

ELV-Serie 7000

ELV-Serie 7000

Leistungs-Netzteil LNT 7000

0-20 V, 0-5 A



Mit der Schaltung des hier vorgestellten Leistungsnetzteils LNT 7000 kommen wir dem Wunsch vieler Leser nach einem möglichst großen Ausgangsstrom entgegen. Mit einem Spannungsbereich von 0-20 V bei einem max. Strom von 5 A (Dauerstrom 3 A), dürften die meisten Anwendungsfälle auch bei größerem Strombedarf abgedeckt werden.

Darüber hinaus zeichnet sich das Gerät durch die getrennte Einstellbarkeit von Spannung und Strom bei gleichzeitig getrennter digitaler Anzeige aus.

Durch die ausgereifte Schaltungstechnik, ohne nennenswerten Verdrahtungsaufwand, ist der Nachbau verhältnismäßig einfach durchzuführen.

Allgemeines

Die ausgezeichneten Leistungsdaten des LNT 7000 sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

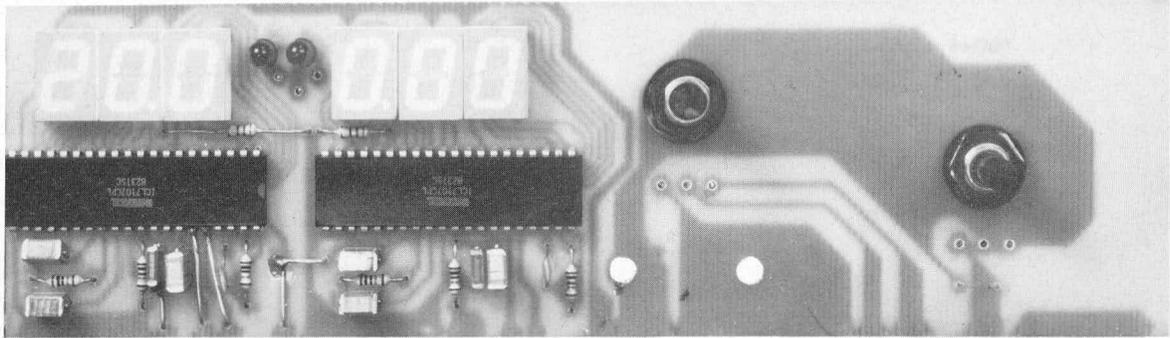
Auch ist ein Nachbau mit verhältnismäßig geringem Aufwand möglich, verzichtet man auf die beiden digitalen Anzeigeinstrumente für Spannung und Strom. Diese können je nach Bedarf zu einem späteren Zeitpunkt einzeln oder gemeinsam nachgerüstet werden. Die dazu erforderliche Stromversorgung ist bereits in der Grundversion des Leistungsnetzteiles enthalten.

Die Einsatzmöglichkeiten dieses leistungsfähigen Netzgerätes erstrecken sich über den gesamten Werkstattbereich, wobei auch speziell für Modell-Eisenbahner dieses Netzgerät aufgrund der entsprechenden Daten gut geeignet ist.

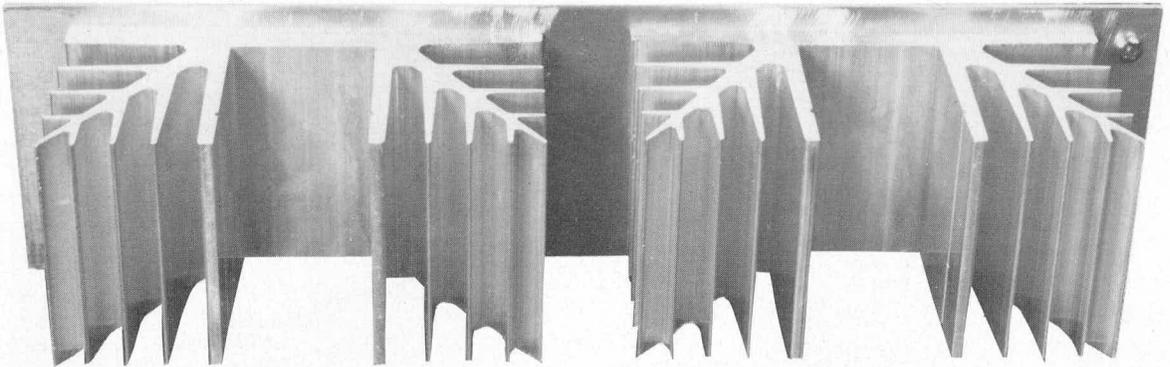
Tabelle I

Technische Daten des ELV-Leistungs-Netzgerätes LNT 7000:

Spannungsbereich:	0 bis 20 Volt
Strombereich:	0 bis 5 A/Dauer 3 A
Spannung und Strom getrennt einstellbar. (bei maximalem Ausgangsstrom ist die Ausgangsspannung auf ca. 18 V begrenzt)	
Brumm und Rauschen	
Spannungskonstanter:	ca. 1 mV _{eff}
Stromkonstanter:	ca. 0,01 %
Innenwiderstand	
Spannungskonstanter:	typ. 10 mΩ = 0,01 Ω (!)
Stromkonstanter:	typ. 20 kΩ



Ansicht des Leistungs-Netzgerätes LNT 7000 von vorn, vor dem Einbau ins Gehäuse



Ansicht des Leistungs-Netzgerätes LNT 7000 von der Rückseite her gesehen, vor dem Einbau ins Gehäuse

Zur Schaltung

Zu der hohen Qualität des hier vorgestellten Netzgerätes tragen nicht zuletzt die getrennte Einstellbarkeit von Spannung und Strom über den gesamten Bereich bei. Um dies verwirklichen zu können, sind zwei völlig getrennte Regler (einer für Spannung — der andere für Stromeinstellung) notwendig, mit einer zusätzlichen, nachgeschalteten Auswertlogik, die entscheidet, welcher der beiden Regler nun tatsächlich die Leistungsendstufe ansteuert.

