

SMD- Temperaturschalter

Mit dieser kleinen SMD-Schaltung ist eine Temperaturüberwachung für den Bereich von -30°C bis 100°C sehr einfach realisierbar. Beim Überschreiten einer vorwählbaren Temperatur wird ein Schaltausgang aktiviert. Als Temperaturnaheempfänger dient ein NTC-Sensor, der bei Bedarf auch abgesetzt von der Platine montiert werden kann. So ist die Temperaturüberwachung sehr flexibel und aufgrund der geringen Größe auch nachträglich in Geräten einsetzbar.

Kontrollieren und reagieren

Anlässe, einen solchen temperaturregelierten Schalter einzusetzen, gibt es viele. Denn es muss nicht immer die komfortable gleitende Temperaturregelung sein, wenn es etwa gilt, einen sonst bei jeder Umgebungstemperatur mitlaufenden (nervenden) Netzteilventilator bei normalen Umgebungstemperaturen und nicht voller Auslastung der Leistung des Gerätes wenigstens zeitweise abzuschalten. Oder - es sollen bestimmte Klimatisierungseinrichtungen in Haus und Garten bei Erreichen eines Temperaturgrenzwertes geschaltet werden. Da kommen Jalousieantriebe ebenso in Betracht wie die motorisch betrieb-

ne Dachluke im Gewächshaus oder einfach nur das Einschalten eines kleinen Lüfters. Mitunter reicht aber auch nur die optische Signalisierung eines erreichten Zustands, um sich informieren zu lassen.

Genauso vielseitig einsetzbar ist unser kleiner Temperaturschalter. Er erfasst Temperaturen sehr genau über einen NTC-Sensor, der sowohl direkt auf der Platine der Schaltelektronik als auch über ein Kabel abgesetzt betrieben werden kann. Damit ist es auch möglich, die Temperatur direkt im thermischen Kontakt, z. B. mit einem Kühlkörper, zu kontrollieren.

Die kompakte Bauweise lässt auch einen nachträglichen Einbau in vorhandene Geräte zu. Dennoch sind die Platzverhältnisse auf dem Baustein relativ großzügig,

sodass der Temperaturschalter sich auch hervorragend als SMD-Einsteigerprojekt eignet.

Schaltung

In Abbildung 1 ist das Schaltbild des Temperaturschalters dargestellt. Als Temperatursensor kommt ein NTC-Widerstand (Abbildung 2) zum Einsatz, der an ST 5 und ST 6 angeschlossen wird. Dieser Sensor, auch Thermistor genannt, weist einen negativen Temperatur-Koeffizienten auf, d. h. bei steigender Temperatur sinkt der Widerstandswert. Bei einer Temperatur von z. B. 25°C nimmt der NTC einen Widerstandswert von genau 10 K Ω an. Der Kennlinienverlauf des Sensors ist in Abbildung 3 zu sehen.

Ein wesentlicher Vorteil dieses Sensors ist der, dass für alle Temperaturen im Bereich von -30 bis +110°C die Widerstandswerte des Sensors genau bekannt sind (siehe Tabelle 1). Hierdurch ist es möglich, ohne einen aufwändigen Abgleich die Schaltschwelle nur anhand der Daten aus dieser Tabelle einzustellen. Die genaue Vorgehensweise dazu ist im Abschnitt „Inbetriebnahme und Abgleich“ erklärt.

