

Dipl.-Ing. HELMUT HOFFRICHTER

**Elektrischer Aufbau****Digitalteil**

Das Digitalteil und A-D-Umsetzer im Bild 7 sind auf einer doppelseitig kaschierten Cevasitplatte untergebracht. Die Leitungsführung auf der Leiter- und der Bestückungsseite zeigen die Bilder 11 und 12; Bild 13 zeigt den Bestückungsplan. Auf dieser Platine steht senkrecht eine kleinere Leiterplatte (Bilder 14 und 15) mit den Anzeigeelementen. Im Bestückungsplan sind Durchkontaktierungen mit einem Kreuz markiert. Sie werden entweder mit einem kurzen Drotstück oder gleich mit dem entsprechenden Bauelementenschluß vorgenommen, der dazu auf beiden Seiten der Platine verlötet wird.

**Analogteil**

Der Analogteil einschließlich Eingangsteil für Frequenzmessung befindet sich auf einer einseitig kaschierten Cevasitplatte. Leiterseite und Bestückungsplan zeigen die Bilder 16 und 17.

Es muß darauf hingewiesen werden, daß unbedacht vorgenommene Änderungen in der Leitungsführung der Platine oder in der Geräteverdrahtung größere Meßfehler zur Folge haben können. Besonders empfindlich ist der elektrische Aufbau des Shuntnetzwerkes. So muß z. B. auf Grund der Verstärkung von 10 bei Strommessungen die Massezuleitung vom Shunt zum Meßverstärker frei von Betriebsströmen sein. Ist das nicht der Fall, dann ergeben sich zwangsläufig Meßfehler. So fallen beispielsweise an einem 10 cm langen und 2 mm breiten Leiterzug bei einem Strom von 10 mA etwa 0,2 mV ab. Das entspricht einem Anzeigefehler von 2 digit.

Ein weiteres Problem ist die Entstehung von Thermospannungen. Die Widerstände  $R_{20}$  bis  $R_{22}$  werden mit Konstantandrath gewickelt und mit den Kupferbahnen der Leiterplatte verlötet. Ein Kupfer-Konstantan-Element erzeugt aber eine Thermospannung von  $42,5 \mu\text{V/K}^\circ$ , was dazu führt, daß bei einer Temperaturerhöhung einer Lötstelle um 2 K bereits ein Fehler von 1 digit entsteht. Die Vorgänge, die zu Temperaturänderungen führen, sind recht unterschiedlich. Einerseits entsteht in den Widerständen Joulesche Wärme, die die Lötstelle aufheizt, und andererseits werden einige Lötstellen auf Grund des Peltier-Effektes gekühlt bzw. aufgeheizt, je nachdem, ob der Strom vom Kupfer zum Konstantan oder umgekehrt fließt. Welche Art von Effekt überwiegt, ist vom eingeschalteten Meßbereich, aber auch von der Temperaturverteilung durch die Anordnung verlustleistungserzeugender Bauelemente im Geräteinneren abhängig. Bei Änderungen sind diese Dinge unbedingt zu beachten.

Im Mustergerät hat es sich bewährt, auf Leiterbahnen zwischen den Widerständen zu verzichten,  $R_{22}$  aus einem recht massi-

ven Draht zu fertigen und einen großflächigen Masseanschluß vorzusehen. Zur Fertigung der Widerstände wird der Draht auf Keramikkörper größerer Widerstände gewickelt. Anschließend werden die Windungen mit Lack fixiert. Die Drahtenden werden in der Platine in dicht benachbarte Bohrungen gesteckt und gemeinsam verlötet. Auf der Platine sind weitere Lötinseln vorhanden, in denen die Anschlüsse der zum Wickeln benutzten Widerstandskörper mechanisch befestigt werden können. Die Widerstände sollten in ihrem Wert etwa 1% kleiner als angegeben vorgefertigt werden. Dadurch besteht die Möglichkeit eines einfachen nachträglichen Abgleichs mit einer Feile.

Die Analogplatte wird mit einer gleich großen, im Abstand von etwa 6 mm von der Leiterseite angeordneten kupferkaschierten HP-Platte abgeschirmt.

