



# Double-Power-Supply

## DPS 9000 Teil 1

### 2 x 0 - 30 V / 0 - 2 A

***Dieses neue Doppelnetzteil stellt zwei galvanisch voneinander getrennte Ausgangsspannungen im Bereich von 0 bis 30 V / 2 A zur Verfügung, die sowohl getrennt als auch in Reihen- oder Parallel-Schaltung nutzbar sind.***

#### Allgemeines

Die in der Elektronik verwendeten Bausteine und Komponenten werden immer komplexer und leistungsfähiger, wodurch bei Prüfung und Betrieb oft eine einzige Versorgungsspannung nicht ausreicht.

So ist zur Inbetriebnahme einer Gegenaktendstufe in der Regel immer eine erdsymmetrische Versorgungsspannung erforderlich (z.B. + 20 V / 0 V / -20 V). Auch zahlreiche OPV-Schaltungen können nur mit einer solchen symmetrischen Spannung betrieben werden. In der kombinierten Digital-/Analogtechnik sind auch vielfach zwei Spannungen erforderlich, wenn z.B. die TTL-Logik 5 V erfordert, hingegen der Analog-Teil 12 V. Die Reihe der

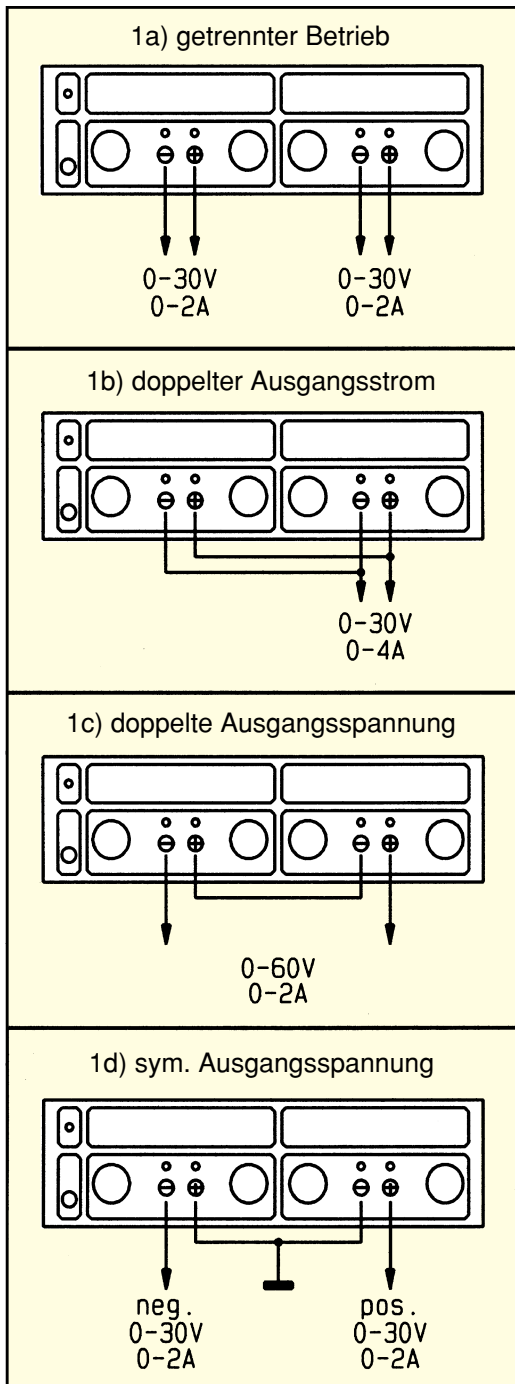
Beispiele ließe sich nahezu beliebig fortführen.

Das neue Doppelnetzteil DPS 9000 ist eine Weiterentwicklung des tausendfach

bewährten Doppelnetzteiles DPS 7000. So wurde bei der Überarbeitung dem technischen Fortschritt Rechnung getragen und die Schaltung im Hinblick auf die Anfor-

**Tabelle 1: Technische Daten DPS 9000**

Eingangsspannung:	230 V ± 10% 50/60 Hz
Ausgangsspannung:	2 x 0-30 V stufenlos, getrennt einstellbar
Ausgangsstrom:	2 x 0-2 A stufenlos, getrennt einstellbar
Restwelligkeit:	Spannung 1 mV <sub>eff</sub> / Strom 0,01 %
Innenwiderstand:	Spannungskonstanter 0,01 Ω
	Stromkonstanter 22 kΩ
Stromanzeige:	2 x 4stellig, 1 mA Auflösung
	Spannungsanzeige 2 x 3stellig, 0,1 V Auflösung
Sonstiges:	getrennte, elektronische Temperatursicherung der Endstufen,
	temperaturgeführte Lüftersteuerung
	im Trafo eingebaute, reversible Übertemperatursicherung



**Bild 1: Verschaltungsmöglichkeiten der galvanisch getrennten Ausgänge des DPS 9000**

derungen bezüglich der EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit) des Gerätes angepaßt.

