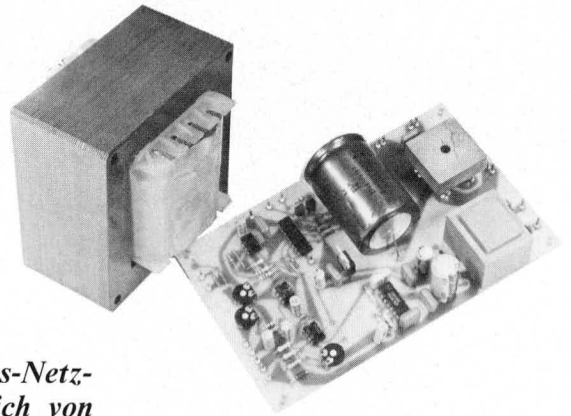


ELV-Leistungs-Netzgerät NT 20/5



In dem hier vorliegenden Artikel stellen wir Ihnen ein Leistungs-Netzgerät mit einem einstellbaren Spannungs- und Strombereich von 0–20 V bei 0–5 A vor, dessen Steuerelektronik nach dem gleichen neuartigen Prinzip arbeitet wie bei unserem ELV-Super-Netzgerät NT 7000 (ELV Nr. 12) und das daher ebenfalls mit hervorragenden Daten aufwarten kann.

Allgemeines

Das in unserer Ausgabe ELV Nr. 12 vorgestellte ELV-Super-Netzgerät NT 7000 ist mit seinem Ausgangsstrom von 0–2 A und einer einstellbaren Spannung von 0–60 V (!) reichlich dimensioniert und dürfte in den meisten Fällen mehr als ausreichen. Nur so läßt sich auch die geradezu sagenhafte Resonanz, die dieses Gerät hervorruft, erklären, allerdings, und das sollte nicht unerwähnt bleiben, stellt die aufwendige Elektronik dieses Gerätes mit ihren zahlreichen Extras wie z. B. den 8 Leuchtdioden der PCU (Power Supply Control Unit) für die Betriebszustandsanzeige und vieles andere mehr auch ein Novum auf dem Gebiet der elektronisch stabilisierten Netzgeräte dar.

Zum Antreiben kleiner Bohrmaschinen, wie sie z. B. fürs Platinenbohren zunehmend angeboten werden, zum Laden von Autobatterien sowie verschiedenen weiteren Anwendungsfällen ist manchmal jedoch eine etwas größere Stromstärke wünschenswert, wobei eine maximale Ausgangsspannung von 20 V in den meisten Fällen ausreicht.

Wir stellen Ihnen deshalb ein elektronisch stabilisiertes Leistungs-Netzgerät mit einem Einstellbereich von 0 bis 20 V und 0–5 A vor, das allerdings wegen des großen Transformators (und dessen Gewicht) nicht mehr in ein Gehäuse der ELV Serie 7000 paßt und besser in einem Stahlblechgehäuse untergebracht wird.

Die hervorragenden Daten des hier vorgestellten Leistungs-Netzgerätes sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Zur Schaltung

Das Prinzip der Schaltung geht aus Bild 1 hervor und ist ausführlich in der Ausgabe ELV Nr. 12, Seite 27 bis 36, beschrieben.

Zum besseren Verständnis sollen an dieser Stelle die wesentlichen Merkmale der Funktionsweise der Schaltung noch einmal erläutert werden.

Bei der Konstruktion des Netzgerätes wurde auf eine universelle Anwendbarkeit Wert gelegt. Hierzu trägt nicht zuletzt die getrennte Einstellmöglichkeit von Spannung und Strom über den gesamten Bereich (0 bis 20 V, 0 bis 5 A) bei.

Um dies verwirklichen zu können, sind zwei völlig getrennte Regler (einer für

Spannungs-, der andere für Stromeinstellung) notwendig, mit einer zusätzlichen, nachgeschalteten Auswertlogik, die entscheidet, welcher der beiden Regler nun tatsächlich die Leistungs-Endstufe ansteuert (Bild 1).