Die Regler selbst bestehen im wesentlichen aus den beiden Operationsverstärkern OP 1 und OP 2, die in einem IC (IC 4) des Typs TL 082 integriert sind.

Die beiden OP's vergleichen nun den Sollwert mit dem Istwert bzw. einen Teil davon (Sollwert ist der Wert, den der Ausgang des Netzteils haben soll und der mit den Potentiometern R 19 bzw. R 23 vorgegeben wird — 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. Angezeigt wird dies durch Aufleuchten von D 4 oder D 5 auf der Frontplatte, wobei im Grenzbereich sowohl D 4 als auch D 5 leuchten. Der Schalter S 2 befindet sich hierbei in Stellung „Stromkonstanter“, d. h. er ist geöffnet. Wird S 2 in Stellung „S_{ein}“ gebracht, schaltet das Netzgerät bei Erreichen des mit R 19 eingestellten Stromes den Ausgang ab und erst wieder an, wenn S 2 in Stellung „Stromkonstanter“ gebracht wird.

Aufgrund der präzisen Regelung über 2 Operationsverstärker mit hoher Schleifenverstärkung, kann die Auswertlogik sehr einfach realisiert werden — in unserem Falle mit den beiden Dioden D 4 und D 5. Die Funktion ist wie folgt:

Über die Stromquelle (T 5 mit Zusatzbeschaltung) wird in die Basis der Endstufentransistoren ein konstanter Strom eingespeist. Je nachdem, welcher der beiden Operationsverstärker (OP 1 für Stromregelung — OP 2 für Spannungsregelung) nun den Ausgang auf niedrigeres Potential steuern möchte, geht der entsprechende Ausgang in Richtung negativer Spannung, wodurch die betreffende LED (D 4 bzw. D 5) leitend wird. Hierdurch wird von dem über T 5 eingespeisten Basisstrom ein entsprechend großer Strom abgezogen, so daß die Endstufe weniger durchsteuern kann. Der gerade nicht im Einsatz befindliche Regler führt am Ausgang des entsprechenden Operationsverstärkers hohes Potential, so daß die entsprechende LED sperrt und die Endstufe nicht beeinflussen kann.

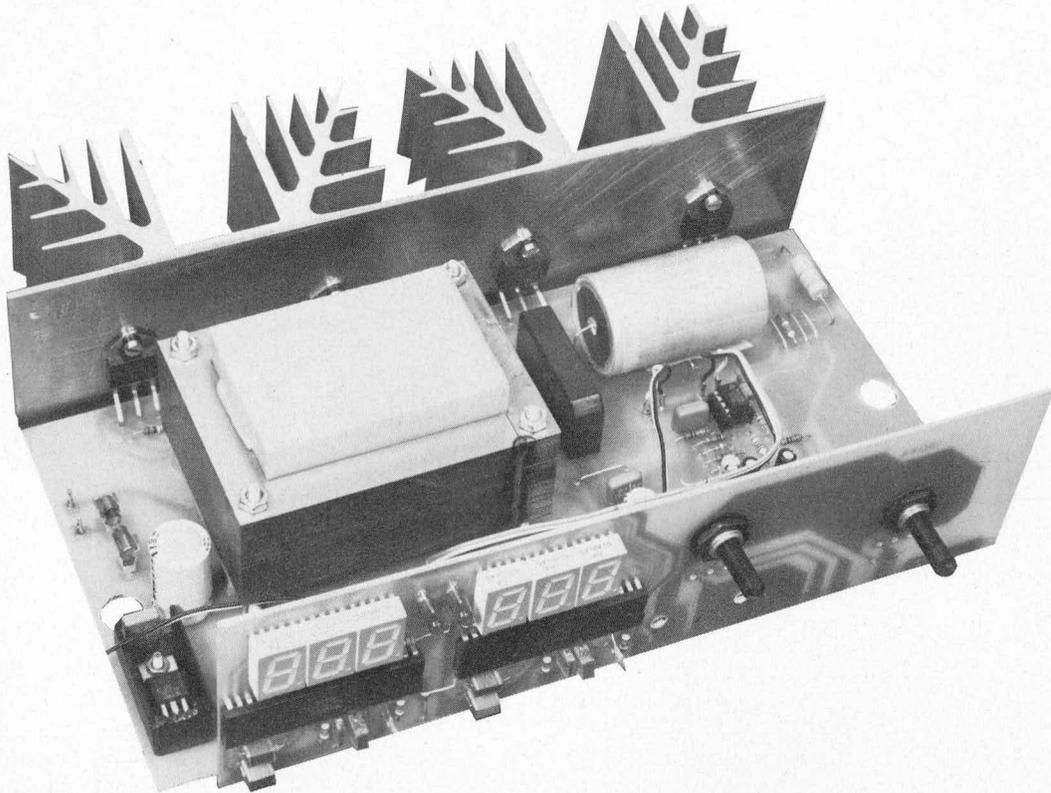
Auf eine Besonderheit der Regelelektronik wollen wir in diesem Zusammenhang eingehen:

Der Bezugspunkt der gesamten Regelung ist die positive Ausgangsspannung, d. h., die Elektronik „schwimmt“ auf der positiven Versorgungsspannung. Hierzu ist es erforderlich, daß für die Speisung der Regelelektronik eine vollkommen potentialfreie Versorgungsspannung zur Verfügung steht. Diese gewinnen wir durch eine getrennte Sekundär-Trafowicklung mit 9 V in Verbindung mit 3 Festspannungsreglern und entsprechender Zusatzbeschaltung.

Die eigentliche Speisung der Regelelektronik erfolgt über das IC 1 (7805) und IC 2 (79L05). Für das IC 1 wurde ein „I A-Regler“ eingesetzt, damit dieser gleichzeitig die Versorgung der Anzeigeinstrumente mit übernehmen kann. Für das IC 2 reicht in jedem Fall ein kleiner Spannungsregler, da auch bei Einsatz der digitalen Anzeigeinstrumente die negative Versorgungsspannung nur wenig belastet wird.

Ein weiterer + 5 V-Spannungsregler (IC 3) des Typs 78L05 dient der Referenzspannungserzeugung sowohl für den Spannungs- als auch für den Stromregler. Weitere Verbraucher sind hier nicht angeschlossen, um eine möglichst „saubere“ Referenzspannung zu erhalten. Über R 17, R 18 sowie R 19 wird diese Spannung zur Stromregelung herangezogen und über R 20 und R 15 auf den nicht invertierenden (+) Eingang des OP 1 (I-Regler) gegeben. Der tatsächlich fließende Strom wird an den Emitterwiderständen der Leistungsendstufe (R 5 bis R 8) abgegriffen und über die Widerstände R 9 bis R 12 auf den invertierenden (-) Eingang des OP 1 gegeben. Der invertierende (-) Eingang des OP 2 (U-Regler) liegt über R 14 auf der positiven Versorgungsspannung, d. h., er befindet sich auf dem Nullpotential der Regelelektronik. Die Referenzspannung gelangt über R 21 und R 22 auf einen gemeinsamen Summenpunkt (dort, wo sich R 16 und R 22 treffen), auf den auch die negative Ausgangsspannung über R 23 geführt wird. R 16 verbindet nun diesen gemeinsamen Summenpunkt mit dem nicht invertierenden (+) Eingang des OP 2, dessen Ausgang dann über D 5 die Leistungsendstufe ansteuert, sofern der Ausgang von OP 2 niedrigeres Potential führt als der Ausgang von OP 1. Im umgekehrten Falle würde OP 1 die Endstufe ansteuern.

Die Referenzspannung gelangt über R 21 und R 22 auf einen gemeinsamen Summenpunkt (dort, wo sich R 16 und R 22 treffen), auf den auch die negative Ausgangsspannung über R 23 geführt wird. R 16 verbindet nun diesen gemeinsamen Summenpunkt mit dem nicht invertierenden (+) Eingang des OP 2, dessen Ausgang dann über D 5 die Leistungsendstufe ansteuert, sofern der Ausgang von OP 2 niedrigeres Potential führt als der Ausgang von OP 1. Im umgekehrten Falle würde OP 1 die Endstufe ansteuern.



Ansicht der fertig bestückten und zusammengelöteten Platinen des Leistungs-Netzgerätes LNT 7000 vor dem Einbau ins Gehäuse

Zum Nachbau

Wie eingangs bereits erwähnt, handelt es sich bei dem hier vorgestellten Leistungs-Netzgerät um eine besonders nachbausichere und ausgereifte Schaltung, obwohl es sich um eine verhältnismäßig aufwendige Schaltung handelt, die selbst hohen Ansprüchen entgegenkommen dürfte. Die Verdrahtung bleibt auf ein absolutes Minimum beschränkt, wozu nicht zuletzt der Aufbau auf 2 später direkt miteinander zu verlötende Leiterplatten beiträgt, auf denen bis auf die beiden Kippschalter, sämtliche aktiven und passiven Bauelemente untergebracht werden konnten, einschließlich des Netztrafos.

Zunächst werden alle passiven und dann die aktiven Bauelemente bestückt, während der Netztrafo zum Schluß einzulöten ist. Die Platinen werden dann senkrecht miteinander verlötet, und zwar so, daß die Anzeigenplatte ca. 2 bis 3 mm unter der Basisplatte hervorragt. Diese von ELV schon häufig verwendete Verbindungstechnik hat sich in den letzten Jahren hervorragend bewährt, wodurch sich der Verdrahtungsaufwand besonders minimiert. Zu beachten ist, daß an den Verbindungspunkten der beiden Leiterplatten zwischen den einzelnen Leiterbahnen keine Lötzinnbrücken entstehen. Es sollte darauf geachtet werden, besonders bei Selbstherstellung der Leiterplatten, daß keine feinen Haarverbindungen stehen bleiben. Dies ist eine leicht zu übersehende Fehlerquelle, da auch allerfeinste, mit dem Auge kaum sichtbare, Verbindungen, eine Störung verursachen können, die dann unter Umständen nicht sofort erkannt wird.