Das Double-Power-Supply DPS 9000 besteht aus zwei galvanisch völlig voneinander getrennten Netzteilen mit je einer einstellbaren Ausgangsspannung von 0 bis 30 V und einem ebenfalls stufenlos einstellbaren Ausgangsstrom von 0 bis 2 A. Durch die Schaltungsauslegung können beide Netzteileneinheiten miteinander kombiniert werden, wodurch sich hinsichtlich Ausgangsspannung und Ausgangsstrom große Nutzungsbereiche ergeben.

In Abbildung 1 sind die vier Verschal-

tungsmöglichkeiten des DPS 9000 dargestellt. Abbildung 1a zeigt dabei den vollkommen getrennten Einsatz, während Abbildung 1b den Parallelbetrieb mit doppeltem Ausgangsstrom darstellt (0 - 30 V / 4 A). In Abbildung 1c ist der Reihenbetrieb mit bis zu doppelter Ausgangsspannung (0 - 60 V / 2 A) und in Abbildung 1d der Reihenbetrieb mit symmetrischer Ausgangsspannung gezeigt (plus 0-30 V / Masse / minus 0-30 V).

Die jeweils eingestellten bzw. anstehenden Werte für Strom und Spannung sind auf vier getrennten LED-Displays gleichzeitig ablesbar. Für die Stromanzeige wird ein 4stelliges Display eingesetzt, wodurch sich die hohe Auflösung von 1 mA ergibt. Die Anzeige der Ausgangsspannung erfolgt auf einem 3stelligen Display mit 0,1 V Auflösung.

Durch den Einsatz eines 226 VA Ringkerntransformator in Verbindung mit dem leistungsfähigen innen liegenden Lüfter-Kühlkörper LK75 steht die volle Ausgangsleistung im Dauerbetrieb zur Verfügung. Tritt z. B. in Folge abgedeckter Kühlschlitze eine Überlastung von Netztransformator und/oder Endstufen auf, wird eine Temperatursicherung beide Netzteile gleichzeitig abschalten. Hierdurch wird gewährleistet, daß ein angeschlossener Verbraucher mit z. B. erdsymmetrischer Speisung insgesamt abgeschaltet wird und dadurch keinen Schaden nimmt. Dieses Feature kann bei einer Versorgung mit 2 getrennten Netzgeräten im allgemeinen nicht realisiert werden.

Weiterhin wird durch eine temperaturgeregelte Lüftersteuerung eine dem tatsächlichen Kühlbedarf der Endstufe angepaßte Lüfterdrehzahl eingestellt. So wird immer eine der Verlustleistung angepaßte Kühlung bei minimierter Geräuschemission erreicht.

Die weiteren anspruchsvollen technischen Daten des DPS 9000 sind in Tabelle 1 übersichtlich zusammengefaßt.

Um die für ein Labornetzgerät wichtige Anforderung einer kleinen Restwelligkeit der Ausgangsspannung zu erhalten, führt auch heutzutage kein Weg an einem Netzteil mit Längsregelung vorbei. Die prinzipielle Schaltung eines solchen Längsreglers ist relativ einfach und den meisten Technikern geläufig. Eine so extrem rausch- und brummarme Ausgangsspannung, wie es das DPS 9000 erzeugt, kann aber nicht mit einer x-beliebigen Längsreglerschal-

tung erzeugt werden. Hierfür muß eine dahingehend durchdachte Schaltungsauslegung erfolgen. So ist im DPS 9000 z. B. durch die geschickte Wahl des Bezugspunktes ein günstiger Aufbau möglich, was eine weitere Voraussetzung für eine kleine Rausch- und Brummspannung ist. So entspricht im DPS 9000 der Bezugspunkt der Schaltung (Schaltungsmasse) der positiven Ausgangsklemme des Netzgerätes.

Weiterhin ist dem Platinen-Layout besondere Aufmerksamkeit zu widmen, um die sehr guten technischen Daten auch unter extremen Lastbedingungen gewährleisten zu können.

All diese Besonderheiten und Anforderungen an eine Netzteilerschaltung, die im DPS 9000 konsequent umgesetzt wurden, ergeben letztendlich die sehr guten technischen Daten dieses Doppelnetzgerätes.

## Schaltung

In Abbildung 2 ist das Hauptschaltbild des Double-Power-Supply DPS 9000 dargestellt. Dieser Schaltungsteil, wie auch das in Abbildung 4 gezeigte Schaltbild der Analog/Digital-Wandler für die Strom- und Spannungsmessung, sind im DPS 9000 jeweils zweimal weitgehend identisch vorhanden.

Damit es beim späteren Aufbau eine eindeutige Zuweisung der einzelnen Bauelemente zu der jeweiligen Netzteilstufe gibt, werden für die identisch aufgebaute zweite Stufe in der Stückliste und im Bestückungsplan Bauteilbezeichnungen mit einer Numerierung ab 201 verwendet. Dies bedeutet, daß der in der linken Netzteilstufe mit R 118 bezeichnete Widerstand dann in der rechten Netzteilstufe dem Widerstand R 218 entspricht. Um zur Bauteilnummerierung des zweiten Netzteils zu kommen, ist also lediglich der Wert 100 zur angegebenen Bauteilbezeichnung hinzuzufügen.

