

PC-Transistortester

PC-TT 90

Teil 2

Im zweiten Teil dieses Artikels stellen wir Ihnen die Schaltung dieses PC-gestützten Testgerätes vor, mit dem eine aussagekräftige Überprüfung aller wesentlichen in der Elektronik vorkommenden diskreten Halbleiterbauelemente möglich ist.

Zur Schaltung

Zur besseren Übersicht ist die komplexe Schaltung des PC-Transistortesters PC-TT 90 in 3 Teilschaltbilder zerlegt, die folgende Funktionsblöcke umfassen:

Bild 19: Netzteilerschaltbild

Bild 20: Hauptschaltbild mit Kollektor-Emitter-Spannungs-Stellglied, steuerbarem Verstärker für die Strommessung, A/D- und D/A-Wandlern sowie Adreßdekoder, Bustreiber und Relaissteuerung

Bild 21: Schaltbild der Basisstromerzeugung

Nachfolgend sollen die einzelnen Teilschaltbilder im Detail besprochen werden.

Das Netzteilerschaltbild

Abbildung 19 zeigt den Stromversorgungsteil des PC-Transistortesters. Die Spei-

sung erfolgt direkt aus dem Netzteil des PCs, in dessen Slot die Karte des PC-TT 90 eingesteckt wurde und über den sie mit der ± 5 V-Versorgungsspannung versorgt wird. Zusätzlich wird eine leistungsfähige $+12$ V-Versorgungsspannung mit einer Belastbarkeit von 2,2 A benötigt, die über einen Standard-Netzteilstecker eingekoppelt wird, wie er üblicherweise zur Versorgung von Laufwerken Einsatz findet.

Grundsätzlich kann der PC-TT 90 auch an PC-Netzteilen mit geringerer $+12$ V-Belastungsmöglichkeit betrieben werden, wobei dann der Ausgangs-Kollektor-Teststrom entsprechend geringer einzustellen ist. Aufgrund der Spannungsverdopplung des Netzteils ist der Eingangsstrom ca. 2,2 mal so groß wie der Ausgangsstrom (1 A-Kollektor-Teststrom erfordert eingangsseitig ca. 2,2 A). Die Ruhestromaufnahme beträgt ca. 150 mA.

Mit dem integrierten Schaltregler-IC 1

des Typs UC 3524 A ist in Verbindung mit den Leistungs-Endstufen T 1, T 2 und Zusatzbeschaltung ein elektronischer Schaltregler aufgebaut, der mit Hilfe des Ferrit-Übertragers TR 1 eine Spannungsverdopplung von 12 V auf 24 V vornimmt sowie eine zweite, galvanisch getrennte Spannung erzeugt. Letztere wird an den Sekundärwicklungen (Anschlußpins 1 - 4 von TR 1) abgenommen, über D 4, D 5 in Verbindung mit C 8 gleichgerichtet, und anschließend nimmt der Festspannungsregler IC 2 eine Stabilisierung auf $+15$ V vor. Diese separate Spannung wird in der Schaltung des PC-TT 90 für die Basisstromerzeugung benötigt, die potentialfrei arbeiten muß.

Die Kondensatoren C 11 - C 24 dienen der allgemeinen Stabilisierung und Störimpulsunterdrückung.

Das Hauptschaltbild

In Abbildung 20 ist das Hauptschaltbild des PC-TT 90 dargestellt. Links oben erkennt man die Schnittstelle zum PC-Slot. Die Datenleitungen D 0 bis D 7 (A 02 bis A 09) sind auf den bidirektional arbeitenden Bustreiber IC 10 des Typs 74 LS 245 geführt, der zwischen PC und Einsteckkarte geschaltet ist. A 0 und A 1 (A 30, 31) steuern über IC 9 A, B die Eingänge A und B der beiden in IC 11 integrierten Binär-zu-Dezimal-Decoder, welche die Anwahl der verschiedenen Bustreiber übernehmen. IOWC und IORC (B 13, 14) steuern über IC 9 C, D die zugehörigen Enable-Eingänge des IC 11.

