

3A2

Schwachstromanlagen zur Überwachung, Steuerung und Regelung

fischertechnik Schulprogramm

Serie 3 Elektrotechnik
Reihe A Technische Information
und Modellbeispiele

Heft 2

3 A 2

Schwachstromanlagen zur Überwachung, Steuerung und Regelung

fischertechnik Schulprogramm

Serie 3 Elektrotechnik
Reihe A Technische Informationen und Modellbeispiele
Heft 2

Autor Armin Keßler
Mitarbeit Gerhard Ruckwied
Beratung Hans Maier
Zeichnungen Dieter Bauer
Herausgeber Fischer-Werke Artur Fischer GmbH & Co. KG,
7244 Tumlingen-Waldachtal 3
1977

Fischer-Werke Art.-Nr. 6 39312 6

Sämtliche Rechte bei Fischer-Werke Artur Fischer GmbH & Co. KG, Tumlingen

Technische Änderungen vorbehalten

Herstellung im Druckhaus Rombach+Co GmbH, Freiburg im Breisgau

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	4	Armin Keßler	
Armin Keßler – Gerhard Ruckwied		Anlagen zur Überwachung, Steuerung und Regelung	41
Baugruppen für Überwachungs-, Steuerungs- und Regelungsanlagen	5	3. Meldeanlagen	41
1. Schaltvorrichtungen	5	3.1 Wasserstandsmelder	41
1.1 Mechanisch betätigte Schalter	6	3.2 Temperaturwarnanlage/ Automatischer Feuermelder	42
1.1.1 Stellschalter und Tastschalter	6	3.3 Zählanlagen	43
1.1.2 Programmschalter	10	3.4 Alarmanlagen	45
1.2 Elektromagnetisch betätigte Schalter	12	4. Steuerungen	52
1.2.1 Relais	12	4.1 Führungssteuerungen	55
1.2.2 Netzschaltgerät	17	4.1.1 Dämmerungsschalter	56
1.2.3 Reedkontakt	18	4.2 Programmsteuerungen	58
1.3 Thermisch betätigte Schalter: Bimetallschalter	22	4.2.1 Blinkanlagen	58
1.4 Durch Licht betätigte Schalter: Fotowiderstand – Relais	23	4.2.2 Schaltuhren	59
2. Energiewandler	25	4.2.3 Programmsteuerung einer Verkehrsampele	64
2.1 Elektromagnet	25	4.2.4 Programmsteuerung einer Waschmaschine	65
2.1.1 Schließvorrichtungen	26	4.2.5 Ablaufsteuerung einer Abfüllanlage	68
2.1.2 Betätigung von Stoßklinken	27	4.3 Spezielle Steuerungen: Sicherheitseinrichtungen an Maschinen	71
2.1.3 Magnetventile	27	5. Regelungen	73
2.2 Motor und Getriebe	28	5.1 Zweipunktregelungen	76
2.2.1 Ventilatoren	30	5.1.1 Temperaturregelungen	76
2.2.2 Pumpe	31	5.1.1.1 Regelung der Lufttemperatur	79
2.3 Meldegeräte	33	5.1.1.2 Regelung der Wassertemperatur	79
2.3.1 Meldegeräte mit optischem Signal	33	5.1.2 Füllstandsregelung	79
2.3.2 Meldegeräte mit akustischem Signal	37	6. Schaltzeichen	82
2.4 Zählwerke	38	7. Übersicht über den Inhalt der Lernbaukästen u-t 3/1 und u-t 3	83

Vorwort

Das vorliegende Heft wendet sich an Lehrer, die Technikunterricht in der Orientierungsstufe und der Sekundarstufe I der allgemeinbildenden Schulen erteilen.

In den Heften der Reihe A werden technische Informationen und Modellbeispiele aus dem Lernbereich Elektrotechnik vorgestellt; in diesem 2. Heft dieser Reihe werden speziell elektrotechnische Probleme der Überwachung, Steuerung und Regelung behandelt.

Es wird gezeigt, aus welchen elementaren Baugruppen Anlagen mit Überwachungs-, Steuerungs- oder Regelungsfunktion bestehen, welche Teilfunktionen diese Baugruppen ausüben und wie sie sich im Modell darstellen lassen. ferner wird erklärt, welche Baugruppen in welcher Weise kombiniert werden müssen, um geforderte Funktionen bei bestimmten Anlagen zu erfüllen.

Entsprechend den beiden Hauptanliegen – Erklärung der Funktion elementarer Baugruppen und Beschreibung der Funktionsweise von Überwachungs-, Steuerungs- und Regelungsanlagen – ist die Darstellung in 2 Teile gegliedert.

Im ersten Teil werden wichtige Baugruppen in ihrer Funktionsweise beschrieben. An geeigneten Beispielen wird gezeigt, wie diese Funktionen im Modell dargestellt werden können. Im Mittelpunkt stehen die verschiedenen Baugruppen der Funktionseinheit *Schaltvorrichtungen* und der Funktionseinheit *Energiewandler*. Beide Funktionseinheiten stellen die Hauptbestandteile solcher Anlagen dar und kehren in den Anlagen zur Überwachung, Steuerung und Regelung in vielfältigen Kombinationen wieder.

Im zweiten Teil wird an zahlreichen Beispielen gezeigt, wie sich ganze Anlagen im Modell darstellen lassen. Durch die Beispiele soll deutlich werden,

– welche der Baugruppen, die im ersten Teil beschrieben wurden, benötigt werden, um die von der Anlage geforderten Funktionen zu erfüllen;

– welches besondere mechanische und schaltungstechnische Zusammenwirken der Funktionen der elementaren Baugruppen notwendig ist, damit die gewünschte Gesamtfunktion der Anlage erfüllt wird;

– daß zur Verwirklichung von Anlagen mit Regelungsfunktion eine höhere schaltungstechnische und teilweise auch mechanische Aggregation notwendig ist, als bei Anlagen mit Steuerungsfunktion; bei Anlagen, die Steuerungsfunktionen haben, eine höhere als bei Anlagen mit Überwachungsfunktion.

Die ausgewählten Modellbeispiele der beiden Teile decken alle einschlägigen Themen aus den Lehrplänen der verschiedenen Bundesländer ab. Einige Beispiele sind in keinem Lehrplan enthalten. Sie werden mitgeteilt, damit interessierte Lehrer einen zusammenhängenden Überblick über den Bereich *Überwachen, Steuern und Regeln* erhalten und in Schülerarbeitsgemeinschaften ein zusätzliches Angebot machen können.

Bei jeder Baugruppe und jedem Anlagentyp werden jeweils in einer Art Sachanalyse die technischen Sachverhalte geklärt. Dann wird anhand der Beispiele gezeigt, wie diese Sachverhalte in funktionstüchtigen Modellen umgesetzt werden können.

Die Analysen und Beispiele unterstützen den Lehrer bei folgenden Aufgaben:
beim Zuordnen von Einzelthemen zu Themenbereichen des Lehrplans,
beim Bestimmen des Schwierigkeitsgrades und damit bei der Anpassung der thematischen Aufgaben an den Ausbildungsstand der Schüler und die Ausstattung der Schule,
bei der Klärung der technischen Funktionen und ihres Zusammenhangs und dadurch bei der Planung zielgerichteter Lernprozesse und sachgemäßer Lernhilfen.

Für den Bau der Modelle ist die Verwendung der Lernbaukästen u-t 3/1 bzw. u-t 3 in Verbindung mit den Lernbaukästen u-t 1 und u-t 2 vorgesehen. Werden Bauteile verwendet, die in diesen Kästen nicht enthalten sind, wird auf die entsprechende Bezugsquelle hingewiesen.

BAUGRUPPEN FÜR ÜBERWACHUNGS-, STEUERUNGS- UND REGELUNGSANLAGEN

1. Schaltvorrichtungen

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Funktion

Schaltvorrichtungen, kurz Schalter genannt, sind Vorrichtungen zum Öffnen und Schließen von elektrischen Stromkreisen. Sie bestehen in der Regel aus einem Kontaktsystem und einem Antriebs- bzw. Betätigungssystem.

Das Kontaktsystem, im einfachsten Fall zwei Kontakte, dient zur Übertragung der elektrischen Energie. Mit dem Betätigungssystem werden die Kontakte geöffnet oder geschlossen.

Betätigung

Dieses Betätigungssystem kann für eine mechanische Auslösung, wie z. B. Drehen, Kippen, Drücken, Schieben oder auch für eine elektromagnetische, pneumatische oder hydraulische Auslösung konstruiert sein.

Es ist jedoch auch möglich, physikalische Größen wie Wärme, Feuchtigkeit, Licht und Schall mit Hilfe von geeigneten Umsetzungs- und Übertragungssystemen zum Schalten von Stromkreisen heranzuziehen.

Kontakte

Bei mechanischen Schaltern werden die zu schaltenden Stromkreise mit Hilfe beweglicher Kontakte geöffnet oder geschlossen. Diese Kontakte unterliegen Verschleißerscheinungen, die hauptsächlich durch einen sog. Kontaktbrand hervorgerufen werden. Darunter versteht man korrosionsartige Veränderungen an den Berührungspunkten der Kontakte. Die Ursachen hierfür sind meist zu geringer Kontaktdruck und zu geringe Öffnungsgeschwindigkeit der Kontakte beim Umschalten.

Kontaktdruck

Ein geringer Kontaktdruck der Schaltkontakte bewirkt einen relativ hohen Übergangswiderstand für den elektrischen Strom an den Kon-

taktflächen. Dadurch erwärmen sich die Berührungsflächen, wobei es zur Bildung isolierender Oxidschichten und zu Funkenüberschlägen kommt, die, besonders bei hohen Stromstärken, die Kontaktflächen verschmoren. Um dies zu verhindern, hält man unter Berücksichtigung der zu erwartenden elektrischen Belastung die Kontaktflächen möglichst groß und sorgt dafür, daß sie mit relativ großem Druck aneinandergepreßt werden.

Öffnungsgeschwindigkeit

Ist die Öffnungsgeschwindigkeit bei Kontakten zu gering und lösen sich die beiden Kontaktflächen nicht schlagartig voneinander, so bildet sich zwischen den beiden Kontaktflächen ein Lichtbogen, der zu erhöhtem Abbrand des Kontaktmaterials führt.

Sprungkontakt

Um die erwähnten Störungen auszuschalten, setzt man bei den meisten Schaltertypen Sprungkontakte ein. Diese bewirken, daß eine langsam ablaufende Bewegung beim Umstellen des Schalters in ein schnelles Öffnen oder Schließen der Schaltkontakte umgeformt wird.

Meist löst die Betätigung des Antriebssystems eine Kippbewegung der Kontakte aus. Die Geschwindigkeit der Kippbewegung ist konstruktiv festgelegt und kann nicht verzögert werden. So wird auch bei unterschiedlicher mechanischer Auslösung ein gleichmäßig schnelles Öffnen der Kontakte gewährleistet.

Bei der Konstruktion von Schaltern mit Sprungkontakten achtet man darauf, daß beim Schließen der Kontakte gleichzeitig ein hoher Kontaktdruck entsteht.

Verwendung

Bei der Steuerung und Regelung von Prozessen in technischen Einrichtungen erfüllen Schalter zwei Funktionen: Zum einen werden durch Schalter die Anlagen in Betrieb gesetzt.

Zum anderen ermöglichen sie, die über geeignete Meßwertempfänger festgestellten Betriebszustände in elektrische Signale umzuwandeln, um dadurch den Betriebsablauf zu beeinflussen.

1.1 Mechanisch betätigte Schalter

1.1.1 Stellschalter und Tastschalter

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Stellschalter – Tastschalter

Bei den verschiedenen Schalterkonstruktionen unterscheidet man Stellschalter und Tastschalter. Erstere nennt man kurz Schalter, letztere Taster.

Taster gehen in ihre Ausgangsstellung zurück, sobald sie nicht mehr betätigt werden. Schalter behalten die Schaltstellung bei, bis sie wieder umgestellt werden.

Schalter

Bei Schaltern unterscheidet man je nach Ausführung und Wirkungsweise des Kontaktsystems Ein-/Aus-Schalter oder Umschalter.

Der Ein-/Aus-Schalter öffnet oder schließt bei Betätigung einen oder mehrere Stromkreise und hält den Schaltzustand bis zum nächsten Umstellen bei.

Bei Betätigung des Umschalters wird ein Stromkreis geschlossen, ein anderer geöffnet. Dies geschieht durch einen Einschalt- und einen Ausschaltkontakt. Beide Kontakte haben einen Anschluß – den Mittelkontakt – gemeinsam.

Taster

Bei Tasterkonstruktionen kennt man Eintaster, Austaster und Umschalttaster. Den Kontaktsatz des Eintasters nennt man auch Arbeitskontakt oder Schließer, da er bei Betätigung des Tasters einen Stromkreis schließt. Der Kontaktsatz des Austasters wird Ruhekontakt oder Öffner genannt, da er in unbetätigtem Zustand geschlossen ist und bei Betätigung öffnet. Der Umschalttaster verfügt über einen Öffner und über einen Schließer. Wird er betätigt, so schließt er einen Stromkreis und öffnet gleichzeitig einen zweiten. Man nennt ihn daher auch Wechsler. Öffner und Schließer haben beim Wechsler einen Anschluß gemeinsam, den Mittelkontakt.

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Schalter und Taster des u-t 3 und u-t 3/1

Die Lernbaukästen u-t 3 und u-t 3/1 enthalten u. a. einen Schalter und einen Taster (Abb. 1a und 1b), die in ihrer Konstruktion den Bedingungen der technischen Realität entsprechen. Der Taster ist so konstruiert, daß er sowohl als Ein- oder Ausschalter wie auch als Umschalter verwendet werden kann.



Abb. 1a

Der Schalter hat vier Anschlußbuchsen. Er ist in seinem Gehäuse so verdrahtet, daß er als Ein-, Aus- und Umschalter, aber auch als Polwendeschalter dienen kann.

Nähere Einzelheiten über die beiden fischer-technik-Schalter sind in Heft 3 A 1 auf den Seiten 10 und 11 zu finden.

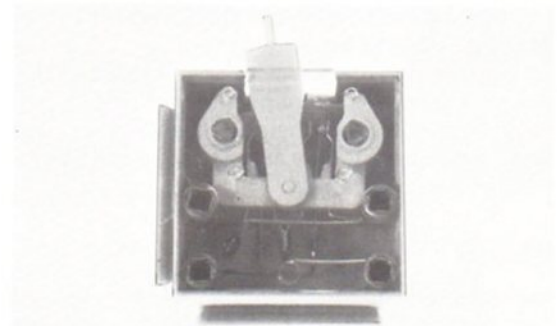


Abb. 1b

Der Mini-Taster in Abb. 1c ist in der Zusatzpackung em 9 enthalten.

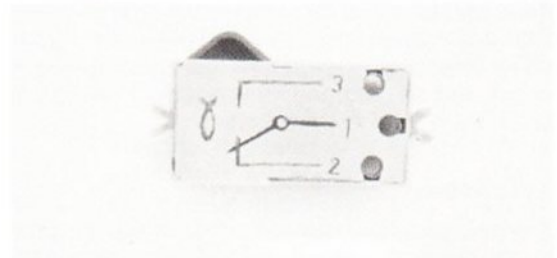


Abb. 1c

Schalter und Taster aus fischertechnik-Bauteilen

Wenn Einsichten in die Funktionszusammenhänge unterschiedlicher Schalter und Kontaktkonstruktionen gewonnen werden sollen, dann ist es didaktisch sinnvoll, Taster und Schalter mit verschiedenen Kontaktsätzen aus Bauteilen des u-t 1 und u-t 3 bzw. u-t 3/1 zusammenzusetzen. Außerdem werden für die Lösung von schwierigen Schaltproblemen außer den in den Lernbaukästen enthaltenen Schaltern oft weitere Schalter benötigt. Solche Schalter können ebenfalls aus Einzelteilen zusammgebaut werden.

Bei der Konstruktion gelingt es nicht immer, Lösungen zu finden, die hinsichtlich Kontaktdruck und Öffnungsgeschwindigkeit der Kontakte den Bedingungen der technischen Realität entsprechen.

Die folgenden Abbildungen zeigen einige Lösungsvorschläge.

Weitere Beispiele sind in Heft 3 A 1 zu finden (Abb. 37 bis 48, 54, 114, 115).

Einen Eintaster zeigt Abb. 2. Die beiden Kontaktstücke werden durch einen Federfuß überbrückt.

Die Abb. 3 und 4 zeigen zwei Austaster. Bei dem einen Modell werden die Kontakte durch eine Druckfeder aneinandergedrückt, die mit einer Achse 30 geführt wird. Beim anderen Modell wird der Kontaktdruck durch einen Federgelenkstein erreicht.

Einen Umschalttaster zeigen Abb. 5a und b. Der erforderliche Kontaktdruck am Ruhekontakt wird durch den Federgelenkstein erreicht.

Die folgenden Abbildungen zeigen verschiedene Konstruktionen von Schaltern. In den Abb. 6 und 7 werden die Kontakte durch Drehen voneinander getrennt. Um die Kontaktsicherheit zu erhöhen, werden in Abb. 6 die Kontakte durch ein Ringgummi aneinandergedreht. In Abb. 7 besorgt dies der verwendete Federkontakt, der mit Hilfe der Klemmbuchse auf der Achse angedrückt wird.

Bei dem Modell eines Drehschalters in Abb. 8 dient die runde Rückschlußplatte als Brücke für die beiden Federkontakte. Zum Unterbrechen des Stromkreises muß die Rückschlußplatte an einer oder an zwei Stellen mit Klebefolie isoliert werden.

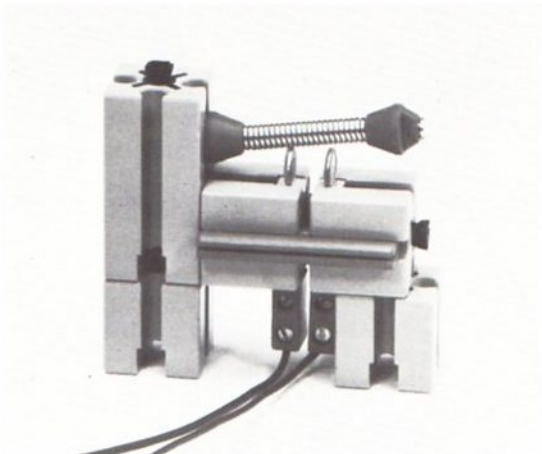


Abb. 2

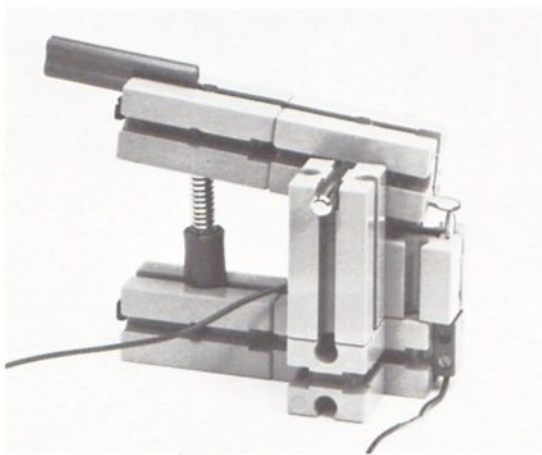


Abb. 3

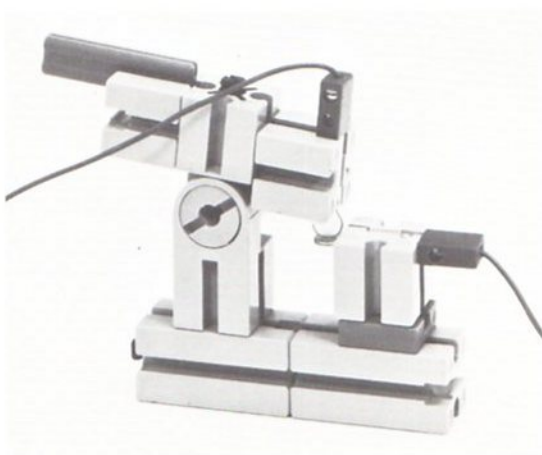


Abb. 4

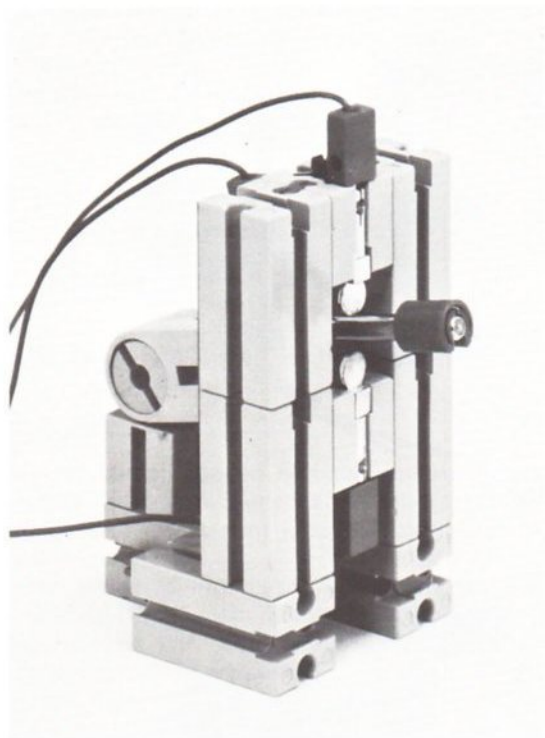


Abb. 5a

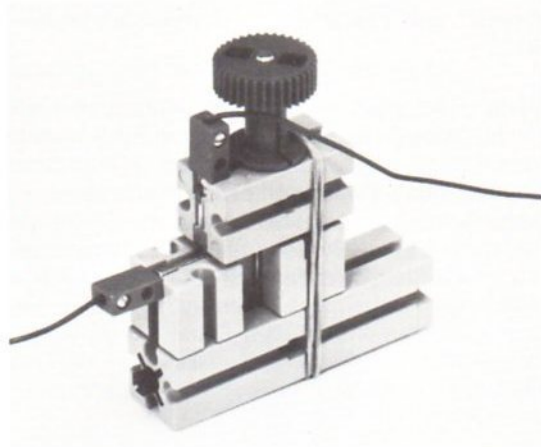


Abb. 6

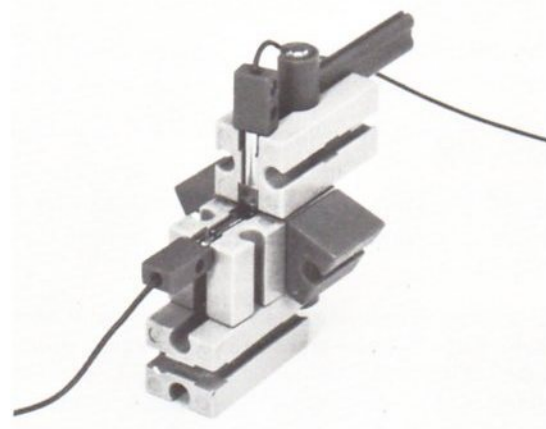


Abb. 7

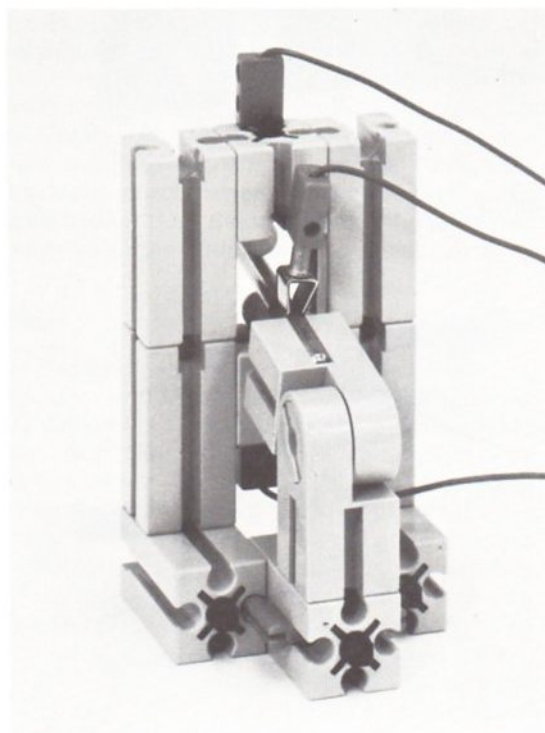


Abb. 5b

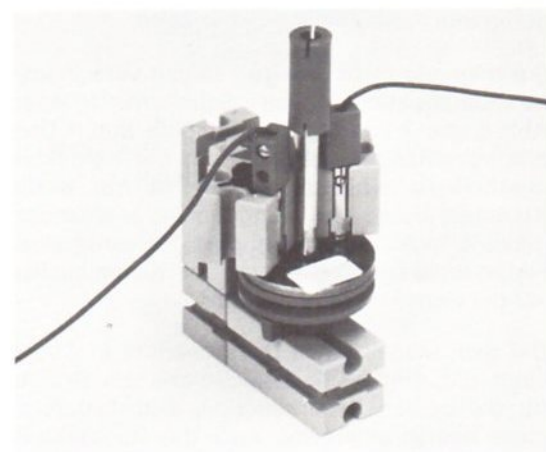


Abb. 8

Die Abb. 9a und b, 10 und 11a und b zeigen verschiedene Konstruktionen von Kippschaltern. Die Abb. a stellen dabei jeweils den Schalter im geöffneten, die Abb. b im geschlossenen Zustand dar.

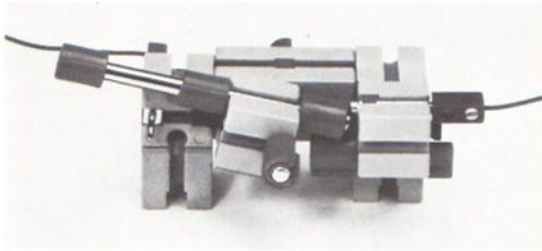


Abb. 9a

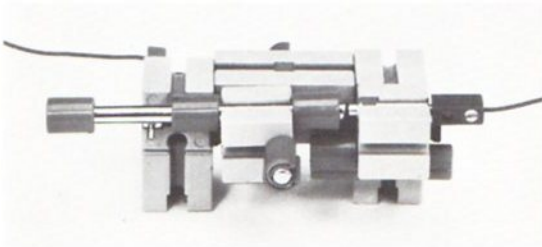


Abb. 9b

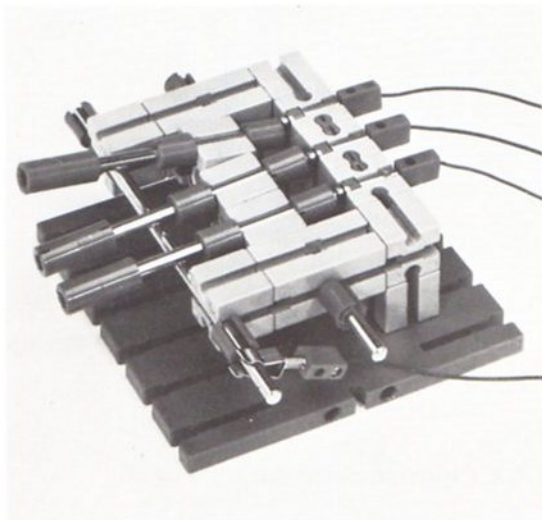


Abb. 10

Abb. 12 stellt das Funktionsmodell eines Kippschalters mit Umschaltkontakt dar. Es entspricht weitgehend der technischen Wirklichkeit, da hier die Öffnungsgeschwindigkeit der Kontakte durch die Kippmechanik sehr groß ist.

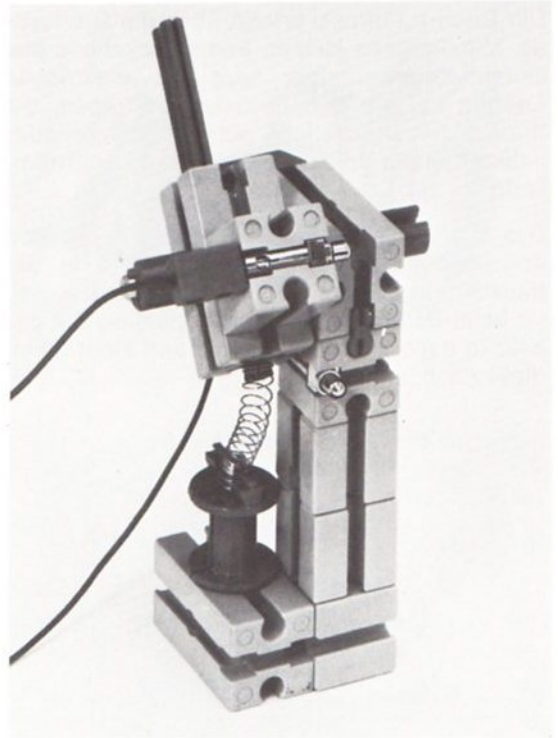


Abb. 11a

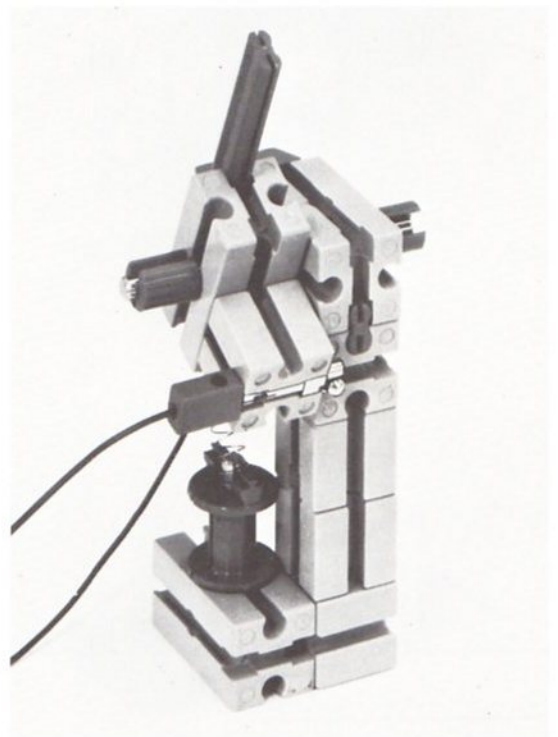


Abb. 11b

Die Stromzuführung erfolgt über die Drehachse. Mittels eines kleinen Federstückchens aus einem Kugelschreiber wird die elektrische Energie auf die Schaltbrücke übertragen, die je nach Schalterstellung auf den rechten oder linken Kontakt drückt. Abb. 13 zeigt den Stromlaufplan.

Das schnelle Umschalten und das Andrücken der Brücke wird durch eine federnd in der Bausteinnut gelagerte Achse besorgt. Sie gleitet beim Betätigen des Umschalhebels auf der Brücke nach links oder rechts und kippt damit diese nach unten.

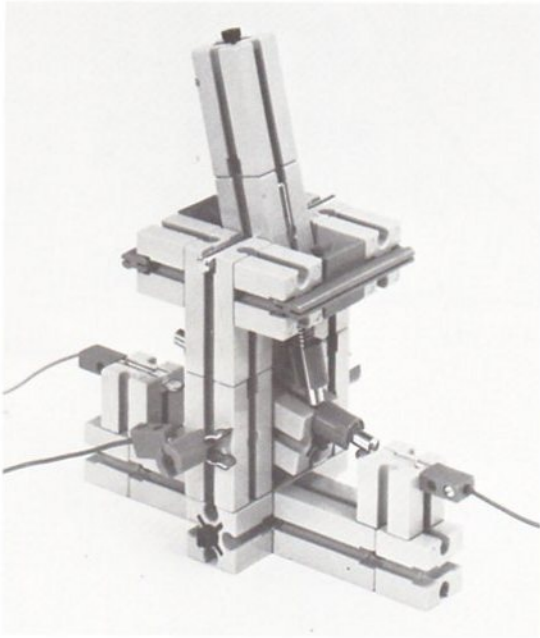


Abb. 12

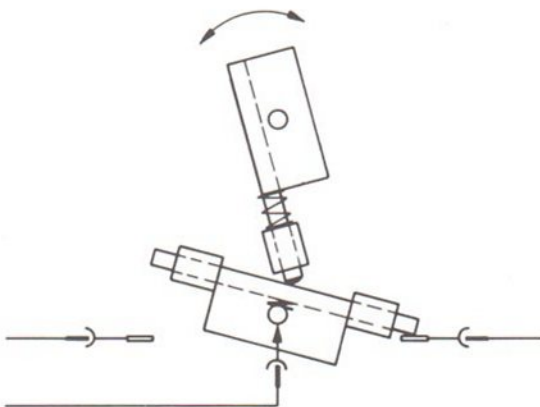


Abb. 13

Die Abb. 14 und 15 zeigen eine Schalterkonstruktion mit zwei bzw. drei Kontaktsätzen, die als Ein-/Aus-Schalter oder Umschalter für mehrere Verbraucher eingesetzt werden können.

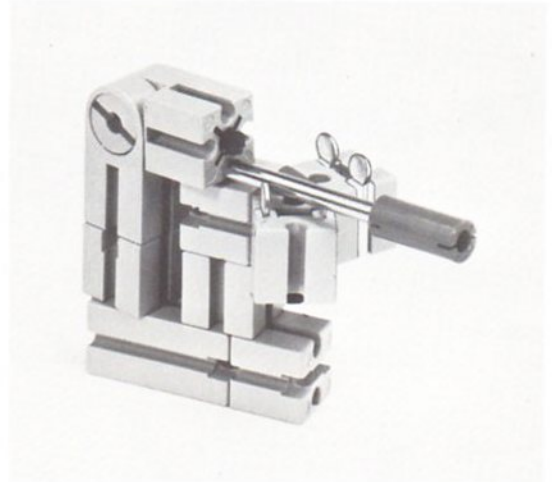


Abb. 14

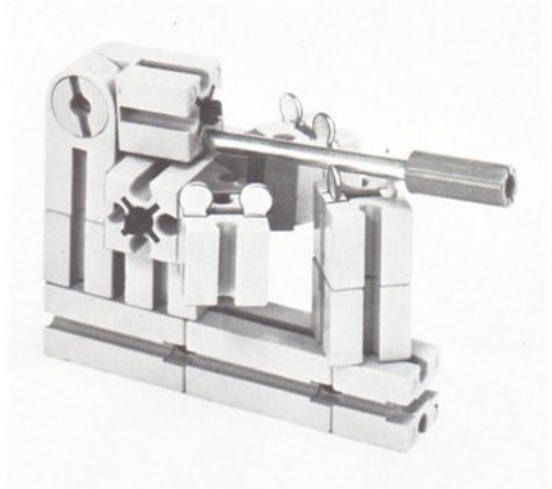


Abb. 15

1.1.2 Programmschalter

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Programmschalter sind Schaltvorrichtungen, die Stromkreise in bestimmten, veränderlichen Zeitintervallen und für eine bestimmte Zeitdauer automatisch öffnen und schließen. Ihre Funktion basiert zumeist auf mechanisch betätigten Kontaktsystemen, die durch Schalt-nocken betätigt werden.

Angetrieben werden diese Schaltnocken entweder durch Federuhrwerke oder Synchronmotoren mit nachgeschalteten Getrieben. Weitere Informationen siehe Abschnitt 4.2 Programmsteuerungen.

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Die Abb. 16 bis 22 machen deutlich, auf welche Weise Taster durch Nockenscheiben von unterschiedlichen Bauformen betätigt werden können, und zeigen Lösungen für die Konstruktion von Programmschaltern mit verschiedenen Bauelementen. Weitere Modellbeispiele sind aus den Abb. 154, 155, 156, 158, 163 ersichtlich.

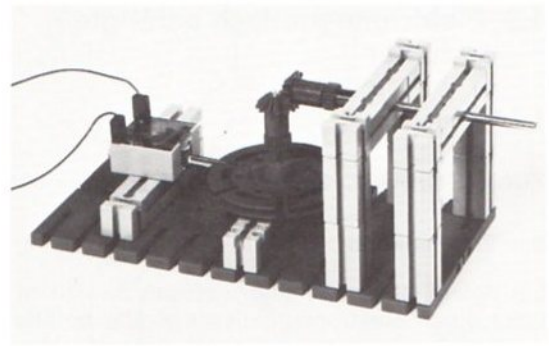


Abb. 19

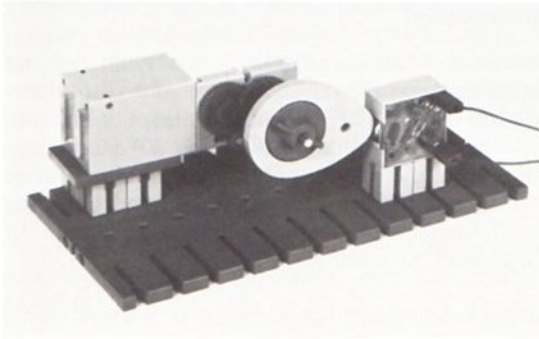


Abb. 16

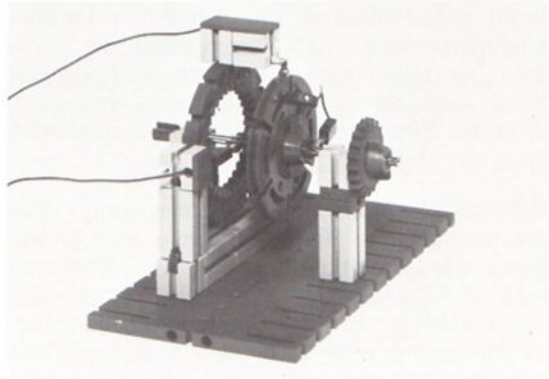


Abb. 20

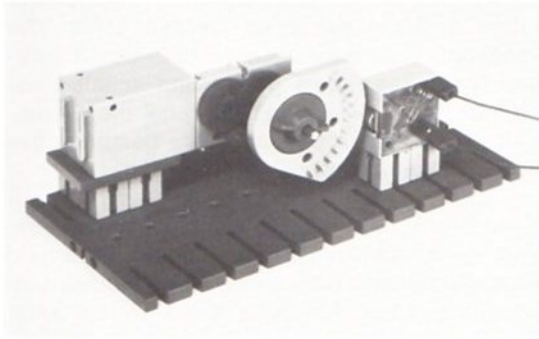


Abb. 17

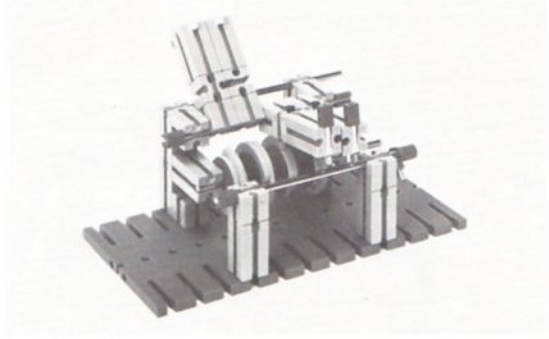


Abb. 21

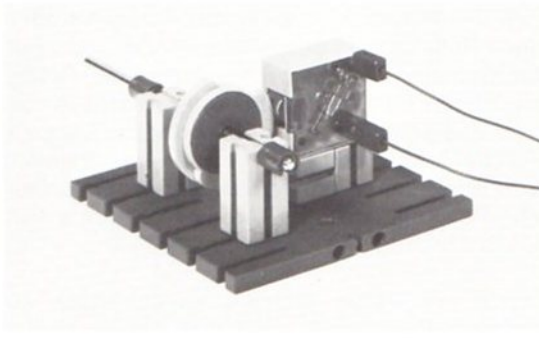


Abb. 18

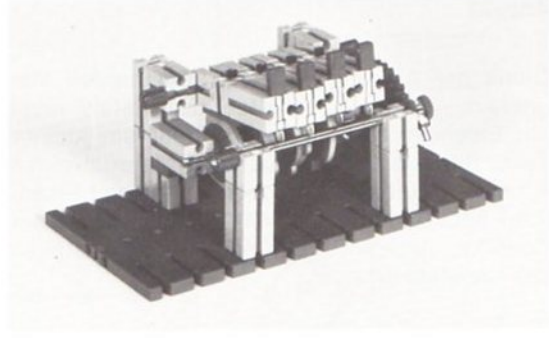


Abb. 22

1.2 Elektromagnetisch betätigte Schalter

1.2.1 Relais

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Bau und Funktion

Ein Relais ist ein Schalter, dessen Schaltkontakte durch elektromagnetische Kräfte betätigt werden. Dies geschieht mit Hilfe eines Elektromagneten, einer sogenannten Relaisspule. Diese Spule ist aus dünnem, isoliertem Kupferdraht gewickelt und trägt in ihrem Inneren einen Eisenkern. Fließt Strom durch die Wicklung, so bildet sich ein Magnetfeld, dessen Nord- und Südpol im Eisenkern entstehen. Wird der Strom abgeschaltet, so verschwindet auch das Magnetfeld.

Die Abb. 23 veranschaulicht, auf welche Weise die magnetische Kraft der Spule eine Bewegung der Schaltkontakte bewirkt. Zunächst wird ein Anker, der meist als Winkelhebel ausgebildet ist, von der Spule angezogen. Diese Bewegung wird durch das freie Ende des Ankers mit Hilfe von Stiften aus Isoliermaterial auf eine Kontaktfeder übertragen, so daß Kontakte geschlossen oder geöffnet werden, je nachdem wie diese angeordnet sind.

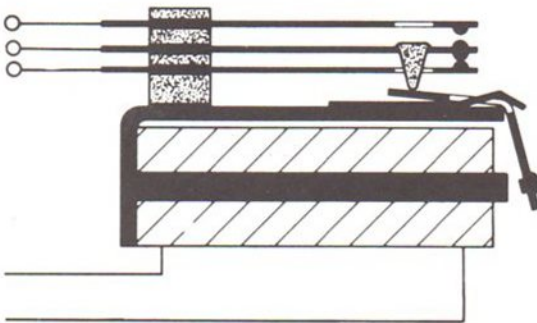


Abb. 23

Damit der Anker infolge des remanenten Magnetismus beim Abschalten des Relais nicht am Eisenkern haften bleibt, stellt ein kleiner Trennstift aus unmagnetischem Material einen schmalen Luftspalt zwischen Anker und Eisenkern her. Dadurch und mit der Federkraft der Kontaktfedern wird ein sicheres Rückstellen der Kontakte erreicht.

Bei Relaischaltungen unterscheidet man zwei Stromkreise:

- einen Steuerstromkreis, der die elektrische Energie für den Magneten liefert,
- einen Arbeitsstromkreis, in dem die durch den Anker betätigten Kontakte liegen. Sie sind vom Steuerstromkreis völlig getrennt.

Kontakte

Zum Schalten von Arbeitsstromkreisen sind folgende Kontaktsätze gebräuchlich:

- Schließer, auch Arbeitskontakt genannt,
- Öffner, auch Ruhekontakt genannt,
- Wechsler, auch Umschaltkontakt genannt.

Anwendung

In vielen Fällen wird das Relais nicht nur als Schalter, sondern gleichzeitig als Schaltverstärker eingesetzt. Da die Relaisspule so angelegt ist, daß Stromstärken von 30–50 mA genügen, um die Schaltkontakte umzustellen, ist es möglich, mit einem geringen Steuerstrom über die Relaiskontakte einen wesentlich stärkeren Laststrom zu schalten.

Diese Möglichkeit kann man z. B. nutzen, wenn man zum Schalten von Stromkreisen mit relativ hohen Stromstärken einen Reedkontakt (siehe Abschnitt 1.2.3) verwenden will, der aber vor hohen Strömen geschützt werden sollte. Der Reedkontakt wird in diesem Fall in den Steuerstromkreis des Relais gelegt und schaltet somit nur die Relaisspule, während die Stromkreise für Motoren oder mehrere Lampen über die Relaiskontakte geschaltet werden.

Wenn die Schaltkontakte als Wechsler ausgeführt sind, können damit Signale innerhalb einer Steuerkette oder eines Regelkreises umgekehrt werden. Mit Hilfe eines Relais kann ein Einschaltimpuls im Steuerstromkreis in einen Ausschaltimpuls im Laststromkreis umgeformt werden und umgekehrt (Abb. 25). Dazu muß der Verbraucher oder das Stellglied über einen Ruhekontakt geschaltet werden. Schaltet der Schalter im Steuerstromkreis das Relais ein, öffnen sich die Kontakte im Arbeitsstromkreis und schalten den Motor oder die Lampen aus (siehe Abschnitt 4.1.1 *Dämmerungsschalter*). Wird der Steuerstromkreis unterbrochen, schalten die Kontakte den Arbeitsstromkreis ein (siehe Abschnitt 3.4 *Alarmanlage*).

