



Tiefkühltruhen-Ausfallalarm

Diese kleine, von der Netzspannung unabhängige Schaltung gibt ein Warnsignal ab, sobald die Temperatur im Gefrierschrank über die normale Lagertemperatur von -18°C steigt und somit das wertvolle Gefriergut gefährdet.

Allgemeines

Moderne Kühlgeräte wie Gefrierschränke bzw. -truhen werden überwiegend mit bereits integrierten Temperatur-Warnsystemen ausgestattet.

Trotz der in modernen Gefriergeräten eingebauten Sicherheitstechnik kann es bei diesen Geräten zu einem technischen Ausfall kommen, der durch den Benutzer oft erst spät, wenn nicht zu spät, erkannt wird.

Die häufigsten Ausfallursachen können ein Defekt des Thermostaten, des eigentlichen Kühlkreislaufes oder auch eine Unterbrechung der Versorgungsspannung sein. Der integrierte Warner spricht allerdings bei Stromausfall oder Defekt des Thermostaten im allgemeinen nicht an.

Der hier vorgestellte Tiefkühlwarner wird mit einer herkömmlichen 9 V-Block-Batterie betrieben und arbeitet somit völlig unabhängig von dem zu überwachenden Gerät. Es spielt also keine Rolle, aus welchen Gründen die Temperatur in der Gefriertruhe zu hoch geworden ist.

Die Alarmsignalisierung erfolgt über einen Piezo-Signalgeber, der einen lauten Signalton abgibt. In der Schaltung ist eine Selbstüberwachung integriert, die die Füh-

lerleitung und die Batteriespannung prüft.

Bei der vorliegenden Schaltung ist es gelungen, die Gesamt-Ruhestromaufnahme auf ca. 8 μA zu begrenzen, wodurch eine Batteriebensdauer von mehreren Jahren gewährleistet ist. Lediglich alle 15 Minuten steigt während der Messung für ca. 1 Sekunde die Stromaufnahme auf einige mA an.

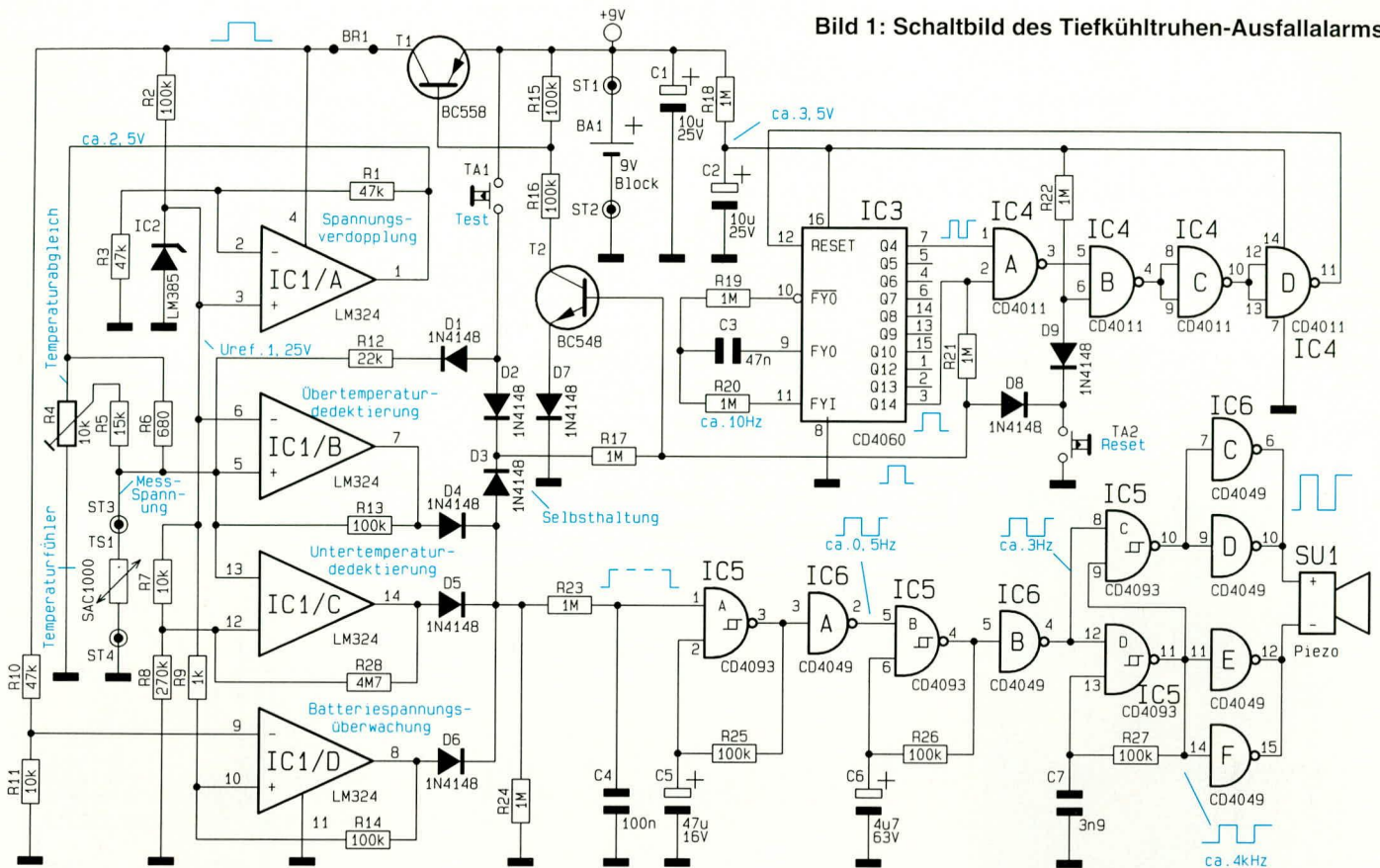
Zu beachten ist, daß die Stromaufnahme bei Ertönen des Alarmsignals ansteigt. Eine volle Batterie ist jedoch in der Lage, den Alarmgeber für 50 Stunden und länger zu betreiben, so daß der Alarm auch nach längerer Abwesenheit noch signalisiert wird.