Über die Regler selbst ist nicht viel zu sagen. Sie bestehen im wesentlichen aus den beiden Operationsverstärkern IC 3 und IC 5, die jeweils den Sollwert mit dem Istwert vergleichen bzw. einen Teil davon (Sollwert ist der Wert, den der Ausgang des Netzteils haben soll, Istwert ist der Wert, den der Ausgang des Netzteils tatsächlich hat, d. h. es wird eine möglichst gute Übereinstimmung von Soll- und Istwert angestrebt).

Kommen wir nun zur Funktion der Auswertlogik. Sie muß, wie vorhin schon erwähnt, die Entscheidung treffen, welcher der beiden Regler tatsächlich im Einsatz ist.

Tabelle 1

Daten des ELV-Leistungs-Netzgerätes NT 20/5

Spannungsbereich:	0 bis 20 Volt
Strombereich:	0 bis 5 A
Spannung und Strom absolut getrennt einstellbar mittels neuartiger Steuerelektronik.	
Brumm und Rauschen:	
Spannungskonstanter:	kleiner 1 m V _{eff}
Stromkonstanter:	kleiner 1 m V _{eff}
Innenwiderstand:	
Spannungskonstanter:	typ. 10 mΩ = 0,01 Ω (!)
Stromkonstanter:	typ. 20 kΩ
Bei sorgfältigem Aufbau und Einbau in ein abgeschirmtes Gehäuse (z. B. Stahlblech) sind die hier angegebenen, ohnehin schon hervorragenden Daten zum Teil noch zu steigern (man glaubt es kaum).	

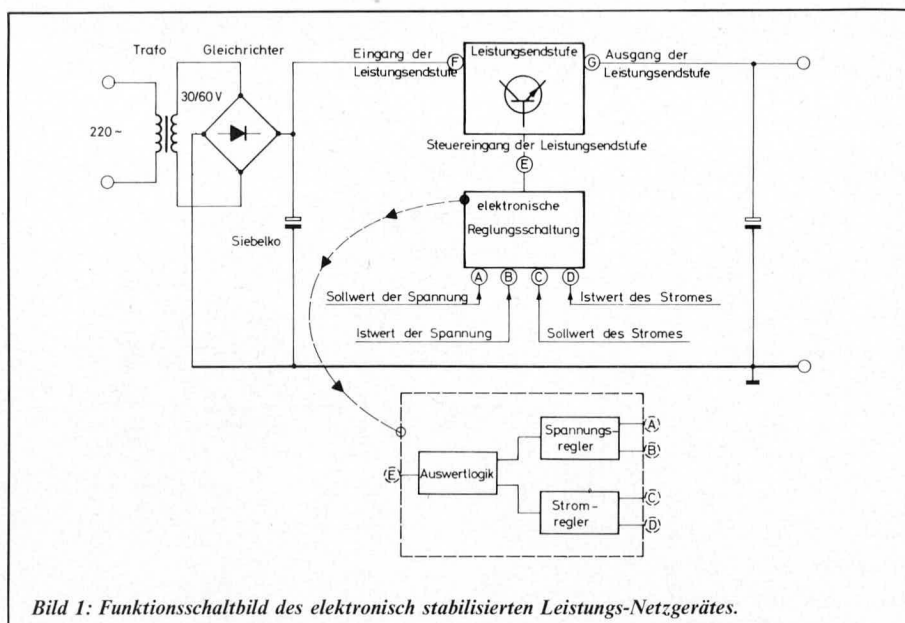


Bild 1: Funktionsschaltbild des elektronisch stabilisierten Leistungs-Netzgerätes.

Die Auswertlogik, die diese Aufgaben übernimmt, wird in der vorliegenden Schaltung in völlig neuartiger Form dargestellt.

Über die beiden Widerstände R10 und R11 werden die Ausgangswerte des Stromreglers (IC 3) bzw. des Spannungsreglers (IC 5) auf die Eingänge des als Komparator geschalteten IC 4 geführt, wobei R12 zur Erzeugung einer geringen Hysterese dient.

Vom Ausgang des IC 5 gelangt das so ausgewertete Signal auf die Steuereingänge (Pin 9, 10 und 11) des Analogschalters IC 6.

