

ELV-Serie 7000: Digital-NF-Stereo-Leistungsmesser NFL 7000



Im hier vorliegenden 2. und letzten Teil dieses Artikels werden Nachbau, Inbetriebnahme sowie Kalibrierung ausführlich beschrieben.

Teil 2

Zum Nachbau

Zunächst werden die Basisplatine und die Anzeigenplatine in gewohnter Weise bestückt. Zuerst werden die passiven und dann die aktiven Bauelemente anhand der Bestückungspläne auf die Platinen gesetzt und verlötet.

Sind die Platinen fertig bestückt und noch einmal kontrolliert, können die beiden Platinen miteinander verlötet werden, wobei die Anzeigenplatine senkrecht an die Basisplatine angelötet wird, und zwar so, daß die Anzeigenplatine ca. 1,5 mm unter der Basisplatine hervorsteht.

Die in den Bestückungsplänen der beiden Platinen mit gleichen Buchstaben bezeichneten Punkte sind untereinander mit isolierten Leitungen zu verbinden. Der Querschnitt sollte mindestens 0,1 mm² betragen. Nach dem Verschrauben der Meßbuchsen mit der Frontplatte, wird die fertige Schaltung gleichzeitig mit der Frontplatte in das Gehäuseunterteil eingesetzt. Die Meßbuchsenanschlüsse sind mit den entsprechenden Punkten auf der Leiterplatte mit flexiblen isolierten Leitungen zu verbinden. Der Querschnitt sollte auch hier mindestens 0,1 mm² betragen.

Mit einem erheblich größerem Querschnitt von mindestens 1,5 mm² sind die beiden + Buchsen direkt miteinander zu verbinden, während die beiden Massebuchsen über den Shuntwiderstand R 60 verbunden werden. Dieser Drahtwiderstand ist vorher in der Art einer Spirale (ca. 10 mm Ø) aufzuwickeln.

Die 3adrige Netzzuleitung mit angespritztem Schuko-Stecker wird durch die Zugentlastung in der Gehäuserückwand geführt, und dann mit den beiden Kippschalteranschlüssen des Netzschalters verbun-

den. Von den beiden Mittelabgriffen des Kippschalters führt die Zuleitung zu den beiden Platinenanschlußpunkten „g“ und „h“.

In diesem Zusammenhang ist es sehr wesentlich zu beachten, daß sämtliche von außen berührbaren Metallteile wie Schrauben, Muttern, Kippschalterhals usw., mit dem Schutzleiter der Netzzuleitung zu verbinden sind. Hierzu sind flexible isolierte Leitungen mit einem Querschnitt von mindestens 0,75 mm² erforderlich.

Auf die Einhaltung der VDE-Bestimmungen wollen wir abschließend noch einmal ausdrücklich hinweisen.

Damit ist der Nachbau dieses interessanten Leistungsmeßgerätes bereits beendet.

Kalibrierung

Die Einstellung (Kalibrierung) des ELV-Digital-NF-Stereo-Leistungsmessers NFL 7000, ist sorgfältig vorzunehmen. Im Hinblick auf die anspruchsvolle Schaltungstechnik ist der Abgleich verhältnismäßig einfach. Hierfür sind folgende Geräte erforderlich:

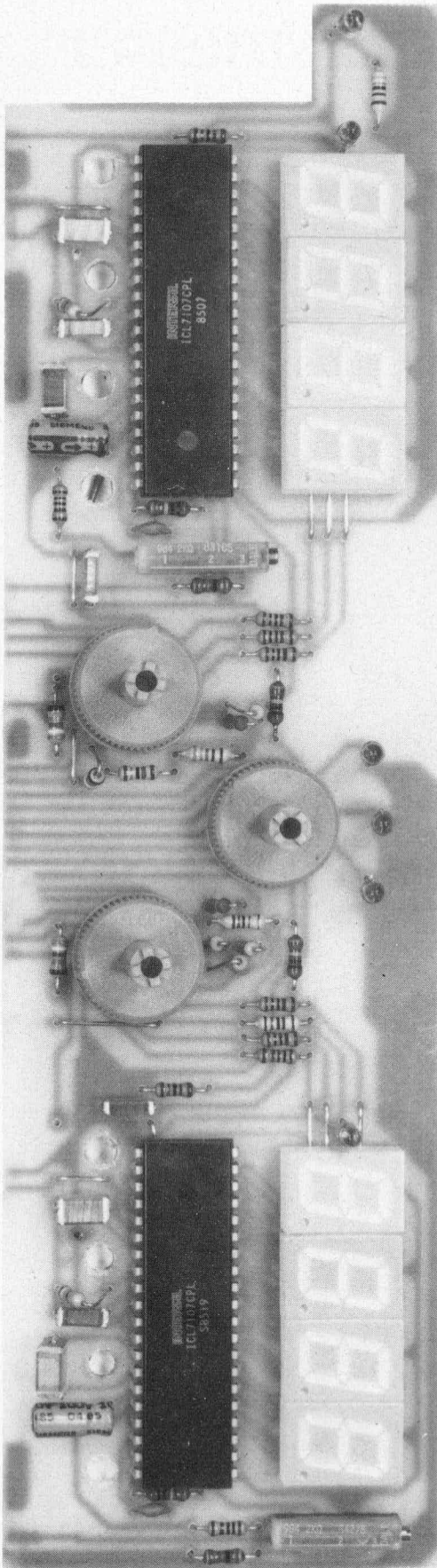
1. Digital-Multimeter mit einer Auflösung von 0,1 mV im kleinsten Spannungsmessbereich sowie ein Strommeßbereichsendwert von mindestens 2 A.
2. Rechteckgenerator mit einer Frequenz im Bereich von 100 Hz bis 1 kHz und einer Ausgangsamplitude zwischen ± 5 V bis ± 10 V.
3. Oszilloskop mit einer Eingangsempfindlichkeit von mindestens 5 mV/cm, besser 2 mV/cm.
4. Gleichspannungsnetzgerät mit einer Ausgangsspannung von ca. 10 V (bis evtl. 20 V) und einem Ausgangsstrom von mindestens 2 A.

Bei der Kalibrierung geht man zweckmäßigerweise wie folgt vor: Zunächst werden sowohl die beiden Eingangsklemmen als auch die Ausgangsklemmen des NFL 7000 über je eine kurze Leitung miteinander verbunden, um Störeinstreuungen weitgehend auszuschließen.

