Best.-Nr.: 52883
Version 1.0
Stand: Oktober 2003

Prozessor-Power-Supply PPS 7330

Technischer Kundendienst

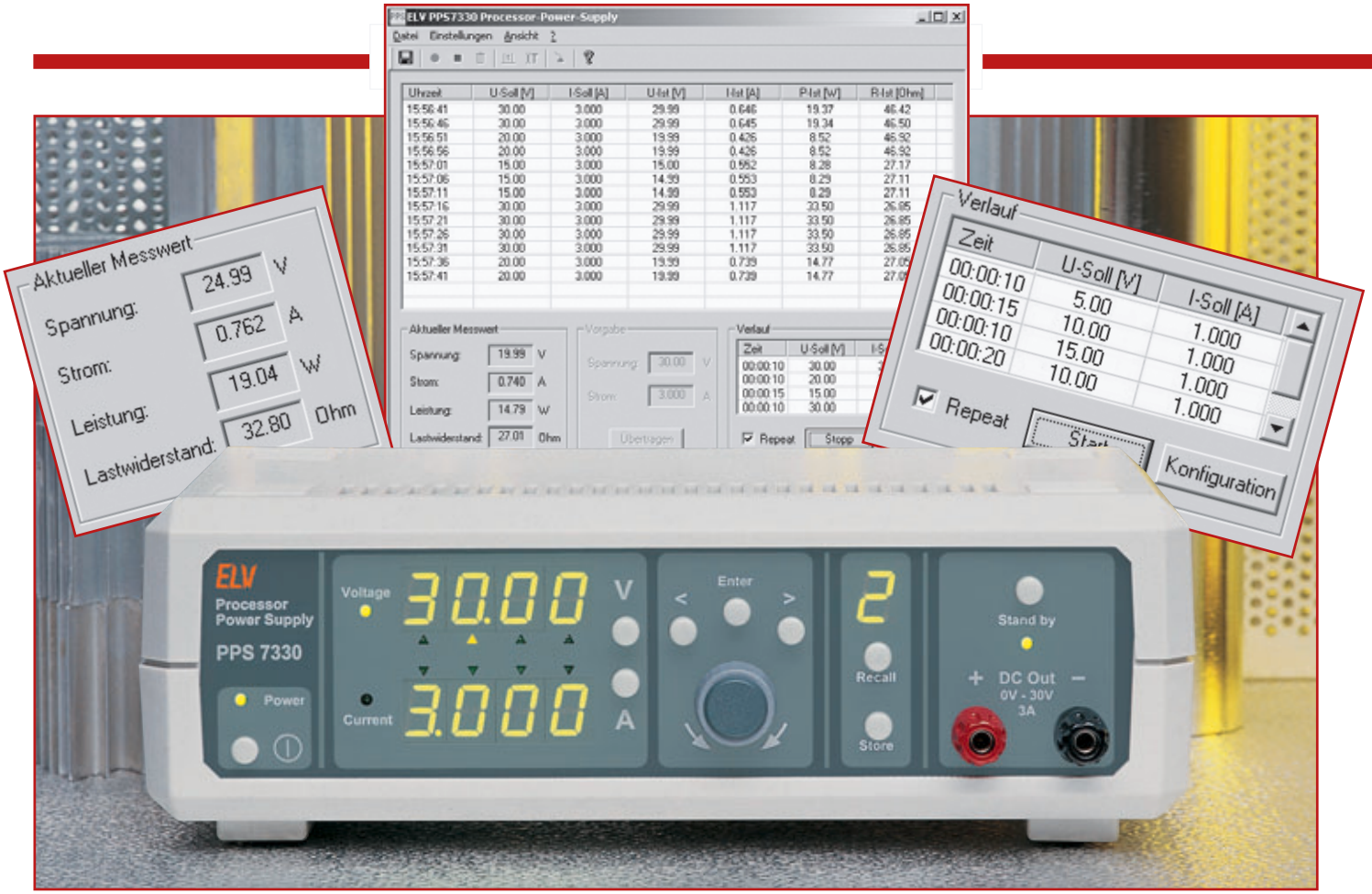
Für Fragen und Auskünfte stehen Ihnen unsere qualifizierten technischen Mitarbeiter gerne zur Verfügung.

ELV • Technischer Kundendienst • Postfach 1000 • D - 26787 Leer

Reparaturservice

Für Geräte, die aus ELV-Bausätzen hergestellt wurden, bieten wir unseren Kunden einen Reparaturservice an. Selbstverständlich wird Ihr Gerät so kostengünstig wie möglich instand gesetzt. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir die Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Komplettbausatzpreis nicht überschreiten. Sollte der Defekt größer sein, erhalten Sie zunächst einen unverbindlichen Kostenvoranschlag. Bitte senden Sie Ihr Gerät an:
ELV • Reparaturservice • Postfach 1000 • D - 26787 Leer

ELV Elektronik AG • Postfach 1000 • D-26787 Leer
• Telefon 04 91/600 888 • Telefax 04 91/6008-244



Prozessor-Power-Supply PPS 7330

Das PPS 7330 bietet dank Prozessorsteuerung und der Sollwert-Vorgabe mit einem Inkrementalgeber eine außergewöhnlich komfortable Bedienung. Mit einem Spannungsbereich von 0-30 V und einer Strombelastbarkeit von max. 3 A steht der im Elektronik-Labor meist genutzte Bereich zur Verfügung.

Allgemeines

Im Elektronik-Labor zählt ein gutes stabilisiertes Netzgerät zu den wichtigsten Hilfsmitteln, wobei ein Spannungsbereich von 0-30 V und eine Strombelastbarkeit von 3 A für die meisten Anwendungen ausreicht. Neben guten Regeleigenschaften sind präzise Ausgangsspannungs- und Stromwertvorgaben wichtig. Das mit einem Inkrementalgeber (Drehimpulsgeber) ausgestattete PPS 7330 vereint nun die einfache Bedienbarkeit einer analogen Poti-Einstellung mit der Präzision einer digitalen Sollwertvorgabe, z. B. über eine Tastatur.

Die Anzeige von Spannung und Strom erfolgt jeweils mit einer 4-stelligen 7-Segment-Anzeige. Für die Einstellung der Sollwerte ist die Auflösung des Inkrementalgebers einstellbar, sodass z. B. bei einer Spannungsvorgabe je Rastung Schritte zwischen 10 mV und 10 V möglich sind. Je Umdrehung verfügt der Inkrementalgeber über 24 Raststellungen. Die aktuell zu verändernde Stelle wird jeweils durch eine LED gekennzeichnet.

Welcher Regler (U oder I) gerade aktiv ist, wird durch 2 Leuchtdioden, links neben der Spannungs- und Stromanzeige signalisiert.

Eine Stand-by-Funktion ermöglicht auf Tastendruck das schlagartige Ein- und Ausschalten des Ausgangs und mittels einer Duo-LED wird der aktuelle Zustand angezeigt (grün = Ausgang freigeschaltet, rot = Ausgang abgeschaltet).

Bis zu 9 Sollwert-Vorgaben können in einem benutzerdefinierbaren Speicher abgelegt werden. Die Anzeige des ausgewählten Speicherplatzes erfolgt mit einer weiteren 7-Segment-Anzeige.

Unter Last entstehende Abwärme wird mit einem innenliegenden Kühlkörper-

Lüfteraggregat abgeführt, wobei die Lüfterdrehzahl elektronisch in Abhängigkeit von der Endstufentemperatur geregelt wird.

Zur Kommunikation mit einem PC ist das PPS 7330 mit einer Schnittstelle ausgestattet, über die sämtliche Funktionen steuerbar sind. Für Testaufgaben können somit auch automatisch Spannungsverläufe oder Stromvorgaben programmiert werden. Neben der Fernsteuerung können auch die Istwerte aufgezeichnet werden. Aufgezeichnete Werte sind in beliebige andere Programme, wie z. B. MS-Excel, exportierbar.

Selbstverständlich ist das PPS 7330 dauerkurzschlussfest. Eine Übertemperatur-Schutzschaltung verhindert, z. B. im Fehlerfall, eine Überlastung des Gerätes.

Technische Daten: PPS 7330

D/A-Umsetzer

Auflösung D/A-Umsetzer	14 Bit
Steuerspannung für Spannungsregler	0-2,5 V
Steuerspannung für Stromregler	0-2,5 V
Steuerspannung für Lüfter	0-2,5 V
Refresh S&H-Glieder	10 Hz

A/D-Umsetzer

Auflösung A/D-Umsetzer	14 Bit
Messfrequenz	ca. 2 Hz
Messeingang Spannungsmessung	0-2,5 V
Messeingang Strommessung	0-2,5 V

Allg. Angaben

Betriebsspannung (positiv)	+ 5 V DC, stabilisiert
Betriebsspannung (negativ)	- 5 V DC, stabilisiert

Temperatursicherung

Lüfter einschalten (min. Drehzahl)	ca. 50 °C
Lüfter max. Drehzahl	ca. 80 °C
Sicherheitsabschaltung der Endstufe	ca. 90 °C
Sicherheitsabschaltungs-Aufhebung	ca. 75 °C

Lüftersteuerung

Steuerspannung für min. Drehzahl	ca. 500 mV
Steuerspannung für max. Drehzahl	ca. 2,5 V
Anlaufimpuls	1 V/ 500 ms

Bedienung

Die Bedienung des PPS 7330 ist komfortabel und einfach und somit im Grunde genommen selbsterklärend. Insgesamt stehen zur Bedienung des Gerätes 8 Taster, 1 Inkrementalgeber und natürlich 1 Netzschalter zur Verfügung. Strom- und Spannungswerte werden jeweils auf einer 4-stelligen 7-Segment-Anzeige dargestellt. Zur Kennzeichnung der änderbaren Stelle befindet sich unter bzw. über den jeweiligen Stellen eine LED in Form von Dreiecken auf der Frontplatte. Eine weitere 7-Segment-Anzeige dient zur Darstellung des aktuell ausgewählten Speicherplatzes.

Spannungseinstellung

Zur Aktivierung der Spannungseinstellung ist zuerst die Taste „V" zu betätigen. Daraufhin wird die aktuell veränderbare Stelle unterhalb der Spannungsanzeige mit Hilfe einer LED angezeigt.

Die gewünschte Stelle, die verändert werden soll, kann nun mittels der „←"- und „→"-Tasten oberhalb des Drehimpulsgebers ausgewählt werden.

Über den Inkrementalgeber ist dann die Einstellung des gewünschten Sollwertes möglich. Bei einem Über- bzw. Unterlauf erfolgt automatisch ein Übertrag auf die nächste Stelle. Dadurch kann z. B. eine Spannung kontinuierlich in 10-mV-Schritten hochgefahren werden.

Beim PPS 7330 stehen 2 unterschiedliche Vorgabemodi zur Verfügung, auf die wir nachfolgend noch detailliert eingehen werden.

Im Vorgabemode 2 wird der eingestellte Wert erst nach Betätigen der „Enter"-Taste übernommen, sodass genau definierte Spannungssprünge am Ausgang des Netzgerätes erzeugt werden können.

Sobald eine der Tasten „V", „←", „→" oder der Inkrementalgeber betätigt wird, erfolgt unabhängig davon, welcher Regler aktiv ist, die Anzeige des Sollwertes. Wenn 2 s keine weitere Betätigung erfolgt, oder wenn die „Enter"-Taste gedrückt wird, erfolgt auf dem Display wieder die Darstellung des Istwertes. Die Steuerspannung für die Endstufe wird in einem 100-ms-Zeitraster aufgefrischt.

Stromvorgabe

Analog zur Spannungseinstellung erfolgt beim PPS 7330 auch die Sollstromvorgabe. Hier ist zuerst die Taste „A" zu betätigen, worauf die aktuell zu verändernde Stelle mit einer LED oberhalb der Stelle gekennzeichnet wird. Die gewünschte Stelle, die verändert werden soll, ist mit den beiden Pfeiltasten oberhalb des Inkrementalgebers auszuwählen.

Mit dem Inkrementalgeber wird dann der Sollstrom vorgegeben, wobei die Übernahme in der gleichen Weise erfolgt wie bei der Spannungseinstellung.

Vorgabemodus

Wie bereits erwähnt, stehen beim PPS 7330 zwei unterschiedliche Vorgabemodi zur Verfügung, die über eine Tastenkombination auszuwählen sind.

Vorgabemodus 1:

Direkt nach dem Betätigen des Inkrementalgebers werden die Spannungs- oder Stromvorgaben übernommen. Dadurch ist dann eine langsame, kontinuierliche Änderung der Spannung bzw. des Stromes möglich.

Vorgabemodus 2:

Mit dem Inkrementalgeber vorgenommene Einstellungen werden erst nach Betätigung der „Enter"-Taste übernommen. Hier können dann definierte Ausgangsspannungs- und Ausgangsstromsprünge erzeugt werden.

Zum Wechseln des Vorgabemodus sind die Tasten „V" und „A" gleichzeitig zu betätigen. Der ausgewählte Vorgabemodus wird mittels der LED angezeigt, welche die aktuell ausgewählte Stelle kenntlich macht. Während die entsprechende LED im Vorgabemode 1 dauernd leuchtet, blinkt diese im Vorgabemode 2. Im Auslieferungszustand ist grundsätzlich Vorgabemode 1 aktiviert.

Benutzerdefinierter Speicher

Eingestelle Werte abspeichern

Um die aktuell eingestellten Werte für Spannung und Strom im benutzerdefinierbaren Speicher abzulegen, muss zunächst die Taste „Store" so oft betätigt werden, bis auf dem Display die Nummer des gewünschten Speicherplatzes erscheint. Zum Abspeichern ist dann die „Enter"-Taste zu betätigen, worauf die „Memory"-Anzeige erlischt. Die Betätigung einer beliebigen anderen Taste beendet diesen Mode, ohne

dass eine Abspeicherung im EEPROM erfolgt.

Speicherplatz aufrufen

Der Aufruf eines beliebigen Speicherplatzes erfolgt mit der Taste „Recall". Die Taste ist so oft zu betätigen, bis der gewünschte Speicherplatz erreicht ist. Die jeweils gespeicherten Daten für Strom und Spannung werden auf den entsprechenden Displays angezeigt. Zur Übernahme der abgespeicherten Daten des aktuell angezeigten Speicherplatzes ist die „Enter"-Taste zu betätigen.

Beim Aufruf der verschiedenen Speicherplätze bleiben die aktuellen Ausgangsdaten des Netzgerätes unverändert, solange nicht die „Enter"-Taste betätigt wird.

Stand-by-Modus

Mit Hilfe der Taste „Stand-by" kann der Ausgang des Netzgerätes aktiviert und deaktiviert werden, ohne dass dazu Einstellungen zu verändern sind. Der aktuelle Zustand wird durch eine Duo-LED angezeigt, die im Stand-by-Modus rot leuchtet und grün leuchtet, wenn der Ausgang des Netzgerätes freigeschaltet ist.

