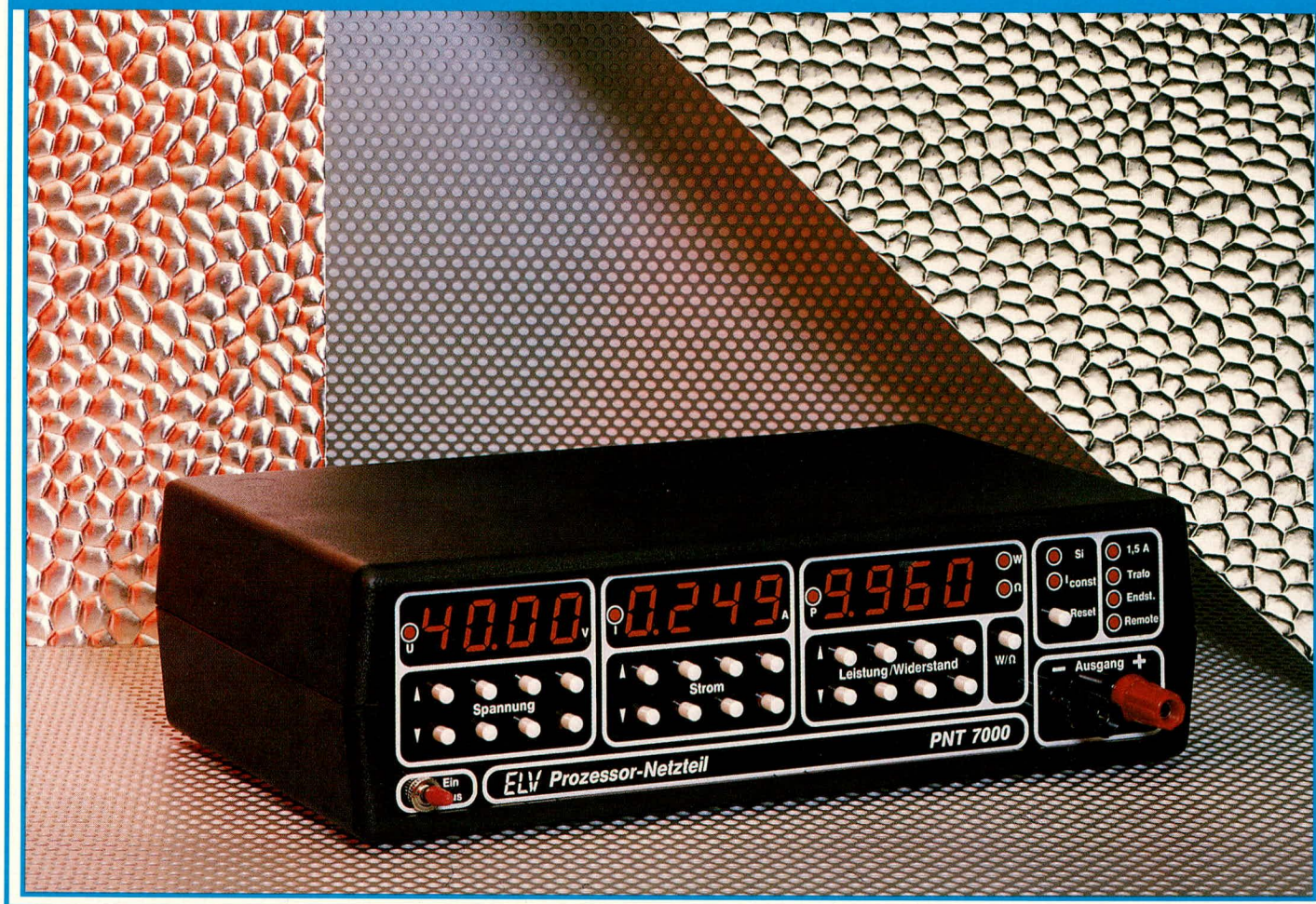




ELV-Serie 7000:

Prozessor-Netzteil PNT 7000

0-40 V, 0-3 A

Teil 3

**Mikroprozessorgesteuertes Profi-Netzgerät mit
Computeranschlußmöglichkeit über V24-Schnittstelle**

Im dritten Teil dieser Artikelserie wird zunächst das Teilschaltbild der digitalen Steuerung einschließlich der Prozessoreinheit beschrieben, anschließend der Leistungs- und Analogteil und zum Schluß die Seriell-Schnittstelle. Im vierten Teil folgt die ausführliche Beschreibung des Nachbaus.

Digitale Steuerung

In Abbildung 3 ist das Teilschaltbild der digitalen Steuerung einschließlich der Prozessoreinheit dargestellt.

Herzstück der Schaltung stellt die Prozessoreinheit, bestehend aus dem Single-Chip-CMOS-Mikroprozessor des Typs ELV 8712 dar. Eine Besonderheit bildet die Verwendung sowohl des internen als auch des externen Programmspeichers. Dieser Kunstgriff wurde angewandt, um

den großen Speicherbedarf für das komplexe Programm des PNT 7000 abzudecken. Wesentliche Teile des Programms sind im ROM des 8712 enthalten, während weitere Teile im externen Programmspeicher-IC 13 des Typs ELV 8927 untergebracht sind. Beim IC 14 des Typs 74LS373 handelt es sich um einen 8fach-Adressenspeicher, der eine Zwischenspeicherung vornimmt, während der Prozessor (IC 11) sich Daten vom IC 13 holt.

Die Taktfrequenz des gesamten Prozessorsystems wird vom Quarz Q 1 in Ver-

bindung mit der integrierten Oszillatorschaltung auf 9,216 MHz festgelegt.