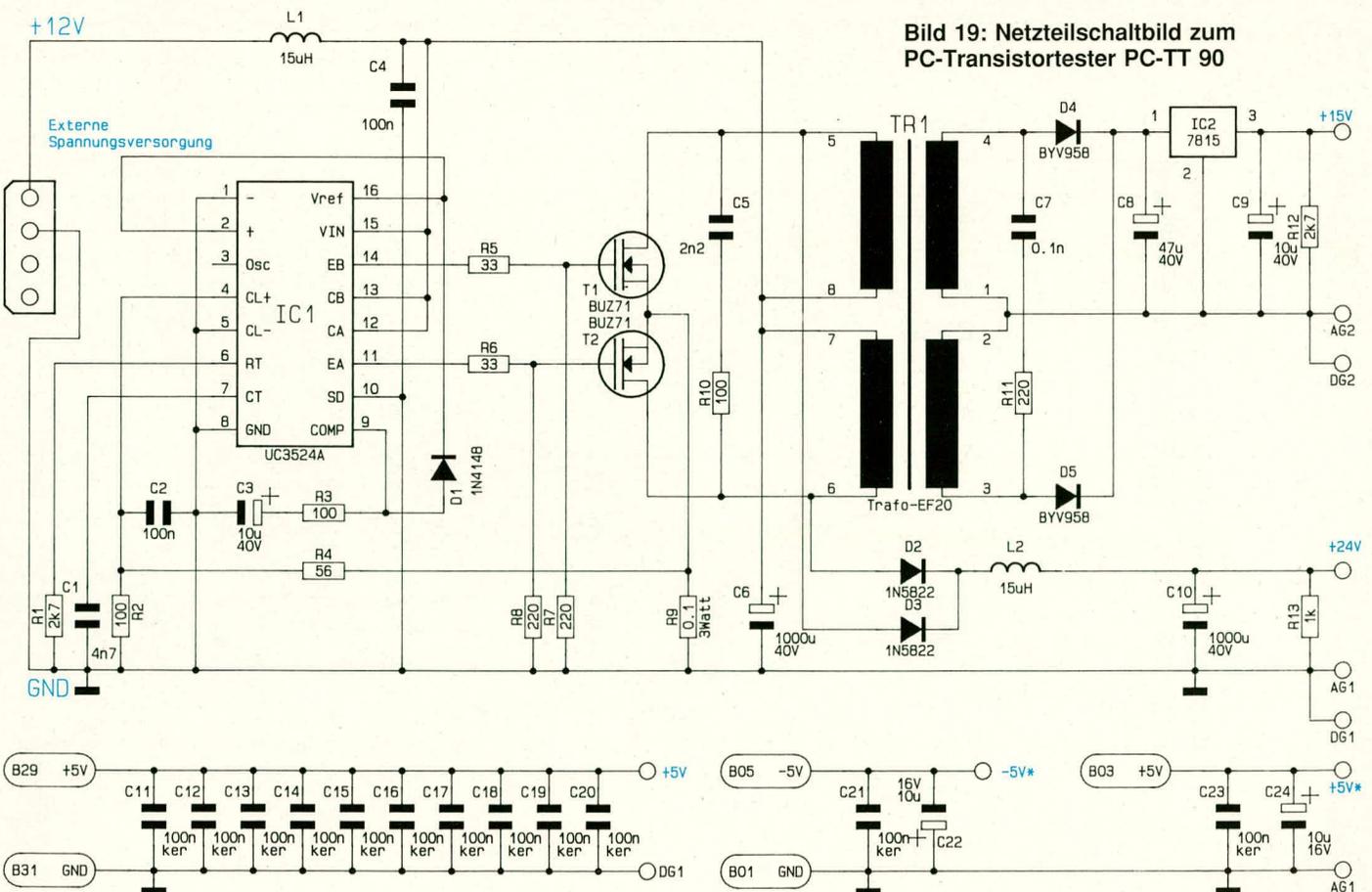


Bild 19: Netzteilerschaltbild zum PC-Transistortester PC-TT 90