Um Abgleichfehler zu vermeiden, ist die Stand-by-Funktion im Abgleichmodus gesperrt.

Übertemperatursicherung

Die Endstufentemperatur wird vom Mikrocontroller ständig überwacht und die Lüfterdrehzahl bis zur maximal zulässigen Temperaturgrenze proportional gesteuert.

Sobald die Endstufentemperatur die Sicherheitsgrenze überschreitet, erfolgt eine komplette Abschaltung. Im Spannungsdisplay erscheint der Schriftzug „Hot" und im Stromdisplay wird die aktuelle Endstufentemperatur angezeigt.

Fehlerüberwachung

Der Mikrocontroller des PPS 7330 führt eine ständige Fehlerüberwachung durch. Treten gravierende Abweichungen vom Normalbetrieb auf, wird der Ausgang des Netzgerätes sofort abgeschaltet. Außer im Abgleichmode wird die Tastatur gesperrt und im Display ein Fehlercode ausgegeben.

Die Liste der entsprechenden Fehlercodes und deren Bedeutung ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

Ein Fehlercode kann ausschließlich durch einen Neuabgleich des Netzgerätes gelöscht werden. Sollte auch nach einem Neuabgleich der Fehlercode nicht gelöscht sein, liegt ein Defekt vor und das Netzgerät ist ggf. an den Technischen Kundendienst zur Reparatur einzusenden.

Sämtliche Abgleichdaten und alle wichtigen Betriebsparameter des PPS 7330 werden in einem nichtflüchtigen EEPROM gespeichert und bleiben auch ohne Betriebsspannung nahezu unbegrenzt (mindestens 10 Jahre) erhalten.

PC-Schnittstelle

Die PC-Schnittstelle arbeitet mit 9600 Bit/s, 8 Datenbit, 1 Stoppbit und gerader Parität. Die PC-Schnittstelle ist nur in der entsprechenden Version PPS 7330 USB vorhanden und als USB-Upstream-Port ausgeführt.

Blockschaltbild

Ein vereinfachtes Blockschaltbild (Abbildung 1) veranschaulicht das Zusammenwirken der einzelnen analogen und digitalen Baugruppen des PPS 7330. Zentrales Bauelement, bei dem alle Informationen zusammenlaufen, ist der Single-Chip Mikrocontroller des Typs ELV02311 im oberen Bereich des Blockschaltbilds.

Über den Drehimpulsgeber und die Bedientasten (oben links) erfolgt die Eingabe der gewünschten Parameter. Diese Informationen, sowie die aktuellen Messwerte und alle Statusinformationen werden vom Mikrocontroller über die Segment- und Digittreiber auf das insgesamt 9-stellige 7-Segmentdisplay dargestellt.

Das 512-Byte-EEPROM dient zum Abspeichern aller Kalibrierparameter und von bis zu 9 individuellen Spannungs- und Stromeinstellungen.

Die Sollwertvorgaben für Spannung, Strom und die Lüfterdrehzahl kommen direkt vom Mikrocontroller. Über einen 14-Bit-D/A-Wandler mit nachgeschaltetem Multiplexer werden dann die analogen Steuerspannungen generiert und in den „Sample and Hold"-Gliedern (Abtast-Haltegliedern) gespeichert. Die gespeicherten Spannungen repräsentieren exakt die Sollwertvorgaben.

Je nach Spannungs- und Stromvorgabe wird die Endstufe entweder vom I-Regler oder vom U-Regler gesteuert.

Die Ausgangsspannung und der Ausgangsstrom werden mit Hilfe von Messverstärkern erfasst und zusammen mit der Endstufentemperatur über einen weiteren Multiplexer auf den 14-Bit-A/D-Wandler gegeben. Von hier aus gelangen die digitalen Informationen zum zentralen Mikrocontroller.

Bei Übertemperatur oder einem Fehler wird die Endstufe direkt vom Mikrocontroller abgeschaltet.

Ein leistungsfähiger Ringkern-Netztransformator (unten links) versorgt den Leistungs-Gleichrichter sowie den nachgeschalteten Spannungsverdoppler. Ab ca. 14 V Ausgangsspannung wird dabei die Spannungsverdopplung automatisch vom Prozessor aktiviert.

Schaltung

Zur besseren Übersicht ist das Gesamtschaltbild des PPS 7330 in mehrere Teilschaltbilder aufgeteilt. Abbildung 2 zeigt den zentralen Mikrocontroller mit der zugehörigen Peripherie sowie die Displayansteuerung, Abbildung 3 den A/D-Wandler und den D/A-Wandler, während in Abbildung 4 die Schaltung des eigentlichen analogen Netzteils zu sehen ist.

Prozessoreinheit

Beginnen wir die detaillierte Schaltungsbeschreibung mit der Prozessoreinheit in Abbildung 2. Das Display arbeitet mit neun 7-Segment-Anzeigen und 8 Einzel-Leuchtdioden im Multiplexbetrieb. Die Segmentsteuerung erfolgt über die beiden Schieberegister IC 1 und IC 2 des Typs CD4094 sowie die Segmenttreiber IC 13, IC 14 und die beiden Transistoren T 16 und T 17. Die Widerstände R 27-R 42 dienen in diesem Zusammenhang zur Segment-Strombegrenzung.

Mit den Transistoren T 1-T 10 sind die Digittreiber aufgebaut, die ebenfalls direkt vom Mikrocontroller gesteuert werden.

Zur Stand-by-Anzeige dient die Duo-LED D 10, wo in einem LED-Gehäuse eine rote und eine grüne Leuchtdiode integriert

Tabelle 1: Fehlercodes

Code	Bedeutung
01	Steuerspannung für Spannungsvorgabe kann nicht gesetzt werden. D/A-Umsetzer-Überlauf
02	Steuerspannung für Stromvorgabe kann nicht gesetzt werden. D/A-Umsetzer-Überlauf
03	Überlauf des A/D-Umsetzers bei der Spannungsmessung
04	Überlauf des A/D-Umsetzers bei der Strommessung
05	Abgleichvorgang wurde abgebrochen
06	Fehlerhafte Daten im EEPROM (Prüfsumme falsch)
07	Offset des D/A-Umsetzers konnte für Spannungsvorgabe nicht ermittelt werden.
08	Offset des D/A-Umsetzers konnte für Stromvorgabe nicht ermittelt werden.

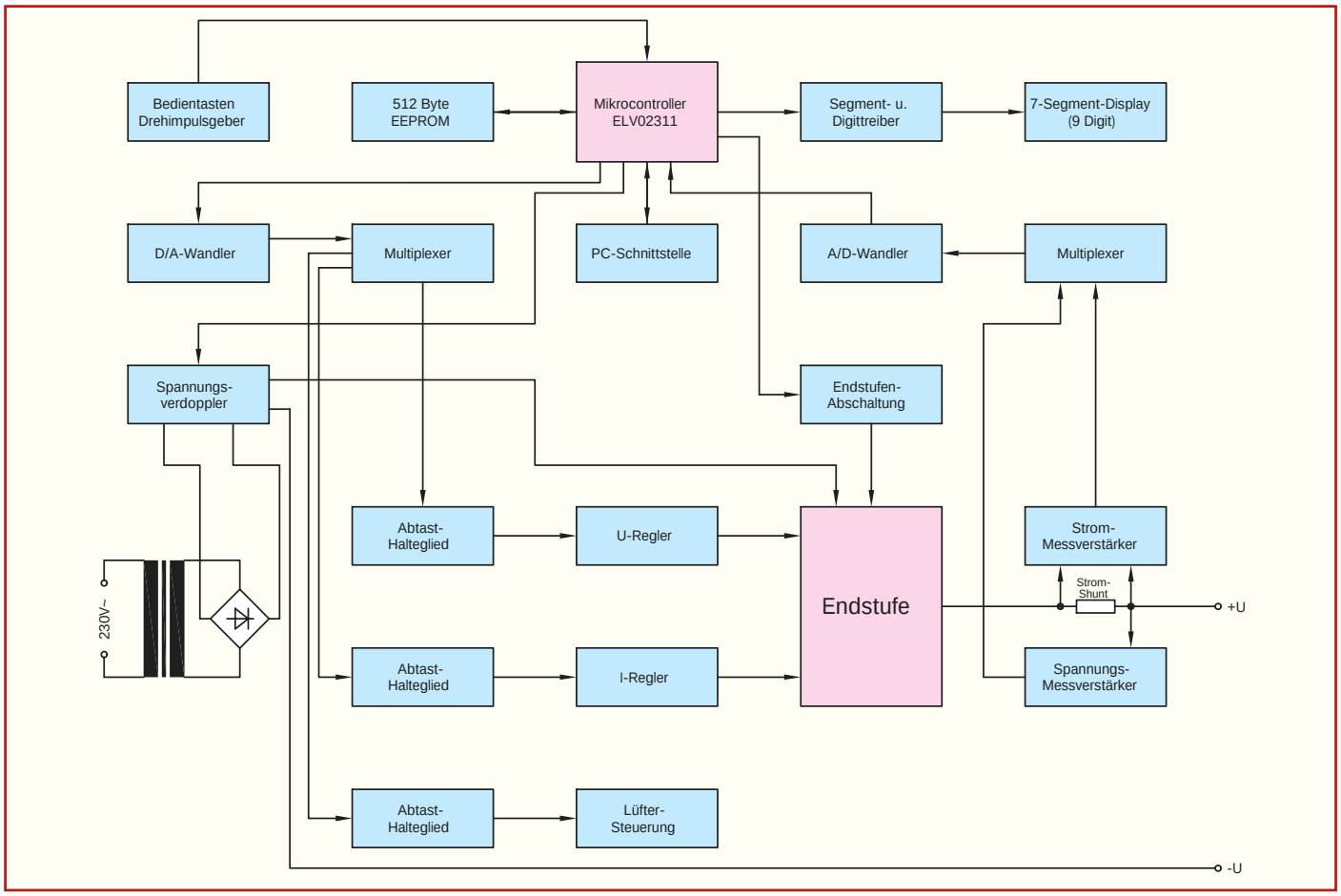


Bild 1: Blockschaltbild des PPS 7330

sind. Da diese beiden LEDs eine gemeinsame Katode besitzen, erfolgt hier kein Multiplexbetrieb. Diese beiden LEDs werden über die mit T 11 und T 12 aufgebauten Treiber direkt vom Port 0.6 und Port 0.7 des Mikrocontrollers gesteuert. Die Leuchtdiode D 9 dient zur Betriebsanzeige und wird ständig über R 11 mit +5 V D gespeist.

Der Mikrocontroller benötigt lediglich am integrierten Taktoszillator eine externe Beschaltung, bestehend aus C 6 und C 7 sowie dem Quarz Q 1, der die Taktfrequenz bestimmt.

Insgesamt verfügt das PPS 7330 über 8 Bedientaster. Die Abfrage der Tasten erfolgt ebenfalls im Multiplex, sodass dadurch nur 4 zusätzliche Portpins des Mikrocontrollers belegt werden (Port 2.3-Port 2.6). Die beiden Dioden D 12 und D 13 dienen dabei zur Entkopplung.

Die Stiftleiste ST 2 ist mit Masse +5 V D, TxD und RxD beschaltet und dient zum Anschluss einer PC-Schnittstelle. Hier kann beim PPS 7330 ein USB-Upstream-Port eingebaut werden.

Damit sämtliche Abgleichparameter und alle individuellen Geräteeinstellungen im ausgeschalteten Zustand oder bei einem Spannungsausfall nicht verloren gehen, ist Port 3.6 und Port 3.7 mit einem ferroelektrischen EEPROM beschaltet, das den Datenerhalt ohne Betriebsspannung mindestens 10 Jahre garantiert. Des Weiteren können hier bis zu 9 individuelle Spannungs- und Stromeinstellungen abgespeichert werden.

Das Umschaltrelais für die Spannungsverdopplung wird von Port 3.5 gesteuert, wobei kurze Spannungseinbrüche durch die mit R 50, C 19 realisierte Zeitkonstante abgefangen werden.

Der von Port 2.7 des Mikrocontrollers gesteuerten Transistor T 15 mit externen Komponenten ist für die Stand-by-Funktion zuständig.

Zur Überwachung der Prozessorfunktion dient eine Watchdog-Schaltung, die mit IC 6 und externe Komponenten realisiert ist. Solange die Multiplexanzeige an Port 0.0 arbeitet, wird der Reset-Pin des Prozessors (Pin 4) auf „Low"-Potential gehalten. Ein fehlendes Signal oder eine falsche Frequenz (zu hoch oder zu niedrig) an Port 0.0 führt zum Reset des Prozessors. Bei richtiger Multiplexfrequenz wird C 1 ständig wieder entladen und am Ausgang des Gatters IC 6 C stellt sich ein „High"-Pegel ein. Über D 11 wird dadurch der mit IC 6 D aufgebaute Oszillator gestoppt. Der Ausgang des Oszillators und somit auch der Reset-Pin des Prozessors führen „Low"-Pegel. Bei falscher oder fehlender Display-Ansteueuerung gibt IC 6 C durch ein „Low"-Signal den Oszillator frei, der für einen Reset des Prozessors sorgt. Bei korrekter Funktion stellen sich dann die normalen Betriebsbedingungen wieder ein.

Zur Verbindung des digitalen Steuerteils mit der Schaltung des linear geregelten Netzteils dient die 20-polige Stiftleiste ST 1. Die Keramik-Kondensatoren C 8-C 17, C 25 und C 26 sind direkt an den Versorgungspins der einzelnen integrierten Schaltkreise angeordnet und dienen zur hochfrequenten Störunterdrückung.

A/D-Wandler

Die Steuerung der analogen Endstufe erfolgt beim PPS 7330 über einen 14-Bit-D/A-Wandler und die Erfassung der analogen Messgrößen (Spannung, Strom und Temperatur) wird über einen Dual-Slope-A/D-Umsetzer, der ebenfalls über eine Auflösung von 14 Bit verfügt, vorgenommen. Die zugehörigen Schaltungen sind in Abbildung 3 dargestellt.

Betrachten wir zuerst den A/D-Wandler, der mit IC 7, IC 8 und externer Beschaltung realisiert wurde. Über die Widerstände R 56-R 59 gelangen die Messgrößen und eine negative Referenzspannung von 2,5 V auf die Eingänge des Multiplexers IC 7.