Je nachdem, ob das Steuersignal an den Pins 9 bis 11 „High“ (10 V) oder „Low“ (ca. 0 V) ist, wird entweder der I-Regler (über R9 auf Pin 2 und 12) oder der U-Regler (über R13 auf Pin 1 und 13) nach Pin 14 und 15 durchgeschaltet.

Dementsprechend werden auch die Leuchtdioden für die Spannungs- bzw. Stromregleranzeige von den Transistoren T1 oder T2 angesteuert, die wiederum vom IC 6 über dessen Ausgänge 5 und 3 geschaltet werden.

Bevor wir in der Beschreibung des Netzteils fortfahren, soll eine wesentliche Tatsache verdeutlicht werden:

Die Regelungsschaltung „schwimmt“ sozusagen auf der positiven Ausgangsspannung des Netzgerätes, d. h. die Operationsverstärker mit der +10 V/-5 V Versorgungsspannung und allem, was dazugehört, die Referenzspannung sowie die Erzeugung von Soll- und Istwert haben als gemeinsamen Bezugspunkt die positive Ausgangsspannung.

Nach dieser wichtigen Feststellung und nachdem wir die Funktion der Auswertlogik besprochen haben, wenden wir uns der Darlington-Endstufe zu.

Diese besteht im wesentlichen aus der Endstufe selbst, mit den beiden Darlington-Leistungstransistoren T3 und T4, die über Pin 14 und 15 des IC 6 direkt von IC 3 oder IC 5 angesteuert werden, sowie den Emitterwiderständen R26 und R27, die zum Ausgleichen von unterschiedlichen Transistordaten von T3 und T4 dienen. Sie haben aber noch eine weitere Funktion, auf die im nächsten Abschnitt näher eingegangen werden soll.

Erzeugung von Soll- und Istwert von Spannung und Strom

Bis jetzt haben wir uns mit den Reglern, der Auswertlogik und der Endstufe befaßt.

Wo aber bekommen die Regler für Spannung und Strom die Informationen her, die sie zum Ausüben ihrer Funktion benötigen? Hierauf soll im folgenden eingegangen werden.

Wie aus dem Blockschaltbild in Bild 1 hervorgeht, benötigt jeder der Regler zwei Informationen, nämlich die Information über den Sollwert und den Istwert.

Wie zu Beginn dieses Artikels schon einmal erwähnt, ist der Sollwert der Wert, den der Ausgang des Netzgerätes haben soll (bzw. ein Teil davon), oder anders ausgedrückt, ist der Sollwert der Wert, den wir mittels der Einstellpotis (Spannung oder Strom) vorgeben, d. h. einstellen.

Der Istwert ist der Wert (bzw. ein Teil davon), den der Ausgang des Netzgerätes tatsächlich hat, d. h. dieser Wert wird am Ausgang abgegriffen.

Für den Stromregler wird der Sollwert mit dem Potentiometer R6 vorgegeben. R4 dient zur Festlegung des maximal mit R6 einstellbaren Stromes (hier 5 A). Der Istwert wird als Spannungsabfall über die Widerstände R26 und R27 gemessen. Hier sehen wir die zweite Funktion dieser beiden Widerstände. Soll- und Istwert werden über die Widerstände R7 sowie R24, R25 und R8 auf die beiden Differenzeingänge des Operationsverstärkers IC 3 gegeben, wo sie miteinander verglichen werden. Der Operationsverstärker stellt nun den Ausgangsstrom des Netzteils so ein, daß Soll- und Istwert möglichst gut übereinstimmen, d. h. aber auch so, daß wir den Ausgangsstrom mittels R6 regeln können.

Tritt eine Störung bzw. eine Laständerung am Ausgang des Netzteils auf, so ändert sich auch der Istwert. Der Operationsverstärker stellt dies fest und regelt automatisch den Ausgangsstrom so nach, daß der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt ist.