Die über die Platinenanschlußpunkte ST 1 und ST 2 zugeführte Netzwechselspannung gelangt über den 2poligen Netzschalter S 1 auf die Primärwicklung des besonders leistungsfähigen 226VA-Ringkerntransformators, der zur Versorgung der beiden Netzteilstufen dient. Dieser Trafo besitzt insgesamt 12 Anschlüsse, die wie folgt aufgeteilt sind:

Die 230V-Primärwicklung ist im Schaltplan mit „A“ und „B“ gekennzeichnet. Für die linke Netzteilstufe steht die Hauptwicklung mit den Bezeichnungen „F“ und „G“ zur Verfügung, während die Wicklung für die Erzeugung der Hilfsspannungen mit „C, D, E“ bezeichnet ist. Die zweite Netzteilstufe wird über die Hauptwicklung mit den Anschlüssen „K“ und „L“ und die Steuerwicklung mit den Bezeichnungen „H, I, J“ versorgt. Die im Schaltbild in

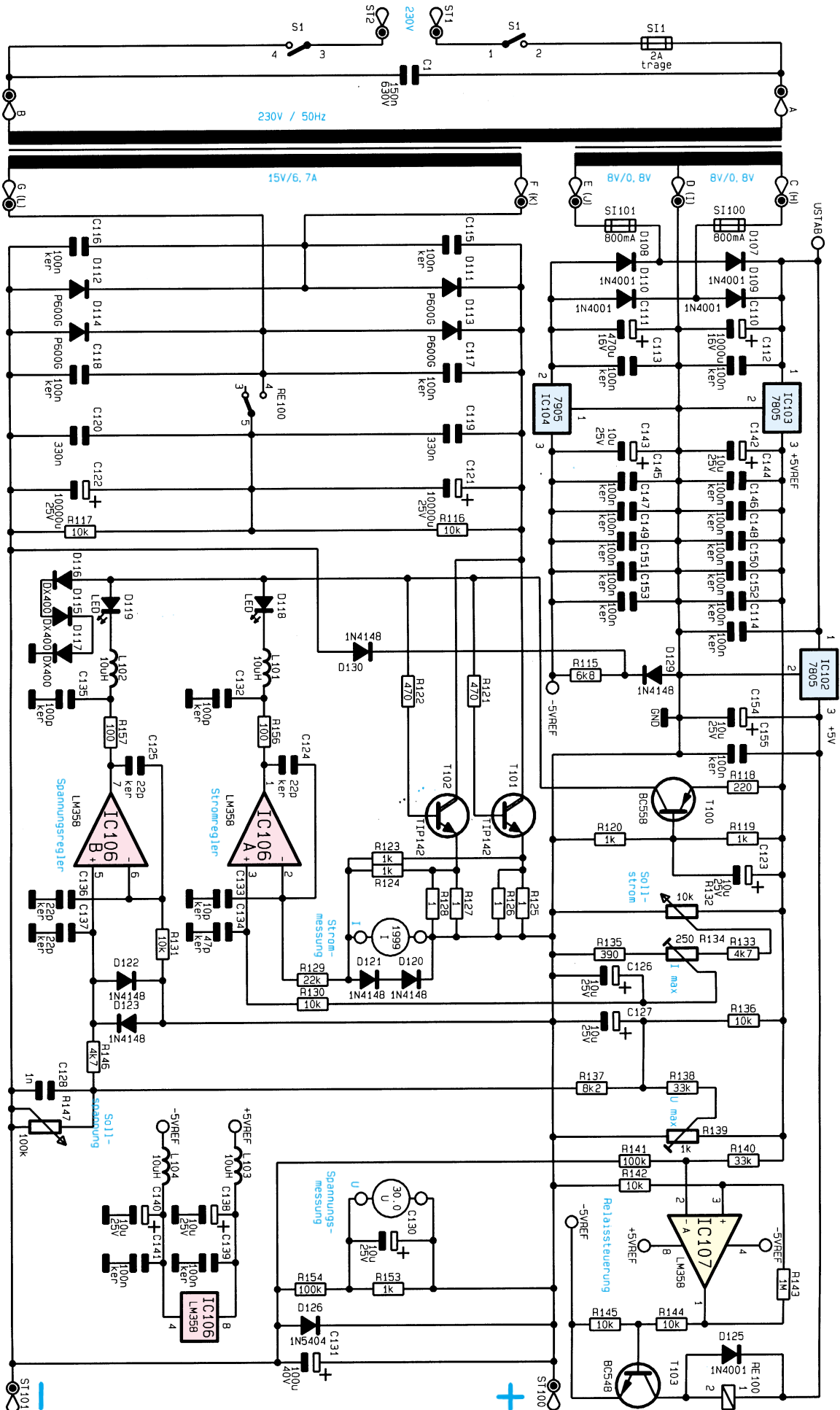


Bild 2: Schaltbild des Leistungsteiles mit Steuer- und Regelschaltungen

Klammern angegebenen Anschlußbezeichnungen beziehen sich auf die hier nicht gezeigte zweite Netzteilstufe.

