

ELV-Serie 7000

Wechselspannungs-Netzteil WSN 7001

100 V bis 250 V/1 A
Komfort-Trenntrafo mit digitaler
Spannungs- und Stromanzeige



Für Messungen an Geräten, die mit der Netzspannung versorgt werden, ist es aus Sicherheitsgründen unbedingt erforderlich, eine galvanische Trennung zwischen Netzkreis und an dem zu arbeitenden Verbraucher über einen Trenntrafo vorzunehmen. Dies ist nicht nur im professionellen Bereich, wie z. B. in Werkstätten oder in der Industrie erforderlich, sondern gleichermaßen im Hobbylabor. Bei unsachgemäßer Handhabung ist die Netzwechselspannung lebensgefährlich. Dies sollte keineswegs unterschätzt werden. Auf die Einhaltung der Sicherheits- und VDE-Bestimmungen ist größter Wert zu legen.

Aus diesem Grunde stellen wir an dieser Stelle ein besonders komfortables Wechselspannungs-Netzteil vor.

Das WSN 7001 besitzt einen Trenntrafo sowie 2 umschaltbare Spezial-Steckdosen ohne Schutzleiter, wodurch eine absolute Trennung zum Netzkreis erfolgt. Die Ausgangsspannung des Gerätes ist über Taster in 10 V-Stufen von 100 V bis 250 V einstellbar. Zusätzlich werden sowohl die Ausgangsspannung als auch der Ausgangsstrom auf einem 3stelligen LED-Display angezeigt.

In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu wissen, daß immer nur ein Gerät, und zwar das, an dem gerade gearbeitet (repariert) wird, angeschlossen ist – alle übrigen Geräte (z. B. Meß- und Prüfgeräte) bleiben direkt an den Netzkreis angeschlossen.

Allgemeines

Beim Entwickeln, Nachbauen, Testen und Reparieren von elektronischen Geräten ist es häufig erforderlich, am geöffneten, eingeschalteten, d. h. unter Spannung stehenden Gerät Messungen vornehmen zu müssen. Problemlos ist dies an Geräten, die im Niederspannungsbereich durch Batterien oder Akkus versorgt werden, durchführbar. Vielfach kommen jedoch auch mit Netzspannung zu betreibende Geräte ins Elektronik-Labor, sei es im Industriebereich, in der Radio- und Fernsehwerkstatt oder im Hobby-Labor. Hier ist es von geradezu lebenswichtigem Interesse, daß mit größter Sorgfalt gearbeitet wird und alle entsprechenden Sicherheits- und VDE-Bestimmungen eingehalten werden. Unter anderem zählt hierzu der Einsatz eines Trenntransformators, der zwischen Netzkreis und dem angeschlossenen Verbraucher (Gerät, an dem gearbeitet wird) geschaltet wird.

In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu wissen, daß nicht jeder Transformator ein Trenntransformator ist. Abgesehen von

den sog. Autotrafos, die überhaupt keine galvanische Trennung zwischen Primär- und Sekundärkreis vornehmen, werden an Trenntransformatoren, die auch tatsächlich diese Bezeichnung verdienen, besondere Anforderungen gestellt, die längst nicht von jedem „normalen“ Transformator erfüllt werden. In unserem Fall wird ein besonders hochwertiger Zweischenkel-Transformator mit UI-Kern und 2 vollkommen getrennten Einkammerwicklungen eingesetzt, d. h. die Primärwicklung befindet sich auf dem ersten Einkammer-Spulenkörper des einen Schenkels und die Sekundärwicklung auf dem zweiten Einkammer-Spulenkörper des anderen Transformatorschenkels. Auf diese Weise ist eine zuverlässige galvanische Trennung zwischen Primär- und Sekundärkreis gewährleistet. Der Transformator entspricht den Richtlinien VDE 0550.

Nachdem wir einige grundsätzliche, jedoch wesentliche Punkte im Zusammenhang mit Trenntransformatoren besprochen haben, wenden wir uns im folgenden dem WSN 7001 im Detail zu.

Bedienung und Funktion

Mit dem auf der Rückseite des WSN 7001 angeordneten Netzschalter wird das Gerät eingeschaltet.

Auf der Frontplatte befindet sich links eine Spezial-Steckdose ohne Schutzkontakt zum Anschluß von Schuko-Steckern. Daneben ist eine Euro-Steckdose angeordnet, die ohnehin keinen Schutzkontakt besitzt. Beide Steckdosen sind über den Trenntrafo galvanisch vom Netz getrennt.

Mit dem über der Euro-Steckdose angeordneten Umschalter kann gewählt werden, welche der beiden Steckdosen Spannung führen soll. Aus Sicherheitsgründen darf nur ein angeschlossener Verbraucher vom Trenntrafo gespeist werden, weshalb eine Umschaltung der beiden Steckdosen des WSN 7001 vorgesehen ist. Je eine Leuchtdiode signalisiert die Betriebsbereitschaft.

Das WSN 7001 ist durch insgesamt 4 Sicherungen geschützt. Die beiden Schmelzsicherungen für die Primär- und Sekundärseite des Trenntrafos befinden sich auf der

Rückseite des Gerätes und sind von außen zugänglich (Einschraubversicherungshalter). Im normalen Betrieb sowie selbst bei häufiger auftretenden Kurzschlüssen werden diese beiden Sicherungen üblicherweise nicht ansprechen.

Als Besonderheit bietet das WSN 7001 eine vollelektronisch arbeitende Überstromsicherung, die ohne jegliche mechanisch arbeitenden Teile auskommt und daher absolut verschleißfrei arbeitet. Selbst bei häufig auftretenden direkten Kurzschlüssen nimmt das Gerät keinen Schaden. Darüber hinaus bietet diese Art der Absicherung die Gewähr für eine exakte und nahezu verzögerungsfreie Abschaltung bei Strömen über 2 A.

Auf der Frontplatte befindet sich oberhalb des Kippschalters zur Auswahl der beiden Netzbuchsen ein Taster mit links daneben angeordneter Kontroll-LED. Hat die Sicherung angesprochen, leuchtet diese LED auf, und der Ausgangsstrom ist unterbrochen. Durch Betätigen des entsprechenden Tasters erfolgt ein Rücksetzen und das Gerät ist wieder betriebsbereit. Nimmt ein Verbraucher besonders im Einschaltmoment einen geringfügig über 2 A liegenden Strom auf, spricht die elektronische Sicherung unmittelbar an, auch wenn kein direkter Kurzschluß vorliegt. In diesem Fall kann der Sicherungstaster für 1 bis 2 Sekunden festgehalten werden, um den erhöhten Anlaufstromimpuls zu überbrücken. Hierzu sollte man allerdings sicher sein, daß kein direkter Kurzschluß vorliegt, da ansonsten die auf der Rückseite angeordneten Schmelzsicherungen ansprechen können.

Eine vierte von außen nicht zu erkennende und auch nicht zu bedienende Sicherung stellt die eingebaute elektronische Temperatursicherung dar. Steigt aufgrund einer Überlastung des Transformators die Innentemperatur im Trafobereich auf über 90°C, wird die elektronische Sicherung aktiviert, d. h. die entsprechende LED auf der Frontplatte leuchtet auf (wie bei einer Stromüberlastung), und der Ausgangsstrom wird unterbrochen. Sobald das Gerät hinreichend abgekühlt ist, erfolgt eine automatische Freigabe, d. h. in diesem Fall braucht der entsprechende Taster nicht betätigt zu werden.

Die Einstellung der Temperatursicherung ist werkseitig so dimensioniert, daß bei Raumtemperaturen ein Dauerstrom von ca. 1 A entnommen werden kann, der sich bei nicht optimalen Lüftungsbedingungen etwas reduzieren kann. Bei Umgebungstemperaturen von ca. 30°C reduziert sich der Dauer-Ausgangsstrom auf ca. 0,7 bis 0,8 A, wobei jedoch auch hier ohne weiteres der volle 1 A-Strom für mehrere Stunden entnommen werden kann (bei vorher kaltem, ausgeschalteten Gerät).

Ein Ausgangsstrom von 2 A (entspricht einer 100%igen Überlastung) ist bei vorher abgekühltem Gerät für ca. 2 Minuten möglich, ohne daß das Gerät Schaden nimmt.

Zur Überwachung des fließenden Ausgangsstromes besitzt das WSN 7001 rechts auf der Frontplatte eine 3stellige digitale Stromanzeige, die zwischen 0 und 1,99 A arbeitet mit einer Auflösung von 0,01 A.

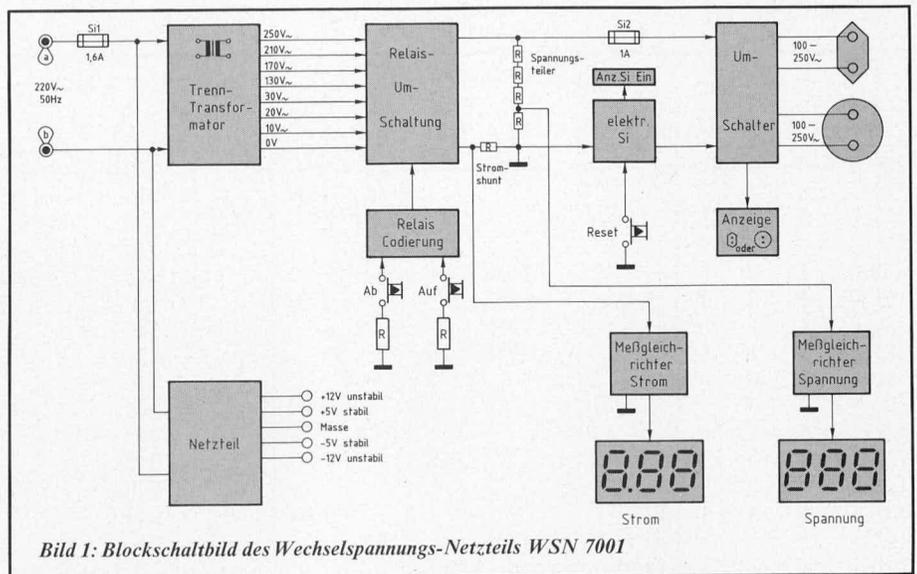


Bild 1: Blockschaltbild des Wechselspannungs-Netzteils WSN 7001

Links daneben befindet sich die ebenfalls 3stellige Digitalanzeige für die Ausgangsspannung. Diese ist besonders wichtig, da die Ausgangsspannung von Netztransformatoren nicht allein von Eingangsspannungsschwankungen auf der Netzseite, sondern auch aufgrund ihres Innenwiderstandes bei Belastungen schwankt. Selbst bei sehr hochwertigen wie dem hier eingesetzten Trenntransformator liegen die Differenzen zwischen Leerlaufspannung und Nennspannung (bei maximal fließendem Dauerstrom) bei rund 10 %. Diese recht guten Daten dürfen selbstverständlich nicht mit Ausgangsspannungsschwankungen, wie sie bei elektronisch stabilisierten Netzgeräten üblich sind, verglichen werden, die selbstverständlich erheblich bessere Stabilisierungswerte aufweisen — eben aufgrund der elektronischen Stabilisierung, die bei Gleichspannungen verhältnismäßig einfach durchzuführen ist.