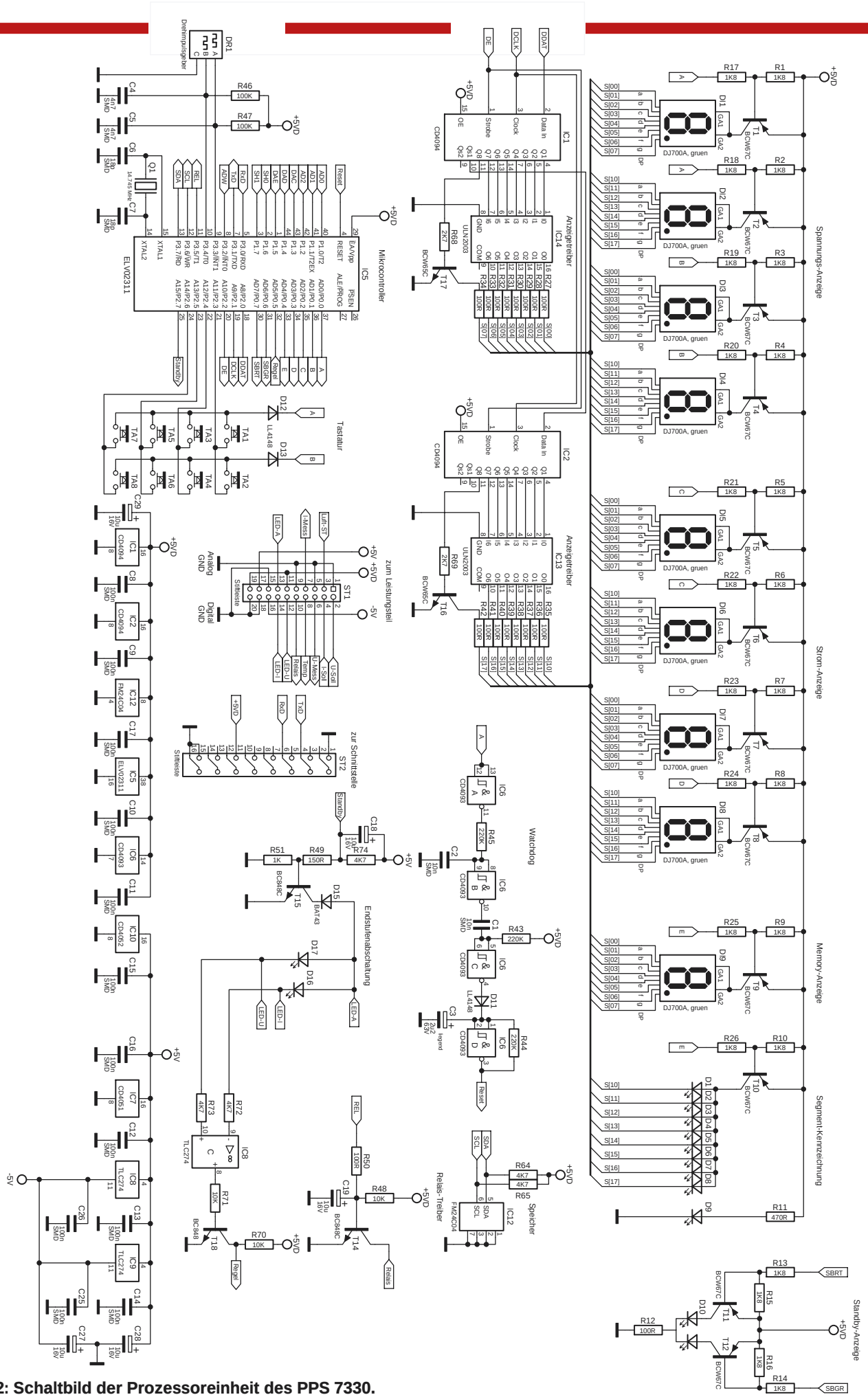


Bild 2: Schaltbild der Prozessoreinheit des PPS 7330.

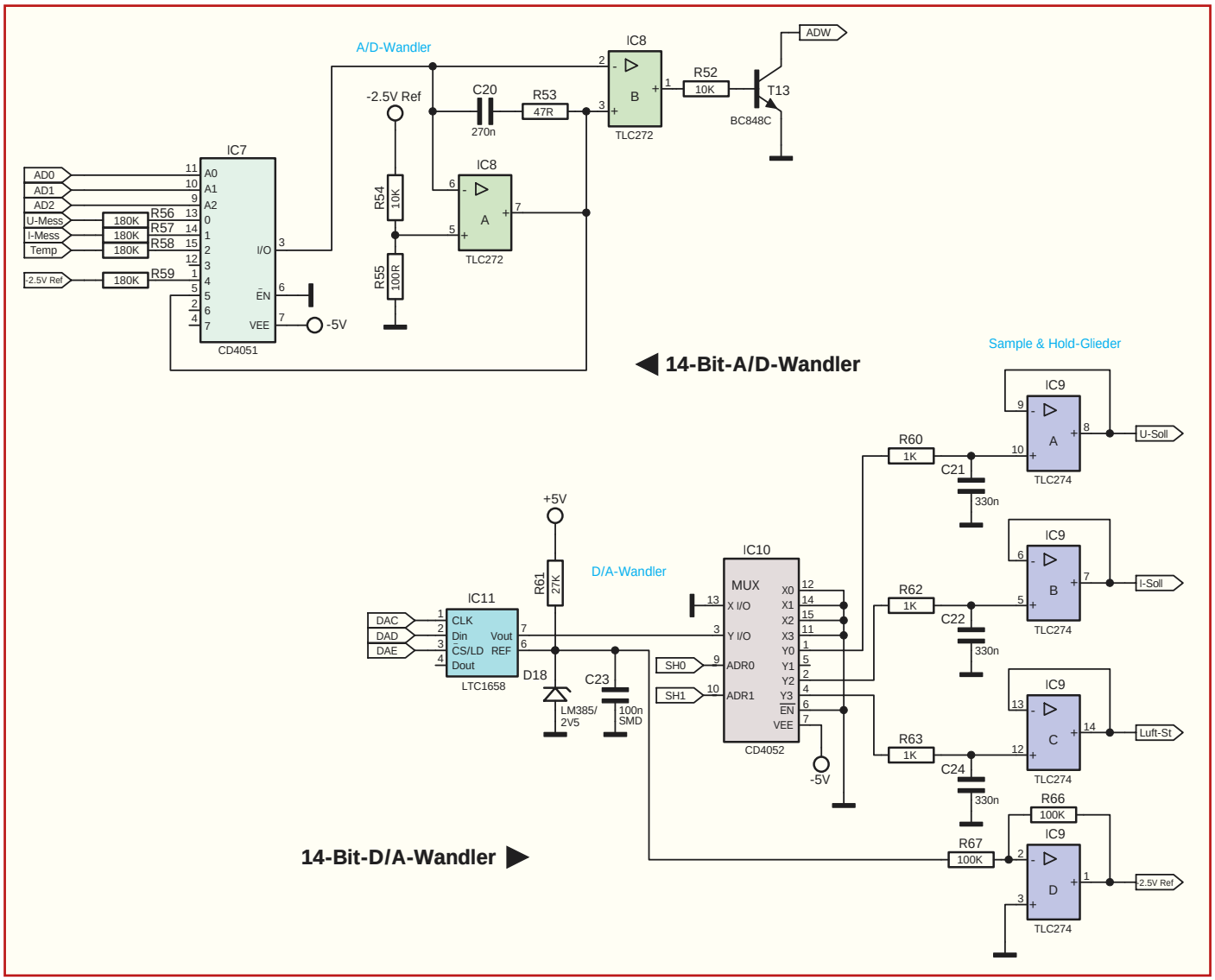


Bild 3: Schaltbilder des A/D-Wandlers und des D/A-Wandlers.

Die Funktionsweise ist recht einfach. Im Ruhezustand ist Ausgang 5 des Multiplexers durchgeschaltet, d. h. Pin 3 und Pin 5 sind miteinander verbunden. Dadurch wird der Integrationskondensator C 20 über R 53 kurzgeschlossen und somit vollständig entladen. Zur Messung schaltet der Eingangs-Multiplexer auf einen Eingangskanal und die Messspannung wird für 65,5 ms abintegriert. Mit einer stabilen Referenzspannung (-2,5 V) erfolgt danach solange das Aufintegrieren, bis der Ausgang des Millerintegrators wieder Ruhepotential führt. Vom Prozessor wird die Zeit, die zum Aufintegrieren benötigt wird, genau erfasst. Aus dem Verhältnis der Zeiten für das Ab- und Aufintegrieren und den verwendeten Vorwiderständen kann exakt die anliegende Spannung ermittelt werden.

Für jeden Messkanal wiederholt sich der zuvor beschriebene Vorgang. Damit der A/D-Wandler zu Beginn der Messung auf jeden Fall im Ruhezustand ist, wird der Integrationskondensator grundsätzlich vorher für 32,8 ms entladen. Über den Komparator IC 8 B und dem Transistor T 13 erhält der Mikrocontroller die Zeitinformationen.

D/A-Wandler

Die analogen Steuersignale für Spannung, Strom und Lüfterdrehzahl stellt der 14-Bit-D/A-Umsetzer IC 11 an Pin 7 sequentiell zur Verfügung. Der Wandler von Linear Technology verfügt über einen seriellen Eingang und ist mit Port 1.3-Port 1.5 des Prozessors verbunden.

Eine stabile Referenzspannung von 2,5 V wird mit der Referenzdiode D 18 des Typs LM385 generiert. Da für den A/D-Wandler eine Referenzspannung in der gleichen Größenordnung mit umgekehrtem Vorzeichen benötigt wird, erfolgt mit IC 9 D zusätzlich eine Invertierung.

Um alle Sollwert-Vorgaben mit einem einzigen D/A-Umsetzer zu ermöglichen, ist ein nachgeschalteter Multiplexer (IC 10) mit 3 Abtast-Haltegliedern (Sample and Hold) erforderlich.

Die Sample-and-Hold-Glieder sind identisch aufgebaut und bestehen jeweils aus einem Widerstand, einem Kondensator und einem Operationsverstärker mit hochohmigem Eingang.

Das Funktionsprinzip der Sample-and-Hold-Glieder ist einfach. Der Kondensator wird über den Widerstand aufgeladen, bis er die Soll-Spannung erreicht hat und anschließend den Multiplexer in den hochohmigen Zustand versetzt.

Durch den hochohmigen Eingang des nachgeschalteten OPs wird die Spannung nahezu nicht belastet und somit der Kondensator bis zur nächsten Verbindung mit dem D/A-Wandler-Ausgang nicht entladen. Mit einem einzigen D/A-Wandler sind somit auf einfache Weise mehrere Sollwert-Vorgaben möglich.

Analogteil

Der Analogteil des PPS 7330 ist in Abbildung 4 zu sehen. Über ein 20-poliges Flachbandkabel, angeschlossen an ST 9

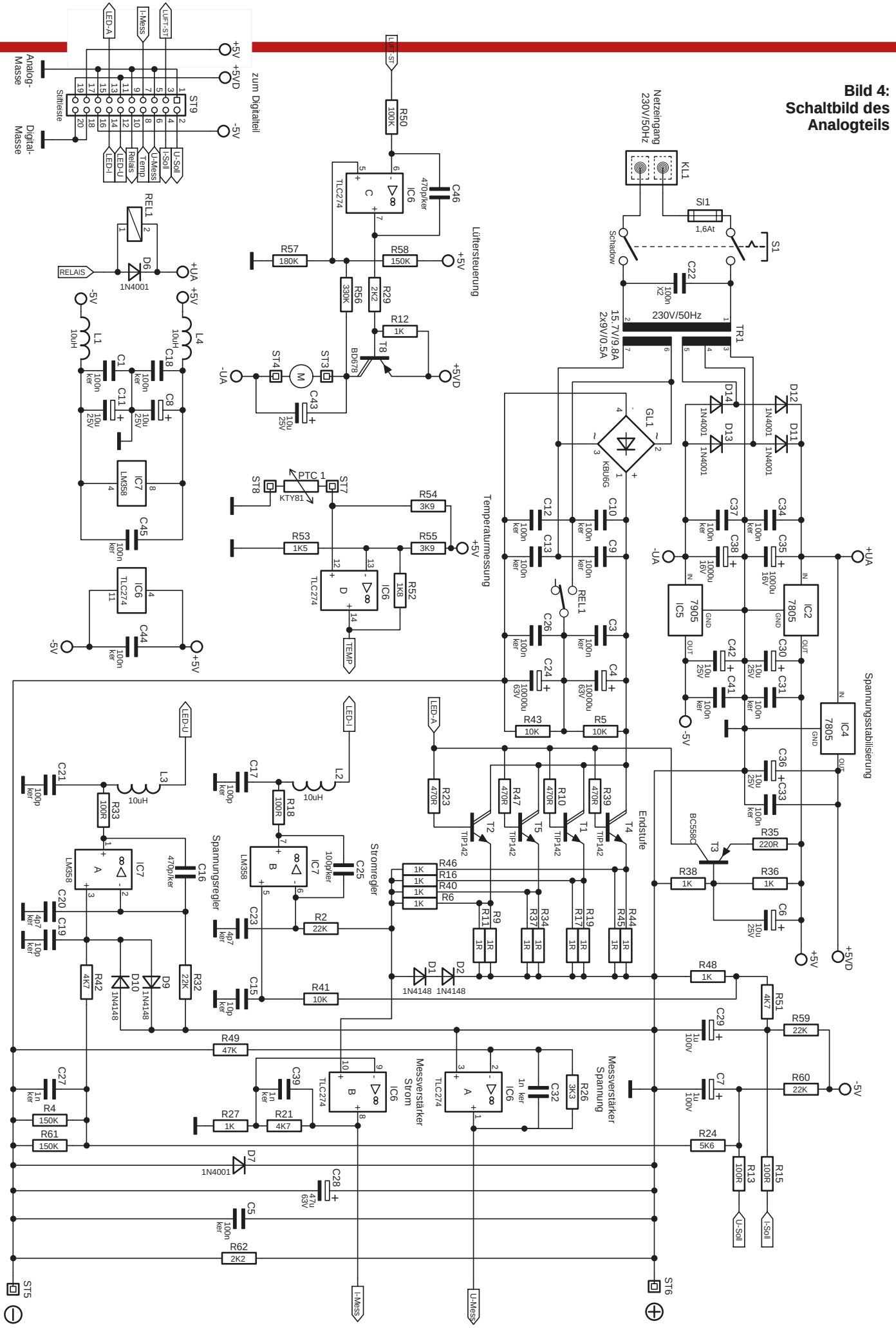


Bild 4: Schaltbild des Analogteils

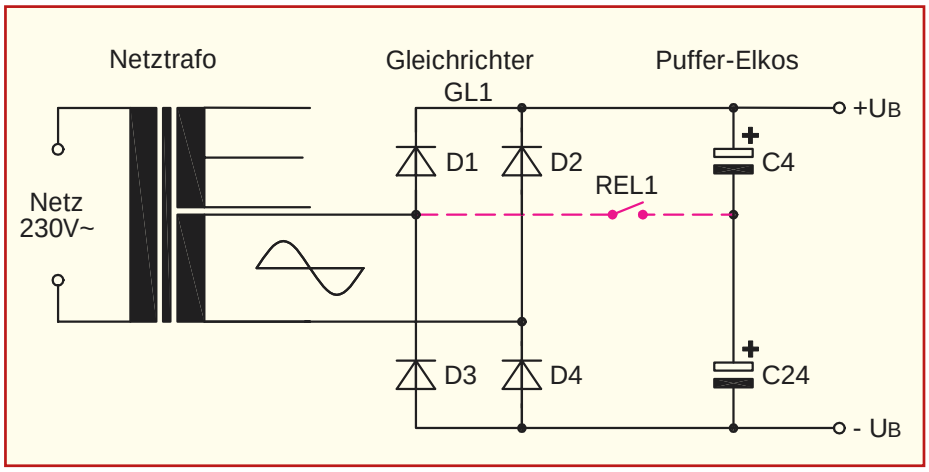


Bild 5a:
Bei geöffnetem Relaiskontakt arbeitet GL 1 als Brückengleichrichter, wobei die zur ersten Glättung dienenden Pufferelkos C 4 und C 24 in Reihe geschaltet sind.

