



Komfort-Elektronik-Thermostat TH 1000

Universell einsetzbarer Thermostat mit Digitalanzeige und separater Einstellmöglichkeit von Schalttemperatur und Hysterese.

Allgemeines

Die wesentlichen Komfortmerkmale und Features, die einen hochwertigen universell einsetzbaren Elektronik-Thermostat ausmachen, sind im neuen TH 1000 realisiert:

- digitale Anzeige von Schalttemperatur, Schalthysterese sowie aktueller Temperatur
- einstellbare Schalttemperatur
- einstellbare Schalthysterese
- großer Temperaturbereich von -30°C bis $+120^{\circ}\text{C}$
- HystereseEinstellung von 0,2 bis 10 K

- wahlweise als Heiz- oder Kühlthermostat einsetzbar
- kompakter Aufbau in einem Stecker-Steckdosengehäuse
- übersichtliche, einfache Bedienung.

Aufgrund seiner universellen Konzeption kann der TH 1000 in nahezu allen Bereichen eingesetzt werden, wo eine Temperaturregelung im Heiz- oder Kühlbetrieb erforderlich ist. Das Gerät kann dabei als Ersatz für vorhandene oder defekte mechanische Thermostate dienen oder als eigenständiges Gerät Einsatz finden. Hierbei trägt das Stecker-Steckdosengehäuse zur einfachen Anwendung wesentlich bei.

Bedienung und Funktion

Auf einem 3,5stelligen kontrastreichen LC-Display unterhalb der Schutzkontakt-Steckdose wird die Temperatur mit einer Auflösung von 0,1 K angezeigt. Links darunter ist der Wahlschalter angeordnet zur Anzeige von:

- 1) aktueller Temperatur (die über den Sensor gemessen wird)
- 2) Schalthysterese
- 3) Temperatur-Schaltschwelle.

In der ersten Stellung wird die aktuelle, über den Temperatursensor gemessene Raumtemperatur angezeigt.

Die dritte Stellung hingegen zeigt die Schalttemperatur an, bei der eine Umschaltung des Relais erfolgt (ohne Hysterese). Ist das Gerät als Heizthermostat konfiguriert, so schaltet das Relais beim Unterschreiten der eingestellten Schaltschwelle ein und aktiviert somit den Schaltausgang (es wird zu kalt und die Heizung ist zu aktivieren), während andererseits in der Kühlthermostatausführung der Schaltausgang bestromt ist, wenn die Schaltschwelle überschritten wurde (es wird zu warm und das Kühlaggregat ist zu aktivieren). Welche Funktion der TH 1000 wahrnimmt, wird einmalig durch das Einsetzen von 2 Brücken und der Bestückung der LED festgelegt.

Die Einstellung der Temperatur für die Schaltschwelle wird mit dem rechts auf der Frontplatte angeordneten Drehregler vorgenommen, und zwar in einem weiten Bereich von -30°C bis $+120^{\circ}\text{C}$. Die darunter angeordnete LED „aktiv“ signalisiert dabei den Einschaltzustand (Heizung oder Kühlung arbeiten).

In der Mittelstellung (Stellung 2) des 3stufigen Wahlschalters ist die eingestellte Hysterese auf dem Display ablesbar. Hierbei handelt es sich um eine relativ wichtige Einstellung, um den damit realisierten Regelkreis optimal einzustellen. Die betreffende Vorgabe wird ebenfalls einmalig mittels eines Trimmers innerhalb des Gerätes eingestellt, und zwar innerhalb eines Bereiches von annähernd 0 (0,2 K) bis hin zu 10 K.

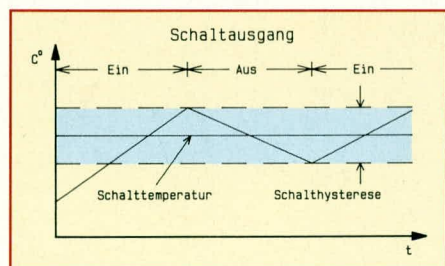


Bild 1: Schaltverhalten des TH 1000

Abbildung 1 zeigt das typische Schaltverhalten des TH 1000. Die eingestellte Schalttemperatur stellt dabei die mittlere Schaltschwelle dar. Je nach vorgewählter Hysterese liegen die tatsächlichen Schaltpunkte zur Hälfte etwas darüber und darunter. Ist z. B. die Schaltschwelle mit 22°C gewählt bei einer Hysterese von 2 K, so schaltet in der Konfiguration als Heizthermostat das Relais beim Unterschreiten von 21°C ein und erst wieder aus, wenn die Temperatur 23°C übersteigt.

Durch eine hinreichend große Hysterese ergibt sich der Vorteil einer geringen Einschalthäufigkeit. Dies schon im allgemeinen die Aggregate und erhöht erheblich deren Lebensdauer.

Nachdem wir uns ausführlich mit den

Funktionsmerkmalen des Gerätes befaßt haben, wenden wir uns nachfolgend der Schaltungstechnik zu.

