

Armin Keßler

Grundsaltungen zum Lernbaukasten u-t 4/2

Wasserstandsmelder
Feuchtigkeitsmelder
Durchgangsprüfer
Dämmerungsschalter
Impulszähler
Ausschaltverzögerung
Temperaturregelung

fischertechnik Schulprogramm



Sämtliche Rechte bei
fischer-werke
Artur Fischer GmbH & Co. KG
7244 Tumlingen/Waldachtal 3

Wasserstandsmelder

Feuchtigkeitsmelder

(Schalten durch Feuchtigkeit)

Signaleingang: Feuchtigkeitssensor, 2 Elektroden

Signalausgang: Relais als Summer, Lampe

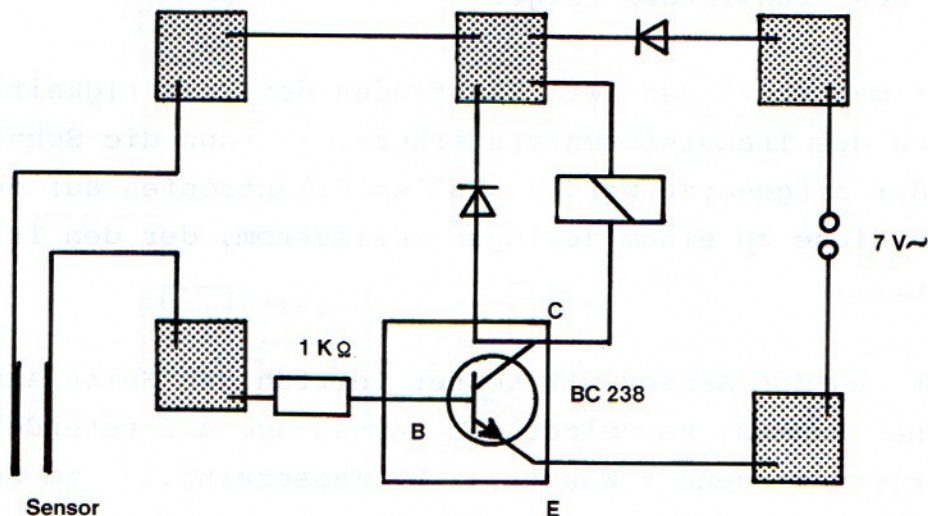
Signalverarbeitung: Einstufiger Transistorenverstärker

Aufgabe der Schaltung:

Das Frühelement dieser Schaltung sind zwei Elektroden bzw. der Feuchtigkeitssensor. Die Schaltung kann eingesetzt werden, um:

1. Die Höhe des Wasserstandes in einem Behälter zu überwachen,
2. auftretende Feuchtigkeit zu melden, die durch einen Wasserrohrbruch oder durch den geplatzten Schlauch einer Waschmaschine verursacht wurde,
3. bei beginnendem Regen ein Warnsignal zu geben.

Schaltbild



Funktion der Schaltung:

Tauchen die zwei Elektroden in Wasser, oder berührt man mit feuchtem Finger den Sensor, so fließt auf Grund der geringen Leitfähigkeit ein minimaler Steuerstrom zur Basis des Transistors. Dadurch wird die Kollektor-Emitterstrecke, in der das Relais liegt, durchgeschaltet.

Da der Transistorenverstärker aber mit einer pulsierenden Gleichspannung versorgt wird, zieht das Relais in schnellem Wechsel an und fällt wieder ab. Es entsteht ein schnarrendes Geräusch. Das Relais arbeitet als Summer.

Der Vorwiderstand von 1 k Ω vor der Basis des Transistors begrenzt den Basisstrom auf einen für den Transistor ungefährlichen Wert falls man die beiden Elektroden direkt miteinander in Berührung bringt.

Die Diode, die parallel zum Relais liegt, ist eine sogenannte Freilaufdiode. Sie schützt den Transistor vor Spannungsspitzen, die entstehen, wenn das Relais abgeschaltet wird und dadurch das Magnetfeld in der Spule zusammenbricht. Diese Spannungsspitzen werden von der Diode kurzgeschlossen.