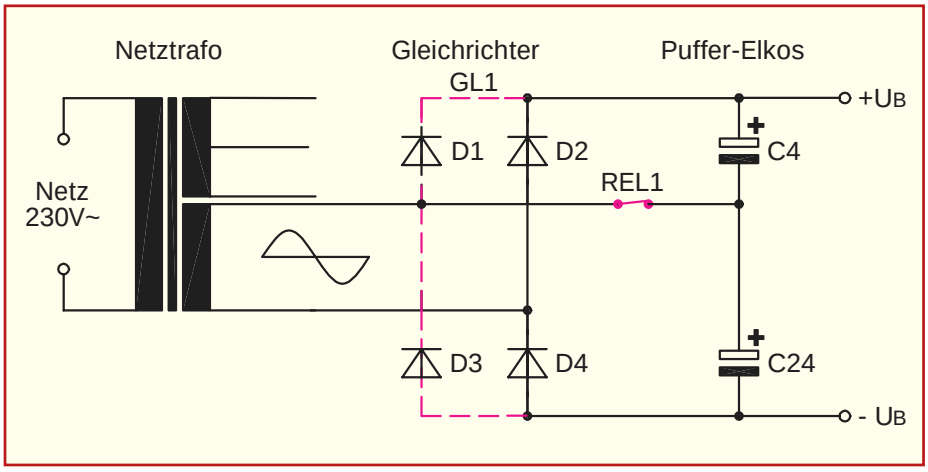


Bild 5b:
Sobald die Kontakte von REL 1 geschlossen sind, arbeiten die in GL 1 integrierten Dioden sowie die Elkos C 4 und C 24 als Spannungsverdoppler-Schaltung.

wird der Analogteil mit der Prozessoreinheit verbunden. Die wesentlichen Baugruppen des Analogteils sind die Leistungs-Endstufe, die Regler für Strom und Spannung und die Spannungsversorgung.

Die wichtigsten technischen Daten eines Netzgerätes sind auch bei einem Prozessornetzteil vom Analogteil abhängig. Entscheidend für die Qualität sind neben der Leistung, der Innenwiderstand, das Brummen und Rauschen und nicht zuletzt die Reglereigenschaften. Von ausschlaggebender Bedeutung ist nicht der Schaltungsaufwand, sondern die Positionierung der Bauteile und die Leiterbahnführung im Layout.

Ein hochwertiges Lüfteraggregat mit leistungsstarkem Axiallüfter sorgt im Bereich der Endstufe für die Wärmeabfuhr. Durch eine temperaturgesteuerte, elektronisch geregelte Lüftersteuerung wird die Geräuschentwicklung auf ein Mindestmaß reduziert.

Doch nun zur Schaltung (Abbildung 4), wo oben links der Netztransformator eingezeichnet ist. Dieser wird über die 2-polige Netz-Schraubklemme KL 1, die Netz-Sicherung SI 1 und den Netzschalter S 1 mit Spannung versorgt. Der primärseitige X2-Kondensator C 22 dient zur Störunterdrückung.

Die obere Sekundärwicklung mit Mittelanzapfung liefert 2 x 9 V mit 0,5 A Strombelastbarkeit zur Versorgung des Prozessorteils und der Steuerelektronik.

Zwei mit D 11, D 12 und D 13, D 14 aufgebaute Mittelpunkt-Zweiweg-Gleichrichterschaltungen liefern unstabilisierte Niederspannungen, die zunächst mit C 35 und C 38 gepuffert werden.

Die unstabilisierte positive Spannung wird auf die Eingänge der beiden Festspannungsregler IC 2 und IC 4 gegeben und die negative Spannung auf den Eingang des Negativreglers IC 5.

Am Ausgang der Festspannungsregler IC 2 und IC 5 stehen dann +5 V und -5 V zur Versorgung der Steuerelektronik zur Verfügung, während IC 4 +5 V für den Digitalteil liefert. Schwingneigungen an den Spannungsregler-Ausgängen werden mit C 30, C 36 und C 42 verhindert. Zur Unterdrückung von hochfrequenten Störungen dienen die Keramikkondensatoren C 31, C 33, C 34, C 37 und C 41.

Die Leistungsendstufe wird mit der unteren Wicklung des Netztransformators, die maximal 15,7 V/9,8 A liefert, versorgt. Befindet sich das Relais in der eingezeichneten Schalterstellung, arbeitet GL 1 als Brückengleichrichter und die Pufferelkos C 4 und C 24 sind in Reihe geschaltet. Sobald REL 1 geschlossen wird, erhalten wir eine Spannungsverdopplung, wobei C 4 mit der positiven und C 24 mit der negativen unstabilisierten Gleichspannung aufgeladen wird. Störspitzen werden mit C 3, C 9 - C 13 und C 26 unterdrückt. Bei aktivierter Spannungsverdopplung muss die Trafowicklung bei gleicher Spannung ungefähr den doppelten Strom liefern.

Die vereinfachten Darstellungen in Abbildung 5 verdeutlichen diese Zusammenhänge. Betrachten wir dazu zuerst die Prinzipschaltung in Abbildung 5a, wo die Kontakte des Relais REL 1 geöffnet sind. In dieser Funktion arbeitet GL 1 als Brückengleichrichter. Während der positiven Halbwelle, d. h. wenn am oberen Anschluss der Trafowicklung eine positive Spannung gegenüber dem unteren Anschluss anliegt, sind die Dioden D 1 und D 4 leitend. Die beiden in Reihe geschalteten Elkos C 4 und C 24 werden auf den Spitzenwert der Sekundärspannung aufgeladen. Bei der negativen Halbwelle hingegen sind die Dioden D 2 und D 3 leitend und laden die Elkos wiederum auf den Spitzenwert auf.

In Abbildung 5b hingegen sind die Kontakte des Relais REL 1 geschlossen. Dadurch ist der gemeinsame Anschluss der beiden Elkos C 4 und C 24 direkt mit dem oberen Anschluss der Sekundärwicklung verbunden.

Betrachten wir nun wieder den Fall, dass am oberen Anschluss der Sekundärwicklung eine positive Spannung gegenüber

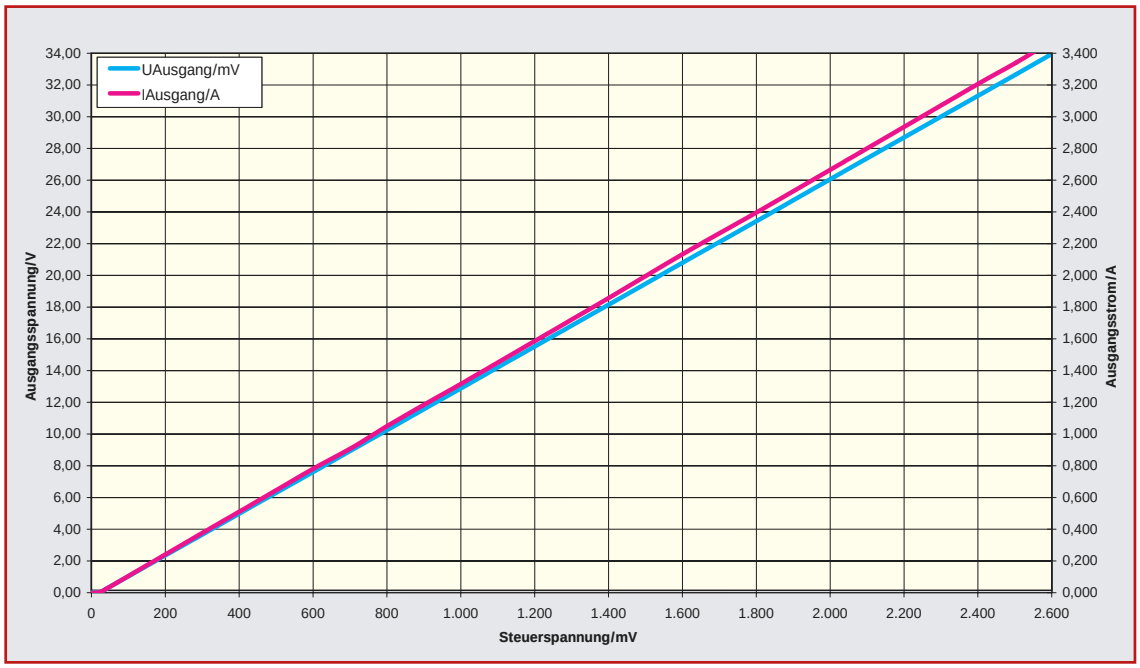


Bild 6: Steuerkennlinien für die Sollwertvorgabe für Strom und Spannung

dem unteren Anschluss anliegt. Dadurch wird die Diode 4 leitend und lädt den Elko C 24 auf den negativen Spitzenwert auf.

Während der zweiten Halbwelle, der obere Wicklungsanschluss ist negativ gegenüber dem unteren Anschluss, wird D 2 leitend. Mit dieser Halbwelle kommt es nun zum Aufladen des Elkos C 4 ebenfalls auf den Spitzenwert. An der aus C 4 und C 24 bestehenden Reihenschaltung erhalten wir somit eine Spannungsverdopplung. Bei geschlossenen Relaiskontakten werden die im Gleichrichter GL 1 integrierten Dioden D 1 und D 3 nicht genutzt.

Besonders gute technische Daten werden durch die Ausführung der Endstufe als Linearregler erreicht. Hier sind die Leistungstransistoren T 1, T 2, T 4 und T 5 parallel geschaltet, wobei in den Emitterleitungen die Widerstände R 9, R 11, R 17, R 19, R 34, R 37, R 44 und R 45 eingefügt sind. An diesen Widerständen wird eine zum Ausgangsstrom proportionale Messspannung gewonnen, die über die zur Entkopplung dienenden Widerstände R 6, R 16, R 40 und R 46 zu einem Messpunkt zusammengeführt werden. Sowohl die Emitterwiderstände als auch die Basisvorwiderstände R 10, R 23, R 39 und R 47 gleichen durch Exemplarstreuungen bedingte unterschiedliche Transistordaten aus.

Die zum Ausgangsstrom proportionale Messspannung ist auf Schaltungsmasse bezogen, was dem positiven Ausgang des Netzgerätes entspricht. Zum einen wird die Messspannung über R 2 auf den mit IC 7 B aufgebauten Stromregler und zum anderen auf den mit IC 6 B realisierten Messverstärker gegeben. Der Messverstärker passt die Signalamplitude an den Eingang des A/D-Wandlers an.

Ein weiterer Messverstärker, aufgebaut mit IC 6A, erfasst die Ausgangsspannung, die zusätzlich invertiert wird. Aufgrund der Dimensionierung von R 26 und R 49 erfolgt gleichzeitig eine Amplitudenanpassung an den Eingang des A/D-Wandlers.

Die Sollwertvorgabe für Spannung und Strom erfolgt von der Prozessoreinheit, wobei in Abbildung 6 die zugehörigen Steuerkennlinien zu sehen sind.

Stromregler

Der Stromregler wurde mit IC 7 B und externer Beschaltung realisiert. Die Sollwertvorgabe erfolgt durch eine proportionale Gleichspannung, die über den D/A-Wandler mit nachgeschaltetem Sample-and-Hold-Glied von der Prozessoreinheit kommt. Über R 15, R 51 und R 41 wird die Sollwertvorgabe dann auf den nicht invertierenden Eingang von IC 7 B gegeben, wobei eine Bereichsanpassung im Zusammenhang mit der weiteren Widerstandsbeschaltung (R 59, R 48) erfolgt.

Die Schwingneigungen im Bereich des Stromreglers werden mit C 25 verhindert und C 15, C 23 und C 29 dienen zur Störunterdrückung.

Damit der Stromregler aktiv ist, muss das Netzgerät an den Ausgangsklemmen mit einer hinreichend großen Last beschaltet sein. Bei maximaler Sollwertvorgabe wird sich am nicht invertierenden Eingang von IC 7 B (Pin 5) eine Steuerspannung von ca. 375 mV einstellen.

Überschreitet der Ausgangsstrom den eingestellten Maximalwert von 3 A auch nur geringfügig, entspricht dies einem Spannungsabfall an den Emitterwiderständen von T 1 - T 4 (Endstufe), der ebenfalls 375 mV übersteigt. Der Ausgang des OPs (IC 7 B) strebt in Richtung negativer Spannung und über die Leuchtdiode D 16 (Abbildung 2), die nun leitend ist, fließt ein Teil des Stromes, der von der mit T 3 aufgebauten Konstantstromquelle geliefert wird. Dieser Teil des Stromes fließt dann nicht mehr über die Basen der Endstufentransistoren, sondern über den Ausgang von IC 7 B ab.

Der Ausgang des OPs wird jedoch nur so weit negativ, dass der Spannungsabfall an den Emitterwiderständen der Endstufe gerade 375 mV erreicht. Bei einem Spannungsgleichgewicht an den beiden Eingängen des OPs stellt sich bei maximaler Sollwertvorgabe der Ausgangsstrom von 3 A ein. Die Bauelemente L 2, C 17, R 18 verhindern Störeinkopplungen auf den OP-Ausgang.

Durch Verändern der Sollwertvorgabe an Pin 5 ist jeder beliebige Ausgangsstrom einstellbar, der dann vom Stromregler konstant gehalten wird.

Spannungsregler

Der Spannungsregler ist mit IC 7A aufgebaut und arbeitet in der gleichen Weise wie der Stromregler. Die Sollwertvorgabe erfolgt durch eine an R 13 anliegende Gleichspannung.

Für die Funktionsbeschreibung gehen wir von einem Stromregler aus, dessen Belastungswiderstand langsam erhöht wird. Der Stromregler hält den Ausgangsstrom konstant und die Ausgangsspannung steigt proportional zum Belastungswiderstand an.