Auf die Nennbelastung von 1 A bezogen unter Zugrundelegung einer Netzwechselspannung von 220 V liefert das WSN 7001 16 über Taster wählbare Ausgangsspannungen im Bereich von 100 V bis 250 V, die in 10 V-Schritten abrufbar sind.

Durch eine elektronische Vorrangschaltung wird unmittelbar nach dem Einschalten des Gerätes automatisch der 220 V-Bereich angewählt. Im Leerlauf liegt diese Spannung, wie bereits erwähnt, entsprechend höher.

Links neben der Spannungsanzeige ungefähr in der Mitte der Frontplatte befinden sich 2 übereinander angeordnete Taster. Wird der obere betätigt, schaltet die Elektronik nach jeder Tastenbetätigung den Ausgangsspannungsbereich um eine Stufe (10 V) herauf, während bei Betätigung des unteren Tasters die Spannung jeweils um 10 V verringert wird. Der Bereichswechsel erfolgt hierbei erst in dem Moment, in dem der betreffende Taster wieder losgelassen wird (d. h. also nicht bereits beim Drücken). Wird durch mehrfaches Betätigen des oberen Tasters der höchste Ausgangsspannungsbereich eingestellt, beginnt bei einer weiteren Betätigung die Ausgangsspannung wieder beim niedrigsten (100 V) Bereich. Durch mehrfaches Betätigen des unteren Tasters kann aus Sicherheitsgrün-

den vom kleinsten Ausgangsspannungsbereich nicht in den höchsten Bereich gewechselt werden. Dies verhindert eine elektronische Verriegelung, die den unteren Taster im kleinsten Ausgangsspannungsbereich sperrt.

Aufgrund der ausgereiften, professionellen Ansprüchen genügenden Gerätekonzeption wird das WSN 7001 bei sachgerechter Behandlung langfristig gute Dienste im Elektronik-Labor leisten. Da es sich jedoch um ein Gerät handelt, an das besondere Sicherheitsansprüche gestellt werden, ist eine hohe Aufmerksamkeit im Umgang damit erforderlich. Sollten sich aufgrund von mechanischer Überbeanspruchung o. ä. im Verlauf der Jahre Gehäuseschäden, lockeres Netzkabel, gelöste Schrauben o. ä. einstellen, ist umgehend das Gerät außer Betrieb zu nehmen und instandzusetzen. Kompromisse, gerade bei sicherheitsrelevanten Geräten dürfen auf gar keinen Fall eingegangen werden.

Zur Schaltung

In Bild 1 ist zur besseren Übersicht der prinzipielle elektronische Aufbau des WSN 7001 anhand eines Blockschaltbildes dargestellt. Vor dem Studium der verhältnismäßig komplexen Gesamtschaltung sollte man sich dieses Prinzipschaltbild mit allen darin eingetragenen wesentlichen Funktionsblöcken in Ruhe anschauen. Nachfolgend wollen wir dann auf die Beschreibung der Detailschaltungen eingehen.

Abbildung 2 zeigt das Hauptschaltbild des Wechselspannungs-Netzteils WSN 7001.

Die Versorgung der gesamten Elektronik erfolgt über den vergossenen Netztrafo Tr 1 in Verbindung mit den Gleichrichterdioden D 1 bis D 4, den Kondensatoren C 1 bis C 6 sowie den beiden Festspannungsreglern IC 1 (+ 5 V) und IC 2 (- 5 V). Neben den beiden stabilisierten Ausgangsspannungen zur Versorgung der beiden Meßgleichrichter und Digitalanzeigen (in Bild 3 dargestellt) steht vor den Festspannungsreglern jeweils die unstabilisierte Versorgungsspannung von ca. + 12 V und ca. - 12 V zur Verfügung. Mit letztgenannter Spannung wird die Umschalt elektronik versorgt. Den 250 VA-Trenntransforma-

Tabelle I											
	IC 3 – Pin-Nr.				Relais-Schaltzustände						Ausgangsspannung
	7 (D)	6 (C)	2 (B)	3 (A)	Re 6	Re 5	Re 4	Re 3	Re 2	Re 1	U (V)
0	0	0	0	0							100
1	0	0	0	1						EIN	110
2	0	0	1	0					EIN		120
3	0	0	1	1			EIN				130
4	0	1	0	0		EIN					140
5	0	1	0	1		EIN			EIN		150
6	0	1	1	0		EIN		EIN			160
7	0	1	1	1		EIN	EIN				170
8	1	0	0	0	EIN						180
9	1	0	0	1	EIN				EIN		190
10	1	0	1	0	EIN			EIN			200
11	1	0	1	1	EIN		EIN				210
12	1	1	0	0	EIN						220
13	1	1	0	1	EIN				EIN		230
14	1	1	1	0	EIN			EIN			240
15	1	1	1	1	EIN		EIN				250

tor stellt Tr2 dar. Auf der Sekundärseite besitzt er eine 250 V/1 A-Wicklung mit zusätzlich 6 Anzapfungen. Man könnte auch von 7 in Reihe geschalteten Teilwicklungen sprechen.

Mit den Relaiskontakten re 1 bis re 6 werden die entsprechenden Spannungen abgegriffen. In den eingezeichneten Relaisstellungen fließt der Strom über die 130 V-Anzapfung über re 4, re 5, re 6, Si 2, S 1a über die Steckdose und den Verbraucher, anschließend weiter über S 1b, Tc 1, R 10, R 8, re 3, re 2, re 1 zur 30 V-Anzapfung. Die Differenzspannung zwischen diesen beiden Anzapfungen beträgt im vorliegenden Fall ca. 100 V ($130 \text{ V} - 30 \text{ V} = 100 \text{ V}$).

Soll die Spannung um 10 V erhöht werden, muß der Relaiskontakt re 1 seine Position wechseln und auf die 20 V-Anzapfung geschaltet werden ($130 \text{ V} - 20 \text{ V} = 110 \text{ V}$).

Um die Spannung um weitere 10 V zu erhöhen, muß re 2 schalten ($130 \text{ V} - 10 \text{ V} = 120 \text{ V}$) und wenn auch re 3 schaltet, liegt die Ausgangsspannung bei 130 V ($130 \text{ V} - 0 \text{ V} = 130 \text{ V}$).

Um die Ausgangsspannung auf 140 V zu erhöhen, müssen re 1, 2, 3 wieder in die ursprüngliche Position zurückschalten und zusätzlich re 4 auf die 170 V-Anzapfung umschalten. Die Ausgangsspannung beträgt jetzt $170 \text{ V} - 30 \text{ V} = 140 \text{ V}$. Zur weiteren Erhöhung der Ausgangsspannung wird dann zunächst wieder re 1, anschließend re 2 und danach re 3 schalten bis zu einer Ausgangsspannung von 170 V.

Bei der maximal möglichen Ausgangsspannung von 250 V fließt der Strom über die 250 V-Anzapfung, den umgeschalteten Relaiskontakt re 6 sowie im unteren Zweig über den umgeschalteten Relaiskontakt re 3 zur 0 V-Anzapfung.

Damit die Ausgangsspannungen zwischen 100 V und 250 V in 10 V-Stufen eingestellt werden können, sind 16 Schaltzustände erforderlich. Zur digitalen Erzeugung wird ein 16stufiger CMOS-Zähler (4 Bit) des Typs CD 40193 (IC 3) eingesetzt. An seinen Ausgängen (Pin 2, 3, 6, 7) stehen die Zahlen 0 bis 15 in binär codierter Form an. Die Umsetzung zur Ansteuerung der 6 Relais Re 1 bis Re 6 erfolgt über die Gatter N 3 bis N 12 in Verbindung mit den Treibertransi-

storen T 1 bis T 6. In Tabelle I ist die Zuordnung zwischen Binärcode des Zählers und den Relais-Schaltzuständen aufgezeigt.

Das Zähler-IC 3 besitzt 2 unabhängige Zählgänge (Pin 4 für das Abwärtszählen und Pin 5 für das Aufwärtszählen), die im Ruhezustand „High“-Pegel führen.

Wird Ta 1 betätigt, wechselt der Ausgang (Pin 3) des Gatters N 2 von „High“- auf „Low“-Pegel (ca. -12 V), um nach Loslassen von Ta 1 wieder auf „High“-Potential zu springen. In diesem Moment (beim Loslassen von Ta 1) gehen die Ausgänge des Zählers auf die nächst niedrigere Binärzahl. Ist die unterste Stufe erreicht („0000“), liegt im selben Moment an Pin 1 des Gatters N 2 „Low“-Potential, und N 2 ist damit gesperrt. Tastenbetätigungen, die auf den zweiten Eingang (Pin 2) wirken, bleiben ohne Reaktion.