Die erste im oberen Bereich des Schaltbildes dargestellte Trafowicklung mit Mittelanzapfung mit den Anschlußbezeichnungen „C, D, E“ dient zur Speisung der Steuerelektronik sowie der Digital-Anzeigen für Spannung und Strom (siehe Abbildung 4).

Mit Hilfe der Dioden D 107 bis D 110 wird zunächst eine Gleichrichtung und durch die Elektrolyt-Kondensatoren C 110 und C 111 eine Pufferung vorgenommen. Die so gewonnene positive Gleichspannung dient zur Versorgung des Kühlkörperlüfters und gelangt auf die Festspannungsregler IC 102 und IC 103 vom Typ 7805, während die negative Gleichspannung auf den Festspannungsregler IC 104 des Typs 7905 gelangt. An den jeweiligen Ausgangspins von IC 103 und IC 104 stehen eine positive sowie eine negative stabilisierte Spannung zur Verfügung der Regelelektronik zur Verfügung. Gleichzeitig dienen diese beide Spannungen als Referenzspannung für den U- bzw. I-Regler und tragen daher die Bezeichnung „+5V REF“ und „-5V REF“.

Mit dem dritten Spannungsregler IC 102 wird eine weitere stabilisierte +5V-Spannung erzeugt, die nur zur Versorgung der Digital-Anzeigen für Strom und Spannung dient. Je nach Anzahl der gerade angesteuerten Segmente der LED-7-Segmentanzeigen kann hier die Stromaufnahme in weiten Bereichen schwanken. Um einen Einfluß auf die Steuerelektronik und somit auf die Regelung zu vermeiden, wird hierfür ein separater Spannungsregler eingesetzt. Alle drei Spannungsregler sind für eine optimale Wärmeabfuhr an dem Lüfter-Kühlkörper angebracht.

Die Schaltung der Leistungsstufe sowie die Steuer- und Regelschaltung des Doppelnetztes DPS 9000 ist in Abbildung 2 dargestellt.

Die von dem großzügig dimensionierten Netztrafo kommende Wechselspannung gelangt über die Platinenanschlußpunkte F und G bzw. K und L auf den mit den Dioden D 111 und D 114 aufgebauten Brückengleichrichter. Die den Gleichrichterdiode parallelgeschalteten Kondensatoren C 115 bis C 118 sorgen für eine Störpulsunterdrückung im Bereich der „Schaltschwellen“ dieser Dioden.

Um die Verlustleistung der Endstufen möglichst gering zu halten, ist mit dem Relais RE 100 eine Umschaltung zwischen „normalem“ Brückenbetrieb und Spannungsverdoppelung realisiert.

Bei eingestellten Ausgangsspannungen unterhalb 15 V befindet sich das Relais in der eingezeichneten Stellung (Kontakt geöffnet). Werden Ausgangsspannungen

oberhalb 15 V gefordert, so wird Relais RE100 einschaltet (Kontakt 4 und 5 geschlossen), und es ergibt sich eine Spannungsverdopplung an den dann in Reihe geschalteten Siebkondensatoren C121 und C122. Somit werden die Endstufentransistoren T 101 und T 102 mit der doppelten Spannung versorgt.

Angesteuert wird das Relais RE 100 über den Treibertransistor T 103 von einem Spannungskomparator, der mit IC 107 A und Zusatzbeschaltung aufgebaut ist. Bei diesem Komparator wird die Ausgangsspannung des DPS 9000 über den Widerstandsteiler aus R 140 und R 141 gemessen und mit der an Pin 3 anliegenden Spannung verglichen. Die Widerstände sind so dimensioniert, daß, wenn die Ausgangsspannung den Wert von 15 V überschreitet, der nicht-invertierende OPV-Eingang (Pin 3) positiver gegenüber dem invertierenden Eingang (Pin 2) ist und der Komparator am Ausgang (Pin 1) auf High-Pegel umschaltet. Über die Widerstände R 144 und R 145 wird nun der Transistor T 103 durchgeschaltet, das Relais RE 100 schaltet um und die Spannung an den Endstufentransistoren verdoppelt sich, um die geforderte erhöhte Ausgangsspannung liefern zu können. Mit dem Widerstand R 143 ist eine Mitkoppelung realisiert, die für eine definierte Hysterese sorgt. Somit wird ein permanentes Umschalten im Bereich der 15V-Schwelle unterbunden.

Die Leistungsstufe des DPS 9000 ist als Längsregler ausgeführt und mit den Darlingtons-Leistungstransistoren T 101 und T 102 vom Typ TIP142 aufgebaut. In deren Emitterleitung befinden sich die Widerstände R 125 und R 126 bzw. R 127 und R 128. Diese Widerstände haben eine Doppelfunktion. Zum einen dienen sie als Ausgleichselemente für die Exemplarstreuungen der Leistungstransistoren, und zum anderen bilden sie den Shunt-Widerstand zur Erzeugung einer stromproportionalen Meßspannung für den I-Regler und die Stromanzeige.