Wichtig ist es noch anzumerken, daß sämtliche berührbaren Metallteile (Kippschal-

terhäuse, Alu-Rückwand mit Kühlkörpern, nach außen geführte Metallschrauben usw.) mit dem Schutzleiter des 3adrigen Netzkabels sorgfältig verbunden werden müssen.

Da das Gerät kurzzeitig überlastbar ist, darf es niemals unbeaufsichtigt eingeschaltet sein!

Auch an dieser Stelle wollen wir noch einmal darauf hinweisen, daß die VDE-Bestimmungen selbstverständlich sorgfältig zu beachten sind.

Zur Einstellung

Die Einstellung des Gerätes ist denkbar einfach.

Zunächst werden sämtliche in dem Gerät vorhandene Trimmer und die beiden Reglerpotentiometer für Strom und Spannung in Mittelstellung gebracht.

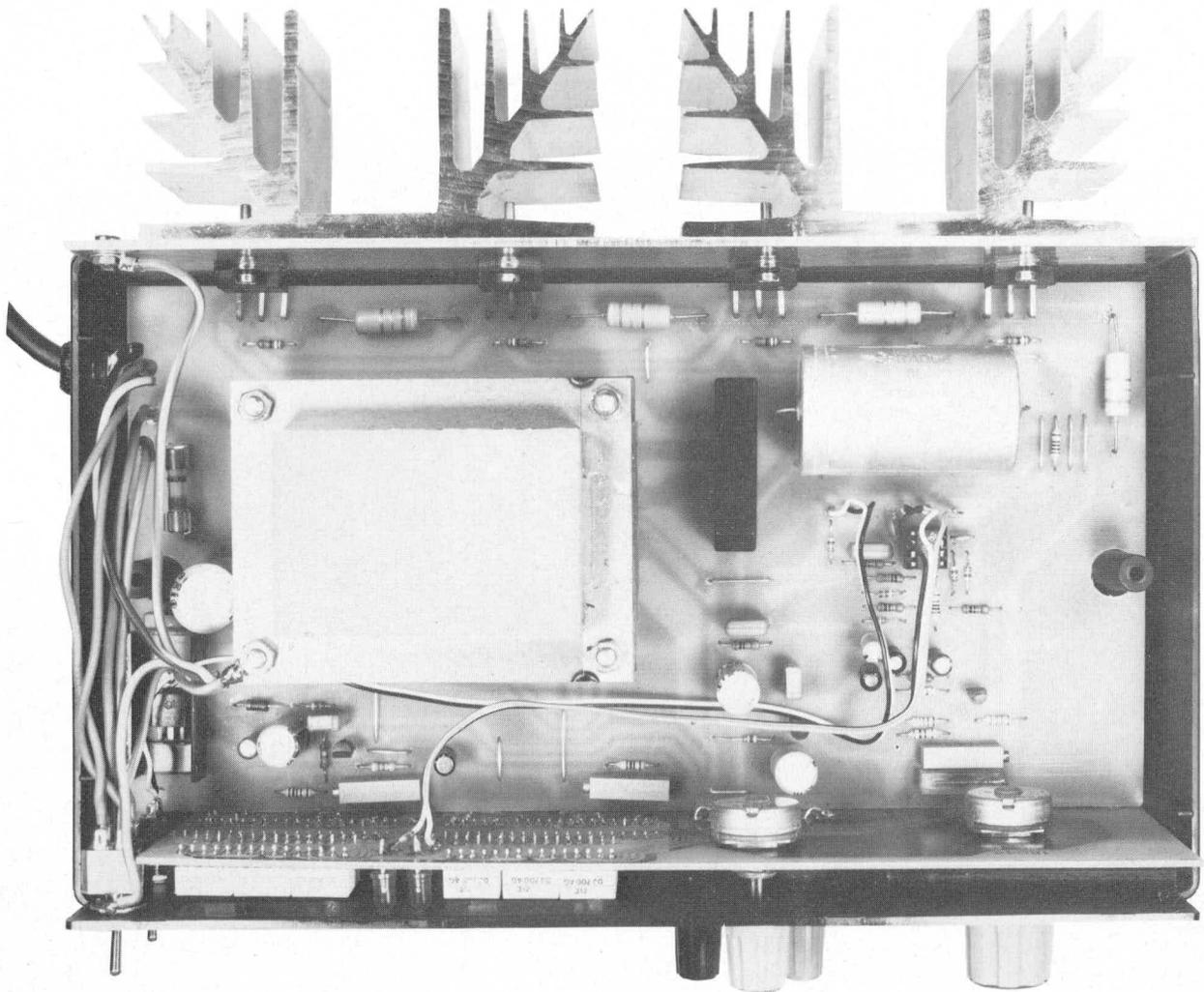
An die Ausgangsklemmen ist ein Vergleichsspannungsmeßgerät anzuschließen, da wir als erstes den Spannungseinstellbereich kalibrieren wollen. Das Spannungseinstellpoti wird nun an den Rechtsanschlag (im Uhrzeigersinn) gedreht. Mit R 22 ist die Ausgangsspannung auf 20,0 V einzustellen. Ist bereits das Digital-Voltmeter miteingebaut, so kann mit Hilfe des entsprechenden Spindeltrimmers (R 104) die Anzeige auf 20,0 V gebracht werden. Damit ist die Kalibrierung des Spannungsteiles des LNT 7000 bereits beendet.