Besitzt ein Relais mehrere Kontaktsätze, so können mit einem Schaltimpuls getrennte Arbeitsstromkreise gesteuert werden.

Ein Relais kann auch verwendet werden, um ein Schaltsignal zu speichern. Dies ist mit Hilfe der sogenannten Selbsthalteschaltung möglich. Ferner kann das Relais so geschaltet werden, daß ein Schaltsignal dadurch erhalten bleibt, daß alle weiteren Signale gesperrt werden. Dies wird mit Hilfe der sogenannten Selbstsperrung erreicht. Wie die genannten Schaltungen aufgebaut werden, ist aus den Zusammenstellungen in den Abb. 31, 32, 33 ersichtlich.

Anwendungsbeispiele dieser Schaltungen siehe Abschnitt 3.4 Alarmanlagen.

Relaisschaltungen

In den Abb. 24 bis 35 sind die wichtigsten Schaltungen, die mit einem Relais aufgebaut werden können, zusammengestellt. Jeweils links in den Abbildungen befindet sich der Steuerstromkreis, rechts der Arbeitsstromkreis. In allen Zeichnungen ist das Relais unbetätigt, d. h. in stromlosem Zustand dargestellt.

Die ersten Abbildungen zeigen die Verwendung des Relais als Einschalter (Abb. 24), als Ausschalter (Abb. 25) und als Umschalter (Abb. 26).

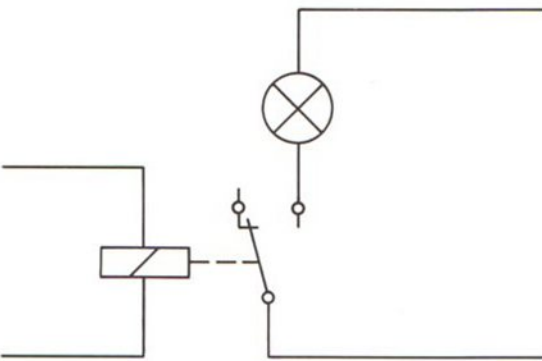


Abb. 24

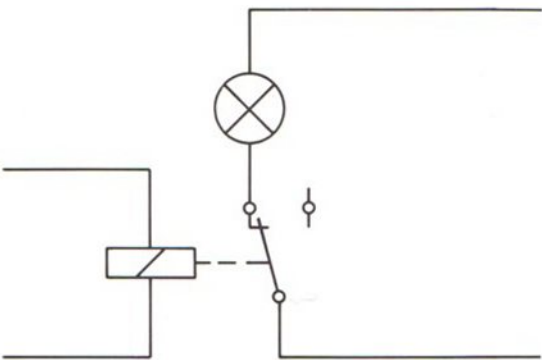


Abb. 25

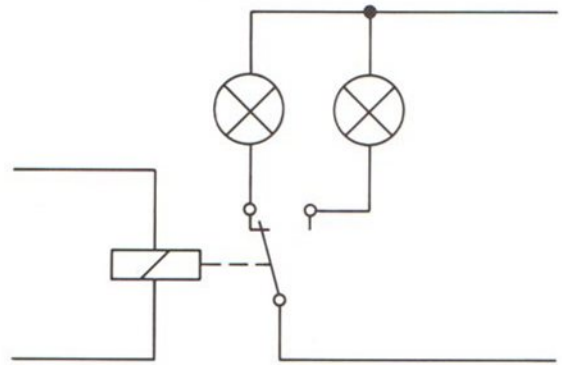


Abb. 26

Wie mit Hilfe eines Relais gleichzeitig ein Gleichstromkreis und ein Wechselstromkreis geschaltet werden können, zeigt Abb. 27.

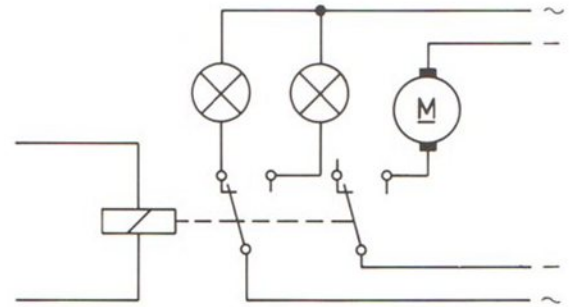


Abb. 27

In Abb. 28 wird das Relais als zweipoliger Umschalter verwendet. Solange das Relais nicht angezogen hat, arbeitet der Motor mit einer Spannung von 10 Volt. Zieht das Relais an, so wird die Spannung auf 4 Volt reduziert. Der Motor läuft langsamer. Je nach Polung der Spannung kann dabei auch gleichzeitig eine Umpolung des Motors vorgenommen werden.

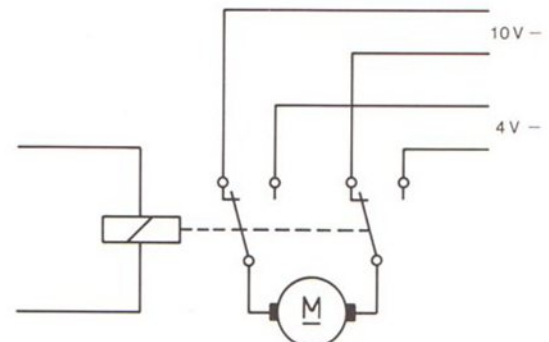


Abb. 28

Zum Ausschalten des Motors muß zusätzlich ein Schalter, evtl. ein zweites Relais, im Arbeitsstromkreis vor dem Motor eingesetzt werden.

Abb. 29 zeigt eine Polwendeschtaltung für einen Motor. Nach dem Umschalten des Relais sind die Motoranschlüsse jeweils entgegengesetzt gepolt. Dadurch wird seine Drehrichtung geändert.

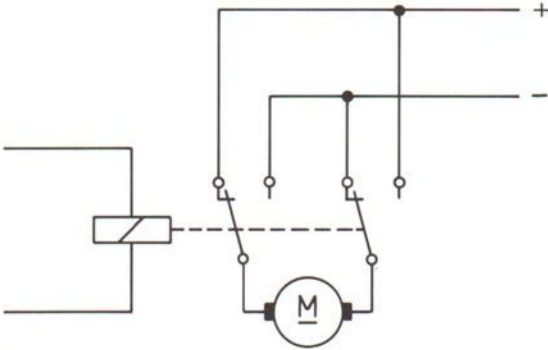


Abb. 29

Die Abb. 30a und b zeigen das Schaltprinzip einer Alarmanlage mit einer sogenannten Ruhestromschleife. In Abb. 30b ist der Zustand der Alarmbereitschaft dargestellt. Alle Schalter der Ruhestromschleife sind geschlossen und das Relais hat angezogen. Da der Alarmgeber über den Ruhekontakt geschaltet ist, ist er außer Betrieb. Wird die Ruhestromschleife jedoch an irgendeiner Stelle unterbrochen, so fällt das Relais ab und schaltet dadurch den Alarmgeber ein.

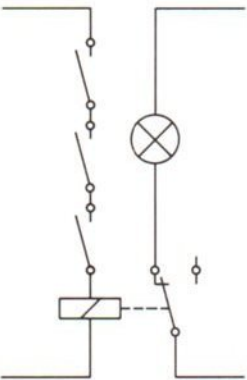


Abb. 30a

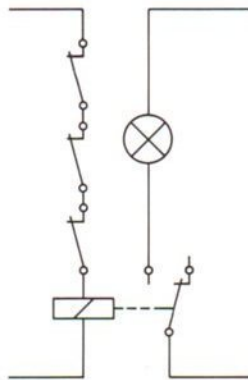


Abb. 30b

Abb. 31 zeigt dasselbe Schaltprinzip, jedoch mit einer sogenannten Selbstsperrung im Steuerstromkreis. Eine Leitung des Relais wird über den Arbeitskontakt a geführt. Das Relais kann also nur anziehen, wenn alle Schalter B, C, D in der Ruhestromschleife und der Arbeitskontakt a geschlossen sind. Um die Anlage betriebsbereit zu machen, wird a durch einen Einstaster T überbrückt. Das Relais zieht an und hält sich selbst über seinen Arbeitskontakt a, der Taster T kann also freigegeben werden. Unterbricht man jetzt an irgendeiner Stelle die Ruhestromschleife, dann fällt das Relais ab, der Arbeitskontakt a wird geöffnet und der Alarmgeber eingeschaltet.

Im Gegensatz zu der Schaltung in Abb. 30 bleibt in diesem Fall der Alarmgeber auch dann in Betrieb, wenn die Ruhestromschleife wieder geschlossen wird, da das Relais erst wieder anziehen kann, wenn der Taster T zusätzlich geschlossen wird. Mit dieser Schaltung wird also verhindert, daß ein einmal ausgelöster Alarm dadurch ausgeschaltet wird, daß man die Ruhestromschleife wieder schließt.

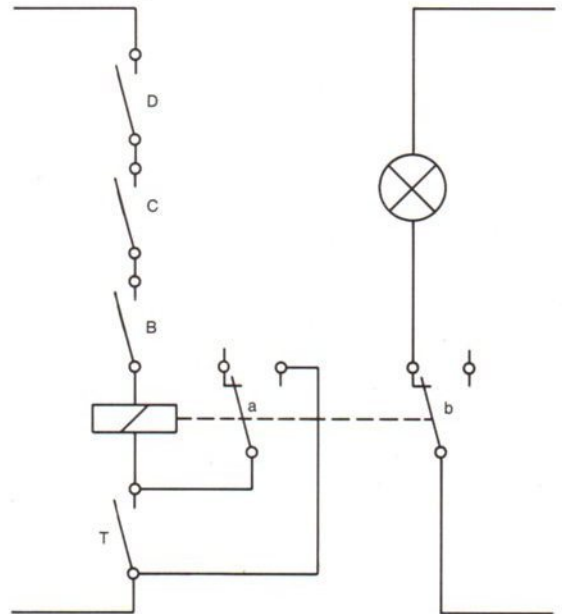


Abb. 31

Die Abb. 32 und 33 zeigen Selbsthalteschaltungen. Sie dienen dazu, Schaltimpulse auf bestimmte Schaltzeiten zu verlängern, also Schaltimpulse zu speichern.

Wird der Taster T 1 kurzfristig betätigt, so zieht das Relais an und schließt gleichzeitig den Relaiskontakt b. Dieser sorgt dafür, daß auch

nach der Freigabe dieses Tasters das Relais angezogen bleibt. Soll das Relais ausgeschaltet werden, so muß Taster T 2, ein Austaster, betätigt werden. Über den Kontaktsatz a kann der Laststromkreis geschaltet werden.

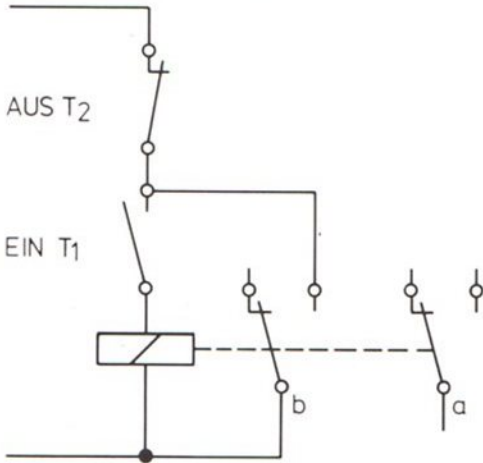


Abb. 32

Die beiden Schaltungen unterscheiden sich durch die Vorrangigkeit der Signale. Ist der Austaster T 2 in Abb. 32 betätigt, so kann das Relais durch den Taster T 1 nicht angesteuert werden. Man sagt, das Aus-Signal dominiert. Dies ist für viele Sicherheitsschaltungen wichtig.

In Abb. 33 dominiert das Ein-Signal. Auch wenn der Austaster T 2 betätigt wird, zieht das Relais bei Ansteuerung durch Taster T 1 an. Es hält sich allerdings erst dann selbst, wenn Taster T 2 nicht mehr betätigt wird, also geschlossen ist.

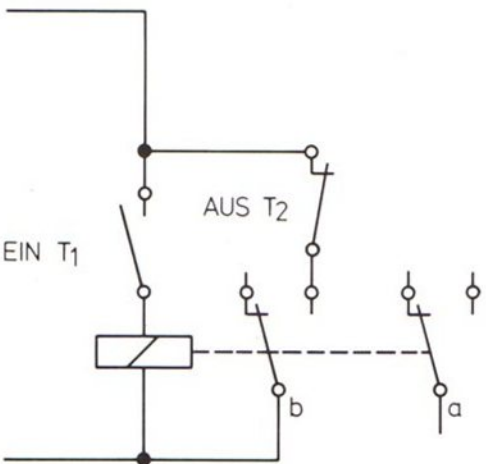


Abb. 33

Die Abb. 34 und 35 zeigen Schaltungen, in denen das Relais als Summer arbeitet. Legt man es wie in Abb. 34 an Wechselspannung, so ändert sich im Wechsel der Netzfrequenz die Polarität der Magnetspule. Dadurch wird der Magnetanker in schnellem Wechsel angezogen und abgestoßen. Es entsteht ein schnarrendes Geräusch.

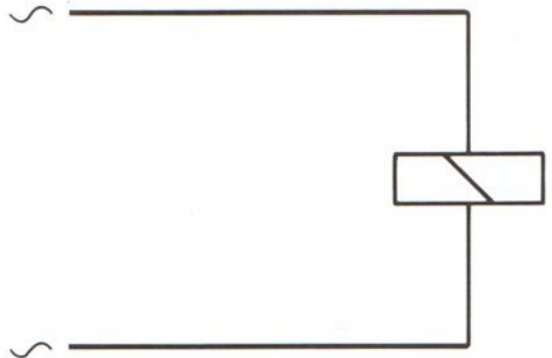


Abb. 34

Wird das Relais so angeschlossen, wie es die Abb. 35a und b zeigen, so entsteht ebenfalls ein Schnarren. Eine der beiden Leitungen ist über einen Ruhekontakt des Relais geführt. Fließt Strom, so zieht das Relais an, wodurch es jedoch seinen Stromkreis sofort selbst wieder unterbricht. Dieser Vorgang wiederholt sich in schnellem Wechsel.

Die Abb. 35a und b zeigen zwei verschiedene Möglichkeiten, diesen Schaltungsaufbau im Schaltbild darzustellen.

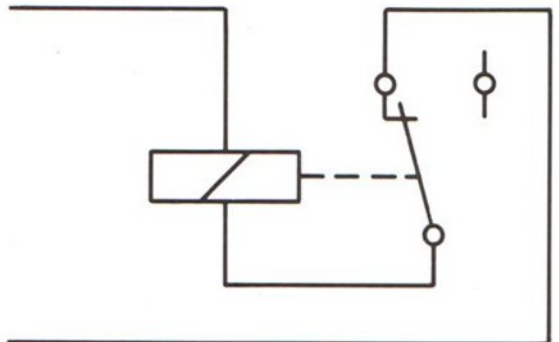


Abb. 35a

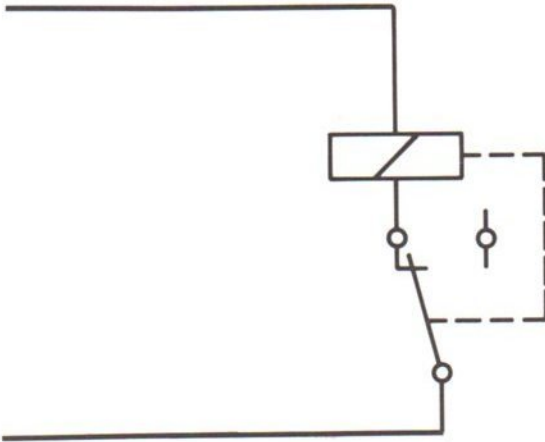


Abb. 35b

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Um die Funktion eines Relais zu veranschaulichen, eignet sich ein Modell wie in Abb. 36. Diese Schaltvorrichtung verfügt über einen Schaltkontakt, der mittels Dauermagnet betätigt wird. Dieser Dauermagnet sitzt am Ende eines Hebels. Wird der Hebel nach unten gedrückt, so hebt sich der Magnet und zieht die Schwingfeder an, die mit Hilfe eines Kontaktes einen Stromkreis schließt. Der Winkelstein hinter dem Magneten verhindert ein Kleben der Schwingfeder am Magneten.

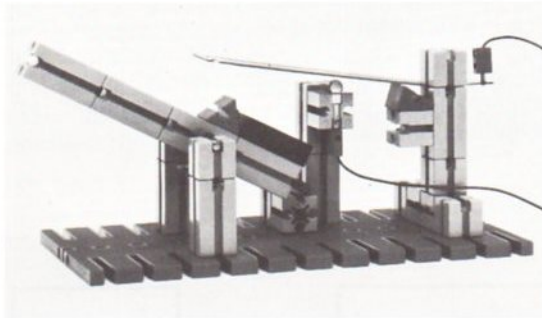


Abb. 36

An diesem Modell wird deutlich, daß die Magnetkraft imstande ist, ein Kontaktsystem zum Schalten von Stromkreisen zu bewegen. Da man aber einen Dauermagneten nicht ein- bzw. ausschalten kann, muß die magnetische Kraft durch Annäherung oder Entfernung von der Schwingfeder erhöht oder verringert werden.

Der nächste Schritt von diesem Modell zum elektromagnetischen Schalter wird anhand

eines Modells wie in Abb. 37 deutlich. Hier wird die Schwingfeder von einem Elektromagneten angezogen. Dieser kann – im Gegensatz zum Dauermagneten – ein- bzw. ausgeschaltet werden.

Damit erhält man ein Relais einfacher Bauart. Der Anker dient gleichzeitig als Kontaktfeder und ist damit Teil des Stromkreises, wie dies z. B. bei Relaiskonstruktionen der Fall ist, die in der Kfz-Technik eingesetzt werden. Der Steuerstromkreis dieses Modells wird gebildet aus einer Spannungsquelle, dem Elektromagneten und einem Taster, mit dem der Elektromagnet eingeschaltet wird.

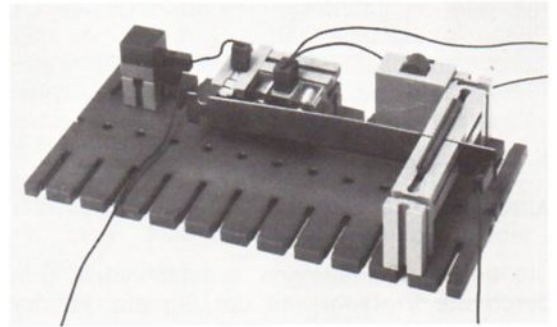


Abb. 37

In den Arbeitsstromkreis mit eigener Spannungsquelle ist ein Birnchen und als Schalter die Schwingfeder und der dazugehörige Kontakt geschaltet. Die Schwingfeder wird durch die magnetische Kraft des Elektromagneten bewegt und schließt oder öffnet über den Kontakt den Arbeitsstromkreis, wenn der Steuerstromkreis entsprechend geschaltet wird.

Das Modell in Abb. 38 entspricht in seiner Bauart vielen Relais der technischen Wirklich-

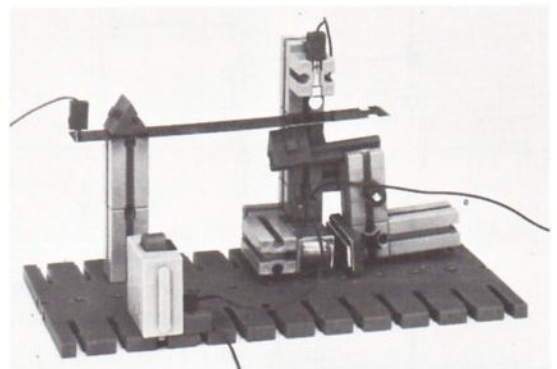


Abb. 38

keit. Es verfügt über einen Winkelanker, der von einem Elektromagneten angezogen wird. Der Winkelanker drückt die Schaltfedern an den Schaltkontakt und schließt dadurch einen Arbeitsstromkreis.

Die Abb. 39 und 40 zeigen zwei weitere Lösungen für die Konstruktion von Relais. In Abb. 39 dient das Bimetall als Kontaktfeder. Sie wird durch die Druckfeder an den oberen Kontakt, den Ruhekontakt, gepreßt. Schaltet man den Elektromagneten ein, so bewegt sich der Bimetallstreifen nach unten und berührt den unteren Kontakt, den Arbeitskontakt.

Das Modell in Abb. 40 verfügt über zwei getrennte Umschaltkontaktsätze.

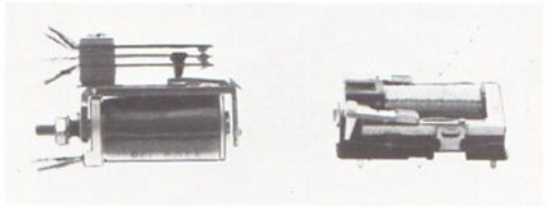


Abb. 41

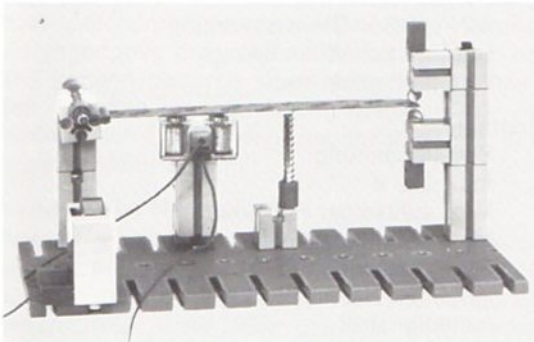


Abb. 39

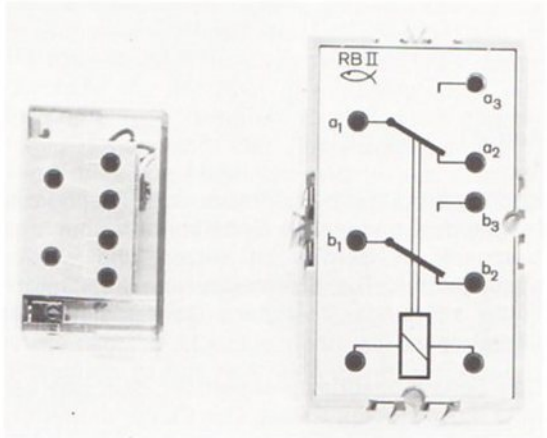


Abb. 42

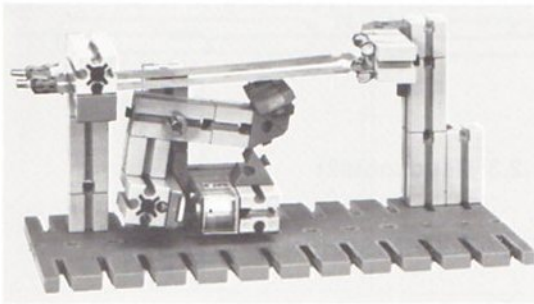


Abb. 40

Die Abb. 41 und 42 zeigen die beiden fischertechnik-Relais, einmal mit und einmal ohne Gehäuse. Links das ältere Rundrelais, rechts der Relais-Baustein, der ein Kartenrelais enthält. Diese Relais haben zwei mechanisch gekoppelte, elektrisch aber voneinander getrennte Kontaktsätze, so daß zwei verschiedene Arbeitsstromkreise geschaltet werden können.

Weitere Hinweise zu diesen Relais siehe Heft 3 A1 S. 31 ff. und S. 50 ff.

1.2.2 Netzschaltgerät

Aufbau und Funktion

Das fischertechnik-Netzschaltgerät (Abb. 43) enthält ein Relais, dessen Schaltkontakt Stromkreise von 220 Volt Spannung mit Stromstärken bis 6 Ampere schalten kann. Da die Relaisspule mit 6 Volt Gleichspannung erregt wird, können mit dem Netzschaltgerät gefahrlos elektrische Geräte geschaltet werden, die mit 220 V Wechselspannung betrieben werden müssen.

Die Relaisspule hat eine Stromaufnahme von ca. 75 mA. Sie kann somit durch alle Schalt- und Steuervorrichtungen, die mit den fischertechnik-Lernbaukästen aufgebaut werden können, angesteuert werden, also z. B. mit Schaltern, Relais, Reedkontakt, Bimetallschalter oder Fotowiderstand.

Es ist also möglich, elektrische Geräte wie Lampen, Heizlüfter, Ventilatoren, Tauchsieder,

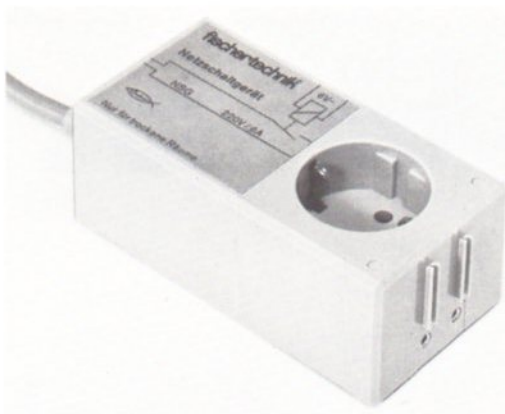


Abb. 43

Kochplatten, Pumpen, Motore oder Radiogeräte mit den genannten Schaltmitteln über das Netzgerät in Betrieb zu setzen und wieder abzuschalten. Die Stromaufnahme der Geräte sollte allerdings 6 Ampere Dauerstrom nicht übersteigen.

Das Schaltungsprinzip entspricht dem des bereits dargestellten Relais. Der Steuerstromkreis benötigt eine eigene Spannungsquelle von 6 V. In ihm liegt die Relaispule und der entsprechende Schalter. Der Schaltkontakt des Relais liegt im Netzstromkreis. Beide Stromkreise sind galvanisch voneinander getrennt, d. h. zwischen beiden Stromkreisen besteht keine elektrisch leitende Verbindung.

Verwendung

Mit dem Netzschaltgerät können somit elektrische Geräte der technischen Wirklichkeit in die Experimente mit einbezogen werden. Dadurch kann die Wirkungsweise bestimmter Steuerungs- und Regelungsschaltungen besonders anschaulich dargestellt werden.

Handhabung

Um ein mit Netzspannung betriebenes Gerät zu schalten, wird zunächst dessen Stecker in die Schukodose des Netzschaltgeräts gesteckt. Der Betriebsschalter des Geräts muß auf *Ein* gestellt werden. Dann wird das Netzschaltgerät an eine Schukosteckdose angeschlossen.

Das zu schaltende Gerät ist zunächst noch ausgeschaltet, da der Steuerstromkreis nicht angeschlossen ist. Wird die Relaispule des Netzschaltgeräts mit den am Gehäuse angebrachten Buchsen an zirka 6 V Gleichspannung

angelegt, zieht das Relais an und schaltet das angeschlossene Gerät ein.

Modellbeispiele, bei denen das Netzschaltgerät eingesetzt ist, siehe Seite 57, 78, 79.

Technische Daten

Das Relais arbeitet als elektrisches Trennglied zwischen dem 6-V-Steuerstromkreis und dem 220-V-Netzschaltkreis. Es entspricht den Sicherheitsbestimmungen für elektrische Relais in Starkstromanlagen (VDE 0435/9.62) und der sicheren elektrischen Trennung von Fernmelde- und Starkstromkreisen (VDE 0804 § 14/4.65).

Erregung:

Betriebsspannung:

4,2 – 10,6 V Gleichspannung

Höchste Schalthäufigkeit:

20 Schaltspiele/sec.

Kontakte:

Schaltspannung:

max. 220 V

Max. zulässiger Schaltstrom:
bis 4 sec. 15 Ampere

Schaltleistung:

induktiv belastet 1500 VA

induktionsfrei 2000 VA

Als Einzelteil entspricht das Netzschaltgerät den Funkentstörbedingungen von VDE 0875/7.11 und hält den Funkstörgrad N ein.

1.2.3 Reedkontakt

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Aufbau

Da normale Schalter und Relaiskontakte durch Staub, Feuchtigkeit und Korrosion in ihrer Funktionstüchtigkeit beeinträchtigt werden können, baut man für besondere Schaltprobleme einen Kontaktsatz in ein zugeschmolzenes, mit einem Schutzgas gefülltes Glasröhrchen ein. Man nennt diesen Kontakt Schutzgaskontakt oder auch Reedkontakt.

Der Arbeitskontakt, der aus einer Nickel-Eisen-Legierung besteht, ist so eingeschmolzen und justiert, daß sich die Kontaktenden überlappen, aber im Ruhezustand nicht berühren (Abb. 44).



Abb. 44

Funktion

Kommt man mit einem Dauermagneten in die Nähe des Reedkontaktes, so werden die Kontaktzungen, die aus einem ferromagnetischen Material bestehen, in das Magnetfeld mit einbezogen und dadurch selbst zu Magneten.

Je nach Stellung des Dauermagneten zum Reedkontakt können die einander gegenüberliegenden Kontaktzungenenden gegenpolig oder gleichpolig magnetisiert werden. Werden sie gegenpolig magnetisiert, ziehen sie sich an und können dadurch einen Stromkreis schließen. Werden sie gleichpolig magnetisiert, so stoßen sich die Enden gegenseitig ab; der Kontakt bleibt geöffnet.

Verhalten im Magnetfeld

Bewegt man einen Dauermagneten am Reedkontakt entlang, wie in den Abb. 45, 46 und 47 zu sehen ist, so wird der Kontakt zunächst geschlossen, dann kurz geöffnet und wieder

geschlossen. Bei den Stellungen in Abb. 45 und 47 ist der Reedkontakt geschlossen, da die Enden der Kontaktzungen entgegengesetzte Polarität angenommen haben.

In der Abb. 46 haben sich die Kontakte geöffnet, da die eine Kontaktzunge ummagnetisiert wurde und dadurch die Kontaktzungenenden gleichnamig gepolt sind.

Wird der Dauermagnet mit der Längsachse parallel zum Reedkontakt geführt, dann sind die Kontakte geöffnet, wenn der Magnet wie in der Abb. 48 zum Reedkontakt steht. In diesem Fall wirkt der Nordpol gleichmäßig stark auf die Kontaktzungenenden, so daß diese gleichnamig gepolt sind. Der Reedkontakt schließt, wenn man den Magneten wie in den Abb. 49 und 50 nach links oder nach rechts bewegt, da dann eine Kontaktzunge ummagnetisiert wird.

Wird der Dauermagnet in die Stellung zum Magneten gebracht, wie sie die Abb. 51 zeigt, so bleiben die Kontakte geöffnet, da die Kontaktzungen in der neutralen Zone des Dauermagneten liegen.

Der Reedkontakt kann auch mit einem Elektromagneten geschaltet werden (Abb. 52). In diesem Fall spricht man von einem Reedrelais.

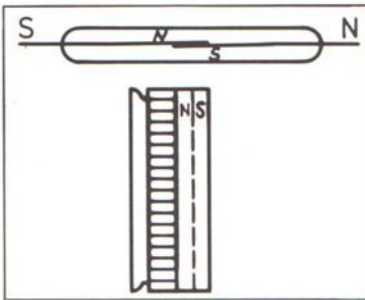


Abb. 45

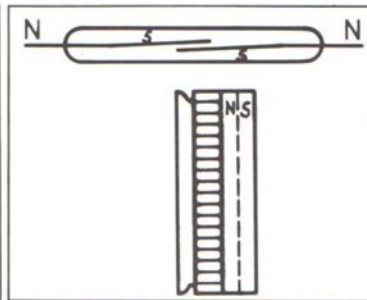


Abb. 46

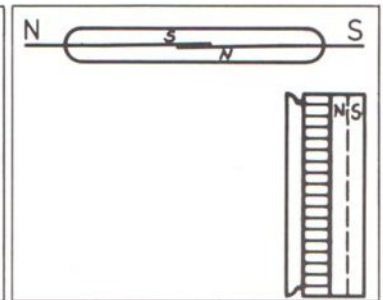


Abb. 47

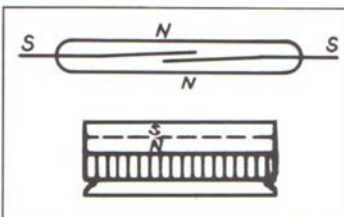


Abb. 48

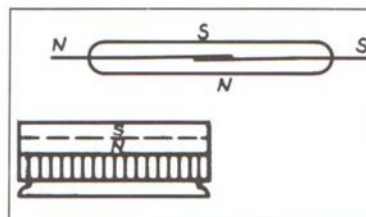


Abb. 49

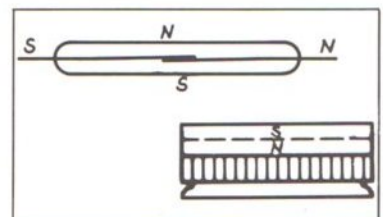


Abb. 50

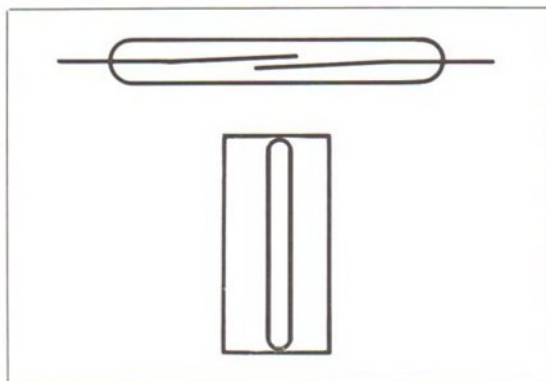


Abb. 51

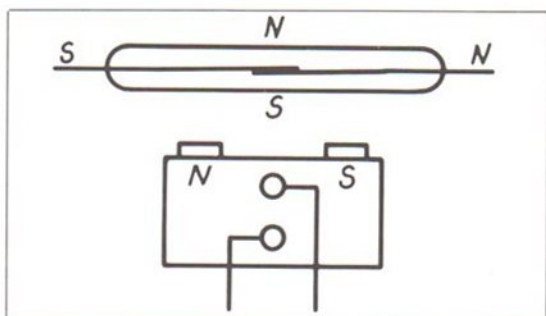


Abb. 52

Möglichkeiten der Betätigung

Für die Betätigung des Reedkontaktes durch einen Dauermagneten gibt es verschiedene Möglichkeiten:

1. Dauermagnet und Reedkontakt werden einander genähert. Dies kann dadurch geschehen, daß der Dauermagnet senkrecht zum Reedkontakt hinbewegt wird. Abb. 53 zeigt diesen Vorgang. Hierbei schließt der Kontakt nur einmal.

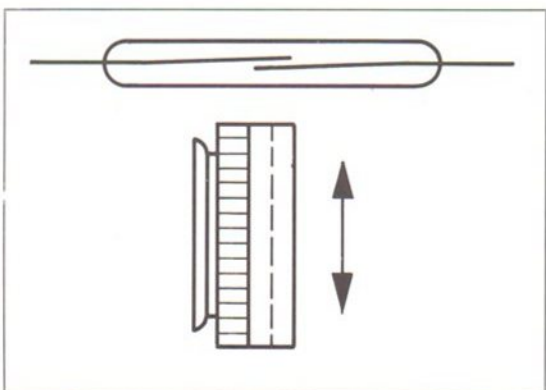


Abb. 53

Wird der Kontakt parallel zum Reedkontakt bewegt, wie dies in den Abb. 45 bis 47 dargestellt ist, so schließt er dreimal. Bei einer Bewegung wie in den Abbildungen 48 bis 50 wird er zweimal geschlossen.

Bewegt man den Magneten senkrecht zur Längsachse des Reedkontakts an ihm vorbei (Abb. 54), so schaltet er einmal.

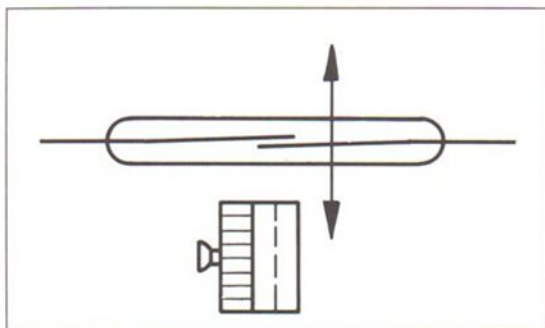


Abb. 54

Bei einer Schwenkbewegung des Magneten zum Kontakt hin schaltet dieser ebenfalls nur einmal (Abb. 55).

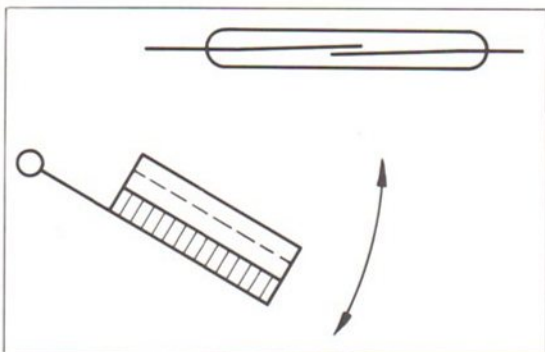


Abb. 55

2. Der Dauermagnet dreht sich vor dem Reedkontakt. Damit schaltet der Reedkontakt bei einer Umdrehung zweimal, da die Kontaktzungen bei dieser Drehung zweimal in die neutrale Zone des Dauermagneten kommen und danach umgepolt werden (Abb. 56).
3. Schiebt man zwischen Magnet und geschlossenem Reedkontakt ein Stück Metall aus ferromagnetischem Material, so wird das Magnetfeld abgeleitet und der Reedkontakt öffnet (Abb. 57). Entfernt man das Stück Metall wieder, schließt der Kontakt. Mit dieser Schaltung erhält man also einen Ruhekontakt bzw. einen Öffner.

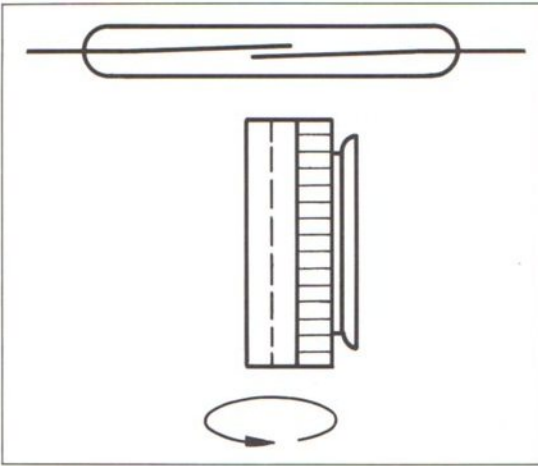


Abb. 56

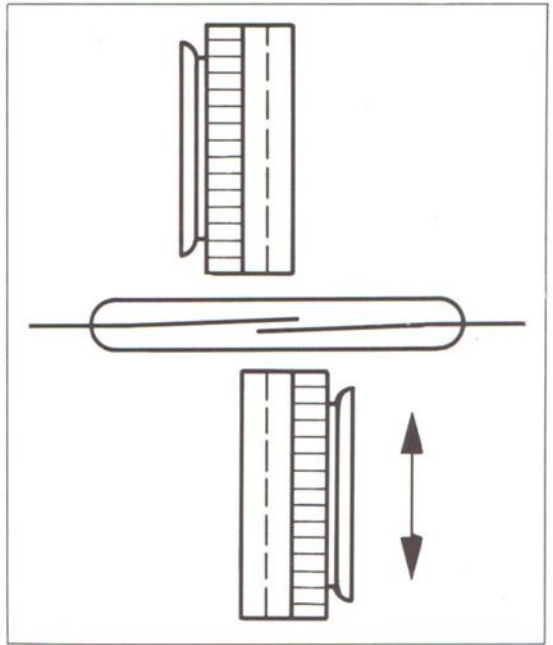


Abb. 58

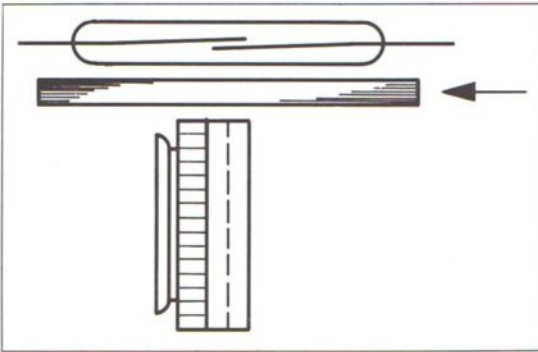


Abb. 57

4. Mit Hilfe eines Magneten kann ein Reedkontakt vormagnetisiert und damit geschlossen werden. Nähert man jetzt von der anderen Seite einen Magneten mit entgegengesetzter Polung, so heben sich die magnetischen Kraftlinien gegenseitig auf. Der Kontakt öffnet. Abb. 58 zeigt diesen Vorgang.

Weitere Informationen über den Reedkontakt siehe Heft 3 A 1 Seite 24 ff.

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Abb. 59 zeigt einen Versuchsaufbau, in dem der Reedkontakt als Schalter eingesetzt ist. Der Magnet ist auf einem drehbar gelagerten Hebel befestigt und kann so unter dem Reedkontakt entlang bewegt werden.

In der gezeigten Stellung ist der Reedkontakt geöffnet, da der eine Magnetpol gleichmäßig

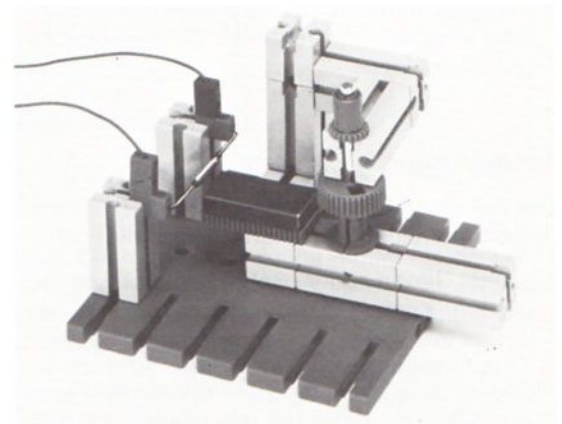


Abb. 59

auf beide Kontaktzungen einwirkt. Beide sind somit gleichnamig gepolt und stoßen sich ab.

Bewegt man den Schwenkarm und damit den Dauermagneten aus der Mitte heraus, so schließt der Reedkontakt, da jetzt die Kontaktzungen entgegengesetzte Polarität annehmen und sich anziehen.

Weitere Schaltvorrichtungen, bei denen ein Reedkontakt verwendet wird, zeigen die Abb. 82, 116, 118, 132, 191, 192.

1.3 Thermisch betätigte Schalter: Bimetallschalter

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Aufbau

Das Bimetall besteht aus zwei aufeinanderge- walzten und damit untrennbar verbundenen Metallschichten mit unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten. Da sich bei Erwärmung die eine Schicht stärker ausdehnt als die andere, krümmt sich das Bimetall.

Bauformen

Je nach Verwendungszweck gibt es Thermobimetal- le in verschiedenen Formen:

- gerade Streifen, die sich ausbiegen,
- u-förmig gebogene Teile, die sich öffnen und schließen,
- Spiralen, die sich aufdrehen,
- Scheiben, deren Wölbung sich ändert,
- vorgespannte Teile, die nach Überwindung der Vorspannung in eine andere Form bzw. Richtung kippen.

Verwendungsmöglichkeiten

Die bei einer Erwärmung eintretende Formän- derung kann man in zweierlei Weise nutzen:

1. zum Öffnen oder Schließen von elektri- schen Kontakten oder zur Temperaturan- zeige bei Meßgeräten (z. B. Thermometer),
2. zur Ausübung von Stellkräften auf Schalter oder Ventile (z. B. Zündflammsicherun- gen, Temperaturregler, Mischbatterien, Star- terkappen usw.).

Erwärmung

Die Erwärmung des Bimetalls erfolgt entweder durch eine Erwärmung von außen oder durch direkte elektrische Erwärmung.

Bei einer Erwärmung von außen muß das Bimetall durch Wärmeaustausch die Tempera- tur des Mediums (z. B. Luft, Wasser) anneh- men, dessen Temperatur zu überwachen und gegebenenfalls zu beeinflussen ist. Diese Wär- meübertragung kann durch Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung oder elektrische Beheizung erfolgen.

Für eine Übertragung durch Wärmeleitung ist ein direkter Kontakt des Bimetalls mit der Wärmequelle notwendig.

Bei Wärmeübertragung durch Konvektion wird die Wärme durch eine Flüssigkeit oder ein Gas auf das Bimetall übertragen.

Wärmestrahlung spielt erst ab ungefähr 500 °C eine Rolle. Um eine gute Absorption der Wärme- strahlen zu erreichen, schwärzt man die Ther- mobimetal- le.

