

# SMD Temperatursicherung TS 89

*Wenige SMD-Bauelemente sind für den Aufbau dieser kleinen Temperatursicherung erforderlich, die aufgrund der äußerst geringen Abmessungen auch für den nachträglichen Einbau in bestehende Geräte geeignet ist.*

## Allgemeines

In vielen Bereichen der Elektronik ist die Wärmeentwicklung an Bauelementen, wie z. B. an Trafos und Endstufen, nicht zu vernachlässigen. Im gestörten Betrieb oder bei Überlastung kann eine fehlende Temperaturüberwachung dann schnell zu irreversiblen Schäden führen. Auch der „Hitzetod“ von vielen Leistungsbauerelementen und Endstufen wäre mit einer reversibel arbeitenden Temperaturschutzschaltung vermeidbar, die jedoch häufig aus Kostengründen nicht vorhanden ist.

Unter normalen Betriebsbedingungen kann bereits eine unzureichende Luftzirkulation oder eine zu hohe Umgebungstemperatur zur Überhitzung von Endstu-

fen und Leistungsbauerelementen führen.

Die hier vorgestellte kleine Schaltung ist aufgrund des geringen Platzbedarfes besonders für den nachträglichen Einbau in bestehende Geräte geeignet.

Der Halbleitertemperatursensor wird mit einer kleinen Metallschelle direkt am Lei-

### Technische Daten: SMD-Temperatursicherung TS 89

Ansprechtemperatur: ..... ca. 89° C (veränderbar)  
Anschalt-schwelle: ..... ca. 58° C (veränderbar)  
Betriebsspannung: ..... 5 V - 16 V  
Stromaufnahme: ..... ca. 15 mA  
Abmessungen Platine: . 23,5 x 20,5 mm

stungsbauerelement oder an einem Kühlkörper montiert. Bei genügend Platz ist die Montage der kleinen Leiterplatte (Abmessungen 23,5 x 20,5 mm) mit der gleichen Befestigungsschraube möglich. Andernfalls ist die Montage der Leiterplatte abgesetzt vom Sensor vorzunehmen. Die Verbindung zwischen Leiterplatte und Sensor wird dann über isolierte Leitungen hergestellt.

Die Temperaturschutzschaltung verfügt über einen Open-Kollektor-Ausgang, der beliebig nutzbar ist. So kann z. B. ein Kleinleistungsrelais direkt angesteuert werden. In einem Audioverstärker besteht häufig auch die Möglichkeit, mit dem Open-Kollektor-Ausgang direkt einen Mute-Eingang (Stummschaltung) zu steuern.

**Hinweis:** Die Temperatursicherung TS 89 dient dem zusätzlichen Schutz vor Übertemperaturen, ersetzt jedoch nicht Notabschaltungen, die zur Erfüllung bestehender Sicherheits- und VDE-Bestimmungen erforderlich sind.

## Schaltung

Das Schaltbild unserer kleinen Temperaturschutzschaltung ist in Abbildung 1 zu sehen. Im wesentlichen besteht die Schaltung aus einer Wheatstone'schen Meßbrücke und einem Komparator mit Hysterese.

Die für die Meßbrücke erforderliche Betriebsspannung wird mit dem über R 4 versorgten Referenzelement IC 1 auf 2,5 V stabilisiert. Solange keine Übertemperatur auftritt, führt der Ausgang des Komparators Low-Pegel, und die Widerstände R 3 und R 5 sind praktisch parallel geschaltet.