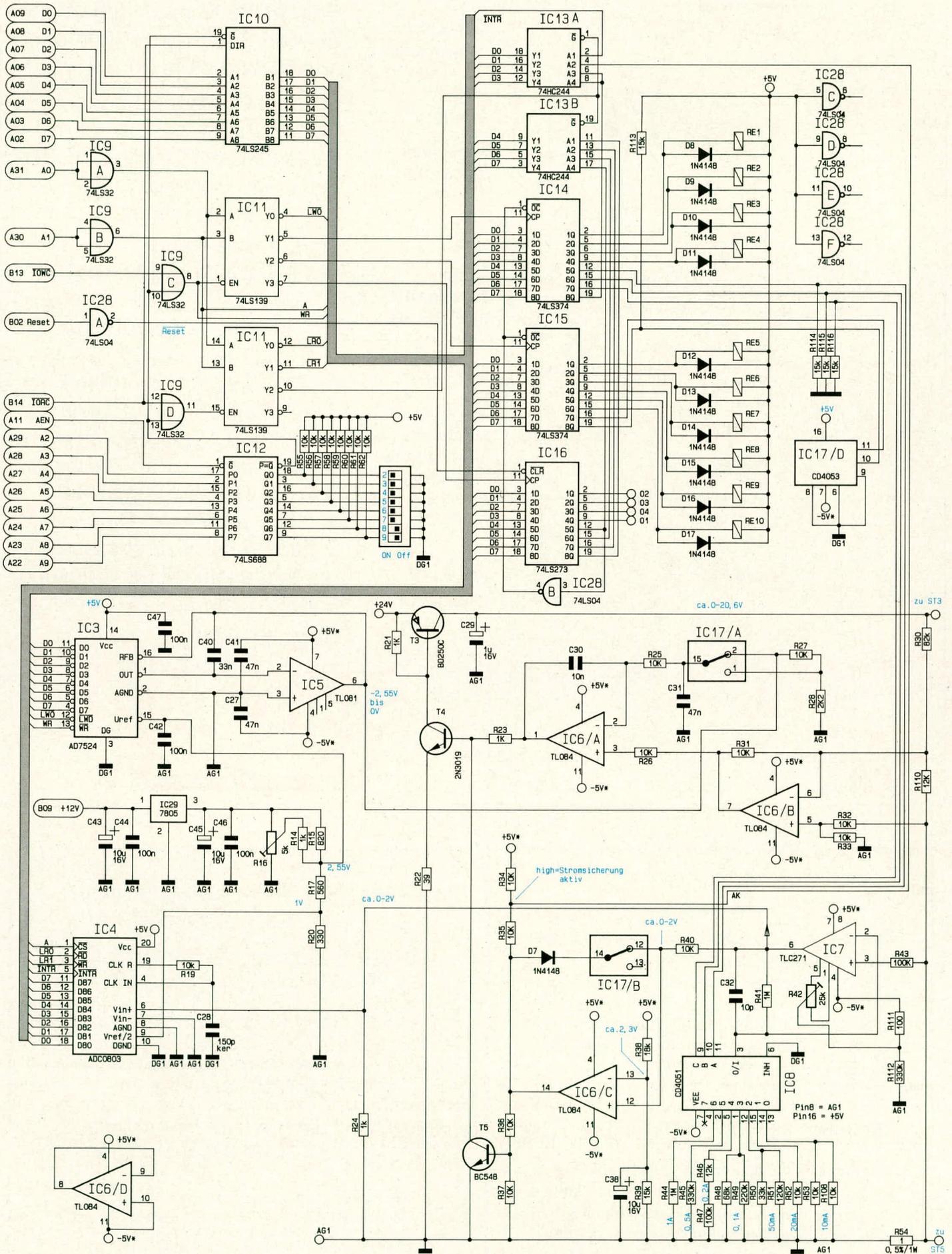
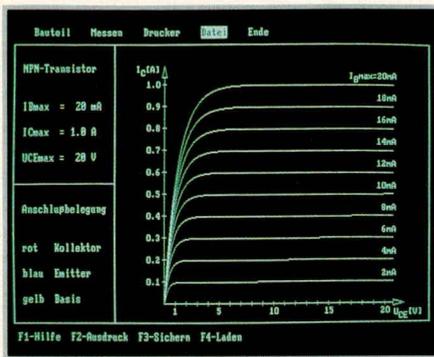


