

# 19-PSU-B-2.150: Doppeltes regelbares bipolares Präzisionsnetzteil 2x $\pm 150$ V / 300 mA

Version 1.00



## Bedienungsanleitung

Dokument-Version A, erstellt am 20.05.2008

## Inhalt

Beschreibung.....	3
Abb. 1. Anschlüsse und Bedienungselemente an der Frontplatte des Netzteils. ....	4
Technische Daten.....	5
Charakteristik.....	5
Eingang.....	5
Ausgang.....	5
Leistungsnetztransformatoren.....	6
Stromversorgung.....	6
Strommessung.....	6
Kühlung.....	6
Allgemein.....	6
Lieferungsumfang.....	7
Inbetriebnahme und Betrieb.....	8
Innenaufbau des Gerätes.....	11
Abb. 2. Blick von oben in das geöffnete Gehäuse. ....	11
Abb. 3. Anschlüsse auf der Leiterplatte des Hochspannungsnetzteils. ....	12
Abb. 4. Anschlüsse und Einstellungselemente auf der Leiterplatte der Lüftersteuerung. ....	13
Abb. 5. Anschlüsse und Einstellungselemente auf der Leiterplatte des Niederspannungsnetzteils. ....	14
Wartung und Abstimmung.....	15
Einstellung des Niederspannungsnetzteils.....	16
Tab. 1. Pinbelegung des Steckers des Niederspannungsnetzteils. ....	16
Einstellung der Lüftersteuerung.....	17
Skala der Präzisionspotentiometer.....	18
Ausfall der Lüfter.....	19
Typische Charakteristiken.....	20

## Beschreibung

Das Gerät verfügt über zwei baugleiche vollkommen unabhängige fernsteuerbare bipolare Präzisionsnetzteile. Die Netzteile sind linear geregelt und besitzen Ringkerntransformatoren, welche ein niedriges Streumagnetfeld garantieren. Jedes der Netzteile erzeugt zwei symmetrische Ausgangsspannungen, welche kontinuierlich von Null bis zum Nennwert regelbar sind. Die Symmetrie der Spannungen ist besser als 0,1%, die Restwelligkeit und das Rauschen der Ausgangsspannungen liegen im ppm-Bereich.

Die beiden Netzteile haben unabhängige Bezugspotentiale, die Ausgänge sind von der Gerätemasse (d. h. vom Schutzleiter) galvanisch getrennt und können somit an frei wählbare Potentiale angeschlossen werden. Die Netzteile sind mit einer Überspannung-, Überstrom- und Übertemperatursicherung ausgestattet.

Beide Netzteile sind in ein 19"-Gehäuse eingebaut. Dieses ist mit einem passiven Kühlkörper an der Rückwand ausgestattet, welcher mit zwei 60 mm-Lüftern zusätzlich zwangsgekühlt wird. Die Regelung der Lüfter erfolgt temperaturabhängig, wodurch ein möglichst leiser Betrieb gewährleistet wird. Die Temperaturüberwachung erzwingt das Abschalten beider Netzteile, wenn die Kühlkörpertemperatur die voreingestellte Schwelle überschreitet. Dieser Zustand wird durch grünes Blinken der Leuchtdiode an der Frontplatte signalisiert. Ein etwaiger Ausfall der Lüfter wird durch rotes Blinken der Leuchtdiode angezeigt.

Jedes der Netzteile kann entweder manuell durch ein Präzisionspotentiometer mit 10 Gängen oder extern durch eine Gleichspannung von 0-10 V gesteuert werden. Die Steuerspannungen werden an zwei BNC-Buchsen angelegt, diese sind galvanisch mit der Gerätemasse, d. h. mit dem Schutzleiter verbunden. Die Umschaltung zwischen der manuellen und externen Steuerung erfolgt für jedes Netzteil unabhängig durch einen Kippschalter.

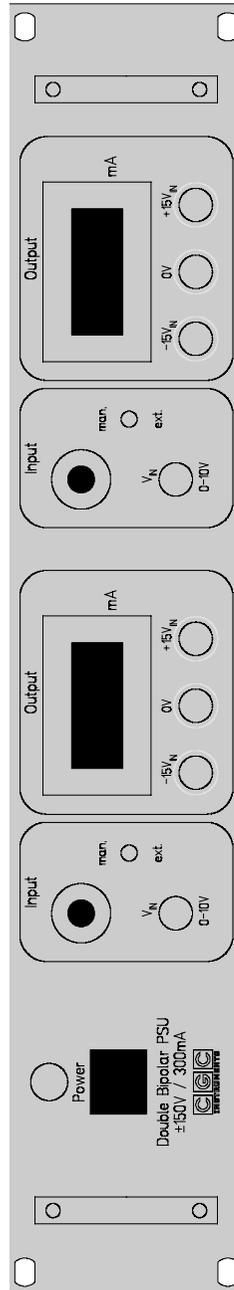


Abb. 1. Anschlüsse und Bedienelemente an der Frontplatte des Netzteils.

## Technische Daten

### Charakteristik

- zwei präzise linear geregelte bipolare Netzteile
- manuelle oder externe Steuerung der Ausgangsspannung
- niedriges Rauschen und geringe Ausgangswelligkeit
- garantiert symmetrische Ausgangsspannungen
- kurzschlussfest, Überspannung- und Übertemperaturschutz
- 19"-Gehäuse

### Eingang

- Anschlüsse: zwei 50  $\Omega$ -BNC-Buchsen ( $V_{IN}$ )
- Eingangsspannung: 0..+10 V (max.  $\pm 200 V^{\dagger}$ )
- Eingangsimpedanz: 47 k $\Omega$
- manuelle Steuerung: zwei Präzisionspotentiometer mit 10 Gängen
- Genauigkeit der Verstärkung: < 0,7% (0,3% typ.)
- Temperaturkoeffizient der Verstärkung:  
< 100 ppm/K (25 ppm/K typ.)
- Offsetspannung: < 50 mV (20 mV typ.)