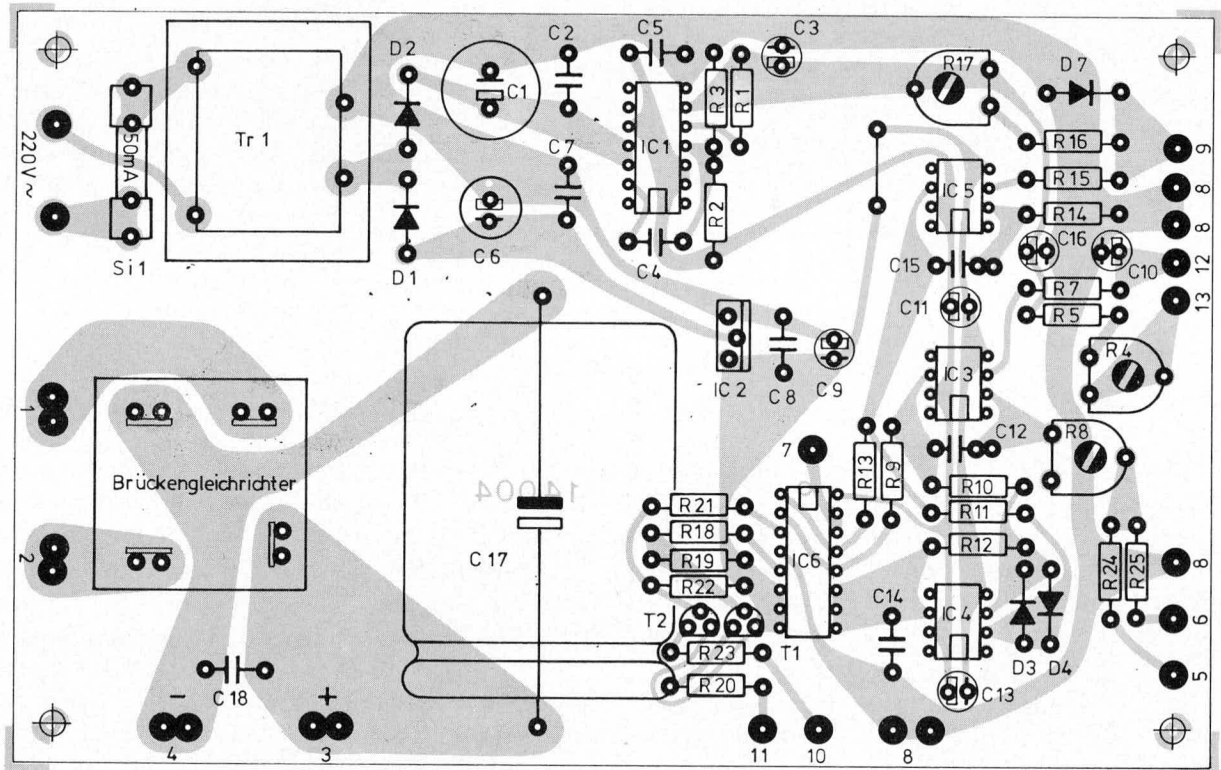
Beim Spannungsregler ist noch eine kleine Abweichung in der Funktionsweise anzumerken. Hier wird zur Spannungseinstellung nicht der Sollwert verändert, sondern der Teil des Istwertes, der vom Ausgang abgegriffen und auf den Eingang zurückgeführt wird, erfährt mittels der Potis R28 (Feineinstellung) und R29 (Grob-einstellung) eine Veränderung. Der Sollwert bleibt immer gleich und wird einmal mittels R17 fest eingestellt, und zwar so, daß bei aufgedrehtem Poti R29 und Mittelstellung von R28 (Fein) die maximale Ausgangsspannung (hier 20 V) erreicht und nicht überschritten wird.

Die Differenz, die von Sollwert und Istwert gebildet wird, steuert den Operationsverstärker IC 5.