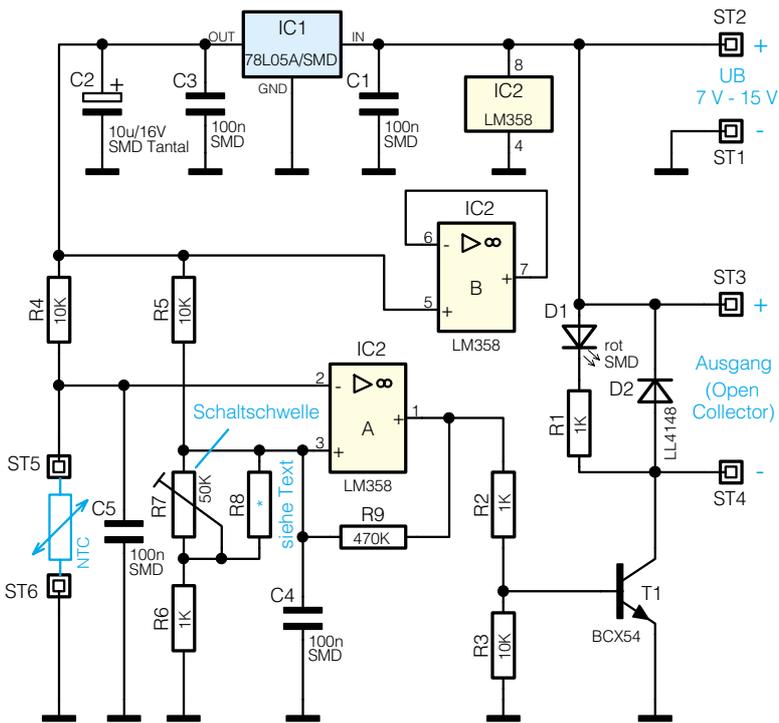
Um eine von der Betriebsspannung unabhängige Schaltschwelle zu erreichen, wird die Versorgungsspannung mit IC 1 auf 5 V stabilisiert. Die Auswertung der Sensorwerte erfolgt mit dem als Komparator geschalteten Operationsverstärker IC 2 A vom Typ LM358. Der Temperatursensor bildet mit dem Widerstand R 4 einen Spannungsteiler, dessen Mittelpunkt am Eingang Pin 2 von IC 2 A liegt. Die Spannung an Pin 2 ist somit abhängig vom Widerstandswert des Temperatursensors.

Der zweite Spannungsteiler, mit dem man die Schaltschwelle (Spannung an Pin 3) einstellt, besteht aus den Widerständen R 5 bis R 7. Damit der Komparator im Bereich des Schaltpunktes nicht schwingt, ist ein Mitkoppelwiderstand vom Ausgang Pin 1 zum Eingang Pin 3 geschaltet. Hierdurch wird eine Schalthysterese von ca. 1 K (Kelvin) erreicht.

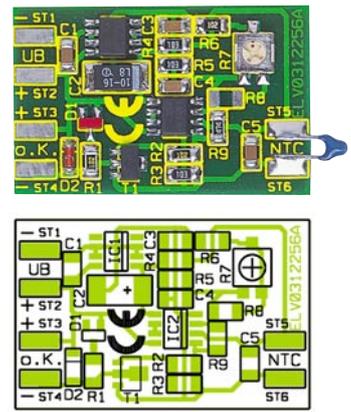
Sinkt die Spannung an Pin 2, bedingt durch eine Temperaturerhöhung, unter den Wert an Pin 3, so schaltet der Ausgang (Pin 1, IC 2 A) auf High-Pegel (5 V) und

Technische Daten:

Spannungsversorgung: 7 V - 15 V/DC
 Stromaufnahme: 5 mA
 - mit LED: 20 mA
 Einstellbereich:
 -10° C bis 100° C (Trimmer)
 -30° C bis 110° C (Festwiderstände)
 Schalthysterese: ca. 1 K (Kelvin)
 Schaltausgang: ... max. 500 mA (O.C.)
 Abmessungen: 38 x 25 mm



031225601A



Ansicht der fertig bestückten Platine des SMD-Temperaturschalters mit zugehörigem Bestückungsplan

Bild 1: Schaltbild des SMD-Temperaturschalters

über den Widerstand R 2 wird der Transistor T 1 angesteuert. Der aktive Ausgang wird optisch mit der Leuchtdiode D 1 angezeigt. Mit dem Open-Collector-Ausgang ST 3 und ST 4 sind externe Schaltfunktionen steuerbar. Da sich bereits eine Schutzdiode (D 2) auf der Platine befindet, kann z. B. direkt ein Relais angeschlossen werden.