Um die pulsierende Gleichspannung für das Relais zu erhalten, verbinden wir den Schaltungsaufbau nur über eine Diode mit dem Wechselspannungsausgang des Netzgerätes. Die Diode arbeitet als elektronischer Schalter, der nur jeweils eine Halbwelle der anliegenden Spannung passieren läßt. Sie muß in der Schaltung so angeordnet werden, daß sie die positiven Halbwellen durchschaltet. Dazu wird sie so gedreht, daß ihr Farbring (die Kathode) zu Kollektoranschluß des Transistors zeigt.

Verwendet man statt der zwei Elektroden den Feuchtigkeitsfühler am Eingang des Transistorenverstärkers, so kann die Schaltung als Regenmelder eingesetzt werden. Fallen Regentropfen auf den Sensor, so führen diese zu einem geringen Basisstrom, der den Transistor durchsteuert.

Befestigt man den Sensor mit seiner leitfähigen Seite auf dem Fußboden eines Raumes, so meldet die Warnanlage auftretende Feuchtigkeit oder eindringendes Wasser (z.B. Wassereinbruch im Keller).

Soll die Schaltung mit einer Gleichspannungsquelle betrieben werden, kann die Diode zur Gleichrichtung entfallen. Der Melder wird jetzt über einen Relaiskontakt eingeschaltet.

Durchgangsprüfer

(Schalten durch Leitfähigkeit)

Signaleingang: 2 Elektroden

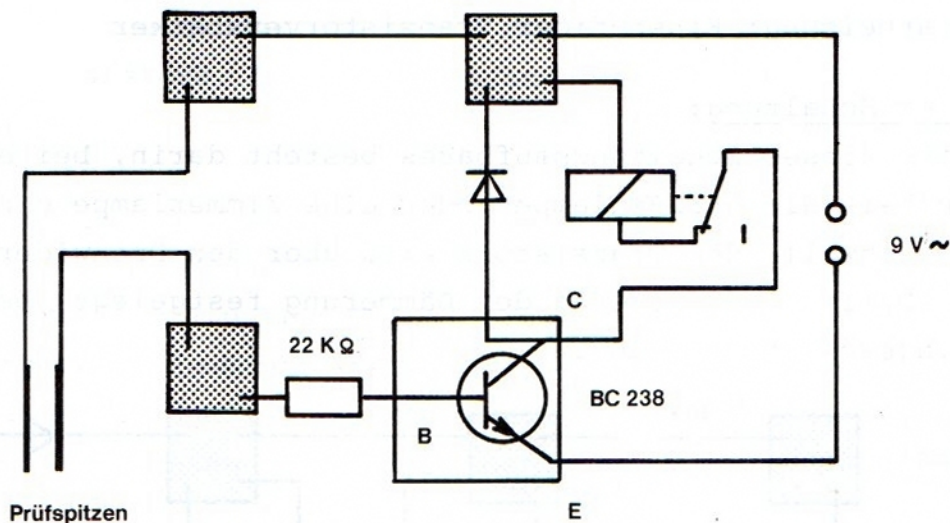
Signalausgang: Relaisummer

Signalverarbeitung: Einstufiger Transistorverstärker

Aufgabe der Schaltung:

Mit Hilfe dieser Schaltung können Leitungen, Kontaktübergänge und Bauteile auf elektrischen Durchgang überprüft werden. Der Vorteil dieser Schaltung besteht darin, daß durch die Transistorstufe vor dem Summer der Prüfstrom sehr niedrig bleiben kann. Vergrößert man den Basisvorwiderstand auf $22\text{ k}\Omega$, so beträgt der Prüfstrom nur noch ca. $0,4\text{ mA}$. Damit können auch Dioden und Transistoren auf Durchlaßrichtung überprüft werden, wenn die Prüfschnur, die vom Pluspol der Spannungsquelle kommt, gekennzeichnet ist.

Schaltbild:



Funktion der Schaltung:

Bringt man zwischen die beiden Prüfspitzen leitendes Material, so fließt zur Basis des Transistors ein Steuerstrom, der durch den Vorwiderstand vor der Basis begrenzt wird. In Abhängigkeit von diesem Basisstrom stellt sich ein Kollektorstrom ein, der das Relais schaltet.

Soll das Relais als Gleichspannungssummer arbeiten, so kann die Relaispule nicht direkt zwischen Kollektor und Pluschiene gelegt werden, sondern muß über den eigenen Ruhekontakt geschaltet werden. Fließt Strom über die Kollektor-Emitterstrecke des Transistors, so zieht das Relais an, wodurch es jedoch seinen Stromkreis sofort selbst wieder unterbricht und abfällt. Dieser Vorgang wiederholt sich in schnellem Wechsel und erzeugt ein schnarrendes Geräusch. (Siehe Heft 3 A 2 Seite 15.)