Die StromEinstellung ist gleichfalls sehr einfach, wozu sowohl Spannungs- als auch Stromreglerpoti auf Linksanschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn) zu bringen sind. Die Ausgangsklemmen werden über ein Amperemeter, das möglichst 5 A zu messen in der Lage ist, kurzgeschlossen. Anschlie-

ßend bringen wir das Spannungseinstellpoti ungefähr in Mittelstellung, während das StromEinstellpoti auf Rechtsanschlag (im Uhrzeigersinn) zu drehen ist. Mit R 18 kann jetzt der max. Ausgangsstrom von 5 A eingestellt werden. Sofern das digitale Amperemeter gleich mitbestückt wurde, ist mit Hilfe des entsprechenden Spindeltrimmers (R 104) die Anzeige auf 5,00 zu bringen. Damit ist auch der Stromteil des LNT 7000 kalibriert und das Gerät kann seiner eigentlichen Verwendung zugeführt werden. Bei der Einstellung des Stromes ist darauf zu achten, daß diese Einstellung möglichst zügig vorgenommen wird, da bei kurzgeschlossenem Ausgang und max. Strom das Gerät in seinem ungünstigsten Betriebsbereich fährt, wodurch eine extreme Erwärmung der Leistungsendstufe wie auch des Trafos auftritt. Aus diesem Grunde sollte ein Dauerstrom von 3 A nicht überschritten werden. Kurzzeitig können selbstverständlich 5 A entnommen werden, und zwar um so länger, je höher die Ausgangsspannung ist, da bei höherer Ausgangsspannung der Leistungsanteil für die Endstufe sich verringert. Die Belastung des Transformators hingegen ist nur vom Strom und nicht von der eingestellten Ausgangsspannung abhängig.

Sollte als Vergleichsinstrument kein Gerät mit mindestens 5 A Vollauschlag zur Verfügung stehen, kann die Einstellung des Strombereiches auch wie folgt vorgenommen werden:

Mit Hilfe eines 1—2 A Strommessers, der die Ausgangsklemmen kurzschließt, wird zunächst das digitale Amperemeter kalibriert, indem die Anzeige mit Hilfe des entsprechenden Spindeltrimmers in Überein-



Ansicht der in die untere Gehäusehalbschale eingebauten Platinen des Leistungs-Netzgerätes LNT 7000 direkt von oben

Stückliste

Leistungsnetzteil LNT 7000

Halbleiter

IC1	7805
IC2	79L05
IC3	78L05
IC4	TL082
T1-T4	TIP 140
T5	BC558C
BG1	B40 C5000/3000
D1	1N4001
D2, D3	1N4148
D4, D5	LED, rot, 5 mm
D6-D10	1N4148

Widerstände

R1	1,8 k Ω
R2	2,2 k Ω
R3	180 Ω
R4	1 k Ω
R5-R8	0,47 Ω , 1 Watt
R9-R12	39 k Ω
R13	10 k Ω
R14	1 k Ω
R15, R16	10 k Ω
R17	5,6 k Ω
R18	2,5 k Ω , Spindeltrimmer

R19	1 k Ω , Poti, lin, 6 mm Achse
R20	10 k Ω
R21	2,2 k Ω
R22	1 k Ω , Spindeltrimmer
R23	10 k Ω , Poti, lin, 6 mm Achse
R24	10 k Ω
R25	1 k Ω
R26	56 k Ω

