ROHDE&SCHWARZ
Tel. 089/41290
München

Beschreibung

STROMVERSORGUNGSGERÄTE
Typenreihe NGB

Bestellbezeichnungen:

NGB 32	117.7210.90
NGB 70	117.7227.90

Bei Rückfragen bitten wir um Angabe von Typ, Bestellbezeichnung und Fabrikationsnummer (F.-Nr.) des Gerätes. Bei Bestellungen von Ersatzteilen nennen Sie uns bitte außerdem die Bauelementebezeichnung lt. Stromlauf (z.B.: Für NGB 32, 117.7210.90, F.-Nr. 1001, R102/1 kOhm).

Diese Beschreibung gehört zu Gerät NGB .....

Bestellbezeichnung 117.72.....F.-Nr. .....

Tel.

Inhalt

1. Allgemeines 4

1.1 Besondere Merkmale 4
1.2 Eigenschaften und Anwendung 4

2. Technische Daten 5

3. Inbetriebnahme und Bedienung 6

3.1 Netzanschluß und Einschalten 6
3.2 Bedienung 6
3.3 Einstellung 6
3.4 Die wirksame Betriebsart 7
3.5 Der Überspannungsschutz 7
3.6 Reihen- und Parallelschaltung 8
3.7 Betrieb mit Zuleitungskompensation 8
3.8 Betrieb mit Stoßstromerhöhung 8
3.9 Thermische Schutzmaßnahmen 9

4. Wirkungsweise 9

4.1 Prinzip der Spannungsregelung 9
4.2 Prinzip der Stromregelung 9
4.3 Prinzip der Zuleitungskompensation 10
4.4 Automatische Bereichsumschaltung 11
4.5 Schaltungseinzelheiten 12
4.6 Überspannungsschutz 13

5. Wartung und Kalibrierung 13

5.1 Kalibrierung der Ausgangsspannung u. der Spannungsanzeige 14
5.2 Kalibrierung des Ausgangsstroms und der Stromanzeige 14
5.3 Kalibrierung der automatischen Bereichsumschaltung 14

6. Stromlaufplan 15

1. Allgemeines

1.1. Besondere Merkmale

Die Stromversorgungsgeräte der Typenreihe NGB können als Konstantspannungs- oder Konstantstromquelle eingesetzt werden; sie haben folgende hervorzuhebende besonderen Merkmale:

- o Hohe Auflösung der Einstellung durch 10-Gang-Potentiometer.
- o Anzeige-Instrumente für Spannung und Strom.
- o Ausgezeichnete Stabilisierung und Temperaturstabilität.
- o Keine Spannungsspitzen beim Ein- und Ausschalten.
- o Als Batterie-Ersatz geeignet nach Umschalten auf Stoßstromerhöhung.
- o Ausgleich des Spannungsabfalls auf den Zuleitungen zum Verbraucher.
- o Kurzschlußfest, sicher gegen Falschpolung, geschützt gegen Rückstrom.
- o Erdfreie Ausgänge, Prüfspannung 1000 V gegen Erde.
- o Reihen- und Parallelschaltung mehrerer Geräte möglich.
- o Kompakte, platzsparende Bauform.
- o Besonders geräuscharmer Lüfter mit automatischer Zwei-Stufen-Schaltung.
- o Einstellbarer Überspannungsschutz; abschaltbar.
- o Standby-Schalter

1.2. Eigenschaften und Anwendung

Die Geräte der NGB-Serie können als Konstantspannungs- oder als Konstantstromquelle eingesetzt werden. Der Übergang von Spannungs- auf Stromregelung oder umgekehrt erfolgt automatisch bei Erreichen der eingestellten Spannungs- und Stromgrenzwerte. Leuchtdioden (LEDs) zeigen an, in welcher Betriebsart das Gerät jeweils arbeitet: als Spannungs- oder Stromregler. Zwei große Instrumente zeigen gleichzeitig Ausgangsspannung und Ausgangsstrom an. Durch Umschalten auf Stoßstromerhöhung wird der Einsatz der Stromregelung verzögert, so daß kurzzeitig hohe Spitzenströme bis zum 2...2,5fachen des Nennstromes entnommen werden können. Diese Eigenschaft macht die Geräte der NGB-Serie neben allgemeinen Anwendungen als Batterie-Ersatz-Geräte geeignet für den Anschluß von Verbrauchern mit starken Einschaltspitzen, wie elektronische Spannungswandler, Glühlampen und Blinkanlagen.

Eine einschaltbare Überspannungsschutz-Einrichtung mit über Schlitzschraube einstellbarem Schwellwert arbeitet völlig unabhängig von der übrigen Schaltung. Die Ausgangsklemmen werden kurzgeschlossen, wenn die Ausgangsspannung den eingestellten Schwellwert infolge einer Störung oder Fehlbedienung überschreiten sollte.

2. Technische Daten

	NGB 32	NGB 70
Einstellbereiche		
Ausgangsspannung, einstellbar durch Zehngang-Potentiometer	10 mV ...35 V	10 mV...70 V
Auflösung	0,2 %o	0,1 %o
Ausgangsstrom, einstellbar durch Zehngang-Potentiometer	20 mA...10 A	10 mA...5 A
Auflösung	0,2 %o	0,2 %o
Eigenschaften als Konstantspannungsgerät		
Abweichung der Ausgangsspannung		
bei Änderung der Netzspannung um ±10 %	±0,01 %o	±0,01 %o
bei Temperaturänderungen im Bereich -10...+45 °C	0,1 %o/°C	0,1 %o/°C
bei Lastschwankungen 0...100 %	0,1 %o	0,1 %o
Überlagerte Störspannung U_{eff}	0,2 mV	0,5 mV
Ausregelzeit bei Lastsprung von Leerlauf auf Vollast	50 µs	50 µs
Eigenschaften als Konstantstromgerät		
Abweichung des Ausgangsstromes		
bei Änderung der Netzspannung um ±10 %	±0,01 %o	±0,01 %o
bei Temperaturänderungen im Bereich -10...+45 °C	0,1 %o/°C	0,1 %o/°C
bei Lastschwankungen 0...100 %	0,2 %o	0,2 %o
Überlagerter Störstrom I_{eff}	1 mA	1 mA
Ausregelzeit bei sprunghafter Änderung des Lastwiderstandes	abhängig von Lastwiderstand und eingestelltem Strom	
Gemeinsame Daten		
Einstellbereich des Überspannungsschutzes	4,5...40 V	4,5...80 V
Entnehmbarer Stoßstrom (0,4 s)	2...2,5 facher Nennstrom	
Entnehmbarer Spitzenstrom (1 ms)	etwa 50 A	
Spannungsausgleich auf den Zuleitungen	bis 1,5 V	
Arbeitstemperaturbereich	-10...+45 °C	
Instrumentenfehler	±2,0 % v.E.	
Ausgangsklemmen	erdfrei, Prüfspannung 1000 V gegen Erde	
Beschriftung	deutsch/englisch	
Netzanschluß	110/220 V ±10 %, 50...60 Hz	
Leistungsaufnahme	690 VA	
Abmessungen B x H x T, Gewicht	190 x 180 x 330 mm; 10 kg	
Bestellbezeichnung	117.7210.90	117.7227.90

3. Inbetriebnahme und Bedienung

3.1. Netzanschluß und Einschalten

Ab Werk ist das Gerät für 220 V eingestellt. Für 110 V müssen an der Rückseite der Spannungswähler umgestellt und zwei 6,3 A-Sicherungen eingesetzt werden. Der Anschluß erfolgt über das rückwärtig herausgeführte Netzkabel mit Schukostecker. In Stellung EIN des Netzschalters ist das Gerät eingeschaltet; eine der beiden Kontrollampen in den unteren Ecken der Meßinstrumente zeigt die wirksame Betriebsart an (siehe 3.4).

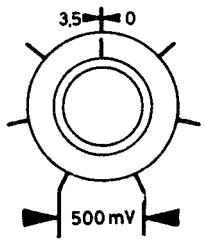
3.2. Bedienung

Die 10-Gang-Wendelpotentiometer zur Einstellung von Spannung und Strom sind mit SPANNUNGSGRENZWERT und STROMGRENZWERT beschriftet. 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. 2 Kontrollampen in den unteren Ecken der Anzeigeinstrumente zeigen die jeweils vorliegende Betriebsart an, und zwar die linke, über dem Spannungspotentiometer befindliche, den Konstant-Spannungsbetrieb, die rechte analog den Konstant-Strombetrieb (siehe 3.4).

Mit dem Bereitschaftsschalter (Standby) läßt sich die Ausgangsspannung ein- und ausschalten. Hierbei bleibt das gesamte Gerät in Betrieb.
Die Einstellung des Überspannungsschutzes ist in 3.5. beschrieben, der Betrieb mit Zuleitungskompensation in 3.7 und der Betrieb mit Stoßstromerhöhung in 3.8.