### Ausgang

- Anschlüsse: drei 50  $\Omega$ -SHV-Buchsen pro Netzteil
- Spannungen:  
kontinuierlich einstellbar im Bereich von 0 bis  $\pm 150 V$   
(die negative Ausgangsspannung gleicht der positiven)
- Überspannungsschutz: 150 V Transil-Dioden
- Spannungsfestigkeit gegen Gehäusemasse: min. 5 kV $^{\ddagger}$
- zulässige Spannung an dem positiven Ausgang gegen Gehäusemasse: max. 1,5 kV~, bzw.  $\pm 2,1 kV^{\ddagger}$
- Strom: max.  $\pm 300 mA$ , begrenzt durch elektronische Sicherung
- minimale Last: 0 mA
- Asymmetrie der Ausgangsspannungen: < 0,1 %, bzw. 1 mV  
(es gilt jeweils der größere Wert)
- Restwelligkeit und Rauschen:  
< 150  $\mu V_{eff}$ , < 1,5 mV $_{pp}$  (0,1 Hz..500 kHz)
- Netzausregelung:  
< 5 ppm bei 10%iger Änderung der Netzspannung

<sup>†</sup> Herstellerangabe des Isolationsverstärkers, wird nicht getestet.

<sup>‡</sup> Gemessen ohne den Isolationsverstärker.

- Lastausregelung: < 100 ppm bei 100%iger Laständerung
- Transiente Lastausregelung: 50µs bei 50%iger Laständerung
- Einschalt- und Regelverhalten: Zeitkonstante von 1,5 s

## Leistungsnetztransformatoren

- Ausführung: Ringkerntransformator
- elektrostatische Abschirmung zwischen der Primär- und Sekundärseite
- geringes Streufeld durch magnetische Abschirmung

## Stromversorgung

- Nennspannung: 230 V oder 115 V ±10%  
(umschaltbar durch einen Spannungswahlschalter)
- Nennfrequenz: 50/60 Hz
- Netzanschluss: Kaltgerätestecker mit integriertem Sicherungshalter
- Leistungsaufnahme: 250 VA mit Volllast, 10 VA ohne Last
- Sicherung: T 2,5 A bei 230 V, T 5,0 A bei 115 V

## Strommessung

- 3stellige digitale Anzeige, Ziffernhöhe: 13 mm
- Messhäufigkeit: 2-3 Messungen/s
- Genauigkeit: ±1,5%, Auflösung: 1 mA
- Messbereich: max. ±500mA

## Kühlung

- passive Kühlung: Strangkühlkörper an der Rückwand
- aktive Kühlung: zwei Lüfter (60 x 60 x 25,4 mm<sup>3</sup>, max. 6000 U/min)
- Lüftersteuerung:  
proportionaler Regler, Regelverhalten: 150 U/min/°C  
Regelschwelle: 20-40°C, voreingestellter Wert: ca. 30°C
- Drehzahl bei niedrigen Temperaturen (<30°C): ca. 900 U/min
- Temperaturüberwachung:  
Abschaltschwelle 40-70°C, voreingestellter Wert: ca. 50°C  
Hysterese: ca. 5°C

## Allgemein

- Farbe:  
Frontplatte: naturfarbig eloxiert, Seitenteile, Rückplatte, Deck- und Bodenblech: farblos chromatiert,  
Beschriftung: Gravur schwarz eingefärbt

- Abmessungen:  
2 HE 19"-Einbaugeschäfte zur Montage in einen 19"-Schrank  
(Höhe: 88 mm, Breite: 483 mm),  
Einbautiefe mit Kühlkörper inkl. Lüfter: 359 mm,  
Gesamttiefe: 399 mm
- Gewicht: 8,7 kg

## Lieferungsumfang

- Regelbares Netzteil 2x  $\pm 150$  V
- Netzkabel  
(Kaltgeräte-Anschlusskabel, Länge 1,8 m, Farbe: schwarz)
- Montagematerial zur Befestigung in einen 19"-Schrank  
(4 Stk. M6 Schrauben mit Unterlegscheiben und Käfigmuttern)
- Ersatzsicherung 5x20 mm, T 2,5 A, bzw. T 5,0 A  
(eingebaut im Sicherungshalter)
- Bedienungsanleitung

## Inbetriebnahme und Betrieb

Vor der Inbetriebnahme muss das Gerät visuell auf eventuelle Transportschäden kontrolliert werden.

! **Vorsicht:** Bei Feststellung jeglicher Mängel muss das Gerät sofort eingeschickt werden. Auf keinen Fall weiter in Betrieb nehmen!

Die Netzleitung wird an den Kaltgeräte-Netzstecker an der Rückwand angeschlossen. Vor dem Einschalten muss ggf. der Nennwert der Netzspannung eingestellt und eine entsprechende Gerätesicherung eingebaut werden. Der Sicherungshalter ist in dem Kaltgerätestecker an der Rückplatte integriert. Der Nennwert der Netzspannung kann mit dem Spannungswahlschalter zwischen 230 V und 115 V umgeschaltet werden.

Beim Einbau des Gerätes ist auf eine gute Kühlung zu achten. Weder der an der Rückplatte angebrachte Kühlkörper noch die Boden- und Deckbleche dürfen nicht abgedeckt werden.

