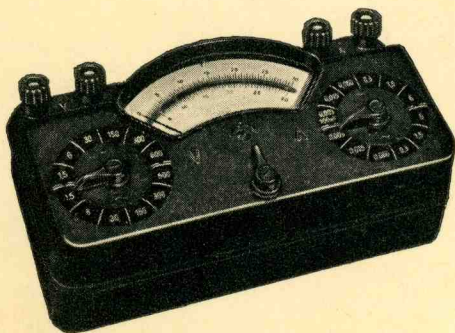


BEDIENUNGSANLEITUNG

ZUM



VIELFACHMESSINSTRUMENT

MULTIZET



SIEMENS & HALSKE GESELLSCHAFT M. B. H.
WIENER SCHWACHSTROM WERKE

BEDIENUNGSANLEITUNG

Z U M

VIELFACHMESSINSTRUMENT

M U L T I Z E T

INHALT

	Seite
I. Beschreibung und Schaltbild	5
II. Allgemeines zum Meßvorgang	7
III. Technische Angaben, Meßschaltungen	9
A. Spannungsmessungen	9
1. Normale Spannungmeßbereiche	9
2. Sonder-Meßbereiche für kleine Spannungen	10
3. Messung höherer Gleichspannungen	12
4. Messung höherer Wechselspannungen	13
B. Strommessungen	14
1. Normale Strommeßbereiche	14
2. Sonder-Meßbereiche für kleinere Ströme	15
3. Messung höherer Gleichströme mit Nebenwiderständen	15
4. Messung höherer Wechselströme mit Stromwandlern	18
C. Besondere Beispiele für gleichzeitige Spannungs- und Strommessungen	20
D. Der Ohm-Zusatz	20
E. Widerstandsmessungen	22
1. Messung des Innenwiderstandes einer Batterie	22
2. Messung ohmscher Widerstände mit Gleichstrom	24
3. Messung ohmscher Widerstände mit Wechselstrom	25
4. Messung kleiner und mittlerer Widerstände bei konstanter Speisespannung	26

	Seite
5. Messung von hohen Widerständen und Isolations-Widerständen	28
F. Frequenzmessung	28
G. Leistungs- und Leistungs-Faktormessungen in Einphasen-Wechselstromnetzen	29
H. Leistungs- und Leistungsfaktor-Messungen in Drehstromnetzen gleichmäßiger Belastung	30
IV. Bestellangaben	31

I. Beschreibung und Schaltbild

Der Vielfach-Strom- und Spannungsmesser Multizet verwendet als Meßsystem ein hochempfindliches Drehspulmeßwerk mit Trockengleichrichter und ist zur Messung in Gleich- und Wechselstromnetzen geeignet. Er zeichnet sich besonders durch sehr geringen Eigenverbrauch aus. Zahlreiche eingebaute Vor- und Nebenwiderstände ergeben 24 direkt zeigende Meßbereiche, die durch einen Meßpfadschalter und zwei Meßbereichwähler geschaltet werden können (bezüglich Sondermeßbereiche siehe Abschnitt III. A 2 und III. B 2). Das Multizet II hat darüber hinaus noch zwei kleine Gleichspannungsmebereiche (siehe Abschnitt III. A 2).

Das schwarze Isolierpreßstoffgehäuse und die große spiegelunterlegte Skala geben dem Instrument ein gefälliges Aussehen. Die Buchsenklemmen sind für den gleichzeitigen Anschluß von Kabelschuhen, freien Drahtenden und Bananensteckern geeignet. Zwei Klemmen sind für den Spannungspfad, zwei weitere für den Strompfad vorgesehen; durch den Meßpfadschalter kann rasch von einem auf den anderen Pfad umgeschaltet werden, so daß nahezu gleichzeitige Ermittlung zweier Meßwerte möglich ist. Das Multizet ist daher zwei getrennten Meßinstrumenten gleichwertig.

Das Multizet ist für waagrechte Gebrauchslage abgeglichen.

Die Meßgenauigkeit beträgt in Prozent vom Skalendwert:

bei Gleichstrom	$\pm 1\%$
bei Wechselstrom bis 500 Hz	$\pm 1,5\%$
bis 2500 Hz	$\pm 2,5\%$

Die Prüfspannung beträgt 2000 Volt; die Ausführung entspricht den derzeit geltenden Regeln für elektrische Meßinstrumente.

Abmessungen: Grundfläche 192×102 mm,
Höhe 70 mm.

Gewicht: etwa 1 kg.

Zum Multizet sind eine Reihe von Zugehörteilen
lieferbar, die im Abschnitt IV angeführt sind.

Bild 1 zeigt die vereinfachte Innenschaltung des
Multizet II.

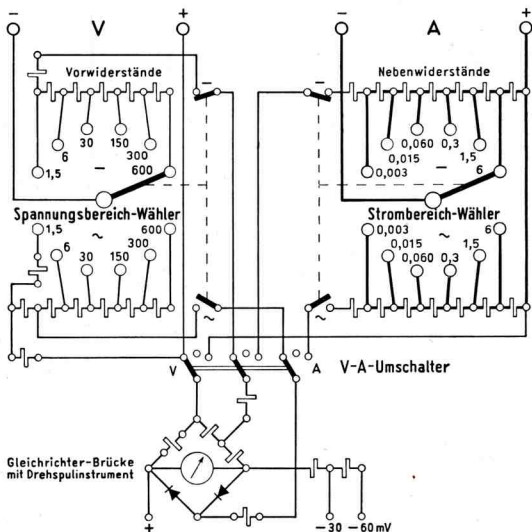


Bild 1

Die Innenschaltung des Multizet I ist die gleiche, es
fehlen nur die drei Buchsen für die Gleichspannungs-
Meßbereiche 30 und 60 mV.