3.3. Einstellung

Bei sinnvoller Verwendung der Skalen an den Einstellknöpfen läßt sich unter voller Ausnutzung der Linearität der 10-Gang-Potentiometer eine hohe Einstellgenauigkeit bzw. Reproduzierbarkeit erreichen. Dies sei am Beispiel des NGB 32 deutlich gemacht (siehe Skizze): Es entspricht jede Umdrehung des Einstellknopfes einem Zehntel der maximalen Ausgangsspannung, hier also 3,5 V. Dieser Wert ist neben der Nullpunkt-Markierung angegeben. Die Skala ist in sieben Teile zu je 0,5 V geteilt; durch Interpolation kann hierbei eine Einstellgenauigkeit von 0,1 V erreicht werden. (Andere NGB-Typen besitzen eine entsprechend sinnvolle Spannungsunterteilung.) Eine Spannung von z. B. 12 V erfordert somit 3 3/7 Umdrehungen (3 · 3,5 V + 3 · 0,5 V).
Eine in 10 Segmente geteilte Hilfsskala auf dem Instrument "Pot. Turns" gestattet die Ablesung der vollen Umdrehungen, so daß nicht unbedingt vom Linksanschlag beginnend gezählt werden muß.



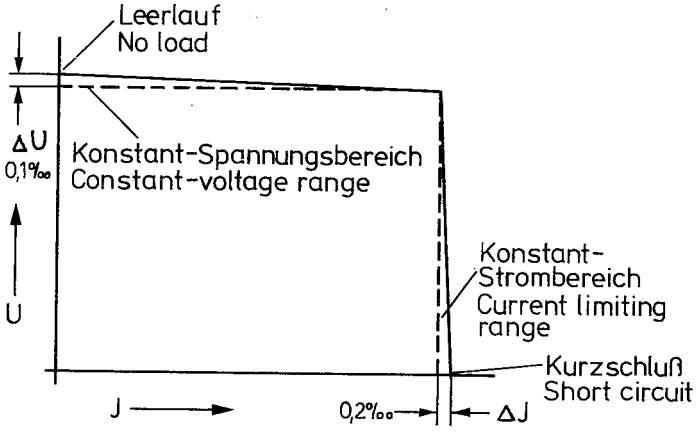
Skalenteilung des NGB 32

Das hier für die Spannung Beschriebene gilt analog auch für die Einstellung des Stromes. Wegen der einfacheren Umrechnungsmöglichkeit mit geraden Zahlen ist die Feinskala hier in 10 Teile geteilt, so daß 1 Skalenteil einem Prozent des Stromendwertes entspricht.

Die Reproduzierbarkeit der Einstellung ist in jedem Fall unter Berücksichtigung der Interpolation mit einer Abweichung von 1 % gewährleistet. Desgleichen sind relative Veränderungen in der Größe von einigen Promille und in absoluten Beträgen definiert möglich.

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 die Anzeigelampen in den unteren Ecken der Meßinstrumente angezeigt.



Typische Strom-Spannungs-Kennlinie

3.5. Der Überspannungsschutz

Die Geräte der NGB-Serie sind mit abschaltbarem Überspannungsschutz ausgerüstet. Das Potentiometer mit Schraubenschlitz zur Einstellung der Schaltschwelle (min 4,5 V) befindet sich ebenso wie der verriegelbare Einschalter auf der Frontplatte (Beschriftung OVP; Over Voltage Protektion). Steigt die Klemmenspannung durch versehentliche Fehlbedienung oder auch durch einen Gerätedefekt über die eingestellte Schwelle an, so werden die Klemmen über einen Thyristor kurzgeschlossen. Zur Einstellung oder Veränderung der Schaltschwelle geht man folgendermaßen vor:

- Einstellpotentiometer mit Schraubendreher auf Rechtsanschlag bringen.
- Ausgangsspannung in Höhe der gewünschten Schaltschwelle einstellen.
- Einstellpotentiometer des Überspannungsschutzes langsam so weit nach links drehen, bis die Ausgangsspannung zusammenbricht (rote Anzeigelampe "Stromregelung" leuchtet auf).
- Ausgangsspannung um einige Prozent zurückdrehen, Bereitschaftsschalter aus- und wieder einschalten. Der Überspannungsschutz darf dabei nicht ansprechen.
- Ausgangsspannung wieder erhöhen und eingestellte Ansprechschwelle kontrollieren.
- Spannung zurückdrehen, Bereitschaftsschalter kurz aus- und wieder einschalten, Ausgangsspannung auf gewünschten Wert einstellen.

Dabei soll ein Strom von über 100 mA eingestellt sein, damit nach der Zündung der Haltestrom des Thyristors nicht unterschritten wird, denn dieses würde zu einem periodischen Kippvorgang führen. Die Schwelle des Überspannungsschutzes sollte mindestens etwa 0,5 V über der gewünschten und

eingestellten Ausgangsspannung des Gerätes liegen, um ein unerwünschtes Ansprechen mit Sicherheit auszuschließen. Bei Auslieferung ist die Schwelle auf die Nennspannung (die max. Ausgangsspannung) eingestellt.

Zum Löschen des Überspannungsschutzes muß der Bereitschaftsschalter kurz ausgeschaltet und die Ursache des Ansprechens beseitigt werden.

Nach Ansprechen des Überspannungsschutzes erwärmt sich der Thyristor mehr oder weniger schnell, und zwar abhängig von der Höhe des eingestellten Stromgrenzwertes. Ein mit dem Thyristor gekoppelter Thermoschalter schaltet bei Erreichen seiner Schalttemperatur von ca. 85 °C den Sekundärkreis des Netztransformators ab, und der Ausgang des Gerätes wird stromlos. Der Lüfter des Gerätes läuft jedoch weiter, und nach Abkühlung des Thermoschalters unter die niedriger liegende Einschalttemperatur schaltet dieser das Gerät automatisch wieder ein.

3.6. Reihen- und Parallelschaltung

Reihenschaltung unter 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 unterschiedlichen 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 30 V werden eine Belastbarkeit von 15 A gefordert und es ständen 2 Geräte NGB 32 zur Verfügung. Gerät 1 wird auf eine leicht erhöhte Spannung, z. B. auf 32 V und auf vollen Strom (10 A) eingestellt. Gerät 2 hingegen exakt auf 30 V. Unter Laststrom geht dann Gerät 1 in Konstantstrombetrieb über und Gerät 2 übernimmt die Spannungsführung.

Sollte bei Parallelschaltung von Geräten ein Überspannungsschutz ansprechen, so wird der jeweilige Thyristor mit der Summe der eingestellten Stromgrenzwerte aller Geräte belastet. Da die Grenzbelastbarkeit bei der Abschalttemperatur des Thermoschalters (siehe 3.5) etwa 25 A beträgt, dürfen bei eingeschaltetem Überspannungsschutz maximal 2 Geräte NGB 32 bzw. 4 Geräte NGB 70 parallelgeschaltet werden.

3.7. Betrieb mit Zuleitungskompensation

Zum Ausgleich des Spannungsabfalls auf den Leitungen vom Gerät zum Verbraucher müssen die Kurzschlußstecker zwischen den Ausgangsklemmen und den mit SENSING bezeichneten Buchsen entfernt werden. Die SENSING-Buchsen werden über eine Doppelleitung direkt mit dem Verbraucher verbunden. Hierbei ist strengstens auf richtige Polung der Leitungen zu achten! Weitere Hinweise siehe 4.3.

3.8. Betrieb mit Stoßstromerhöhung

Auf der Frontplatte des Gerätes befindet sich der Schalter "Stromregelung". In der Normalstellung des Kippschalters mit dem Symbol ⌐‾ setzt die Strom-

regelung bei Überschreiten des eingestellten "Stromgrenzwertes" verzögerungsfrei ein. Wird der Kippschalter auf das Symbol ⌐ umgeschaltet, so wirkt die Strombegrenzung erst nach einer Verzögerungszeit von etwa 0,4 s. Während dieser Zeit ist eine erhöhte Stoßstromentnahme möglich, wie sie z. B. von Verbrauchern mit niedrigem Einschaltwiderstand verursacht wird (Spannungswandler, Glühlampen usw.).

3.9. Thermische Schutzmaßnahmen

Die Kühlkörper der Leistungstransistoren werden mit einem Lüfter zwangsgekühlt. Der besonders geräuscharme Lüfter wird in automatischer Zwei-Stufen-Schaltung betrieben. Die Umschaltung von Langsam- auf Schnellauf erfolgt mit einem Thermoschalter abhängig von der wegzukühlenden Verlustleistung des Stellgliedes. Bei Überschreiten der maximal zulässigen Arbeitstemperatur der Leistungstransistoren schaltet ein weiterer Thermoschalter die Ansteuerung des Stellgliedes ab, so daß der Ausgang des Gerätes stromlos wird. Hierdurch werden die Leistungstransistoren bei Ausfall des Lüfters, bei ungenügender Kühlluftzufuhr oder bei zu hoher Umgebungstemperatur vor einer Zerstörung geschützt.

4. Wirkungsweise

Die mit dem Verbraucher in Reihe geschalteten Leistungstransistoren (Stellglied) werden in ihrem 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. Die Übergänge von Spannungsregelung auf Stromregelung und umgekehrt erfolgen automatisch.

