

Temperaturdifferenz-Schalter

Diese Schaltung vergleicht über extern anschließbare PTC-Temperatursensoren die Temperatur an zwei verschiedenen Orten. Beim Überschreiten einer einstellbaren Differenztemperatur wird ein Relais-Schaltausgang aktiviert. Die Einstellung der Temperaturdifferenz erfolgt sehr einfach nur mit einem Multimeter.

Vielseitiger Schalter

Die Auswertung von Temperaturdifferenzen spielt in der gesamten Mess-, Steuer- und Regeltechnik eine große Rolle. Anwendungen sind sicher vor allem Heiz- und Kühlkreisläufe, generell auch die Klimatisierungstechnik, z. B. für die Lüftersteuerung im Gewächshaus. Dazu zählen auch z. B. Solar-Kollektor-Anlagen, bei denen kontrolliert werden muss, ob die Temperatur im Kollektorkreislauf höher ist als die im Wärmespeicher. Aber auch in der Labortechnik spielen derartige Regelschaltungen eine große Rolle. Schließlich finden Temperaturdifferenz-Schalter auch ihre Anwendung bei der Regulierung des Wärmehaushalts elektronischer Geräte.

Eine solche Schaltung wollen wir hier vorstellen. Sie sticht auch durch einen ein-

fachen Aufbau und einen unkritischen Abgleich hervor, sodass sie sich hervorragend für den Einsteiger bzw. für die Ausbildung eignet.

Für die einfache Einstellung der gewünschten Temperaturdifferenz-Schwellen genügt ein Voltmeter, ein aufwändiger Abgleich der Temperatursensoren ist nicht notwendig.

Schaltung

Das Schaltbild des Temperaturdifferenz-Schalters ist in Abbildung 1 zu sehen. Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt über die Anschlussklemme KL 3. Die Spannung kann in einem Bereich von 7 V bis 15 V (DC) liegen. Mit dem Spannungsregler IC 1 wird hieraus eine stabile Spannung von 5 V erzeugt.

Die Erfassung der beiden Temperaturen

erfolgt über zwei PTC-Sensoren. Dazu stehen zwei Mess-Eingänge zur Verfügung. Über den Eingang KL 1 wird der Temperatur-Sensor T 1 und über KL 2 der zweite Sensor T 2 angeschlossen. Die verwendeten Sensoren vom Typ KTY81-121 sind temperaturabhängige Widerstände auf

Technische Daten:

Versorgungsspannung:	7 V - 15 V/DC
Stromaufnahme: 12 mA
(Relais eingeschaltet)	50 mA
Temperaturbereich	
(Sensor):	-55 °C bis +150 °C
Temperaturdifferenz	
(einstellbar):	1 °K bis 20 °K
Schalthysterese:	1 °K
Abmessungen:	70 x 46 mm
Schaltleistung	
(Relais):	max. 40 V/1,25 A

