



ROHDE & SCHWARZ

Beschreibung

STROMVERSORGUNGSGERÄTE
Typenreihe NGM und NGMD

Bestellbezeichnungen:

NGM 7,5	117.7110.12
NGM 15	117.7110.13
NGM 35	117.7110.14
NGM 70	117.7110.15
NGM 280	117.7110.06
NGMD 35	117.7127.02

Bei Rückfragen bitten wir um Angabe von Typ, Bestellbezeichnung und Fabrikationsnummer (F.-Nr.) des Gerätes.
Bei Bestellung von Ersatzteilen nennen Sie uns bitte außerdem die Bauelementebezeichnung lt. Stromlauf (z.B.: für NGM 280 117.7110.06, F.-Nr. 101, R012/100 kOhm).

Inhaltsverzeichnis

- 1 Allgemeines
- 1.1 Besondere Merkmale
- 1.2 Eigenschaften und Anwendung

- 2 Technische Daten

- 3 Inbetriebnahme und Bedienung
- 3.1 Netzanschluß und Einschalten
- 3.2 Bedienung
- 3.3 Einstellung
- 3.4 Die wirksame Betriebsart
- 3.5 Der Überspannungsschutz
- 3.6 Reihen- und Parallelschaltung
- 3.7 Doppel-Stromversorgungsgerät NGMD 35

- 4 Wirkungsweise
- 4.1 Prinzip der Spannungsregelung
- 4.2 Prinzip der Stromregelung
- 4.3 Prinzip des "Tracking"-Betriebes
- 4.4 Schaltungseinzelheiten
- 4.5 Überspannungsschutz

- 5 Wartung und Kalibrierung
- 5.1 Kalibrierung der Ausgangsspannung und
der Spannungsanzeige
- 5.2 Kalibrierung des Ausgangsstromes und
der Stromanzeige
- 5.3 Kalibrierung des NGMD 35 für
"Tracking"-Betrieb

- 6 Stromlaufpläne
- 6.1 Stromlauf Reglerplatte
- 6.2 Gesamtstromlauf Typenreihe NGM
- 6.3 Gesamtstromlauf Doppel-Stromversorgungs-
gerät NGMD 35
- 6.4 Liste der typenabhängigen Bauteile
- 6.5 Stromlauf Überspannungsschutz
für Typenreihe NGM
- 6.6 Stromlauf Doppel-Überspannungsschutz
für NGMD 35

1. Allgemeines

1.1 Besondere Merkmale

Die Stromversorgungsgeräte der Typenreihe NGM und NGMD können als Konstantspannungs- oder Konstantstromquelle eingesetzt werden und besitzen folgende hervorzuhebende besonderen Merkmale:

Hohe Auflösung der Einstellung durch 10-Gang-Potentiometer.

Anzeige-Instrument umschaltbar auf Spannung oder Strom.

Ausgezeichnete Stabilisierung und Temperaturstabilität.

Keine Spannungsspitzen beim Ein- und Ausschalten.

Kurzschlußfest, sicher gegen Falschpolung, geschützt gegen Rückstrom.

Erdfreie Ausgänge, Prüfspannung 1000 V gegen Erde.

Reihen- und Parallelschaltung mehrerer Geräte möglich.

Kompakte, platzsparende Bauform

Überspannungsschutz mit einstellbarem Schwellwert.

Das Doppel-Stromversorgungsgerät NGMD 35 ist zusätzlich durch folgende Besonderheiten gekennzeichnet:

Getrennter Betrieb oder Mitführung des Gerätes II (rechtes Gerät) durch das Gerät I (linkes Gerät), sogenannter "Tracking"-Betrieb.

Einknopfbedienung für gleichmäßige Änderung beider Ausgangsspannungen.

Doppel-Überspannungsschutz mit getrennt einstellbaren Schwellenwerten.

2. Technische Daten

Einstellbereiche	NGM 7,5	NGM 15	NGM 35	NGM 70	NGM 280	NGMD 35
Ausgangsspannung, einstellbar durch Zehngang-Potentiometer	<10 mV...7,5 V	<10 mV...15 V	<10 mV...35 V	<10 mV...70 V	<10 mV...280 V	<10 mV...35 V
Auflösung	<0,02%	<0,02%	<0,02%	<0,01%	<0,01%	<0,02%
Ausgangsstrom, einstellbar durch Zehngang-Potentiometer	<10 mA...4 A	<10 mA...2 A	<10 mA...1 A	<10 mA...0,5A	<2 mA...100mA	<10 mA...1 A
Auflösung	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%
Eigenschaften als Konstantspannungsgerät						
Abweichung der Ausgangsspannung bei Änderung der Netzspannung um $\pm 10\%$...	$\pm 0,001\%$	$\pm 0,001\%$	$\pm 0,001\%$	$\pm 0,001\%$	$\pm 0,001\%$	$\pm 0,001\%$
bei Temperaturänderungen im Bereich $-10...+40^{\circ}\text{C}$	<0,01%/°C	<0,01%/°C	<0,01%/°C	<0,01%/°C	<0,01%/°C	<0,01%/°C
bei Lastschwankungen 10...90%	<0,04%	<0,02%	<0,01%	<0,01%	<0,01%	<0,01%
Innenwiderstand	0,75 mOhm	1,5 mOhm	3,5 mOhm	14 mOhm	280 mOhm	3,5 mOhm
Überlagerte Störspannung U (eff)	<0,2 mV	<0,2 mV	<0,4 mV	<0,8 mV	<3 mV	<0,4 mV
Ausregelzeit bei Lastsprung von Leerlauf auf Vollast	<50 μs	<50 μs	<50 μs	<50 μs	<50 μs	<50 μs
Eigenschaften als Konstantstromgerät						
Abweichung des Ausgangsstromes bei Änderung der Netzspannung um $\pm 10\%$	$\pm 0,001\%$	$\pm 0,001\%$	$\pm 0,001\%$	$\pm 0,001\%$	$\pm 0,001\%$	$\pm 0,001\%$
bei Temperaturänderungen im Bereich $-10...+40^{\circ}\text{C}$	<0,01%/°C	<0,01%/°C	<0,01%/°C	<0,01%/°C	<0,01%/°C	<0,01%/°C
bei Lastschwankungen 10...90%	0,01875%	0,01875%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%
Innenwiderstand	>10 kOhm	>40 kOhm	>175 kOhm	>700 kOhm	>1,4 MOhm	>175 kOhm
Überlagerter Störstrom I (eff)	<100 μA	<50 μA	<20 μA	<10 μA	<2 μA	<20 μA
Ausregelzeit bei sprunghafter Änderung des Lastwiderstandes	abhängig von Lastwiderstand und eingestelltem Strom					
Überspannungsschutz	eingebaut 4,5...10V	eingebaut 4,5...20 V	eingebaut 4,5...40 V	eingebaut 4,5...80 V	nicht lieferbar	eingebaut 4,5...40 V
Bestellbezeichnung	117.7110.12	117.7110.13	117.7110.14	117.7110.15	117.7110.06	117.7127.02

Gemeinsame Daten

Arbeitstemperaturbereich	-10...+40°C
Instrumentenfehler	2,5% v.E.
Ausgangsklemmen	erdfrei, Prüfspannung 1000 V gegen Erde
Beschriftung	zweisprachig: deutsch/englisch
Netzanschluß	110/220 V $\pm 10\%$, 50...60 Hz
Leistungsaufnahme	80 VA 160 VA (NGMD 35)
Abmessungen B x H x T, Gewicht	95 x 184 x 278 mm, 4 kg 190 x 184 x 278 mm, 8 kg (NGMD 35)

3. Inbetriebnahme und Bedienung

3.1 Netzanschluß und Einschalten

Der Anschluß erfolgt über das rückwärtig herausgeführte Netzkabel mit Schukostecker. Das Gerät muß auf die richtige Netzspannung eingestellt sein. Bei NGM-Typen ist diese an der Rückseite auf einem Wendeschild abzulesen, beim NGMD 35 auf dem Netzspannungswahlschalter.

