



# Prozessor-Digital-Multimeter DMM7002

Teil 4

4 3/4stelliges mikroprozessorgesteuertes Digital-Multimeter mit V 24-Schnittstelle und Druckeranschluß.

*Im vierten und abschließenden Teil dieser Artikelserie stellen wir Ihnen den Nachbau und die Inbetriebnahme dieses anspruchsvollen Digital-Multimeters vor.*

## Zum Nachbau

Gemessen am Schaltungsumfang ist der Nachbau dieses anspruchsvollen mikroprozessorgesteuerten Digital-Multimeters vergleichsweise einfach. Sämtliche Bauelemente sind auf 4 übersichtlich gestalteten Leiterplatten untergebracht. Die Stromversorgung erfolgt über einen vergossenen Netztransformator mit integrierter Sicherung und Netzanschlußschnur, bei dem keine gefährlichen Spannungen berührbar sind. Lediglich die vom Netz galvanisch getrennten Niederspannungs-Sekundärwicklungen werden elektrisch mit der Basisplatine des DMM 7002 verbunden. Durch diese zukunftsweisende Netzversorgung wird eine besonders hohe Sicherheit sowohl beim



und Leitungstreibern (einseitige Leiterplatte).

Da es sich, wie von ELV gewohnt, um eine ausgereifte und damit sehr nachbausichere Konstruktion handelt, die auch in Serie industriell gefertigt wird, ist auch der Selbstbau problemlos möglich. Etwas Praxis im Aufbau anspruchsvoller elektronischer Schaltungen vorausgesetzt, ist das DMM 7002 innerhalb von ca. 10 h zu fertigen.

Auf der Abschirmplatine befinden sich keinerlei Bauelemente, so daß wir auf diese Platine erst zum Zeitpunkt ihrer Montage eingehen.

Die Bestückung der übrigen 4 Leiterplatten wird in gewohnter Weise anhand der Bestückungspläne vorgenommen. Im Anschluß an die allgemeine Beschreibung gehen wir auf Besonderheiten bei der Bestückung der einzelnen Platinen ein, gefolgt vom Zusammenbau der gesamten Konstruktion.

Zuerst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Bestückungsseiten der Platinen gesetzt und auf den Leiterplattenunterseiten verlötet. Aufgrund der Durchkontaktierungen ist auch bei den 3 großen Leiterplatten ein Löten auf der Bestückungsseite nicht erforderlich. Wie gewohnt werden die Bauelemente nur auf den Platinenunterseiten angelötet. Darüber hinaus konnte auf den Einsatz von Brücken (nur 11 Stück auf der Schnittstellenplatine) fast vollständig verzichtet werden aufgrund des Einsatzes von doppelseitigen, durchkontaktierten Platinen, wodurch sich der Aufbau weiter vereinfacht.

Kommen wir nun zu einigen Besonderheiten beim Nachbau:

### 1. Basisplatine

Der 5 V-Festspannungsregler IC 33 wird in Verbindung mit einem U-Kühlkörper

eingesetzt. Hierzu werden die 3 Anschlußbeinchen des IC 33 entsprechend der Abbildung ca. 3 mm vom Gehäuse entfernt im rechten Winkel abgelenkt, durch die Längsbohrung des U-Kühlkörpers gesteckt und in die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte gesetzt. Mit einer Schraube M 3 x 6 mm, die von der Bestückungsseite aus durch das IC 33, den Kühlkörper und die Leiterplatte zu stecken ist, wird die Konstruktion von unten mit einer Mutter M 3 fest verschraubt. Anschließend erfolgt das Verlöten der 3 Anschlußbeinchen. Der 25polige Submin-D-Stecker (BU 1) wird in die zugehörigen Bohrungen gesetzt und fest angedrückt. Unter Zugabe von reichlich Lötzinn sind nun zunächst die links und rechts angeordneten Befestigungs-Lötschwerter anzulöten. Danach erfolgt das Verlöten aller 25 Kontakte auf der Platinenunterseite, um einen optimalen Halt des ansonsten nicht weiter befestigten Steckers zu erreichen.

Es folgt die Montage des Netztransformators. Die 230 V-Primärseite ist direkt mit einer Netzzuleitung, an deren Ende sich ein Euro-Stecker befindet, versehen. Direkt am Transformator sind über Lötschwerter lediglich die 3 Sekundär-Niederspannungswicklungen zugänglich (zweimal 8 V/0,7 A und einmal 9 V/0,1 A). Der Netztransformator TR 1 wird so auf die Leiterplatte gesetzt, daß die Lötschwerter in die entsprechenden Bohrungen fallen und die Netzzuleitung mit Knickschutztülle und Zugentlastung zur Rückseite weist. Mit 4 Schrauben M 3 x 6 mm, die von der Platinenunterseite aus durch die zugehörigen Bohrungen geführt werden sowie 4 Muttern M 3 wird der Transformator mechanisch befestigt. Erst jetzt erfolgt das Verlöten der Trafo-Anschlüsse.

### 2. Anzeigenplatine

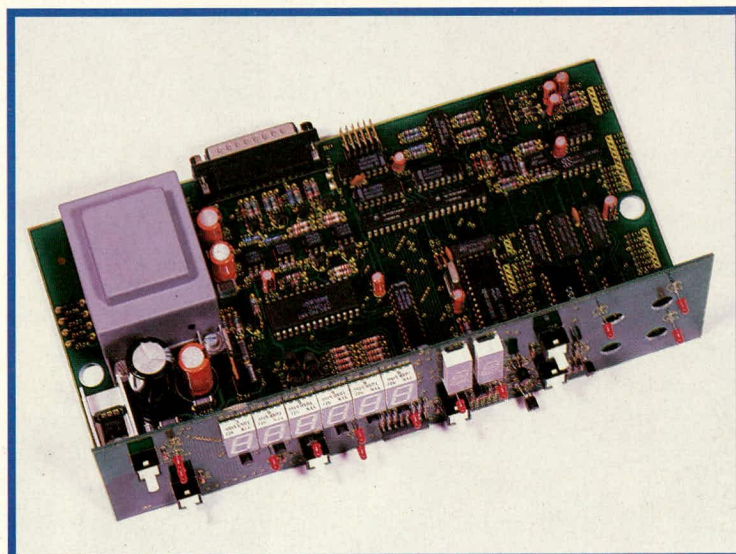
Bei der Bestückung dieser Platine sind

Aufbau, der Inbetriebnahme, wie auch beim späteren Einsatz erreicht.

Bevor mit den Aufbauarbeiten begonnen wird, empfiehlt es sich, die Bauanleitung zunächst einmal vollständig durchzulesen, um sich mit dem Gerät vertraut zu machen.

Doch kommen wir nun zum eigentlichen Aufbau, für den insgesamt 5 Leiterplatten benötigt werden.

1. Basisplatine mit dem Netztransformator (doppelseitig durchkontaktiert)
2. Anzeigenplatine mit Bedientastern (doppelseitig durchkontaktiert)
3. Relaisplatine mit A/D-Wandler (doppelseitig durchkontaktiert)
4. Abschirmplatine zur Relaisplatine (einseitige Leiterplatte ohne Bauteile)
5. Schnittstellenplatine mit Optokopplern



**Ansicht des fertig aufgebauten Prozessor-Digital-Multimeters DMM 7002, ohne Frontplatte mit abgenommener Gehäuseoberhalb-schale**

keine nennenswerten Besonderheiten zu beachten. Lediglich beim Einsetzen der 12 roten, 3 mm Leuchtdioden ist zu berücksichtigen, daß der Leuchtdiodenkopf nicht weiter aus der Leiterplatte herausragt als die Frontflächen der 7-Segment-Anzeigen.