Die Hauptspannung wird dem Prozessor (IC 11) an Pin 26 zugeführt. Für das korrekte Timing beim Ein- und Ausschalten des gesamten Gerätes ist die Teilschaltung, bestehend aus IC 30 mit Zusatzbeschaltung sowie das Flip-Flop IC 31 zuständig. Damit die Einstellwerte des PNT 7000 auch während der Ausschaltphase erhalten bleiben, erhält der hierfür zuständige interne Speicher des IC 11 an Pin 40 eine gepufferte Spannung. Während des

aktiven Netzteilbetriebes (Gerät eingeschaltet) wird der Prozessor über R 99 und D 67 an Pin 40 aus dem eigenen Netzteil versorgt. D 68 bildet in Verbindung mit R 99 eine Klemmschaltung, damit an der Katode von D 67 genau 5 V anstehen. Während des eben beschriebenen Betriebszustandes werden die beiden NC-Akkus über R 100 ständig nachgeladen. Wird das Gerät ausgeschaltet, entfällt die Versorgung über R 99 und D 67 sperrt. Jetzt übernehmen automatisch die beiden NC-Akkus über R 100 die Versorgung des entsprechenden Speichers über Pin 40 des IC 11. Der fließende Strom ist hierbei so gering, daß der Spannungsabfall an R 100 vollkommen vernachlässigt werden kann.

Beim IC 12 des Typs 82C51 handelt es sich um einen komplexen Schnittstellenbaustein. Dieser erhält seine Daten vom Prozessor (IC 11) und bedient daraufhin vollkommen eigenständig die V 24-Schnittstelle im bidirektionalen Datentransfer (d. h. sowohl im Sende- als auch im Empfangsbetrieb). Mit dem IC 22 des Typs CD 4040 wird der an Pin 10 anstehende Prozessortakt heruntergeteilt und je nach Stellung der Jumper dem IC 12 zugeführt. Hierdurch wird der für die Baudrate erforderliche Takt festgelegt, um die V 24-Schnittstelle universell einsetzen zu können. Über die Daten- bzw. Handshakeleitungen RxD, CTS, TxD sowie RTS erfolgt die Verbindung zu den Leitungstreibern der V 24-Schnittstelle, die in Abbildung 5 dargestellt ist. Hierauf gehen wir im weiteren Verlauf dieses Artikels noch näher ein.

Die Verbindung der Prozessoreinheit zum Displayschaltbild (Abbildung 2, ELV journal 1/89) erfolgt über die Portleitungen P 10, 11, 12, 13 (rechts neben dem IC 11 eingezeichnet) sowie die Datenleitungen D 0 bis D 7 und CLK (rechts unterhalb IC 14 eingezeichnet).

Eine wesentliche Aufgabe des Prozessors besteht in der Steuerung der beiden 12 Bit D/A-Wandler. Diese Wandler geben dem Analogteil des PNT 7000 die Sollwerte für Spannung und Strom vor. Der Datentransfer vom Prozessor (IC 11) zu den beiden D/A-Wandlern (IC 17, 18) erfolgt über die Bus-Leitungen in der gleichen Weise wie bei der Adressierung eines externen Speichers. Zu bemerken ist in diesem Zusammenhang, daß der Prozessor nur einen 8 Bit-Bus besitzt, für die Ansteuerung der beiden Wandler insgesamt jedoch 2 x 12 Bit erforderlich sind. Zum Laden eines Wandlers werden daher vom Prozessor zunächst die 4 höherwertigen Bits in die eine Hälfte des IC 19 eingeladen und dort zwischengespeichert. Im nächsten Schritt werden die restlichen 8 Bit direkt vom Bus in den D/A-Wandler

IC 17 (D 0 bis D 7) geschrieben. Zur Datenübernahme, die gleichzeitig für alle 12 Bit erfolgen muß, erhält das IC 17 an Pin 16 ein Chip-Select-Signal (CS) und an Pin 17 ein Write-Signal (WR). Die Decodierung dieser beiden Signale erfolgt über IC 24 in Verbindung mit den Adreßleitungen A 0 bis A 5 des IC 14. Für die Ansteuerung des zweiten D/A-Wandlers IC 18 laufen die vorstehend beschriebenen Schritte in gleicher Weise ab.

Die an den Eingängen D 0 bis D 11 der ICs 17, 18 anstehenden Digitalsignale werden in direkt proportionale Analogspannungen umgesetzt. Als zusätzliche Beschaltung benötigen die D/A-Wandler jeweils einen externen Operationsverstärker (hier IC 23 C und IC 23 D), deren Ausgänge die Pufferverstärker IC 23 A, B ansteuern. Die genaue Verknüpfung der Analogspannungen an den Ausgängen Pin 8, 12 des IC 23 sieht wie folgt aus:

$$U_{\text{aus}} = -U_{\text{ref}} \times \frac{\text{Digitalwert}}{4095}$$

U_{aus} ist hierbei die Ausgangsspannung des betreffenden OPs, U_{ref} die Referenzspannung an Pin 19 der ICs 17, 18 und der Digitalwert diejenige Zahl, die als 12 Bit-Wort an den Eingängen D 0 bis D 11 der beiden D/A-Wandler eingeschrieben wurde. Die Zahl 4095 stellt den Maximalwert für einen 12 Bit-Wandler dar ($2^{12}-1=4095$).