Bei der Auslieferung sind die Geräte auf eine Netzspannung von 220 V eingestellt. Eine Umschaltung auf 110 V kann bei den NGM-Typen durch Umlöten von zwei Brücken vorgenommen werden. Diese befinden sich auf einer Lötösenleiste auf der Oberseite des Transformators (zugänglich nach Abnahme der Seitenwand).

Achtung: Bei jeder Änderung dieser Lötbrücken ist unbedingt darauf zu achten, daß auch das Wendeschild auf der Rückseite des Gerätes auf die geänderte Netzspannung eingestellt wird.

Beim NGMD 35 erfolgt die Umschaltung auf 110 V Netzspannung mit einem Schiebeschalter auf der Rückseite des Gerätes, der nur mit einem Werkzeug (z.B. Schraubendreher) betätigt werden kann. Die eingestellte Spannung wird durch Aufdruck auf dem Schieber angezeigt.

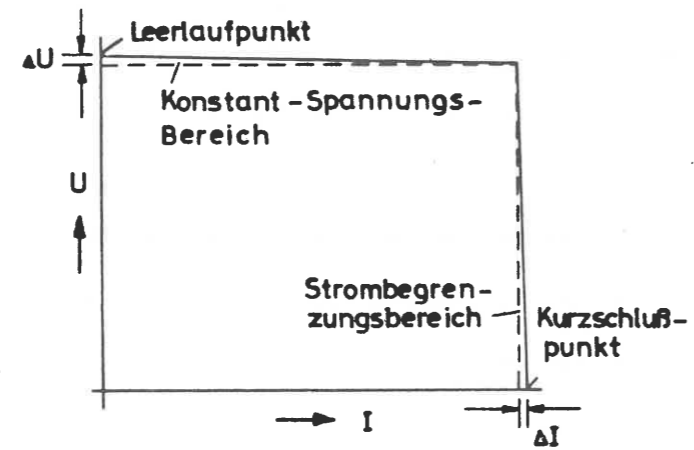
Bei jeder Änderung der Netzspannungseinstellung müssen auch die Netzsicherungen gewechselt werden. Der erforderliche Wert ist neben der Sicherung aufgedruckt. In Stellung "EIN" des Netzschalters ist das Gerät eingeschaltet, eine der beiden Kontroll-Lampen in den unteren Ecken des Meßinstrumentes zeigt die wirksame Betriebsart an (s. 3.4).

3.2 Bedienung

Die 10-Gang-Wendelpotentiometer zur Einstellung von Spannung und Strom sind mit SPANNUNGSGRENZWERT und STROMGRENZWERT beschriftet. Der Kippschalter INSTRUMENT gestattet die Umschaltung der Anzeige von Spannung (V) auf Strom (A). Die Verbraucher werden an die erdfreien mit + und - bezeichneten Rändelklemmen angeschlossen. Die zwischen ihnen liegende mit dem Erdzeichen versehene Buchse ist mit Gehäuse und Schutzleiter verbunden. Zwei Kontroll-Lampen in den unteren Ecken des Anzeigeinstrumentes zeigen die jeweils vorliegende Betriebsart an, und zwar die linke, über dem Spannungspotentiometer befindliche, den Konstant-Spannungsbetrieb, die rechte analog den Konstant-Strombetrieb (s. 3.4).

3.4. Die wirksame Betriebsart

Die Skizze zeigt die typische Strom-/Spannungskennlinie. Ist der durch den Lastwiderstand fließende Strom kleiner als der eingestellte Stromgrenzwert, so arbeitet das Gerät auf dem nahezu waagerechten Kennlinienast im Konstant-Spannungsbereich. Wird der Lastwiderstand so weit verkleinert, daß bei der eingestellten Spannung der fließende Strom den eingestellten Stromgrenzwert erreicht, so geht der Arbeitspunkt auf den nahezu senkrechten Kennlinienast in den Konstantstrombereich über. Bei wieder größer werdendem Lastwiderstand ist der Ablauf analog und umgekehrt. Die jeweils wirksame Betriebsart wird durch Anzeigelampen in den unteren Ecken des Meßinstrumentes angezeigt.



Typische Strom-/Spannungskennlinie

3.6. Reihen- und Parallelschaltung

Reihenschaltung uner Beachtung der Polarität ist möglich. Die Prüfspannung der Ausgangsbuchsen gegen Masse oder Erde beträgt 1000 V. Die maßgeblichen VDE-Bestimmungen sind zu beachten.

Bei Parallelschaltung sollten zweckmäßigerweise nur gleiche Gerätetypen verwendet werden. Bei verschiedenen Typen muß beachtet werden, daß Geräte mit einer höheren Nennspannung keinesfalls auf eine Ausgangsspannung eingestellt werden, die höher ist als die Nennspannung eines der anderen Geräte (Gefährdung der Elkos!).

Die Einstellung von Spannung und Strom bei Parallelschaltung geschieht zweckmäßigerweise analog folgendem Beispiel: Angenommen bei einer Spannung von 32 V werde eine Belastbarkeit von 1,5 A gefordert und es ständen 2 Geräte NGM 35 zur Verfügung. Gerät 1 wird auf eine leicht erhöhte Spannung, z.B. auf 33 V, und auf vollen Strom (1 A) eingestellt. Gerät 2 hingegen exakt auf 32 V. Unter Laststrom geht dann Gerät 1 in Konstantstrombetrieb über und Gerät 2 übernimmt die Spannungsführung. Ist eines (oder auch mehrere) der im Parallelbetrieb befindlichen Geräte mit Überspannungsschutz einrichtung ausgerüstet und sollte ein Überspannungsschutz ansprechen, so ist zu beachten, daß der betreffende Thyristor wahrscheinlich nur kurzzeitig den Gesamtstrom übernehmen kann. Sind also im Parallelbetrieb Überspannungsschutzmaßnahmen erforderlich, so müßten besondere externe Vorkehrungen getroffen werden. Beim Doppelnetzgerät NGMD 35 ist hingegen die Dauerbelastbarkeit jedes der beiden Überspannungsschutz-Thyristoren so bemessen, daß auch bei Parallelbetrieb der beiden Einzelgeräte keine Gefährdung eintritt.

3.7. Doppel-Stromversorgungsgerät NGMD 35

Das aus zwei NGM 35 bestehende Doppel-Stromversorgungsgerät NGMD 35 wird über den Netzschalter des (linken) Gerätes I eingeschaltet. Das (rechte) Gerät II hat anstelle des Netzschalters den sogenannten TRACKING-Schalter. Steht er auf AUS, so arbeiten die beiden Geräte völlig unabhängig voneinander und können wie beschrieben auch in Reihe oder parallel betrieben werden. In Stellung EIN sind Minusklemme von Gerät I und Plusklemme von Gerät II miteinander verbunden und die gegen dieses gemeinsame Potential negative Ausgangsspannung des Gerätes II wird von der positiven Ausgangsspannung des Gerätes I geführt. Beide Spannungen können gemeinsam am Gerät I eingestellt und um prozentual gleiche Beträge verändert werden. Steht das Spannungs-Potentiometer des Gerätes II am Rechtsanschlag, ist das Verhältnis der beiden Spannungen 1. Abweichend vom Rechtsanschlag können Spannungsverhältnisse kleiner 1 eingestellt werden. Das eingestellte Verhältnis der beiden Spannungen bleibt auch erhalten, wenn das Gerät I in Konstant-Strombetrieb übergehen sollte. Geht umgekehrt das Gerät II in Konstant-Strombetrieb über, so wird die Ausgangsspannung des Gerätes I davon nicht berührt.

