



Schaltnetzteil SPS 7330

0-30 V / 0-5 A / 75 VA

Großer einstellbarer Spannungs- und Strombereich bei hohem Wirkungsgrad und geringer Verlustleistung sind die hervorstechenden Merkmale dieses innovativen PWM-Schaltnetzteiles.

Allgemeines

Für die Spannungsversorgung im Laborbereich konzipiert, arbeitet dieses pulsweitenmodulierte (PWM) Schaltnetzteil nach dem Prinzip des sekundär getakteten Schaltreglers. Gegenüber linear geregelten Netzgeräten hat der hier eingesetzte Step-Down-Wandler den Vorteil eines besonders hohen Wirkungsgrades selbst bei großen Strömen über den gesamten Ausgangsspannungsbereich. Selbst volle Belastungen lassen das SPS 7330 nahezu „kalt“.

Das komplett mit Leistungskühlkörper in einem Kunststoffgehäuse eingebaute Netzgerät kann sowohl als Spannungs-, als auch als Stromregler arbeiten. Zur Anzeige der eingestellten Ausgangsspannung und des Laststromes dienen zwei dreistellige 7-Segment-Displays. Der jeweils aktive Regler (Spannung oder Strom) wird durch eine Leuchtdiode direkt neben dem jeweiligen Display angezeigt.

Sowohl für die inklusive Kühlkörper im Gehäuse untergebrachte Endstufe als auch

für den 100VA-Leistungsnetztransformator ist eine elektronische Temperatursicherung vorhanden, die bei Überlast die Endstufe abschaltet. Bei Übertemperatur an der Endstufe oder am Netztransformator leuchtet die jeweils zugehörige Leuchtdiode auf der Frontplatte.

Die maximal mögliche Stromentnahme des SPS 7330 ist von der eingestellten Ausgangsspannung abhängig. Bis ca. 8 V ist aus dem SPS 7330 ein Laststrom von 5 A entnehmbar. Darüber hinaus sinkt die maximal mögliche Stromentnahme kontinuierlich, bis bei 30 V noch ca. 2,5 A zur Verfügung stehen.

Technische Daten: SPS 7330

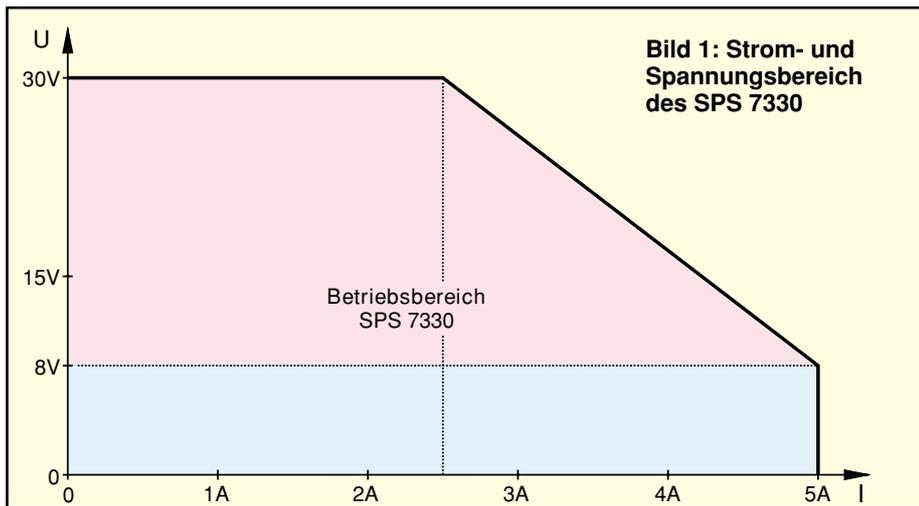
Eingangsspannung: ... 230 V \pm 10 %
 Ausgangsspannung: 0-30 V=
 Restwelligkeit: ... 20 mV_{eff} (bei Vollast)
 Ausgangsstrom: 0-2,5/5A
 Wirkungsgrad: 80% (Vollast)
 Gehäuseabmessungen
 (BxHxT): 350x110 x 210 mm

Schaltnetzteile fordern im allgemeinen zum Betrieb eine Mindest-Ausgangslast. Wird die Mindestlast z. B. bei PC-Schaltnetzteilen unterschritten, führt dies häufig zur Beschädigung des Netzteils.