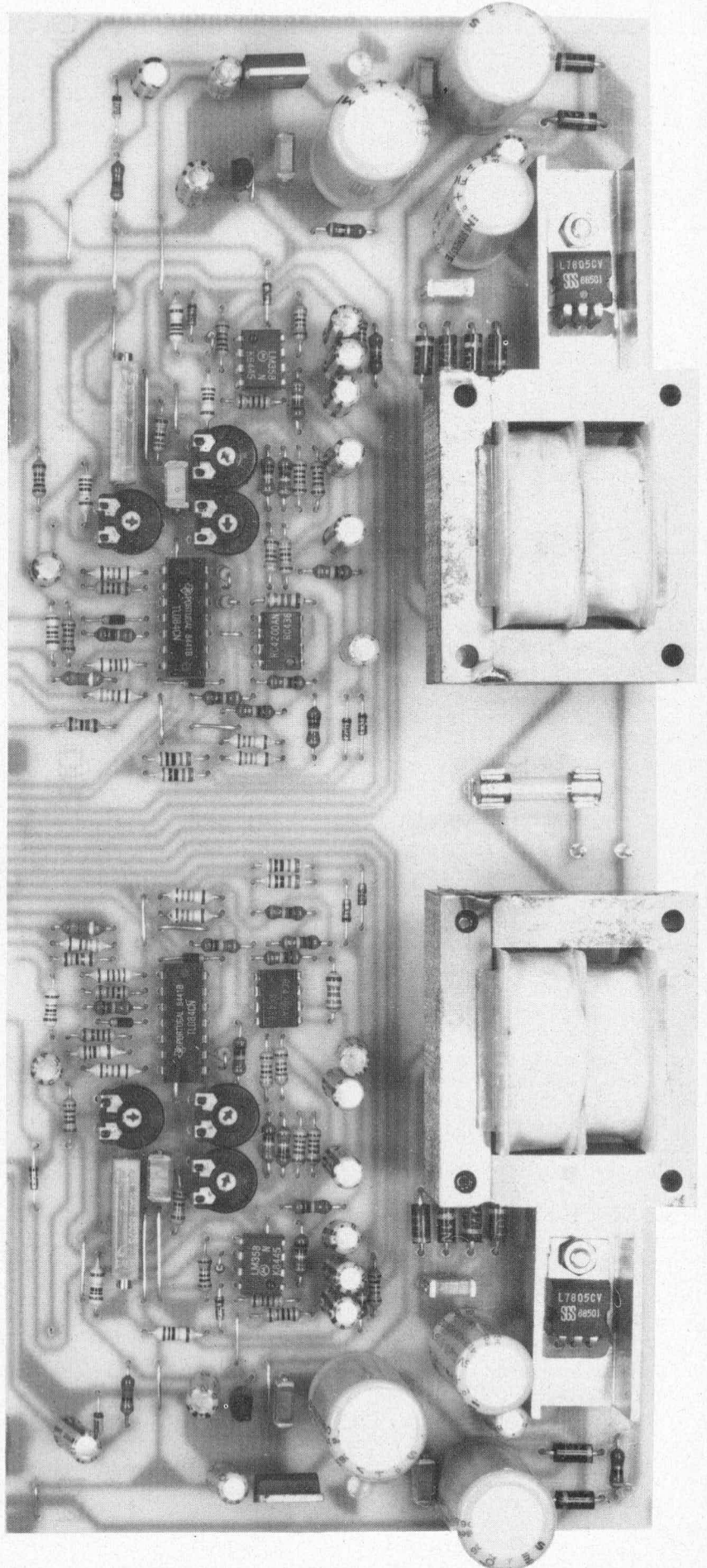
Nachdem die Schaltung für einen längeren Zeitraum in Betrieb war (mindestens 1 Stunde), werden zuerst die beiden Nullpunkteinstellungen vorgenommen. S 1 sollte hierbei in Stellung 2 W stehen.

Sicherheitshalber sollten zunächst die Versorgungsspannungen mit einem Multimeter überprüft werden. Die Minusanschlusssklemme des Multimeters wird mit der Schaltungsmasse verbunden. Hierfür ist der Fußpunkt der 15 V-Festspannungsregler besonders geeignet. Mit der Plusanschlusssklemme sind nun folgende Spannungen zu messen:

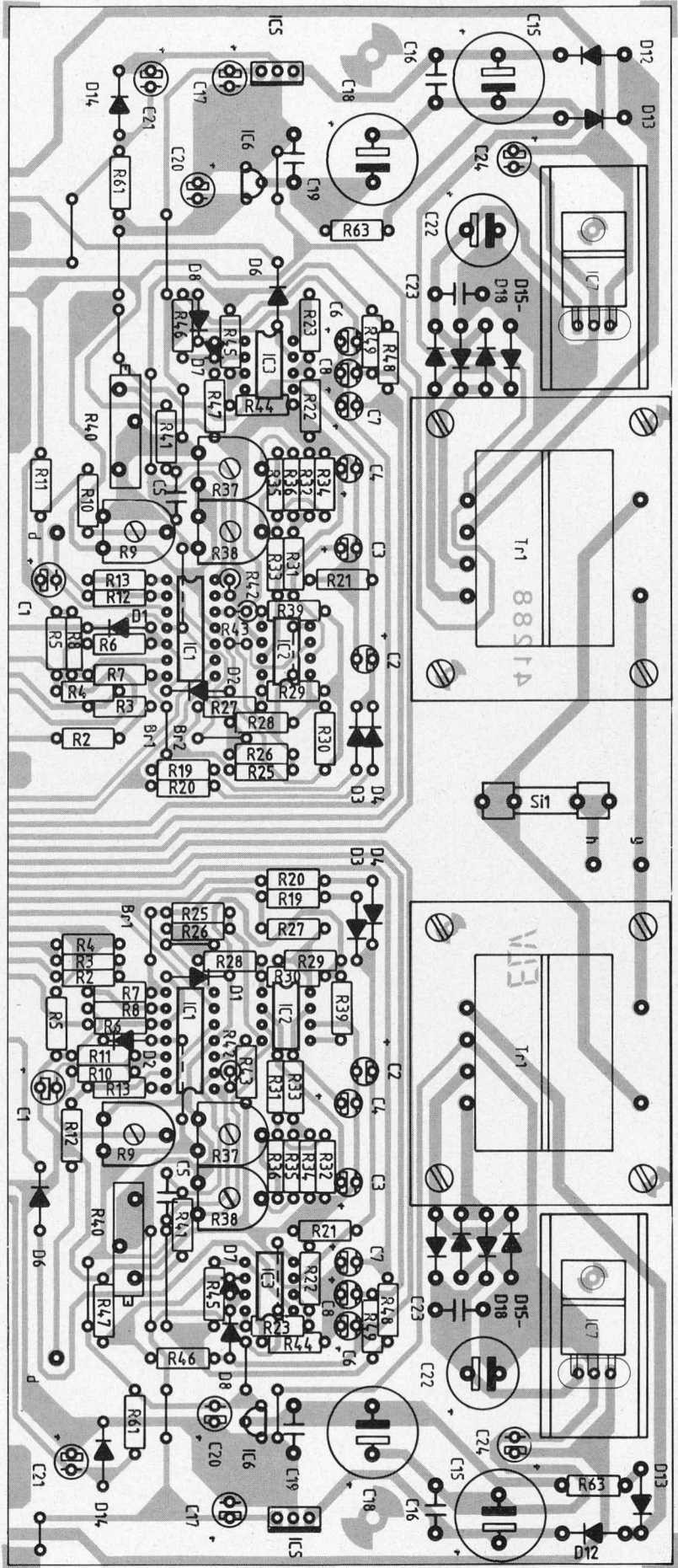
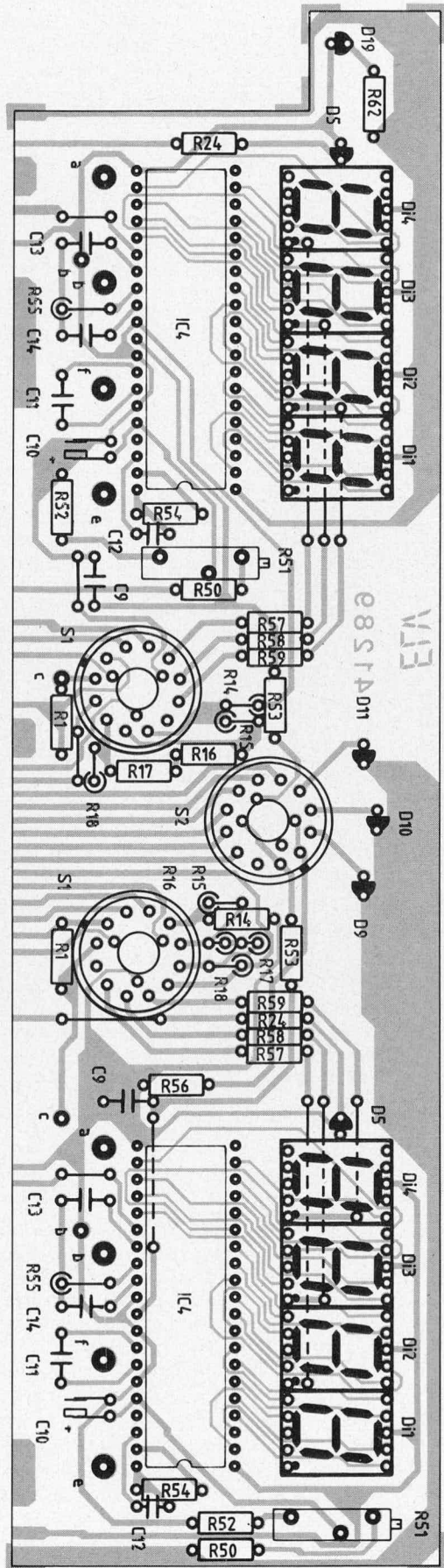
1. An Pin 4 des IC 1 sollte die Spannung zwischen +14,5 und +15,5 V liegen.
2. An Pin 11 des IC 1 sollte die Spannung zwischen -14,5 und -15,5 V betragen.
3. Die unstabilierte Versorgungsspannung vor dem positiven 15 V-Festspannungsregler sollte zwischen 20,0 V und 28,0 V liegen.
4. Die unstabilierte Versorgungsspannung vor dem negativen 15 V-Festspannungsregler sollte zwischen 17,0 V und 23,0 V liegen.
5. An Pin 1 des IC 4 des Typs ICL 7107 sollte die Spannung zwischen +4,5 und +5,5 V liegen.
6. An Pin 26 des IC 4 sollte die Spannung zwischen -5,2 und -6,0 V liegen.