**Netzteil**

Zum Netzteil gehören der Anschlußteil, der Transformator und eine Platine mit den Gleichspannungsreglern. Leitungsführung und Bestückung der Platine sind in den Bildern 18 und 19 angegeben. Die Stelltransistoren für die Spannungen  $\pm 15\text{V}$  erhalten zur Ableitung der Verlustwärme je einen Kühlerström. Der Stelltransistor KD 501 für die Spannung 5 V wird mit der hinteren Montageplatte des Gestellaufbaus thermisch gekoppelt. Die elektrische Isolation muß dabei aber ausreichend spannungsfest sein, wenn Geräteschäden infolge von Durchschlägen der Meßspannung von der Schaltungsmasse über den Kollektor des KD 501 zum geerdeten Gehäuse verhindert werden sollen. Geeignet sind z. B. mehrschichtige Glimmerisolationen von Gehäuse und Befestigungsblech des Transistors.

Auf der Platine befinden sich die nicht zum Netzteil gehörenden Bauelemente zum Offsetabgleich des Meßverstärkers. Dadurch ist die Nullpunkteinstellung von außen durch eine Bohrung in der Rückwand möglich.

**Verdrahtung**

Bei der Verdrahtung ist besonders die Führung der Masseleitungen zu beachten. Es existieren getrennte Massen für den Analog- und den Digitalteil, die nur an einer Stelle zusammengeführt werden dürfen. Das geschieht aber bereits mit der Leitungsführung auf der Digitalplatte. Den Plan der Verdrahtung zeigt Bild 20.

Die Anschlußleitungen zum Meßbereichschalter werden vor dessen Montage angelötet und danach auf kürzestem Wege zu den Lötösen auf den Platinen bzw. zum Tastenschalter geführt. Alle von der Digitalplatte an den Tastenschalter führenden Leitungen können gebündelt werden. Sie sind aber so kurz wie möglich zu halten. Die Leitungen von den Buchsen zum Tastenschalter werden frei verlegt.

**Mechanischer Aufbau**

Der mechanische Aufbau wurde einfach gehalten, um einen problemlosen Nachbau zu gewährleisten. Einen Überblick vermittelt die Bilder 21 bis 23.

**Montage**

Das Gestellprinzip zeigt Bild 24. Durch zwei massive Aluminiumschienen (200 mm mal 15 mm  $\times$  8 mm) werden eine vordere und eine hintere Montageplatte miteinander verschraubt. Die hintere Montageplatte dient einmal zur Befestigung von Netztransformator, Sicherung, Netzschalter und Buchse für den Referenzfrequenzgang sowie der Erdungsbuchse. Zum anderen ist sie Kühlfäche zur Abführung der Verlustwärme des KD 501 des Netzteils. An der vorderen Montageplatte werden der Meßbereichschalter, die Eingangsbuchse und der Pegelregler befestigt. Die Analogplatte wird mit vier Abstandshülsen (20 mm mal  $\varnothing$  6 mm) von unten in die Aluminiumschienen geschraubt. Aus Stabilitätsgründen wird der Tastenschalter, der fest in die Analogplatte eingelötet ist, zusätzlich an der vorderen Montageplatte befestigt.

Die Netzteilplatte wird an einer Seite mit zwei Abstandshülsen in der Aluminiumschiene und an der anderen Seite mit einem Winkel an der hinteren Montageplatte befestigt.

Damit alle Bauelemente leicht zugänglich sind, wurde die Digitalplatte klappbar angeordnet.

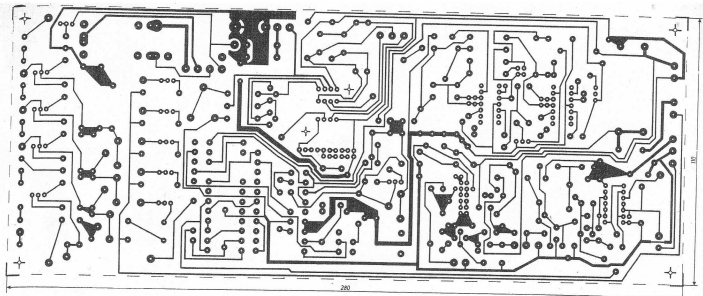
**Gehäuse**

Das Gehäuse besteht aus zwei Halbschalen, der Frontplatte und der rückseitigen Blende. Als Material eignet sich 1 mm dickes Aluminiumblech. Die Frontplatte besitzt die entsprechenden Ausschnitte für die Bedienelemente, die Buchsen und das Sichtfenster. In das Sichtfenster wird zur Kontrastverbesserung eine rot gefärbte Placrylscheibe eingepoßt.