4. Wirkungsweise

Der mit dem Verbraucher in Reihe geschaltete Leistungstransistor (Stellglied) wird in seinem Durchlaßverhalten derart beeinflußt, daß je nach Belastungszustand des Gerätes entweder die Ausgangsspannung oder der Ausgangsstrom geregelt wird. Es werden sowohl die Auswirkungen von Netzspannungsschwankungen als auch die von Laständerungen ausgeregelt. Der Übergang von Spannungsregelung auf Stromregelung und umgekehrt erfolgt automatisch.

4.1 Prinzip der Spannungsregelung

Bei Spannungsregelung (s. Bild 1) erfolgt ein Vergleich der IST-Größe (Ausgangsspannung des Gerätes) mit der SOLL-Größe (Referenz-Spannungsquelle) in einer Brückenschaltung, die aus Referenzspannung, Programmier-Widerstand, Einstell-Potentiometer und Ausgangsspannung besteht. Die Brücke ist im Gleichgewicht, wenn sich die Referenzspannung zum Programmier-Widerstand verhält, wie die Ausgangsspannung zum eingestellten Wert des Einstellpotentiometers. Da die Referenzspannung und der Programmier-Widerstand feste Werte haben, ergibt sich, daß die Ausgangsspannung streng proportional zum eingestellten Wert des Einstellpotentiometers sein muß. Bei Brückenungleichgewicht wird die Spannung der Brückendiagonale in einem Operations-Verstärker verstärkt und regelt das Stellglied in der Weise, daß über eine Veränderung der Ausgangsspannung wieder Brückengleichgewicht entsteht. Der im Brückenkreis liegende Trennverstärker mit der Verstärkung 1 ist erforderlich, um im Stromregelbetrieb die Ausgangsklemmen nicht durch den Spannungsregelkreis zu belasten. Hierdurch wird eine erhebliche Verbesserung des Innenwiderstandes bei Stromregelbetrieb erzielt.

4.2 Prinzip der Stromregelung

Das Prinzip der Stromregelung (s. Bild 2) entspricht dem der Spannungsregelung mit dem Unterschied, daß an die Stelle der Ausgangsspannung als IST-Größe der durch den Laststrom am Strommeßwiderstand hervorgerufene Spannungsabfall tritt. Auch hier wird die Brücke über den Operationsverstärker und das Stellglied auf Spannungs-Null an den Eingängen des Operationsverstärkers abgeglichen, so daß der Spannungsabfall am Strommeßwiderstand und damit der ihn verursachende Ausgangsstrom einen Wert annimmt, der direkt proportional zum eingestellten Wert des Einstellpotentiometers ist.

Der Transistor T 304 arbeitet als Vorlasttransistor. Der durch ihn abfließende Konstantstrom verhindert, daß bei unbelastetem Geräteausgang die Ausgangskondensatoren C 303 und C 304 durch den Reststrom des Stellgliedtransistors T 102 aufgeladen werden können. Das Glied R 1/C 5 bewirkt eine Verzögerung der + 15 V-Versorgung des Operationsverstärkers B 6 zur Vermeidung von Überspannungen beim Einschalten des Gerätes.

5. Wartung und Kalibrierung

Im allgemeinen bedürfen die Geräte keiner besonderen Wartung. Zur Überwachung des Betriebszustandes dienen das Anzeigeinstrument und die Kontroll-Lampen auf der Frontplatte. Ein Auswechseln von Thyristoren und integrierten Schaltkreisen ist ohne Nachkalibrierung möglich, lediglich bei Austausch der Referenzspannungsquellen (integrierte Spannungsregler B 3 und B 4) ist eine Neujustierung der maximalen Ausgangsspannung oder des maximalen Ausgangsstroms erforderlich.

Vor der Kalibrierung ist der Instrumenten-Nullpunkt bei ausgeschaltetem Gerät zu überprüfen und eventuell nachzustellen. Dann wird wie folgt vorgegangen:

Achtung! Vor Öffnen des Gehäuses: Netzstecker ziehen!
Seitenbleche des Gehäuses entfernen, Gerät an das Netz anschließen. Gerät einschalten und ca. 20 Minuten ohne Last einlaufen lassen. Die Trimpotentiometer befinden sich auf der Trimmerplatine unterhalb des Meßinstrumentes. Diejenigen für Spannungsabgleich sind von der linken Geräteseite her zugänglich, diejenigen für Stromabgleich von der rechten Seite her.

5.1 Kalibrierung der Ausgangsspannung und der Spannungsanzeige

- a) SPANNUNGSGRENZWERT-Potentiometer so einstellen, daß nach genau 10 Umdrehungen die Knopfmarkierung auf dem Skalen-Nullpunkt steht.
- b) Digital-Voltmeter oder Differential-Voltmeter anschließen und mit Trimpotentiometer links oben(R 201) auf Nenn-Ausgangsspannung einstellen.
- c) Instrumenten-Umschalter auf "V" stellen.
- d) Mit Trimpotentiometer links unten(R 208) Instrument auf Vollausschlag einstellen.

5.2 Kalibrierung des Ausgangsstroms und der Stromanzeige

- a) STROMGRENZWERT-Potentiometer so einstellen, daß nach genau 10 Umdrehungen die Knopfmarkierung auf dem Skalen-Nullpunkt steht.
- b) Ausgang über Strommesser kurzschließen und mit Trimpotentiometer rechts oben(R 203) auf Nenn-Ausgangsstrom einstellen.
- c) Instrumenten-Umschalter auf "A" stellen.
- d) Mit Trimpotentiometer rechts unten(R 206) Instrument einstellen.

4.3 Prinzip des "TRACKING"-Betriebs

In der Schalterstellung "TRACKING AUS" arbeiten beide Einzelgeräte des NGMD 35 völlig unabhängig voneinander jeweils nach dem unter 4.1 beschriebenen Prinzip (s. Bild 3). Durch Einschalten des Tracking-Schalters wird die -Klemme des linken Gerätes mit der +Klemme des rechten Gerätes verbunden, so daß die Ausgangsspannungen in Reihe geschaltet sind. Weiterhin wird die Referenzstromquelle des rechten Gerätes abgeschaltet. An ihre Stelle tritt die Ausgangsspannung des linken Gerätes in Verbindung mit einem zusätzlichen Programmier-Widerstand. Dieser wird so eingestellt, daß bei größtem Wert der beiden Einstell-Potentiometer bei Rechtsanschlag die beiden Ausgangsspannungen exakt gleich groß sind. Eine Beeinflussung der Ausgangsspannung des rechten Gerätes kann somit nicht nur durch das zum Gerät gehörende Einstellpotentiometer erfolgen, sondern auch durch Veränderung der Ausgangsspannung des linken Gerätes.

4.4 Schaltungseinzelheiten (s. Gesamtstromlauf und Stromlauf Reglerplatte)

Die von der Sekundärwicklung des Netztransformators Tr 301 gelieferte Wechselspannung wird mit dem Gleichrichter Gl 401 gleichgerichtet und durch den Elektrolytkondensator C 405 geglättet. Die Kondensatoren C 401 ... C 404 unterdrücken eventuell auftretende Störimpulse. Der Widerstand R 401 sorgt für eine Entladung von C 405 bei ausgeschaltetem Gerät. Die gesiebte Gleichspannung wird dem Stellglied-Transistor T 102 zugeführt, dessen Stromverstärkung mit Hilfe der Transistoren T 101 und T 301 erhöht wird. Die Diode D 302 schützt die Stellglied-Transistoren gegen Rückstrom. Der Widerstand R 310 dient als Strommeßwiderstand. Die Diode D 303 schützt den Ausgang des Gerätes gegen Falschpolung von an das Gerät angeschlossenen Spannungsquellen (z.B. bei Parallelschaltung).