### **Stromregler**

Über die zur Entkopplung dienenden Vorwiderstände R 123 und R 124 gelangt diese auf Schaltungsmasse bezogene Meßspannung (Schaltungsmasse entspricht der positiven Ausgangsklemme des Netzgerätes) auf den Meßeingang des digitalen Amperemeters in Abbildung 4 und auf den invertierenden Eingang (Pin 2) des für die Stromregelung zuständigen Operationsverstärkers IC 106 A. Die Dioden D 120 und D 121 schützen den Regler und den AD-Wandler des Amperemeters im Kurzschlußfall.

Den Sollwert, d. h. die Vorgabe für den eingestellten Ausgangsstrom, erhält der Stromregler IC 106 A über den Widerstand

R 130 an seinem nicht-invertierenden Eingang Pin 3. Eingestellt wird der Sollwert mit Hilfe des auf der Frontplatte befindlichen Stromeinstellers R 132 in Verbindung mit den Widerständen R 133 bis R 135. Der Trimmer R 134 dient zur einmaligen Einstellung des maximalen Ausgangsstromes von 2 A.

Im folgenden soll die Funktion des Stromreglers näher erläutert werden.

Die beiden Endstufentransistoren T 101 und T 102 erhalten ihren Basisstrom von der Konstantstromquelle, die mit dem Transistor T 100 und Zusatzbeschaltung aufgebaut ist. Die Stromquelle ist so dimensioniert, daß sie für die Endstufentransistoren einen maximalen Strom von ca. 8 mA liefert. Sind die Ausgangsdioden der Regler, D 118 für den Stromregler IC 106 A und D 119 für den Spannungsregler IC 106 B, gesperrt, so fließt der gesamte Steuerstrom von 8 mA in die Basen der Endstufentransistoren, wodurch diese dann voll durchgesteuert sind. Welcher Regler (Strom- oder Spannungsregler) gerade aktiv ist, wird durch die betreffende Leuchtdiode (D 118 oder D 119) angezeigt. Grundsätzlich ist immer der Regler mit dem geringeren Ausgangswert in Betrieb.

Zur besseren Veranschaulichung wollen wir die genaue Funktion des Stromreglers an einem kompletten Regelzyklus beschreiben. Hierzu nehmen wir an, daß der Ausgang des Netztes kurzgeschlossen bzw. durch einen Verbraucher hinreichend niederohmig belastet ist und das Stromeinstellpoti R 132 am Rechtsanschlag steht, d. h. der maximale Ausgangsstrom von 2 A eingestellt ist. Der Stromregler IC 106 A erhält dadurch an Pin 3 einen Sollwert von 0,5 V vorgegeben.

Überschreitet nun der Ausgangsstrom einen Wert von 2 A, entspricht dies einem Spannungsabfall an den Emitterwiderständen R 125 bis R 128, der ebenfalls 0,5 V übersteigt. Am nicht-invertierenden Eingang Pin 2 des IC 106 A stellt sich somit ein höheres Potential als an Pin 3 ein, und der Ausgang Pin 1 strebt in Richtung negativer Spannung. Hierdurch wird LED D 118 leitend und zieht einen Teil des Basisstromes aus der mit T 100 aufgebauten Stromquelle von den Endstufentransistoren ab. Der von T 100 gelieferte Konstantstrom teilt sich somit auf und fließt sowohl in die Basen der Endstufentransistoren als auch über D 118 und den OPV-Ausgang ab. Wir gehen hierbei davon aus, daß D 119 gesperrt ist, da der Ausgang des IC 106 B (Pin 7) High-Potential führt, d.h. der Spannungsregler ist nicht aktiv, und das Netzteil arbeitet als Stromkonstanter.

Der Ausgang des Stromreglers IC 107 A wird soweit negativ, daß der Endstufen-Steuerstrom gerade so groß bleibt, daß der Netzgeräte-Ausgangsstrom einen Span-

nungsabfall an R 125 bis R 128 hervorruft, welcher der Soll-Wert-Vorgabe entspricht. Der Stromregler wird so die Regeldifferenz, d. h. die Abweichung zwischen Soll-Wert an Pin 3 und Ist-Wert an Pin 2, ausregeln. Es stellt sich ein Spannungsgleichgewicht an beiden Eingängen des IC 106 A ein.

Wird z. B. der Stromeinstellregler R 132 in Mittelstellung gebracht, d. h. auf halben Maximalstrom von 1 A eingestellt, bewirkt dies an Pin 3 des IC 106 A eine Soll-Wert-Vorgabe von 0,25 V, und der Ausgang des Stromreglers IC 106 A stellt sich nun so ein, daß ein gleicher Spannungsabfall an R 125 bis R 128 entsteht, entsprechend einem Netzgeräte-Ausgangsstrom von 1 A. Auf diese Weise kann der Ausgangsstrom von 0 bis zum Maximum von 2 A stufenlos vorgeählt werden.

### Spannungsregler

Wenden wir uns dem Spannungsregler IC 106 B zu. Hierzu nehmen wir an, daß der Netzgeräteausgang (ST 100, ST 101) weitgehend unbelastet ist, so daß der dem Stromregler IC 106 A an Pin 3 bereitgestellte Vorgabewert über dem tatsächlichen Netzgeräte-Ausgangsstrom liegt und der Reglerausgang Pin 1 somit High-Potential führt, d. h. D 118 ist gesperrt und somit der Stromregler nicht aktiv.