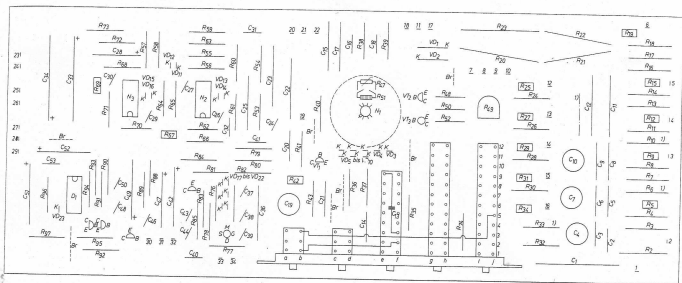
Die Beschriftung kann mit Ausziehtusche vorgenommen werden. Zum Schluß ist die Frontplatte dann mit einem geeigneten Klarlack zu überziehen oder mit einer 0,5 mm dicken Decilithfolie zu schützen. In gleicher Weise wird auch mit der rückseitigen Blende verfahren.

Die Gehäusehalbschalen werden an den Seiten zwischen der Aluminiumschiene und einem Zierstreifen (215 mm  $\times$  15 mm mal 2 mm) mit je zwei M4-Linsenkopfschrauben festgeklemt. Zur Luftzirkulation werden im hinteren Teil der Schalen Lüftungsoffnungen (Bohrungen, Schlitz) angebracht.

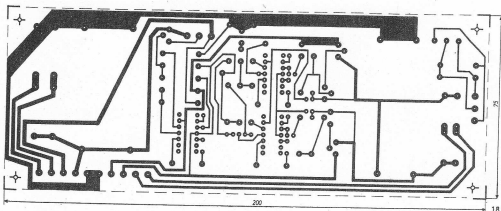
Zur Aufstellung des Gerätes dient ein Haltebügel (Profil: 2 mm  $\times$  15 mm) aus Aluminium, der in mehreren Stellungen eingesetzt werden kann.



16



17



18

Bild 11: Digitalplatte, Leiterseite

Bild 12: Digitalplatte, Bestückungsseite

Bild 13: Digitalplatte, Bestückungsplan

Bild 14: Anzeigeplatte, Leiterseite

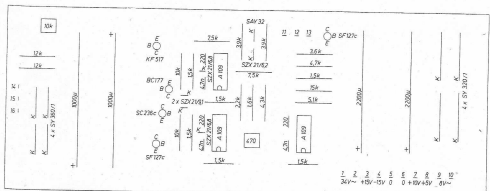
Bild 15: Anzeigeplatte, Bestückungsplan

Bild 16: Analogplatte, Leiterseite

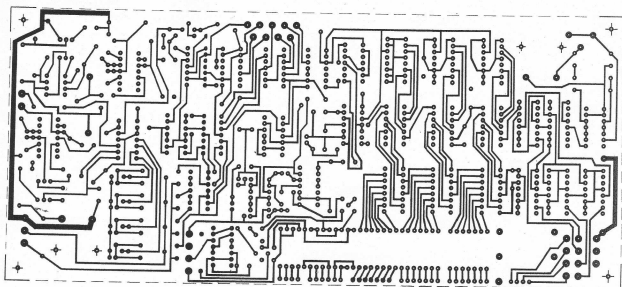
Bild 17: Analogplatte, Bestückungsplan

Bild 18: Netzteilplatte, Leiterseite

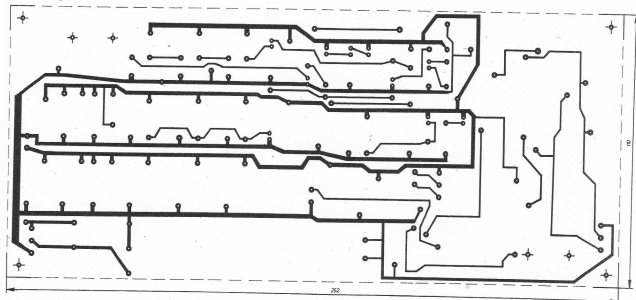
Bild 19: Netzteilplatte, Bestückungsplan