II. Allgemeines zum Meßvorgang

Die weiß beschrifteten Meßbereiche gelten für Gleichstrom bzw. Gleichspannung; der zugehörige Meßwert ist auf der schwarzen Skala abzulesen. Die rot beschrifteten Meßbereiche und die rote Skala gelten für Wechselstrom bzw. Wechselspannung.

Bei Anschluß von Gleichstrom bzw. Gleichspannung ist die Polarität der Klemmen zu beachten. Zu Beginn der Messung sind die beiden Meßbereichswähler auf die höchsten Meßbereiche zu stellen und nur schrittweise auf kleinere Meßbereiche umzuschalten, bis ein gut ablesbarer Zeigerausschlag erreicht wird. Mit dem Meßpfadschalter wird das Meßwerk entweder in den Strom- oder in den Spannungspfad geschaltet.

Die Strom- und Spannungsmeßbereiche sind voneinander völlig unabhängig; zwischen diesen beiden Meßpfaden besteht im Meßinstrument keinerlei Potentialverbindung. Dadurch wird es möglich, den Spannungspfad z. B. an ein Wechselspannungsnetz und den Strompfad an ein Gleichstromnetz zu schalten oder umgekehrt, sofern nur die max. Potentialdifferenz $600 V_{\text{eff}}$ nicht übersteigt. Schaltbeispiele siehe Bild 18 und 19.

Zu einer genauen Messung ist erforderlich:

1. Ruhige, annähernd waagrechte Lage des Meßinstrumentes.
2. Aufstellung in hinreichendem Abstand von Eisenmassen (etwa 10 cm).
3. Nullstellung des Messerzeigers in stromlosen Zustand; gegebenenfalls ist der Nullpunktrücker vor dem Skalenfenster mittels eines Schraubenziehers zu verstellen.
4. Abschirmung der Fremdfelder; ist dies nicht möglich, gilt als Meßwert der Mittelwert aus zwei

Ablesungen, die vor und nach einer Drehung des Meßinstrumentes um 180° gewonnen werden.

5. Glasscheibe nicht reiben, da dies elektrostatische Ladungen hervorruft. Diese Ladungen sind durch leichtes Anhauchen der Glasscheibe zu beseitigen.

Ist die zu messende Strom- bzw. Spannungsart fraglich (unbekannt ob — oder \sim), muß zur Schonung des Meßwerkes im Wechselstrom- bzw. Wechselspannungsbereich begonnen werden (Zeigerausschlag nur bis in die halbe Skala zulassen). Hernach ist auf den gleich hohen Meßbereich Gleichstrom- bzw. Gleichspannung umzuschalten; gibt das Meßwerk jetzt keinen Ausschlag, ist die zu messende Größe Wechselstrom bzw. Wechselspannung; zeigt es dagegen einen Meßwert (der Ausschlag wird größer sein als vorher), dann ist die Meßgröße Gleichstrom bzw. Gleichspannung.

III. Technische Angaben, Meßschaltungen

A. Spannungsmessungen.

1. Normale Spannungsmessbereiche:
Die Innenwiderstände der einzelnen Meßbereiche und deren Stromverbrauch für Erdausschlag können aus der Tabelle I entnommen werden.

TABELLE I

Meßbereich	Ablese-Konstante C_u	Gleichspannung		Wechselspannung	
		Strom für End-ausschlag	Innen-widerstand R_u	Strom für End-ausschlag	Innen-widerstand R_u
V	V/Teilstrich	mA	kOhm	mA	kOhm
1,5	0,05	0,5	3	7,5	0,2*)
6	0,2	0,5	12	1,5	4
30	1	0,5	60	1,5	20
150	5	0,5	300	1,5	100
300	10	0,5	600	1,5	200
600	20	0,5	1200	1,5	400
		2000 Ohm/V		667 Ohm/V *) 133 Ohm/V	

Beim Umschalten von „V“ auf „Aus“ oder auf „A“ wird der Gleichspannungspfad unterbrochen, der Wechselspannungspfad nicht. Aus diesem Grunde ist bei Messungen in Gleichstromnetzen die Span-

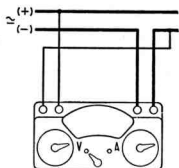


Bild 2

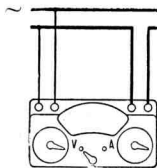


Bild 3

nung stets hinter der Stromspule anzuklemmen (Bild 2). Für Messungen in Wechselspannungsnetzen ist diese Schaltung nur bei kleinen Spannungen und hohen Strömen zu empfehlen; für alle anderen Fälle ist die Schaltung nach Bild 3 günstiger.

2. Sonder-Meßbereiche für kleine Spannungen:

Durch Verwendung des Strompfades zur Spannungsmessung können bei geringeren Genauigkeitsansprüchen einige Sonder-Meßbereiche für kleine Spannungen gewonnen werden. Schaltung nach Bild 4.

TABELLE II

Meßbereich	Meßmöglichkeit	Ablesekonstante C_U
A	mV	mV/Teilstrich
0,003—	100—	3,33
0,003~	750~	25
0,060—	120—	4
0,060~	900~	30

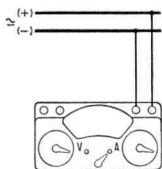


Bild 4

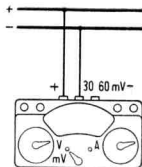


Bild 5

Das Multizet II (Bild 6) bietet außer den erwähnten Meßmöglichkeiten noch die Meßbereiche 30 und 60 mV Gleichspannung; hiezu sind drei Buchsen an der oberen Breitseite des Instrumentes angeordnet; gleichzeitige Strommessung ist in diesem Falle nicht möglich. Schaltung nach Bild 5.

