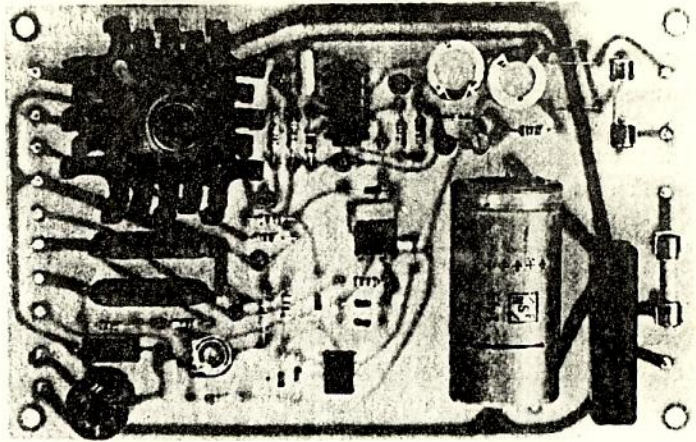


Semiprofessionelles, elektronisch stabilisiertes Netzgerät

wahlweise 0-30 V, 0-2 A
oder 0-60 V, 0-1 A



Mit dem nachfolgend vorgestellten und beschriebenen semiprofessionellen, elektronisch stabilisierten Netzgerät stellen wir dem Hobby-Elektroniker ein Gerät vor, das auch verwöhnten Ansprüchen gerecht wird.

Spannung und Strom sind über den gesamten Bereich von 0 bis Max. getrennt einstellbar. Die Qualität der Ausgangsspannung ist so hervorragend, daß mit einem normalen Oszillographen kein Brumm und kein Rauschen mehr feststellbar ist. Der Innenwiderstand ist sehr gering und die Schwingneigung nahezu ausgeschlossen.

Trotz all dieser Vorzüge wurde eine hohe Nachbausicherheit durch problemlosen Aufbau fast sämtlicher Bauelemente auf der Platine erreicht.

Einige unwichtige (?) Vorbemerkungen

Der große Einstellbereich der Spannung (0 bis 60 V bei 1 A) als auch die hohe Strombelastbarkeit (2 A bei der 10 V Ausführung) sind für den Normalgebrauch eines Bastlers in den meisten Fällen ausreichend.

Selbstverständlich ist es kein Problem, die Leistung hinsichtlich der Strombelastbarkeit als auch der Spannungseinstellung zu erhöhen. Man muß sich jedoch fragen, wie oft es vorkommt, daß Ströme von 10 A und Spannungen von 100 V benötigt werden und ob es sinnvoll ist, dafür einen wesentlich höheren Preis zu bezahlen. Transformatoren von 1 bis 2 KVA Leistung kosten nicht nur viel Geld, sie sind auch außerordentlich schwer, so daß allein schon aus Gründen der Handhabung für die meisten Bastler darauf verzichtet wird.

In einer späteren Ausgabe ist auch an jene unter unseren Lesern gedacht, die nicht eher ruhen und keine Kosten

scheuen, ehe sie nicht das Optimum gefunden haben.

Es ist ein Netzgerät in der Erprobung, bei dem keine Kompromisse eingegangen werden und das sogar eine revolutionierende Neuerung auf dem Gebiet der elektronisch stabilisierten Netzgeräte darstellt. Allerdings ist auch der Preis entsprechend.

Die Redaktion ist bemüht, hin und wieder auch besonders exklusive Geräte zu entwickeln, vorzustellen und zu beschreiben, um damit auch den besonders anspruchsvollen Teil unseres Leserkreises zufriedenzustellen.

Inwieweit dies sinnvoll ist, soll hier nicht untersucht werden. Hauptsache es macht Spaß, denn ein Hobby soll in erster Linie Freude bereiten. Es gibt auch Leute, die sich Autos mit 200 PS kaufen, obwohl sie mit 50 PS gut bedient sind.

Damit nun aber keine bösen Leserbriefe auf die Redaktion niedergehen, weil sich der Autor in langweiligen Vorre-

den verliert, soll sofort der technische Teil besprochen werden. Für einige Bemerkungen am Rande sollte aber ab und zu auch einmal Platz sein.

