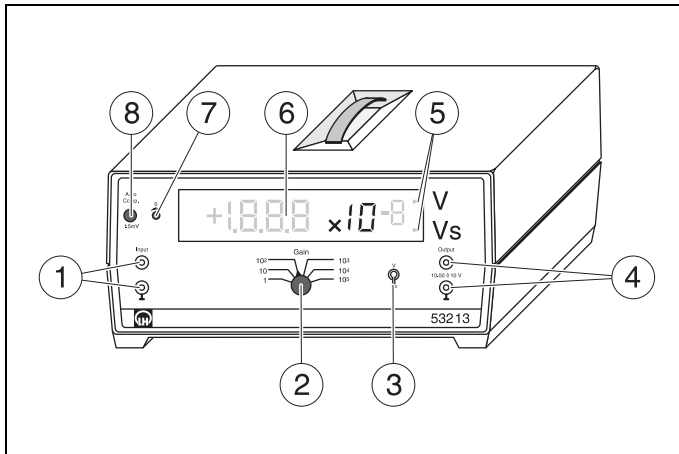


10/96-Sf-



Gebrauchsanweisung Instruction Sheet

532 13

Mikrovoltmeter Microvoltmeter

Fig. 1

Das Mikrovoltmeter zeigt Gleichspannungen von 100 nV bis 20 V digital an; außerdem können die Meßwerte über einen Verstärkerausgang einem analogen Meßgerät zugeführt werden. Das Gerät ist unempfindlich gegen niederfrequente Störsignale (z.B. Brumm) und kann externe Spannungen in allen Bereichen automatisch kompensieren (wichtig z.B. bei Thermoelementen).

Das Mikrovoltmeter ist auf Voltsekundenmessung umschaltbar. Dies ermöglicht die direkte Bestimmung des magnetischen Flusses in Induktionsexperimenten.

Versuchsbeispiele:

- Halleffekt an Metallen und Halbleitern
- Messung kleinster Induktionsspannungen, z.B. im Erdmagnetfeld
- Temperaturmessung mit Thermoelementen (z.B. Lösungswärme, adiabatische und polytrope Temperaturänderung)
- Strahlungsmessung mit der Thermosäule nach Moll (557 36)
- Messung kleinster Widerstände bis $1\mu\Omega$ (über den Spannungsabfall)

1 Sicherheitshinweise

- Bei Netzanschlußspannung von 115 V~ Gerät gemäß Abschnitt 5.2 umrüsten.
- Keine externe Spannung an den Analogausgang legen!
- Gerät mindestens 10 Minuten warmlaufen lassen!

2 Gerätebeschreibung, Lieferumfang, technische Daten

- ① 4-mm-Eingangsbuchsenpaar, untere Buchse auf Masse; maximale Spannung ± 20 V, Überspannungsschutz bis 230 V_{eff}. Eingangswiderstand: 1 M Ω für Bereich 20 V, 100 k Ω für alle anderen Bereiche.
- ② Verstärkungswahlschalter für Verstärkungsfaktoren von $x 1 \dots x 10^5$, dekadisch gestaffelt; mit der digitalen Bereichsanzeige gekoppelt.

The microvoltmeter indicates DC voltages of 100 nV to 20 V in digital form; in addition, the measured values can also be supplied to an analog measuring instrument via an amplifier output. The device is not sensitive to low-frequency interference signals (e.g. hum) and can automatically compensate external voltages in all ranges (important e.g. for thermocouples).

The microvoltmeter is switchable to volt-second measurement to enable direct determination of magnetic flux in induction experiments.

Experiment examples:

- Hall effect in metals and semiconductors
- Measuring minute induction voltages, e.g. in the earth's magnetic field
- Measuring temperature with thermocouples (e.g. solution heat, adiabatic and polytropic temperature change)
- Measuring radiation with Moll's thermopile (557 36)
- Measuring minute resistances down to $1\mu\Omega$ (by means of the voltage drop)

1 Safety notes

- For mains voltages of 115 V AC, convert the device as described in section 5.2.
- Do not connect an external voltage to the analog output!
- Allow the device to warm up for at least 10 minutes.

2 Description, scope of supply, technical data

- ① 4-mm input socket pair, bottom socket connected to ground; maximum voltage ± 20 V, overvoltage-protected up to 230 V_{rms}. Input resistance: 1 M Ω for range 20 V, 100 k Ω for all other ranges
- ② Gain selection switch for gain factors of $x 1 \dots x 10^5$, decadically staggered; coupled with digital range indicator.