4.1. Prinzip der Spannungsregelung

Bei Spannungsregelung (siehe Bild 1) erfolgt ein Vergleich der IST-Größe (Ausgangsspannung des Gerätes) mit der SOLL-Größe (Referenzspannungsquelle) 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 (siehe 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 Strommeßwider-

stand und damit der ihn verursachende Ausgangsstrom einen Wert annimmt, der direkt proportional zum eingestellten Wert des Einstellpotentiomters ist.

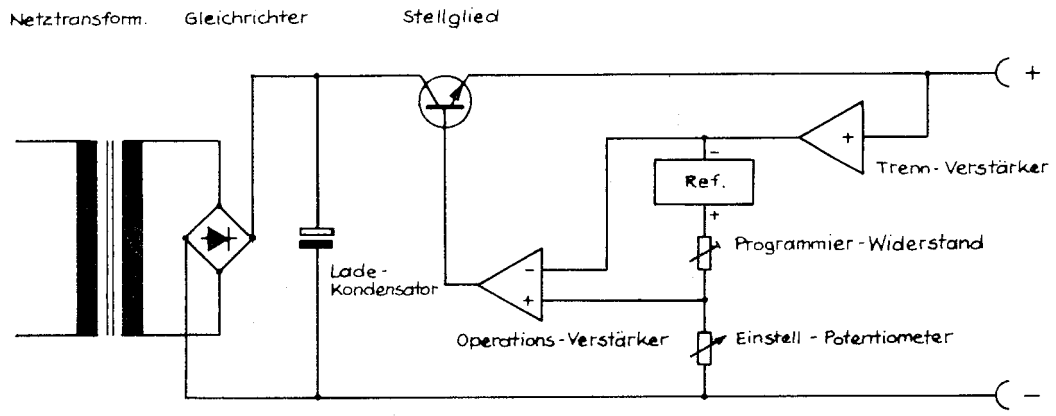


Bild 1 Prinzipschaltbild Spannungsregelung

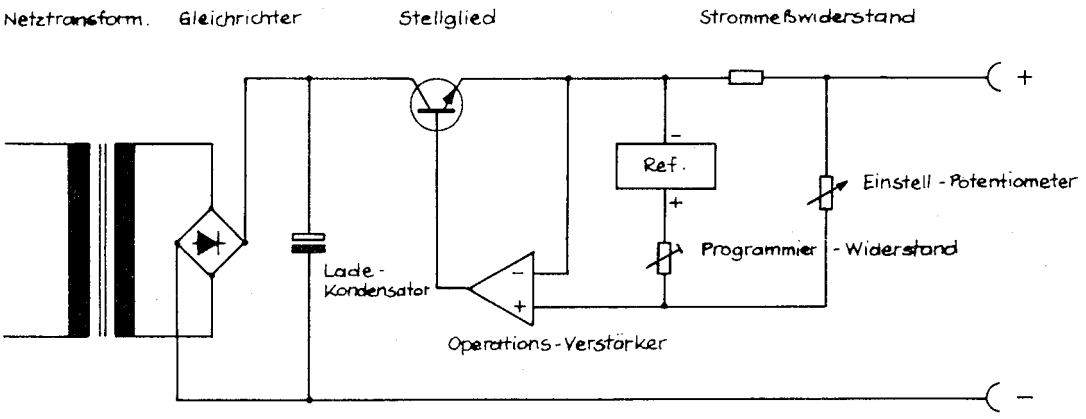


Bild 2 Prinzipschaltbild Stromregelung

4.3. Prinzip der Zuleitungskompensation

Entsteht wegen des Widerstandes der Leitungen zwischen Gerät und Verbraucher ein unerwünschter Spannungsabfall, so kann dieser mit Hilfe der sogenannten "Zuleitungskompensation" ausgeregelt werden.

Dabei wird die IST-Spannung über 2 Fühlerleitungen direkt am Verbraucher gemessen. Dadurch wird nicht die Klemmspannung des Gerätes geregelt, sondern die Spannung am Verbraucher. Bild 3 zeigt den prinzipiellen Schaltungsaufbau.

Die Kurzschlußstecker zwischen den Ausgangs- und Sensingbuchsen sind zu entfernen. Die mit SENSING bezeichneten Buchsen verbindet man über eine Doppelleitung beliebigen Querschnitts mit dem Verbraucher. Bei Anschluß der Meßleitungen ist auf gleichsinnige Polung zu achten. Das Spannungsanzeigeinstrument zeigt die Verbraucherspannung an.

Netzanschlußleitungen und Fühlerleitungen für die Zuleitungskompensation sollten nicht gemeinsam verlegt werden. Durch induktive Kopplung kann eine erhöhte Störspannung auftreten. Für kritische Fälle ist magnetisch geschirmte und verdrillte Spezialleitung erforderlich. Verpolung der Fühlerleitungen bewirkt ein unkontrolliertes Ansteigen der Ausgangsspannung. Diese kann dann ein Vielfaches der eingestellten Spannung erreichen. Bei Unterbrechung der Fühlerleitung kann die Ausgangsspannung nur um maximal 200 mV ansteigen. Durch die Zuleitungskompensation kann ein Spannungsabfall bis insgesamt ca. 1,5 V ausgeregelt werden.

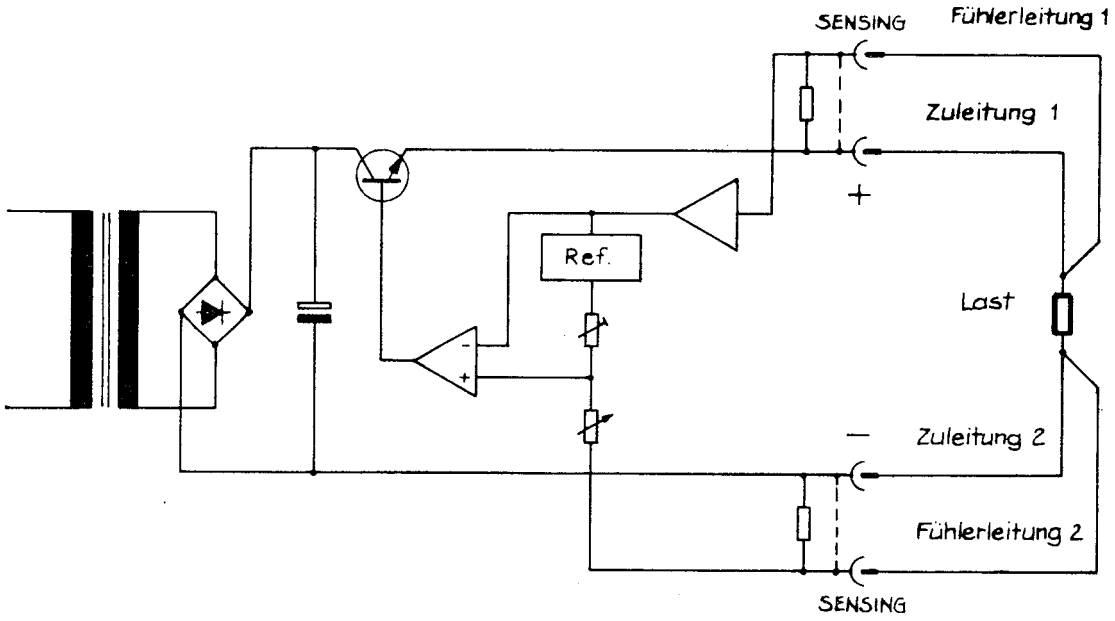


Bild 3 Prinzipschaltbild Zuleitungskompensation

4.4. Automatische Bereichsumschaltung

Die automatische Bereichsumschaltung wird von der Ausgangsspannung gesteuert. Sie verbindet den Gleichrichter stets mit einer der Höhe der Ausgangsspannung entsprechenden Anzapfung auf der Sekundärseite des Netztransformators.

Hierdurch verringert sich der Leistungsverlust an den Stellgliedtransistoren, und es wird ein höherer Wirkungsgrad des Gerätes erreicht (siehe Bild 4). Die automatische Bereichsumschaltung enthält zwei Vergleichsstufen, die für die Ausgangsspannung unterschiedliche Ansprechschwellen besitzen. Überschreitet die Ausgangsspannung den vorgegebenen Schwellwert, so wird auf die nächsthöhere Sekundärwindungszahl des Netztransformators umgeschaltet.

Die Speisespannung für die Vergleichsstufen ist netzspannungsproportional. Dadurch ändern sich die Ansprechschwellen bei Netzspannungsänderungen. Das führt zu einer weiteren Verringerung der Verlustleistung des Stellgliedes.