Der invertierende Eingang Pin 6 des

Spannungsreglers IC 106 B liegt über R 135 an Schaltungsmasse, entsprechend der positiven Netzgeräte-Ausgangsspannung an ST 100. Die mit R 136 bis R 139 erzeugte Spannung an C127 gelangt über R 137 auf den gemeinsamen Knotenpunkt von R 137, R 146 und R 147. Hier wird die negative Ausgangsspannung über den Spannungseinstellregler R 147 geführt. R 146 verbindet diesen gemeinsamen Knotenpunkt mit dem nicht-invertierenden Eingang Pin 5 des IC 106 B. Dessen Ausgang kann über die LED D 119 (sofern leitend) einen Teil des Basis-Steuerstroms von den Endstufentransistoren abzweigen und somit die Netzgeräte-Ausgangsspannung verändern. Auch hier wollen wir die Funktion der Regelung anhand eines Beispielles beschreiben.

Nehmen wir an, R 147 ist auf maximalen Widerstand eingestellt und die Ausgangsspannung kleiner als mit R 147 vorgegeben. Dies bedeutet, daß der nicht-invertierende Eingang des IC 106 B über R 137 und R 146 positiveres Potential führt als der invertierende Eingang. Der Ausgang Pin 7 strebt somit in Richtung positiver Spannung, und die Endstufentransistoren werden über den dann steigenden Basisstrom weiter durchgesteuert. Hierdurch erhöht sich die Netzgeräte-Ausgangsspannung, d. h. die Spannung an ST 101 wird, bezogen auf die Schaltungsmasse (ST 100),

negativer. Der Strom durch R 147 nimmt dabei so weit zu, bis die Spannung an Pin 5 des IC 106 B gleich der Spannung an Pin 6 ist. Ist dieses Gleichgewicht gegeben, wird ein weiteres Ansteigen der Ausgangsspannung dadurch verhindert, daß der Spannungsregler über D 119 einen entsprechenden Teil des Basisstromes von den Endstufentransistoren abzieht. Es stellt sich so ein stationärer Zustand ein. Dieser ist dann gegeben, wenn die Netzgeräte-Ausgangsspannung denjenigen Wert aufweist, der sich durch Multiplikation des Stromes durch R 137 mit dem durch R 147 vorgeählten Widerstandswert ergibt. Auf diese Weise ist mit R 147 die Ausgangsspannung von 0 V bis zum Maximum von 30 V einstellbar.

Die sonstige Beschaltung der beiden Regler IC 106 A und IC 106 B mit L 101 bis L 104 und C 132 bis C 141 gewährleisten die sehr gute Ausgangsspannungsqualität des DPS 9000 auch unter erschwerten EMV-Bedingungen.

Damit sind nun sowohl der Spannungs- als auch der Stromregler detailliert in ihrer Funktion beschrieben.

### Temperaturüberwachung

Mit IC 107 B und Zusatzbeschaltung ist die in Abbildung 3 dargestellte Temperaturüberwachung der Endstufen des DPS 9000 realisiert. Der Temperatursensor TS 100 wird in der Widerstandsbrücke, bestehend aus den Widerständen R 148 bis R 150 sowie dem Sensor selbst betrieben. Um eine ausreichende thermische Kopplung mit den Endstufentransistoren beider Netzteilstufen zu erreichen ist der Temperatursensor am Lüfter-Kühlkörper montiert.

Übersteigt die Temperatur der Endstufen den kritischen Wert von 90°C, so führt der invertierende Eingang des IC 107 B positives Potential gegenüber dem nicht-invertierenden Eingang Pin 6, wodurch der Ausgang des als Komparator geschalteten Operationsverstärkers von High-Potential nach Low-Potential wechselt.

Über die Leuchtdiode D 124 wird den Endstufentransistoren T 101 und T 102 der Basisstrom entzogen, und der Ausgangsstromfluß ist unterbrochen. Durch die Mitkopplung über R 152 wird eine Hysterese erzeugt, die ein permanentes Ein- und Ausschalten der Endstufen im Bereich der Übertemperatur verhindert.

Gleichzeitig mit dem Abschalten der linken Endstufe wird über den Optokoppler IC 105 die zweite Endstufe gesperrt, wodurch die Temperaturüberwachung lediglich einmal im DPS 9000 vorhanden zu sein braucht.

