

# Double-Power-Supply DPS 7000 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. Das DPS 7000 bietet dem Elektroniker somit alle für ein Doppelnetzteil typischen Anwendungsmöglichkeiten.*

**Teil 1**

## 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 Gegentaktendstufe in der Regel immer eine erdsymmetrische Versorgungsspannung erforderlich (z. B. + 20 V/0 V/-20 V). Auch zahlreiche OP-Schaltungen können nur mit einer solchen symmetrischen Spannung betrieben werden. In der kombinierten Di-

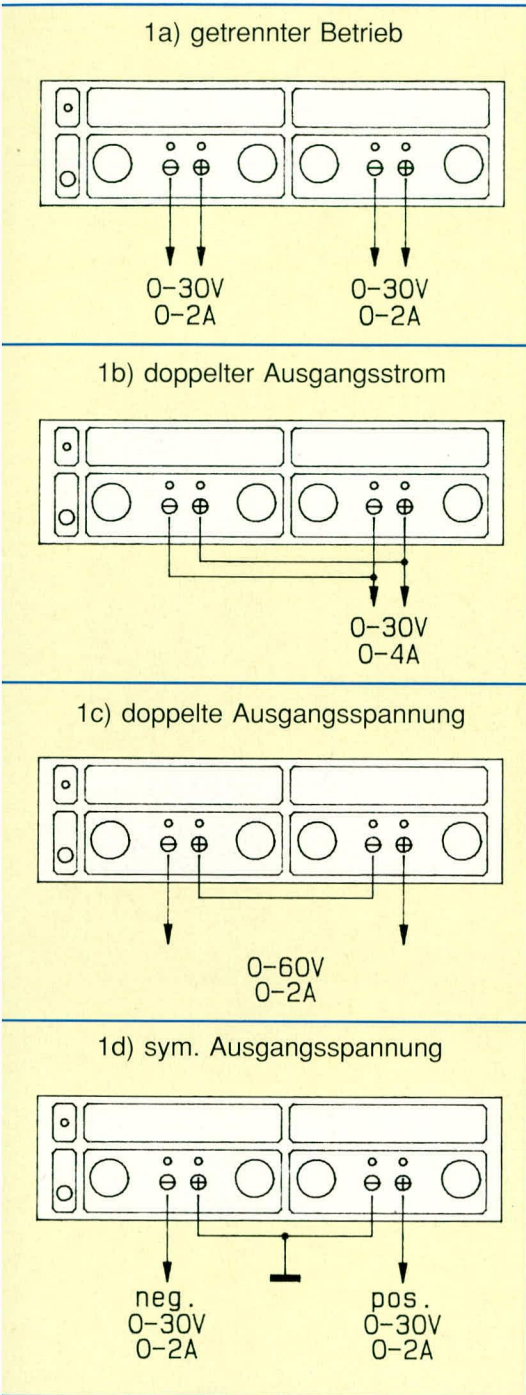
gital-/Analogtechnik sind auch vielfach zwei Spannungen erforderlich, wenn z. B. die TTL-Logik 5 V erfordert, hingegen der Analog-Teil 12 V. Die Reihe der Beispiele ließe sich beliebig fortführen.

Als Besonderheit sei noch erwähnt, daß im Falle einer Überlastung von Netztransformator und/oder Endstufen eine Temperatursicherung beide Netzteile gleichzeitig abschaltet. Hierdurch wird gewährleistet, daß ein angeschlossener Verbraucher mit z. B. erdsymmetrischer Speisung insgesamt abgeschaltet wird und dadurch keinen Schaden nimmt. Dieses Feature kann bei Versorgung mit 2 getrennten Netzgerä-

ten im allgemeinen nicht realisiert werden. In der ELV-Entwicklungsabteilung wurde daher ein für solche Anwendungsfälle ideales Netzgerät entwickelt.

Das Double-Power-Supply DPS 7000 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



**Bild 1:**  
Verschaltungsmöglichkeiten des  
ELV-Double-Power-Supply DPS 7000

Abbildung 1 sind die vier Verschaltungsmöglichkeiten des DPS 7000 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. Die weiteren anspruchsvollen technischen Daten des DPS 7000 sind in Tabelle 1 übersichtlich zusammengefaßt.