Schaltung

Abbildung 2 zeigt das Blockschaltbild des Elektronik-Thermostats TH 1000. Oben links ist der Meßwertaufnehmer dargestellt. Der hier ermittelte Meßwert wird zur eingestellten Hysterese addiert bzw. subtrahiert - je nach Zustand des Schaltausgangs. Der Ausgang dieser Stufe wird mit Hilfe des nachgeschalteten Komparators mit der eingestellten Temperatur-Schaltschwelle verglichen. Der Ausgang aktiviert bzw. deaktiviert dann das Relais zum Schalten der integrierten Steckdose.

Je nach Pegel des Komparatorausgangs wird die eingestellte Hysterese in der vorgehenden Stufe addiert oder subtrahiert. Über einen 3fach-Umschalter lassen sich die gemessene Temperatur, die eingestellte Temperatur-Schaltschwelle sowie die Schalthysterese auf einem 3,5stelligen LC-Display ablesen.

In Abbildung 3 ist das komplette Schaltbild dargestellt. Im oberen Teil sind das Netzteil sowie das 3,5stellige Panelmeter abgebildet, während im unteren Teil die Analogstufen zu sehen sind.

Der Meßwertaufnehmer TS 1 des Typs SAC 1000 wird an die Platinenanschlüßpunkte ST 7 und ST 8 angeschlossen. Der Spannungsteiler, bestehend aus R 11 und dem Temperaturfühler, gibt eine der Temperatur proportionale Spannung ab.

Der Fußpunkt dieses Spannungsteilers liegt am Ausgang (Pin 14) des IC 2 D, dessen Ausgangsspannung mit dem Trimmer R 7 in Verbindung mit den Widerständen R 8, 9, 10 einstellbar ist. Beim späteren Abgleich wird R 7 so eingestellt, daß bei einer Sensortemperatur von 0°C am Ausgang des nachgeschalteten IC 2 C (Pin 8) eine Spannung von 0 V ansteht, gemessen gegenüber der separat erzeugten Schaltungsmasse (Pin 1 des IC 2 A).

Dem Meßwertaufnehmer TS 1 ist der Spannungsteiler R 12, R 13 nachgeschaltet, dem wiederum der Operationsverstärker IC 2 C mit Zusatzbeschaltung folgt. Die Verstärkung dieses Schaltungsteils läßt sich über den Trimmer R 17 variieren. Im Anschluß an den zuvor beschriebenen 0°C -Abgleich (mit R 7) folgt die Einstellung des Verstärkungsfaktors mit R 17 bei einer definierten Temperatur. Aufgrund der durchdachten Schaltungstechnik ändert sich während der Verstärkungseinstellung die Offsettingseinstellung nicht, wodurch sich der später noch im Detail beschriebene Abgleich wesentlich vereinfacht.

Die so aufbereitete Meßspannung gelangt über den Spannungsteiler R 24, 25 auf den Operationsverstärker IC 4 A. Auf

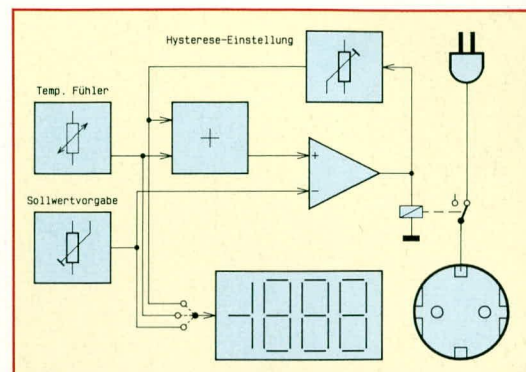


Bild 2: Blockschaltbild des Elektronik-Thermostats TH 1000

den zweiten Eingang wird die mit R 22 eingestellte Hysteresespannung polaritätsrichtig eingespeist.

Der Ausgang des IC 4 A (Pin 1) gelangt über R 26 auf den nicht-invertierenden (+)-Eingang (Pin 10) des als Komparator geschalteten IC 4 C. Hier erfolgt ein Vergleich mit der am invertierenden (-)-Eingang (Pin 9) anstehenden Spannung, die vom Ausgang des Impedanzwandlers IC 4 B (Pin 7) kommt. Die betreffende Spannung wird mit dem Temperatur-Schalt-schwellen-Einstellregler R 18, der auf der Frontplatte des TH 1000 angeordnet ist, vorgewählt, wobei die Widerstände R 19, 20, 21 den möglichen Einstellbereich festlegen.