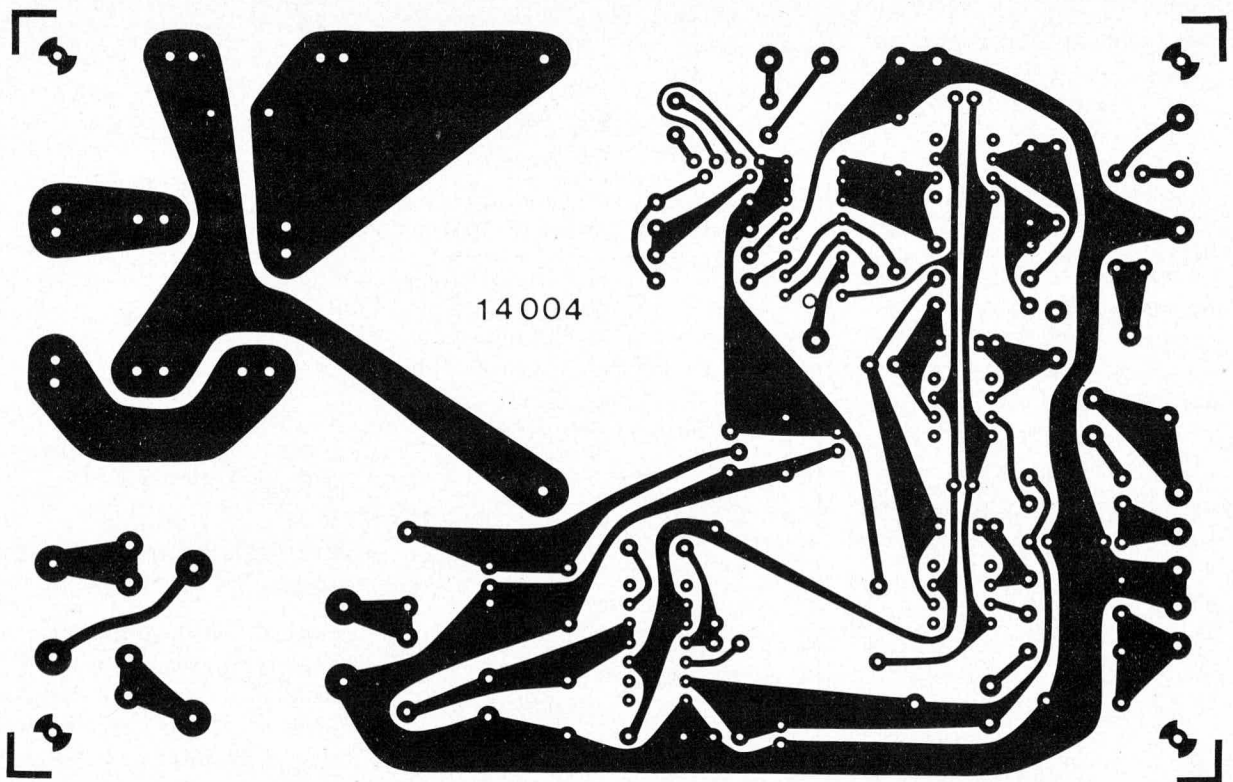
Versorgungsspannung der Steuer-elektronik

Über die Erzeugung der +10 V/-5 V Versorgungsspannung für die Steuer-elektronik ist nicht viel zu sagen. Sie wird mit Hilfe der beiden Einweggleichrichter und der nachgeschalteten Stabilisierungsschaltung realisiert.

Die +10 V werden über den integrierten Spannungsregler 723 stabilisiert,



Bestückungsseite der Platine des ELV-Leistungs-Netzgerätes NT 20/5



Leiterbahnseite der Platine des ELV-Leistungs-Netzgerätes NT 20/5

Stückliste **ELV-Leistungs-Netzgerät** **0-20V/0-5A**

Halbleiter

IC1 μ A 723 DIL
 IC2 7905
 IC3, IC4, IC5 CA 3160
 IC6 CD 4053
 T1, T2 BC 548 C
 T3, T4 TIP 140
 D1-D4 1N 4148
 D5, D6 LED rot, 5 mm
 D7, D8 1N 4001
 1 Brückengleichrichter 10A