Zur Schaltung

Bei der Konstruktion des Netzgerätes wurde auf eine universelle Anwendbarkeit Wert gelegt. Hierzu tragen nicht zuletzt die getrennte Einstellbarkeit von Spannung und Strom über den gesamten Bereich (0 bis 60 V, 0 bis 1 A bzw. 0 bis 30 V, 0 bis 2 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 entscheidend, welcher der beiden Regler nun tatsächlich die Leistungsstufe ansteuert.

Über die Regler selbst ist nicht viel zu sagen. Sie bestehen im wesentlichen aus den beiden Operationsverstärkern IC 1 und IC 2, 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 nun tatsächlich im Einsatz ist.

Nachfolgendes Beispiel wird zum besseren Verständnis beitragen:

Es soll eine Autobatterie aufgeladen werden:

Zuerst sollte der Strom einen möglichst konstanten Wert aufweisen und zwar solange, bis die Batterie ihre Sättigungsspannung von ca. 14 V (bei 12 V Autobatterien) erreicht hat. Der Strom muß dann kleiner werden, damit die Batterie nicht unnötig geladen wird und infolgedessen gast.

Die Forderungen an die Auswertlogik sind derart, daß derjenige Regler im Einsatz ist, der den kleineren Wert der Ausgangsspannung bzw. des Ausgangsstromes vorschreibt.

Bei einer Einstellung der beiden Regler auf z.B. 14 V und 2 A kann nur eine maximale Spannung von 14 V erreicht werden und ein maximaler Strom von

2 A fließen. Wird die Belastung größer, so steigt nicht der Strom an, sondern die Spannung sinkt.

Um bei unserem Beispiel des Autoakkus zu bleiben, würde eine Einstellung von 14 V und 2 A bedeuten, daß der ungeladene Akku, der eine Spannung von ca. 11 V hat, zu Beginn des Ladevorgangs mit vollen 2 A geladen wird. Erst nachdem der Akku nahezu voll aufgeladen wurde und die Spannung 14 V erreicht hat, beginnt der Strom langsam zu sinken und sich auf Werte einzupegeln, die lediglich zu einer Erhaltungsladung führen, d.h. der Akku wird nur mit einem Strom gespeist, der ihn den aufgeladenen Zustand beibehalten läßt.

Die Auswertlogik, die diese Aufgabe erfüllt, wird in der vorliegenden Schaltung (siehe Bild 3) in höchst einfacher Form im wesentlichen durch die beiden Dioden D 7 und D 8 dargestellt.

Die Darlington-Endstufe

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 +/- 15 V Versorgungsspannung und allem was dazugehört, die Referenzspannung so-

wie 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 Leistungstransistoren T 3 und T 4, den Emittterwiderständen R 16 und R 17 sowie dem Basis-Ableitwiderstand R 11 und aus dem Ansteuertransistor T 5.

Über die Stromquelle (nähere Beschreibung an anderer Stelle dieser Ausgabe), bestehend aus dem Transistor T 2, dem Kondensator C 7 sowie den Widerständen R 5 und R 6, wird in die Basis von T 5 ein Strom von 5 mA eingespeist. Dieser Strom, der die Endstufe zum Durchsteuern bringt, wird zum Teil über die Auswertlogik (D 7, D 8) und die Operationsverstärker IC 1 und IC 2 abgezogen und zwar soweit wie es zum Erreichen der mittels der Potis P 1 und P 2 eingestellten Ausgangswerte des Netzgerätes erforderlich ist.