Sobald der vorgewählte Spannungswert erreicht wird, übernimmt der Spannungsregler die Kontrolle, indem die Ausgangsspannung auf diesen Sollwert begrenzt wird.

Über R 32 ist der invertierende Eingang von IC 7A mit der Schaltungsmasse (Plus-

pol des Netzgerätes) verbunden. Die vom Prozessorsystem über die Sample-and-Hold-Stufe kommende Sollwertvorgabe wird über R 13, R 24 zusammen mit der negativen Ausgangsspannung über R 4, R 61 auf einen gemeinsamen Summenpunkt gegeben, der über R 42 mit dem nicht invertierenden Eingang von IC 7 A (Pin 3) verbunden ist.

Um die Netzteil-Ausgangsspannung konstant zu halten, stellt sich an den beiden OP-Eingängen auch hier ein Spannungsgleichgewicht ein. Solange der Spannungsregler aktiv ist, fließt ein Teil des Stromes der mit T 3 aufgebauten Konstantstromquelle über L3, R 33 und den Ausgang von IC 7A ab. L 3, C 21 und R 33 verhindern Störeinkopplungen auf den OP-Ausgang und C 19, C 20 dienen zur hochfrequenten Störabblockung an den entsprechenden Eingängen. Schwingneigungen des Reglers werden mit C 16 unterdrückt.

Störeinkopplungen über die Versorgungsspannung des OPs werden mit L 1, L 4, C 1, C 8, C 11, C 18 und C 45 ver-hindert.

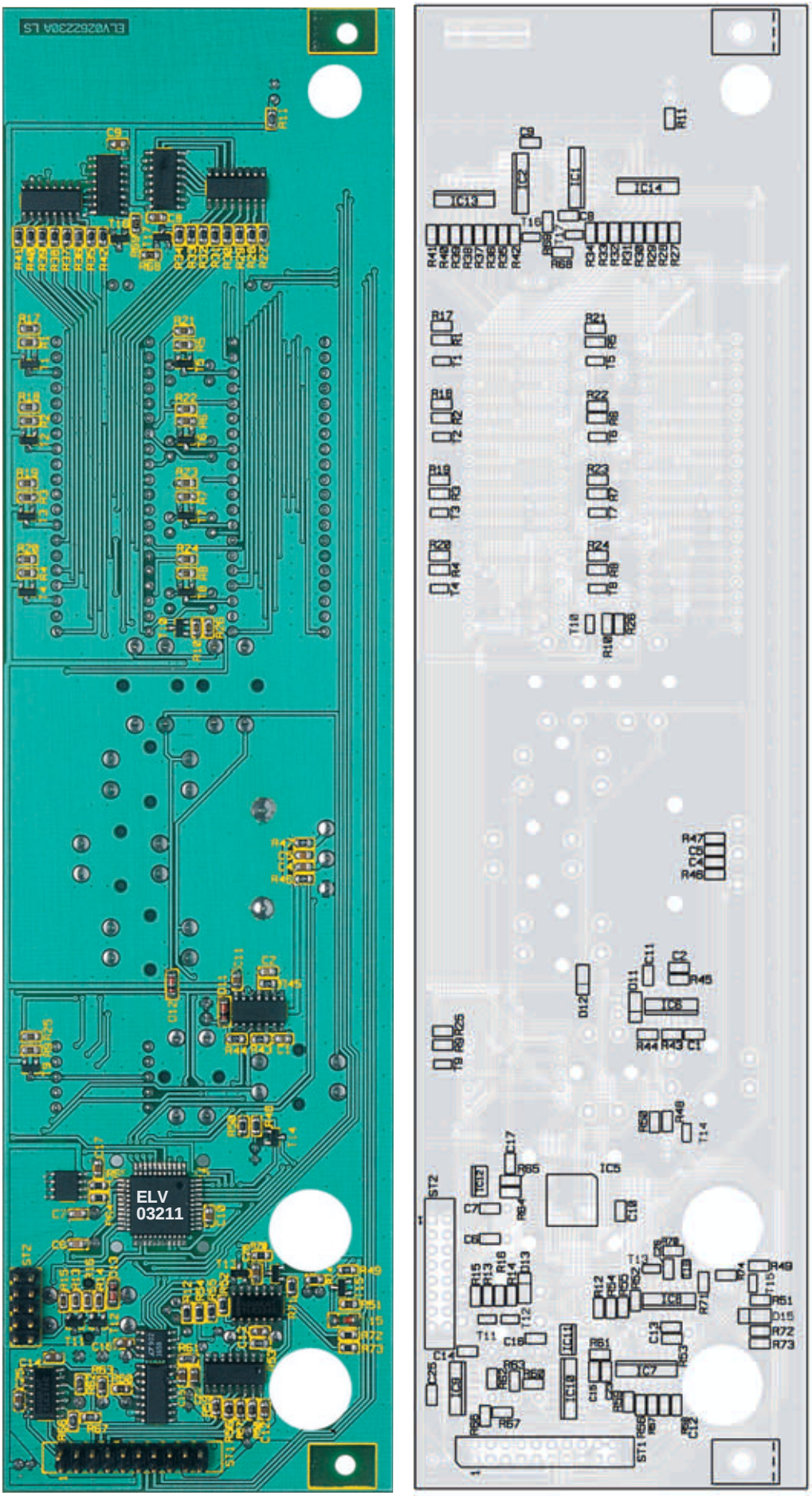
Temperaturmessung

Mit Hilfe des an ST 7 und ST 8 angeschlossenen Temperatursensors (PTC 1) wird die Endstufentemperatur erfasst und mit dem nachgeschaltetem Operationsverstärker (IC 6 D) und externen Komponenten eine Linearisierung der Kennlinie vorgenommen. Am Ausgang des OPs (Pin 14) erhalten wir dann eine zur Endstufentemperatur proportionale Spannung, die auf den Eingang des A/D-Wandlers gegeben wird.

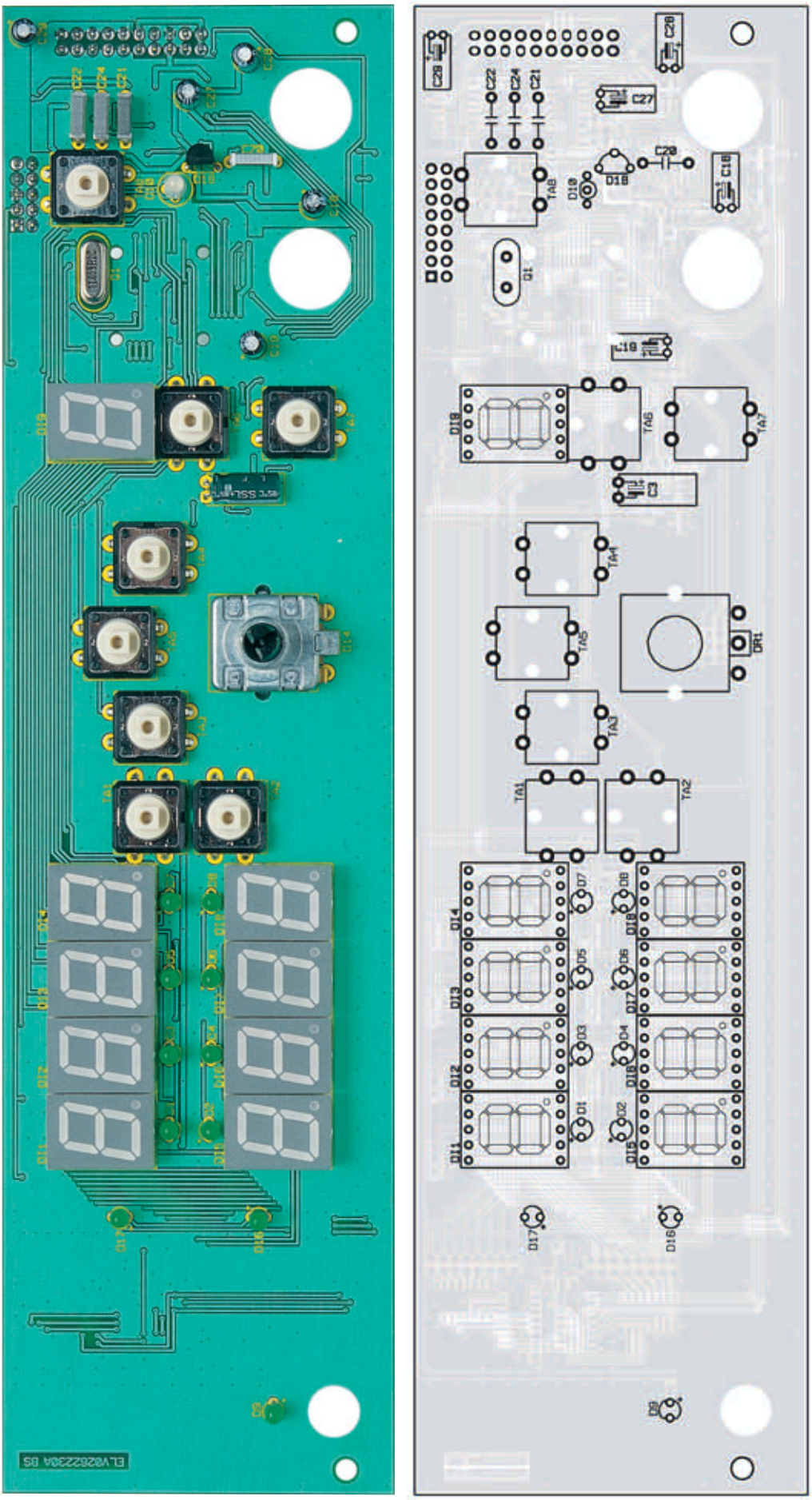
Lüftersteuerung

Wie bereits erwähnt, ist die Endstufe des PPS 7330 mit einem Kühlkörper-Lüfteraggregat ausgestattet, dessen Drehzahl proportional zur gemessenen Kühlkörpertemperatur ist. Die Sollwertvorgabe erfolgt vom Prozessorteil über ein Sample-and-Hold-Glied, dessen Ausgang mit R 50 verbunden ist.

Je nach Sollwertvorgabe steuert der mit IC 6C aufgebaute Regler den Darlington-Leistungstransistor T 8 durch. Über die 20-polige Stiftleiste ST 9 wird letztendlich der Analogteil mit dem Prozessorteil verbunden.



Frontplatine mit zugehörigem Bestückungsdruck von der Lötseite



Frontplatine mit zugehörigem Bestückungsdruck von der Bestückungsseite

Nachbau

Der Nachbau des Gerätes gliedert sich in mehrere Teile: in den Aufbau der Frontplatine, den Aufbau der Basisplatine und den Gehäuseeinbau. Anschließend erfolgt die Beschreibung von Inbetriebnahme und Abgleich.

Die 246 mm x 64 mm messende Frontplatine beherbergt die Schaltungsteile der Digitaltechnik mit den Bedienelementen und die beiden Wandler, d. h. den Analog-Digital- und den Digital-Analog-Wandler. Auf der Basisplatine mit den Abmessungen 263 mm x 128 mm ist die Analogtechnik zu finden, die sich aus den Reglerschaltungen, der Leistungsendstufe und dem Hilfsnetzteil zusammensetzt.

Um eine optimierte Signalführung und gute EMV-Eigenschaften gewährleisten zu können, sind beide Platinen als doppelseitig durchkontaktierte Typen ausgeführt. So lassen sich die parasitären Eigenschaften der Leiterbahnen minimieren.

Der Nachbau des Gerätes beginnt zu-nächst mit dem Aufbau der Frontplatine. Beim Aufbau der Leiterplatten sollte sorgfältig vorgegangen werden, da eine etwaige Fehlersuche aufwändig und nervenaufreibend ist. In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich, die vorliegende Bauanleitung komplett durchzulesen, bevor mit dem Aufbau begonnen wird.

Aufbau der Frontplatine

Die Frontplatine ist in Mischbestückung mit bedrahteten und oberflächenmontierten (SMD) Bauteilen ausgeführt. Die Bestückung erfolgt anhand des Bestückungsdruckes und der Stückliste, wobei aber auch das dargestellte Platinenfoto hilfreiche Zusatzinforma-

Achtung!

Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.

Stückliste: PPS 7330, Frontplatine

Widerstände:

47 Ω/SMD R53
100 Ω/SMD R12, R27-R42, R50, R55
150 Ω/SMD R49
470 Ω/SMD R11
1 kΩ/SMD R51, R60, R62, R63
1,8 kΩ/SMD R1-R10, R13-R26
2,7 kΩ/SMD R68, R69
4,7 kΩ/SMD R64, R65, R72-R74
10 kΩ/SMD . R48, R52, R54, R70, R71
27 kΩ/SMD R61
100 kΩ/SMD R46, R47, R66, R67
180 kΩ/SMD R56-R59
220 kΩ/SMD R43-R45

Kondensatoren:

18 pF/SMD C6, C7
4,7 nF/SMD C4, C5
10 nF/SMD C1, C2
100 nF/SMD C8-C17, C23, C25, C26
270 nF/100 V C20
330 nF/100V C21, C22, C24
2,2 µF/63 V C3
10 µF/16 V C18, C19, C27-C29

Halbleiter:

CD4094/SMD IC1, IC2
ELV03211/SMD IC5
HCF4093/SMD/SGS IC6
CD4051/SMD IC7
TLC274C/SMD IC8, IC9
CD4052/SMD IC10
LTC1658/SMD IC11
FM24C04/SMD IC12
ULN2003/SMD IC13, IC14
BCW67C/SMD T1-T12
BC848C T13-T15, T18
BCW65C/SMD T16, T17
LL4148 ..... D11-D13
BAT43/SMD D15
LM385-2,5 V D18
LED, 3 mm, grün . D1-D9, D16, D17
Duo-LED, rot/grün, 3 mm D10
DJ700, grün DI1-DI9

Sonstiges:

Quarz, 14,475 MHz Q1
Inkrementalgeber DR1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein TA1-TA8
Stiftleiste, 2 x 10-polig, ... ST1
Stiftleiste, 2 x 8-polig ST2

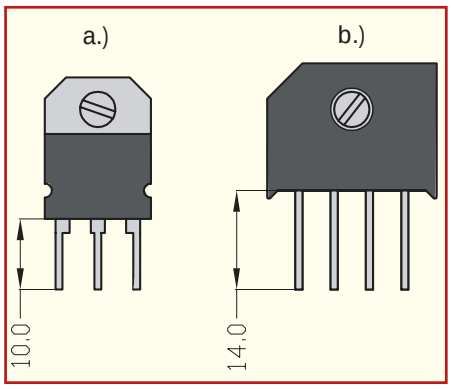


Bild 7: Detailzeichnung der Transistoren und des Gleichrichters

tionen liefert. Grundsätzlich sind alle bedrahteten Bauteile, mit Ausnahme der beiden Stiftleisten ST 1 und ST 2, auf der Bestückungsseite angeordnet. Die SMD-Bauteile und die beiden Stiftleisten befinden sich auf der Lötseite.