Auf der Optokoppler-Ausgangsseite wird über den Widerstand R 255 sowie die Diode D 227 der als Komparator beschal-

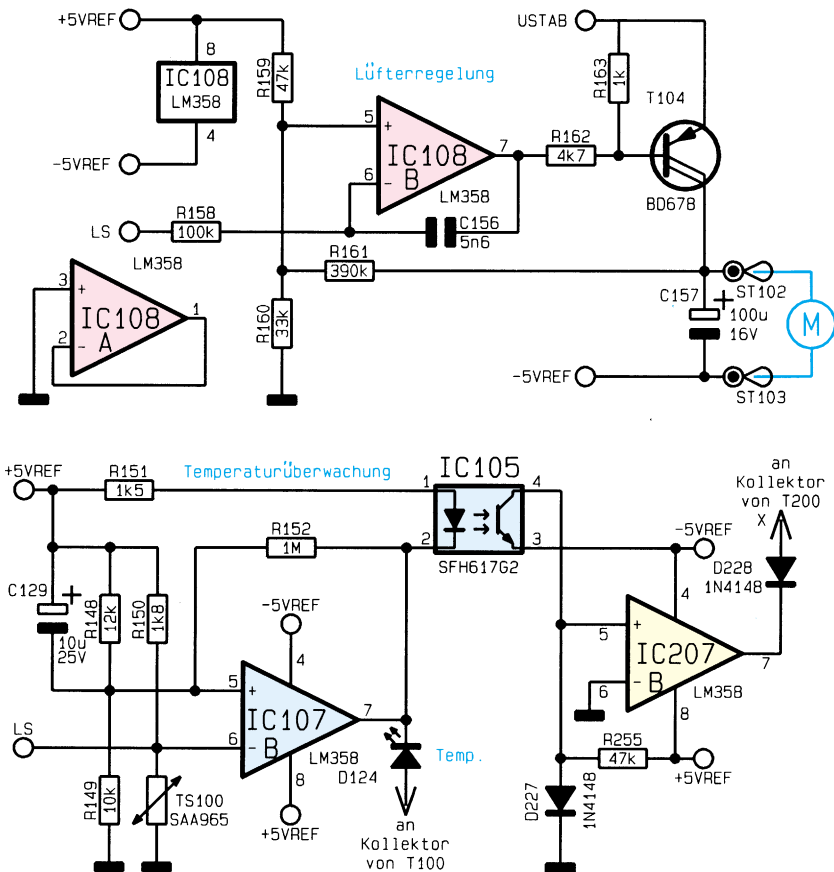
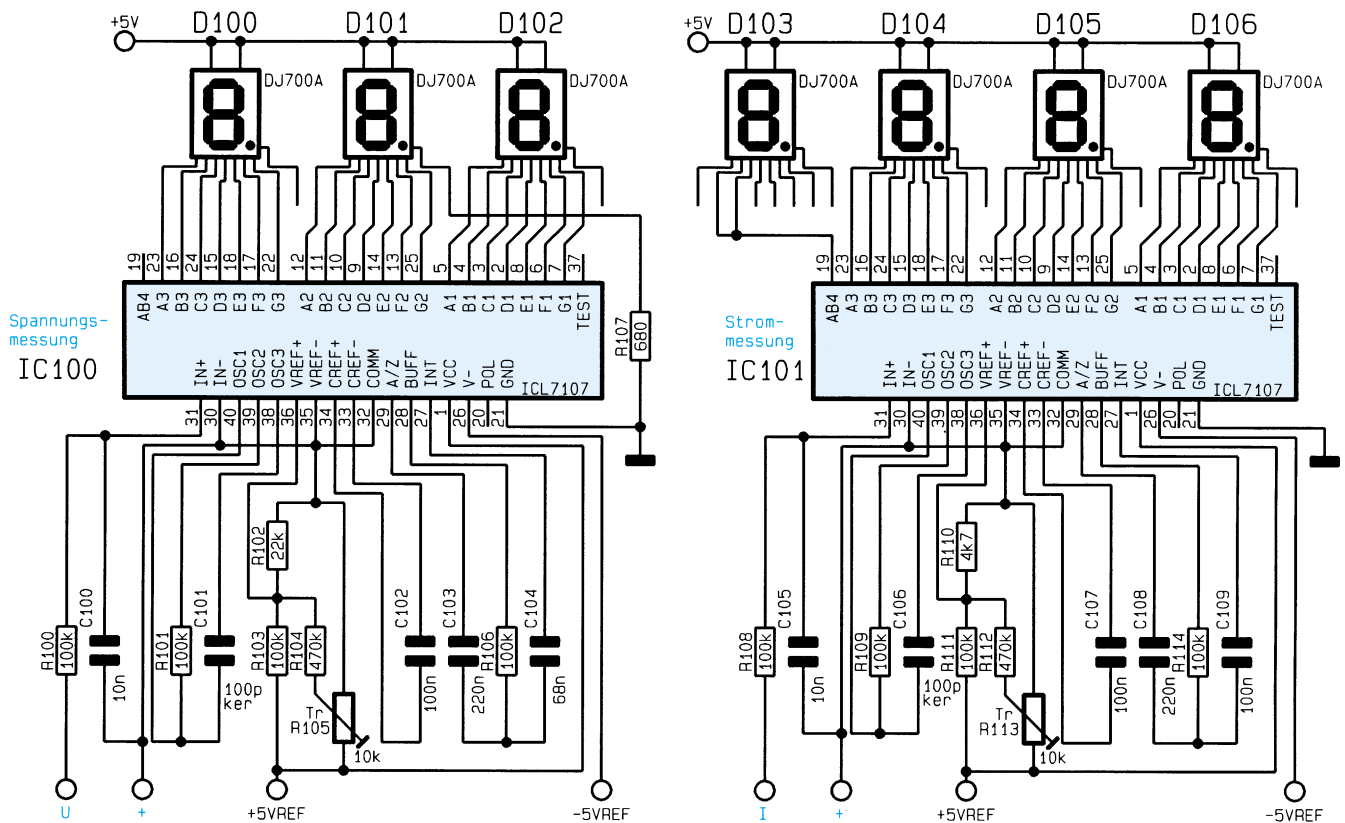