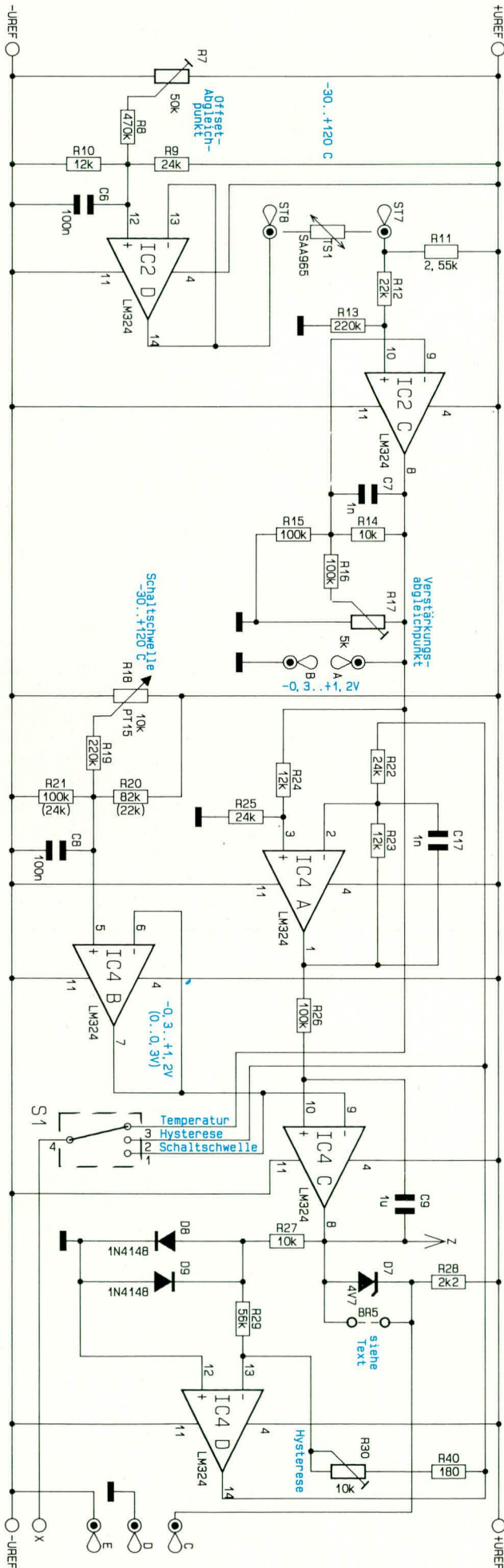
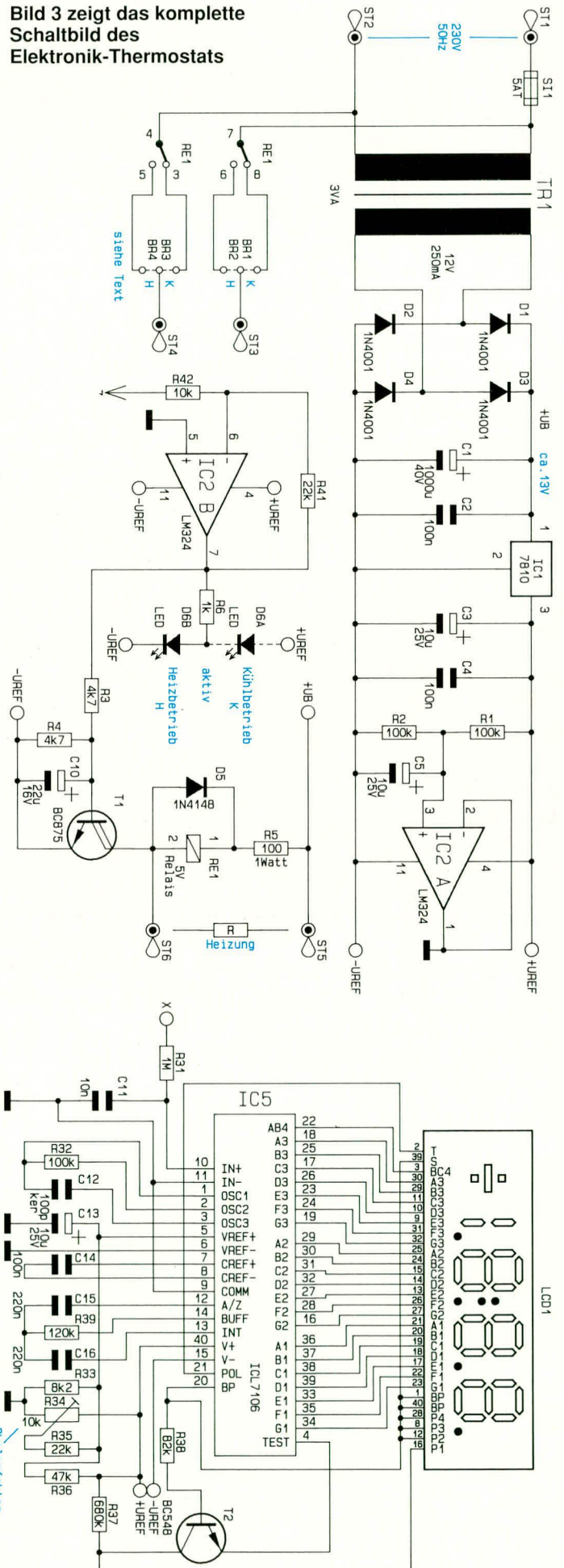
Ersetzt man die Widerstände R 20 durch 22 k Ω und R 21 durch 24 k Ω , so engt sich der Einstellbereich der Schaltschwelle auf ca. 0°C bis 30°C ein, wodurch sich im Heizungsbereich eine einfachere Einstellung der Schwelle ergibt.

IC 4 C vergleicht nun die vorgewählte Schaltschwelle mit der tatsächlichen Temperatur und steuert über seinen Ausgang (Pin 8) das als Inverter geschaltete IC 2 B an, dessen Ausgang (Pin 7) sowohl über R 6 die Signal-LED „aktiv“ als auch den Schalttransistor T 1 treibt. Letzterer speist über den Vorwiderstand R 5 das Relais RE 1.