Das SPS 7330 ist mit einer elektronischen Vorlast ausgestattet, so daß eine geringe Ausgangslast oder ein offener Ausgang zu keiner Schädigung führen kann. Der Nachteil ist allerdings ein geringerer Wirkungsgrad bei kleinen Ausgangsleistungen, was jedoch bei einem Labornetzteil eher von untergeordneter Bedeutung ist.

Nachfolgend die wesentlichen Features in Kürze:

- einstellbare Ausgangsspannung von 0 bis 30 V
- getrennte Einstellregler für Grob- und Feineinstellung der Spannung
- einstellbarer Ausgangsstrom von 0 bis 5 A (bis 8 V, darüber hinaus sinkt die maximale Stromentnahme bis zu einer Ausgangsspannung von 30 V auf max. 2,5 A - siehe Grafik Abbildung 1)
- gleichzeitige Digitalanzeige von Spannung und Strom



- dauer-kurzschlußfest
- besonders günstiges Preis-/Leistungsverhältnis

Schaltung

Die Schaltung des SPS 7330 (Abbildung 2) basiert im wesentlichen auf der Schaltung der universell einsetzbaren PWM-Schaltnetzteil-Platine, die im „ELV-Journal“ 1/97 veröffentlicht wurde.

Wir beginnen die Schaltungsbeschreibung mit der im oberen Bereich dargestellten Spannungsversorgung. Über die Schraubklemmleiste KL 1, den zweipoligen Netzschalter S 1 und die Schmelzsicherung SI 1 gelangt die Netzspannung auf die Primärwicklung des Netztransformators. Sekundärseitig ist der Netztransformator mit 2 Wicklungen ausgestattet: Eine 2x8V-Wicklung für die Regelelektronik sowie die Panelmeter und eine Leistungswicklung 36V/2,75A für den Lastkreis.

Die 16V-Wicklung mit Mittelanzapfung speist zwei Mittelpunkt-Zweiweg-Gleichrichterschaltungen, aufgebaut mit D 15 bis D 18, wobei C 32 zur ersten Glättung der positiven Spannung und C 33 zur Pufferung der negativen Spannung dient. Die auf Schaltungsmasse bezogenen unstabilisierten Spannungen gelangen auf die Eingänge der beiden Festspannungsregler IC 4 und IC 5, die ausgangsseitig die stabilisierten Spannungen +5 V und -5 V für die Steuerelektronik und die Panelmeter des SPS 7330 zur Verfügung stellen.

Während die Elkos C 34, C 35 am Ausgang der beiden Spannungsregler zur Schwingneigungsunterdrückung dienen, sind die Abblockkondensatoren C 36 bis C 42, C 55 und C 56 an den Versorgungspins der Operationsverstärker angeordnet.

Die Leistungswicklung des Netztransformators speist über die Sicherung SI 2 den mit D 1 bis D 4 aufgebauten Brückengleichrichter. C 1 bis C 4 und C 6 dienen zur Unterdrückung von Störspitzen, und

C 5 übernimmt die Pufferung der unstabilisierten Spannung, die direkt auf die Source des Power-MOS-Schalttransistors T 1 gelangt.

Dieser P-Kanal-Leistung-Feldeffekttransistor (T 1) wird von der Steuerelektronik des SPS 7330 periodisch in den leitenden Zustand versetzt.

Da T 1 nicht im linearen Betrieb, sondern als Schalter arbeitet, entsteht am Transistor nur eine sehr geringe Verlustleistung, die vom RDS-On-Widerstand des Transistors und von den Schaltflanken abhängig ist.