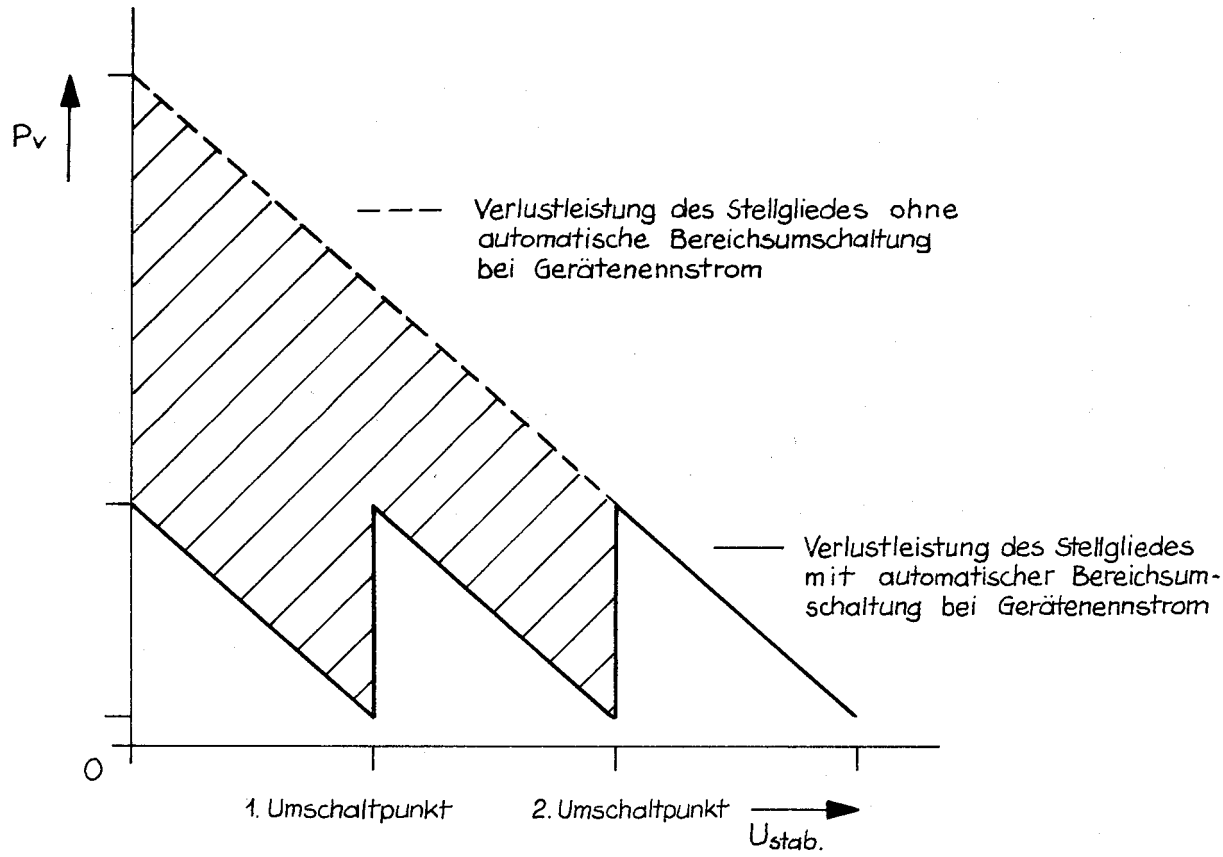


Bild 4 Verlustleistung des Stellgliedes mit und ohne automatische Bereichsumschaltung

4.5. Schaltungseinzelheiten

(siehe Gesamtstromlauf

Die von der Sekundärwicklung des Netztransformators Tr101 gelieferte Wechselspannung wird mit den Dioden D201 und D202 gleichgerichtet und durch den Elektrolytkondensator C105 geglättet. Die Kondensatoren C201 und C202 unterdrücken eventuell auftretende Störimpulse. Der Widerstand R211 sorgt für eine Entladung von C105 bei ausgeschaltetem Gerät. Die gesiebte Gleichspannung wird den Stellglied-Transistoren T203 und T204 zugeführt, deren Stromverstärkung mit Hilfe der Transistoren T201 und T202 erhöht wird. Die Diode D203 schützt die Stellglied-Transistoren gegen Rückstrom. Die Widerstände R207 und R208 dienen als Strommeßwiderstand. Die Diode D205 schützt den Ausgang des Gerätes gegen Falschpolung von am Gerät angeschlossene 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, C5 und C6. Am Ausgang der nachfolgenden Spannungsregler T1 und T2 stehen 2 x 15 V stabilisiert zur Verfügung. Der gemeinsame Mittelpunkt dieser Spannungen ist mit dem Symmetrierpunkt zwischen den Emittern der Stellglied-Transistoren T203 und T204 verbunden. Aus der +15-V-Quelle wird durch Nachstabilisierung in B1 die Referenzspannung für den Stromregelkreis und in B2 die Referenzspannung für den Spannungsregelkreis gewonnen. C11 und C13 dienen zur Rauschunterdrückung der Referenzspannungen. Die Ausgangsspannungen der Regelverstärker B3 (für Spannungsregelung) und B5 (für Stromregelung) werden über R18 und R19 summiert dem Stellglied über T3 zugeführt. Außerdem steuern sie über die Schalttransistoren T5 und T6 die Leuchtdioden D101 und D102 (Anzeige von Spannungs- oder Stromregelbetrieb). Der Operationsverstärker B4 ist der im Abschnitt 4.1 erwähnte Trennverstärker.

Der Transistor T12 arbeitet als Vorlasttransistor. Der durch ihn abfließende Konstantstrom verhindert, daß bei unbelastetem Geräteausgang die Ausgangskondensatoren C106 und C107 durch den Reststrom der Stellgliedtransistoren T203 und T204 aufgeladen werden können. Das Glied R6/C12 bewirkt eine Verzögerung der +15-V-Versorgung des Operationsverstärkers B3 zur Vermeidung von Überspannungen beim Einschalten des Gerätes.

Die Kondensatoren C24, C22 und C23 unterdrücken hochfrequente Störungen der Operationsverstärker, die über die Ausgangsklemmen in das Gerät gelangen könnten.

Die automatische Zwei-Stufen-Schaltung des Lüftermotors Mo201 erfolgt mittels Thermoschalter S201. Der Thermoschalter S202 bewirkt eine Abschaltung der Stellglied-Ansteuerung bei Überschreiten der maximalen Arbeitstemperatur der Leistungstransistoren.

4.6. Überspannungsschutz

(siehe Gesamtstromlauf)

Bei Auftreten einer unerwünscht hohen Spannung an den Ausgangsklemmen des Gerätes wird der Thyristor Thy 1 gezündet, der den Ausgang kurzschließt. Damit geht das Gerät in Stromregelung über und die Restspannung an den Klemmen sinkt auf einen Wert von etwa 1 V. Wird das Gerät nicht abgeschaltet, so erwärmt die Verlustleistung des Thyristors den Thermoschalter S1, der bei Überschreiten seiner Schalttemperatur von 80 °C den Transformator-Sekundärkreis über Relais RS103 unterbricht.

Der Schwellwert-Detektor des Überspannungsschutzes T13...15 steuert den Thyristor Thy 101. Zum Löschen des Überspannungsschutzes ist es erforderlich, das Stromversorgungsgerät auszuschalten, die Ursache des Ansprechens zu beseitigen; und das Gerät kann wieder eingeschaltet werden.

Da der Überspannungsschutz den Ausgang des Gerätes im Normalbetrieb nicht belasten soll (siehe Abschnitt 4.1) ist der stromziehende Eingang an dem Ausgang des Trennverstärkers B4 angeschlossen. Im Fall eines Defektes von B4 wird die Diode D19 leitend und der Überspannungsschutz bleibt funktionsfähig; allerdings steigt die eingestellte Ansprechschwelle um ca. 0,7 V an.

Die Kondensatoren C32...34 verhindern zu schnelles Ansprechen bei kleinen Störspitzen.

5. Wartung und Kalibrierung

Im allgemeinen bedürfen die Geräte keiner besonderen Wartung. Zur Überwachung des Betriebszustandes dienen die Anzeigeinstrumente und die Kontrollampen auf der Frontplatte. Ein Auswechseln von Transistoren und integrierten Schaltkreisen ist ohne Nachkalibrierung möglich; lediglich bei Austausch der Referenzspannungsquellen B1 und B2 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! Haube entfernen, Gerät an das Netz anschließen, einschalten und ca. 20 Minuten ohne Last einlaufen lassen. Alle Trimmpotentiometer befinden sich auf der jetzt zugänglichen Reglerplatte.

5.1. Kalibrierung der Ausgangsspannung und der Spannungsanzeige

a) SPANNUNGSGRENZWERT-Potentiometer auf 0 stellen. Ausgangsspannung mit R33 (BO) und R22 (UO) $\leq$10 mV einstellen.

b) SPANNUNGSGRENZWERT-Potentiometer so einstellen, daß nach genau 10 Umdrehungen die Knopfmarkierung auf dem Skalen-Nullpunkt steht.

c) Digital-Voltmeter oder Differential-Voltmeter anschließen und mit Trimmpotentiometer R36 (UP) auf Nenn-Ausgangsspannung einstellen (35 bzw. 70 V)

d) Mit Trimmpotentiometer R39 (UM) Instrument auf Vollausschlag einstellen.