Bedienung und Funktion

Nach der Installation, auf die wir im Verlauf des Artikels noch näher eingehen, und nach dem Einsetzen der 9 V-Blockbatterie ist das Gerät praktisch wartungsfrei. Der Aufstellort ist so zu wählen, daß die Schallaustrittsöffnung in den Raum hineinragt, um eine optimale Signaltonverteilung zu ermöglichen.

Gelegentlich sollte zu Prüfzwecken die Test-Taste betätigt werden. Es muß für die Zeit der Betätigung der Warnton vernehmbar sein.

Bild 1: Schaltbild des Tiefkühltruhen-Ausfallalarms



Durch längeres Öffnen der Gefriertruhe, beispielsweise beim Auffüllen oder Entnehmen des Gefriergutes, kann die Innenraumtemperatur kurzzeitig ansteigen. Fällt nun gerade in diese Zeit ein Meßzyklus des Tiefkühlwarners, so würde dieser sofort die erhöhte Temperatur melden. Mit dem Reset-Taster läßt sich der Tiefkühlwarner zurücksetzen. Die nächste Messung wird dann erst nach Ablauf von ca. 15 Minuten erfolgen, so daß für die genannten Arbeiten genügend Zeit bleibt.

Beim Abtauen der Truhe würde der Tiefkühlwarner natürlich auch ansprechen. Für diese Zeit ist die Batterie aus dem Gerät zu entnehmen, um eine unnötige Alarmauslösung zu vermeiden.

Das Gerät mißt in einem ca. 15 minütigen Abstand für ca. 1 Sekunde die aktuelle Temperatur und löst gegebenenfalls den Alarm aus. Dieser Meßintervall hat sich als ausreichend herausgestellt, da üblicherweise bei Ausfall des Gefriergerätes oder auch bei einem Stromausfall sich die Kühlrauminnentemperatur verhältnismäßig langsam erhöht.