Eine äußere Erwärmung durch elektrische Be- heizung des Bimetalls erfolgt durch eine Heiz- wicklung oder eine untergelegte Heizspirale.

Bei der direkten elektrischen Erwärmung fließt der zu überwachende Strom durch das Bime- tall. Aufgrund des elektrischen Widerstands des Materials erwärmt sich dabei der Bimetall- streifen und biegt sich je nach Stromstärke und damit je nach Grad der Erwärmung mehr oder weniger stark.

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

In den folgenden Abbildungen wird das Ther- mobimetall entweder durch Wärmeleitung oder durch Wärmekonvektion erwärmt. Letzteres ist häufiger der Fall. Die Erwärmung erfolgt ent- weder durch erwärmte Luft, durch erwärmtes Wasser oder durch eine offene Flamme (Streichholz, Kerze).

Die Ausbiegung des Bimetalls wird entweder zur Schließung von Schaltkontakten oder zur Betätigung von Tastern verwendet.

Die folgenden Abbildungen zeigen einfache Bimetallschalter, mit denen unterschiedliche Steuerungs- und Regelungsprobleme gelöst werden können.

Abb. 60 zeigt ein Modell, bei dem das Bimetall als Schaltkontakt arbeitet. Der zweite Kontakt wird durch die Achse gebildet. Der unterhalb des Bimetalls angebrachte Winkelstein dient dazu, die Ansprechschwelle des Schalters festzulegen. Je kleiner der Abstand Achse– Bimetall eingestellt wird, um so geringer ist die Temperaturerhöhung, die benötigt wird, um den Schalter zu schließen.

Abb. 61 zeigt das Modell eines Ausschaltkon- taktes. Wird das Bimetall erwärmt, öffnet sich der Steuerstromkreis.

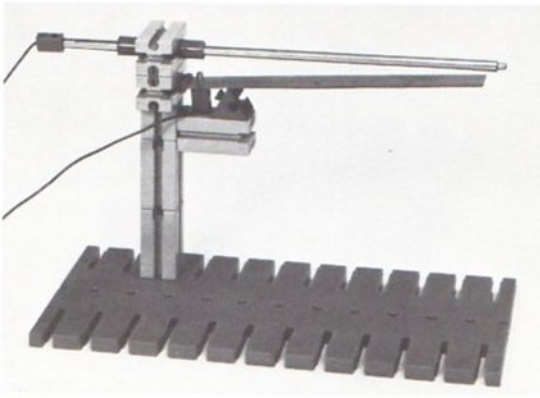


Abb. 60

Bei dem Modell in Abb. 62 wird die Stellkraft des Bimetalls ausgenutzt, um den Taster zu betätigen. Der Taster kann dabei als Ein- oder Austaster verwendet werden.

Damit die Stellkraft des Bimetalls auf den Schalter voll wirksam wird, ist das Bimetal bei diesem Modell abgewinkelt. Da der Taster einen verhältnismäßig großen Betätigungsweg hat, ergeben sich ziemlich lange Schaltintervalle. Dies kann sich nachteilig auf den Ablauf der Schaltvorgänge auswirken. Von Vorteil ist bei diesem Modell dagegen die einwandfreie und sichere Kontaktgabe.

Weitere Schaltvorrichtungen siehe Abb. 95 und 185 und Heft 3 A1 Abb. 57 bis 62, 85 und 127.

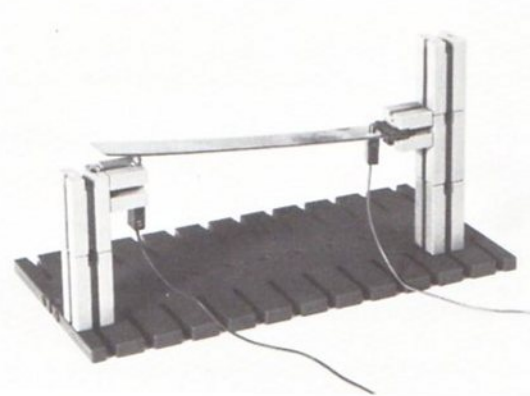


Abb. 61

1.4 Durch Licht betätigte Schalter: Fotowiderstand und Relais

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Eigenschaften

Eine Sonderstellung in der bis jetzt besprochenen Reihe der Schalter nimmt der Fotowiderstand ein. Er ist kein echter Schalter. Sein Übergangswiderstand nimmt nie den Wert „0“ oder „unendlich“ an, wie man das von einem mechanischen Schalter verlangt, wenn dieser geschlossen oder geöffnet wird.

Der Fotowiderstand ist, wie sein Name schon sagt, ein Widerstand, der seine Leitfähigkeit in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke ändert. Sein englischer Name *light dependent resistor*, abgekürzt LDR, gibt Aufschluß über diesen Zusammenhang.

Aufbau

Der Fotowiderstand besteht aus einer Cadmiumsulfidschicht, auf die zwei kammartige Metallschichten aufgedampft sind, die sich nicht berühren. Sie dienen als Stromleitungen. Cadmiumsulfid ist ein Halbleitermaterial, das bei Lichteinwirkung Elektronen freisetzt und damit leitfähig wird. Dadurch ist zwischen den getrennten Metallkämmen ein Stromfluß möglich, dessen Stärke von der Intensität der Beleuchtung abhängt.



Abb. 62

Schalten mit Hilfe des Fotowiderstandes

Der Fotowiderstand zeigt kein eindeutiges Schalterverhalten (siehe Heft 3 A 1 S. 36 ff.).

Will man mit Hilfe des Fotowiderstandes Schaltvorgänge auslösen, bei denen eindeutiges Schalterverhalten verlangt wird, so muß man zusätzlich ein Relais verwenden. Dieses wird mit dem Fotowiderstand in Reihe geschaltet und an eine Spannungsquelle angeschlossen.

Eine Beleuchtungsänderung auf dem Fotowiderstand bewirkt im Steuerstromkreis eine Änderung der Stromstärke. Ist diese bei Beleuchtung des Fotowiderstandes ausreichend groß, zieht das Relais an. Wenn man den Fotowiderstand abdunkelt und damit seine Leitfähigkeit verringert, sinkt die Stromstärke; das Relais fällt ab.

Eine kontinuierliche Beleuchtungsänderung des Fotowiderstandes bewirkt eine sich ändernde Stromstärke und damit eine entsprechend große magnetische Kraft in der Relaispule. Reicht sie aus, um den Relaisanker anzuziehen, so schalten die Relaiskontakte.

Lichtschanke

Wird der Fotowiderstand ständig von einer künstlichen Lichtquelle beleuchtet, so spricht man von einer *Lichtschanke*. Durch eine Unterbrechung einer solchen Lichtschanke können Schaltvorgänge ausgelöst werden.

Die maximale Lichtschankeweite, d. h. die größtmögliche Entfernung zwischen Lichtquelle und Fotowiderstand, bei der noch ein einwandfreies Ein- oder Ausschalten des Relais möglich ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Sie kann größer werden, wenn man die Spannung im Steuerstromkreis erhöht, wenn die Lichtleistung der Lampe gesteigert wird oder wenn das Licht der Lampe, die den Fotowiderstand beleuchtet, mit Hilfe einer Linse gebündelt wird.

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Daß der Fotowiderstand seinen Widerstandswert in Abhängigkeit von der ihn treffenden Beleuchtungsstärke ändert, kann mit einem Versuch wie in Abb. 63 nachgewiesen werden. Glühlampe und Fotowiderstand sind in Reihe an eine Spannungsquelle angeschlossen. Bei abgedunkeltem Fotowiderstand leuchtet die Glühlampe nicht. Zwar fließt in diesem Strom-

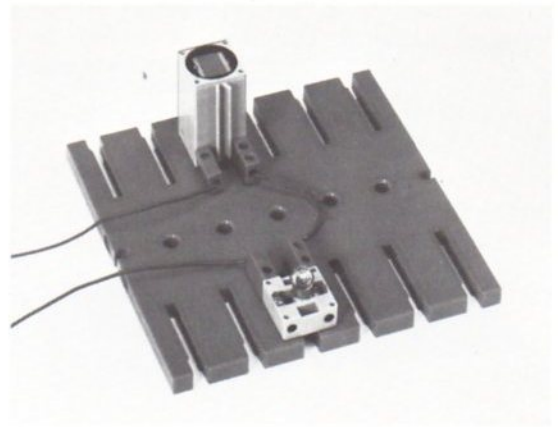


Abb. 63

kreis Strom, jedoch ist er zu gering, um die Lampe zum Leuchten zu bringen. Beleuchtet man den Fotowiderstand intensiv, so leuchtet die Glühlampe auf, da der Widerstandswert des Fotowiderstandes nun stark reduziert ist.

Wie bereits erwähnt, erhält man ein eindeutiges Schalterverhalten des Fotowiderstands nur in Verbindung mit einem Relais. Abb. 64 zeigt ein entsprechendes Modell. Hier sind Fotowiderstand und Relais in Reihe geschaltet. Das Relais zieht dann an, wenn sich aufgrund einer intensiven Beleuchtung des Fotowiderstands dessen Widerstandswert so stark verringert, daß im Stromkreis ein Strom fließen kann, der ausreicht, um das Relais zu steuern.

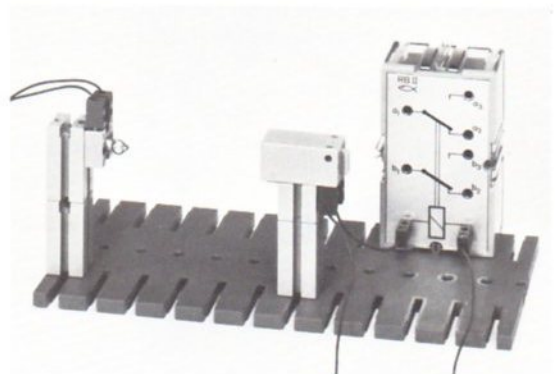


Abb. 64

Bei diesem Versuchsaufbau ist die maximale Lichtschankeweite verhältnismäßig gering (ca. 5 cm).

Benötigt man für bestimmte Aufgaben größere Lichtschrankenweiten, so muß man das Licht der Linsenlampe mit der fischertechnik-Linse bündeln und so ausrichten, daß der Lichtpunkt den Fotowiderstand trifft (Abb. 65). Damit sind, wenn Störlicht auf dem Fotowiderstand vermieden wird, Lichtschrankenweiten bis zu 40 cm erreichbar.

Weitere Hinweise zu Fotowiderstand und Linse und zum Aufbau von Lichtschranken siehe Heft 3 A 1.

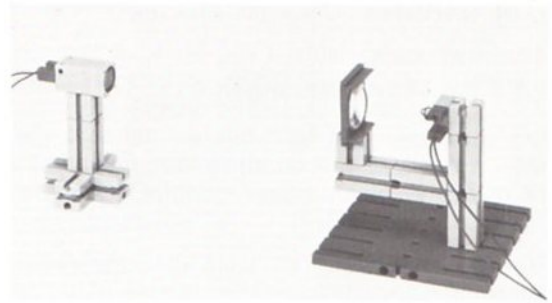


Abb. 65

2. Energiewandler

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

In Überwachungs-, Steuerungs- und Regelanlagen werden Energiewandler benötigt. Sie haben unterschiedliche Funktionen zu erfüllen. Unter anderem werden sie als Meldegeräte, als Stell- oder Antriebsglieder in solchen Anlagen eingesetzt. Dazu muß die in der Informationsverarbeitung dieser Anlagen verwendete elektrische Energie in eine andere Energieart umgewandelt werden. In Meldegeräten wird die elektrische Energie in optische oder akustische Signale umgewandelt, in Stell- und Antriebsgliedern erfolgt eine Umwandlung der elektrischen Energie in mechanische Bewegung.

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Zum Aufbau von Geräten mit Überwachungsfunktion werden Signalgeber benötigt, die den Zustand der Anlage oder des Prozesses anzeigen, bzw. bestimmte, vorher festgelegte Grenzwerte melden, um eine Beschädigung der Anlage zu vermeiden oder um auf drohende Gefahren aufmerksam zu machen. Solche Überwachungsanlagen können mit Hilfe der Lernbaukästen als Modelle dargestellt werden. Einige Beispiele hierzu werden im folgenden aufgezeigt.

Um Steuerungs- und Regelungsprozesse modellhaft darzustellen, ist es erforderlich, geeignete Steuerstrecken bzw. Regelstrecken aufzu-

bauen und diese über Stellglieder zu beeinflussen. Dazu werden in diesem Kapitel ebenfalls Vorschläge zum Bau von geeigneten Modellen gemacht.

Die Zusammenstellung der folgenden Modellbeispiele orientiert sich an den Bauteilen *Magnet*, *Motor* und *Glühlampe*. Sie sind hier unter dem Aspekt der Energiewandlung dargestellt und haben in diesem Kapitel eine zweistellige Ziffer.

Die Abschnitte mit Beispielen der technischen Anwendung dieser Energiewandler, die unter Verwendung anderer Bauelemente verhältnismäßig einfach zusammengebaut werden können und die für eine Darstellung von Steuerungs- und Regelungsvorgängen als Stellglieder oder als Teile der Steuer- oder Regelstrecke benötigt werden, haben im Text eine dreistellige Kennziffer.

2.1 Elektromagnet

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Wird ein Elektromagnet eingeschaltet, so entsteht an seinen Polen ein magnetisches Kraftfeld. Dadurch ist er imstande, Metallteile aus ferromagnetischem Material anzuziehen oder festzuhalten. Schaltet man den Magneten ab, so verliert er seine magnetische Kraft.

Aufgrund dieser Eigenschaft läßt er sich gut für den Bau von Schließmechanismen und Verriegelungen, für die Betätigung von Stoßklinken bei Zählwerken und für die Konstruktion von Magnetventilen verwenden.

2.1.1 Schließvorrichtungen

Bei Verriegelungen kann der Magnet so eingesetzt werden, daß er durch ein entsprechendes Schaltsignal einen Riegel freigibt oder eine Tür zuschlagen läßt.

Das Modell in Abb. 66 stellt eine für dieses Problem sehr einfache Lösung dar. Ein Fallriegel über der Türe wird durch den eingeschalteten Magneten gehalten. In diesem Zustand kann die Türe geöffnet und geschlossen werden. Wird der Magnet durch ein entsprechendes Signal nur kurzfristig ausgeschaltet, fällt der Riegel herab und verschließt die Türe. Dies funktioniert allerdings nur, wenn sich die Türe in der Ruhestellung befindet, also geschlossen ist.

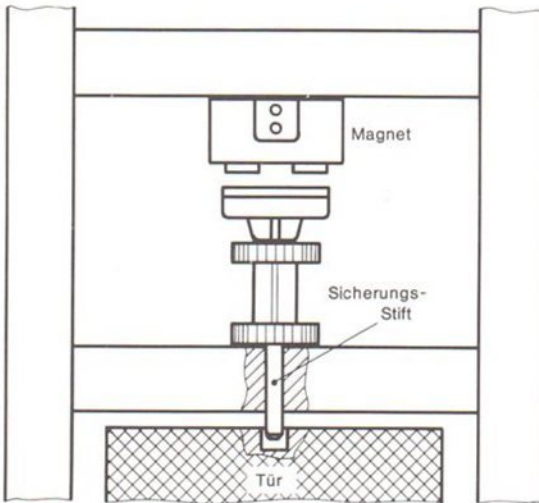


Abb. 66

Sicherer und zweckmäßiger arbeitet die Vorrichtung in Abb. 67. Hier wird eine Falltüre durch einen drehbar gelagerten Hebel offengehalten. Schaltet man den Magneten aus, so kippt der Hebel unter dem Druck der Türe weg. Die Türe fällt zu.

Die Abb. 68 und 69 zeigen Modelle von Schwenktüren, die durch Federgelenksteine geschlossen werden, wenn man den Magneten ausschaltet. Die Modelle sind jeweils im geöffneten (a) und geschlossenen (b) Zustand abgebildet.

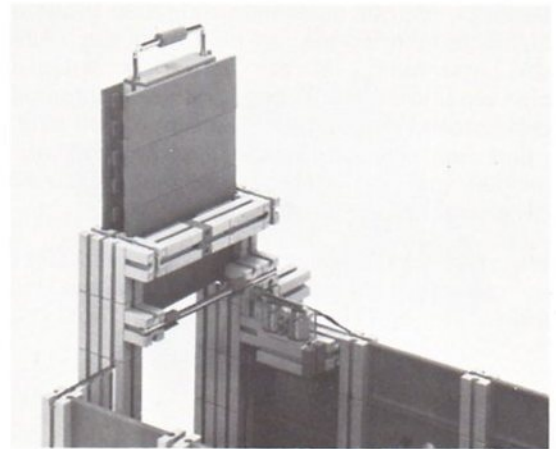


Abb. 67

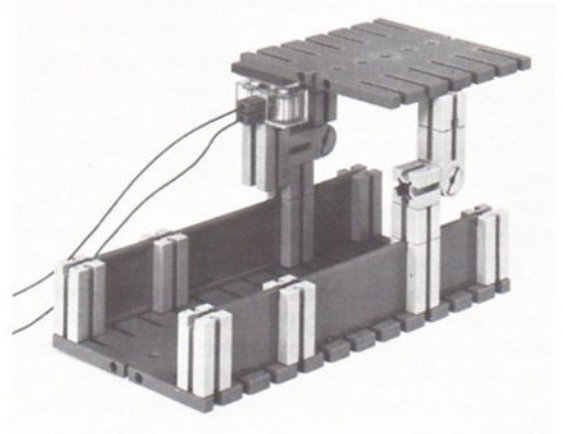


Abb. 68a

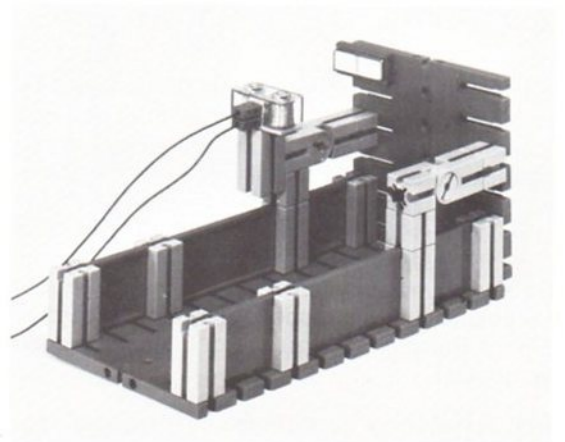


Abb. 68b

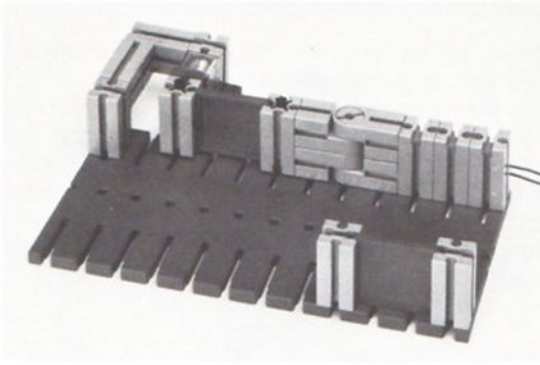


Abb. 69a

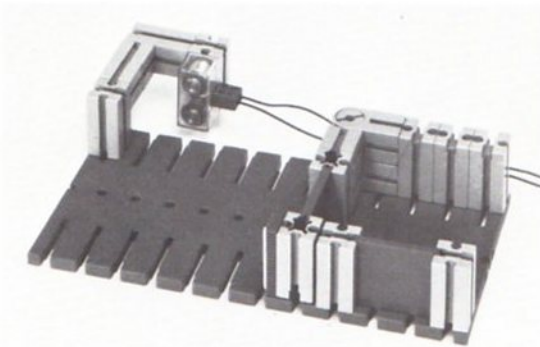


Abb. 69b

2.1.2 Betätigung von Stoßklinken

Wird der Elektromagnet mit einer Stoßklinge kombiniert, kann er zur Betätigung von Zählwerken verwendet werden. Aufbau und Funktion solcher Zählwerke sind im Abschnitt 2.4 näher beschrieben.

2.1.3 Magnetventile

Funktion

Bei Abfüllanlagen werden mit Hilfe von automatischen Steuerungen und Regelungen Flüssigkeiten abgefüllt oder nachgefüllt. Hierbei spielen Ventile eine wichtige Rolle. Besonders geeignet sind hierfür Magnetventile.

Ein wichtiges Bauteil eines solchen Magnetventils ist ein Stößel, der am unteren Ende einen Dichtstopfen trägt, um die Ventilöffnung zu verschließen. Am oberen Ende befindet sich eine Metallplatte, die vom Elektromagneten angezogen werden kann.

Konstruktion

Bei der Auswahl des Dichtstopfens muß unter Berücksichtigung der Größe der Ventilöffnung auf guten Sitz und optimale Abdichtung geachtet werden. Dabei ist es günstig, wenn zwischen Ventilöffnung und Dichtstopfen eine größere Dichtfläche entsteht, damit das Ventil gut schließt.

Als Behälter, aus denen Flüssigkeit abgefüllt werden soll, eignen sich trichterförmige Gefäße, deren Abfluß mit verhältnismäßig geringem Aufwand mit Hilfe des Stößels geöffnet bzw. geschlossen werden kann.

Ähnliche Ventilkonstruktionen sind aber auch bei Gefäßen mit flachem Boden möglich. Hier kann an der für eine Öffnung vorgesehenen Stelle ein Loch mit ca. 4,5–5 mm Durchmesser gebohrt werden.

Als Dichtstopfen eignen sich sowohl flache Gummischeiben, die auf die Achse gesteckt werden, wie auch ein weicher Gummischlauch, der mehrfach über die Achse gestreift wird. Die Abb. 70 zeigt verschiedene Lösungen, wie ein Ventilverschluß aussehen kann.



Abb. 70

Für die Betätigung des Stößels durch den Magneten gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder wird der Stößel mit Hilfe der runden Rückschlußplatte direkt vom Magneten angehoben, wie das Abb. 71 zeigt, oder der Stößel wird über einen Kipphebel betätigt. Abb. 72 zeigt dazu eine Skizze. Der Magnet kann bei dieser Konstruktion entweder den Ventilverschluß anheben oder zudrücken, wenn er eingeschaltet wird. Zuvor muß allerdings der Hebelarm entsprechend ausgewogen werden, damit die Magnetkraft ausreicht, das Ventil zu öffnen oder zu schließen.

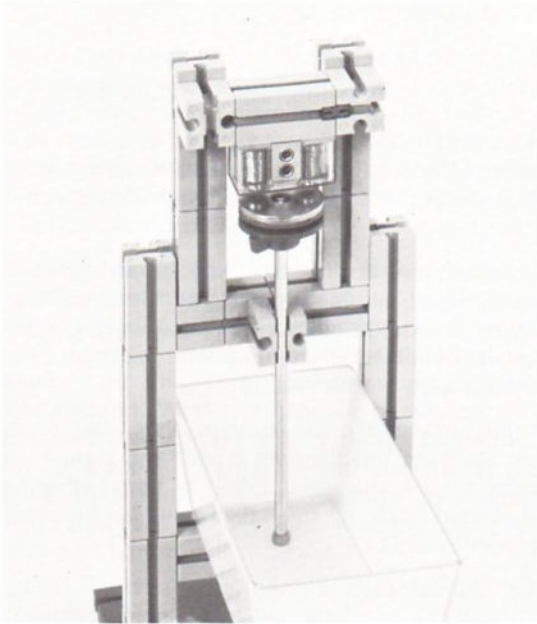


Abb. 71

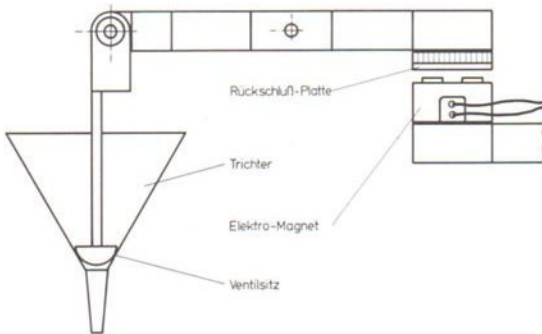


Abb. 72

2.2 Motor und Getriebe

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Verwendungszweck

Der Motor kann bei Modellen, die zur Darstellung von Steuerungs- und Regelungsvorgängen dienen, unterschiedliche Funktionen übernehmen. In den meisten Fällen setzt man ihn ein, um eine kontinuierliche Drehbewegung für die Betätigung von Signalgebern, Programmschaltern, Stell- und Antriebsvorrichtungen zu erhalten.

Gleichförmig übersetzende Getriebe

Meist ist es erforderlich, die hohe Drehzahl des Motors zu reduzieren.

Hierfür eignen sich in erster Linie gleichförmig übersetzende Getriebe mit Übersetzungen ins Langsame, besonders der im Lernbaukasten u-t-2 enthaltene Getriebehälter mit Schnecke und das Stufengetriebe. Sehr große Übersetzungen ins Langsame erhält man dann, wenn man Schnecke und Stufengetriebe kombiniert, wie dies die Abb. 73 und 74 zeigen.

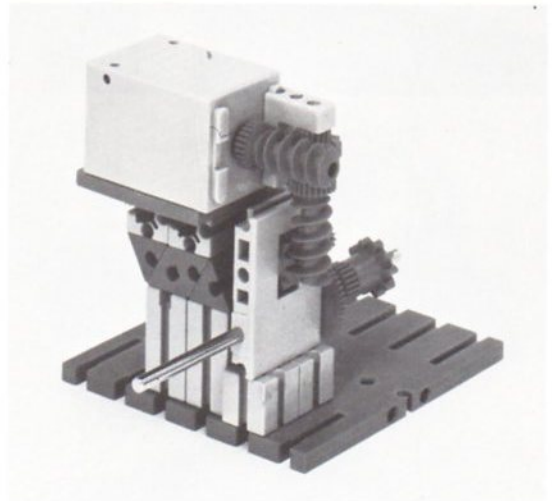


Abb. 73

Schrittschaltwerke

Eine weitere Möglichkeit, sehr niedrige Drehzahlen zu erzielen, bietet die Konstruktion von sogenannten Schrittschaltwerken, mit deren Hilfe eine kontinuierliche Drehbewegung der Antriebswelle, also der Motorwelle, in eine schrittweise Drehbewegung der Abtriebswelle umgeformt werden kann.

MODELLBEISPIELE

Bei dem Modell in Abb. 74 wird die Drehzahl der Motorwelle mit Hilfe der zweiten Schnecke und des Stufengetriebes sehr stark reduziert. Die Nabe auf der Abtriebswelle des Stufengetriebes dreht sich mit einer Übersetzung ins Langsame von 2400:1. Die Flügel der Nabenverschraubung drehen nach jeder halben Umdrehung das Zahnrad Z 40 um zwei Zähne weiter. Das Zahnrad dreht sich also bei zehn Umdrehungen der Nabe einmal, so daß die Gesamtübersetzung dieses Schrittschaltgetriebes 24 000:1 beträgt.

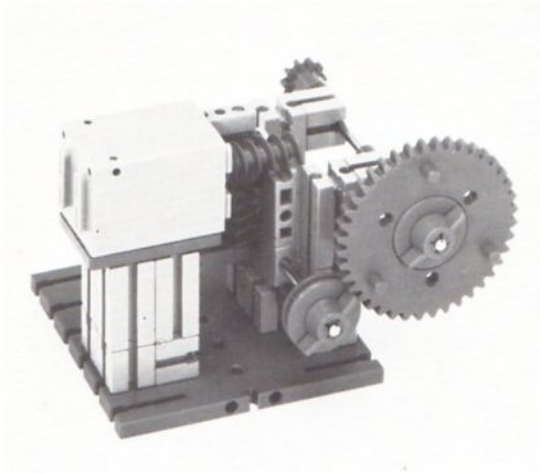


Abb. 74



Abb. 75b

Das Modell in Abb. 75a und b zeigt ein Schrittschaltwerk, bei dem bei je einer Umdrehung der Eingangswelle das große Zahnrad um einen Zahn weitergeschoben wird.
In Abb. 75b ist der Antriebsmechanismus des Schrittschaltwerkes besonders deutlich zu sehen.

Bei dem Modell in Abb. 76 werden bei einer Umdrehung der Segmentscheibe die Drehscheibe und damit das Zahnrad Z 20 um ein Sechstel ihres Umfangs weitergedreht.

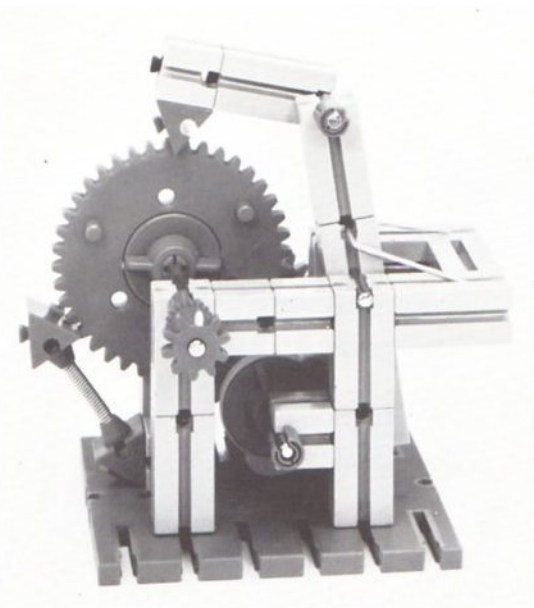


Abb. 75a

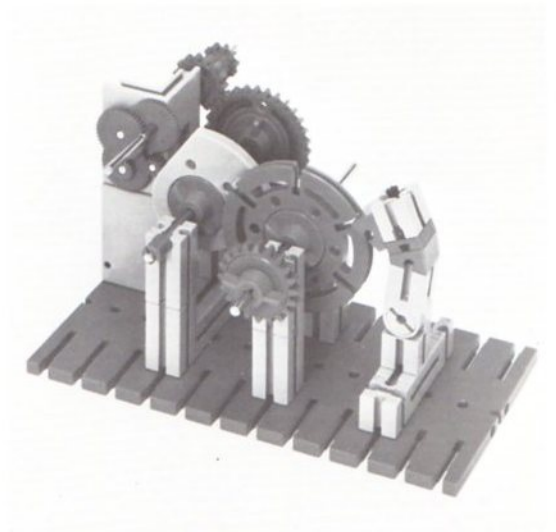


Abb. 76

Das letzte Modell dieser Reihe in Abb. 77a und b zeigt ein Schrittschaltwerk, bei dem die Länge der Schwinge (im Bild rechts bei Abb. 77a) durch Verschieben des Winkelsteins verändert werden kann. Damit kann die Anzahl der Zähne bestimmt werden, um die bei einer Umdrehung



Abb. 77a

der Kurbel das Zahnrad weiterbewegt wird. Deshalb eignet sich dieses Schrittschaltwerk gut für den Aufbau von Modellen, bei denen Arbeitsvorgänge in einem bestimmten Zeitraum ablaufen bzw. Bewegungen von Transportvorrichtungen innerhalb einer bestimmten Wegstrecke ausgeführt werden müssen.

Abb. 77b zeigt den Gesamtaufbau des Modells.

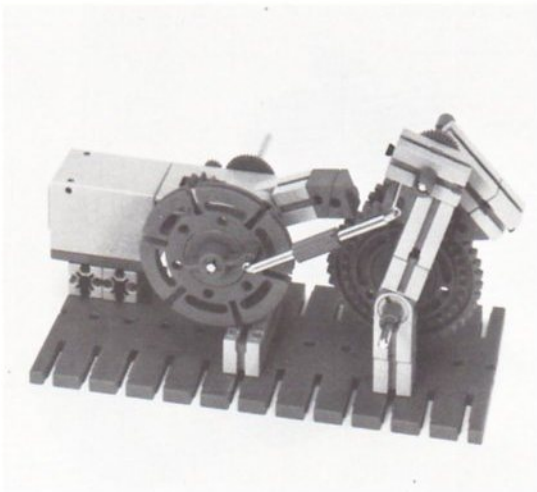


Abb. 77b

2.2.1 Ventilatoren

Will man Steuerungs- und Regelungsvorgänge unter Zuhilfenahme von Ventilatoren darstellen, die zur Belüftung oder Kühlung eingesetzt werden sollen, so können solche Ventilatoren

aus fischertechnik-Bauelementen gebaut werden. Die folgenden Abbildungen zeigen einige Lösungen.

MODELLBEISPIELE

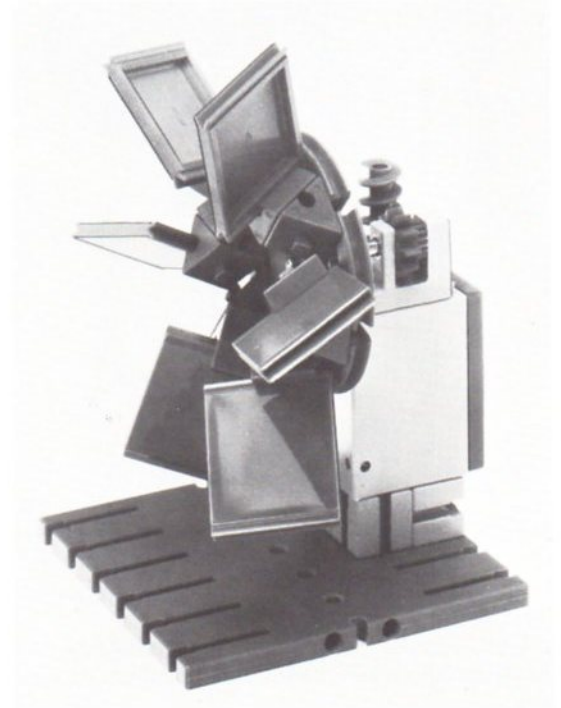


Abb. 78



Abb. 79

Bei dem Modell in Abb. 78 bestehen die Ventilatorflügel aus Flachbausteinen, die an Winkelsteinen befestigt sind. Beim Modell in Abb. 79 wurden ein fischertechnik-mini-Motor und eine fischertechnik-Luftschaube verwendet, die beide in Zusatzpackungen erhältlich sind. Bei diesem Modell ist durch die höhere Drehzahl die Kühlung bzw. die Belüftung wirkungsvoller. Je nach Drehrichtung der Luftschaube wird die Luft angesaugt oder weggedrückt.

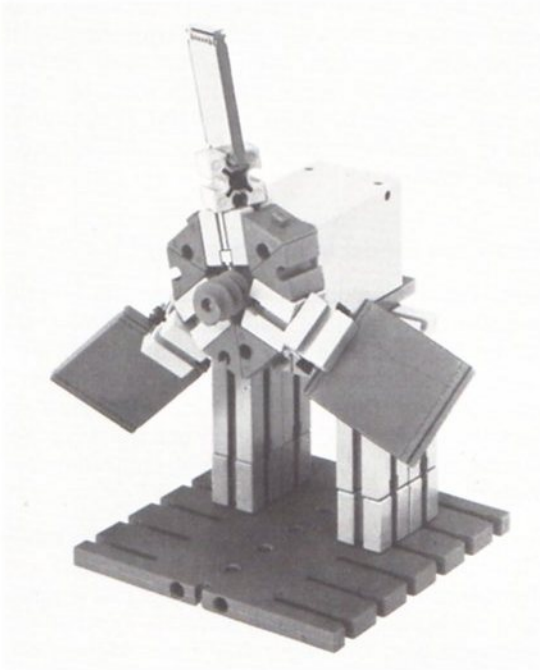


Abb. 80

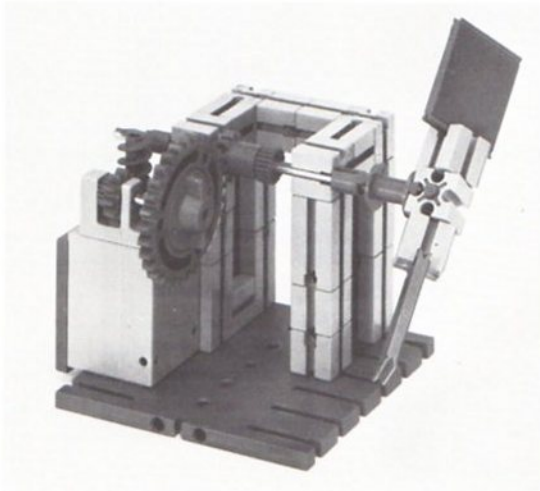


Abb. 81

Die Modelle in Abb. 80, 81 und 82 sind in ihrem Aufbau ebenfalls recht einfach. Durch die Verwendung von Bausteinen mit runden Zapfen verfügen sie über verstellbare Ventilatorflügel. Ihr Anstellwinkel kann beliebig verändert werden. Damit läßt sich der optimale Wirkungsgrad der Ventilatoren herausfinden. Bei dem Modell in Abb. 80 klemmt sich der Ventilatorflügel mit Hilfe eines Federkontaktes selbsttätig auf der Motorschnecke fest, wenn diese sich entgegen dem Uhrzeigersinn dreht.

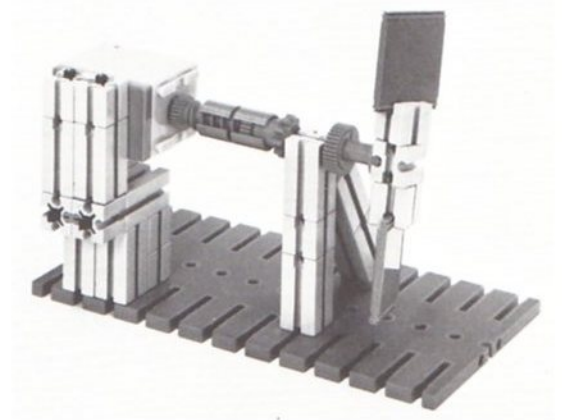


Abb. 82

2.2.2 Pumpe

PSN-Kreiselpumpe

Mit dem fischertechnik-Motor und einer kleinen PSN-Kreiselpumpe, die im Hobbybedarf erhältlich ist, kann man ein sehr leistungsfähiges Pumpenaggregat bauen (Abb. 83).

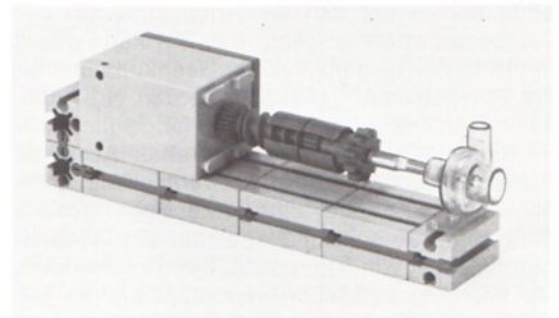


Abb. 83

Um eine optimale Leistung der Pumpe zu erzielen, ist es notwendig, sie direkt mit der Motorschnecke zu koppeln. Wichtig ist dabei, daß die Motorwelle und die Antriebswelle fluchten. Diese Bedingung ist gegeben, wenn die Montage so vorgenommen wird, wie es die Abb. 83 zeigt. Die Pumpe kann dabei auf einen Grundbaustein geklebt oder aufgeschraubt werden.

Sollten nach dem Zusammenbau Pumpenwelle und Motorwelle nicht fluchten, so kann dieser Fehler durch Verschieben des Motors korrigiert werden. Die Zeichnungen in Abb. 84 zeigen die falsche und die richtige Montage.

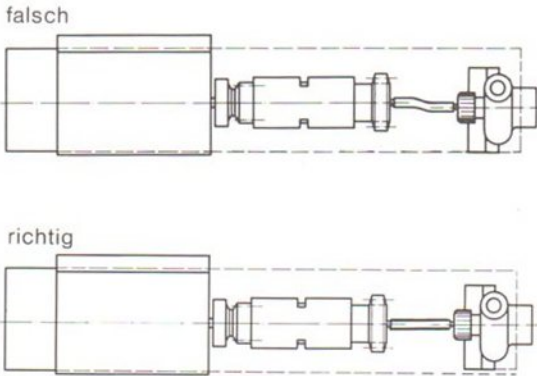


Abb. 84

Antrieb

Für die Verbindung der Motorschnecke mit der Pumpenwelle gibt es unterschiedliche Lösungen.

Bewährt hat sich die Verwendung einer Schubstange 30 aus den fischertechnik-Kästen mini-mot 1 oder mini-mot 12, die an einem Ende bereits auf den Achsendurchmesser der Pumpe reduziert ist (Abb. 85). Sie kann direkt mit Hilfe der beigegefügt Schlauchkupplung an die Pumpenwelle gekoppelt werden (vgl. Abb. 193). Steht eine solche Schubstange nicht zur Verfügung, kann man sich mit einer Achse 30 helfen. Dazu ist es aber notwendig, die Pumpenwelle mit Hilfe eines Messingröhrchens oder eines Gummischlauches auf den Achsendurchmesser von 4 mm aufzufüttern. Dann kann sie mit Hilfe einer Schlauchkupplung mit der Achse gekoppelt werden. Das Gummi für die Schlauchkupplung sollte nicht zu weich sein,

damit keine Verwindungen auftreten. Die Achse 30 wird in ein Ritzel Z 10 geklemmt.



Abb. 85

Die Verbindung zwischen Ritzel und Motorschnecke kann mit einer Kupplungshülse aus dem Lernbaukasten u-t 3 hergestellt werden. Wenn eine solche Hülse nicht zur Verfügung steht, so kann man ein Stück Gummischlauch verwenden, der über den Schaft des Ritzels und die Motorschnecke gezogen wird. Notfalls gelingt eine Verbindung auch mit Klebeband, das in mehreren Lagen um Ritzel und Schnecke gewickelt wird.

Kontrollen vor der Inbetriebnahme

Beim Zusammenkuppeln von Motor und Pumpe ist darauf zu achten, daß das Pumpenlaufrad an der Lagerbüchse anliegt. Die Schaufeln des Laufrades dürfen nicht am Gehäuse schleifen, was vor allen Dingen bei senkrechtem Betrieb vorkommen kann, da dadurch die Reibung der Pumpe erhöht wird und sie bei längerem Betrieb zerstört werden kann.

Die Stopfbüchse der Pumpe muß vor Inbetriebnahme so eingestellt werden, daß sich das Pumpenrad leicht drehen läßt. Da die Pumpe nur optimal arbeitet, wenn sich das Pumpenrad entgegen dem Uhrzeigersinn dreht (siehe Abb. 86), muß der Motor entsprechend gepolt werden.

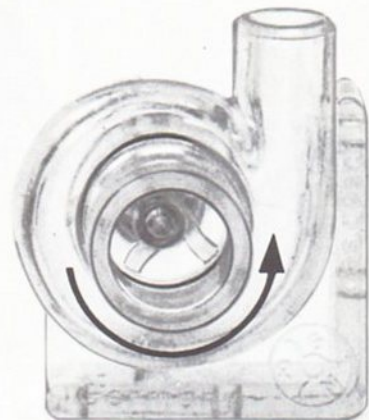


Abb. 86

Position der Pumpe

Da Kreiselpumpen nicht selbstansaugend sind, ist es zweckmäßig, die Pumpe als Tauchpumpe zu verwenden. Hierzu wird nur die Pumpe – nicht der Motor – ins Wasser getaucht (Abb. 87). Die Pumpe kann so das im Pumpengehäuse vorhandene Wasser transportieren. In diesem Fall braucht auch die Stopfbüchse nicht zu dichten; sie kann locker angezogen sein.

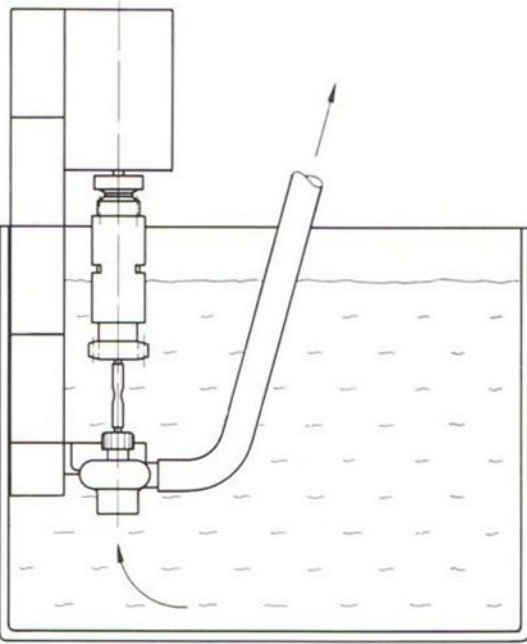


Abb. 87

Soll die Pumpe nicht direkt im Wasserbassin arbeiten, sondern außerhalb, so montiert man sie zweckmäßigerweise so, daß ihr das zu fördernde Wasser direkt vom Wasserbehälter zufließen kann (Abb. 88).

