„FET"-Multimeter

Wie sich mit verhältnismäßig einfachen Mitteln und geringem Bauteileaufwand ein wirklich komfortables FET-Multimeter aufbauen läßt, zeigt die hier vorgestellte Schaltung. Gleich- und Wechselspannungen sowie Gleich- und Wechselströme können in 44 Meßbereichen, die in Tabelle I näher aufgeführt sind, angezeigt werden.

Hier die herausragenden Daten in Kurzform:

- ***44 Meßbereiche***
- ***10 MΩ Eingangswiderstand***
- ***voll elektronische Umschaltung von Gleich- auf Wechselspannung bzw. -strom***

Allgemeines

Die wesentlichen Daten der hier vorgestellten Schaltung eines FET-Multimeters wurden bereits im Vorwort bzw. in Tabelle I aufgeführt — beeindruckend, um so mehr schaut man sich die mit verhältnismäßig wenig Bauteilen aufgebaute Schaltung an.

Mit zwei Drehschaltern werden die Spannungs- bzw. Strombereiche dekadisch (0,1 – 1 – 10 – usw.) umgeschaltet, während mit einem zusätzlichen Kippschalter die Anzeige verdreifacht wird, d. h., daß sich der Meßbereichsendwert um den Faktor 3 reduziert (z. B. anstelle von 1 A dann 0,3 A). Hierdurch wird bei Zeigerinstrumenten eine bessere Ablesbarkeit erreicht, da der Meßbereich immer so gewählt werden kann, daß sich der Zeiger immer in den letzten $^2/_3$ der Skala befindet.

Der Nullpunkt wird mit Hilfe eines entsprechenden Potis einjustiert. In den Spannungsmeßbereichen ist es empfehlenswert, aufgrund des hohen Eingangswiderstandes die Eingangsbuchsen vorher kurzzuschließen.

Eine Polaritätsanzeige erfolgt mittels zweier Leuchtdioden. Ein Umstecken von Eingangsklemmen kann daher entfallen.