Bild 20: Hauptschaltbild des PC-Transistortesters PC-TT 90



Bildschirmaufbau des PC-Transistor-testers zur Darstellung eines kompletten Transistor-Kennlinienfeldes. Der Kollektorstrom ist in Abhängigkeit von der Kollektor-Emitter-Spannung bei verschiedenen Basisströmen aufgetragen.

Eine wichtige Funktion übernimmt der Steuereingang **Reset** (B 02), der im Einschaltmoment dafür sorgt, daß alle Relais zurückgesetzt sind. Hierdurch werden undefinierte Schaltzustände und Kurzschlüsse unmittelbar nach dem Einschalten vermieden.

A 2 bis A 9 (A 22 - A 29) sowie **AEN** (A 11) bilden die Schnittstelle zum Adreßdecoder, der mit IC 12 des Typs 74 LS 688 aufgebaut ist. Werksseitig ist die Adresse über den 8-Bit-DIL-Schalter auf „300H“ eingestellt, kann jedoch leicht geändert werden. Auf der mitgelieferten 5,25“-Diskette findet sich hierzu eine detaillierte Beschreibung, die unter den Dateinamen <READ.ME> abgelegt ist.

Mit den ICs 14 - 16 werden digitale Steuerinformationen vom PC zwischengespeichert und ausgewertet. IC 14 und 15 wirken direkt auf die Relais RE 1 bis RE 10, wobei IC 14 zusätzlich den Umschalter zur Strommeßbereichsauswahl betätigt. IC 16 übernimmt den Signaltransfer zu den Optokopplern IC 18 bis IC 21 (Abbildung 21).

Bei IC 13 handelt es sich um einen Bustreiber, der seine Informationen sowohl von den Ausgängen Q 6 - 8 des IC 16 als auch über R 35 von IC 6 C (Stromsicherung) und vom A/D-Wandler (**INTR**, an Pin 2) erhält.

Ein wichtiger Schaltungsteil befaßt sich mit Einstellung und Regelung der Kollektor-Emitter-Spannung. Die Ausgangs-Prüfspannung für die zu testenden Halbleiter (Transistoren, Dioden usw.) wird im Bereich von 0-20 V hochgefahren. Hierzu dient der Leistungs-Endstufentransistor T 3 vom Typ BD 250 C, dessen Ansteuerung über T 4 sowie den Operationsverstärker IC 6 A mit Zusatzbeschaltung erfolgt. Dieser erhält an seinem Eingang (Pin 3) die Information der Ist-Spannung über den Spannungsteiler R 30, R 110 in Verbindung mit IC 6 B zugeführt. IC 6 B bewirkt hierbei lediglich eine Verschiebung des Bezugspunktes vom Ausgangspunkt ST 5 zum Massepotential, d. h. dieser Schaltungsteil (IC 6 B sowie R 30 - R 33 und R 110) stellt einen Differenzverstärker dar.

Die Sollspannungsvorgabe erhält IC 6 A an Pin 2 über R 25 und den elektronischen Umschalter IC 17 A. In konventionell ar-

beitenden Meßgeräten wird die Sollspannung im allgemeinen manuell über Einstellpotentiometer vorgegeben, während diese Aufgabe beim PC-TT 90 der PC übernimmt. Seine Steuerinformationen gelangen auf die Eingänge D0 - D7 des D/A-Wandlers (IC 3), der in Verbindung mit IC 5 an dessen Ausgang (Pin 6) eine entsprechende Gleichspannung von 0 bis -2,55 V bereitstellt.