Um die Restwelligkeit und das Ausgangsrauschen zu minimieren, muss darauf geachtet werden, dass das Gerät nicht starken externen magnetischen Streufeldern (nicht magnetisch abgeschirmte Transformatoren, Schaltnetzteile, usw.) ausgesetzt wird.

! **Vorsicht:** Sowohl die Inbetriebnahme als auch die weitere Bedienung des Gerätes darf nur von geschultem Personal durchgeführt werden.

- Eine falsche Bedienung oder Einstellung kann zur Zerstörung des Gerätes führen.
- Das Gerät produziert hohe Spannungen. Die Manipulation mit den Anschlüssen oder mit dem Gerät bei geöffnetem Gehäuse ist lebensgefährlich.

Nach dem Einschalten des Gerätes leuchtet die Leuchtdiode an der Frontplatte grün auf. Dies zeigt die Anwesenheit der Netzspannung an. Blinkt die Leuchtdiode grün, ist der Kühlkörper zu heiß geworden, die Temperatursicherung wurde aktiviert und die Ausgangsspannung abgeschaltet. Um den normalen Betriebszustand wiederherzustellen, muss der Kühlkörper wieder abkühlen. Dazu soll das Gerät eingeschaltet bleiben, die Lüfter am Kühlkörper sorgen für die erforderliche Zwangskühlung. Wird die zulässige Betriebstemperatur wieder erreicht, leuchtet die Leuchtdiode erneut dauerhaft grün und die Ausgangsspannung wird eingeschaltet. Das Aktivieren der Temperatursicherung deutet darauf hin, dass das Netzteil überlastet wurde oder

dass die Kühlung nicht ausreichend war. Ein weiterer Grund kann eine zu niedrig eingestellte Abschaltsschwelle der Temperatursicherung sein (siehe Abschnitt "Einstellung der Lüftersteuerung" auf Seite 17).

Blinkt die Leuchtdiode an der Frontplatte rot, funktioniert einer der Lüfter an dem Kühlkörper nicht. Ein weiterer Betrieb ist möglich, eine Überhitzung kann dabei aber deutlich früher als unter normalen Bedingungen eintreten. Um dies zu verhindern, soll der defekte Lüfter so schnell wie möglich repariert werden (siehe Abschnitt "Ausfall der Lüfter" auf Seite 19).

**!** **Vorsicht:** Funktioniert einer der Lüfter nicht, wird das Aktivieren der Temperatursicherung nicht angezeigt. Die Leuchtdiode blinkt rot unabhängig von der Kühlkörpertemperatur, die Funktion der Temperatursicherung wird dadurch jedoch nicht beeinträchtigt.

Kann das Gerät ohne eine Fehlanzeige eingeschaltet werden, können die Ausgangsspannungen mit den Potentiometern eingestellt werden. Dazu soll der jeweilige Kippschalter auf "man." umgeschaltet werden (siehe Abb. 1). Schließen Sie ein Voltmeter zwischen die Ausgangsbuchsen an und drehen Sie mit dem Potentiometer im Uhrzeigersinn, die Ausgangsspannung muss dabei steigen. Die Skala der Potentiometer entspricht der Steuerspannung in Volt, diese wird entsprechend der Verstärkung multipliziert. Die maximale Spannung muss dem Nennwert gleichen und sie muss bei der Einstellung des Potentiometers auf "10.00" erreicht werden (siehe auch Abschnitt "Skala der Präzisionspotentiometer" auf Seite 18). Die Ausgangsspannungen müssen während des Betriebs stets symmetrisch bleiben. Die Schaltung weist eine Zeitkonstante von etwa 1,5 Sekunden auf, dies muss bei der Einstellung berücksichtigt werden.

**!** **Vorsicht:** Weicht einer der Ausgangsspannungen von dem Sollwert ab, muss das Gerät sofort eingeschickt werden. Auf keinen Fall weiter in Betrieb nehmen!

Schalten Sie nun den Kippschalter auf "ext." um, die Ausgangsspannung muss wieder auf Null sinken. Schließen Sie eine Spannungsquelle mit einer Ausgangsspannung von 0–10 V an die BNC-Buchse  $V_{IN}$  an. Die Ausgangsspannung muss entsprechend der an die BNC-Buchse angelegten Spannung variiert werden können. Auch hier ist die Zeitkonstante von etwa 1,5 Sekunden zu berücksichtigen.

! **Vorsicht:** Legen Sie an die BNC-Buchse  $V_{IN}$  im eingeschalteten Zustand nur Spannungen bis zu 10 V an. Eine höhere Steuerspannung würde eine Ausgangsspannung implizieren, welche den Nennwert überschreiten würde. Dadurch könnte der Überspannungsschutz aktiviert und dauerhaft beschädigt werden. Ein defekter Überspannungsschutz weist in der Regel auf eine Fehlbedienung hin, was zum Verlust der Garantie führt.

## Innenaufbau des Gerätes

Das Gerät (siehe Abb. 2) besteht aus zwei unabhängigen bipolaren Hochspannungsnetzteilen der Baureihe OF-PSU-B (Abb. 3). Diese befinden sich hinten an der Rückwand. Sie sind mit einem Isolationsverstärker zur Steuerung der Ausgangsspannung und einem Modul zum Abschalten des Netzteils ausgestattet. Die Leistungstransistoren der Netzteile sind an die Rückplatte mit dem Kühlkörper montiert, die Netztransformatoren befinden sich vorne auf der Chassisplatte. Beide Netzteile wurden in das Gehäuse isoliert angebracht, so dass sie an hohe Potentiale gegen die Gehäusemasse gelegt werden können.