Die Innenwiderstände betragen:

bei 30 mV Gleichspannung . . . etwa 135 Ohm,

bei 60 mV Gleichspannung . . . etwa 270 Ohm.

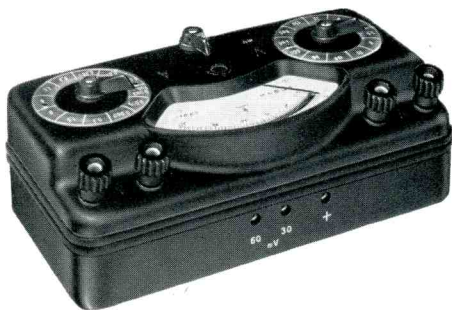


Bild 6

3. Messung höherer Gleichspannungen:



Bild 7

Gleichspannungen über 600 V können mit Gleichspannungsvorwiderständen gemessen werden, die in schwarzem Isolierpreßstoffgehäuse zum Aufstecken auf die Multizet-Instrumente geliefert werden (Bild 7). Jeder Vorwiderstand erhöht den Meßbereich um 900 Volt.

TABELLE III

Zahl der verwendeten Vorwiderstände	Meßbereich	Ablesekonstante C_U
	V	V/Teilstrich
1	1500	50
2	2400	80
3	3300	110

Bei Verwendung eines tragbaren Meßinstrumentes an Hochspannung ist besondere Vorsicht geboten. In einpolig geerdeten Hochspannungsnetzen muß der Vorwiderstand vor den nicht geerdeten Pol geschaltet werden (Bild 8). Falls das

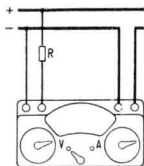


Bild 8

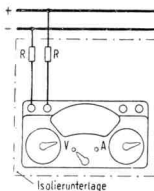


Bild 9

Hochspannungsnetz in der Potentialmitte geerdet ist, sind die Vorwiderstände symmetrisch aufzuteilen (Bild 9). (Bei Schaltung nach Bild 9 ist gleichzeitige Strommessung wegen zu hoher Potentialdifferenz im Meßinstrument nicht zulässig.)

4. Messung höherer Wechselspannungen:

a) mit Vorwiderständen:

Da der Eigenverbrauch bei Wechselspannungsmessungen höher ist als bei Gleichspannungsmessungen, sind hierfür andere Vorwiderstände erforderlich. Meßbereiche, Ablesekonstante und Schaltungen wie im Abschnitt III/3 (Tabelle III).

b) mit Spannungswandlern:

Wechselspannungen über 600 V werden auch mit Spannungswandlern $x/100$ V oder $x/110$ V gemessen (Bild 10). Der Meßbereichswähler ist auf 150 V Wechselspannung zu schalten, der Meßpfadschalter auf „V“. Der Meßwert beträgt

$$U = 5 \text{ (V/Teilstrich)} \cdot \ddot{u} \cdot \alpha \text{ (Teilstrich)}$$

\ddot{u} . . . Übersetzungsverhältnis des Spannungswandlers $x/100 \text{ V}$ oder $x/110 \text{ V}$

α . . . Zeigerausschlag in Teilstrich.

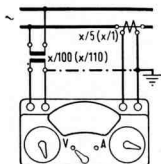


Bild 10

Außer den in Bild 10 empfohlenen Potentialverbindungen kann auch jede beliebige andere ausgeführt werden.

B. Strommessungen.

1. Normale Strommeßbereiche:
Schaltung nach Bild 11.

Die Innenwiderstände der einzelnen Meßbereiche können aus Tabelle IV entnommen werden:

TABELLE IV

Meßbereich	Ablesekonstante C_i	Gleichstrom	Wechselstrom
		Innenwiderstand R_i	Innenwiderstand R_i
A	mA/Teilstrich	Ohm	Ohm
		etwa	etwa
0,003	0,1	33,33	250
0,015	0,5	7,75	58
0,060	2	1,88	15
0,300	10	0,40	3
1,5	50	0,08	0,60
6	200	0,02	0,15

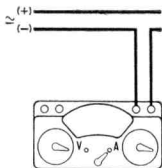


Bild 11

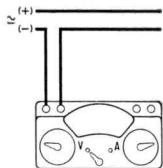


Bild 12

2. Sonder-Meßbereiche für kleine Ströme:

Durch Verwendung des Spannungspfad zur Strommessung können folgende Sonder-Meßbereiche gewonnen werden (Schaltung nach Bild 12):

TABELLE V

Meßbereich	Meßmöglichkeit	Ablesekonstante C_i
V	mA	mA/Teilstrich
1,5—	0,5—	0,0167
6 ~	1,5 ~	0,05
1,5 ~	7,5 ~	0,25

Beim Sondermeßbereich 0,5 mA — im Bereich 1,5 V — muß der Meßpfadschalter dauernd in der Stellung „V“ verbleiben, weil sonst der Stromfluß unterbrochen wird.

3. Messung höherer Gleichströme:

Zur Messung von Gleichströmen über 6 A mit Hilfe von Nebenwiderständen ist der Meßbereich

0,003 A— auf 100 mV Spannungsabfall abgeglichen. Um den Fremdfeldeinfluß klein zu halten, muß bei Strömen über 1000 A das Meßinstrument mindestens 1 m von der Stromschiene entfernt sein, bei höheren Strömen in gleichem Maße weiter.