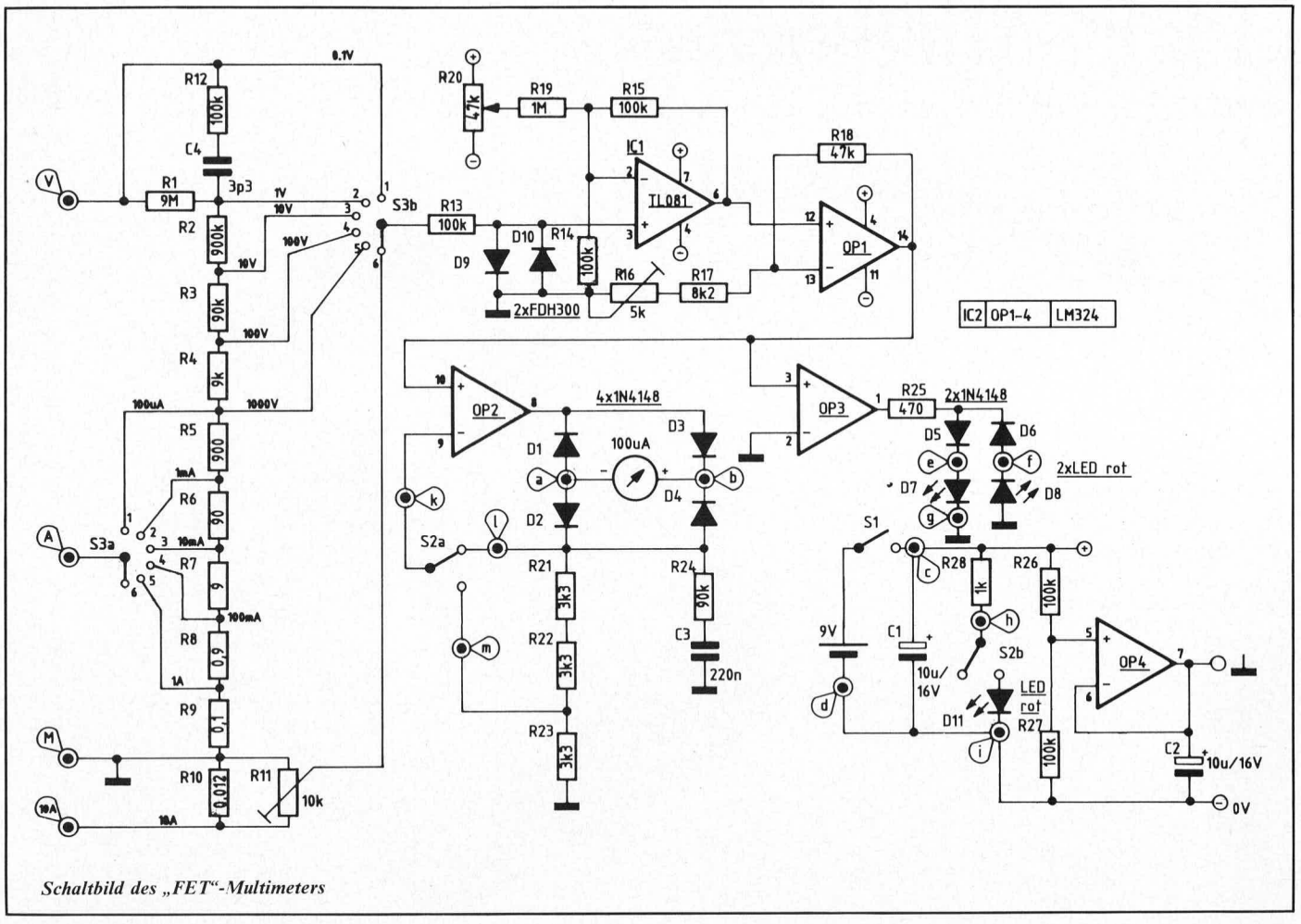
Ebenso ist es nicht erforderlich, eine Umschaltung von Gleich- auf Wechselspannungen bzw. -ströme vorzunehmen, da dies mit Hilfe einer ebenso einfachen wie eleganten schaltungstechnischen Lösung voll elektronisch realisiert wurde.

Zur Schaltung

Einen wesentlichen Bestandteil dieser Schaltung stellt die Meßwiderstands-Eingangs-Teilerkette, bestehend aus den Wi-

Tabelle 1

Meßbereichsendwerte	
Gleich- u. Wechselspannungen	Gleich- u. Wechselströme
30 mV	30 µA
100 mV	100 µA
300 mV	300 µA
1 V	1 mA
3 V	3 mA
10 V	10 mA
30 V	30 mA
100 V	100 mA
300 V	300 mA
1000 V	1 A
	3 A
	10 A



Schaltbild des „FET"-Multimeters

derständen R 1 bis R 9 dar, wobei R 10 und R 11 einen 10 A-Meßbereich realisieren.

Mit dem Drehschalter S 3 wird der jeweilige Meßbereich in dekadischen Schritten gewählt, wobei mit S 3b die Spannungen und mit S 3a die Ströme umgeschaltet werden. Damit der Drehschalter nicht für 10 A-Ströme ausgelegt zu werden braucht, wird in diesem Bereich die Meßbuchse umgesteckt.