Die Stromversorgung der Operationsverstärker und der Referenzspannungsquellen erfolgt aus zwei weiteren Sekundärwicklungen des Netztransformators. Die Gleichrichtung und Siebung dieser Spannungen geschieht mit Gl 1, Gl 2, C 1 und C 2. Am Ausgang der nachfolgenden integrierten Spannungsregler B 1 und B 2 stehen 2x 15 V stabilisiert zur Verfügung. Der gemeinsame Mittelpunkt dieser Spannungen ist mit dem Emitter des Stellglied-Transistors T 102 verbunden. Aus der +15 V-Quelle wird durch Nachstabilisierung in B 3 die Referenzspannung für den Stromregelkreis und in B 4 die Referenzspannung für den Spannungsregelkreis gewonnen. R 2 / C 7 dienen zur Rauschunterdrückung der Referenzspannung. Die Ausgangsspannungen der Regelverstärker B 6a (für Spannungsregelung) und B 6b (für Stromregelung) werden über R 6 und R 7 summiert dem Stellglied zugeführt. Außerdem steuern sie über den Operationsverstärker B 5 und die Schalttransistoren T 302 und T 303 die Leuchtdioden D 101 und D 102 (Anzeige von Spannungs- oder Stromregelbetrieb). Der Operationsverstärker B 7 ist der im Abschnitt 4.1 erwähnte Trennverstärker.



ROHDE & SCHWARZ

Manual

POWER SUPPLIES
Type Series NGM and NGMD

Order Designations:

NGM 7,5	117.7110.12
NGM 15	117.7110.13
NGM 35	117.7110.14
NGM 70	117.7110.15
NGM 280	117.7110.06
NGMD 35	117.7127.02

In case of any questions we wish to know the type, ordering number and fabrication number (F.-Nr.) of the unit. If you order replacable parts please tell us in addition the part number and value from the circuit diagramm (for example: for NGM 280, 117.7110.06, F.-Nr. 101, R012/100 kOhm.

1. General

1.1 Special Features

The Power Supplies of type series NGM and NGMD can be used as constant-voltage or constant-current sources and have the following prominent features:

High resolution of the setting due to ten-turn potentiometer.

Panel meter for switch-selected indication of voltage or current.

Excellent regulation and temperature stability.

No voltage peaks when switching on and off.

Short-circuit proof, protected against wrong polarity and reverse current.

Floating outputs, test voltage 1000 V referred to ground.

Series and parallel connection of several units possible.

Compact design.

Overvoltage protection with adjustable threshold.

The Dual Power Supply NGMD 35 features in addition the following characteristics:

Separate operation or tracking of unit II (right) by unit I (left), so-called tracking operation.

Single-dial control for proportional variation of both output voltages.

Double overvoltage protection with separately adjustable thresholds.

1.2 Characteristics and Uses

The Power Supplies of the NGM series can be used as constant-voltage or constant-current sources. The transition from voltage to current regulation and vice versa is effected automatically at the preset voltage and current limits. Light-emitting diodes (LEDs) indicate the operating mode of the set: voltage or current regulation. The panel meter is designed for switch-selected voltage or current indication. The power range of 30 or 35 W and the excellent electrical characteristics allow these precision power supplies to be used for a large number of applications.

2. Specifications

	NGM 7.5	NGM 15	NGM 35	NGM 70	NGM 280	NGMD 35
Output ranges						
Output voltage, adjustable by ten-turn potentiometer	< 10 mV to 7.5 V	< 10 mV to 15 V	< 10 mV to 35 V	< 10 mV to 70 V	< 10 mV to 280 V	< 10 mV to 35 V
Resolution	< 0.2%	< 0.2%	< 0.2%	< 0.1%	< 0.1%	< 0.2%
Output current, adjustable by ten-turn potentiometer	< 10 mA to 4 A	< 10 mA to 2 A	< 10 mA to 1 A	< 10 mA to 0.5 A	< 2 mA to 100 mA	< 10 mA to 1 A
Resolution	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
Constant-voltage operation						
Deviation of output voltage at an AC-supply voltage variation of $\pm 10\%$...	$\pm 10^{-5}$	$\pm 10^{-5}$	$\pm 10^{-5}$	$\pm 10^{-5}$	$\pm 10^{-5}$	$\pm 10^{-5}$
at temperature variations between -10 and $+40^{\circ}\text{C}$	$< 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$	$< 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$	$< 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$	$< 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$	$< 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$	$< 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$
at load variations from 10...90%	< 0.4%	< 0.2%	< 0.1%	< 0.1%	< 0.1%	< 0.1%
Internal impedance	0.75 m Ω	1.5 m Ω	3.5 m Ω	14 m Ω	280 m Ω	3.5 m Ω
Ripple V_{rms}	< 0.2 mV	< 0.2 mV	< 0.4 mV	< 0.8 mV	< 3 mV	< 0.4 mV
Transient recovery time following a sudden change from no load to full load	< 50 μsec	< 50 μsec	< 50 μsec	< 50 μsec	< 50 μsec	< 50 μsec
Constant-current operation						
Deviation of output current at an AC-supply voltage variation of $\pm 10\%$...	$\pm 10^{-5}$	$\pm 10^{-5}$	$\pm 10^{-5}$	$\pm 10^{-5}$	$\pm 10^{-5}$	$\pm 10^{-5}$
at temperature variations between -10 and $+40^{\circ}\text{C}$	$< 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$	$< 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$	$< 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$	$< 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$	$< 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$	$< 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$
at load variations from 10...90%	0.1875%	0.1875%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
Internal impedance	> 10 k Ω	> 40 k Ω	> 175 k Ω	> 700 k Ω	> 1.4 M Ω	> 175 k Ω
Ripple I_{rms}	< 100 μA	< 50 μA	< 20 μA	< 10 μA	< 2 μA	< 20 μA
Transient recovery time following a sudden change of the load impedance				dependent on load impedance and current		
Overvoltage protection	built-in 4.5 to 10 V	built-in 4.5 to 20 V	built-in 4.5 to 40 V	built-in 4.5 to 80 V	not available	built-in 4.5 to 40 V
Common data						
Operating temperature			-10 to $+40^{\circ}\text{C}$			
Meter error			2.5% of f.s.d.			
Output terminals			floating, test voltage 1000 V referred to ground			
Engravings			German + English			
AC supply			110/220 V $\pm 10\%$, 50 to 60 Hz			
Power consumption			80 VA			160 VA
Dimensions (W x H x D) and weight			95 mm x 184 mm x 278 mm, 4 kg			190 x 184 x 278 mm, 8 kg
Order designation	117.7110.12	117.7110.13	117.7110.14	117.7110.15	117.7110.06	117.7127.02

3. Preparation for Use and Operation

3.1 Connecting to the Local AC Supply and Switching On

Connect the set to the local AC supply via the cable brought out at the rear, which is provided with a plug with earthing contact. The unit must be set to the correct supply voltage. This voltage is indicated on a reversible label on the rear panel of the NGM or on the voltage selector of the NGMD 35.

The unit is factory-adjusted for operation from 220 V AC. The NGM models may be adapted to 110 V by changing two soldered links. They are located at the top of the transformer (accessible by dismantling the side panel).

Attention: Whenever these links are changed for a new supply voltage, make sure that the label on the rear panel is turned accordingly.

The NGMD 35 can be adapted to 110 V AC supply by means of a switch at the rear of the unit, which can only be actuated with a tool (screwdriver, for example). The voltage is shown on the switch.

The fuses must be replaced to suit the supply voltage. The required values are printed next to the fuse holder.