Als nächstes wird die Anzeigenplatine mit der Basisplatine verbunden. Hierzu ist die Anzeigenplatine im rechten Winkel mit ihrer Platinenrückseite direkt an die Basisplatine zu setzen und zwar so, daß die untere Begrenzung der Anzeigenplatine ca. 1,5 mm unterhalb der Platinenunterseite der Basisplatine hervorsteht. Anschließend erfolgt das Verlöten der entsprechenden Leiterbahnen von Anzeigen- und Basisplatine auf der Platinenunterseite. Hierbei ist darauf zu achten, daß sich keine Lötzinnbrücken zwischen den verschiedenen Leiterbahnen bilden.

### 3. Relaisplatine

Die einzige Besonderheit bei der Bestückung dieser Platine liegt in dem Einsetzen der Lötstifte ST 215 sowie ST 228 bis 234. Diese Lötstifte werden nicht, wie alle übrigen Teile, auf der Bestückungsseite, sondern auf der gegenüberliegenden Seite eingesetzt und dienen zur Verbindung mit der Abschirmplatine. Letztere wird zu einem späteren Zeitpunkt, wenn alle Platinen bereits elektrisch und mechanisch miteinander verbunden sind, mit ihrer Kupferseite nach außen weisend, über die betreffenden Lötstifte gesetzt und festgelötet. Hierauf gehen wir später noch näher ein.

### 4. Schnittstellenplatine

Neben der 25poligen Submin-D-Buchse

(BU 301), die in gleicher Weise wie die bereits beschriebene Buchse BU 1 eingesetzt und verlötet wird, sind lediglich die beiden Alu-Winkel an der Platinenaußenseite anzuschrauben. Hierzu werden die Winkel auf die Bestückungsseite gesetzt und mit je einer Schraube M 3 x 6 mm sowie einer Mutter M 3 auf der Leiterbahnseite fest verschraubt. Über diese beiden Aluwinkel erfolgt später die mechanische Befestigung an der Gehäuserückwand des DMM 7002.

### 5. Platinenverbindungen

Die elektrischen Verbindungen zwischen den einzelnen Leiterplatten werden mit isolierten Leitungen vorgenommen.

Die Basisplatine wird über 3 ca. 50 mm lange Flachbandleitungen mit der Relaisplatine verbunden. Von einer 20adrigen Flachbandleitung werden 7 Adern, 9 Adern sowie 4 Adern abgetrennt, an ihren Enden von der Isolierung befreit und in die entsprechenden Bohrungen beider Platinen gesetzt und verlötet. Die miteinander zu verbindenden 20 Punkte befinden sich beim späteren Einbau der Relaisplatine direkt übereinander. Eine 21. Verbindungsleitung mit einer Länge von 250 mm wird vom Platinenanschlußpunkt ST 203 der Anzeigenplatine zum Anschlußpunkt ST 118 der Basisplatine gezogen (direkt hinter dem Spannungsregler IC 32).

Entsprechend der Abbildung wird nun die Schnittstellenplatine (Parallelschnittstelle) über die beiden Aluwinkel auf der Innenseite der Gehäuserückwand angeschraubt. 2 Schrauben M 3 x 6 mm werden hierzu von der Rückwand-Außenseite durch

die zugehörigen Bohrungen gesteckt, die Befestigungs-Aluwinkel von der Innenseite aus darübersetzt und die ganze Konstruktion mit 2 Muttern M 3 fest verschraubt. Bevor nun die Basisplatine mit der daran bereits befestigten Anzeigenplatine in die Gehäuseunterhalbschale gesetzt werden kann, ist zunächst die Frontplatte vorzubereiten.

Die 4 Polklemmen (3 x rot und 1 x schwarz für Masse) werden von der Frontseite aus durch die zugehörigen Bohrungen in der Frontplatte gesteckt und auf der Innenseite fest verschraubt. Anschließend werden 4 jeweils 100 mm lange isolierte Leitungsabschnitte mit einem Querschnitt von mindestens 1,5 mm<sup>2</sup> an die Lötanschlüsse der Buchsen gelötet.

Alsdann ist die Frontplatte vor die Anzeigenplatine zu setzen, wobei die Anschlussleitungen der 4 Meßbuchsen durch die großen Durchführungsbohrungen der Anzeigenplatine zu stecken sind.

Anschließend wird von der Geräteinnenseite aus ein 30 mm langer Widerstandsdraht-Abschnitt direkt von der 20 A-Polklemme zur Masse-Polklemme gelötet. Dieser Widerstandsdraht ist an beiden Seiten

**Ansicht der fertig bestückten und zusammengesetzten Platinen des DMM 7002. Die rechts abgebildete Leiterplatte wird später umgedreht und von oben über die Basisplatine gesetzt.**