Die Steuerspannung zur Regelung der Ausgangsspannung wird an den Isolationsverstärker wahlweise von der Eingangsbuchse  $V_{IN}$  oder von dem Potentiometer angelegt. Jedes Potentiometer ist mit einem Spannungsfollower ausgestattet, um die Belastung des Potentiometers zu minimieren und demzufolge die Linearität der Regelung zu ge-

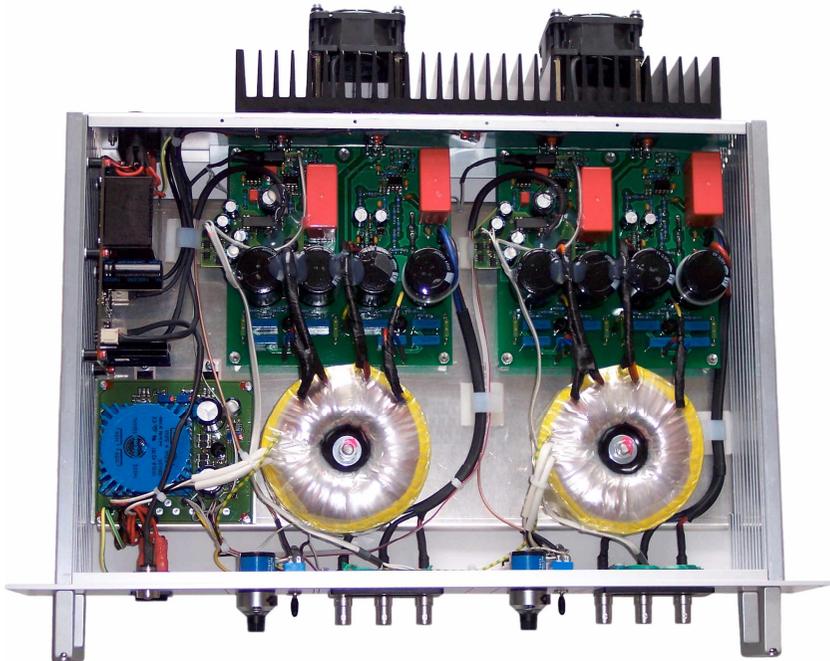


Abb. 2. Blick von oben in das geöffnete Gehäuse.  
Für Details siehe Text.

währleisten. Die Isolationsverstärker und die Spannungsfolger, sowie die Potentiometer werden aus einem Hilfsnetzteil versorgt, welches die Niederspannungen von  $\pm 15$  V, sowie die Referenzspannung von +10 V bereitstellt (siehe Abb. 5). Das Niederspannungsnetzteil befindet sich vorne links hinter dem Netzschalter und der Leuchtdiode.

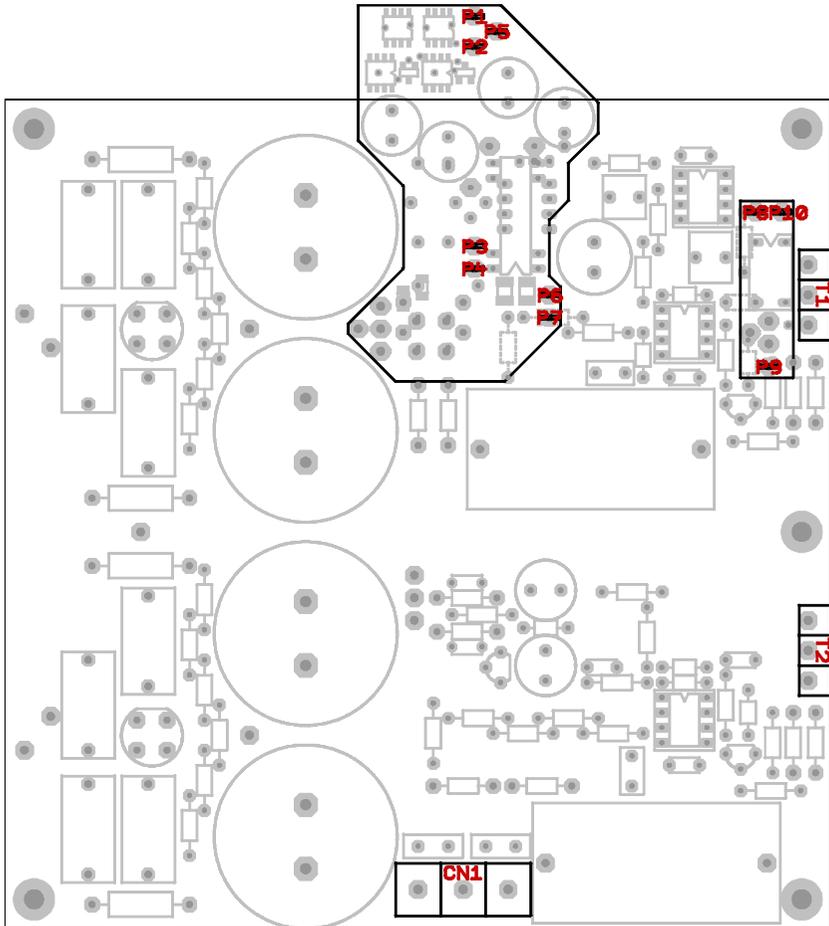


Abb. 3. Anschlüsse auf der Leiterplatte des Hochspannungsnetzteils.

CN1: Spannungsausgang, P1, P2, P5: Spannungsversorgung für das Anzeigeelement, P3, P4: Eingang der Steuerspannung, P6, P7: Spannungsversorgung des Isolationsverstärkers, P8, P10: Steuereingang zum Abschalten des Netzteils, P9: Ausgang des Stromsensors, T1, T2: Leistungstransistoren.