Am Mittelabgriff von S 3b liegt nun die entsprechende Meßspannung an. Sie wird über den Schutz-Vorwiderstand R 13 auf den nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 3) des IC 1 gegeben. Es handelt sich hierbei um einen extrem hochohmigen Eingang, wodurch sich die Bezeichnung FET-Multimeter rechtfertigt. Dieser Eingang wird durch die beiden hochsperrenden Schutzdioden D 9 und D 10 vor Überspannungen geschützt. Das IC 1 ist als nicht invertierender Verstärker mit dem Faktor 2 geschaltet, dessen Hauptaufgabe, wie bereits erwähnt, die Impedanzwandlung ist, d. h., der Eingang ist extrem hochohmig, während der Ausgang eine entsprechende Belastbarkeit aufweist. Hieran schließt sich der OP 1 mit einer Verstärkung von ca. 5fach an. Der Nullpunkt wird mit dem Poti R 20 in Verbindung mit R 19 eingestellt, während die gesamte Schaltung mit R 16 (Skalenfaktor) kalibriert wird.

Der nachfolgende OP 2 ist als Meßgleichrichter in Verbindung mit D 1 bis D 4 als Brückenschaltung geschaltet, in dessen Mitte sich das Meßwerk mit einem Vollausschlag von 100 μA befindet.

Mit Hilfe der Widerstände R 21 bis R 23 kann in Verbindung mit dem Schalter S 2a eine zusätzliche dreifache Verstärkung erreicht werden. Der Meßbereichs-Endwert wird um den Faktor 3 verkleinert, d. h., daß sich die Auflösung entsprechend vergrößert. S 2b zeigt die Umschaltung über D 11 an.

Die elektronische Umschaltung von AC auf DC geschieht mit Hilfe des Kondensators C 3, in Verbindung mit R 24. Die Funktionsweise ist wie folgt:

Solange am Eingang des Multimeters eine Gleichspannung anliegt, fließt auch durch das Meßwerk ein entsprechender Gleichstrom — also auch durch R 21 bis R 23. Da C 3 für Gleichströme undurchlässig ist, hat R 24 praktisch keine Auswirkungen. Dies ändert sich, sobald Wechselspannungen verarbeitet werden.

Der Wert von C 3 ist nun so bemessen, daß bei Frequenzen von größer als 40 Hz dieser Kondensator praktisch einen Kurzschluß darstellt, so daß jetzt R 24 zu R 21 bis R 23 parallel geschaltet ist. Die Dimensionierung der Widerstände ist so ausgelegt, daß die Anzeige auf dem Meßwerk den korrekten Wert sowohl bei Gleichspannungen als auch bei sinusförmigen Wechselspannungen bzw. -strömen anzeigt. Die über C 3 bei Wechselspannungen bzw. -strömen erfolgende Parallelschaltung von R 24 zu R 21 bis R 23, ergibt sich aus den mathematischen Zusammenhängen von arithmetischen Mittelwerten zu Effektivwerten. Dies sei nur für die Experten unter unseren Lesern angemerkt, worauf jedoch an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden soll.