Für einen exakten Nullpunktgleich sind die beiden Trimmer R 103 und R 131 vorgesehen. An den Ausgängen Pin 1 und 7 des IC 23 steht eine Soll-Gleichspannung zur Verfügung, die der Prozessor in Verbindung mit den D/A-Wandlern so erzeugt hat, wie sie über die Bedientasten vorgewählt wurde. Bei herkömmlichen Netzteilen werden diese beiden Sollwerte für Spannung und Strom üblicherweise mit jeweils einem Potentiometer erzeugt. Die vorliegende vollkommen neue Schaltungskonfiguration bietet entscheidende Vorteile sowohl hinsichtlich der Fernbedienbarkeit über externe Rechner als auch hinsichtlich der Präzision und Genauigkeit der über die Bedientasten einzustellenden Ausgangswerte. Darüber hinaus wird erst durch diese Schaltungskonfiguration eine Leistungsregelung bzw. -begrenzung möglich.

Leistungs- und Analogteil

In Abbildung 4 ist das Teilschaltbild des Leistungs- und Analogteils des PNT 7000 dargestellt. Der A/D-Wandler (IC 10) arbeitet mit einem Teil der Schaltung aus Abbildung 3 zusammen, so daß wir diesen Bereich, bestehend aus den ICs 15, 16, 20, 21 zunächst noch beschreiben wollen.

Beim IC 20 und IC 21 (Bild 3) handelt es sich um jeweils 12 Bit-Zähler des Typs

CD 4040, die ihren Dienst in Verbindung mit dem Analog/Digital-Wandler (IC 10) tun. Während der Deintegrationsphase wird in diesen Zählern die Taktfrequenz des Prozessors (IC 11) aufsummiert. Die NOR-Gatter IC 25 A, B geben die Eingangsfrequenz an Pin 10 des IC 20 nur während dieser Deintegrationsphase frei. Da für den Analog/Digital-Wandler (IC 10) nur insgesamt 16 Bit erforderlich sind, bleiben die ersten beiden Ausgänge (Q 1, 2 des IC 20) und die letzten Ausgänge (Q 7 bis Q 12) des IC 21 frei. Die zum Einsatz kommenden Ausgänge gelangen auf die Bustreiber-ICs 15, 16 und werden durch den Adreßdecoder IC 24 angesteuert.

Kommen wir nun in unserer Beschreibung zur Abbildung 4 (Leistungs- und Analogteil).

Zur Messung der tatsächlichen Spannungs- und Stromwerte ist neben den beiden D/A-Wandlern ein hochauflösender 16 Bit-A/D-Wandler eingesetzt. Je nach Stellung des Analogschalters IC 9 B des Typs CD 4053 gelangt entweder die Strom- oder die Spannungsinformation über R 73 auf den Eingang (Pin 11) des A/D-Wandlers IC 10. Die Ansteuerung des Analogschalters IC 9 B erfolgt über Port 17 vom Prozessor IC 11 (Pin 34). Der Wandlungsablauf des IC 10 wird ebenfalls vom Prozessor gesteuert, der seine Daten an Pin 12, 13 dem IC 10 zur Verfügung stellt. Die Rückführung erfolgt über Pin 14 des IC 10 zum Interrupt-Eingang Pin 6 des IC 11. Genau wie bei den D/A-Wandlern wird auch dem A/D-Wandler eine hochgenaue Referenzspannung (Pin 9 des IC 10) zur Verfügung gestellt. Diese Spannung wird mit Hilfe von IC 32 des Typs LM 385 erzeugt und kann mit R 91 entsprechend den Erfordernissen der D/A-Wandler IC 17, 18 eingestellt werden.

Nachdem wir uns mit den D/A-Wandlern zur Sollwertvorgabe sowie dem Analog/Digital-Wandler zur Messung der tatsächlichen Spannungs- und Stromverhältnisse befaßt haben, kommen wir nun zur eigentlichen Netzteil Elektronik, d. h. dem Leistungsteil mit den elektronischen Reglern für Spannung und Strom.

Die Versorgung der Steuer- und Reglerelektronik erfolgt über den 8 VA-Netztransformator Tr 1. Die 8 V/0,5 A-Wicklung speist die beiden Referenzspannungsregler IC 4 (+5 V) und IC 5 (-5 V) sowie den dritten Festspannungsregler IC 6, der zur Versorgung des gesamten Digitalteils mit Ausnahme der Anzeigen verantwortlich ist. Die zweite Sekundärwicklung (4 V/1 A) dient in Verbindung mit den nachgeschalteten Gleichrichterdiolen und dem Pufferkondensator C 11 zum Betrieb der LEDs und Digitalanzeigen.