Die Alarmauslösung kann durch mehrere Gründe erfolgen:

- Temperatur >-18°C
- Temperatur <-25°C
- Batterie-Spannung zu gering
- Unterbrechung des Fühlerkabels
- Kurzschluß des Fühlerkabels.

Bei Aktivierung des Alarms sollte nun zunächst die Innenraumtemperatur der

Gefriertruhe überprüft werden. Ist diese im zulässigen Bereich von -18°C bis -25°C, so ist wahrscheinlich eine zu niedrige Batteriespannung Ursache des Alarms.

Der Einsatz eines wiederaufladbaren Akkus ist hier nicht empfehlenswert, da die Selbstentladung eines Akkus größer ist als der vom Gerät benötigte Betriebsstrom. Empfehlenswert ist der Einsatz einer qualitativ hochwertigen 9 V-Blockbatterie.

Schaltung

Abbildung 1 zeigt die komplette Schaltung des Tiefkühltruhen-Ausfallalarms-Gerätes. Die Schaltung gliedert sich in 3 Schaltungsböcke. IC 3 und IC 4 steuern die Meßintervalle, und die 4 Operationsverstärker IC 1 A bis D nehmen die eigentliche Temperaturmessung vor, während IC 5 und IC 6 die Steuerung des Piezogebers übernehmen.

Die 9V-Blockbatterie versorgt über R 18 den Zähler IC 3 vom Typ CD4060 und das NAND-Gatter IC 4 vom Typ CD4011 mit der nötigen Betriebsspannung, die sich auf einen Wert von ca. 3,5 V einstellt. Durch diese schaltungstechnische Maßnahme wird erreicht, daß die Stromaufnahme dieses Schaltungsteils auf einen Wert von unter 10 µA sinkt.

Der Oszillator von IC 3 schwingt mit einer Frequenz von ca. 10 Hz. Mit Erreichen des Zählerstandes 8192 wechselt der Ausgang Q 14 (Pin 3) auf High-Pegel, und

der Transistor T 2 schaltet durch. Nach einer weiteren Sekunde wechselt der Ausgang Q 4 (Pin 7) ebenfalls auf High-Pegel, womit sich der Zähler über IC 4 A bis D selbst zurücksetzt.

Mit Hilfe des Reset-Tasters TA 2 läßt sich über die Diode D 9 der Zählerbaustein manuell zurücksetzen. Ferner wird über die Diode D 8 eine im Alarmfall bestehende Selbsthaltung, die noch näher erläutert wird, zurückgesetzt.

Der Transistor T 2 schaltet während einer Messung über die Widerstände R 16 und R 15 den Transistor T 1 durch, der die 9 V-Betriebsspannung für den Operationsverstärker IC 1 vom Typ LM324 zur Verfügung stellt. Während dieser einsekündigen Meßzeit nimmt die Schaltung einen Betriebsstrom von ca. 4 mA auf.

Die Referenzspannungserzeugung erfolgt über den Widerstand R 2 und IC 2 vom Typ LM 385, an dessen positivem Anschlußpin sich eine konstante Spannung von ca. 1,25 V einstellt.

Über den Operationsverstärker IC 1 A und die nachgeschalteten Spannungsteiler R 1 und R 3 wird diese Referenzspannung verdoppelt und dem Schaltungsteil, bestehend aus R 6 und dem Fühler TS 1, zugeführt.

Bei einer Fühlertemperatur von -18°C liegt der Innenwiderstand des Temperatursensors bei ca. 700Ω. Über R 4 läßt sich ein Abgleich der Meßspannung vornehmen.

Die Meßspannung wird direkt dem posi-

tiven Eingang des Operationsverstärkers IC 1 B zugeführt, der diese mit der Referenzspannung vergleicht.

Mit zunehmender Temperatur steigt der Innenwiderstand des Temperaturfühlers TS 1 an. Überschreitet nun die an Pin 5 des IC 1 B anliegende Spannung die an Pin 6 anliegende Referenzspannung, so wechselt der Ausgang des Operationsverstärkers von 0 V auf ein Spannungspotential nahe der 9 V-Betriebsspannung. Damit wird über die Diode D 4 und R 23 der nachgeschaltete Oszillator freigegeben.

