

Das **I.C.E.** - Fertigungsprogramm:

Belichtungsmesser MULTILUX

Amperemeter

Zangenamperemeter

Milliamperemeter

Mikroamperemeter

Galvanometer

Voltmeter

Stoßfeste Messinstrumente

Wattmeter

Schnellanzeigende Thermometer

Pyrometer

Anzeigende Frequenzmesser

Luxmeter

Isolationsmeßgeräte

Zungenfrequenzmesser

Leistungsfaktormeßgeräte

Meßinstrumente mit 250°-Skala

Relais

Meßwandler

Lichtgesteuerte Schalter

Dekaden

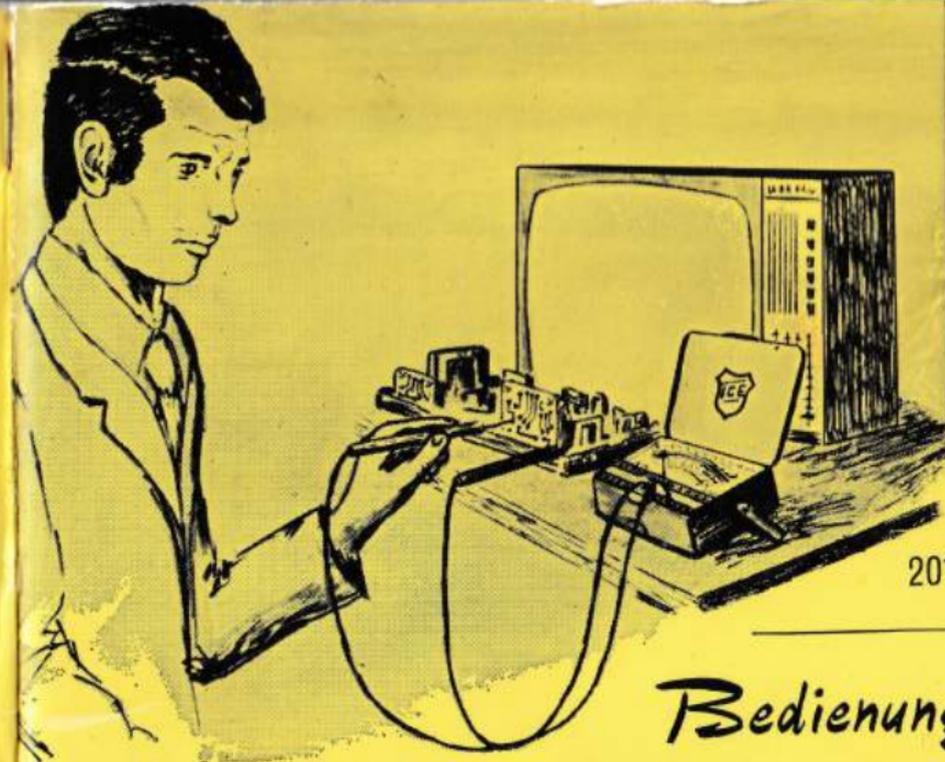
Wheatstone-Meßbrücken

Schreiber mit 1...6 Spuren

Vielfachmeßgeräte

Präzisionswiderstände

Präzisions-Labormeßinstrumente



INDUSTRIA
COSTRUZIONI

ELETTROMECCANICHE

20141 MILANO - ITALY

Bedienungsanleitung

FÜR DAS UNIVERSAL - VIELFACHMESSINSTRUMENT

Modell 680 R

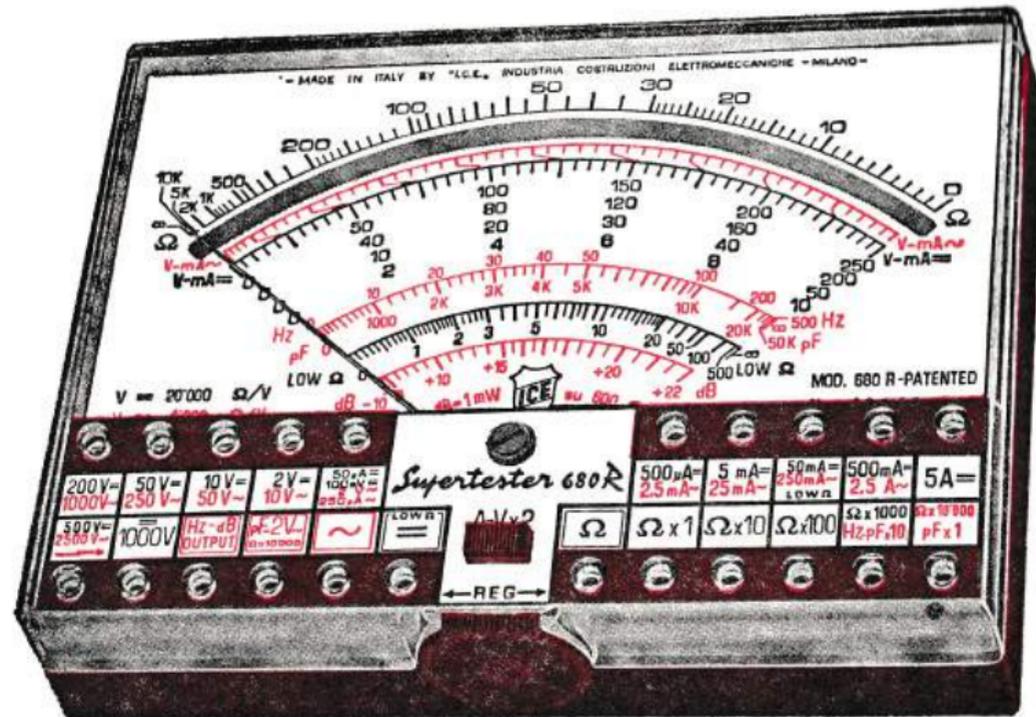
20.000 Ω/V

SERIE V

I.C.E.

Industria Costruzioni Elettromeccaniche
20141 MILANO (ITALY)

68012000



FRONTANSICHT MODELL 680 R

Abmessungen: 128 x 95 x 32 mm. - Gewicht: 300 Gr.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Eigenschaften	Seite 2-6	2.12 Nf-Spannungs/dB-Messung	Seite 24-27
1.1 Allgem. Beschreibung . . .	» 2, 3	3. Wartungshinweise	» 28-42
1.2 Technische Daten	» 4	3.1 Pflege der Meßkabel	» 29
1.4 Anzeigegenauigkeit	» 6	3.2 Pflege der Frontplattenhaube	» 29, 30
2. Gebrauchshinweise	» 7-36	3.3 Austausch der Ohmmeterbatterie	» 31
2.1 Allgem. Meßhinweise	» 7	3.4 Ersatz der Ohmmeter-Sicherung	» 31-32
2.2 Gleichspannungsmessungen	» 8, 9	4. Reparaturhinweise	» 35-50
2.3 Wechselspannungsmessungen	» 10, 11	4.1 Reparatur ohne Hilfsmittel	» 35-38
2.4 Gleichstrommessungen	» 12, 13	4.2 Reparatur mit zweitem Vielfachmeßgerät	» 39-46
2.5 Wechselstrommessungen	» 14, 15	4.3 Fehlertabelle	» 47-50
2.6 Widerstandsmessungen (Batteriespannung)	» 16, 17	5. Sonderzubehör - Inform.	» 51
2.7 Messung kleiner Widerstände	» 18	5.1 Teilschaltbilder	» 56-61
2.8 Widerstandsmessung (Netz)	» 19	5.2 Ersatzteilliste	» 62
2.9 Kapazitätsmessungen	» 20, 21	5.3 Garantiebestimmungen	» 63
2.10 Frequenzmessungen	» 22		
2.11 Blindwiderstandsanzeige	» 23		

Nachdruck jeder Art, auch auszugsweise, nur nach schriftlicher Genehmigung durch I.C.E., 20141 Milano (Italy) und E. Scheicher, München

Copyright 1978 by I.C.E., 20141 Milano (Italy) - Deutsche Ausgabe by Scheicher, München

Autorisierte I.C.E. - Vertretungen:

BRD - Generalvertretung u. KD-Zentrale:

ERWIN SCHEICHER NACHF-BOEHM KG

Brünsteinstrasse 12 - 8013 Gronsdorf/Postfach 1144

Tel. (089) 430.20.66./67 - Telex (05) 23151 Scheid

Schweiz: Radio & Television AG, 8021 Zürich, Gessnerallee 54



1. EIGENSCHAFTEN

1.1 ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

Das ICE-Modell 680 R ist das Ergebnis der langjährigen Fertigungspraxis, zahlloser Versuche und vieler Anregungen aus dem Kreis der ICE-Kunden, kombiniert mit den modernsten Entwicklungsergebnissen der Meßtechnik und der elektronischen Schaltungstechnik. Die technischen Daten, die Unempfindlichkeit gegen Fremdeinflüsse aller Art und die Stabilität der Meßschaltung reihen das ICE-Modell 680 R in die Spitzengruppe vergleichbarer Vielfachmeßinstrumente des Weltmarktes ein. Durch die Vielzahl der als Sonderzubehör lieferbaren Zusatzgeräte zur Meßbereichserweiterung läßt sich das Vielfachmeßinstrument 680 R auch an spezielle Meßaufgaben anpassen und ist somit ein echtes Universal-Vielfachmeßinstrument für den vielseitigen, anspruchsvollen Techniker.

Bei der Festlegung der Eigenschaften wurden alle bewährten Vorzüge der erfolgreichen Vorläufermodelle ins Modell 680 R übernommen, wie z. B.:

- Hohe Eingangsempfindlichkeit (20.000 Ω /V bei Gleichspannung, 4000 Ω /V bei Wechselspannung) und daher geringste Belastung der Meßpunkte durch das Meßgerät;
- Meßinstrument mit kompensiertem 40 μ A-Kernmagnetmeßwerk, das die Unempfindlichkeit der Anzeige gegen fremde Magnetfelder sicherstellt. Selbst die Aufstellung des Meßinstruments auf Eisen- oder Stahlblech hat keinen Einfluß auf die Meßgenauigkeit;
- Größte Unempfindlichkeit gegen Erschütterungen und Temperaturschwankungen durch elastische Lagerung der Drehspule und Temperaturkompensation;
- Eingebauter statischer Überlastungsbegrenzer, der die Drehspule und den Meßgleichrichter auch vor 1000-fachen Überlastungen des eingestellten Bereichs schützt, die in der Meßpraxis durch Irrtum oder Unaufmerksamkeit vorkommen;
- Schalterlose Meßbereichswahl, daher Entfall von Kontaktunsicherheiten und einfache Wartung;
- Widerstandsmessungen 0,1 Ω ... 10 M Ω mit Hilfe der eingebauten 3-V-Batterie, bis 100 M Ω mit Hilfe der Netzwechselspannung (125 ... 220 V);

- Direktablesung auch der Frequenz-, Kapazitäts- und dB-Meßwerte auf der zweifarbigen, übersichtlich gegliederten Skala.

Zusätzlich enthält das Modell 680 R noch die nachfolgend aufgeführten bedeutsamen Verbesserungen:

- Wesentlich vergrößertes Weitwinkel-Meßinstrument (Skalenfeld 122 x 58 mm) mit Skalenspiegel, daher verbesserte Meßwert-Ablesung und Interpolation von Zwischenwerten ohne Parallaxefehler;
- Erhöhung der verfügbaren Meßbereiche durch die Drucktaste «A-V x 2», die im gedrückten Zustand den Skalenendwert des gewählten Bereichs auf den doppelten Wert bringt;
- Erhöhung der Temperaturstabilität und Langzeitkonstanz durch Verwendung von Metallfilm-Meßwiderständen hoher Präzision (0,5%);
- Schutz der Widerstandsmeßbereiche gegen Fremdspannungen durch eine eingebaute Sicherung, die mit wenigen Handgriffen ersetzt werden kann;
- Alle internen Verbindungen der Meßschaltung werden durch eine hochwertige Druckschaltung hergestellt, die eine Steigerung der Zuverlässigkeit und sehr enge Serientoleranzen bringt.
- Beim hier beschriebenen Modell 680 R ist die mit allen Meßwiderständen bestückte Druckschaltungsplatte durch kontaktichere Schraubverbindungen mit der Frontplatte und dem darin montierten Anzeigeinstrument verbunden. Daher läßt sich die Druckschaltung für Wartungs- und Reparaturzwecke bequem abnehmen und bietet dann leichten Zugang zu allen Teilen der Meßschaltung;
- Das mitgelieferte Kunststoff-Tragetui hat ein Bodenfach, in dem das gesamte Zubehör untergebracht ist. Der Tragbügel läßt sich so einrasten, daß die Skala in günstiger Sichtposition liegt.

Zum erfolgreichen und problemlosen Gebrauch des Modells 680 R ist nur die richtige Bedienung und die übliche Sorgfalt beim Umgang mit elektronischen Meßgeräten erforderlich. Die Ausführlichkeit der nachfolgenden Hinweise soll es allen Benutzern unabhängig von ihrer meßtechnischen Ausbildung und Erfahrung ermöglichen, sofort richtige und genaue Messungen machen und die Vorteile des Modells 680 R nutzen zu können.

1.2 TECHNISCHE DATEN

10 MESSARTEN MIT 80 MESSBEREICHEN

(Angabe des Skalenendwertes, Werte mit * gelten bei gedrückter Taste « A-V x 2 »)

GLEICHSPANNUNG	100/200* mV/2/4*/10/20*/50/100*/200/400*/500/1000/2000* V
WECHSELSPANNUNG	2/4*/10/20*/50/100*/250/500*/1000/2000*/2500 Veff
GLEICHSTROM	50/100*/500 μ A/1*/5/10*/50/100*/500 mA/1*/5/10* Amp
WECHSELSTROM	250/500* μ A/2,5/5*/25/50*/250/500* mA/2,5/5* Amp
WIDERSTAND	0,1 ... 500 Ω /10.000 Ω /100 k Ω /1 M Ω /10 M Ω /100 M Ω
BLINDWIDERSTAND	0 ... 10 M Ω
FREQUENZ	500/5000 Hz
NF-SPANNUNG	10/20*/50/100*/250/500*/1000/2000*/2500 Veff
dB-BEREICHE	— 24 ... + 70 dB in 10 Bereichen
KAPAZITÄT	50/500 nF/20/200/2000/20.000 μ F (nF-Messungen mit Netzfrequenz, μ F-Messung ballistisch)
ANZEIGEGENAUIGKEIT	\pm 1% des Skalenendwertes bei Gleichstrom, \pm 2% des Skalenendwertes bei sinusförmigem Wechselstrom im Bereich 50 Hz ... 20 kHz
ABMESSUNGEN/GEWICHT	Etui-Aussenmasse B 133 x H 105 x T 55 mm / 0,3 kp
ZUBEHÖR	Kunststoff-Tragetui mit Tragbügel als Schrägstellstütze, 2 Meßkabel mit Prüfspitzen, 2 Aufsteck-Krokodilklemmen, Kurzschlussbügel, Ohmmeterbatterie 3 V, Netzanschlußkabel, Bedienungsanleitung, 4 Ersatzsicherungen 0,16 A (in Steckfassungen neben der Batterie).

1.3 SONDERZUBEHÖR (Siehe auch Seite 51)

Ein einzigartiger Vorzug aller ICE-Vielfachmeßgeräte ist die Vielfalt des Sonderzubehörs, mit dem jedes Modell bei Bedarf auch für spezielle Meßaufgaben benutzt werden kann. Die nachfolgende Aufzählung mit Kurzdaten gibt einen Überblick über das gegenwärtige Sonderzubehör-Lieferprogramm:

TRANSISTORVOLTMESSER-ADAPTER MODELL 660

Gleichspannung 0,1/0,5/2,5/10/25/100/250/500/1000 V/ \pm 3% S.E.
Wechselspannung 2,5/10/25/100/1000 V_{ss} (Spitze-zu-Spitze)/ \pm 5% S.E.
Widerstand x 10.000/x 100.000/x 1.000.000 (max. 10.000 M Ω)
Eingangswiderstand 11 M Ω bei —, 1,6 M Ω / 10 pF bei Spitze-zu-Spitze

TRANSISTOR/DIODEN-PRÜFADAPTER MODELL 662

WECHSELSTROM-MEßWANDLER MODELL 616

WECHSELSTROM-MEßZANGE MODELL AMPERCLAMP

HOCHSPANNUNGSTASTKOPF MODELL 18

GLEICHSTROM-NEBENWIDERSTÄNDE MODELL 32 Lieferbar für die Ströme 25, 50 und 100 A

OHMBEREICH-ADAPTER MODELL 25

MAGNETFELD-MEßSONDE MODELL 27

PHASENPRÜFER MODELL 28

MILLIVOLT-ADAPTER MODELL 30

WATTMETER-ADAPTER MODELL 34

BELEUCHTUNGSSTÄRKE-MEßSONDE MODELL 24

TEMPERATUR-MEßSONDE MODELL 36

1.4 ANZEIGEGENAUIGKEIT

Bei jedem Meßgerät, das die Meßgröße mit einem Zeigerinstrument anzeigt, tritt ein Anzeigefehler auf. Soweit dieser Fehler durch die Toleranzen in der Meßschaltung bedingt ist, wird er beim Herstellerwerk durch Vergleich mit hochpräzisen Laborinstrumenten ermittelt und in den technischen Daten veröffentlicht. Die Angabe dieses Meßfehlers oder der Anzeigetoleranz kann als Prozent oder Klassenwert erfolgen, wobei die Zahlenwerte in jedem Fall übereinstimmen. Das Modell 680 R hat bei Gleichstrom einen Meßfehler von $\pm 1\%$ bzw. Güteklasse 1 und bei Wechselstrom einen Meßfehler von $\pm 2\%$ bzw. Güteklasse 2.

Zur Anwendung in der Praxis ist zu beachten, daß sich die Prozentwerte stets auf den Skalendwert (d.h. den höchsten Meßwert des gewählten Meßbereichs) und nicht auf den jeweiligen Anzeigewert beziehen. Beispiel: Eine Toleranz von $\pm 1\%$ bedeutet bei Gleichspannung im 500-V-Bereich einen Anzeigefehler von $(1\% \text{ von } 500) \pm 5 \text{ V}$ an jeder Stelle der Skala. Bei Wechselspannung wären es entsprechend $(2\% \text{ von } 500) \pm 10 \text{ V}$. Bei der Messung einer Gleichspannung von 500 V kann daher der Anzeigewert zwischen 495 und 505 V, bei Wechselspannung zwischen 490 und 510 V liegen.