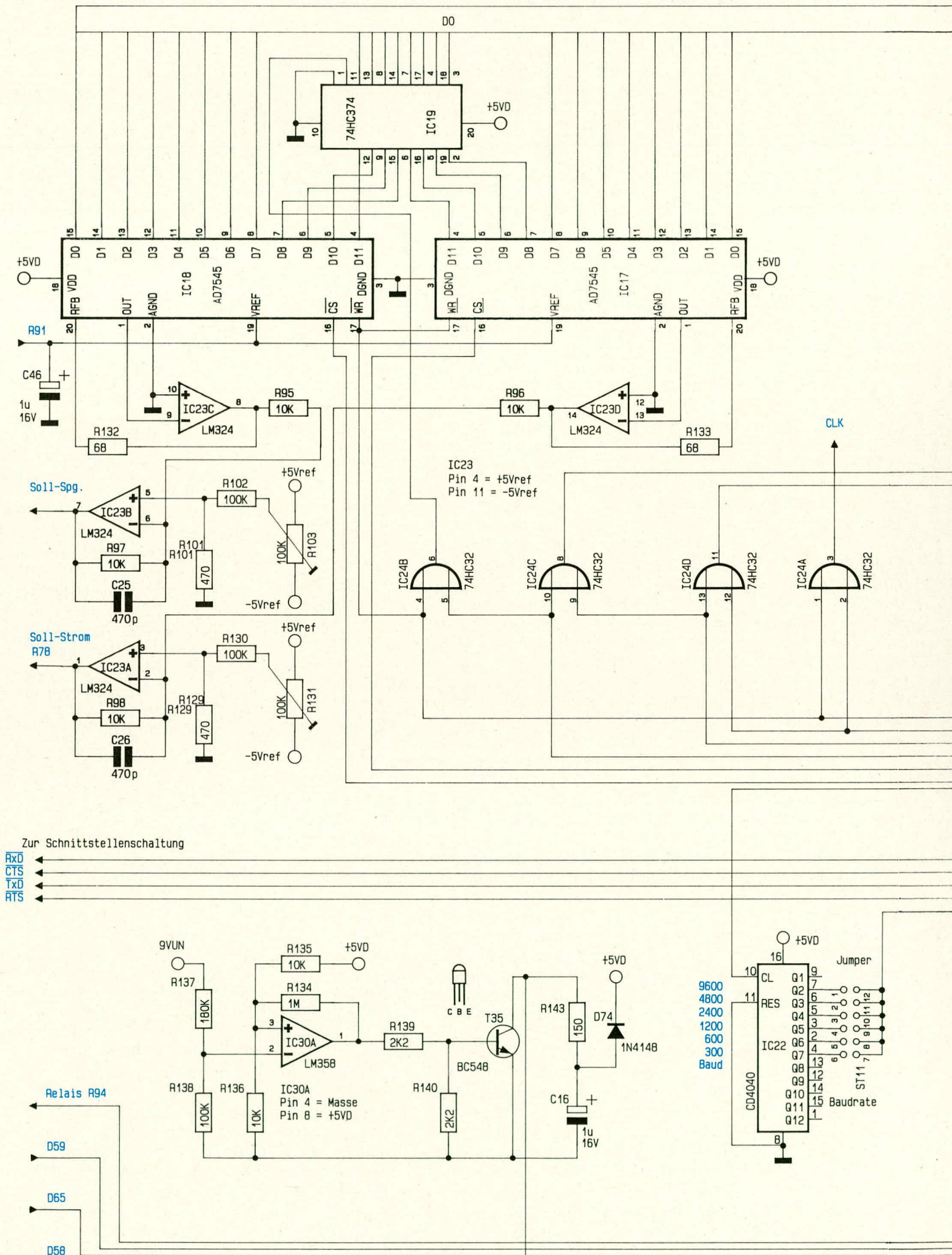
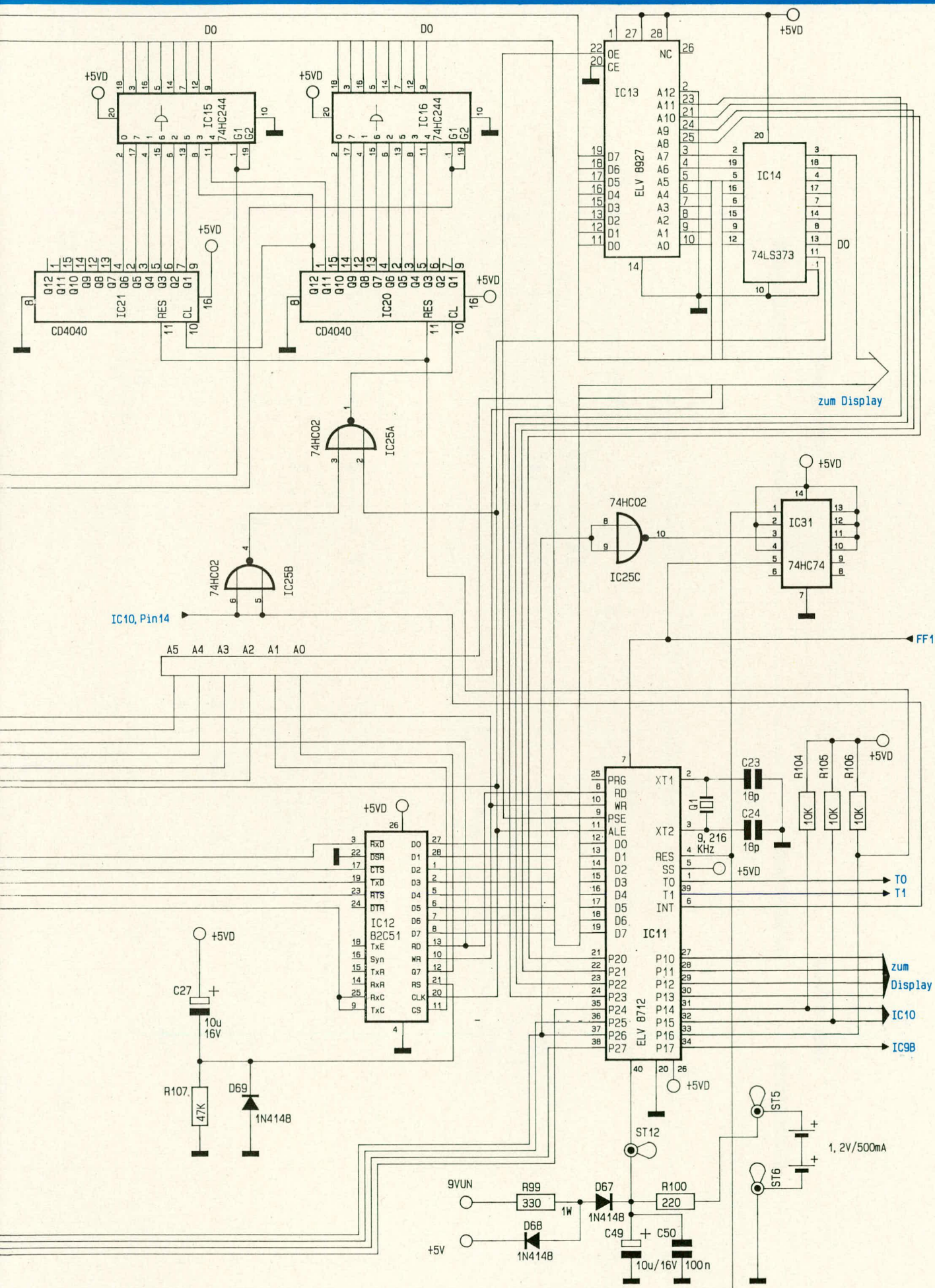