Solange T 1 durchgeschaltet ist, fließt über die Speicherdrossel L 1 der Strom zum Ausgang bzw. in die Pufferelkos C 7 und C 9. In der Sperrphase kann die Speicherdrossel L 1 aufgrund der nun auftretenden Gegeninduktion den Stromfluß über die Schottky-Diode D 5 aufrecht erhalten.

Die Stabkerndrossel L 4 dient in Verbindung mit C 9 zur Stromglättung und somit zur Verringerung der Restwelligkeit am Ausgang.

An ST 5 erhalten wir gegen ST 6 (Schaltungsmasse) eine Ausgangsgleichspannung, die direkt vom Tastverhältnis abhängig ist, mit dem der Transistor T 1 durchgeschaltet wird.

Hochfrequente Störungen am Ausgang werden mit der Kondensator-Staffel C 61 bis C 63 unterdrückt.

Spannungsregler

Betrachten wir als nächstes die Ansteuerung des Leistungsteils in der Betriebsart Spannungsregler. Zur Erfassung der Ist-Spannung wird über den Spannungsteiler R 4, R 5 eine zur Ausgangsspannung proportionale Spannung abgegriffen und über R 38 dem integrierenden Spannungsregler IC 1 D am invertierenden Eingang (Pin 13) zugeführt. Hier erfolgt nun der Vergleich mit der am nicht invertierenden Eingang anstehenden Sollwert-Vorgabe, die mit Hilfe der beiden frontseitigen Einstellpotis R 41 (grob) und R 44 (fein) stufenlos

einustellen ist. Die maximale Spannung (30 V) wird mit Hilfe des in Reihe liegenden Trimmers R 40 abgeglichen.

Die mit R 74, C 60 und L 6 aufgebaute Filterkette verhindert hochfrequente Störkopplungen auf den Operationsverstärker. Bei aktivem Spannungsregler steuert der OP-Ausgang die Leuchtdiode D 14 durch, und die an der Anode anstehende Spannung gelangt auf den positiven Eingang des Komparators IC 2 B.

Die Schaltfrequenz des Step-Down-Reglers wird mit IC 1 A und externer Beschaltung generiert. Durch die Beschaltung mit R 14 bis R 16 arbeitet der Operationsverstärker (IC 1 A) als Inverter mit Schmitt-Trigger-Funktion. Mit R 17 im Gegenkopplungszweig und C 13 entsteht ein Rechteckgenerator mit ca. 22 kHz Taktfrequenz.

Mit R 18, C 15 wird das Rechtecksignal des Taktgenerators zu einem sägezahnförmigen Signal integriert und dem invertierenden Eingang (Pin 6) des Komparators IC 2 B zugeführt.

In Abhängigkeit von der sägezahnförmigen Spannung an Pin 6 und der Gleichspannung an Pin 5 entsteht am Komparator-Ausgang (Pin 7) dann das pulswidenmodulierte Signal. Dieses PWM-Signal steuert über den mit T 4, T 5, T 7 und externe Beschaltung aufgebauten schnellen Treiber den selbstsperrenden P-Kanal-Leistung-FET T 1.

Stromregler

In der Betriebsart Stromregler ist die Funktion des SPS 7330 vergleichbar mit dem Spannungsregler. Der am Shunt R 6 abfallende stromproportionale Spannungswert wird mit dem invertierenden Verstärker IC 1 B verstärkt und über R 30 auf den invertierenden Eingang des mit IC 1 C aufgebauten Stromreglers gegeben. Hier wird nun die „Ist-Spannung“ an Pin 9 mit der Sollwert-Vorgabe an Pin 10 verglichen.

Entsprechend des in Abbildung 1 dargestellten Betriebsbereichs vom SPS 7330 ist die Sollwert-Vorgabe nicht nur von der Einstellung des Stromeinstellreglers R 33, sondern auch von der Spannungseinstellung abhängig.

Während das SPS 7330 bei 8 V einen Ausgangsstrom von 5 A liefern kann, darf bei 30 V Ausgangsspannung mit R 33 nur noch ein Sollwert von 2,5 A einstellbar sein.