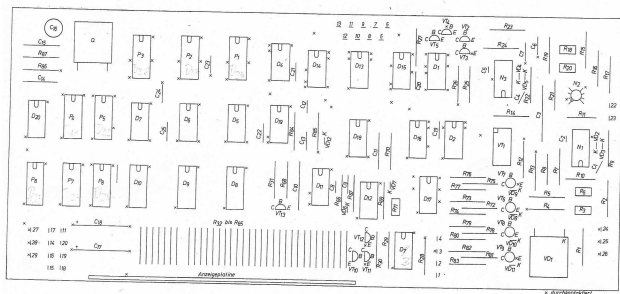
19



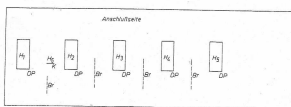
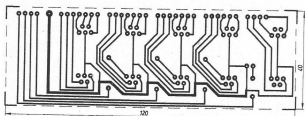
11



12



13



14 / 15

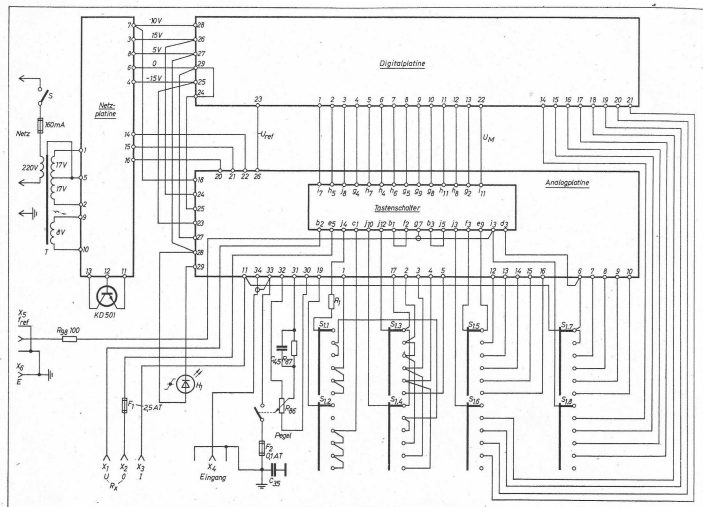


Bild 20: Verdrahtungsplan

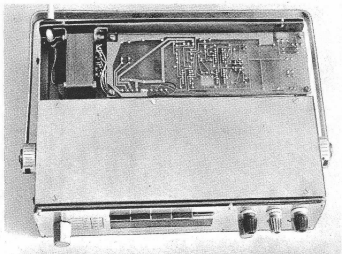
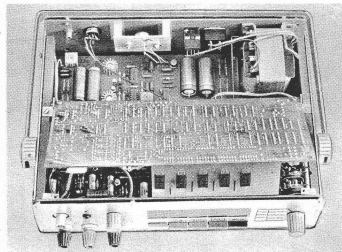
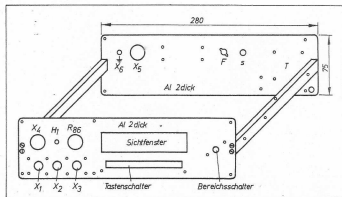