Die Widerstände R 16 und R 17 sind zum Ausgleichen von unterschiedlichen Transistordaten von T 3 und T 4 vorgesehen. Sie haben aber noch eine weitere Funktion, auf die im nächste

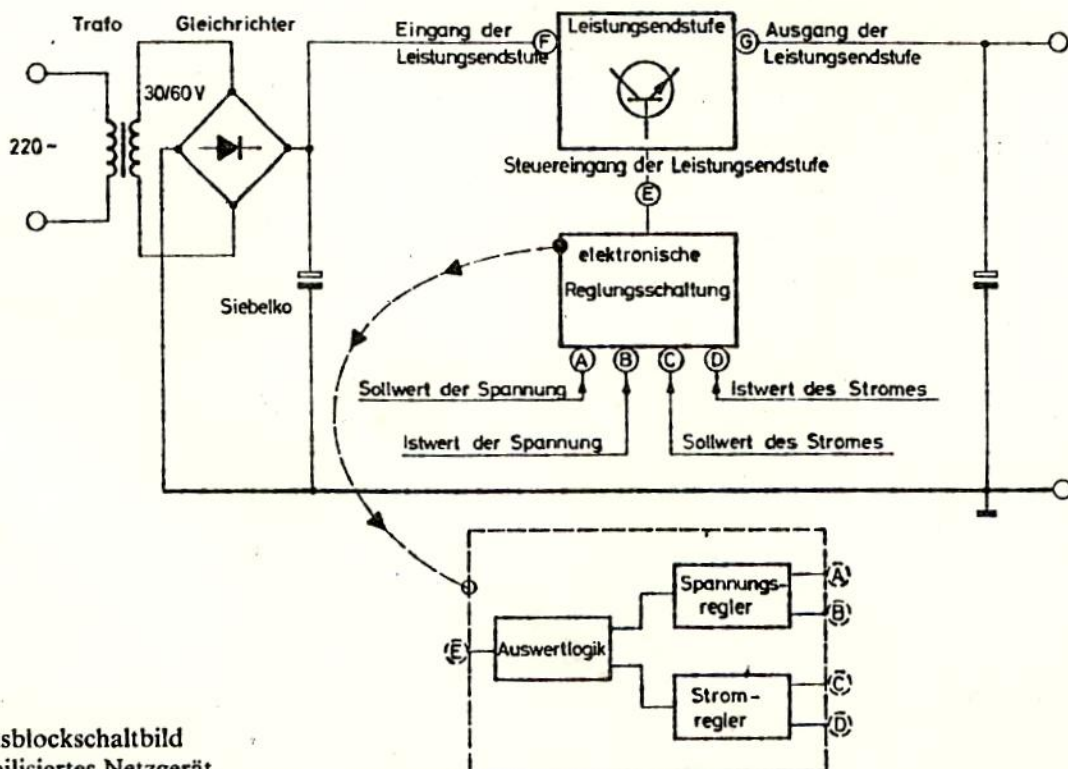
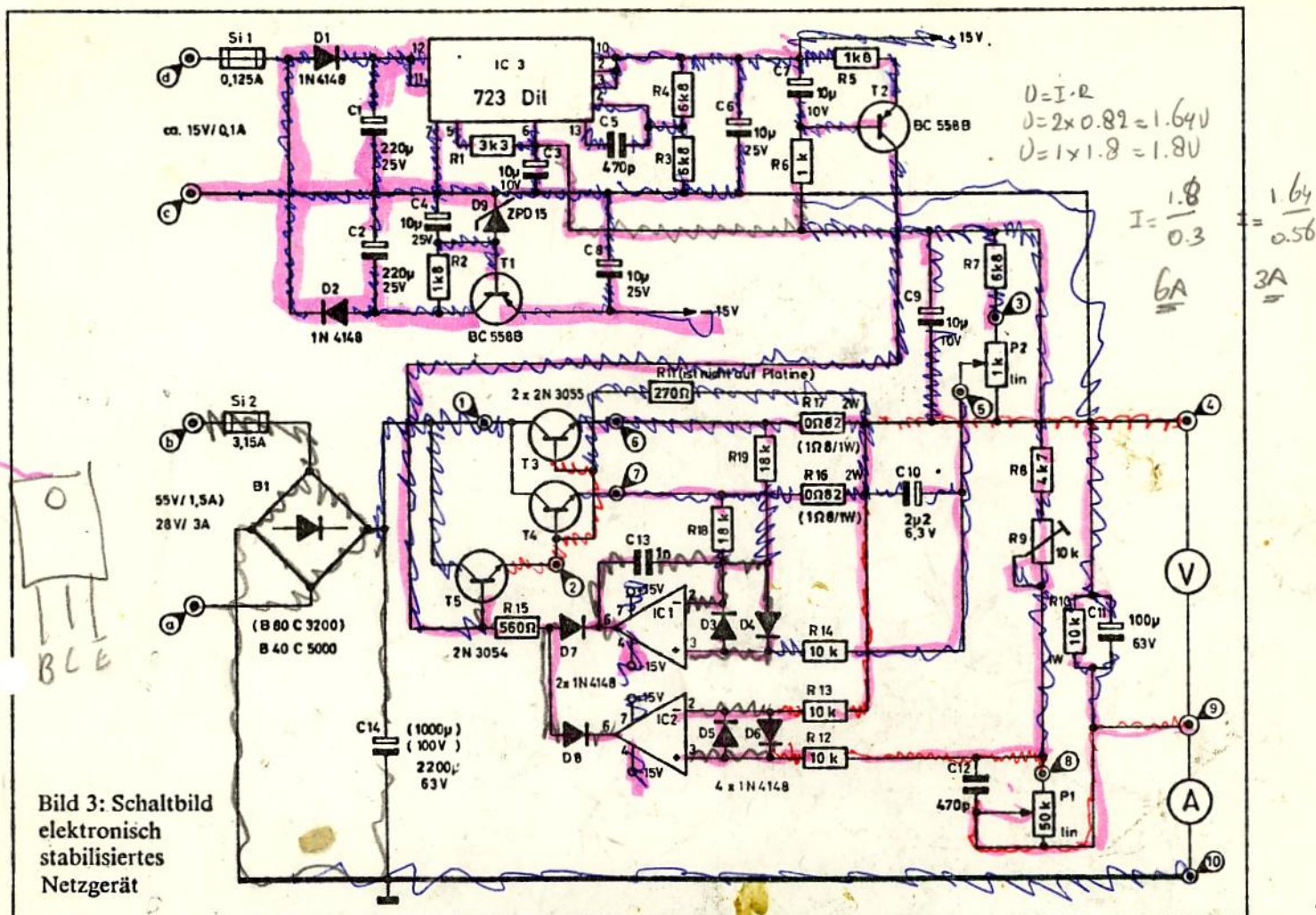