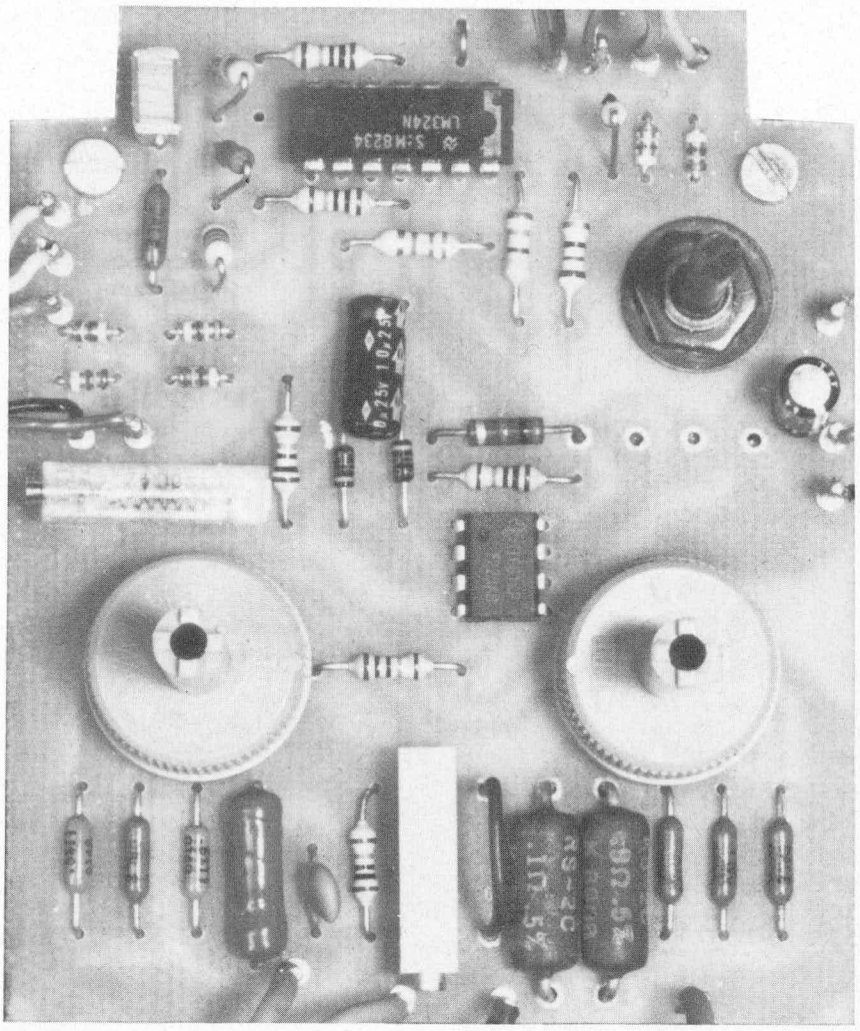
Die automatische Polaritätsanzeige erfolgt mit dem OP 3 in Verbindung mit D 7 und D 8. Liegt eine Wechselspannung an, leuchten beide LED's.

Eine Spannungsstabilisierung der Batterie-Versorgungsspannung ist nicht erforderlich, wohl aber ein Mittelpunkt, d. h., es wird eine Plus-/Minus-Versorgungsspannung benötigt. Damit der Spannungsmittelpunkt (bei ca. 4,5 V) möglichst verlustarm und präzise realisiert werden kann, ist hierzu OP 4 eingesetzt. Der in Verbindung mit R 26/R 27 und dem Pufferkondensator C 2 den genauen Versorgungs-Spannungsmittelpunkt erzeugt, der dann als Bezugspunkt (Schaltungsmasse) dient.

Zum Nachbau

Der Nachbau ist in gewohnter Weise durchzuführen. Es sind keine ungewöhnlichen Vorsichtsmaßnahmen zu beachten. Lediglich empfiehlt es sich, auf eine thermische Überhitzung der Halbleiter als auch der Meßwiderstände zu achten und diese sorgfältig zu vermeiden, da sich bei zu großer thermischer Belastung die Widerstandswerte unter Umständen geringfügig bleibend verändern können. Bei „normaler" Lötweise besteht hier jedoch keine Gefahr.

Die Schaltung kann anschließend in ein passendes Gehäuse eingebaut werden, in dem zweckmäßigerweise auch das Meßwerk (100 μA) eingesetzt wird. Entsprechende Meßwerke sind in den einschlägigen Fachgeschäften überall erhältlich. Eine Skalenscheibe läßt sich ebenfalls ohne großen Aufwand leicht selbst herstellen.



Ansicht der fertig bestückten Platine des „FET"-Multimeters

Stückliste FET Multimeter

Halbleiter

IC1 ..... TL 081
IC2 ..... LM 324
D1–D6 ..... 1N4148
D9, D10 ..... FDH 300
D7, D8, D11 ..... LED, rot, 5 mm

Meßwiderstände 0,5 %

R1 ..... 9 MΩ
R2 ..... 900 kΩ
R3 ..... 90 kΩ
R4 ..... 9 kΩ
R5 ..... 900 Ω
R6 ..... 90 Ω
R7 ..... 9 Ω
R8 ..... 0,9 Ω
R9 ..... 0,1 Ω
R10 .....0,012 Ω Widerstandsdraht

