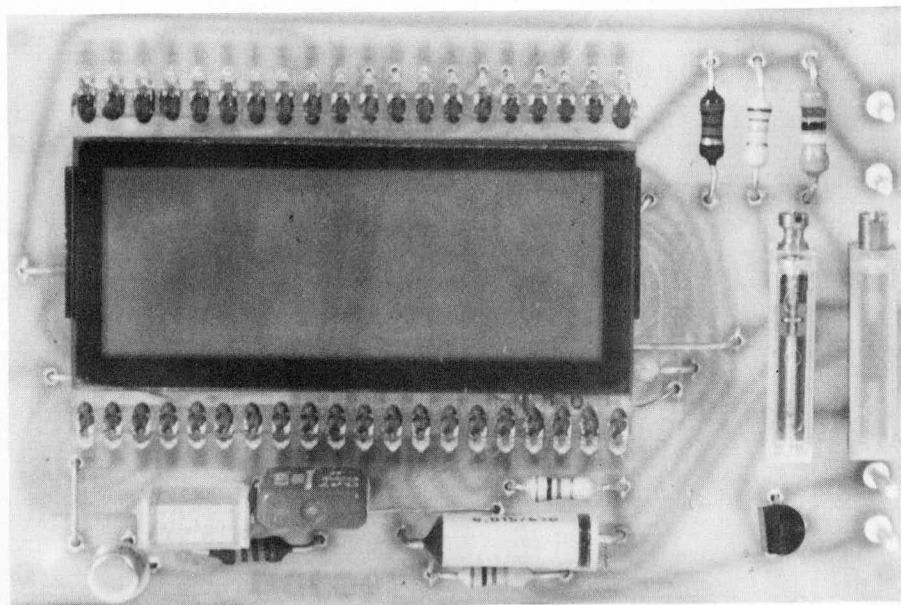


Digitales Thermometer



Das Präzisionsthermometer ist zum Messen von Innen- und Außentemperaturen geeignet und hat eine Auflösung von 0,1 Grad. Als Fühler dient ein Siliziumtransistor in Diodenschaltung.

Der bereits erwähnte Siliziumtransistor als Fühler hat einen Temperaturkoeffizienten von $-2,12 \text{ mV/Grad}$. Dieser Wert gilt allgemein für Siliziumpn-Übergänge und ist im weiten Bereich linear. Hiermit steht eine Spannung proportional zur Temperatur zur Verfügung.

Im nachgeschalteten Analog-Digital-Wandler wird dieser Spannung ein Digitalwert zugeordnet.

Die Analog-Digital-Umwandlung erfolgt nach dem Doppelintegrationsverfahren mit dem integrierten A-D-Wandler ICL 7106 der Fa. Intersil. Der Digitalwert wird auf einem LCD-Display angezeigt.

Das Dual-Slope-Verfahren

Auf die Funktionsweise des A-D-Wandlers wollen wir nun näher eingehen. Bild 2 zeigt das Blockschaltbild eines Doppelintegrations- oder Dual-Slope-Wandlers.

Vor Beginn der Messung wird der Schalter S2 von der Steuerschaltung zum Entladen des Kondensators C geschlossen. Am Ausgang des Integrators liegt also keine Spannung. Im ersten Schritt der Umwandlung wird nun S2 geöffnet und mit S1 der Integrator für eine bestimmte Zeit T1 auf den Eingang geschaltet. Das Gatter wird in diesem Schritt von der Steuerschaltung gesperrt. Auf den Eingang des Zählers gelangen keine Taktimpulse. Der Anstieg der Ausgangsspannung U_a des Integrators ist von der Höhe der Eingangsspannung U_e abhängig. Eine höhere Eingangsspannung bewirkt einen höheren Stromfluß durch R, der gleich dem Ladestrom des Kondensators C ist. Die Kondensatorspannung, das Produkt des Ladestromes und der Zeit, ist nach Ablauf der konstanten Zeit T1 also höher.