Nachbau

Damit die Abmessungen der Platine möglichst kompakt bleiben, sind alle Bauteile der Schaltung, bis auf den NTC-Widerstand, in SMD-Technik ausgeführt. Die kleine Platine mit den Abmessungen von nur 38 x 25 mm passt bei Bedarf auch in ein entsprechendes kleines Kunststoffgehäuse.

Da die Platine nur sehr geringe Abmessungen hat, empfiehlt es sich, diese mit einem Stück doppelseitigem Klebeband auf der Arbeitsunterlage zu fixieren. Beim Verlöten der SMD-Bauteile sollte ein LötKolben mit sehr schlanker Spitze verwendet werden. Außerdem empfiehlt sich der Einsatz von SMD-Lötzinn (0,5 mm). Als Werkzeug ist außerdem eine Pinzette mit sehr feiner Spitze erforderlich, mit der die SMD-Bauteile gut fixiert werden können.

Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste und des Bestückungsplans



Bild 2: Temperatursensor 103AT-2

durchzuführen. Wichtige Zusatzinformationen dazu kann auch das Platinenfoto liefern.

Die SMD-Bauteile sind an der für sie jeweils gekennzeichneten Stelle auf der Platine mit einer Pinzette zu positionieren, und es ist zuerst nur ein Anschlusspin anzulöten. Nach Kontrolle der korrekten Position können die restlichen Anschlüsse, unter Zugabe von nicht zu viel Lötzinn, verlötet werden. Bei dem Elko und den Halbleitern ist wie üblich auf die korrekte Einbaulage bzw. Polung zu achten. Der Pluspol des Tantalelkos C 2 ist an der Strichmarkierung erkennbar. Die Einbaulage der beiden ICs ist durch eine abgeflachte Gehäuseseite erkennbar, die mit der Strichmarkierung im Bestückungsdruck korrespondieren muss. Sollten die recht eng liegenden IC-Anschlüsse durch Zugabe von etwas zuviel Lötzinn versehentlich kurzgeschlossen werden, kann man überschüssiges Lötzinn sehr einfach mit Entlötlotze absaugen.

Abschließend erfolgt eine sorgfältige Sichtkontrolle auf exakte Bestückung und eventuelle Lötbrücken.

Inbetriebnahme und Abgleich

Der NTC-Widerstand kann direkt an die Platine angelötet oder auch abgesetzt montiert werden. Auf eine Polung der beiden Anschlüsse braucht man dabei nicht zu achten. Bei einer abgesetzten Montage des Sensors sollten die beiden Anschlüsse gegeneinander isoliert werden (Isolier- bzw. Schrumpfschlauch).

Will man Oberflächentemperaturen

messen, z. B an einem Kühlkörper, so empfiehlt es sich, etwas Wärmeleitpaste zu verwenden, um einen besseren thermischen Kontakt zu erzielen.

Als Betriebsspannung für den Temperaturschalter ist eine Gleichspannung zwischen 7 V und 15 V erforderlich. Diese braucht nicht stabilisiert zu sein, da die Stabilisierung durch IC 1 vorgenommen wird.

Die Einstellung der Schaltschwelle kann auf zwei verschiedene Arten erfolgen. Bei der ersten und einfachsten Möglichkeit wird zur Einstellung ein Multimeter benötigt. Da die Widerstandswerte des Temperatursensors für den gesamten Temperaturbereich bekannt sind, lässt sich auch die Spannung ermitteln, die sich über dem NTC-Widerstand einstellt. Diese Spannungen (U_{Sensor}) sind in der dritten Spalte der Tabelle 1 angegeben. Mit einem Multimeter wird nun die Spannung an Pin 3 von IC 2 A gemessen und mit dem Trimmer R 7 auf