Es ist allerdings auch möglich, das Relais als Schalter einzusetzen und mit dem Relaiskontakt einen anderen Melder zu schalten. Außerdem kann an Stelle des Relais auch ein anderer Melder eingesetzt werden, sofern dadurch der maximale Kollektorstrom des Transistors von 100 mA nicht überschritten wird.

Dämmerungsschalter

(Schalten durch Licht)

Signaleingang: Fotowiderstand

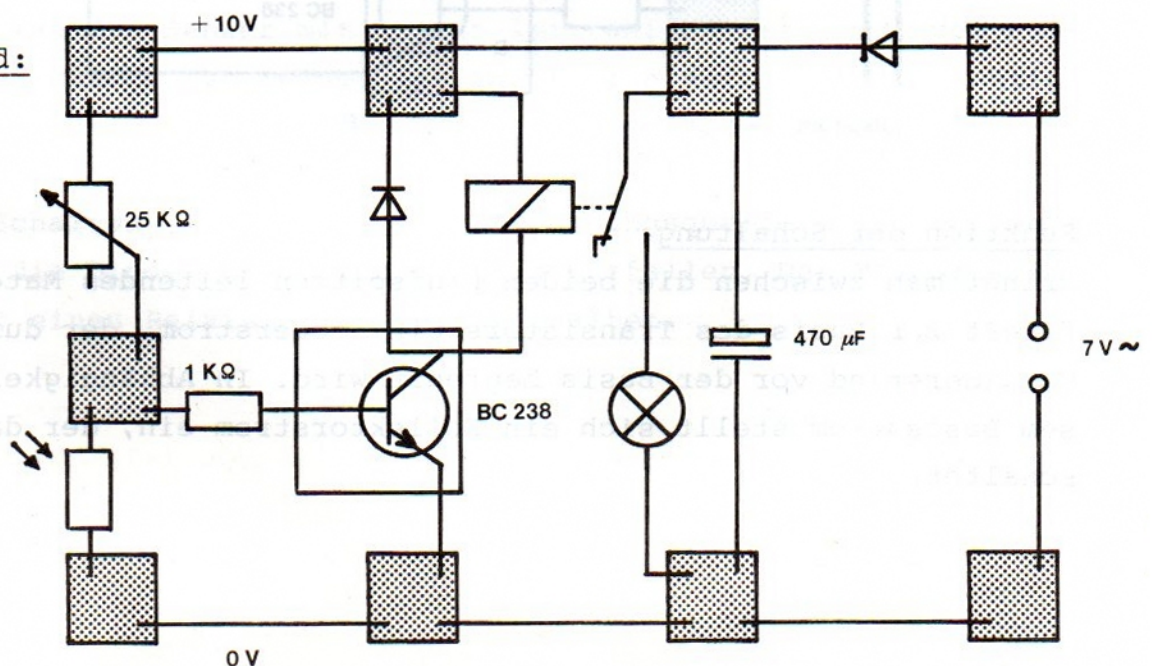
Signalausgang: Lampe, Relais oder Netzschaltgerät

Signalverarbeitung: Einstufiger Transistorverstärker

Aufgabe der Schaltung:

Die Aufgabe dieses Schaltungsaufbaues besteht darin, bei einbrechender Dunkelheit die Straßenlampen oder eine Zimmerlampe einzuschalten. Die Schaltschwelle des Transistors wird über den Drehwiderstand eingestellt. Damit wird der Grad der Dämmerung festgelegt, bei dem die Lampen eingeschaltet werden.

Schaltbild:



Funktion der Schaltung:

Im rechten Teil des Schaltbildes befindet sich die Gleichrichtung der vom Netzgerät kommenden Wechselspannung. Sie wird bewirkt durch die Diode und den Kondensator.

Die Diode sperrt als spannungsgesteuerter Schalter die negativen Halbwellen und läßt die positiven Halbwellen passieren. Diese pulsierende Gleichspannung wird vom Kondensator geglättet, der sich bei jeder Halbwellen auflädt und in den Spannungspausen seine gespeicherte Energie der Schaltung zur Verfügung stellt.

Die Informationsverarbeitung besorgt der Transistorverstärker.