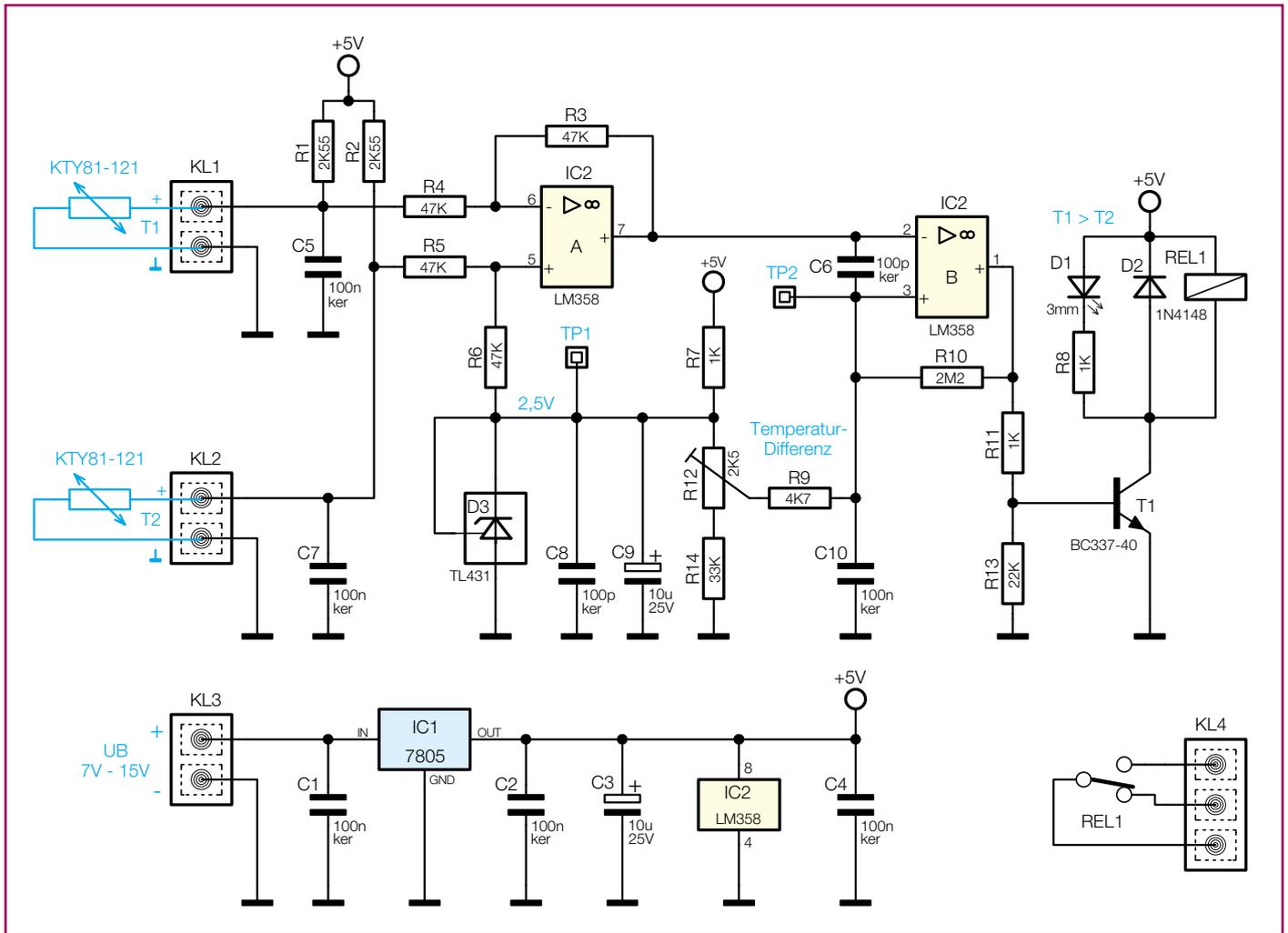


Bild 1: Schaltbild des Temperaturdifferenz-Schalters

Halbleiterbasis. Sie besitzen einen positiven Temperatur-Koeffizienten, d. h., mit steigender Temperatur steigt auch der Widerstandswert des Sensors an. Die verwendeten Sensoren zeichnen sich durch eine hohe Widerstandsgenauigkeit und eine geringe Exemplarstreuung aus. Der Kennlinienverlauf dieses Sensors ist nicht linear und muss deshalb schaltungstechnisch linearisiert werden. Dies erfolgt durch eine Reihenschaltung des Sensors mit einem Widerstand von 2,55 kOhm (R 1 und R 2). Die Spannung an den beiden Messeingän-

gen (KL 1, KL 2) ist hierdurch jetzt proportional zur Temperatur und zeigt einen fast linearen Kennlinienverlauf. Der Hersteller des Sensors gibt in einer Tabelle die Widerstandswerte für verschiedene Temperaturen an. So ist es uns möglich, für den gesamten interessierenden Temperaturbereich die Spannungen zu ermitteln, die sich an den Klemmen KL 1 und KL 2 ergeben.

Da nicht die absolute Temperatur, sondern nur die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Sensoren ermittelt werden soll, reicht es zu wissen, wie hoch die Spannungsdifferenz zwischen den beiden Eingängen ist. In der Tabelle 1 sind alle Spannungen für die Differenztemperaturen im Bereich 1° K bis 20° K angegeben.

Zur Auswertung dieser Spannung kommt ein so genannter Differenzverstärker zum Einsatz, der mit IC 2 A und den Widerständen R 3 bis R 6 realisiert wurde. Die beiden Eingänge des Differenzverstärkers sind über R 4 und R 5 mit den Eingängen KL 1 und KL 2 verbunden. Der Arbeitspunkt (Bezugspunkt) für den Differenzverstärker wird mit D 3 festgelegt. Die „Diode“ D 3 ist in Wirklichkeit ein integrierter Schaltkreis, der eine Z-Diode auf elektro-

nischem Wege nachbildet. Durch einen speziellen Steuereingang (Ref) ist die Z-Dioden-Spannung veränderbar. Verbindet man diesen Eingang mit dem „Kathodenanschluss“, so arbeitet die Z-Diode mit einer festen Spannung von 2,5 V.