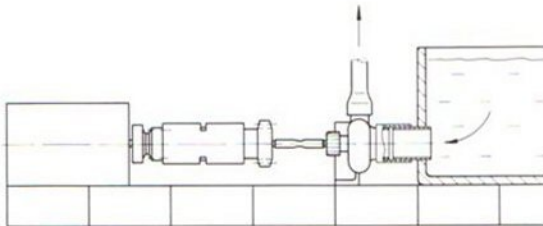


Abb. 88

2.3 Meldegeräte

Bei den Meldegeräten unterscheidet man optisch anzeigende und akustisch anzeigende Melder.

Zunächst sollen unterschiedliche Konstruktionen für den Bau von optisch anzeigenden Meldegeräten vorgestellt werden.

2.3.1 Meldegeräte mit optischem Signal: Blinker

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Signallampen

Den einfachsten optischen Melder stellt eine Glühlampe dar. Haben Meldelampen unterschiedliche Funktionen, so kann dies durch verschiedenfarbige Leuchtkappen deutlich gemacht werden.

Blinklampen

Wirksamer als eine ständig leuchtende Meldeleuchte ist ein Blinklicht, da es auffälliger ist.

Es gibt verschiedene technische Lösungen für Blinklichter. Eine davon stellt z. B. ein Hohlspiegel dar, der um eine Lampe rotiert und dabei deren Licht bündelt und reflektiert. Der Blinkeffekt wird dadurch hervorgerufen, daß der rotierende Hohlspiegel für den Betrachter abwechselnd die Lampe verdeckt und dann wieder stark gebündeltes Licht reflektiert.

Eine weitere technische Lösung für ein Blinklicht ergibt sich durch ständig wechselndes Ein- und Ausschalten einer Lampe. Das technische Grundprinzip eines solchen Blinklichts ist das automatische Öffnen und Schließen des Lampenstromkreises.

Dies kann mit unterschiedlichen Schaltelementen vorgenommen werden. Das selbsttätige Unterbrechen des Stromkreises wird entweder durch einen motorbetriebenen Schaltmechanismus oder durch eine *zwangsläufige Rückkopplung* innerhalb des Schaltungsaufbaus (ähnlich der Selbstunterbrechung bei einer Klingel) realisiert. Dabei muß man jedoch eine geringe Blinkfrequenz vorsehen, um das Ein- und Ausschalten der Lampe optisch wahrnehmbar zu machen.

Die technischen Lösungen für eine solche Selbstunterbrecherschaltung sind vielfältig und sehr unterschiedlich. Das Grundprinzip besteht darin, daß immer, wenn der Lampenstromkreis eingeschaltet wird, ein Schaltelement über ein Verzögerungsglied betätigt wird, um diesen Stromkreis zu unterbrechen. Als Verzögerungsglieder verwendet man unter anderem Heizdrähte oder Bimetalle. Nach einer kurzen Pause wird diese Verzögerung wieder rückgängig gemacht; die Lampe leuchtet wieder auf.

Motorbetriebene Blinker

Setzt man einen Motor zur Betätigung des Schaltelements für das Blinklicht ein, so handelt es sich um eine einfache Programmsteuerung. Dabei wird das Schaltelement meist durch eine Schaltnocke betätigt, die so ausgebildet ist, daß das Schaltelement für eine bestimmte Zeit öffnet und danach für eine bestimmte Zeit wieder schließt. Die Anzahl der Schaltvorgänge pro Zeiteinheit hängt ab von der Drehzahl des Antriebsmotors.

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Taster als Blinkerschalter

Am einfachsten läßt sich ein Blinklicht mit Hilfe eines fischertechnik-Tasters herstellen. Dieser gewährleistet die größte Funktionssicherheit. Wird er, wie die Abb. 89 zeigt, durch verstellbare Schaltscheiben betätigt, so kann die Blinkfrequenz bei diesem Blinklicht beliebig geändert werden.

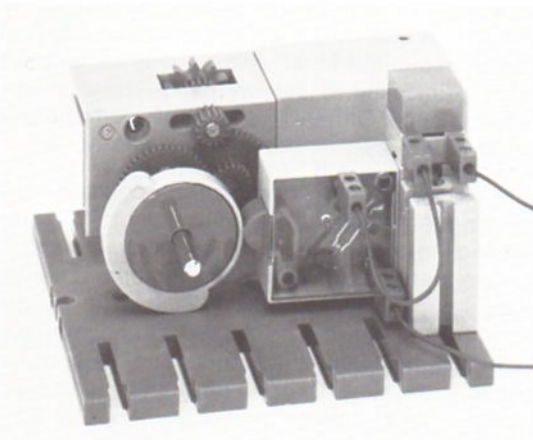


Abb. 89

Da der Taster als Umschalttaster ausgebildet ist, können auch zwei Blinklampen wechselseitig betätigt werden.

Aus Einzelteilen gebaute Blinkerschalter

Wird der Taster bereits anderweitig bei einem Modell verwendet, so eignet sich als Schaltelement auch eine Schwingfeder, die entweder mechanisch durch eine Nockenscheibe oder durch einen Magneten betätigt wird. Die Abb. 90 und 91 zeigen solche Lösungen. Der Schalter des mechanisch betätigten Blinkers ist als Aus-Taster konstruiert, der magnetisch betätigte Schalter arbeitet als Ein-Taster.

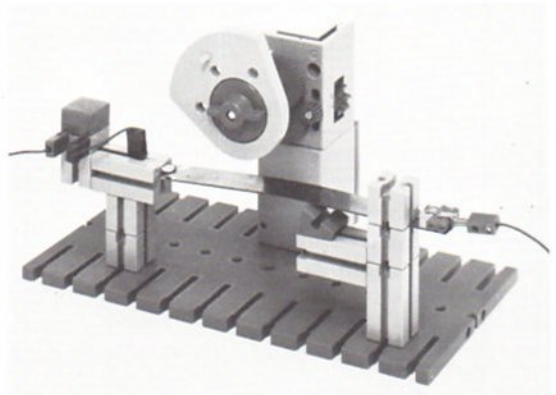


Abb. 90

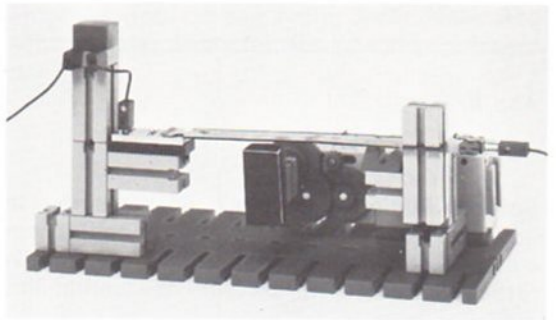


Abb. 91

Reedkontakt als Blinkerschalter

Darüber hinaus läßt sich auch der Reedkontakt als Schalter für ein Blinklicht einsetzen. Er wird durch den Dauermagneten betätigt (Abb. 92). Beim Aufbau eines solchen Modells muß auf den richtigen Abstand zwischen Magnet und Reedkontakt geachtet werden.

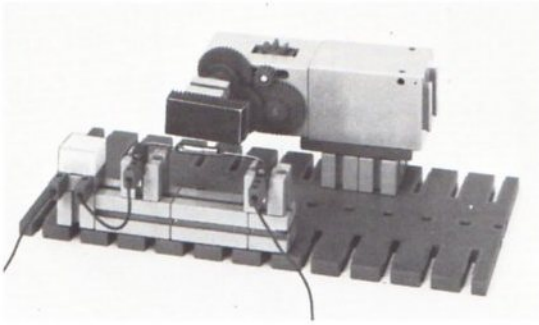


Abb. 92

Selbstunterbrecher

Bei Blinklichtern mit Selbstunterbrecherschaltung muß auf technische Systeme zurückgegriffen werden, die im Vergleich mit der Selbstunterbrechung bei einer Klingel verhältnismäßig langsame Schaltintervalle möglich machen. Da Selbstunterbrecher als Blinklichtschaltungen im Modell schwer darzustellen und bautechnisch nur aufwendig zu realisieren sind, eignen sie sich nicht besonders gut als Melder für Überwachungsanlagen. Da sie jedoch in der technischen Wirklichkeit eine große Rolle spielen, soll hier auf ihre Funktion eingegangen werden. Zwei Modellbeispiele werden im folgenden vorgestellt.

Pendelblinker

Beim Pendelblinker oder – genauer gesagt – Pendelunterbrecher, wird ein Magnet im Rhythmus des schwingenden Pendels ein- bzw. ausgeschaltet. Die Abb. 93 zeigt ein solches Modell, die Abb. 94 den entsprechenden Schaltplan.

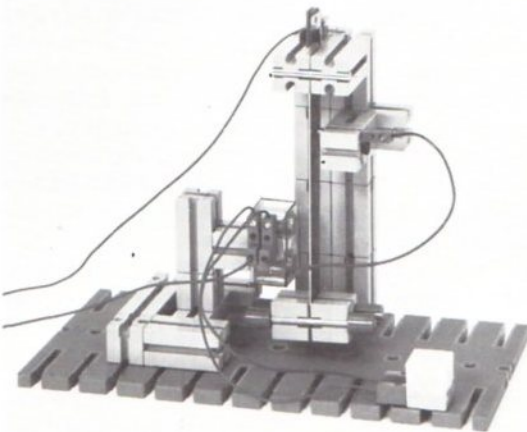


Abb. 93

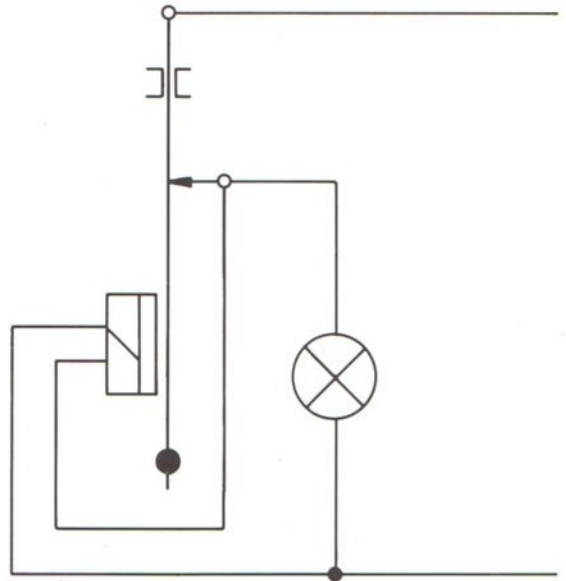


Abb. 94

Bei jedem Rückschwung berührt das Pendel den Schaltkontakt und schließt dadurch den Stromkreis des Elektromagneten. Dieser zieht das Pendel an und unterbricht damit seinen eigenen Stromkreis; das Pendel schwingt zurück und schließt den Stromkreis wieder.

Das Blinklicht ist parallel zum Magneten geschaltet und wird dadurch mit diesem ein- und ausgeschaltet.

Das Gewicht am Ende der Schwingfeder dient der Verringerung der Blinkfrequenz.

Um eine einwandfreie Funktion des Modells zu erreichen, ist die Einstellung des Abstands zwischen Magnet und Pendel und Pendel und Schaltkontakt sehr sorgfältig vorzunehmen.

Ein Nachteil dieser Schaltung ist, daß das Modell beim Einschalten des Stromkreises nicht selbsttätig anschwingt, da die Kraft des Magneten nicht ausreicht, um das Pendel anzuziehen.

Bimetall als Blinkerschalter

Die Funktion des Bimetallblinkers in Abb. 95 beruht ebenfalls auf dem Prinzip der Selbstunterbrechung. Durch ein Heizelement, in diesem Fall eine Soffittenlampe (6 V, 10 W), wird das Bimetall erwärmt. Da es sich durch Erwärmung verbiegt, öffnet es den Schaltkontakt. Die Soffittenlampe wird dadurch ausgeschaltet. Ist das Bimetall abgekühlt, so schließt es den

Schaltkontakt. Der Zyklus beginnt wieder von vorne. Die Blinklampe selbst ist parallel zum Heizelement geschaltet. Das Schaltbild in Abb. 96 verdeutlicht diesen Zusammenhang.

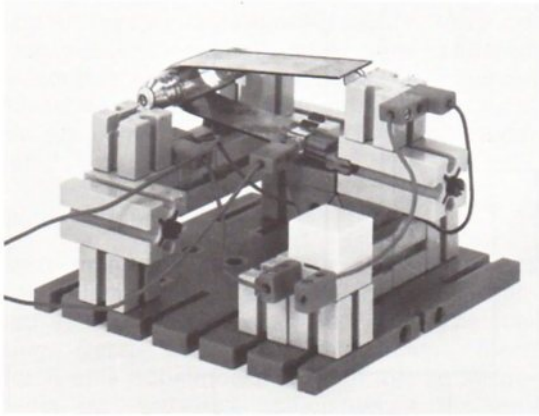


Abb. 95

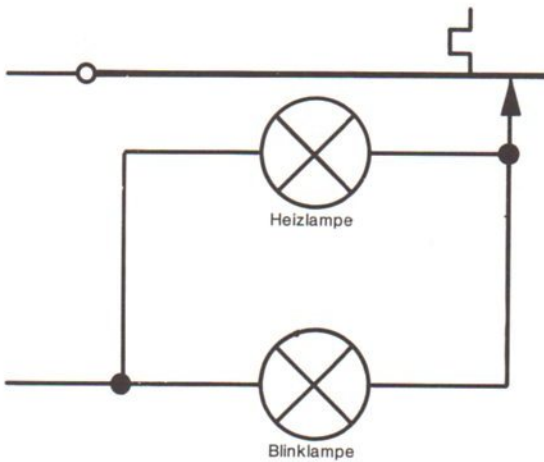


Abb. 96

Die Halterung für die Soffittenlampe ist einfach herzustellen (Abb. 97). Damit die Lampe sicher festgehalten wird, werden die zwei Kontaktstücke mit einer Bohrung versehen. Die Abb. 98 zeigt die Befestigung des Bimetalls und des Schaltkontakts.

Bei diesem Modell muß eine Soffittenlampe als Heizquelle verwendet werden, weil die Hitzentwicklung einer oder mehrerer Linsenlampen zu gering ist, um das Bimetall ausreichend zu erwärmen. Damit würde die Blinkfrequenz zu gering (1 Schaltimpuls in 2 bis 3 Minuten).

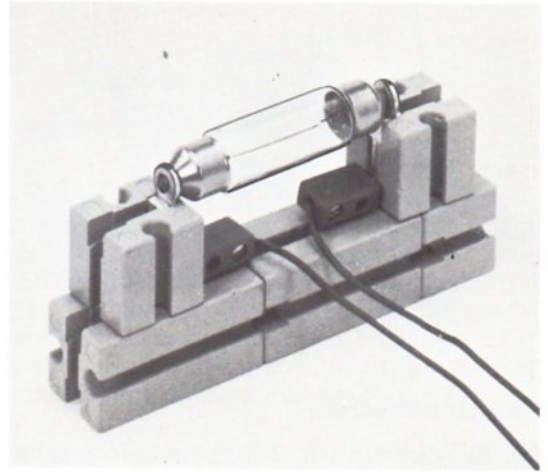


Abb. 97

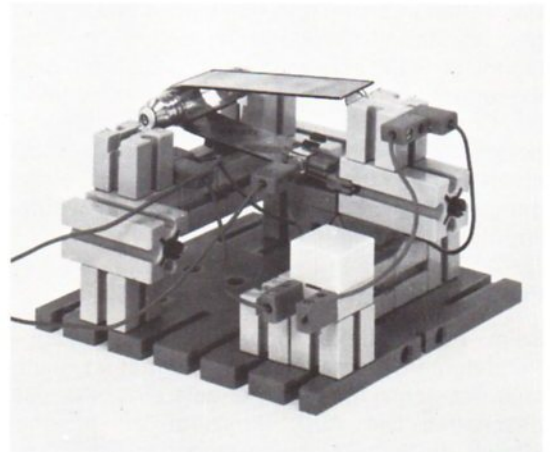


Abb. 98

Um eine befriedigende Funktionssicherheit des Modells zu erreichen, muß der Schaltkontakt sehr genau eingestellt werden. Trotzdem bleibt die Blinkfrequenz noch niedrig (ca. 3 Schaltimpulse pro Minute), da sich der große Bimetallstreifen nur langsam erwärmt und ebenso langsam wieder abkühlt. Wegen der hohen Stromaufnahme der Lampe bilden sich am Schaltkontakt Funken. Mit der Zeit verzundert er, so daß Kontaktunterbrechungen auftreten. Auch dieses Modell eignet sich wegen der auftretenden Kontaktfehler und der niedrigen Blinkfrequenz nicht als Melder.

In der technischen Wirklichkeit (z. B. Autowarnlampen) werden diese Nachteile durch die Verwendung sehr kleiner Bimetallstreifen und durch besseres Kontaktmaterial ausgeschaltet.

2.3.2 Meldegeräte mit akustischem Signal: Summer

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Funktionsprinzip

Akustische Melder wie Klingel, Hupe oder Fanfare arbeiten in der Technik ebenfalls nach dem Prinzip der Selbstunterbrechung. Hierbei zieht ein Elektromagnet einen Anker an, mit dem ein Ruhekontakt verbunden ist. Dadurch öffnet sich der Stromkreis des Elektromagneten und der Anker fällt wieder ab. Dieser Vorgang wiederholt sich ständig (vgl. Abb. 35a, b und 102).

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Selbstunterbrecherschaltungen

Die Abb. 99 zeigt das Modell einer Schnarre, Abb. 100 das Schaltbild, welches das Zusammenwirken der einzelnen Bauelemente verdeutlicht. Die Schwingfeder ist gleichzeitig Anker und Schaltelement. Wird sie angezogen, schaltet sie den Magneten aus und kehrt dadurch wieder in die Ruhelage zurück.

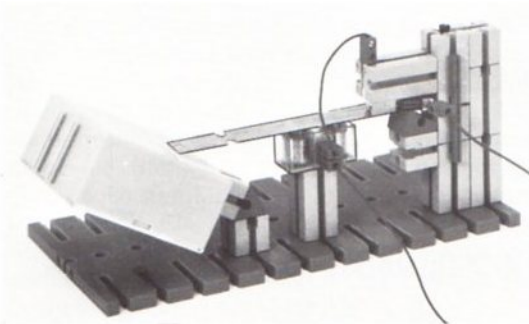


Abb. 99

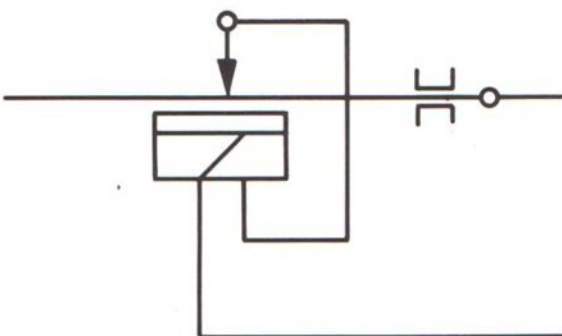


Abb. 100

Abb. 101 zeigt das Modell einer Klingel, die nach demselben Funktionsprinzip arbeitet. Die gleiche Wirkungsweise ergibt sich, wenn man den Ruhekontakt des Relais in den Stromkreis der Relaisspule schaltet. Die Abb. 102 zeigt den zugehörigen Verdrahtungsplan.

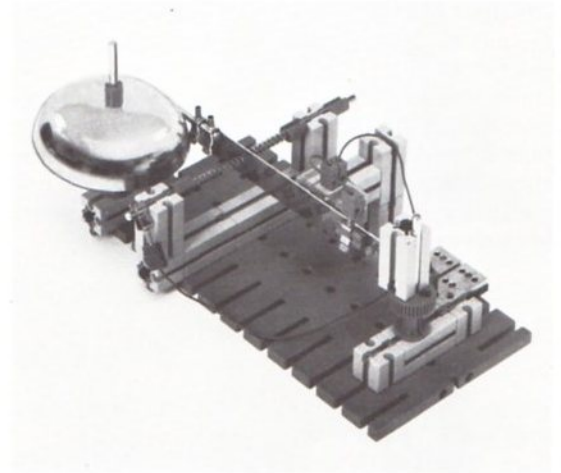


Abb. 101

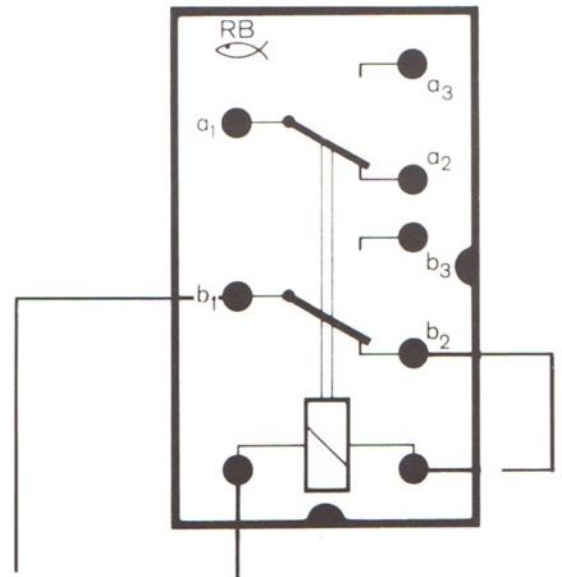


Abb. 102

Summer mit Hilfe von Wechselspannung

Verwendet man zum Schalten des Elektromagneten Wechselspannung, so kann auf den Ruhekontakt zur Selbstunterbrechung verzichtet werden.

Sowohl während der positiven als auch während der negativen Halbwellen des Wechselstromes wird der Magnetanker gleichermaßen angezogen, also 100mal in der Sekunde. Beim Wechsel der Halbwellen, d. h. dann, wenn die Spannung durch den Nullpunkt geht, fällt der Anker wieder ab. Das periodische Anziehen und Abfallen des Ankers erzeugt ein schnarrendes Geräusch. Die folgenden Abbildungen zeigen solche Modelle.

Beim Modell in Abb. 103 ist der Magnetanker durch die Schwingfeder gebildet. Hierbei kann man durch Verändern des Abstandes zwischen dem Befestigungspunkt der Schwingfeder und dem Magneten die Lautstärke des Summers verändern.

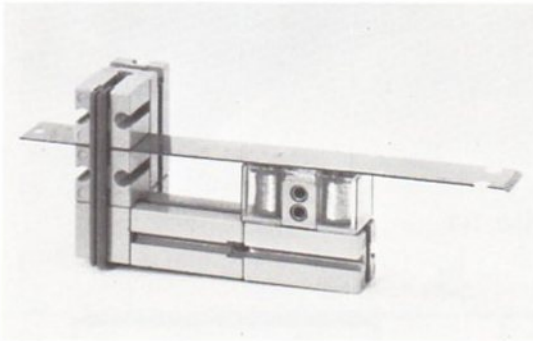


Abb. 103

In Abb. 104 wird der Anker durch die rechteckige Rückschlußplatte gebildet, die an zwei Federfüßen aufgehängt ist. Schaltet man den Magneten ein, so schlägt die Rückschlußplatte gegen den Magneten und erzeugt ebenfalls ein schnarrendes Geräusch.

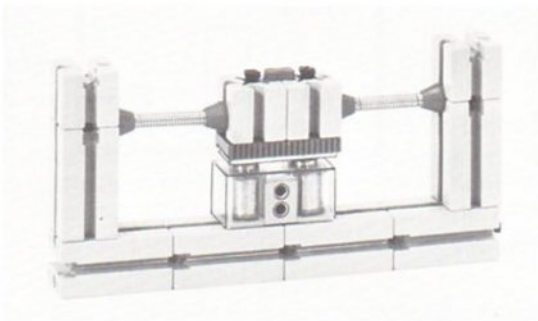


Abb. 104

Beim Modell in Abb. 105 wird als Anker die runde Rückschlußplatte verwendet. Sie wird

durch die Druckfeder in geringem Abstand über dem Magneten gehalten.

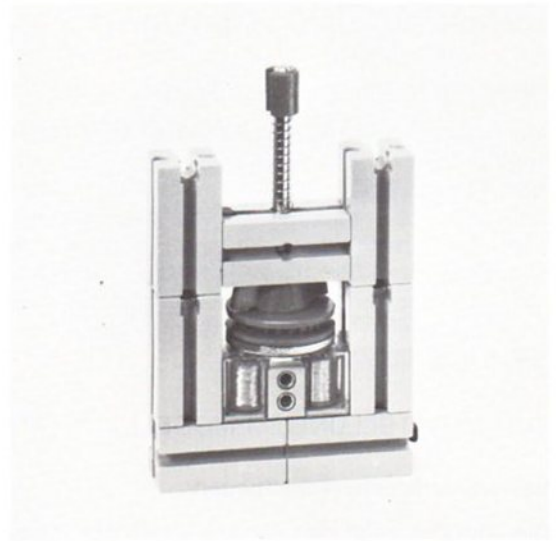


Abb. 105

Auch der Relais-Baustein kann nach dem bereits beschriebenen Prinzip als Summer arbeiten, wenn man ihn an Wechselspannung anschließt (siehe Relaisschaltungen Abb. 34).

2.4 Zählwerke

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Aufgabe und Funktion

Oft müssen bei Anlagen, die Überwachungsfunktion haben, und bei der Kontrolle von Funktionsabläufen bestimmte Vorgänge oder Bewegungen zahlenmäßig registriert werden. Das können z. B. Umdrehungszahlen einer Welle, Pendelbewegungen oder andere kontinuierlich sich wiederholende Vorgänge sein. Genau so können auch Personen, die z. B. eine Ausstellung besuchen oder eine Rolltreppe benutzen, gezählt werden. Für solche Aufgaben werden Zählwerke eingesetzt.

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

fischertechnik-Zählwerk em 6

Das Zählwerk in Abb. 106 ist unter der Bezeichnung em 6 als fischertechnik-Zubehör erhältlich.

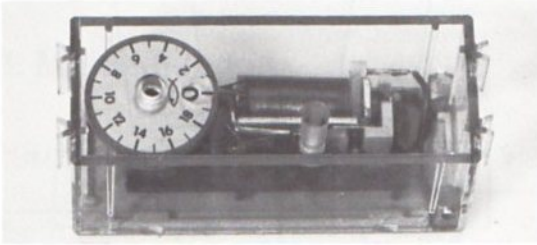


Abb. 106

Zählwerke aus Bauelementen

Steht ein solches Zählwerk nicht zur Verfügung, kann man mit Hilfe des Elektromagneten und einer Stoßklinke ein Zählwerk aus fischertechnik-Bauteilen aufbauen. (Siehe auch Heft 3 A 1 Abb. 72.)

Die Abb. 107a und b und 108a und b zeigen zwei unterschiedliche Konstruktionen.

Wird bei dem Modell in der Abb. 107 der Elektromagnet eingeschaltet, so zieht er die Ankerplatte an, die an einem Schwinghebel befestigt ist. Diese Bewegung wird auf eine Stoßklinke übertragen, die das Zahnrad um einen Zahn weiterdreht. Beim Ausschalten des Magneten kippt die Stoßklinke zurück und bewegt dadurch auch den Magneten in die Ausgangsstellung zurück. Ein Zurückdrehen des Zahnrades wird durch eine sehr leichtgängige Sperrklinke verhindert. So ergibt sich für das Zahnrad eine Drehbewegung in nur einer Richtung.

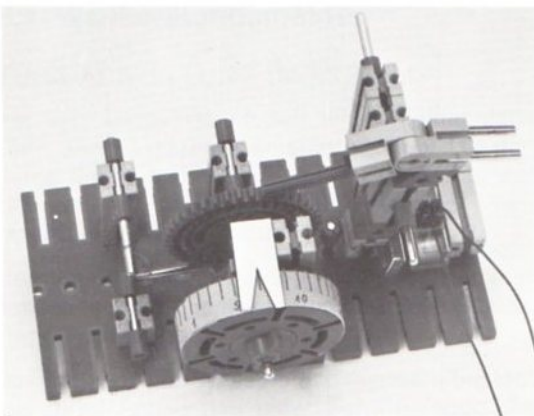


Abb. 107a

Die Abb. 107b zeigt nochmals deutlich den Aufbau des Modells.

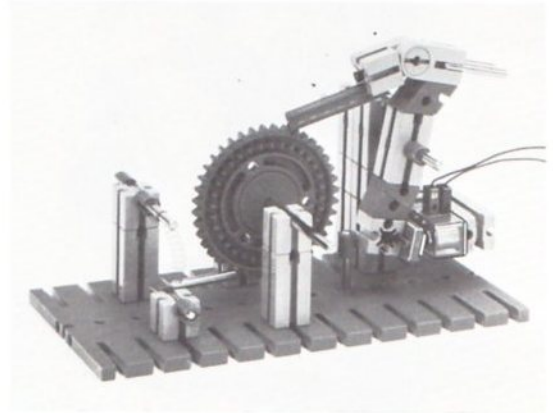


Abb. 107b

Bei der Konstruktion des Modells muß sehr sorgfältig vorgegangen werden. Die beweglichen Teile müssen leichtgängig montiert werden. Beim Einbau der Stoßklinke muß darauf geachtet werden, daß der Weg, den die Rückschlußplatte zurücklegt, ausreichend groß ist, damit sich das Zahnrad bei Betätigung durch die Stoßklinke auch jeweils um einen Zahn weiterdreht. Der Abstand zwischen Magnet und Rückschlußplatte darf aber andererseits nicht zu groß gewählt werden, da sonst die Magnetkraft nicht ausreicht, um den Hebel anzuziehen.

Die Funktion des Modells in Abb. 108a und b beruht darauf, daß zwei ungleichnamig gepolte Magnete sich anziehen, bzw. zwei gleichnamig gepolte Magnete sich abstoßen.

Abb. 108a zeigt die Vorderseite, Abb. 108b die Rückseite des Modells.

Über dem Elektromagnet ist an einem beweglich gelagerten Schwinghebel (Abb. 109) ein Dauermagnet befestigt. Wird der Elektromagnet eingeschaltet, so bilden sich an seinen Polschuhen Nordpol und Südpol. Der Dauermagnet wird dadurch von dem einen Pol angezogen und gleichzeitig von dem anderen Pol abgestoßen, so daß das Pendel nach einer Seite ausschlägt. Polt man jetzt den Elektromagneten um, so schwingt das Pendel in die andere Richtung. Die Schwingbewegung des Pendels wird über eine Stoßklinke auf das Zahnrad übertragen und kann somit als Impuls gezählt werden.

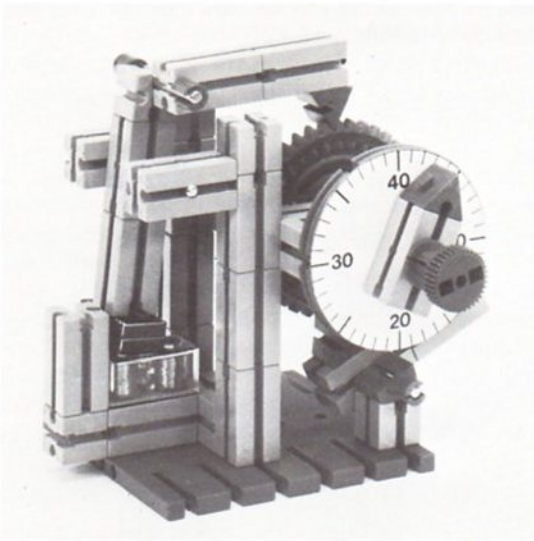


Abb. 108a

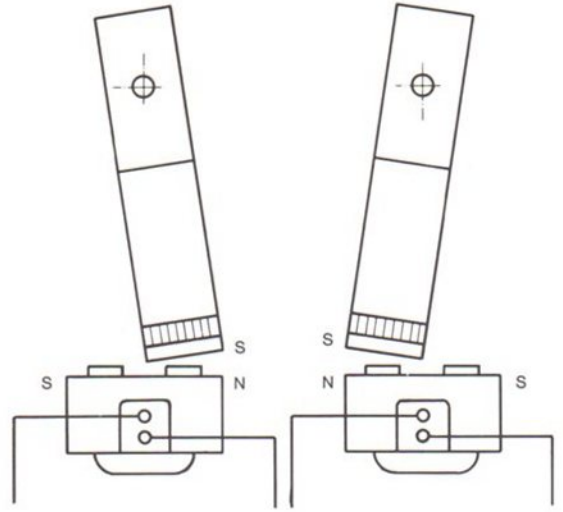


Abb. 109

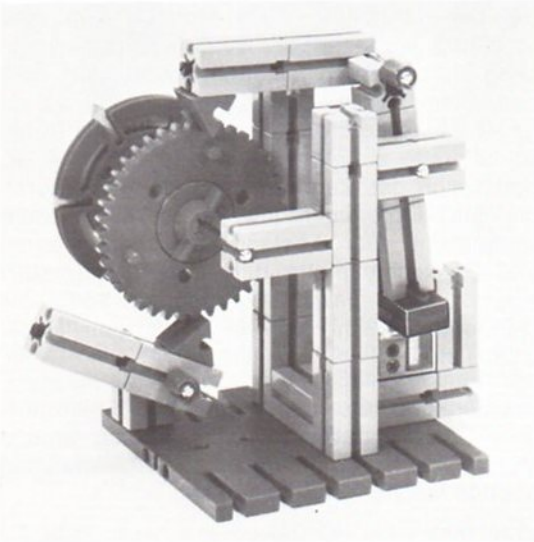


Abb. 108b

Das Umpolen des Elektromagneten wird von einem Relais übernommen, das von einem Schalter angesteuert wird. Die Abb. 110 zeigt das dazugehörige Schaltbild.

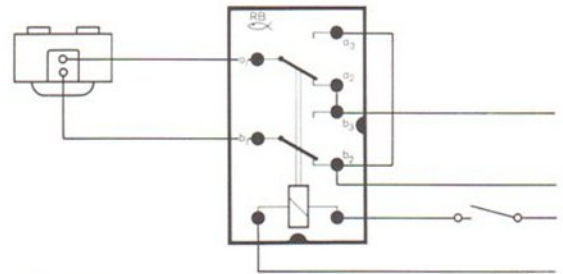


Abb. 110

ANLAGEN ZUR ÜBERWACHUNG, STEUERUNG UND REGELUNG

3. Meldeanlagen

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Funktion

Melde- und Warnanlagen lassen sich als Systeme der Informationserfassung, -übertragung und -verarbeitung verstehen.

Sie sind so konzipiert, daß mit einem entsprechend ausgebildeten Meßglied physikalische Größen wie Druck, Wasserstand, Temperatur oder Helligkeit als Eingangsgröße erfaßt werden. Die Eingangsgröße wird dann auf der Stufe der Informationsverarbeitung mit einem vorgegebenen Wert verglichen. Ist ein bestimmter Meßwert erreicht, wird die Information an den Signalausgang weitergegeben und

dort in ein akustisches oder optisches Signal umgewandelt. Dadurch wird der für die Anlage Verantwortliche informiert, der dann aufgrund der vorliegenden Meßwerte in das System eingreifen kann.

Das Blockschaltbild einer solchen Meldeanlage ist in Abb. 111 dargestellt.

In den folgenden Beispielen sind den Meßwertaufnehmern wie z. B. Bimetall oder Schwimmer direkt Schalter nachgeschaltet, die die Eingangssignale in elektrische Signale umformen und weiterleiten.

Gleichzeitig dienen die Schalter auch der Informationsverarbeitung. Sie sind so eingestellt, daß sie erst ansprechen, wenn ein bestimmter Meßwert (z. B. Wärme, Wasserstand) erreicht ist.

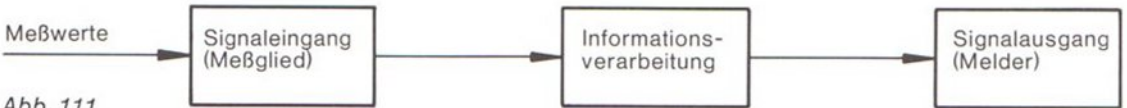


Abb. 111

3.1 Wasserstandsmelder

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Ein sehr einfaches Modell einer Meldeanlage stellt der Wasserstandsmelder in Abb. 112 dar. Seine Eingangsgröße ist der Wasserstand, der sich entweder durch Wasserzulauf oder Wasserabfluß verändern kann.

Der Wasserstand wird mit einem Schwimmer aus Hartschaum gemessen und auf eine Schubstange übertragen.

Der Schalter des Wasserstandsmelders besteht aus einer Achse und einer Schwingfeder, die durch den Schwimmer an diese Achse ge-

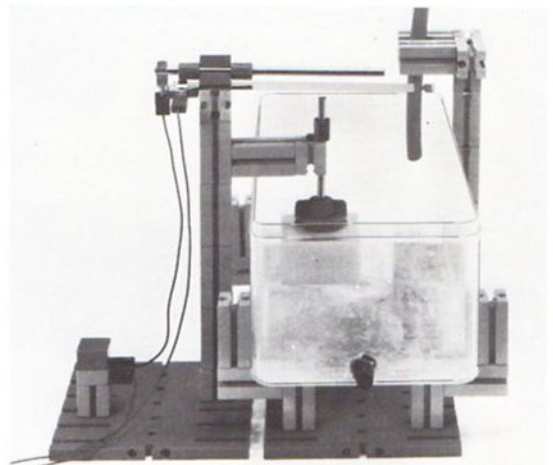


Abb. 112

drückt wird. Als Melder dient hier eine einfache Lampe. Sie könnte aber auch durch einen Summer oder durch ein Blinklicht ersetzt werden.

Der fischertechnik-Taster eignet sich für diese Aufgabe weniger, da die Kraft, die man benötigt, um ihn zu betätigen, relativ groß ist. Man müßte dann einen größeren Schwimmer verwenden.

Die Informationsverarbeitung ist bei diesem Modell so konzipiert, daß Alarm ausgelöst wird, wenn ein bestimmter Maximalwert erreicht ist. Wenn dieses Signal gegeben wird, muß man in den Funktionsablauf eingreifen, um ein Überlaufen des Beckens zu verhindern, indem man entweder den Wasserablauf vergrößert oder den Zulauf verringert. Abb. 113 zeigt das Schaltbild des Wasserstandsmelders.

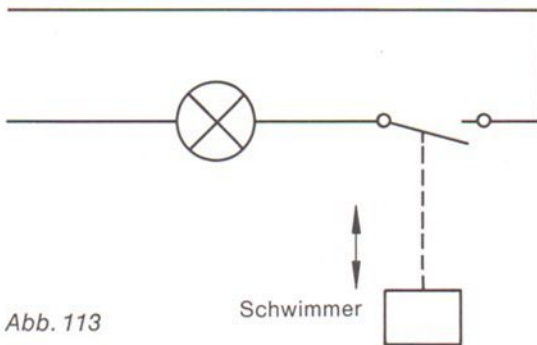


Abb. 113

Durch eine entsprechende Rückkopplung des Signals „Becken ist voll“ auf den Wasserzulauf durch Steuerung eines Ventils oder einer Pumpe würde eine Regelung des Wasserstands erreicht werden. (Siehe dazu Abschnitt 5.1.2.)

3.2 Temperaturwarnanlage – Automatischer Feuermelder

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Bei dem Modell in Abb. 114 handelt es sich um eine Warnanlage, die auf zu hohe Temperaturen anspricht. Eingangsgröße dieser Meldeanlage ist die Wärme. Als Meßwertgeber wird ein Bimetall verwendet. Da es sich unter Einwirkung von Wärme verbiegt, gibt es den Istwert an. Die Achse als zweiter Kontakt gibt durch ihren Abstand vom Bimetall den Sollwert vor. Ist dieser Sollwert erreicht, berührt also das Bimetall die Achse, so wird der Melder eingeschaltet.

Wenn aus irgendwelchen Gründen die Temperatur wieder sinkt, sich der Bimetallschalter also wieder öffnet, wird der Melder ausgeschaltet. Es findet keine Speicherung des Signals wie z. B. bei einigen Alarmanlagen in Abschnitt 3.4 statt. Abb. 115 zeigt das Schaltbild.

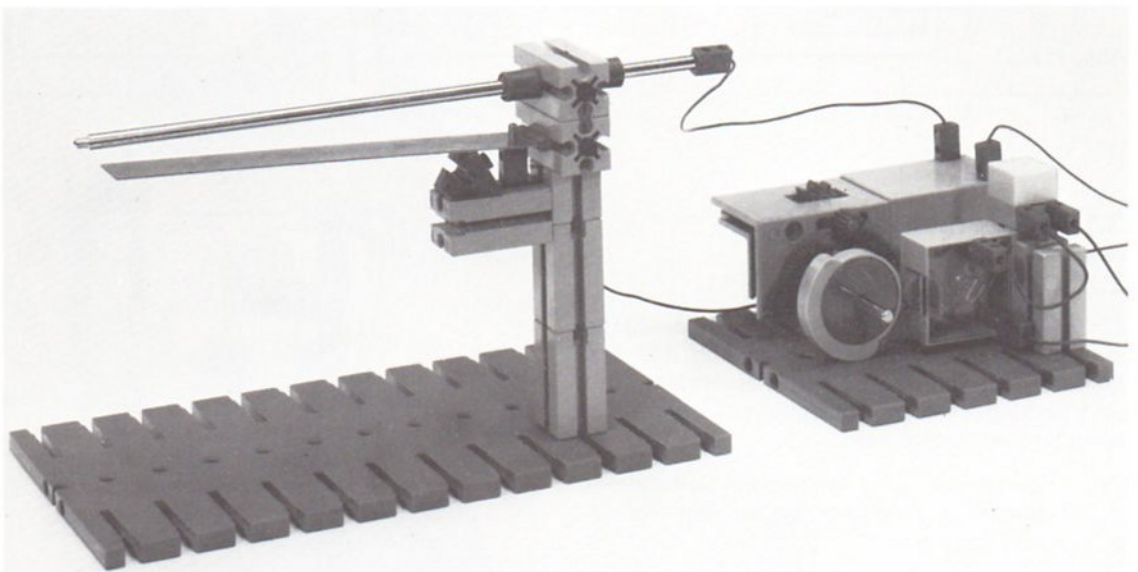


Abb. 114

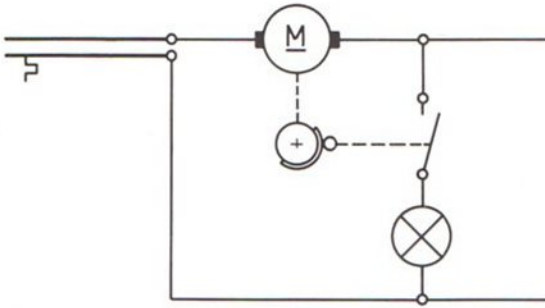


Abb. 115

Der Bimetallschalter ist bei diesem Modell sowohl Meßwertgeber als auch Stellglied. Er betätigt den motorisch betriebenen Alarmmelder.

Diese Warnanlage eignet sich auch, um an anderen gefährdeten Stellen Temperaturen zu überwachen, z. B. um Motoren oder Maschinenteile vor Überhitzung zu schützen.

Bei vielen Anlagen der technischen Wirklichkeit schaltet ein solcher Bimetallschalter wegen der hohen Ströme im Laststromkreis nicht direkt den Melder. Hier wird zusätzlich ein Relais oder ein Schütz als Stellglied dazwischengeschaltet.

3.3 Zählanlagen

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Zählanlagen bestehen im wesentlichen aus einem Impulsgeber und einem nachgeschalteten Zählwerk, das die eingegebenen Impulse speichert.

Normalerweise werden Zählwerke durch einen Einschaltimpuls geschaltet. Der Schalter muß also von der Konstruktion her ein Schließer sein. Ist dies nicht der Fall, kann mit Hilfe eines Relais der Ausschaltimpuls in einen Einschaltimpuls umgewandelt werden.

Wesentlich bei Zählanlagen ist die Ausführung des Impulsgebers. Sie hängt weitgehend von den zu zählenden Gütern ab.

Taster als Impulsgeber

In vielen Fällen kommt man mit einem mechanisch betätigten Taster aus. Personen oder Gegenstände müssen dazu beim Passieren der Zählstelle einen Kontakt betätigen, z. B. durch ein Drehkreuz in Supermärkten. Damit lösen sie einen Zählimpuls aus.

Reedkontakt als Impulsgeber

An die Stelle dieses mechanisch betätigten Schalters kann aber auch der Reedkontakt treten, der ein berührungsloses Zählen gestattet. Um einen Zählimpuls auszulösen, ist es allerdings erforderlich, daß ein Magnet am Reedkontakt vorbeigleitet oder an den Reedkontakt herangeführt wird.