## Schaltung

In Abbildung 2 sehen Sie das Hauptschaltbild des ELV-Double-Power-Supply DPS 7000. Dieser Schaltungsteil, wie auch das in Abbildung 3 gezeigte Schaltbild der Analog-Digital-Wandler für die Strom- und Spannungsmessung, sind im DPS 7000 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 zu addieren.

Die über die Platinenanschlußpunkte ST 1 und ST 2 zugeführte Netzwechselspannung gelangt über den 2poligen Netzschalter S 1 auf die Primärwicklung des besonders leistungsfähigen 226 VA-Ring-

kerntransformators, der zur Versorgung der beiden Netzteilstufen dient. Dieser Trafo besitzt insgesamt 12 Anschlüsse, die wie folgt aufgeteilt sind:

Die 230 V-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 Steuerwicklung mit „C, D, E“ bezeichnet ist.

Die zweite Netzteilstufe wird über die Hauptwicklung mit den Anschlüssen „K“ und „L“ versorgt, dementsprechend die Steuerwicklung die Bezeichnungen „H, I, J“ trägt. Die im Schaltbild in Klammern angegebenen Anschlußbezeichnungen beziehen sich auf die hier nicht gezeigte zweite Netzteilstufe.

Die erste im oberen Bereich des Schaltbildes dargestellte Trafowicklung (Anschlußbezeichnungen C, D, E) dient zur Speisung der Steuerelektronik sowie der Digital-Anzeigen für Spannung und Strom (siehe Abbildung 2). 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 gelangt auf den Festspannungsregler IC 103 des Typs 7805, während die negative Gleichspannung auf den Festspannungsregler IC 104 des Typs 7905 gelangt. An den jeweiligen Ausgangspins (Pin 3) dieser Regler stehen nun eine positive sowie eine negative stabilisierte Spannung zur Versorgung der Regелеlektronik zur Verfügung. Gleichzeitig dienen beide Spannungen als Referenzspannung für den eigentlichen U- bzw. I-Regler und tragen daher die Bezeichnung +5 V REF und -5 V REF.

Durch einen dritten Spannungsregler IC 102 wird eine weitere stabilisierte +5 V-Spannung erzeugt. Diese dient zur Versorgung der Digital-Anzeigen für Strom und Spannung bzw. deren AD-Wandler. Je nach Anzahl der gerade angesteuerten Segmente kann hier die Stromaufnahme in weiten Bereichen schwanken. Um den Einfluß auf die Steuerelektronik und damit Störungen der Ausgangsspannung zu vermeiden, wurde daher ein separater Spannungsregler eingesetzt.

Alle drei Spannungsregler sind für eine optimale Wärmeabfuhr mit der Alu-Rückwand des DPS 7000 verbunden, an der zwei Leistungskühlkörper des Typs SK88 montiert sind.

Die Kondensatoren C 112 bis C 114 an den Ausgängen der Spannungsregler dienen der allgemeinen Stabilisierung und Schwingneigungsunterdrückung.

Kommen wir nun zur Leistungsendstufe sowie der Steuer- und Regelschaltung des Doppelnetzteils DPS 7000.

**Tabelle 1: Technische Daten DPS 7000**

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
	Im Trafo eingebaute, reversible Übertemperatursicherung
Gehäuseabmessung:	.....272 x 215 x 95 mm
Gewicht:	.....3,7 kg