Durch Betätigen des Tasters Ta 2 werden über das Gatter N 1 Impulse auf den Aufwärtszählgang (Pin 5) des IC 3 gegeben, d. h. bei jeder Tastenbetätigung von Ta 2 springen die Zählerausgänge auf die jeweils nächst höhere Binärzahl. Die Relais Re 1 bis Re 6 schalten entsprechend der Tabelle I. Zur Vermeidung von Tastenprellen sind die entsprechenden Gattereingänge über R 1/C 7 bzw. R 2/C 8 gepuffert.

Damit beim Einschalten des Gerätes ein definierter Zustand angenommen wird, kommt in der vorliegenden Schaltung ein vorseitbares Zähler-IC zum Einsatz. Dies bedeutet, daß beim Anlegen eines „Low“-Impulses an Pin 11 des IC 3 die Zählerausgänge die Information der Setzeingänge (Pin 9: „D“, Pin 10: „C“, Pin 1: „B“, Pin 15: „A“) annehmen. In unserem Fall ist die Binärzahl „1100“ fest verdrahtet entsprechend einer zugehörigen Ausgangsspannung von 220 V (sehen Sie hierzu Tabelle I). Der erforderliche Setzimpuls zur Übernahme der vorprogrammierten Eingangsinformation wird im Einschaltmoment durch C 9 auf Pin 11 des IC 3 gegeben. Danach liegt dieser Eingang über R 4 auf „High“-Pegel (hier: ca. 0 V, bezogen auf -12 V) und ist damit gesperrt. Eine Änderung des Zählerstandes kann jetzt nur noch über die auf der Frontplatte angeordneten Bedientasten Ta 1 und Ta 2 erfolgen.

Es ist selbstverständlich möglich, durch Vorgabe einer anderen Binärzahl an den Eingangspins 9, 10, 1, 15 die Ausgangsspannung des WSN 7001 unmittelbar nach dem Einschalten auf einen anderen Wert festzulegen. Dies ist nach eigenem Ermessen in Form von Durchtrennen der entsprechenden Leiterbahnen und freier Verdrahtung möglich.

Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, daß, wie bereits an anderer Stelle dieses Artikels erwähnt, die Ausgangsspannung im Leerlauf höher ist als unter Nennbelastung.

2 Schmelzsicherungen Si 1 (für den Primärkreis) und Si 2 (für den Sekundärkreis) dienen zum Schutz des Gerätes bei Störfällen. Darüber hinaus stehen 2 vollelektronisch arbeitende Sicherungen zur Verfügung, die den Betriebszustand des WSN 7001 überwachen.

Zum einen ist dies eine Überstromsicherung, die bei einem Ausgangsstrom von ca. 2 A den Stromfluß unterbricht. Sie ist aufgebaut mit den OPs 1 bis 4 mit Zusatzbeschaltung. Die Funktionsweise ist wie folgt:

Ein dem Strom proportionaler Spannungsabfall wird am Shunt-Widerstand R 10 abgegriffen und über R 9 auf den Eingang des OP 2 gegeben. Hier erfolgt während der negativen Halbwellen in Verbindung mit R 11 eine Verstärkung und gleichzeitige Invertierung, während die positiven Halbwellen mit Hilfe von OP 1 verarbeitet werden. In jedem Fall steht entweder am Ausgang des OP 1 (Pin 7) oder am Ausgang des OP 2 (Pin 1) eine positive Spannung an, deren größerer Wert über D 15 bzw. D 16 und R 12 auf den Pufferkondensator C 11 gegeben wird. Der nachfolgende OP 3 ist als Komparator geschaltet, der die Spannung an C 11 überwacht. Überschreitet diese am nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 12) des OP 3 anstehende Spannung den Wert, der am invertierenden (-) Eingang (Pin 13) ansteht (+ 5 V), so wechselt der Ausgang (Pin 14) des OP 3 von „Low“ (ca. 0 V) auf „High“. Über R 20, D 20 erfolgt eine Selbsthaltung, d. h. auch bei anschließend wieder abfallendem Strom bleibt dieser Zustand des OP 3 erhalten.

Über D 21 wird der Komparator OP 4 geschaltet, dessen Ausgang von „High“ auf „Low“ (ca. 0 V) wechselt. Daraufhin wird der Triac Tc 1 nicht weiter angesteuert, so daß er beim Durchlaufen des nächsten Nulldurchgangs sperrt.

Wird die Rücksetztaste der elektronischen Sicherung betätigt, schaltet der Komparator OP 3 zurück und auch OP 4 wird über D 21 wieder freigegeben, d. h. der Ausgang (Pin 8 des OP 4) nimmt wieder „High“-Potential an, und der Triac Tc 1 wird über R 26 gezündet – ein Ausgangsstromfluß ist wieder möglich. Ist der Kurzschluß nicht beseitigt, spricht die elektronische Sicherung unmittelbar wieder an.

Die Ansprechgeschwindigkeit ist so hoch, daß im allgemeinen innerhalb von 2 Halbwellen der Sinuswechselspannung abgeschaltet wird (typ. 20 ms) und damit ganz erheblich schneller, als dies bei Schmelzsicherungen üblicherweise möglich ist. Auch