Bild 21: Ansicht des fertigen Gerätes

Bild 22 (unten): Innenaufbau von oben

Bild 23 (unten rechts): Innenaufbau von unten

Bild 24: Gestellaufbau



Tafel 4: Abgleichvorschrift

Pos. Nr.	Schalterstellung	Meßgerät	Meßpunkt	einstellen mit	auf	sonstige Maßnahmen	Bemerkungen	
<b>Netzteileplatte</b>								
1	—	Digitalvoltmeter	LO <sub>3</sub> — LO <sub>2</sub>	Sollwertregler	15,0 V	Netzteil von der übrigen Schaltung abtrennen	Belastungsprüfung mit 50 mA ergibt keinen Spannungsrückgang	
2	—	Digitalvoltmeter	LO <sub>3</sub> — LO <sub>2</sub>	—	—15 V (Kontrolle)	—	—	
3	—	Digitalvoltmeter	LO <sub>3</sub> — LO <sub>2</sub>	—	5 V (Kontrolle)	—	Belastungsprüfung mit 1 A ergibt Spannungsrückgang von < 2%	
4	—	Digitalvoltmeter	LO <sub>3</sub> — LO <sub>2</sub>	—	10 V ± 10% (Kontrolle)	—	—	
<b>Digitalplatte</b>								
5	Hz	Universalzähler	D <sub>21</sub> , Pin 8 — LO <sub>29</sub>	C <sub>14</sub>	1 000,000 kHz	—	—	
6	Hz	Universalzähler	g <sub>1</sub> — LO <sub>29</sub>	R <sub>11</sub>	20,0 kHz	—	Tastverhältnis von 0,5 mit Oszilloskop kontrollieren	
7	—	Universalzähler	D <sub>11</sub> , Pin 8 — LO <sub>29</sub>	—	—	—	Periodendauer von T ≈ 0,3 s durch Zeitmessung kontrollieren	
8	V	Digitalvoltmeter invertierender Eingang	N <sub>2</sub> — LO <sub>29</sub>	R <sub>18</sub>	0,0 mV	Leitung von I <sub>11</sub> ablösen und an LO <sub>29</sub> anlöten	—	
9	V	Oszilloskop	N <sub>3</sub> , Pin 10 — LO <sub>21</sub>	R <sub>20</sub>	—	Nichtansprechen des Komparators	Einstellung bleibt nicht stabil	
10	V	Digitalvoltmeter	V <sub>1</sub> , Pin 8 — LO <sub>24</sub>	R <sub>1</sub>	2,000 V	—	Abgleich ist vorläufig	
11	V	Digitalvoltmeter	LO <sub>21</sub> — LO <sub>24</sub>	R <sub>4</sub>	—2,000 V	—	—	
12	—	—	—	—	—	Die in Pos. 8 genannten sonstigen Maßnahmen rückgängig machen	—	
<b>Analogplatte</b>								
Pos. Nr.	Schalterstellung	Meßgerät	Meßpunkt	Einspeisepunkt	Einspeisung	einstellen mit	auf	Bemerkungen
13	—	Thermometer	Thermostat	—	—	R <sub>22</sub>	etwa 50 °C	Heizzeit ≈ Abkühlungszeit Schaltperiode: 100...300 s
14	V	Digitalvoltmeter	I <sub>11</sub> — X <sub>2</sub>	—	—	R <sub>14</sub>	0,0 mV	Abgleichpunkt ist nicht stabil max. Drift ± 0,3 mV Heizperiode
15	V	Digitalvoltmeter	X <sub>1</sub> — X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> — X <sub>2</sub>	—1,000 V	R <sub>3</sub> auf der Digitalplatte	Anzeige von —1,000 V	Abgleichhandlungen beeinflussen sich gegenseitig und sind darum ein- bis zweimal zu wiederholen
16	2	—	—	—	1,000 V	R <sub>5</sub> auf der Digitalplatte	Anzeige von 1,000	Eingangsspannung vorzugsweise aus chemischer Spannungsquelle
17	V	—	—	—	100,0 mV	R <sub>10</sub>	Anzeige von 1,000	die Größe der Eingangsspannung ist ein Richtwert
18	V	—	—	—	10,00 V	R <sub>5</sub>	Anzeige von 10,00	Eingangsspannungen vorzugsweise aus chemischer Spannungsquelle
19	V	Digitalvoltmeter	X <sub>1</sub> — X <sub>2</sub>	Schleifer R <sub>3</sub>	10,00 V	R <sub>9</sub>	Anzeige von 100,0	—
20	V	Digitalvoltmeter	LO <sub>3</sub> — X <sub>2</sub>	—	10,00 V	R <sub>12</sub>	Anzeige von 1,000	—
21	V <sub>1</sub> AC, s	—	—	—	—	R <sub>17</sub>	Anzeige auf 9000	—
22	V <sub>1</sub> AC, s	Digitalvoltmeter	X <sub>1</sub> — X <sub>2</sub>	—	1,500 V 1 kHz	R <sub>19</sub>	Anzeige auf 1,500	—
23	V <sub>1</sub> AC, s	—	—	—	100,0 mV 35 kHz	C <sub>19</sub>	Anzeige auf 1,000	Kontrolle bei anderen Frequenzen
24	V <sub>1</sub> AC, s	Digitalvoltmeter	LO <sub>1</sub> — X <sub>2</sub>	—	10,00 V 100 Hz	R <sub>15</sub>	Anzeige auf 1,000	die Größe der Eingangsspannung ist ein Richtwert
25	—	—	—	—	10,00 V 20 kHz	C <sub>10</sub>	Anzeige auf 1,000	bei Anschlagstellung eines Trimmers muß die Größe von C <sub>11</sub> + C <sub>12</sub> korrigiert werden
26	V <sub>1</sub> AC, s	Digitalvoltmeter	LO <sub>3</sub> — X <sub>2</sub>	—	10,00 V	C <sub>7</sub>	Anzeige auf 100,0	—
27	V <sub>1</sub> AC, s	Digitalvoltmeter	LO <sub>2</sub> — X <sub>2</sub>	—	10,00 V	C <sub>4</sub>	Anzeige auf 10,00	—
28	kΩ	—	X <sub>1</sub> — X <sub>2</sub>	—	100 Ω	R <sub>13</sub>	Anzeige auf 1,000	Die angegebenen Widerstandswerte sind Richtwerte. Sie müssen vorher direkt genau bestimmt werden
29	kΩ	—	—	—	1 000 Ω	R <sub>27</sub>	Anzeige auf 1,000	—
30	kΩ	—	—	—	10,00 kΩ	R <sub>29</sub>	Anzeige auf 10,00	—
31	kΩ	—	—	—	100,0 kΩ	R <sub>21</sub>	Anzeige auf 100,0	—
32	kΩ	—	—	—	1 000 kΩ	R <sub>24</sub>	Anzeige auf 1 000	—