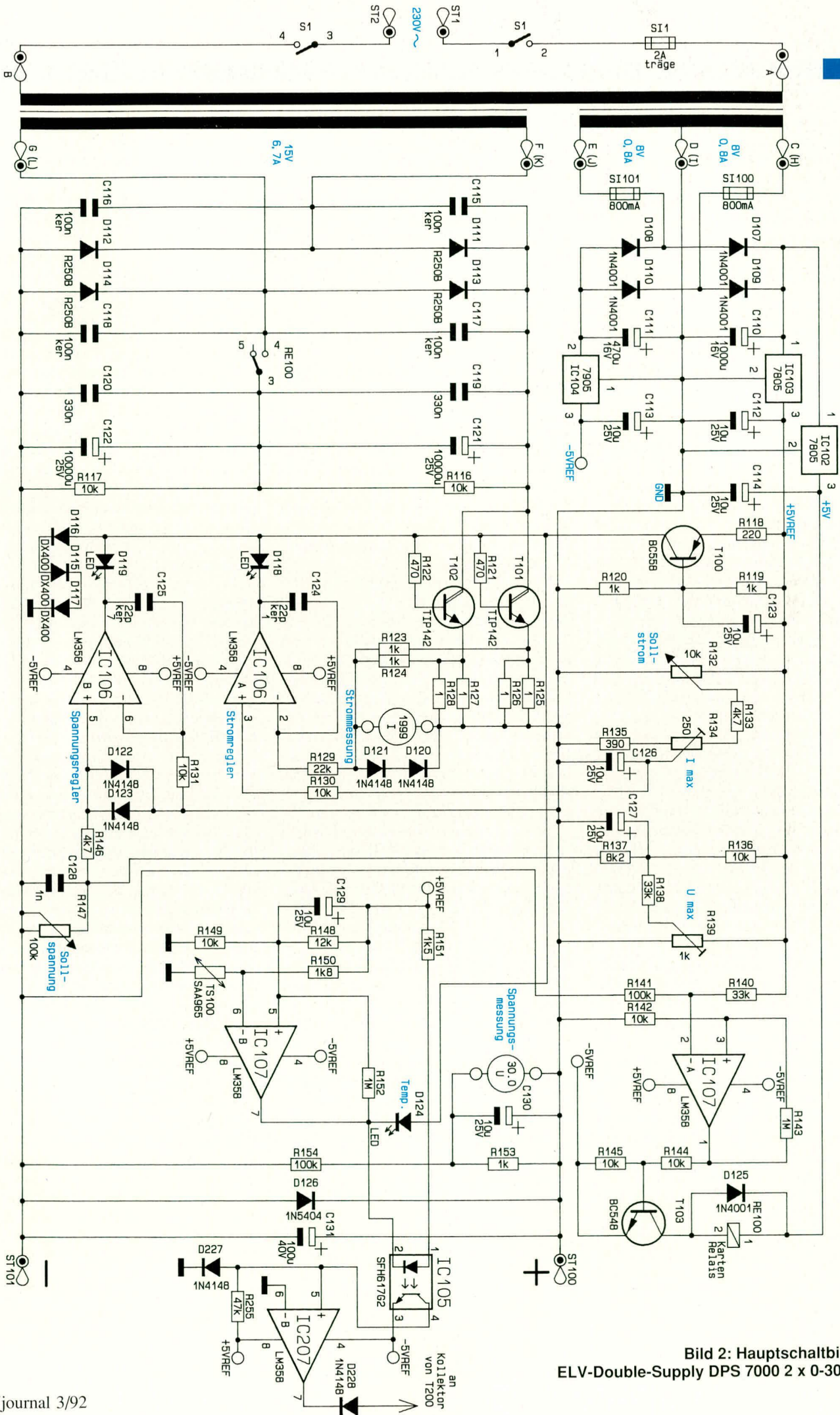


Bild 2: Hauptschaltbild des ELV-Double-Supply DPS 7000 2 x 0-30 V/2 A

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 Gleichrichterioden parallelgeschalteten Kondensatoren C 115 bis C 118 sorgen für eine Störimpulsunterdrückung 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 Spannungsverdopplung realisiert.

Werden vom DPS 7000 Ausgangsspannungen unterhalb 15 V gefordert, so befindet sich das Relais in der eingezeichneten Stellung (Kontakt geöffnet), während für Ausgangsspannungen oberhalb 15 V das Relais RE 100 einschaltet (Kontakt 3 und 4 geschlossen). Hierdurch ergibt sich eine Spannungsverdopplung an den in Reihe geschalteten Siebkondensatoren C 121 und C 122, d. h. die Endstufentransistoren T 101 und T 102 werden mit der doppelten Spannung versorgt.