Bild 3: Temperaturüberwachung und Lüftersteuerung



**Bild 4: Schaltbild der AD-Wandler mit Strom- und Spannungsanzeige**

tete Operationsverstärker IC 207 B angesteuert. Bei ausgelöster Temperatursicherung führt der Ausgang von IC 207 B Low-Pegel, und über die zur Entkopplung dienende Diode D 228 wird die angeschlossene rechte Endstufe gesperrt. Der OPV IC 207 B sowie die angeschlossenen externen Bauelemente sind der rechten Netzteilstufe zugeordnet.

Durch die Verwendung eines Optokopplers bleibt die für ein Doppelnetzteil wichtige galvanische Trennung beider Ausgänge erhalten.

Im Falle einer zu hohen Temperatur der Endstufe werden also beide Ausgänge des Doppelnetztes gesperrt, wodurch eine optimale Sicherheit für einen angeschlossenen Prüfling (z. B. Endverstärker) gewährleistet ist.

Für den Netztransformator ist keine externe Temperaturüberwachung notwendig, da der Trafo selbst eine reversible Temperatursicherung besitzt. Diese Sicherung befindet sich im Inneren der Trafowicklung und unterbricht die Stromversorgung beider Netzgerätestufen bei Erreichen einer kritischen Temperatur von 125°C. Nach Abkühlung des Transformators schaltet die Sicherung automatisch wieder ein.

### Lüftersteuerung

Die in Abbildung 3 gezeigte temperatur-

geführte Lüftersteuerung ist mit IC 108 B und T 104 mit externer Beschaltung aufgebaut. Bei dieser Steuerung wird die Lüfterdrehzahl dem Kühlungsbedarf der Endstufe angepaßt. Dies bedeutet minimierte Geräuschentwicklung und an die Umgebungsbedingungen angepaßte Kühlung der Endstufe.

Über den Widerstand R 158 wird dem als Regler beschalteten Operationsverstärker IC 108 B eine temperaturproportionale Spannung vom Temperatursensor TS 100 zugeführt. Hiermit wird der Soll-Wert für die Lüfterregelung vorgegeben. Der Ausgang des Reglers steuert über R 162 und R 163 den Treibertransistor T 104 an, in dessen Kollektorkreis an den Punkten ST 102 und ST 103 der Lüfter angeschlossen ist. Der Ist-Wert der Lüfterdrehzahl wird dem Regler über R 161 zugeführt. Beim Ansteigen der Kühlkörpertemperatur wird die Soll-Wert-Spannung „LS“ am Temperatursensor ansteigen. Der invertierende Eingang von IC 108 B wird somit positiv gegenüber dem nicht-invertierenden, und der Ausgang wird in Richtung negativer Spannung gezogen. Der Transistor T 104 wird so weiter durchgesteuert. Die erhöhte Spannung am Lüfter, entsprechend einer erhöhte Lüfterdrehzahl, wird über R 161 als nachgeführter Ist-Wert auf den nicht-invertierenden Eingang des OPV gegeben. Die Lüfterdrehzahl wird soweit

erhöht, bis der Ist-Wert gleich der Soll-Wert-Vorgabe vom Temperatursensor ist.

### Strom- und Spannungsmessung

Wie eingangs bereits erwähnt, besitzt das DPS 9000 insgesamt 4 Digital-Anzeigen, über die jeweils gleichzeitig der momentane Ausgangsstrom sowie die anstehende Spannung ablesbar sind. Abbildung 4 zeigt stellvertretend für beide Netzgeräteausgänge die Schaltung des Spannungsmessers mit IC 100 und Beschaltung und die des Strommessers mit IC 101 mit Beschaltung.

Spannungs- und Strommesser sind weitgehend identisch aufgebaut. Die Unterschiede liegen in der Ansteuerung des Dezimalpunktes mit R 107 beim Spannungsmesser und der zusätzlichen vierten Stelle mit D 103 beim Strommesser, die über Pin 19 des IC 101 angesteuert wird.

Die eingesetzten AD-Wandler des Typs ICL7107 setzen die an ihren Meßeingängen 30 und 31 anliegende Meßspannung in einen digitalen Anzeigewert um und steuern die 7-Segment-LED-Anzeigen dann direkt an.

Damit ist die Beschreibung der Schaltungstechnik des DPS 9000 abgeschlossen. Im nächsten Teil dieses Artikels stellen wir den Nachbau dieses leistungsfähigen Labor-Doppelnetzgerätes vor. **ELV**