Weiterhin wird über die Diode D 3 und den Vorwiderstand R 17 der Transistor T 2

gang von IC 1 C auf eine Spannung nahe der 9 V-Betriebsspannung, wodurch über D 5 ebenfalls mit der nachfolgenden Beschaltung der Alarm ausgelöst wird. R 28 verleiht dem als Komparator geschalteten Operationsverstärker IC 1 C eine geringfügige Hysterese.

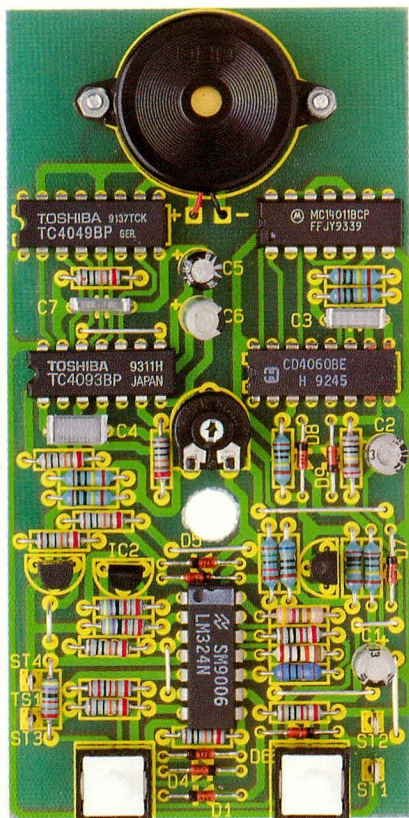
Der ebenfalls als Komparator geschaltete Operationsverstärker IC 1 D vergleicht die über den Spannungsteiler R 10 und R 11 heruntergeteilte 9 V-Versorgungsspannung mit der über R 9 zugeführten Referenzspannung. Sinkt nun die Batteriespannung auf einen Wert unter 7 V, so wechselt der Ausgang dieses Operationsverstärkers

ebenfalls auf einen Pegel nahe der Betriebsspannung. Der Widerstand R 14 gibt dem Komparator eine geringe Hysterese zur Schwingneigungsunterdrückung.

Über die RC-Kombination R 23 und C 4 werden kleine Spikes wirksam unterdrückt. Der Widerstand R 24 zieht den nachgeschalteten Gattereingang bei nicht-leitenden Dioden D 4 bis D 6 auf Low-Potential.

Die NAND-Gatter IC 5 A bis D und Inverter IC 6 A bis F erzeugen eine Ansteuerwechselspannung für den Piezo-Signalgeber SU 1.

Nach Freigabe an Pin 1 von IC 5 A gibt der Oszillator mit einer Frequenz von ca.



Ansicht der fertig aufgebauten 108 mm x 53 mm messenden Leiterplatte

angesteuert, wodurch die weitere Spannungsversorgung des Analog-Schaltungsteils sichergestellt ist (Selbsthaltung).

Sinkt nun die Temperatur am Temperaturfühler auf einen Wert unter -18°C so geht der Spannungspegel am Ausgang von IC 1 B wieder auf einen Wert nahe 0 V zurück, wodurch die Alarmierung und Selbsthaltung wieder aufgehoben wird.

Die Temperaturmeßspannung wird weiterhin dem negativen Eingang des Operationsverstärkers IC 1 C zugeführt, der diese mit der über R 7 und R 8 geringfügig heruntergeteilten Referenzspannung vergleicht.

Sinkt nun die Meßtemperatur auf einen Wert unter ca. -25°C , so wechselt der Aus-

Stückliste: Tiefkühltruhen-Ausfallalarm

Widerstände:

680Ω	.....	R6
1kΩ	.....	R9
10kΩ	.....	R7, R11
15kΩ	.....	R5
22kΩ	.....	R12
47kΩ	.....	R1, R3, R10
100kΩ	.....	R2, R13 - R16, R25 - R27
270kΩ	.....	R8
1MΩ	.....	R17 - R23
4,7MΩ	.....	R28
10MΩ	.....	R24
PT10, liegend, 10kΩ	.....	R4

