

PC-Transistortester TT 7001

Teil 2

Die innovative und dabei übersichtliche Schaltungstechnik des TT 7001 ist im vorliegenden zweiten Teil dieses Artikels ausführlich dargestellt.

Schaltung

Um das Schaltbild übersichtlich darzustellen, erfolgt eine Aufteilung in 5 logisch zusammenhängende Teilschaltbilder:

- Bild 15: Spannungsversorgung
- Bild 16: Mikrocontroller mit Peripherie
- Bild 17: DA-Wandler mit Endstufe und Strommessung mit AD-Wandler
- Bild 18: Temperatursicherung
- Bild 19: Strom-/Spannungsansteuerung
- Bild 20: Relaisansteuerung

In dieser Reihenfolge werden nun die Teilschaltbilder erläutert.

Spannungsversorgung

Das Netzteil-Schaltbild des TT 7001 ist in Abbildung 15 dargestellt. Um die Prüf-

linge mit Spannungen bis 30 V und Strömen bis 2 A testen zu können, muß der TT 7001 über einen leistungsfähigen Transformator verfügen, der in diesem Fall als Ringkerntransformator ausgeführt ist.

Die 230V-Netzspannung gelangt über den Netzschalter S 1 und die Sicherung SI 1 auf die Primärwicklung des Transformators. Die Sekundärwicklung 3/4 liefert eine Wechselspannung von 30 V, die zur Belastung des Prüflings genutzt wird. Die Gleichrichtung erfolgt über einen Brückengleichrichter, der mit den Dioden D 1 bis D 4 vom Typ 1N5402 aufgebaut ist. Der Elko C 2 dient zur Pufferung.

Die Sekundärwicklung 7/8 liefert eine 8V-Wechselspannung, die zur Versorgung

des Digitalteils und der Meßstufe dient. Mit den Dioden D 5 und D 6 ist eine Einweggleichrichtung realisiert, die eine positive und negative Spannung, bezogen auf die Analogmasse, erzeugt. Zur Siebung sind die Kondensatoren C 7 und C 11 vorgesehen. Für die positive und negative 5V-Versorgung der Analogstufen sorgen die Spannungsregler IC 2 (7805) und IC 3 (7905), wobei die Kondensatoren C 8 bis C 10 und C 12 bis C 14 der Unterdrückung von Schwingneigungen dienen.

Da die Analogstufe sehr empfindlich auf Störungen der Versorgungsspannung reagiert, ist für die Versorgung des Digitalteils ein zusätzlicher Spannungsregler IC 1 vom Typ 7805 eingesetzt. Zusätzlich sind die Massen für das Analog- und Digitalteil im Netzteil miteinander verbunden und im Restteil der Schaltung getrennt voneinander geführt.

Die Sekundärwicklung 5/6 liefert eine 20V-Wechselspannung, die zur Speisung der Strom-/Spannungs-Ansteuerung dient. Auch hier ist mit den Dioden D 7 und D 8 eine Einweggleichrichtung realisiert, die eine positive und negative Spannung, bezogen auf die Masse „AG2“ erzeugt. Die Elkos C 15 und C 19 dienen zur Siebung, und die Spannungsregler IC 4 (7818) sowie IC 5 (7918) stabilisieren die ±18V-Betriebsspannung. Die Kondensatoren C 16 bis C 18 und C 20 bis C 22 dienen der Unterdrückung von Schwingneigungen.