Wird nun im 500-V-Meßbereich eine Gleichspannung von 250 V gemessen, dann kann der Anzeigewert zwischen 245 und 255 V ($\pm 2\%$ des Meßwerts) liegen, bei einer Gleichspannung von 50 V entsprechend zwischen 45 und 55 V ($\pm 10\%$ des Meßwerts). Auf diesem Zusammenhang beruht die Empfehlung, für genaue Messungen den Meßbereich stets so zu wählen, daß die Ablesung des Anzeigewerts in der rechten bzw. oberen Hälfte der Bereichsskala erfolgen kann. Die Hinweise zum Gebrauch des Skalenspiegels (Seite 7) sind dabei zusätzlich zu beachten.

Entsprechend den internationalen Normen wird die Nenn-Anzeigegenauigkeit in horizontaler Lage des Meßinstruments, bei einer Umgebungstemperatur von 20°C und für Wechselstrom bei unverzerrter Kurvenform ermittelt.

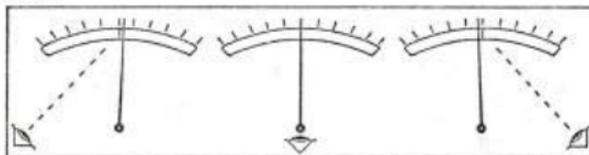
2. GEBRAUCHSHINWEISE

2.1 ALLGEMEINE MEßHINWEISE

Zum richtigen und gefahrlosen Gebrauch des Modells 680 R sind die nachfolgenden Hinweise zu beachten:

Vor der ersten Messung ist zu prüfen, ob in horizontaler Lage des Meßinstruments der Zeiger in Ruhelage mit dem Nullpunkt der Skalenteilung übereinstimmt. Abweichungen von dieser Normalstellung sind mit Hilfe der Nullpunkt-Korrekturschraube, die oberhalb der Drucktaste «A-V x 2» sitzt, zu beseitigen. Sie ist mit einem passenden Schraubendreher erst langsam nach rechts und dann vorsichtig nach links zu drehen, bis der Zeiger genau auf dem Null-Eichstrich steht.

Beim Einstellen des Nullpunktes und beim Ablesen von Meßwerten mit höchster Genauigkeit sollte stets der Skalenspiegel benutzt werden. Der Skalenspiegel schaltet den Parallaxefehler aus, der in ungünstigen Fällen durch seitliche Betrachtung des Zeigers merkliche Ablesefehler verursachen kann.



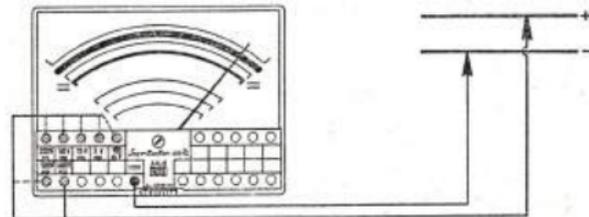
Zum Ablesen der wahren Zeigerstellung muß man ein Auge schließen und dann den Kopf soweit nach links oder rechts bewegen, bis man mit dem offenen Auge den Zeiger selbst und sein Bild im Skalenspiegel genau zur Deckung gebracht hat, wie es die Skizze in der Mitte zeigt.

Die Stecker der Meßkabel müssen stets vollständig in die Buchsen eingesteckt werden, damit eine einwandfreie Kontaktgabe zwischen Stecker und Buchse erreicht wird.

2.2 GLEICHSPANNUNGSMESSUNGEN (20.000 Ω/V)

Schwarzen Stecker in die Steckbuchse « = » stecken und schwarze Prüfspitze mit dem Minuspol der Stromquelle oder mit dem Chassis des untersuchten Gerätes verbinden. Der rote Stecker (Pluspol) ist in diejenige Meßbuchse zu stecken, deren schwarze Bezeichnung dem Skalendwert des gewünschten Meßbereichs entspricht. Die rote Prüfspitze ist dann mit dem Pluspol der Stromquelle bzw. dem Spannungs-Meßpunkt zu verbinden. Die Ablesung des Anzeigewerts erfolgt auf dem schwarz gedruckten Skalenbogen « V-mA= », dessen Eichung aus vier gestaffelten Zahlenreihen besteht (siehe Tabelle).

Wenn die Größe der zu messenden Spannung unbekannt oder zweifelhaft ist, sollte stets mit dem höchsten Meßbereich (1000 V) begonnen und die Höhe der vorhandenen Spannung ungefähr ermittelt werden. Erst dann ist der rote Stecker in die Meßbuchse des passenden Bereichs zu stecken und der genaue Spannungswert -ggf. mit gedrückter Taste « A-V x 2 »- zu messen. Bei der Messung hoher Gleichspannungen (Bereich 1000/2000 V) ist größte Vorsicht geboten, um gefährliche elektrische Schläge zu vermeiden. Daher dürfen die Prüfkabel nur an ein spannungsloses Gerät angeklemt werden, das zur Messung ein- und dann wieder ausgeschaltet wird.



Anschluß des 630 R als Gleichspannungsvoltmeter

ÜBERSICHTSTABELLE FÜR GLEICHSPANNUNGSMESSUNGEN

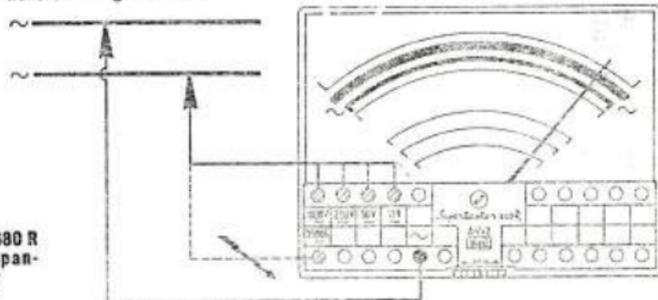
Gewählter Meßbereich	Messkabelanschlüsse	Stellung Taste «A-Vx2»	Passende Skalenteilung*	Messwert-Errechnung
100 mV= 200 mV=	(=) und 100 mV=	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 10 0 ... 200	Anzeige x 10 Direktablesung
2 V= 4 V=	(=) und 2 V=	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 200 0 ... 200	Anzeige : 100 Anzeige : 50
10 V= 20 V=	(=) und 10 V=	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 10 0 ... 200	Direktablesung Anzeige : 10
50 V= 100 V=	(=) und 50 V=	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 50 0 ... 10	Direktablesung Anzeige x 10
200 V= 400 V=	(=) und 200 V=	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 200 0 ... 200	Direktablesung Anzeige x 2
500 V= 1000 V=	(=) und 500 V=	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 50 0 ... 10	Anzeige x 10 Anzeige x 10
1000 V= 2000 V=**	(=) und 1000 V=	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 10 0 ... 200	Anzeige x 100 Anzeige x 10

- * Alle Gleichspannungs-Anzeigewerte sind auf dem ersten schwarzen Skalenbogen unterhalb des Skalenspiegels abzulesen.
- ** Die Anodenspannung von Fernseh-Bildröhren oder Katodenstrahlröhren ist mit dem, als Sonderzubehör lieferbaren, Hochspannungstastkopf ICE Modell 18 zu messen, der Messungen bis zu 25.000 V erlaubt. Zur Messung ist der Stecker des Tastkopf-Anschlußkabels an Stelle des roten Prüfkabels in die Meßbuchse 1000 V= zu stecken. Der Anzeigewert ist auf der Teilung 0 ... 250 abzulesen und mit 100 zu multiplizieren, um den gesuchten Meßwert zu erhalten.

2.3 WECHSELSPANNUNGSMESSUNGEN (4000 Ω/V)

Schwarzen Stecker in die Steckbuchse « ~ » stecken und schwarze Prüfspitze mit dem geerdeten Pol der Stromquelle verbinden. Der rote Stecker ist in diejenige Meßbuchse zu stecken, deren rote Bezeichnung dem Skalendwert des gewünschten Meßbereichs entspricht. Die rote Prüfspitze ist dann mit dem nicht geerdeten Pol der Stromquelle oder mit dem Spannungs-Meßpunkt zu verbinden. Die Ablesung des Anzeigewerts erfolgt auf der rot gedruckten Skalenteilung « V-mA ~ », wie es die Tabelle zeigt. Zur Messung sehr kleiner Spannungen (0...2 V ~) muß der schwarze Stecker in die Buchse « pF-2 V ~ » und der rote Stecker in die Buchse « 50 µA = /2 V ~ » gesteckt werden.

Wenn die Größe der Spannung am Meßpunkt unbekannt oder zweifelhaft ist, sollte zunächst eine orientierende Messung im 1000-V-Bereich durchgeführt werden. Erst danach ist der rote Stecker in die rot bezeichnete Meßbuchse des passenden Meßbereichs zu stecken und der genaue Spannungswert zu messen. Falls sich der Spannungswert beim Vertauschen der Prüfspitzen ändert, ist die Kurvenform der untersuchten Wechselspannung unsymmetrisch und verursacht eine höhere Anzeigetoleranz.



Anschluß des 680 R
als Wechselspannungs-Voltmeter

ÜBERSICHTSTABELLE FÜR WECHSELSPANNUNGSMESSUNGEN

Gewählter Meßbereich	Messkabelanschlüsse	Stellung Taste «A-Vx2»	Passende Skalenteilung	Messwert-errechnung
2 V ~ 4 V ~	(pF-2 V ~) und 2 V ~	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 200 0 ... 200	Anzeige : 100 Anzeige : 50
10 V ~ 20 V ~	(~) und 10 V ~	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 10 0 ... 200	Direktablesung Anzeige : 10
50 V ~ 100 V ~	(~) und 50 V ~	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 50 0 ... 10	Direktablesung Anzeige x 10
250 V* ~ 500 V* ~	(~) und 250 V ~	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 250 0 ... 50	Direktablesung Anzeige x 10
1000 V* ~ 2000 V* ~	(~) und 1000 V ~	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 10 0 ... 200	Anzeige x 100 Anzeige x 10
2500 V* ~	(~) und 2500 V ~	NORMAL	0 ... 250	Anzeige x 10

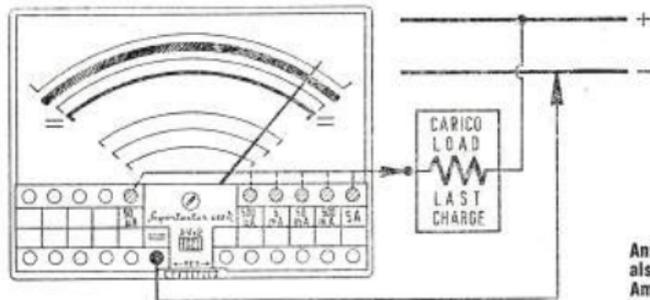
* Wechselspannungen über 100 V aus niederohmigen Stromquellen (z.B. Netzspannung, Transformatorwicklungen usw.) können bei ungünstigen Voraussetzungen (feuchte Hände, leitender Fußbodenbelag o.ä.) lebensgefährlich sein. Daher ist bei der Messung solcher Spannungen jeder Kontakt des Körpers mit der Stromquelle zu vermeiden; keinesfalls darf mit beiden Händen hantiert werden.

Die Prüfspitzen sollten nur im stromlosen Zustand mittels Krokodilklemmen an die Meßpunkte gelegt werden, die Verbindungskabel sind auf eine isolierende Unterlage zu legen. Erst dann darf die Spannung zur Messung eingeschaltet und soll nach Ablesung des Meßwerts wieder ausgeschaltet werden.

2.4 GLEICHSTROMMESSUNGEN

Wichtiger Hinweis: Zur Messung von Gleichströmen muß das Meßinstrument stets in Serie mit dem Verbraucher bzw. der Last an die Stromquelle geschaltet werden.

Schwarzen Stecker (Minuspol) bis zum Anschlag in die Steckbuchse « = » stecken und schwarze Prüfspitze mit dem Minuspol der Stromquelle verbinden. Der rote Stecker (Pluspol) ist in die Meßbuchse zu stecken, deren schwarze Bezeichnung dem Skalenendwert des gewünschten Meßbereichs entspricht. Die rote Prüfspitze ist mit dem Pol des Verbrauchers zu verbinden, der vorher mit dem Minuspol der Stromquelle verbunden war. Die Ablesung des Anzeigewerts erfolgt auf dem schwarz gedruckten Skalenbogen « V-mA » gemäß nebenstehender Tabelle. Bei Gleichstrommessungen ist es besonders wichtig, daß bei unbekanntem Stromwert immer mit dem höchsten Meßbereich (5 A) begonnen wird, um Einschaltstromstöße abzufangen und die Größe des interessierenden Stromwertes ungefähr abzulesen. Erst danach ist der rote Stecker in die Meßbuchse des passenden Bereichs zu stecken und der genaue Stromwert zu messen und abzulesen.



Anschluß des 680 R
als Gleichstrom -
Ampereometer

ÜBERSICHTSTABELLE FÜR GLEICHSTROMMESSUNGEN

Gewählter Meßbereich*	Messkabel-Anschlüsse	Stellung Taste «A-Vx2»	Passende Skalenteilung	Messwert-Errechnung
50 μA 100 μA	(=) und 50 μA	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 50 0 ... 10	Direktablesung Anzeige x 10
500 μA 1 mA	(=) und 500 μA	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 50 0 ... 10	Anzeige x 10 Anzeige : 10
5 mA 10 mA	(=) und 5 mA	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 50 0 ... 10	Anzeige : 10 Direktablesung
50 mA 100 mA	(=) und 50 mA	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 50 0 ... 10	Direktablesung Anzeige x 10
500 mA 1 A	(=) und 500 mA	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 50 0 ... 10	Anzeige x 10 Anzeige : 10
5 A 10 A	(=) und 5 A	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 50 0 ... 10	Anzeige : 10 Direktablesung

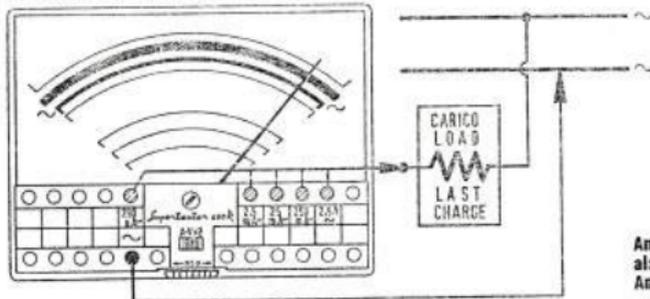
* Damit der untersuchte Gleichstrom durch das in Serie geschaltete Meßinstrument möglichst wenig verändert wird, wurden die Spannungsabfälle am Meßinstrument möglichst klein gehalten. Beim Modell 680 R treten als Spannungsabfälle folgende Werte auf: Bereich 50 μA = 100 mV; Bereich 500 μA = 294 mV; Bereich 5 mA = 317,5 mV; Bereich 50 mA/500 mA/5 A = 320 mV.

Bei der Messung stärkerer Gleichströme ist beim Auftrennen einer Verbindungsstelle eine gewisse Lichtbogenbildung unvermeidbar. Daher sollte hier der Bereichwechsel nur bei kurzgeschlossenem Meßinstrument erfolgen, damit die Kontaktflächen der Meßbuchsen unbeschädigt bleiben.

2.5 WECHSELSTROMMESSUNGEN

Wichtiger Hinweis: Zur Messung von Wechselströmen muß das Meßinstrument stets in Serie mit dem Verbraucher bzw. der Last an die Stromquelle geschaltet werden. Ein Anschluß wie bei Spannungsmessungen bewirkt die sofortige Zerstörung der Meßwiderstände!

Der schwarze Stecker ist bis zum Anschlag in die rot bezeichnete Steckbuchse « \sim » zu stecken und die schwarze Prüfspitze mit dem geerdeten Pol der Stromquelle zu verbinden. Der rote Stecker ist in die Meßbuchse zu stecken, deren rote Bezeichnung dem Skalendwert des benötigten Meßbereichs entspricht. Die rote Prüfspitze ist mit dem Pol des Verbrauchers zu verbinden, der vorher mit dem geerdeten Pol der Stromquelle verbunden war. Die Ablesung des Anzeigewertes erfolgt auf dem roten Skalenbogen « $V\text{-mA}\sim$ » nach nebenstehender Tabelle. Bei Strommessungen muss bei unbekanntem Stromwerten stets mit dem höchsten Meßbereich (2,5 A) begonnen werden, um Einschaltstromstöße abzufangen und die Größe des fließenden Stromes zunächst ungefähr zu ermitteln. Erst danach sollte der passende Bereich gewählt und der genaue Stromwert gemessen werden.



Anschluß des 600 R als Wechselstrom - Amperemeter

ÜBERSICHTSTABELLE FÜR WECHSELSTROMMESSUNGEN

Gewählter Meßbereich	Meßkabel-Anschlüsse	Stellung Taste «A-Vx2»	Passende Skalenteilung	Messwert-Errechnung
250 $\mu\text{A}\sim$ 500 $\mu\text{A}\sim$	(\sim) und 250 $\mu\text{A}\sim$	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 250 0 ... 50	Direktablesung Anzeige x 10
2,5 $\text{mA}\sim$ 5 $\text{mA}\sim$	(\sim) und 2,5 $\text{mA}\sim$	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 250 0 ... 50	Anzeige : 100 Anzeige : 10
25 $\text{mA}\sim$ 50 $\text{mA}\sim$	(\sim) und 25 $\text{mA}\sim$	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 250 0 ... 50	Direktablesung Anzeige : 10
250 $\text{mA}\sim$ 500 $\text{mA}\sim$	(\sim) und 250 $\text{mA}\sim$	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 250 0 ... 50	Direktablesung Anzeige x 10
2,5 $\text{A}\sim$ 5 $\text{A}\sim$ *	(\sim) und 2,5 $\text{A}\sim$	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 250 0 ... 50	Anzeige : 100 Anzeige : 10

* Noch höhere Wechselströme sind mit dem Wechselstrom-Meßwandler Modell 616 (max. 100 A) oder mit der Wechselstrom-Meßzange AMPERCLAMP (max. 500 A) zu messen (siehe Sonderzubehör).

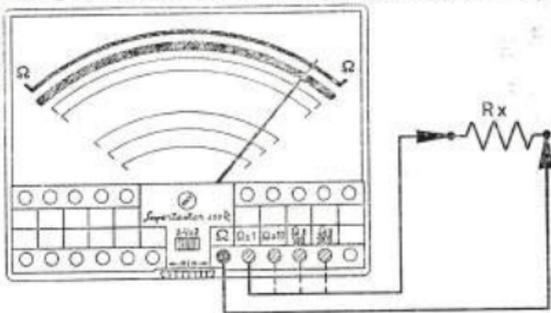
Bei der Messung von Verbrauchern mit stark schwankender Stromaufnahme (z.B. Fernsehempfänger mit Serienheizung und Allstrom-Netzteil, Glühlampen usw.) ist es zweckmäßig, parallel zum Meßinstrument eine Überbrückungsleitung zu schalten, die erst nach Abklingen des Einschaltstromstoßes geöffnet wird und die Messung des interessierenden Betriebsstromes ohne Änderung des Meßbereichs erlaubt. Dadurch werden auch die Kontaktflächen der Meßbuchsen vor Beschädigungen durch Lichtbogenbildung geschützt, die bei stärkeren Strömen und beim Wechsel des Meßbereichs unter Last vorkommen können.