Fortsetzung auf Seite 226

## Inbetriebnahme und Abgleich

Zur Erstinbetriebnahme empfiehlt sich ein Betrieb mit externen Stromversorgungsgeräten mit elektronischer Strombegrenzung. Nur auf diese Weise lassen sich Bauelementeschäden auf Grund von Verdrehungen und Bestückungsfehlern einigermaßen sicher vermeiden.

Die Abgleicharbeit setzt voraus, daß alle Funktionsstufen intakt sind, das Gerät völlig ausgetrocknet (Abdecklack auf den Platinen) und etwa 30 min eingeschaltet ist.

An Geräten werden ein genaues DC-AC-I-R-Digitalvoltmeter, ein 20-MHz-Breitbandoszilloskop, ein Universalzähler, eine regelbare Stromquelle 0...1 A und ein Sinusgenerator 10 V, 30 Hz...30 kHz benötigt. Weiterhin sind mehrere Vergleichswiderstände der Größe von jeweils etwa der Hälfte jedes Widerstandsmeßbereichs und eine Gleichspannungsquelle 0...10 V, R<sub>1</sub> ≤ 100 Ω erforderlich, wobei eine chemische Spannungsquelle vorzuziehen ist. Das Vorgehen beim Abgleich wird durch Tafel 4 angegeben.

Nach dem Abgleich erfolgt eine Prüfung der wichtigsten Parameter und Forderungen:

- Ein Eingangswiderstand von > 1 GΩ in den Bereichen 0,2 V und 2 V liegt vor, wenn der angezeigte Wert einer Spannung nach Verschalten eines Widerstandes von 10 MΩ um weniger als 1% zurückgeht.
- Bei Frequenzmessungen muß eine Eingangsspannung von 50 mV (eff) im gesamten Bereich von 10 Hz bis 22 MHz zur Triggereingabe des Zählers sein.

## Schutzgüte [10] [11]

Grundsätzlich gilt, daß der Hersteller eines Gerätes die geltenden sicherheitstechnischen Bestimmungen einhalten muß. Bei dem hier beschriebenen Multimeter ergeben sich einige Besonderheiten, die neben einigen allgemein gültigen Forderungen nachfolgend genannt werden.