- ③ Funktionswahlschalter, mit Funktionsanzeige ⑤ gekoppelt:
Stellung "V": Spannungsmessung
Stellung "Reset": Nullsetzen der Anzeige bei der Messung von Voltsekunden
Stellung "Vs": Integration der gemessenen Spannung; Messung des magnetischen Flusses in Voltsekunden
- ④ Analogausgang: 4-mm-Buchsenpaar, untere Buchse an Masse; maximale Ausgangsspannung $\pm 20\text{ V}$ (≈ 20.00 der Digitalanzeige); fremdspannungsfest bis 25 V_{eff}
Ausgangswiderstand: $100\ \Omega$
- ⑤ Funktionsanzeige für V- bzw. Vs-Messung: zwei pfeilförmige Leuchtdioden, mit dem Funktionswahlschalter ③ gekoppelt.
- ⑥ Digitalanzeige, 3 1/2-stellig, mit Exponentenangabe 10^0 bis 10^{-5} und Überlaufanzeige (s. Abschnitt 3.4)
- ⑦ Offsetpotentiometer (s. Abschnitt 3.1)
- ⑧ Taster zur automatischen Kompensation von einer externen Eingangsspannung und interner Fehlspannungen (Offset, vgl. Abschnitte 3.1 und 3.2.2).

Maximal kompensierbare Eingangsspannung ΔU_{max} :

Verstärkung	x 1	x 10	x 10^2	x 10^3 bis x 10^5
ΔU_{max}	$\pm 5\text{ V}$	$\pm 0,5\text{ V}$	$\pm 50\text{ mV}$	$\pm 5\text{ mV}$

Tabelle 1

Auf der Gehäuserückseite: Netzschalter, Steckerwanne mit integriertem Halter für Primär- und Ersatzsicherung: Sicherungen T 0,2 für Netzanschlußspannung 230 V~ bei Lieferung eingesetzt.

Im Lieferumfang: Netzanschlußkabel, 2 Sicherungen T 0,4 für Netzanschlußspannung 115 V~ (s. Abschnitt 5.2)

Im Gehäuseboden zwei ausklappbare Füße zum Schrägstellen des Gerätes.

Weitere technische Daten:

Rauschen $< 0,2\ \mu\text{V}_{\text{SS}}$ bei Verstärkung 10^5 (Bereich 10^{-5} V), sonst $0,5\ \mu\text{V}_{\text{SS}}$

Grenzfrequenz 0,7 Hz (-3 dB) bei Bereich 10^{-5} V ; sonst 7 Hz

Meßungenauigkeit $< 0,5\%$ vom Meßwert ± 1 Digit

Zeitkonstante des Integrators: 1 s

Zeitfehler bei Vs-Messung $< 1\%$

Warmlaufzeit: ca. 10 min

Netzanschlußspannung 230 V~, 50/60 Hz, auf 115 V~ umrüstbar (s. Abschnitt 4.2)

Leistungsaufnahme: 20 VA

Abmessungen: 30 cm x 14 cm x 23 cm (B x H x T)

Masse: 2,5 kg

3 Bedienung

Wichtig: Gerät mindestens 10 min vor Versuchsbeginn am Netzschalter auf der Geräterückseite einschalten.

3.1 Offsetkompensation ("Tara-Funktion")

Prinzip:

Beim Drücken des Tasters ⑧ speichert das Gerät die am Eingang anliegende Spannung und speist sie intern mit umgekehrtem Vorzeichen wieder ein, so daß etwa 1,5 s nach Loslassen des Tasters ⑧ Anzeige und Analogausgang (näherungsweise) auf Null kompensiert sind.

Durchführung der Kompensation:

Funktionswahlschalter ③ in Stellung "V".

Bei angeschlossenem, aber spannungsfreiem Meßkreis Taster ⑧ zur automatischen Kompensation externer und interner Fehlspannungen drücken; falls die Nullstellung von Digitalanzeige und Analogausgang nach dem Loslassen des Tasters nicht erreicht ist, Feinabgleich an Potentiometer ⑦ vornehmen.