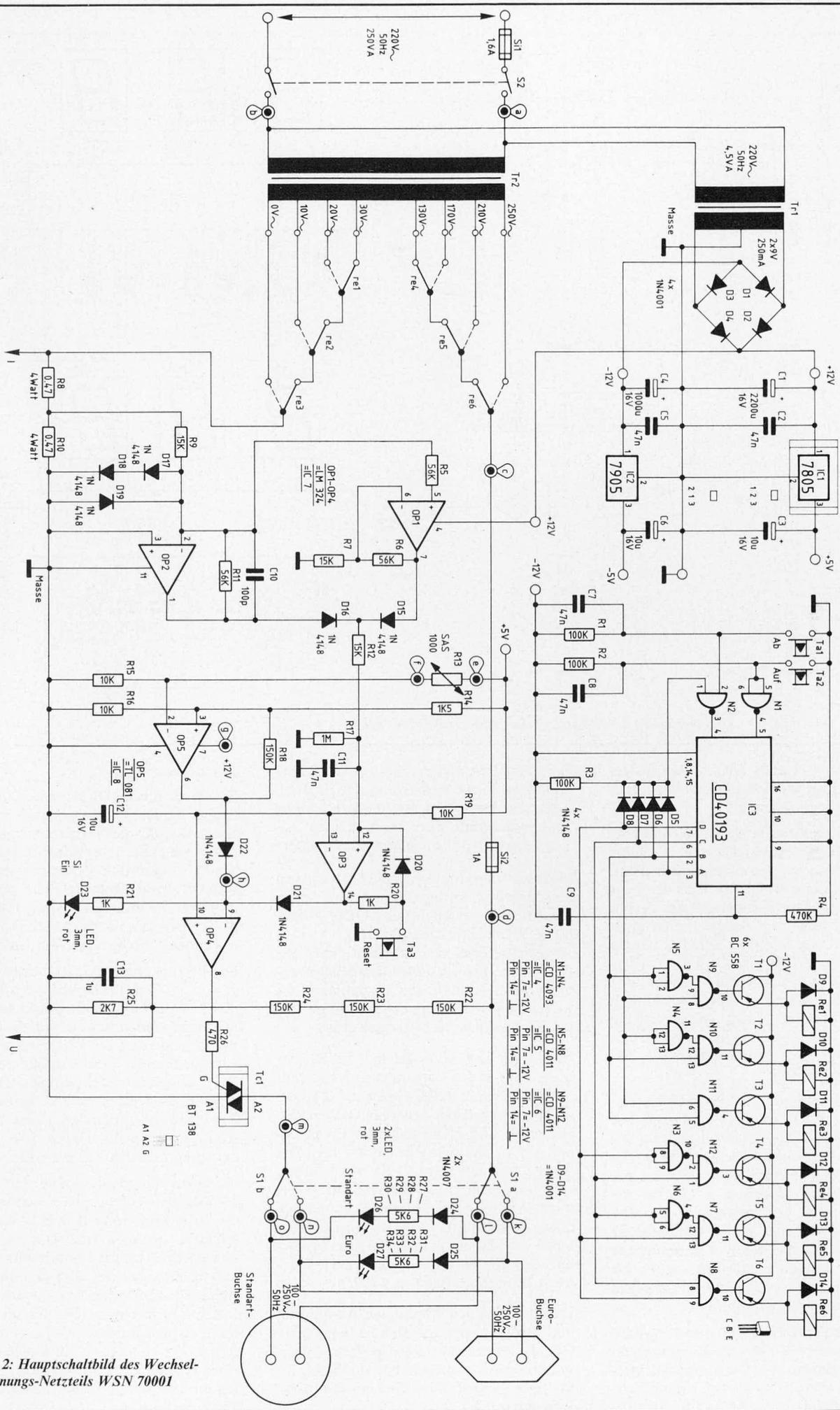


Bild 2: Hauptschaltbild des Wechselspannungs-Netzteils WSN 70001

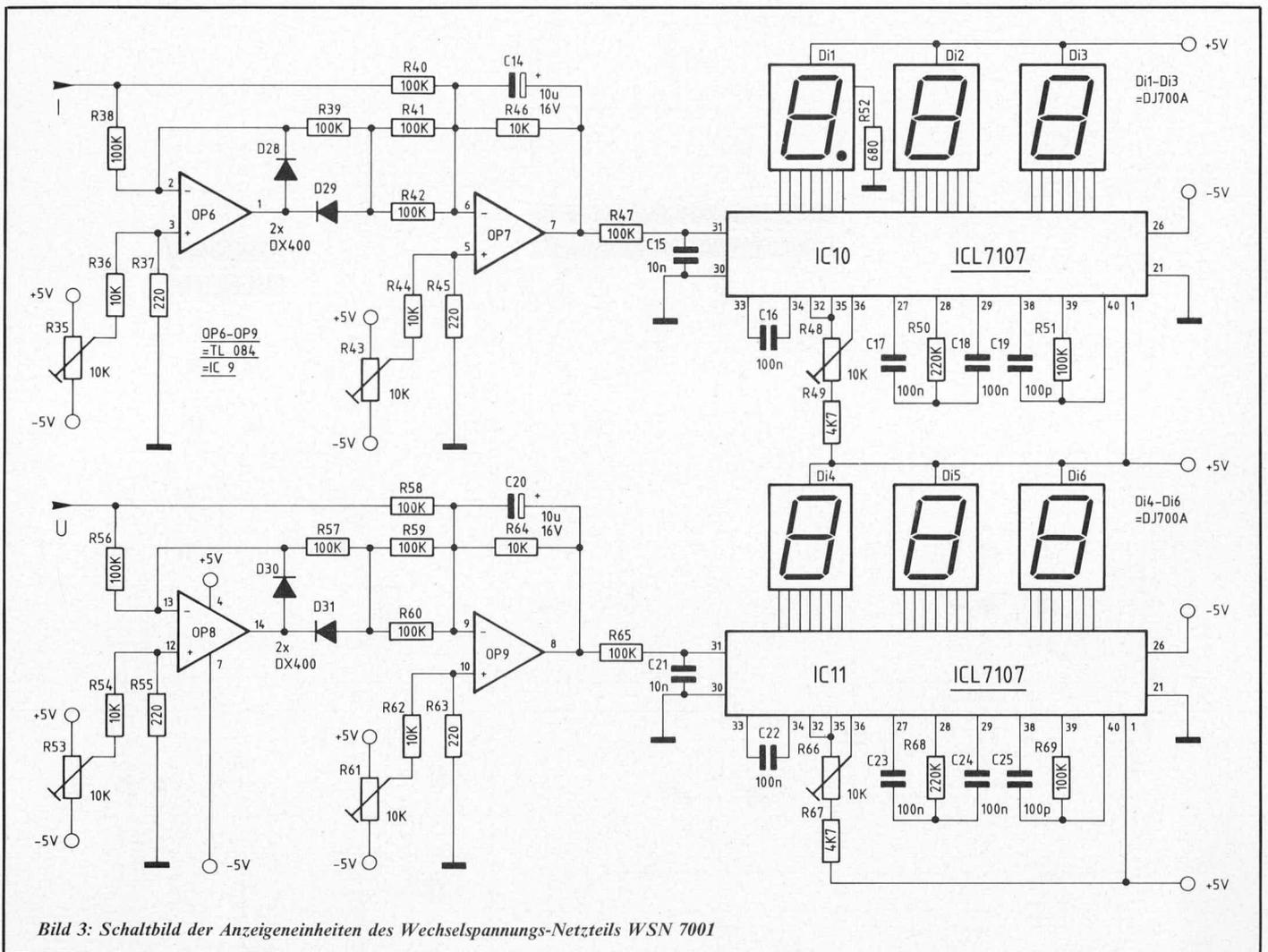


Bild 3: Schaltbild der Anzeigeeinheiten des Wechselspannungs-Netzteils WSN 7001

ist die Schaltschwelle recht genau festgelegt, und zwar unabhängig von einer evtl. zeitlichen Beeinflussung.

Darüber hinaus besitzt das WSN 7001 eine thermische Überlastsicherung, die zur Überwachung der Trafotemperatur dient. Mit dem Temperatursensor R 13 des Typs SAS 1000 wird die Temperatur des Trenntrafos Tr 2 abgefragt. Überschreitet diese einen Wert von ca. 90°C, schaltet der als Komparator arbeitende OP 5 und sperrt über D 22 den nachfolgenden Komparator OP 4 – der Ausgangsstromfluß wird durch Tc 1 unterbrochen. Durch eine eingebaute Hysterese (R 18) erfolgt eine automatische Aktivierung nach hinreichender Abkühlung des WSN 7001.

Mit dem Umschalter S 1a, b wird die eingestellte Wechselspannung wahlweise auf eine der beiden auf der Frontplatte angeordneten Ausgangsbuchsen gegeben. Welche dieser beiden Buchsen aktiviert ist, zeigen die LEDs D 26 bzw. D 27 an. Sie werden über je eine Gleichrichterdiode (D 24, 25 und entsprechende Vorwiderstände R 27 bis R 34) direkt aus der Wechselspannung gespeist, deshalb schwankt auch die Leuchtstärke etwas mit der eingestellten Ausgangsspannung.

Zur Messung der Ausgangsspannung wird diese zunächst mit Hilfe des Spannungsteilers bestehend aus R 22 bis R 25 heruntergeteilt, um anschließend dem Meßgleichrichter zugeführt zu werden (Bild 3).

Der fließende Ausgangsstrom wird über die beiden Shunt-Widerstände R 8, R 10 geleitet, an denen er einen entsprechenden Spannungsabfall hervorruft. Dieser gelangt ebenfalls auf einen Meßgleichrichter.

In Abbildung 3 finden wir die beiden gleich aufgebauten arithmetischen Mittelwertgleichrichter bestehend aus OP 6, 7 bzw. OP 8, 9 mit Zusatzbeschaltung. An den Ausgängen Pin 7 des OP 7 bzw. Pin 8 des OP 9 steht eine der Eingangsspannung proportionale Gleichspannung an, wobei die Verstärkung der Meßgleichrichter mit R 46 bzw. R 64 festgelegt ist.

Über R 47 bzw. R 65 gelangt die Gleichspannung auf den Eingang des nachfolgenden A/D-Wandlers (IC 10 bzw. IC 11). Dieser Wandler setzt eine zwischen seinen Eingängen 30 und 31 anliegende Gleichspannung in einen entsprechenden digitalen Anzeigewert um, wobei die Ansteuerung von 7-Segment-LED-Anzeigen direkt erfolgt. Auf eine detaillierte Beschreibung dieses Schaltungsteils wollen wir an dieser Stelle verzichten, da diese Schaltkreise bereits des öfteren im „ELV journal“ veröffentlicht und beschrieben wurden.

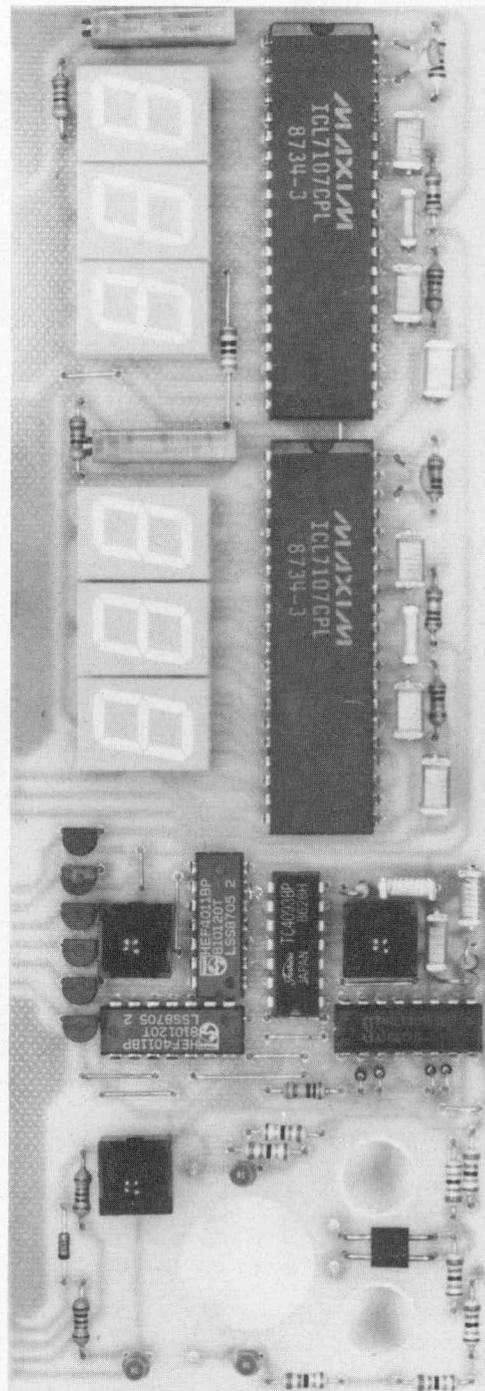
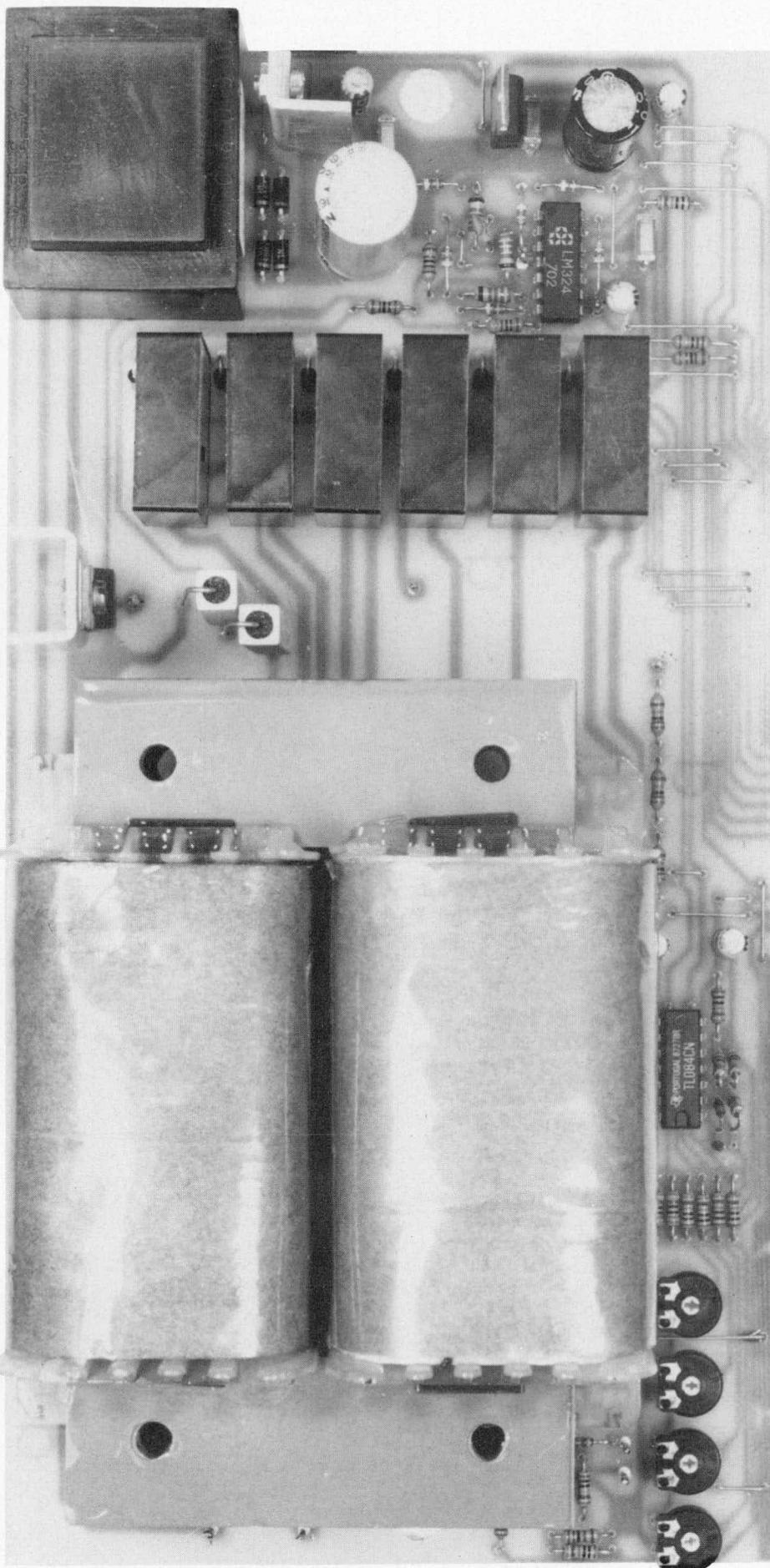
Damit eine möglichst genaue Spannungs- und Stromanzeige möglich ist, sind die 4 OPs der Meßgleichrichter in ihren Offsetspannungen kompensierbar (R 35, 43, 53, 61). Der Skalenfaktor wird mit R 48 bzw. R 66 eingestellt.