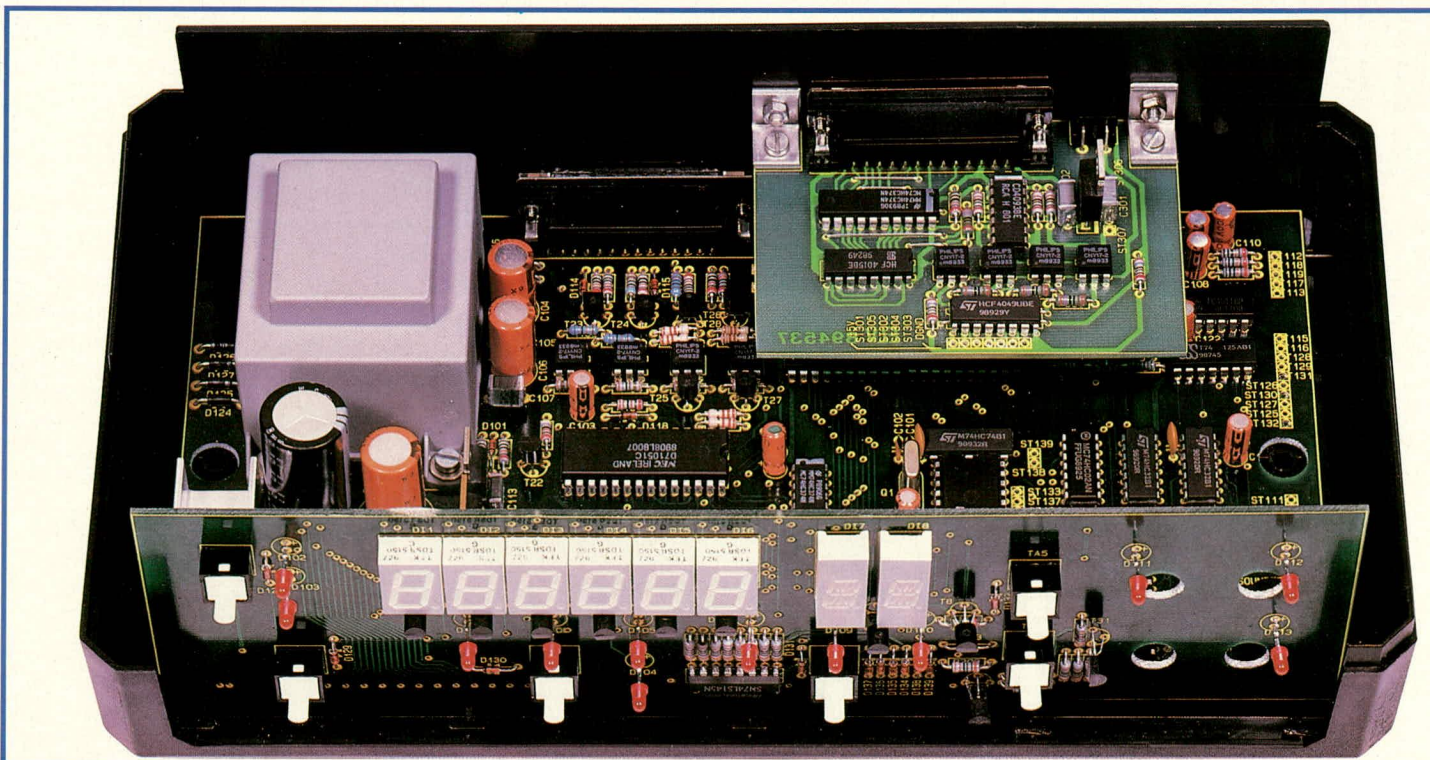


Tabelle						
Befehlsatz des DMM 7002					Beispiel	
Befehl	Parameter	Antwort des DMM	Wertebereich	Bedeutung	Befehl	Antwort des DMM
C	1 ASCII-Zeichen		„A“ „D“	AC-Messung vorgeben DC-Messung vorgeben	CA	AC-Messung
c		1 ASCII-Zeichen	„A“ „D“	Gleich- o. Wechselmessung lesen AC-Messung DC-Messung	c	D
A	1 ASCII-Zeichen		„M“ „H“ „V“	Betriebsarteneinstellung vorgeben Manuell Halbautomatik Vollautomatik	AH	Betriebsarteneinstellung auf Halbautomatik
a		1 ASCII-Zeichen	„M“ „H“ „V“	Betriebsarteneinstellung lesen Manuell Halbautomatik Vollautomatik	a	V
M	1 ASCII-Zeichen		„U“ „I“ „R“	Meßart vorgeben Spannungsmessung Strommessung Widerstandsmessung	MU	Spannungsmessung
m		1 ASCII-Zeichen	„U“ „I“ „R“	Meßart lesen Spannungsmessung Strommessung Widerstandsmessung	m	I
S	1 ASCII-Zeichen		„M“ „S“	Status DMM vorgeben Messung (aktiv) Standby (passiv)	SM	DMM aktivieren
s		1 ASCII-Zeichen	„M“ „S“	Status DMM lesen Messung (aktiv) Standby (passiv)	s	S
W	2 ASCII-Zeichen		00..18	Meßbereich vorgeben 0..4 : 300mV..1000V 5..10 : 300µA..20A 11 : Diodenflußspannung 12 : Durchgangsprüfer 13..18 : 300 ..30M	w01	3V Meßbereich
w		9stelliger Meßwert	1. Stelle: „.“ oder „.“ 2..7. Stelle: 0.0000..3000.0 8,9. Stelle: „mV“, „V“, „µA“, „mA“, „A“, „k“, oder „M“	Meßwert	w	-2.3764mA

auf einer Länge von 1 bis 1,5 mm zu verzinnen und unter Zugabe von ausreichend Lötzinn festzulöten.

Bevor nun die so entstandene Konstruktion in die Gehäuseunterhalbschale eingesetzt werden kann, sind 4 Schrauben M 3 x 55 mm zur Befestigung der Relaisplatine an der Basisplatine von der Lötseite aus durch die zugehörigen Bohrungen der Basisplatine zu stecken und mit je 1 Mutter

festzusetzen. Diese Konstruktion, d. h. Basisplatine mit Anzeigenplatine und davor gesetzter Frontplatte wird jetzt gemeinsam mit der Gehäuserückwand in die Gehäuseunterhalbschale eingesetzt.

Die an der Rückwand befestigte Schnittstellenplatine besitzt an ihrer Rückseite 7 Bohrungen (ST 301 - 305 sowie +5 VD und DG). An diese Punkte werden 7 flexible isolierte Leitungen mit einer Länge von

ca. 100 mm angelötet. Das jeweils andere Leitungsende wird mit den zugehörigen Punkten auf der Basisplatine verbunden, wobei folgende Zuordnung gilt:

ST 301 an ST 135, ST 302 an ST 136, ST 303 an ST 133, ST 304 an ST 137, ST 305 an ST 134, + 5 VD an ST 138, DG an ST 139.

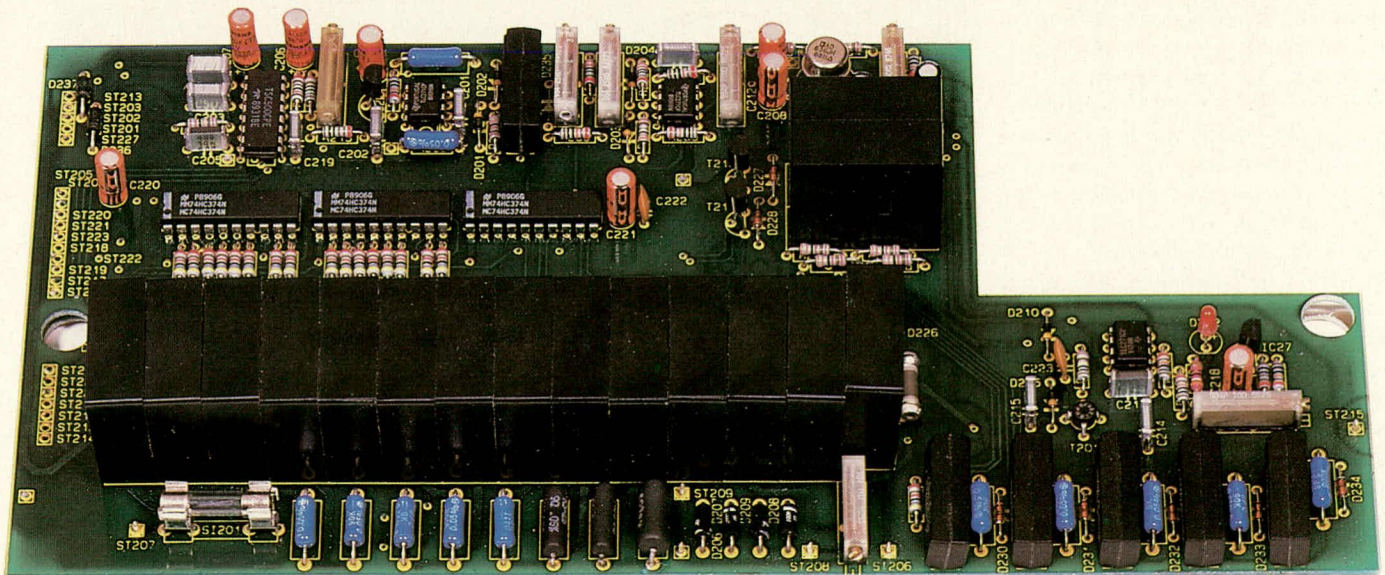
Des weiteren sind 2 Verbindungsleitungen, deren Anschlüsse sich auf der rechten Seite der Schnittstellenplatine befinden, mit der Basisplatine zu verbinden. ST 306 der Schnittstellenplatine ist an ST 140 der Basisplatine und ST 307 an ST 141 zu legen.

Damit sind die elektrischen Verbindungen der Platinen untereinander soweit abgeschlossen. Bevor die weitere Montage ausgeführt wird, die wir der Übersichtlichkeit halber direkt anfügen, ist zunächst die Inbetriebnahme vorzunehmen, die in einem separaten Kapitel etwas weiter nachstehend ausgeführt ist.

## 6. Montage

Von der Gehäuseunterseite aus werden durch die beiden zentralen Befestigungsbohrungen 2 Schrauben M 4 x 70 mm gesteckt, die auch durch die entsprechenden ca. 10 mm großen Bohrungen der Basisplatine ragen. Auf der Gehäuseinnenseite sind 2 Zentrierringe mit einem Außendurchmesser von 10 mm und einem Innendurchmesser von 4,2 mm darüber zu setzen, wodurch die Platinen exakt ausgerichtet werden. Ein 14 mm Befestigungsring wird jeweils darübergesetzt, gefolgt von je einem 55 mm langen Abstandsrollchen.

