wurde, ertönt das akustische Alarmsignal. Versuchen Sie eine entsprechende Anlage zu bauen. Mit Hilfe eines Relais können Sie das Alarmsignal speichern, so daß ein sofortiges Schließen der Türe keinen Einfluß mehr hat.

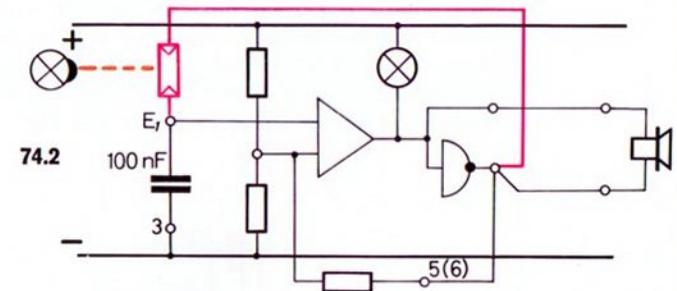
Licht steuert Tonhöhe

Genauso wie Sie von Hand mit dem einstellbaren Widerstand die Tonhöhe Ihres Tongenerators beeinflussen können, tut dies ein Fotowiderstand, der von einer (oder mehreren) Lichtquellen unterschiedlich stark beleuchtet wird. Zur Erprobung bauen Sie bitte die Schaltung 74.1.

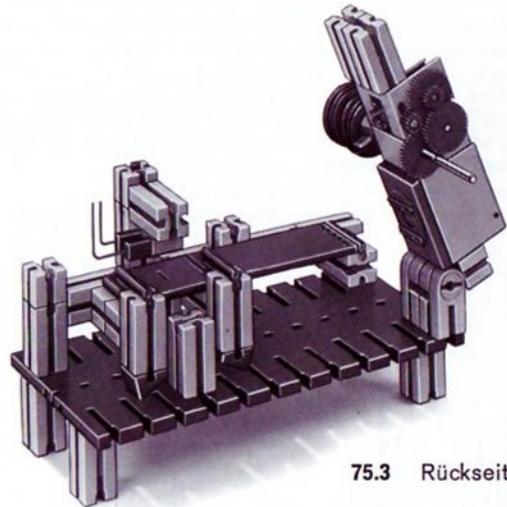


Fernanzeige Diesen Effekt können Sie zur Fernanzeige von Helligkeitswerten und natürlich auch von Temperaturwerten einsetzen. Die Methode der Frequenzumwandlung eines Meßwertes bewährt sich vor allem, wenn größere Entfernungen zwischen Meßstelle und Meßwarte (= Stelle, an der der Meßwert registriert oder überwacht wird) bestehen und der Widerstand der Leitungen den Meßwert eventuell verfälschen könnte. Außerdem nutzt man die Methode gerne beim Bau von Warngeräten, weil sie einer optischen Warnanzeige überlegen sind und man außerdem aus der Tonhöhe die Größe

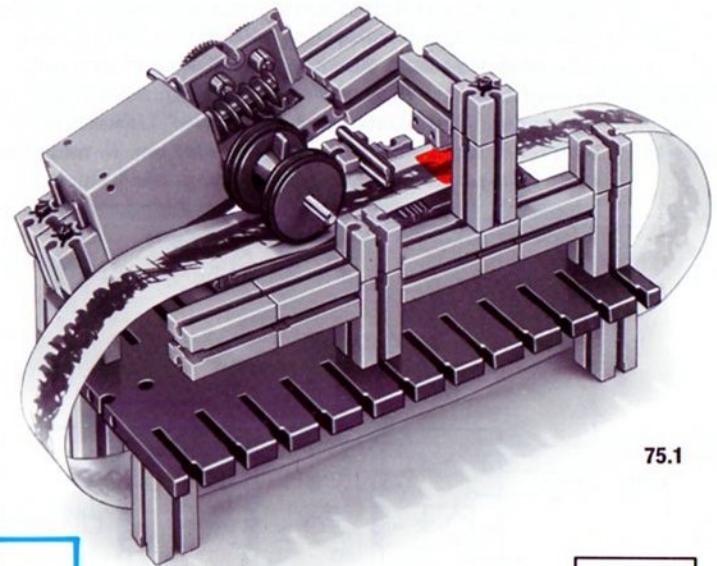
der Sollwert-Abweichung ungefähr erkennen kann. Das Gerät sollte dann allerdings so eingestellt sein, daß bei normalem Betrieb die Frequenz so tief ist, daß sie nicht als Ton hörbar wird. Aus dem Wirkschaltbild 74.2 ersieht man, daß die Schaltung wie ein Tongenerator arbeitet, jedoch ist der einstellbare Widerstand durch einen Fotowiderstand ersetzt.