- ③ Function selector switch, coupled with function indicator ⑤:
Position "V": voltage measurement
Position "Reset": sets the display to zero for measuring volt-seconds
Position "Vs": integration of measured voltage; measurement of magnetic flux in volt-seconds
- ④ Analog output: 4-mm socket pair, bottom socket connected to ground; maximum output voltage $\pm 20\text{ V}$ (≈ 20.00 on digital display); external-voltage protected up to 25 V_{rms}
Output resistance: $100\ \Omega$
- ⑤ Function indicator for V and Vs measurement: two arrow-shaped LEDs, coupled with function switch ③.
- ⑥ Digital display, 3 1/2-digit, with exponent indication from 10^0 to 10^{-5} and overrun indicator (see section 3.4)
- ⑦ Offset potentiometer (see section 3.1)
- ⑧ Key for automatic compensation of an external input voltage and internal offset voltages (offset, cf. sections 3.1 and 3.2.2).

Maximum compensation of input voltage ΔU_{max} :

Gain	x 1	x 10	x 10^2	x 10^3 to x 10^5
ΔU_{max}	$\pm 5\text{ V}$	$\pm 0.5\text{ V}$	$\pm 50\text{ mV}$	$\pm 5\text{ mV}$

Table 1

On rear of housing: mains switch, appliance plug with integrated holder for primary and spare fuse: unit supplied with fuses T 0.2 for mains connection voltage 230 V AC pre-inserted.

Including mains connection lead, two fuses T 0.4 for mains connection voltage 115 V AC (see section 5.2)

Two folding feet in bottom of housing for inclining the unit.

Additional technical data:

Noise $< 0.2\ \mu\text{V}_{\text{pp}}$ at gain 10^5 (range 10^{-5} V), otherwise $0.5\ \mu\text{V}_{\text{pp}}$

Cutoff frequency 0.7 Hz (-3 dB) for range 10^{-5} V ; otherwise 7 Hz

Measuring inaccuracy $< 0.5\%$ of measured value ± 1 digit

Time constant of integrator: 1 s

Time error in Vs-measurement: $< 1\%$

Warm-up time: approx. 10 min

Mains connection voltage 230 V AC, 50/60 Hz, convertible to 115 V AC (see section 4.2)

Power consumption: 20 VA

Dimensions: 30 cm x 14 cm x 23 cm (W x H x D)

Weight: 2.5 kg

3 Operation:

Important: switch on the main switch on the rear of the device at least 10 minutes before starting the experiment.

3.1 Offset compensation ("tare function")

Principle:

When key ⑧ is pressed, the device stores the voltage present at the input and feeds it back in with the inverted sign, so that the display and the analog input are compensated (approximately) to zero about 1.5 seconds after key ⑧ is released.

Compensating the instrument:

Set function switch ③ to position "V".

When the measuring circuit is connected but voltage-free, press key ⑧ for automatic compensation of external and internal offset voltages. If the zero setting of the digital display and analog output is not achieved when the key is released, carry out fine adjustment using the potentiometer ⑦.

3.2 Spannungsmessungen

Funktionsschalter ③ in Stellung "V"

3.2.1 Spannung U

1. Meßkreis an Buchsenpaar ① anschließen, jedoch zunächst Meßkreis spannungsfrei schalten (alle externen Spannungs- und Stromquellen abschalten); passenden Meßbereich wählen.
2. Bei empfindlichen Messungen ($U < 1$ mV): Abklingen der Thermospannungen im Meßkreis abwarten (ca. 1 Minute), danach
3. Offset durch Drücken des Tasters ⑧ kompensieren, evtl. Feineinstellung am Potentiometer ⑦ vornehmen, um Digitalanzeige und Analogausgang auf Null zu bringen.
4. Zu messende Spannung U anlegen: dazu Spannungsquellen und Ströme im Meßkreis einschalten; Spannung ablesen.

3.2.2 Spannungsänderungen ΔU

Verstärkungsfaktor so wählen, daß der entsprechende Meßbereich für die Messung von ΔU optimal geeignet ist. Offset und anliegende Spannung U gemäß Abschnitt 3.1 kompensieren. Änderung der Spannung um ΔU vornehmen (z.B. Temperaturänderung an einem Thermoelement) und ΔU ablesen.