Der Aufbau ist mit der Bestückung der SMD-Komponenten zu beginnen. Hier sind zunächst die SMD-Widerstände und SMD-Kondensatoren auf der Lötseite zu bestücken. Anschließend folgen die Dioden und Transistoren. Bei beiden ist die korrekte Einbaulage zu beachten, um eine Verpolung auszuschließen. Die Dioden sind auf dem Bauteil mit dem so genannten Katodenring gekennzeichnet, der sich auch im Bestückungsdruck wiederfinden lässt. Bei den Transistoren gibt die Anordnung der Pads bzw. der Anschlussbeine die korrekte Polung vor.

Auch bei den integrierten Schaltkreisen muss die Polarität beachtet werden. Diese ist hier durch die abgeschrägte Kante des IC-Gehäuses gegeben, die im Bestückungsdruck mit einer zusätzlichen Linie im Symbol gekennzeichnet ist. Beim Prozessor ist der Pin 1 durch einen Punkt auf dem Bauteil und durch eine abgeschrägte Gehäuseecke gekennzeichnet. Diese Kennzeichnung findet sich auch im Bestückungsdruck wieder.

Sind die SMD-Bauteile so weit bestückt, folgt der Einbau der bedrahteten Bauelemente auf der Bestückungsseite. Hier wird mit dem Einbau der Kondensatoren begonnen. Dabei ist neben der korrekten Polung der Elektrolyt-Typen vor allem darauf zu achten, dass die Bauteile plan auf der Platine aufliegen, bevor sie verlötet werden. Die Elektrolyt-Kondensatoren müssen lie-

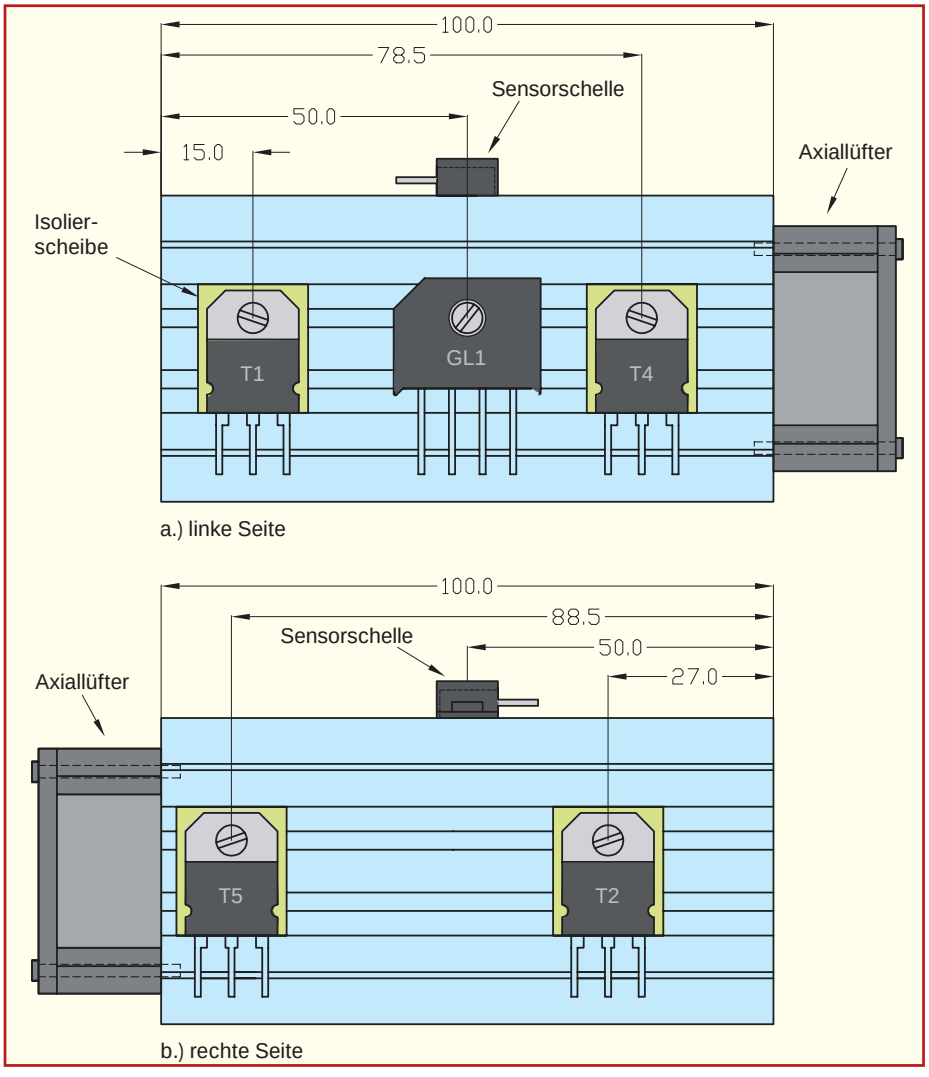


Bild 8: Montagezeichnung für das Lüfter-Kühlkörper-Aggregat

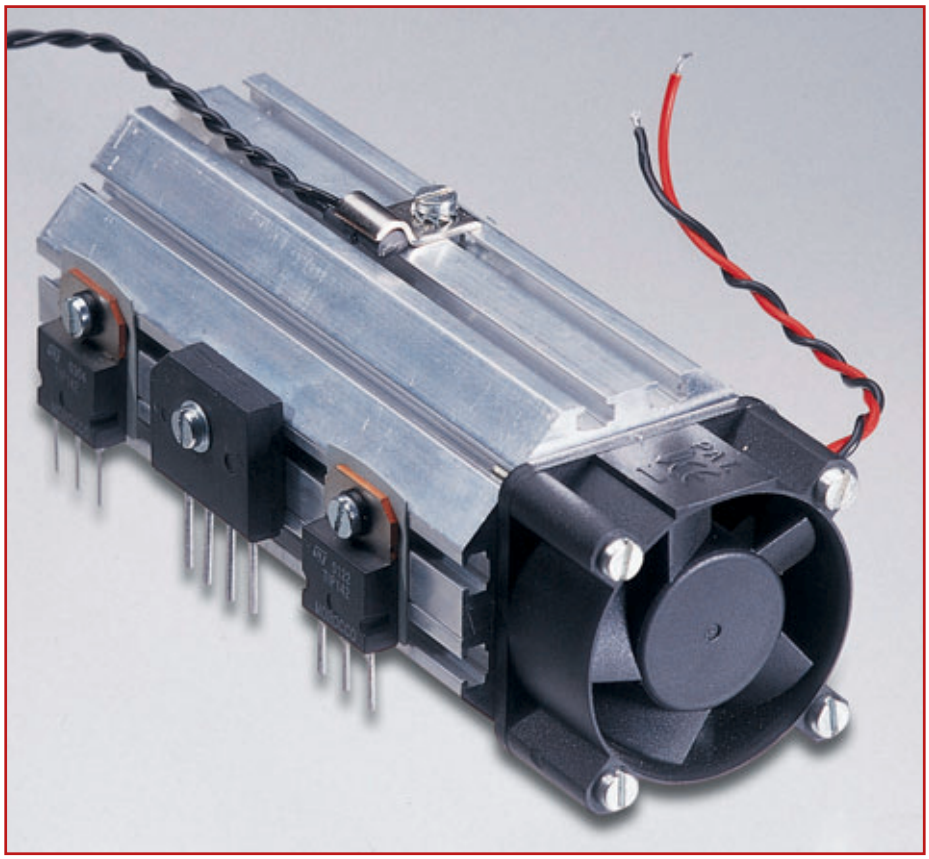


Bild 9: Foto des Lüfter-Kühlkörper-Aggregates

gend eingebaut werden, damit sie später bei der Gehäuseendmontage nicht stören. Auch die Spannungsreferenz D 18 im TO-92-Gehäuse muss aus diesem Grunde mit einer maximalen Höhe von 7 mm (Abstand von Platine zur Transistoroberseite) eingesetzt werden. Die Polung ist hierbei durch die Pinanordnung vorgegeben.

Anschließend sind noch der Quarz und die Taster zu bestücken, bevor mit dem Einbau der optischen Komponenten begonnen wird. Beim Einbau der 7-Segmentanzeigen gibt der Dezimalpunkt die Polung an. Die korrekte Einbauhöhe ist dann gegeben, wenn die Anzeigen direkt auf der Platine aufliegen. Wie bei den 7-Segmentanzeigen erfolgt auch die Montage der LEDs mit definiertem Abstand zur Platine. Bei der Bestückung muss daher darauf geachtet werden, dass die LEDs senkrecht zur Platine stehen und der Abstand zwischen Platine und Diodenkörperspitze 7 mm beträgt. Die Markierung der Polung ist durch das Pluszeichen im Bestückungsdruck gegeben. Am Bauteil ist dieser Anodenanschluss durch das längere Anschlussbein gekennzeichnet. Bei der Duo-LED D 10 gibt die abgeflachte Seite am Gehäuse, die auch im Bestückungsdruck dargestellt ist, die Einbaulage an.

Als letzte Bestückungsarbeiten sind der Einbau des Inkrementalgebers DR 1 und der beiden Stiftleisten (Hinweis: Von der Lötseite bestücken und auf der Bestückungsseite verlöten!) vorzunehmen. Bevor nun mit den Arbeiten an der Basisplatine begonnen wird, sind die Tasterstößel aufzustecken und die Platine ist hinsichtlich Bestückungsfehler und Lötzinnbrücken zu untersuchen.

Vorbereiten des Lüfter-Kühlkörper-Aggregates

Um die entstehende Verlustleistung innerhalb des PPS 7330 abführen zu können, besitzt das prozessorgesteuerte Netzgerät im Leistungsteil ein Lüfter-Kühlkörper-Aggregat. Hierauf sind neben den Endstufentransistoren auch der Gleichrichter und ein Temperatursensor montiert. Damit dieser Kühlkörper die entstehende Wärme abführen kann, erfolgt die Zwangsbelüftung mit einem Axiallüfter, der an einer Stirnseite montiert ist.

Zum Aufbau des Leistungsteiles sind zunächst die beiden Kühlkörperhälften zusammenzuschieben. Der Lüfter ist dann so auf eine Stirnseite des Kühlkörpers zu setzen, dass der Strömungspfeil zum Kühlkörper zeigt, d. h. nicht mehr sichtbar ist. In dieser Lage wird die Luft vom Lüfter durch den Luftkanal im Kühlkörper hindurchgepresst. Weiterhin ist darauf zu achten, dass sich das Anschlusskabel des Lüfters oben rechts befindet. Wobei oben und unten am Kühlkörper dadurch definiert ist, dass sich dort der Verbindungsfalz zwischen den beiden Kühlkörperhälften befindet.

Die Befestigung des Lüfters am Kühlkörper mit vier Schrauben M3 x 25 mm und unterlegten Fächerscheiben verhindert, dass sich beide Teile wieder gegeneinander verschieben. Die beiden Anschlussleitungen des Lüfters werden auf eine Länge von 110 mm gekürzt, 5 mm abisoliert und verzinnt und anschließend miteinander verdrillt.

Vor der Montage sind die entsprechenden Bauteile vorzubereiten. Die Anschlussbeine der Transistoren und des Gleichrichters werden dazu gemäß Abbildung 7 gekürzt. Die Vorbereitung des Temperatursensors ist etwas aufwändiger: Hier sind die Anschlussbeine mit zwei flexiblen Leitungen (0,22 mm^2) zu verlängern. Die auf 120 mm abgelängten Kabelenden sind an beiden Seiten 4 mm abzuisolieren und zu verzinnen. Nachdem die Anschlussbeine des Sensors auf eine verbleibende Länge von 7 mm gekürzt wurden, werden die beiden Leitungen dort angelötet. Anschließend müssen die Lötstellen mit je 20 mm Schrumpfschlauch isoliert werden. Das Verdrillen der beiden Leitungsenden vereinfacht die spätere Leitungsverlegung.

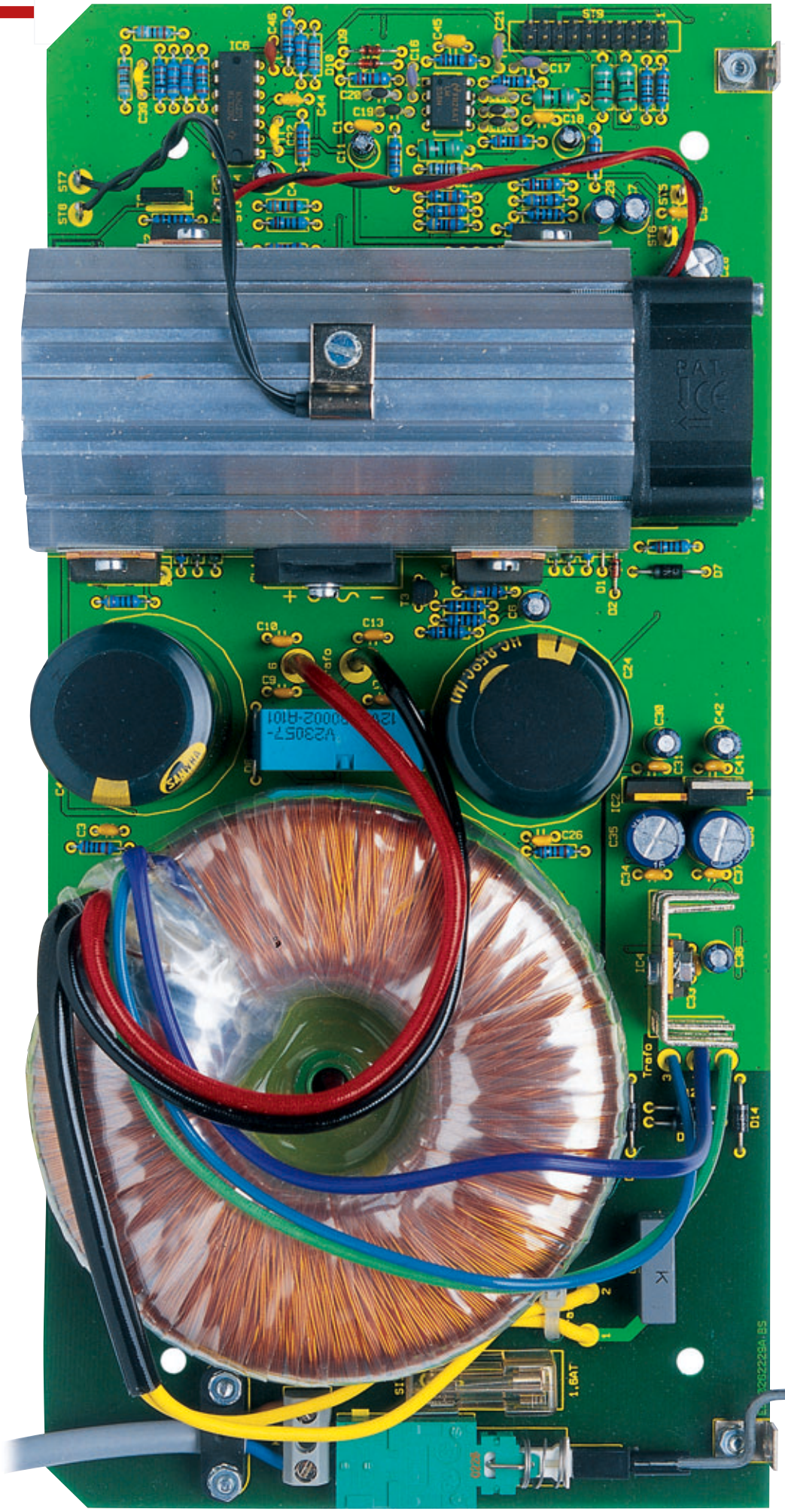
Danach erfolgt die Montage der Komponenten am Kühlkörper. Die Position der Bauelemente geht dabei aus Abbildung 8 hervor. Im ersten Schritt sind die Endstufentransistoren und der Gleichrichter zu befestigen. Dazu werden zunächst die M3-Muttern, in die später die Befestigungsschrauben einfassen, in die obere Befestigungsnut eingeschoben und gemäß Zeichnung positioniert. Die Montage der Transistoren erfolgt mit Schrauben M3 x 6 mm. Zur Isolierung ist jede Montageschraube mit einem Isoliernippel zu versehen. Weiterhin muss unter jeden Transistor eine Glimmerscheibe untergelegt werden, die zuvor von beiden Seiten dünn (!) mit Wärmeleitpaste eingestrichen wird.