Von den beiden eingezeichneten Signal-LEDs D 6 a bzw. D 6 b (Kühlbetrieb: D 6 a, Heizbetrieb: D 6 b) wird nur eine Leuchtdiode eingesetzt, und zwar abhängig davon, ob das Gerät als Heiz- oder Kühlthermostat konfiguriert werden soll.

Doch kehren wir noch kurz zum Ausgang (Pin 8) des IC 4 C zurück. Je nach Vergleichsergebnis führt der Ausgang High- oder Low-Pegel, der über den Widerstand R 27 auf die Dioden D 8 und D 9 gegeben wird, an denen daraufhin eine Spannung von $+0,7\text{ V}$ oder $-0,7\text{ V}$ gegenüber dem Massebezugspotential abfällt. Diese Referenzspannung wird über das als invertierender Verstärker geschaltete IC 4 D auf den vorstehend beschriebenen Summierer IC 4 A zurückgekoppelt. Die Ein-

Bild 3 zeigt das komplette Schaltbild des Elektronik-Thermostats



stellung der Hysterese erfolgt dabei mit dem im Rückkopplungszweig von IC 4 D liegenden Trimmer R 30.

Darüber hinaus steuert der Ausgang des IC 4 C die Z-Diode D 7 und den Strombegrenzungswiderstand R 28 an. Hierdurch liegt am Meßpunkt C, bezogen auf das Massepotential D, eine Spannung von 0 V oder +5 V an, die für weitere Auswertezwecke einsetzbar ist. Die Z-Diode D 7 kann bei Bedarf auch durch die Brücke BR 5 ersetzt werden. Hierdurch liegt am Meßpunkt C, bezogen auf das negative Bezugspotential E, eine Spannung zwischen 0 und +10 V bzw. gegenüber dem Massepotential D eine Spannung von +5 V oder -5 V an.

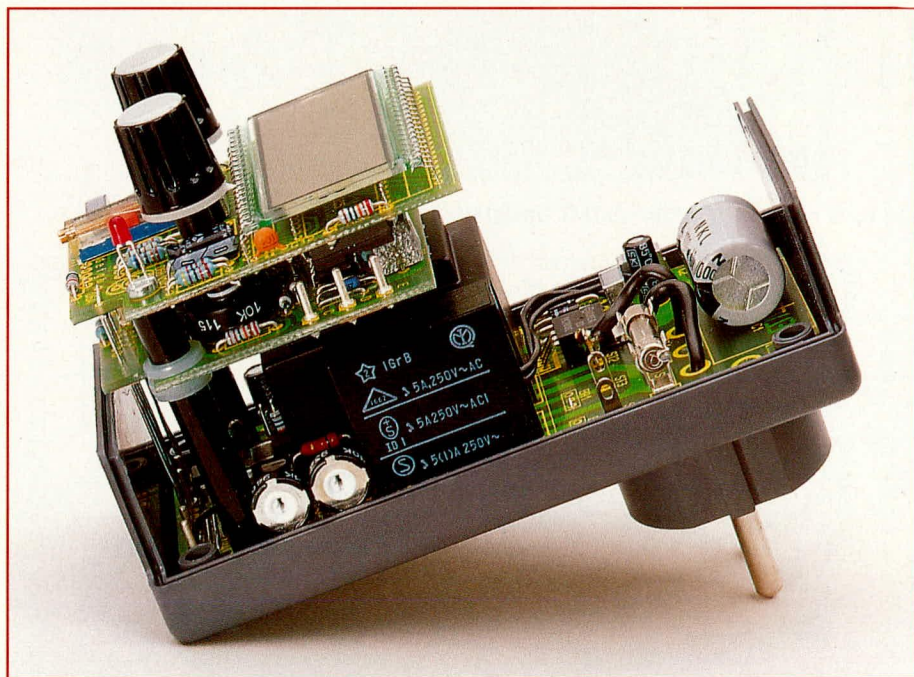
Das Schaltrelais RE 1 wird über R 3, 4, C 10 und T 1 angesteuert. C 10 sorgt dafür, daß die Schaltflanken am Relais etwas geglättet werden, damit die Induktionsspitzen die restliche Schaltung nicht unnötig beeinflussen.

den hilft. Bei Systemen mit kurzen Zeitkonstanten ist dieser zusätzliche Heizwiderstand nicht erforderlich.

Die Relaiskontakte von RE 1 schalten direkt die 230 V-Netzwechselspannung auf die Platinenanschlußpunkte ST 3 und ST 4. Hierzu werden entweder die Brücken BR 2 und BR 4 (Heizbetrieb) oder BR 1 und BR 3 (Kühlbetrieb) eingesetzt.

Der Netztransformator TR 1 gibt sekundärseitig eine Wechselspannung von ca. 12 V mit einer Strombelastbarkeit von 250 mA ab. Über die Dioden D 1 bis D 4 erfolgt eine Brückengleichrichtung, während C 1 bis C 3 eine Pufferung und Siebung vornehmen. Der nachgeschaltete Festspannungsregler IC 1 nimmt eine Stabilisierung auf 10 V vor.

Mit Hilfe des Spannungsteilers R 1, R 2 und dem als Impedanzwandler geschalteten IC 2 A wird ein künstlicher Mittelpunkt erzeugt, der als Massepotential dient, worauf sich die gesamte Steuerschaltung bezieht.