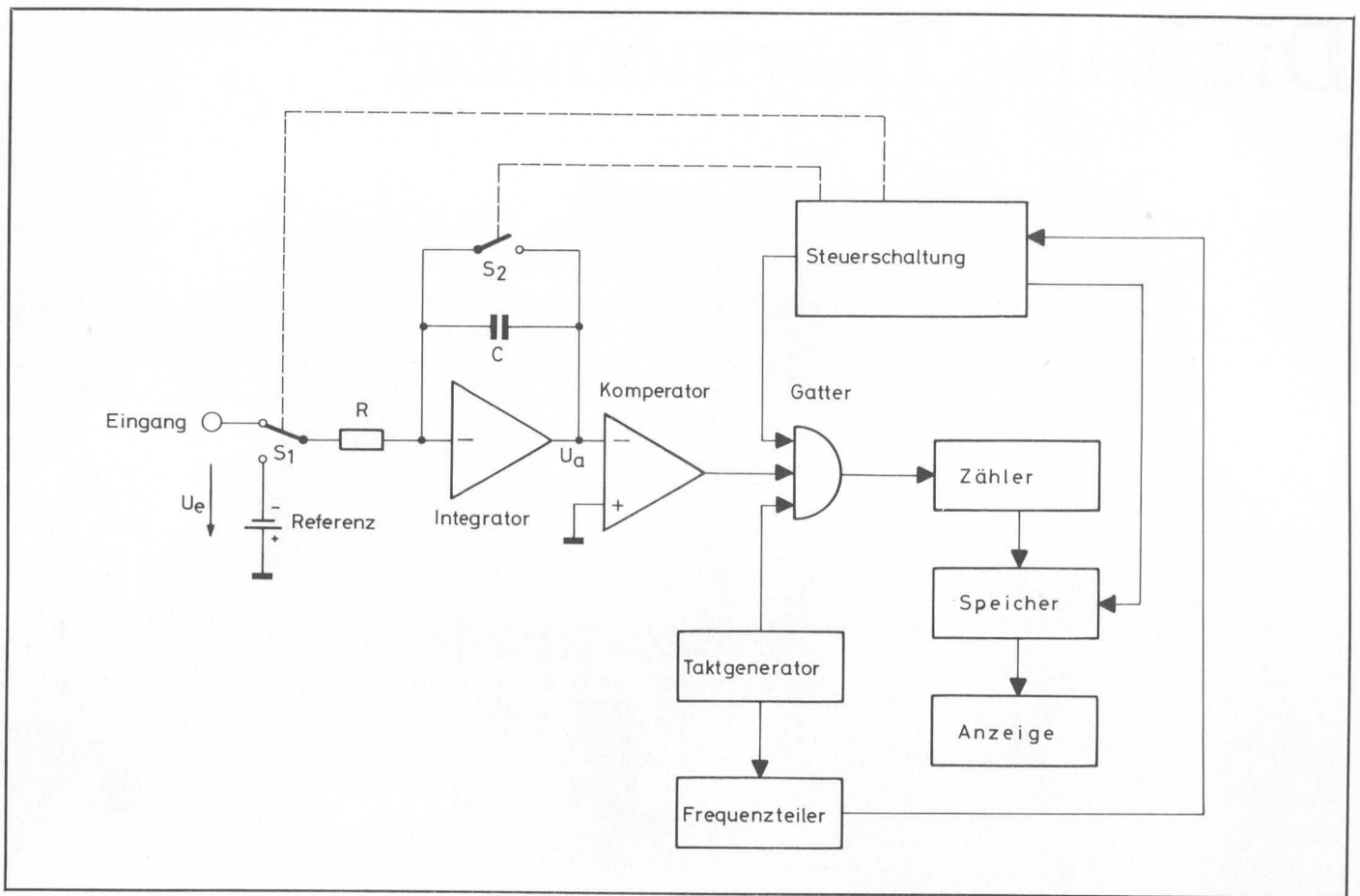
Ist die Integrationszeit T1 abgelaufen, so schaltet die Steuerschaltung den Integrator auf die Referenz und öffnet

das Gatter. Die Referenzspannung hat jeweils ein anderes Vorzeichen als die Eingangsspannung. An den Gattereingängen liegen die Taktimpulse und die Komparatorausgangsspannung. Der Komparatorausgang liegt wegen der negativen Eingangsspannung auf High-Potential, der Zähler erhält jetzt die Taktimpulse.

Die Zeit T2 ist abhängig von der Ausgangsspannung des Integrators. Die Taktimpulse werden so lange gezählt, bis der Integratorausgang 0 V erreicht und der Komparator das Gatter sperrt. Man erhält einen zur Eingangsspannung proportionalen Zählerstand.

Durch die Steuerlogik wird dieser Zählerstand in den Speicher übernommen und zur Anzeige gebracht.