Beispiel:

$$U = 1 \text{ mV}, \Delta U = 10 \mu\text{V}$$

Zu wählender Verstärkungsfaktor: 10^5 (entsprechender Meßbereich 10^{-5} V)

3.3 Messung von Magnetischem Fluß

Meßprinzip:

In Stellung "Vs" des Funktionswahlschalters ③ wird die am Eingang anliegende Spannung U_E mit der Zeitkonstante 1 s aufintegriert. Die Ausgangsspannung U_A hat dann zur Zeit t den Wert

$$U_A = \frac{v}{1 \text{ s}} \int_0^t U_E(t) dt \quad (v: \text{Verstärkungsfaktor})$$

Beispiel:

Bei einer Eingangsspannung U_E von z.B. 1 V und dem Verstärkungsfaktor $v = 1$ steigt die Ausgangsspannung U_A vom Beginn der Messung ($t = 0$) um 1 V/s an; der Meßwert in der Digitalanzeige und am Analogausgang erhöht sich pro Sekunde um 1 V.

Da auch externe Fehl- und interne Offsetspannungen mit integriert werden, ist vor Beginn der Messung eine besonders sorgfältige Offsetkompensation nötig.

Meßverfahren:

1. Funktionswahlschalter ③ auf "V"; Punkte 1. bis 3. von Abschnitt 3.2.1 durchführen.
2. Funktionswahlschalter ③ auf "Vs" schalten und durch Feineinstellung am Potentiometer ⑦ die Digitalanzeige (oder den Analogausgang) zum Stillstand bringen. Bei sorgfältiger Kompensation kurzzeitig (ca. 30 s) erreichbar:

Bereich	Drift der Ausgangsspannung	Anzeigedrift
10^{-5} Vs	10 mV/s	1 Digit/s
10^{-4} Vs	1 mV/s	0,1 Digit/s
10^{-3} Vs	0,1 mV/s	0,01 Digit/s

Tabelle 2

3. Funktionswahlschalter ③ auf Reset und zum Start der Voltsekunden-Messung auf "Vs" stellen.

3.2 Voltage measurements

Set function switch ③ to position "V".

3.2.1 Voltage U

1. Connect the measuring circuit at socket pair ①, but make sure this measuring circuit is initially de-energized (switch off all external voltage and current sources). Select the appropriate measuring range.
2. For sensitive measurements ($U < 1$ mV): wait for the thermal e.m.fs. in the measuring circuit to diminish (approx. 1 minute), then:
3. Compensate the offset by pressing key ⑧ (also carry out fine adjustment using potentiometer ⑦ if necessary) to set the digital display and analog output to zero.
4. Apply the voltage U to be measured by switching on the voltage and current sources in the measuring circuit; read the voltage from the meter.

3.2.2 Voltage changes ΔU

Select the gain factor so that the corresponding measuring range is optimally suited for measuring ΔU . Compensate the offset and applied voltage U according to section 3.1. Vary the voltage by ΔU (e.g. temperature change in a thermocouple) and read off ΔU .

Example:

$$U = 1 \text{ mV}, \Delta U = 10 \mu\text{V}$$

Gain factor to be selected: 10^5 (corresponding measuring range 10^{-5} V)

3.3 Measuring magnetic flux

Measuring principle:

When the function switch ③ is set to position "Vs", the voltage U_E present at the input is integrated with the time constant 1 s. At time t , the output voltage U_A has the value:

$$U_A = \frac{v}{1 \text{ s}} \int_0^t U_E(t) dt \quad (v: \text{gain factor})$$

Example:

At an input voltage U_E of e.g. 1 V and the gain factor $v = 1$, the output voltage U_A increases by 1 V/s from the start of the measurement ($t = 0$); the measured value in the digital display and at the analog output increases by 1 V per second.

As external and internal offset voltages are included in the integration, the instrument must be compensated with particular care before the measurement.

Measuring procedure:

1. Set function switch ③ to "V"; Carry out points 1. through 3. from section 3.2.1.
2. Set function switch ③ to "Vs" and set the digital display (or analog output) to zero using potentiometer ⑦. Briefly attainable (approx. 30 s) for careful compensation:

Range	Drift of output voltage	Drift of display
10^{-5} Vs	10 mV/s	1 digit/s
10^{-4} Vs	1 mV/s	0.1 digit/s
10^{-3} Vs	0.1 mV/s	0.01 digit/s

Table 2

3. Turn function switch ③ to Reset and then to "Vs" to start volt-second measurement.

3.4 Übersteuerungsanzeigen

Wenn der Meßbereich von ± 1999 überschritten wird, verlöschen die drei letzten Stellen der Digitalanzeige. In diesem Fall Verstärkungsfaktor reduzieren (Schalter ② entgegen dem Uhrzeigersinn drehen) oder gegebenenfalls durch Druck auf Taster ⑧ die am Eingang anliegende Spannung zu Null kompensieren (vgl. Abschnitt 3.1).