Seine Basis wird von einem Spannungsteiler angesteuert, der aus einem einstellbaren Widerstand und dem Fotowiderstand besteht.

Das Verhältnis der beiden Widerstandswerte bestimmt die Steuerspannung, die dem Transistor über die Basis zugeführt wird.

Ist der obere Widerstand im Verhältnis zu unteren extrem hochohmig, dann ist die Spannung am unteren Widerstand und damit zwischen Basis und Emitter des Transistors sehr niedrig. Der Transistor ist gesperrt. Vergrößert man den Widerstandswert des unteren Widerstandes, so verändert man das Verhältnis der beiden Widerstände zu einander und damit die Steuerspannung an der Basis des Transistors. Die Spannung an der Basis des Transistors steigt an.

Für die Ansteuerung des Transistors sind dabei folgende Werte wichtig: Liegt die Spannung zwischen Basis und Emitter - hier also am Fotowiderstand - unter $0,5\text{ V}$, dann ist der Transistor gesperrt. Dunkelt man den Fotowiderstand ab, so erhöht sich sein Widerstandswert. Dadurch steigt die Spannung an diesem Widerstand und somit an der Basis des Transistors auf ca. $0,7 - 0,8\text{ V}$. In Abhängigkeit von dieser minimalen Spannungsänderung ändert sich auch der Basisstrom, der über den einstellbaren Widerstand vom Pluspol zur Basis des Transistors fließt (technische Stromrichtung!). Aus diesem Grund kann dessen Widerstandswert auch nicht beliebig groß gewählt werden, da sonst der Basisstrom und in Abhängigkeit von ihm auch der Kollektorstrom zu gering wird.

Die Spannungsänderung von ca. 0,2 - 0,3 V bewirkt also die Ansteuerung des Transistors, dessen Kollektor-Emitterstrecke dadurch niederohmig wird. Es fließt Kollektorstrom. In diesen Arbeitsstromkreis kann man entweder eine Lampe, das Relais oder das Netzschaltgerät legen. Verwendet man Relais oder Netzschaltgerät, so muß parallel dazu eine Freilaufdiode vorgesehen werden, die den Transistor vor Spannungsspitzen beim Abschalten der Relaispule schützt.

Mit dem Netzschaltgerät können Energiewandler geschaltet werden, die mit 220 V Netzspannung betrieben werden. (Siehe dazu Heft 3 A 2 S. 17 ff)

Wird die Schaltung in Betrieb genommen, so muß der Drehwiderstand so eingestellt werden, daß die Lampe nicht leuchtet, bzw. das Relais abgefallen ist. Dunkelt man jetzt den Fotowiderstand ab, so muß die Lampe leuchten bzw. das Relais anziehen.

Impulszähler

(Schalten durch Induktionsspannung)