Damit der in der Verbindungsleitung zwischen Nebenwiderstand und Meßinstrument auftretende Spannungsabfall das Meßergebnis um nicht mehr als 1% fälsche, darf der Widerstand dieser Verbindungsleitung $2 \times 0,16$ Ohm nicht überschreiten.

a) Messung mit Nebenwiderständen
100 mV:

Nebenwiderstände zur Messung von Gleichströmen zwischen 6 und 60A werden im schwarzen Isolierpreßstoffgehäuse zum Anstecken an die Multizet-Instrumente geliefert (Bild 13). Nebenwiderstände

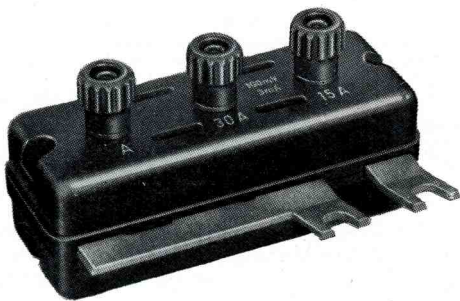


Bild 13

für höhere Ströme werden normalerweise ohne Isolierung ausgeführt.

Schaltung nach Bild 14. Meßbereichswähler auf 0,003 A — Meßpfadschalter auf „A“

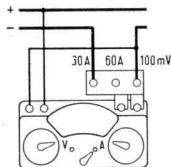


Bild 14

$$I = \frac{I_{\text{Nenn}} \text{ (Ampere)}}{30 \text{ (Teilstrich)}} \cdot \alpha \text{ (Teilstrich)}$$

b) Messung mit Nebenwiderständen
 $u < 100 \text{ mV}$:

Müssen aus besonderen Gründen Nebenwiderstände mit einem Nennspannungsabfall u kleiner als 100 mV verwendet werden, so gilt für den Meßwert

$$I = \frac{100}{u} \cdot \frac{I_{\text{Nenn}} \text{ (Ampere)}}{30 \text{ (Teilstrich)}} \cdot \alpha \text{ (Teilstrich)}$$

u . . . Nennspannungsabfall des Nebenwiderstandes in mV.

c) Messung mit Nebenwiderständen
 $u > 100 \text{ mV}$:

Falls Nebenwiderstände mit einem Nennspannungsabfall u größer als 100 mV verwendet werden sollen, ist vor das Meßinstrument ein Vorwiderstand R zu schalten (Bild 15), der zu berechnen ist nach der Formel

$$R_v = \frac{u \text{ (mV)} - 100 \text{ (mV)}}{3 \text{ (mA)}}$$

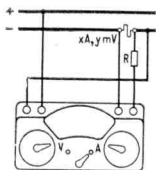


Bild 15

Der Meßwert beträgt dann:

$$I = \frac{I_{\text{Nenn}} \text{ (Ampere)}}{30 \text{ (Teilstrich)}} \cdot \alpha \text{ (Teilstrich)}$$

Beispiel:

vorhanden: Nebenwiderstand $I_{\text{Nenn}} = 300 \text{ A}$,

$$u = 150 \text{ mV}$$

Man wähle: $R_V = \frac{150 \text{ (mV)} - 100 \text{ (mV)}}{3 \text{ (mA)}} = 16,67 \text{ Ohm}$

Meßwert: $I = \frac{300 \text{ (Ampere)}}{30 \text{ (Teilstrich)}} \cdot \alpha \text{ (Teilstrich)}$

d) Messung mit Multizet II und Nebenwiderständen 60 mV:

Bei Benützung des Multizet II können auch die üblichen Nebenwiderstände mit dem Nennspannungsabfall 60 mV verwendet werden. Schaltung nach Bild 16.

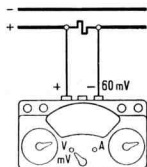


Bild 16

Der Meßwert beträgt:

$$I = \frac{I_{\text{Nenn}} \text{ (Ampere)}}{30 \text{ (Teilstrich)}} \cdot \alpha \text{ (Teilstrich)}$$

4. Messung höherer Wechselströme:

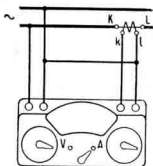


Bild 17

a) mit Stromwandlern
 $x/5 \text{ A}$:

Der Meßbereichwähler ist auf $6 \text{ A} \sim$ zu schalten, der Meßpfad-schalter auf „A“. Der Meßwert beträgt:

$$I = \frac{x \text{ (Ampere)}}{25 \text{ (Teilstrich)}} \cdot \alpha \text{ (Teilstrich)}$$

Statt den in Bild 10 und 17 empfohlenen Potentialverbindungen können auch beliebige andere ausgeführt werden.

Durch Verwendung eines besonderen „unterbrechungslosen Stromwandler-Umschalters“ ist es möglich, von mehreren Stromwandlern je nach Wahl einen auf das Meßinstrument zu schalten, während gleichzeitig die Sekundärkreise der anderen Stromwandler kurzgeschlossen werden.

Die bei Verwendung des S & H-Präzisions-Stromwandlers Form Z, Klasse 0,1 üblichen primären Nennströme und die dazugehörigen Ablesekonstanten für das Multizet sind aus der Tabelle VI zu entnehmen.

TABELLE VI

Meßbereich	A	10	12	12,5	15	20
Ablesekonstante	A/°	0,4	0,48	0,5	0,6	0,8
Meßbereich	A	25	30	(40)	50	60
Ablesekonstante	A/°	1	1,2	(1,6)	2	2,4
Meßbereich	A	(75)	100	120	125	150
Ablesekonstante	A/°	(3)	4	4,8	5	6
Meßbereich	A	200	250	300	500	600
Ablesekonstante	A/°	8	10	12	20	24

Schaltungen und Ablesekonstante für Ströme bis 1020 A auf Anfrage.

b) mit Stromwandlern $x/1$ A:

Schaltung nach Bild 10 oder 17. Meßbereichwähler auf $1,5 \text{ A} \sim$.