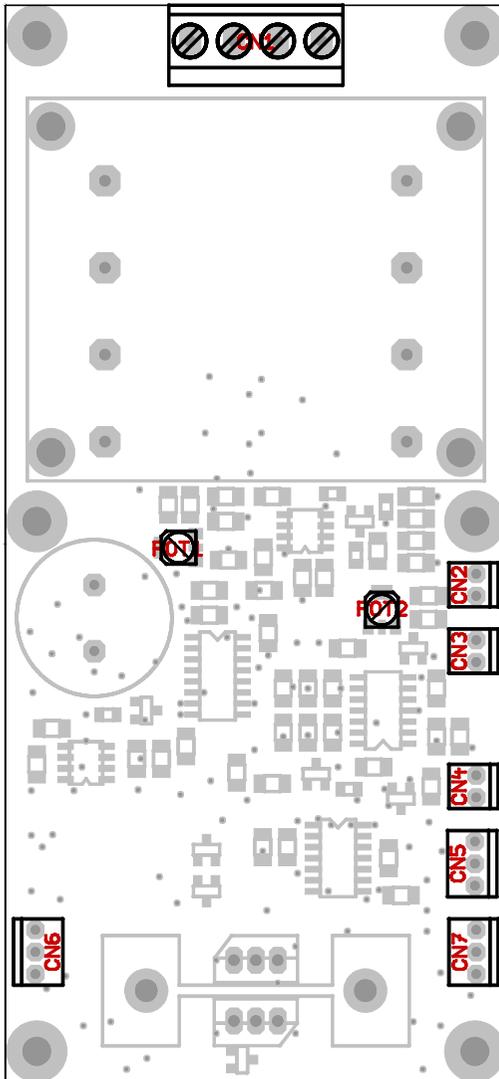


Abb. 4. Anschlüsse und Einstellungselemente auf der Leiterplatte der Lüftersteuerung.

POT1: Einstellung der Temperaturschwelle der Regelung, POT2: Einstellung der Abschaltchwelle der Temperatursicherung, CN1: Netzeingang, CN2: Temperatursensor, CN3: Ausgang der Temperatursicherung, CN4: Ausgang der Lüftersicherung, CN5: Leuchtdiode, CN6, CN7: Lüfter.

An der linken Seitenwand ist die Lüftersteuerung befestigt (siehe Abb. 4). Dieses Modul steuert und überwacht beide Lüfter, welche an dem Kühlkörper angebracht sind. Weiterhin steuert es die Leuchtdiode an der Frontplatte und sorgt für das Abschalten der Netzteile bei Übertemperatur. Der Temperatursensor der Lüftersteuerung befindet sich auf der Rückplatte etwa in der Mitte des Kühlkörpers.

Das Gerät enthält zwei Anzeigeelemente zur Strommessung. Sie werden direkt an die Hochspannungsnetzteile angeschlossen, diese stellen die dafür erforderliche Stromversorgung von  $\pm 5\text{ V}$  bereit und beinhalten den Stromsensor, dessen Ausgangsspannung die Instrumente anzeigen.

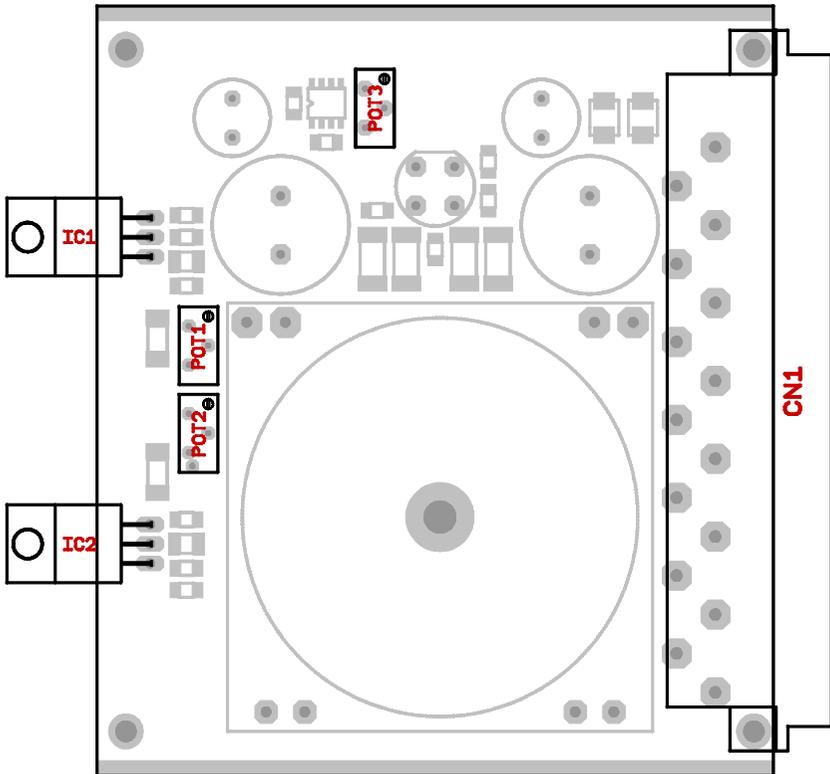


Abb. 5. Anschlüsse und Einstellungselemente auf der Leiterplatte des Niederspannungsnetzteils.

POT1: Einstellung der positiven Ausgangsspannung, POT2: Einstellung der negativen Ausgangsspannung, POT3: Einstellung der Referenzspannung, CN1: Netzeingang und Spannungsausgang, IC1, IC2: Spannungsregler.