Zum Nachbau

Bevor wir mit der Beschreibung des Aufbaus beginnen, wollen wir zunächst darauf hinweisen, daß der Nachbau mit größtmöglicher Sorgfalt unter Einhaltung der Sicherheits- und VDE-Bestimmungen durchgeführt werden muß und nur von Profis, die aufgrund ihrer Ausbildung hinreichende Erfahrungen mit entsprechenden Geräten haben, durchgeführt werden darf.

Die Bestückung der Leiterplatten wird in gewohnter Weise anhand der Bestückungspläne vorgenommen. Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platinen gesetzt und anschließend auf den Leiterbahnseiten verlötet. Neben der Basisplatte und der Anzeigenplatte ist noch eine dritte, kleine Zusatzplatte vorhanden, in die der Kippschalter S 1 eingelötet wird, damit die Verdrahtung übersichtlicher erfolgen kann.

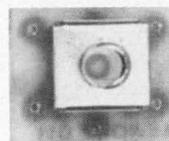
Nachdem die Bestückung der Platinen nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, ist die Anzeigenplatte senkrecht an die Basisplatte zu löten, und zwar so, daß die Anzeigenplatte ca. 1,5 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Basisplatte hervorstet. Alle Lötflächen sind mit ausreichend Lötzinn zu verbinden. Es ist darauf zu achten, daß sich zwischen den einzelnen Leiterbahnen keine Lötzinnbrücken bilden. Nach dem Abkühlen sind beide Leiterplatten mechanisch und elektrisch gut miteinander verbunden.



oben: Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine des Wechselspannungs-Netzteils WSN 7001

links: Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des Wechselspannungs-Netzteils WSN 7001

unten: Ansicht der Schalterplatine zum Wechselspannungs-Netzteil WSN 7001



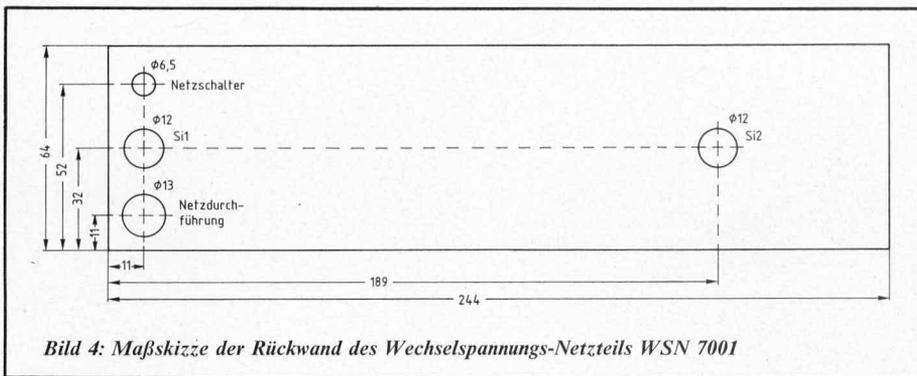


Bild 4: Maßskizze der Rückwand des Wechselspannungs-Netzteils WSN 7001

Der große und schwere Netztransformator Tr 2 ist bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht eingebaut und wird als letztes Bauelement auf die Basisplatte gesetzt, nachdem die im folgenden beschriebene Verdrahtung des Kippschalters S 1 abgeschlossen wurde. Verwendung finden flexible isolierte Leitungen mit einem Querschnitt von min. 0,75 mm².

Vom Platinenanschlußpunkt „c“ auf der Basisplatte wird eine Verbindung zum Mittelanschluß des Einschraub-sicherungshalters Si 2 gezogen, der sich in der Gehäuserückwand befindet. Der zweite, äußere Anschluß dieses Sicherungshalters wird an einen der beiden Platinenanschlußpunkte „d“ auf der Schalterplatte gelegt. Der zweite ebenfalls mit „d“ auf der Schalterplatte bezeichnete Anschluß wird zurückgeführt auf die Basisplatte und auch hier an den Platinenanschlußpunkt „d“ gelegt (an dieser Stelle befindet sich der Eingang des Spannungsteilers R 22 zur Spannungsmessung).

Die Platinenanschlußpunkte „k“ und „l“ (auf der Schalterplatte) werden mit den zugehörigen Platinenanschlußpunkten auf der Anzeigenplatte verbunden zur Ansteuerung der beiden Ausgangs-Kontroll-LEDs D 26 und D 27.

Ein zweiter, ebenfalls mit „k“ auf der Schalterplatte bezeichnete Anschlußpunkt wird mit einem Pol der Eurobuchse und äquivalent dazu der Anschlußpunkt „l“ mit einem Anschlußpol der Standard-Buchse verbunden. Der jeweils zweite Anschluß der Ausgangsbuchsen wird mit dem Schalter-Platinenanschlußpunkt „n“ (Eurobuchse) bzw. „o“ (Standardbuchse) verbunden.

Der letzte noch freie Anschluß auf der Schalterplatte, der mit „m“ bezeichnet ist, legt diesen Punkt über eine Leitung an den Platinenanschlußpunkt „m“ auf der Basisplatte.

Zu beachten ist bei allen Verbindungen, daß diese möglichst kurz gehalten werden, ohne daß die Zuleitungen unter mechanischen Beanspruchungen stehen, d. h. sie sollten einige cm länger als unbedingt erforderlich sein, ohne daß sich ein „Kabelsalat“ im Gerät ergibt.

Die 3adrige Netzleitung wird durch die in der Gehäuserückwand eingebaute Netzkabeldurchführung mit Zugentlastung und Knickschutzülle geführt. Der gelb-grüne Schutzleiter ist später an alle von außen berührbaren Metallteile zu legen, worauf wir im einzelnen noch näher eingehen.

Eine der beiden spannungsführenden Adern der Netzleitung wird an den Mittelanschluß des Einschraub-sicherungshalters Si 1 gelegt, der sich in der Gehäuserückwand befindet. Vom äußeren Anschluß dieses Sicherungshalters führt eine Leitung zu einem der beiden Mittelanschlüsse des Kippschalters S 2, der sich in unmittelbarer Nähe ebenfalls in der Rückwand befindet. Der zweite Anschluß der Netzleitung wird direkt an den zweiten Mittelanschluß des Kippschalters S 2 gelegt. Vom Kippschalter S 2 führen dann 2 Leitungen zur Basisplatte, und zwar an die Anschlußpunkte „a“ und „b“. Damit auch unter ungünstigen Umständen beim Abreißen einer Zuleitung im Primärkreis des WSN 7001 keine galvanische Verbindung zwischen Ausgang und Netzspannungsseite auftreten kann, sollten über die Anschlüsse sowohl des Sicherungshalters als auch des Kippschalters S 2 Schrumpfschlauchabschnitte gezogen werden, die allerdings vor dem Anlöten über die Zuleitungskabel zu stecken sind. Das Verschrumpfen erfolgt dann unmittelbar nach dem Verlöten. Auch besteht die Möglichkeit, diese Teile mit Isolierband zu umwickeln, wobei sorgfältig darauf zu achten ist, daß sich dieses nicht selbständig wieder lösen kann.

Die Anordnung der in die Rückwand einzubauenden Teile ist der Maßskizze in Abbildung 4 zu entnehmen.

Der Trenntransformator Tr 2 kann jetzt vorsichtig auf die Basisplatte gesetzt und verlötet werden. Eine Verschraubung ist zunächst noch nicht erforderlich. Man muß jedoch sorgfältig darauf achten, daß beim Anheben der Konstruktion immer zuerst der Transformator Tr 2 angefaßt wird, da dieser mit Abstand das schwerste Bauelement des WSN 7001 darstellt. Wird das Gerät nur an der Frontplatte angehoben, so kann diese durch das Trafogewicht abbrechen.

