

ELV-Serie micro-line

4,5stelliges

LED-Präzisions-Thermometer



Originalgröße: 131 x 50 x 68 mm

Eine absolute Genauigkeit von typ. 0,02 K bei einer Auflösung von 0,01 K im Bereich von -50°C bis $+200^{\circ}\text{C}$, dürfte eine Sensation auf dem Sektor der elektronischen Temperaturmeßtechnik darstellen, besonders dann, wenn man den verhältnismäßig günstigen Nachbau berücksichtigt.

Allgemeines

Im „ELV journal“ Nr. 37 stellten wir Ihnen bereits ein 4,5stelliges LED-Präzisions-Thermometer vor. Dieses Gerät stieß sowohl bei Hobby-Elektronikern als auch bei professionellen Anwendern auf großes Interesse. Wir haben daher das Gerät im Bereich des Meßwertaufnehmers als auch der Referenzschaltung noch weiter entwickelt. Die hier vorgestellte Version weist daher hinsichtlich Auflösung und absolute Genauigkeit herausragende Daten auf.

Eines unserer Mustergeräte wurde beim Deutschen Eichamt getestet, wobei sich eine maximale Abweichung von 0,01 K (!) feststellen ließ. Hierzu muß allerdings gesagt werden, daß eine Überprüfung bei dieser hohen Genauigkeit ohnehin nur im Bereich von -5°C bis $+105^{\circ}\text{C}$ möglich ist. Darüber hinaus sind lediglich Abweichungen von 0,02 K bzw. 0,05 K feststellbar. Für den Bereich von -50°C bis -5°C sowie von $+105^{\circ}\text{C}$ bis $+200^{\circ}\text{C}$ können daher keine garantierten Daten angegeben werden. Fundierte mathematische Berechnungen und praktische Versuche haben allerdings ergeben, daß in den genannten Bereichen das Gerät ebenfalls die angegebene typische Genauigkeit von 0,02 K besitzt.

Überprüfbar und nachweisbar aufgrund von Sonderprüfungen beim Deutschen Kalibrierdienst mit Kalibrierprotokoll ist der Bereich von -5°C bis $+105^{\circ}\text{C}$ in dem das Gerät eine garantierte Genauigkeit von 0,05 K (über 6 Monate) und eine typ. Genauigkeit von 0,02 K besitzt. Bei den Geräten der Nullserie überschritt jedoch keines eine Abweichung von 0,02 K (!) (-5°C bis $+105^{\circ}\text{C}$).

Die max. mögliche Meßtemperatur liegt bei 200°C . Aufgrund des geänderten Meßfühlers kann diese Temperatur jetzt auch im Dauerbetrieb gemessen werden, ohne daß sich dadurch eine nennenswerte schnellere Alterung ergibt.

Jedes nach dieser Bauanleitung aufgebaute betriebsfertige Gerät, kann auf Wunsch von ELV kalibriert werden und im Rahmen einer Sonderprüfung beim Deutschen Kalibrierdienst überprüft werden. In einem Kalibrierprotokoll, das anschließend vom Deutschen Kalibrierdienst ausgestellt wird, können die Abweichungen an verschiedenen Punkten abgelesen werden. Hierdurch hat man eine bestätigte Gewähr der hohen Genauigkeit und Präzision seines Gerätes.

Abschließend wollen wir in diesem Zusammenhang noch anmerken, daß sämtliche von ELV ausgelieferten Fertigeräte

dieses Typs grundsätzlich mit einem Werksprüfschein sowie einem Kalibrierprotokoll des Deutschen Kalibrierdienstes geliefert werden.