Signaleingang: Spule

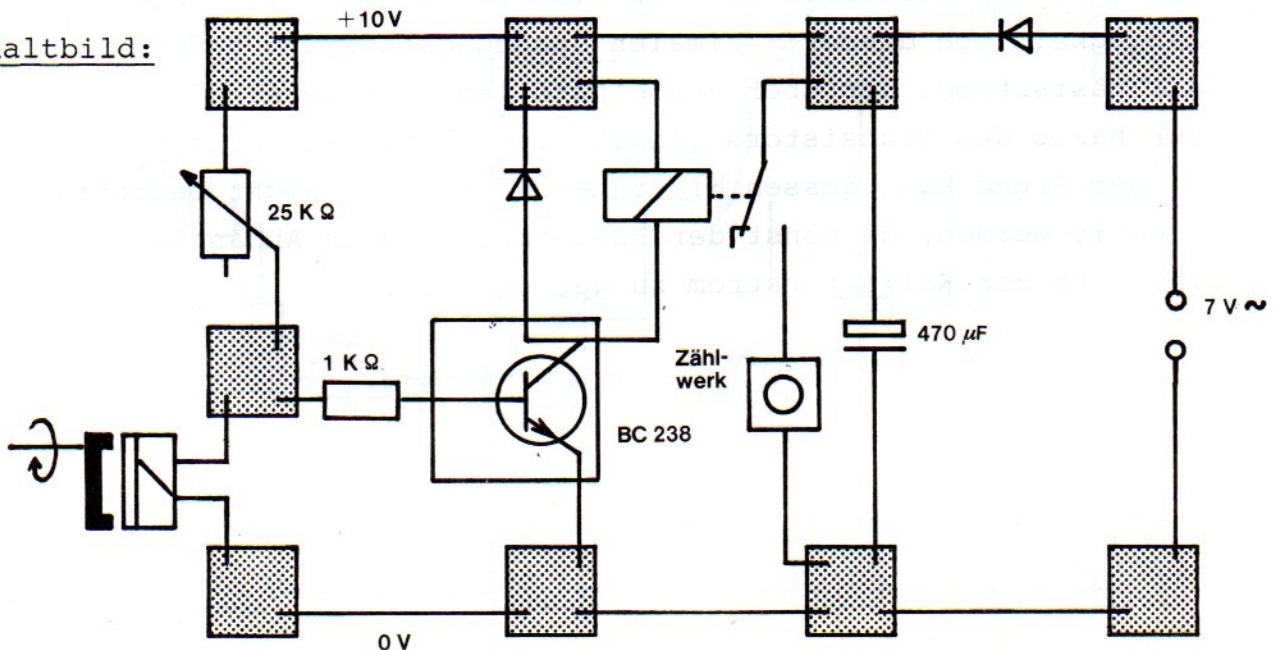
Signalausgang: Zählwerk

Signalverarbeitung: Einstufiger Transistorenverstärker und Relais

Aufgabe der Schaltung:

Mit Hilfe dieser Schaltung können Umdrehungen oder Schwingbewegungen gezählt werden. Dazu wird ein Magnet an dem sich drehenden oder pendelnden Bauteil befestigt. Der Magnet bewegt sich an einer Spule vorbei, die diese Impulse einem Transistorenverstärker zuführt.

Schaltbild:



Funktion der Schaltung:

Die Ansteuerung des Transistors erfolgt durch einen Spannungsteiler, der hier aus einem einstellbaren Widerstand und einer Spule (Elektromagnet aus u-t 3/1 oder u-t 3) gebildet wird. Im Kollektor-Emitterkreis liegt das Relais.

Der Drehwiderstand muß hier sehr vorsichtig und feinfühlig so eingestellt werden, daß das Relais gerade noch nicht angezogen hat, bzw. gerade abgefallen ist? das bedeutet, die Basis-Emitterspannung liegt gerade noch so niedrig, daß der Transistor noch nicht durchgesteuert hat.

Wird jetzt ein Permanentmagnet an der Spule vorbeibewegt, so entsteht darin eine Induktionsspannung, die eine kurzzeitige Erhöhung der Basis-Emitterspannung bewirkt. Dadurch steuert der Transistor durch. Über den Drehwiderstand fließt der Steuerstrom in die Basis, der über die Kollektor-Emitterstrecke einen entsprechenden Laststrom bewirkt und das Relais schaltet. Mit Hilfe des Relaiskontaktes wird das Zählwerk geschaltet, das die Impulse zählt.

Beim Aufbau des Impulsgebers ist darauf zu achten, daß sich der Permanentmagnet etwas exzentrisch an der Spule vorbeibewegt. Dies ist notwendig, damit in der Spule eine ausreichend große Spannung induziert wird. Ist der Drehwiderstand sorgfältig eingestellt und die Schaltung arbeitet noch nicht empfindlich, dann muß die Anordnung Magnet - Spule verändert werden. Der Abstand in dem sich der Magnet an der Spule vorbeibewegt, sollte maximal ca. 1 - 2 mm betragen.

Wird eine noch empfindlichere Schaltung gewünscht, kann zur Signalverarbeitung ein zweistufiger Transistorverstärker verwendet werden. (Siehe Schaltung Temperaturregler.)

Ausschalerverzögerung

(Zeitschaltung)