5.2. Kalibrierung des Ausgangsstromes und der Stromanzeige

a) STROMGRENZWERT-Potentiometer auf 0 einstellen. Ausgang über Strommesser kurzschließen, Ausgangsstrom mit R24 (IO) $\leq$20 mA einstellen.

b) STROMGRENZWERT-Potentiometer so einstellen, daß nach genau 10 Umdrehungen die Knopfmarkierung auf dem Skalen-Nullpunkt steht.

c) Ausgang über Strommesser kurzschließen und nach einigen Minuten mit Trimmpotentiometer R37 (IP) auf Nenn-Ausgangsstrom einstellen (10 bzw. 5 A)

d) Mit Trimmpotentiometer R43 (IM) Instrument auf Vollausschlag einstellen.

5.3. Kalibrierung der automatischen Bereichsumschaltung

Mit R45 (US) wird der 1. Umschaltpunkt, mit R51 (OS) der 2. Umschaltpunkt eingestellt.

Die Einstellung der Umschaltpunkte erfolgt bei einer Netzspannung von genau 220 V (bzw. 110 V) und bei steigender Ausgangsspannung. Die folgende Tabelle gibt die Ausgangsspannungen an, bei denen die bei den jeweiligen Umschaltpunkten schaltenden Relais hörbar und sichtbar abfallen müssen:

Umschaltpunkt	1	2
NGB 32	16 V	27 V
NGB 70	36 V	61 V

ROHDE&SCHWARZ

Manual

DC POWER SUPPLIES NGB

Ordering information

NGB 32	117.7210.90
NGB 70	117.7227.90

For all enquiries please state:

Type and order designation together with the serial number of the instrument.

When ordering spare parts please also state the component designation of the faulty part as given in the circuit diagram, e.g. for NGB 32, 117.7210.90, serial number 1001, R102/1 kΩ.

Table of Contents

1.	General	5
1.1	Special Features	5
1.2	Characteristics and Uses	5
2.	Specifications	7
3.	Putting into Operation and Operating Instructions	9
3.1	Connecting to the Local AC Supply and Switching On	9
3.2	Operating Instructions	9
3.3	Adjustment	9
3.4	Effective Operating Mode	10
3.5	Overvoltage Protection	11
3.6	Series and Parallel Connection	12
3.7	Operation with Remote Sensing Facility	12
3.8	Operation with Increased Surge Current	12
3.9	Ventilation	13
4.	Description	14
4.1	Principle of Voltage Regulation	14
4.2	Principle of Current Regulation	14
4.3	Principle of Remote Sensing	15
4.4	Automatic Range Selection	17
4.5	Circuit Description	18
4.6	Overvoltage Protection	19
5.	Maintenance and Calibration	20
5.1	Calibrating the Output Voltage and Voltage Indication	20
5.2	Calibrating the Output Current and Current Indication	20
5.3	Calibrating the Automatic Range Selection	21
6.	Circuit diagrams	22

1. General

1.1 Special Features

The DC Power Supplies of the Type Series NGB can be used as constant-voltage or constant-current sources; they exhibit the following distinguishing features:

- o High resolution of the setting due to ten-turn potentiometer.
- o Panel meters for voltage and current.
- o Excellent regulation and temperature stability.
- o No voltage peaks when switching on and off.
- o Switch-selected high surge current for use as battery eliminator.
- o Remote sensing facility.
- o Short-circuit proof, protected against wrong polarity and reverse current.
- o Floating outputs, test voltage 1000 V referred to earth.
- o Series and parallel connection of several units possible.
- o Compact design.
- o Quiet ventilator, automatically switched on in two steps.
- o Adjustable overvoltage protection; switch-selectable.
- o Standby switch.

1.2 Characteristics and Uses

The DC Power Supplies of Type Series NGB 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 indicate the operating mode of the set: voltage or current regulation. Two large panel meters indicate the output voltage and output current simultaneously. The start of the current regulation can be delayed by means of a switch so that high peak currents (up to 2 to 2.5 times the nominal current) can be drawn for short periods of time. Apart from general applications as battery eliminators, this feature makes the NGB series suitable for supplying loads with strong transients, such as electronic voltage transformers, incandescent lamps and blinkers.

A switch-selectable overvoltage-protection facility, the threshold of which can be adjusted by screw-driver, operates entirely independently of the other circuitry. The output terminals are short-circuited should the output voltage exceed the adjusted threshold value owing to a defect or faulty operation.

2. Specifications

	NGB 32	NGB 70
Output ranges		
Output voltage, adjustable by ten-turn potentiometer	10 mV to 35 V	10 mV to 70 V
Resolution	0.02%	0.01%
Output current, adjustable by ten-turn potentiometer	20 mA to 10 A	10 mA to 5 A
Resolution	0.02%	0.02%
Constant-voltage operation		
Output-voltage fluctuation		
at AC-supply voltage variation of ±10%	±0.001%	±0.001%
at temperature variations between -10 and +45°C	0.01%/°C	0.01%/°C
at load variations from 0 to 100%	0.01%	0.01%
Ripple V_{rms}	0.2 mV	0.5 mV
Transient recovery time following a sudden change from no load to full load	50 µsec	50 µsec
Constant-current operation		
Fluctuation of output current		
at AC-supply voltage variation of ±10%	±0.001%	±0.001%
at temperature variations between -10 and +45°C	0.01%/°C	0.01%/°C
at load variations from 0 to 100%	0.02%	0.02%
Ripple I_{rms}	1 mA	1 mA
Transient recovery time following a sudden change of the load impedance	dependent on load and on current setting	

Common Data

Adjustment range of overvoltage protection	4.5 to 40 V	4.5 to 80 V
Available surge current (0.4 sec) ..	2 to 2.5 times nominal current	
Available peak current (1 msec)	approx. 50 A	
Voltage compensation on feeders	up to 1.5 V	

Operating temperature	-10 to +45°C
Meter error	±2% of f.s.d.
Output terminals	floating, 1000 V isolation to earth
Panel engravings	German + English
AC supply	220 V ±10%, 50 to 60 Hz
Power consumption	690 VA
Dimensions (W x H x D) and weight ..	190 x 180 x 330 mm; 10 kg
Order designation	117.7210.90 117.7227.90

3. Putting into Operation and Operating Instructions

3.1 Connecting to the Local AC Supply and Switching On

The unit is factory-adjusted for 220 V. For 110 V, set the voltage selector at the rear of the unit to 110 V and insert two 6.3-A fuses.

Connect the unit to the local AC supply via the patch cord brought out at the rear, which is provided with a plug with earthing contact. Switch the set on with the power switch on the front panel. One of the two indicators at the bottom corners of the panel meters lights up to indicate the effective type of operation (see 3.4).

3.2 Operating Instructions

The ten-turn potentiometers for setting voltage and current are labelled VOLTAGE LIMIT and CURRENT LIMIT respectively. The loads are connected to the floating knurled terminals marked + and -. The socket provided between these two terminals and marked with the earth symbol is connected to chassis and the non-fused earthed conductor. Two LEDs in the bottom corners of the panel meters indicate the operating mode; that on the voltmeter indicates constant-voltage operation and the LED on the ammeter signals constant-current operation (see 3.4).

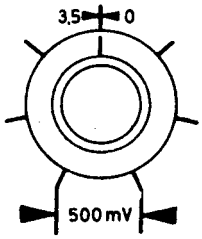
With the standby switch the output voltage can be switched on and off whilst the unit remains in operation.

Adjustment of the overvoltage-protection facility is described in 3.5, operation with remote sensing in 3.7 and operation with higher surge current in 3.8.

3.3 Adjustment

A high setting accuracy or reproducibility can be obtained by appropriate use of the scales on the setting controls, taking full advantage of the linearity of the ten-turn potentiometers. This can be well illustrated on the NGB 32 (see drawing). Each turn of the setting control corresponds to one-tenth of the maximum output voltage, in this case, therefore, 3.5 V. This value is given next to the zero marking. The scale is divided into seven 0.5-V sections; a setting accuracy of 0.1 V can thus be obtained by interpolation. (Other NGB types are provided with other suitable voltage

divisions). A voltage of, say, 12 V, thus requires 3 3/7 turns (3 x 3.5 V + 3 x 0.5 V). An auxiliary scale (POT TURNS) on the panel meter divided into 10 segments indicates the number of complete turns, so that it is not necessary to start at the lefthand stop and count the revolutions. The same applies accordingly to current adjustment.



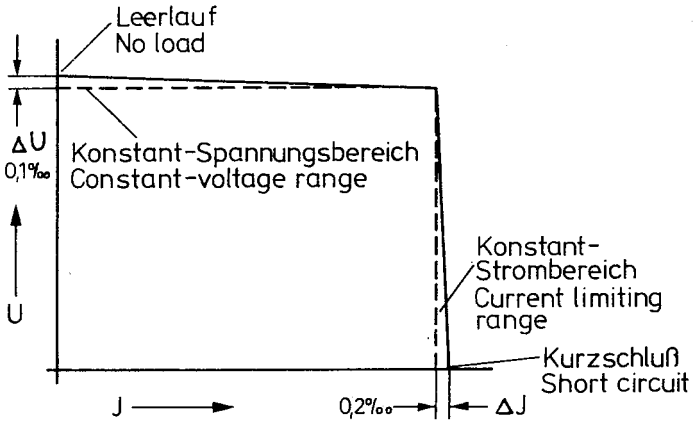
Scale division of NGB 32

The scale of the current control is divided into ten sections, one scale division corresponding to 1% of the full-scale current value.