## Wartung und Abstimmung

Das Gerät wurde werkseitig mit größter Sorgfalt eingestellt. Eine weitere Einstellung vom Kunden ist nicht erforderlich, sie sollte nur zu Wartungszwecken erfolgen.

! **Vorsicht:** Die Einstellung darf nur von geschultem Personal durchgeführt werden:

- Eine falsche Einstellung kann zur Zerstörung des Gerätes führen.
- Die Manipulation mit dem Gerät bei geöffnetem Gehäuse ist lebensgefährlich. An den Kondensatoren der Netzteile können noch einige Minuten nach dem Abschalten des Gerätes hohe Spannungen anliegen.

! Die Hochspannungsnetzteile und das Niederspannungsnetzteil verfügen am Ausgang über Transil-Schutzdioden, welche als ein Überspannungsschutz wirken. Bei der Inbetriebnahme der Netzteile muss die Schaltspannung der Schutzdioden berücksichtigt werden und **die Ausgangsspannung darf diese auf keinen Fall überschreiten**. Die Missachtung dieser Vorschrift kann zur Zerstörung der Transil-Schutzdioden und folglich des gesamten Gerätes führen.

Um Wartung an dem Gerät vornehmen zu können, muss das Gehäuse geöffnet werden. Schalten Sie dazu zuerst das Gerät aus und trennen Sie das Netzkabel vom Gerätestecker. Lösen Sie die vier Schrauben hinten oben am Deckblech und ziehen Sie es heraus. Nach dem Abschluss der Wartung schieben Sie das Deckblech wieder in das Gehäuse rein und Schrauben Sie es fest.

## Einstellung des Niederspannungsnetzteils

Mit Hilfe der drei Potentiometer mit 25 Gängen können die Ausgangsspannungen des Netzteils eingestellt werden (siehe Abb. 5):

1. Schließen Sie das Netzkabel an und schalten Sie das Gerät ein.
2. Schließen Sie ein Voltmeter mit einem Spannungsbereich von  $\pm 20$  V an den jeweiligen Anschluss an (siehe Tab. 1).
3. Stellen Sie mit Hilfe des jeweiligen Potentiometers die Ausgangsspannung ein. Die Einstellungen der Ausgangsspannungen  $+15$  V und  $-15$  V beeinflussen sich gegenseitig. Zur genauen Abstimmung müssen daher die Einstellungen beider Spannungen wiederholt abwechselnd korrigiert werden.

Tab. 1. Pinbelegung des Steckers des Niederspannungsnetzteils.

Pin	Anschluss
4	Gnd
6	+15 V
8	Gnd
10	+10 V Referenz
12	Gnd
14	-15 V
16	Gnd
18	Gnd
20	Gnd
22	Gnd
24	115 V~, Wicklung 1 – Anfang
26	115 V~, Wicklung 1 – Ende
28	115 V~, Wicklung 2 – Ende
30	115 V~, Wicklung 2 – Anfang
32	Gehäusemasse

Bemerkung: Die Pinnummerierung entspricht einem 15poligen Stecker nach DIN 41612, Bauform H.

## Einstellung der Lüftersteuerung

Die Lüftersteuerung besitzt zwei Potentiometer zur Einstellung der Temperaturschwellen (siehe Abb. 5). Mit dem Potentiometer POT1 kann die Schwelle der Lüfterregelung eingestellt werden:

1. Belasten Sie das Netzteil oder erhitzen Sie den Kühlkörper durch andere angemessene Mittel, so dass die erwünschte Temperatur für das Einsetzen der Lüfterregelung erreicht wird. Soll das Gerät von außen (beispielsweise durch ein Heißluftgebläse) erhitzt werden, muss unbedingt darauf geachtet werden, dass dabei die Lüfter und ihre Anschlüsse nicht beschädigt werden.
2. Ändern Sie die Einstellung vom Potentiometer POT1 so, dass die Drehzahl der Lüfter gerade über den Leerlauf erhöht wird. Dies kann am besten durch die Messung der Spannung an den Lüftern diagnostiziert werden, sie kann direkt an dem Stecker CN6 oder CN7 abgegriffen werden. Dabei muss der jeweilige Lüfter allerdings angeschlossen bleiben, denn die Regelschleife stabilisiert die Drehzahl des Lüfters und würde daher die Lüfterspannung verfälschen.

Mit dem Potentiometer POT2 kann die Abschaltschwelle der Temperatursicherung eingestellt werden:

1. Belasten Sie das Netzteil oder erhitzen Sie den Kühlkörper durch andere Mittel, so dass die erwünschte Temperatur für das Abschalten der Netzteile erreicht wird.
2. Ändern Sie die Einstellung vom Potentiometer POT2 so, dass die Netzteile gerade abgeschaltet werden. Dies wird durch grünes Blinken der Leuchtdiode an der Frontplatte angezeigt.
3. Lassen Sie das Gerät abkühlen, so dass die Netzteile wieder eingeschaltet werden, d.h. dass die Leuchtdiode wieder dauerhaft grün leuchtet.
4. Wiederholen Sie die Schritte 2.-4. mehrmals, bis die richtige Einstellung erreicht wurde.

Werkseitig wird die Abschaltschwelle auf etwa 50°C voreingestellt, ihre Änderung soll nur aus einem triftigen Grund erfolgen.

**!** Soll die Abschaltschwelle der Temperatursicherung erhöht werden, ist dabei unter anderem die Sicherheit der Bedienung zu beachten. Der Betrieb des Gerätes unter hohen Gehäusetemperaturen wirkt sich weiterhin negativ auf die Lebensdauer der Bauelemente aus.