Der Ausgang des Differenzverstärkers IC 2 A (Pin 7) ist mit dem Eingang (Pin 2) des Komparators IC 2 B verbunden. Die Spannung am zweiten Eingang des Komparators (Pin 3) ist mit dem Trimmer R 12 einstellbar, hiermit legt man die Schwellenspannung fest. Sobald die Spannung an Pin 2 unter den Wert von Pin 3 sinkt, schaltet der Ausgang des Komparators (Pin 1) auf High. Der Mitkoppelwiderstand R 10 sorgt für eine geringe Hysterese des Komparators, die bei ca. 1° K liegt.

Gemessen gegen den Testpunkt TP 1 ist die Spannung am Ausgang (Pin 7) des Differenzverstärkers positiv, wenn die Temperatur von T 2 höher als von T 1 ist. Im Gegensatz dazu ist die Ausgangsspannung negativ, sobald die Temperatur von T 1 höher als die von T 2 ist.

Die Schwellenspannung wird durch Messen der Spannung zwischen TP 1 und TP 2 ermittelt bzw. eingestellt. Die entsprechen-

°K	U (V)	°K	U (V)
1	0,008	11	0,088
2	0,016	12	0,096
3	0,024	13	0,104
4	0,032	14	0,112
5	0,040	15	0,120
6	0,048	16	0,128
7	0,056	17	0,136
8	0,064	18	0,144
9	0,072	19	0,152
10	0,080	20	0,160



Bild 2: Temperatur-Sensor KTY81-121

den Spannungswerte sind, wie schon erwähnt, der Tabelle 1 entnehmbar. Beispiel: Für eine Temperaturdifferenz von 10 Grad ist eine Spannung von 80 mV einzustellen.

Der Komparatorausgang (Pin 1) steuert über den Widerstand R 11 den Schalttransistor T 1 an, wodurch das Relais REL 1 anzieht und zur optischen Kontrolle die Leuchtdiode D 1 aufleuchtet.

Nachbau

Der Nachbau erfolgt auf einer einseitig zu bestückenden Platine mit den Abmessungen 70 x 42 mm. Er ist aufgrund der ausschließlichen Bestückung mit bedrahteten Bauteilen auch für den Einsteiger einfach zu realisieren.

Anhand der Stückliste und des Bestückungsplans beginnen wir die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der niedrigen Bauteile (Widerstände, Dioden usw.), gefolgt von den höheren Bauteilen. Entsprechend dem Rastermaß sind die Bauteilanschlüsse abzuwinkeln und anschließend in die dafür vorgesehenen Bohrungen zu stecken. Auf der Platinenunterseite werden die Anschlüsse verlötet und überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider abgeschnitten, ohne die Lötstelle dabei selbst zu beschädigen.

Bei den Halbleitern sowie den Elkos ist unbedingt auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten. Die Elkos sind am Mi-

nuspol gekennzeichnet, die Dioden mit einem Farbring an der Katode, und die Einbaulage der Transistoren ergibt sich aus dem Bestückungsdruck.

Der „+“-Anschluss der LED (Anode) ist durch den etwas längeren Anschlussdraht zu erkennen. Bei Bedarf kann man die LED auch abgesetzt von der Platine montieren.

Der Spannungsregler IC 1 wird liegend montiert und vor dem Einlöten mit einer Schraube M3 x 8 mm, Fächerscheibe und M3-Mutter auf der Platine befestigt. Die Anschlussbeine sind zuvor im Abstand von 2 mm zum IC-Gehäuse um 90° abzuwinkeln.

Zum Schluss erfolgt das Einsetzen des Trimmers R 12 sowie der vier Schraubklemmleisten.