Der gesamte Vorgang der Analog-Digital-Umwandlung besteht aus den drei Schritten: Entladen des Kondensators (Nullabgleich), Integrieren der Eingangsspannung und Vergleichen mit der Referenz.

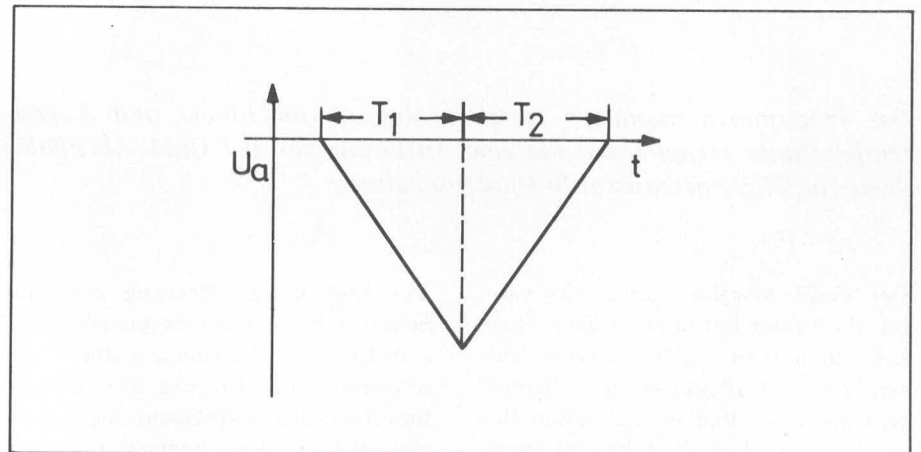


Durch geeignete Wahl der Referenzspannung und der Taktfrequenz wird eine Zuordnung wie etwa $1V = 1000$ Impulse erreicht.

Die Zeit T_1 wird durch Frequenzteilung aus der Zählertaktfrequenz gewonnen. Vom Taktgenerator wird nur eine konstante Frequenz während der jeweiligen Umwandlung gefordert. Eine gute Langzeitkonstanz ist nicht erforderlich.

Wie bereits erwähnt, ändert sich die Schwellenspannung eines Silizium-pn-Überganges um $-2,12 \text{ mV pro Grad}$. Der Bezugspunkt der Analogspannung ist der Anschluß COMMON des A-D-Wandlers, an dem der Emitter des Fühlertransistors angeschlossen ist. Die Basis und der Kollektor sind durch den Vorwiderstand R8 mit der positiven Betriebsspannung verbunden.