Als nächstes wird die Relaisplatine mit der Basisplatine verschraubt. Hierzu wer-



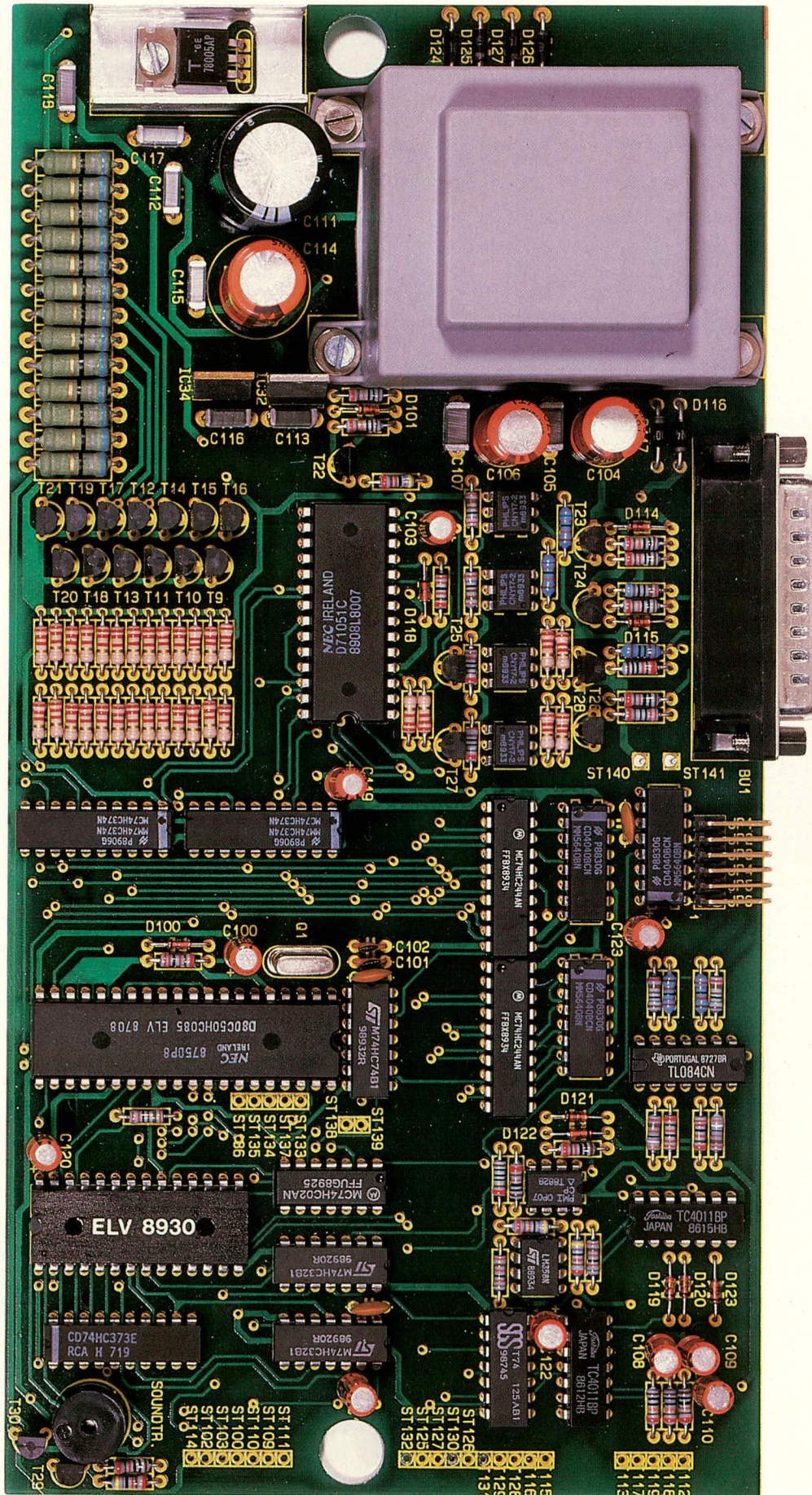
den 4 Muttern M 4 über die entsprechenden 55 mm langen, aus der Basisplatine herausragenden, Befestigungsschrauben gesetzt und soweit aufgeschraubt, daß sich ein Nettomaß zwischen Schraubenende und Mutteroberkante von 4,5mm ergibt. Darüber wird die Relaisplatine mit der Bestückungsseite nach unten weisend platziert und mit 4 weiteren Muttern M 3 fest verschraubt. Die Oberseite der Muttern schließt jetzt exakt mit dem Schraubenende ab.

Damit ist die eigentliche Konstruktion bereits weitgehend fertiggestellt, wäre da nicht noch das Abschirmproblem. Da wir Spannungen im  $\mu\text{V}$ -Bereich messen, ist es sinnvoll, Störeinstreuungen vorzubeugen. Hierzu wurde eine Abschirmplatine konzipiert, die exakt gleiche Abmessungen wie die Relaisplatine besitzt, auf der die empfindlichen Signalleitungen einschließlich des A/D-Wandlers untergebracht sind. Mit der Kupferseite nach oben weisend wird die Abschirmplatine mit ihren Bohrungen über die aus der Lötseite herausragenden 8 Lötstifte der Relaisplatine gesetzt und von der Kupferseite der Abschirmplatine aus verlötet. Hierbei handelt es sich um die Platinenanschlußpunkte ST 215 sowie ST 228 bis ST 234. ST 228 bis ST 233 stellen hierbei nicht allein die mechanischen Befestigungsstützen dar, sondern gleichzeitig zusätzliche elektrische Masseverbindungen. Neben der hervorragenden Abschirmwirkung wird hierdurch ein besonders gleichmäßiges Massepotential aufgrund der großen extrem niederohmigen Kupferfläche der Abschirmplatine erreicht.

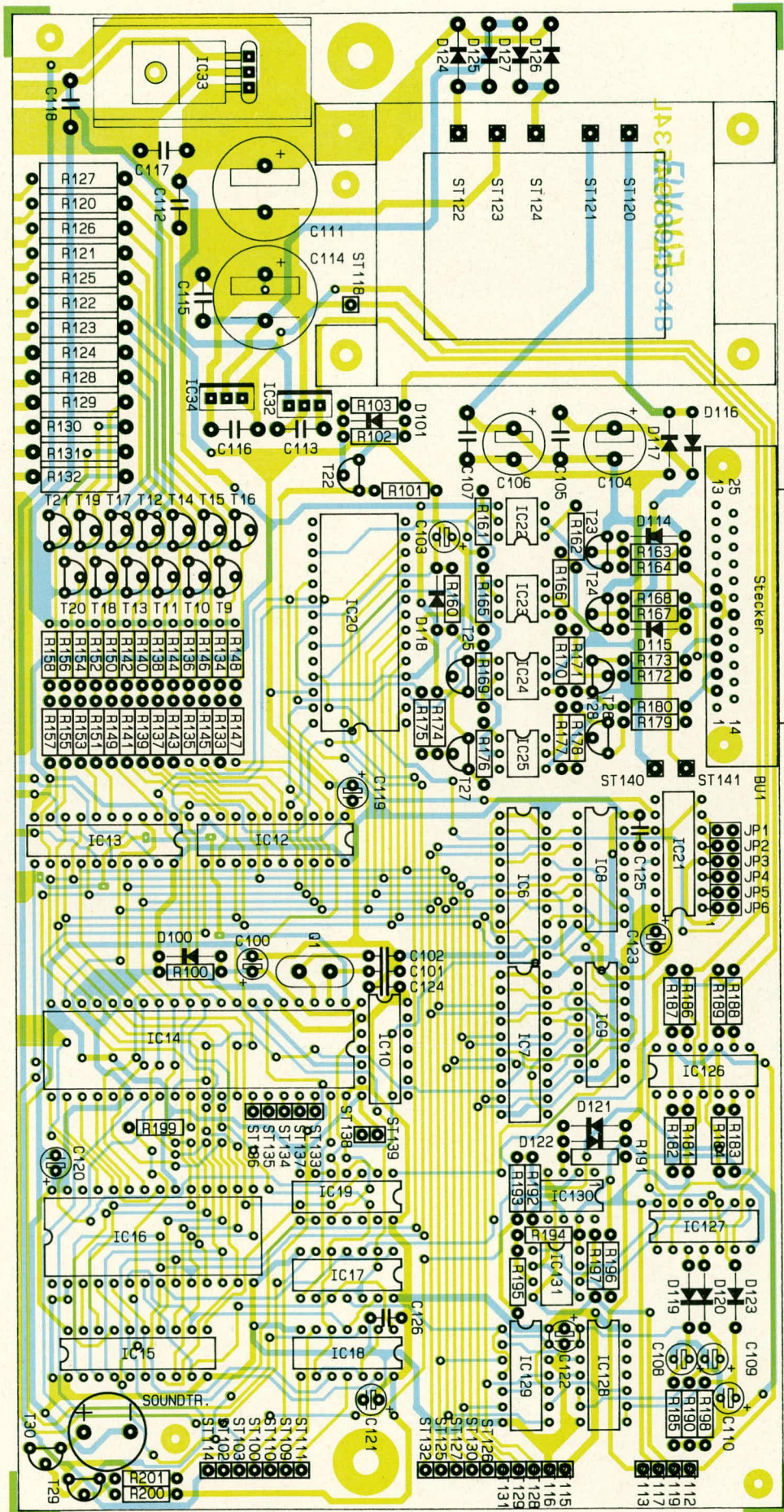
Zum jetzigen Zeitpunkt wird die Einstellung des DMM 7002 vorgenommen. Auch diese Arbeiten sind in einem separaten Kapitel weiter nachstehend ausführlich beschrieben. Wir fahren an dieser Stelle mit der Beschreibung der Endmontage fort.