Der Meßwert beträgt

$$I = \frac{x \text{ (Ampere)}}{20 \text{ (Teilstrich)}} \cdot \alpha \text{ (Teilstrich)}$$

C. Besondere Beispiele für gleichzeitige Spannungs- und Strommessungen.

Da die beiden Meßpfade im Instrument vollkommen getrennt sind, können sie auch an verschiedenen Stellen einer Versuchsschaltung eingeschleift werden, die bis zu 600 V Spannung gegeneinander führen. Bild 18 zeigt die Aufnahme einer statischen Röhrenkennlinie I_{a-}/U_{g-} , Bild 19 die Aufnahme der Leerlauf-Charakteristik einer Synchronmaschine $U_o \sim I_{e-}$.

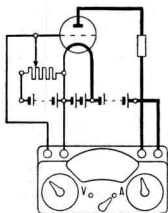


Bild 18

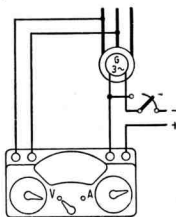


Bild 19

D. Der Ohmzusatz.

Zur einfachen Widerstandsmessung ist ein Ohm-Zusatz (Bild 20) lieferbar mit den beiden Meßbereichen 0...500 Ohm und 0...500 kOhm. Bei seiner Verwendung ist wie folgt zu verfahren:

1. An der linken Schmalseite des Ohm-Zusatzes ist eine 3-V-Stabbatterie einzusetzen.
2. Der Ohm-Zusatz ist mit allen 4 Laschen sorgfältig an das Multizet-Instrument anzuklemmen.
3. Der Spannungsbereichwähler ist auf 1,5 V Gleichspannung, der Strombereichwähler auf 0,003 A Gleichstrom zu stellen; beide Wähler müssen dauernd in diesen Stellungen belassen werden.

4. Um Spannungsveränderungen der Stabbatterie auszugleichen, ist an der rechten Seite des Ohm-Zusatzes eine Justierschraube angeordnet. Der Meßpfadschalter des Multizet ist auf „A“ zu

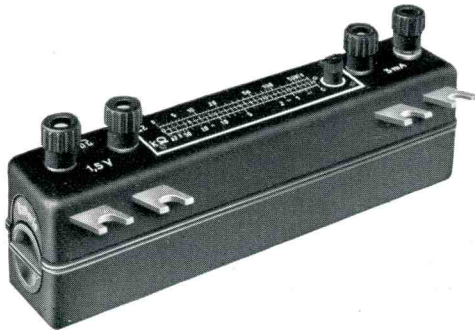


Bild 20

stellen und die Taste des Ohm-Zusatzes zu drücken, durch Drehung der Taste im Uhrzeigersinn kann sie in dieser gedrückten Stellung fixiert werden. Die Justierschraube ist so lange zu drehen, bis der Meßwerkzeiger auf Skalenendwert einspielt (schwarzer Teilstrich 30). Während dieser Justierung darf kein Meßobjekt angeschlossen sein.

5. a) **Meßobjekte von 0...500 Ohm** sind an die beiden rechten Klemmen des Ohm-Zusatzes anzuschließen. Der Meßpfadschalter ist auf „A“ zu stellen (Bild 21). Wird die Taste gedrückt, schlägt der Zeiger aus; der Ausschlag α ist an der schwarzen Skala abzulesen. Der Ohmwert des Widerstandes kann entweder an der Leiter

des Ohm-Zusatzes oder aus dem Kurvenblatt Bild 23 abgelesen werden oder berechnet werden nach der Formel

$$R = \frac{32,12 \text{ (Ohm)} \cdot \alpha}{30 \text{ (Teilstrich)} - \alpha}$$

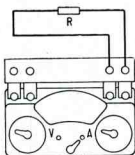


Bild 21

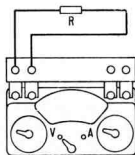


Bild 22

5. b) **Meßobjekte von 0,5 ... 500 kOhm** sind an die beiden linken Klemmen des Ohm-Zusatzes anzuschließen; der Meßpfadschalter ist auf „V“ zu stellen (Bild 22). Der Ausschlag α ist an der schwarzen Skala abzulesen. Der Ohmwert des Widerstandes kann entweder an der Leiter des Ohm-Zusatzes oder aus dem Kurvenblatt Bild 23 abgelesen werden oder berechnet werden nach der Formel

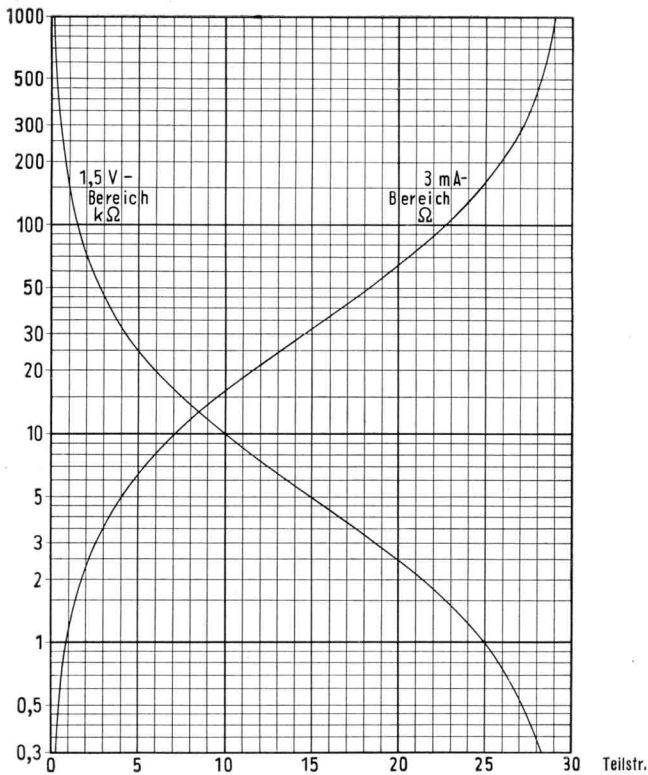
$$R = \frac{4980 \text{ (Ohm)} \cdot [30 \text{ (Teilstrich)} - \alpha]}{\alpha}$$

E. Widerstandsmessungen.

1. Messung des Innenwiderstandes einer Batterie:

Bei Schaltung nach Bild 24 ist in Schalterstellung 1 die Leerlaufspannung U_L der Batterie, in Schalterstellung 2 die Klemmenspannung U bei Belastung zu messen. Der durch den Meßstrom von 0,5 mA bedingte Spannungsabfall in der Batterie ist vernachlässigbar.