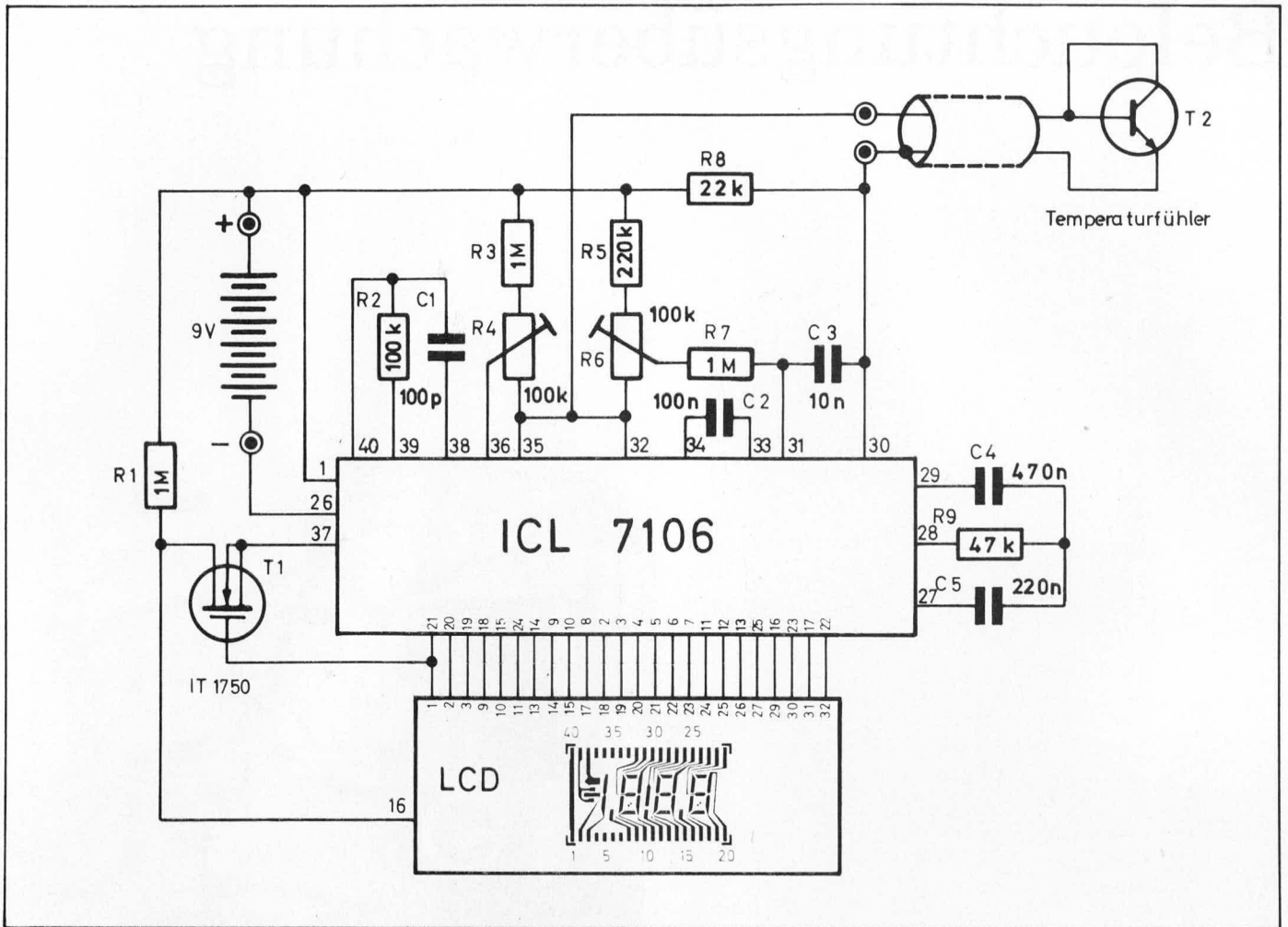
Wegen des negativen Temperaturkoeffizienten des Fühlers liegt der Eingang IN High über den Spannungsteiler aus R4, R5 am Bezugspunkt, während IN Low mit der Basis und den Kollektor des Fühlertransistors verbunden ist. Durch die Potentialverschiebung des Einganges IN High mit dem Trimmer R4 wird der Nullpunkt abgeglichen. Die Referenzspannung des A-D-Wandlers ist mit dem Trimmer R2 einstellbar. Hiermit wird der Skalenfaktor der Thermometerschaltung abgeglichen.



Eichung

Das Thermometer kann in verschiedenen Gradskalen geeicht werden. Die einzelnen Skalen unterscheiden sich nur im Nullpunkt und im Skalenfaktor. Bei der wohl häufigsten Celsius-Skala sind dem Gefrierpunkt des Wassers 0 Grad und dem Siedepunkt 100 Grad zugeordnet. Reaumur ordnet dem Siedepunkt 80 Grad zu. Nach Fahrenheit liegt der Gefrierpunkt bei 32 Grad und der Siedepunkt bei 212 Grad . Zum Abgleich des Nullpunktes wird

der Fühler, der über eine abgeschirmte Leitung an die Platine angeschlossen wird, in Eiswasser gehalten und die Anzeige mit R4 auf $00,0$ abgeglichen. Im Eiswasser (Eiswürfel in Wasser) stellt sich nach einiger Zeit eine Temperatur von 0 Grad ein. Diese Temperatur bleibt konstant, so lange Eis und Wasser in dem Gemisch vorhanden sind. Der Skalenfaktor wird mit R2 abgeglichen. Der Fühler wird in kochendes Wasser gehalten und die Anzeige mit R5 auf $100,0$ eingestellt. Das Thermometer ist jetzt in Grad Celsius geeicht.



Stückliste:
Digitales Thermometer

Widerstände, 5%

- R 01 1 MOhm
- R 02 100 KOhm
- R 03 1 MOhm
- R 04 100 KOhm, Wendepoti
- R 05 220 KOhm
- R 06 100 KOhm, Wendepoti
- R 07 1 MOhm
- R 08 22 KOhm
- R 09 47 KOhm

Kondensatoren

- C 01 100 pF
- C 02 100 nF
- C 03 10 nF
- C 04 470 nF
- C 05 220 nF

Transistoren

- T 01 IT 1750, MOSFET
- T 02 2N 3704

IC's

- IC 01 ICL 7106
- IC 02 LCD-Display