Signaleingang: RC-Glied

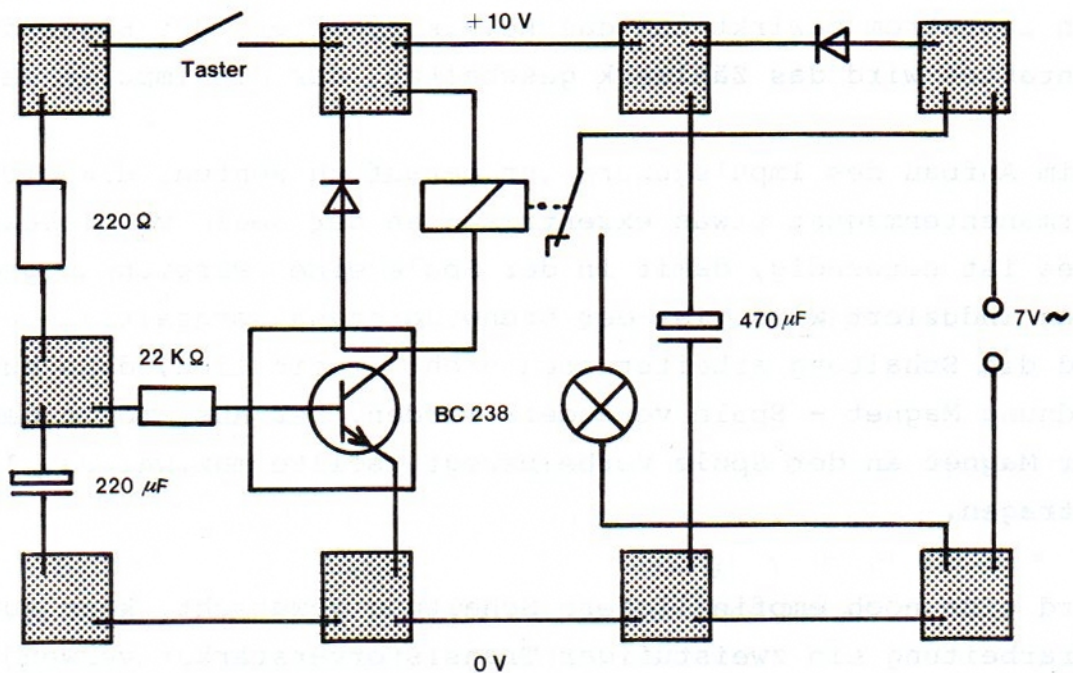
Signalausgang: Lampe, Relais oder Netzschaltgerät

Signalverarbeitung: Einstufiger Transistorverstärker

Aufgabe der Schaltung:

Mit Hilfe der Schaltung kann eine Flurlampe oder ein Treppenhauslicht für eine bestimmte Zeit eingeschaltet werden. Nach Ablauf der eingestellten Zeit schaltet sich das Licht selbsttätig wieder aus.

Schaltbild:



Funktion der Schaltung:

Bei dieser Schaltung bewirkt der Kondensator über den Transistorverstärker die Ausschaltverzögerung der Lampe. Er liegt zwischen Basis und Emitter des Transistors. Betätigt man den Taster T, so wird über den Vorwiderstand von 220Ω der Kondensator fast auf Betriebsspannung aufgeladen. Gleichzeitig steuert der Transistor durch, da die Spannung zwischen Basis und Emitter auf ca. 0,8 V ansteigt.

Öffnet der Taster, so arbeitet der Kondensator als Spannungsquelle. Er entlädt sich über den Vorwiderstand von 1 kΩ und die Basis-Emitterstrecke des Transistors.

So lange ein ausreichender Basisstrom fließt, fließt auch über die Kollektor-Emitterstrecke des Transistors Strom. Verringert sich der Basisstrom, weil der Kondensator fast entladen ist, geht auch der Kollektorstrom zurück. Die Lampe verlöscht langsam.

Will man dieses langsame Verlöschen umgehen, so schaltet man ein Relais oder das Netzschaltgerät in den Kollektorkreis. Das Relais fällt ab, wenn die Stromstärke über die Kollektor-Emitterstrecke kleiner als der Haltestrom des Relais wird.

Die Zeitverzögerung kann man verlängern, wenn man einen Kondensator größerer Kapazität verwendet. Es genügt aber oft auch schon, den Widerstandswert des Vorwiderstandes vor der Basis des Transistors zu vergrößern. Verwendet man hier den Drehwiderstand von $1\text{ M}\Omega$, so kann man diesen bis auf Werte zwischen 100 und $200\text{ k}\Omega$ einstellen. Man erreicht hierdurch Verzögerungszeiten bis ca. 60 Sek.

Den maximalen Widerstandswert des Vorwiderstandes ermittelt man, indem man bei betätigtem Taster den Drehwiderstand hochohmiger dreht bis das Relais gerade noch angezogen bleibt.