Bild 3: Teilschaltbild der digitalen Steuerung einschließlich
Prozessoreinheit des PNT 7000



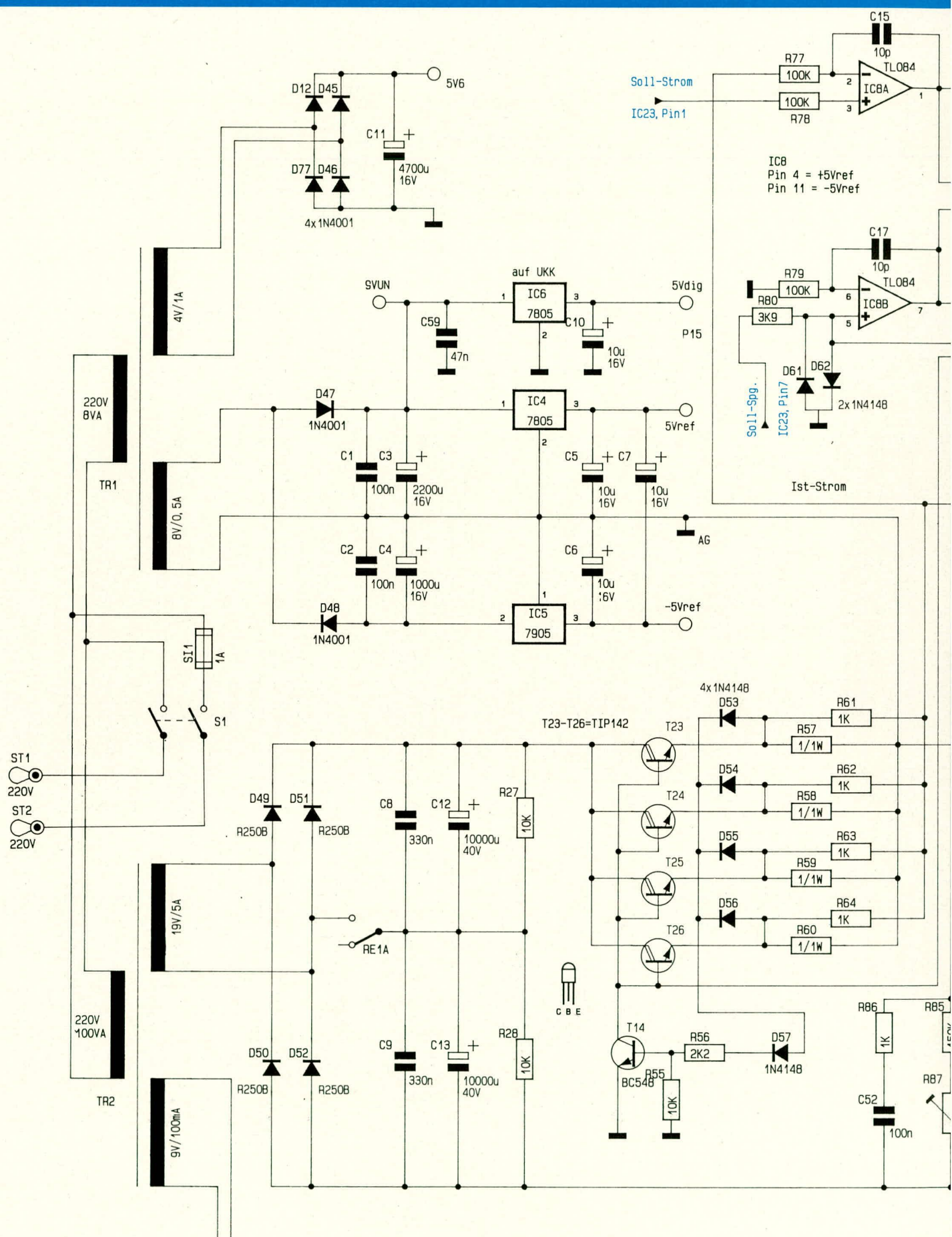


Bild 4: Teilschaltbild des Leistungs- und Analogteils des PNT 7000

Der zweite Netztransformator Tr 2 mit einer Leistung von 100 VA besitzt ebenfalls zwei Sekundärwicklungen. Die kleinere Wicklung (9 V/100 mA) dient zur Speisung der V 24-Schnittstelle, deren Teilschaltung in Abbildung 5 dargestellt ist. Die andere Wicklung mit einer Leistung von 19 V/5 A bildet die Versorgung des eigentlichen Netzteils. Die Leistungsgleichrichterdioden D 49 bis D 52 bilden in Verbindung mit den Puffer-Elkos C 12, 13 eine Brückengleichrichter- und Siebschaltung, die in der eingezeichneten Kontaktstellung des Relais RE 1 A eine Gleichspannung von ca. 30 V erzeugt. Unter Belastung stehen immer noch rund 25 V zur Verfügung. Wird der Relaiskontakt RE 1 A geschlossen, arbeitet die Schaltung als Spannungsverdoppler, und die Leerlaufspannung steigt auf Werte von rund 50 V an (je nach Belastung). Im Dauerbetrieb kann dem Netzteil hierbei allerdings nur der halbe Strom entnommen werden. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß die Umschaltung mit nur einem einzigen Relais-Arbeitskontakt erfolgt und vollautomatisch vom Prozessor gesteuert wird, so daß die Einstellung der Ausgangsspannung durchgehend von 0 bis 40 V möglich ist. Bei Ausgangsspannungen >22 V wird vom Prozessor über den Transistor T 28 das Relais RE 1 zur Spannungsverdopplung aktiviert. Das Relais fällt erst bei Ausgangsspannungen <20 V wieder ab. Diese Umschalthysterese von 2 V verhindert ein ständiges Hin- und Herschalten.