Aus der Abschirmplatine ragen jetzt die beiden 70 mm langen Gehäusebefestigungsschrauben mit den darübergesetzten Abstandsrollchen heraus. Zunächst wird je eine 10 mm Zentrierscheibe und anschließend eine 14 mm Befestigungsscheibe darübergesetzt, um den nötigen Abstand zur Gehäuseoberhalbschale sicherzustellen. In die Gehäuseoberhalbschale werden nun 2 Muttern M 4 in die zentralen Befestigungsöffnungen von außen eingefügt. Nun kann die Oberhalbschale auf die Unterhalbschale gesetzt und von unten mit den beiden Verbindungsschrauben M 4 x 70 mm festgezogen werden.

Anzumerken ist noch, daß die Netzkabeldurchführung mit Zugentlastung und Knickschutztülle, die direkt am Netztransformator angesetzt ist, aus der u-förmigen Rückwandausparung ca. 15 mm weit herausragt. Um eine unnötige Beanspruchung der Knickstellen zu vermeiden, ist dafür Sorge zu tragen, daß die Kanten der



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des DMM 7002



Bestückungsplan der Basisplatine des DMM 7002

u-förmigen Aussparung in der Gehäuserückwand sauber entgratet und angefast sind.

## 7. Inbetriebnahme

Unmittelbar nach dem Einstecken des Netzsteckers wird das Gerät in den normalen Betriebsmodus gebracht. Das Ein- und Ausschalten erfolgt durch Betätigen der Taste „Standby“. Zunächst empfiehlt es sich, möglichst zügig die Versorgungsspannungen des DMM 7002 zu messen. Hierzu wird ein Multimeter mit seinem negativen Meßspannungsanschluß mit der Schaltungsmasse des Gerätes verbunden, d. h. in unserem Fall mit der Eingangs-Masseklemme (schwarze Polklemme auf der Frontplatte). Mit dem positiven Meßspannungsanschluß werden nun nacheinander folgende Messungen durchgeführt:

1. Pin 1 des IC 32: +8 V bis +11 V
2. Pin 3 des IC 32: +4,75 V bis +5,25 V
3. Pin 2 des IC 34: -8 V bis -11 V
4. Pin 3 des IC 34: -4,75 V bis -5,25 V
5. Pin 1 des IC 33: +8 V bis +11 V
6. Pin 3 des IC 33: +4,75 V bis +5,25 V
7. Pin 8 des IC 220: 0 V

Als nächstes wird noch die Wechselspannung an den Platinenanschlußpunkten ST 120 und ST 121 gemessen, die im Bereich zwischen 8,0 V und 11,0 V liegen sollte.

Sind nennenswerte Abweichungen von den vorgegebenen Werten zu verzeichnen, ist das Gerät unverzüglich außer Betrieb zu nehmen und die Bestückung nochmals sorgfältig zu kontrollieren. Ferner sollten die Leiterplatten auf Haarrisse und Lötzinnbrücken hin untersucht werden.

Ist die Inbetriebnahme soweit zur Zufriedenheit ausgefallen, wenden wir uns der Einstellung des Gerätes zu, die einen wesentlichen Anteil an der späteren Genauigkeit des Gerätes besitzt.

## 8. Einstellung

Zur Grundeinstellung bringen wir das Gerät in den 200 mV-Gleichspannungsmessbereich. Um an die betreffenden Einstelltrimmer zu gelangen, ist die Gehäuserückwand, die sich bereits an ihrer vorgesehenen Position befindet, etwas anzuheben. Mit einer möglichst kurzen Brücke werden die beiden Eingangs-Spannungsklemmen auf der Frontplatte überbrückt. Mit dem Spindeltrimmer R 207 wird nun die Offset-Spannung kompensiert, d. h. die Anzeige auf „0,00“ gebracht. Hierzu sollte das Gerät bereits mindestens eine halbe Stunde in Betrieb sein, um Temperaturdriften weitgehend auszuschließen. Im günstigsten Fall zeigt die Anzeige tatsächlich „0,00“, wobei maximal 2 Digit entsprechend einer Anzeige von „+/-0.02“ zulässig ist.

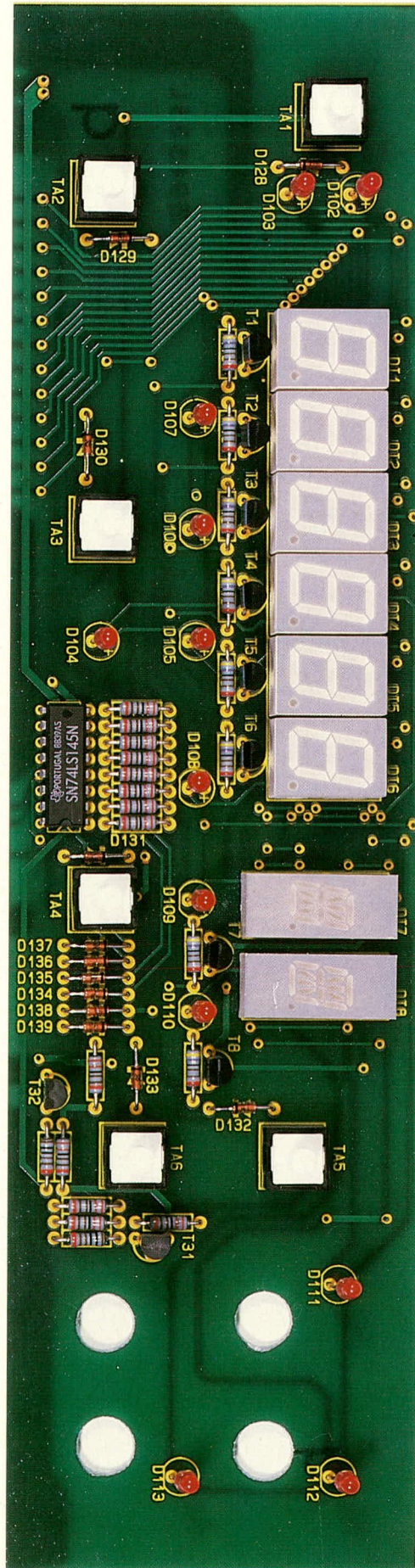
Die vorstehend beschriebene Einstellung ist eine wesentliche Voraussetzung für alle weiteren Abgleichmaßnahmen. Fehler, die an dieser Stelle auftreten, ziehen sich durch alle weiteren Abgleichpunkte.

Als nächstes wird eine exakt bekannte Spannung im Bereich zwischen 100 mV und 300 mV an die Eingangsklemmen gelegt, wobei zuvor die Kurzschlußbrücke zu entfernen ist. Mit Hilfe des Spindeltrimmers R 212 wird jetzt die Digital-Anzeige des DMM 7002 exakt auf diesen bekannten Wert eingestellt. Zu beachten ist hierbei, daß aufgrund der hohen Auflösung des Gerätes, die Anzeige selbstverständlich nur dann ruhig stehen kann, wenn die Eingangsspannung auch tatsächlich „glatt“ ist. Bereits Rauschteile von wenige  $\mu\text{V}$  können vom DMM 7002 registriert und als Abweichung angezeigt werden. Dies ist keineswegs ein Fehler des Gerätes, sondern vielmehr auf die bereits erwähnte hohe Auflösung zurückzuführen. Bei exakt konstanter Eingangsspannung zeigt das DMM 7002 selbstverständlich auch absolut konstante Werte an, d. h. systembedingte Schwankungen auch der letzten Stelle treten bei diesem innovativen Meßgerät nicht auf.