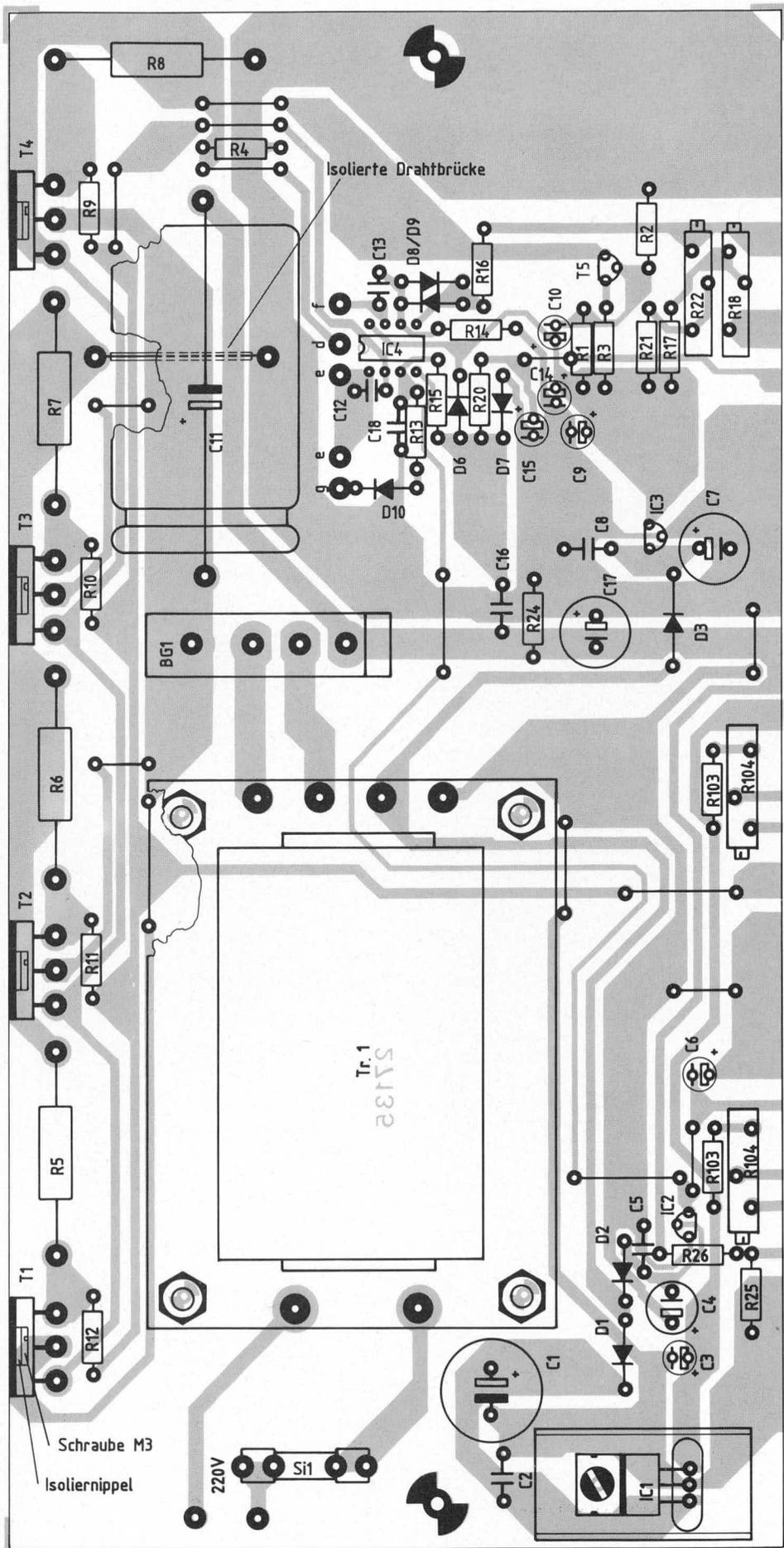
Kondensatoren

C1	1000 μ F/16 V
C2	330 nF
C3	10 μ F/16 V
C4	100 μ F/16 V
C5	100 nF
C6	10 μ F/16 V
C7	220 μ F/16 V
C8	100 nF
C9, C10	10 μ F/16 V
C11	4700 μ F/40 V
C12, C13	220 pF

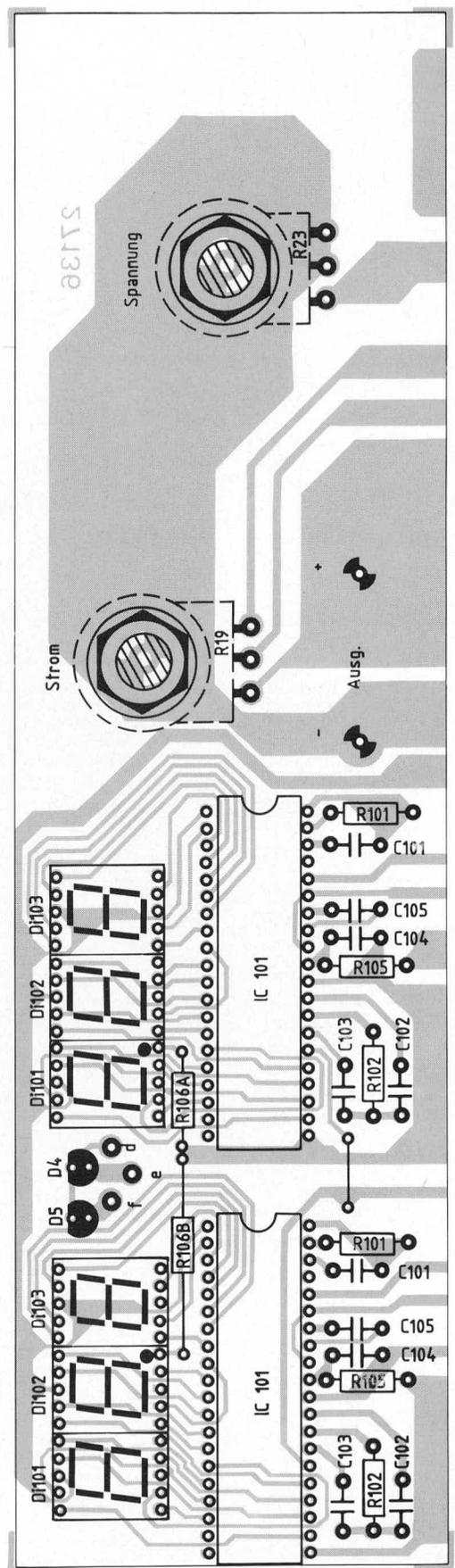
C14	10 μ F/16 V
C15	2,2 μ F/16 V
C16	100 nF
C17	100 μ F/40 V
C18	1 nF