Bild 2: Funktionsblockschaltbild elektronisch stabilisiertes Netzgerät



Abschnitt näher eingegangen werden soll.

Erzeugung von Soll- und Istwert von Spannung und Strom

Bis jetzt haben wir uns mit den Regeln, 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 2 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 Netzge-

rätes tatsächlich hat, d.h. dieser Wert wird am Ausgang abgegriffen.

Für den Stromregler wird der Sollwert mit dem Potentiometer P 2 vorgegeben. Der Istwert wird als Spannungsabfall über die Widerstände R 16 und R 17 gemessen. Hier sehen wir die zweite Funktion dieser beiden Widerstände. Soll- und Istwert werden über die Widerstände R 18, R 19 und R 14 auf die beiden Differenzeingänge des Operationsverstärkers IC 1 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 P2 regeln können.

Spannungseinstellung nicht der Sollwert verändert, sondern der Teil des Istwertes, der vom Ausgang abgegriffen und auf den Eingang zurückgeführt wird, erfährt mittels des Potis P 1 eine Veränderung. Der Sollwert bleibt immer gleich und wird einmal mittels R 8 und R 9 fest eingestellt und zwar so, daß bei aufgedrehtem Poti P 1 die maximale Ausgangsspannung erreicht und nicht überschritten wird.

Die Differenz, die von Sollwert und Istwert gebildet wird, steuert den Operationsverstärker IC 2.

+/- 15 V Versorgungsspannung

Über die Erzeugung der ± 15 V Versorgungsspannung ist nicht viel zu sagen. Sie wird mit Hilfe der beiden Einweggleichrichter und der nachgeschalteten Stabilisierungsschaltung realisiert.

Die + 15 V werden über den integrierten Spannungsregler 723 stabilisiert, der gleichzeitig die Referenzspannung für die Regelungsschaltung des Netzgerätes sowie für die Stromquelle erzeugt.