Kondensatoren:

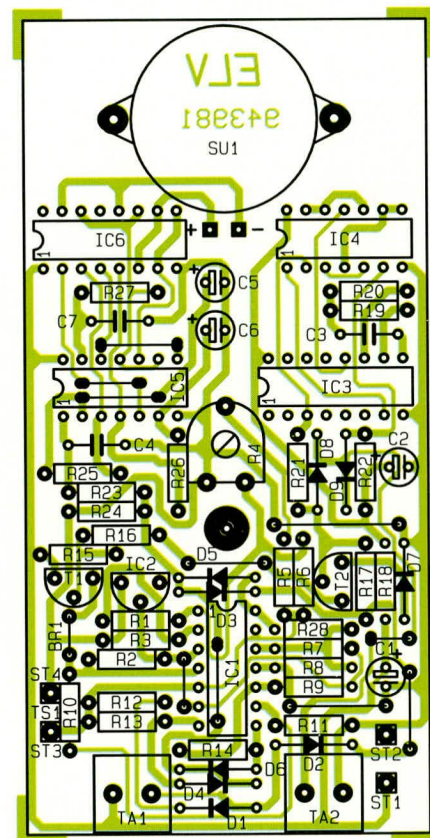
3,9nF	.....	C7
47nF	.....	C3
100nF	.....	C4
4,7µF/63V	.....	C6
10µF/25V	.....	C1, C2
47µF/16V	.....	C5

Halbleiter:

LM324	.....	IC1
LM385	.....	IC2
CD4060	.....	IC3
CD4011	.....	IC4
CD4093	.....	IC5
CD4049	.....	IC6
BC548	.....	T2
BC558	.....	T1
1N4148	.....	D1 - D9

Sonstiges:

- SAC1000 mit Anschlußkabel..... TS1
- Print-Taster..... TA1, TA2
- Piezo..... SU1
- 4 Lötstifte mit Lötöse
- 1 Knippingschraube, 2,9 x 9,5mm
- 2 Zylinderkopfschrauben, M2 x 6mm
- 2 Muttern, M2
- 25 cm Silberdraht
- 1 Batterieclip
- 1 Softline-Gehäuse, bedruckt und gebohrt



Bestückungsplan des Tiefkühltruhen-Ausfallalarms

0,5 Hz den über IC 6 A nachgeschalteten Oszillator IC 5 B mit Beschaltung frei. Dieser wiederum gibt mit einer Frequenz von ca. 3 Hz den über IC 6 B nachgeschalteten Oszillator, bestehend aus IC 5 B mit Beschaltung frei, der eine Oszillatorfrequenz von ca. 4 kHz für die Ansteuerung des Piezogebers erzeugt.

Während dieses Signal über die Inverter IC 6 E und F direkt am negativen Eingang des Piezogebers zugeführt wird, invertiert das NAND-Gatter IC 5 C mit den nachgeschalteten Invertern IC 6 C und D dieses Signal, um dem Piezo-Geber ein Gegentaktsignal mit einer Amplitude von bis zu $\pm 9\text{ V}$ anzusteuern.

Der Schaltungsteil um IC 5 und IC 6

erzeugt einen unüberhörbaren 4 kHz-Signalton, der alle 2 Sekunden einen sechsmal unterbrochenen unverwechselbaren Alarmton liefert.

Nachbau

Für den Nachbau der Schaltung steht eine einseitige Leiterplatte mit den Abmessungen 108 mm x 53 mm zur Verfügung. Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise.

Anhand des Bestückungsplans und der Stückliste werden zunächst die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Leiterplatte gesetzt und auf der Rückseite verlötet.

Die Brücke BR 1 ist etwas erhöht einzusetzen, damit später beim Abgleich hier eine Krokodilklemme o. ä. aufgesetzt werden kann.

Die Befestigung des Piezo-Signalebers erfolgt mit 2 M2 x 8 mm-Schrauben, die von der Lötseite durch die Platine gesteckt und bestückungsseitig mit jeweils einer M2-Mutter verschraubt werden.