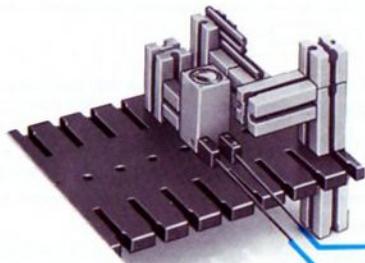
Geräuschsimulator Mit einem Papiersteifenleser nach Bild 75.1 können Sie die verschiedenartigsten Geräusche, z. B. Vogelgezwitscher oder das Knarren einer Türe simulieren. Das Licht der Leuchtstofflampe fällt durch das mehr oder weniger stark mit Tusche geschwärzte Papier (transparentes Zeichenpapier oder dünnes Schreibpapier) und den Schlitz der Schlitzblende auf den Fotowiderstand. Die Schlitzblende sollte durch Einkleben von Pappe auf der Unterseite bis auf den Schlitz lichtundurchlässig gemacht werden. Es gibt unzählige Varianten zur „Beschriftung“ des Lichtbandes. Der Lautsprecher sollte möglichst weit vom Motor entfernt aufgestellt werden, damit sein Laufgeräusch nicht stört.



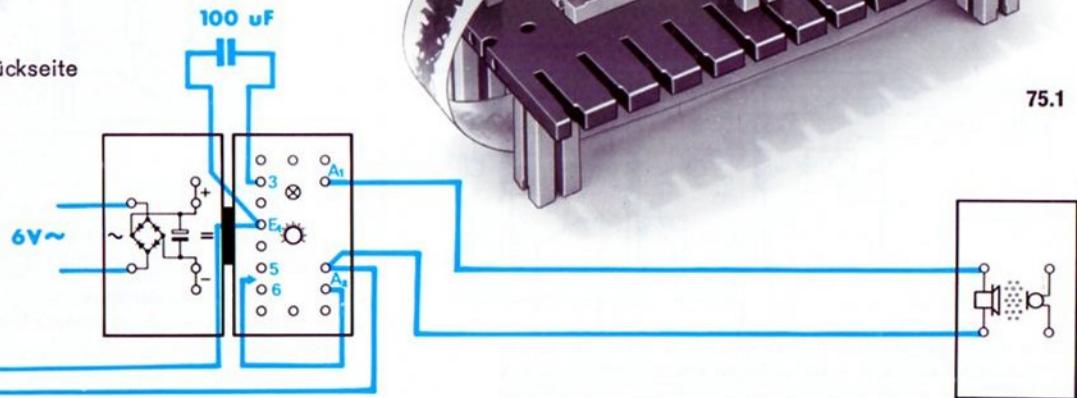
75.3 Rückseite



75.1



75.2 Baustufe 1



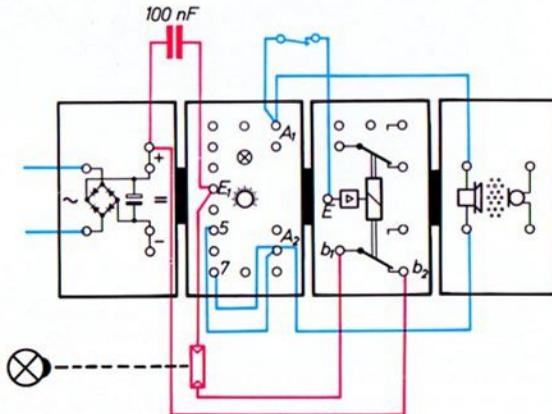
Zweifachausnutzung des Grundbausteins

Lichtschanke
und Ton-
generator

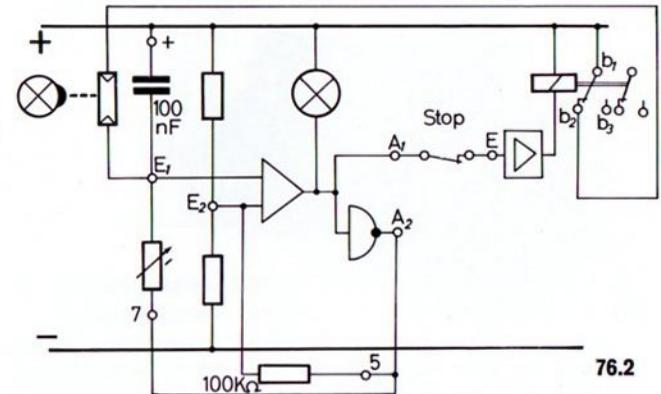
Benötigen Sie für ein Modell mit akustischer Signalanzeige eine größere Lichtschranke und steht Ihnen kein zweiter Grundbaustein zur Verfügung, so können Sie mit der folgenden Schaltung 76.1 den Grundbaustein zweifach ausnützen. Zunächst wird er für eine Lichtschranke großer Weite verwendet. Nach Unterbrechung dieser Lichtschranke schaltet er sich selbst zum Tongenerator um. Je nach Wunsch kann Rückschaltung oder Speicherung des „Dunkelimpulses“, also Aufrechterhaltung des Alarmzustandes nach Wiederfreigabe der Lichtschranke erfolgen.