Wie die Zählvorrichtung im einzelnen aufgebaut ist und wie Reedkontakt und Magnet anzuordnen sind, hängt von dem jeweiligen Verwendungszweck ab.

Lichtschranke als Impulsgeber

Will man völlig berührungslos zählen, also ohne daß Personen oder Güter z. B. einen Kontakt berühren, eine Sperre öffnen oder ein Drehkreuz betätigen, dann verwendet man eine Lichtschranke als Impulsgeber. Da die Lichtschranke in Verbindung mit dem Relais eingesetzt wird, können die Unterbrechungen der Lichtschranke durch das Relais in Einschaltimpulse umgeformt werden, wenn man das Zählwerk über einen Ruhekontakt des Relais schaltet.

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Modelle mit Reedkontakt

Beim Modell in Abb. 116 ist ein Reedkontakt als Impulsgeber eingesetzt. Er wird durch den Magneten betätigt, der an der Schwenktüre befestigt ist. Wird die Türe geöffnet, so dreht sich der Magnet zum Reedkontakt hin. Dieser wird bei ausreichender Annäherung des Magneten geschlossen und schaltet dadurch den Stromkreis des Zählwerkes. Die Abb. 116 zeigt die Rückseite des Modells. Wird die Türe

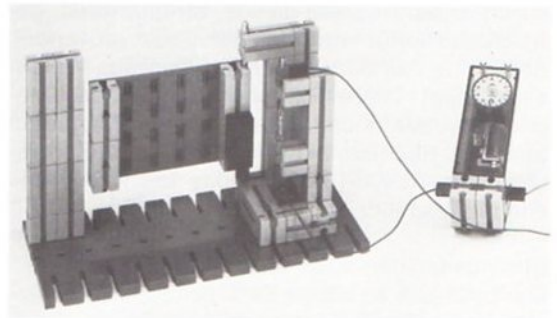


Abb. 116

wieder geschlossen, so öffnet der Reedkontakt wieder. Die Abb. 117 zeigt das Schaltbild dieses Modells.

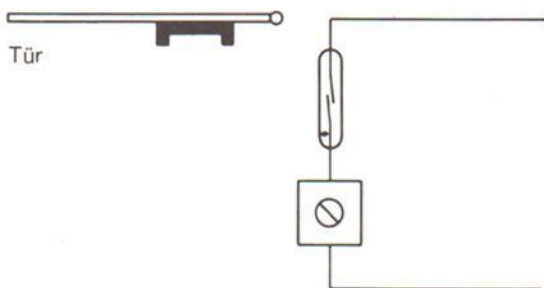


Abb. 117

Der Impulsgeber des Modells in Abb. 118 besteht aus einem Reedkontakt, dem ein Dau-

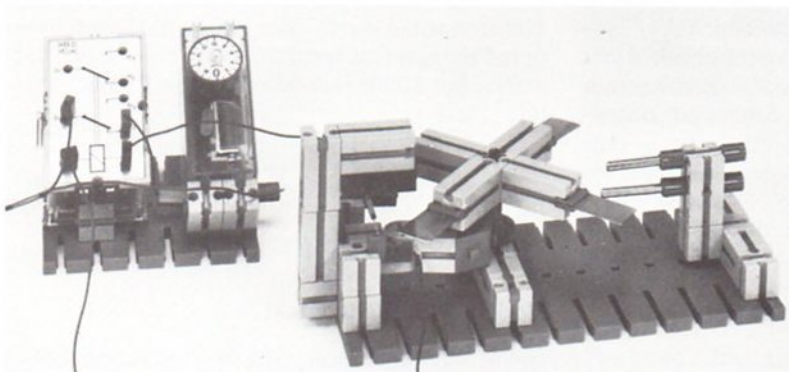


Abb. 118a

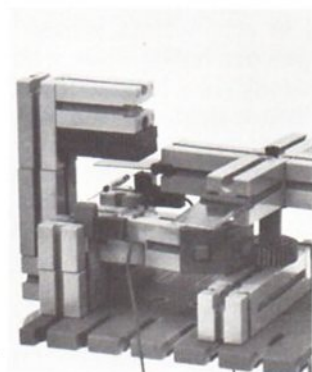


Abb. 118b

ermagnet fest montiert gegenübersteht. Im Ruhezustand ist der Steuerstromkreis für das Relais geschlossen. Die Zählimpulse werden durch Unterbrechen dieses Stromkreises gewonnen. Hierfür wird ein Drehkreuz verwendet, das an den Enden Metallplättchen aus Weich Eisen trägt. Diese Plättchen können das Magnetfeld, das sich zwischen dem Magneten und dem Reedkontakt aufgebaut hat, unterbrechen. Die Abb. 118b zeigt das Drehkreuz und den Impulsgeber.

Die Ausschaltimpulse des Reedkontakts werden über das Relais in Einschaltimpulse umgeformt und dem Zähler zugeführt, der sie durch Drehen der Zählscheibe anzeigt.

Die Drehrichtung des Drehkreuzes wird durch ein Klinkengesperre am Fuß des Drehkreuzes bestimmt.

Modell mit Lichtschranke

Beim Modell in Abb. 119 wird eine Lichtschranke als Impulsgeber verwendet. Auch hier schaltet das Relais das Zählwerk.

Der Fotowiderstand kann aus zwei Gründen nicht direkt zum Schalten des Zählwerkes verwendet werden:

Erstens liefert das Unterbrechen der Lichtschranke durch Gegenstände oder Personen nur einen Ausschaltimpuls. Der Magnet, der die Stoßklinke betätigt, benötigt aber einen Einschaltimpuls. Daher ist ein Relais erforderlich, das den Ausschaltimpuls der Lichtschranke in einen Einschaltimpuls für den Elektromagneten umwandelt.

Zweitens nimmt der Fotowiderstand selbst bei heller Beleuchtung nie den Widerstandswert 0 Ohm an, so daß der Spannungsabfall an ihm relativ groß ist. Dadurch würde der Magnet nicht die nötige Spannung erhalten, um den Schwinghebel zu betätigen. Das Relais dagegen schaltet den Magneten, ohne daß an den Schaltkontakten Spannung verloren geht.

(Siehe dazu auch Heft 3 A 1 Fotowiderstand Seite 36 ff.)

Dieses Modell arbeitet funktionssicherer, wenn man für Lichtschranke und Zählwerk getrennte Spannungsquellen verwendet. Dabei sollte für die Stromversorgung der Lichtschranke das Netzgerät eingesetzt werden, für das Zählwerk

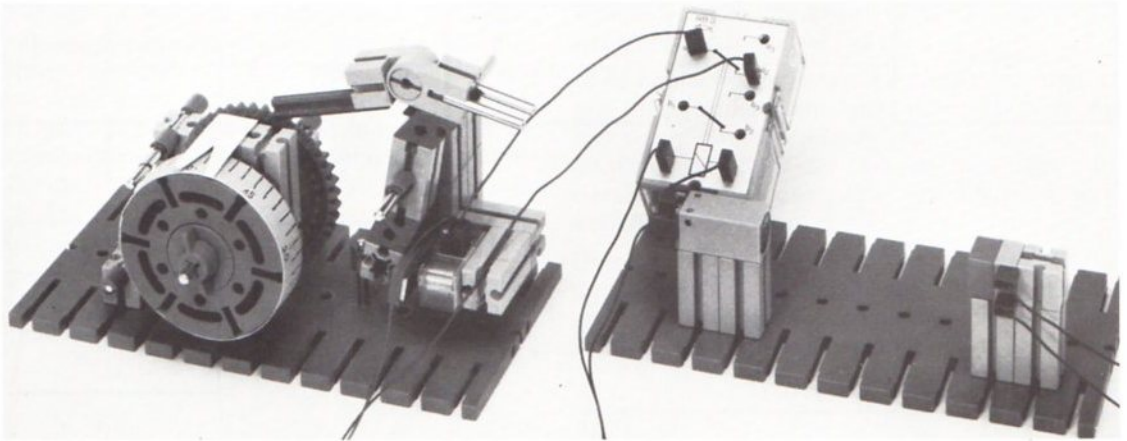


Abb. 119

dagegen eine Spannungsquelle mit höherer Spannung, damit eine genügend große Anzugskraft des Magneten erzielt wird. Günstig sind 9 V, die man durch zwei in Reihe geschaltete 4,5-V-Batterien erhält. Abb. 120 zeigt das Schaltbild des Modells.

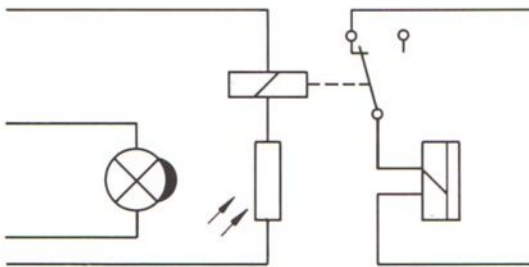


Abb. 120

3.4 Alarmanlagen

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Aufgaben und Funktion

Alarmanlagen sollen Alarm auslösen, wenn Unbefugte in verschlossene Räume eindringen und dabei gewaltsam Türen, Fenster, Rolläden u. dgl. öffnen, oder wenn Wertgegenstände wie Bilder, Plastiken, Schmuckstücke oder auch

technische Geräte in Ausstellungsräumen gestohlen werden.

Um in solchen Fällen Alarmsignale zu erhalten, ist es erforderlich, Signalgeber einzusetzen, die eine Zustandsänderung wie das Öffnen von Türen und Fenstern oder das Entfernen von Gegenständen registrieren und mit Hilfe einer entsprechenden Signalverarbeitung Alarm auslösen.

In vielen Fällen muß der einmal ausgelöste Alarm aufrechterhalten werden, auch wenn der Signalgeber wieder in den Ruhezustand versetzt wurde.

Baugruppen

Man kann bei Alarmanlagen die in Abb. 121 aufgezeigten Baugruppen unterscheiden. Diese Baugruppen sollen im folgenden dargestellt werden.

Schalter für Inbetriebnahme

Um in Alarmbereitschaft versetzt zu werden, muß eine Alarmanlage über einen speziellen Schalter, der nur von autorisierten Personen zu bedienen ist, ein- bzw. ausgeschaltet werden können. Dieser kann als einfacher Schalter, als Schlüsselschalter oder als Schaltuhr ausgeführt sein. Wird dieser Schalter betätigt, ist die Anlage scharf, d. h. wird jetzt das entsprechende Eingangssignal z. B. durch gewaltsames Öffnen von Türen oder Fenstern, durch unbefugtes Eindringen in Räume oder durch Entfernen von Gegenständen gegeben, so wird Alarm ausgelöst.

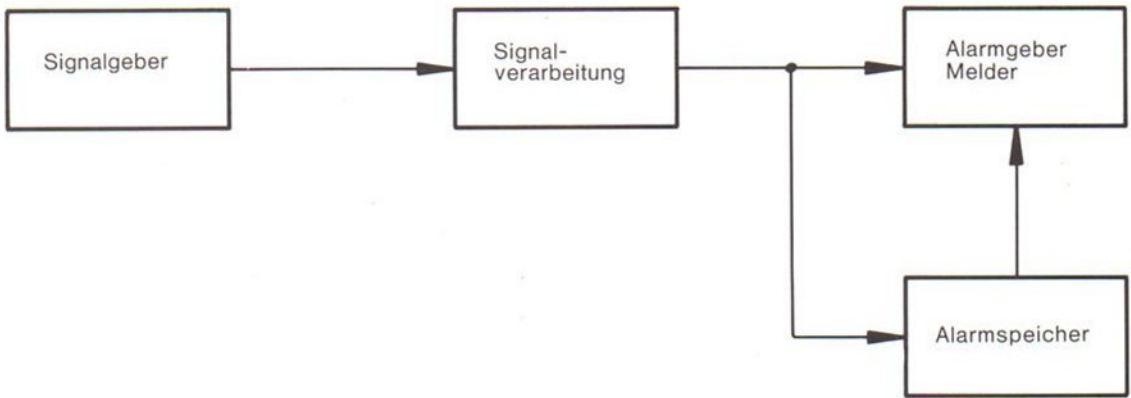


Abb. 121

Signalverarbeitung

Welche Signalgeber verwendet werden, hängt weitgehend von den zu sichernden Räumen und Gegenständen ab. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, auf die später eingegangen wird.

Beim Aufbau der Anlage ist zunächst zu entscheiden, ob als alarmanlösendes Signal ein Einschaltimpuls oder ein Ausschaltimpuls verwendet werden soll.

Beim Einschaltimpuls wird der Alarm ausgelöst, wenn ein Stromkreis geschlossen wird. Sollen die Schutzvorkehrungen auf mehrere Türen und Fenster ausgedehnt werden, so muß von jeder zu schützenden Stelle ein zweiadriges Kabel zur alarmanlösenden Stelle gelegt werden.

Ein erheblicher Nachteil dieser Schaltung ist, daß das Signal nur dann Alarm auslösen kann, wenn die Leitung intakt ist. Kabelbrüche oder das Durchtrennen der Leitung durch den Eindringling werden u. U. nicht bemerkt und verhindern das Auslösen der Alarmanlage.

Dies ist der Grund, warum man zur Auslösung des Alarms einen Ausschaltimpuls verwendet. Die schaltungstechnische Grundlage dafür ist eine sogenannte Ruhestromschleife. Hierbei ist der signalgebende Schalter als Austaster ausgeführt, so daß er in unbetätigtem Zustand den Stromkreis geschlossen hält, bei Betätigung ihn dagegen öffnet. Die Skizze in Abb. 122 zeigt das Prinzip.

Damit ist auch gewährleistet, daß eine Unterbrechung der Leitung, in der der Schalter liegt, nicht unbemerkt bleiben kann, da dies,

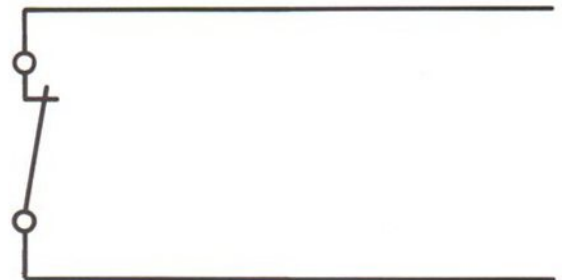


Abb. 122

schaltungstechnisch gesehen, dieselbe Auswirkung hat, als wenn ein Stromkreis durch einen Schalter unterbrochen wird.

Bei dieser Schaltung ist es deshalb notwendig, daß in dem Stromkreis, in dem ein signalgebender Schalter liegt, ständig Strom fließt. Man nennt diesen Strom *Ruhestrom*.

Das Unterbrechen des Stromflusses muß durch geeignete schaltungstechnische Maßnahmen in ein Alarmsignal umgewandelt werden.

Eine solche Ruhestromschleife findet man z. B. in Kaufhäusern bei Auslagen oder an Tischen, an denen Kofferradiogeräte oder tragbare Fernsehgeräte ausgestellt sind. Dabei wird ein einadriges Elektrokabel durch die Tragegriffe der Geräte gezogen, so daß diese nur mitgenommen werden können, wenn die Kabelschleife geöffnet wird. Das Kabel ist an einigen Stellen mit Steckern und Buchsen versehen und kann somit auseinandergemacht werden. Geschieht dies durch die Hand eines Unbefugten, indem er z. B. die Steckverbindung löst oder das Kabel durchschneidet, wird sofort Alarm ausgelöst.

Dieselbe Schaltung wendet man an, wenn mehrere Türen oder Fenster gegen unbefugtes Öffnen zu sichern sind. Man verbindet die einzelnen Schalter untereinander mit einer eindringigen Leitung und erhält so eine Ruhestromschleife. Die Abb. 123 zeigt das entsprechende Schaltbild.

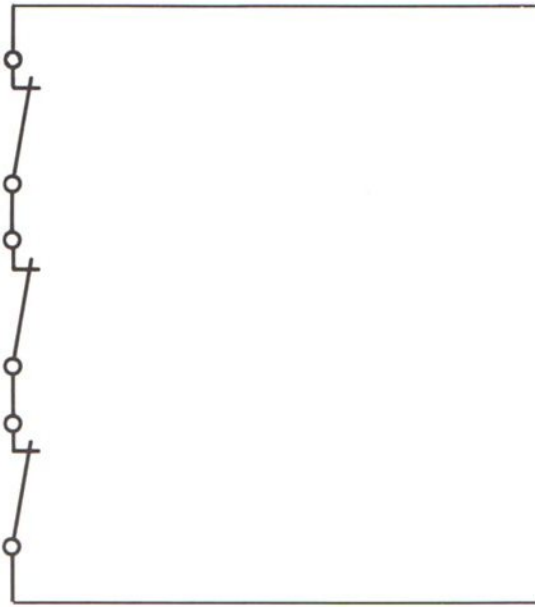


Abb. 123

Wird diese Ringleitung im stromführenden Zustand durch einen der eingesetzten Schalter oder durch gewaltsames Durchtrennen der Leitung unterbrochen, so wird Alarm ausgelöst.

Alarmgeber - Melder

Beim Aufbau einer Alarmanlage ist zunächst festzustellen, welche Alarmgeber in Frage kommen. Die einfachsten sind Blinklicht und Summer. Hierzu wird auf Kap. 2.3.1 und 2.3.2 verwiesen.

In der technischen Wirklichkeit werden darüberhinaus Sirenen, Hupen, Hörner und Lautsprecher, die elektronisch verstärkte Signale abstrahlen, verwendet.

Alarmgeber müssen im Alarmfall eingeschaltet werden. Da die Ruhestromschleife ständig Strom führt, können Alarmgeber demnach nicht direkt an die Ruhestromschleife geschaltet werden. Es muß zwischen Ruhestromschleife und Melder ein Schaltglied treten, das eine Signalumkehr, also eine Umwandlung eines Ausschaltimpulses (geöffnete Schleife) in einen Einschaltimpuls für den Melder ermöglicht. Die

technische Lösung dieses Problems besteht in der Verwendung eines Relais.

Wird nämlich das Relais als Lastwiderstand in die Ruhestromschleife geschaltet, so zieht es an, wenn der Stromkreis nicht unterbrochen ist. Dadurch öffnet der Ruhekontakt, über den der Alarmgeber geschaltet ist. Es wird also kein Alarm gegeben.

Unterbricht man die Ruhestromschleife, so fällt das Relais ab. Der Ruhekontakt schließt sich und schaltet damit den Alarmgeber ein. Die Abb. 124 zeigt diese Schaltung.

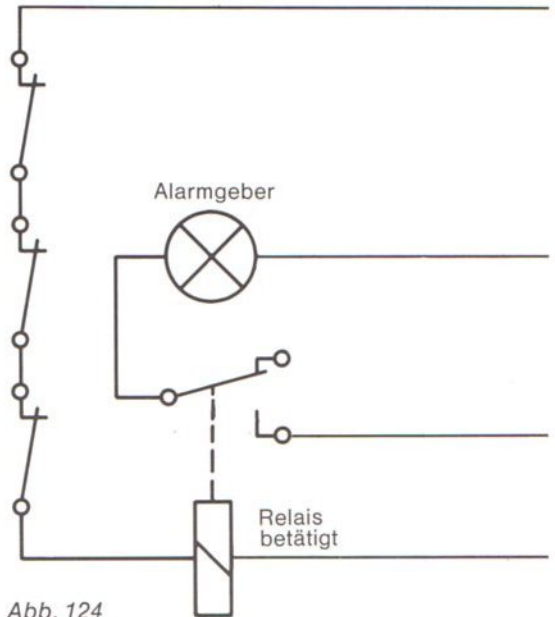


Abb. 124

Wird die Ruhestromschleife wieder geschlossen, so wird auch das Alarmsignal wieder abgestellt.

Die Alarmmeldung ist somit unbefriedigend, denn im Ernstfall kann die Alarmanlage von der Person, die den Alarm ausgelöst hat, selbst wieder abgestellt werden, und der nur kurzzeitig gegebene Alarm ist eventuell zu überhören.

Bei einer zuverlässigen Alarmanlage sollte ein einmal ausgelöster Alarm beibehalten werden, auch wenn z. B. ein Einbrecher die unterbrochene Leitung überbrückt. Der Alarm sollte nur von Personen abgeschaltet werden können, die mit der Kontrolle der Anlage beauftragt sind.

Diese Bedingung führt zu einem neuen schaltungstechnischen Problem, zur Speicherung des Alarms.

Speicherung des Alarmsignals

Wird Alarm ausgelöst, so geschieht dies dadurch, daß die Ruhestromschleife unterbrochen wird oder die Spannungsquelle für diesen Stromkreis ausgeschaltet wird. Dadurch fällt das Relais ab. Wird jetzt das Relais wieder an die Versorgungsspannung angeschlossen, so zieht es wieder an. Dadurch verstummt der Alarm.

Die einfachste Lösung, den Alarm aufrechtzuerhalten, ist, ein erneutes Anziehen des Relais zu verhindern. Dies ist möglich, wenn die Unterbrechung der Ruhestromschleife aufrechterhalten wird.

Da am fischertechnik-Relais noch ein zweiter Relaiskontakt zur Verfügung steht, schaltet man diesen in Reihe mit den übrigen Schaltern der Ruhestromschleife vor das Relais. Abb. 125 zeigt diese Schaltung. Dies bewirkt, daß bei Unterbrechung dieses Stromkreises die Ruhestromschleife noch zusätzlich durch den Relaiskontakt unterbrochen wird. Wird jetzt die eigentliche Unterbrechung wieder aufgehoben, kann das Relais nicht anziehen, da die Ruhestromschleife weiterhin durch den Relaiskontakt offen bleibt. Diese Schaltung bezeichnet man als *Selbstsperrung* des Relais (siehe auch Kap. 1.2.1 Relaisschaltungen).

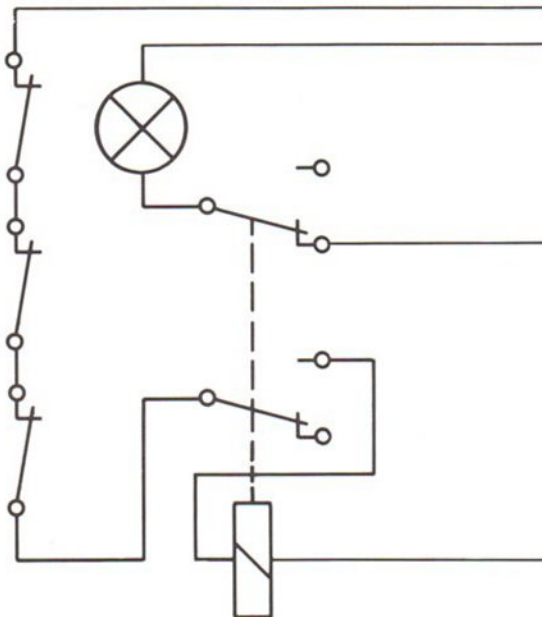


Abb. 125

Baut man diese Schaltung (Abb. 125) auf, so wird man feststellen, daß sie so noch nicht funktioniert, da sich der Alarmmelder nicht ausschalten bzw. das Relais nicht einschalten läßt.

Um die Alarmanlage betriebsbereit zu machen, muß vorher über einen parallel zum Relaiskontakt angeordneten Taster (T) der offene Relaiskontakt überbrückt werden. Betätigt man diesen Taster, wenn alle anderen Schalter an den zu überwachenden Stellen ebenfalls geschlossen sind, dann zieht das Relais an und der Alarm verstummt. Abb. 126 zeigt das entsprechende Schaltbild.

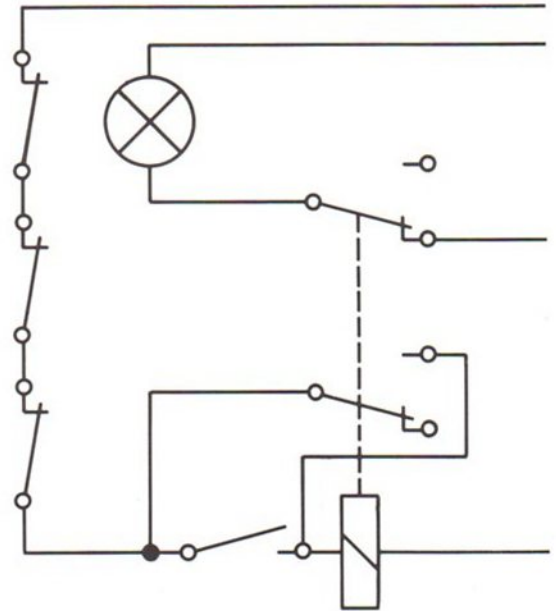


Abb. 126

Signalgeber

Im folgenden soll kurz auf die möglichen Signalgeber, d. h. auf die Schalter eingegangen werden, die einen solchen Alarm auslösen können.

Geht man von der Ruhestromschleife aus, so muß man Schalter verwenden, die im Ruhezustand geschlossen sind und sich im Alarmfall öffnen. Das können sowohl mechanisch betätigte Schalter als auch Reedkontakte oder Lichtschranken sein.

Schalter als Signalgeber

Bei der Sicherung von Türen, Fenstern und Ausstellungsobjekten verwendet man Schlie-

ber, also Schalter, die durch die zu schützenden Objekte geschlossen gehalten werden. Öffnet man die so gesicherten Türen, Fenster oder Rolläden, so öffnet sich durch den Schalter auch der Ruhestromkreis, in dem das Relais liegt.

Das Alarmsignal kann auch durch Trittkontakte an gesicherten Durchgängen, Treppenhäusern und dgl. ausgelöst werden.

Hierfür benötigt man Öffner, das sind Schalter, die bei Betätigung geöffnet werden.

Reißdraht als Signalgeber

Ein vor Türen oder Fenstern gespannter Draht, der beim Einbruch zerrissen wird, ist in der Wirkung einem Öffner gleichzusetzen.

Reedkontakt als Signalgeber

In vielen Fällen verwendet man statt der mechanisch betätigten Schalter Reedkontakte. Sie sind beim Einbau in Alarmanlagen einfacher zu handhaben, da der Abstand zwischen Magnet und Kontakt gewisse Toleranzen zuläßt, um dennoch sicher zu arbeiten. Ein mechanisch betätigter Taster an einer Tür oder einem Fenster muß sehr genau eingestellt werden, wenn kein Fehlalarm ausgelöst werden soll.

Lichtschranke als Signalgeber

In vielen Fällen eignet sich die Lichtschranke als kontaktlos arbeitender Schalter für den Einbau in Alarmanlagen. Das Unterbrechen der Lichtschranke genügt, um Alarm auszulösen. Der beleuchtete Fotowiderstand wirkt als geschlossener Schalter.

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Taster als Signalgeber

Das Modell in Abb. 127 zeigt eine Alarmanlage in einfacher Ausführung, die streng genommen nur als Meldeanlage aufzufassen ist und die an Alarmanlagen gestellte Bedingungen nur unzureichend erfüllt.

Der Signalgeber ist ein Taster mit Ruhekontakt, der den Stromkreis geöffnet hält, solange er betätigt ist. In dieser Schaltung wird nicht das Ruhestromprinzip angewandt, so daß eine Unterbrechung der Leitung zwischen Signalge-

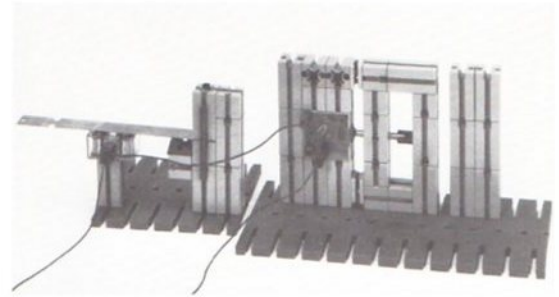


Abb. 127

ber und Melder keinen Alarm auslösen würde. Auch eine Speicherung des Alarms ist nicht möglich.

Wird die Türe geöffnet, schließt sich der Kontakt und schaltet den Summer ein. Da dieser nur mit Wechselspannung arbeitet, muß die gesamte Anlage mit Wechselspannung betrieben werden. Abb. 128 zeigt das Schaltbild bei geschlossener Türe.

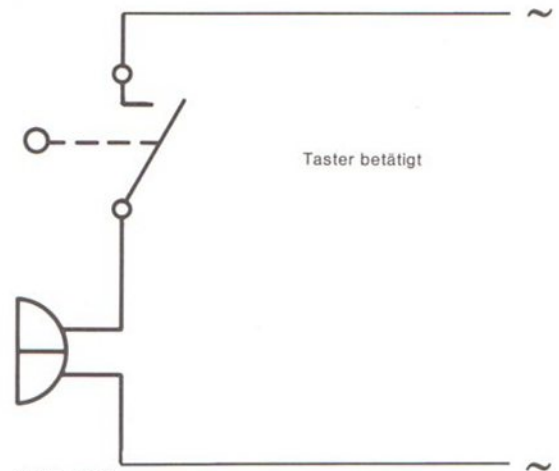


Abb. 128

Taster als Signalgeber und Ruhestromschleife

Das in Abb. 129 dargestellte Modell erfüllt die an eine Alarmanlage gestellten Anforderungen. Der Signalgeber ist in diesem Falle ein Ein-Taster, der durch ein geschlossenes Fenster geschlossen gehalten wird.

Der Taster liegt zusammen mit der Relaispule in der Ruhestromschleife; damit steht das Relais ständig unter Spannung und hat angezogen. Über einen Ruhekontakt des Relais ist ein Summer geschaltet. Wird die Ruhestromschleife und damit der Steuerstromkreis des Relais an einer beliebigen Stelle unterbrochen, so fällt das Relais ab und schaltet den Alarmmel-

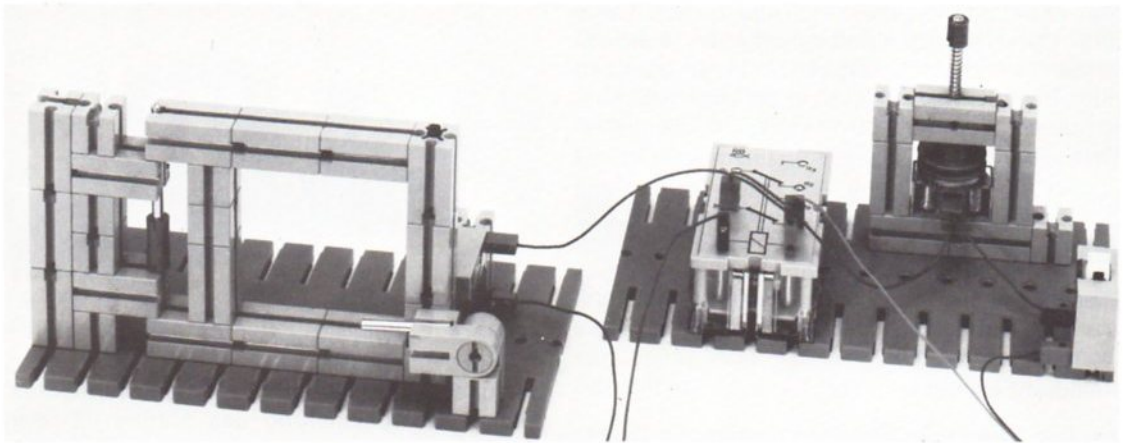


Abb. 129

der ein. Dieser kann zusätzlich über einen Schalter ein- und ausgeschaltet werden. Abb. 130 zeigt das Schaltbild dieser Anlage.

Anstelle eines Tasters könnte auch ein gespannter Draht verwendet werden. Das Modell in Abb. 131 zeigt eine Reißdrahtsicherung. Wird der Draht zwischen den Kontakten zerrissen, so fällt das Relais ab. Der Ruhekontakt, der damit geschlossen wird, schaltet den im Arbeitsstromkreis liegenden Relaisummer ein.

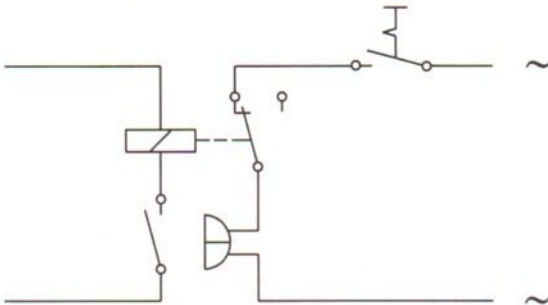


Abb. 130

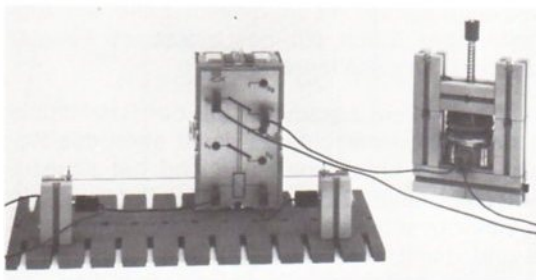


Abb. 131

Reedkontakt als Signalgeber – Speicherung des Alarms

Beim Modell in Abb. 132 ist ein Reedkontakt als Signalgeber eingesetzt. Der Magnet befindet sich über der Tür, der Reedkontakt selbst liegt in der Nut des oberen Bausteins, so daß in der Abbildung nur die Anschlußstecker zu sehen sind.

Der Reedkontakt in der Ruhestromschleife kann durch eine beliebige Anzahl weiterer Kontakte ergänzt werden, wenn man die Überwachung auf mehrere Stellen ausdehnen will. Abb. 133 zeigt das Schaltbild.

Um eine Speicherung des Alarmsignals zu erreichen, ist der Arbeitskontakt des Relais-Bausteins in den Stromkreis von Reedkontakt und Relais geschaltet. Über den Ruhekontakt des zweiten Kontaktsatzes wird der Summer geschaltet, der mit Wechselspannung betrieben wird. Dieser Arbeitsstromkreis des Relais kann über den Schalter aus- bzw. eingeschaltet werden.

Um die Anlage in Betrieb zu nehmen, muß der Taster T betätigt werden. Er überbrückt den zunächst offenen Relaiskontakt. Das Relais zieht an, wenn die Tür geschlossen ist, der Magnet also den Reedkontakt betätigt hat.

Lichtschranke als Signalgeber – Speicherung des Alarms

In dem Modell in Abb. 134 ist eine Lichtschranke als Signalgeber eingesetzt. Der Fotowiderstand muß, damit das Relais anzieht, ausreichend beleuchtet sein. Wird die Licht-

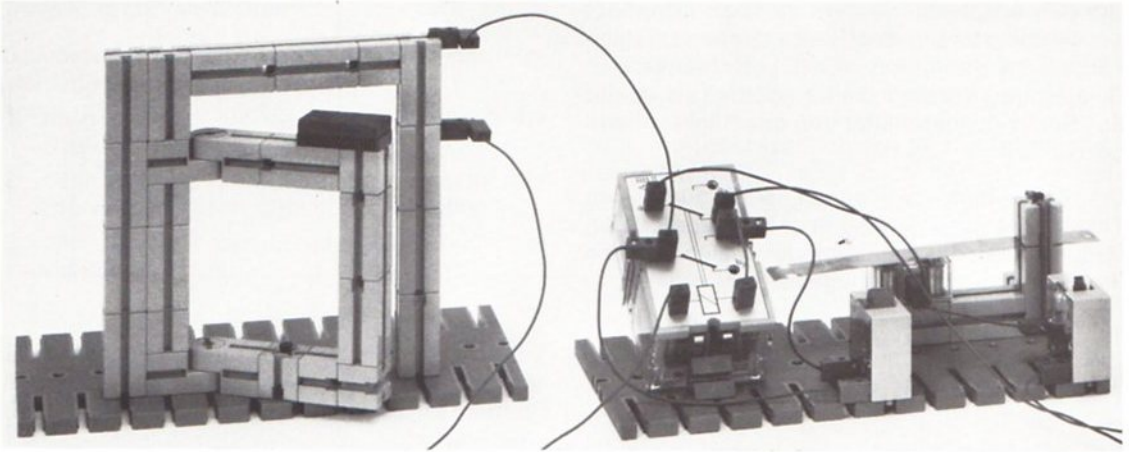


Abb. 132

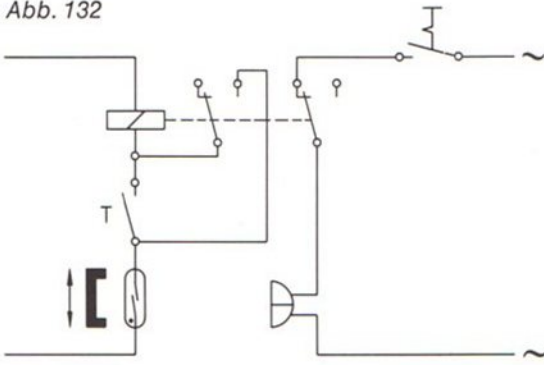


Abb. 133

schranke unterbrochen, fällt das Relais ab und schaltet den Alarmgeber, ein motorgetriebenes Blinklicht, ein.

Bei diesem Blinklicht dreht der Motor einen Dauermagneten, der den Reedkontakt öffnet und schließt. Dieser schaltet die Warnlampe.

Damit das Blinklicht nicht im Ruhezustand leuchtet, ist es zusätzlich (parallel mit dem Motor) über den Schaltkontakt des Relais geführt. Abb. 135 zeigt den Schaltplan zu diesem Modell.

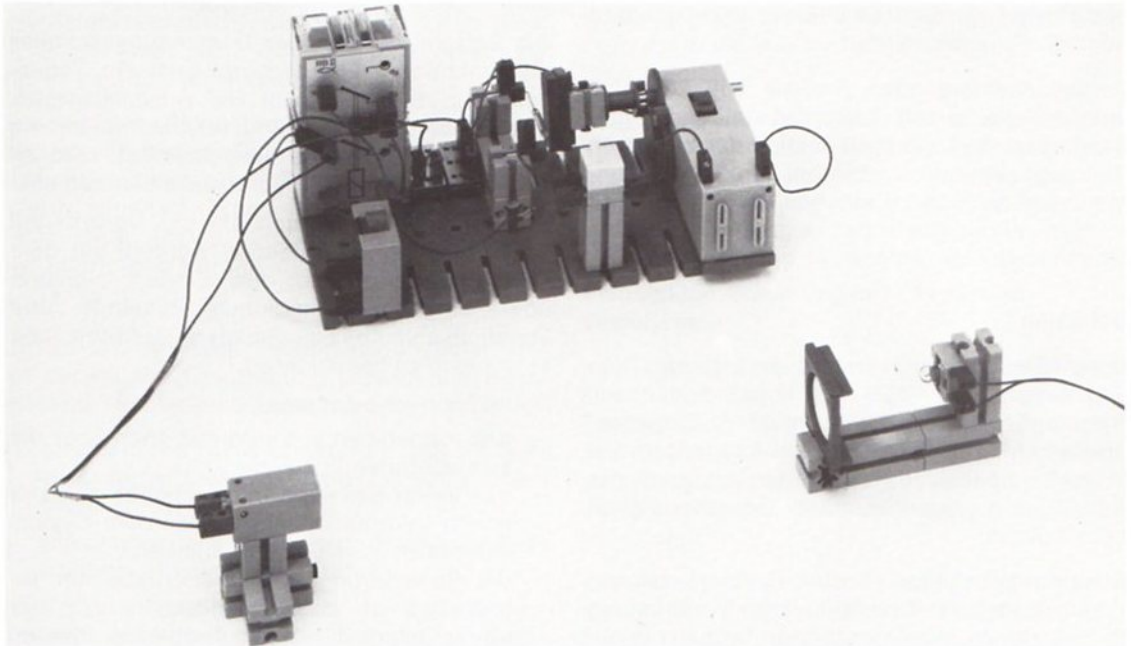


Abb. 134

Um den ausgelösten Alarm zu speichern, liegt zur Selbstsperrung des Relais der eine Relaiskontakt im Stromkreis von Lichtschranke und Relaispule. Solange dieser geöffnet ist, bleibt das Relais ausgeschaltet und das Blinklicht eingeschaltet.

Um den Alarm zu löschen, wird durch den Taster der offene Relaiskontakt überbrückt. Dadurch kann das Relais wieder anziehen, wenn der Fotowiderstand genügend Licht erhält.

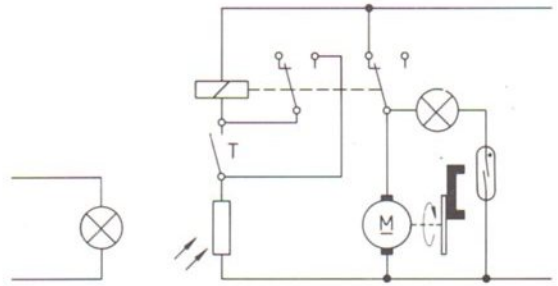


Abb. 135

4. Steuerungen

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Die Steuerungstechnik ist neben der Meß- und Regelungstechnik ein wichtiger Bereich der Automatisierungsprozesse moderner Industrie. Der Steuerungstechnik bedient man sich mit zwei Zielsetzungen:

Die Tätigkeit des Menschen soll sich bei allen Prozessen und Vorgängen innerhalb der gesteuerten Anlage lediglich auf eine Überwachungs- und Kontrollfunktion beschränken.

Ferner soll die Kapazität der Maschinen besser genutzt werden, so daß der Wirkungsgrad der Anlagen optimal ist.

In der nachfolgenden Analyse soll zunächst auf die Struktur von Steuerungsanlagen eingegangen werden, um die Funktion der einzelnen Wirkungselemente und ihren Funktionszusammenhang deutlich zu machen. Im zweiten Teil werden Wirkungsmechanismen an einzelnen Modellbeispielen aufgezeigt und erläutert.

Definition

Unter Steuerungen versteht man gemäß den DIN-Vorschriften 19226 den Vorgang in einem System, bei dem eine oder mehrere Eingangsgrößen eine andere Größe als Ausgangsgröße in einer beabsichtigten Weise aufgrund der dem System eigentümlichen Gesetzmäßigkeit beeinflussen.

Steuerungsvorgänge besitzen einen offenen Wirkungsablauf mit einer linearen Verknüpfung der einzelnen Wirkungsglieder, wobei ein Signal immer nur das nachfolgende Glied beein-

flussen kann. In diesem Zusammenhang spricht man von einer *Steuerkette* im Unterschied zum *Regelkreis*.

Wirkungsweise

Steuerungen haben die Aufgabe, bestimmte Maschinenfunktionen und Größen, wie z. B. Wärme, Wasserstand, Helligkeit, zu beeinflussen bzw. zu ändern. Man nennt solche Größen *Ausgangsgrößen*.

Die Beeinflussung der Ausgangsgröße erfolgt durch bestimmte Zustände, Vorgänge, Veränderungen und durch auf unterschiedlichen Datenträgern gespeicherte Signale. Diese Größen bezeichnet man als *Eingangsgrößen*.

Als Beispiel sei hier der Dämmerungsschalter erwähnt. Seine Eingangsgröße ist die Tageshelligkeit. Sie beeinflusst die Ausgangsgröße, nämlich den Schaltzustand der Straßenlampen. Ist es hell, sind diese ausgeschaltet; wird es dunkel, schaltet die Steuerung die Lampen ein.

Steuern kann aber auch als das Verarbeiten von Informationen aufgefaßt werden, mit dem Zweck, entsprechend den Eingangssignalen oder Eingangsinformationen Zustände und Funktionsabläufe bei Anlagen, Geräten und Maschinen zu beeinflussen.

Dabei unterscheidet man:

- das Aufnehmen von Informationen über die zu steuernden Zustände,
- das Verarbeiten von Informationen zu einer neuen Information nach einer dem System entsprechenden Gesetzmäßigkeit,
- die Speicherung oder Weitergabe der Information an das Stellglied, um in der Anlage ein gewünschtes Ausgangsverhalten oder einen Endzustand zu bewirken.

Einteilungsmöglichkeiten

Steuerungen können nach verschiedenen Gesichtspunkten eingeteilt werden:

1. nach der Art, wie die Eingangssignale die Steuerkette durchlaufen,
2. nach der Art der Energieform, die für die Übertragung der Signale verwendet wird,
3. nach der Art der Eingabe der Eingangssignale.

Zu 1.: Nach der charakteristischen Art, wie die Eingangssignale die Übertragungsglieder der Steuerkette durchlaufen, unterscheidet man:

- stetige Steuerungen, auch analoge Steuerungen genannt,
- binäre Steuerungen,
- digitale Steuerungen.