Auch eine weitere Besonderheit in Verbindung mit Heizthermostaten soll an dieser Stelle beschrieben werden. Parallel zum Schaltrelais RE 1 sind die Platinenanschlußpunkte ST 5 und ST 6 vorgesehen. Hier kann ein zusätzlicher externer Heizwiderstand (100 Ω oder größer) angeschlossen werden. Ein Heizwiderstand kann erforderlich werden, wenn z. B. die angeschlossene Raumheizung eine große Trägheit, d. h. eine hohe Zeitkonstante besitzt. In diesen Fällen muß der zusätzliche Heizwiderstand in der Nähe des Temperaturfühlers angebracht sein, um während der Heizphase dem Thermostaten eine bereits erhöhte Raumtemperatur zu simulieren, damit dieser rechtzeitig die Heizung wieder abstellt und so unnötige Überschwinger vermei-

Das Panelmeter wird im wesentlichen aus dem integrierten Schaltkreis IC 5 des Typs ICL7106 und dem 3,5stelligen LC-Display gebildet. Mit Hilfe des Trimmers R 34 wird während der Inbetriebnahme der Skalenfaktor eingestellt. Der Meßbereich erstreckt sich zwischen -0,3 V und +1,2 V, entsprechend einer Temperaturanzeige von -30°C bis +120°C mit einer Auflösung von 0,1 K. Über den 3fach-Umschalter S 1 läßt sich auf dem LC-Display zwischen gemessener, aktueller Temperatur, eingestellter Temperatur-Schaltschwelle oder Hysterese wählen.

Nachbau

Die Schaltung des TH 1000 ist auf 3 jeweils einseitigen Leiterplatten untergebracht. Zunächst werden die Platinen in gewohnter Weise mit den niedrigen und anschließend mit den höheren Bauteilen bestückt. Bei den Brücken BR 1 bis BR 4 ist zu beachten, daß nur BR 1 und BR 3 oder BR 2 und BR 4 eingesetzt werden, und zwar vom Mittelpunkt aus nur zu einer Seite hin. Die Richtung hängt davon ab, ob der Thermostat für eine Heizungs- oder eine Kühlungsregelung benutzt wird. Im erstgenannten Fall (Heizung) sind BR 2 und BR 4 einzusetzen, d. h. die Schließkontakte des Relais RE 1 sind mit den Anschlußpunkten ST 3 bzw. ST 4 verbunden.

Bei der Bestückung der Basisplatine ist noch auf einige Besonderheiten zu achten. Der Spannungsregler IC 1 wird liegend montiert, und der Widerstand R 5 ist zur besseren Wärmeabfuhr mit einem Abstand von 5 mm zur Leiterplatte einzusetzen und festzulöten. Die beiden im Bestückungsdruck jeweils mit X gekennzeichneten Punkte sind mit einer isolierten flexiblen Leitung miteinander zu verbinden. Gleiches gilt für die Y-Punkte.

Auch bei der Bestückung der mittleren Leiterplatte (Schalterplatine) sind einige Besonderheiten zu berücksichtigen. Der Kondensator C 9 und der Umschalter S 1 werden möglichst dicht auf die Platine gesetzt und verlötet.

Im Bereich der Anzeigenplatine ist darauf zu achten, daß das LC-Display so hoch wie möglich montiert wird, d. h. die Anschlußbeinchen dürfen an der Lötseite nicht weiter als 0,5 mm herausragen. Die „aktiv“-Leuchtdiode wird je nach Betriebsfall (Heiz- oder Kühlbetrieb) eingelötet. Hierbei wird die Leuchtdiode soweit zur Seite gebogen, daß sie mittig über den mittleren Anschlußpunkt plaziert ist.

Es folgt die Bestückung des integrierten Anzeigentreibers IC 5 auf der Lötseite. Um bei der späteren Montage eine Berührung des Schalters S 1 mit der Unterseite der Anzeigenplatine auszuschließen, sollten in diesem Bereich die Anschlußpins auf der Rückseite der Anzeigenplatine soweit gekürzt werden, daß diese nicht mehr als 0,5 mm hervorstehen.

Bevor nun die 3 Leiterplatten miteinander elektrisch verbunden und mechanisch verschraubt werden, sind auf der Basisplatine noch sieben 55 mm lange Verbindungsbrücken einzulöten. Nach sorgfältiger Kontrolle der Platinen fahren wir nun mit der Bearbeitung der Gehäuseunterhalschale fort. Hierzu sind die beiden mittleren Befestigungsstege mit einem geeigneten Werkzeug zu entfernen. Nachdem an

Bild 4:
Innenansicht des
Elektronik-Thermostats
TH 1000

der Stirnseite die Durchführung für das Fühleranschlußkabel angebracht ist, können die 50 mm langen, abisolierten Leitungen mit einem Querschnitt von $1,5 \text{ mm}^2$ mit den zugehörigen Befestigungsösen der Steckerpins der Gehäuseunterhalbschale verlötet werden. Die anschließend zu montierende Schutzleiter-Anschlußleitung hat eine Länge von 150 mm.