76.1

Verdrahtungs-
plan



Wirk-
schaltbild



Am Wirkschaltbild 76.2 können Sie die Wirkungsweise studieren: Der Grundbaustein arbeitet gegenüber der zuletzt besprochenen Schaltung mit vertauschter Lage von Kondensator und Lade-/Entladewiderstand. Hinsichtlich der erzeugten Frequenz spielt diese Vertauschung keine Rolle. (Würde man diese Vertauschung nicht vornehmen, so könnte nicht ein Dunkelimpuls, sondern ein Hellimpuls gespeichert werden.)

Schaltet man parallel zum Kondensator einen beleuchteten Fotowiderstand, so wirkt der Kondensator nicht, weil der Fotowiderstand viel „niederohmiger“ als der Kondensator ist. Die Schaltung arbeitet dann wie ein Grenzwertschalter mit Schaltabstand. Wird die Beleuchtung des Fotowiderstandes aufgehoben, so wird er „hochohmig“. Der Grundbaustein arbeitet jetzt als Tongenerator.

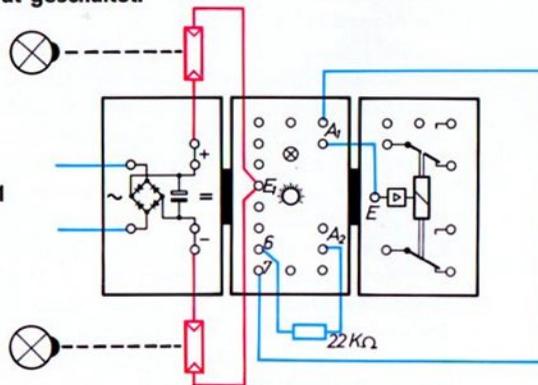
Eine einmalige Unterbrechung der Lichtschranke bewirkt eine Selbstsperrung des Fotowiderstandes, wenn eine der zwei Leitungen zum Fotowiderstand über die Kontakte b_1 – b_2 geführt wird.

Start und Stop durch Lichtschranken

In der Schaltung 77.1 sind zwei Lichtschranken vorgesehen. Bei Unterbrechung der einen Lichtschranke schaltet der Grundbaustein um, bei Unterbrechung der anderen Lichtschranke schaltet er wieder in den Ausgangszustand zurück. Voraussetzung ist allerdings, daß der Drehknopf im Grundbaustein richtig eingestellt ist. Über den Relaisbaustein werden die zu steuernden Antriebsmotore o. ä. an das Netzgerät geschaltet.