Widerstände

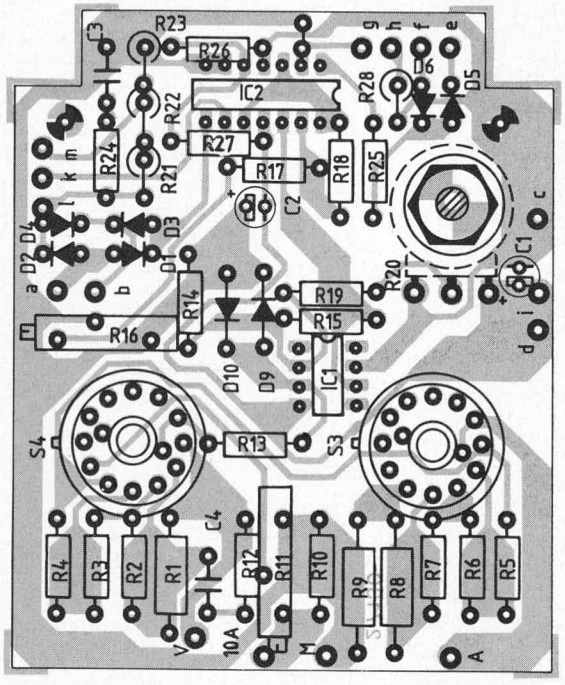
R11 ..... 10 kΩ Spindeltrimmer
R12–R15 ..... 100 kΩ
R16 ..... 5 kΩ Spindeltrimmer
R17 ..... 8,2 kΩ
R18 ..... 47 kΩ
R19 ..... 1 MΩ
R20 ..... 47 kΩ, Poti, lin, 4 mm Achse
R21–R23 ..... 3,3 kΩ
R24 ..... 90 kΩ
R25 ..... 470 Ω
R26, R27 ..... 100 kΩ
R28 ..... 1 kΩ

Kondensatoren

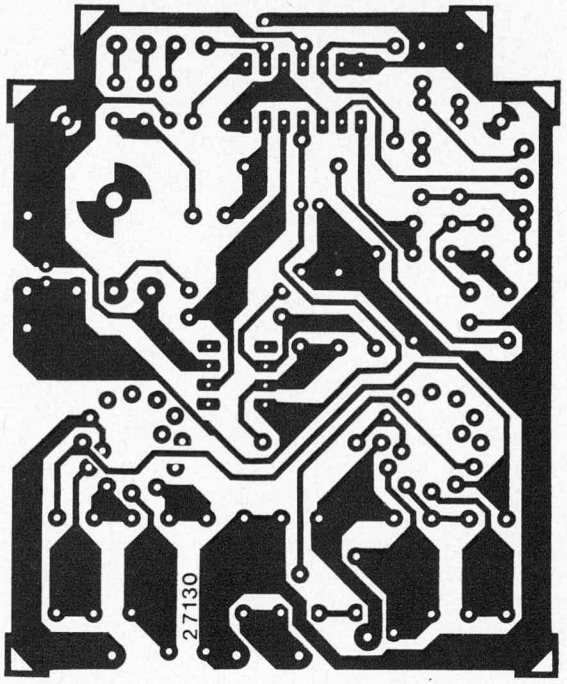
C1, C2 ..... 10 µF/16 V
C3 ..... 220 nF
C4 ..... 3,3 pF

Sonstiges

2 Präzisionsschalter ITT 6.2.S
1 Meßwerk 100 µA
1 9 V-Batterieclip
16 Lötstifte
4 Bananensteckerbuchsen
1 Kippschalter 1 x UM
1 Kippschalter 2 x UM
4 Distanzröllchen 20 mm



Bestückungsseite der Platine des „FET"-Multimeters



Leiterbahnseite der Platine des „FET"-Multimeters