2.6 WIDERSTANDSMESSUNGEN MIT BATTERIESPANNUNG (1 Ω ... 10 M Ω)

Wichtiger Hinweis: Bei der Messung von Widerständen in einem elektronischen Gerät muß das Gerät ausgeschaltet und die Kondensatoren im Netzteil müssen durch Kurzschließen entladen sein. Bei Nichtbeachtung dieser Regel brennt evtl. die Schutzsicherung durch, die dann zunächst erneuert werden müsste, wie im Abschnitt 3.4 beschrieben.

Zur Widerstandsmessung ist der schwarze Stecker bis zum Anschlag in die Steckbuchse « Ω » (Pluspol) und der rote Stecker in eine der Ω -Bereichsbuchsen ($\Omega \times 1/10/100/1000$) zu stecken. Dann sind die beiden Prüfspitzen der Meßkabel in Kontakt miteinander zu bringen. Durch Drehen am Rändelrad REG ist der Zeiger auf den Nullpunkt der Ω -Skala einzuregeln. Sollte der Nullpunkt der Ω -Skala nicht einstellbar sein, dann ist die Ohmmeterbatterie erschöpft und muß nach Abschnitt 3.3 ausgewechselt werden.

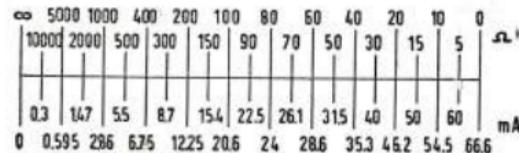
Sobald der Nullpunkt eingestellt ist, sollte die Verbindung der Prüfspitzen aufgehoben und der unbekannte Widerstand zwischen die Prüfspitzen gelegt werden. Der Widerstandswert ist auf der Ω -Skala ablesbar. Die Eichung der Ω -Skala gilt nur für den Bereich « $\Omega \times 1$ » ohne Umrechnung, während im Bereich « $\Omega \times 10$ » eine Null, im Bereich « $\Omega \times 100$ » zwei Nullen und im Bereich « $\Omega \times 1000$ » drei Nullen zum Anzeigewert hinzuzuzählen sind.



Anschluß des 680 R
zur Widerstandsmessung

Bei genauen Widerstandsmessungen sollte bei jedem Bereichwechsel die oben beschriebene Nullpunkt-Einstellung wiederholt und durch entsprechende Bereichwahl der Anzeigewert etwa in den mittleren Teil der Ω -Skala gelegt werden, weil dort der kleinste Anzeigefehler auftritt. Während der Messung höherer Widerstandswerte dürfen die Metallteile der Prüfspitzen oder der Widerstandsanschlüsse nicht mit den Fingern berührt werden, weil sonst der Widerstandswert der menschlichen Haut dem untersuchten Widerstand parallelgeschaltet wird und so das Meßergebnis verfälscht.

Während jeder Widerstandsmessung wird der eingebauten Ohmmeterbatterie Strom entnommen, der über den untersuchten Widerstand fließt. Zur Schonung der Batterie sollte deshalb die Nullpunkt-Einstellung und die Messung eines Widerstandswertes möglichst kurz gehalten werden. Den Zusammenhang zwischen Ω -Anzeigewert und Stärke des Meßstromes im Bereich « $\Omega \times 1$ » zeigt die nachfolgende Skizze.

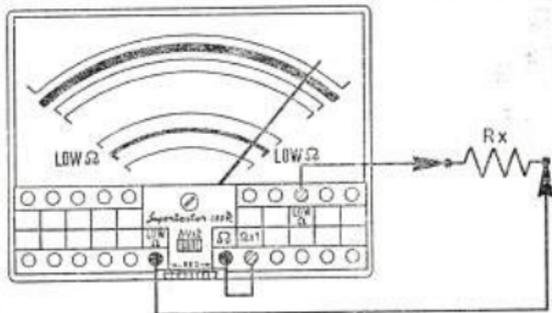


Im Meßbereich « $\Omega \times 10$ » sind die aufgeführten mA-Werte durch 10, im Bereich « $\Omega \times 100$ » durch 100 und im Bereich « $\Omega \times 1000$ » durch 1000 zu dividieren. Die Messung dieser Stromwerte erfolgte bei einer Batteriespannung von genau 3 V; bei Abweichungen von diesem Spannungswert ändern sich die Stromwerte proportional.

Die Kenntnis der Größe des Meßstromes in den verschiedenen Widerstandsmeßbereichen ist vor allem für spezielle Meßaufgaben wichtig (z.B. Messung von Heizfäden der Batterieröhren, Miniatur-Glühlampen, Transistoren usw), damit eine Überlastung oder Beschädigung des untersuchten Bauelements durch den Meßstrom des Ohmmeters mit Sicherheit vermieden werden kann.

2.7 WIDERSTANDSMESSUNG SEHR KLEINER WIDERSTÄNDE (0,1 ... 500 Ω)

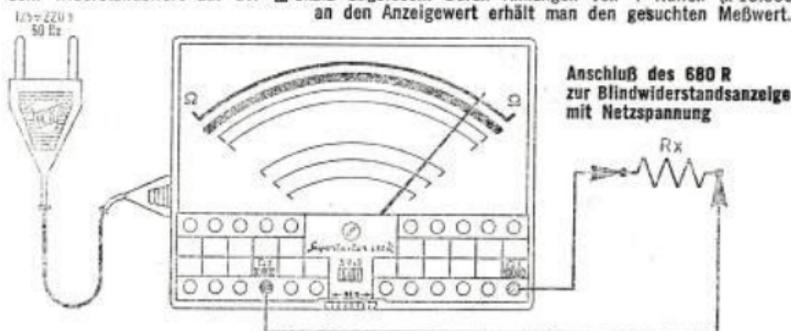
Da in modernen Schaltungen sehr kleine Widerstandswerte häufig verwendet werden, bietet das Modell 680 R auch dafür eine genaue Meßmöglichkeit. Der Eingangshinweis des Abschnitts 2.6 (Messung nur an spannungslosen Geräten) ist auch hier streng zu beachten. Zur Messung ist zunächst mit dem Kurzschlußstecker oder mit einem passenden Drahtstück aus blankem 2-mm-Draht, dessen Enden zur Betätigung der Schaltkontakte etwa 15 mm tief in die Meßbuchsen gesteckt werden müssen, eine Verbindung zwischen Buchse « Ω » und « $\Omega \times 1$ » herzustellen. Sobald die Verbindung hergestellt ist, schlägt der Zeiger des Meßinstruments nach rechts aus und muß mit dem Drehknopf REG auf den Null-Eichstrich der Ω -Skala eingestellt werden. Der schwarze Stecker ist in die Steckbuchse « $=$ /Low Ω » und der rote Stecker in die Steckbuchse «50 mA= Ω » zu stecken. Der unbekannte Widerstand wird zwischen die Prüfspitzen gelegt und sein Widerstandswert auf dem schwarzen Skalenbogen LOW Ω (oberhalb der dB-Skala) abgelesen. Beim Kurzschließen der Prüfspitzen zeigt das Meßinstrument noch einen sehr kleinen Widerstandswert an, der dem Widerstand der Meßkabel entspricht. Bei genauen Messungen ist dieser Wert vom Meßwert abzuziehen. Wegen der starken Batteriebelastung ist auf möglichst kurze Meßzeiten zu achten.



Anschluß des 680 R zur Messung kleiner Widerstände

2.8 WIDERSTANDSMESSUNGEN MIT NETZWECHSELSPANNUNG (100 k Ω ... 100 M Ω)

Wichtiger Hinweis: Bei Messungen hoher Widerstandswerte in einem netzgespeisten elektronischen Gerät (z.B. Fernsehempfänger o.ä.) ist nicht nur auf Spannungslosigkeit der Schaltung (siehe Hinweis in 2.6), sondern auch auf Trennung vom Netz durch Ziehen des Netzsteckers zu achten, damit ein Kurzschluß der Netzspannung über die Meßschaltung vermieden wird. Vor der Messung ist mit Hilfe des mitgelieferten Netzkabels eine Verbindung zwischen dem RETE/Netz-Anschluß des 680 R und der nächsten Steckdose (125 ... 220 V \sim) herzustellen und der Drehknopf REG in die linke Endstellung zu drehen. Der schwarze Stecker ist dann bis zum Anschlag in die Steckbuchse «pF/ $\Omega \times 10.000$ » und der rote Stecker in die Buchse « $\Omega \times 10.000$ /pF $\times 1$ » zu stecken. Nach dem Kurzschließen der Prüfspitzen muß der Zeiger des Meßinstruments durch Drehen am Rändelrad REG auf den Null-Eichstrich der Ω -Skala eingestellt werden. Dann wird der unbekannte Widerstand zwischen die Prüfspitzen gelegt und sein Widerstandswert auf der Ω -Skala abgelesen. Durch Anhängen von 4 Nullen ($\times 10.000$) an den Anzeigewert erhält man den gesuchten Meßwert.

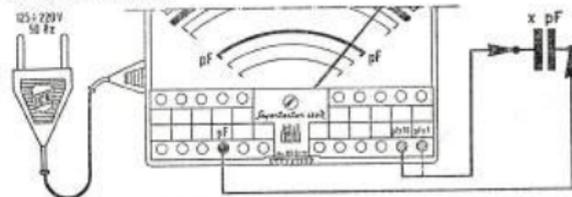


Anschluß des 680 R zur Blindwiderstandsanzeige mit Netzspannung

2.9 KAPAZITÄTSMESSUNGEN (50 pF ... 20.000 µF)

2.9.1 Kondensatoren mit festem Dielektrikum (50 pF ... 0,5 µF)

Bei Kondensatoren mit Papier-, Glimmer- oder Keramikisolation in einem elektronischen Gerät ist der Eingangshinweis des Abschnitts 2.8 genau zu beachten. Vor der Messung ist eine Verbindung zwischen dem RETE/Netz-Anschluß des 680 R und der nächsten Steckdose (125 ... 220 V~) herzustellen und der Rändelknopf REG in die linke Endstellung (entgegen dem Uhrzeigersinn) zu drehen. Der schwarze Stecker muß in die rot bezeichnete Steckbuchse « pF/2 V~ » und der rote Stecker in eine der rot bezeichneten Buchsen « pF x 1/Ω x 10.000 » oder « pF x 10/Ω x 1000 » entsprechend dem gewünschten Meßbereich gesteckt werden. Bei kurzgeschlossenen Prüfspitzen wird der Zeiger des Meßinstruments durch Drehen am Rändelrad REG auf den Nullpunkt der Ω-Skala, bzw. auf ∞ der pF-Skala eingestellt. Dann ist der zu messende Kondensator zwischen die Prüfspitzen zu legen und der Anzeigewert auf der roten pF-Skala abzulesen. Die Eichung der Skala gilt nur für den Bereich « pF x 1 » direkt, während im Bereich « pF x 10 » der Anzeigewert durch Anhängen einer Null in den gesuchten Meßwert verwandelt wird. Ein Kurzschluß im Kondensator wird durch Vollausschlag (∞) angezeigt, Feinschlüsse durch Isolationsfehler im Kondensator erhöhen die Anzeigetoleranz beträchtlich.



Anschluß des 680 R für die Kapazitätsmessung von Festkondensatoren

2.9.2 Elektrolytkondensatoren (0,5 ... 20.000 µF)

Die Kapazitätsmessung großer Kondensatoren wird nur mit Batteriespannung durchgeführt. Der Anschluß der Meßkabel erfolgt jetzt genauso wie bei Widerstandsmessungen mit Batteriespannung (siehe Abschnitt 2.6), d.h. die Meßkabel sind mit « Ω » und « Ω x 1/10/100/1000 » entsprechend dem gewünschten Meßbereich zu verbinden. Bei kurzgeschlossenen Prüfspitzen ist am Rändelknopf REG in bekannter Weise der Nullpunkt der Ω-Skala einzustellen. Wenn jetzt die Anschlüsse des Kondensators mit den Prüfspitzen berührt werden, schlägt der Zeiger aus und kehrt dann wieder in die Nullstellung zurück. Sobald die Nullstellung erreicht ist, sind die Prüfspitzen zu vertauschen und der Kondensator wird erneut geprüft. Der Maximalwert des Zeigerausgangs gibt dabei den Kapazitätswert gemäß der nachfolgenden Wertetabelle (bezogen auf die Skalenteilung 50 V=) an, während der Rücklauf des Zeigers in die Nullstellung die Beurteilung der Isolation erlaubt. Falls bei Kondensatoren mit fester Isolation der Zeiger nicht völlig auf Null zurückläuft, liegt ein Feinschluß vor, der den Kondensator unbrauchbar macht. Bei Elektrolytkondensatoren mit niedriger Betriebsspannung ist diese Erscheinung bei falsch gepolter Meßspannung normal. Nach dem Umpolen der Prüfspitzen ergibt sich wieder die richtige Kapazitätsanzeige und die völlige Entladung bis zur Nullstellung.



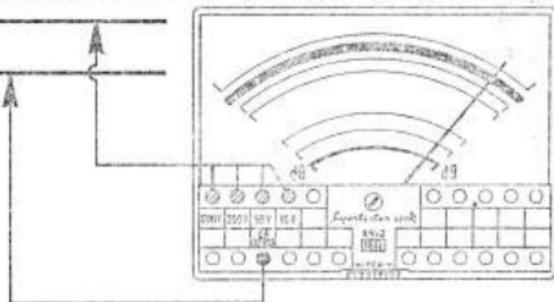
Kapazitäts-Anzeigewerte in den vier Ω-Meßbereichen, bezogen auf die Teilung 0 ... 50

2.12 MESSUNG VON TONFREQUENZSPANNUNGEN UND dB-WERTEN

2.12.1 Meßhinweise für Spannungs- und dB-Meßwerte

Schwarzen Stecker bis zum Anschlag in die rot bezeichnete Buchse « Hz-dB » stecken und schwarze Prüfspitze -evtl. mit Hilfe einer Krokodilklemme- mit dem geerdeten Pol der Stromquelle verbinden. Der rote Stecker ist in diejenige Meßbuchse zu stecken, deren rot gedruckte Bezeichnung dem Skalenendwert des gewünschten Meßbereichs entspricht. Die rote Prüfspitze ist dann mit dem nicht geerdeten Pol der Stromquelle oder mit dem Spannungs-Meßpunkt zu verbinden. Zur Ablesung eines Spannungswertes dient die rot gedruckte Skalenteilung «V-mA~» (siehe Tabelle). Für die Ablesung von dB-Werten ist die rot gedruckte dB-Skalenteilung zu benutzen, die für den Bereich 10 V~ gilt. In allen anderen Bereichen sind bei der Meßwert-Errechnung die Zu- oder Abschläge aus der Tabelle zu berücksichtigen. Die dB-Skalenteilung bezieht sich auf den internationalen Standardwert: 0 dB = 1 mW an 600 Ω = 0,775 Veff. Wenn die Spannungshöhe am Meßpunkt unbekannt oder zweifelhaft ist, sollte zunächst stets eine orientierende Messung im 1000-V-Bereich durchgeführt werden. Falls die interessierende Tonfrequenzspannung einer Gleichspannung überlagert ist, sorgt der im 680 R sitzende Trennkondensator für die Abriegelung des Gleichspannungsanteils.

Anschluß des 680 R zur Messung von Tonfrequenzspannungen/dB-Werten



ÜBERSICHTSTABELLE NF-SPANNUNG/dB-MESSUNGEN

Gewählter Meßbereich	Meßkabel-Anschlüsse	Stellung Taste « A-V x 2 »	Spannungswert-		dB-Wert- errechnung
			ablesung	errechnung	
2 V~ 4 V~	(pF-2 V~) und 2 V~	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 200 0 ... 200	Anzeige : 100 Anzeige : 50	Anzeige — 14 dB Anzeige — 8 dB
10 V~ 20 V~	(Hz-dB) und 10 V~	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 10 0 ... 200	Direktablesg. Anzeige : 10	Direktablesung Anzeige + 6 dB
50 V~ 100 V~	(Hz-dB) und 50 V~	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 50 0 ... 10	Direktablesg. Anzeige x 10	Anzeige + 14 dB Anzeige + 20 dB
250 V~* 500 V~*	(Hz-dB) und 250 V~	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 250 0 ... 50	Direktablesg. Anzeige x 10	Anzeige + 26 dB Anzeige + 34 dB
1000 V~* 2000 V~*	(Hz-dB) und 1000 V~	NORMAL GEDRÜCKT	0 ... 10 0 ... 200	Anzeige x 100 Anzeige x 10	Anzeige + 40 dB Anzeige + 46 dB
2500 V~*	(Hz-dB) und 2500 V~	NORMAL	0 ... 250	Anzeige x 10	Anzeige + 48 dB

* Höhere Wechselspannungen im Tonfrequenzgebiet aus niederohmigen Stromquellen (z.B. Transformatorwicklungen o.ä.) können bei ungünstigen Bedingungen (feuchte Hände, schlechte Isolation usw.) lebensgefährlich sein. Daher darf bei der Messung solcher Spannungen der Körper keinen Kontakt mit der Stromquelle bekommen; wenn am eingeschalteten Gerät gemessen werden muß, sollte nur mit einer Hand hantiert werden! Zur gefahrlosen Messung sind die Prüfspitzen bei ausgeschaltetem Gerät mittels Krokodilklemmen an die Meßpunkte zu legen. Wenn auch die Meßkabel auf eine Isolierunterlage gelegt wurden, darf das Gerät zur Messung eingeschaltet und muß nach der Messung sofort abgeschaltet werden.

2.12.2 Die dB- und Ausgangsleistungs-Messung

Das Bel (B), dessen zehnter Teil ein Dezibel (dB) ist, stellt eine Einheit für logarithmische Leistungsverhältnisse dar, mit der große Verhältnisse darstellbar sind und durch die Berechnungen von Dämpfungs- und Verstärkungswerten stark vereinfacht werden. Ein Leistungsverhältnis von $P_1 : P_2 = 10$ bedeutet ein Bel, während ein Verhältnis $P_1 : P_2 = 1,26$ einem dB entspricht. Ein positives dB (Vorzeichen+) bezeichnet also ein Leistungsverhältnis von 1,26 : 1, während ein negatives dB (Vorzeichen-) ein Leistungsverhältnis von (1 : 1,26) 0,8 : 1 bedeutet.