Verdrahtungsplan

77.1



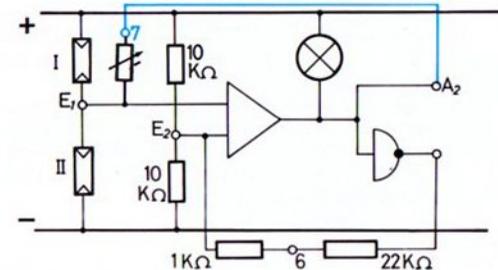
Einstellhinweis

Als Spannungsteiler für den Eingang 1 des Operationsverstärkers wirken zwei Fotowiderstände. Achten Sie beim Aufbau der Schaltung und bei späterer Anwendung in Modellen darauf, daß die zwei Fotowiderstände möglichst gleich hell beleuchtet werden. Durch Auswahl entsprechender Lampen oder durch entsprechende Abstände der Lampen läßt sich dies erreichen.

Der Drehknopf muß so eingestellt werden, daß ein Unterbrechen der einen Lichtschranke so lange gespeichert bleibt, bis die zweite Lichtschranke unterbrochen wird. Sollte Ihnen dies nicht ohne weiteres gelingen, dann vertauschen Sie die beiden Fotowiderstände.

77.2

Wirk-schaltbild



Wie funktioniert diese Schaltung? Sie erinnern sich an den Grenzwertschalter mit Schaltabstand. Die Umschaltgrenze ist dort vom Zustand des Ausgangs abhängig. Wenn die beiden Fotowiderstände gleich hell beleuchtet sind, dann müssen ihre

Widerstandswerte gleich groß sein. Bei fehlender Verbindung Buchse 7-A₁, also wenn der einstellbare Widerstand nicht angeschlossen wäre, läge der Punkt E₁ – potentialmäßig gesehen – genau in der Mitte zwischen „-“ und „+“. Ist diese Verbindung aber hergestellt, so wird E₁ näher an „+“ oder an „-“ liegen. Leuchtet das Signallämpchen gerade, so wirkt der einstellbare Widerstand parallel zum unteren Fotowiderstand (Lichtschanke II). Deshalb liegt der Punkt E₁ – potentialmäßig gesehen – näher bei „-“. Genau das Umgekehrte ist der Fall mit dem Punkt E₂. Wegen der Wirkung der Mitkopplung von A₂ über den 22 k Ω -Widerstand liegt E₂ näher an „+“.

Wird nun die Lichtschanke II (mit dem unteren Fotowiderstand) unterbrochen, so wird dessen Widerstand „hochohmig“ und der Punkt E₁ wird nun positiver als der Punkt E₂. Der Grundbaustein schaltet um!

Wird die Lichtschanke wieder freigegeben, so ändert E₁ zwar sein Potential, aber nicht stark genug, um negativer als E₂ zu werden. Das Signal bleibt also gespeichert. Erst eine Abdunklung des anderen Fotowiderstandes bewirkt eine Umschaltung in den Ausgangszustand.