$\Omega, k\Omega$



Messung mit Ohm-Zusatz, Widerstandswert (Ohm bzw. $k\Omega$) in Abhängigkeit vom Zeigerausschlag.

Bild 23

Es gilt die Gleichung:

$$R_B = R \left(\frac{U_L}{U} - 1 \right)$$

R_B ... Innenwiderstand der Batterie in Ohm

R ... Belastungswiderstand in Ohm

U_L ... Leerlaufspannung der Batterie in Volt

U ... Klemmenspannung der Batterie bei Belastung, in Volt.

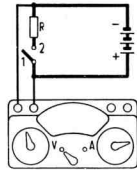


Bild 24

2. Messung ohmscher Widerstände mit Gleichstrom:

Der Gleichspannungspfad im Meßwerk wird beim Umschalten des Meßpfadschalters auf „Aus“ oder „A“ unterbrochen. Dieser Umstand ermöglicht eine überaus einfache und genaue Bestimmung des ohmschen Widerstandes aus einer Spannungs- und einer Strommessung. Schaltung nach Bild 25.

Es gilt die einfache Gleichung: $R = \frac{U}{I}$

R ... zu messender Widerstand in Ohm

I ... gemessener Strom in Ampere

U ... Spannung am Meßobjekt in Volt.

Bei sehr kleinen Widerständen und höheren Meßströmen (z. B. bei Ankerwicklungen größerer Maschinen) ist auf den Spannungsabfall zufolge der Übergangswiderstände und Stromzuführungen zu achten. In solchen Fällen ist die Spannung unmittelbar am Widerstand (z. B. an den Kollektorlamellen) abzugreifen. Schaltung nach Bild 26.

3. Messung ohmscher Widerstände mit Wechselstrom:

Rein ohmsche (winkelfreie) Widerstände können unter Vernachlässigung der Induktivität der Meßpfade auch mit Wechselstrom gemessen werden. Der Wechselspannungspfad im Meßwerk wird je-

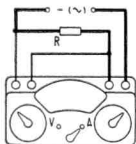


Bild 25

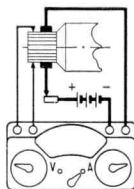


Bild 26

doch beim Umschalten des Meßpfadschalters auf „Aus“ oder „A“ nicht unterbrochen. Demzufolge sind je nach der Größe des zu messenden Widerstandes die folgenden Schaltungen zweckmäßig:

a) für kleinere Widerstände:

Die Spannung ist unmittelbar am Widerstand abzugreifen. Schaltung nach Bild 25. Abweichend von der Messung mit Gleichstrom gilt jedoch in diesem Falle die Formel:

$$R = \frac{U}{I - \frac{U}{R_u}}$$

R ... Meßwert in Ohm

I ... Strom in Ampere

U ... Spannung in Volt

R_u .. Innenwiderstand des Spannungsmessbereiches in Ohm (aus Tabelle I).

Falls $R_u > 100 R$, gilt mit 1% Genauigkeit $R = \frac{U}{I}$

b) für mittlere und höhere Widerstände:

Die Spannung ist über Meßobjekt und Strompfad des Meßinstrumentes zu messen. Schaltung nach Bild 27. Es gilt die Gleichung:

$$R = \frac{U}{I} - R_i$$

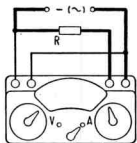


Bild 27

R ... Meßwert in Ohm
 I ... Strom in Ampere
 U ... Spannung in Volt
 R_i ... Innenwiderstand des Strommeßbereiches in Ohm (aus Tabelle IV).
 Für große R kann R_i vernachlässigt werden.

4. Messung kleiner und mittlerer Widerstände bei konstanter Speisespannung:

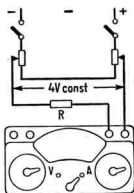


Bild 28

Wenn die Zahl der Meßobjekte groß ist, kann die Schaltung nach Bild 28 zur Konstanthaltung der Speisespannung empfohlen werden. Der gesuchte Widerstandswert ist dann aus einer einzigen Strommessung und dem Kurvenblatt Bild 29 zu ermitteln.