Die spannungsabhängige Stromvorgabe erfolgt mit dem invertierenden Verstärker IC 3 C, dessen Ausgangsspannung an Pin 8 mit der steigenden Sollspannungsvorgabe abnimmt. Bei Ausgangsspannungsvorgaben < 8V verhindert D 19 ein Ansteigen der Spannung am Ausgang (Pin 8) des IC 3 C. Wir erhalten somit den in Abbildung 1 dargestellten Betriebsbereich.

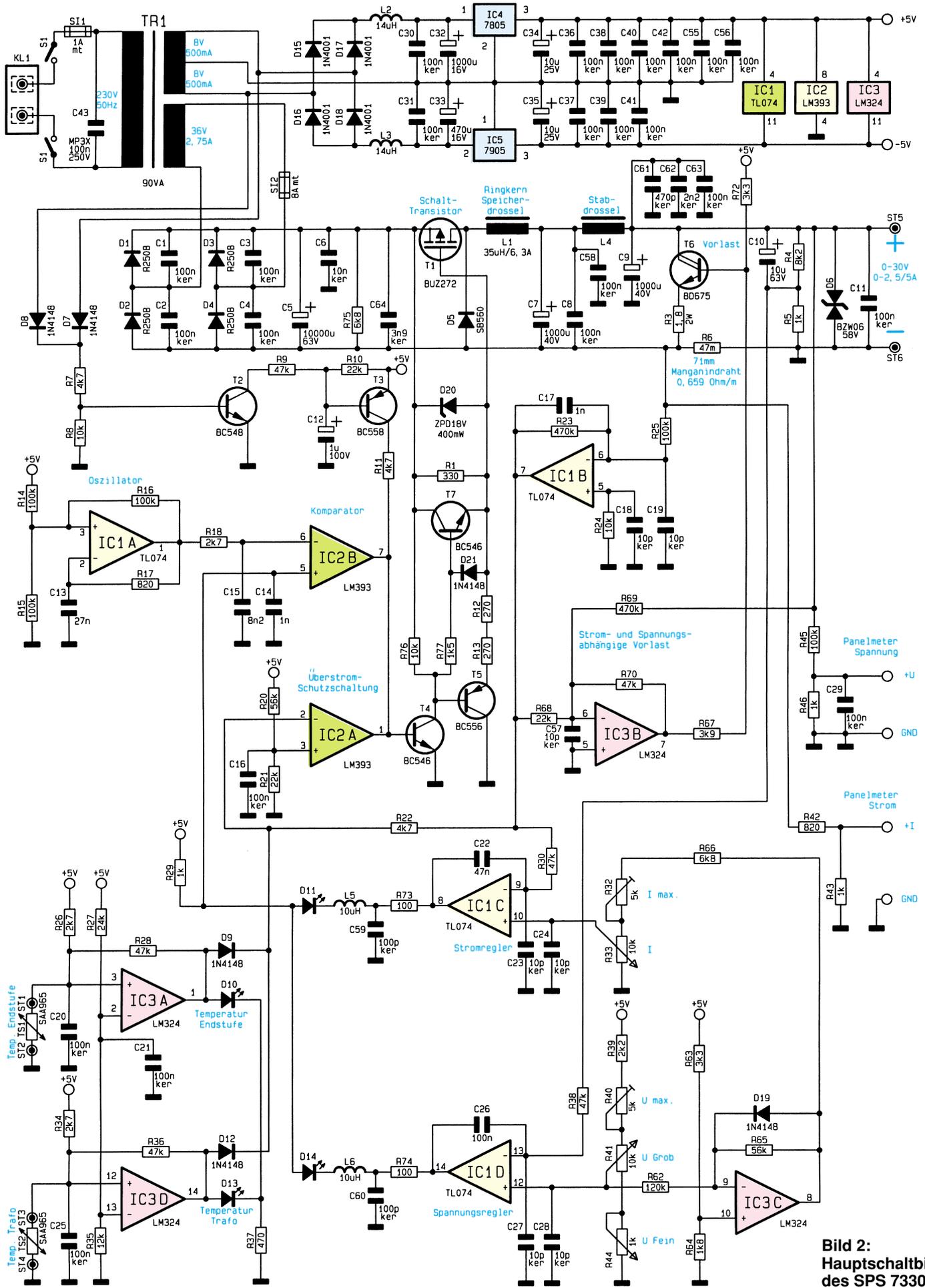


Bild 2: Hauptschaltbild des SPS 7330

Schutzschaltungen

Bei einem Labornetzteil ist es wichtig, daß im Ausschaltmoment keine Spannungsspitzen entstehen, die den Prüfling beschädigen können. Eine entsprechende Schutzschaltung wurde mit T 2, T 3 und externer Beschaltung realisiert.

