

Präzisions-Milliohmometer (Zusatz für Digitalvoltmeter)

Hochgenaue Digitalmultimeter mit einem Anzeigumfang von 5 ½ und mehr Stellen sind heute bereits zum Standard in jedem Elektronik-Labor geworden. Handmultimeter mit 3 ½ oder 4 ½ Stellen sind das tägliche Werkzeug eines jeglichen Elektrikers, ja sogar jedes Elektronikbastlers. Verblüffend bei diesen - zum Teil sehr preiswerten Geräten - ist zwar die hohe Genauigkeit und Auflösung im Gleichspannungsbereich, aber oft erweist sich der nach unten begrenzte Widerstandsmeßbereich als nachteilig. Grund hierfür ist das fast durchweg benutzte Zweileiter-Meßverfahren sowie der begrenzte Meßstrom.

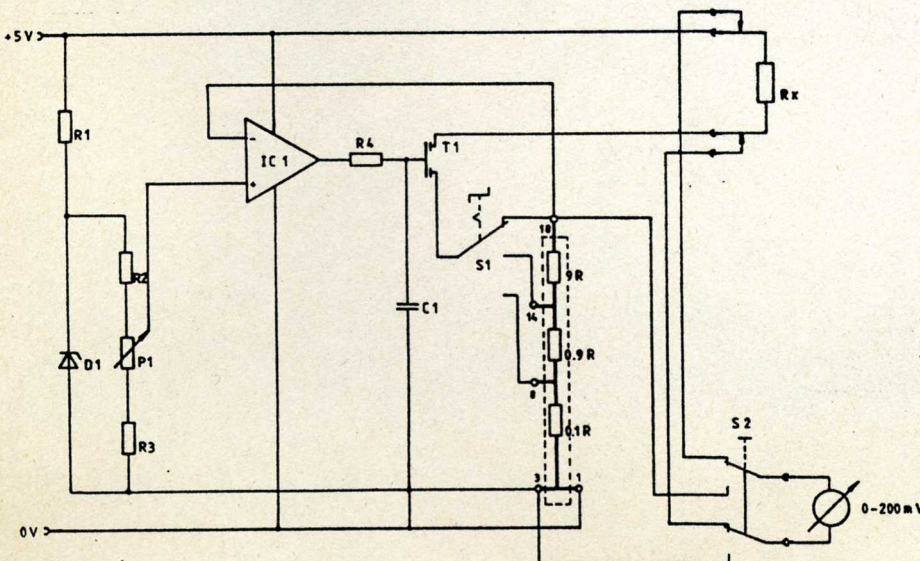
Die hier vorgestellte Schaltung beschreibt ein einfaches Zusatzgerät, mit dem der Ohm-Meßbereich eines jeden Multimeters um mindestens 3 Größenordnungen nach unten erweitert werden kann. Mit nur einem einzigen, sehr einfachen Abgleich während der Messung wird eine Genauigkeit < 0,2 % erreicht, wobei an die verwendeten Bauelemente, mit Ausnahme eines niederohmigen Referenzwiderstandes (bzw. eines Widerstandsnetzwerkes), keinerlei besondere Anforderungen gestellt werden. So ist z. B. kein Abgleich von Verstärkung und Offset des Operationsverstärkers notwendig. Die verwendeten Widerstände können 5 % Typen mit TK 100 sein. Die Genauigkeit des Multimeters ist unwichtig solange der Nullpunkt stabil bleibt und die Linearität hinreichend gut ist. Eine Forderung, die bei den heutigen DA-Wandlern (auch bei den preiswertesten Geräten) mit Sicherheit erfüllt ist.

Die angegebene Schaltung arbeitet mit einer Versorgungsspannung von +5 V und stellt im Prinzip eine dekadisch umschaltbare Stromquelle dar. Der Operationsverstärker regelt über den Transistor T1 den Spannungsabfall über dem Widerstandsnetzwerk R_N gleich der Referenzspannung am nichtinvertierenden Eingang. Hiermit wird der Strom durch Netzwerk, Transistor und Probe auf den Wert $I_N = U_{Ref} / R_N$ geregelt. Die Referenzspannung wird bei die-

ser Schaltung über die Zener-Diode erzeugt und die Widerstände R₃, R₂ sowie P₁ auf einen Wert von etwa 100 mV eingestellt. Mit dem Schalter S₁ wird der Referenzwiderstand R_N zwischen den Werten 0,1, 1 und 10 Ohm umgeschaltet. Der Meßstrom liegt entsprechend bei 1 A, 0,1 A bzw. 0,01 A. Der durch den Meßstrom am Prüfling hervorgerufene Spannungsabfall wird direkt am Widerstand abgegriffen und mit dem Digitalmultimeter im 200 mV-Bereich gemessen. Mit dieser Vierleiterschaltung werden Zuleitungswiderstände und Übergangswiderstände an den Kontakten völlig eliminiert.

Zur Kalibrierung wird im stromdurchflossenen Zustand durch Umschalten des Schalters S₂ (Taster) die Spannung über dem Netzwerk auf das Meßgerät geschaltet und über das Potentiometer P₁ auf den Wert 100,0 eingestellt. Diese Maßnahme beseitigt die zeitliche Drift der Referenzspannung, den Offset des Operationsverstärkers und den Verstärkungsfehler des Meßgerätes in einem einzigen Arbeitsgang. Nach Loslassen der Taste wird der korrekte Widerstandswert angezeigt.

Zur Referenzspannungserzeugung kann, wie hier angegeben, eine Zener-Diode, eine einfache Leuchtdiode oder sogar direkt die Versorgungsspannung über einen Spannungsteiler benutzt werden, denn der Wert muß nur innerhalb der Meßzeit (Umschaltung von Kalibrierung auf Messung über S₂) konstant sein. Das Meßverfahren stellt im Prinzip eine Vergleichsmessung des Prüflings mit dem eingebauten niederohmigen Widerstandsnetzwerk dar, d. h. das Präzisionswiderstandsnetzwerk ist allein genauigkeitsbestimmend für die Messung. Die in Folientechnik als Vierleiter-Serienschaltung hergestellten Widerstandsnetzwerke der Reihe IWN sind ideal für diese Anwendung geeignet, da der niedrige Temperaturkoeffizient und die ausgezeichnete Langzeitstabilität eine preisgünstige Serienfertigung mit 0,1 % Toleranz zulassen.



- R1 = 470 Ohm
- R2 = 22 kOhm
- R3 = 1,2 kOhm
- R4 = 4,7 kOhm
- P1 = 100 Ohm
- C1 = 1 µF
- D1 = LED 5 mm (rot)
- T1 = BUZ 10
- IC1 = LT 1006

Widerstandsnetzwerk:
IWN 3D - 0.1 %