Inbetriebnahme und Abgleich

Beim Anschluss der Sensoren braucht man nicht auf eine Polung zu achten. Als Verbindungsleitung zu den Sensoren sollte ein 1-adriges, abgeschirmtes Kabel verwendet werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Abschirmung (äußeres Kupfergeflecht) des Kabels mit den Masseanschlüssen (⊥) der Klemmen KL 1 und KL 2 verbunden wird. An die jeweiligen „+“-Anschlüsse ist die Innenader anzuschließen. Da der Abstand zwischen den beiden Anschlussdrähten des Sensors sehr gering ist, empfiehlt es sich, diese mit einem kurzen Stück Schrumpfschlauch gegeneinander zu isolieren.

Will man Oberflächentemperaturen messen, so ist es vor Fixieren des Sensors auf der Oberfläche zweckmäßig, etwas Wärmeleitpaste zu verwenden, um so einen besseren thermischen Kontakt zu erzielen.

Stückliste: Temperaturdifferenz-Schalter TDS 1

Widerstände:

1 kΩ	R7, R8, R11
2,55 kΩ	R1, R2
4,7 kΩ	R9
22 kΩ	R13
33 kΩ	R14
47 kΩ	R3-R6
2,2 MΩ	R10
PT10, liegend, 2,5 kΩ	R12

Kondensatoren:

100 pF/ker	C6, C8
100 nF/ker ...	C1, C2, C4, C5, C7, C10
10 µF/25 V	C3, C9

Halbleiter:

7805	IC1
LM358	IC2
BC337-40	T1
1N4148	D2
TL431	D3
LED, 3 mm, rot	D1

Sonstiges:

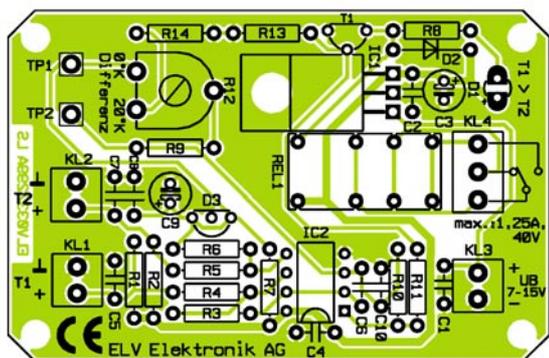
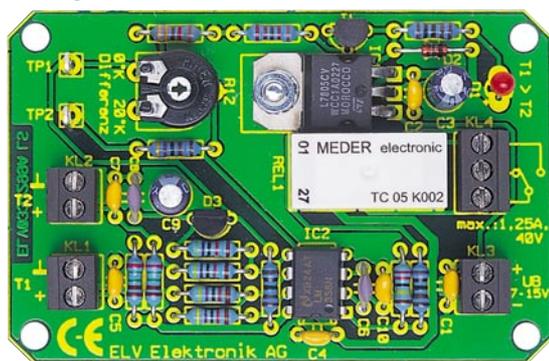
Mini-Schraubklemmleiste, 2-polig	KL1-KL3
Mini-Schraubklemmleiste, 3-polig	KL4
Miniaturrelais, 5 V, 2 x um	REL1
Lötstift mit Lötöse	TP1, TP2
2 Temperatursensoren KTY81-121	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	

Als Betriebsspannung für den Temperaturdifferenz-Schalter kann eine Gleichspannung zwischen 7 V und 15 V verwendet werden. Diese braucht nicht stabilisiert zu sein, da die Stabilisierung durch IC 1 vorgenommen wird.

Die Einstellung der Schaltschwelle gestaltet sich recht einfach und kommt ohne aufwändige Abgleicharbeiten aus. Lediglich ein Spannungsmesser (Multimeter) wird benötigt. Das Messgerät ist an die beiden Testpunkte TP 1 und TP 2 anzuschließen. Für den Zeitraum der Einstellung muss der Eingang KL 1 mit einer Drahtbrücke kurzgeschlossen werden.

Der Tabelle 1 entnimmt man nun den Spannungswert für die gewünschte Temperaturdifferenz. Mit dem Trimmer R 12 wird die so ermittelte Spannung anhand des Messgerätes zwischen den Punkten TP 1 und TP 2 eingestellt. Nach Beendigung der Einstellarbeiten ist die Brücke an KL 1 wieder zu entfernen.

Hinweis: Der Schaltausgang KL 4 (Relais) ist nur für Kleinspannung ausgelegt. Es darf hier keine 230-V-Netzspannung angeschlossen werden!



Ansicht der fertig bestückten Platine des Temperaturdifferenz-Schalters mit zugehörigem Bestückungsplan