Ein Beispiel für eine stetige Steuerung ist eine Heizungsanlage, bei der das Ventil für den Wasserdurchlauf der Heizkörper in Abhängigkeit von der schwankenden Außentemperatur kontinuierlich verstellt wird. Das Steuerventil kann zwischen den Werten „geschlossen“ und „offen“ beliebig viele Zwischenstellungen annehmen.

Bei binären Steuerungen kennt das durchlaufende Signal nur zwei Werte. Ein Beispiel hierfür ist der Schalter in einem Stromkreis. Er kann nur zwei Zustände haben, er ist entweder eingeschaltet oder ausgeschaltet. Damit erhält man signaltechnisch zwei Signale: *Strom fließt* – *Strom fließt nicht*, oder: *es liegt Spannung an* – *es liegt keine Spannung an*.

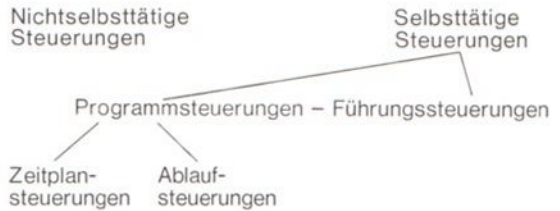
Die digitale Signalübertragung unterscheidet sich von der binären Signalübertragung dadurch, daß das übertragene Signal nicht nur zwei Werte annehmen kann, sondern daß es eine festgelegte Anzahl von Zwischenwerten gibt, die übertragen werden können.

Zu 2.: Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist die für die Übertragung verwendete Energieform. Hier unterscheidet man:

- mechanische Steuerungen: die Signale werden durch Gestänge und Getriebe übertragen,
- pneumatische Steuerungen: die Signalübertragung erfolgt durch Luftdruck,
- hydraulische Steuerungen: die Signale werden durch geeignete Flüssigkeiten übertragen,

- elektrische Steuerungen: die Signalübertragung erfolgt mit Hilfe des elektrischen Stroms.

Zu 3.: Am gebräuchlichsten ist die Unterscheidung der Steuerungen nach der Art der Eingabe der Eingangsgröße bzw. Führungsgröße. Dabei gliedert man folgendermaßen auf:



Nichtselbsttätige Steuerungen

Als nichtselbsttätige Steuerungen bezeichnet man Steuerungen, bei denen der Eingriff in den zu steuernden Ablauf von einer Person erfolgt, die den zu steuernden Vorgang beobachtet. Man spricht bei dieser Art von Steuerung auch von Handsteuerung.

Ein Beispiel dafür ist die Verkehrs-Steuerung an einer Baustelle, die eine nur einspurige Verkehrs-führung erlaubt und bei der ein Bauarbeiter entsprechend dem jeweiligen Verkehrsaufkommen diese Fahrspur durch Stellen eines Signals (z. B. Verkehrsampel) einmal für die eine Fahr-richtung, dann wieder für die andere Fahr-richtung freigibt.

Eingangsgröße für diese Steuerung ist das Verkehrsaufkommen. Es beeinflusst die Ausgangsgröße, nämlich die Festlegung des Signals und damit die Freigabe oder Sperrung der Fahrspur für eine Fahrtrichtung.

Selbsttätige Steuerungen – Programm-steuerungen

Im Gegensatz zur Handsteuerung nimmt eine selbsttätige Steuerung dem Bauarbeiter die Beobachtung des Verkehrsflusses und das Stellen der Ampel ab. Sie kann als Programm-steuerung ausgeführt sein, bei der das Stellen der Signalampeln in einem festgelegten Wechsel erfolgt.

Ein weiterer Fortschritt ist eine Steuerung, die die an der Ampel wartenden Fahrzeuge feststellen und entsprechend dem tatsächlichen Bedarf die Ampel schalten kann.

In die Gruppe der Programmsteuerungen reiht man sowohl Zeitplan- als auch Ablaufsteuerungen ein.

Zeitplansteuerung

Bei einer Zeitplansteuerung sind die Eingangsgrößen – man spricht in diesem Zusammenhang auch von Führungsgrößen – auf Programmspeichern festgehalten. Dies können Lochkarten, Lochstreifen, Kurvenscheiben, Nockenscheiben, Magnetbänder und Magnetplatten sein. Das Programm der Steuerung wird durch einen zeitgesteuerten Programmgeber zugeführt.

Beispiele für eine solche Steuerung sind z. B. die Steuerung einer einfachen Verkehrsampel, die Steuerung der Klingelanlage in einer Schule, numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen und mit gewissen Einschränkungen die Steuerung von Waschmaschine und Geschirrspüler.

Ablaufsteuerung

Ablaufsteuerungen unterscheiden sich von Zeitplansteuerungen durch das Fehlen eines vorgegebenen Zeitplans. Der Arbeitsablauf ist zwar auch als Programm vorgegeben, wird aber abhängig von den Zuständen der gesteuerten Anordnung (z. B. der Maschinenanlage) schrittweise ausgeführt.

Das bedeutet: Erst wenn ein Schritt des Programms ausgeführt und als erledigt zurückge-

meldet worden ist, wird der nachfolgende Programmschritt durchgeführt. Ein Beispiel hierfür ist die Steuerung von Fahrstühlen und Computern.

Führungssteuerung

Bei Führungssteuerungen erfolgt die Steuerung durch eine sog. Führungsgröße. Sie wird am Eingang der Steuerung durch Meßwertaufnehmer festgestellt und beeinflusst entsprechend einer vorgegebenen Gesetzmäßigkeit als Eingangsgröße die Steuerung.

Beispiel für eine solche Steuerung ist der Dämmerungsschalter, der die Straßenlampen abends ein- und morgens ausschaltet, also diese in Abhängigkeit von der Intensität des Lichts schaltet.

Grundschemata der Steuerung

Trotz der verschiedenen Arten der Eingabe von Eingangssignalen und trotz unterschiedlicher Übertragung der Steuersignale läßt sich ein übereinstimmendes Grundschemata des Wirkungsablaufs einer Steuerung aufzeigen. Graphisch dargestellt ergibt sich das Blockschaltbild in Abb. 136.

Es hat im Unterschied zur Regelung linearen Charakter und gibt die einzelnen Elemente mit ihrer Signalverbindung wieder. Diese Elemente sollen im folgenden näher erläutert werden.

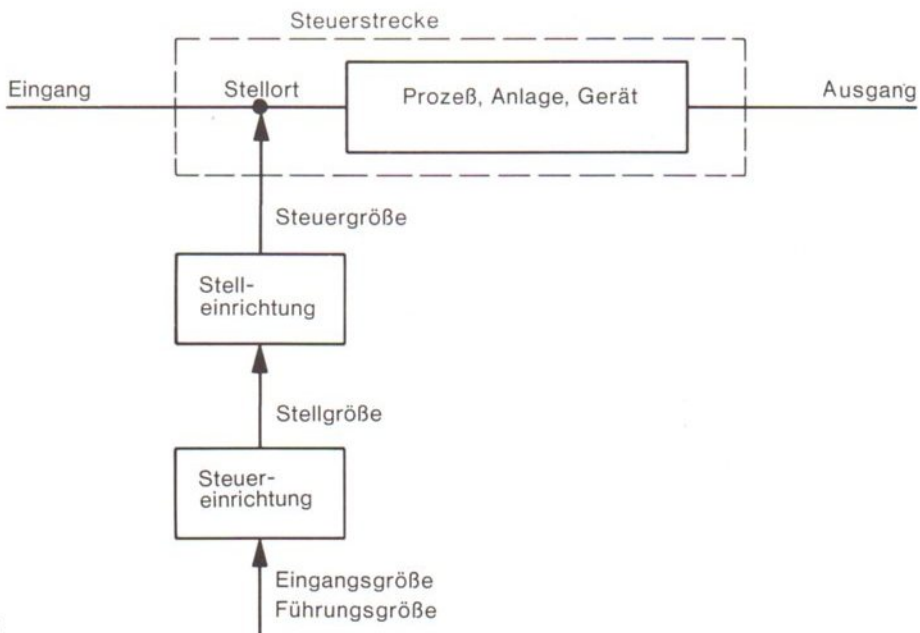


Abb. 136

Baugruppen der Steuerung

Zu dem System einer Steuerung gehören mehrere Baugruppen mit verschiedenartigen Aufgaben. Man bezeichnet diese Baugruppen zusammen als Steuerkette. Die wichtigsten Bauglieder sind:

- die Steuereinrichtung,
- die Stelleinrichtung und
- die Steuerstrecke.

Steuereinrichtung

Die Steuereinrichtung hat die Aufgabe, die Eingangsgrößen, auch Führungsgrößen oder Eingangssignale genannt, über entsprechende Meßwertgeber aufzunehmen oder die auf entsprechenden Programmspeichern festgehaltenen Programme abzurufen und diese dann in Stellgrößen umzuformen und an das nachfolgende Bauglied, die Stelleinrichtung, weiterzugeben. Aus diesem Grund besteht die Steuereinrichtung oft aus mehreren verschiedenen Bauteilen.

Eingangsgröße kann z. B. ein Wasserstand sein. Er wird über einen Schwimmer gemessen und mit einem festgelegten Soll-Wert verglichen. Ist dieser erreicht, wird durch den Schwimmer ein Schaltkontakt betätigt. Dieser Schaltkontakt schaltet die Stellgröße, den elektrischen Strom, ein oder aus.

In der Steuereinrichtung wird also mittels eines Schwimmers, eines entsprechenden Gestänges und eines Schalters die Eingangsgröße *Wasserstand* erfaßt und unter gegebenen Bedingungen in die Stellgröße *elektrischer Strom* umgewandelt.

Ein weiteres Beispiel ist die Programmsteuerung einer Waschmaschine. Die Steuereinrichtung umfaßt das Schaltprogramm der Maschinenfunktionen, die Schalter und das Schrittschaltwerk, das entsprechend dem gewählten Programm die einzelnen Funktionen einschaltet, d. h. die Stellgröße Strom an die Stelleinrichtungen Motor, Ventil u. a. weitergibt.

Stelleinrichtung

Als Stelleinrichtung bezeichnet man den Teil der Steuerung, der direkt auf die Steuerstrecke einwirkt. Sie besteht meistens aus zwei Teilen, dem Stellglied und dem Antriebsglied.

Stellglieder steuern den Energiefluß der Arbeitsenergie und verändern damit den Zustand der Antriebsglieder.

Bei den dargestellten Beispielen wird als Arbeitsenergie elektrischer Strom verwendet, der durch das Stellglied Relais bzw. Netzschaltgerät ein- oder ausgeschaltet wird. Das Antriebsglied kann ein Elektromotor, ein Magnet, ein Ventil, eine Pumpe oder ein Ventilator sein, der auf die Steuerstrecke einwirkt.

Ist eine Steuerung sehr einfach aufgebaut, dann können Steuereinrichtung und Stelleinrichtung zusammengefaßt sein. Das ist der Fall, wenn man z. B. zum Schalten eines Motors, eines Magneten oder eines Ventils einen Schalter einsetzt, der von Programmscheiben oder von einem Meßwertgeber (z. B. Bimetallschalter, Schwimmer) betätigt wird.

Steuerstrecke

Unter Steuerstrecke wird ein Vorgang, ein Gerät oder eine Anlage verstanden, auf die die Steuereinrichtung und die Stelleinrichtung einwirken und die dadurch gesteuert werden sollen. Das ist bei einer Verkehrsampel der Verkehrsfluß, bei einer Waschmaschine der Waschvorgang in der Trommel, und bei einer Straßenbeleuchtung sind es die Straßenlampen.

4.1 Führungssteuerungen

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Führungssteuerungen sind dadurch charakterisiert, daß die Steuerstrecke entsprechend einer vorgegebenen Gesetzmäßigkeit von einer mit Hilfe eines Meßwertgebers festgestellten Eingangsgröße beeinflusst wird.

Bei der Eingangsgröße handelt es sich in vielen Fällen um physikalische Größen wie Temperatur, Druck, Beleuchtungsstärke oder Volumen, die sich kontinuierlich verändern.

Elektrische Steuerungen wie die folgenden sind mit Hilfe binärer Signalverarbeitung besonders einfach, aber dennoch zuverlässig zu realisieren. Dazu müssen allerdings die analogen Werte der Eingangsgrößen mit Hilfe entsprechender Schaltglieder innerhalb der Steuereinrichtung in binäre Signale umgewandelt werden. Dafür kann man als Meßwertumformer Grenzwertschalter einsetzen, die bei Erreichen eines vorher einstellbaren Minimal- oder Maximalwertes die Stelleinrichtung beeinflussen.

Ändert sich nach einiger Zeit die Führungsgröße in entgegengesetzter Richtung, wird im allgemeinen auch die Steuerstrecke entsprechend beeinflusst.

4.1.1 Dämmerungsschalter

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Funktion

Der Dämmerungsschalter ist ein Automat, der bei Einbruch der Dunkelheit die Straßenbeleuchtung einschaltet und bei Tagesanbruch wieder ausschaltet.

Diese steuerungstechnische Aufgabe könnte von einer zeitprogrammgesteuerten Schalteinrichtung übernommen werden. Doch damit könnte man nur schwer den verschiedenen Zeiten der Morgen- und Abenddämmerung, die sich im Lauf des Jahres ständig verschieben, Rechnung tragen.

Aus diesem Grund baut man den Dämmerungsschalter als Führungssteuerung auf, wobei man als Führungsgröße für die Steuerung die Tageshelligkeit verwendet. Wird ein bestimmter Wert unterschritten, so schaltet sich die Beleuchtung selbsttätig ein. Hat die Tageshelligkeit einen bestimmten Wert erreicht, so schaltet sich die Beleuchtung aus.

Steuereinrichtung

Die Steuereinrichtung muß also in der Lage sein, diese Führungsgröße aufzunehmen. Sie benötigt einen Fühler, der auf Helligkeitsunterschiede reagiert und diese in elektrische Signale umsetzt. Ein solcher Fühler ist der Fotowiderstand (siehe dazu S. 23 und Heft 3 A1, S. 36). Er verringert seinen Widerstandswert mit zunehmender Beleuchtungsstärke bzw. vergrößert ihn mit abnehmender Beleuchtungsstärke. Er wandelt also Lichtsignale in elektrische Signale um, indem er durch Änderung

seiner Leitfähigkeit in seinem Stromkreis Veränderungen der Stromstärke verursacht, die als Stellgrößen im Stellglied wirksam werden.

Stellglied

Das Stellglied erhält als Eingangs- oder Stellgröße unterschiedliche elektrische Stromstärken. Es muß also in der Lage sein, diese Stromstärken in verschiedene Schaltzustände umzusetzen.

Ein ideales Bauelement für die Lösung dieser Aufgabe ist das Relais. Es schließt und öffnet je nach Größe seines Steuerstroms Schaltkontakte, die ihrerseits wieder einen oder mehrere Arbeitsstromkreise schalten.

Steuerstrecke

Als Steuerstrecke sind hier die Straßenlampen zu betrachten; auf sie wirkt sich der Steuerungsvorgang aus. Sie werden durch die Schaltkontakte des Stellgliedes ein- bzw. ausgeschaltet. Ausgangsgröße dieser Steuerkette ist das Licht.

Abb. 137 zeigt das entsprechende Blockschaltbild.

Mögliche Störungen

Da sowohl Eingangsgröße wie Ausgangsgröße dieser Steuerung Licht sind, muß man dafür sorgen, daß die Ausgangsgröße nicht auf die Eingangsgröße zurückwirken kann, daß also die Straßenlampen nicht den Fotowiderstand beleuchten. Geschieht dies, erhält also der Fotowiderstand Licht, so wird für ihn der Zustand *Tag* simuliert. Er schaltet die Straßenlampen aus. Da es aber Nacht ist und der Fotowiderstand jetzt nicht mehr beleuchtet wird, muß die Steuerung die Straßenlampen wieder einschalten. Somit erhält der Fotowiderstand wieder Licht. Die Steuerung schaltet die Straßenlampen wieder aus.

Würden also die Straßenlampen den Fotowiderstand beleuchten, so würden diese ständig automatisch ein- und ausgeschaltet werden.

Eine solche Rückwirkung der Ausgangsgröße auf den Eingang bezeichnet man als *Rückkopplung*. Im Fall der Dämmerungsschaltung ist sie unerwünscht. Es müssen deshalb bautechnische Maßnahmen vorgenommen werden, um dies zu verhindern.



Abb. 137

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Die Abb. 138 zeigt ein Modell eines Dämmerungsschalters. Der zugehörige Schaltplan ist in Abb. 139 wiedergegeben.



Abb. 138

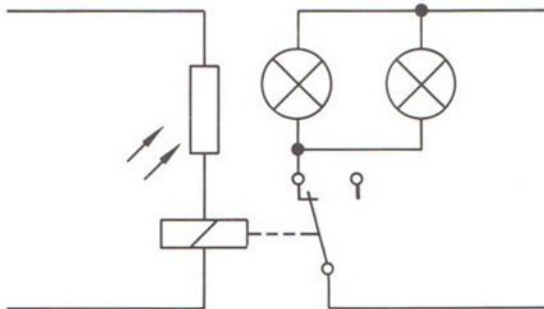


Abb. 139

Damit die Anlage funktioniert, ist darauf zu achten, daß ein Fotowiderstand neuer Bauart – mit schwarzem Feld – verwendet wird. Nur dieser wird bei hohem Tageslicht so niederohmig, daß das Relais anziehen kann. Er ist im Baukasten u-t 3/1 enthalten, sowie im Baukasten u-t 4 der Fabrikation ab Mitte 1976. Der Fotowiderstand mit blauem Feld aus u-t 4 älterer Fabrikation ist für den Versuch nicht geeignet.

Als Relais kann der Relaisbaustein RB II aus u-t 3, u-t 3/1 und u-t 4, aber auch das Rundrelais (siehe Abb. 23, Seite 12) aus dem Baukasten u-t 3 älterer Fabrikation eingesetzt werden. Der Relaisbaustein RB aus dem Baukasten u-t 4 älterer Fabrikation benötigt eine höhere Spannung, um zu schalten, und ist deshalb für diesen Versuch nicht geeignet.

Zieht bei Beleuchtung des Fotowiderstandes das Relais nicht an, so kann man sich mit zwei Maßnahmen helfen. Man erhöht entweder die Spannung im Steuerstromkreis durch eine Reihenschaltung von 2–4 Batterien mit je 4,5 V Spannung oder man vergrößert die Beleuchtungsstärke auf dem Fotowiderstand durch eine künstliche Lichtquelle, die an die Stelle

des Tageslichtes tritt. Normalerweise sind diese Maßnahmen nicht notwendig, wenn man die oben angegebenen Bauteile verwendet.

Für den Laststromkreis, in dem die Straßenlampen liegen, sollte man in jedem Fall eine separate Spannungsquelle verwenden, um nicht die Spannungsquelle für den Steuerstromkreis zu sehr zu belasten.

Der Fotowiderstand wurde bei diesem Modell auf eine Säule gesetzt, damit er nicht durch die Straßenlampen beleuchtet werden kann.

Steuerungstechnisch wichtig ist bei dieser Aufgabenstellung, daß die Eingangssignale auf dem Fotowiderstand die entsprechenden Ausgangssignale an den Straßenlampen bringen.

Sie dürfen nicht eingeschaltet sein, wenn der Fotowiderstand Licht erhält. Das Eingangssignal *Licht* muß also in das Ausgangssignal *kein Licht* umgeformt werden und das Eingangssignal *kein Licht* muß das Ausgangssignal *Licht* bringen. Innerhalb der Steuerkette muß also nicht nur eine Umwandlung des Signals *Licht* in Strom erreicht werden, sondern auch eine Umkehrung des Ausgangssignals im Verhältnis zum Eingangssignal.

Diese Umkehrung innerhalb des Signalflusses wird mit Hilfe des Relais erreicht. Da das Relais angezogen hat, wenn der Fotowiderstand beleuchtet ist, sind die Straßenlampen ausgeschaltet, wenn man ihren Laststrom über einen Ruhekontakt des Relais schaltet.

Dämmerungsschalter mit Netzschaltgerät

Der Dämmerungsschalter kann auch unter Verwendung des Netzschaltgerätes so aufgebaut werden, daß mit ihm ein Hofflicht oder eine Zimmerbeleuchtung mit 220 V bei einbrechender Dunkelheit eingeschaltet werden kann. Abb. 140 zeigt ein entsprechendes Modell, Abb. 141 den Schaltplan.

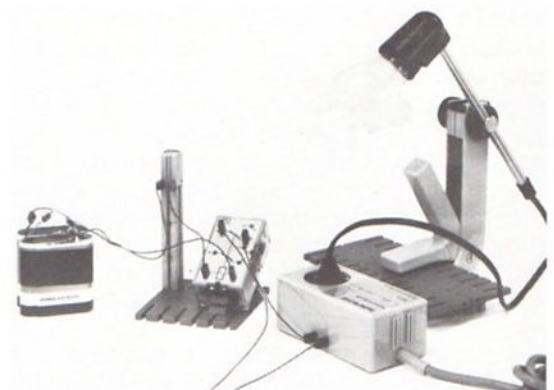


Abb. 140

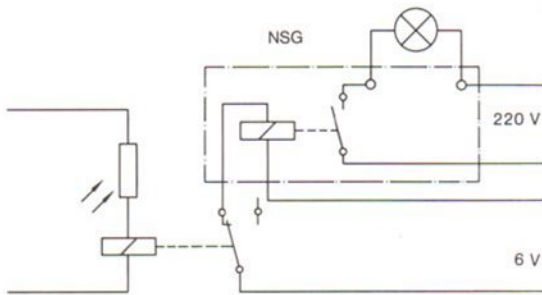


Abb. 141

Dabei kann jedoch auf das Relais nicht verzichtet werden, da das Netzschaltgerät nur einen Arbeitskontakt zum Einschalten besitzt. Die notwendige Umkehrung des Signals innerhalb der Steuerkette kann nur durch das Relais bewirkt werden.

4.2 Programmsteuerungen

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Das Programm

Programmsteuerungen nehmen in der Steuerungstechnik einen breiten Raum ein.

Bei ihnen kann das Eingangssignal entweder über ein wechselndes Programm der Steuereinrichtung eingegeben werden, wie z. B. bei Werkzeugmaschinen und Datenverarbeitungsanlagen, oder bereits fest in der Steuereinrichtung eingebaut sein, wie bei einer einfachen Ampelsteuerung.

Bei einigen Programmsteuerungen ist es auch möglich, mit Hilfe eines Wahlschalters aus der Vielzahl von möglichen Programmen ganz bestimmte Zusammenstellungen vorzunehmen und diese als Steuerprogramm abzurufen. Als Beispiel sind die Steuerungen von Waschmaschine und Geschirrspüler zu nennen. Bei ihnen werden die verschiedenen Wasch- und Spülprogramme entsprechend der Einstellung des Programmwahlschalters ausgeführt.

Speicherung des Programms

Die Programme werden auf verschieden konstruierten Programmträgern gespeichert. Es können einfache Programmspeicher wie Kur-

ven- und Nockenscheiben mit verschieden langen Nockenbahnen sein oder Schaltscheiben mit Steckkontakten. Ferner können Lochkarten, Lochbänder, Magnetbänder oder Magnetplatten verwendet werden.

Eingabe des Programms

Für diese unterschiedlich aufgebauten Programmträger müssen nun entsprechende Übertragungsgeräte konzipiert werden, die imstande sind, die Eingangssignale in elektrische Impulse umzusetzen, gegebenenfalls zu verstärken und an die Stelleinrichtung weiterzugeben. Es müssen also geeignete Steuergeräte entwickelt werden.

Bei einfachen Steuerungen, z. B. bei Waschmaschinen, werden mit Hilfe von Schaltnocken Schalter betätigt, die die gewünschten Funktionen steuern.

Lochkarten und Lochstreifen werden sowohl mechanisch durch Kontaktbürsten als auch elektronisch mit Licht und Fotodioden abgetastet.

Magnetbänder und Magnetplatten geben ihre Informationen über entsprechende Magnetleseköpfe ähnlich wie bei einem Tonband ab.

4.2.1 Blinkanlagen

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Eine sehr einfache Programmsteuerung, genauer eine Zeitplansteuerung, ist das in Kap. 2.3.1 beschriebene Blinklicht. Das Schaltprogramm ist mit Hilfe einer Nockenscheibe gespeichert. Diese Information wird durch einen Taster in Schaltzustände und damit in die Information *Strom – kein Strom* umgesetzt. Dazu muß die Programmscheibe so ausgeführt sein, daß sie zu den vorher festgelegten Zeiten und in der vorher bestimmten Zeitdauer den Taster betätigt.

Graphisch dargestellt kann ein Programmablauf so aussehen wie in der Abb. 142.

Für einfache Blinkschaltungen genügen die im Lernbaukasten u-t 1 vorhandenen Nockenscheiben. Will man jedoch ein differenziertes Blinkprogramm einbauen, dann sollte man die Schaltscheiben aus dem Lernbaukasten u-t 3/1 verwenden. Die Abb. 143 zeigt, wie diese Scheiben montiert werden.



einfaches Schaltprogramm



kompliziertes Schaltprogramm



Abb. 142

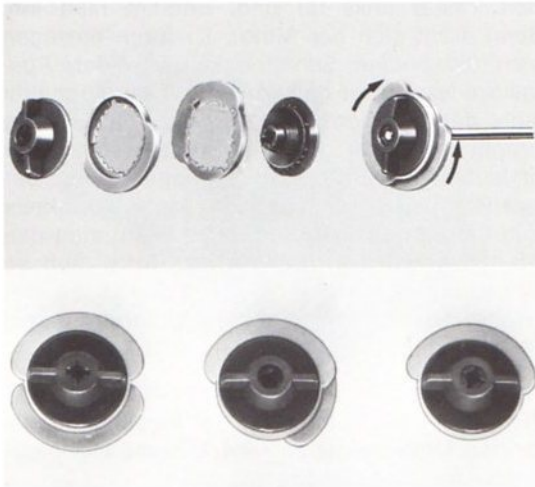


Abb. 143

Einfache Steuergeräte mit den Schaltscheiben sind in Heft 3A1 in den Abb. 103 bis 108 dargestellt.

Die Schaltscheiben sind so konstruiert, daß man je nachdem, wie zwei Scheiben in eine Nabe eingesetzt werden, verschieden große Nockenbahnen erhält und damit bei einer Steuerung verschieden lange Schaltzeiten erreicht.

Verwendet man zum Schalten eines Steuerstromkreises Schaltscheiben in Verbindung mit dem fischertechnik-Taster, so ist folgendes zu beachten:

Wird der Taster als Ein-Taster verwendet, so entspricht die kürzeste Einschaltzeit, die er-

reicht werden kann, der Länge der Nockenbahn einer Schaltscheibe. Bei einer Umdrehung ist also die Einschaltzeit etwa genauso lang wie die Ausschaltzeit.

Will man bei einer Umdrehung kürzere Einschaltzeiten als Ausschaltzeiten erreichen, so muß der Taster als Aus-Taster angeschlossen werden und die Nockenbahn für den Ausschaltimpuls entsprechend vergrößert werden. Der Einschaltimpuls erfolgt, wenn die Schaltscheibe den Tasterknopf freigibt (vgl. Heft 3A1, Abb. 107).

4.2.2 Schaltuhren

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Aufgabe

Schaltuhren erfüllen in der Technik unterschiedliche Aufgaben. Sie dienen dazu, ein Schaltprogramm zu speichern, das, gekoppelt mit einer Uhr oder einem einfachen Zeitwerk, nach einem bestimmten Zeitplan Einschalt- oder Ausschaltimpulse gibt.

Anwendung

TREPPENHAUSAUTOMAT

Anwendung findet dieses Prinzip beim Treppenhausautomaten, der über einen Taster eingeschaltet wird und sich nach einer einstellbaren Zeitspanne wieder ausschaltet. In vielen Fällen wird durch den Einschaltimpuls mit Hilfe eines Magneten ein Federwerk aufgezogen, das danach abläuft und das Licht wieder ausschaltet.

Bei einer anderen technischen Lösung wird beim Einschalten der Treppenhausbeleuchtung ein Motor gestartet, der sich nach einer Umdrehung einer Schaltwelle wieder von selbst abstellt und dabei auch das Treppenhauslicht ausschaltet.

Häufig wird auch mit Hilfe eines Elektromagneten ein Quecksilberschalter verstellbar. Er schaltet das Treppenhauslicht ein. Über einen Verzögerungsmechanismus dreht er sich allmählich wieder in die Ausgangslage zurück. Dadurch wird das Licht wieder ausgeschaltet.

Die neueren Konstruktionen von Treppenhausautomaten arbeiten elektronisch. Hierbei wird die Zeitverzögerung mit Hilfe eines Kondensators erreicht.

WECKER

Zu den am weitesten verbreiteten Schaltuhren gehören die Wecker. Konstruktionen mit Federwerk lösen zu einem eingestellten Zeitpunkt ein mechanisch angetriebenes Lätwerk aus.

Elektrisch angetriebene Weckeruhren verfügen in vielen Fällen über elektromagnetisch betätigte Summer als Weckeinrichtungen. Diese werden von einem Schalter eingeschaltet.

Eine Variante dieser elektrisch betriebenen Wecker ist der sogenannte Radiowecker, der statt eines Summers zur Weckzeit ein Radioprogramm einschaltet.

SCHULHAUSKLINGELANLAGE

Die Läutezeiten einer Schulhausklingelanlage sind ebenfalls im Programmspeicher einer Schaltuhr gespeichert. Hier wird eine Kreisscheibe mit einer 24-Stunden-Einteilung mit entsprechenden Kontaktstiften programmiert. Diese lösen ein Klingelzeichen aus, wenn sie sich am Schaltkontakt vorbeidrehen. Bei einer Änderung der Läutezeiten werden diese Kontaktstifte aus der bisherigen Position entfernt und an anderer Stelle eingesetzt.

AUTOMATIKKOCHPLATTEN

Herde mit Automatikkochplatten verfügen oft über Schaltuhren, die es gestatten, zu einem bestimmten, frei wählbaren Zeitpunkt eine Kochplatte einzuschalten. Diese Kochplatte bleibt dann – mit der gewünschten Temperatur – für eine programmierbare Zeitdauer eingeschaltet. Ist diese Zeit abgelaufen, schaltet die Schaltuhr die Kochplatte wieder aus.

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Modell I

ZEITSCHALTWERK FÜR EINE TREPPENHAUSBELEUCHTUNG

Ein einfaches Zeitschaltwerk zeigt das Modell in Abb. 144. Es könnte für ein Modell einer Treppenhausbeleuchtung verwendet werden. Als Antrieb dient der fischertechnik-Motor, dessen Umdrehungszahl durch das Winkelge-

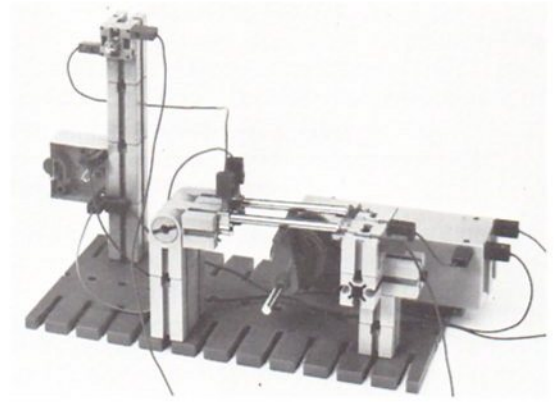


Abb. 144

triebe reduziert wird. Auf der Abtriebswelle des Getriebes sitzen zwei Kurbeln als Schaltnocken. Gestartet wird die Schaltung durch den Taster links im Bild. Betätigt man ihn, dann dreht sich der Motor. Dadurch bewegen sich die beiden Schaltnocken von den Aus-tastern weg. Über den vorderen Taster schaltet sich der Lampenstromkreis ein. Die Lampe brennt so lange, bis dieser Taster von der umlaufenden Nocke wieder geöffnet wird. Der zweite Taster schließt den Motorstromkreis und hält ihn geschlossen, auch wenn man den Starttaster wieder freigibt. Der Motor läuft so lange, bis durch die hintere Schaltnocke der zweite Taster den eigenen Motorstromkreis unterbricht.

Im Schaltbild in Abb. 145 wird deutlich, daß der Starttaster S, mit dem der Einschaltimpuls für den Motor gegeben wird, den motor-gesteuerten Austaster überbrückt.

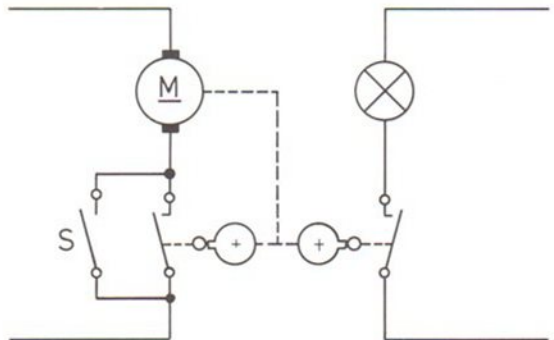


Abb. 145

Beim Betrieb dieses Zeitschaltwerkes sollte das Netzgerät nicht auf volle Spannung eingestellt werden. Man erreicht dadurch längere Schaltzeiten. Gleichzeitig verhindert man, daß

die Schaltnocken zu schnell umlaufen und den Motorstromkreis nur kurz unterbrechen, nicht aber ausgeschaltet halten. Dreht sich die Schaltnocke zu weit, ist der Motorstromkreis bereits wieder geschlossen, und der Motor läuft weiter.

Will man längere Einschaltzeiten erreichen, so muß man dem Motor ein Getriebe mit einem entsprechenden Übersetzungsverhältnis oder ein Schrittschaltwerk nachschalten. Näheres hierüber ist dem Kap. 2.2 S. 28 zu entnehmen.

Modell II

AUTOMATISCHER EIERKOCHER

Die folgenden Abb. 146 a und b zeigen ein weiteres Modell einer Schaltuhr.

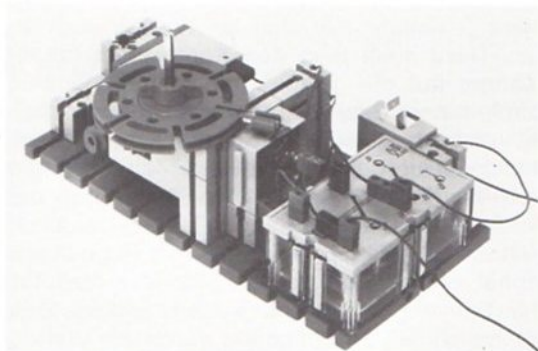


Abb. 146a

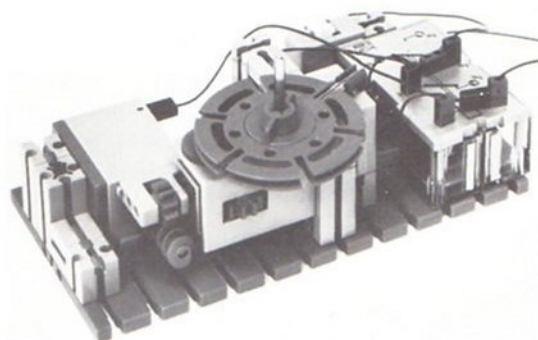


Abb. 146b

Die Einstellung der Laufzeit der Schaltuhr erfolgt dadurch, daß man die Drehscheibe gegen ihre Drehrichtung im Uhrzeigersinn zurückdreht. Dadurch gibt die an der Drehscheibe befestigte Nocke den Aus-Taster frei, der das Relais einschaltet. Zieht das Relais an, so wird über dessen Kontakt der Motor einge-

schaltet, der die Drehscheibe mit der Nocke so lange weiterdreht, bis diese wieder auf den Taster aufläuft und dadurch den Relaisstromkreis unterbricht. Damit wird auch der Motor ausgeschaltet. Das Schaltbild in Abb. 147 verdeutlicht die Funktion.

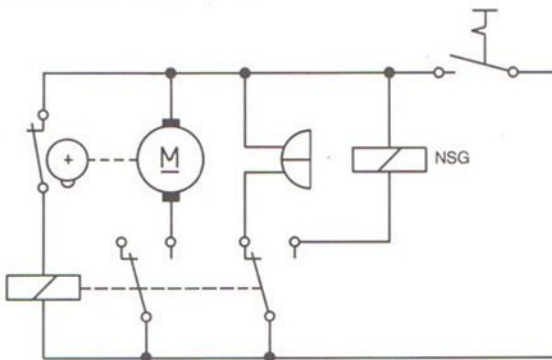


Abb. 147

Je nachdem, wie weit man die Drehscheibe zurückdreht, können verschieden lange Schaltzeiten vorgewählt werden.

Die Drehscheibe muß so auf der Getriebeachse festgezogen werden, daß sie von dieser zwar zuverlässig mitgenommen wird, sich aber trotzdem zurückdrehen läßt.

Der zweite Relaiskontakt ist der eigentliche Schaltkontakt der Zeitschaltuhr. Mit ihm können nach Ablauf der vorgewählten Zeit elektrische Geräte ein- oder ausgeschaltet werden.

Handelt es sich um Geräte, die an 220 V angeschlossen werden müssen, so müssen diese über das Netzschaltgerät (NSG) geschaltet werden. Dies wird über den Relaiskontakt angesteuert. Abb. 147 zeigt die erforderliche Schaltung.

Mit dieser Schaltuhr könnte das Modell eines „Automatischen Eierkochers“ aufgebaut werden, der nach der eingestellten Zeit die Heizquelle aus- und dafür einen Signalgeber einschaltet.

Modell III

Bei dem Modell einer Schaltuhr in Abb. 148 ist eine Drehscheibe zu sehen, die von einem Motor mit Getriebe und einem vorgeschalteten Schrittschaltwerk angetrieben und somit sehr langsam gedreht wird. Die sich drehende Scheibe soll den Zeiger einer Uhr darstellen.

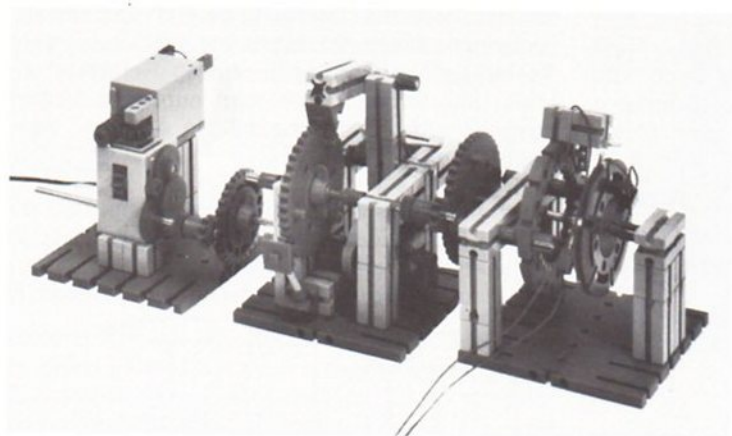


Abb. 148a

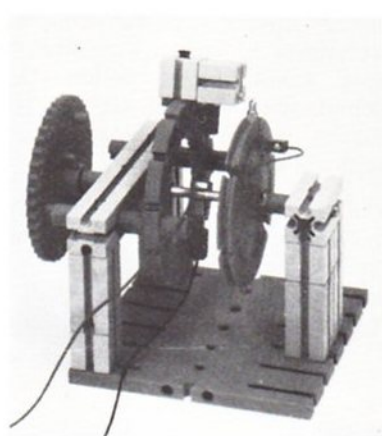


Abb. 148b

Am „Zeigerende“ befindet sich ein Schaltkontakt, der über die Welle und durch Klemmkontakte, die auf der Welle schleifen, mit Strom versorgt wird. Berührt er den zweiten Schaltkontakt, der außen auf dem Innenzahnrad (aus dem Lernbaukasten u-t 2) sitzt, so wird damit der Steuerstromkreis geschlossen. Dieser Schaltkontakt kann an den 12 Nuten des Innenzahnrades festgeklemmt werden, so daß damit Schaltimpulse entweder im Stundenrhythmus oder im Abstand von jeweils 5 Minuten gegeben werden können. Abb. 148 b zeigt nochmals die eigentliche Schaltvorrichtung.

Ob sich die Drehscheibe in einer Stunde oder in 12 Stunden einmal um die eigene Achse drehen soll, muß durch entsprechend übersetzte Getriebe bestimmt werden. Mit der in Abb. 148a gezeigten Getriebekombination erreicht man eine Umlaufzeit des Schaltkontaktes von 20 bis 60 Minuten, je nachdem, wie hoch die angelegte Spannung ist.

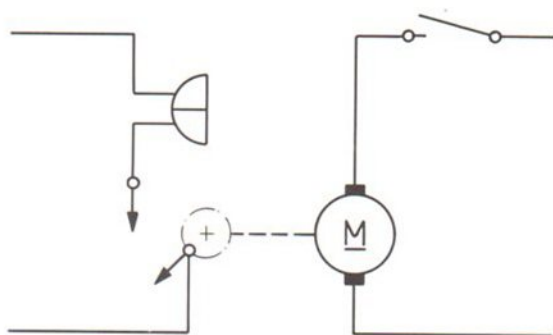


Abb. 149

WECKER

Diese Schaltuhr läßt sich als Wecker verwenden. Dazu stellt man den Kontakt am Innenzahnrad auf die gewünschte Zeit ein. Sobald durch einen Schalter der Motor eingeschaltet wird, beginnt die Schaltuhr zu laufen. Nach Ablauf der eingestellten Zeit berühren sich der Kontakt an der Drehscheibe und der Kontakt am Innenzahnrad. Dadurch schließt sich der Stromkreis des Summers, so daß ein Signal ertönt. Abb. 149 zeigt das Schaltbild. Der Summer schaltet sich nach einiger Zeit, wenn sich der Schaltkontakt durch das Weiterdrehen des Rades öffnet, von selbst wieder aus.

RADIOWECKER

Soll der Einschaltimpuls gespeichert werden, der Stromkreis also geschlossen bleiben, was z. B. bei einem Radiowecker erwünscht ist, so muß man für diese Selbsthalteschaltung das Relais verwenden. Abb. 150 zeigt das Schalt-

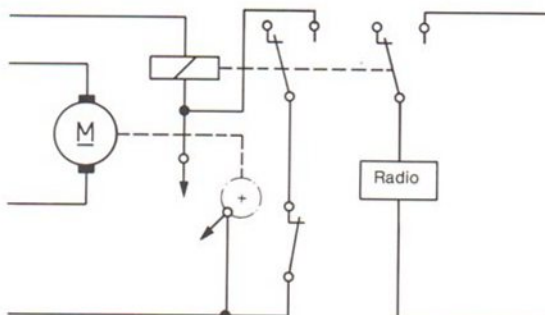


Abb. 150

bild. Durch den Schaltimpuls des Schaltkontaktes zieht das Relais an. Mit Hilfe des ersten Kontaktsatzes wird der Schaltimpuls gespeichert. Über den zweiten Kontaktsatz wird das Radio eingeschaltet. Soll es wieder ausgeschaltet werden, kann man die Selbsthaltung durch einen Austaster wieder aufheben.

Bei diesem Schaltungsaufbau dürfen nur Batteriegeräte verwendet werden.

Der Schaltimpuls für den Radiowecker kann auch mit einem Reedkontakt erzeugt werden, der auf dem Zifferblatt eines größeren Weckers befestigt wird. Am Zeiger des Weckers muß ein kleiner Dauermagnet angebracht werden, der den Schaltimpuls auslöst.

SCHALTUHRN MIT PROGRAMMIERBAREN SCHALTZEITEN

Die dargestellte Schaltuhr bietet eine weitere Schaltmöglichkeit. Auf der Grundlage der vorangegangenen Schaltung kann man nicht nur den Zeitpunkt des Einschaltens programmieren, sondern auch den entsprechenden Ausschaltimpuls. Hiermit kann man die Zeitspanne festlegen, während der ein elektrisches Gerät eingeschaltet bleiben soll.

Dazu ist es notwendig, den Austaster der Selbsthaltung entsprechend versetzt zu dem Einschaltkontakt so neben der Drehscheibe anzubringen, daß der Taster von dem sich drehenden Schaltkontakt betätigt werden kann. Die Abb. 151 zeigt das Modell.

Geräte mit 220 V Spannung wie Kochplatten oder Tauchsieder müssen über das Netzschaltgerät geschaltet werden.