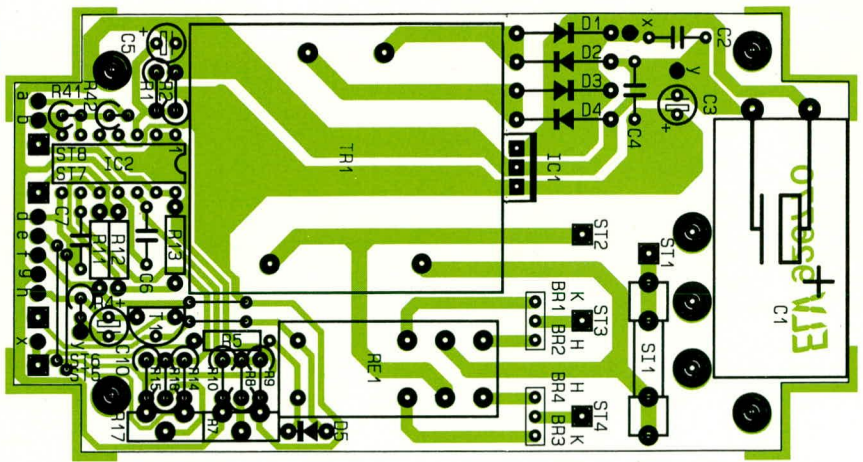
Die Temperaturfühler-Anschlußleitung wird durch die entsprechende Bohrung geführt, mit einem Knoten zur Zugentlastung gesichert und an die Anschlußpins ST 7 und ST 8 angelötet. Die Polarität spielt dabei keine Rolle. Es folgt die Montage der Basisplatine in der Unterhalbschale des Gehäuses, wobei die bereits vorher montierten Anschlußleitungen durch die entsprechenden Bohrungen dieser Platine zu stecken sind. Nun wird die Grundplatine mit der Unterhalbschale über zwei M 3 x 5 mm-Schrauben steckerseitig verbunden.

Als nächstes wenden wir uns der elektrischen Verbindung der Platinen zu. Hierzu werden die an ihren Enden auf 5 mm abisolierten Anschlußleitungen durch die Lötösen gesteckt, damit auch bei einer eventuellen Lockerung einer Lötstelle die Leitung nicht herausfallen kann. Durch Hinzugabe von ausreichend Lötzinn werden die so erstellten Verbindungen festgelötet. Der Querschnitt dieser Leitungen muß mindestens $0,75 \text{ mm}^2$ betragen. Besonders wichtig ist auch die sorgfältige Verbindung des Schutzleiteranschlusses.

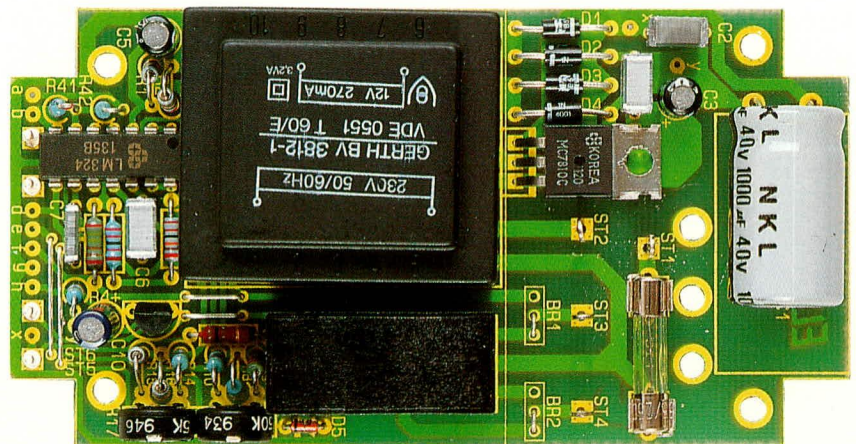
Es folgt die Montage der Anzeigen- und Schalterplatine. Hierzu werden zunächst die auf der Grundplatine montierten Anschlußbrücken durch die dafür vorgesehenen Bohrungen in der Schalterplatine und anschließend durch die Bohrungen der Anzeigenplatine gesteckt und dort an die entsprechenden Anschlußpats gelötet. Diese sind mit den Buchstaben a bis h gekennzeichnet, wobei jeweils diejenigen Platinenanschlußpunkte, die mit gleichen Buchstaben bezeichnet sind, über entsprechende Leitungen miteinander zu verbinden sind.

Vor dem Anschließen und Verlöten erfolgt zunächst die mechanische Befestigung der Leiterplatten. Hierzu dienen zwei M 3 x 52 mm-Schrauben (längere Schrauben ggf. kürzen), welche zunächst durch die beiden Befestigungsbohrungen der Anzeigenplatine zu stecken sind. Es folgen je ein 10 mm Abstandsrollchen, eine 0,5 mm Metall- sowie eine 1,5 mm starke Kunststoffscheibe. Anschließend werden die Schrauben dann durch die dafür vorgesehenen Bohrungen auf der Schalterplatine gesteckt.