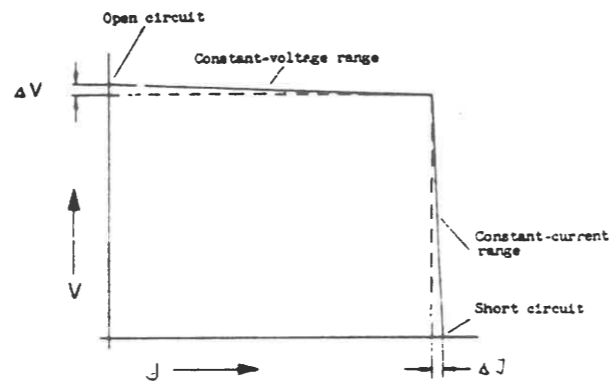
When the set is switched on, one of the two control lamps at the lower edge of the panel meter lights and indicates the effective operating mode (see chapter 3.4).

3.2 Operation

The ten-turn helical potentiometers for adjusting voltage and current are engraved with VOLTAGE LIMIT and CURRENT LIMIT. The toggle switch INSTRUMENT permits switchover from voltage indication (V) to current indication (A). The load circuits are connected to the floating knurled terminals marked with + and -. The plug in between, which is marked with the earth symbol, is connected to chassis and the non-fused grounded conductor. Two pilot lamps in the lower corners of the panel meter indicate the respective operating mode, the left one above the voltage potentiometer indicating constant-voltage operation and the right one constant-current operation (see 3.4).

3.4 Effective Operating Mode

The drawing shows the typical current/voltage characteristic. If the current flowing through the load is smaller than the adjusted current limit, the set is operated on the almost horizontal branch of the characteristic, i.e. in the constant-voltage range. If the load impedance is reduced such that with the preset voltage the flowing current reaches the adjusted limit value, the operating point is shifted to the almost vertical branch of the characteristic, i.e. the constant-current range. If the load impedance is increased again, the process is reversed. The instantaneous operating mode is indicated by the pilot lamps in the lower corners of the panel meter.



Typical current/voltage characteristic

3.5 Overvoltage Protection

The NGM models (except NGM 280) and the NGMD 35 are equipped with an overvoltage protection. The PCB with the protective circuit is accessible after removing the right side wall of the cabinet. The potentiometer with slotted screw for adjusting the response threshold (min. 4.5 V) is however also accessible through a plastic socket in the cabinet wall. If due to a defect (or inadvertent wrong operation) the terminal voltage exceeds the preset threshold value, the terminals are shorted via a thyristor. For adjusting or varying the response threshold proceed as follows:

- ▶ Turn the setting potentiometer with screwdriver to the right-hand stop.
- ▶ Switch the panel meter for voltage indication (V). Adjust the output voltage to the desired response threshold.
- ▶ Turn the setting potentiometer of the overvoltage protection slowly counterclockwise until the output voltage collapses (the green lamp "current regulation" lights up).
- ▶ Reduce the output voltage by a few percent, switch the set off and on again. The overvoltage protection must not respond.

32 V. When load current is drawn, unit 1 then operates in the constant-current mode and is tracked by the voltage of unit 2. If one (or several) of the units in parallel operation is equipped with an overvoltage protection and should the overvoltage protection respond, the fact should be taken into account that the thyristor concerned can probably carry the total current only for a short time. If therefore an overvoltage protection is required in parallel operation, special external measures should be taken. With the Dual Power Supply NGMD 35, the permanent loadability of each of the two overvoltage protection thyristors is such that there is no danger of damage even with parallel operation of the two individual units.

3.7 Dual Power Supply NGMD 35

The Dual Power Supply NGMD 35 consisting of two units Type NGM 35 is switched on via the power switch of the lefthand unit I. The righthand unit II has the so-called TRACKING switch instead of the power switch. With the TRACKING switch in position OFF, the two units operate completely independent of each other and can also be operated in series or in parallel. In position ON, the negative terminal of unit I and the positive terminal of unit II are connected and the output voltage of unit II, which is negative with respect to this common potential, is tracked by the positive output voltage of unit I. Both voltages can be adjusted simultaneously on unit I and varied proportionally. If the voltage potentiometer of unit II is at the right-hand stop, the ratio of the two voltages is unity. Voltage ratios of smaller than unity can also be adjusted. The preset ratio of the two voltages is also maintained if unit I changes to constant-current operation. If on the other hand unit II changes to constant-current operation, the output voltage of unit I is not affected.

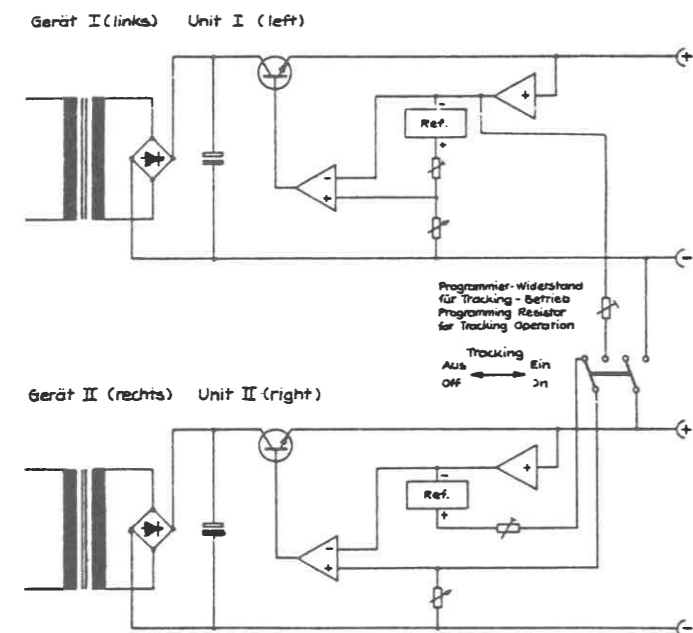


Fig. 3: Simplified diagram for tracking operation of NGMD 35

4. Circuit Description

The forward characteristic of the power transistor (regulating unit) connected in series with the load circuit is load-dependent in such a way that either the output voltage or the output current is regulated. Both the effects of supply voltage fluctuations and of load variations are levelled out. The transition from voltage regulation to current regulation and vice-versa is made automatically.

4.1 Voltage Regulation

With voltage regulation (see Fig. 1), the ACTUAL value (output voltage of the unit) is compared with the NOMINAL value in a bridge circuit consisting of reference voltage source, programming resistor, setting potentiometer and output voltage branch. The bridge is balanced if the reference voltage is to the programming resistor as the output voltage is to the potentiometer setting. Since the reference voltage and the programming resistor have fixed values, the output voltage must be strictly proportional to the adjusted value of the setting potentiometer. If the bridge is unbalanced, the voltage of the bridge diagonal is amplified in an operational amplifier and controls the regulating unit such that bridge balance is restored by means of a variation of the output voltage. The buffer in the bridge circuit (gain = 1) is required to avoid loading of the output terminals by the voltage regulation circuit when the set operates with current regulation. Thus the internal impedance is considerably improved with current regulation.

4.2 Current Regulation

Current regulation (see Fig. 2) differs from voltage regulation only in that the ACTUAL value is no longer the output voltage but the voltage drop caused by the load current at the current-measuring resistor. The bridge is again adjusted via the operational amplifier and the regulating unit for zero potential at the inputs of the operational amplifier so that the voltage drop at the current-measuring resistor and thus the output current, by which it is caused, assume a value which is directly proportional to the potentiometer setting.

addition, they control the light-emitting diodes D101 and D102 (indication of constant-voltage or constant-current operation) via the operational amplifier B5 and the switching transistors T302 and T303. The operational amplifier B7 is the buffer amplifier mentioned in section 4.1.

Transistor T304 constitutes an initial load. The constant current flowing through this transistor prevents the output capacitors C303 and C304 from being charged by the residual current of the regulating transistor T102 if the output of the set is unloaded. R1/C5 cause a delay of the +15-V supply voltage of the operational amplifier B6 in order to avoid overvoltages when switching the set on.