Bevor jetzt der weitere mechanische Zusammenbau erfolgt, empfiehlt es sich, das Gerät zunächst einer ersten Inbetriebnahme mit gleichzeitiger Kontrolle der wesentlichen Funktionen zu unterziehen. Auch sollten die Anzeigeelemente abgeglänzt werden. Danach folgt dann die Beschreibung der Endmontage.

Inbetriebnahme und Einstellung

Nachdem der Aufbau des WSN 7001 soweit fertiggestellt und nochmals überprüft wurde, daß eine erste Inbetriebnahme vor dem Einbau ins Gehäuse erfolgen kann, sind zunächst einige Kontrollmessungen durchzuführen.

Stückliste: Wechselspannungs-Netzteil WSN 7001

Widerstände

0,47 Ω/4 W	.....	R 8, R 10
220 Ω	.....	R 37, R 45, R 55, R 63
470 Ω	.....	R 26, R 52
1 kΩ	.....	R 20, R 21
1,5 kΩ	.....	R 14
2,7 kΩ	.....	R 25
4,7 kΩ	.....	R 49, R 67
5,6 kΩ	.....	R 27-R 34
10 kΩ	.....	R 15, R 16, R 19, R 36, R 44, R 46, R 54, R 62, R 64
15 kΩ	.....	R 7, R 9, R 12
56 kΩ	.....	R 5, R 6, R 11
100 kΩ	.....	R 1-R 3, R 38-R 42, R 47, R 51, R 56-R 60, R 65, R 69
150 kΩ	.....	R 18, R 22-R 24
220 kΩ	.....	R 50, R 68
470 kΩ	.....	R 4
1 MΩ	.....	R 17
10 kΩ, Trimmer, liegend	.....	R 35, R 43, R 48, R 53, R 61, R 66
SAS 1000	.....	R 13

Kondensatoren

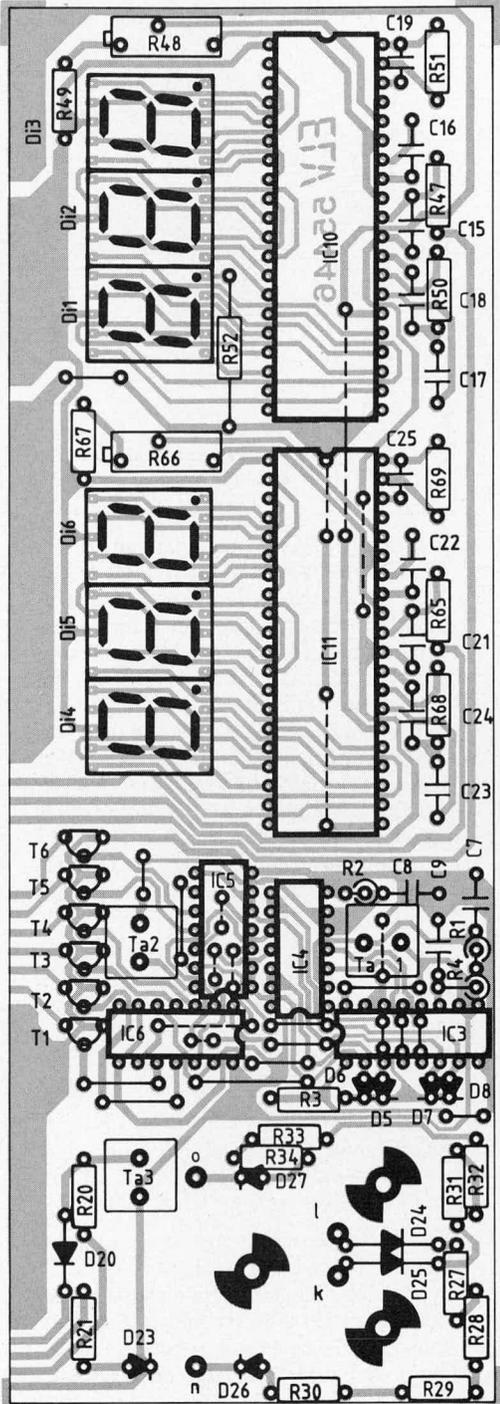
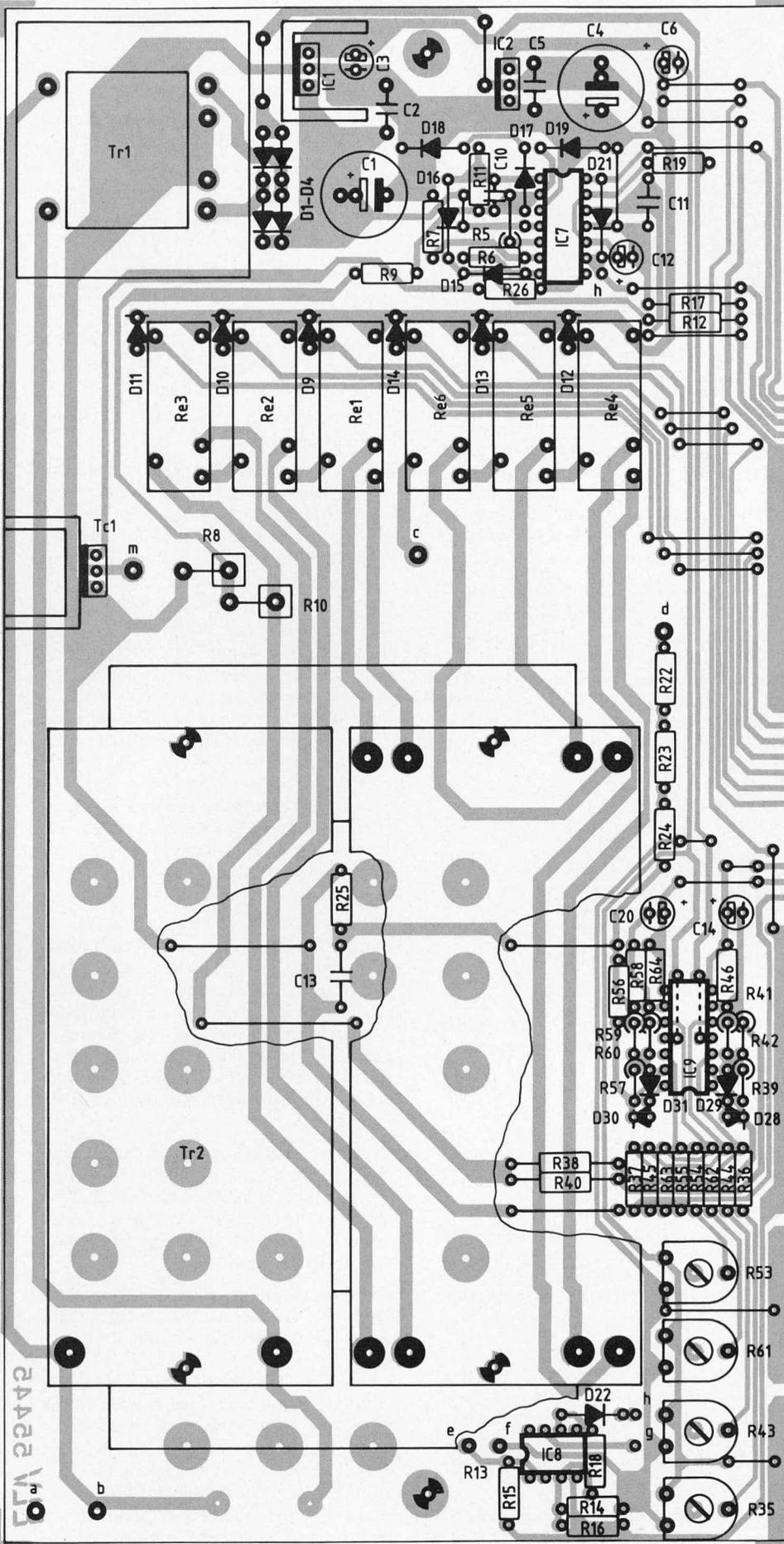
100 pF	.....	C 10, C 19, C 25
10 nF	.....	C 15, C 21
47 nF	.....	C 2, C 5, C 7-C 9, C 11
100 nF	.....	C 16-C 18, C 22-C 24
1 µF	.....	C 13
10 µF/16 V	.....	C 3, C 6, C 12, C 14, C 20
1000 µF/16 V	.....	C 4
2200 µF/16 V	.....	C 1

Halbleiter

TL 081	.....	IC 8
TL 084	.....	IC 9
LM 324	.....	IC 7
CD 4011	.....	IC 5, IC 6
CD 4093	.....	IC 4
ICL 7107	.....	IC 10, IC 11
7805	.....	IC 1
7905	.....	IC 2
CD 40193	.....	IC 3
BT 138/500	.....	Tc 1
BC 558	.....	T 1-T 6
DX 400	.....	D 28-D 31
1N4001	.....	D 1-D 4, D 9-D 14
1N4007	.....	D 24, D 25
1N4148	.....	D 5-D 8, D 15-D 22
DJ 700A	.....	Di 1-Di 6
LED, 3 mm, rot	.....	D 23, D 26, D 27

Sonstiges

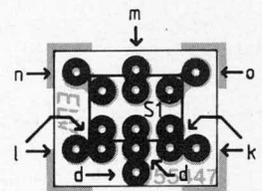
Printtaster	.....	Ta 1, Ta 2, Ta 3
Kippschalter 2 x um	.....	S 1, S 2
prim: 220 V/4,5 VA	.....	Tr 1
sek: 2 x 9 V/250 mA	.....
prim: 220 V/250 VA	.....	Tr 2
sek: 10 V, 20 V, 30 V, 130 V 170 V, 210 V, 250 V/1 A	.....
Sicherung 1 A, mittelträge	.....	Si 2
Sicherung 1,6 A	.....	Si 1
Siemens Kartenrelais, stehend, 12 V/8 A	.....	Re 1-Re 6
15 Lötstifte	.....
5 cm Schrumpfschlauch	.....
2 Lötösen 6,2 mm	.....
4 Lötösen 4,2 mm	.....
50 cm flexible Leitung 2 x 0,75 mm ²	.....
2 U-Kühlkörper SK 13	.....
8 Metall-Distanzröllchen 15 mm	.....
4 Senkkopfschrauben M 4 x 70 mm	.....
12 Unterlegscheiben 4 mm	.....
8 Muttern M 4	.....
2 Schrauben M 3 x 6 mm	.....
2 Muttern M 3	.....