## Skala der Präzisionspotentiometer

Die Potentiometer an der Frontplatte des Gerätes zur manuellen Einstellung der Ausgangsspannung sind Präzisionspotentiometer mit 10 Gängen. Ihre Drehknöpfe verfügen über eine Skala, die folgendermaßen eingestellt wurde:

Anzeige	Eingestellte Ausgangsspannung
0.00	0 V
1.00	15 V
2.00	30 V
3.00	45 V
4.00	60 V
5.00	75 V
6.00	90 V
7.00	105 V
8.00	120 V
9.00	135 V
10.00	150 V

Sollten die Spannungen von den o. g. Werten abweichen, ist es ratsam, die Referenzspannung sowie den Nullpunkt der Skala der Präzisionspotentiometer erneut einzustellen. Dabei können die Ausgangsspannungen der Potentiometer an den Mittelkontakten der Kipp-schalter abgegriffen werden.

## Ausfall der Lüfter

Die Lüftersteuerung regelt die Drehzahl der Lüfter und überwacht gleichzeitig ihre Funktion. Dazu wird das Tacho-Signal der Lüfter verwendet, das zwei Pulse pro Umdrehung des Lüfters produziert. Fällt einer der Lüfter aus, d. h. sind keine Pulse an dem Tacho-Signal vorhanden, blinkt die Leuchtdiode an der Frontplatte rot.

Beim Lüfterausfall wird empfohlen, zunächst den Lüfter selbst und dann die Anschlüsse an der Leiterplatte der Lüftersteuerung (CN6 und CN7 in Abb. 4) zu überprüfen. Es soll insbesondere kontrolliert werden, ob sich der betroffene Lüfter frei drehen kann und ob sich seine Anschlüsse nicht gelöst haben.

Um einen Fehler in der Lüftersteuerung auszuschließen, soll ein Ersatzlüfter anstelle des nicht funktionierenden angeschlossen werden. Der Lüfter muss auf 12V dimensioniert sein und einen Tacho-Ausgang besitzen. Gut geeignet sind die meisten Lüfter aus der PC-Technik, welche den passenden Stecker besitzen.

Stellt sich durch die o. g. Tests heraus, dass der Fehler durch einen defekten Lüfter verursacht wurde, muss dieser ausgewechselt werden. Dazu muss das Gerät teilweise demontiert werden, es wird daher empfohlen, das Gerät dazu einzuschicken. Entscheidet sich der Kunde dazu, den Austausch selbst durchzuführen, ist vor allem auf die richtige Wahl des Ersatzlüfters zu achten. Grundsätzlich sollen nur hochwertige kugelgelagerte Lüfter eingesetzt werden. Die Betriebsspannung muss 12 V betragen, der Stromverbrauch soll 0,3 A nicht überschreiten. Der Lüfter muss einen Tacho-Ausgang besitzen und zwei Pulse pro Umdrehung produzieren.

## Typische Charakteristiken

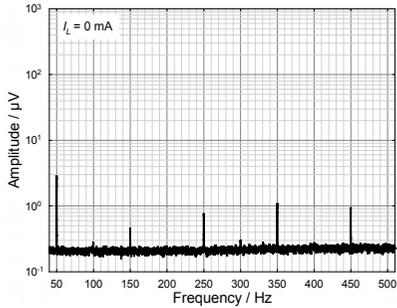


Abb. 6. Restwelligkeit der positiven Ausgangsspannung ohne Last.

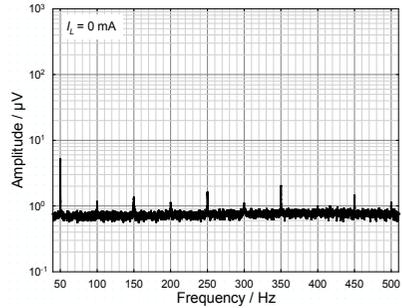


Abb. 7. Restwelligkeit der negativen Ausgangsspannung ohne Last.

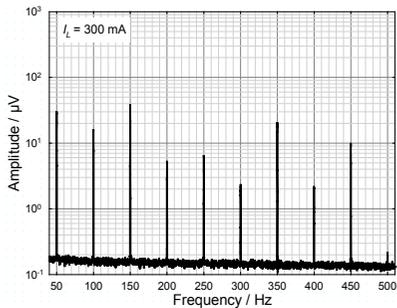


Abb. 8. Restwelligkeit der positiven Ausgangsspannung mit Vollast.

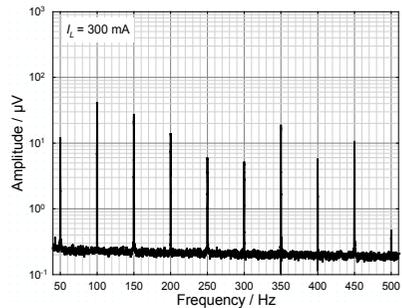


Abb. 9. Restwelligkeit der negativen Ausgangsspannung mit Vollast.

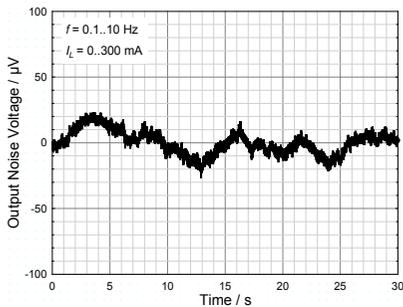


Abb. 10. Niederfrequenz-Rauschen und Drift der positiven Ausgangsspannung.