Die Montage des Gleichrichters erfolgt mit einer Schraube M3 x 10 mm und Unterlegscheibe, Silikonscheibe und Isoliernippel sind hier nicht nötig. Die richtige Einbaulage ist durch die abgeschrägte Ecke des Gehäuses gekennzeichnet, die auch in Abbildung 8 zu sehen ist.

Die Montage des Temperatursensors auf der Oberseite des Kühlkörpers erfolgt mit einer Sensorschelle, wobei die Position auch aus der Zeichnung hervorgeht. Zunächst ist in die von vorne (vom Lüfter aus) gesehen rechte obere Befestigungsnut eine M3-Mutter einzuschieben und zu positionieren. Der Sensor liegt mit seiner abgeflachten Seite auf dem Kühlkörper auf, die Anschlussbeine zeigen dabei nach hinten. Die dann aufzusetzende Sensorschelle wird mit einer M3x6-mm-Schraube und unterlegter Fächerscheibe fixiert. Auf Abbildung 9 ist das dann fertig aufgebaute Aggregat zu sehen.

Aufbau der Basisplatine

Auch die Bestückung der Basisplatine



erfolgt anhand des Bestückungsdruckes und der Stückliste. Das Platinenfoto zeigt die komplett aufgebaute Platine und kann somit hilfreiche Detailinformationen liefern. Auf der Basisplatine sind alle Bauteile in bedrahteter Bauform ausgeführt, daher sind auch alle Teile auf der Bestückungsseite einzusetzen.

Von der Bestückung zunächst ausgeschlossen sind sämtliche am Lüfter-Kühlkörper montierten Halbleiter, der Netztransformator, die beiden großen Elektrolyt-Kondensatoren C 4 und C 24 und das Relais REL 1.

Begonnen wird auch hier mit dem Einlöten der Widerstände, Drosselspulen und Dioden. Bei Letzteren ist wiederum die korrekte Polung sicherzustellen. Auch die Elektrolyt-Kondensatoren sind unter Beachtung der richtigen Polarität zu bestücken.

Anschließend können die weiteren Halbleiterbauelemente eingesetzt werden. Die Einbaulage des Transistors T 8 ist durch die dickere Linie im Bestückungsdruck markiert, die die Rückseite des Transistors, d. h. die Kühlfläche, kennzeichnet. Bei T 3 ergibt sich die Orientierung aus der Pinanordnung. Auch bei der Bestückung der beiden Spannungsregler IC 2 und IC 5 markiert die Linie im Bestückungsdruck die Lage des Kühlflansches.

Damit der Spannungsregler IC 4 die Verlustleistungswärme an die Umgebung abgeben kann, ist dieser zunächst mit M3x 8-mm-Schraube, Fächerscheibe und Mutter auf dem Kühlkörper zu montieren, bevor er eingelötet wird.

Die Einbaulage der ICs im DIP-Gehäuse wird durch die Gehäuseeinkerbung festgelegt, die auch auf dem Bestückungsdruck sichtbar ist. Nachdem auch diese Bauteile korrekt eingesetzt sind, folgt der Einbau der Netzanschlussklemme und des Netzschalters.

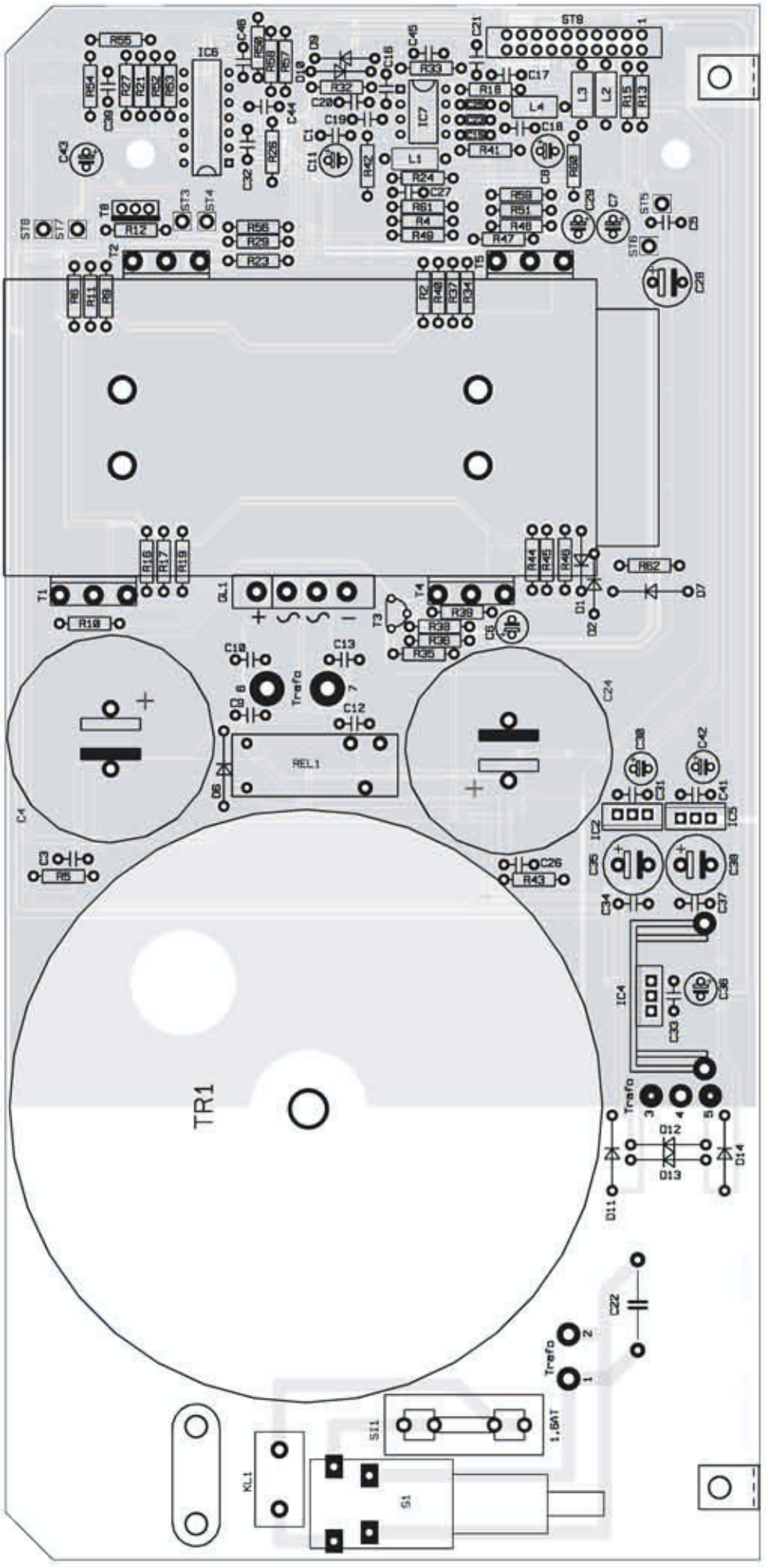
Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des PPS 7330

Der Platinensicherungshalter ist gleich nach der Montage mit der entsprechenden Sicherung zu versehen und mit Hilfe der aufzusteckenden Schutzkappe berührungssicher zu machen.

Anschließend erfolgt die Montage der Stiftleiste und der Lötstifte. In die Bohrungen ST 3 bis ST 8 sind Lötstifte mit Öse zu pressen und zu verlöten. Auch in die Positionen der Anschlussbeine der Endstufentransistoren T 1, T 2, T 4 und T 5 und des Gleichrichters GL 1 sind Lötstifte einzusetzen – hier kommen 1,3-mm-Lötstifte ohne Lötöse zum Einsatz.

Ist der Aufbau so weit fortgeschritten, erfolgt der Einbau des Lüfter-Kühlkörper-Aggregates. Dazu wird durch die Montagebohrungen für den Kühlkörper auf der Basisplatine je eine mit einer Fächerscheibe versehene Zylinderkopfschraube M3 x 6 mm gesteckt. Auf der Platinenoberseite ist jeweils eine M3-Mutter lose aufzuschrauben. So lässt sich dann der vormontierte Lüfter-Kühlkörper mit dem Lüfter voran von der Platinenrückseite her aufschieben. Dabei ist darauf zu achten, dass in jede Führungsnut des Kühlkörpers zwei der lose aufgeschraubten Muttern einfassen. Das Kühlkörperelement wird so ausgerichtet, dass das hintere Ende bündig mit der Basisplatine abschließt und sich die montierten Bauteile oberhalb ihrer Einbaupositionen auf der Platine befinden, und dann durch das Festziehen der Montageschrauben fixiert.

Im ersten Schritt der Kühlkörperverdrahtung sind die Transistoren anzuschließen. Dazu werden die Anschlussbeine der Transistoren an den entsprechenden Lötstiften verlötet. Genauso ist beim Gleichrichter zu verfahren. Danach sind die Anschlussleitungen des Lüfters an ST 3 (rot) und ST



Bestückungsdruck der Basisplatine des PPS 7330

Stückliste: PPS 7330, Basisplatine

Widerstände:

1 Ω R9, R11, R17, R19, R34, R37, R44, R45
100 Ω R13, R15, R18, R33
220 Ω R35
470 Ω R10, R23, R39, R47
1 kΩ R6, R12, R16, R27, R36, R38, R40, R46, R48
1,5 kΩ R53
1,8 kΩ R52
2,2 kΩ R29, R62
3,3 kΩ R26
3,9 kΩ R54, R55
4,7 kΩ R21, R42, R51
5,6 kΩ R24
10 kΩ R5, R41, R43
22 kΩ R2, R32, R59, R60
47 kΩ R49
100 kΩ R50
150 kΩ R4, R58, R61
180 kΩ R57
330 kΩ R56

Kondensatoren:

4,7 pF/ker C20, C23
10 pF/ker C15, C19
100 pF/ker C17, C21, C25
1 nF/ker C27, C32, C39
100 nF/ker C1, C3, C5, C9, C10, C12, C13, C18, C26, C31, C33, C34, C37, C41, C44, C45
100 nF/250V~/X2 ..... C22
470 pF/ker C16, C46
1 µF/100V C7, C29
10 µF/25V C6, C8, C11, C30, C36, C42, C43
47 µF/63V C28
1000 µF/16V C35, C38
10000 µF/63V C4, C24

Halbleiter:

7805 ..... IC2, IC4
7905 ..... IC5
TLC274 ..... IC6
LM358 ..... IC7
TIP142 ..... T1, T2, T4, T5
BC558C T3
BD678 ..... T8
KBU6G GL1
1N4148 ..... D1, D2, D9, D10
1N4001 ..... D6, D7, D11-D14

Sonstiges:

Festinduktivität, 10 µH L1-L4
Temperatursensor KTY81-121 ..... PTC1
Netzanschlussklemme, 2-polig ... KL1
Schadow-Netzschalter, print S1
Kartenrelais, 12 V, 1 x um REL1
Trafo, 15,5 V/9,75 A, 9 - 18 V/ 0,5 A TR1
Polklemme, 4 mm, 35 A, rot ST6
Polklemme, 4 mm, 35 A, schwarz ST5
Lötstift mit Lötöse ST3-ST8
Stiftleiste, 2 x 10-polig, ... ST9
Sicherung, 1,6 A, träge SI1
Platinensicherungshalter (2 Hälften), print SI1
Sicherungsabdeckhaube SI1
1 Adapterstück
1 Verlängerungsachse, 42 mm
1 Druckknopf, ø 7,2 mm
8 Tastkappen, 10 mm, grau
1 Drehknopf mit 6 mm Innendurchmesser, 21 mm, grau
1 Knopfkappe, 21 mm, grau
1 Gewindestift mit Spitze, M3 x 4 mm
4 Isolierbuchsen
4 Glimmerscheiben
1 Wärmeleitpaste
16 Lötstifte, 1,3 mm
14 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 10 mm
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 12 mm
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 25 mm
1 Zylinderkopfschraube, M5 x 20 mm
16 Muttern, M3
17 Fächerscheiben, M3
1 Fächerscheibe, M5
1 Unterlegscheibe, M3
2 Lötösen, 4,2 mm
2 Befestigungswinkel, vernickelt
1 Sensorschelle
1 Kühlkörper FK216CB/MI
2 Lüfterkühlkörper, LK40
1 Axiallüfter, 12 V, 40 x 40 x 20 mm
1 Ferrit-Ringkern, 14 x 5 mm
2 Pfostenverbinder, 20-polig
1 Kabelbinder, 90 mm
1 Zugentlastungsbügel
1 Kabel-Durchführungstülle, 6 x 8 x 12 x 1,5 mm
2 Aderendhülsen, 0,75 mm²
1 Netzkabel, 2-adrig, grau, rund
4 cm Schrumpfschlauch, 1/16", schwarz
4 cm Schrumpfschlauch, 1/8", rot
10 cm Flachbandkabel, RM 1,27 mm, 20-adrig
24 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm², schwarz
13 cm flexible Leitung, ST1 x 1,5 mm², rot
13 cm flexible Leitung, ST1 x 1,5 mm², schwarz

4 (schwarz) und die des Temperatursensors an ST 7 und ST 8 anzulöten.