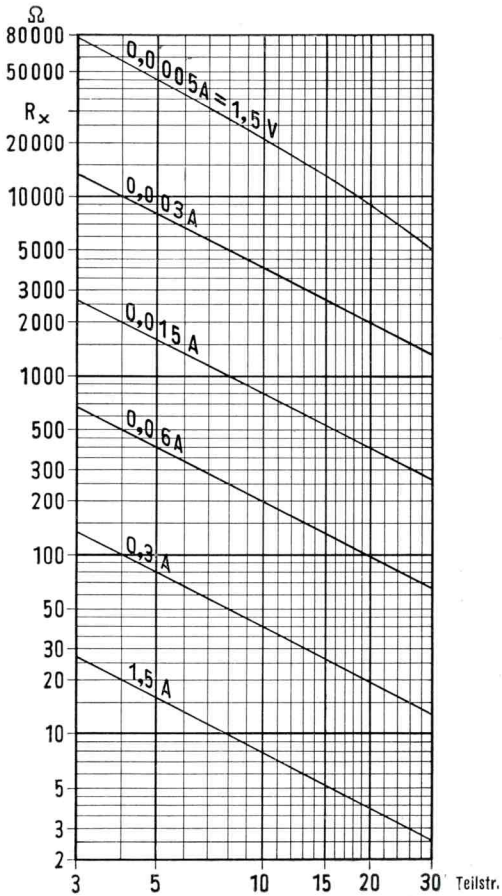


Bild 29

5. Messung von hohen Widerständen und von Isolationswiderständen:

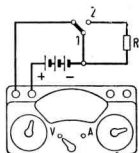


Bild 30

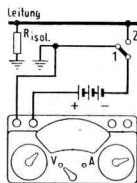


Bild 31

Bei den Schaltungen nach Bild 30 oder 31 genügt es, die Zeigerausschläge in Teilstrichen abzulesen. Für den Meßwert gilt die Gleichung:

$$R = R_U \cdot \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2} - 1 \right)$$

R ... Meßwert (Isolationswiderstand) in Ohm

R_U .. Innenwiderstand des Spannungmeßbereiches in Ohm (aus Tabelle I)

α_1 ... Zeigerausschlag bei Schalterstellung 1

α_2 ... Zeigerausschlag bei Schalterstellung 2.

F. Frequenzmessung.

Die Schaltung nach Bild 32 erlaubt, unter Zuhilfenahme eines Normalkondensators aus einer Spannungs- und einer Strommessung die Frequenz zu bestimmen. Es gilt die Gleichung:

$$f = \frac{I}{2\pi \cdot U \cdot C}$$

f ... Frequenz in Hertz

I ... Strom in Ampere

U ... Spannung in Volt

C ... Kapazität in Farad

Für großes C :
Schalterstellung 1

Für kleines C :
Schalterstellung 2

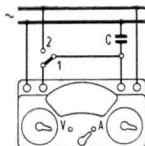


Bild 32

Anmerkung:

Durch Umkehren obiger Gleichung kann bei bekannter Frequenz auch die Kapazität von Kondensatoren bestimmt werden. Es muß jedoch streng darauf geachtet werden, daß der Prüfling nicht schadhaft ist und daß er eine ausreichende Prüfspannung hat, weil sonst der Kurzschlußstrom das Meßwerk gefährdet.

G. Leistungs- und Leistungsfaktormessungen in Einphasen-Wechselstromnetzen.

Durch geeignete Abänderung der bekannten Drei-Strommesser-Methode und der Drei-Spannungsmesser-Methode können mit dem Vielfach-Meßinstrument Multizet Leistung, Leistungsfaktor und Widerstand eines Verbrauchers ermittelt werden. Die Tabelle VII zeigt, welche Methode in Abhängigkeit von den Meßverhältnissen die günstigste ist und welche Hilfselemente auszuwählen sind. Der mit dem Index 1 bezeichnete Meßwert ist jeweils bei der Schalterstellung 1 zu messen, der mit dem Index 2 bezeichnete bei der Schalterstellung 2. Die Schaltungen sind so einfach aufgebaut, daß der Umschalter auch durch einen Bananenstecker ersetzt werden kann, der wahlweise an die Klemmen 1 oder 2 anzustecken ist.

Bei der Berechnung sind stets zuerst die stark umrandeten Werte zu ermitteln, dann erst alle übrigen.

H. Leistungs- und Leistungsfaktormessungen in Drehstromnetzen gleichmäßiger Belastung.

In Drehstromnetzen gleichmäßiger Belastung sind die Messungen analog zu denen in Einphasenetzen vorzunehmen. Da Drehstromnetze zumeist höhere Spannungen haben, ist die Drei-Strommesser-Methode die zweckmäßigere. Auswahl der Hilfselemente, Vektordiagramme und Formeln siehe Tabelle VIII.

IV. Bestellangaben

	Listen- Nr.	etwa kg
Multizet I	43012	1,0
Multizet II	43013	1,0
Ohm-Zusatz mit den beiden Meßbereichen 0...500 Ohm und 0,5...500 kOhm	43020	0,3
Nebenwiderstand für 15 und 30 A, 100 mV, in schwarzem Isolierpreßstoffgehäuse, mit drei Klemmen	43035	0,1
Nebenwiderstand für 60 A, 100 mV, in schwarzem Iso- lierpreßstoffgehäuse	43036	0,1
Vorwiderstand für 1500 V Gleichspannung, in schwar- zem Isolierpreßstoffgehäuse	43030	0,1
Vorwiderstand für 1500 V Wech- selspannung, in schwarzem Isolierpreßstoffgehäuse	43031	0,1
Präzisionsstromwandler Form Z, 10/5 bis 600/5 A, Klasse 0,1 (siehe eigenes Listenblatt)	48001	1,7
Meßleitungen, zweiadrig, 1 m lang, mit 4 Bananensteckern	90003	0,1
Ledertasche zur Unterbringung eines Meßinstrumentes Form Z	90010	0,4

	Listen- Nr.	etwa kg
Ledertasche zur Unterbringung eines Meßinstrumentes Form Z, mit einem zusätzlichem Fach für ein Paar Meßleitungen oder einen Leitungsprüfer	90011	0,5

Weitere Instrumente der Form Z:

Leistungsmesser Form Z	45011
Vor- und Nullpunktwidestand	45022
Meßbrücke Form Z in Wheatstoneschaltung	72010