Sonstiges

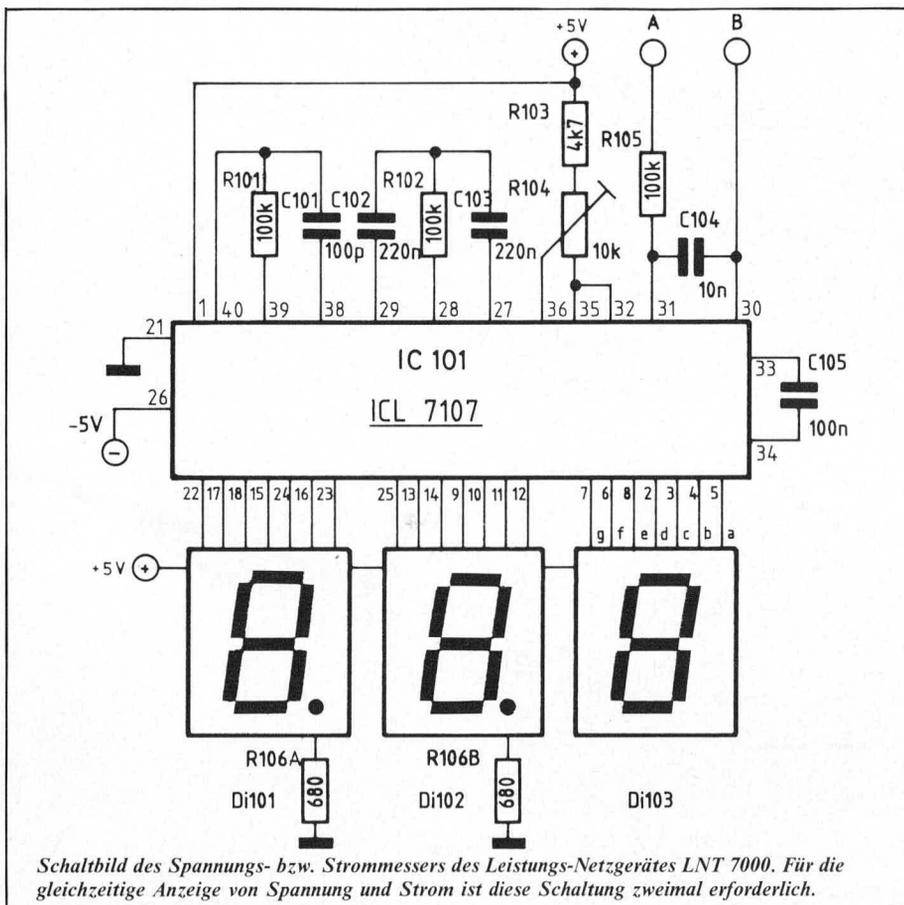
Tr1	prim. 220 V, 90 VA
	sek. 9 V, 0,4 A
	24 V, 3,5 A
Si1	0,5 A
	1 Platinensicherungsschalter
	2 Kühlkörper SK 88
	4 Isoliernippel
	4 Glimmerscheiben TO 3P
	1 Schraube M3 x 10 mm
	4 Schrauben M3 x 16 mm
	5 Muttern M3
	4 Schrauben M4 x 55 mm
	12 Muttern M4
	1 Lötöse 3 mm
	1 Lötöse 4 mm
	2 Lötösen 6 mm



Bestückungsseite der Basisplatte des Leistungs-Netzgerätes LNT 7000



Bestückungsseite der Anzeigenplatte des Leistungs-Netzgerätes LNT 7000



stimmung mit der Anzeige des Referenzmeßgerätes gebracht wird. Zunächst sind dazu also wieder Spannungs- und Stromreglerpoti in Nullstellung zu bringen, um dann das Vergleichsinstrument anzuschließen und danach erst den Spannungsregler in Mittelstellung zu bringen, während der Stromregler auf einen Wert zwischen 1 und 2 A einzustellen ist. Nachdem nun das digitale Amperemeter kalibriert wurde, können die Ausgangsklemmen direkt kurzgeschlossen und das externe Referenzamperemeter entfernt werden. Jetzt bringt man das Strom-einstellpoti auf Rechtsanschlag (im Uhrzeigersinn) und stellt mittels R 18 anhand des eingebauten digitalen Amperemeters den Ausgangsstrom auf 5,00 A ein. Damit ist der Abgleich des LNT beendet.

Hinweise zur Inbetriebnahme und Fehlersuche

Da es sich bei dem hier vorgestellten Leistungsnetzgerät trotz der komfortablen Elektronik um eine verhältnismäßig einfach nachzubauende Schaltung handelt, die nicht nur den Profis unter unseren Lesern vorbehalten bleiben sollte, wollen wir nachstehend weitere Hinweise zur Inbetriebnahme und ggf. zur Fehlersuche aufzeigen.