Es ist üblich geworden, auch Spannungs- und Stromverhältnisse in dB auszudrücken. Eigentlich gilt dabei als Voraussetzung, daß die ins Verhältnis gesetzten Spannungen U_1 und U_2 oder die Ströme I_1 und I_2 an gleichgroßen Widerständen abfallen bzw. gleichgroße Widerstände durchfließen. Dabei verhalten sich die Spannungen oder Ströme wie die Wurzeln aus den zugehörigen Leistungen. Für die Praxis ergibt sich daraus, daß zu einem Spannungs- oder Stromverhältnis doppelt so viele dB gehören, wie zu einem zahlenmäßig gleichen und auf der dB-Skala des 680 R angezeigten Leistungsverhältnis. Die nachfolgende Gegenüberstellung erklärt diese Zusammenhänge:

+ dB	0	1	3	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
Leistg.	1	1,26	1,6	2	2,5	3,2	4	5,2	6,6	8	10	16	25	40	66	100
Spanng.	1	1,12	1,26	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,5	2,8	3,2	4	5,0	6,3	7,9	10
- dB	0	1	3	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
Leistg.	1	0,8	0,63	0,5	0,4	0,31	0,25	0,2	0,16	0,13	0,1	0,063	0,04	0,025	0,016	0,01
Spanng.	1	0,89	0,79	0,71	0,63	0,56	0,5	0,45	0,4	0,35	0,32	0,25	0,2	0,16	0,13	0,1

Da eine ausführliche Darstellung sowohl der mathematischen Grundlagen, als auch der praktischen Anwendung aus Platzgründen hier nicht möglich ist, wird auf den ausführlichen Artikel « Die dB-Skala der elektronischen Spannungsmesser » in der Zeitschrift FUNKSCHAU Nr. 10/1968 hingewiesen.

Auch ohne dB-Rechnung ist mit dem Modell 680 R die Ausgangsleistung in Watt von Radio/Fernseh-Empfängern und Leistungsverstärkern aller Art zu messen. Zur Ermittlung der Ausgangsleistung wird das zu untersuchende Gerät eingeschaltet und dem NF-Teil, bezw. dem Tonabnehmeringang eine NF-Spannung (z.B. 1000 Hz) zugeführt. Der Lautsprecherausgang muß entweder durch die Schwingspule des Lautsprechers oder durch einen entsprechenden Widerstand belastet sein. Dann ist der Spannungswert der NF-Spannung (in Volt) entweder an der Primärwicklung oder der Sekundärwicklung des Ausgangstransformators zu messen. Bei Transistorgeräten ohne Ausgangsübertrager ist diese Messung nur an der Lautsprecher-Schwingspule möglich. Der gemessene Spannungswert dient zur Errechnung der Ausgangsleistung nach der Formel

$$W = \frac{U^2}{Z}$$

Darin ist W die Ausgangsleistung in Watt, U^2 der gemessene Spannungswert in Volt (ins Quadrat erhoben) und Z der Ausgangsimpedanzwert in Ω , dem das Meßinstrument bei der Messung parallelgeschaltet war. Z kann Werte von 4000 ... 7000 Ω (Ausgangstrafo-Primärseite), 100 ... 600 Ω (Verstärkerausgänge) oder 3 ... 8 Ω (Ausgangstrafo-Sekundärseite) aufweisen, die im Schaltbild des Gerätes oder auf dem Anschluß-Bezeichnungsschild zu finden sind. Die Einfachheit der Rechnung zeigen die folgenden Beispiele:

$$\begin{array}{l} \text{Spannungswert: } 10 \text{ V} \\ \text{Impedanz: } 5000 \text{ } \Omega \end{array} \quad W = \frac{100^2}{5000} = \frac{100 \times 100}{5000} = \frac{10.000}{5000} = 2 \quad \text{oder}$$

$$\begin{array}{l} \text{Spannungswert: } 10 \text{ V} \\ \text{Impedanz: } 2500 \text{ } \Omega \end{array} \quad W = \frac{10^2}{2500} = \frac{10 \times 10}{2500} = \frac{100}{2500} = 0,04 \quad \text{oder}$$

$$\begin{array}{l} \text{Spannungswert: } 3 \text{ V} \\ \text{Impedanz: } 5 \text{ } \Omega \end{array} \quad W = \frac{3^2}{5} = \frac{3 \times 3}{5} = \frac{9}{5} = 1,8 \quad \text{usw.}$$

3. WARTUNG UND REPARATUR

Die fünfundzwanzigjährige Erfahrung der Fa. ICE bei Entwicklung und Fertigung von Vielfachmeßgeräten hat zur Folge, daß bereits bei der Konstruktion eine möglichst große Wartungs- und Reparaturfreundlichkeit angestrebt wird, um die Betriebsbereitschaft und Zuverlässigkeit für viele Jahre zu erhalten. Die hier beschriebene neueste Ausführung des Modells 680 R ist ein Beispiel für die konsequente Fortsetzung dieser Entwicklungsrichtung: Durch Verwendung verbesserter Kunststoffe wurde die Unempfindlichkeit des Gerätes gegen elektrische und mechanische Überlastungen erhöht und gleichzeitig durch die Zusammenfassung aller wesentlichen Bauelemente auf einer leicht abnehmbaren Druckschaltungsplatine der Austausch defekt gewordener Teile erheblich erleichtert.

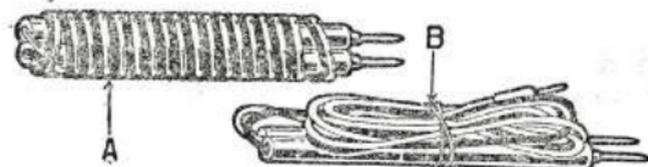
Falls trotz dieser verbesserten Widerstandsfähigkeit, pfleglicher Behandlung und sachgerechter Wartung mechanische oder elektrische Schäden durch Fall aus größerer Höhe, Hitzeeinwirkungen, längere Überlastungen oder abnormale Betriebsbedingungen auftreten sollten, dann ist der Austausch der defekten Teile ohne Schwierigkeiten und ohne langjährige Erfahrung möglich.

Die Fa. ICE und Ihre autorisierten Vertretungen halten nicht nur alle erforderlichen Ersatzteile abrufbereit (siehe Ersatzteile S. 62), sondern unterhalten auch eine spezialisierten Reparaturdienst. Falls also der Besitzer eines Modells 680 R keinerlei Reparatur Erfahrung mit elektronischen Geräten hat und/oder einen aufgetretenen Fehler nicht finden kann, steht ihm die nächste ICE-Servicestelle mit Rat und Tat zur Verfügung. Bei der Rücksendung eines defekten Gerätes muß stets auf ausreichende und stabile Verpackung geachtet werden, damit der Fehler nicht noch durch Transportschäden vergrößert wird.

3.1 PFLEGE DER MEßKABEL

Bei hoher Benutzungshäufigkeit muß in bestimmten Zeitabständen (z.B. monatlich) nach Abschrauben der Kunststoffhülsen von den Steckern, bezw. Prüfspitzen überprüft werden, ob die Verbindung zwischen Kabelende und Kontaktstück sich noch im Normalzustand befindet. Falls durch Bruch einer oder mehrerer Litzendrähte der Querschnitt der Verbindung verringert ist, sollte die

Verbindungslitze etwas gekürzt und neu mit dem Kontaktstück verlötet werden. Die Kontaktstifte von Stecker und Prüfspitze müssen stets sauber bleiben, damit in jedem Anwendungsfall ein zuverlässiger Kontakt erreicht wird. Falls die Gummiisolation der Verbindungskabel oder die Kunststoffhülsen der Stecker bezw. Prüfspitzen Risse oder Löcher aufweist, sollte zur eigenen Sicherheit keine provisorische Reparatur durchgeführt, sondern ein neues Kabelpaar bestellt und benutzt werden. Nach der ersten Benutzung der Meßkabel sind sie möglichst nicht mehr wie im Lieferzustand (A) aufzuwickeln, sondern locker zu falten und mit einem Päckchengummi (B) zusammenzuhalten.



3.2 PFLEGE DER FRONTPLATTENHAUBE

Das Meßinstrument und die Meßbuchsen sind mit einer Haube aus transparentem Kunststoff mit hoher Isolations- und Bruchfestigkeit abgedeckt, die deshalb als Frontplattenhaube bezeichnet wird. Der hohe Isolationswert hat die unerwünschte Nebenwirkung, daß die Frontplatte durch Reiben mit einem Lappen o.ä. elektrostatisch aufgeladen werden und dann eine zusätzliche Verschiebung der Zeigerstellung, d.h. eine Vergrößerung der Anzeigetoleranz, bewirken kann. Deshalb ist die Frontplattenhaube mit einem unsichtbaren antistatischen Überzug versehen.

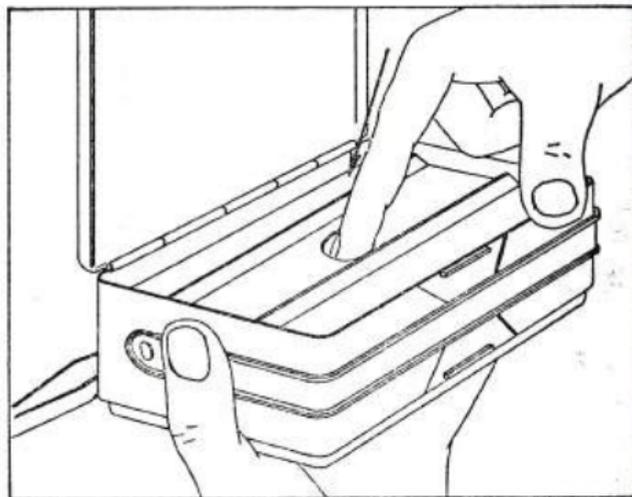
Um diesen Überzug nicht zu beschädigen, darf zur Reinigung der Frontplatte niemals Benzin, Alkohol oder Tri verwendet werden. Zur Reinigung ist stets nur klares Wasser zu verwenden, das auch nicht abgewischt, sondern in der Luft getrocknet werden sollte. Bei starker Verschmutzung und entsprechend häufiger Reinigung, bezw. nach der Benutzung von Reinigungs-

flüssigkeiten, ist mit einem Pinsel neue Antistatiklösung auf die Frontplatte aufzutragen und aufzutrocknen zu lassen.

Die Frontplatte besteht aus thermoplastischem Kunststoff, der bei Temperaturen über 100°C nicht formstabil bleibt. Daher können durch versehentliche Berührungen der Frontplatte mit der LötKolbenspitze oder mit Lötzinntropfen dauerhafte Beschädigungen entstehen. Solche Schäden sind nur durch Austausch der Frontplatte zu beseitigen.

Dazu ist zunächst, wie nebenstehend gezeigt, das Meßgerät aus seinem Fach im Transportetui mit Fingerdruck durch die Öffnung im Zubehörfach zu entnehmen. Dann sind die 4 Bodenschrauben zu lösen, damit die Gehäusehaube abgezogen werden kann.

Zuletzt sind die 4 Halteschrauben in den dreieckigen Fortsätzen der Frontplattenhaube herauszudrehen. Für den Einbau der neuen Frontplatte gilt die umgekehrte Reihenfolge.



3.3 AUSTAUSCH DER OHMMETERBATTERIE UND DES NULLEINSTELLERS REG

Die 3-V-Ohmmeterbatterie (Pertrix Nr. 259 o.ä.) ist auszuwechseln, sobald im Bereich « $\Omega \times 1$ » mit dem Drehwiderstand REG nicht mehr auf der Nullpunkt der Ω -Skala eingestellt werden kann. Außerdem sollte mindestens einmal jährlich die Batterie erneuert werden, um Beschädigungen durch die korrosiven Dämpfe einer verbrauchten Batterie zu vermeiden. Aus dem gleichen

Grund sollte vor einer längeren Außerbetriebsetzung des Modells 680 R die Batterie ausgebaut und getrennt aufbewahrt werden.

Zum Wechsel der Batterie ist zunächst die Gehäusehaube nach Lösen der vier Bodenschrauben abzunehmen. Dann kann die verbrauchte Batterie aus ihrer Halterung gezogen werden. Die frische Batterie ist unter Beachtung der richtigen Polarität (+ und - Zeichen im Boden des Batteriefachs) mit dem Kontaktknopf (+ Pol) voraus in die Halterung einzuschieben. Falls die Kontakte der Batterie oder der Halterung verschmutzt oder korrodiert sind, muß vor dem Einsetzen der Batterie unbedingt eine Säuberung der Kontakte (evtl. mit einer feinen Kontaktfleile) durchgeführt werden.

Falls die Änderung des Zeigerausschlags beim Betätigen des Drehwiderstands REG nicht gleichmäßig, sondern ruckartig oder mit Unterbrechungen erfolgt, liegt fast immer ein Defekt des 10 k Ω -Drehwiderstands vor. Sobald ein neuer Drehwiderstand bereitliegt, ist bei abgenommener Gehäusehaube die Mittelschraube des Drehknopfes REG zu lösen und der Drehknopf von der Achse abzuziehen. Mit einer dünnen LötKolbenspitze sind dann die beiden Anschlußfahnen des Drehwiderstands von der Druckschaltung zu lösen und der Widerstand aus seiner Halterung zu ziehen. Der Ersatzwiderstand ist in gleicher Weise einzuschieben, seine vor dem Einsetzen verzinnnten Anschlußfahnen sind dann ohne Zinnzugabe mit den Anschlußpunkten der Druckschaltung zu verlöten.

3.4 ERNEuern DER OHMMETER-SICHERUNG

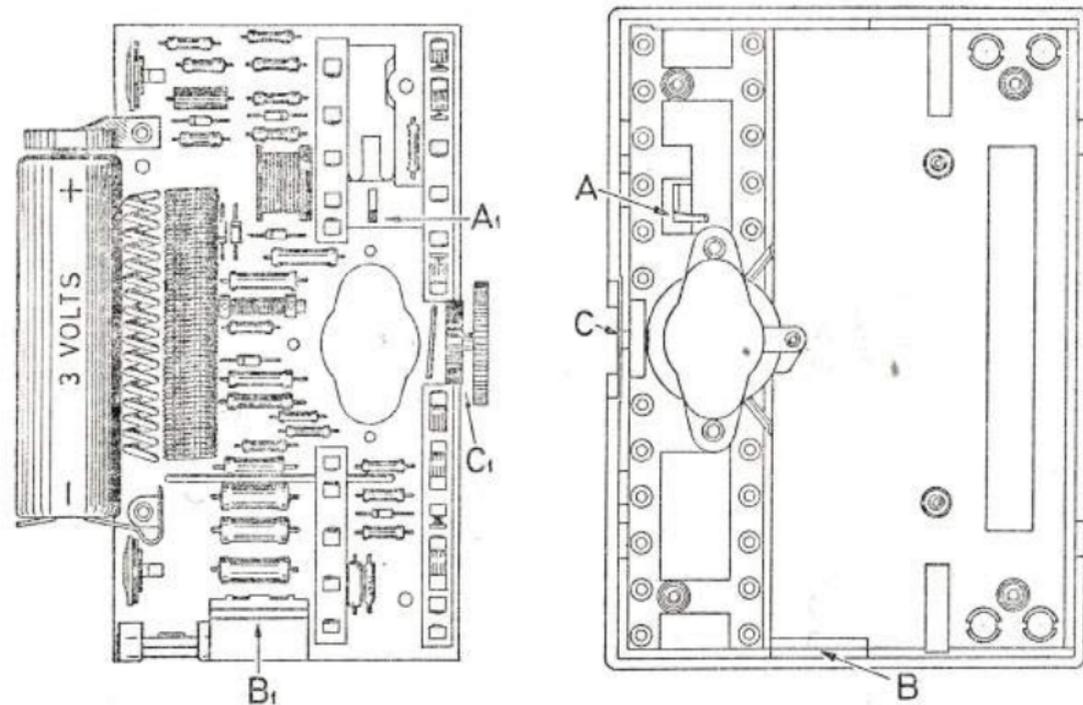
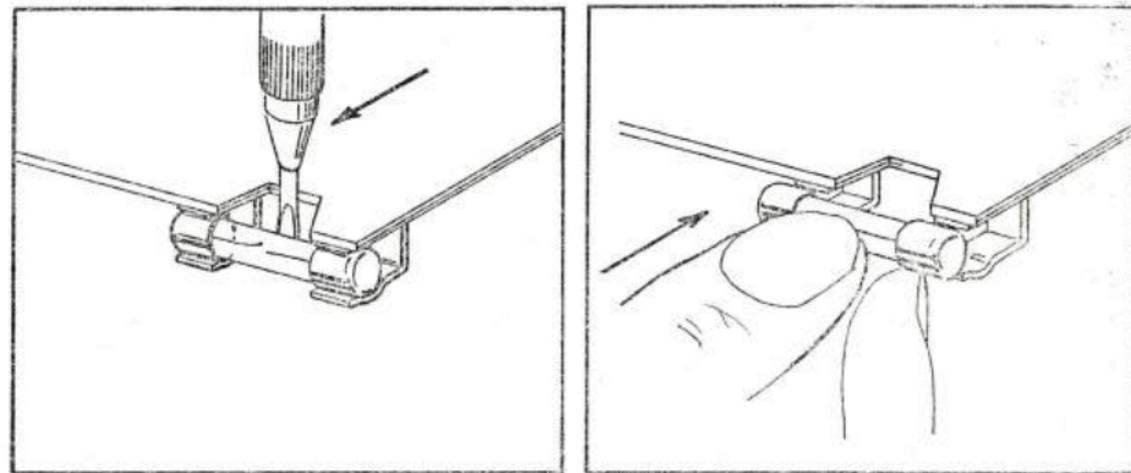
Wie im Abschnitt 2.6 erwähnt, sind die Widerstandsmeßbereiche des Modells 680 R durch eine Sicherung gegen Überlastung durch Fremdspannungen von mehr als 140 V geschützt.

Beim hier beschriebenen ICE-Modell dagegen brennt bei solchen Bedienungsfehlern und Fremdströmen über 160 mA nicht ein Meßwiderstand, sondern nur die Ohmmeter-Schutzsicherung (FUSE) im Gerät durch, die in Serie zur Steckbuchse Ω geschaltet ist. Bei Nichtfunktion der Ω -Bereiche sollte daher stets die Schutzsicherung auf Unterbrechung geprüft werden. Dazu ist die Gehäusehaube abzunehmen, mit einem Meßkabel eine Verbindung zwischen der Meßbuchse « Ω » und einer beliebigen -Bereichsbuchse (z.B. $\Omega \times 10$) herzustellen und mit dem zweiten Meßkabel die Glasrohrsicherung zu überbrücken. Wenn dabei der erwartete

Zeigerausschlag zum rechten Skalenende auftritt, dann ist die Sicherung unterbrochen und muß ersetzt werden.