Temperaturregelung

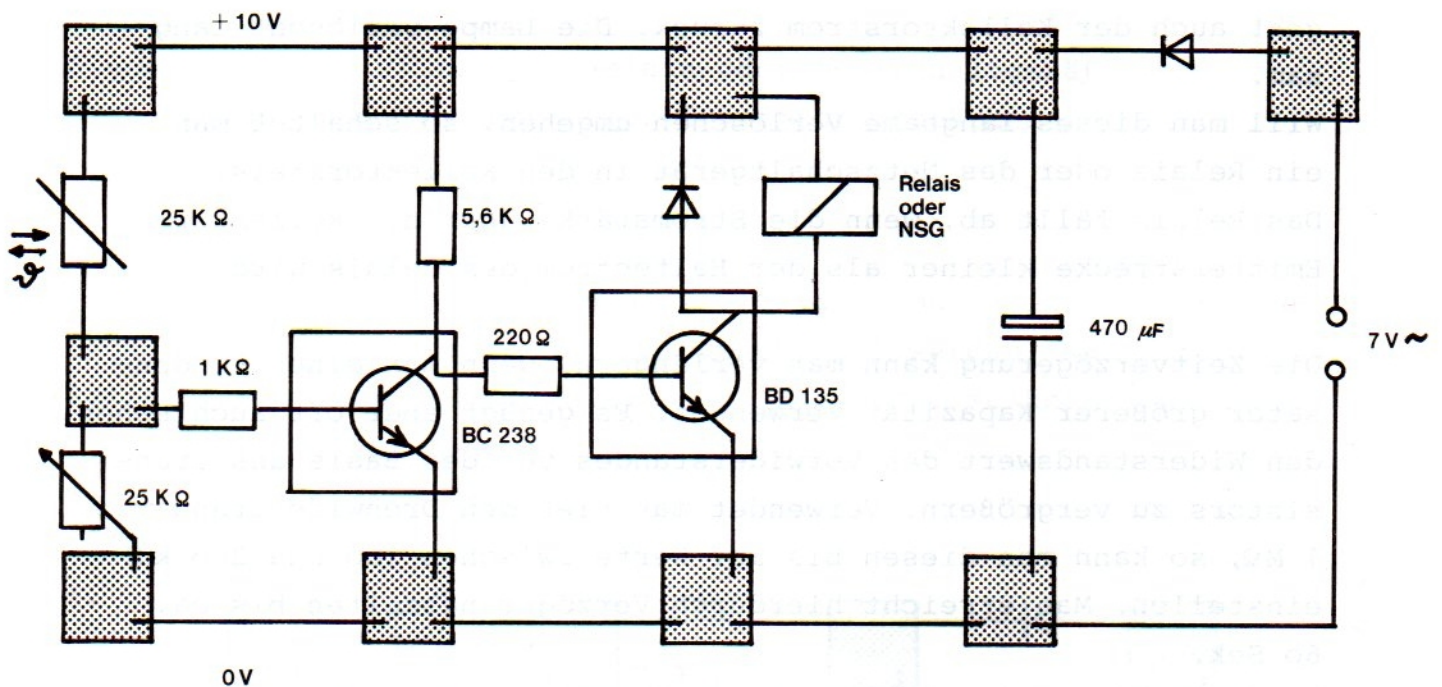
(Schalten durch Wärme)

Signaleingang: Heißleiter
Signalausgang: Netzschaltgerät oder Relais
Signalverarbeitung: Zweistufiger Transistorverstärker

Aufgabe der Schaltung:

Die Schaltung kann dazu dienen, die Raumtemperatur mit Hilfe eines Heizlüfters konstant zu halten.

Schaltbild:



Funktion der Schaltung:

Um die Ansprechempfindlichkeit der Schaltung zu erhöhen, wurde hier ein zweistufiger Verstärker eingesetzt. In der ersten Stufe arbeitet der BC 238, in der zweiten der BD 135.

Die erste Transistorstufe wird durch einen Spannungsteiler angesteuert, der aus Heißleiter und Drehwiderstand besteht. Solange der Spannungsabfall am unteren Widerstand - zwischen Basis und Emitter des Transistors - niedriger ist als 0,5 V, bleibt der Transistor T_1 gesperrt. Dazu muß aber der obere Widerstand, der Heißleiter, wesentlich hochohmiger sein als der Drehwiderstand. Dieser muß relativ niederohmig eingestellt werden. Sein Wert liegt bei ca. 1,3 - 1,5 kΩ. Die genaue Einstellung muß ermittelt werden. Im Kollektorkreis des ersten Transistors liegt ein Schichtwiderstand von 5,6 kΩ als Arbeitswiderstand.