In der eingezeichneten Schalterstellung des IC 17 A gelangt diese Steuerspannung direkt über R 25 auf den Regel-OP IC 6 A, der daraus in Verbindung mit T 3, T 4 an den Punkten ST 3 - ST 5 eine Ausgangsspannung von 0 - 20,45 V erzeugt. In der entgegengesetzten Position des IC 17 A wird die Spannung über R 27, 28 heruntergeteilt, was die Auflösung der Ausgangsspannung im unteren Bereich erhöht. Hier entspricht einer Steuerspannung an Pin 6 des IC 5 von -2,55 V eine Ausgangsspannung an ST 3, ST 5 von +3,6 V.

Die Messung des Kollektorstromes ist ein weiteres wichtiges Detail der Schaltung des PC-TT 90. Hierzu wurde in die Zuführungsleitung für die Testspannung der Shunt-Widerstand R 54 eingefügt. Der Spannungsabfall an diesem Shunt gelangt über R 43 an Pin 3 des zur Abfrage eingesetzten driftarmen Operationsverstärkers IC 7 des Typs TLC 271. In dessen Rückkopplungszweig liegt der Widerstand R 41 und zur Schaltungsmasse hin der Schalter IC 8 und jeweils einer oder z. T. zwei der 11 Widerstände R 44 bis R 53 und R 108.

Abhängig von der Stellung des im IC 8 integrierten Umschalters wird hier ganz nach Bedarf ausgewählt, wobei dessen Innenwiderstand aufgrund der sonstigen Dimensionierung vernachlässigbar ist. Auf diese Weise kann die Verstärkung des IC 7 im Bereich von 2fach bis 200fach variiert werden. Die betreffende Steuerinformation erhält IC 8 an seinen Eingängen A, B, C (Pin 11, 10, 9) vom Speicher-IC 14.

Bei einem Maximalstrom von 1 A fallen an R 54 1 V ab, so daß am Ausgang (Pin 5) des IC 6 eine Spannung von 2 V ansteht. Im kleinsten Meßbereich (10 mA) fallen an R 54 maximal 10 mV ab, entsprechend wiederum 2,0 V bei einer maximalen Verstärkung des IC 7 von 200.

Die so aufbereitete, dem Stromfluß proportionale Meßspannung gelangt auf den Eingang (Pin 6) des 8-Bit-A/D-Wandlers, welcher eine Eingangsspannung von 0 - 2 V in einen entsprechenden Digitalwert zur Verarbeitung im PC umsetzt.

Die Referenzspannungen werden in Verbindung mit dem Festspannungsregler IC 29 des Typs 7805 gewonnen und über die Widerstandskombinationen R 14 - R 17 sowie R 20 auf 2,55 V (für den D/A-Wandler) und 1,0 V (für den A/D-Wandler) umgesetzt.

Im Zusammenhang mit der Strommessung ist in Verbindung mit IC 6 C eine elektronische Sicherung realisiert, die extrem schnell anspricht. Hierzu liegt an Pin 13 eine Referenzspannung von ca. 2,25 V an, während dem zweiten Eingang (Pin 12) über R 40 die dem Strom proportionale Meßspannung (von IC 7 kommend) zugeführt wird. Eine Spannung von 2 V würde dem Meßbereichsendwert entsprechen, während bei gut 10%iger Überschreitung die Referenzspannung erreicht wird, der Ausgang (Pin 14) des IC 6 C von Low nach High schaltet und über R 36 den Transistor T 5 durchsteuert. Dieser sperrt daraufhin T 4, so daß die Endstufe (T 3) keinen Steuerstrom mehr erhält, d. h. der Ausgang abgeschaltet ist.

Über D 7 wird eine Selbsthaltung erzeugt, d. h. die Schaltung bleibt so lange deaktiviert, bis der Rechner durch Öffnen des Umschalters IC 17 B die Selbsthaltung aufhebt und einen neuen Meßzyklus startet. Daß ein Überstrom aufgetreten ist, wird dem Rechner über den Spannungsteiler R 34, R 35 sowie IC 13 A mitgeteilt.