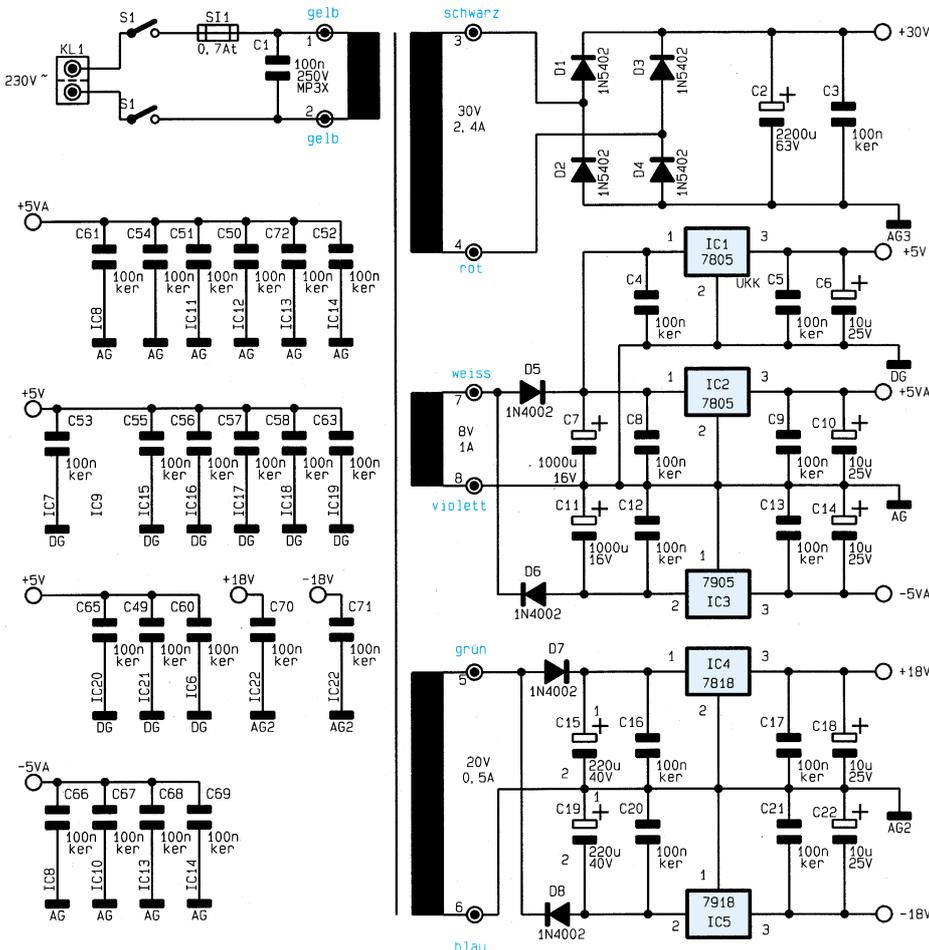
Mikrocontroller mit Peripherie

Das Schaltbild des Mikrocontrollers und dessen Peripherie ist in Abbildung 16 dargestellt. Um die von diesen Komponenten erzeugten Stromspitzen auf der Versorgungsspannung nicht auf die restliche Schaltung zu übertragen, ist ein Siebglied, bestehend aus C 74, C 75 und L 1, in die +5V-Versorgungsleitung eingefügt.

Zentraler Bestandteil ist der Mikrocontroller IC 16 vom Typ 80C32, der sein Betriebsprogramm über den Adreßwischenspeicher IC 18 (74HC373) vom EPROM IC 19 mit der Bezeichnung ELV 9503 erhält.

Die Kommunikation mit dem Steuer-PC erfolgt über die serielle Schnittstelle BU 4. Zur Anpassung der V24-Pegel an die Pegel des Mikrocontrollers dient der Baustein