Jedem ICE-Vielfachmeßgerät mit Glasrohr-Schutzsicherung liegen 4 Ersatzsicherungen als Normalzubehör bei. Nach Aufbrauch dieses Vorrats dürfen nur gleichartige Sicherungen beschafft und benutzt werden, d.h. Feinsicherungen 0,16 A F (flinke Abschaltung) mit den Abmessungen 5 x 20 mm. Durch das Benutzen stärkerer Ausführungen oder anderer Abschaltcharakteristiken (M = mittelträge, T = träge) spricht die Sicherung verzögert an. Dadurch können die Meßwiderstände überlastet und dabei ihr Widerstandswert mehr oder weniger verändert werden.

Bei jedem Sicherungswechsel empfiehlt sich ein leichtes Nachbiegen der Halterungskontakte. Verschmutzungen der Kontakte sind unbedingt zu vermeiden und ggf. zu beseitigen, damit der kleinstmögliche Übergangswiderstand zwischen Sicherungskappen und Kontaktfedern immer erhalten bleibt.

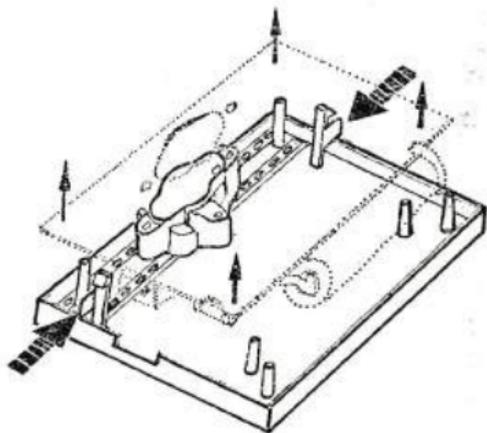


Die Skizzen zeigen die Bauteilseite der abgenommenen Druckschaltung und die Unterseite der Frontplatte. Beim Wiederaufsetzen der Druckschaltung ist darauf zu achten, daß die Kontaktzunge A des Empfindlichkeits-Einstellers in Nullstellung steht und die Aussparungen B und C genau auf die Vorsprünge B1 und C1 passen.

4. REPARATURHINWEISE

Die nachfolgenden Hinweise zur Fehlersuche und Reparatur gelten ohne Einschränkung für alle ICE-Modelle 680 R mit Druckschaltungs-Verdrahtung. Für alle Vorläufermodelle einschließlich der Serien I/II des 680 R mit Normalverdrahtung gelten diese Hinweise sinngemäß, soweit die Meßschaltungen identisch sind. Die Fehlersuche bei diesen Vorläufern ist in der nachfolgend beschriebenen Weise durchführbar, nur die Testpunkte und die entsprechenden Bauelemente müssen gesucht werden. Bei normalverdrahteten Geräten ist dieser Suchvorgang relativ einfach, beim Ablesen der Widerstandswerte ist die Farbcodetabelle eine wertvolle Hilfe.

Die Gliederung der Hinweise ist nach Fehlerhäufigkeit und Schwierigkeit des Suchvorgangs gestaffelt. Zunächst sind vorhersehbare und leicht zu beseitigende Fehler beschrieben, die auch in den Bedienungsanleitungen der verschiedenen Modelle im Abschnitt «Wartungshinweise» erwähnt wurden. Erst nach der Feststellung, daß eine Fehlererscheinung keine so einfache Fehlerursache hat wie z.B. eine durchgebrannte Sicherung, sind die anschließend beschriebenen, komplizierteren Maßnahmen zur Einkreisung der Fehlerursache erforderlich. Falls dazu das Abnehmen der Druckschaltung erforderlich ist, sind zunächst die Kontaktschrauben herauszudrehen und dann die beiden Rastnasen an den Schmalseiten der Druckschaltung durch Druck auf den grauen Kunststoffsteg (neben dem Netzeingang und unterhalb der Gerätenummer) zu lösen. Beim Wiederaufsetzen gilt die umgekehrte Reihenfolge, wobei das ovale Gehäuse des Drehspulmeßwerks und der richtige Sitz des Drehknopfes REG eine gute Hilfe für das Erreichen der richtigen Passung ist, die das gewaltlose Zusammenfügen ohne Verbiegen der Druckschaltung ermöglicht.



4.1 FEHLERSUCHE OHNE HILFSMITTEL

Die überwiegende Zahl aller Fehler in Vielfach-Meßgeräten wird durch Bedienungsfehler verursacht (z.B. durch den Versuch einer Spannungsmessung in der Betriebsart Widerstandsmessung o.ä.). Dabei fließen in der betroffenen Meßschaltung übernormal hohe Ströme mit entsprechender Überhitzung und/oder Zerstörung einzelner Bauelemente. Der Einsatz einer Drahtsicherung für die Ω -Meßbereiche des hier beschriebenen Modells 680 R schaltet diese Gefahren für die Ω -Meßbereiche aus, kann aber solche Schäden in anderen Betriebsarten nicht verhindern. Überhitzte Widerstände zeigen fast immer verkohlte Stellen und/oder deutliche Verfärbungen des Widerstandskörper-Schutzüberzugs. Daher sind häufig einfache Fehler, deren Ursache ein überlasteter Einzelwiderstand ist, durch genaue Sichtkontrolle aller Bauelemente auf der Druckschaltung zu finden. Dafür muß immer die Gehäusehaube abgenommen und die Druckschaltung nach Lösen der Kontaktschrauben (siehe Absatz 1.) von der Frontplatte abgezogen werden. Die Ansicht der abgezogenen Druckschaltung (d.h. ihrer Bauteilseite) mit eingezeichneten Wertangaben für alle Bauelemente zeigt die Zeichnung auf der 3. Umschlagseite. Es ist selbstverständlich, daß diese Demontage nur auf einem sauberen, gut beleuchteten und von Eisenspänen restlos befreiten Arbeitstisch erfolgen darf.

Gelegentlich ist aber die Fehlerursache nicht auf so einfache Weise zu finden oder der Fehler ist nach dem Auswechseln eines scheinbar defekten Widerstands noch nicht beseitigt. In solchen Fällen sind zur Fehlereinkreisung und Fehlerbeseitigung die nachfolgenden Hinweise zu befolgen. Es muß aber nachdrücklich davor gewarnt werden, irgendwelche Reparaturversuche zu unternehmen, wenn weder Erfahrung im Umgang mit Meßinstrumenten und Druckschaltungen, noch geeignetes Lötwerkzeug und Kolophonium-Schnellot vorhanden sind. Die Beseitigung der Folgen von unsachgemäßen Reparaturversuchen sind meist erheblich teurer als die sachgerechte Behebung des wirklichen Fehlers!

4.1.1 FEHLER IN DER OHMMETER-SCHALTUNG

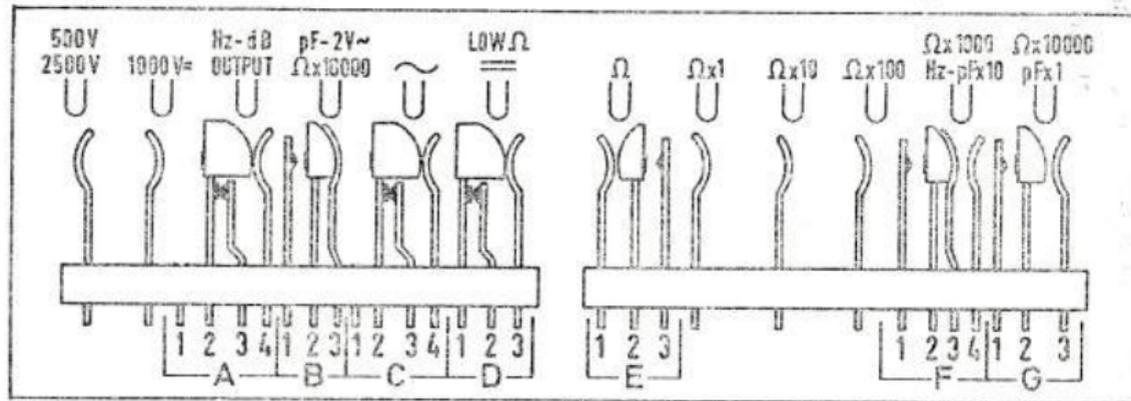
In der Widerstands-Meßschaltung können sehr unterschiedliche Fehler auftreten, zumal sich auch Fehler in der Strom-Meßschaltung hier auswirken können. Die nachfolgenden Hinweise setzen voraus, daß alle in den Abschnitten 3.1 - 3.4 beschriebenen Hauptfehlermöglichkeiten überprüft und beseitigt sind.

Die Funktionsprüfung dieser Betriebsart erfolgt in bekannter Weise: Ein Prüfkabelstecker ist in die Buchse Ω , der andere in eine der Ω -Bereichsbuchsen ($\times 1/\times 10/\times 100/\times 1000$) zu stecken und die Prüfspitzen sind kurzzuschliessen. Bei fehlerfreier Schaltung läuft der Zeiger dabei im Uhrzeigersinn bis zum Nullpunkt der Ω -Skalenteilung. Bei dieser Funktionsprüfung können folgende Abweichungen auftreten:

4.1.2 KEINE ZEIGERBEWEGUNG IN ALLEN Ω -BEREICHEN

Bei dieser Fehlererscheinung sollte zunächst der Drehwiderstand REG untersucht werden. Dazu ist der Drehknopf REG in die linke Endstellung (entgegen dem Uhrzeigersinn) zu drehen. Dazu ist ein Prüfkabel in die Meßbuchsen Ω und $\Omega \times 1$ zu verbinden. Das zweite Prüfkabel dient zur Verbindung der Testpunkte 20 mit 22. Schlägt dabei der Zeiger auf den Ω -Nullpunkt aus, dann ist das 10 k Ω -Potentiometer REG unterbrochen. Ein Ersatz dieses Potentiometers ist auch dann nötig, wenn bei der Nullpunkt-Einstellung die Änderung des Zeigerausschlags nicht gleichmäßig, sondern ruckweise erfolgt. Der Austausch ist im Abschnitt 3.3 beschrieben.

SEITENANSICHT DER UMSCHALTKONTAKTE IN RUHESTELLUNG



Die nächste Fehlerursache für diese Fehlererscheinung könnte der Umschaltkontakt der Meßbuchse Ω sein. Zur Prüfung dieser Möglichkeit sind die Meßbuchsen Ω und $\Omega \times 1$ mit einem Prüfkabel zu verbinden. Das zweite Prüfkabel dient zur Verbindung der Testpunkte 21 mit 22.

Wenn dabei der Zeiger auf den Ω -Nullpunkt ausschlägt, haben die Kontaktfedern E2 und E3 trotz eingestecktem Prüfkabelstecker keine Verbindung. Mit einer dünnen Flachzange (Relaiszange) ist E3 so zu justieren, daß bei eingestecktem Prüfkabelstecker diese Verbindung unterbrochen ist.

Wenn bei allen vorstehend beschriebenen Funktionsprüfungen keine Zeigerbewegung zu erreichen war kann die Fehlerursache nur noch im Anzeigeinstrument oder in der Druckschaltung liegen. Entsprechende Hinweise zur Feststellung dieser Fehler enthält der Abschnitt 4.2.

4.1.3 KEINE ZEIGERBEWEGUNG NUR BEI $\Omega \times 1000$

Zur Untersuchung dieser Fehlermöglichkeit sind mit einem Prüfkabel die Meßbuchsen Ω und $\Omega \times 1000$ zu verbinden. Das zweite Prüfkabel dient zur Verbindung der Testpunkte 21 mit 25. Schlägt dabei der Zeiger bis auf den Ω -Nullpunkt aus, dann ist die Kontaktfeder F1 vorsichtig nachzubiegen, bis die im Abschnitt 4.1.1 beschriebene Normalfunktion erreicht ist.

4.1.4 KEINE ZEIGERBEWEGUNG NUR BEI $\Omega \times 10000$

Zur Klärung dieser Fehlerursache sind mit einem Prüfkabel die Meßbuchsen Ω und $\Omega \times 10000$ zu verbinden. Mit dem zweiten Prüfkabel wird eine Verbindung zwischen den Kontaktfedern G1 und G2 hergestellt. Wenn dabei der Zeiger auf den Ω -Nullpunkt läuft, dann ist die Kontaktfeder G1 vorsichtig nachzubiegen, bis die im Abschnitt 3.1.1 beschriebene Normalfunktion erreicht ist (siehe auch 4.1.7).

4.1.5 SEHR SCHNELLE ZEIGERBEWEGUNG IN ALLEN Ω -BEREICHEN

Wenn bei Verbindung der Meßbuchsen Ω und $\Omega \times 1$ mit einem Prüfkabel der Zeiger ungewöhnlich schnell über den Ω -Nullpunkt hinaus bis zum Endanschlag läuft, dann ist mit großer Wahrscheinlichkeit ein Serienwiderstand der Strom-Meßschaltung unterbrochen, die Bestandteil der Widerstands-Meßschaltung ist. Die Fehlereinkreisung erfolgt durch Kurzschließen der Einzelwiderstände mit dem zweiten Prüfkabel: $19 + 9$ (für $0,064 \Omega$), $19 + 1$ (für $0,576 \Omega$), $1 + 7$ (für $5,76 \Omega$). Sobald dabei der unterbrochene Widerstand überbrückt wird, fällt der Zeigerausschlag etwa auf die Skalenmitte zurück.

4.1.6 EIN Ω -BEREICH AUSGEFALLEN, SONSTIGE Ω -BEREICHE ÜBERLASTET

Diese Fehlererscheinung hat ihre Ursache in der Unterbrechung eines Serienwiderstands der zur Widerstands-Meßschaltung gehörenden Strom-Meßschaltung. Der unterbrochene Widerstand ist aus Zeigerbewegungen zu erkennen:

$\Omega \times 1$ ohne Funktion, übrige Ω -Bereiche überlastet = Unterbrechung	57,6 Ω
$\Omega \times 1/10$ ohne Funktion, übr. Ω -Bereiche überlastet = Unterbrechung	576 Ω
$\Omega \times 1/10/100$ ohne Funktion, $\Omega \times 100$ überlastet = Unterbrechung	5760 Ω

4.1.7 EIN Ω -BEREICH AUSGEFALLEN, SONSTIGE Ω -BEREICHE NORMAL

Bei dieser Fehlererscheinung ist die Ursache höchstwahrscheinlich der Vorwiderstand des ausgefallenen Ω -Bereichs, d.h. 33,5 Ω für $\Omega \times 1$, 381,5 Ω für $\Omega \times 10$, 3910 Ω für $\Omega \times 100$ und 44 031 Ω für $\Omega \times 1000$.

Zur Unterscheidung zwischen einem Fehler in den genannten Vorwiderständen und einem Fehler in der Meßschaltung ist die Funktion der Meßschaltung in folgender Weise zu prüfen: Der Stecker eines Prüfkabels ist in die Meßbuchse Ω , seine Prüfspitze ist ganz kurz in eine der genannten Meßbuchsen zu stecken:

Bei Unterbrechung im Bereich $\Omega \times 1$	in die Meßbuchse	50 mA;
Bei Unterbrechung im Bereich $\Omega \times 10$	in die Meßbuchse	5 mA;
Bei Unterbrechung im Bereich $\Omega \times 100$	in die Meßbuchse	500 μ A;
Bei Unterbrechung im Bereich $\Omega \times 1000$	in die Meßbuchse	50 μ A.

Dabei zeigt der Vollausschlag des Zeigers jeweils die einwandfreie Funktion der Meßschaltung im entsprechenden Ω -Bereich an mit dem Hinweis, daß die Fehlerursache nur der Vorwiderstand des ausgefallenen Bereichs ist. Die beschriebene Funktionsprüfung ist auf die kürzestmögliche Meßzeit zu beschränken, um die beteiligten Bauelemente nicht zu überlasten und die Batterie zu schonen.

4.1.8 BEREICH $\Omega \times 10\ 000$ AUSGEFALLEN, SONSTIGE Ω -BEREICHE NORMAL

Das Ausbleiben einer Zeigerbewegung bei Widerstandsmessungen mit Netzspannung deutet auf einen Fehler im Gleichrichterteil oder in den Vorwiderständen der Meßbuchse $\Omega \times 10\ 000$ hin.

Zur Prüfung ist die Netzspannung abzutrennen und eine Verbindung zwischen Meßbuchse Ω und $12 \times 10\ 000$ herzustellen. Mit dem zweiten Prüfkabel sind die Steckerstifte des Netzeingangs kurzzuschließen. Bei einwandfreien Vorwiderständen der Meßbuchse $\Omega \times 10\ 000$ ergibt sich in dieser Schaltung ein Meßwert von ca. 450 k Ω . Erscheint dagegen keine Anzeige, dann ist der unterbrochene Vorwiderstand durch Verbinden folgender Testpunkte zu suchen:

15 + 29 (für 259,2 k Ω), 15 + 28 (für 200 k Ω), 15 + 18 (für 200 k Ω).

Sobald bei einem dieser Überbrückungsvorgänge eine Zeigerbewegung auftritt, ist der jeweils überbrückte Widerstand unterbrochen und zu ersetzen.

4.2 FEHLERSUCHE MIT ZWEITEM VIELFACHMESSGERÄT

Die bisher erklärten Fehlermöglichkeiten können als einfache Fehler bezeichnet werden, weil sie durch den Ausfall eines einzelnen Bauelements verursacht wurden. Die einwandfreie Funktion aller übrigen Teile der Meßschaltung macht es möglich, die Fehlerursache ohne zusätzliche Hilfsmittel einzukreisen. Nach dem Auswechseln des defekten Bauelements ist die Normalfunktion aller Betriebsarten und Meßbereiche wiederhergestellt.

Daneben können sehr selten auch Fehler auftreten, die sich in mehreren Meßbereichen und/oder Betriebsarten bemerkbar machen. Sie entstehen meist durch längerdauernde Überlastungen oder mechanische Schäden beim Fall aus größerer Höhe o.ä. In diesen Fällen ist die Zuhilfenahme eines zweiten Vielfach-Meßgeräts erforderlich, das zur Spannungsmessung der Ohmmeterbatterie und zur Widerstandsmessung in den Bereichen $\Omega \times 10/100/1000$ geeignet sein muß. Ein ICE-Modell aus der Serie 680 wäre ideal, aber jedes andere Fabrikat mit einem Gleichstrom-Eingangswiderstand von 20 000 Ω/V ist gleichfalls geeignet. Die Angabe des Gleichstrom-Eingangswiderstands bedeutet nur, daß zur Anzeige der Widerstandswerte ein 40 μ A-Anzeigeelement mit entsprechend geringen Meßströmen vorhanden sein sollte. Die in den nachfolgenden Abschnitten erwähnten « Testpunkte » sind in der Zeichnung auf der 3. Umschlagseite dargestellt.