- Als Schutzmaßnahme wurde die Nullung der betriebsmäßig nicht spannungsführenden Teile vorgesehen. Der Netzanschluß erfolgt über einen Schutzkontaktstecker.
- Zur Verdröpfung der Niederspannung führenden Teile im Eingangsteil sollte zweckmäßigerweise flexibler Draht verwendet werden, wobei aber Spannungsfestigkeit und Querschnitt ausreichend dimensioniert sein müssen.
- Die Spannungsfestigkeit von C<sub>1</sub> und C<sub>35</sub> muß 1 000 V und die von C<sub>2</sub> bis C<sub>4</sub> 630 V betragen.
- Um Erdfrei messen zu können, muß der gesamte elektronische Teil spannungsfest (U<sub>1</sub> = 1 500 V) vom geerdeten Gehäuse getrennt sein. Für Frequenz- und Zeitmessungen ist eine erdfreie Messung nicht möglich, weil die Eingangsbusche auf die geerdete Montageplatte aufgeschraubt ist. Die Verbindung von Schaltungsmasse und Netzeder wird mit einem Kontakt des mit dem Pegelregler R<sub>26</sub> gekoppelten Schalters hergestellt. Ein Anlegen einer erdbezogenen Spannung an die Buchsen X<sub>2</sub> oder X<sub>3</sub> bei geschlossenem Kontakt führt zum Abschmelzen der Sicherung F<sub>2</sub>.
- Das Schalterpotentiometer R<sub>24</sub> muß mit Hilfe einer Plastzwischenlage isoliert

aufgebaut werden. Die Madenschraube des Drehknopfes darf nicht zufällig berührt werden können.

- In den nichtdurchbrochenen Bereich der Gehäusehalbschalen werden Isolierstoffplatten von etwa 1 mm Dicke eingeklebt.

#### Abschließende Bemerkungen

Das Schaltungskonzept ist eine einfache und nachbarsichere Variante eines Digitalmultimeters mit hohem Gebrauchswert. Auf Besonderheiten, die mit hohem Aufwand nur geringe Verbesserungen bringen würden, wurde verzichtet. Wegen der getrennten Taktversorgung kann der Frequenzmeßteil bei Nichtgebrauch weggelassen bzw. später nachgerüstet werden.

Das Gerät ist nunmehr ein Jahr im Einsatz. Dabei hat sich die Kalibrierfreiheit bestätigt. Nach dem Einschalten beträgt der Nullpunktfehler im 0,2-V-Gleichspannungsbereich nur 2 digit und verswindet mit dem Aufheizen des Thermostaten in etwa 2 Minuten.

Die Ziffernanzeige ist ruhig und ergibt ein angenehmes Arbeiten. Ein Springen der letzten Stelle um  $\pm 1$  digit, wie es bei vielen anderen Geräten ingemommen werden muß, ist nicht vorhanden.

Pos. Nr.	Schalterstellung	Meßgerät Meßpunkt	Einspeisepunkt	Einspeisung	einstellen mit	einstellen auf	Bemerkungen
33	mA 2 000	Ringschaltung von $X_1$ - Digitalvoltmeter - Stromquelle 0...1 A - $X_2$		1,000 A	$R_{21}$	Anzeige auf 1 000	Die angegebenen Stromstärken sind Richtwerte
34	mA 200			100,0 mA	$R_{21}$	Anzeige auf 100,0	Der Abgleich von $R_{20}$ bis $R_{21}$ erfolgt durch Belasten der Widerstandsschaltung
35	mA 20			10,00 mA	$R_{21}$	Anzeige auf 10,00	
35	mA 2			1,000 mA	$R_{21}$	Anzeige auf 1,000	
37	mA 0,2			100,0 mA	$R_{19}$	Anzeige auf 100,0	