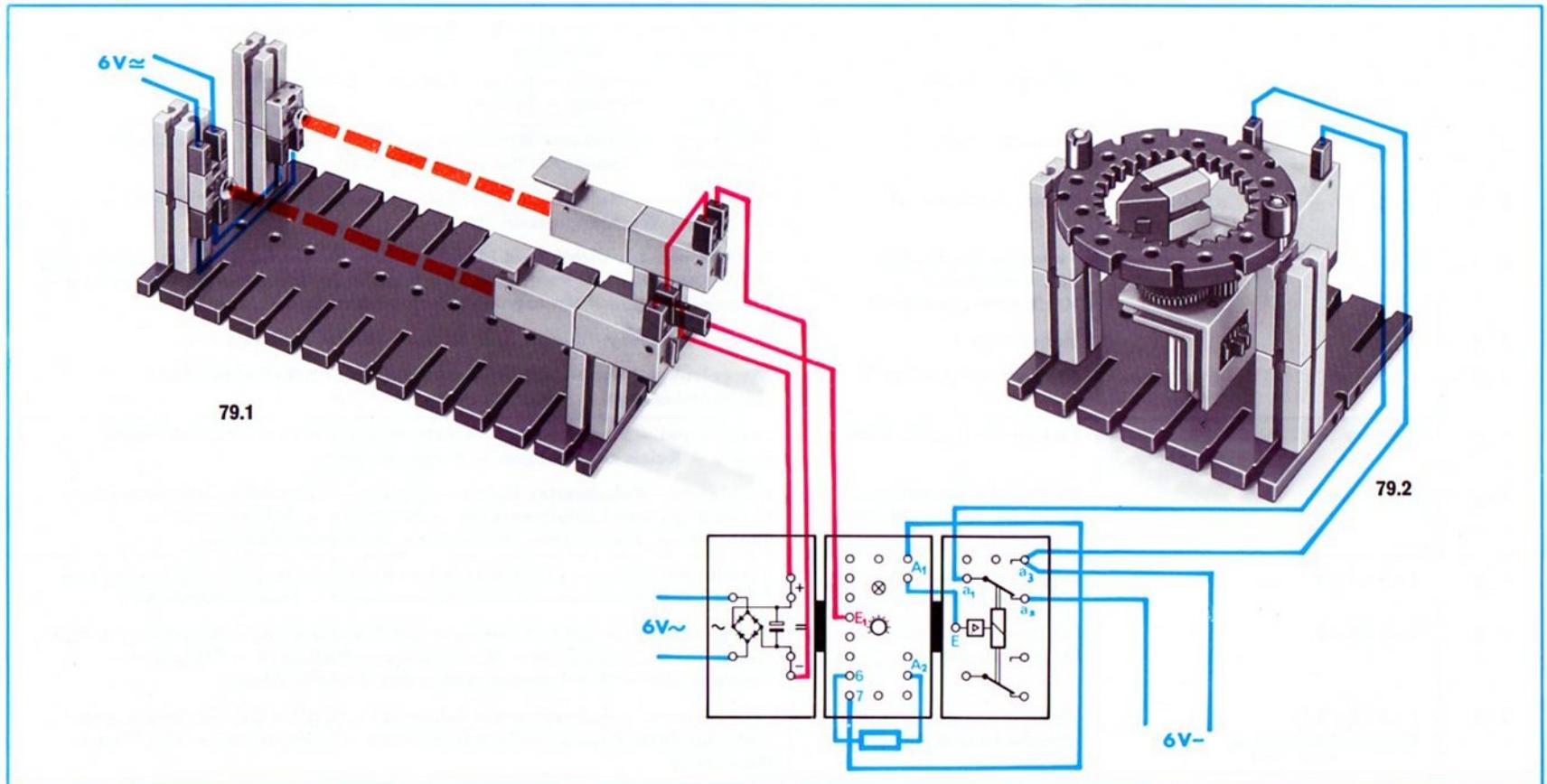
Die Stärke der Rückkopplung ist durch den veränderlichen Widerstand einstellbar. Damit können Sie den Bereich, in dem die Speicherung erfolgt, an die wirklichen Beleuchtungsverhältnisse der beiden Fotowiderstände angleichen.

Anwendung Diese Schaltung können Sie z. B. einsetzen, wenn Sie im Modell des Schrägaufzuges auf Seite 29 den Rücktransport des Förderkorbes nicht mit einem Taster, sondern mit einer Lichtschanke steuern wollen.

Geschwindigkeitsmessung Mit zwei quer über einer Fahrbahn (mit nur einer Fahrtrichtung) aufgebauten Lichtschanken kann man die Geschwindigkeit eines durchfahrenden Fahrzeuges ermitteln. Ein Modell zeigt Bild 79.1.

Der Motor beginnt sich zu drehen, sobald die erste Lichtschanke unterbrochen wird. Er wird „schnellgebremst“, sobald die zweite Lichtschanke unterbrochen wird. Voraussetzung ist allerdings, daß in diesem Augenblick die erste Lichtschanke schon freigegeben wurde. Deshalb müssen Sie die zwei Lichtschanken weit genug voneinander entfernt aufstellen. Zwischen den beiden „Dunkel-Impulsen“ treibt der Motor über ein Getriebe mit $i = 31$ einen Zeiger. Ein ft-Innenzahnrad dient als Skala. Nach entsprechender Eichung dieser Skala kann man die Durchfahrtschwindigkeit ermitteln. Vor jeder Messung muß der Zeiger natürlich auf Null zurückgestellt werden.