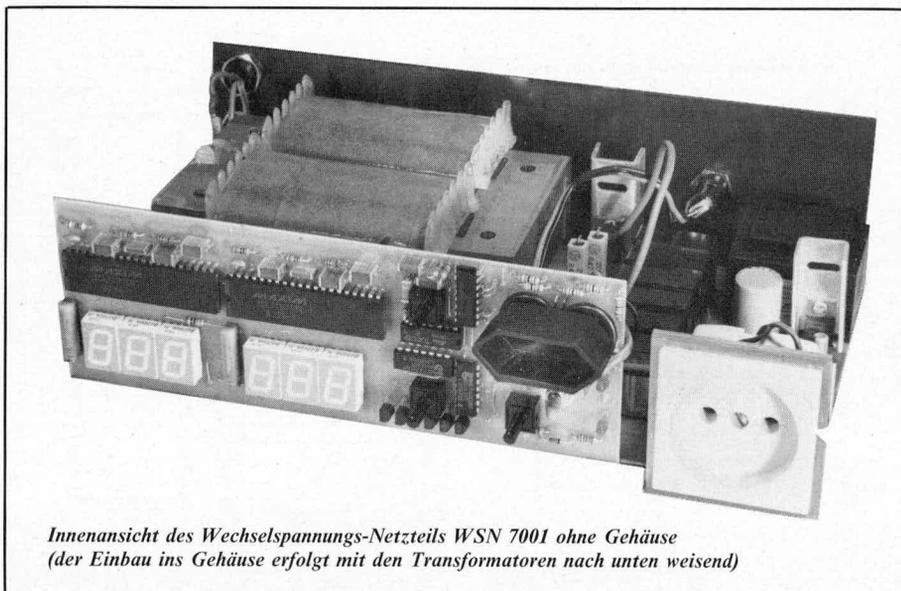


oben: Bestückungsplan der Anzeigenplatine des Wechselspannungs-Netzteils WSN 7001

links: Bestückungsplan der Basisplatine des Wechselspannungs-Netzteils WSN 7001

unten: Bestückungsplan der Schalterplatine des Wechselspannungs-Netzteils WSN 7001





*Innenansicht des Wechselspannungs-Netzteils WSN 7001 ohne Gehäuse
(der Einbau ins Gehäuse erfolgt mit den Transformatoren nach untenweisend)*

Damit alle Punkte gut zugänglich sind, empfiehlt es sich, die Basisplatine mit der Leiterbahnseite nach untenweisend auf den Labortisch zu legen, d. h. die Lage ist genau umgekehrt wie die spätere Einbauposition. Die verdrahtete Front- und Rückplatte befindet sich hierbei vor bzw. hinter den Leiterplatten, wobei man sorgfältig darauf achtet, daß keine unbeabsichtigten Kurzschlüsse entstehen können. Wichtig ist außerdem, daß während des gesamten Tests, bei dem das Gerät ohne Gehäuse unter Spannung steht, kein Unbefugter unbeabsichtigt in die Nähe kommt und Schaden nehmen kann.

Jetzt wird das Gerät selbstverständlich über einen Trenntrafo mit der 220 V Netzwechselfspannung verbunden. Als Trenntrafo reicht in diesem Fall eine 100 VA Version, sofern das WSN 7001 im Leerlauf oder bis zu einer Maximallast von 50 VA betrieben wird.

Nachdem der Kippschalter S 2 eingeschaltet wurde, müßten die beiden Digitalanzeigen leuchten.

Als erstes werden einige Spannungsmessungen durchgeführt. Der Minusanschluß eines hochohmigen Voltmeters ist mit der Schaltungsmasse zu verbinden (z. B. Kühlfahne des Festspannungsreglers IC 1). Mit dem zweiten Meßanschluß des Voltmeters werden die nachfolgend beschriebenen Meßpunkte abgefragt:

1. Die unstabilisierte positive 12 V-Versorgungsspannung an Pin 1 des IC 1 liegt im Bereich zwischen 10,0 V und 12,0 V.
2. Die unstabilisierte negative 12 V-Versorgungsspannung an Pin 1 des IC 2 liegt im Bereich zwischen -12,0 V und 16,0 V.
3. Die +5 V-Festspannung an Pin 3 des IC 1 liegt zwischen +4,75 V und +5,25 V.
4. Die negative 5 V-Festspannung an Pin 3 des IC 2 liegt zwischen -4,75 V und -5,25 V.
5. Nach kurzer Betätigung des Tasters Ta 3 liegt die Ausgangsspannung an Pin 14 des OP 3 zwischen 0 V und +1 V.

6. Die Ausgangsspannung an Pin 6 des OP 5 liegt zwischen 0 V und +2 V.
7. Die Ausgangsspannung an Pin 8 des OP 4 muß im normalen Betriebsfall größer als 5 V sein.

Als nächstes wollen wir die einwandfreie Funktion des Digitalzählers überprüfen. Die Bezeichnung „Low“ steht hierbei für einen Spannungspegel, der ungefähr der zuvor gemessenen unstabilisierten negativen Versorgungsspannung entspricht, höchstens jedoch 2 V darüber liegt (ca. -12 V) und die Bezeichnung „High“ steht für einen Pegel von ca. 0 V.

8. Pin 4 des IC 3: „High“
9. Pin 5 des IC 3: „High“
10. Pin 3 des IC 3: „Low“
11. Pin 2 des IC 3: „Low“
12. Pin 6 des IC 3: „High“
13. Pin 7 des IC 3: „High“
14. Pin 1 des Gatters N 2: „High“

Haben die Ausgänge des IC 3 vorstehende Pegel nicht angenommen, ist vermutlich der Setzimpuls an Pin 11 des IC 3 nicht einwandfrei ausgewertet worden. Es empfiehlt sich in diesem Fall, Pin 11 des IC 3 kurzzeitig mit -12 V (z. B. Pin 8 des IC 3) zu verbinden. Anschließend sind die Pegelmessungen am IC 3 zu wiederholen.

Nun wird die Taste Ta 1 einmal betätigt, wobei die Ausgänge des IC 3 entsprechend der Tabelle I die nächst niedrigere Binärzahl annehmen müssen. Beim anschließenden Betätigen des Tasters Ta 2 sollte wieder die ursprüngliche Codierung an den Ausgängen erscheinen.

Durch mehrfaches Betätigen von Ta 1 muß der Zähler bis zum Stand „0000“ laufen und dort durch die Schaltung festgehalten werden, da der Pegel an Pin 1 des Gatters N 2 auf „Low“ fällt und N 2 dadurch gesperrt wird.

Wird Ta 2 mehrfach betätigt, läuft der Zähler entsprechend Tabelle I bis auf „1111“, um danach wieder auf „0000“ zu springen und bei zusätzlichen Tastenbetätigungen weiter hochzuzählen.

Jetzt wollen wir die Einstellung von Spannungs- und Strommesser vornehmen. Hierzu sind zunächst die Offsetspannungen der OPs 6 bis 9 zu kompensieren. Die Vorgehensweise ist wie folgt:

1. R 25, D 29 und D 31 über eine Drahtbrücke kurzschließen.
2. Ausgangsspannung an Pin 1 des OP 6 messen und mit dem Trimmer R 35 auf 0 V einstellen (max. 1 mV).
3. Ausgangsspannung an Pin 7 des OP 7 messen und mit dem Trimmer R 43 auf 0 V einstellen (max. 1 mV).
4. Ausgangsspannung des OP 8 an Pin 14 messen und mit dem Trimmer R 53 auf 0 V einstellen (max. 1 mV).
5. Ausgangsspannung an Pin 8 des OP 9 messen und mit dem Trimmer R 61 auf 0 V einstellen (max. 1 mV).
6. Kurzschlußbrücken an R 25, D 29 und D 31 entfernen.
7. Mit einem möglichst genauen Wechselspannungsmeßgerät die Ausgangsspannung im 220 V-Bereich messen, und mit dem Spindeltrimmer R 66 die zugehörige Digitalanzeige des WSN 7001 auf diesen Wert einstellen.
8. Zum Abgleich des Strommessers wird als nächstes das WSN 7001 z. B. mit einer 40 W-Glühlampe belastet und gleichzeitig der fließende Strom mit einem möglichst genauen Wechselstrommesser gemessen. Anschließend ist die entsprechende Digitalanzeige des WSN 7001 mit dem Spindeltrimmer R 48 genau auf diesen Wert einzustellen. Günstiger ist es, die Einstellung bei einer höheren Belastung vorzunehmen, wozu ein entsprechend leistungsfähiger Trenntrafo vor das WSN 7001 zu schalten ist.

Nachdem das WSN 7001 einige Stunden in Betrieb war, empfiehlt es sich, die Offsetspannungen und den Skalenfaktor zu überprüfen. Grundsätzlich kann es nicht schaden, einmal im Jahr einen Neuabgleich vorzunehmen, wobei die Abweichungen auch nach mehrjähriger Betriebszeit aufgrund der ausgereiften Schaltung und der hochwertigen Bauelemente gering bleiben müßten.

Bevor wir zur Endmontage kommen, sollten jetzt nochmals sämtliche Ausgangsspannungsbereiche über die Taster Ta 1 und Ta 2 durchgefahren und mittels eines extern anzuschließenden Spannungsmessers überprüft werden.

Das Ansprechen der elektronischen Sicherung wird durch Anschließen eines ohmschen Verbrauchers, der einen entsprechend hohen Strom fließen läßt (ca. 2,5 A) kontrolliert. Ersatzweise kann auch eine Glühlampe mit einer Leistung von 100 W für diesen Test herangezogen werden, da die Anlaufströme den 5- bis 7fachen Wert aufweisen. Spricht die Sicherung nicht an, ist eine weitere Glühlampe mit 40 W parallel zu schalten. Werden die Glühlampen gleichzeitig eingeschaltet, muß die elektronische Sicherung ansprechen. Wird der Reset-taster betätigt, müssen beide Glühlampen anschließend einwandfrei leuchten, da

im Betriebsfall der zulässige Strom nicht überschritten wird.