#### Literatur

- [1] Tietze, G.: Analog-Digital-Umsetzer der elektronischen Meßtechnik, radio fernsehen elektronik, Berlin 21 (1972) 19, S. 620-623; 20, S. 670-673; 21, S. 689-692; 22, S. 736-740; 23, S. 776-779
- [2] Gimmel, B.: AD- und DA-Wandler-Verfahren und ihre Anwendung, Neue Technik, Zürich 14 (1972) 3, S. 80-84; 4, S. 103-111
- [3] Eckert, K.: Störspannungen bei digitaler Meßwertfassung und ihre Unterdrückung, radio fernsehen elektronik, Berlin 24 (1975) 17, S. 355 bis 358
- [4] Kühn, E.; Schmied, H.: Integrierte Schaltkreise, Berlin: VEB Verlag Technik 1974
- [5] Krause, H.; Jonas, D.: Analogschalter und -multiplexer mit MOSFET, radio fernsehen elektronik, Berlin 29 (1980) 8, S. 521-524
- [6] Müller, D.: Integrierter Verstärker mit hochohmiger FET-Eingang, Elektronisches Jahrbuch 1980, S. 110-116, Berlin: Militärverlag der DDR
- [7] Kühnel, C.: Präzisionsgleichrichter mit Operationsverstärkern, radio fernsehen elektronik, Berlin 27 (1978) 6, S. 398 und 397
- [8] Bähme, R.: Anwendungen des Operationsverstärkers MOV 101, radio fernsehen elektronik, Berlin 20 (1971) 16, S. 522-524; S. 534 und 535
- [9] Papst, D.: Moderne Dualspannungsnetzteile, radio fernsehen elektronik, Berlin 25 (1976) 23, S. 770-773
- [10] TGL 200-0602 Bl. 3: Schutzmaßnahmen gegen zu hohe Berührungsspannung an betriebsmäßig nicht spannungsführenden Teilen
- [11] TGL 14 283 Bl. 7: Elektronische Meßgeräte, Sicherheitstechnische Forderungen und Prüfungen

## Einfacher Tester für DIP-Schalter

Um vor der Bestückung von Leiterplatten die Funktion eines DIP-Schalters nach einmal überprüfen zu können, wird eine einfache Testschaltung mit zufriedenstellender Aussage benötigt. Denkbar ist der Einsatz eines Durchgangsprüfers, der nacheinander die einzelnen Kontakte abtastet. Damit werden aber nicht alle Fehlermöglichkeiten erfaßt.

Bild 1 zeigt eine einfache Testschaltung aus [1], die drei Fehlerarten erkennt:

- zwei benachbarte Schalter sind miteinander kurzgeschlossen
- ein geschlossener Schalter gibt keinen Kontakt
- ein geöffneter Schalter gibt Kontakt.

Die Anzeige der Fehler erfolgt mit einer Leuchtdiode, die wie üblich über einen Vorwiderstand  $R_V$  aus einer 4,5-V-Flachbatterie gespeist wird. Die Aufnahme der DIP-

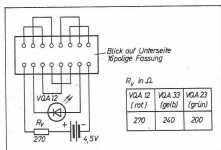


Bild 1: Testschaltung für achtpolige DIP-Schalter

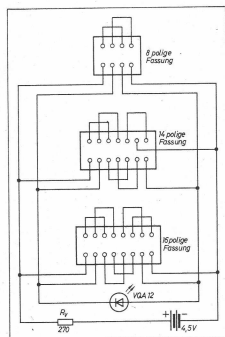


Bild 2: Testschaltung für vier-, sieben- und achtpolige DIP-Schalter

Schalter erfolgt in einer IS-Fassung bzw. in einer Schnellwechselfassung, die für einen achtpoligen DIP-Schalter entsprechend den Angaben in Bild 1 verdrahtet werden muß. Die einzelnen Schalter sind in Reihe geschaltet.

Der Testvorgang beginnt mit dem Stecken des DIP-Schalters, nach dem dieser vorher in die Stellung „geschlossen“ gebracht wurde. Sind alle acht Schalterelemente in Ordnung, dann leuchtet die LED auf. Bei dem durchgeführten Test wurde simuliert, daß das einzelne Schalterelement einen geringen Durchgangswiderstand hat und daß zwei benachbarte Schalterelemente voneinander isoliert sind. Jeder dieser beiden Fehler führt zum Verlöschen der LED. Zur Überprüfung der dritten Fehlerart müssen die einzelnen Schalterelemente geschlossen und geöffnet werden. In der geöffneten Schalterstellung eines einzelnen Schalterelementes muß die LED verlöschen.

Die Schaltung in Bild 2 ist eine Erweiterung auf DIP-Schalter mit vier, sieben und acht Schalterelementen. Die Testschaltung eignet sich für einzelne und mechanisch gekoppelte Schalterelemente mit den Funktionen „Schließer“ bzw. „Öffner“. Durch die Verwendung einer Flachbatterie ist ein mobiler Einsatz möglich. Der Vorwiderstand richtet sich nach den Kennwerten der eingesetzten LED.

Günter Turinsky

#### Literatur

- [1] Strom, St.: Low-cost test checks DIP switches, Electronics, New York 53 (1980) 4, S. 117