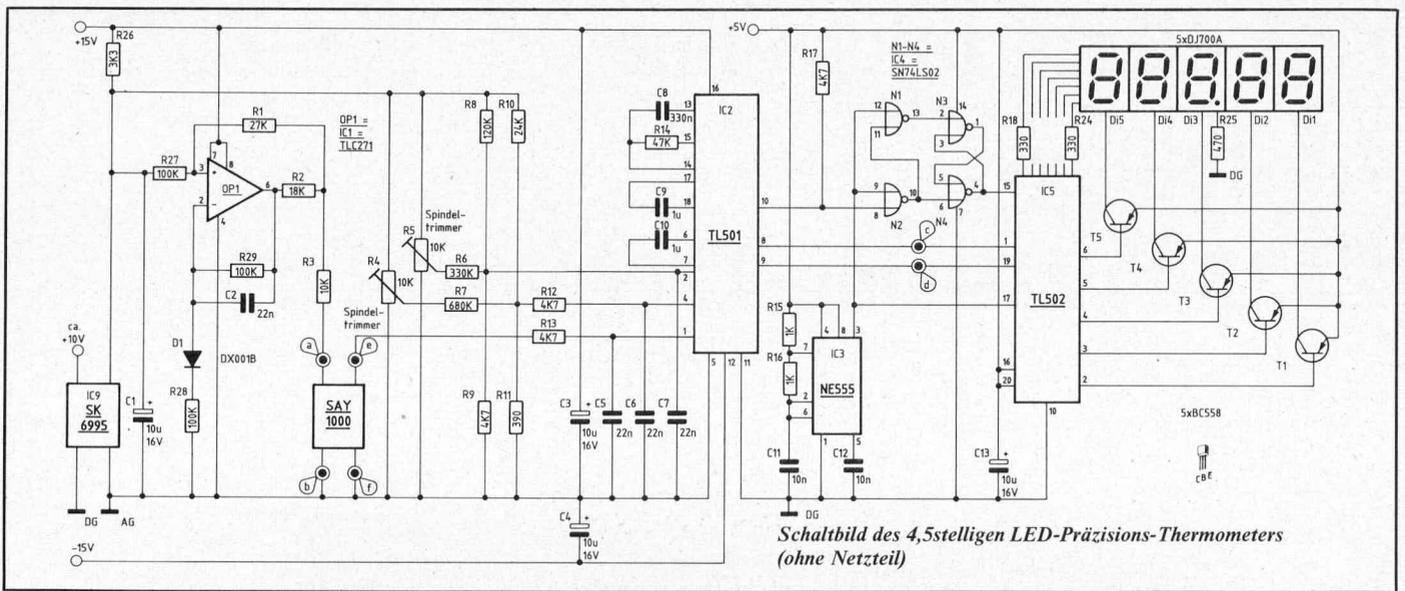
Zur Schaltung

Kernstück der Schaltung ist ein spezieller Temperatursensor mit einer exakt definierten extrem genauen Kennlinie, die einem mathematisch exakt erfaßbaren Kurvenverlauf folgt.

Die Reproduzierbarkeit ist in den geforderten Genauigkeitsgrenzen zuverlässig gewährleistet.

Die komplette Meßwertaufnehmerschaltung besteht aus den Bauteilen R 1 bis R 3, R 27 bis R 29, C 2, D 1 sowie OP 1 in Verbindung mit dem Meßwertaufnehmer des Typs SAY 1000.

OP 1 mit seiner Zusatzbeschaltung stellt eine gesteuerte Präzisionsstromquelle dar, deren Ausgangsstrom in geringem, genau definiertem Maß von der an den Platinenanschlußpunkten „a“ und „b“ anliegenden Spannung abhängig ist. Das sich nicht exakt linear mit der Temperatur ändernde Fühlerelement des Typs SAY 1000, erhält über R 3 einen Speisestrom, der so bemessen ist, daß die an den Meßausgängen „e“ und „f“ abfallende Spannung mit hoher



Präzision der gemessenen Temperatur proportional ist.

Um eine entsprechend hohe Genauigkeit erreichen zu können, wurde es erforderlich, auch die Referenzspannung weiter zu verbessern. Hierfür wurde ein spezielles temperaturgeregeltes Referenzelement mit der Bezeichnung SK 6995 (IC 9) entwickelt, das einen Temperaturkoeffizienten von typ. 0,5 ppm, entsprechend 0,00005 % pro K (!) besitzt. Zugeführt wird die Versorgungsspannung über R 26. Am Verbindungspunkt zwischen R 26 und R 27 steht die hochkonstante Referenzspannung von 6,995 V ± 0,1 V an. Zum einen wird hiermit über R 27 die steuerbare Präzisions-Stromquelle versorgt und zum anderen dient diese Referenzspannung zur Speisung der beiden Spannungsteiler, bestehend aus R 4 bis R 11. Mit R 4 wird der Skalenfaktor und mit R 5 der Nullpunkt eingestellt. Die Heizspannungsversorgung einschließlich der zugehörigen Regelelektronik, wird aus der unstabilierten 9 V-Versorgungsspannung gewonnen.