Kondensatoren

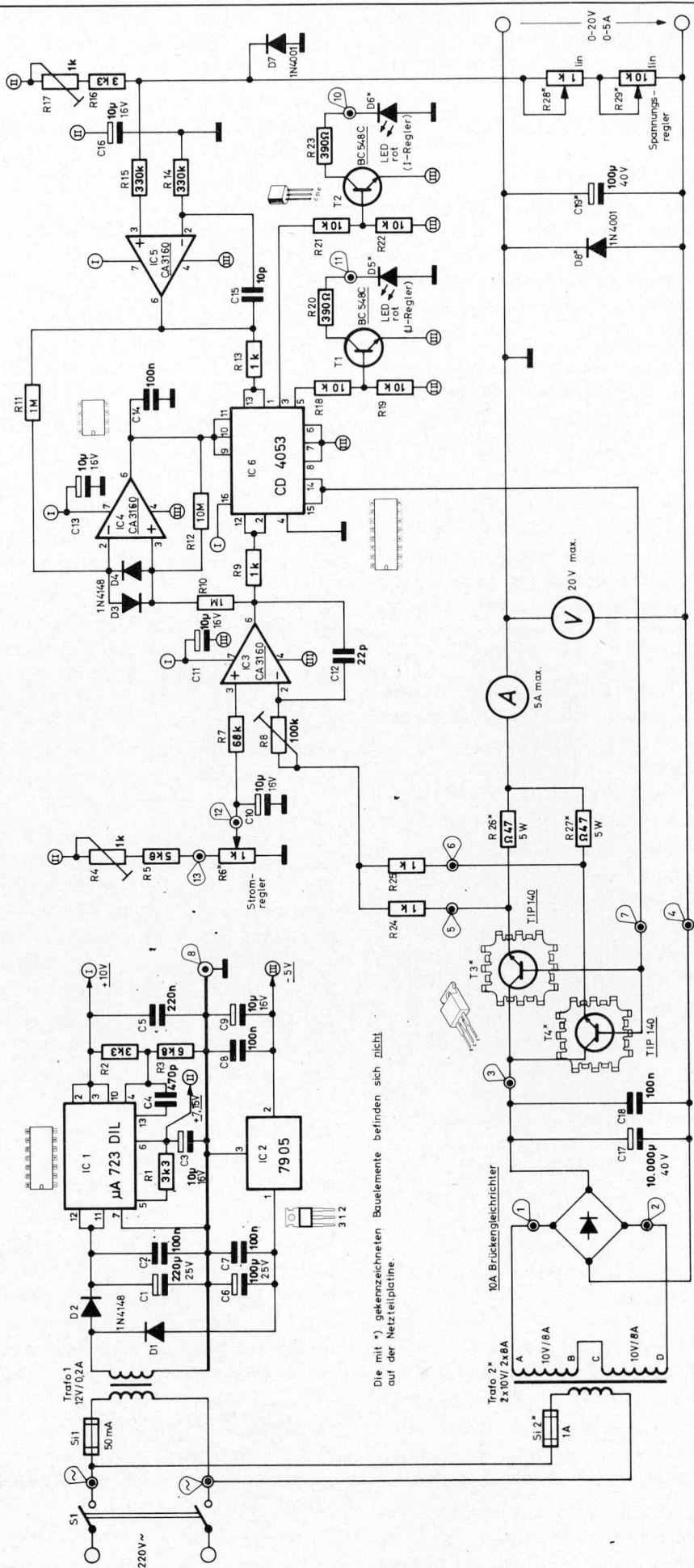
C1 220 μ F/25 V
 C2 100 nF
 C3 10 μ F/16 V
 C4 470 pF
 C5 220 nF
 C6 100 μ F/25 V
 C7, C8 100 nF
 C9, C10, C11 10 μ F/16 V
 C12 22 pF
 C13 10 μ F/16 V
 C14 100 nF
 C15 10 pF
 C16 10 μ F/16 V
 C17 10 000 μ F/40 V
 C18 100 nF
 C19 100 μ F/40 V