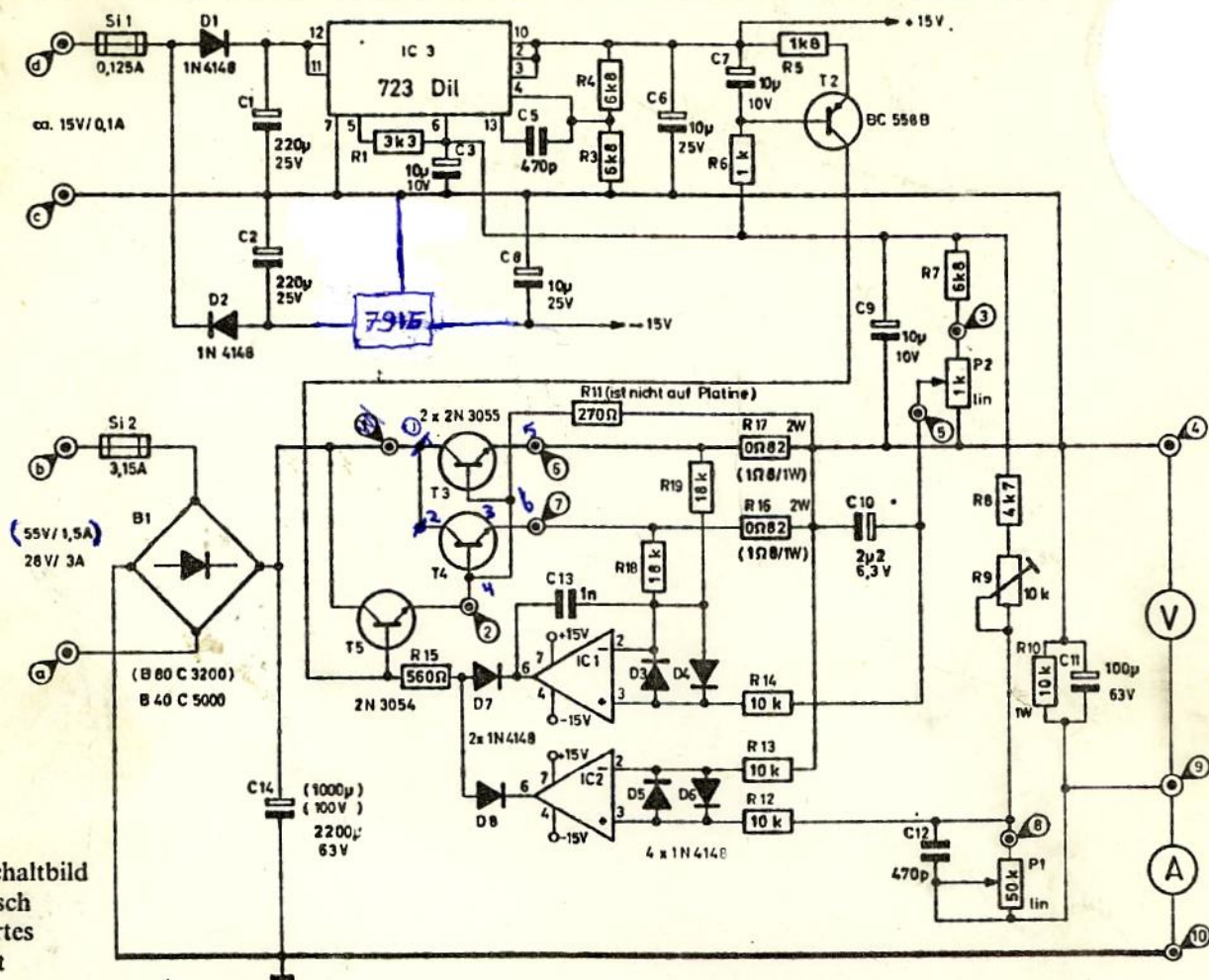


Bild 3: Schaltbild elektronisch stabilisiertes Netzgerät

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 2 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 Netzge-

rätes tatsächlich hat, d.h. dieser Wert wird am Ausgang abgegriffen.