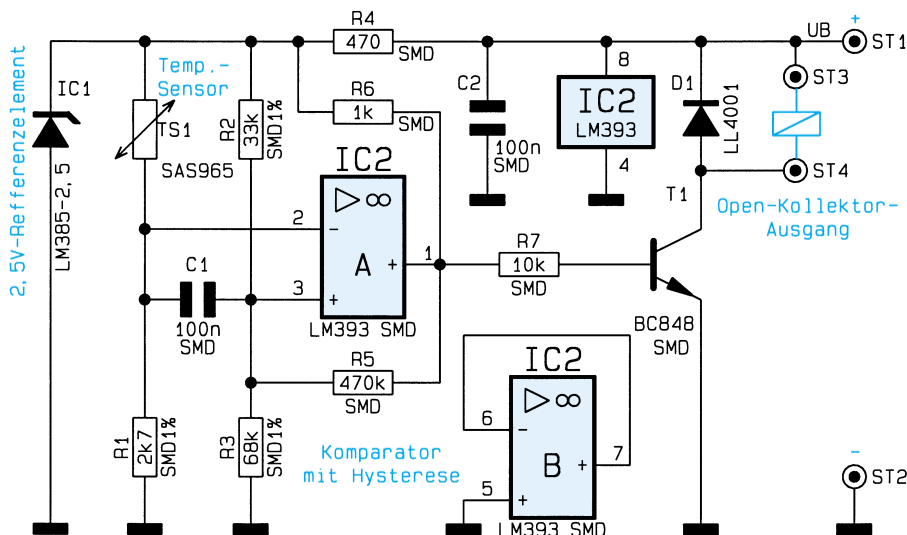
Bei der vorgegebenen Schaltungsdimensionierung stellt sich nun an IC 2 Pin 3 eine Spannung ein, die folgendermaßen zu berechnen ist:

$$R3 \parallel R5 = R3' = \frac{1}{\frac{1}{R3} + \frac{1}{R5}} = \frac{1}{\frac{1}{68k\Omega} + \frac{1}{470k\Omega}} = 59,4k\Omega$$

$$U_{R3'} = \frac{U_{\text{Reff}} \cdot R3'}{R2 + R3'} = \frac{2,5V \cdot 59,4k\Omega}{33k\Omega + 59,4k\Omega} = 1,607V$$

Der in der Meßbrücke in Reihe zum Sensor geschaltete Widerstand R 1 dient gleichzeitig zur Sensor-Linearisierung. Bei 0° C ist der Temperatursensor mit einem nominalen Widerstand von 790 Ω angegeben, so daß die Spannung bei 0° C in diesem Brückenweig leicht zu berechnen ist.

$$U_{R1} = \frac{U_{\text{Reff}} \cdot R1'}{R_{\text{Sensor}} + R1'} = \frac{2,5V \cdot 2,7k\Omega}{790\Omega + 2,7k\Omega} = 1,934 V$$



**Bild 1: Schaltbild der Temperatursicherung TS 89**

Es stellt sich somit eine Brückenspannung von  $1,934\text{ V} - 1,607\text{ V} = 327\text{ mV}$  ein.

Mit steigender Temperatur wird der Sensor hochohmiger. Aufgrund der vorgenommenen Sensor-Linearisierung ändert sich die Spannung an R 1 linear um  $3,68\text{ mV je } ^\circ\text{C}$  Temperaturänderung, d. h. in unserem Dimensionierungsbeispiel ist eine Temperatur von

$$\frac{327\text{ mV}}{3,68\text{ mV}} = 88,86^\circ\text{C}$$

zum Ansprechen der Temperaturschutzschaltung erforderlich.

Sobald die Temperaturschutzschaltung angesprochen hat, wechselt der Komparatorausgang (Pin 1) von „low“ nach „high“ und versetzt über R 7 den Open-Kollektor-Transistor T 1 in den leitenden Zustand. Gleichzeitig wird bei aktivierter Temperatursicherung die Reihenschaltung aus R 5 und R 6 parallel zum Widerstand R 2 gelegt, so daß eine Schalthysterese entsteht.

Die Spannung an R 3 ist nun folgendermaßen zu berechnen:

$$R2 \parallel R5 + R6 = R2' = \frac{1}{\frac{1}{R2} + \frac{1}{R5 + R6}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{33\text{k}\Omega} + \frac{1}{470\text{k}\Omega + 1\text{k}\Omega}} = 30,84\text{k}\Omega$$

$$U_{R3} = \frac{U_{\text{Ref}} \cdot R3'}{R3 + R2'}$$

$$= \frac{2,5\text{V} \cdot 68\text{k}\Omega}{68\text{k}\Omega + 30,84\text{k}\Omega} = 1,720\text{ V}$$

Wenn bei  $0^\circ\text{C}$   $1,934\text{ V}$  an R 1 anliegen und  $1^\circ\text{C}$   $3,68\text{ mV}$  Spannungsänderung hervorrufen, ist die Temperatur, die zum Deaktivieren der Schutzschaltung führt, einfach zu berechnen:

$$\frac{UR1(0^\circ\text{C}) - UR3}{3,68\text{ mV}}$$

$$= \frac{1,934\text{ V} - 1,720\text{ V}}{3,68\text{ mV}} = 58,2^\circ\text{C}$$

Die einfache Berechnung zeigt, daß durch Dimensionierungsänderungen die Ein- und Ausschaltsschwellen der Schutzschaltung leicht zu verändern sind.