Die Basisstromerzeugung

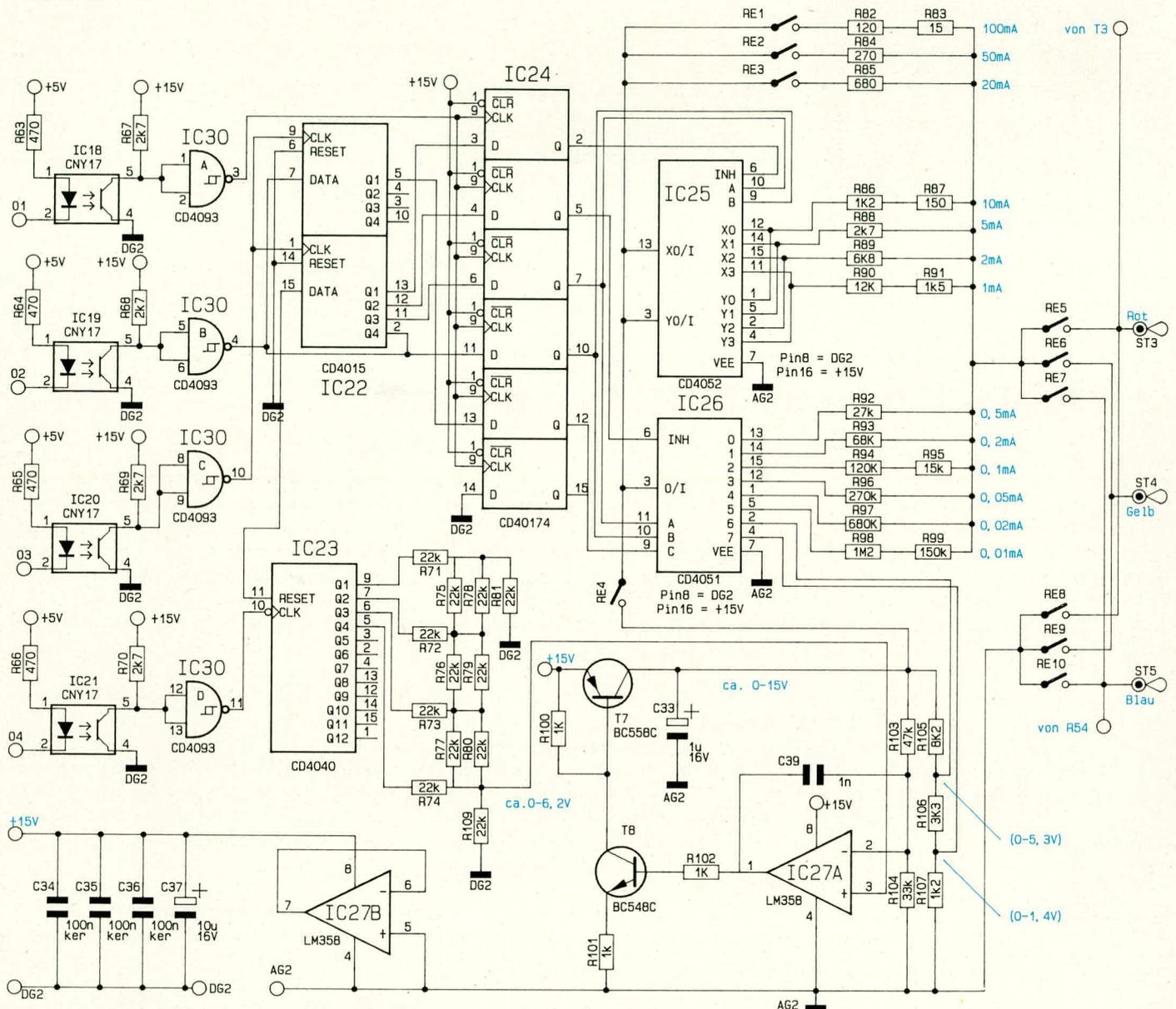
Der Basisstrom des zu testenden Prüflings kann sowohl positiv als auch negativ sein. Wahlweise wird dieser daher entweder auf den positiven Kollektor-Emitter-Spannungsanschluß ST 3 oder den negativen Punkt ST 5 bezogen. Aus diesem Grunde wird über das Schaltenteil und TR 1 (Abbildung 19) für den betreffenden Schaltungsteil eine galvanisch getrennte 15 V-Versorgungsspannung generiert und der Schaltung für die Basisstromerzeugung zugeführt.