Die am Temperatursensor des Typs SAY 1000 an den Anschlußpunkten „e“ und „f“ abfallende Spannung gelangt über R 13 auf den invertierenden (-) Eingang des A/D-Wandlerbausteins des Typs TL 501 (IC 2). Allerdings stellt dieser Baustein nur die eine Hälfte (Analogteil) eines kompletten A/D-Wandlersystems dar. Die zweite

Hälfte (Digitalanteil) wird vom IC 5 des Typs TL 502 dargestellt. Darüber hinaus sind selbstverständlich noch einige passive Bauelemente (C 8 bis C 13 sowie R 14 bis R 17) erforderlich, damit das System arbeiten kann. IC 3 dient lediglich zur Erzeugung einer konstanten Takt-Frequenz, während IC 4 zur Störunterdrückung im Bereich des Nullpunktes dient. Auf die weitere Beschreibung des Systems wollen wir verzichten, da dies bereits ausführlich in dem 4,5stelligen Digital-Multimeter DMM 7000 (ELV Nr. 26) beschrieben wurde.

Der Mittelabgriff des zur Nullpunkteinstellung dienenden Spindeltrimmers R 5 gelangt über R 6 direkt auf den nicht invertierenden (+) Eingang des IC 2.

Die Einstellung des Skalenfaktors erfolgt mit dem Spindeltrimmer R 4, dessen Mittelabgriff über R 7 und R 12 auf den positiven Referenz-Eingang des IC 2 (Pin 4) gelangt. Der negative Referenzspannungseingang (Pin 5) liegt auf der Schaltungsmasse (Analog-Ground = AG). Die Linearisierung erfolgt u. a. durch die fein abgestimmte Dimensionierung der Widerstände R 1 bis R 3 sowie R 27 bis R 29, wobei zu berücksichtigen ist, daß die Referenzspannung je nach Temperatur von der Sensorspannung mitgesteuert wird.

Die weitere Schaltungsbeschreibung, der Nachbau, die künstliche Voralterung sowie

die Kalibrierung wurden bereits ausführlich in dem entsprechenden Artikel im „ELV journal“ Nr. 37 beschrieben, so daß wir an dieser Stelle lediglich auf einige abweichende Besonderheiten eingehen wollen.

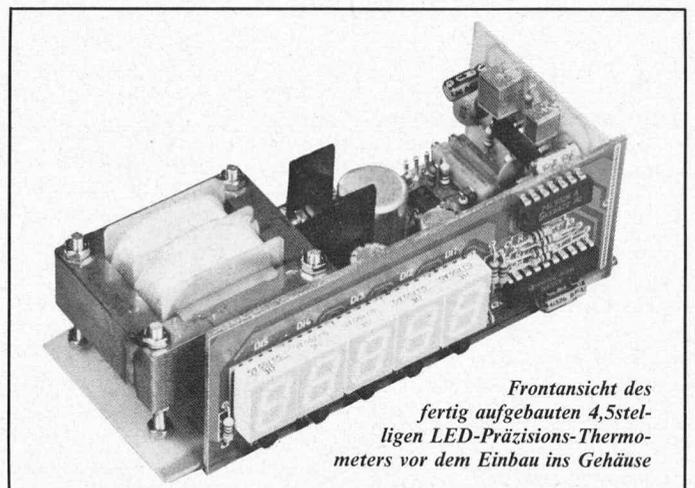
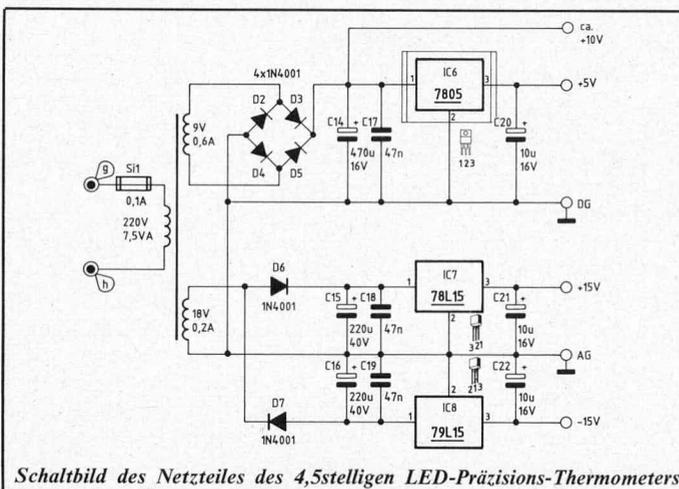
Um eine gute Langzeitstabilität zu erreichen, ist es erforderlich, eine künstliche Voralterung der Bauelemente durchzuführen, wie dies auch im „ELV journal“ Nr. 37 beschrieben wurde. Bei dem Präzisions-Temperatursensor des Typs SAY 1000 ist dies bereits in dem erforderlichen Maße werksseitig durchgeführt.