Für den Stromregler wird der Sollwert mit dem Potentiometer P 2 vorgegeben. Der Istwert wird als Spannungsabfall über die Widerstände R 16 und R 17 gemessen. Hier sehen wir die zweite Funktion dieser beiden Widerstände. Soll- und Istwert werden über die Widerstände R 18, R 19 und R 14 auf die beiden Differenzeingänge des Operationsverstärkers IC 1 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 P 2 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 des Potis P 1 eine Veränderung. Der Sollwert bleibt immer gleich und wird einmal mittels R 8 und R 9 fest eingestellt und zwar so, daß bei aufgedrehtem Poti P 1 die maximale Ausgangsspannung erreicht und nicht überschritten wird.

Die Differenz, die von Sollwert und Istwert gebildet wird, steuert den Operationsverstärker IC 2.

+/- 15 V Versorgungsspannung

Über die Erzeugung der +/- 15 V Versorgungsspannung ist nicht viel zu sagen. Sie wird mit Hilfe der beiden Einweggleichrichter und der nachgeschalteten Stabilisierungsschaltung realisiert.

Die + 15 V werden über den integrierten Spannungsregler 723 stabilisiert, der gleichzeitig die Referenzspannung für die Regelungsschaltung des Netzgerätes sowie für die Stromquelle erzeugt.

Die - 15 V werden mit Hilfe von R 2, C 4, D 9 sowie T 1 stabilisiert.

Zum Nachbau

Obwohl das vorstehend beschriebene Netzgerät eine ausgezeichnete Leistung hat, ist es gelungen, fast sämtliche Bauelemente, einschließlich des Brückengleichrichters und des Siebelkos, auf der Platine unterzubringen.

Es sind lediglich noch der Transformator, die beiden Potis für Spannungs- und Stromeinstellung, die Endstufentransistoren sowie die Meßgeräte anzuschließen. Dadurch werden Fehlerquellen weitgehend ausgeschlossen. Hält man sich bei der Bestückung der Platine genau an der vorliegenden Plan (Bild 4), so kann eigentlich nichts schiefgehen.

Kurzfassung der an die Platine anzuschließenden Elemente

Beim Verdrahten der außen an die Platine anzuschließenden Elemente hält

man sich zweckmäßigerweise exakt an die Buchstaben und Zahlen, die sowohl in der Schaltung (Bild 3), als auch auf dem Bestückungsplan (Bild 4), angegeben sind und übereinstimmen müssen.

Falls kein Amperemeter angeschlossen werden soll, so sind die Anschlüsse 9 und 10 mittels einer Drahtbrücke miteinander zu verbinden.

Einstellung des Trimmerpotis und Festlegung der Ausgangsspannung (30/60 V)

Nachdem das Netzgerät fertig aufgebaut wurde, kann es in Betrieb genommen werden. Hierzu schließen wir die beiden Transformatorwicklungen (es können auch zwei getrennte Transformatoren verwendet werden) an die Klemmen a, b, c und d an und schalten den Netzstrom ein. Vorher bringen wir noch die beiden Potentiometer für Spannung und Strom in die Mittelstellung.

Wir messen jetzt eine Ausgangsspannung, die von der Stellung des Potis abhängig ist. Mit Hilfe dieses Potis stellen wir die Ausgangsspannung auf ihren größten Wert ein (Poti am Anschlag). Anschließend stellen wir mit einem Schraubenzieher das Trimmerpotentiometer R 9 so ein, daß die Ausgangsspannung des Netzgerätes 30 V bzw. 60 V beträgt. Beide Ausführungen sind möglich.

Für die 30 V Version benötigen wir einen Transformator mit 28 V bis 30 V Ausgangsspannung und einem Strom von 3 A. Die Widerstände R 16 und R 17 haben dann einen Wert von je 0,82 Ohm.

Bei der 60 V Ausführung ist ein Transformator mit ca. 55 V und 1,5 A vorgesehen. Die Werte der Widerstände R 16 und R 17 sind dann auf 1,8 Ohm zu erhöhen.

Bei beiden Netzteilau Ausführungen ist noch eine zweite Transformatorwicklung von ca. 15 V und 0,1 A erforderlich.