Die Wechselspannung der 16V-Sekundärwicklung des Netztransformators gelangt über die beiden Gleichrichterioden D 7 und D 8 sowie den Widerstand R 7 auf die Basis des Transistors T 2, an dessen Kollektor wir dann netzfrequente Rechteckimpulse erhalten. Solange die Impulse anliegen, wird T 3 über die mit R 9, C 12 realisierte Zeitkonstante im leitenden Zustand gehalten. Im Ausschaltmoment bewirkt diese Schaltung, daß die Endstufe bereits gesperrt wird, bevor die Betriebsspannung des Netzteils zusammenbricht.

Eine weitere mit IC 2 A aufgebaute Schutzschaltung verhindert einen zu hohen Ausgangsstrom. Sobald die stromproportionale Spannung an Pin 2 die mit R 20, R 21 eingestellte Komparator-Schwelle übersteigt, sperrt der Ausgang (Pin 1) den Treibertransistor T 4 und somit die Endstufe.

Vorlast

Wie bereits erwähnt, erfordern Schalt-

netzteile am Ausgang eine Grundlast. Dies wird mit Hilfe des Darlington-Transistors T 6 erreicht, der direkt am Kühlkörper der Endstufe befestigt ist. Der Strom durch den Vorlast-Transistor wird spannungs- und stromabhängig vom Summierverstärker IC 3 B gesteuert.

Temperaturüberwachungen

Beim SPS 7330 findet eine ständige Temperaturüberwachung der Endstufe und des Netztransformators statt. Diese Aufgabe übernehmen die beiden mit IC 3 A und IC 3 D aufgebauten Schaltungsteile.

Die beiden invertierenden Eingänge von IC 3 A und IC 3 D liegen über den Span-

nungsabfall wird größer. Übersteigt die Spannung am Sensor die Komparator-schwelle (Pin 2), wechselt der Pegel am Ausgang (Pin 1) von „LOW“ nach „HIGH“. Die Leuchtdiode D 10 leuchtet, und über D 9, IC 2 A wird die Endstufe des SPS 7330 gesperrt.

Digitalanzeige

Zur Strom- und Spannungsanzeige ist das SPS 7330 mit zwei nahezu identisch aufgebauten dreistelligen Panelmetern ausgerüstet (Abbildung 3). Die Unterschiede zwischen der Strom- und Spannungsanzeige liegen ausschließlich in der Dimensionierung des an V_{ref+} (Pin 36) angeschlossenen Spannungsteilers und in der Beschaltung des Dezimalpunktes.

Zur digitalen Anzeige der Meßwerte setzen die

AD-Wandler des Typs ICL 7107 die an den Eingangspins (Pin 30, Pin 31) anliegenden Meßspannungen in digitale Anzeigewerte um. Die Wandlerausgänge steuern die 7-Segment-Anzeigen direkt an, während die Dezimalpunkte über die Widerstände R 54 und R 71 fest verdrahtet sind.

Im zweiten und zugleich abschließenden Teil dieses Artikels erfolgt ausführlich die Beschreibung des Nachbaus und Inbetriebnahme dieses leistungsfähigen Labornetzgerätes. **ELV**

Geringe Verlustleistung, selbst bei geringer Ausgangsspannung und hohen Lastströmen vereint das PWM-Schaltnetzteil SPS 7330

nungsteiler R 27, R 35 auf ca. 1,54 V Gleichspannung. Da beide Komparatorschaltungen identisch aufgebaut sind, betrachten wir für die Schaltungsbeschreibung nur die obere, mit IC 3 A aufgebaute Stufe.