Zum Abschluß der Aufbauarbeiten erfolgt das Anlöten des Batterieanschlußkabels an ST 1 (rot) und ST 2 (schwarz) sowie das Anschließen des ca. 2,5 m langen Anschlußkabels des Temperaturfühlers an die Platinenanschlußpunkte ST 3 und ST 4.

Montage

Die einfachste Möglichkeit, den Tiefkühlwarner zu installieren, ist, den Temperaturfühler in den Gefrierschrank bzw. die -truhe hineinzulegen und das Anschlußkabel durch die Türdichtung zu führen.

Der Aufstellungsort des Tiefkühlwarners sollte so gewählt werden, daß das Gerät so plaziert ist, daß die Austrittsöffnung des Schallwandlers nicht verdeckt ist.

Das Anschlußkabel läßt sich mit etwas Klebeband an den Seitenwänden des Gefriergerätes fixieren.

Selbstverständlich läßt sich der Temperaturfühler auch fest in das Gefriergerät einbauen. Hierzu kann beispielsweise parallel zu der bereits eingebauten Thermostat-Fühlerleitung die Anschlußleitung des Temperaturfühlers in das Geräteinnere verlegt werden, wobei der eigentliche Fühler in der Nähe des bereits installierten Thermostatfühlers befestigt werden sollte.

Bitte beachten Sie, daß innerhalb der Garantiezeit der Gefriergeräte solche baulichen Änderungen nicht vorgenommen werden dürfen, da ansonsten die Garantieansprüche erlöschen könnten. Die Montage des Fühlers darf nur von einem Fachmann ausgeführt werden, da bei der Installation die Isolierung oder auch die Kühlrippen des Gefriergerätes verletzt werden könnten.

Inbetriebnahme und Kalibrierung

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung und Betätigen der Reset-Taste sollte die Schaltung nicht mehr als ca. 10 mA Betriebsstrom aufnehmen. Für die weiteren Inbetriebnahmearbeiten ist zunächst eine Verbindung des Platinenanschlußpunktes ST 1 mit der Brücke BR 1 herzustellen. Hierdurch wird der Analogteil der Schaltung mit dem nötigen Betriebsstrom versorgt, um die weitere Inbetriebnahme vornehmen zu können.

Mit R 4 wird die Temperatur eingestellt, bei der das Gerät den Signalton abgeben soll. Hierzu bringt man zunächst den Gefrierschrank auf ca. -18°C und legt den Fühler hinein. Nach einer Zeit (mindestens 5 bis 10 Minuten) kann mit R 4 die Schaltschwelle so eingestellt werden, daß der Alarmgeber gerade noch nicht ertönt.

Zu Testzwecken kann die Gefrierschranktemperatur kurzzeitig etwas erhöht werden (-17°C), um sich von der Funktionssicherheit der Schaltung zu überzeugen. Gegebenenfalls ist hierzu R 4 noch etwas nachzustellen.

Anschließend ist der Temperaturfühler an den Platinenanschlußpunkten ST 3 und ST 4 kurzzuschließen. Während dieser Zeit muß ebenfalls die Signaltongenerierung erfolgen. Zur Überprüfung der „Low-Bat“-Erkennung sollte die Versorgung des Gerätes mit einem regelbaren Netzteil erfolgen, dessen Ausgangsspannung von 9 V langsam heruntergefahren wird. Bei einer Spannung von ca. 7 V sollte das Gerät ebenfalls Alarm auslösen.

Anschließend ist die Verbindung zwischen den Platinenanschlußpunkten ST 1 und BR 1 wieder zu entfernen und das Gerät an eine 9 V-Blockbatterie anzuschließen. Im weiteren Testverlauf ist dann der Temperaturfühler der normalen Raumtemperatur auszusetzen. Mit Betätigung des Reset-Tasters muß nach ca. 15 min. der Alarmton ausgelöst werden.

Durch Betätigen des Reset-Tasters erfolgt dann das Abschalten der Alarmtongenerierung. Nach Abschluß dieser Inbetriebnahme und den Kalibrierungsarbeiten wird die Schaltung in das Gehäuse eingebaut und ihrer Bestimmung übergeben. 