Sofern das Gerät nicht auf Anhieb einwandfrei arbeitet, und die Einstellung der Regler nicht in beschriebener Weise durchführbar ist, gehen Sie bitte wie folgt vor:

1. Überprüfen Sie bitte die Wechselspannungen der Sekundärwicklungen des Netztransformators.
Die 26 V/3,5 A Wicklung sollte eine Spannung zwischen 23,0 V und 28,0 V aufweisen, während an der 9 V/0,4 A Wicklung eine Spannung zwischen 8,5 V

und 11 V anliegen sollte. Niedrigere Spannungswerte lassen auf eine Überlastung der betreffenden Wicklungen schließen. Probalber sind die Gleichrichterdioden aufzubauen und die Messung ist erneut durchzuführen.

Vorgenannte Spannungen sind Wechselspannungen und werden im AC-Bereich des Multimeters gemessen, während alle weiteren Spannungs- bzw. Strommessungen in den DC-Bereichen zu messen sind (Gleichspannungen bzw. Gleichströme).

2. Überprüfen Sie nun die hinter der Gleichrichtung anliegenden Spannungen an der jeweiligen Eingangsseite der drei Festspannungsregler. Hierzu wird ein Gleichspannungsmessgerät zunächst mit seiner Minusklemme an die Plusausgangsbuchse des LNT 7000 angeschlossen. Mit der Plus-Meßstippe des Multimeters werden jetzt die jeweiligen Eingangsspannungen der drei Festspannungsregler gemessen. Bei nicht angeschlossenen digitalen Anzeigeelementen liegt sowohl die positive wie auch die negative Eingangs-Versorgungsspannung für die Festspannungsregler im Bereich zwischen 10 V und 15 V, während bei angeschlossenen digitalen Anzeigeelementen die Plusspannung auf 8 V absinken kann. Kleinere Werte deuten auf eine Überlastung hin.
3. Die Ausgangsspannung der drei Festspannungsregler darf zwischen 4,5 V und 5,5 V liegen, wobei auch hier kleinere Werte auf einen Defekt bzw. eine Überlastung hinweisen. Auch für diese Messungen bleibt die Minusmeßstippe des Multimeters mit der Plusausgangsbuchse des LNT 7000 verbunden.

4. Als nächstes kann die Kollektorleitung der mit T 5 und Zusatzbeschaltung aufgebauten Stromquelle aufgetrennt und ein Milliampereometer eingefügt werden. Der jetzt angezeigte Strom sollte im Bereich von 6 mA bis 12 mA liegen. Größere Abweichungen deuten auf eine falsche Dimensionierung von R 1 bis R 3 hin bzw. auf einen falschen Einbau oder Defekt von C 10 bzw. T 5.
5. Im Leerlauf sollte die Spannung über dem Ladekondensator C 11 (hinter dem Brückengleichrichter) zwischen 34 V und 40 V liegen. Kleinere Werte deuten auf eine Überlastung hin.
6. Als nächstes überprüfen Sie bitte die richtige Einbaulage der beiden Leuchtdioden D 4 und D 5, sofern Sie bisher noch kein Aufleuchten dieser Dioden feststellen konnten, wobei normalerweise immer nur eine LED leuchtet und nur im Grenzbereich beide LED's im Betrieb sein können.
7. Sofern die Ausgangsspannung trotz aufgedrehtem Strom und Spannungsreglerpoti 0 V aufweist, nehmen Sie bitte einen 100 Ω-Widerstand und legen ihn von der Basis der Endstufentransistoren an einen der beiden + 5 V-Versorgungsspannungen der Regelelektronik. Bleibt auch jetzt die Ausgangsspannung annähernd bei 0 V stehen, überprüfen Sie bitte die gesamte Leiterbahnführung im Bereich der Endstufentransistoren und zu den beiden Ausgangsklemmen.
8. Befindet sich die Ausgangsspannung trotz zugeordnetem Spannungs- bzw. Stromreglerpoti auf Werte über 30 V, schließen Sie bitte über ein Amperemeter die + Ausgangsbuchse direkt mit einem der Basisanschlüsse der Leistungsstufe kurz, wobei Sie zunächst das Amperemeter auf seinen größten Bereich schalten sollten. Jetzt müßte die Ausgangsspannung deutlich abfallen und gegen 0 V streben. Auf jeden Fall Werte unter 20 V annehmen. Ist dies der Fall, schalten Sie bitte das Amperemeter auf kleinere Bereiche, so daß Sie den jetzt fließenden Strom messen können. Dieser Strom darf zwischen + 15 mA und -10 mA liegen, je nach Ausregelung über OP 1 bzw. OP 2. Größere Werte deuten auf einen Defekt im Bereich der Regelelektronik hin. Bitte überprüfen Sie dann noch einmal die Leitungsführung und die Bestückung im Bereich der Basen der Leistungsstufen bis hin zu den beiden Ausgängen von OP 1 und OP 2.
Ging die Ausgangsspannung aufgrund des Kurzschlusses der Basen der Leistungsstufe mit der + Ausgangsbuchse nicht zu niedrigeren Werten zurück, ist ein Kurzschluß der Leistungsstufe zu vermuten. Entweder liegt ein Defekt von einem oder mehreren Transistoren vor, oder aber es handelt sich um einen Kurzschluß von Leiterbahnen im Endstufenbereich.
9. Als letztes nehmen Sie bitte eine Überprüfung der Isolierung zwischen Endstufentransistoren und Kühlblech (Gehäuserückwand) mit Hilfe eines Ohmmeters vor.