Stückliste: Netzteil

Widerstände

R 01	3,3 KOhm
R 02	1,8 KOhm
R 03	6,8 KOhm
R 04	6,8 KOhm
R 05	1,8 KOhm
R 06	1 KOhm
R 07	6,8 KOhm
R 08	4,7 KOhm
R 09	10 KOhm, Trimmer
R 10	10 KOhm, 1 W
R 11	270 Ohm
R 12	10 KOhm
R 13	10 KOhm
R 14	10 KOhm
R 15	560 Ohm
R 16*	0,82 Ohm, 2 W
R 17*	0,82 Ohm, 2 W
R 18	18 KOhm
R 19	18 KOhm

Potentiometer

P 01	50 KOhm, lin
P 02	1 KOhm, lin

Kondensatoren

C 01	220 uF/25 V
C 02	220 uF/25 V
C 03	10 uF/25 V
C 04	10 uF/25 V
C 05	470 pF
C 06	10 uF/25 V
C 07	10 uF/25 V
C 08	10 uF/25 V
C 09	10 uF/25 V
C 10	2,2 uF/6,3 V
C 11	100 uF/63 V
C 12	470 pF
C 13	1 nF
C 14*	2200 uF/63 V

Dioden und Transistoren

D 01 - D 08	1N 4148
D 09	ZPD 15
T 01	BC 558 B
T 02	BC 558 B
T 03	2N 3055
T 04	2N 3055
T 05	2N 3054

Gleichrichter

B 01*	B 40 C 3200
-------	-------------

IC

IC 01	uA 741
IC 02	uA 741
IC 03	723

Kühlkörper

Finger-KK	FK 201, 6 C/W
Profil-KK	SK 02, 1,1 C/W

Transformatoren

Trafo	12 - 18 V/0,1 A
Trafo*	Sek. 28 V/3 A

* Für die 60 V/1 A Ausführung sind die eingeklammerten Werte aus der Schaltung zu entnehmen.