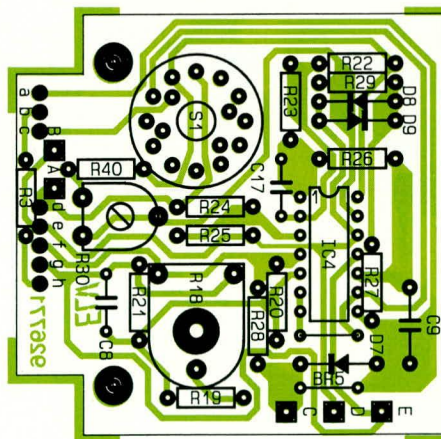
Die Kunststoffscheibe, die neben dem Schalter S 1 montiert wird, ist einseitig mit einem geeigneten Werkzeug abzuflachen, um die einwandfreie Funktion des Schal-



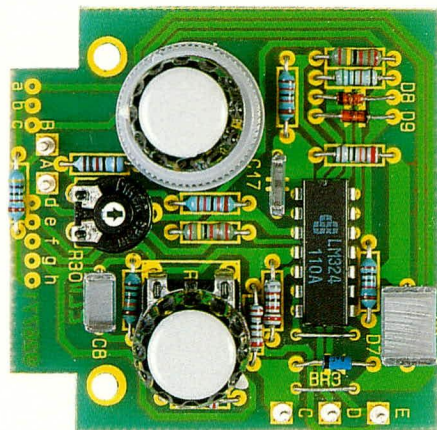
Bestückungsplan der Grundplatine des Elektronik-Thermostats TH 1000



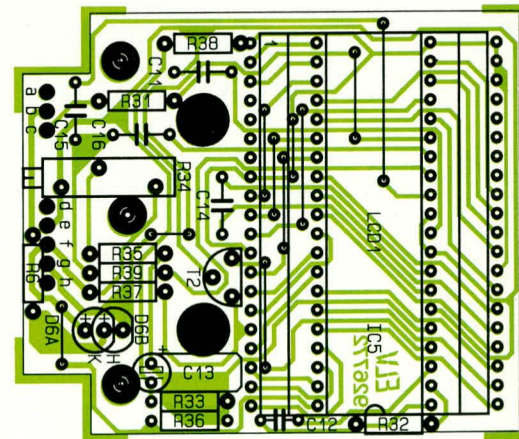
Ansicht der fertig bestückten Grundplatine des TH 1000



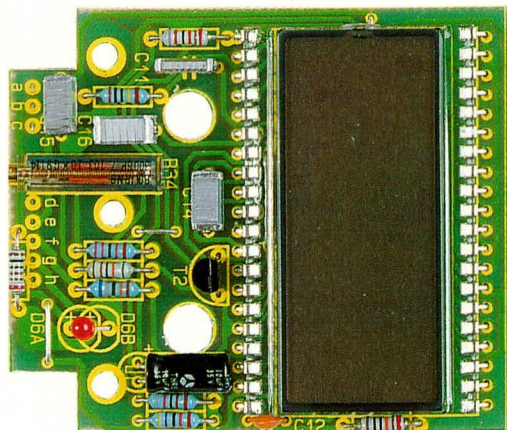
Bestückungsplan der Schalterplatine



Ansicht der Schalterplatine des TH 1000



Bestückungsplan der Anzeigenplatine



Ansicht der Anzeigenplatine

ters sicherzustellen. Es folgt das Unterlegen von 2 weiteren 1,5 mm starken Kunststoffscheiben sowie je einem 30 mm langen Abstandsrollchen.

Die gesamte Konstruktion wird jetzt über die Grundplatine mit der Unterhalbschale fest verschraubt. Nun können die Anschlußbrücken mit der Schalter- und Anzeigenplatine verlötet werden.

Als dann ist noch die Brücke zwischen der Anzeigen- und Schalterplatine, die im Bestückungsplan mit „c“ gekennzeichnet ist, einzusetzen.

Zur Verbindung der im Gehäuseoberteil integrierten Steckdose mit den zugehörigen Lötösen auf der Grundplatine dienen zwei 100 mm lange Anschlußleitungen mit einem Querschnitt von 1,5 mm². Der

Schutzleiter wird über eine Leitung mit einem Querschnitt von ebenfalls 1,5 mm² angeschlossen, wobei die Verbindung direkt zwischen dem Schutzleiteranschluß der Steckdose und dem Schutzleiteranschluß des Netzsteckers vorgenommen wird. Nun kann der soweit verdrahtete Steckdoseneinsatz an die Gehäuseoberhalbschale geschraubt werden.

Sofern der externe Heizwiderstand Einsatz finden soll, wird er im jetzigen Stadium der Aufbauarbeiten angeschlossen.

Nach dem vorläufigen Abschluß der mechanischen Arbeiten und vor dem Verschrauben des Gehäuses ist noch der sorgfältige Abgleich erforderlich.

Achtung:

Aufbau und Inbetriebnahme des TH 1000

dürfen aufgrund der darin frei geführten Netzspannung ausschließlich von Personen durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind!

Die einschlägigen VDE- und Sicherheitsvorschriften sind zu beachten!

Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme des TH 1000 sollte genau in der nachfolgend beschriebenen Reihenfolge vorgenommen werden. Nachdem die Schaltung unter Zwischenschalten eines Netz-Trenntrafos eingeschaltet wurde, sind zunächst die Versorgungsspannungen an den ICs zu überprüfen. Die Masseleitung sollte hierbei auf halbem Potential zwischen +U_{ref} und -U_{ref} liegen.