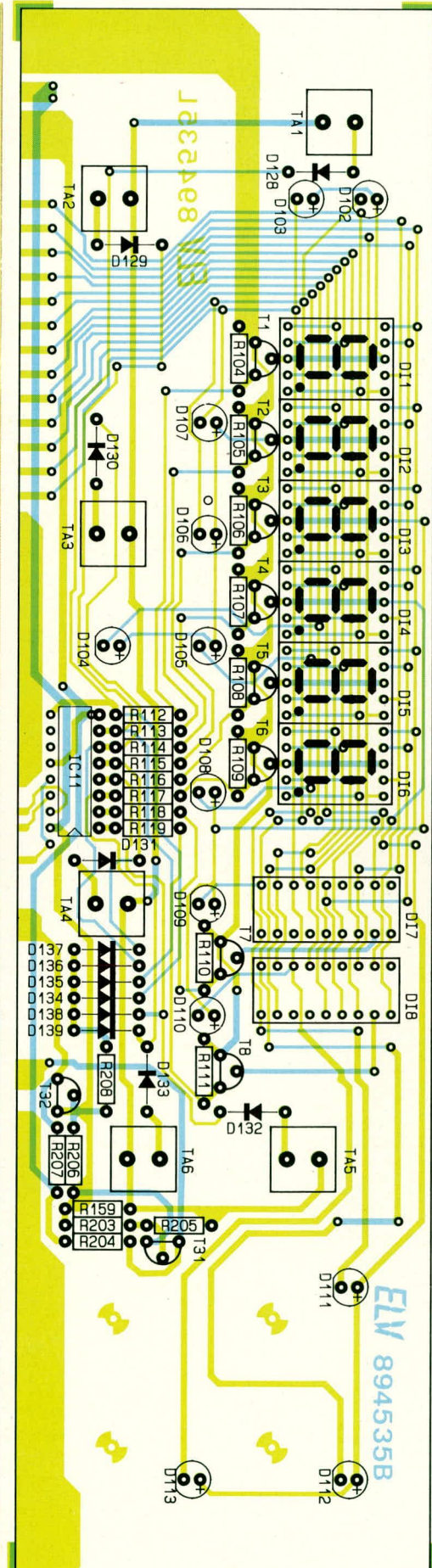
Zum Abgleich des Wechselspannungsbereiches wird das Gerät in den AC-Modus gebracht und die Spannungsmeßeingänge erneut kurzgeschlossen. Darüber hinaus wird R 131 ungenutzt in Mittelstellung gebracht. Zusätzlich ist Pin 4 des IC 225 mit Hilfe einer kurzen Drahtbrücke, die um die Außenkante der Leiterplatte zu legen ist, mit der Abschirmplatte, d. h. mit der Schaltungsmasse, zu verbinden. Mit Hilfe des Spindeltrimmers R 235 wird jetzt die Anzeige des DMM 7002 auf Minimum abgeglichen. Im Idealfall zeigt das Display „0,00“, wobei maximal eine Abweichung von 30 Digit, entsprechend 0,3 mV zulässig ist. Zu beachten ist hierbei, daß kein Minuszeichen angezeigt wird und beim Unterschreiten des Nullpunktes der angezeigte Wert wieder größer wird.

Nun wird der Kurzschluß an Pin 4 des IC 225 wieder aufgehoben und mit dem Trimmer R 218 ein erneuter Abgleich auf Anzeigenminimum durchgeführt. Auch hier zeigt die Anzeige im Idealfall „0,00“ bei maximal 30 Digit Abweichung.

Als nächstes wird der Skalenfaktor eingestellt, wozu der Kurzschluß an den Eingängen aufzuheben und eine genau bekannte Gleichspannung zwischen 100 mV und 300 mV anzulegen ist. Mit Hilfe des Trimmers R 231 wird ein Feinabgleich vorgenommen, in dem die Anzeige des DMM 7002 auf exakt den bekannten Eingangsspannungswert abgeglichen wird. Diese Einstellung kann ohne weiteres mit einer Gleichspannung durchgeführt werden, obwohl wir uns im Wechselspannungs-



Ansicht der fertig bestückten Anzeigplatine des DMM 7002



Bestückungsplan der Anzeigplatine des DMM 7002

## Stückliste: Digital-Multimeter DMM 7002

### Digitalteil:

#### Widerstände

68Ω, 1 W	R 120-R132
100Ω	R 193
220Ω	R 169, R 173, R 176, R 179
270Ω	R 303-R 305, R 307
680Ω	R 162, R 166
1kΩ	R 204, R 207
1,5kΩ	R 187, R 188
2,2k	R 112-R 119, R 133-R 159, R170, R 171, R 174, R 175, R 177, R 178, R199, R 203, R 205, R 206, R 208, R 308-R 310
2,7kΩ	R 161, R 165, R 301, R 302
4,7kΩ	R 101, R 104-R 111, R 200
10kΩ	R 164, R 168, R 172, R 180, R 191, R 192, R 198, R 201, R 306
12kΩ	R 195, R 196
22kΩ	R 100, R 160, R 181, R 184
27kΩ	R 186, R 189
39kΩ	R 182, R 183
47kΩ	R 194, R 197
100kΩ	R 102, R 103, R 163, R 167, R 185, R 190

#### Kondensatoren

18pF	C 101, C 102
22nF/ker	C124-C126
47nF	C 112, C 113, C 115-C 118
100nF	C 105, C 107, C 301
1μF/16V	C 108-C 110
10μF/16V	C 100, C 103, C 302
470μF/16V	C 104, C 106
1000μF/16V	C 114
4700μF/16V	C 111

C 302 gegenüber Schaltbild geändert  
C119-C126 neu im Schaltbild

#### Halbleiter

ELV8708	IC 14
ELV8930	IC 16
82C51	IC 20
CD4011	IC 127, IC 128
CD4015	IC 305
CD4040	IC 8, IC 9, IC 21
CD4049	IC 301
CD4093	IC 303
74HC02	IC 19
74HC32	IC 17, IC 18
74HC74	IC 10
74HC125	IC 129
74LS145	IC 11
74HC244	IC 6, IC 7
74HC373	IC 15
74HC374	IC 12, IC 13, IC 306
LM358	IC 131
TL084	IC 126
OP07	IC130

CNY17	IC 22-IC 25, IC 302, IC 304, IC 308, IC 309
ZPD5, 6 V	D 236, D 237
BC337	T 9-T 21
BC548	T 22-T 26
BC558	T 27-T 30, T 31, T 32
BC876	T 1-T 8
7805	IC 32, IC 33, IC 307
7905	IC 34
1N4148	D 100, D 101, D 114, D 115, D 118, D 119-D 123, D 128-D 139
1N4001	D 116, D 117, D 124-D 127
DJ700A	DI 1-DI 6
LA3811-11B	DI 7, DI 8
LED, 3mm, rot	D 102-D 113

D 236 und D237 neu im Schaltbild

#### Sonstiges

Quarz/9,216MHz	Q 1
Taster, liegend, print	TA 301
Taster, stehend, print	TA 1-TA 6
SUB-D-Buchse, 25pol, winkelprint	BU 301
SUB-D-Stecker, 25pol, winkelprint	BU 1
1 x Sound-Transducer	
1 x Kühlkörper SK13	
1 x Trafo, prim: 230V/12VA sek: 1 x 9V/0,1A 2 x 8V/0,7A	
9 x Schraube M 3 x 6	
4 x Schraube M 3 x 66	
21 x Mutter M 3	
1 x Stiftleiste, 12pol, zweireihig	
1 x Codierstecker	
19 x Lötstifte	
2 x Aluwinkel	
1150mm flexible, 1adrig Leitung/0,22mm <sup>2</sup>	
50mm Flachbandleitung, 7polig	
50mm Flachbandleitung, 9polig	
50mm Flachbandleitung, 4polig	
70mm Silberdraht	