The reproducibility of the setting is ensured with an error of 1%. Accordingly, relative variations of the order of a few tenths of a percent and absolute variations by well-defined quantities can be made.

3.4 Effective Operating Mode

The diagram shows a typical current-voltage characteristic. If the current flowing through the load is less than the adjusted current limit, the unit operates on the almost horizontal branch of the characteristic, i.e. in the constant-voltage mode. If the load is increased until the current reaches the adjusted current limit value at the set voltage, the operating point shifts to the almost vertical branch of the characteristic, i.e. the constant-current range. When the load is reduced again, the process is reversed accordingly. The effective mode of operation is indicated by the LEDs at the bottom corners of the panel meters.



Typical current/voltage characteristic

3.5 Overvoltage Protection

The units of the NGB series are provided with switch-selectable overvoltage protection. The lockable switch for overvoltage protection and the potentiometer with slotted screw for setting the response threshold (minimum of 4.5 V) are located on the front panel and labelled OVP (overvoltage protection). Should a defect or operating error cause the terminal voltage to rise above the adjusted threshold, the terminals are short-circuited via a thyristor. To adjust or change the response threshold, proceed as follows:

- Turn the OVP potentiometer fully clockwise with a screwdriver.
- Adjust the output voltage so that it corresponds to the required response threshold.
- Slowly turn the OVP potentiometer to the left until the output voltage breaks down (red LED "current regulation" lights up).
- Reduce the output voltage by a few per cent. Switch the standby switch off and on again. The overvoltage protection should not respond.
- Increase the output voltage again and check the adjusted response threshold.
- Reduce the voltage, briefly switch the standby switch off and on again, and adjust the output voltage to the required value.

A current of over 100 mA should be set, so that after firing the holding current of the thyristor is not fallen short of as this would lead to periodic switching. The threshold of the overvoltage protection should be at least about 0.5 V above the required, set output voltage of the unit, to preclude any danger of unwanted response. The threshold is factory-adjusted to the nominal voltage, i.e. the maximum output voltage.

To reset the overvoltage protection, the standby switch must be briefly switched to off and the cause of the response removed.

Once the overvoltage protection has responded, the thyristor warms up at a speed dependent on the adjusted current limit value. On reaching its switching temperature of about 85°C, a thermoswitch coupled to the thyristor disconnects the secondary circuit of the power transformer, thus switching off the output current. The ventilator, however, continues to run and once the thermoswitch has cooled down below the switch-on temperature, it automatically switches on the unit again.

3.6 Series and Parallel Connection

Series connection is possible provided the correct polarity is observed. The output sockets are isolated against chassis or earth (1000 V). The respective VDE regulations must be observed.

For parallel connection it is best to use only units of the same type. If different types are connected, it is essential to ensure that the unit with the highest nominal voltage is never adjusted to an output voltage higher than the nominal voltage of one of the other units (may damage the electrolytic capacitors).

With parallel connection, the voltage and current settings are best made according to the following example:

It is assumed that at a voltage of 30 V, a current of 15 A is required and two NGB 32 units are available. Unit 1 is set to a slightly higher voltage, say, 32 V, and to full current (10 A). Unit 2, however, is set to exactly 30 V. When the load is connected, unit 1 operates in the constant-current mode and unit 2 takes over voltage control.

If an overvoltage-protection facility should respond in parallel operation, the thyristor concerned is loaded with the sum of the adjusted current limit values of all units. Since the maximum loading capacity is about 25 A at the cutoff temperature of the thermoswitch (see 3.5), a maximum of two NGB 32 or four NGB 70 units may be parallel-connected, when the overvoltage protection is switched on.

3.7 Operation with Remote Sensing Facility

The shorting plugs between the output terminals and the terminals marked SENSING must be removed to compensate for the voltage drop on the lines from the unit to the load. The SENSING sockets are connected direct to the load via a two-wire line. Take great care to ensure that the polarity is correct. For more details, see 4.3.

3.8 Operation with Increased Surge Current

The CURRENT REGULATION switch is located on the front panel of the unit. In the normal position of the toggle switch labelled with the symbol ⌐‾ current regulation sets in immediately when the adjusted current limit is exceeded. If the toggle switch is set to ⌐∿ , current regulation starts after a delay time of about 0.4 sec. During this time, higher current may be

drawn caused, for instance, by loads with a low starting impedance such as voltage transformers and incandescent lamps.

3.9 Ventilation

The heat sinks of the power transistors are automatically cooled by a ventilator. This extremely quiet ventilator operates with two speeds. Automatic switchover from slow to fast is effected by a thermoswitch depending on the power dissipation of the regulating unit. When the maximum permissible operating temperature of the power transistors is exceeded, a second thermoswitch disconnects the input of the regulating unit, so that the output of the set is without current. Thus, the power transistors are protected from destruction on failure of the ventilator, with insufficient supply of cooling air or in the event of an excessively high ambient temperature.

4. Description

The forward characteristics of the power transistors (regulating unit) connected in series with the load are controlled such that either the output voltage or the output current is regulated, depending on the load connected to the unit. Both the effects of AC-supply voltage variations and of load variations are compensated for. The transition from voltage to current regulation and vice versa is automatic.

4.1 Principle of Voltage Regulation

Voltage regulation involves a comparison of the actual value (output voltage of the unit) with the nominal value (reference voltage source) in a bridge circuit consisting of reference-voltage source, programming resistor, setting potentiometer and output (see Fig. 1). The bridge is balanced when the reference voltage is in the same relation to the programming resistor as the output voltage to the potentiometer setting. The reference voltage and programming resistor have fixed values, which means that the output voltage must be strictly proportional to the value adjusted with the setting potentiometer. With bridge unbalance, the voltage of the diagonal bridge arm is boosted in an operational amplifier, controlling the regulating unit such that bridge balance is restored by variation of the output voltage. The buffer amplifier with unity gain connected in the bridge circuit is necessary to ensure that the output terminals are not loaded by the voltage-regulating circuit in the current-regulation mode. This considerably improves the source impedance in this type of operation.

4.2 Principle of Current Regulation

The principle of current regulation (Fig. 2) differs from that of voltage regulation only in that the actual value is the voltage drop due to the load current in the current measuring resistor instead of the output voltage. Here, too, the bridge is balanced via the operational amplifier and the regulating unit, providing zero voltage at the inputs of the operational amplifier. In this way, the voltage drop at the current measuring resistor and hence the output current by which it is caused assumes a value which is directly proportional to the value adjusted at the setting potentiometer.

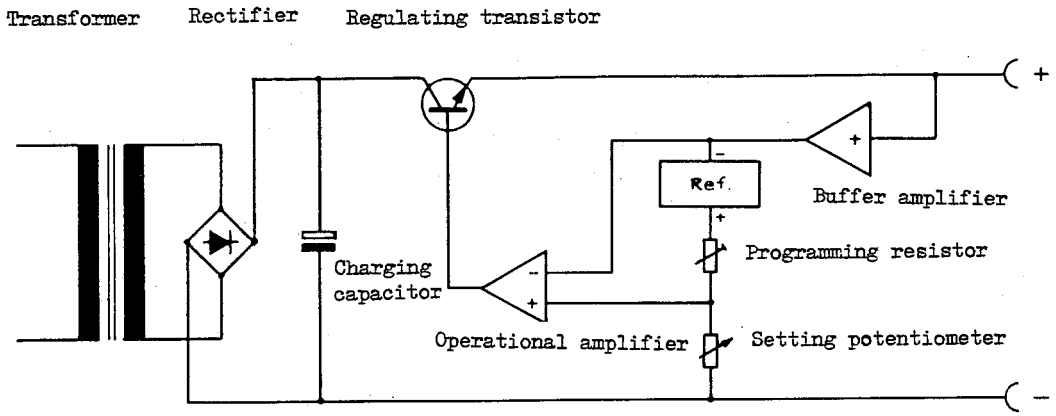


Fig. 1 Basic circuit diagram for voltage regulation

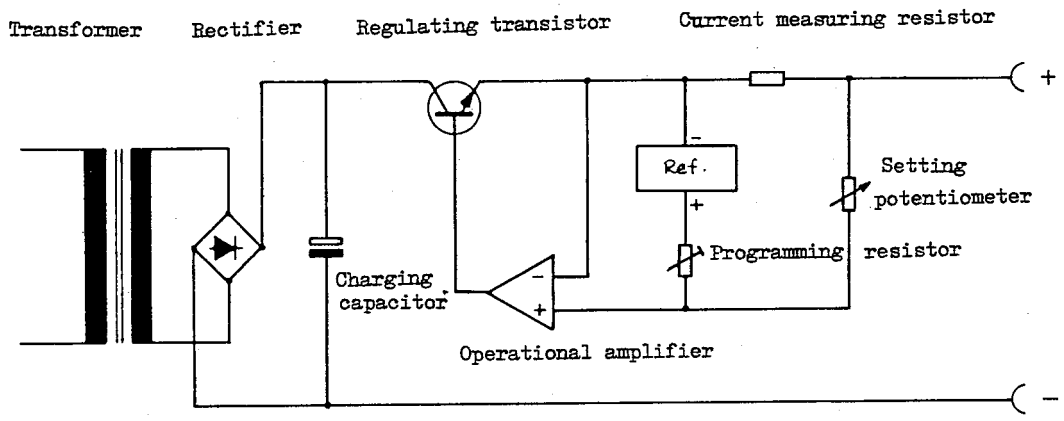


Fig. 2 Basic circuit diagram for current regulation

4.3 Principle of Remote Sensing

If an unwanted voltage drop occurs due to the resistance of the lines between the power-supply unit and the load, this can be compensated for by means of the remote-sensing facility.