The capacitors C9, C10, C12 and C102 together with R8 to R13 protect the operational amplifier against RF signals which may penetrate into the set via the output terminals.

5. Maintenance and Calibration

Generally the power supplies do not require any special maintenance. The panel meter and the pilot lamps on the front panel indicate the operating condition. Transistors and integrated circuits can be replaced without recalibration. The maximum output voltage or maximum output current must be readjusted only if the reference voltage sources (integrated voltage regulators B3 and B4 are replaced.

Prior to calibration check the zero point of the meter with the set switched off and readjust, if necessary.

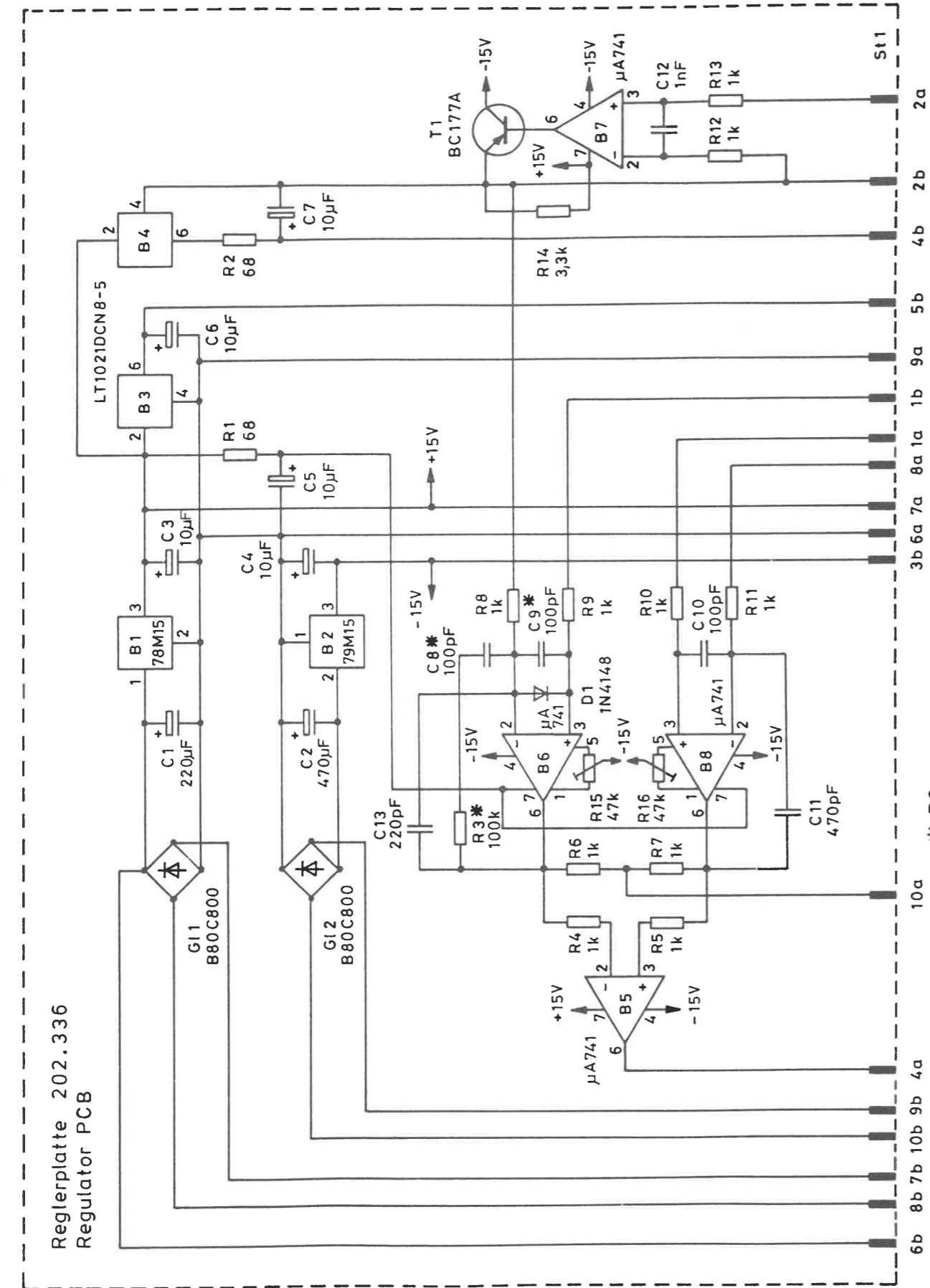
Note: Before opening the cabinet: Disconnect the power plug. Remove the side panels of the cabinet and connect the set to the AC supply. Switch it on and allow a warm-up period of about 20 minutes without load. The trimming potentiometers are located on the trimmer PCB below the panel meter. Those for voltage adjustment are accessible from the lefthand side of the set, those for current adjustment from the righthand side.

5.1 Calibrating the Output Voltage and Voltage Indication

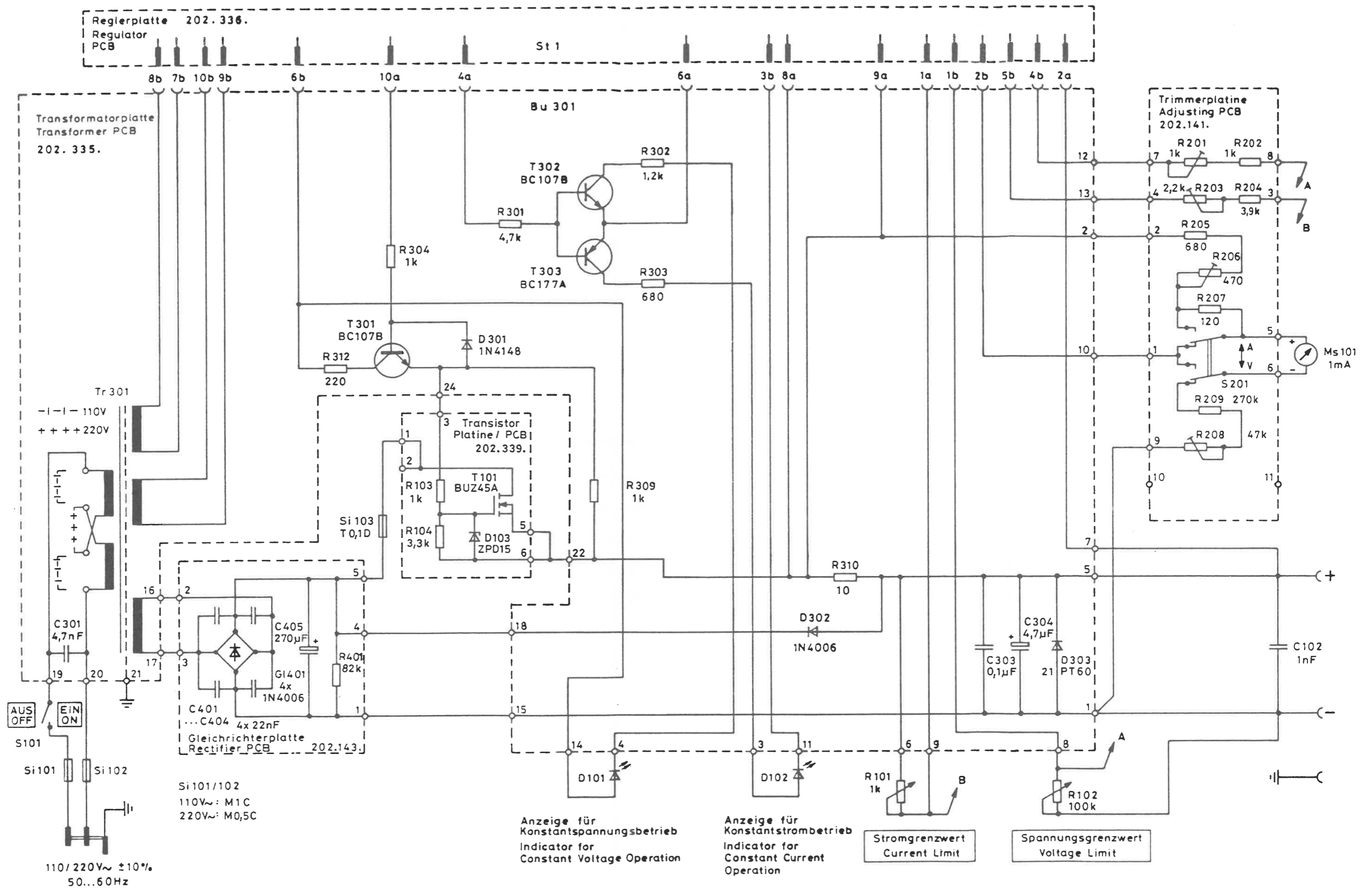
- a) Adjust the VOLTAGE LIMIT potentiometer such that after exactly 10 turns the marking of the knob is at scale zero.
- b) Connect a digital voltmeter or differential voltmeter and adjust with the upper lefthand trimming potentiometer (R201) for rated output voltage.
- c) Set the changeover switch of the meter to "V".
- d) Adjust with lower lefthand trimming potentiometer (R208) for f.s.d. on the meter.