Stückliste: SMD-Temperaturschalter	
Widerstände:	
1kΩ/SMD/1206	R1, R2, R6
10kΩ/SMD/1206	R3-R5
470kΩ/SMD/1206	R9
SMD-Trimmer, 50 kΩ	R7
Kondensatoren:	
100nF/SMD/1206	C1, C3-C5
10µF/16V/SMD	C2
Halbleiter:	
78L05/SMD	IC1
LM358/SMD	IC2
BCX54/SMD	T1
LL4148	D2
LED/SMD, rot	D1
Sonstiges:	
Temperatursensor 103AT-2	NTC

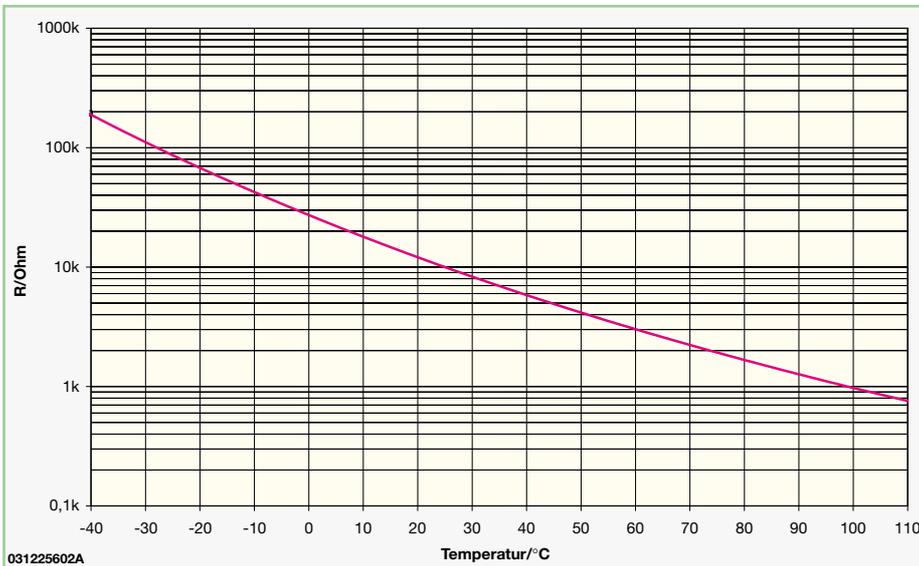


Bild 3: Kennlinienverlauf des NTC-Thermistors 103AT-2

den gleichen Wert eingestellt, den man für die gewünschte Temperatur der Tabelle 1 entnommen hat.

Wer eine stabile und sehr exakte Einstellung benötigt, für den empfiehlt sich die zweite Variante: Hierbei wird der Trimmer

R 7 nicht bestückt bzw. ausgelötet. Stattdessen werden für R 6 und R 8 zwei Festwiderstände eingebaut. Der Widerstand R 8 dient als paralleler Ersatz für den Trimmer. Der Gesamtwiderstand der Reihenschaltung aus R 6 und R 8 muss genau den

ebenfalls der Tabelle 1 zu entnehmenden Wert ergeben.

Ein Beispiel: Der Schaltungspunkt soll z. B. bei 65°C liegen. Der Widerstandswert beträgt hierfür laut Tabelle 2,588 kΩ. Wir müssen also zwei Widerstände in Reihe schalten, um auf diesen Wert zu gelangen. Hierfür geeignet wäre z. B. ein 2,2-kΩ- und ein 390-Ω-Widerstand, dessen Gesamtwiderstand 2,59 kΩ beträgt. Für R 6 wird nun ein 390-Ω- und für R 8 ein 2,2-kΩ-Widerstand eingebaut. Um die Genauigkeit noch zu erhöhen, sollten Widerstände mit einer Toleranz von 1% zum Einsatz kommen. Verwendet man Widerstände aus den Reihen E 24 oder sogar E 96, kann man jede beliebige Kombination genau herstellen.