Mit IC 27 A und Zusatzbeschaltung ist ein elektronischer Regler aufgebaut, der in Verbindung mit T 8 und T 7 an seinem Ausgang (Kollektor von T 7) eine Spannung von 0 - 15 V zur Verfügung stellt. Diese ist in 10 Stufen von 1,5 - 15 V aufgeteilt.

Die Sollinformation erhält IC 27 A an seinem Eingang Pin 3 vom D/A-Wandler, der mit IC 23 und dem Erzeugernetzwerk (R 71 - R 81 sowie R 109) aufgebaut ist.

Die Digitalinformation, welche Spannung eingestellt werden soll, erhält IC 23 über seinen Clock-Eingang (Pin 10) und den

Bild 21: Schaltbild der Basisstromerzeugung des PC-Transistortesters PC-TT 90



Optokoppler IC 21 eingespeist. Nach erfolgtem Reset (über Pin 11 und IC 19) wird beim ersten Steuerimpuls (über IC 21) in die erste Stufe (entsprechend 1,5 V) geschaltet, und jeder weitere Steuerimpuls erhöht die betreffende Spannung um 1,5 V.

Diese am Kollektor von T 7 anstehende Spannung gelangt über RE 4 auf die in IC 25, 26 integrierten Umschalter sowie gleichzeitig auf die Schalter RE 1 - 3.

In Verbindung mit den Widerständen R 82 - R 99 wird daraus der zugehörige Basisstrom generiert. Ist RE 1 geschlossen, entsprechen 15 V am Kollektor von T 7 einem Basisstrom von ca. 100 mA, der bei entsprechend geringeren Spannungen proportional niedriger ist (beginnend mit 10 mA). In gleicher Weise können auch

kleinere Basisströme, beginnend mit 1 μ A und bei einem Endwert von 10 μ A, vorgeählt werden. Insgesamt sind 130 verschiedene Basisströme verfügbar.

Mit den beiden Relaisgruppen RE 5 - 7 sowie RE 8 - 10, von denen jeweils ein Kontakt geschlossen ist, wird der Bezugspunkt (ST 3 oder ST 5) gewählt.

Darüber hinaus kann anstelle eines Basisstromes auch eine Steuerspannung (für FETs) erzeugt werden. In diesem Fall ist RE 4 geöffnet, und die mit R 105 - R 107 heruntergeteilte Kollektorspannung von T 7 gelangt über den elektronischen Umschalter IC 26 (von Pin 2 oder 4 zu Pin 3) und RE 1 auf den der Basisstromerzeugung entsprechenden Steueranschluß.

Welcher der elektronischen Schalter

(IC 25, 26) aktiv sein soll, wird, ebenfalls über Optokoppler galvanisch getrennt, vom PC aus gesteuert. Dies geschieht wie folgt:

Über den Optokoppler IC 20 gelangen 5 Clock-Impulse auf die beiden Eingänge des 8-Bit-Schieberegisters IC 22 des Typs CD 4015. Bei jedem Clock-Impuls wird über IC 19 das betreffende Datensignal eingespeist. Nach dem 5. Impuls wird über IC 18 dem Zwischenspeicher IC 24 ein Übernahmeimpuls signalisiert, der das 5 Bit breite Datenwort des IC 22 übernimmt. Die Ausgänge (Pin 2, 5, 7, 10, 12) steuern dann IC 25, 26 an.

In der kommenden Ausgabe des ELV journal stellen wir Ihnen den Nachbau dieses interessanten PC-gestützten Halbleitertestgerätes vor.