Ansicht der fertig aufgebauten Anzeigenplatine des Digital-NF-Stereo-Leistungsmessers NFL 7000



Ansicht der fertig aufgebauten Basisplatine des Digital-NF-Stereo-Leistungsmessers NFL 7000



Bestückungsseite der Anzeigenplatine des Digital-NF-Stereo-Leistungsmessers NFL 7000

Bestückungsseite der Basisplatine des Digital-NF-Stereo-Leistungsmessers NFL 7000

Stückliste Digital-NF-Stereo- Leistungsmesser NFL 7000

Halbleiter

IC 1	TL 084
IC 2	RC 4200A
IC 3	LM 358
IC 4	ICL 7107
IC 5	μ A 7815
IC 6	μ A 79L15
IC 7	μ A 7805
D 1, D 2, D 7, D 8	DX 400
D 3, D 4, D 6	1N 4148
D 5	LED, 3 mm, rot
D 9-D 11, D 19	LED, 3 mm, rot
D 12, D 13, D 15-D 18	1N 4001
D 14	ZPD 5,6
Di 1-Di 4	DJ 700A

Kondensatoren

C 1, C 2, C 6-C 8	10 μ F/16 V
C 3, C 4, C 10	1 μ F/16 V
C 5, C 11	100 nF
C 9	10 nF
C 12	100 pF
C 13	220 nF
C 14, C 16, C 19	47 nF
C 15, C 18	470 μ F/40 V
C 17, C 20, C 21, C 24	10 μ F/16 V
C 22	1000 μ F/16 V
C 23	47 nF

Widerstände

R 1, R 18	390 k Ω
R 2, R 17	120 k Ω
R 3, R 16	3,3 k Ω
R 4, R 15	39 k Ω
R 5, R 14	18 k Ω
R 6, R 21, R 22	100 k Ω
R 7	8,2 k Ω
R 8, R 19, R 20	10 k Ω
R 9	50 k Ω , Trimmer, liegend
R 10, R 46, R 47	1 M Ω
R 11, R 12, R 32, R 34	1 k Ω
R 13	5,6 k Ω
R 23, R 31, R 33	47 k Ω
R 24, R 56	1,5 k Ω
R 25, R 26	180 k Ω
R 27-R 30	1 k Ω
R 35, R 36, R 43	100 k Ω
R 37, R 38	50 k Ω , Trimmer, liegend
R 39	56 k Ω
R 40	50 k Ω , Spindeltrimmer
R 41	150 k Ω
R 42	220 k Ω
R 44, R 45, R 49	10 k Ω
R 48, R 53, R 54	100 k Ω
R 50	22 k Ω
R 51	Spindeltrimmer, 2 k Ω
R 52, R 57-R 59	1 k Ω
R 55	470 k Ω
R 60	Widerstandsdraht 0,056 Ω
R 61	2,2 k Ω
R 62	470 Ω
R 63	47 Ω