Die Verbindung zwischen den beiden Lötstiften ST 5, ST 6 und den beiden Polklemmen in der Frontplatine erfolgt über Anschlussleitungen, die wie folgt zu bearbeiten sind: Je eine rote und eine schwarze Leitung (1,5 mm²) sind auf eine Länge von 130 mm zuzuschneiden, an beiden Enden jeweils auf 5 mm abzuisolieren und zu verzinnen. Die an einem Ende der Leitungen anzulötenden Lötösen (für 4 mm Schraubanschluss) stellen später die Verbindung zu den Polklemmen in der Frontplatte her. Diese Lötstellen sind jeweils mit je 2 cm Schrumpfschlauch zu isolieren. Anschließend sind die Leitungen gemeinsam durch den Ferrit-Ringkern zu fädeln. Der Kern ist in einem Abstand von ca. 70 mm von den mit Lötösen versehenen Enden entfernt zu positionieren. Dann wird mit den beiden verzinnten Enden eine Wicklung auf den Ferrit-Kern aufgebracht, bevor die Enden dann an die zugehörigen Lötstifte ST 5 (schwarz) und ST 6 (rot) angelötet werden.

Die dann zu montierenden Befestigungswinkel werden so auf der Oberseite der Platine platziert, dass der Schenkel mit M3-Gewinde nach vorne zeigt und bündig mit dem Platinenrand abschließt. Die Befestigung der Winkel erfolgt mit je einer M3-Schraube, die von der Lötseite durchzustecken ist, und zugehöriger Mutter mit Fächerscheibe.

Erst wenn der Aufbau so weit fortgeschritten ist, erfolgt die Bestückung der anfangs ausgenommenen Bauteile: Das Relais REL 1 und die Kondensatoren C 4 und C 24 sind unter Beachtung der korrekten Polung einzulöten.

Den Abschluss der Bestückungsarbeiten bildet der Einbau des Ringkern-Netztransformators. Hier wird zunächst die Arretierungsschraube in der Basisplatine verschraubt. Die Bohrung dafür befindet sich ca. 30 mm von der zentralen Trafobefestigungsbohrung entfernt. Hierin ist eine Schraube M3 x 6 mm zu verschrauben, die von der Bestückungsseite eingesteckt und auf der Lötseite mit einer Mutter und unterlegter Fächerscheibe gesichert wird. Die eigentliche Trafobefestigung erfolgt dann mit einer Zylinderkopfschraube M5 x 20 mm und passender Fächerscheibe. Die Ausrichtung des Trafos auf der Basisplatine ist dabei durch die Arretierungsschraube gegeben, die in die entsprechende Nut im Trafosockel einfasst.

Im Anschluss daran werden die Anschlussleitungen des Netztransformators entsprechend gekürzt, abisoliert, verzinnt

Tabelle 2: Zuordnung der Trafoleitungen

Trafoleitung	Platinen-Anschlusspunkt
Gelb	1
Gelb	2
Türkis	3
Violett	4
Grün	5
Rot	6
Schwarz	7

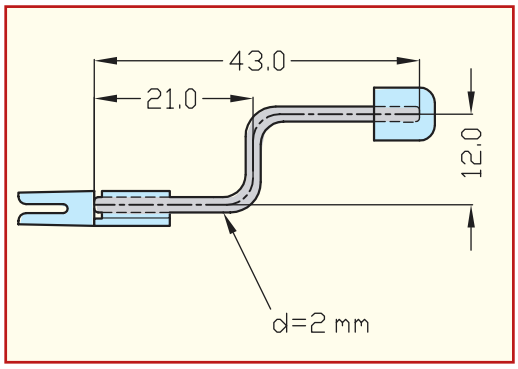


Bild 10: Verlängerungsachse des Netzschalters

und dann mit den Lötstützpunkten „1“ bis „7“ auf der Basisplatine verlötet. Die Zuordnung der Transformator-Anschlussleitungen zu den Lötstützpunkten zeigt Tabelle 2.

Die „dicken“ Leitungen der sekundärseitigen Leistungswicklung (rot und schwarz) sind direkt durch die zugehörigen Bohrungen zu führen und mit ausreichend Lötzinn festzusetzen. Auch die übrigen Sekundärwicklungen sind direkt anzuschließen. Besondere Sorgfalt ist beim Anschluss der 230 V führenden Primärwicklung (2 x gelb) erforderlich. Diese abisolierten und verzinnten Leitungsenden werden durch die entsprechenden Bohrungen „1“ und „2“ geführt und auf der Leiterbahnseite sorgfältig angelötet. Dann werden diese Leitungen mit einem Kabelbinder, der durch die dafür vorgesehenen Bohrungen in der Nähe der Anschlusspunkte gesteckt wird, auf der Basisplatine fixiert (siehe Platinenfoto).

Zum nun folgenden Anschluss der 2-adrigen 230-V-Netzzuleitung ist diese zuerst auf einer Länge von 20 mm von der äußeren Ummantelung zu befreien. Die beiden Innenleiter werden 5 mm abisoliert und auf jeden Leiter wird eine Aderendhülse aufgequetscht. Alsdann ist die Durchführungstülle in die Rückwand einzusetzen und das Netzkabel von außen durchzuführen. Die beiden Innenleiter sind in der 2-poligen Schraubklemmleiste zu verschrauben. Mit der Zugentlastungsschelle, die mit zwei von der Lötseite einzusetzenden Schrauben M3 x 12 mm und den zugehörigen Muttern mit Fächerscheiben festgezogen wird, ist die Netzzuleitung auf der Leiterplatte zu befestigen.

Gehäuseeinbau

Im ersten Arbeitsschritt erfolgt die Verbindung von Front- und Basisplatine. Hier wurde zugunsten der Servicefreundlichkeit auf ein Verlöten von Basis- und Frontplatine verzichtet. Die mechanische Verbindung übernehmen so die beiden Befestigungswinkel, während die elektrische Verbindung über eine Flachbandleitung erfolgt. Zur Montage wird die Frontplatine so an die Basisplatine gesetzt, dass die Bohrungen in der Frontplatine sich mit dem Gewinde in den Befestigungswinkeln der Basisplatine decken. Mit 2 M3x6-mm-Schrauben und Fächerscheibe, von vorne durch die Frontplatine geschraubt, erfolgt dann das Befestigen beider Platinen miteinander. Bevor die Schrauben in der Front- und Basisplatine festgezogen werden, muss die Ausrichtung der Platinen erfolgen. Dabei darf an der Stoßkante zwischen Basis- und Frontplatine kein erkennbarer Spalt zu sehen sein. Nach der mechanischen Fixierung ist die Verbindungsleitung mit dem Aufquetschen der beiden Pfostenstecker auf das Flachbandkabel anzufertigen und anschließend aufzustecken. Die korrekte Polung geben die Pfeilmarkierungen an den Pfostensteckern vor, die den Pin 1 kennzeichnen.

Im nächsten Arbeitsgang wird die Schubstange des Netzschalters angefertigt. Diese wird gemäß Abbildung 10 gebogen und mit dem Kunststoff-Druckknopf und dem Adapterstück versehen. Diese vorgefertigte Einheit rastet dann mit dem Adapterstück auf dem Netzschalter ein. Je ein Tropfen Sekundenkleber etc. sichert die Verbindungen Druckknopf – Verlängerungsachse, Verlängerungsachse – Adapter und Adapter – Netzschalter.

Nachdem das Chassis inkl. Rückplatte so weit bearbeitet ist, erfolgt die Vorbereitung der Frontplatte mit dem Einbau der DC-Ausgangsbuchsen (Polklemmen). In die auf der Frontplatte mit „+“ gekennzeichnete Bohrung muss die rote Polklemme eingesetzt werden, womit folglich die schwarze in der mit „-“ beschrifteten Bohrung ihren Platz findet. Beim Einbau der Polklemmen ist darauf zu achten, dass die als Verdrehungsschutz wirkende Nase an der ersten Isolierhülse korrekt in die Aussparung der Frontplattenbohrung einfasst. Mit der ersten M4-Montagemutter werden die Polklemmen dann in der Frontplatte befestigt.

Zum Anschließen der Buchsen sind die an ST 5 und ST 6 angeschlossenen DC-Ausgangsleitungen durch die entsprechenden Bohrungen in der Frontplatine zu führen. Die an diese Leitungen angelöteten Lötösen werden dann mit der zweiten M4-Mutter an den Polklemmen festgeschraubt. Damit die Frontplatte problemlos auf die Frontplatine aufgesetzt werden kann, müssen die Lötösen nach dem Anschrauben um 90° nach hinten gebogen werden.

Damit sind die vorbereitenden Arbeiten so weit abgeschlossen und es folgt der Einbau des Chassis ins Gehäuse. Hierzu werden zunächst 4 Gehäusebefestigungsschrauben M4 x 70 mm von unten durch die Bohrungen einer Gehäusehalbschale gesteckt. Die so vorbereitete Bodeneinheit ist mit dem Lüftungsgitter nach vorne weisend auf die Arbeitsplatte zu stellen. Auf der Innenseite der Gehäusehalbschale folgt auf jede Schraube eine 1,5 mm starke Polyamid-Scheibe. Nun ist das komplette Chassis des PPS 7330 einschließlich Frontplatte und Rückwand von oben über die Schrauben abzusenken. Liegen Front- und Rückplatte korrekt in ihren Führungsnuten, folgt auf die oben herausstehenden Schrauben je eine M4x60-mm-Distanzrolle.

Da das Gerät keine internen Abgleichpunkte besitzt, kann es vor der ersten Inbetriebnahme und dem Abgleich geschlossen werden. Dazu wird die obere Gehäusehalbschale mit dem Lüftungsgitter nach vorne (!) weisend aufgesetzt und in jeden Montagesockel eine M4-Mutter eingelegt. Mit Hilfe eines kleinen Schraubendrehers werden die Gehäuseschrauben nacheinander ausgerichtet und von unten angezogen. In die unteren Montagesockel ist je ein Fußmodul mit zuvor eingestecktem Gummifuß zu drücken, während die oberen Montageöffnungen mit den 4 Abdeckmodulen bündig zu verschließen sind.

Abschließend ist noch der Drehknopf am Inkrementalgeber anzubringen, wobei die Achse zunächst auf eine verbleibende Länge von 9 mm (gemessen ab Frontplatte) zu kürzen ist. Damit ist der Nachbau abgeschlossen und es folgt die erste Inbetriebnahme und der Abgleich.

Inbetriebnahme und Abgleich

Bei der ersten Inbetriebnahme des Gerätes ist neben der Funktionsfähigkeit der Anzeige- und Bedienelemente noch die grundsätzliche Funktion zu testen. Bei diesem ersten Funktionstest ist nur die Einstellbarkeit von Spannung und Strom zu prüfen. Reagieren Ausgangsspannung und Ausgangsstrom auf die Einstellungen via Inkrementalgeber, erfolgt der Abgleich.

Abgleich

Der Abgleich wird mittels Mikrocontroller gesteuert und ist daher einfach durchzuführen. Als Hilfsmittel werden ein genaues Multimeter (Genauigkeit ≤1%, Messbereiche für Spannungsmessung bis 35 V, für Strommessung bis 3,5 A) und 2 Messleitungen benötigt.

Der Abgleich kann durch gleichzeitiges Betätigen der Tasten „◂“ und „▸“ aufgerufen werden. Auf dem Display erfolgt die Ausgabe „CAL“. Damit ein versehentlicher Aufruf des Abgleichmodus ausgeschlossen wird, muss noch eine Bestätigung mit der „Enter“-Taste erfolgen; alle anderen Tasten beenden den Abgleichmodus.

Der Abgleich des PPS 7330 erfolgt dann in vier Schritten bei denen jeweils unterschiedliche Beschaltungen und Bedienungen notwendig sind. Jeder Einzelschritt ist mittels der „Enter“-Taste zu bestätigen. Der Abgleich kann jederzeit über die „Stand-by“-Taste abgebrochen werden, wobei das PPS 7330 eine Fehlermeldung speichert und das Gerät so lange sperrt, bis ein kompletter neuer Abgleich durchgeführt wurde.

Abgleichschritte

1. Offset der Spannungsmessung: Die Anzeige zeigt „CAL 1“ und „OF U“. Die Ausgangsbuchsen des DC-Ausganges sind mit einer Messleitung direkt kurzzuschließen. Nach dem Bestätigen mit der „Enter“-Taste führt das PPS 7330 den Abgleichschritt automatisch aus.
2. Offset der Strommessung: Die Anzeige zeigt „CAL 2“ und „OF I“. Die Ausgangsbuchsen müssen unbeschaltet sein. Nach dem Bestätigen mit der „Enter“-Taste führt das PPS 7330 den Abgleichschritt automatisch aus.
3. Skalenfaktor der Spannungsmessung: Die Anzeige zeigt „27.00“ und „CAL 3“. Das Multimeter für die Spannungsmessung ist anzuschließen. Mithilfe des Inkrementalgebers und der beiden Auswahltasten („◂“, „▸“) muss die mit dem Multimeter gemessene Spannung am Netzgerät eingestellt werden. Stimmen die Anzeige des Multimeters und die des Netzgerätes überein, so wird der Abgleichvorgang mit der Betätigung der „Enter“-Taste gestartet. Dieser Vorgang kann etwa eine Minute dauern.
4. Skalenfaktor der Strommessung: Die Anzeige zeigt „CAL 4“ und „2.700“. Das Multimeter für die Strommessung ist anzuschließen. Mit Hilfe des Inkrementalgebers und der beiden Auswahltasten („◂“, „▸“) muss der mit dem Multimeter gemessene Strom am Netzgerät eingestellt werden. Stimmt die Anzeige des Multimeters mit der des Netzgerätes überein, so wird der Abgleichvorgang mit der Betätigung der „Enter“-Taste gestartet. Dieser Vorgang kann etwa eine Minute dauern.

Wurde der Abgleich erfolgreich beendet, so sind Inbetriebnahme und Abgleich abgeschlossen. Das prozessorgesteuerte Netzgerät PPS 7330 geht dann in den normalen Betriebsmode über, und dem praktischen Einsatz steht nichts mehr im Wege.

Hinweis zum Betrieb

Damit die Zwangskühlung des PPS 7330 mit dem innen liegenden Lüfter ordnungsgemäß arbeiten kann, darf die äußere Luftzirkulation nicht behindert werden. Das heißt, die Luftaustrittsöffnung in der Rückwand und die Lufteintrittsöffnungen in den Gehäusehalbschalen nicht abdecken!

Weiterhin muss sichergestellt sein, dass die erwärmte Abluft abströmen kann und nicht zwangsläufig zum Gerät zurückkehrt. Werden diese Punkte nicht beachtet, kann es zum Ansprechen der thermischen Sicherung des Gerätes kommen.

**ELV Elektronik AG • Postfach 1000 • D-26787 Leer
• Telefon 04 91/600 888 • Telefax 04 91/6008-244**