Als letztes ist die Übertemperatursicherung zu prüfen, indem die Temperatursensorschlußbeinchen mit dem LötKolben vorsichtig soweit erwärmt werden, bis der Sensorkopf die Ansprechtemperatur von ca. 90°C erreicht hat. In diesem Moment muß die elektronische Sicherung ansprechen, um nach kurzer Abkühlzeit wieder automatisch freigegeben zu werden. Bei einwandfreiem Aufbau ist die Schaltschwelle mit wenigen Grad Celsius Toleranz automatisch vorgegeben. Zu beachten ist, daß der Sensor über den LötKolben keinesfalls über 120°C aufgeheizt wird, da er sonst Schaden nimmt. Die Position des Sensors sollte so vorgenommen werden, daß der Sensorkopf möglichst direkt am Blechpaket des Transformators Tr2 anliegt unter Zwischenfügen von etwas Wärmeleitpaste.

Die Endmontage

Anhand der Abbildung 5 werden 4 Bohrungen mit einem Durchmesser von 4,2 mm (ersatzweise 4,0 oder 4,5 mm) in die Gehäuseunterhalbschale eingebracht. Die Anordnung der Bohrungen muß sehr genau vorgenommen werden, damit der weitere Zusammenbau problemlos erfolgen kann. Als nächstes wird die 2 mm starke Aluminiumplatte zur Verstärkung des Gehäusebodens mit äquivalenten Bohrungen versehen, die mit einem 90 Grad-Senker (ersatzweise einem großen Bohrer) anzusenken sind. Das Ansenken muß so weit erfolgen, daß die Senkkopfschrauben nahezu plan mit der Aluplattenunterseite abschließen und nicht auf der Tischplatte kratzen.

Die so vorbereitete Aluplatte wird von außen unter den Gehäuseboden gelegt. 4 Senkkopfschrauben M 4 x 70 mm sind von unten durch die Aluplatte und den Gehäuseboden zu stecken. Auf der Gehäuseinnenseite ist je eine Unterlegscheibe, dann eine Lötöse (zum Anschluß des Schutzleiters der Netzzuleitung) und anschließend eine Mutter M 4 darüberzusetzen und fest zu verschrauben (Bild 6). 2 der 4 Bohrungen im Gehäuseunterteil befinden sich im Bereich einer Innenverstrebung. Diese ist vorsichtig mit einem Messer so weit zu entfernen, daß die Unterlegscheiben einwandfrei und gerade an der Gehäuseinnenseite anliegen.

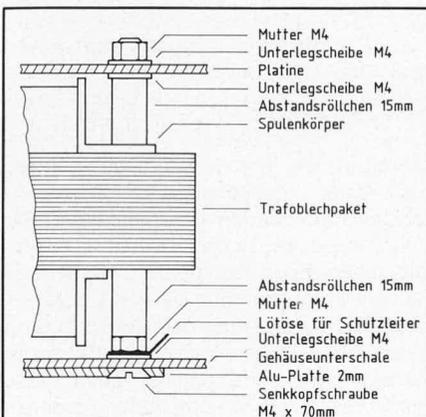


Bild 6: Befestigungsskizze des Netztransformators und der Basisplatte im Gehäuseunterteil

Als nächstes werden 4 15 mm lange Metall-Distanzhüllen über die Muttern gesetzt.

Zur Anpassung des Transformators wird dieser ausgelötet und vorsichtig probeweise über die 4 Schrauben gesetzt. Auf der Stiftseite können die Schrauben nicht wieder aus dem Blechpaket austreten, da die Bohrungen von einem Teil des Spulenkörpers verdeckt werden. Hier muß mit einem 4,5 mm Bohrer vorsichtig der Spulenkörper aufgebohrt werden. Danach wird der Transformator, mit der Stiftseite (Anschlußseite) nach oben weisend, erneut über die 4 Schrauben gesetzt, und zwar so weit, daß die Unterseite des Blechpakets an den 4 Metall-Distanzhüllen anliegt. 4 weitere Metall-Distanzhüllen mit einer Länge von ebenfalls 15 mm werden jetzt darübergesetzt. Damit diese gerade am Spulenkörper anliegen, ist im Bereich der Auflagefläche der Distanzhüllen der Spulenkörper ggf. etwas nachzuarbeiten. Wichtig ist in jedem Fall, daß der Spulenkörper im Bereich der Wicklungen nicht beschädigt wird. Die mechanische Stabilität und die Isolationseigenschaften dürfen keinesfalls beeinträchtigt werden.

Bevor die Leiterplatten eingesetzt werden, ist über den rechten der beiden Gehäusezapfen ein Kunststoffdistanzstück mit einer Länge von 60 mm zu setzen sowie die Verkabelung der Lötösen für den Schutzleiteranschluß der Netzzuleitung vorzunehmen (an den 4 Trafobefestigungsschrauben – der Schutzleiteranschluß an den beiden Kippschaltern erfolgt nach der Leiterplattenmontage).

Liegen die 4 weiteren 15 mm Metall-Distanzhüllen und die 4 Unterlegscheiben einwandfrei an, kann die Basisplatte vorsichtig von oben, d. h. mit der Leiterbahnseite nach oben weisend, aufgesetzt werden. Parallel dazu müssen die 4 Schrauben durch die Bohrungen geführt werden und auch die Lötanschlüsse des Trafos.

Zur Montage der Ausgangs-Netzbuchsen sind diese zunächst abzulöten und in die Frontplatte einzubauen. Die Eurobuchse wird von der Frontplattenvorderseite aus durch die beiden entsprechenden Bohrun-

gen gesteckt. Von der Frontplatteninnenseite aus wird jetzt auf jeden der beiden Anschlüsse der Eurobuchse ein Befestigungsring aufgesetzt und fest bis an die Frontplatte herangepreßt, und zwar so weit, daß die Euro-Einbaubuchse unverrückbar fixiert ist.

Die zweite Ausgangsbuchse wird von der Abdeckung befreit und unter Zwischenfügen der 4 mm starken Alu-Distanzplatte von der Frontplattenhinterseite aus an diese herangedrückt. Anschließend ist die Abdeckung von der Frontplattenvorderseite aus aufzusetzen und mit der zentralen Befestigungsschraube festzuschrauben.

Jetzt kann die Verkabelung der beiden Ausgangsbuchsen wieder vorgenommen werden. Hierbei ist die Frontplatte bereits direkt vor der Anzeigenplatine angeordnet, um auch gleichzeitig den Kippschalter S 1 von der Leiterbahnseite der Anzeigenplatine aus durch die Frontplatte zu stecken und zu verschrauben.

Sowohl über diesen Kippschalter als auch über den auf der Rückseite angeordneten Netzschalter wird eine Lötöse gesetzt, an die anschließend der Schutzleiter der Netzzuleitung angelötet wird.

Gleichzeitig mit dem Einsetzen der Leiterplatten werden die Front- und Rückplatte mit den darin eingebauten und verdrahteten Bauelementen in die entsprechenden Nuten der Gehäuseunterhalbschale eingesetzt.

Von der Leiterbahnseite aus werden 4 Unterlegscheiben sowie 4 Schrauben M 4 aufgesetzt und fest verschraubt. Es folgt das Verlöten der Trafoanschlüsse auf der Leiterbahnseite.

Der Temperatursensor wird ausgerichtet, so daß er direkt am Blechpaket des Netztrafos Tr2 anliegt unter Zwischenfügen von etwas Wärmeleitpaste.

Als letztes wird die Gehäuseoberhalbschale aufgesetzt und verschraubt. Damit ist der Nachbau bereits beendet und nach einem sorgfältigen Funktionstest steht dem Einsatz dieses interessanten Laborgerätes nichts mehr im Wege.

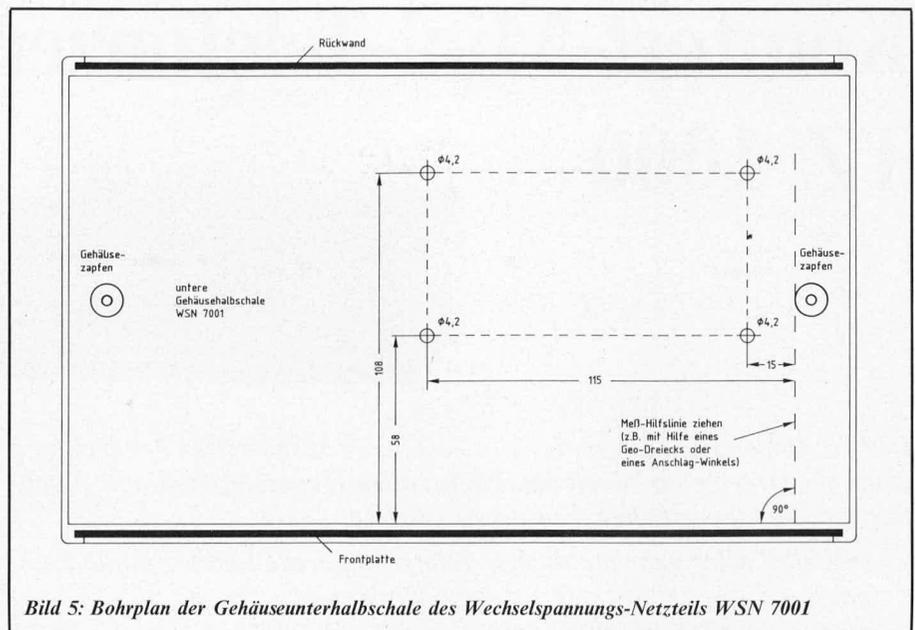


Bild 5: Bohrplan der Gehäuseunterhalbschale des Wechselspannungs-Netzteils WSN 7001