Die zweite Transistorstufe ist über einen Vorwiderstand von 220 Ω mit der ersten Stufe gekoppelt. Die Basis von T_2 liegt zwischen dem Lastwiderstand der ersten Transistorstufe und dem Kollektor des Transistor T_1 .

Diese Anordnung von Lastwiderstand und Kollektor-Emitterübergang kann wieder als Spannungsteiler verstanden werden, wobei der Kollektor-Emitterübergang im gesperrten Zustand extrem hochohmig ist, oder anders ausgedrückt als offener Schalter arbeitet. Ist der Transistor durchgesteuert, kann der Kollektor-Emitterübergang als geschlossener Schalter betrachtet werden. Er ist im Verhältnis zum Lastwiderstand extrem niederohmig.

Solange die erste Transistorstufe gesperrt ist, erhält die Basis der zweiten Transistorstufe positives Potential über den Vorwiderstand von 220Ω und den Arbeitswiderstand der ersten Transistorstufe von $5,6 \text{ k}\Omega$. Deshalb hat der zweite Transistor durchgesteuert. Relais oder Netzschaltgerät sind eingeschaltet. Es fließt ein Basisstrom, dessen Stromstärke durch den Widerstandswert der beiden Widerstände bestimmt wird. Dadurch stellt sich ein Kollektorstrom ein, dessen Stärke - ausreichend großer Basisstrom vorausgesetzt - vom Widerstandswert des Relais oder Netzschaltgerätes bestimmt wird.

Der Spannungsteiler aus Drehwiderstand und Heißleiter vor der Basis des ersten Transistors muß zunächst so eingestellt werden, daß das Relais oder Netzschaltgerät im Kollektorkreis von T_2 gerade angezogen hat. Dadurch ist dann auch die Wärmequelle eingeschaltet.

Wird jetzt mit steigender Raumtemperatur der Heißleiter im Spannungsteiler der ersten Transistorstufe erwärmt, wird er niederohmiger. Dadurch verschiebt sich das Verhältnis der beiden Widerstandswerte des Spannungsteilers zueinander und somit auch die Höhe der Steuerspannung an der Basis des Transistors. Im Verhältnis zum Heißleiter, dessen Wert kleiner wird, vergrößert sich der Wert des Drehwiderstandes. Dies führt zu einer geringfügigen Spannungserhöhung an der Basis der ersten Transistorstufe. Ab $0,5 - 0,6 \text{ V}$ steuert sie durch. Es fließt Basisstrom und infolge dessen über den Lastwiderstand und den Kollektor-Emitterübergang der Kollektorstrom. Die Kollektor-Emitterstrecke kann jetzt als geschlossener Schalter betrachtet werden.

Es genügt bereits ein minimaler Basisstrom, da es bei dieser Stufe nicht auf einen größeren Kollektorstrom ankommt, sondern auf die Spannungsverschiebung an der Basis des zweiten Transistors.

Ist der Kollektor-Emitterübergang niederohmig, wird die Basis der zweiten Transistorstufe an negatives Potential gelegt. Dies führt dazu, daß Transistor T_2 sperrt und somit das Relais oder das Netzschaltgerät ausgeschaltet wird. Damit wird auch die Heizquelle abgeschaltet.

Wenn nach einer gewissen Zeit die Raumtemperatur gesunken ist, ist auch der Heißleiter wieder hochohmiger geworden. Dies führt zu einem Absinken der Steuerspannung an der Basis des ersten Transistors, der daraufhin sperrt. Somit erhält die Basis des zweiten Transistors wieder positives Potential. Er steuert durch und schaltet Relais und Heizquelle wieder ein, worauf der Zyklus wieder von vorne beginnt.

Schaltungstechnisch gesehen haben wir es hier mit einer Zweipunktregelung zu tun. (Siehe dazu Heft 3 A 2 S. 73 ff.)

Dieses Schaltungsbeispiel ist besonders geeignet, die Wirkungsweise des Transistors als spannungsgesteuerter Schaltverstärker deutlich zu machen. Hier wird die Basis des zweiten Transistors je nach Ansteuerung der ersten Transistorstufe einmal an positives und zum anderen an negatives Potential gelegt. Entsprechend schaltet die zweite Transistorstufe die Wärmequelle ein oder aus.