Wenn die Verstärkerstufen des Gerätes (auch nur kurzzeitig) übersteuert werden, was in Stellung "Vs" nicht überwacht werden kann, verlöschend ie drei letzten Stellen der Digitalanzeige und ein Warnton ist zu hören. In diesem Fall Verstärkungsfaktor reduzieren oder Signalamplitude verringern.

Bei dem Versuch, höhere Fehlspannungen als möglich zu kompensieren (s. Tabelle 1), wird der Kompensationsvorgang abgebrochen und alle Dezimalpunkte der Digitalanzeige leuchten auf. Um das Gerät wieder funktionsbereit zu machen, schaltet man den Meßkreis spannungsfrei und drückt dann Taste ⑧ (s. Abschnitt 3.1).

3.5 Benutzung des Analogausgangs

Zur Anzeige kontinuierlich veränderlicher Spannungen Zeigermeßinstrument, Schreiber ($R_i > 100 \text{ k}\Omega$; Bereiche 100 mV ... 10 V) oder Computer-Interface (z.B. CASSY E, aus 524 007) an Ausgang ④ anschließen und gemäß Abschnitt 3.1 bis 3.5 verfahren.

4 Versuchsbeispiele

3.4 Overrun indicators

When the measuring range of ± 1999 is exceeded, the last three places of the digital display are extinguished. In this case, reduce the gain factor (turn switch ② counterclockwise) or press key ⑧ to compensate the voltage present at the input to zero (cf. section 3.1).

When the gain levels of the unit are overrun (even briefly), which cannot be monitored in position "Vs", the last three places of the digital display are extinguished and a warning buzzer is sounded. In this case, reduce the gain factor or the signal amplitude.

If you attempt to compensate higher offset voltages than is possible (see table 1), compensation is aborted and all decimal points of the digital display light up. In order to reactivate the device, de-energize the measuring circuit and then press key ⑧ (see section 3.1).

3.5 Using the analog output

To display continuously varying voltages, connect a pointer instrument, recorder ($R_i > 100 \text{ k}\Omega$; ranges 100 mV ... 10 V) or computer interface (e.g. CASSY E, from 524 007) at output ④ and proceed according to section 3.1 to 3.5.