Natürlich zwingen die nachfolgend beschriebenen Fehler zu einem tiefen Eindringen in die verknüpften Schaltungsteile des hier beschriebenen ICE-Modells. Deshalb muß an dieser Stelle

nochmals auf die im Abschnitt 4.1 ausgesprochene Warnung vor unsachgemäßen Reparaturversuchen hingewiesen werden.

Wenn alle vorausgegangenen Hinweise nicht zum Erfolg führten und keine oder nur geringe Reparaturverfahren vorhanden sind, ist es klüger und billiger, die nächste ICE-Service-Stelle (siehe Fußnote Inhaltsverzeichnis) in Anspruch zu nehmen. Bei der Rücksendung eines defekten Gerätes muß stets eine Fehlerangabe beigelegt und auf ausreichende und stabile Verpackung geachtet werden, damit zusätzliche Transportschäden mit Sicherheit verhindert werden.

4.2.1 ERNEBLICHE UNTERSCHIEDE DER Ω -NULLPUNKTE

Diese Fehlererscheinung kann durch Veränderung von Widerstandswerten in der Widerstands- und Strom-Meßschaltung verursacht werden. Die Verknüpfung der beiden Meßschaltungen bringt es mit sich, daß die Fehlerwirkung in beiden Betriebsarten erkennbar ist. Veränderungen von Widerstandswerten entstehen durch Überlastungen, die im Normalfall zu einer Vergrößerung des Widerstandswertes führen. Solche Fehler sind an den erheblichen Unterschieden der Ω -Nullpunkte erkennbar, die beim Übergang von einem Ω -Bereich zu einem anderen durch Nachstellen von REG ausgeglichen werden müssen.

Zur Feststellung dieses Fehlers wird als Hilfsmittel das unter 4. erwähnte zweite Vielfach-Meßgerät mit einwandfreier 3 V-Ohmmeterbatterie benötigt. Als Voraussetzung für die anschließende Vergleichsmessung muß zunächst dieser Spannungswert überprüft werden. Dazu ist beim Zweitgerät die Prüfspitze des roten Prüfkabels in die Meßbuchse Ω und die Prüfspitze des schwarzen Prüfkabels in die Meßbuchse 10 V einzustecken. Beim untersuchten Gerät wird der freie Stecker des roten Prüfkabels in die Meßbuchse 50 μ A und der freie Stecker des schwarzen Prüfkabels in die Meßbuchse = eingesteckt. Dabei schlägt der Zeiger des untersuchten Gerätes auf den Skalenstrich 75 der Skalenteilung 0...250 aus, wenn die Ohmmeterbatterie des Zweitgerätes genau 3 V Spannung abgibt. Über- oder Unterschreitungen dieses Sollwerts sind zulässig, müssen aber bei der anschließend beschriebenen Vergleichsmessung berücksichtigt werden. Bleibt dagegen der Zeigerausschlag des untersuchten Gerätes bei dieser Messung nicht stabil, sondern sinkt langsam nach unten, dann ist vor der Fortsetzung des Prüfungsvorgangs in das Zweitgerät eine frische Ohmmeterbatterie einzusetzen und dann die oben beschriebene Messung nochmals zu wiederholen.

Anschließend sind die Strom-Meßbereiche in folgender Weise zu überprüfen:

Prüfkabel Zweitgerät	Anschluß unters. Gerät	Soll-Anzeigewert
Anschluß für $\Omega \times 1000$	= und 500 μ A	65 μ A
Anschluß für $\Omega \times 100$	= und 5 mA	650 μ A
Anschluß für $\Omega \times 10$	= und 50 mA	6,5 mA
Anschluß für $\Omega \times 1$	= und 500 mA	65 mA

Die Übereinstimmung der angegebenen Sollwerte ist der Beweis für die fehlerfreie Beschaffenheit der Strom-Meßwiderstände. Liegt dagegen der Anzeige-Sollwert in einem dieser Meßbereiche deutlich daneben, dann ist der zugehörige Teilwiderstand auszutauschen. Wenn dann noch zwischen den Zeigerausschlägen auf den Ω -Nullpunkt in den Bereichen $\Omega \times 10/100/1000$ Unterschiede von mehr als 2 Skalenteilen der Teilung 0...250 auftreten, ist im entsprechenden Ω -Bereich der zugehörige Vorwiderstand (siehe 4.1.6) auszutauschen. Nur im Bereich $\Omega \times 1$ ist wegen der hohen Meßströme und der entsprechend hohen Abhängigkeit vom Zustand der Ohmmeterbatterie eine Abweichung bis zu 5 Skalenteilen gegenüber den höheren Ω -Bereichen zulässig. Wenn trotz frischer Batterie noch größere Nullpunkt-Unterschiede auftreten, sollte auch der Vorwiderstand des Bereichs $\Omega \times 1$ ausgewechselt werden.

4.2.2 KEINE FUNKTION ALS WECHSELSTROM-AMPEREMETER

Die Ursache einer fehlerhaften Funktion in dieser Betriebsart kann entweder in der Nebenwiderstandskette oder im Gleichrichterteil liegen. Wenn daher die unter 4.1 beschriebene Überprüfung der Strom-Meßbereiche keinen Fehlerhinweis erbrachte, ist der Fehler nur noch im Gleichrichter zu suchen.

Zur Kontrolle wird das oben erwähnte Zweitgerät benutzt, das in bekannter Weise auf Widerstandsmessung $\Omega \times 1000$ geschaltet ist. Der freie Stecker des in seiner Meßbuchse Ω steckenden Prüfkabels ist in die Meßbuchse 250 μ A~, der freie Stecker des in seiner Meßbuchse $\Omega \times 1000$ steckenden Prüfkabels ist in die Meßbuchse ~ des untersuchten Gerätes zu stecken. Dabei soll der Zeiger der untersuchten Gerätes auf den Teilstrich 110 der schwarzen Teilung 0...250

ausschlagen. Nach dem Umpolen der Prüfkabel soll der Zeiger dann etwa 1,5 Teilstriche links vom Nullpunkt der schwarzen Skalenteilung stehen. Bei hoher Umgebungstemperatur können hier auch 2... 2,5 Teilstriche erreicht werden. Wesentliche Über- oder Unterschreitungen dieser Sollwerte bedeuten verringerte Gleichrichterwirkung, keine oder nur sehr geringe Anzeigewerte zeigen Unterbrechungen der Gleichrichterdiode an. In jedem dieser Fälle ist die Gleichrichterdiode auszutauschen. Sie liegt zwischen den Testpunkten 10 + 11.

Nach der Prüfung der Gleichrichterdiode ist es zweckmäßig, auch die Funktionsfähigkeit der Diode zur Skalenkorrektur in der Bereichs-Verdopplungsschaltung in folgender Weise zu überprüfen: Wenn in der vorstehend beschriebenen Prüfstellung der Zeigerstellungs-Sollwert von 110 erreicht ist, muß beim Drücken der Verdopplungstaste A-V x 2 der Zeiger auf den neuen Sollwert von 35, d.h. 7 Teilstriche der schwarzen Teilung 0... 250, zurückfallen. Nach dem Umpolen der Prüfkabel muß sich der oben erklärte Zeigerstellungs-Sollwert (ca. 1,5 Teilstriche links vom Nullpunkt) beim Drücken der Taste A-V x 2 auf etwa 0,5 Teilstriche rechts vom Nullpunkt ändern. Falls die genannten Sollwerte bei gedrückter Taste A-V x 2 nicht erreicht werden, müssen Korrekturdiode und Umschaltkontakte in folgender Weise untersucht werden: Das zweite Vielfach-Meßgerät ist auf Widerstandsmessung im Bereich $\Omega \times 100$ zu schalten. Seine rote Prüfspitze ist mit Testpunkt 27 und seine schwarze Prüfspitze mit Testpunkt 22 zu verbinden. Die Anzeige-Sollwerte sind dann: Taste A-V x 2 in Normalstellung = Anzeige Null Ω , Taste gedrückt = ca. 500 Ω . Nach dem Umpolen der Prüfkabel sind es entsprechend: Taste A-V x 2 in Normalstellung = Anzeige Null Ω , Taste gedrückt = 7000 Ω .

Aus dem Vergleich zwischen dem jeweiligen Ist-Zustand und den genannten Sollwerten ist die wahre Fehlerursache abzuleiten, d.h. entweder ist ein Schaltkontakt der Taste A-V x 2 zu justieren und/oder zu reinigen oder es ist die zwischen den Testpunkten 26 und 27 liegende Diode auszutauschen.

4.2.3 KEINE FUNKTION ALS GLEICHSPANNUNGS-VOLTMETER

Zur schnellen Überprüfung der Grundfunktion in dieser Betriebsart ist das zweite Vielfach-Meßgerät auf Widerstandsmessung im Bereich $\Omega \times 1000$ zu schalten. Seine schwarze Prüfspitze ist dann in die Meßbuchse ∞ , seine rote Prüfspitze in die Meßbuchse 100 mV des untersuchten Gerätes zu stecken. Dabei muß der Zeiger des untersuchten Gerätes auf Vollausschlag gehen,

während das zweite Vielfach-Meßgerät 2000 Ω anzeigt. Der bei dieser Messung naheliegende Übergang auf $\Omega \times 100$ scheidet aus, weil dabei die Überlast-Schutzdiode im untersuchten Gerät leitend wird und den Soll-Widerstandswert von 2000 Ω kurzschließt. Der verbleibende Restwiderstand ist auch im Bereich $\Omega \times 100$ nicht mehr ablesbar.

Die Funktionsprüfung der übrigen Meßbereiche erfolgt in gleicher Weise, d.h. mit dem auf $\Omega \times 1000$ geschalteten Zweitgerät. Die nachfolgende Tabelle nennt die Sollwerte der Zeigerstellungen für beide Meßgeräte und auch das Bauelement, das für das Versagen eines Meßbereichs verantwortlich ist.

Meßbereich	Anzeige unters. Gerät	Anzeige Zweitgerät	Defektes Bauelement
100 mV	Vollausschlag	2 k Ω	720 Ω
2 V	180 von 250	58 k Ω	36 k Ω
10 V	60 von 250	140 k Ω	160 k Ω
50 V	20 von 250	1 M Ω	800 k Ω
200 V	ca. 1 von 250	3 M Ω	3 M Ω
500 V	ca. 1/3 von 250	7 M Ω	6 M Ω
1000 V	1 Zeigerbreite	10 M Ω	10 M Ω

4.2.4 KEINE FUNKTION ALS WECHSELSPANNUNGS-VOLTMETER

Die Ursache von Fehlern in dieser Betriebsart können Unterbrechungen oder Wertänderungen als Folge von Überlastungen der zusätzlichen Widerstände sein, mit denen die Gleichspannungsvoltmeterschaltung für diese Betriebsart ergänzt wird. Die Funktionsprüfung des Gleichspannungsvoltmeters wurde bereits unter 4.3, die Prüfung des Gleichrichterteils unter 4.2 beschrieben. Zur Prüfung des Meßbereichs 2 V \sim ist das zweite Meßgerät wieder auf $\Omega \times 1000$ zu schalten. Seine schwarze Prüfspitze ist dann in die Meßbuchse pF/2 V \sim und seine rote Prüfspitze in die

Meßbuchse 2 V/250 μ A des untersuchten Gerätes zu stecken. Dabei soll der Zeiger des untersuchten Gerätes auf etwa 125 der Teilung 0...250 und nach Umpolen der Prüfkabel auf etwa eine Skalenteilbreite links vom Nullpunkt ausschlagen. Das zweite Meßgerät zeigt in beiden Fällen einen Widerstandswert von etwa 10 k Ω an. Bei wesentlichen Abweichungen von diesen Sollwerten sind anschließend die beiden Dioden einzeln zu prüfen. Dazu wird das zweite Meßgerät auf $\Omega \times 100$ geschaltet, seine Prüfspitzen sind dann mit den nachfolgend genannten Testpunkten zunächst in normaler, dann in umgekehrter Polung zu verbinden. Bei einwandfreien Dioden müssen dann die genannten Sollwerte angezeigt werden.

Testpunkte 17 + 16, dann Testpunkte 25 + 24, Sollwert 1500/500 Ω .

Nach dieser Prüfung ist auch noch die Verdoppler-Diode und Funktion des Umschalters A-V x 2 zu überprüfen. Die Prüfspitze des zweiten, auf $\Omega \times 100$ geschalteten, Meßgerätes wird dazu mit Testpunkt 5, die schwarze Prüfspitze mit Testpunkt 4 des untersuchten Gerätes verbunden. Dabei muß zuerst der Widerstandswert Null, beim Drücken der Taste A-V x 2 dann 2200 Ω angezeigt werden. Nach Vertauschen der Prüfkabel sind die neuen Sollwerte Null und ca. 500 Ω . Wurden die genannten Sollwerte erreicht, dann ist die Fehlersuche auf die Widerstände 5800 Ω /1045 Ω /720 Ω nach folgender Tabelle auszudehnen:

Untersuchtes Bauelement	Meßbereich 2. Meßgerät	Untersuchtes Gerät		Anzeige-Sollwert
		1. Prüfspitze	2. Prüfspitze	
5800 Ω	$\Omega \times 100$	Meßbuchse pF/2 V	Testpunkt 5	5800 Ω
1045 Ω	$\Omega \times 100$	Testpunkt 16	Testpunkt 18	1050 Ω
720 Ω	$\Omega \times 10$	Meßbuchse 2 V/250 μ A	Testpunkt 2	720 Ω

4.2.5 KEINE FUNKTION BEI OUTPUT/dB-MESSUNGEN

Die Meßschaltung entspricht der Schaltung als Wechselspannungs-Voltmeter, dessen Funktionsprüfung im Abschnitt 4.4 beschrieben wurde. Falls die dort beschriebenen Prüfvorgänge die einwandfreie Funktion als Voltmeter ergeben haben, könnte die Fehlerursache jetzt der Trenn-

kondensator sein. Ein Defekt dieses Bauelements äußert sich als Vollausschlag auf allen Meßbereichen bei Kurzschluß und als fehlender bzw. kaum erkennbar kleiner Zeigerausschlag auf allen Meßbereichen bei Unterbrechung.

Zur statischen Überprüfung des Trennkondensators wird das zweite Meßgerät auf $\Omega \times 100$ geschaltet. Seine rote Prüfspitze ist in die Meßbuchse OUTPUT und seine schwarze Prüfspitze in die Meßbuchse 250 μ A zu stecken. Jeweils beim Einstecken in normaler und umgekehrter Polung verursacht ein einwandfreier Kondensator am zweiten Meßgerät einen ruckartigen Zeigerausschlag von etwa einem halben Skalenteil. Im Zweifelsfall empfiehlt sich der Austausch des Kondensators, der bei Betrachtung der Bestückungsseite jeder Druckschaltung sofort ins Auge fällt.

4.2.6 PRÜFUNG DER SILIZIUM-SCHUTZDIODEN

Besonders nach stärkeren Überlastungen, die einen oder mehrere Schäden in den Meßschaltungen verursacht haben, ist vor dem Abschluß der Reparatur eine Prüfung der Schutzdioden mit einem zweiten Meßgerät zweckmäßig.

Die Prüfspitzen des zweiten, auf $\Omega \times 1000$ geschalteten, Meßgerätes sind dazu mit den Testpunkten 6 | 8 verbinden und nach der Ablesung umzupolen. In beiden Polungsarten sollen ca. 8000 Ω zu messen sein. Bei Wiederholung dieser Messung im Bereich $\Omega \times 100$ sollten es in beiden Polungsarten ca. 1000 Ω und im Bereich $\Omega \times 10$ entsprechend ca. 100 Ω sein. Die Messung in beiden Polungsarten ist wichtig, weil sie Aufschluß über die Symmetrie der Dioden gibt.

Nennenswerte Unterschiede zwischen beiden Meßwerten dürfen nicht einfach zur Kenntnis genommen, sondern sollten durch Austausch der Dioden beseitigt werden.

4.2.7 AUSTAUSCH UND EICHUNG DES ANZEIGEINSTRUMENTS

Die Anzeigeeinstrumente/Galvanometer werden bei ihrer Fertigung und Endprüfung genau auf den Sollwert von 40 μ A für Vollausschlag abgeglichen. Der Widerstandswert der Drehspule liegt dabei in einem etwas größeren Streubereich und muß mit einem vorgeschalteten Einstellwiderstand auf den genauen Sollwert abgeglichen werden. Die Gesamtschaltbilder zeigen dafür die Kombination $R 1 + R 2 = 1600 \Omega$.

Da die Schutzdioden zwar in jedem Fall die Drehspule des Galvanometers, die zugehörigen Abgleichwiderstände aber nur teilweise schützen, können auch hier als Folge starker Überlastungen Wertänderungen eintreten, die zu entsprechenden Vergrößerungen der Anzeigetoleranz führen.

Immer dann, wenn bei den weiter vor beschriebenen Kontrollmessungen eine höhere Anzeigetoleranz erkennbar ist oder nach Austausch des Galvanometers bei einer Reparatur muß der Abgleich auf den Gesamtwiderstands-Sollwert in folgender Weise durchgeführt werden.

Der Abgleich auf den Sollwert von 1600Ω erfolgt in folgender Weise: Zunächst ist ein dünner Streifen Isoliermaterial (z.B. dünner Karton o.ä.) zwischen die Umschaltkontakte E 2 und E 3 der Meßbuchse Ω (siehe 4.1.1) einzuschieben. Er soll verhindern, daß beim Einstecken des Prüfkabelsteckers der Kontakt geschlossen wird und der Zeiger auf den Nullpunkt der Ω -Skalenteilung läuft. Danach ist ein Prüfkabelstecker in die Meßbuchse Ω und der zweite Prüfkabelstecker in die Meßbuchse $2V =$ einzustecken. Zwischen die Prüfspitzen der beiden Prüfkabel wird ein $25 \text{ k}\Omega$ -Potentiometer geschaltet, mit dem der Zeigerausschlag genau auf den rechten Endstrich (Vollausschlag) einzustellen ist. Anschließend ist provisorisch ein Widerstand von genau 1267Ω zwischen die Testpunkte 13 und 18 zu legen und am 330Ω -Einstellpotentiometer R 2 der Zeiger genau auf Skalenmitte (125 von 250) einzustellen. Beim Wegnehmen des 1267Ω -Widerstands aus der Schaltung sollte der Zeiger dann wieder genau auf den rechten Endstrich der Skalen laufen. Falls nicht, ist der beschriebene Vorgang mehrmals zu wiederholen, bis die beiden Soll-Zeigerstellungen ohne jegliche Korrektur der beiden Potentiometer genau erreicht werden. Erst dann dürfen die Prüfkabel aus den Meßbuchsen gezogen und der Isolierstreifen zwischen E 2 und E 3 wieder entfernt werden.