Das eigentliche Leistungsstellglied bilden die vier parallel geschalteten Darlington-Leistungsendstufentransistoren T 23 bis T 26 mit den Emitterwiderständen R 57 bis R 60. Zum Schutz der Längstransistoren gegen Stromspitzen im Kurzschlußfall dient T 14 mit den Widerständen R 55, 56 sowie den Dioden D 53 bis D 57. Bei einem Kurzschluß des Ausgangs bewirkt dieser Schaltungsteil eine Strombegrenzung von 2 A für jeden der vier Endstufentransistoren (maximal also 8 A). D 53 bis D 56 stellen hierbei eine Oder-Verknüpfung dar, damit ein zu hoher Strom durch einen der Endstufentransistoren bereits die Begrenzerschaltung aktiviert, bevor der Stromregler wenige Millisekunden später die Rückregelung übernimmt. Über die Widerstände R 61 bis R 64 werden die Spannungsabfälle an den Emitterwiderständen R 57 bis R 60 abgefragt und auf den einen Eingang (Pin 5) des Analogumschalters IC 9 B gegeben. Am anderen Eingang (Pin 3) liegt die mit R 71, 72 heruntergeteilte Ausgangsspannung des PNT 7000 an. Je nach Stellung dieses Umschalters kann entweder die Ausgangsspannung oder der am Ausgang fließende Strom in Form einer

dazu äquivalenten Spannung mit Hilfe des A/D-Wandlers (IC 10) gemessen werden. Hierbei handelt es sich jeweils um die tatsächlichen Ausgangswerte (Ist-Strom und Ist-Spannung) des PNT 7000.

Kommen wir als nächstes zur Beschreibung der elektronischen Regler für Spannung und Strom.

Der Sollwert für die Ausgangsspannung wird über R 80 vom D/A-Wandler kommend auf den nicht invertierenden (+) Eingang des für die Spannungsregelung zuständigen OPs IC 8 B gegeben. Auf diesen Eingang gelangt zusätzlich die Rückführung der Ist-Spannung über R 85, R 87 vom Minusanschluß der Ausgangsspannung. Der nicht invertierende (+) Eingang (Pin 5) des IC 8 B stellt somit den Summationspunkt zwischen Soll- und Ist-Spannung des PNT 7000 dar. Den Bezugspunkt für die gesamte Regelelektronik bildet der positive Anschluß der Ausgangsspannung des PNT 7000. Hierauf ist deshalb auch der zweite, invertierende (-) Eingang (Pin 6) des IC 8 B bezogen (über R 79).

Bei aktiviertem Spannungsregler steuert der Ausgang (Pin 7) des IC 8 B über den Analogschalter IC 9 A die Leistungstransistoren T 23 bis T 26 an. Der Ausgang dieses OPs stellt sich so ein, daß an Pin 5 (von IC 8 B) die gleiche Spannung (0 V) wie an Pin 6 ansteht. Die beiden Dioden D 61, 62 schützen den FET-Eingang des OPs vor Spannungsspitzen. Am invertierenden Eingang (Pin 6) erfolgt eine frequenzabhängige Gegenkopplung durch C 17 und R 79 zur Unterdrückung von evtl. Schwingneigungen dieses Reglers.

Zum besseren Verständnis wollen wir nachfolgend einen Regelkreislauf beispielhaft durchführen.

Nehmen wir an, die Ausgangsspannung des PNT 7000 beträgt 10 V und die Schaltung befindet sich in einem stabilen Gleichgewicht. Die Soll-Spannung am linken Anschluß von R 80 (vom D/A-Wandler kommend) wird in diesem Fall bei genau 0,25 V liegen. Aufgrund des Verhältnisses von R 85 + R 87 zu R 80 stellt sich am Ausgang des PNT 7000 die eben erwähnte Ausgangsspannung von 10 V ein. Wird jetzt über die Bedientaster dem Prozessor die Information mitgeteilt, die Ausgangsspannung auf 11 V zu erhöhen, wird der D/A-Wandler vom Prozessor so angesteuert, daß am linken Anschluß von R 80 nun 0,275 V anstehen. Der nicht invertierende (+) Eingang (Pin 5) des IC 8 B wird dadurch in Richtung positiver werdender Eingangsspannung gezogen und der Ausgang (Pin 7) dieses OPs wird ebenfalls positiver. Hierdurch werden über den Analogschalter IC 9 A die Endstufentransistoren T 23 bis T 26 weiter durchgesteuert und die Ausgangsspannung des PNT 7000

erhöht sich. Bezogen auf die Schaltungsmasse (positiver Ausgangsspannungsanschluß) wird jetzt der negative Ausgangsspannungsanschluß von dem ursprünglichen Wert „-10 V“ ausgehend sich weiter in Richtung negativer werdender Spannung bewegen. Beim Erreichen von 11 V befindet sich Pin 5 des IC 8 B wieder auf 0 V, und die Schaltung arbeitet in einem stabilen Gleichgewichtszustand.