#### Analogteil:

#### Widerstände

39Ω	R 242
180Ω	R 211
220Ω	R 208, R 219, R 233
560Ω	R 247
1kΩ	R 123, R 248
1,2kΩ	R 210
4,7kΩ	R 249-R 264
10kΩ	R 17, R 232
33kΩ	R 201-R 203, R 214-R 216
47kΩ	R 236
100kΩ	R 205, R 230, R 245, R 246, R 265
220kΩ	R 209

470kΩ	R 234
1MΩ	R 244
PTC 2kΩ	R 229
Spindeltrimmer, 10Ω	R 243
Spindeltrimmer, 100Ω	R 212
Spindeltrimmer, 200Ω	R 231
Spindeltrimmer, 1kΩ	R 228
Spindeltrimmer, 25kΩ	R 207, R 218
Spindeltrimmer, 100kΩ	R 235

R 211 gegenüber Schaltbild geändert

#### Meßwiderstände (0,05 %)

0,1Ω/4W	R 227
0,9Ω/4W	R 226
9Ω	R 225
90Ω	R 224, R 237
900Ω	R 223, R 238
9kΩ	R 222, R 239
10kΩ	R 206
90kΩ	R 204, R 221, R 240
900kΩ	R 220, R 241

#### Kondensatoren

10nF	C 211
22nF	C 222, C 223
47nF	C 201, C 202, C 214, C 215, C 217, C 219
100nF	C 203, C 205
220nF	C 204
1μF/16V	C 208
2,2μF/16V	C 210, C 213
10μF/16V	C 206, C 207, C 209, C 212, C 218, C 220, C221

C 204 und C 205 gegenüber Schaltbild geändert  
C 220-C 223 neu im Schaltbild

#### Halbleiter

AD636	IC 225
74HC374	IC 28-IC 30
TSC500	IC 220
TLC271	IC 221, IC 224, IC 226
LM 385	IC 222, IC 227
BF981	T 201
BC548	T 202-T 217
DX400	D 201-D 205, D 210
1N4007	D 206-D 209
1N4148	D 213-D 228, D 230-D 235
LED, 3mm, rot	D 212

#### Sonstiges

Kartenrelais, stehend	RE 202, RE 203, RE 205- RE 217, RE 223
Reed-Relais	RE 201, RE 218-RE 22
Sicherung, 4A	SI 201
30mm Widerstandsdraht (0,44Ω/m)	
13 x Lötstifte	
1 x Platinensicherungshalter (2 Hälften)	

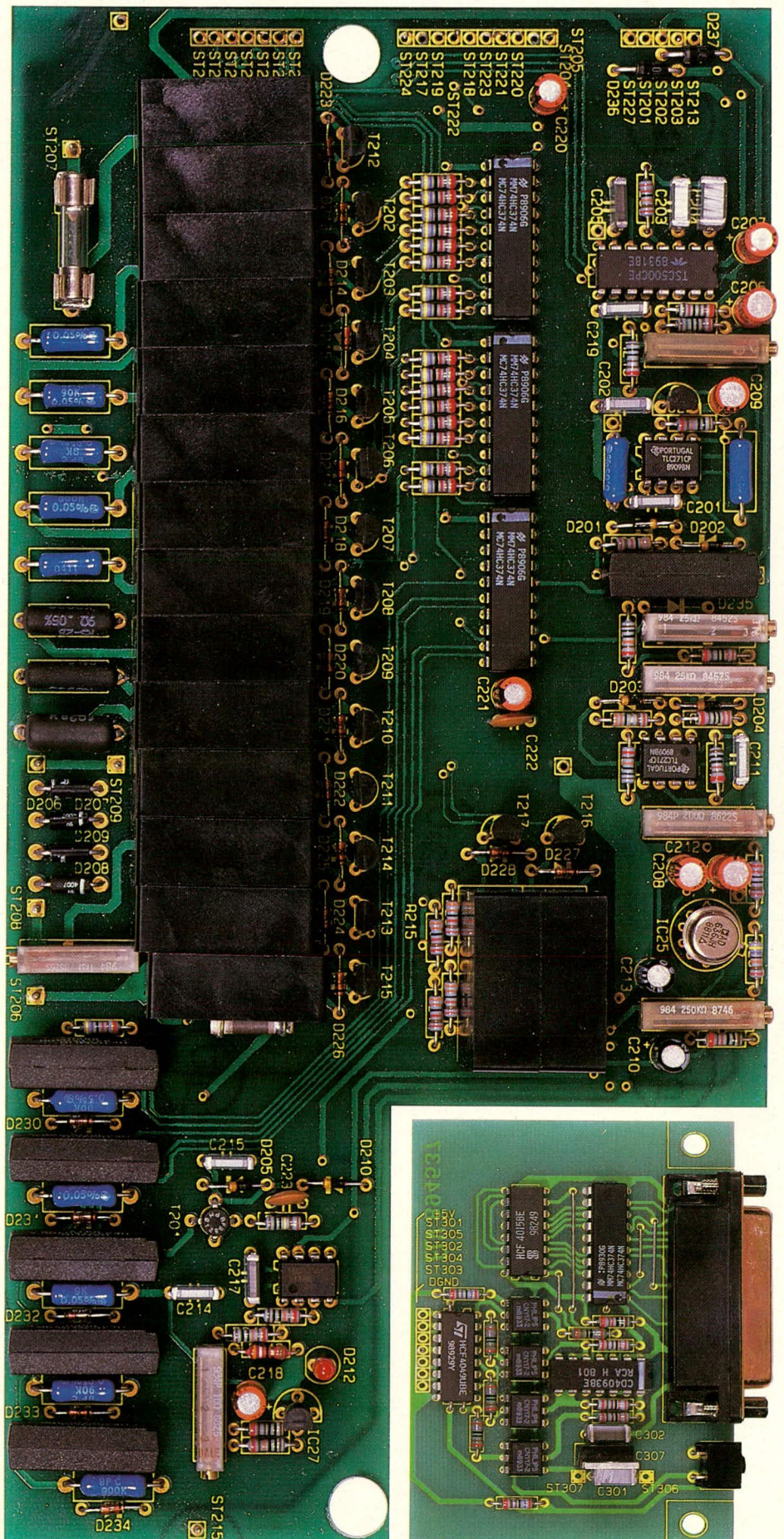


modus befinden, da der eingesetzte echte Effektivwert-Meßgleichrichter neben einer Wechselspannung im Bereich zwischen 10 Hz und 40 kHz genauso Gleichspannungen verarbeiten kann.

Zur Überprüfung wird in einem weiteren Schritt die Eingangsspannung umgepolt, wobei im Idealfall die Anzeige exakt den gleichen Wert ausweist. Treten einige Digit-Abweichungen auf, so ist die Einstellung von R 231 so vorzunehmen, daß sich ein Mittelwert zwischen tatsächlicher Spannung und den beiden angezeigten Werten ergibt, wobei aufgrund des hochwertigen AC/DC-Umsetzers nur wenige Digit-Differenz auftreten können.

Mit der Einstellung der Gleich- und Wechselspannungs-Meßbereiche sind auch die Strom-Meßbereiche bereits abgeglichen, da hier keine separaten Einstellarbeiten auszuführen sind, bis auf den 20 A-Bereich. Hier wird ein genau bekannter Konstantstrom möglichst größer 2 A eingespeist und mit R 228 die Anzeige auf diesen Wert eingestellt. Grundsätzlich ist es auch denkbar, im 3 A-Meßbereich diesen Strom mit dem DMM 7002 selbst zu messen, anschließend auf 20 A umzuschalten und dann R 228 entsprechend einzustellen. Zu bedenken ist bei dieser Vorgehensweise jedoch, daß sich der Innenwiderstand dieser beiden Strom-Meßbereiche unterschiedlich darstellt und je nach Einsatz der verwendeten Stromquelle sich eine Veränderung ergeben kann. Besser ist es da schon, wenn im 20 A-Meßbereich ein entsprechend genaues Strommeßgerät in Reihe geschaltet wird, um den Abgleich vornehmen zu können.