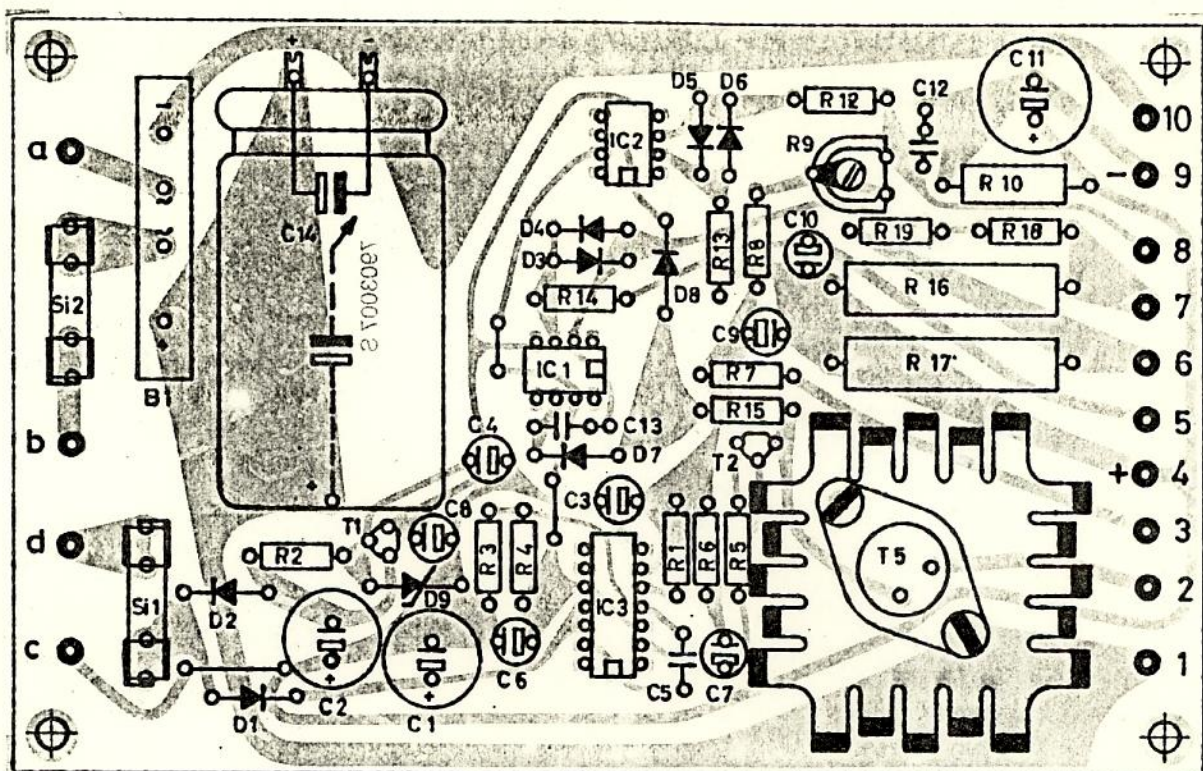


Bild 4: Bestückungsseite der Platine

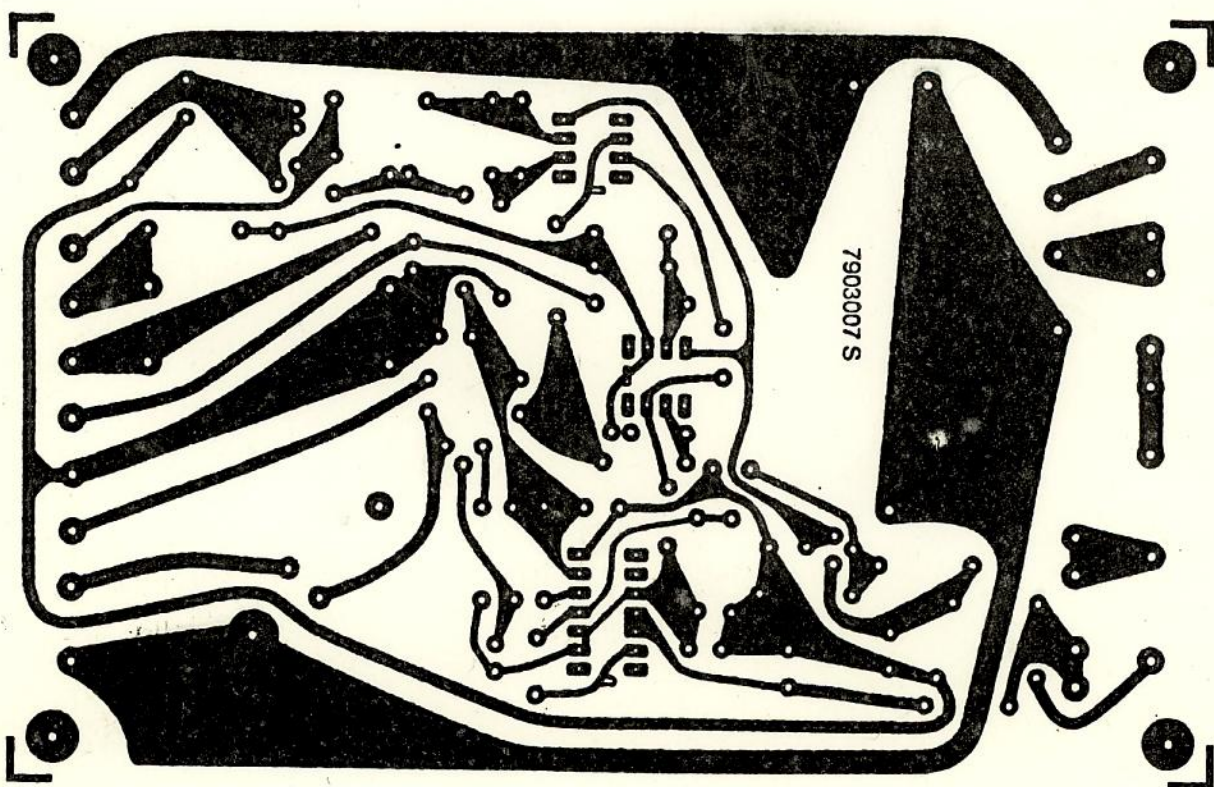


Bild 5: Leiterbahnseite der Platine