Angesteuert wird das Relais RE 100 über den Transistor T 103 von einem Spannungskomparator, der mit IC 107 und Zusatzbeschaltung aufgebaut ist. Über den Widerstandsteiler R 140/R 141 wird die Ausgangsspannung gemessen und mit der an Pin 3 des IC 107 anliegenden Spannung verglichen. Überschreitet die Ausgangsspannung den Wert von 15 V, so wird der nicht-invertierende OP-Eingang (Pin 3) positiver gegenüber dem invertierenden Eingang (Pin 2), wodurch der als Komparator geschaltete Operationsverstärker am Ausgang (Pin 1) auf High-Pegel umschaltet. Über die Widerstände R 144 und R 145 wird nun der Transistor T 103 durchgeschaltet und das Relais RE 100 schaltet um. Der Widerstand R 143 mit Mitkoppelzweig des Operationsverstärkers sorgt für eine definierte Hysterese, wodurch ein permanentes Umschalten im Bereich der 15 V-Schwelle unterbunden wird.

Die Endstufe des DPS 7000 ist als Längsregler ausgeführt und mit Darlington-Transistoren (T 101 und T 102) 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 unterschiedlichen Transistordaten, und zum anderen bilden sie den Shuntwiderstand zur Erzeugung einer stromproportionalen Meßspannung für den I-Regler und die Stromanzeige.

Über die zur Entkopplung dienenden Vorwiderstände R 123 und R 124 gelangt die auf Schaltungsmasse bezogene Meßspannung (Schaltungsmasse entspricht der

positiven Ausgangsklemme des Netzgerätes) auf den Meßeingang des digitalen Amperemeters und auf den invertierenden Eingang (Pin 2) des für die Stromregelung zuständigen Operationsverstärkers IC 106 A.

Die Dioden D 120 und D 121 dienen zur Kurzschlußstrombegrenzung, und der Kondensator C 124 im Rückkoppelzweig unterdrückt eventuelle Schwingneigungen des OPs.

Den Sollwert, d. h. die Vorgabe für den maximal zulässigen 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 und R 135. Der Trimmer R 134 dient zur einmaligen Einstellung des maximalen Ausgangsstromes (2 A).

Die Funktion des Stromreglers sieht im Detail wie folgt aus:

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 8 mA liefert. Sind die Ausgangsdioden des Stromreglers (IC 106 A) D 118 und D 119 für den Spannungsregler gesperrt, so fließt der gesamte Steuerstrom von 8 mA in die Basen der Endstufentransistoren, wodurch diese dann voll durchgesteuert wären.

Welcher Regler (Strom- oder Spannungsregler) gerade aktiv ist, wird durch die betreffende Leuchtdiode (D 118 für den Stromregler und D 119 für den Spannungsregler) angezeigt.

Zur besseren Veranschaulichung wollen wir die genaue Funktion des Stromreglers an einem kompletten Regelzyklus beschreiben. Hierzu nehmen wir an, daß der Ausgang des Netzteils kurzgeschlossen bzw. hinreichend niederohmig belastet ist und das Stromeinstell-Poti R 132 am Rechtsanschlag steht (dies entspricht dem maximalen Ausgangsstrom von 2 A). Der Stromregler IC 106 A erhält dadurch an Pin 3 eine Spannung 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 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 ab. Wir gehen hierbei davon aus, daß D 119 gesperrt ist, da der Ausgang des IC 106 B (Pin 7) High-Potential führt.

Doch kehren wir zum Stromregler IC 106 A zurück. Der Ausgang (Pin 1) wird soweit negativ, daß der Endstufen-Steuerstrom gerade so groß bleibt, daß der Netzgeräte-Ausgangsstrom einen Spannungsabfall an R 125 bis R 128 hervorruft, der ein Spannungsgleichgewicht an beiden Eingängen des IC 106 A bewirkt. Wird z. B. der Stromeinstellregler R 132 in Mittelstellung gebracht, d. h. auf halben Maximalstrom eingestellt (hier: 1 A), bewirkt dies an Pin 3 des IC 106 A eine Soll-Vorgabespannung von 0,25 V, und der Ausgang (Pin 1) des 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 Maximum vorgewählt werden.