5.2 Calibrating the Output Current and Current Indication

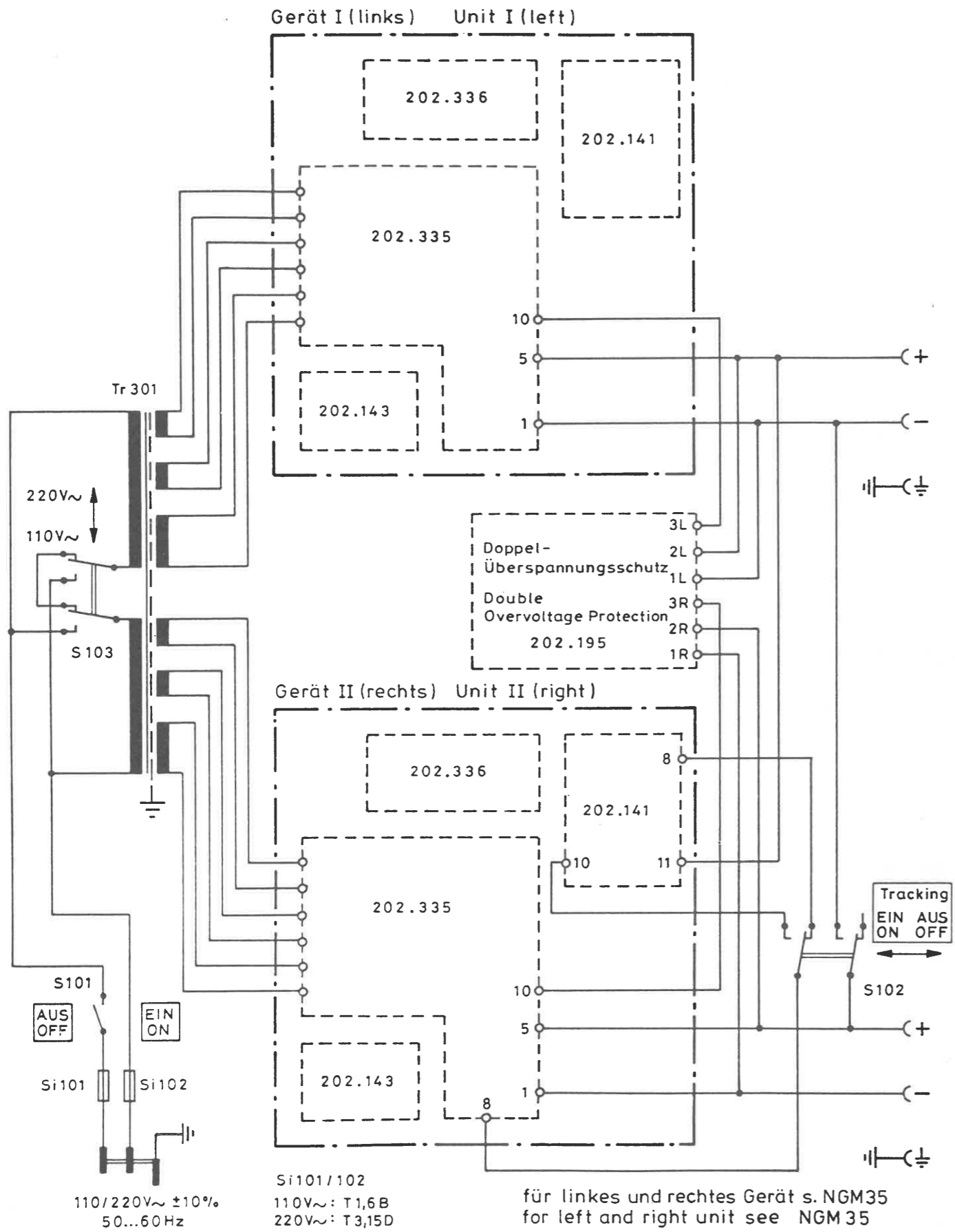
- a) Adjust the CURRENT LIMIT potentiometer such that after exactly 10 turns the marking of the knob is at scale zero.
- b) Short the output via an ammeter and adjust with the upper righthand potentiometer (R203) for rated output current.
- c) Set the changeover switch of the meter to "A".
- d) Adjust with the lower righthand trimming potentiometer (R206) for f.s.d. on the meter.



	Benennung	Platine-Nr.
	Stromlauf Reglerplatte Circuit Diagram of Regulator	202. 336.
	zu Gerät: NGM/NGMD	
	Zeichn.-Nr.	Blatt-Nr.
		6.1




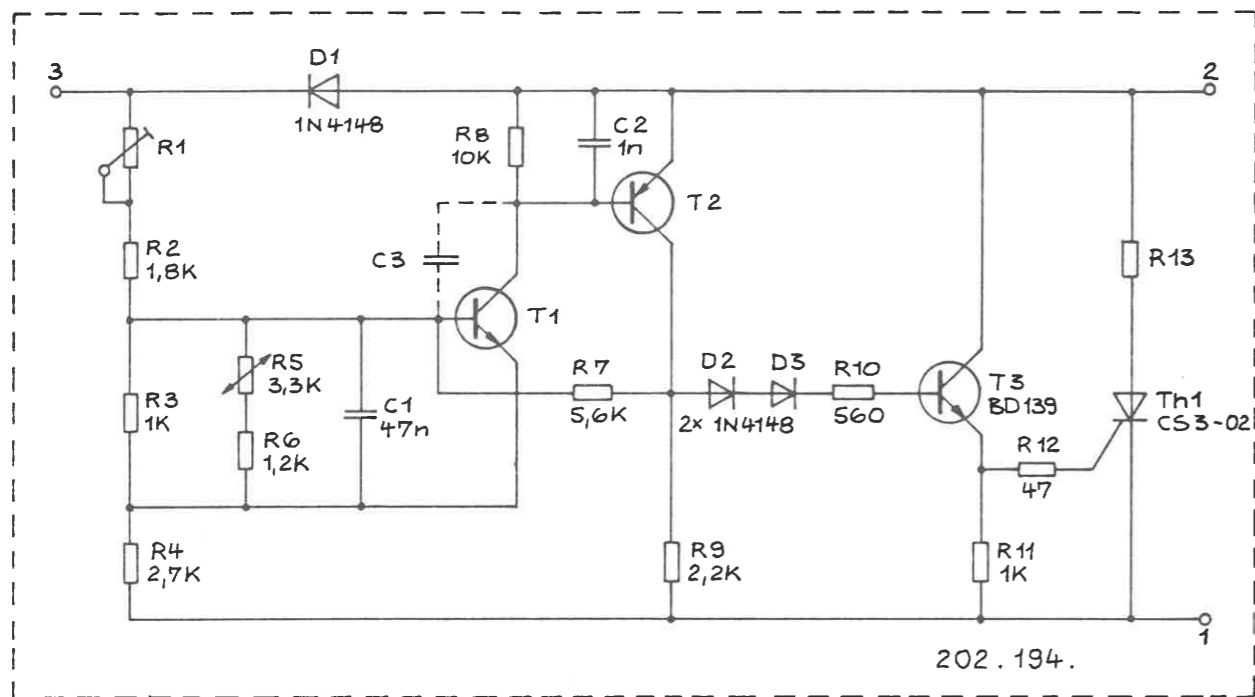
	Zeichn.-Nr.	Benennung	Platine-Nr.	Blatt-Nr.
	117. 7110. 06	Gesamtstromlauf NGM 280 Overall Circuit Diagram NGM 280		6.2.1
		zu Gerät:	NGM	