Einphasen-Wechselstrom

Tabelle VII

		Drei-Strommesser-Methode		Drei Spannungsmesser-Methode	
		höheren Spannungen und höheren Widerständen	kleinen Phasenwinkeln	kleineren Spannungen und kleineren Widerständen	kleinen Phasenwinkeln
		großen Phasenwinkeln	kleinen Phasenwinkeln	großen Phasenwinkeln	kleinen Phasenwinkeln
		ohmschen Hilfswiderstand $R_p \cong Z $	Hilfskapazität $\frac{I}{\omega C_p} \cong Z $	ohmschen Hilfswiderstand $R_s \cong Z $	Hilfskapazität $\frac{I}{\omega C_s} \cong Z $
günstig bei					
man wähle					
Schaltung					
Vektorbild					
zu messen ist		I_1	I_2	I_1	I_2
Scheinleistung S [VA]		$U \cdot I_1$	$U \cdot I_2$	$U_1 \cdot I$	$U_2 \cdot I$
Wirkleistung P [W]		$\frac{R_p}{2} \frac{(I_2^2 - I_1^2) - U^2}{R_p^2 (I_2^2 - I_1^2) - U^2} = \frac{U^2}{2 R_p}$	$\sqrt{S^2 - Q^2}$	$\frac{U_2^2 - U_1^2}{2 R_s} - \frac{I^2 R_s}{U_2^2 - U_1^2 - I^2 R_s^2} = \frac{I^2 R_s}{2 R_s}$	$\sqrt{S^2 - Q^2}$
Blindleistung Q [var]		$\sqrt{S^2 - P^2}$	$\frac{U^2 \omega C_p}{2} - \frac{I_2^2 - I_1^2}{2 \omega C_p} = \frac{U^2 \omega^2 C_p^2 - I_2^2 + I_1^2}{2 \omega C_p}$ falls $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \varphi$ induktiv falls $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \varphi$ kapazitiv	$\sqrt{S^2 - P^2}$	$\frac{I^2}{2 \omega C_s} - \omega C_s (U_2^2 - U_1^2) = \frac{I^2 - \omega^2 C_s^2 (U_2^2 - U_1^2)}{2 \omega C_s}$ falls $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \varphi$ induktiv falls $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \varphi$ kapazitiv
Leistungsfaktor $\cos \varphi$		$\frac{P}{U I_1}$	$\frac{U}{U^2 - U_1^2 I_1^2}$	$\frac{P}{U_1 I}$	$\frac{I}{U^2 - U_1^2 I^2}$
Scheinwiderstand Z [Ω]		$\frac{U}{I_1}$	$\frac{U}{I_1}$	$\frac{U_1}{I}$	$\frac{U_1}{I}$
Wirkwiderstand R [Ω]		$\frac{P}{I_1^2}$	$\frac{1}{I_1^2} \sqrt{U^2 - U_1^2 I_1^2}$	$\frac{P}{I^2}$	$\frac{1}{I^2} \sqrt{U^2 - U_1^2 I^2}$
Blindwiderstand X [Ω]		$\frac{1}{I_1^2} \sqrt{U^2 - I_1^2 P^2}$	$\frac{Q}{I_1^2}$	$\frac{1}{I^2} \sqrt{U^2 - I^2 P^2}$	$\frac{Q}{I^2}$

Drehstrom gleichmäßiger Belastung

Tabelle VIII

Drei-Strommesser-Methode

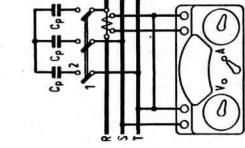
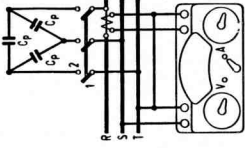
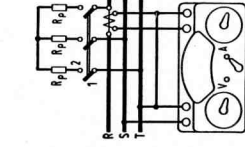
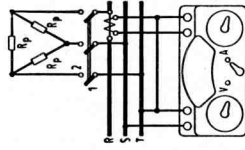
höheren Spannungen und höheren Widerständen

günstig bei großen Phasenwinkeln

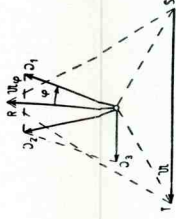
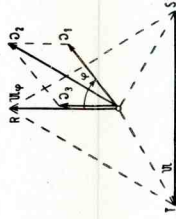
kleinen Phasenwinkeln

man wähle ohmschen Hilfswiderstand $R_h \approx |Z|$

Hilfskapazität $\frac{1}{\omega C_h} \approx |Z|$



Schaltung



Vektorbild

zu messen ist I_1

I_2

U

I_2

Scheinleistung S [VA]

$$U I_1 \sqrt{3}$$

$$\frac{R_p}{2} (I_2^2 - I_1^2) - \frac{\beta U^2}{2 R_p}$$

$$\frac{\beta R_p}{2} (I_2^2 - I_1^2) - \frac{U^2}{2 R_p}$$

$$\sqrt{S^2 - P^2}$$

$$\sqrt{S^2 - Q^2}$$

Wirkleistung P [W]

$$\frac{\beta U^2 \omega C_p}{2} - \frac{I_2^2 - I_1^2}{2 \omega C_p}$$

$$\frac{\beta U^2 \omega^2 C_p^2 - (I_2^2 - I_1^2)}{2 \omega C_p}$$

$$\frac{I_2^2 - I_1^2}{2 \omega C_p} - \frac{\beta (I_2^2 - I_1^2)}{2 \omega C_p}$$

falls „+“ ... φ induktiv
falls „-“ ... φ kapazitiv

falls „+“ ... φ induktiv
falls „-“ ... φ kapazitiv

falls „+“ ... φ induktiv
falls „-“ ... φ kapazitiv

Blindleistung Q [Var]

Leistungs-
faktor $\cos \varphi$

$$\frac{P}{U I_1 \sqrt{3}}$$

$$\frac{P}{U I_1 \sqrt{3}}$$

$$\sqrt{1 - \frac{Q^2}{S^2}}$$

$$\sqrt{1 - \frac{Q^2}{S^2}}$$