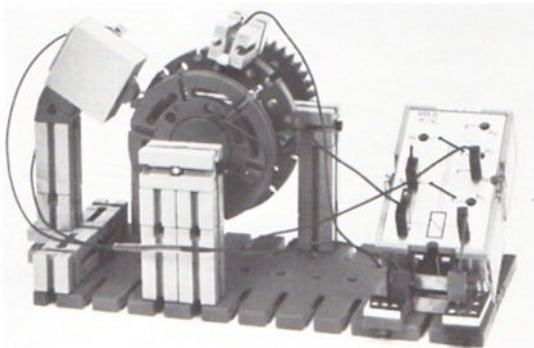


Abb. 151

SCHALTUHR MIT FEST EINGESTELLTEN SCHALTZYKLEN

Bei entsprechender Änderung der Schaltung kann auch das Modell einer Schaltuhr aufgebaut werden, die es erlaubt, fest eingestellte Schaltzyklen ablaufen zu lassen, wenn man einen Taster betätigt. Nach Ablauf der eingestellten Zeit schaltet sich die Uhr selbsttätig ab.

Abb. 152 zeigt das Schaltbild. Hier ist zu sehen, daß das Relais vom Schaltkontakt der Uhr gesteuert wird. Über einen Ruhekontakt des Relais wird der Motor der Uhr geschaltet. Solange dieser Kontakt geschlossen ist, läuft der Motor. Er wird ausgeschaltet, wenn sich die Kontakte der Uhr berühren, denn dann zieht das Relais an.

Um den Einschaltimpuls zu geben, muß man parallel zu diesem Relaiskontakt einen Taster schalten. Wird er betätigt und damit der geöffnete Relaiskontakt überbrückt, läuft der Motor. Da dadurch der „Zeiger“ der Uhr gedreht wird, öffnet der Schaltkontakt, und das Relais fällt ab. Der Motor bleibt auch nach dem Loslassen des Starttasters eingeschaltet. Er wird erst wieder ausgeschaltet, wenn sich nach einer Umdrehung des „Zeigers“ die Schaltkontakte berühren.

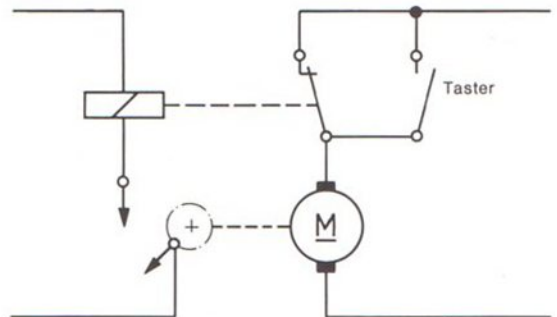


Abb. 152

Ist die Zeitspanne einer Umdrehung für einen Schaltzyklus zu lang, was ja auch von dem dem Motor nachgeschalteten Getriebe abhängt, dann können auf dem Hohlrad weitere Kontakte angebracht werden. Sie müssen schaltungstechnisch parallel mit dem ersten Kontakt angeordnet werden.

Der zweite Relaiskontakt ist als Schaltkontakt der „Uhr“ anzusehen. Mit ihm werden die elektrischen Geräte direkt oder über das Netzschaltgerät geschaltet.

4.2.3 Programmsteuerung einer Verkehrsampel

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Bei einer einfachen Steueranlage einer Verkehrsampel genügt es, wenn die Eingangssignale auf einzelnen Programmscheiben gespeichert sind.

Sie sind so festgelegt, daß die drei Lampen der Verkehrsampel bei einem Schaltzyklus in einer bestimmten Reihenfolge sowohl nacheinander als auch einmal zusammen (rot-gelb) eingeschaltet werden.

Graphisch dargestellt sieht das Schaltprogramm etwa so aus, wie die Abb. 153 zeigt.

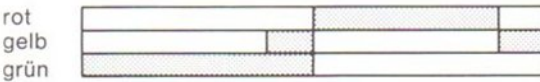


Abb. 153

Die Steuervorrichtung muß so konstruiert werden, daß sie das auf den Programmscheiben festgehaltene Schaltprogramm abgreifen kann. In der Regel werden hierfür einfache mechanische Tasterkonstruktionen verwendet, die von den Steuerscheiben betätigt werden.

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Bei der Darstellung im Modell sind die Stellglieder der Steuerstrecke wieder in die Steuervorrichtung integriert, d. h. die Taster betätigen direkt die Stromkreise der Signallampen.

In der technischen Wirklichkeit können Relais als Stellglieder dazwischengeschaltet sein, um die Kontaktbelastung der Steuerschalter niedriger zu halten.

Die folgenden Abbildungen zeigen verschiedene Konstruktionsbeispiele für den Bau einfacher Ampelsteuerungen, bei denen die Lampen einzeln über Taster geschaltet werden. Diese werden von Schaltscheiben betätigt.

Da mit einem Schaltscheibenpaar pro Umdrehung der Schaltwalze nur jeweils ein Schaltimpuls, wenn auch von unterschiedlicher Länge, eingestellt werden kann, im Schaltzyklus einer Ampel aber zwei Gelbphasen enthalten

sind, müssen hierfür zwei Schaltscheibenpaare eingesetzt werden. Die beiden anderen Taster steuern die rote und die grüne Lampe.

Die Taster bestehen bei dem Modell in Abb. 154 aus drehbar gelagerten Hebeln, die so ausgewogen sind, daß sie mit ihren Kontakten auf die gemeinsame Kontaktschiene fallen. Zum Ausschalten des jeweiligen Stromkreises werden diese Hebel von der Schaltnocke angehoben.

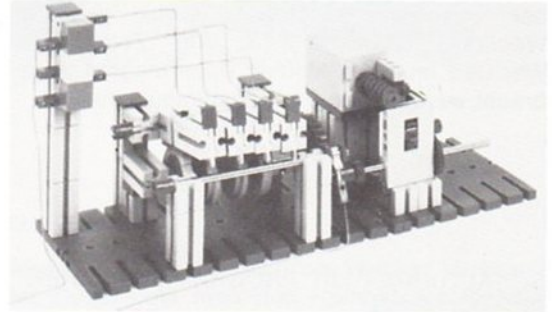


Abb. 154

Beim Modell in Abb.155 werden die Kontakte durch Federgelenksteine an die Kontaktschiene gepreßt. Damit ist eine gute Kontaktsicherheit gewährleistet.

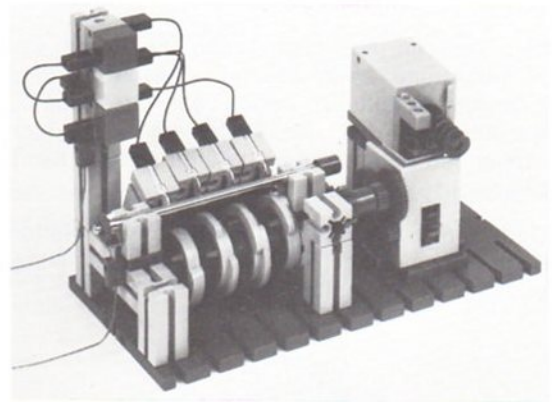


Abb. 155

Für sehr guten Kontakt sorgen beim Modell in Abb. 156 a und b die Stößel, die durch Federdruck an die Kipphebel gepreßt werden, so daß deren Kontakte fest an der Kontaktschiene anliegen.

Die Abb. 156 b zeigt das Steuergerät des Modells mit den 4 Stößeln von der Rückseite.

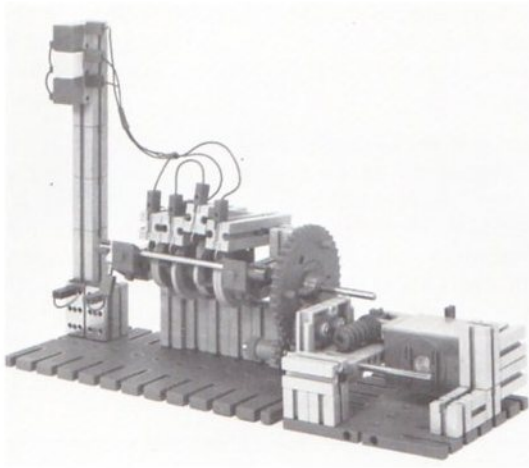


Abb. 156a

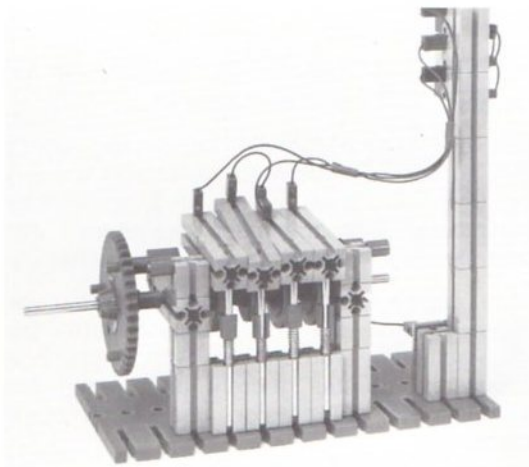


Abb. 156b

4.2.4 Programmsteuerung einer Waschmaschine

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Ein wichtiges Bauelement eines modernen Waschvollautomaten ist das Programmsteuergerät. Zusammen mit dem Programmwahlschalter bestimmt es den Ablauf der verschiedenen Waschprogramme.

Das Programmsteuergerät umfaßt den Synchronmotor, ein Getriebe zur Reduzierung seiner Drehzahl, ein Schrittschaltwerk und den eigentlichen Programmschalter, der vom Schrittschaltwerk bei einem Waschgang einmal gedreht wird und dessen einzelne Nockenscheiben das Programm tragen. Meist ist im Steuergerät auch der sogenannte Reversierer mit eingebaut, der Schalter, der die Drehrichtungsänderung des Waschmotors steuert.

Das Schrittschaltwerk hat die Aufgabe, die kontinuierliche Drehbewegung des Motors in eine sehr langsame Schrittbewegung umzusetzen. Dadurch wird der Programmschalter schrittweise weitertransportiert. Seine Nockenscheiben betätigen die mechanischen Schaltkontakte.

Auf den einzelnen Nockenscheiben des Programmschalters sind alle Funktionsmöglichkeiten der Waschmaschine gespeichert. Diejenigen Vorgänge, die für ein bestimmtes Waschprogramm (z. B. Kochwäsche, Wollprogramm) benötigt werden, werden vom Programmwahlschalter angesteuert und ergeben bei ihrem Ablauf das gewünschte Waschprogramm. Die Programmscheiben, die für das gewählte Programm nicht benötigt werden, laufen ohne Funktion mit.

Der gewählte Wasserstand wird über Membranschalter, sogenannte Druckwächter, kontrolliert, die das Einlaßventil öffnen bzw. schließen.

Die Heizung wird von einem oder mehreren Thermostaten überwacht, die bei der entsprechenden Temperatur abschalten. Moderne Maschinen verfügen zusätzlich über einen sogenannten Trockengehschutz, der ein Beheizen der Trommel verhindert, wenn kein Wasser eingelaufen ist. Ferner ist ein Deckelschalter eingebaut, der die Maschine abschaltet, wenn man den Deckel öffnet, oder eine Türverriegelung, die ein Öffnen verhindert, wenn noch Wasser in der Maschine ist.

Das Steuerdiagramm einer Waschmaschine sieht in etwa so aus, wie die Abb. 157 es zeigt.

Laufzeit	Vorwäsche	10 Min	Hauptwäsche	30 Min	Spülen	15 Min
Programm						
Wassereinlauf						
Trommelbewegung						
Heizung						
Pumpe						
Schleuder						

Abb. 157

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Die Abb. 158 und 163 zeigen zwei unterschiedliche konstruktive Lösungen für Programmschalter.

Das erste Modell ist in seinem Aufbau unkompliziert, die Erstellung des Schaltprogramms ist vergleichsweise einfach. Allerdings weist es nur eine geringe Übereinstimmung mit der technischen Wirklichkeit auf, wo nur in seltenen Fällen Schleifbahnen durch Schleifkontakte abgetastet werden. Viel häufiger findet man Lösungen, wie sie im zweiten Programmschalter-Modell realisiert sind.

Beim ersten Modell werden die im Steuerdiagramm dargestellten Funktionen der Waschmaschine über 5 Schleifbahnen von Federkon-

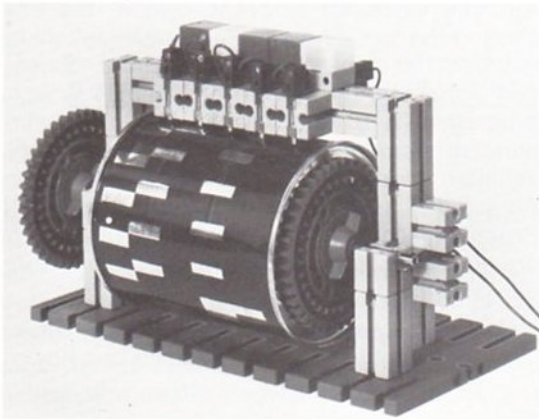


Abb. 158

takten abgegriffen. Die Programmwalze besteht aus einer Milchkdose, die sich langsam dreht und auf deren Umfang Schleifkontakte schleifen.

Bei der Programmierung einer solchen Programmwalze ist es zweckmäßig, zunächst die gesamte Trommel mit Klebefolie zu überziehen. Das Schaltprogramm wird auf einer Papierbahn, evtl. Millimeterpapier, aufgetragen, die die Länge des Walzenumfangs hat. Legt man diese Papierbahn um die Walze, so kann man mit einem scharfen Messer die einzelnen Einschaltzeiten aus der Folie herausausschneiden und abziehen.

Zum Abtasten der Schleifbahnen werden Federkontakte verwendet, die kleine Unebenheiten in der Dose ausgleichen können. Die Funktionen der Waschmaschine werden bei diesem Modell durch Lampen symbolisiert.

Abb. 159 zeigt das gesamte Modell mit Antriebsmotor und Schrittschaltwerk.

Statt der Lampe für die Trommelbewegung kann auch ein Elektromotor geschaltet werden. Die Umpolung des Motors und seine Auszeiten kann man darstellen, wenn man den Reversierer in Abb. 160 dazwischenschaltet.

Dieser Umsteuerschalter besteht aus zwei von Steuerscheiben betätigten Umschaltern. Die Steuerscheiben werden vom Motor des Programmsteuergerätes gedreht und tragen das Programm für den Motor, der die Trommel antreibt.

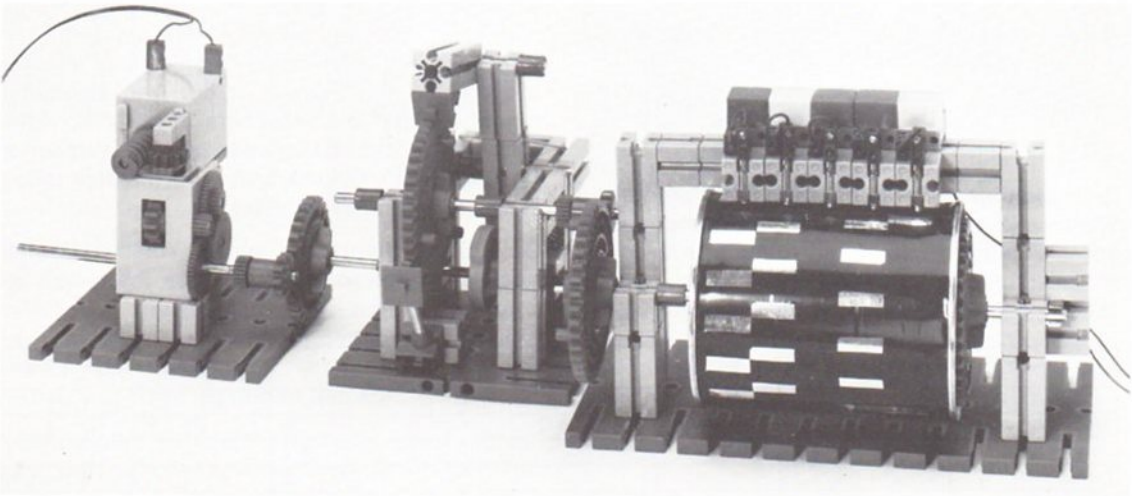


Abb. 159

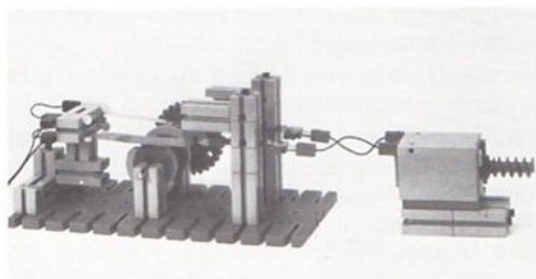


Abb. 160

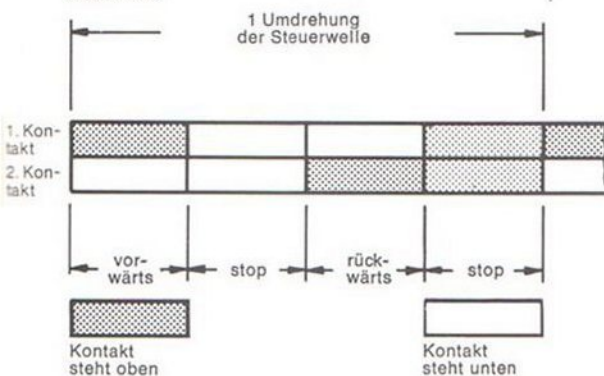


Abb. 161

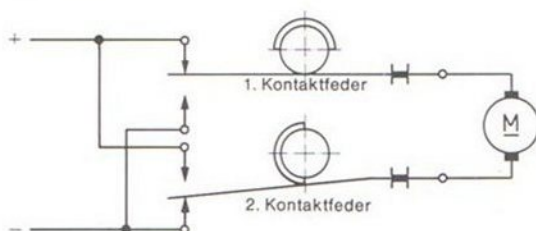


Abb. 162

Abb. 161 zeigt das entsprechende Steuerdiagramm und Abb. 162 das Schaltbild. Berühren die beiden Schwingfedern jeweils den oberen Kontakt, so liegt der Motor nur am Pluspol und steht daher still. Erst wenn sich die Steuerwelle so weit gedreht hat, daß eine Feder nach unten geht, die andere aber noch den oberen Kontakt berührt, liegt der Motor an beiden Polen der Stromquelle und läuft an. Wenn sich die zweite Feder absenkt, stoppt der Motor, da beide Pole jetzt am Minuspol liegen. Dreht sich die Steuerwelle weiter, so geht wieder eine Schwingfeder nach oben. Der Motor wird jetzt entgegengesetzt gepolt angesteuert und läuft daher in umgekehrter Drehrichtung. Wenn auch die zweite Schwingfeder oben ist, stoppt der Motor wieder.

Bei diesem Modell handelt es sich um eine spezifische Lösung für Gleichstrommotoren. In

der technischen Wirklichkeit findet eine Umpolung eines Wechselstrommotors statt.

Will man auch die übrigen Funktionen der Maschine darstellen, so kann man den Wassereinlauf über ein Magnetventil steuern, den Wasserstand über einen Schwimmer kontrollieren, als Heizquelle einen Tauchsieder verwenden, dessen Wärmeabgabe über einen Bimetallschalter geregelt wird, und das Wasser nach dem Waschvorgang durch eine Pumpe abpumpen. Für die Schleuderbewegung benötigt man einen zweiten, schnell laufenden Motor.

Ein weiteres Modell eines Programmschalters, das der technischen Wirklichkeit mehr entspricht, zeigt Abb. 163. Es ist wegen der Herstellung der Steuerscheiben etwas aufwendiger. Diese sind mit einem Kreisschneider aus Pappe ausgeschnitten. Das Programm kann man mit Hilfe eines Winkelmessers übertragen. Einfacher ist es, die Scheiben auf dem Steuerdiagramm, das in der Länge dem Umfang der Scheiben entsprechen muß, abzurollen und die einzelnen Steuerimpulse auf den Scheiben zu markieren. Danach werden die Auszeiten aus dem Umfang herausgeschnitten. Die stehengebliebenen Nocken betätigen später die Einta-

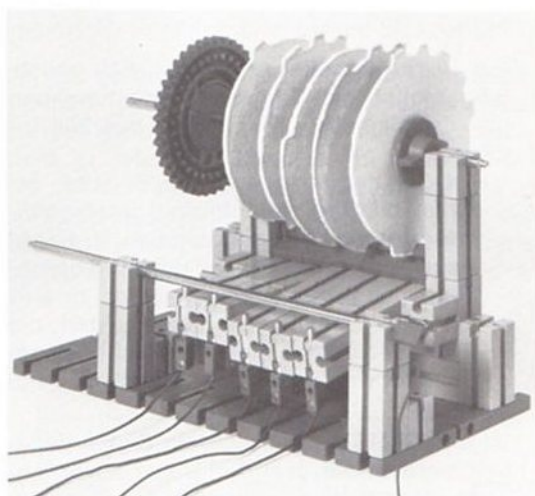


Abb. 163

Statt der Sammelschiene als gemeinsame Zuleitung kann man natürlich auch einzelne Kontakte verwenden. Auf den Anschluß von Lampen wurde in dieser Abbildung verzichtet. Der Programmschalter wird vom Steuermotor über das Getriebe und ein Schrittschaltwerk angetrieben.

4.2.5 Ablaufsteuerung einer Abfüllanlage

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Eine andere Form der Programmsteuerung ist die Ablaufsteuerung. Sie verfügt zwar ebenfalls über ein Programm, nach dem die jeweiligen Vorgänge eines Fertigungs- oder Verfahrensprozesses ablaufen; nur sind hierbei die einzelnen Programmschritte nicht wie bei der Ampel oder Waschmaschine zeitgesteuert, sondern die einzelnen, aufeinander folgenden Produktionsschritte werden von dem vorangegangenen bereits abgelaufenen Produktionsschritt ausgelöst. Erst wenn ein Programmbeefehl ausgeführt ist und von einem entsprechenden Signal als ausgeführt gemeldet wird, kann der nachfolgende Programmschritt ablaufen.

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Ein sehr anschauliches Beispiel für diese Art der Steuerung ist das Modell einer Abfüllanlage. Folgende Funktionen sind dabei zu verknüpfen:

1. Mit Hilfe einer Transportvorrichtung sind Gefäße unter die Füllvorrichtung zu befördern.
2. Ein leerer Behälter unter der Füllvorrichtung stoppt die Transportvorrichtung und gibt das Signal für den Beginn des Füllvorgangs.
 - Ist der herantransportierte Behälter bereits voll, darf das Füllventil nicht geöffnet bzw. der Pumpenmotor nicht eingeschaltet werden. Die Transportvorrichtung muß weiterlaufen.
 - Ist kein Behälter vorhanden, darf die Füllvorrichtung ebenfalls nicht eingeschaltet werden.
3. Ist das Gefäß gefüllt, muß ein Signal gegeben werden, mit dem die Transportvorrichtung eingeschaltet wird, um einen neuen Behälter heranzuführen.

Leere Behälter sind relativ einfach durch eine Lichtschranke festzustellen, dazu müssen sie allerdings transparent sein. Um den Zustand *Gefäß gefüllt* zu erfassen, muß das Füllgut dunkel sein. In diesem Fall sollte man gefärbtes Wasser verwenden. Dadurch wird die Lichtschranke unterbrochen. Dieses Signal verwendet man, um das Füllventil zu schließen oder

den Pumpenmotor auszuschalten und gleichzeitig das Transportband einzuschalten.

Um die Transportvorrichtung zu stoppen, gibt es mehrere Möglichkeiten.

Wenn man davon ausgehen kann, daß immer ein Glasgefäß in einem gleichbleibenden Abstand dem vorausgegangenen folgt, kann die Transportvorrichtung von einem Schrittschaltwerk bewegt werden. Die Abb. 164 zeigt ein solches Modell. Nach jeweils einer Umdrehung der Kurbel muß diese über einen Taster den Stromkreis für den Motor unterbrechen und damit das Schrittschaltwerk wieder ausschalten.

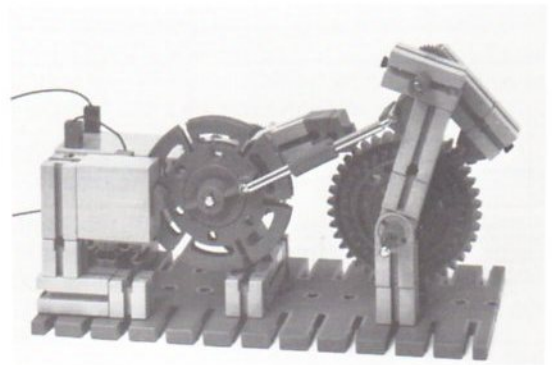


Abb. 164

Wie lang der Weg ist, den das Transportband bei einem Schritt zurücklegt, ist von der Übersetzung des Getriebes abhängig und durch die Änderung der Maße von Koppel und Kurbelschwinge in bestimmten Grenzen veränderbar. Der Einschaltimpuls für das Schrittschaltwerk wird durch das Unterbrechen der Lichtschranke gegeben.

Eine andere Möglichkeit, das Transportband zu stoppen, besteht in einem Signal, das von einem herantransportierten leeren Gefäß kommt. Ein leeres Gefäß bewirkt eine geschlossene Lichtschranke. Mit diesem Signal kann der Transportmotor ausgeschaltet werden.

Man muß nur zwischen zwei Gefäßen am Transportband Abdeckungen für die Lichtschranke anbringen, die verhindern, daß das Band schon stoppt, wenn das volle Gefäß aus der Lichtschranke herausgefahren ist und das leere Gefäß sich noch nicht exakt unter der Füllvorrichtung befindet. Durch eine geeignete Anordnung der Abdeckung wird die Lichtschranke unterbrochen gehalten, bis das leere Gefäß unter dem Füllstutzen steht. Die Abb. 165 zeigt hierzu eine Zeichnung.

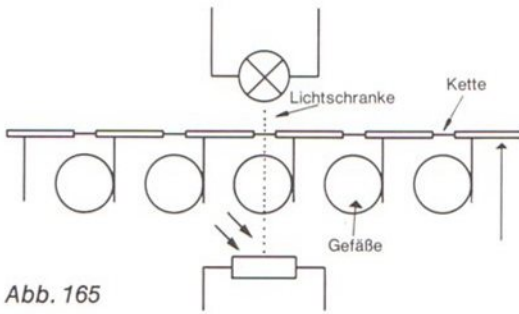


Abb. 165

Bei dieser einfachen Schaltung ergibt sich aber folgendes Problem: Die Lichtschranke kann nicht unterscheiden, ob ein leeres Gefäß oder gar kein Gefäß unter der Füllvorrichtung steht. Beide Fälle werden informationstechnisch als *Lichtschranke nicht unterbrochen* verarbeitet, und damit wird der Füllvorgang ausgelöst, auch wenn kein Gefäß am Füllplatz steht.

Will man dies ausschließen, so muß ein zusätzliches Signal über einen Taster erzeugt werden, der von dem zu füllenden Gefäß betätigt wird.

Um eine optimale Funktion der Anlage zu erreichen, muß man die beiden Signale *Lichtschranke nicht unterbrochen* und *Taster durch ein Gefäß betätigt* miteinander verknüpfen. Da erst dann, wenn beide Bedingungen erfüllt sind, das Gefäß gefüllt werden darf, liegt eine sogenannte UND-Verknüpfung vor. Sie wird durch die Reihenschaltung von Taster und Lichtschranke gebildet. Der sich daraus ergebende Schaltimpuls enthält die Information *leeres Gefäß unter der Einfüllvorrichtung*.

Erst die UND-Verknüpfung der beiden Signale darf also die Transportvorrichtung anhalten und die Füllvorrichtung in Betrieb setzen.

Mit dieser Schaltung spart man bei entsprechender genauer Positionierung des Tasters die

Abdeckung zwischen den Gefäßen, da erst dann, wenn der Taster durch das angekommene Gefäß betätigt wird, das Füllventil geöffnet oder der Pumpenmotor eingeschaltet wird. Ist das Gefäß gefüllt, so schaltet sich die Transportvorrichtung ein. Wenn das gefüllte Gefäß aus der Lichtschranke herausgefahren ist, hat aber der Taster wieder geöffnet, so daß die Füllvorrichtung erst wieder einschaltet, wenn ein leeres Gefäß am Füllplatz steht.

Die Abb. 166 zeigt das Blockdiagramm dieser Steuerung. Die Füllmenge wird durch die Größe der Gefäße und die Höhe der Lichtschranke festgelegt. Die Füllvorrichtung schaltet ab, wenn die Lichtschranke durch das eingelaufene Füllgut unterbrochen ist.

Die Abb. 167 bis 169 zeigen die nach dieser Schaltung aufgebauten Modelle. Die Abb. 167 zeigt den Transporttisch mit der Transportkette für die Gefäße ohne eine Abfüllvorrichtung.

Die Gläser werden durch eine Kette, an der mit speziellen Kettengliedern aus der Zusatzpackung 020 Bausteine befestigt sind, an den Füllplatz gezogen.

Links im Bild ist das Relais zu sehen, das die Abfüllvorrichtung und den Transportmotor schaltet. Es zieht an, wenn der Taster gedrückt ist und der Fotowiderstand von der ihm gegenüber angeordneten Lampe Licht erhält.

Um mit geringem Druck auszukommen, erfolgt die Betätigung des Tasters über einen Hebel, der aus einer Achse und einer Winkelachse besteht. Er liefert das Signal *Gefäß angekommen*. Die Lichtschranke, die daneben angebracht ist, prüft, ob das Gefäß leer ist. Ist es stark verschmutzt oder bereits gefüllt, läuft das Transportband weiter. Ist das Gefäß leer, wird es über die Füllvorrichtung gefüllt.

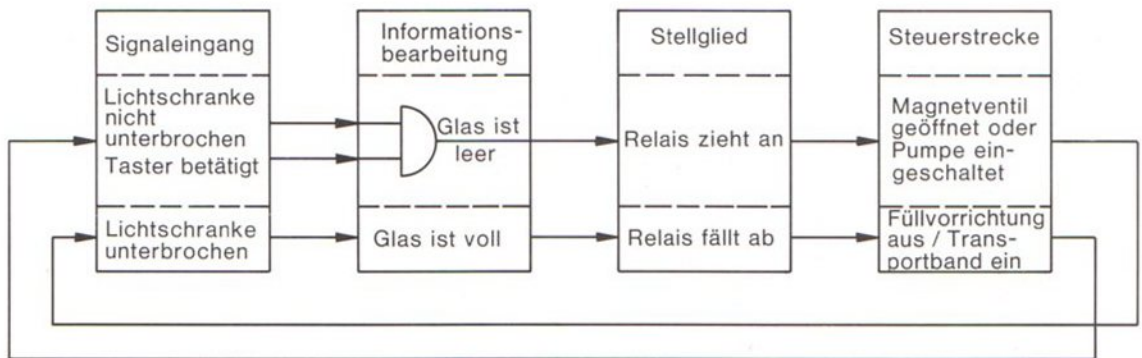


Abb. 166

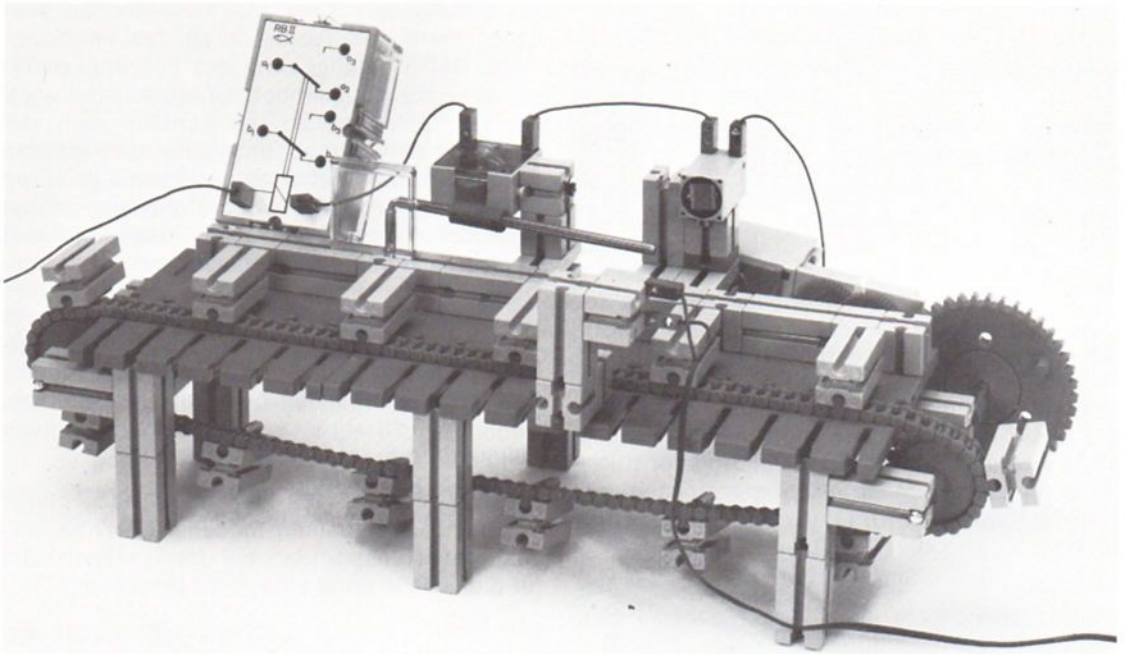


Abb. 167

Beim Modell in Abb. 168 werden die Gefäße über ein Magnetventil gefüllt, bei dem Modell in Abb. 169 mit Hilfe einer Pumpe. Die Abb. 170 zeigt das Schaltbild. Sobald der Sollwert der Füllung erreicht ist, wird die Lichtschranke durch das gefärbte Wasser unterbrochen. Damit ist die Bedingung der UND-Verknüpfung nicht mehr erfüllt, die Transportvorrichtung

schaltet sich ein und befördert ein neues Gefäß heran. Ist kein leeres Gefäß vorhanden, läuft die Transportvorrichtung weiter.

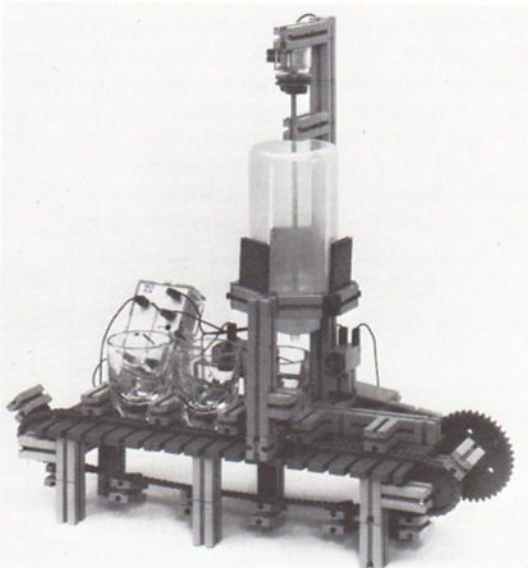


Abb. 168

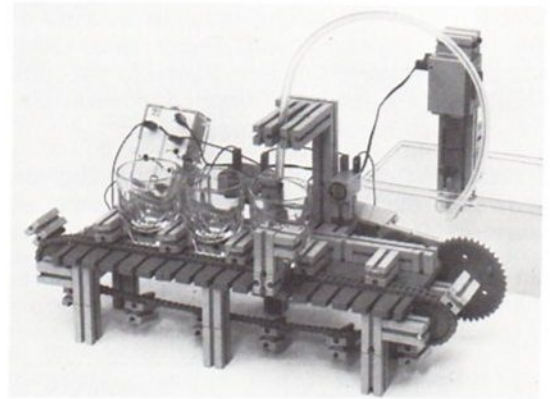


Abb. 169

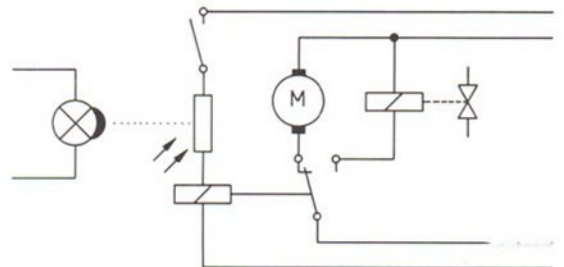


Abb. 170

4.3 Spezielle Steuerungen: Sicherheitseinrichtungen an Maschinen

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

In Buchbindereien und Druckereien sind Schneidemaschinen unentbehrliche Maschinen. In der metallverarbeitenden Industrie gibt es für bestimmte Arbeitsvorgänge Stanz-, Preß- und Schneidemaschinen.

Oft lassen sich die Arbeitsvorgänge an solchen Maschinen nicht so weit automatisieren, daß diese ohne Bedienung des Menschen arbeiten.

Das bedeutet, der Mensch muß der Maschine den Werkstoff zuführen, also z. B. das zu schneidende Papier einlegen oder die zu bearbeitenden Blechteile unter das Stanzwerkzeug bringen und durch Betätigung von Schaltern den Schneide- oder Stanzvorgang auslösen.

An nicht gesicherten Maschinen wäre das Unfallrisiko sehr groß. Deshalb schreiben die Unfallverhütungsvorschriften Sicherheitseinrichtungen an solchen gefährlichen Maschinen vor. Sie machen folgende Auflagen:

– Der Schneide- bzw. Stanzvorgang darf nur durch die sogenannte Zweihand-einrückung ausgelöst werden. Das heißt, um den Arbeitsvorgang zu starten, müssen zwei Taster gedrückt werden, die so weit voneinander entfernt sind, daß man zum Betätigen beide Hände gebrauchen muß.

– Es muß ein Lichtschrankenschutz vorgesehen sein, der beim Hineingreifen in die laufende Maschine diese sofort anhält.

– Die Maschine muß sich nach einem Arbeitsvorgang bei Erreichen des oberen Totpunktes selbst stillsetzen.

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Am Modellbeispiel einer Stanzmaschine (Abb. 171) sollen Einbau und Schaltung der Sicherheitseinrichtung gezeigt werden.

Beginnen wir mit der zuletzt genannten Vorschrift: Die Maschine soll sich nach einem Arbeitstakt im oberen Totpunkt selbst stillsetzen.

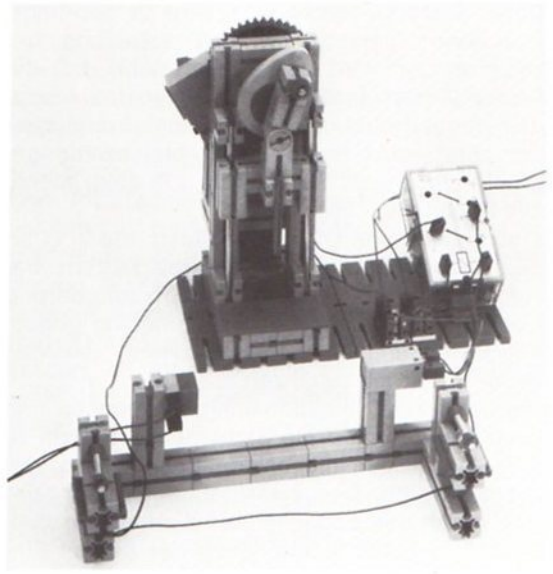


Abb. 171

Um dies zu erreichen, muß in den Stromkreis des Antriebsmotors ein Austaster geschaltet werden, der von einer Schaltnocke am Getriebe nach je einem Arbeitshub betätigt wird und dadurch den Motorstromkreis unterbricht. (Siehe dazu das Schaltbild in Abb. 172.) Dieser Taster sitzt an der Rückseite des Modells. Man bezeichnet ihn als Endschalter.

In Betrieb gesetzt wird die Maschine durch Betätigung der beiden etwas voneinander entfernt angeordneten Taster. Die Vorschrift verlangt, daß die Maschine nur eingeschaltet werden kann, wenn beide Taster gleichzeitig gedrückt werden. Bei Betätigung von nur einem Taster oder bei kurzzeitiger Betätigung erst des einen, danach des anderen Tasters darf die Maschine nicht anlaufen.

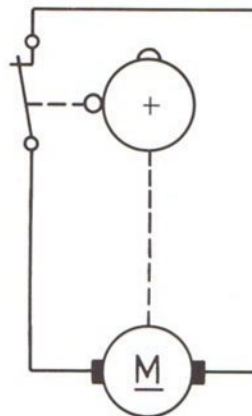


Abb. 172

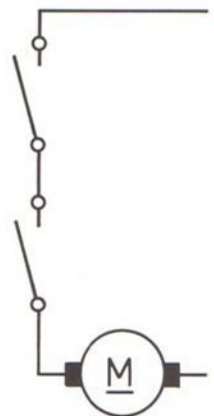


Abb. 173

Diese Sicherheitsschaltung wird in der Informationsverarbeitung als UND-Schaltung bezeichnet und wird dadurch erreicht, daß die beiden Taster in Reihe mit dem Motor oder dem Steuerrelais des Motors angeordnet werden. Erst wenn beide Taster gleichzeitig gedrückt sind, fließt Strom. Abb. 173 zeigt hierzu das Schaltbild.

Eine sogenannte ODER-Schaltung, die in einer parallelen Anordnung von zwei Tastern besteht, entspricht dieser Sicherheitsanforderung nicht. Denn in einer solchen Schaltung genügt die Betätigung nur eines Tasters, um den Motor in Betrieb zu setzen.

Um das Modell funktionsfähig zu machen und um die erste und dritte Sicherheitsvorschrift zu erfüllen, müssen die beiden Schaltungen vereinigt werden. Das bedeutet, der Motor, der sich durch den Endschalter selbst ausgeschaltet hat, soll durch Betätigung der beiden Eintaster eingeschaltet werden. Diese Schaltung zeigt Abb. 174. Beide Schalterkombinationen liegen parallel. Bei Bedienung der Zweihand-einrückung fließt Strom, und der Motor läuft an. Damit gibt dieser auch seinen Endschalter frei. Läßt man jetzt die beiden Starttaster los, so arbeitet der Motor, bis sich die Maschine nach einem Arbeitshub selbsttätig wieder stillsetzt.

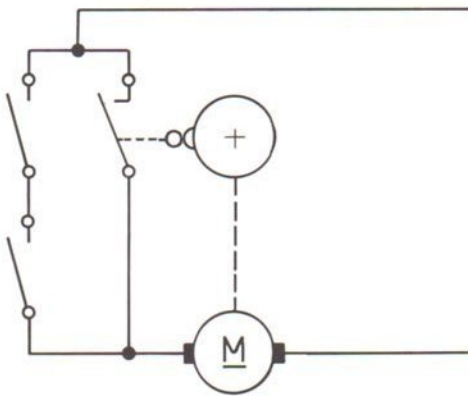


Abb. 174

Die zweite Sicherheitsvorschrift verlangt einen Lichtschrankenschutz, der beim Hineingreifen in die laufende Maschine diese sofort abschaltet.

Dies bedeutet, wenn die Lichtschranke durch die Hand unterbrochen wird, muß die Presse oder Schneidemaschine in jeder Stellung stehen bleiben.

Die Unterbrechung der Lichtschranke muß schaltungstechnisch Vorrang haben. Man darf

den Motor erst einschalten können, wenn die Lichtschranke nicht unterbrochen ist. Deshalb wird mit einem der Schaltkontakte des Relais der Stromkreis, in dem sich der Motor befindet, ein- bzw. ausgeschaltet. Abb. 175 zeigt dazu das Schaltbild.

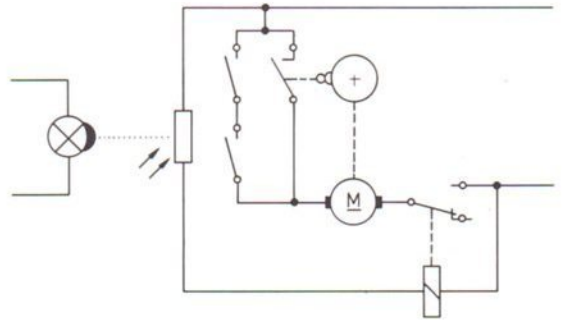


Abb. 175

Um einen sofortigen Stillstand des Motors zu erreichen, was bei einer solchen Maschine sehr wichtig ist, kann die Motorschaltung als *Kurzschlußbremsung* ausgeführt werden. Die komplette Schaltung zeigt die Abb. 176.

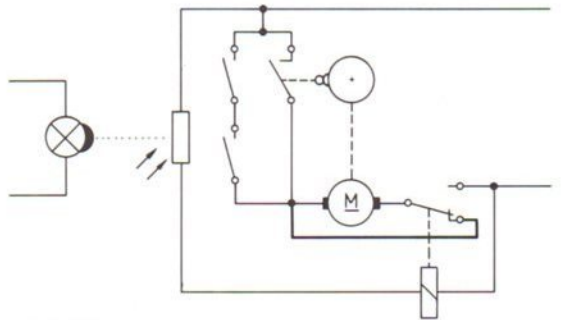


Abb. 176

Normalerweise wird dem Motor elektrische Energie zugeführt; er liefert dafür Bewegungsenergie. Führt man ihm Bewegungsenergie zu, indem man ihn antreibt, wie in Heft 3 A 1 S. 44 dargestellt ist, dann liefert er eine elektrische Spannung.