In this case, the actual voltage is measured direct at the load by means of two sensing lines. In this way, not the terminal voltage of the power-supply unit but the voltage at the load is regulated.

The basic circuitry is shown in Fig. 3.

Remove the shorting plugs between the output and the SENSING sockets.

Connect the SENSING sockets to the load via a two-wire line of any cross section. Ensure that the polarity is correct when connecting the test leads. The voltage present at the load is indicated on the voltmeter.

The AC-supply lines and the sensing lines should not be laid together. Inductive coupling may cause an increased interference voltage. Special magnetically shielded and twisted line should be used in critical cases. Confusing the poles at the sensing lines gives rise to uncontrolled increase of the output voltage. This may reach a multiple of the adjusted voltage and damage or destroy the load. On interruption of the sensing line, the output voltage may rise by a maximum of 200 mV. The remote-sensing facility permits voltage drops up to about 1.5 V to be compensated for.

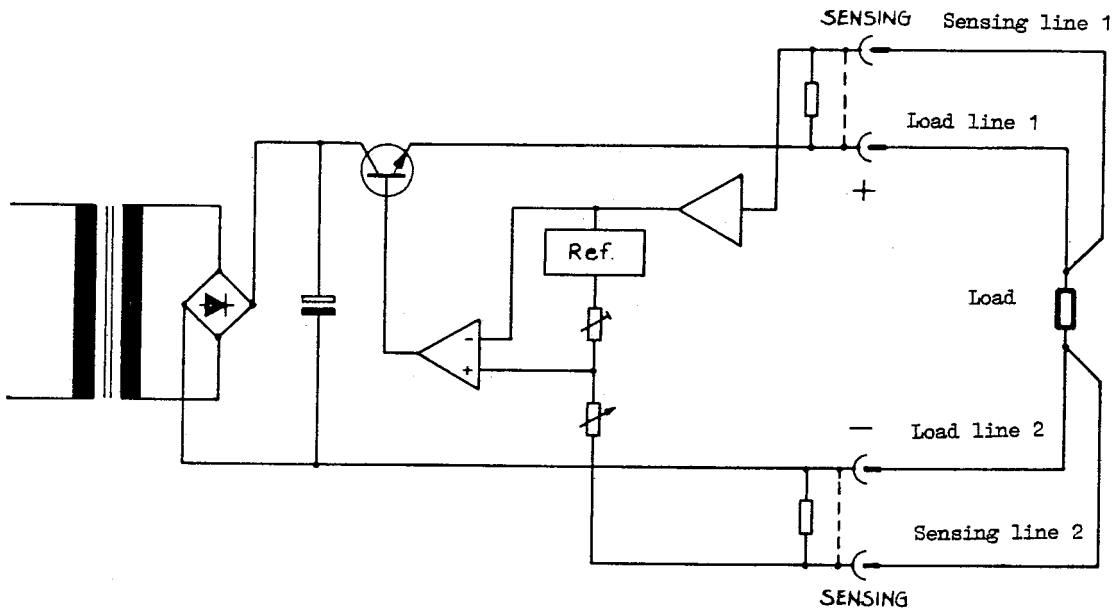


Fig. 3 Basic circuit diagram for remote sensing

4.4 Automatic Range Selection

The automatic range-selection facility is controlled by the output voltage. It connects the rectifier to a tap on the secondary side of the power transformer corresponding to the adjusted amplitude of the output voltage.

This reduces the power dissipation in the regulating transistors and ensures higher efficiency of the unit (see Fig. 4). The automatic range-selection facility contains two comparators with different response thresholds for the output voltage.

If the output voltage exceeds the given threshold value, switchover to the next highest number of turns on the secondary side of the power transformer takes place.

The voltage fed to the comparator is proportional to the AC-supply voltage so that the response threshold changes with AC-supply voltage variations. This leads to a further reduction in the power loss of the regulating unit.

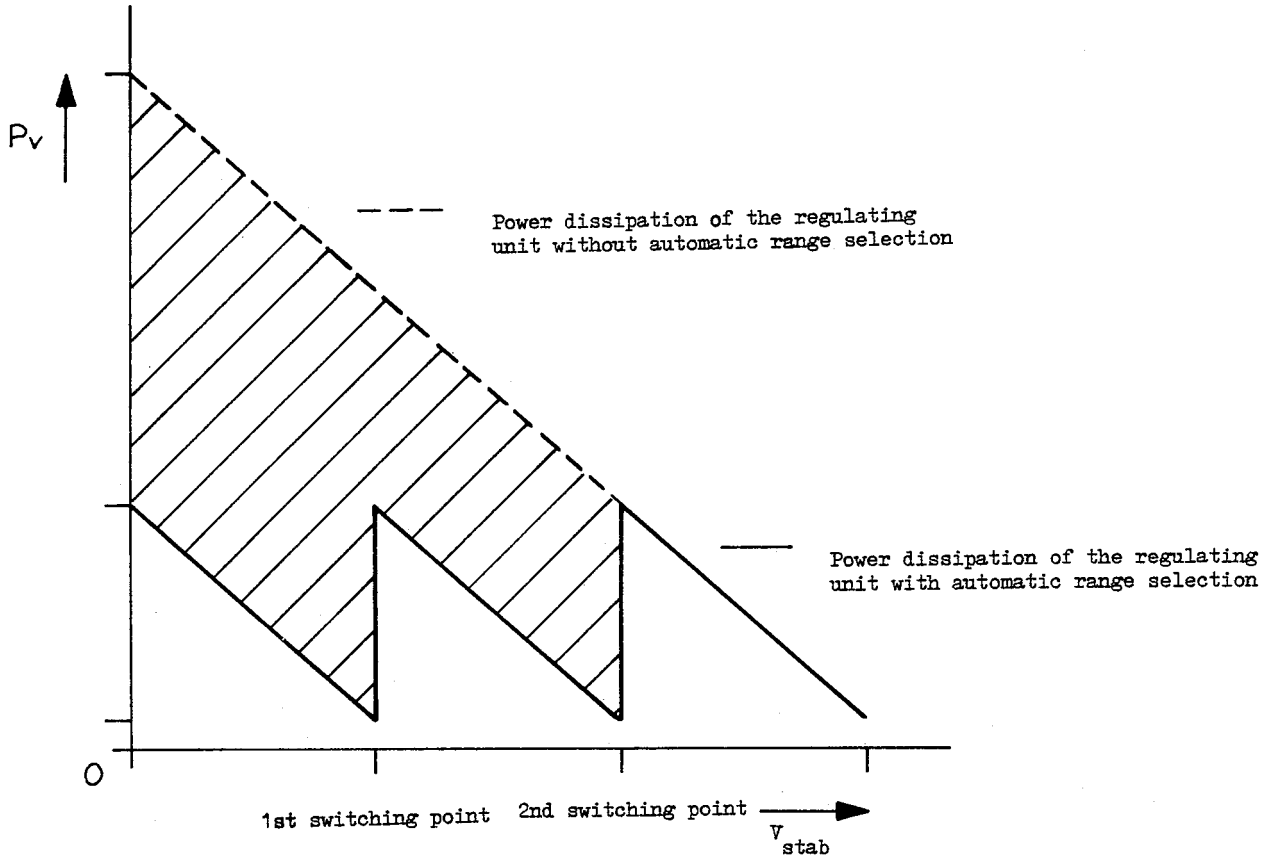


Fig. 4 Power dissipation of the regulating unit with and without automatic range selection at nominal output current

4.5 Circuit Description

(see overall circuit diagram)

The AC voltage delivered from the secondary winding of power transformer Tr101 is rectified by diodes D201 and D202 and smoothed by electrolytic capacitor C105. Capacitors C201 and C202 suppress any interference pulses that may occur. Resistor R211 ensures that C105 discharges when the unit is switched off. The filtered DC voltage is applied to regulating transistors T203 and T204, the current gain of which is increased by means of transistors T201 and T202. Diode D203 protects the regulating transistors against reverse current. Resistors R207 and R208 are current-measuring resistors. Diode D205 protects the output of the unit against the effects of polarity confusion if other voltage sources are connected to the unit (e.g. for parallel operation).