4 Experiment examples

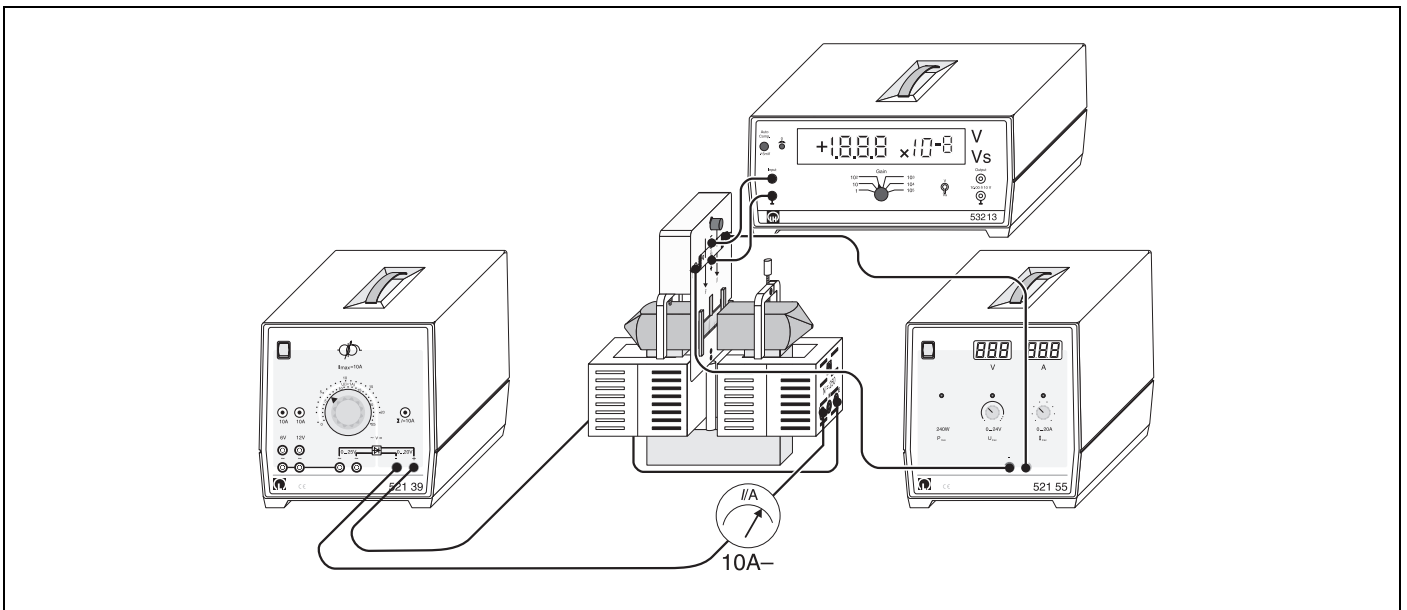


Fig. 2
Halleffekt (Größenordnung der Hallspannung: 10^{-8} V)
Hall effect (order of magnitude of Hall voltage 10^{-8} V)

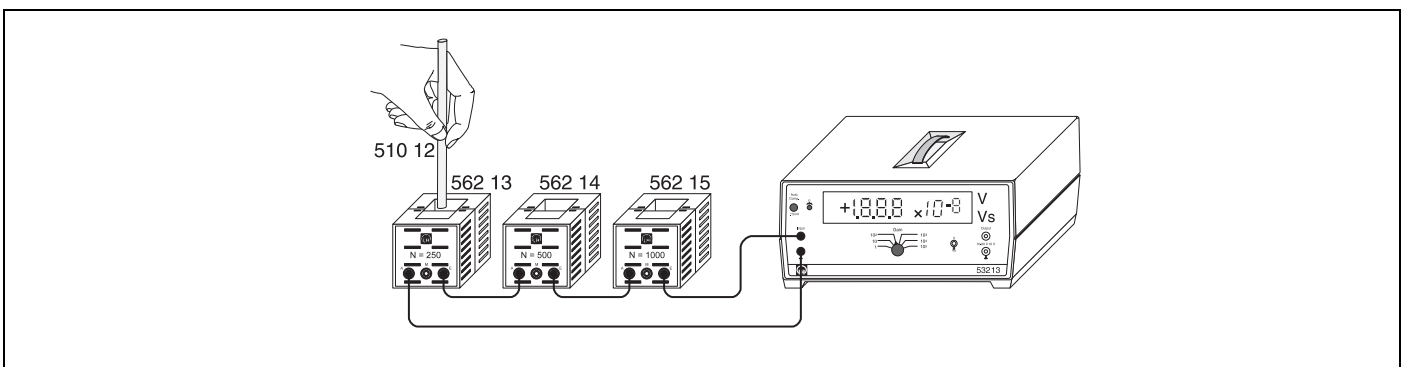


Fig. 3
Bewegung eines Magneten in Spulen: Anzeige der induzierten Spannung U (in V) und des magnetischen Flusses R (in Vs).
Motion of a magnet in coils: display of induced voltage U (in V) and the magnetic flux (in Vs)

5 Sicherungsaustausch, Netzspannungsanpassung

5.1 Austausch der Primär-Sicherung

Einsatz (a) (mit Fassung für Primärschmelzsicherung (b) und Reservesicherung (c)) heraushebeln (Fig. 4.1).

Defekte Sicherung (b) durch neue, auf richtigen Sicherungswert überprüfte Sicherung (c) ersetzen (Fig. 4.2).

Neue Reservesicherung (c) einsetzen und Einsatz (a) wieder einschieben.

5.2 Umrüsten eines Gerätes auf eine Netzspannung von 115 V

Achtung! Netzstecker ziehen!

Gehäuseschrauben (e) auf der Geräte-Unterseite mit einem Kreuzschlitzschraubendreher (Größe 2) lösen (Fig. 5.1).

Gerät stellen und Gehäuseoberschale (f) abziehen (Fig. 5.2).

Aus der blauen Steckfassung (g) am Transformator die für 230 V Netzspannung plazierte Leiterplatte (h) herausziehen (Fig. 5.3).