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

Der invertierende Eingang (Pin 6) des Spannungsreglers IC 106 B liegt über R 135 an der Schaltungsmasse, entsprechend der positiven Netzgeräte-Ausgangsspannung (ST 100). Die mit R 136 bis R 139 erzeugte Referenzspannung gelangt über R 137 auf den gemeinsamen Summenpunkt (dort wo sich R 137 und R 146 treffen), auf den auch die negative Ausgangsspannung über den Spannungs-Einstellregler R 147 geführt wird. R 146 verbindet diesen gemeinsamen Summenpunkt mit dem nicht-invertierenden (+)-Eingang des IC 106 B, dessen Ausgang über D 119 (sofern leitend) einen Teil des Basis-Steuerstroms von den Endstufentransistoren abzweigt.

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 Konstantstrom 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 leicht unterhalb der Spannung an Pin 6

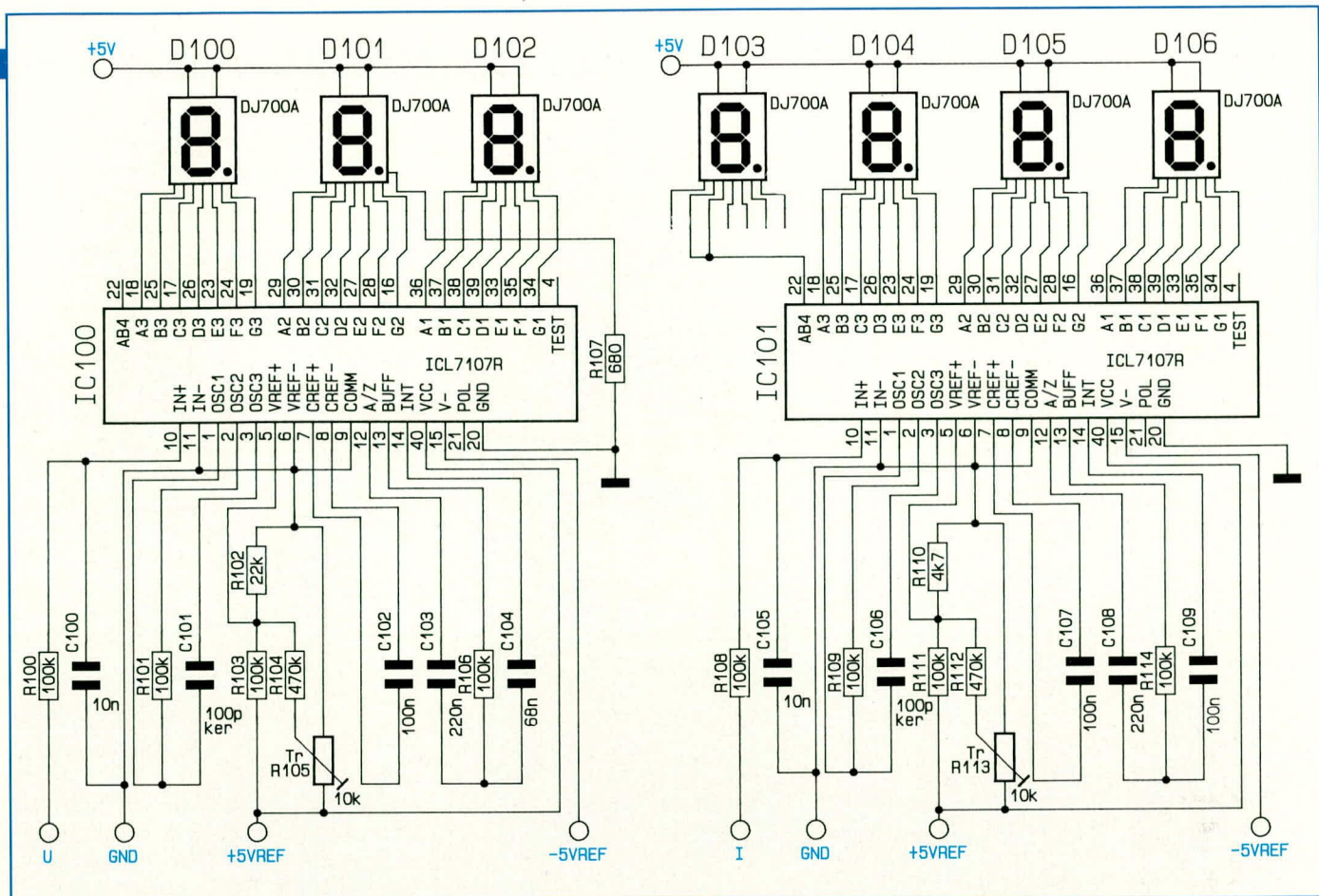


Bild 3: Schaltbild der A/D-Wandler zur Spannungs- und Stromanzeige

absinkt. Pin 7 strebt sofort in Richtung negativer Spannung und zieht über die nun leitende D 119 soviel Basisstrom von den Endstufentransistoren ab, bis sich ein Spannungsgleichgewicht an den beiden Eingängen des IC 106 B einstellt. Dieses Gleichgewicht ist dann vorhanden, wenn die Netzgeräte-Ausgangsspannung denjenigen Wert aufweist, der sich durch Multiplikation des durch R 137 eingepprägten Stromes mit dem durch R 147 vorgewählten Widerstandswert ergibt. Auf diese Weise ist mit R 147 die Ausgangsspannung von 0 V bis Maximum einstellbar.

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

Mit IC 107 B und Zusatzbeschaltung ist eine Temperaturüberwachung der Endstufen des DPS 7000 realisiert. Der im rechten Brückenweig befindliche Temperatursensor TS 100 der Widerstandsbrücke, bestehend aus den Widerständen R 148 bis R 150 sowie dem Sensor selbst, ist an der Rückwand des DPS 7000 montiert. Hierdurch wird eine ausreichende thermische Kopplung mit den Endstufentransistoren beider Netzteilstufen erreicht. Übersteigt die Temperatur der Endstufen den kritischen Wert von 90°C, so führt der