Die eben beschriebenen Vorgänge laufen im Mikrosekundenbereich ab, so daß sich für den Benutzer das Bild ergibt, unmittelbar nach erfolgter Eingabe die gewünschte stabilisierte Ausgangsspannung zur Verfügung zu haben.

Zur Stromeinstellung steht ein separater Regler zur Verfügung, der mit dem IC 8 A mit Zusatzbeschaltung aufgebaut ist. Vom zweiten D/A-Wandler wird diesem OP der Sollwert über den Vorwiderstand R 78 an seinem nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 3) vorgegeben. Der Istwert des Stromes wird über R 61 bis R 64 in bereits beschriebener Weise von den Emitterwiderständen R 57 bis R 60 abgegriffen und über R 77 dem invertierenden (-) Eingang (Pin 2) des IC 8 A zugeführt. Eine Gegenkopplung zur Schwingneigungsunterdrückung bewirkt der im Rückkopplungszweig liegende Kondensator C 15. Befindet sich der Analogschalter IC 9 A in der entgegengesetzten Position, ist der Ausgang (Pin 1) des IC 8 A mit den Endstufentransistoren T 23 bis T 26 verbunden und stellt den fließenden Ausgangsstrom des PNT 7000 auf den gewünschten Wert ein.

Welcher der beiden Regler (U oder I) über den Analog-Umschalter IC 9 A die Ansteuerung der Leistungstransistoren vornimmt, entscheidet der als Komparator geschaltete Operationsverstärker IC 8 C. Dieser OP vergleicht über R 81 und R 82 die beiden Ausgangsspannungen der elektronischen Regler (IC 8 A und IC 8 B). Derjenige Regler, der die niedrigere, d. h. negativere Ausgangsspannung abgibt, wird vom IC 8 C zum aktiven Regler erklärt und über den Analogschalter IC 9 A auf die Endstufentransistoren geschaltet. In der Praxis bedeutet dieses Schaltverhalten eine Begrenzung von Ausgangsspannung und Ausgangsstrom auf jeweils den maximal vorgegebenen Wert. Mit Hilfe von R 83 wird eine geringe Komparator-Hysterese erzeugt, um ein hochfrequentes Umschalten bei Ausgangsspannungen bzw. Strömen nahe des Sollwertes zu verhindern. D 63, 64 schützen die Eingänge des Komparators vor Spannungsspitzen, während D 65 dafür sorgt, daß nur positive Steuerspannungen an R 84 zu Schaltzwecken zur Verfügung stehen (für den Steuereingang von IC 9 A und den Prozessor IC 11, Pin 38).

Zum Schutz des Gerätes vor Übertemperaturen sind zwei voneinander unabhängige Temperatursensoren vorgesehen. Der Sensor TS 1 befindet sich unterhalb des Leistungstrafos Tr 2, und TS 2 ist an der Alu-Rückwand mit den Kühlkörpern angeordnet. Wird nun entweder am Trafo oder an den Leistungsendstufen eine zu hohe Temperatur registriert, schaltet der Komparator (IC 7 A oder IC 7 B) von „Low“ auf „High“. Über D 58, 59 werden diese Pegel dem Prozessor IC 11 zugeführt, der daraufhin sofort die Sollwerte für Spannungs- und Stromregler auf 0 schaltet. Die entsprechende Anzeige-LED leuchtet auf. Nach der Abkühlphase ist das Gerät automatisch wieder betriebsbereit.

Damit auch ohne angeschlossene Belastung der Ausgang bis auf annähernd 0 V herunterlaufen kann, ist eine parallel liegende Stromquelle vorgesehen. Diese ist mit T 27 sowie R 74 bis R 76 aufgebaut. D 75, 76 und R 128 sorgen dafür, daß bei sehr kleinen Ausgangsspannungen und -strömen keine negativen Einstreuungen erfolgen können.

Serielle Schnittstelle

In Abbildung 5 wird das Teilschaltbild der Leistungstreiber der V 24-Schnittstelle gezeigt.

Die bidirektional ausgelegte serielle Schnittstelle, über die das PNT 7000 mit einem angeschlossenen Computer korrespondieren kann, wird durch den integrierten Schnittstellenbaustein IC 12 bedient. Dieser Baustein (Bild 3) wird mit parallelen Daten des Mikroprozessors gespeist und stellt seriell empfangene Daten in 8 Bit-Parallelformat zur Verfügung. Die Umwandlung parallel-seriell und umgekehrt sowie die Erzeugung des Datenrahmens bzw. der Decodierung führt dieser Baustein komplett aus.

Nach dem Einschalten erhält das IC 12 einen Resetimpuls und wird in den ersten Programmschritten des Mikroprozessors initialisiert, d. h. intern auf das Datenformat eingestellt. Dieses Format ist mit 8 Datenbits fest vorgegeben. Das Paritybit und die Anzahl der Stopbits kann mit Hilfe der Dioden D 39-D 41 eingestellt werden (ELV

journal 1/89, Seite 46). Über einen Jumper wird die Baudrate an ST 11 eingestellt. Die Taktfrequenz für Senden und Empfangen entspricht dem 16fachen der Baudrate und wird durch das Teiler-IC 22 erzeugt. Am Clock-Eingang dieses ICs liegt der Prozessortakt ALE an (Quarzfrequenz geteilt durch 15) und stellt an den Ausgängen die für die verschiedenen Baudraten erforderlichen Frequenzen zur Verfügung.

Die 4 zur seriellen Schnittstelle gehörenden Leitungen CTS und TxD für den Sender bzw. RxD und RTS für den Empfänger sind über Optokoppler galvanisch vom Potential des PNT 7000 getrennt. Auch die Versorgungsspannung für den Betrieb der rechnerseitigen Treiberstufen wird über eine separate Trafowicklung (9 V/100 mA) versorgt (Bild 5).