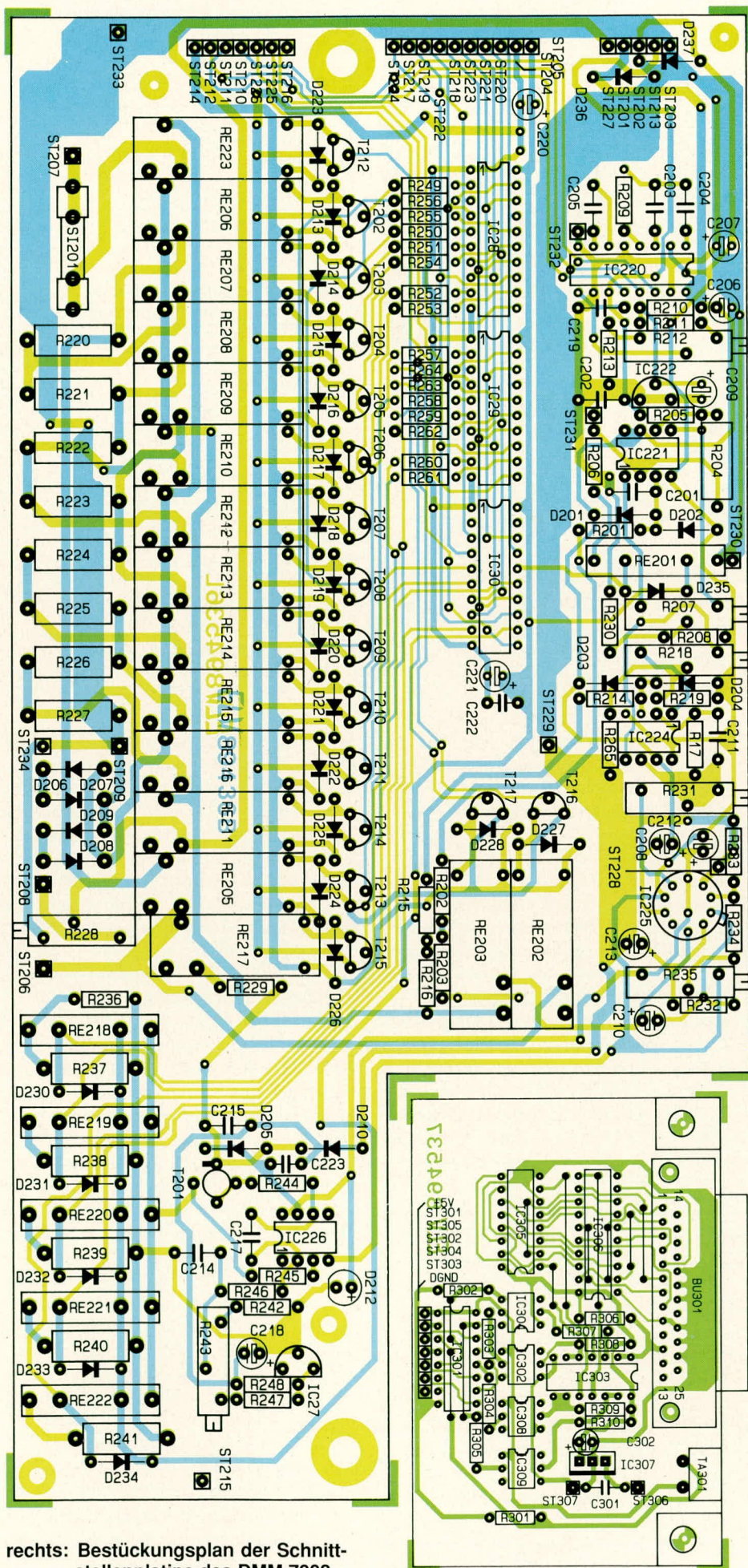
**Ansicht der fertig bestückten Relaisplatine des DMM 7002**



Die Einstellung der Widerstands-Meßbereiche erfolgt, indem ein möglichst exakt bekannter Referenz-Widerstand an die entsprechenden Eingangsklemmen gelegt wird, um anschließend die Anzeige mit dem Spindeltrimmer R 243 auf diesen Wert einzustellen. Am günstigsten ist es hierbei, wenn einer der mittleren Widerstands-bereiche gewählt wird (3 kΩ bis 300 kΩ), da im niederohmigen Meßbereich (300 Ω) sich bereits Übergangs-Widerstände und in den beiden größten Meßbereichen Einstreuungen bemerkbar machen können, auch wenn dies nur in geringem Maße der Fall ist.

Damit sind die Einstellarbeiten des DMM 7002 bereits beendet. Nach einigen Wochen Betriebszeit sollten diese Arbeiten wiederholt werden, um Bauteilealte-

**oben: Ansicht der fertig bestückten Schnittstellenplatine**



rechts: Bestückungsplan der Schnittstellenplatine des DMM 7002

rungen, die in der ersten Phase etwas verstärkt auftreten können, auszugleichen. Nach der bereits beschriebenen Endmontage kann das Gerät seiner Bestimmung zugeführt werden.

### Die Bedienung der seriellen Schnittstelle

Das DMM 7002 ist, wie oben bereits erwähnt, mit der V 24 B-Schnittstelle ausgerüstet. Es erlaubt somit die Kommunikation mit einem angeschlossenen PC. Nachdem das Treiberprogramm auf dem angeschlossenen PC gestartet wurde, stehen die in Tabelle 2 abgebildeten Befehle für die Kommunikation des DMM 7002 mit dem PC zur Verfügung. Während der Datenübertragung zwischen dem DMM 7002 und dem angeschlossenen PC leuchtet die auf der Frontplatte angebrachte „Remote“-LED auf. Ist dem DMM 7002 ein Befehl für die Meßart oder den Meßbereich gegeben worden, so wird dieses angezeigt durch das ständige Leuchten der „Remote“-LED. In diesem Zustand ist auch eine versehentliche Betätigung der Tastatur unterbunden. Sobald die Kommunikation mit dem angeschlossenen PC abgeschlossen ist, kann die Tastatur in gewohnter Weise bedient werden.

Die Datenübertragung von und zum DMM 7002 erfolgt ASCII-codiert. Die Befehle „C, A, M, S, W“ stellen einen unmittelbaren Befehl für das DMM 7002 dar und bewirken somit ein ständiges Leuchten der „Remote“-LED. Die Befehle „c, a, m, s, w“ beinhalten nur eine Status- bzw. Meßwertabfrage, die im Hintergrund, d. h. bei gleichzeitiger Weiterbedienung über die an der Frontplatte angeordneten Taster ablaufen können.

### Bestückungsplan der Relaisplatine des DMM 7002

Eine Besonderheit stellt das Auslesen des Meßwertes dar. Die Übertragung erfolgt mit 9 ASCII-Zeichen. Das erste gibt die Polarität, d. h. „-“ Zeichen für negativen Meßwert oder „ „ für positiven Meßwert, an. Die zweite bis siebte Stelle gibt den Zahlenwert des Meßergebnisses direkt an. Hierbei ist der Dezimalpunkt mit integriert. Die achte und neunte Stelle geben direkt die Maßeinheit an. Anzumerken sei hier noch, daß das „Ω“-Zeichen mit der ASCII-Ziffer 234 codiert ist, wie auch beim Zeichensatz des PCs. Der Vorteil dieser direkten Übertragung besteht darin, daß ohne weitere Umrechnung der eingeleseene Meßwert auf dem Bildschirm des angeschlossenen PCs dargestellt werden kann. **ELV**