Schaltet man einen angetriebenen Motor ab, dann läuft er aufgrund der im Läufer gespeicherten Bewegungsenergie langsam aus und liefert, da er während des Auslaufens als Generator arbeitet, eine elektrische Spannung. Schließt man ihn in diesem Stadium kurz, dann fließt in der Kurzschlußleitung aufgrund der induzierten Spannung ein hoher Kurzschlußstrom, der die im Läufer gespeicherte kinetische Energie verbraucht. Der Motor läuft dadurch nicht langsam aus, sondern stoppt sofort.

5. Regelungen

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Ohne Regelungstechnik wäre es nicht möglich, technische Vorgänge und Abläufe zu automatisieren.

Die Regelungstechnik dient dazu, bestimmte Größen wie Druck, Temperatur, Raumfeuchtigkeit, Füllstand usw. einer vorgegebenen Größe entsprechend ohne Eingriff des Menschen konstant zu halten. Sie findet im privaten Haushalt ebenso Anwendung wie in industriellen Fertigungs- und Verfahrensprozessen.

Mit der folgenden Analyse wird versucht, die Struktur von Regelungsvorgängen darzustellen, um dann die Wirkungsweise und Bedeutung der einzelnen Glieder zu beschreiben, die am Regelungsprozeß beteiligt sind.

Definition

Nach den DIN-Vorschriften 19226 ist die Regelung „ein Vorgang, bei dem die zu regelnde Größe fortlaufend erfaßt, mit einer vorgegebenen Größe verglichen und im Sinne einer Angleichung an diese zweite Größe verändert wird.“

Bei der Regelung sind also zwei miteinander verknüpfte Vorgänge zu verwirklichen: Vergleichen und Stellen. Daraus ergibt sich ein Wirkungsablauf, der sich in einem geschlossenen Kreis vollzieht.“

Wirkungsweise

Die Regelung vollzieht sich demnach in einem vorgeschriebenen Ablauf, bei dem mit Hilfe eines geeigneten Meßwertempfängers der augenblickliche, zu regelnde Zustand einer Anlage (Druck, Wärme, Füllstand) erfaßt wird. Er wird dann mit einem vorgegebenen zu erreichenden Wert verglichen und im Falle einer Abweichung von diesem Wert durch Betätigen eines Stellgliedes so lange verändert, bis er den vorgegebenen Wert annimmt.

Da dieses Verändern der gemessenen Größe im Sinne einer Angleichung an den vorgegebenen Wert sich in einem geschlossenen Wirkungskreis vollzieht, spricht man von einem *Regelkreis*.

Am Beispiel einer Füllstandsregelung soll dieser Wirkungsablauf näher erläutert werden.

In einem Wasserbehälter soll der Wasserstand trotz unterschiedlicher und schwankender Ab-

nahme konstant auf demselben Niveau gehalten werden.

Würde man, um dieses Problem zu lösen, z. B. eine Programmsteuerung vorsehen und den Behälter in bestimmten Intervallen füllen, so könnte es vorkommen, daß bei starker Abnahme der Wasservorrat nicht ausreicht und bei geringer Abnahme der Wasserbehälter überläuft. Es muß also ein Wirkungskreis aufgebaut werden, bei dem die Füllmenge automatisch nach der Menge des entnommenen Wassers bemessen wird.

Die Skizze in Abb. 177 zeigt den schematischen Aufbau eines solchen Regelungsvorganges.

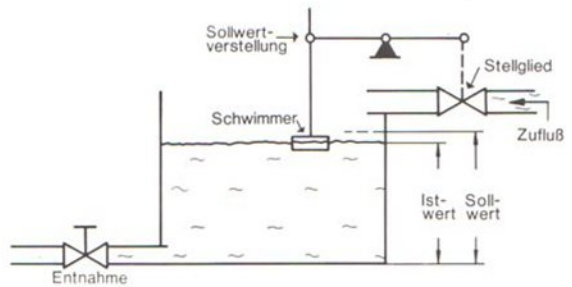


Abb. 177

Die zu regelnde Größe ist der Wasserstand. Seine tatsächliche Höhe (Istwert) wird mit Hilfe des Schwimmers gemessen und mit der gewünschten Höhe (Sollwert) verglichen. Der Niveauunterschied zwischen dem Istwert und dem Sollwert bewirkt mit Hilfe eines Gestänges eine Änderung der Schieberstellung, so daß Wasser in den Vorratsbehälter nachfließen kann. Das Ventil schließt, wenn der gemessene Istwert mit dem eingestellten Sollwert übereinstimmt. Es öffnet wieder, wenn der gemessene Wert durch Wasserentnahme niedriger geworden ist als der eingestellte Sollwert.

Baugruppen

Bei einem Regelkreis unterscheidet man Regelstrecke, Meßglied, Regeleinrichtung, auch Regler genannt, und Stellglied.

Mit dem Begriff **Regelstrecke** bezeichnet man die Gegenstände, Geräte und Teile einer Anlage, auf die sich die Regelung bezieht. Das können Öfen, Räume, Herdplatten sein; im

Beispiel der Füllstandsregelung ist es der Wasserbehälter mit dem Wasserstand. Man kann auch sagen, die Regelstrecke ist der Teil der Regelung, der sich zwischen Stellglied und Meßglied befindet.

Das **Meßglied**, in diesem Beispiel der Schwimmer, hat die Aufgabe, die Regelgröße *Wasserstand* zu erfassen.

Diese Regelgröße soll im Sinne der Regelung beeinflusst werden. Man bezeichnet diese Größe auch als Ausgangsgröße der Regelstrecke. Sie liefert mit Hilfe des Meßgliedes den Istwert der Regelgröße, den tatsächlichen Wasserstand.

Im **Regler**, auch Regeleinrichtung genannt, wird dieser Istwert mittels eines Vergleichsorgans (Gestänge) mit dem vorgegebenen Sollwert verglichen (gewünschter Wasserstand). Dies ergibt die Regelabweichung oder Regeldifferenz.

Regelabweichungen werden auch durch sogenannte *Störgrößen* hervorgerufen. Die Störgröße ist unerwünscht und tritt meistens unerwartet auf. Sie verfügt ebenfalls über einen Istwert und beeinflusst dadurch die Regelgröße in störender Weise. Bei der Wasserstandsregelung sind Störgrößen z. B. schwankender Wasserdruck, Verdunstung des Wassers, Ablagerungen im Ventil, wodurch die Durchflußmenge verringert wird.

Entsprechend diesen Regelabweichungen wird mittels der Stellgröße (Auftrieb) ein **Stellglied** (Schieber) betätigt. Es beeinflusst den Stofftransport (Wasser) so, daß der Istwert dem Sollwert angenähert wird.

Der schematische Aufbau eines Regelkreises läßt sich grafisch darstellen, wie es die Abb. 178 zeigt.



Abb. 178

Einteilung der Regelungen

Regelungen können nach verschiedenen Gesichtspunkten eingeteilt werden:

1. nach der Art der verwendeten Hilfsenergie,
2. nach der Art der Signalverarbeitung,
3. nach der Art der Eingabe der Eingangsgröße.

Zu 1.: Bei Regelungen kann man ähnlich wie bei Steuerungen unterscheiden:

- Regelungen ohne Hilfsenergie,
- Regelungen mit Hilfsenergie.

Regelung ohne Hilfsenergie

In unserem Beispiel reicht die dem Meßglied *Schwimmer* zu entnehmende Energie aus, um das Stellglied, den Schieber, direkt zu betätigen. Man spricht deshalb von einer Regelung ohne Hilfsenergie oder von einer unmittelbaren Regelung.

Regelung mit Hilfsenergie

Um eine Regelung mit Hilfsenergie handelt es sich, wenn zur Betätigung des Stellgliedes die aufgenommene Energie des Meßgliedes nicht

ausreicht, wenn also zusätzliche Energie erforderlich ist, die von außen zugeführt werden muß. In diesem Fall wird durch das Vergleichsorgan ein Verstärker betätigt, der eine Hilfsenergie, z. B. Elektrizität oder Druckluft, einschaltet, die das Stellglied direkt oder über einen Stellmotor bewegt.

In unserem Beispiel könnte durch das Schwimmergestänge ein Schalter betätigt werden, der einen Pumpenmotor einschaltet, um Wasser in den Vorratsbehälter zu pumpen. Abb. 179 zeigt eine entsprechende Skizze.

Hier handelt es sich um elektrische Hilfsenergie. Ferner gibt es Regelungen mit hydraulischer oder pneumatischer Hilfsenergie.

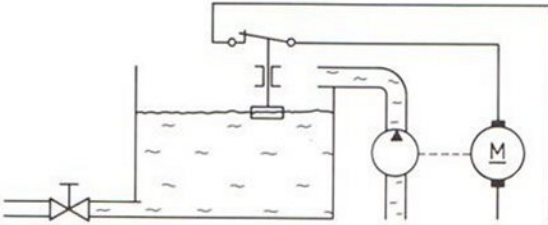


Abb. 179

Zu 2.: Ein anderes Unterscheidungsmerkmal für Regelungen ist die Art der Signalverarbeitung.

Hier unterscheidet man:

- stetige Regler,
- unetstetige Regler.

Beide können jeweils mit und ohne Hilfsenergie arbeiten.

Stetige Regler

Bei einem stetigen Regler kann die Stellgröße je nach Größe des gemessenen Istwerts jeden Wert innerhalb des Stellbereichs annehmen. Ein Beispiel für eine stetige Regelung ohne Hilfsenergie ist die Wasserstandsregelung, bei der sich die Schieberstellung kontinuierlich und in Abhängigkeit vom Wasserstand im Becken ändert.

Bei einem stetigen Regler mit Hilfsenergie verstellt das Schwimmergestänge den Abgriff eines Potentiometers. Mit der sich ändernden Ausgangsspannung arbeitet der Pumpenmotor schneller bzw. langsamer und regelt damit die einfließende Wassermenge.

Ein weiteres Beispiel einer stetigen Regelung ist im Abschnitt 5.1.1 beschrieben.

Unstetige Regler

Zu den unetstetigen Reglern gehören u. a. die Zweipunkt- und Dreipunktregler.

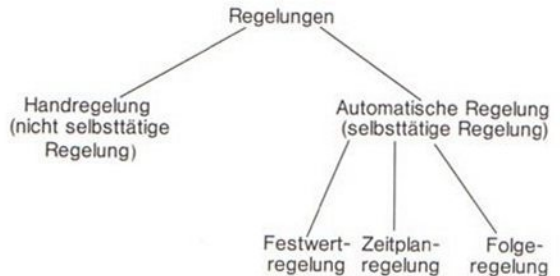
Bei dem Zweipunktregler kann der Regler nur Stellglieder betätigen, die zwei Schaltstellungen haben, z. B. *ein* und *aus*. Bei einem Dreipunktregler können die Schaltstellungen heißen: „öffnen“, „stop“, „schließen“.

Zu den am meisten verbreiteten Reglern gehören heute wegen ihres einfachen Aufbaus die Zweipunktregler.

Ein Beispiel hierfür ist der Bimetallschalter, der nur die Schaltzustände *ein* und *aus* kennt. In ihm ist Regler und Stellglied zusammengefaßt. Das Bimetall als Meßglied verändert seine Stellung je nach dem Grad seiner Erwärmung. Ist der Sollwert erreicht, öffnet es den Kontakt und unterbricht den Stromkreis. Wird der Sollwert unterschritten, so schließt sich der Kontakt und schaltet den Stromkreis ein.

Eine Zweipunktregelung mit Hilfsenergie läßt sich am Beispiel der Wasserstandsregelung verdeutlichen. Dabei betätigt das Schwimmergestänge einen Schalter, der die Pumpe ein- und ausschaltet. Die kontinuierliche Bewegung des Schwimmers wird durch den Schalter in zwei Schaltzustände umgewandelt. Ist der Schwimmer abgesunken, muß der Motor eingeschaltet werden und die Pumpe betätigen. Ist der Sollwert erreicht, schaltet der Schwimmer durch den Schalter den Pumpenmotor aus.

Zu 3.: Ähnlich wie bei der Steuerung lassen sich Regelungen auch nach der Art der Eingabe der Eingangsgröße einteilen:



Nichtselbsttätige Regelungen

Bei der Handregelung wird mit Hilfe eines Meßgerätes der augenblickliche Zustand der Regelstrecke abgelesen und mit dem geforder-

ten Wert verglichen. Im Falle der Abweichung von diesem Wert wird mit der Hand das Stellglied betätigt, um so eine Angleichung des Istwertes an den Sollwert zu erreichen.

Ein Beispiel hierfür ist das Konstanthalten der Zimmertemperatur. Ihre Höhe wird mit Hilfe des Thermometers festgestellt. Liegt der abgelesene Wert unter dem gewünschten Wert, so öffnet man das Heizkörperventil. Ist die gewünschte Temperatur erreicht, muß man das Ventil wieder schließen.

Selbsttätige Regelungen

Die selbsttätigen Regelungen sind dadurch gekennzeichnet, daß der vorher beschriebene Wirkungsmechanismus durch entsprechende gerätetechnische und informationstechnische Verknüpfungen des Meßgliedes mit dem Stellglied ohne Zutun des Menschen abläuft. Jeder gemessene Änderungswert des Meßgliedes führt zu einer entsprechenden Änderung des Stellgliedes, die dazu dient, den geforderten Sollwert zu erreichen oder einzuhalten.

Festwertregelung

Bei der Festwertregelung ist der durch die Regelung zu erreichende Sollwert fest vorgegeben, aber prinzipiell durch Einstellung veränderbar. Beispiele hierfür sind die Wärmeregulungen in Räumen, in Kühlschränken und bei Bügeleisen.

Zeitplanregelung

Die Zeitplanregelung hat Ähnlichkeit mit der Zeitplansteuerung. Die unterschiedlichen Sollwerte werden auf Kurvenscheiben, Lochstreifen, Lochkarten u. ä. gespeichert und dem Regler zugeführt. Diesem sich ändernden Sollwert muß sich der Istwert angleichen.

Ein Beispiel hierfür ist die Regelung eines Keramikbrennofens, bei dem die einzelnen Sollwerte entsprechend einer bestimmten Zeiteinteilung durch eine Schaltuhr oder einen Lochstreifen vorgegeben werden. Der Regler muß diese Werte einhalten.

Ebenso kann die Zentralheizung eines Hauses so geregelt werden. Die Wärmegrade werden in Abhängigkeit von der Tageszeit durch eine Schaltuhr vorgegeben. Diese Sollwerte muß der Regler durch Nachfahren des Istwertes einhalten.

Folgeregelung

Bei der Folgeregelung wird der Sollwert kontinuierlich oder in Intervallen von einem externen System eingegeben. Dieser Folgewert ist das Ergebnis einer anderen Regelung oder Steuerung. Die Regelgröße muß diesem Sollwert möglichst optimal mit Hilfe des Reglers folgen.

Mit den folgenden Modellbeispielen wird zwar nur ein kleiner Bereich der dargestellten Möglichkeiten angesprochen, sie beziehen sich aber auf die am weitesten verbreiteten Regler, die Zweipunktregler.

Die Modelle wurden unter zwei Gesichtspunkten ausgewählt: Zum einen sollen sie mit dem Material der Lernbaukästen ohne Schwierigkeiten hergestellt werden können. Zum anderen sollen sie hinsichtlich der Funktion anschaulich sein und Einsichten in einfache regelungstechnische Zusammenhänge ermöglichen.

5.1 Zweipunktregelungen

5.1.1 Temperaturregelung

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Temperaturregler, auch Thermostate genannt, dienen dazu, eine gewünschte Temperatur auf der einmal eingestellten Höhe zu halten.

Als Temperaturfühler, d. h. als Meßglieder, werden Bimetalle und mit Flüssigkeit oder Gas gefüllte Röhren oder Bälge verwendet.

Ferner werden elektronische Bauelemente eingesetzt, die auf Temperaturschwankungen mit einer Änderung ihres Widerstandswertes reagieren.

Auch sogenannte Thermolemente können als Temperaturfühler verwendet werden. Sie bestehen aus zwei verschiedenen Metallen oder Metallegierungen, die an der Meßstelle miteinander verlötet oder verschweißt sind. Bei Erwärmung dieser Meßstelle gibt der Fühler an den offenen Enden eine geringe Spannung ab. Ihre Höhe ist von der Größe der Temperaturdifferenz zwischen Meßstelle und Umgebungstemperatur und von der Art des verwendeten Werkstoffpaares abhängig.

Mit dieser sogenannten Thermospannung können Regler geschaltet oder Meßgeräte betrieben werden.

Verwendet man mit Flüssigkeit oder mit Dampf gefüllte Systeme, so kann man eine Regelung ohne Hilfsenergie aufbauen.

Da sich Flüssigkeiten oder Gase unter Einwirkung von Wärme ausdehnen, kann man in einem geschlossenen System durch die Ausdehnung der Flüssigkeit einen Kolben bewegen, der auf ein Ventil, z. B. ein Heizkörperventil, drückt und dieses schließt. Damit verringert sich der Durchlauf von Heißwasser im Heizkörper, und der Raum kühlt ab. Die Flüssigkeit im Thermostat zieht sich dadurch zusammen, und das Ventil wird von einer Druckfeder wieder geöffnet. Damit kann erneut etwas Heißwasser einströmen und den Raum erwärmen.

In einigen Fällen verwendet man für solche Regelungsvorgänge auch Bimetalle, deren Stellkräfte man ausnutzt, um Ventilstellungen zu ändern. Ein Beispiel hierfür sind Mischbatterien.

Bei diesen Beispielen handelt es sich allerdings um stetige Regelungen.

Eine Regelung mit Hilfsenergie liegt vor, wenn mittels eines flüssigkeitsgefüllten Fühlers nicht ein Ventil direkt betätigt wird, sondern ein Schalter geschlossen oder geöffnet wird. Mit diesem Schalter kann nun in einem elektrischen Stromkreis ein Magnetventil oder ein Pumpenmotor eingeschaltet werden. Ein Beispiel hierfür ist die Temperaturregelung in Kühlschränken und Gefriertruhen.

Statt dieser mit Flüssigkeit gefüllten Fühler können aber auch Bimetallstreifen zum Betätigen von Schaltkontakten verwendet werden.

Bei diesen Beispielen handelt es sich um Zweipunktregelungen. Die kontinuierliche Bewegung der Fühler Elemente setzt der Schalter in die zwei Schaltstellungen *ein* und *aus* um.

Diese Zweipunktregelungen sind bei Haushaltsgeräten häufig anzutreffen, weil sie im Aufbau einfach, in der Funktion zuverlässig und in der Anwendung hinreichend genau sind.

Zweipunktregelungen mit Hilfe eines Bimetallschalters werden eingesetzt bei Bügeleisen, Automatikkochplatten, Backöfen, Toastern, bei einigen Heizlüftermodellen, bei Heizkissen und Heizdecken.

5.1.1.1 Regelung der Lufttemperatur

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Für Modelle einer Zweipunkt-Wärmeregulation benötigt man, ebenso wie in der technischen Wirklichkeit, ein Meßglied, das imstande ist, die Regelgröße *Wärme* zu erfassen.

Für diese Aufgabe eignet sich der Bimetallstreifen aus den Lernbaukästen u-t 3/1 und u-t 3. Er reagiert recht gut auf Wärme, so daß damit verhältnismäßig einfach gut funktionierende Modelle von Bimetallschaltern gebaut werden können.

Dagegen stellt die Heizquelle beim Aufbau einer solchen Regelungsanlage ein Problem dar. Sie muß relativ stark sein, wenn sie die Lufttemperatur beeinflussen soll.

fischertechnik-Glühlampen geben zu wenig Wärme ab. Besser eignen sich Soffittenlampen, die mehr Hitze entwickeln. Sie können noch mit dem fischertechnik-Netzgerät betrieben werden, wenn sie bei 6 V nicht mehr als 10 Watt Leistung aufnehmen. Will man damit einen Regelkreis aufbauen, so muß die Soffittenlampe direkt unter den Bimetallstreifen gesetzt werden.

Besser und der Wirklichkeit eher entsprechend wird das Modell, wenn man als Heizquelle einen Fön oder einen Heizlüfter verwenden kann. Da beide an 220 V Spannung angeschlossen werden, ist dieser Versuch nur mit dem Netzschaltgerät möglich. Es dient in diesem Fall als Stellglied, um den elektrischen Strom für die Heizwicklung ein- und auszuschalten und damit die Wärmeabgabe zu beeinflussen.

Der Bimetallschalter ist in diesem Fall Meßglied und Vergleicher.

Die Ausbiegung des Bimetallstreifens ist ein Maß für die Temperatur. Gleichzeitig wird damit der Istwert *Wärme* angezeigt. Der Sollwert *Wärme* wird durch den Abstand des Bimetallstreifens von seinem Schaltkontakt oder von dem zu betätigenden Schalter vorgegeben. Aufgabe der Wärmeregulation ist es, den Heizlüfter so zu schalten, daß er zunächst so lange Wärme abgibt, bis der Sollwert erreicht ist, und ihn dann abzuschalten. Ist die Temperatur auf einen unter dem Sollwert liegenden Wert gesunken, wird der Heizlüfter wieder eingeschaltet.

Wenn das Bimetall einen Schalter betätigen soll, der die Steuerung des Heizlüfters über-

nimmt, muß dies ein Ausschalter bzw. ein Austaster sein. Das Modell in Abb. 62 stellt einen solchen Bimetall-Schalter dar. Damit das Bimetall einen starken Druck auf den Taster ausüben kann, wurde es gebogen.

Je weiter das Bimetall vom Taster entfernt ist, um so größer muß die Wärmeabgabe sein, bis der Sollwert erreicht ist. Dieser Schalter hat den Nachteil, daß wegen des großen Schaltweges des Tasters bei dem Regelvorgang lange Schaltintervalle entstehen.

Baut man den Bimetallschalter aus Einzelteilen auf (Abb. 180) und verwendet das Bimetall selbst als Schaltkontakt, so muß dieser Schalter als Aus-Taster konstruiert werden.

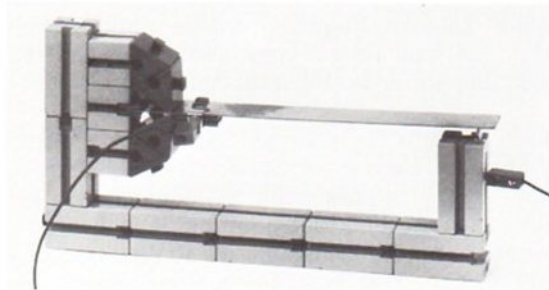


Abb. 180

Dieser Schalter hat den Vorteil, daß er sehr fein eingestellt werden kann. Dadurch reagiert er auf geringe Wärmeschwankungen und hat deshalb kurze Schaltintervalle.

Ist es im Raum kühl, muß der Schalter geschlossen sein. Das Stellglied (Netzschaltgerät) wird über den Steuerstromkreis betätigt, so daß sein Relais anzieht und den Heizlüfter in Betrieb setzt. Dieser arbeitet so lange, bis der Sollwert erreicht ist, also bis sich das Bimetall so weit ausgebogen hat, daß der Schaltkontakt öffnet und den Steuerstromkreis des Stellgliedes unterbricht. Kühlt der Raum wieder ab, biegt sich das Bimetall zurück und schließt den Steuerstromkreis. Der Heizlüfter beginnt wieder zu arbeiten. Die Abb. 181 zeigt die mit dem Netzschaltgerät aufgebaute Modellanlage, Abb. 182 den zugehörigen Schaltplan.

Bei diesem Schaltverhalten wird das Typische der Zweipunktregelung deutlich.

Die Wärmeabgabe des Heizgerätes erfolgt nicht entsprechend der Raumabkühlung, um diese auszugleichen, sondern setzt erst ein, wenn die Abkühlung einen solchen Wert erreicht hat, daß der Bimetallschalter schließt.

Dann wird geheizt bis zu einem Wert, der genau genommen über dem eingestellten Soll-

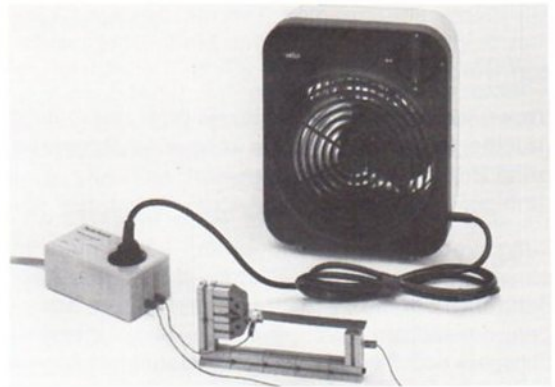


Abb. 181

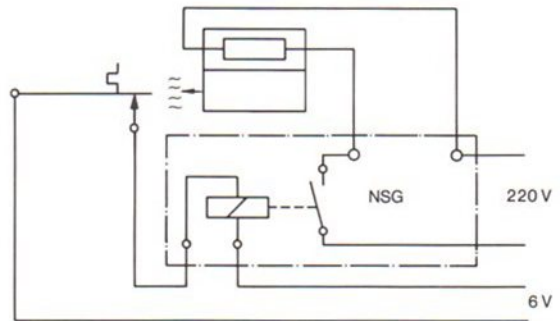


Abb. 182

wert liegt. Bedingt ist dies durch die Trägheit des Bimetalls, da immer eine gewisse Zeit vergeht, bis es die Temperatur der Luft angenommen hat.

Die Wärmeabgabe erfolgt also in zeitlich aufeinanderfolgenden Schüben (Abb. 183). Das bedeutet, daß die tatsächliche Temperatur um einen Mittelwert pendelt, also einmal über und einmal unter diesem Mittelwert liegt. Die Häufigkeit der Schaltintervalle und damit die Genauigkeit, mit der der gewählte Mittelwert der Temperatur eingehalten wird, ist durch die Konstruktion des verwendeten Bimetallschalters bedingt.

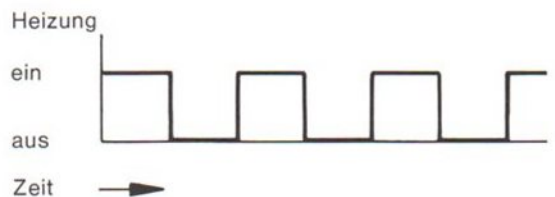


Abb. 183

5.1.1.2 Regelung der Wassertemperatur

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Den Bimetallschalter kann man auch als Wärmefühler für Wassertemperaturen einsetzen. Allerdings ist darauf zu achten, daß der Schaltkontakt selbst nicht ins Wasser getaucht wird, da sonst zwischen den beiden Kontakten eine leitende „Wasserbrücke“ entsteht und dadurch der Bimetallschalter nicht einwandfrei schaltet.

Aus diesem Grund muß man das Bimetall so biegen, wie es die Abb. 184 zeigt. Den gebogenen Teil taucht man ins Wasser ein, um damit die Wassertemperatur messen zu können.

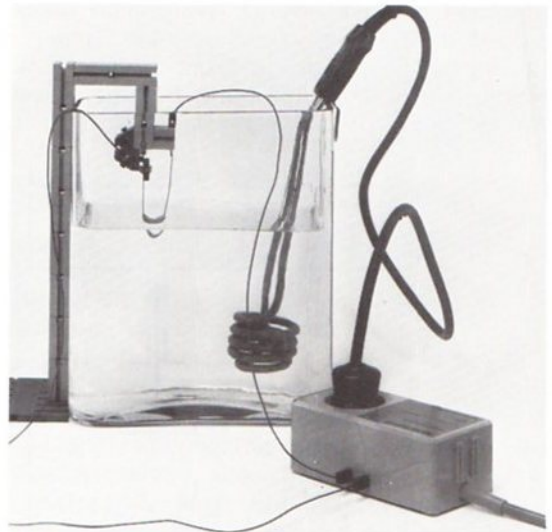


Abb. 185

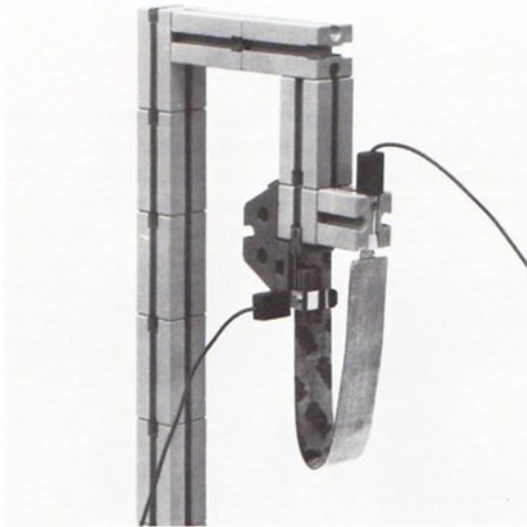


Abb. 184

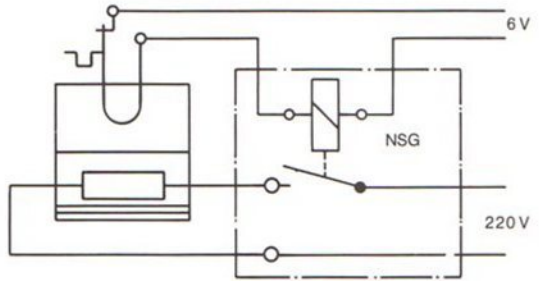


Abb. 186

Der Schaltkontakt bleibt so lange geschlossen, bis die gewünschte Temperatur erreicht ist, dann öffnet der Schaltkontakt und unterbricht den Steuerstromkreis.

Als Heizelement innerhalb der Regelstrecke kann hier eine Kochplatte oder ein Tauchsieder eingesetzt werden. Da beide 220 V Spannung benötigen, kommt als Stellglied nur das Netzschaltgerät in Frage.

Abb. 185 zeigt den Modellaufbau mit einem Tauchsieder, Abb. 186 die Schaltskizze. Dieser Modellaufbau entspricht in etwa einer Aquarienheizung.

Verwendet man eine Kochplatte, so kann man den Bimetallfühler auch in direkten Kontakt mit der Kochplatte bringen und damit die abgegebene Temperatur in gewissen Grenzen konstant halten. Die Abb. 187 zeigt dazu eine Skizze.

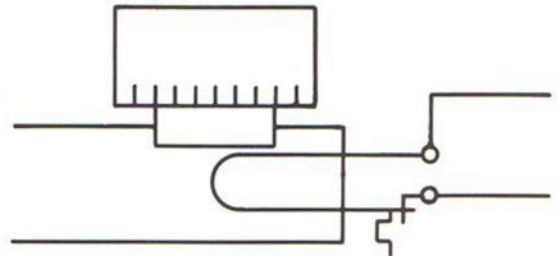


Abb. 187

5.1.2 Füllstandsregelung

ZUM TECHNISCHEN SACHVERHALT

Füllstandsregelungen kann man in vielen Fällen als Regelung ohne Hilfsenergie aufbauen. Dabei betätigt ein Schwimmer über ein

Gestänge das Einlaßventil. Wesentlich dabei ist, daß die Stellkraft, die durch den Schwimmer erzeugt wird, ausreicht, um das Ventil zu betätigen. Die Abb. 188a und b zeigen zwei Prinzipskizzen.

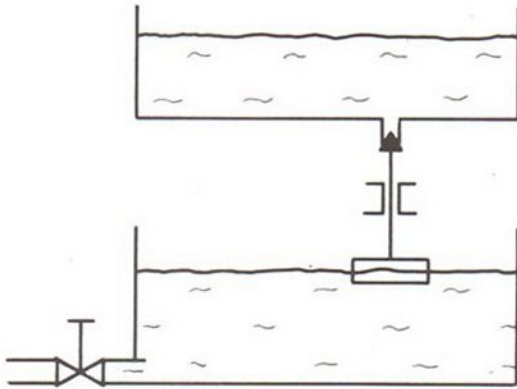


Abb. 188a

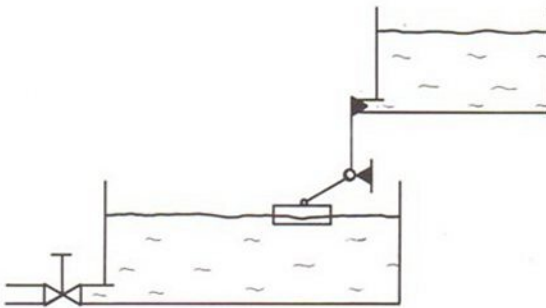


Abb. 188b

Beispiele hierfür sind die Wasserstandsregelungen bei WC-Spülkästen oder bei automatischen Viehtränken.

Diese Art der Regelung kann aber nur dann eingesetzt werden, wenn die Zuleitung zur Entnahmestelle unter Druck steht, das Wasser also von selbst nachfließt.

In allen anderen Fällen müssen Pumpen als Stellglieder verwendet werden. Zum Betrieb der Pumpen wird elektrische Energie als Hilfsenergie benötigt.

Wird mit dem Meßglied, dem Schwimmer, ein Schalter zum Ein- und Ausschalten der Pumpe betätigt, so wird aus der analogen Regelung ohne Hilfsenergie eine binäre Regelung mit Hilfsenergie.

ZUR DARSTELLUNG IM MODELL

Für den Bau von Füllstandsregelungen gibt es verschiedene technische Lösungen. Relativ einfach ist eine Regelung ohne Hilfsenergie mit

mechanischen Teilen zu realisieren, wie dies in den Skizzen in Abb. 188 a und b dargestellt ist. Verwendet man elektrischen Strom als Hilfsenergie, dann kann man damit ein Magnetventil wie in den Abb. 71 und 168 oder eine Pumpe entsprechend Abb. 83 steuern.

Das Eingangssignal muß schaltungstechnisch so verwertet werden, daß ein zu niedriger Wasserstand der Regelstrecke das Magnetventil öffnet oder die Pumpe einschaltet. Ein Wasserstand, der dem Sollwert entspricht, muß das Magnetventil schließen, der Magnet oder die Pumpe müssen ausgeschaltet werden.

Der vom Schwimmer betätigte Schalter muß ein Austaster sein, der in nichtbetätigtem Zustand den Stromkreis für das Stellglied geschlossen hält, in betätigtem Zustand, wenn der Sollwert erreicht ist, das Stellglied ausschaltet. Die folgenden vier Modelle zeigen Schalterkonstruktionen, die für die Lösung dieser Aufgabe geeignet sind.

Abb. 189 zeigt einen einfachen Austaster, der vom Schwimmer direkt betätigt wird. Als Schwimmer wird ein Stück Hartschaum verwendet.

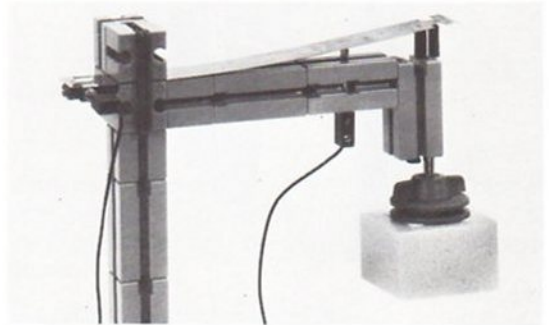


Abb. 189

Beim Modell in Abb. 190 wird der Taster, der als Austaster anzuschließen ist, über einen Winkelhebel betätigt.

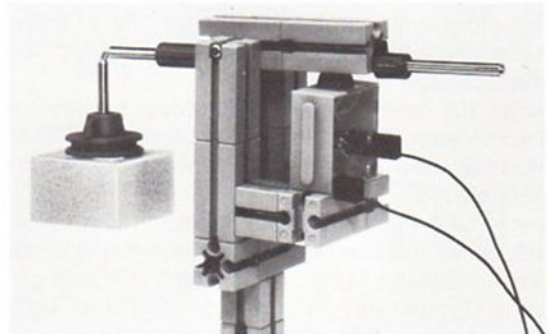


Abb. 190

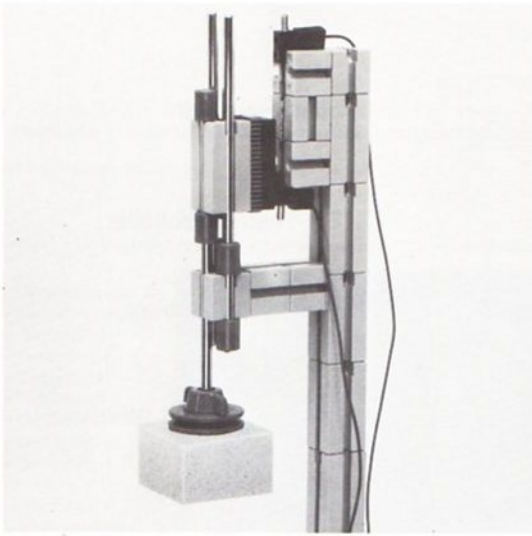


Abb. 191

Oftmals werden statt mechanischer Schalter besonders bei feuergefährlichen Flüssigkeiten auch Reedkontakte zum Schalten eingesetzt. Hier ist der Magnet so einzustellen, daß im unbetätigten Zustand des Schalters der Reedkontakt geschlossen ist. Wird der Schalter vom Schwimmer betätigt, so öffnet der Kontakt und schaltet Pumpe oder Magnetventil aus. Die Abb. 191 und 192 zeigen zwei Schaltermodelle mit einem Reedkontakt.

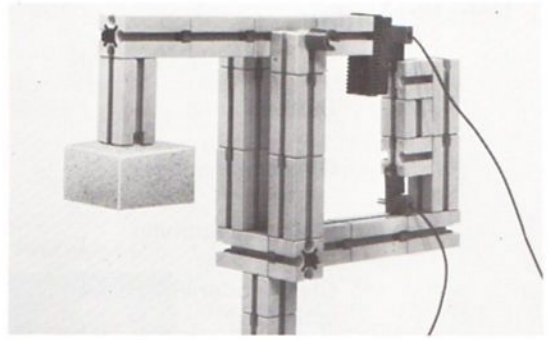


Abb. 192

Abb. 193 zeigt das Modell einer solchen Wasserstandsregelung. Die Pumpe befindet sich im Wasserreservoir, das tiefer liegt als das Entnahmegefäß. Sinkt der Wasserspiegel unter den Sollwert, so wird die Pumpe eingeschaltet und pumpt so lange Wasser nach, bis der Sollwert erreicht ist, der durch die Einstellung des Schwimmers festgelegt ist.

Schaltet man Magnet oder Pumpenmotor direkt über den Reedkontakt, so kann es hin und wieder vorkommen, daß die Kontaktzungen wegen des hohen Laststroms kleben. Will man dies vermeiden, so kann man mit dem Reedkontakt das Relais ansteuern und mit dem Relaiskontakt den Magneten oder die Pumpe schalten.

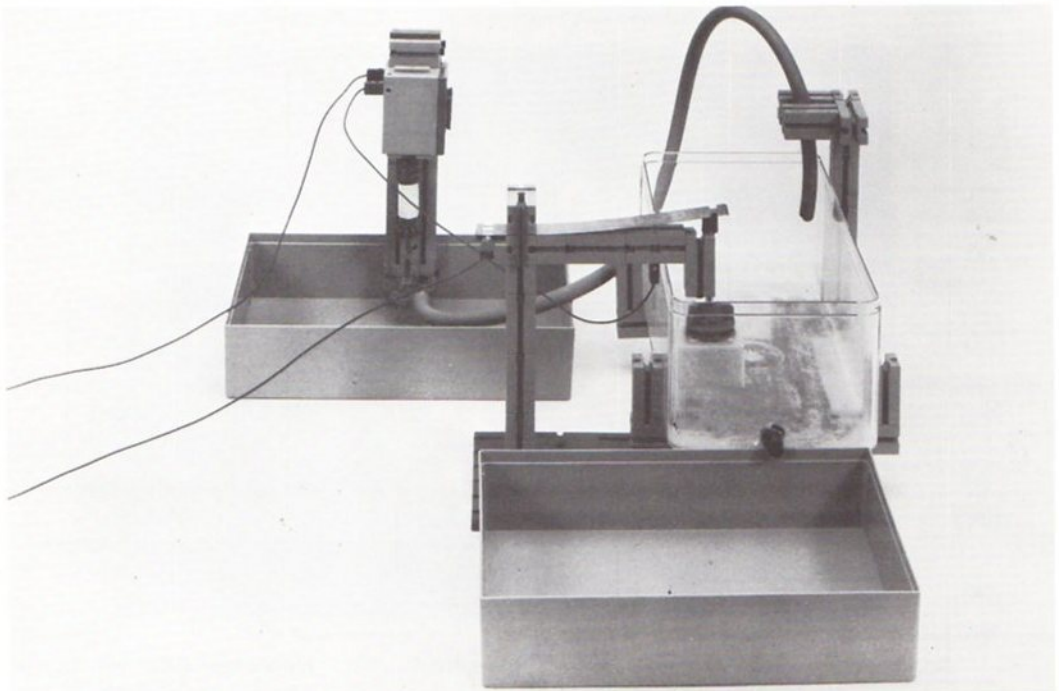

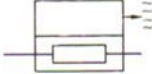



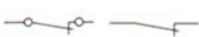









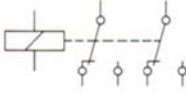







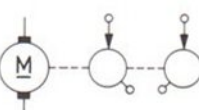

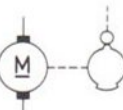










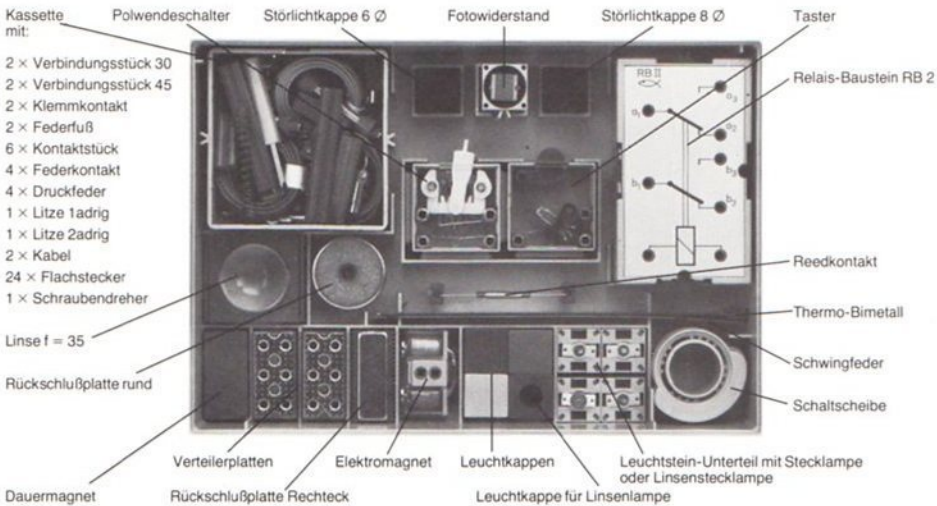
Abb. 193

6. Schaltzeichen

	Batterie		Föhn, Heizlüfter
	Gleichspannung		Ein-Taster (Schließer)
	Wechselspannung		Aus-Taster (Öffner)
	Gleich- oder Wechselspannung		Umschalt-Taster (Wechsler)
	Leitung mit Abzweigung		Ein-/Aus-Schalter
	Leitungskreuz (ohne Verbindung)		Umschalter
	Glühlampe		Polwendeschalter
	Motor (Gleichstrom)		Relais (mit 2 Umschaltkontakten)
	Elektromagnet		Steckverbinder mit Steckerstift und Steckerbuchse
	Magnetanker		Stromschiene mit Stromabnehmer
	Dauermagnet		Schleifbahn eines Schleifrings mit Stromzuführung
	Reedkontakt		Schleifring mit 2 Schleifbahnen und Stromzuführungen, von einem Motor angetrieben
	Summer		Nockenscheibe, von einem Motor angetrieben
	Relaisspule		
	Bimetall		
	Fotowiderstand		
	Zählwerk		
	Ventil, handbetätigt		
	Ventil, elektromagnetisch betätigt		
	Pumpe, einseitig wirkend		
	Heizplatte		

7. Übersicht über den Inhalt der Lernbaukästen u-t 3/1 und u-t 3

Lernbaukasten u-t 3/1



Lernbaukasten u-t 3