The operational amplifiers and reference-voltage sources are fed from two other secondary windings of the power transformer. These voltages are rectified and filtered by means of G1 1, C5 and C6. Stabilized voltages of 2 x 15 V are available at the outputs of the subsequent voltage regulators T1 and T2. The common centre point of these voltages is connected to the balancing point between the emitters of the regulating transistors T203 and T204. The reference voltage for the current-regulating circuit is derived from the +15-V source by restabilization in B1, and that for the voltage-regulating circuit in B2. C11 and C13 are used for noise suppression in the reference voltage. The output voltages of AGC amplifiers B3 (for voltage regulation) and B5 (for current regulation) are combined via R18 and R19 and applied to the regulating unit via T3. In addition, they control the light-emitting diodes D101 and D102 (indication of voltage- or current-regulating mode) via switching transistors T5 and T6. Operational amplifier B4 is the buffer amplifier mentioned in section 4.1.

Transistor T12 constitutes a circuit load. The constant current flowing through it prevents output capacitors C106 and C107 from being charged up by the residual current of regulating transistors T203 and T204 with an unloaded output. The R6/C12 network delays the +15-V supply voltage to the operational amplifier B3 to avoid overvoltages when the unit is switched on.

In the operational amplifiers capacitors C24, C22 and C23 suppress RF signals that may be picked up via the output terminals.

Automatic switchover of the speed of the ventilator motor Mo201 is actuated by thermoswitch S201. Thermoswitch S202 switches off the input voltage of the regulating unit if the maximum operating temperature of the power transistors is exceeded.

4.6 Overvoltage Protection

(see overall circuit diagram)

Should an excessively high voltage occur at the output terminals of the unit, thyristor Thy1 is fired, thereby short-circuiting the output. The unit then switches over to current regulation and the residual voltage at the terminals drops to a value of about 1 V. If the unit is not switched off, the dissipated power of the thyristor heats the thermoswitch S1. Once its switching temperature of 80°C is exceeded, the thermoswitch interrupts the secondary circuit of the transformer via relay RS103.

The threshold detector of the overvoltage-protection circuit T13 to T15 delivers the firing pulse to thyristor Thy 1.

To reset the overvoltage protection, the power supply must be switched off and the cause of the overvoltage eliminated; the unit can then be switched on again.

Since the overvoltage-protection circuit should not load the output of the unit in normal operation (see section 4.1), the current-drawing input is connected to the output of buffer amplifier B4. Should B4 be defective, diode D19 becomes conductive and the overvoltage protection remains in action. The adjusted response threshold is, however, raised by about 0.7 V.

Capacitors C32 to C34 provide protection against unwanted fast response at pulse spikes.

5. Maintenance and Calibration

The power supplies of this type series do not normally require special maintenance. The panel meters and LEDs on the front panel indicate the state of operation. Transistors and integrated circuits can be replaced without recalibration. When, however, the reference-voltage sources B1 and B2 are replaced, the maximum output voltage or maximum output current require re-adjustment.

Before calibration, check the meter zero point when the unit is switched off and adjust, if necessary. Then proceed as described below.

Caution: Pull out the power plug before opening the chassis. Remove top cover plate. Connect the unit to the AC supply, switch it on and allow for a warmup period of about 20 minutes without a load connected. The trimming potentiometers are located on the regulator board.

5.1 Calibrating the Output Voltage and Voltage Indication

a) Set the VOLTAGE LIMIT potentiometer to 0. Adjust the output voltage to < 10 mV with R33 (BO) and R22 (UO).

b) Set the VOLTAGE LIMIT potentiometer such that after exactly 10 turns the knob marking is at the zero point of the scale.

c) Connect a digital voltmeter or differential voltmeter and adjust the nominal output voltage (35 or 70 V) with trimming potentiometer R36 (UP).

d) Adjust for full-scale deflection on the meter with trimming potentiometer R39 (UM).

5.2 Calibrating the Output Current and Current Indication

a) Set the CURRENT LIMIT potentiometer to 0. Short the output via an ammeter and adjust the output current to < 20 mA with R24 (IO).

b) Adjust the CURRENT LIMIT potentiometer such that after exactly ten turns the knob marking is at the zero point of the scale.

c) Short the output via an ammeter and after a few minutes, adjust the nominal output current (10 or 5A) with trimming potentiometer R37 (IP).

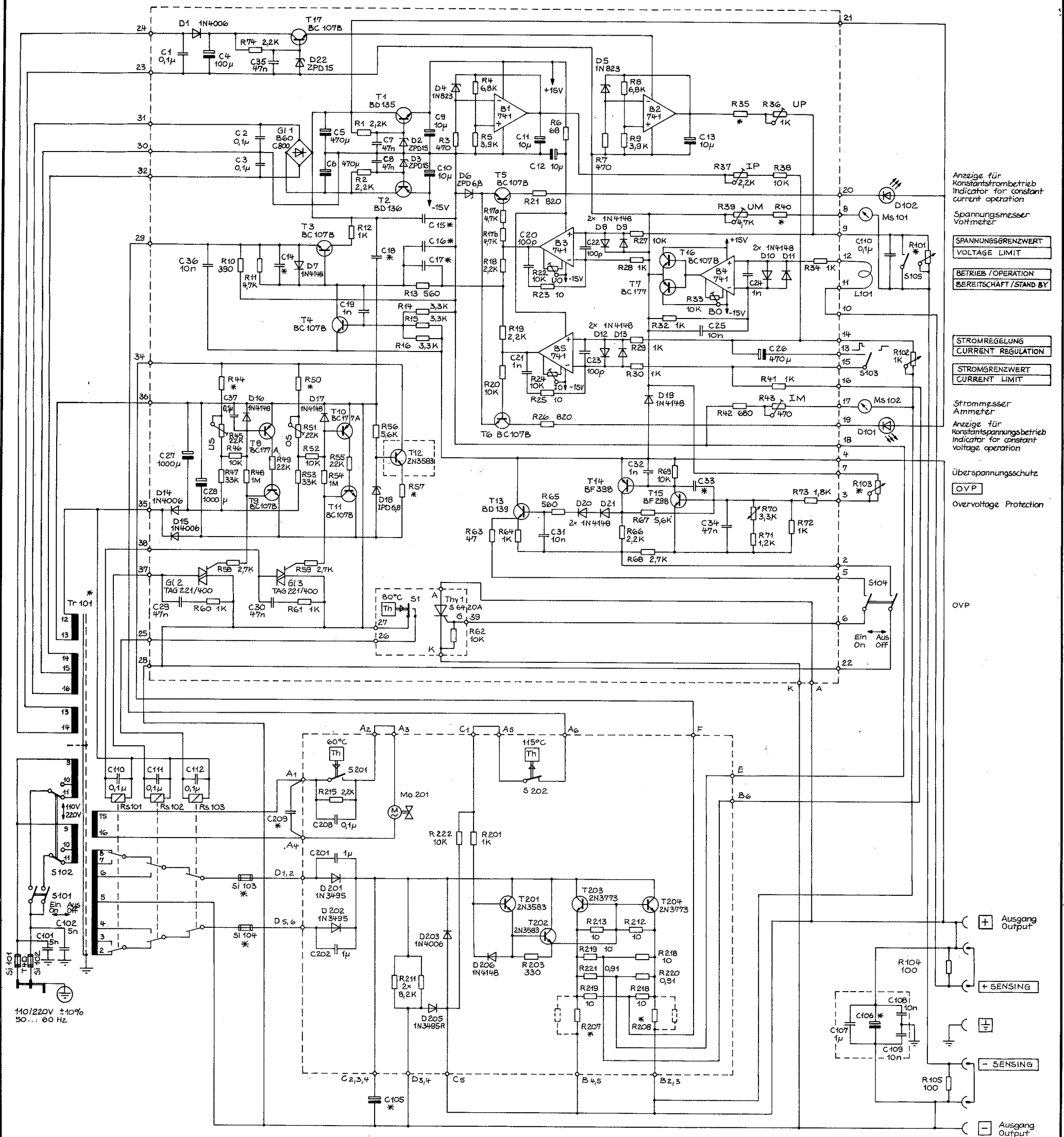
d) Adjust for full-scale deflection on the meter with trimming potentiometer R43 (IM).

5.3 Calibrating the Automatic Range Selection

The first switching point is adjusted with R45 (US) and the second with R51 (OS).

The switching points are adjusted at an AC-supply voltage of exactly 220 V (or 110 V) and with increasing output voltage. The following table specifies the output voltages at which the relays operating at the particular switching points should both audibly and visibly drop out:

Switching point	1	2
NGB 32	16 V	27 V
NGB 70	36 V	61 V



*	C 106	R 101	R 103	Si 103 Si 104	R 35	R 40	R 44	R 50	R 57	R 207	R 208	C 105	Tr 101
NGB 32	1000µ	20K	50K	T 8 D	5,1 K	33 K	5,6K	12 K	82	5x 0,91	5x 0,91	13,2m	451.069
NGB 70	470µ	50K	100K	T 4 D	6,8K	68K	22 K	47 K	150	2x 0,91 1x 1,8	2x 0,91 1x 1,8	3,3m	451.068

*	C 14	C 15	C 16	C 17	C 18	C 33	C 209
NGB 32	/	/	/	/	/	/	/
NGB 70	/	/	/	/	/	/	/

STROMLAUF NGB

Circuit diagram of NGB