Sonstiges

Si 1	Sicherung 0,1 A
S 3	Kippschalter 2 x um
Tr 1	prim.: 220 V/7,5 VA sek.: 9 V/0,6 A 18 V/0,2 A

8 Lötstifte
2 Präzisionsdrehschalter 4,3
1 Präzisionsdrehschalter 3,4
1 Platinensicherungshalter
2 U-Kühlkörper
2 Schrauben M 3 x 8
2 Muttern M 3
50 cm Silberschaltendraht

Sind vorstehend beschriebene Spannungsmessungen zur Zufriedenheit ausgefallen, können die Nullpunkteinstellungen in der nachstehend beschriebenen Reihenfolge durchgeführt werden:

1. Mit R 9 wird der Ausgang des OP 3 (Pin 8) auf 0 eingestellt.
2. Mit R 40 wird anschließend der Ausgang des OP 4 (Pin 14) auf 0 eingestellt.

Vorstehend beschriebene Nullpunkteinstellungen sind möglichst sorgfältig durchzuführen, wobei Restspannungen an den Ausgängen der entsprechenden Operationsverstärker unter 1,0 mV liegen sollten.

Aufgrund der hohen Präzision des verwendeten Analog-Multiplizierers des Typs RC 4200 A, ist es möglich, bei der Leistungsmessung eine Genauigkeit in Verbindung mit der übrigen Schaltung im Bereich von ca. 0,5 % zu erzielen. Dies erfordert allerdings eine sehr sorgfältige Einstellung, besonders der beiden Trimmer R 37 und R 38, die wir nachstehend näher beschreiben wollen.

An den Ausgang (Pin 14) des OP 4 ist hierzu ein Oszilloskop anzuschließen, dessen Abschirmung ebenfalls mit der Schaltungsmasse zu verbinden ist.

Als weitere vorbereitende Maßnahmen für die nachfolgenden Einstellungen, muß der Integrationskondensator C 5 ausgelötet und die beiden zu Testzwecken eingebauten Meßbrücken „Br 1“ und „Br 2“ aufgetrennt werden. Jeweils eine Seite der beiden vorgenannten Meßbrücken ist mit den Verbindungspunkten der Widerstände R 25/R 27 (Br 1) bzw. R 26/R 28 (Br 2) verbunden und stellt den Spannungs- bzw. Strommeßeingang des Analog-Multiplizierers dar. Die andere Seite der aufgetrennten Brücken ist für die nachfolgenden Einstellungen unbedeutend.

An den Spannungsmultipliziereingang „(Br 1)“ wird nun ein Rechtecksignal mit einer Amplitude von ± 5 V bis ± 10 V, bei einer Frequenz von 100 Hz bis 1 kHz angelegt. Die Schwingung muß symmetrisch zur Schaltungsmasse, d. h. zur Bezugsspannung sein, also gleiche Amplitudenhöhe sowohl in positiver Richtung als auch in negativer Richtung aufweisen.

Der Strommeßeingang „(Br 2)“ wird über eine kurze Meßleitung mit der Schaltungsmasse verbunden. Um Störeinstreuungen zu vermeiden, empfiehlt es sich, einen Punkt in räumlicher Nähe des IC 2 zu wählen, der Massepotential führt.