4.2.8 MESSBUCHSEN-SCHALTCONTACTE

Bei einigen Meßbuchsen wird durch das Einstecken eines Prüfkabelsteckers ein Schaltkontakt betätigt, mit dem das Meßgerät auf die der Meßbuchsen-Beschriftung entsprechende Betriebsart umgeschaltet wird. Die richtige Betätigung dieser Schalter setzt passende Prüfkabelstecker voraus, daher kann nicht dringlich genug vor der Verwendung von fremden Prüfkabeln gewarnt werden. Falls in den vorausgegangenen Abschnitten die Schaltkontakte als Fehlerursache erwähnt wurden, gab es dort auch Hinweise zur Fehlerbeseitigung. Hier ist nur nachzutragen, daß Reinigung und

evtl. Justierung der Kontakte nur bei abgenommener Druckschaltung und nur dann erfolgen sollten, wenn zweifelsfrei ein Schaltkontakt die Fehlerursache ist. Die Seitenansicht der Umschaltkontakte wurde bereits im Abschnitt 4.1.1 dargestellt.

4.3 FEHLERTABELLE

Bei der Fehlersuche in der verknüpften Meßschaltung ist es - besonders bei schwierigeren Fehlern - häufig erwünscht, den Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung für jedes Bauelement zu kennen. Die nachfolgende Tabelle enthält diese Angaben für die beiden extremsten Fehler (Unterbrechung/Kurzschluß) aller vorhandenen Bauelemente. Die Fehlerwirkung ist natürlich viel weniger ausgeprägt, wenn die Ursache nur eine Vergrößerung des Sollwerts ist.

Fehlerhaftes Bauelement

Fehlerwirkung

720Ω	Bei Unterbrechung keine Anzeige in den Bereichen 100 mV , $50 \mu\text{A}$, $2 \text{ V} \sim$, $250 \mu\text{A} \sim$. Bei Kurzschluß Anzeigefehler bis zu 50% im Bereich $100 \text{ mV} =$ und bis zu 8% im Bereich $2 \text{ V} \sim$. Die Anzeige in den Bereichen $50 \mu\text{A} =$ und $250 \mu\text{A} \sim$ bleibt normal.
2720Ω	Bei Unterbrechung keine Anzeige in den Bereichen $2 \text{ V} =$ bis $1000 \text{ V} =$. Bei Kurzschluß tritt im Bereich $2 \text{ V} =$ ein Anzeigefehler von ca. 7,5% und im Bereich $10 \text{ V} =$ von ca. 1,5% auf, der in den höheren Bereichen proportional bemerkbar ist.
$30 \text{ k}\Omega$	Bei Unterbrechung keine Anzeige im Bereich $2 \text{ V} =$ und höher, sowie im Bereich $10 \text{ V} \sim$ und höher. Bei Kurzschluß im Bereich $2 \text{ V} =$ starke Überlastung (der Zeiger erreicht schon mit 240 mV Vollausschlag), im Bereich $10 \text{ V} =$ Anzeigefehler bis ca. 20%, im Bereich $50 \text{ V} =$ Anzeigefehler bis zu 4% und proportional in den höheren Bereichen. In den Wechselstrombereichen starke Überlastung, die nach niedrigeren Bereichen hin abnimmt.

Fehlerhaftes Bauelement

Fehlerwirkung

160 k Ω	Bei Unterbrechung arbeitet das Gerät nur in den Bereichen 2 V \equiv , 10 V \sim und 50 V \sim normal. In allen anderen Bereichen keine Anzeige. Bei Kurzschluß normale Funktion in den Bereichen 2 V \equiv und 10 V \sim , in den Bereichen 10 V \equiv und 50 V \sim entspricht der Skalenendwert jetzt den Bereichen 2 V \equiv und 10 V \sim , in allen höheren Bereichen große Anzeigefehler.
800 k Ω	Bei Unterbrechung arbeitet das Gerät bis zu den Bereichen 10 V \equiv und 50 V \sim normal, in den höheren Bereichen erscheint keine Anzeige. Bei Kurzschluß bleibt die Normalfunktion für die Bereiche bis zu 10 V \equiv und 50 V \sim erhalten. Der Skalenendwert der Bereiche 50 V \equiv und 250 V \sim entspricht den Bereichen 10 V \equiv und 50 V \sim , in allen höheren Bereichen treten große Anzeigefehler auf.
3 M Ω	Bei Unterbrechung arbeitet das Gerät bis zu den Bereichen 50 V \equiv und 250 V \sim normal, in den höheren Bereichen tritt keine Anzeige auf. Bei Kurzschluß ergibt sich für die Bereiche bis zu 50 V \equiv und 250 \sim normale Funktion. Der Skalenendwert des Bereichs 200 V \equiv entspricht den Bereichen 50 V \equiv und 250 V \sim . In allen höheren Bereichen treten große Anzeigefehler auf.
6 M Ω	Bei Unterbrechung normale Funktion bis zu den Bereichen 200 V \equiv und 1000 V \sim , in den höheren Bereichen keine Anzeige. Bei Kurzschluß arbeitet das Gerät in den Bereichen bis zu 200 V \equiv und 1000 V \sim normal. Der Skalenendwert der Bereiche 500 V \equiv und 2500 V \sim entspricht dem Bereich 200 V \equiv . Im Bereich 1000 V \equiv große Anzeigefehler.
10 M Ω	Bei Unterbrechung normale Funktion bis zu den Bereichen 500 V \equiv und 2500 V \sim , im Bereich 1000 V \equiv keine Anzeige. Bei Kurzschluß normale Funktion bis zu 500 V \equiv und 2500 V \sim , der Skalenendwert des Bereichs 1000 V \equiv entspricht dem Bereich 500 V \equiv .

Fehlerhaftes Bauelement

Fehlerwirkung

0,064 Ω	Bei Unterbrechung Vollausschlag in allen Strom-Bereichen Überlastung in allen Ω -Bereichen, Anzeigefehler bis ca. 20% in allen Spannungsbereichen. Bei Kurzschluß winzige Zeigerausschläge im Bereich 5 A \equiv , Meßfehler bis ca. 10% im Bereich 500 mA \equiv .
0,576 Ω	Bei Unterbrechung keine Anzeige bei 5 A \equiv . In den Bereichen 500 mA bis 50 μ A \equiv erzeugen Ströme von 40 μ A bereits Vollausschlag. Starke Zeigerausschläge zum Skalenendwert in allen Ω -Bereichen, Anzeigefehler bis ca. 20% in allen Spannungsbereichen. Bei Kurzschluß im Bereich 500 mA \equiv Anzeigefehler bis ca. 90%, bei 50 mA \equiv bis ca. 10%.
5,76 Ω	Bei Unterbrechung keine Anzeige bei 5 A \equiv und 500 mA \equiv . In den Bereichen 50 mA \equiv bis 50 μ A \equiv erzeugen Ströme von 40 μ A bereits Vollausschlag. Starke Zeigerausschläge zum Skalenendwert in allen Ω -Bereichen, Anzeigefehler bis ca. 20% in allen Spannungsbereichen. Bei Kurzschluß Anzeigefehler von ca. 90% im Bereich 50 μ A \equiv , bis ca. 10% im Bereich 5 mA \equiv , keine Übereinstimmung des Skalenendwertes in den Ω -Bereichen, Besonders bei $\Omega \times 1$ erreicht der Zeiger nur ca. 10% des Vollausschlages.
576 Ω	Bei Unterbrechung keine Anzeige bei 5 A \equiv , 500 mA \equiv und $\Omega \times 10$. In den Bereichen 500 μ A \equiv und 50 μ A \equiv erzeugen Ströme von 40 μ A bereits Vollausschlag. Starke Zeigerausschläge zum Skalenendwert in allen Ω -Bereichen, Anzeigefehler bis ca. 20% in allen Spannungsbereichen. Bei Kurzschluß Anzeigefehler bis ca. 90% im Bereich 500 μ A \equiv , bis zu 10% im Bereich 50 μ A \equiv und allen anderen Strombereichen.
5760 Ω	Bei Unterbrechung keine Anzeige von 500 μ A \equiv bis 5 A \equiv und von $\Omega \times 1$ bis $\Omega \times 100$. Im Bereich 50 μ A \equiv erzeugen Ströme von 40 μ A bereits Vollausschlag. Bei Kurzschluß sind alle Strom-Meßbereiche auf 1/5 ihres

Fehlerhaftes Bauelement

Fehlerwirkung

	Nennwert verringert, nur der Bereich $50 \mu A =$ ist auf $100 \mu A =$ erhöht. Erhöhte Empfindlichkeit in allen Ω -Bereichen, im Bereich $\Omega \times 1000$ werden nur 40% des Vollausschlages erreicht.
5,6 k Ω + Einsteller 2,2 k Ω	Bei Unterbrechung keine Anzeige in allen Wechselstrombereichen, bei Kurzschluß keine Anzeige in allen Wechselstrom- und -spannungsbereichen.
5800 Ω	Bei Unterbrechung keine Anzeige im Bereich 2 V \sim und den Ω -Bereichen mit Netzspannung. Bei Kurzschluß stärkere Anzeigefehler im Bereich 2 V \sim und $\Omega \times 1000$ mit Netzspannung.
1045 Ω	Bei Unterbrechung größerer Anzeigefehler im Bereich 2 V \sim , bei Kurzschluß keine Anzeige in diesem Bereich.
1600 Ω	Bei Unterbrechung keine Anzeige beim Drücken der Verdopplungstaste « A — V x 2 » in den Strom- und Spannungsbereichen, bei Kurzschluß Vollausschlag beim Drücken der Taste in diesen Bereichen.
3200 Ω	Bei Unterbrechung Vollausschlag beim Drücken der Verdopplungstaste « A — V x 2 » in den Strom- und Spannungsbereichen, bei Kurzschluß keine Anzeige in dieser Betriebsart.

5. SONDERZUBEHÖR

Die nachfolgend beschriebenen Vorsatzgeräte ermöglichen die Erweiterung der typischen Meßbereiche und Meßarten aller ICE-Vielfachmeßgeräte früherer und gegenwärtiger Ausführung. Diese Sonderzubehör-Vorsatzgeräte sind aber auch für Vielfachmeßgeräte aus Fremdproduktionen benutzbar, wenn diese den passenden Meßbereich aufweisen.

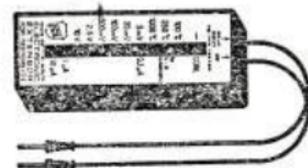
MILLIVOLTADAPTER MODELL 30

Dieser Adapter bietet die häufig erwünschte und heute kaum noch nutzbare Ausweitung der Gleichspannungs- und Gleichstrommeßbereiche auf niedrigere Skalenendwerte (S.E.). Damit sind die ICE-Vielfachmeßgeräte auch zur Messung der Kleinstspannungen und Kleinstströme in modernen Transistorschaltungen aller Art geeignet und vorteilhaft benutzbar. Das Modell 30 bietet folgende Meßarten:

Als **Gleichspannungs-Millivoltmeter** mit den Meßbereichen 5/25/100 mV/2,5/10 V $=$ und dem Eingangswiderstand von 10 M Ω /V. Durch Zusatzwiderstände lassen sich auch höhere Skalenendwerte/Meßbereiche einbeziehen.

Als **Gleichstrom-Mikroamperemeter** stehen die Meßbereiche 0,1/1/10 μA mit einem Spannungsabfall von 5 mV zur Verfügung.

Als **Temperaturmeßgerät** sind Messungen in den Bereichen $-100 \dots 0^{\circ}/0 \dots +100/+250/+1000^{\circ}C$ möglich. Mit Hilfe der Umrechnungstabellen in der ausführlichen Bedienungsanleitung können die Anzeigewerte wahlweise in Celsius- oder Fahrenheit-Grade verwandelt werden. Die Temperaturmessung ist in vielen Transistorschaltungen unentbehrlich, weil sie Überlastungen der wärmeempfindlichen Halbleiter verhindern hilft.

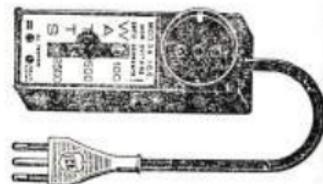


EINPHASEN-WATTMETER MODELL 34

Die Messung der Leistungsaufnahme von netzgespeisten Geräten aller Art ist bei der Fehlersuche in Werkstatt und Außendienst eine wichtige Hilfe bei der Fehlersuche. Mit dem Modell 34 ist die Messung der Leistungsaufnahme sehr einfach und schnell durchführbar.

Das Wattmeter wird zwischen Steckdose und Netzstecker des untersuchten Gerätes geschaltet. In den Meßbereichen 0...100/500/2500 Watt S.E. ist der Leistungswert direkt auf der Skalenteilung des angeschlossenen Vielfachmeßgeräts abzulesen. Diese Meßbereiche gelten für Netzspannungen von 220 V/±15%/50-60 Hz.

Das Vielfachmeßgerät wird mit seinem Meßbereich 50 µA/100 mV= mit dem Adapter 34 verbunden und ermöglicht die direkte Ablesung des Stromverbrauchs von Radios, Fernsehern, Haushaltgeräten, Lüftern, Heizöfen, Motoren, Lampen usw.

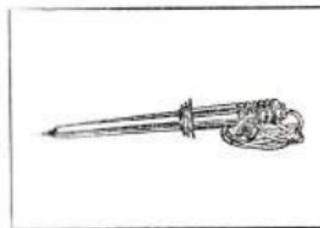
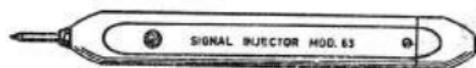


SIGNALINJEKTOR MODELL 63

Das Modell 63 enthält zwei Transistoren in Sperrschwingerschaltung und eine Trockenbatterie als Stromquelle. Das an der Tastspitze liegende Ausgangssignal enthält die beiden Grundfrequenzen 1000 Hz (Nf) und 500 kHz (Hf) mit einem hohen Oberwellenanteil. Dadurch entsteht ein etwa gleichmäßiges Frequenzspektrum vom Tonfrequenzbereich bis in den Video-Bereich.

In der Hand eines geübten Radio- oder Fernsehtechnikers ist dieser Breitbandgenerator ein ausgezeichnetes Hilfsmittel zur schnellen Fehlersuche und Fehlerreinkreisung in Radios, Fernsehgeräten, Tonbandgeräten, Verstärkern usw. Bei der stufenweisen Signaleinspeisung entlang des Signalweges lassen sich nicht nur normal arbeitende von fehlerbehafteten Schaltungsstufen unterscheiden, sondern auch Stufenverstärkungen abschätzen und Aussetzfehler finden.

Das Modell 63 ist zwar kein direktes Zusatzgerät für die ICE-Vielfachmeßgeräte, es ermöglicht aber ihren gezielten Einsatz in derjenigen Schaltungsstufe, die bei der Fehlersuche durch Signaleinspeisung als Fehlerort erkannt wurde.



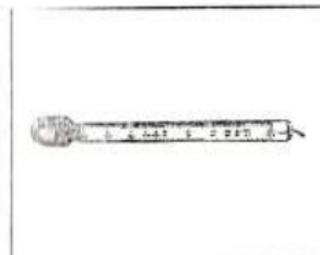
HOCHSPANNUNGS-TASTKOPF, MODELL 18

Zur Messung der Anodenspannung von Fernseh-Bildröhren oder ähnlicher Gleichspannungen aus hochohmigen Quellen.

Meßbereich/Toleranz: 25000 V= / ±5% (S.E.)

Ablesung des Anzeigewertes: Auf der Teilung 0...250 (x 100)

Abmessungen: Länge 270 mm, Sprühschutzring 42 mm Ø, Anschlusskabel 950 mm mit Winkelstecker.



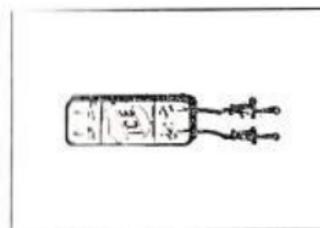
BELEUCHTUNGSSTÄRKE-MEßSONDE, MODELL 24

Das Modell 24 enthält einen Fotowiderstand, dessen Widerstandswert sich in Abhängigkeit von der auftreffenden Beleuchtungsstärke verändert.

Meßbereich/Toleranz: 200/2000/20000 Lux/ ±2% (S.E.)

Ablesung des Anzeigewertes: Auf den Teilungen 0 x 10/100/1000, Umrechnung in Luxwerte gemäß Diagramm auf dem Sondenkörper.

Abmessungen: Länge 115 mm; Zubehör: Transporttut.



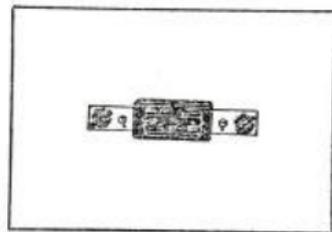
OHMBEREICH-ADAPTER, MODELL 25

Mit dem Modell 25 können sehr hohe Widerstandswerte (bis zu 1000 MΩ) mit Hilfe der kleinen Ohmmeter-Batteriespannung gemessen werden.

Meßbereich/Toleranz: Ω x 100000 (1...1000 MΩ/ ±3%)

Ablesung des Anzeigewertes: Auf der Teilung 0 x 1000 (x 100)

Abmessungen: Länge 60 mm, Breite 18 mm, Höhe 13 mm.

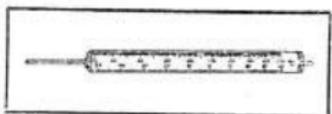


GLEICHSTROM-NEBENWIDERSTÄNDE, MODELL 32

Die Ausweitung der Gleichstrom-Meßbereiche auf 10, 25, 50 oder 100 A= ist mit dem jeweils passenden Modell 32 möglich.

Meßbereiche/Toleranz: Wahlweise 10/25/50/100 A= \pm 2% S.E.

Abmessungen: Länge 140 mm, Höhe und Breite 30 mm.



MAGNETFELD-MEßSONDE MODELL 27

für die Messung der Stärke des Magnetfelds (in K-Gauß) von Dauermagneten.



WECHSELSTROM-MEßWANDLER, MODELL 616

Das Modell 616 setzt sowohl durchfließende Ströme (0,25/1/5 A), als auch mit Drahtschleifen durch die Mittelöffnung eingekoppelte Ströme (25/50/100 A) in proportionale Wechselspannungen um.

Meßbereiche/Toleranz: 0...0,25/1/5/25/50/100 A/ \pm 2,5% S.E.