Nach dem Abgleich kann die Platine nun an ihrem Einsatzort montiert werden. Dazu verwendet man zweckmäßigerweise doppelseitiges Klebeband (Montageband), das, sorgfältig verarbeitet, die leichte Platine sehr zuverlässig hält. **ELV**

Tabelle 1: Temperatursensor 103AT-2

Temp. (°C)	R _{Sensor} (kΩ)	U _{Sensor} (V)	Temp. (°C)	R _{Sensor} (kΩ)	U _{Sensor} (V)	Temp. (°C)	R _{Sensor} (kΩ)	U _{Sensor} (V)
-30	111,3	4,59	17	13,58	2,88	64	2,668	1,05
-29	105,7	4,57	18	13,06	2,83	65	2,588	1,03
-28	100,5	4,55	19	12,56	2,78	66	2,511	1,00
-27	95,52	4,53	20	12,09	2,74	67	2,436	0,98
-26	90,84	4,50	21	11,63	2,69	68	2,364	0,96
-25	86,43	4,48	22	11,20	2,64	69	2,295	0,93
-24	82,26	4,46	23	10,78	2,59	70	2,228	0,91
-23	78,33	4,43	24	10,38	2,55	71	2,163	0,89
-22	74,61	4,41	25	10,00	2,50	72	2,100	0,87
-21	71,10	4,38	26	9,632	2,45	73	2,039	0,85
-20	67,77	4,36	27	9,281	2,41	74	1,980	0,83
-19	64,57	4,33	28	8,944	2,36	75	1,924	0,81
-18	61,54	4,30	29	8,622	2,32	76	1,869	0,79
-17	58,68	4,27	30	8,313	2,27	77	1,816	0,77
-16	55,97	4,24	31	8,014	2,22	78	1,765	0,75
-15	53,41	4,21	32	7,728	2,18	79	1,716	0,73
-14	50,98	4,18	33	7,454	2,14	80	1,668	0,71
-13	48,68	4,15	34	7,192	2,09	81	1,622	0,70
-12	46,50	4,12	35	6,940	2,05	82	1,577	0,68
-11	44,43	4,08	36	6,699	2,01	83	1,533	0,66
-10	42,47	4,05	37	6,467	1,96	84	1,492	0,65
-9	40,57	4,01	38	6,245	1,92	85	1,451	0,63
-8	38,77	3,97	39	6,032	1,88	86	1,412	0,62
-7	37,06	3,94	40	5,827	1,84	87	1,373	0,60
-6	35,44	3,90	41	5,629	1,80	88	1,336	0,59
-5	33,90	3,86	42	5,438	1,76	89	1,301	0,58
-4	32,44	3,82	43	5,255	1,72	90	1,266	0,56
-3	31,05	3,78	44	5,080	1,68	91	1,232	0,55
-2	29,73	3,74	45	4,911	1,65	92	1,200	0,54
-1	28,48	3,70	46	4,749	1,61	93	1,168	0,52
0	27,28	3,66	47	4,593	1,57	94	1,137	0,51
1	26,13	3,62	48	4,443	1,54	95	1,108	0,50
2	25,03	3,57	49	4,299	1,50	96	1,079	0,49
3	23,99	3,53	50	4,160	1,47	97	1,051	0,48
4	23,00	3,48	51	4,026	1,44	98	1,024	0,46
5	22,05	3,44	52	3,896	1,40	99	0,998	0,45
6	21,15	3,39	53	3,771	1,37	100	0,973	0,44
7	20,30	3,35	54	3,651	1,34	101	0,948	0,43
8	19,48	3,30	55	3,536	1,31	102	0,925	0,42
9	18,70	3,26	56	3,425	1,28	103	0,901	0,41
10	17,96	3,21	57	3,318	1,25	104	0,879	0,40
11	17,24	3,16	58	3,215	1,22	105	0,857	0,39
12	16,56	3,12	59	3,116	1,19	106	0,836	0,39
13	15,90	3,07	60	3,020	1,16	107	0,816	0,38
14	15,28	3,02	61	2,927	1,13	108	0,796	0,37
15	14,69	2,97	62	2,838	1,11	109	0,776	0,36
16	14,12	2,93	63	2,751	1,08	110	0,758	0,35