Zuerst nehmen wir den Abgleich des Panelmeters vor. Dazu wird der Umschalter S 1 in Stellung „Schwelle“ (Temperatur-Schaltsschwelle) gebracht und mit einem Multimeter die Spannung zwischen Masse und Pin 4 von S 1 gemessen. Das Poti R 18 wird so eingestellt, daß mit dem Multimeter eine Spannung von 1,000 V gemessen wird. Danach nehmen wir die Einstellung des Skalenfaktors mit dem Spindeltrimmer R 34 vor, indem auf dem Display exakt 100,0 (°C) angezeigt wird.

Es folgt die Kalibrierung des Temperatursensors. Hierzu wird der Umschalter auf „Temp.“ (Anzeige der aktuellen Umgebungstemperatur) gebracht und der Temperaturfühler in gut durchgemischtes Eiswasser eingetaucht (gleicher Anteil von klein gestoßenen Eiswürfeln und Wasser). Die Nullpunkt kalibrierung erfolgt nun mit dem Trimmer R 7 in der Weise, daß auf dem Display genau „00,0“ (°C) angezeigt wird. Anschließend folgt die Einstellung des Verstärkungsfaktors. Hierzu wird der Temperaturfühler in heißes Wasser eingetaucht, dessen Temperatur genau bekannt ist und sich möglichst im oberen Bereich des Meßbereiches befindet (z. B. 100°C kochendes Wasser). Mit Hilfe des Trimmers R 17 wird diese Temperatur auf dem LC-Display eingestellt. Ersatzweise kann auch der Temperaturfühler zusammen mit einem Fieberthermometer (beides zuvor gereinigt und desinfiziert) in den Mund genommen werden, um anschließend die angezeigte Temperatur auf dem LC-Display mit R 17 einzustellen.

Zu guter Letzt nehmen wir noch die Einstellung der Schalthysterese vor. Üblicherweise liegt diese im Bereich von 1 K bis 2 K und ist mit R 30 einstellbar (Wahlschalter in Stellung „Hyst.“). Das „-“-Zeichen zur Polaritätsanzeige ist hier ohne Bedeutung. Nachdem die Kalibrierung abgeschlossen ist, kann das Gehäuse verschraubt und das Gerät seiner Bestimmung übergeben werden.

Stückliste: Elektronik-Thermostat

Widerstände:

100Ω/1 W	R 5
180Ω	R 40
1kΩ	R 6
2,2kΩ	R 28
2,55kΩ	R 11
4,7kΩ	R 3, R 4
8,2kΩ	R 33
10kΩ	R 14, R 27, R 42
12kΩ	R 10, R 23, R 24
22kΩ	R 12, R 35, R 41
24kΩ	R 9, R 22, R 25
47kΩ	R 36
56kΩ	R 29
82kΩ	R 38
82kΩ (22kΩ)	R 20
100kΩ (24kΩ)	R 21
100kΩ	R 1, R 2, R 15, R 16, R 26, R 32
120kΩ	R 39
220kΩ	R 13, R 19
470kΩ	R 8
680kΩ	R 37
1MΩ	R 31
Trimmer, PT10, stehend,	
5kΩ	R 17
Trimmer, PT10, liegend,	
10kΩ	R 30
Trimmer, PT10, stehend,	
47kΩ	R 7
Trimmer, PT15, liegend,	
10kΩ	R 18
Spindeltrimmer, 10kΩ	R 34

Kondensatoren:

100pF/ker	C 12
1nF	C 7, C 17
10nF	C 11
100nF	C 2, C 4, C 6, C 8, C 14
220nF	C 15, C 16
1µF	C 9
10µF/25V	C 3, C 5, C 13

22µF/16V	C 10
1000µF/40V	C 1

Halbleiter:

ICL7106	IC 5
LM324	IC 2, IC 4
7810	IC 1
BC875	T 1
BC548	T 2
1N4001	D 1-D 4
1N4148	D 5, D 8, D 9
ZPD4V7	D 7
LED, 3mm, rot	D 6

Sonstiges:

LCD-Display, 3,5stellig	LCD 1
Temperatursensor SAC 1000	
mit 3m Anschlußleitung	TS 1
Karten-Relais,	
5V, 2x um, stehend	RE 1
Miniatur-Präzisionsdrehschalter,	
4 Stromkreise, 3 Stellungen	S 1
Trafo, prim.: 230V/3VA	
sec.: 12V/250mA	TR 1
Sicherung, 5A, träge	SI 1
1 Platinensicherungshalter (2 Teile)	
1 Kunststoffachse für Trimmer PT15	
2 Zylinderkopfschrauben M3 x 60mm	
2 Zylinderkopfschrauben M3 x 6mm	
2 Distanzrollen, Ø 3,6 mm x 30 mm	
2 Distanzrollen, Ø 3,6 mm x 10 mm	
6 Futterscheiben, 10 x 1,5mm	
3 Fächerscheiben, M3	
2 U-Scheiben, 3,2 mm	
3 Lötösen, 3,2mm	
4 Lötstifte mit Lötöse	
9 Lötstifte	
30cm flexible Leitung, ST1 x 1,5mm ²	
17cm flexible Leitung, ST1 x 1,5mm ²	
(grün/gelb)	
30cm flexible Leitung, ST1 x 0,22mm ²	
65cm Schalt draht, blank, versilbert	