Ablesung des Anzeigewertes: Auf den Teilungen 10/50/250 V ∞

Abmessungen/Gewicht: B 60 x H 70 x T 30 mm/200 Gramm

Normalzubehör: Transportetui



WECHSELSTROM-MEßZANGE MODELL AMPERCLAMP

Die geschlossenen Zangenschenkel bilden die Primärwicklung eines Transformators, in der vom Strom in der umschlossenen Leitung eine proportionale Wechselspannung induziert wird. Die im Meßzangen-Handgriff untergebrachte Sekundärwicklung liefert über eingebaute Gleichrichter eine entsprechende Gleichspannung, die das angeschlossene Vielfachmeßgerät anzeigt.

Meßbereiche/Toleranz: 0...2,5/10/25/100/250/500 A/ \pm 3% S.E.

Zangenöffnung: Blanke/isoli. Leiter bis 36 mm \varnothing bzw. 41 x 12 mm

Zangenisolation: Bis 1000 Veff

Abmessungen/Gewicht: B 68 x H 128 x T 30 mm/290 Gramm

Zubehör: Adapter 29, Bedienungsanleitung



TRANSISTOR-/DIODEN-PRÜFADAPTER MODELL 662

Durch Vorschalten des TRANSTEST-Adapters können alle ICE-Vielfachmeßgeräte zur Halbleiter-Prüfung benutzt werden, wobei nur die Gleichstrom-Meßbereiche Verwendung finden. Gemessen werden die unten aufgezählten Reststromwerte, deren Größe und Übereinstimmung mit den Sollwerten sehr genaue Aussagen über die Funktionsfähigkeit des untersuchten Halbleiters liefert.

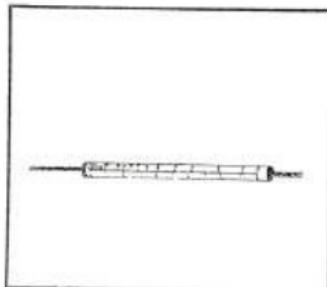
Transistormeßwerte: Kollektorstrom I_{CO} , I_{CEO} , I_{CES} , I_{CER} , Emitterstrom I_{EO} , Spannung Kollektor-Emitter $V_{CE SAT}$, Spannung Basis-Emitter V_{BE} , Verstärkung h_{FE}

Diode-meßwerte: Durchlaßspannung V^F , Sperrstrom I^R

Ablesung: Auf den (schwarzen) Gleichspannungs-Skalenbögen entsprechend den Angaben in der Betriebsanleitung

Abmessungen: B 85 x H 126 x T 28 mm/0,25 kg

Zubehör: Transportetui, Prüfkabelsatz, Bedienungsanleitung



TEMPERATUR-MEßSONDE, MODELL 36

Die Tastspitze des Modells 36 besteht aus reinem Silber, das jede Temperaturänderung eines Tastpunktes an den Miniatur-Thermistor weiterleitet.

Meßbereiche/Toleranz: $-50 \dots +200 \text{ } ^\circ\text{C} / \pm 4 \text{ } ^\circ\text{C}$ ($0 \dots +100 \text{ } ^\circ\text{C} / \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$)

Ablesung des Anzeigewertes: Auf den Teilungen $0 \times 1/10/100/1000$

Abmessungen: Länge 130 mm x 9 mm \varnothing , Anschlußkabel 100 cm.

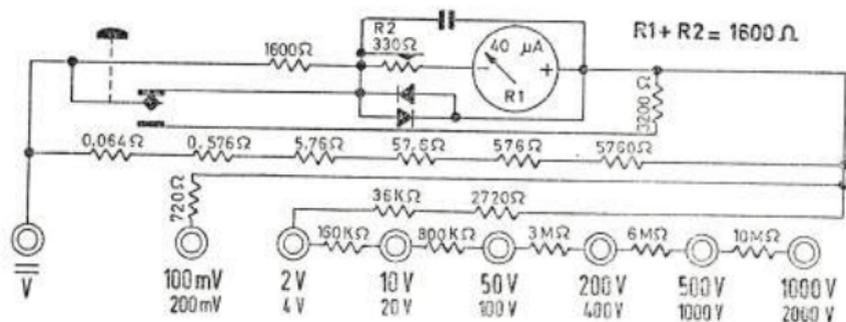
Zubehör: Transportetui



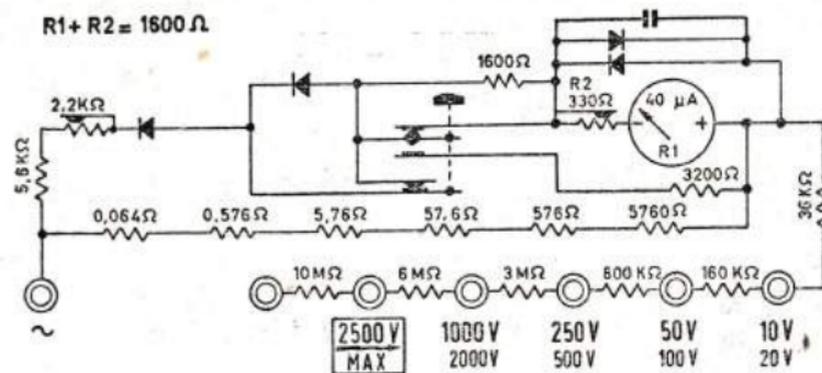
PHASEN-FOLGE-ADAPTER MODELL 28

für die Messung der Phasenfolge in Dreiphasennetzen zum richtigen Anschluss von Dreiphasen-Motoren.

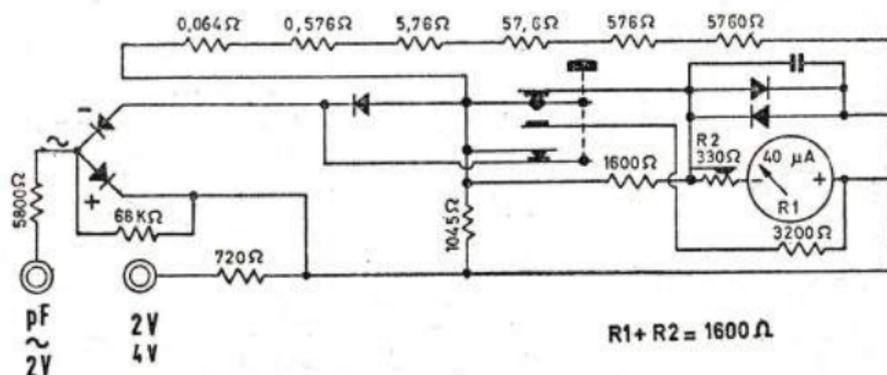
5.1 TEILSCHALT-BILDER



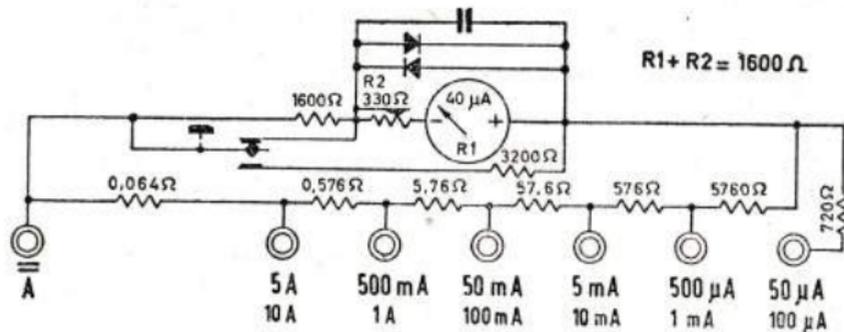
Meßschaltung Gleichspannungs-Voltmeter



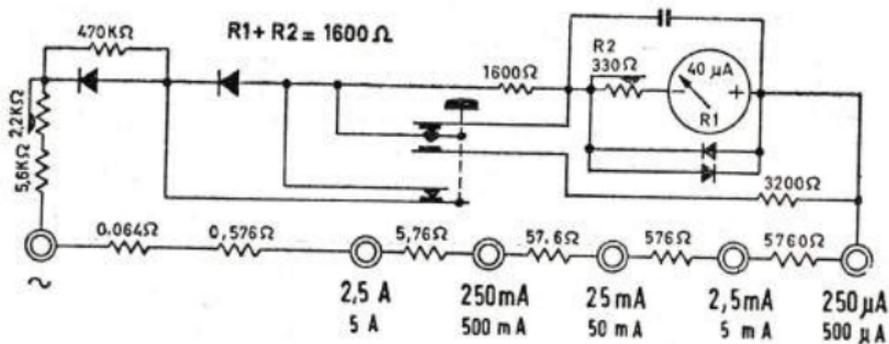
Meßschaltung Wechselspannungs-Voltmeter



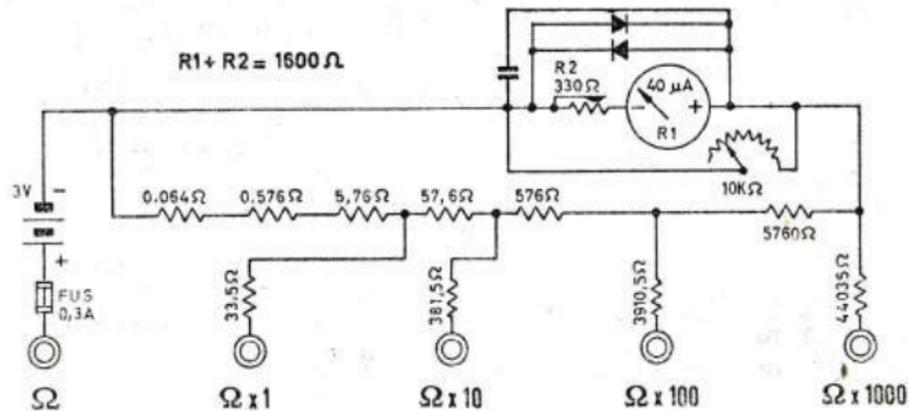
Meßschaltung Wechselspannungs-Voltmeter für 2 V ~ / 4 V ~



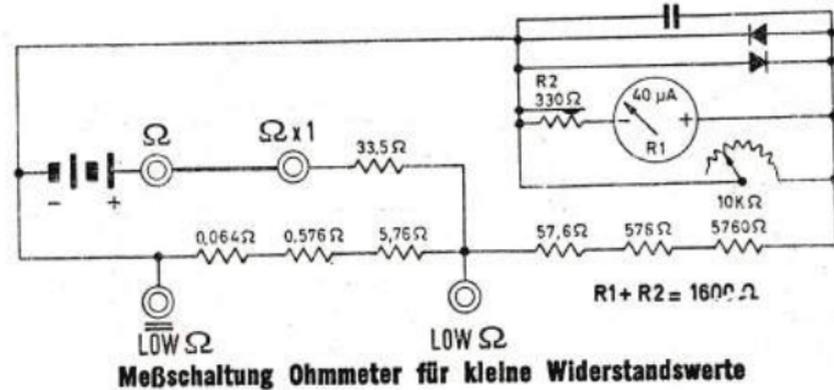
Meßschaltung Gleichstrom-Ampereometer



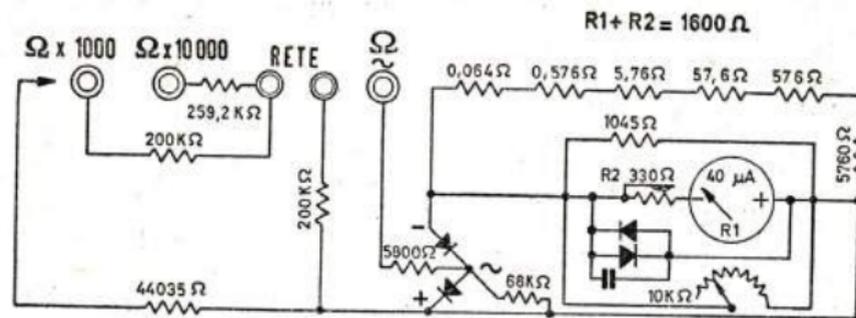
Meßschaltung Wechselstrom-Ampereometer



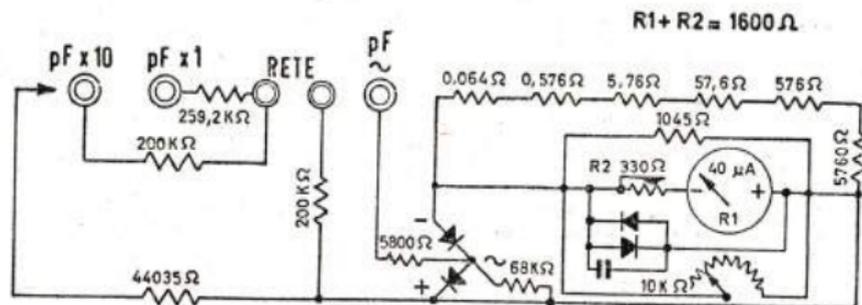
Meßschaltung Ohmmeter mit Batteriespeisung



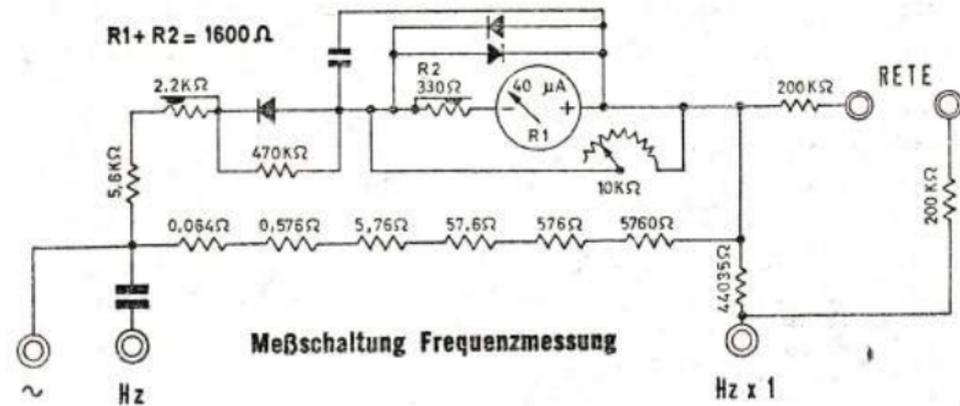
Meßschaltung Ohmmeter für kleine Widerstandswerte



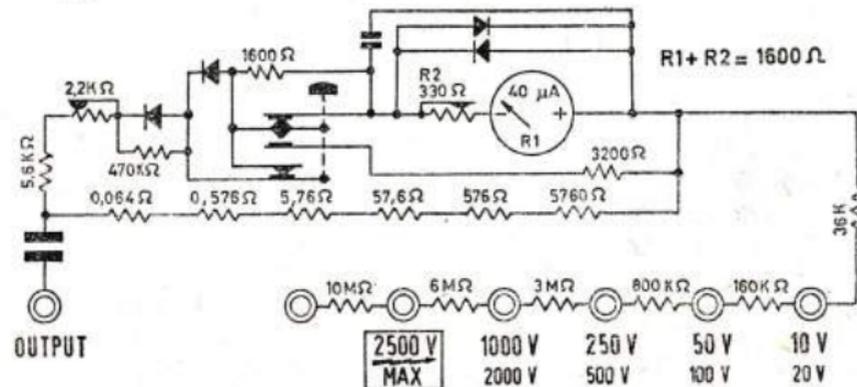
Meßschaltung Ohmmeter mit Netzpeisung



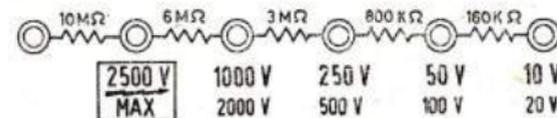
Meßschaltung Kapazitätsmessung



Meßschaltung Frequenzmessung



Meßschaltung Nf-Spannung/Output



5.2 ERSATZTEIL - LAGERLISTE

(Preisliste liegt bei der zuständigen ICE-Vertretung abrufbereit)

Metallfilm-Meßwiderstände $\pm 0,5\%$ (Widerstandswert angeben)
Draht-Nebenwiderstände (Widerstandswert angeben)
Potentiometer REG mit Rändelrad (Widerstandswert angeben)
Germaniumdiodenpaar, Meßgleichrichter für Wechselspannung
Siliziumdiodenpaar, Schutzgleichrichter für Meßinstrument
Trennkondensator 56 000 pF, engtoleriert
Ohmmeterbatterie 3 V
Ohmmeter-Schutzsicherung 0,16 A (10 Stück)
Anzeigeelement 40 μ A, 1600 Ω , komplett mit Grundpl. und Schalter
Druckschaltung gebohrt, aber unbestückt
Druckschaltung, komplett mit Meßwiderständen und Schaltbuchsen
Meßkabelpaar mit Steckern und Prüfspitzen
Frontplattenhaube transparent, antistatisch
Kunststoff-Gehäusehaube
Kunststoff-Transportetui mit Traggriff
Netzanschlußkabel komplett
Krokodilklemmen isoliert (Farbe angeben)
Kurzschlußbügel für Betriebsart LOW OHM
Antistatik-Lösung zur Behandlung der Frontplatte (Dose)
Bedienungsanleitung in Deutsch

5.3 GARANTIEBESTIMMUNGEN

Die Firma I.C.E. — Industria Costruzioni Elettromeccaniche — in Mailand bürgt dafür, daß sämtliche von ihr gelieferten Instrumente und Geräte in ihrer Ausführung und ihrer Materialbeschaffenheit fehlerfrei sind, wenn sie unter normalen Bedingungen betrieben und benutzt werden. Für diese Geräte wird eine Garantie von 1 Jahr geleistet. Die Garantiezeit beginnt mit dem Tage der Lieferung.

Diese Gewährleistung erstreckt sich nur auf solche Instrumente und Geräte, die vom ursprünglichen Käufer kostenfrei und in ausreichender Verpackung an das Herstellerwerk oder an eine ihrer autorisierten Vertriebsstellen zurückgeschickt werden. Die Garantieleistung ist davon abhängig, daß die zuständigen Techniker feststellen und anerkennen, daß es sich tatsächlich um Fabrikfehler handelt. Die zugesagte Garantie ist allein gültig und ersetzt alle anderen Garantiezusagen, die mündlich oder schriftlich gegeben worden sind und alle anderen Verpflichtungen und Verantwortungen.

Die Firma I.C.E. übernimmt keine weitere Verantwortung für die von ihr verkauften Erzeugnisse und hat auch keine dritte Person ermächtigt, eine solche Verantwortung im Namen der Firma zu übernehmen. Instrumente und Geräte mit verletztem Garantiesiegel oder solche mit Veränderungen oder Reparaturen, die weder im Herstellwerk, noch in den Werkstätten der von uns autorisierten Vertretungen vorgenommen wurden, bleiben von der Gewährleistung ausgeschlossen.

Ausgeschlossen von der Garantie bleiben auch Schäden, die direkt oder indirekt an Personen oder Sachen durch unsachgemäße Verwendung, falschen Anschluß oder unvorschriftsmäßige Handhabung der Instrumente und Geräte entstehen. Gerichtsstand ist Mailand/Italien.

64