Platte (h) so drehen, daß der Aufdruck 110 V (für 115 V Netzspannung) links unten über der 1 auf der Steckleiste der Steckfassung (g) erscheint (Fig. 5.4).

Platte (h) einschieben und Gehäuse wieder zusammenschrauben.

Primärschmelzsicherung der veränderten Netzspannung anpassen (s. technische Daten).

Austauschanleitung s. Abschnitt 5.1 (Fig. 4.1 und 4.2).

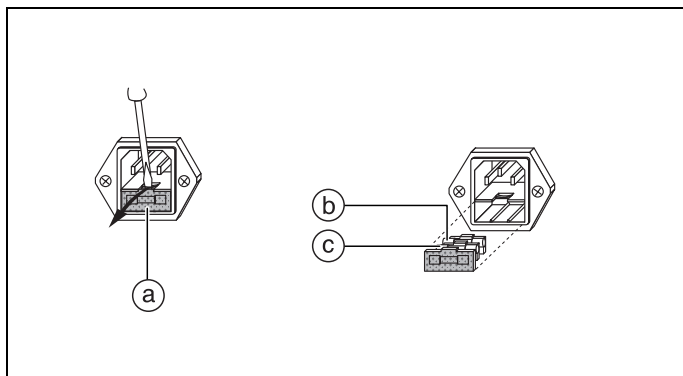


Fig. 4.1/4.2

5 Replacing the fuse, converting the mains voltage

5.1 Replacing the primary fuse

Pry out insert (a) with holder for primary fuse (b) and spare fuse (c) (Fig. 4.1).

Replace the defective fuse (b) using a new fuse (c) which has been checked for the correct rating (Fig. 4.2).

Insert the new spare fuse (c) and put the insert (a) back in the device.

5.2 Converting the device to 115 V AC mains voltage

Attention: unplug the device!

Unscrew the housing screws (e) on the bottom of the housing with a Phillips screw driver (Fig. 5.1).

Turn the device right side up and lift off the housing cover (f) (Fig. 5.2).

Remove PC board (h) in the 230-V position from the blue slot (g) (at the transformer) (Fig. 5.3).

Turn the board (h) so that the stamped marking 110 V (for 115 V mains voltage) is at the bottom left above the "1" on the contact-row side of the slot (g) (Fig. 5.4).

Push in the board (h) and screw the housing back together.

Replace the primary fuse inserted at the factory with the enclosed fuse for the new mains voltage (see technical data).

Section 5.1 describes replacing the fuse (Fig. 4.1 and 4.2).

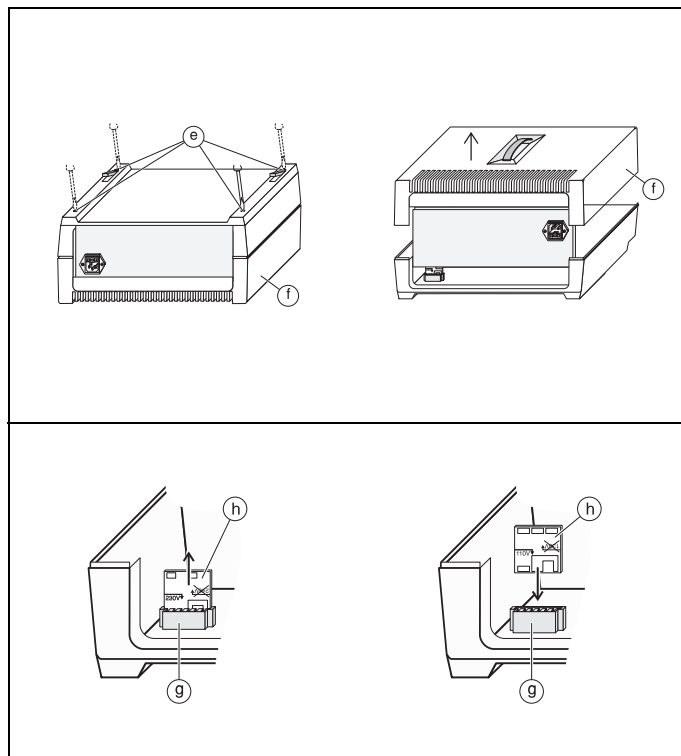


Fig. 5.1 - 5.4