Durch den Open-Kollektor-Ausgang ist die Schaltung vielseitig einsetzbar und ein Kleinleistungsrelais kann direkt gesteuert werden. Ersetzen wir die Freilaufdiode D 1 durch einen Widerstand, so erhalten wir einen Spannungsausgang.

Die Betriebsspannung der Schaltung darf zwischen  $5\text{ V}$  und  $16\text{ V}$  liegen, wobei die Stromaufnahme mit ca.  $15\text{ mA}$  gering ist.

### Nachbau

Trotz der winzigen SMD-Bauelemente ist der praktische Aufbau unserer kleinen Schutzschaltung kein Problem und in ca.

### Stückliste: SMD-Temperatursicherung TS 89

#### Widerstände:

470Ω/SMD .....	R4
1kΩ/SMD .....	R6
2,7kΩ/SMD/1% .....	R1
10kΩ/SMD .....	R7
33kΩ/SMD/1% .....	R2
68kΩ/SMD/1% .....	R3
470kΩ/SMD .....	R5
SAA965 .....	TS1

#### Kondensatoren:

100nF/SMD .....	C1, C2
-----------------	--------

#### Halbleiter:

LM385/2,5V .....	IC1
LM393/SMD .....	IC2
BC848 .....	T1
LL4001 .....	D1

einer halben Stunde erledigt. Um Schaltungen in Oberflächenmontage von Hand herzustellen, sollte jedoch etwas Lötterfahrung vorhanden sein.

An Spezial-Werkzeugen ist ein LötKolben mit dünner SMD-Lötpitze, dünnes SMD-Lötzinn mit ca.  $0,6\text{ mm } \varnothing$  und eine Pinzette zum Fassen der Miniaturbauelemente erforderlich. Des Weiteren kann eine Lupenleuchte das Arbeiten erheblich erleichtern.

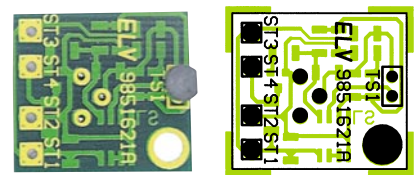
Wir beginnen den Aufbau mit der Bestückung des Komparators IC 2, wo zuerst ein LötPad der Leiterplatte leicht vorzuverzinnen ist. Danach wird das Bauteil plziert und am vorverzinnten LötPad angelötet. Erst wenn die Position des ICs exakt stimmt, sind die weiteren Anschlüsse zu verlöten.

Danach werden die beiden Keramik-Kondensatoren bestückt, die nicht durch einen Aufdruck gekennzeichnet sind. Auch hier ist zuerst jeweils ein LötPad der Leiterplatte zu verzinnen, das Bauteil exakt positioniert am vorverzinnten LötPad anzulöten und dann der zweite Anschluß zu verlöten.

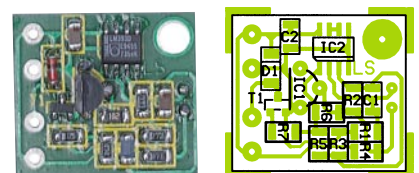
Bei den SMD-Widerständen gibt die letzte Ziffer die Anzahl der Nullen an. Die Verarbeitung erfolgt in der gleichen Weise wie bei den Kondensatoren.

Als dann werden die SMD-Diode D 1 und der Treibertransistor T 1 vorsichtig aufgelötet. Das Referenzelement IC 1 in bedrahteter Bauform wird ebenfalls von der Leiterbahnseite bestückt.

Bleibt zuletzt nur noch der Temperatursensor TS 1 übrig, dessen Einbauweise von den individuellen Gegebenheiten abhängig ist.



**Ansicht der fertig aufgebauten Leiterplatte von der Bestückungsseite mit zugehörigem Bestückungsplan**



**Ansicht der fertig aufgebauten Leiterplatte von der Lötseite mit zugehörigem Bestückungsplan**

Mit der nun so weit fertiggestellten kleinen Leiterplatte steht ein wirksamer Schutz von Endstufen und zahlreichen weiteren Leistungsbaulementen vor thermischer Überlastung zur Verfügung. **ELV**