Die Schaltung können Sie auch für andere Steuerungen verwenden. So haben Sie die Möglichkeit, z. B. ein batteriebetriebenes Spielauto durch Lichtimpulse ein- und auszuschalten. Bei entsprechender Schaltung des angeschlossenen Relaisbausteins können Sie durch Licht auch von Vorwärts- auf Rückwärtsfahrt umschalten.



Hobby-Bücher, Übersicht

Folgende Bände sind lieferbar bzw. in Vorbereitung:

Band	für hobby		Inhalt
1 - 1	1	Maschinenkunde I	Kräfte – Hebel – Waagen – Flaschenzüge – Wellrad – Winden – Sperren – Schaltwerk – Zahnradgetriebe – Riemengetriebe – Hebezeuge
1 - 2	1	Steuerungen I	Bremsen – Hemmwerke – Uhren – ungleichförmig übersetzende Getriebe – Transporteinrichtungen – Turbinen
1 - 3	1+S	Statik I	Kräftezusammensetzung – Gleichgewicht – Lagerung von Körpern – Schwerpunkt – Fachwerke
1 - 4	1+S	Festigkeitslehre I	Beanspruchungsarten – Belastungsfälle – Spannungen und Dehnungen – Biegung – Knickung – Torsion
2 - 1	1+2	Maschinenkunde II	Motorisch angetriebene Maschinen – größere Getriebe – Werkzeugmaschinen – Transportmittel – Fördermittel
2 - 2	1+2	Maschinenkunde III	Kupplungen – Meßgeräte – Greifer – Greifergetriebe – Hebebühnen – Aufzüge – Werkzeugmaschinen
2 - 3	1+2	Oberstufe Physikalische Größen und Einheiten Kraftfahrzeugtechnik I	Definitionen der wichtigsten Maß-Einheiten der Mechanik – Kurbeltrieb des Hubkolbenmotors – Ventiltrieb (untenliegende Nockenwelle) – Kupplung – 3-Gang-Getriebe – Kreuzgelenke – homokinetische Gelenke
2 - 4	1+2+S	Hebezeuge I	Lauf-, Dreh-, Tor-, Wipp-, Kabelkrane – Verladebrücken
2 - 5	1+2	Oberstufe Kraftfahrzeugtechnik II	Viergelenkgetriebe – Parallelkurbelgetriebe – Scheibenwischer – Dreiradfahrzeuge – Fahrzeuglenkungen
3 - 1	1+2+3	Elektrische Grundsaltungen	Schaltmittel – Magnetismus – Elektromagnetismus – Thermobimetall – Relais – Relais-Saltungen – Programmgeber
3 - 2	1+2+S+3	Elektrische Steuerungen und Logische Verknüpfungen	Fallklappe – Polarisiertes Relais – Flipflop – Sicherheits-Endabschalter – Steuerung einer Tablettenpresse – Portalkran – Bohrautomat Und-, Oder-, Nand-, Nor-, Äquivalenz-, Antivalenz-Funktion
4 - 1	1+2+3+4	Grundlagen der Steuerung mit Elektronik-Bausteinen	Steuerschaltungen – Lichtschranken – Alarmsaltungen – Sicherung von Mensch und Maschine – Operationsverstärker – Temperaturwächter
4 - 2	1+2+3+4	Elektronisch gesteuerte Maschinen und Anlagen I	Automation durch Lichtschranken – Impulsspeicherung – Steuerung durch Schall – Zweipunktregler – Verzögerungssaltungen – Taktgeber – Tongenerator – Mehrfachausnutzung des Grundbausteins
4 - 3	1+2+3+4+ Elektronikbausteine	Elektronisch gesteuerte Maschinen und Anlagen II	Licht-, wärme-, schallgesteuerte Taktgeber – digitale Zeitmessung – automatische Positionierung – Signaldefinition – Codeprüfung – Flip-Flop – Mono-Flop