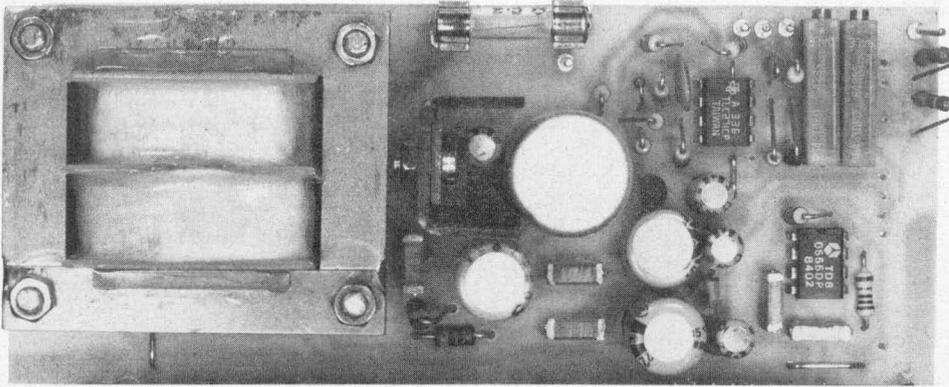
Der SAY 1000 wird mit einer ca. 1,50 m langen 4adrigen Zuleitung geliefert. Die Anschlüsse an die Leiterplatte sind wie folgt vorzunehmen:

- gelbe Ader: Platinenanschlußpunkt „a“
- braune Ader: Platinenanschlußpunkt „b“
- grüne Ader: Platinenanschlußpunkt „e“
- weiße Ader: Platinenanschlußpunkt „f“

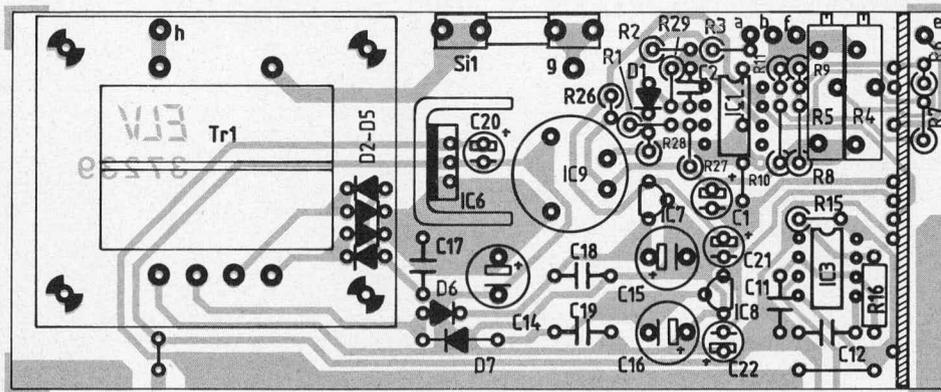
Auf eine Verlängerung der Sensorzuleitung sollte verzichtet werden, da diese genau auf die gegebenen Verhältnisse angepaßt wurde und Veränderungen zu Genauigkeitseinbußen führen können.

Abschließend wollen wir unsere Leser noch auf die Einhaltung der VDE-Bestimmungen hinweisen.





Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des 4,5stelligen LED-Präzisions-Thermometers



Bestückungsseite der Basisplatine des 4,5stelligen LED-Präzisions-Thermometers

Stückliste
4,5stelliges LED-Präzisions-Thermometer

Halbleiter

IC 1	TLC 271
IC 2	TL 501
IC 3	NE 555
IC 4	SN 74LS02
IC 5	TL 502
IC 6	μ A 7805
IC 7	μ A 78L15
IC 8	μ A 79L15
IC 9	Sk 6995
T 1-T 5	BC 558
D 1	DX 001 B
D 2-D 7	1N4001
Di 1-Di 5	DJ 700 A