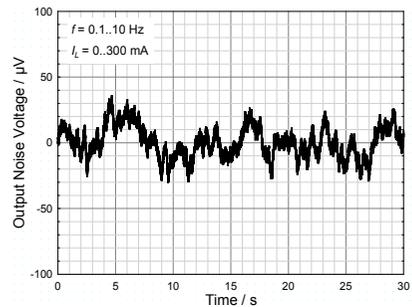


Abb. 11. Niederfrequenz-Rauschen und Drift der negativen Ausgangsspannung.

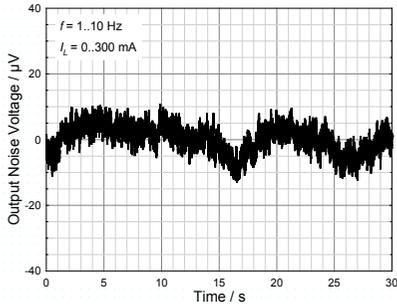


Abb. 12. Niederfrequenz-Rauschen der positiven Ausgangsspannung.

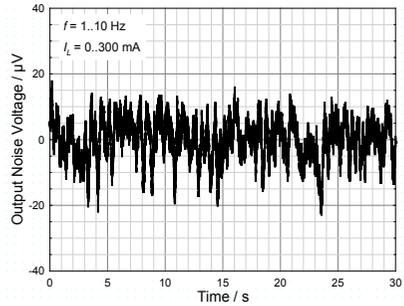


Abb. 13. Niederfrequenz-Rauschen der negativen Ausgangsspannung.

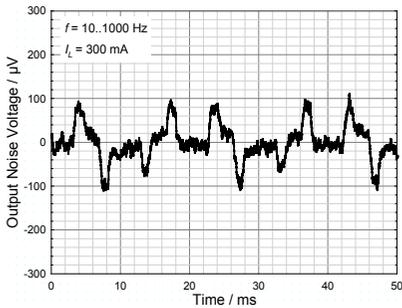


Abb. 14. Ausgangswelligkeit und Rauschen beider Ausgangsspannungen mit Volllast.

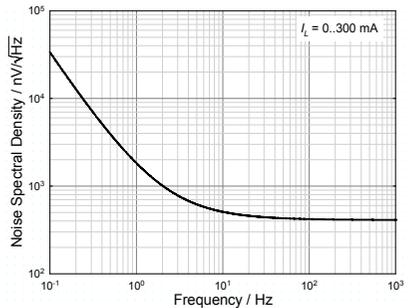


Abb. 15. Frequenzspektrum des Ausgangsrauschens.

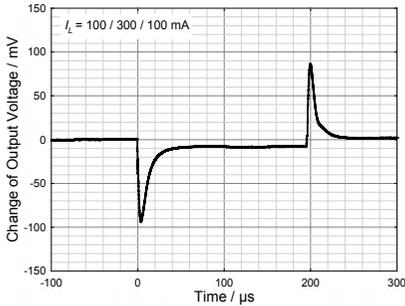


Abb. 16. Transiente Lastregelung der positiven Ausgangsspannung bei 67%iger Laständerung.

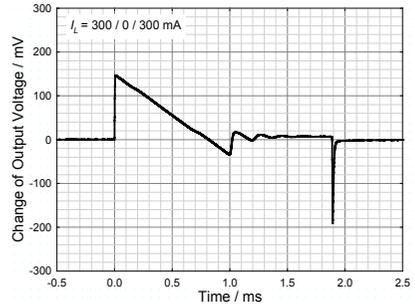


Abb. 17. Transiente Lastregelung der positiven Ausgangsspannung bei 100%iger Laständerung.

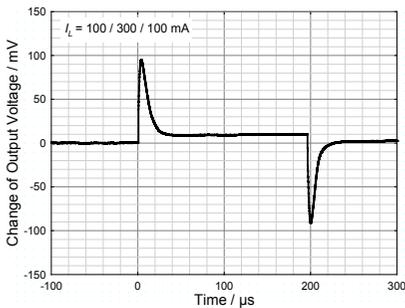


Abb. 18. Transiente Lastregelung der negativen Ausgangsspannung bei 67%iger Laständerung.

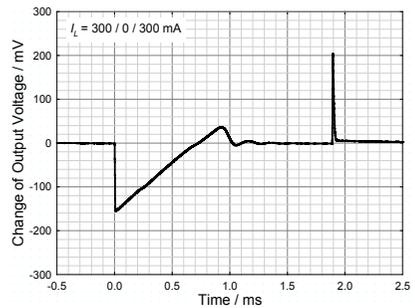


Abb. 19. Transiente Lastregelung der negativen Ausgangsspannung bei 100%iger Laständerung.

## Messschaltungen

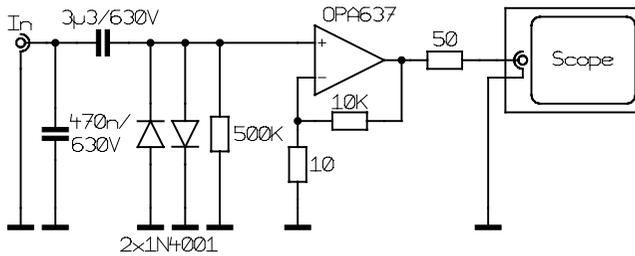


Abb. 20. Messschaltung zur Ermittlung der zeitlichen Schwankungen der Ausgangsspannung (Messung des Rauschens und der Ausgangswelligkeit).

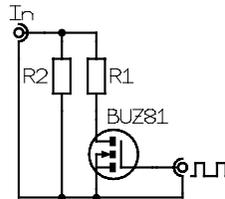


Abb. 21. Messschaltung zur Ermittlung der transienten Lastregelung.