Widerstände

R1, R2, R16 3,3 k Ω
 R3 6,8 k Ω
 R4, R17 1 k Ω /Trimmer
 R5 5,6 k Ω
 R6 1 k Ω Poti, lin
 R7 68 k Ω
 R8 100 k Ω , Trimmer
 R9, R13, R24, R25 1 k Ω
 R10, R11 1 M Ω
 R12 10 M Ω
 R13 1 k Ω
 R14, R15 330 k Ω
 R18, R19, R21, R22 10 k Ω
 R20, R23 390 Ω
 R 26, R27 0,47 Ω /5 Watt
 R28 1 k Ω , Poti, lin
 R29 10 k Ω , Poti, lin

Diverses

1 Trafo 2x10 V/2x8 A
 1 Trafo 12 V/2,4 VA
 1 Sicherungshalter
 1 Sicherung 1 A
 1 Platinensicherungshalter
 1 Sicherung 50 mA
 1 Mammut-Kühlkörper
 (300 mm lang, für 2 x TIP 140)
 31 Lötstifte



Schaltbild ELV-Leistungs-Netzgerät NT 20/5

der gleichzeitig die Referenzspannung für die Regelungsschaltung des Netzgerätes sowie für die Stromquelle erzeugt.

Die -5 V stabilisiert das IC 2.

Zum Nachbau

Obwohl das vorstehend beschriebene Netzgerät eine große Leistung hat, befinden sich fast sämtliche Bauelemente auf der Platine, so daß nur sehr wenig Verdrahtungsaufwand erforderlich ist.

Zunächst wird die Platine bestückt, indem die Brücken, dann die Widerstände, Kondensatoren, Dioden usw. in gewohnter Reihenfolge eingelötet werden.

Ist die Bestückung fertiggestellt und noch einmal kontrolliert, kann mit der Verdrahtung der wenigen, nicht auf der Platine befindlichen Bauelemente, wie der Endstufe, dem schweren Haupttransformator usw., begonnen werden.

Die beiden Wicklungen des Haupttransformators werden in Reihe geschaltet (Punkt B und C direkt am Trafo miteinander verbinden) und die Punkte A und D des Trafos (Leerlaufspannung ca. 25 V) an die Punkte 1 und 2 der Platine angelötet.

Die Endstufentransistoren T3 und T4 werden auf den Mammut-Kühlkörper geschraubt (auf gute Wärmeleitung zwischen Transistorgehäuse und Kühlkörper achten — evtl. etwas Wärmeleitpaste einfügen).

Um den Leistungsbereich des Netzgerätes auch voll ausnutzen zu können, ist ein entsprechend großer Kühlkörper von 300 mm Länge und dementsprechend großem Querschnitt erforderlich, der zudem so montiert werden sollte, daß eine gute Belüftung gewährleistet ist, damit im „Ernstfall“ keine Überhitzung der Endstufentransistoren auftritt (kleine Spannung bei großem Strom bedeutet viel Leistungsumsetzung in Wärme für die Endstufe). Da die beiden Kollektoren von T3 und T4 leitend miteinander verbunden sein müssen, ist beim Festschrauben derselben auf eine gute Kontaktgabe zwischen Transistorgehäuse, Befestigungsschrauben und Kühlkörper zu achten.

Von einem der Endstufentransistor-Kollektoren (oder auch von einer anderen Stelle des Kühlkörpers über eine zusätzliche Schraube mit Lötöse) ist eine Verbindung zu Punkt 3 der

Platine zu ziehen, wobei ein Drahtquerschnitt von mindestens 1,5 mm² erforderlich ist.

An die beiden Emittoren von T3 und T4 wird je ein 5-Watt-Leistungswiderstand von 0,47 Ω angelötet, deren freie Enden miteinander verbunden und laut Schaltplan an Punkt 8 geführt werden. In diese Zuleitung ist ggf. ein 5-A-Drehspulmeßwerk einzufügen.

Der Punkt 8, der gleichzeitig den positiven Ausgang darstellt, ist über eine möglichst kurze Leitung (min. 1,5 mm²) mit der +Ausgangsklemme zu verbinden.

Punkt 4 der Platine wird mit der -Ausgangsklemme über eine ebenfalls möglichst kurze Leitung (min. 1,5 mm²) verbunden.

Zwischen die beiden Ausgangsklemmen sind C19 und D8 anzulöten.