	Zeichn.-Nr.	117. 7127. 02	Blatt-Nr.	6.3
	Benennung	Gesamtstromlauf NGMD 35 Overall Circuit Diagram NGMD 35		
	zu Gerät:	NGMD		
	Platine-Nr.			

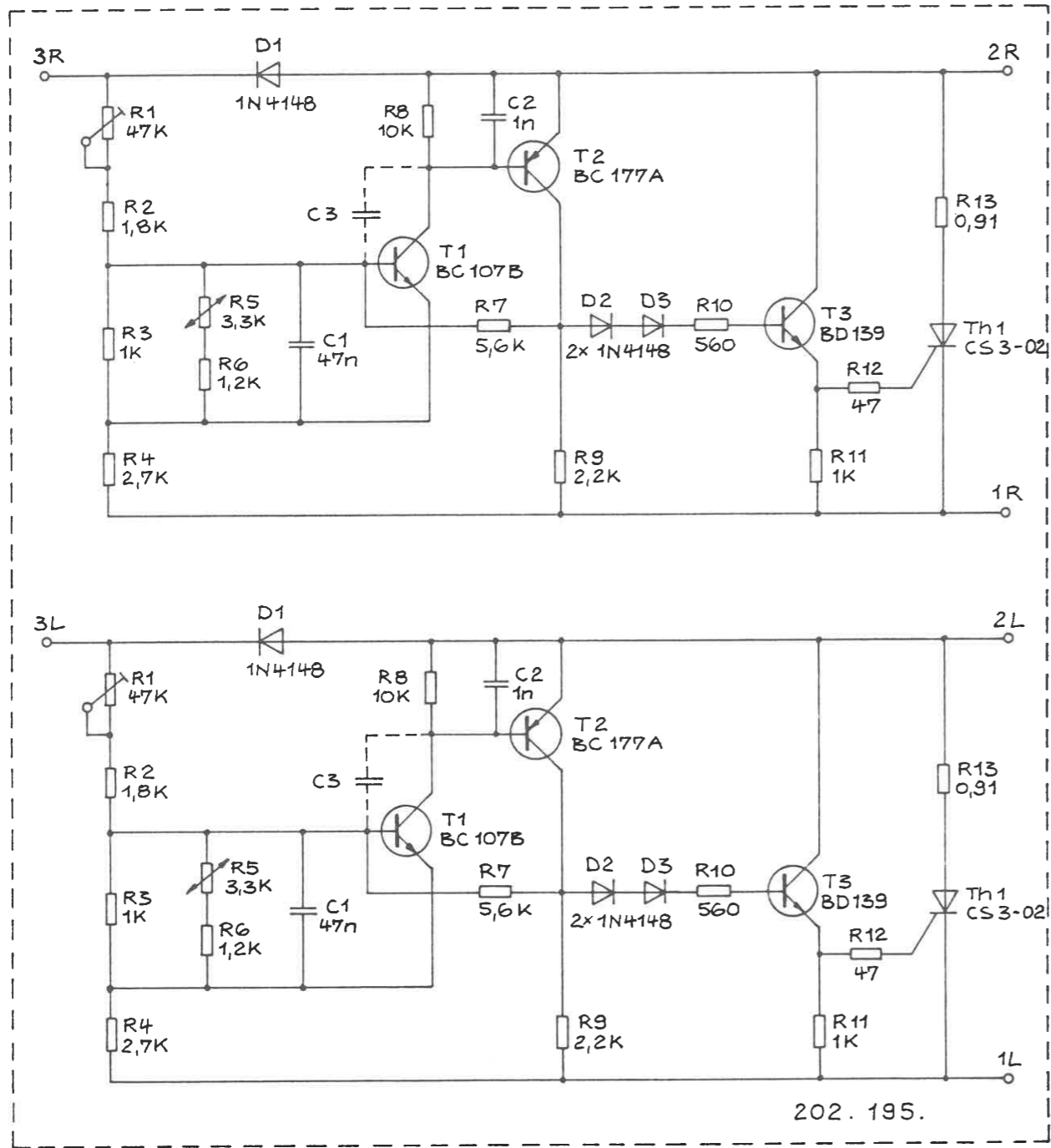
	<u>NGM 7.5</u>	<u>NGM 15</u>	<u>NGM 35</u>	<u>NGM 70</u>	<u>NGMD 35</u>
C101	1 nF	1 nF	470 pF	47 pF	470 pF
R102	5 k	10 k	20 k	50 k	20 k
T102	2 N 3771	2 N 3771	2 N 3773	2 N 3773	2 N 3773
R201	2.2 k	2.2 k	1 k	2.2 k	1 k
R202	2.7 k	2.7 k	2.2 k	2.2 k	2.2 k
R203	4.7 k	2.2 k	2.2 k	2.2 k	2.2 k
R208	2.2 k	4.7 k	4.7 k	4.7 k	4.7 k
R209	6.8 k	12 k	33 k	68 k	33 k
R210	---	---	---	---	4.7 k
R211	---	---	---	---	18 k
C304	220 μ F	100 μ F	47 μ F	22 μ F	47 μ F
R310	2x0.51	0.51	1	2	1
T304	2 N 4033	2 N 4033	2 N 4033	BFS 90	2 N 4033
C405	3x4700 μ F	6800 μ F	3300 μ F	1500 μ F	3300 μ F
G1401	4xP600D	4xBY 251	4x1N4006	4x1N4006	4x1N4006
R401	470	1.2 k	2.7 k	5.1 k	2.7 k
Si103	T4D	T2D	T1D	T0.5D	T1D


		Zeichn.-Nr.		Blatt-Nr.
				6.4
 ROHDE & SCHWARZ	Benennung		Platine-Nr.	
	Liste der typenabhängigen Bauteile List of Special-to-type Components			
		zu Gerät:		
		NGM/NGMD		



NGM	7,5	15	35	70
R1	4,7 K Ω	22 K Ω	47 K Ω	100 K Ω
R13	0,051 Ω	0,22 Ω	0,91 Ω	0,91 Ω
T1	BC 107 B	BC 107 B	BC 107 B	BF 298
T2	BC 177 A	BC 177 A	BC 177 A	BF 398

		Zeichn.-Nr.	Blatt-Nr.
			6.5
	Benennung	Platine-Nr.	
	Überspannungsschutz Overvoltage Protection		202. 194.
zu Gerät:		NGM	



		Zeichn.-Nr.	Blatt-Nr.
			6.6
	Benennung	Platine-Nr.	
	Doppel-Überspannungsschutz Dual Overvoltage Protection		202. 195.
zu Gerät:		NGMD 35	