Der Temperatursensor TS 1 ist direkt an den Kühlkörper der Endstufe geschraubt. Dieser am nicht invertierenden Eingang (Pin 3) des IC 3 A angeschlossene Sensor wird über R 26 mit Spannung versorgt. Mit steigender Temperatur nimmt der Widerstandswert des Sensors zu, und der Span-

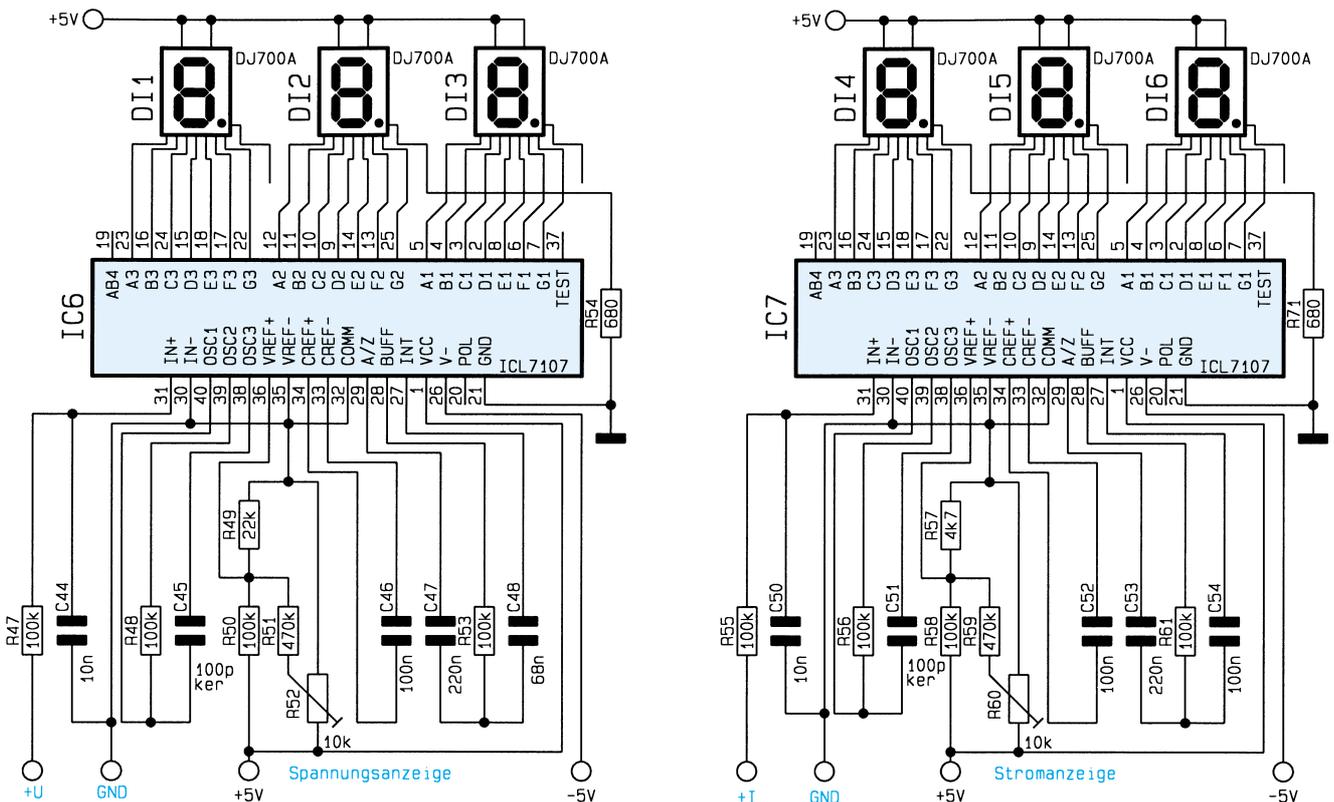


Bild 3: Digitalanzeigen für Strom und Spannung