An die - Ausgangsklemme wird das eine Bein des Spannungsgrobeinstellers R29 angelegt, der mit dem Spannungseinsteller R28 in Reihe geschaltet ist. Der freie Anschluß von R28 (der andere Anschluß ist mit R29 verbunden) wird mit Punkt 9 der Platine verbunden (möglichst kurzer Draht — kann auch etwas dünner sein).

Für die Abtastung der Stromwerte sind jetzt noch die Punkte 5 und 6 der Platine jeweils mit einem der beiden Emittoren von T3 und T4 zu verbinden. Auch hier können etwas dünnere Leitungen eingesetzt werden, die jedoch sehr kurz zu halten sind.

Die drei Anschlüsse des Stromregler-Potis R6 sind mit den Punkten 12 und 13 sowie Masse (Punkt 8) auf der Platine zu verbinden.

Zuletzt wird noch die Endstufenansteuerung angelötet (Punkt 7 der Platine mit den beiden parallelgeschalteten Basen von T3 und T4 verbinden).

Bevor das Gerät nun eingeschaltet wird, sollten sämtliche Leitungen noch einmal sorgfältig überprüft werden, damit der Bauteileumsatz nicht unnötig angekurbelt und Ihre Brieftasche entsprechend belastet wird.

Abgleich/Einstellung

Das Einstellen der maximalen Ausgangsspannung erfolgt mit Hilfe des Trimmers R17.

Bei Mittelstellung von R28 (fein) und voll aufgedrehtem Poti R29 (grob) wird R17 so eingestellt, daß sich eine Ausgangsspannung von 20 V ergibt

(Ausgangsklemmen offen, d. h. unbelastet).

Analog dazu wird der maximale Strom mit dem Trimmer R4 festgelegt.

Bei kurzgeschlossenem Ausgang und voll aufgedrehtem Poti R6 wird R4 so eingestellt, daß sich ein Ausgangsstrom von 5 A ergibt.

Kommen wir nun zum Abgleich der eigentlichen Regelelektronik.

Sofern kein Oszillograph zur Verfügung steht, sind für die Kompensationskondensatoren C12 bzw. C15 die im Schaltplan angegebenen Werte einzubauen, und Ihr Gerät wird im Normalfall auf Antrieb arbeiten, und dies bei ausgezeichneten Daten.

Da es sich hier bei den in der Regelelektronik eingesetzten Operationsverstärkern um außerordentlich schnelle und präzise arbeitende Typen handelt, können durch „Auskitzeln“ der Beschaltung für die beiden Operationsverstärker IC3 und IC5 die Daten noch weiter verbessert werden.

Beim Spannungsregler-IC (IC5) kann der Kondensator C15 ggf. bis auf 1 pF verkleinert werden, um die Regelung noch schneller zu machen.

Hierzu ist aber unbedingt ein Oszillograph erforderlich, um bei verschiedenen Ausgangsspannungen und Belastungszuständen die Qualität der Ausgangsspannung zu kontrollieren und sicherzustellen, daß das Gerät nicht schwingt.

Die Qualität des Stromreglers kann dadurch optimiert werden, indem man den Trimmer R8 so einstellt, daß bei Betrieb des Stromreglers die Brummspannung ihr Minimum erreicht. Steht kein Oszillograph zur Verfügung, so ist für den Trimmer R8 ein Festwiderstand gleicher Größe wie R7 (68 k Ω) einzubauen.

Die vorstehend beschriebenen Abgleichsmaßnahmen sind jedoch, und das wollen wir hier ausdrücklich betonen, keinesfalls unbedingt erforderlich. Durch eine ausgefeilte Konstruktion ist das Gerät auch ohne diese Maßnahmen im Normalfall bei ausgezeichneten Daten betriebsbereit.

Der Einbau der fertig aufgebauten und getesteten Schaltung erfolgt zweckmäßigerweise in ein stabiles Stahlblechgehäuse, das zum einen eine gute Abschirmung ergibt und zum anderen dem Gerät wegen des großen Transformators die notwendige Stabilität verleiht.