Über die Gleichrichterdiode D 72 wird in Verbindung mit dem Elko C 30 eine positive Versorgungsspannung und mit D 73 und C 31 eine negative Versorgungsspannung von ca. jeweils 12 V erzeugt. Dies entspricht dem genormten Pegel einer RS 232-Schnittstelle, die wiederum in gleicher Weise wie eine V 24-Schnittstelle zu betreiben ist.

Die Empfangsleitungen des IC 22 (CTS und RxD) werden über die Optokoppler IC 26 und IC 28 angesteuert. R 108 und R 119 definieren hierbei den Arbeitspunkt der Optokoppler-Transistoren. Die Ansteuerung der Leuchtdioden in den Optokopplern erfolgt über die Transistoren T 29 und T 32 in Verbindung mit den Strombegrenzungswiderständen R 109 und R 120. Angesteuert werden die Transistoren über die Basisvorwiderstände R 111 und R 122 mit den Ableitwiderständen R 110 sowie R 121. D 70 und D 71 dienen als Schutz der Basis-Emitterstrecken der Transistoren bei negativen Eingangspegeln.

Über die Treibertransistoren T 30 und T 31 steuern die Ausgangsleitungen TxD und RTS die Leuchtdioden der Optokoppler IC 27 und IC 29 an. Die Transistoren dieser beiden Optokoppler arbeiten auf die Leistungstreiber T 31 und T 34. R 117 und R 124 sorgen in diesem Zusammenhang für eine Kurzschlußfestigkeit der Ausgänge. Die Treiberstufen der TxD-Leitung unterscheiden sich von denen der RTS-Leitung durch den inversen Aufbau. Dies ist erforderlich, damit im Ruhezustand der Schnittstelle (TxD: Low-Pegel und RTS: High-Pegel) diese Anschlüsse relativ hochohmig sind und von anderen parallel liegenden Geräten genutzt werden können. Alle vier Treiberstufen haben eine Inverterfunktion und passen damit die Ausgangspegel des IC 12 den genormten Leitungspegeln an.

In der kommenden Ausgabe des ELV journal wird im vierten Teil dieses Artikels der Nachbau des PNT 7000 ausführlich beschrieben.

ELV

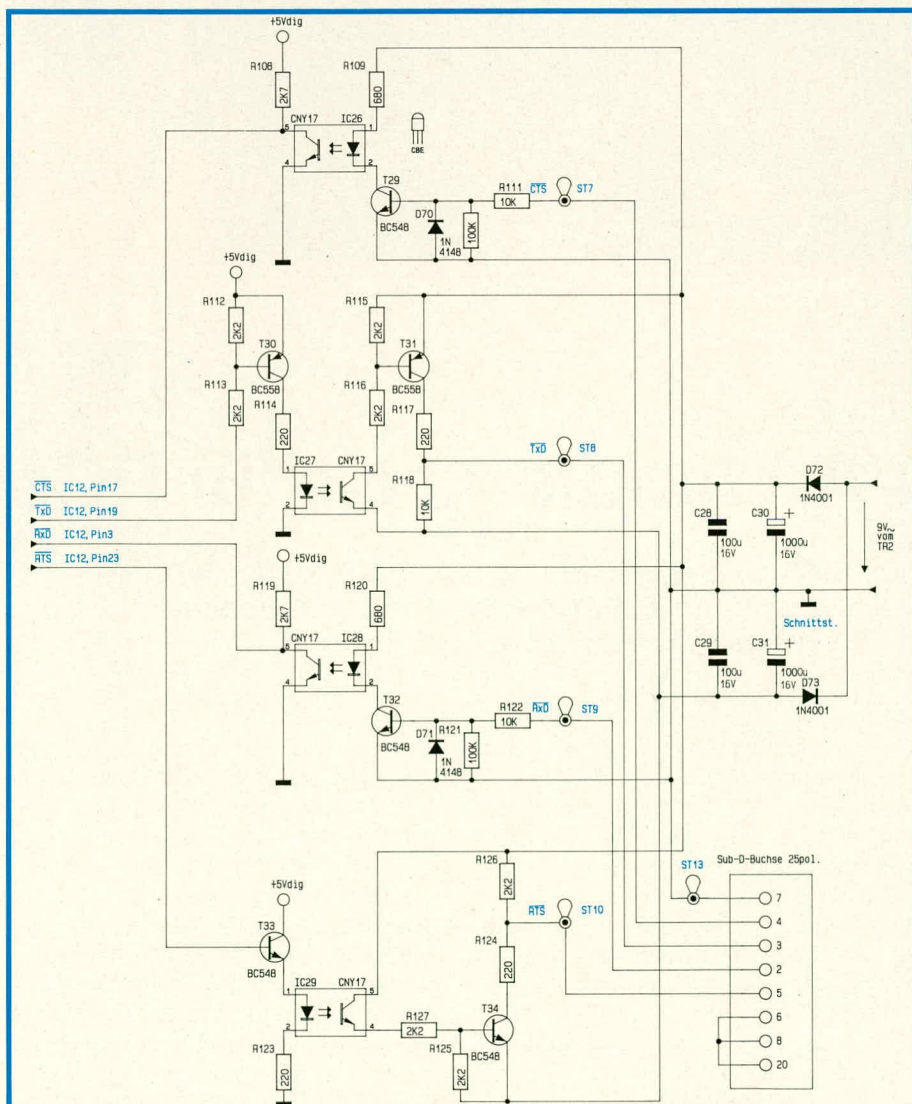


Bild 5: Teilschaltbild der Leistungstreiber der V 24-Schnittstelle des PNT 7000