Der Trimmer R 37 ist so einzustellen, daß am Ausgang des OP 4 (Pin 14) die Amplitude der Rechteckschwingung sehr klein, d. h. möglichst Null wird.

Nun wird das Rechtecksignal von Punkt „Br 1“ nach Punkt „Br 2“ verlegt und die Masseverbindung von Punkt „Br 2“ nach Punkt „Br 1“, d. h., daß jetzt der Strommultipliziereingang mit dem Rechtecksignal beaufschlagt wird, während der Spannungsmultipliziereingang auf Masse liegt.

Mit dem Trimmer R 38 ist gleichfalls am Ausgang des OP 4 (Pin 14) die Amplitude des dort anliegenden Rechtecksignals zu

minimieren, d. h. möglichst auf Null einzustellen.

Als nächstes werden beide Meßeingänge des Analog-Multiplizierers („Br 1“ und „Br 2“) auf Masse gelegt und mit R 40 der Ausgang des OP 4 (Pin 14) auf Null eingestellt. Die weiter vorstehend beschriebene erste Nullpunkteinstellung dieses OP's diene lediglich zur Vorkalibrierung, während der Ausgang jetzt endgültig auf Null eingestellt wird.

Vorstehend beschriebener Abgleich, besonders der Trimmer R 37, R 38 und R 40, ist sorgfältig durchzuführen und mehrfach zu wiederholen, bis sich keine Änderungen mehr ergeben. Dies ist erforderlich, da eine geringe Beeinflussung beim Verstellen von einem Trimmer auf die Wirkung der beiden anderen Trimmer nicht auszuschließen ist.

Damit ist der Abgleich des Analog-Multiplizierers auf eine Genauigkeit von ca. 0,5 % bereits beendet.

Die Einstellung des Skalenfaktors am A/D-Wandler des Typs ICL 7107 (IC 4), wird mit dem Trimmer R 51 vorgenommen. Aufgrund der ausgefeilten Schaltungstechnik können nicht nur Wechselspannungen, sondern ebenso Gleichspannungen verarbeitet werden, so daß der Abgleich nur mit einer Gleichspannung und mit einem Gleichstrom erfolgt. Hierzu geht man wie folgt vor:

Nachdem die beiden Brücken „Br 1“ und „Br 2“ wieder ordnungsgemäß laut dem Bestückungsplan eingesetzt wurden, wird an den Eingang des NFL 7000 ein Netzgerät mit einer Gleichspannung von ca. 12 V angeschlossen. Die Verbindungen an den Eingangs- und Ausgangsklemmen sind vorher aufzuheben.

Der Meßbereichwahlschalter wird in Stellung 20 W gebracht.

An den Ausgang des NFL 7000 wird ein 8 Ω /5 W Widerstand angeschlossen. Da die bei 12 V abgegebene Leistung ca. 20 W beträgt, darf die Einschaltzeit maximal 1 Minute betragen.

Mit R 51 ist jetzt der Skalenfaktor des NFL 7000 genau auf den Wert einzustellen, der sich rechnerisch aus der Formel

$$P = \frac{U^2}{R}$$

ergibt. Wird z. B. eine Spannung von genau 12,0 V an den Eingang gelegt und beträgt der genaue Widerstandswert des Belastungswiderstandes (vorher ausmessen) z. B. 8,15 Ω , so ergibt sich nach vorstehender Formel eine Wirkleistung von 17,67 W. Auf diesen Wert wird in unserem Beispiel die Anzeige des NFL 7000 mit R 51 eingestellt.

Die übrigen Meßbereiche des NFL 7000 stimmen im Bereich der angegebenen Toleranzen typ. 0,5 % max. 2 % automatisch überein. Zu beachten ist, daß die Einstellung des Skalenfaktors unbedingt als letztes durchgeführt wird.

Sofern der Einstellbereich der Trimmer R 37 und R 38 nicht ausreicht, können die Werte der Widerstände R 32 und R 34 bis auf 2,2 k Ω erhöht werden.