nicht-invertierende Eingang des IC 107 B negatives Potential gegenüber dem invertierenden Eingang (Pin 6), wodurch der Ausgang des als Komparator geschalteten Operationsverstärkers (Pin 7) 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 Stromfluß ist unterbrochen. Gleichzeitig wird über den Optokoppler IC 105 die zweite Endstufe gesperrt, wodurch die Schaltung im IC 107 B lediglich einmal im DPS 7000 vorhanden zu sein braucht.

Auf der Optokoppler-Ausgangsseite wird über den Widerstand R 255 sowie der Diode D 227 der als Komparator beschaltete OP IC 207 B angesteuert. Führt der Ausgang (Pin 7) des IC 207 B Low-Pegel, so wird über die zur Entkopplung dienende Diode D 228 die angeschlossene rechte Endstufe gesperrt.

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 optimale Sicherheit für einen angeschlossenen Prüfling (z. B. Endverstärker) gewährleistet ist.

Für den Netztransformator ist keine externe Temperaturüberwachung vorhanden, 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.

Wie eingangs bereits erwähnt, besitzt das DPS 7000 insgesamt 4 Digital-Anzeigen, über die jeweils gleichzeitig der momentane Ausgangsstrom sowie die anstehende Spannung ablesbar sind. Abbildung 2 zeigt stellvertretend für beide Netzgeräteausgänge die Schaltung des Spannungsmessers (linke Schaltbildhälfte) und die des Strommessers (rechte Schaltbildhälfte).

Spannungs- und Strommesser sind weitgehend identisch aufgebaut. Die Unterschiede liegen einzig in der Ansteuerung des Dezimalpunktes (R 107) beim Spannungsmesser. Der Strommesser verfügt zusätzlich mit D 101 über eine vierte Stelle, die über den Pin 22 des IC 101 angesteuert wird.

Die eingesetzten A/D-Wandler des Typs ICL7107R setzen eine an ihren Eingangspins 10, 11 anliegende Meßspannung in einen digitalen Anzeigewert um, wobei die 7-Segment-LED-Anzeigen direkt angesteuert werden.

Damit ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen. In der kommenden Ausgabe des ELVjournal stellen wir Ihnen den Nachbau dieses anspruchsvollen und zugleich leistungsfähigen Labor-Doppelnetzgerätes vor.