Kondensatoren

C 1, C 3, C 4, C 13,	10 μ F/16 V
C 20-C 22	22 nF, ker
C 2, C 5-C 7	330 nF
C 8	330 nF
C 9, C 10	1 μ F
C 11, C 12	10 nF
C 14	470 μ F/16 V
C 15, C 16	220 μ F/40 V
C 17-C 19	47 nF

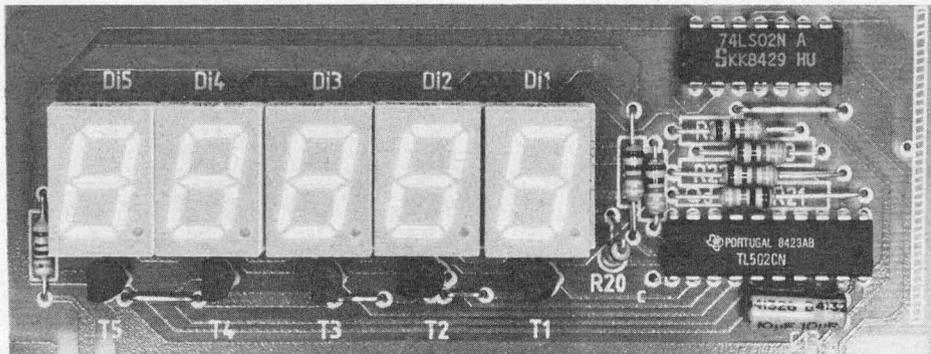
Widerstände

R 1	27 k Ω
R 2	18 k Ω
R 3	10 k Ω
R 4, R 5	10 k Ω , Spindeltrimmer
R 6	330 k Ω
R 7	680 k Ω
R 8	120 k Ω
R 9, R 12, R 13	4,7 k Ω
R 10	24 k Ω
R 11	390 Ω
R 14	47 k Ω
R 15, R 16	1 k Ω
R 17	4,7 k Ω
R 18-R 24	330 Ω
R 25	470 Ω
R 26	3,3 k Ω
R 27-R 29	100 k Ω

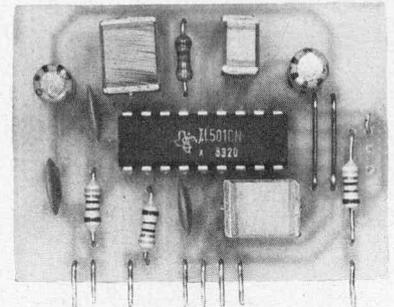
Sonstiges

TR 1	prim.: 220 V/7,5 VA
	sek.: 9 V/0,6 A
	18 V/0,2 A

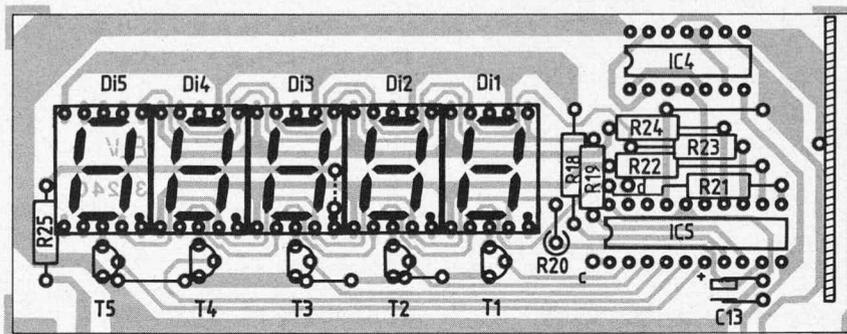
- 1 SAY 1000
- Si 1 Sicherung, 0,1 A
- 1 Platinensicherungshalter
- 4 Schrauben M 3 x 35 mm
- 12 Muttern M 3
- 15 cm Silberdraht 0,8 mm
- 6 Lötstifte
- 10 cm isolierter Schaltdraht



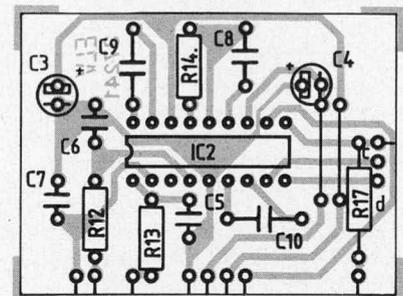
Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine des 4,5stelligen LED-Präzisions-Thermometers



Ansicht der fertig bestückten Zusatzplatine



Bestückungsseite der Anzeigenplatine des 4,5stelligen LED-Präzisions-Thermometers



Bestückungsseite der Zusatzplatine