Bild 15: Schaltbild der Spannungsversorgung des TT 7001



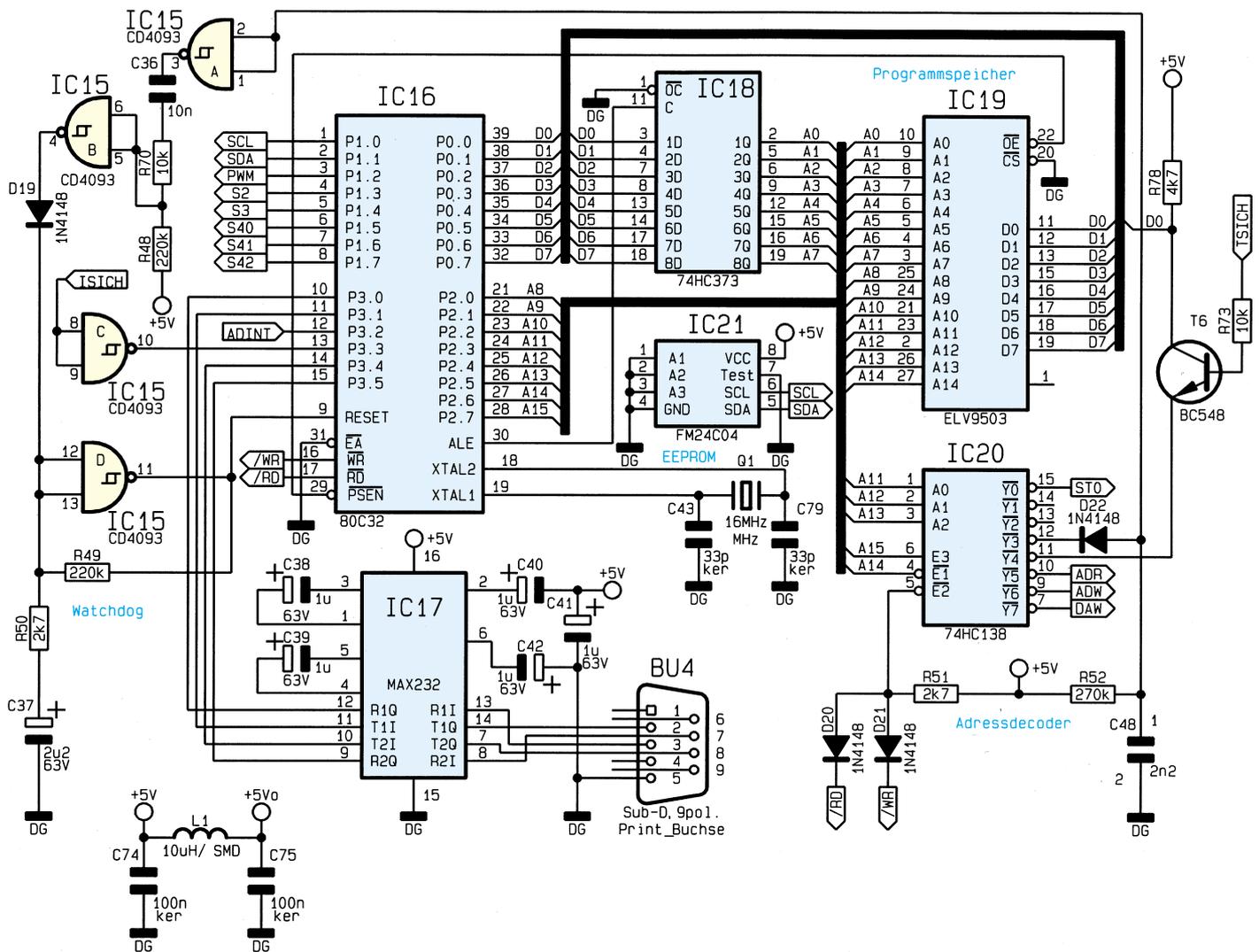


Bild 16: Schaltbild des Mikrocontrollers mit Peripherie

IC 17 vom Typ MAX 232, der mit +5 V arbeitet und nur mit wenigen externen Bauteilen beschaltet werden muß.

Zum Ablegen der Abgleichwerte und zur Zwischenspeicherung von Meßwerten dient das EEPROM IC 21 vom Typ FM24C04. Es handelt sich hierbei um ein Ferro-EEPROM, dessen Ansteuerung über den I²C-Bus erfolgt. Dieses EEPROM kann im Gegensatz zu einem normalen EEPROM viel schneller beschrieben werden und es sind mindestens 10⁸ Schreibzyklen garantiert. Somit ist der Baustein quasi wie ein normales RAM einsetzbar und dient in diesem Fall zur Zwischenspeicherung von Meßdaten.

Das IC 20 vom Typ 74HC138 arbeitet als Adreßdecoder und ermöglicht es dem Mikrocontroller, über feste Adressen auf die Peripherie zuzugreifen. Die Aktivierung des Decoders erfolgt durch die Pins 4 bis 6, wenn die Adreßleitung A 14 Low-, A 15 High-Potential führt und der Eingang Pin 5 über die Schreib- oder Leseleitung des Mikrocontrollers auf Low-Pegel gezogen wird. In Abhängigkeit des Zustands

der Adreßleitungen A 11 bis A 13 ist jetzt eine der Ausgangsleitungen Y0 bis Y7 aktiviert, die dann Low-Potential führt.

Die Leitung Y3 wird in regelmäßigen Abständen vom Mikrocontroller angesprochen und dient zum Triggern des Watchdogs. Ein Low-Impuls der Y3-Leitung entlädt über die Diode D 22 den Kondensator C 48, der daraufhin über den Widerstand R 52 wieder aufgeladen wird.

Am Ausgang des Gatters IC 15 A vom Typ CD 4093 liegt so ein verlängerter High-Impuls an, der den nachgeschalteten Kondensator C 36 über R 70 und die interne Schutzdiode des Gatters IC 15 B entlädt. Wechselt der Ausgang des IC 15 A zurück auf „low“, so entsteht am Ausgang von IC 15 B ein positiver Impuls, dessen Länge von C 36 und R 48 bestimmt ist. Mit dem Gatter IC 15 D ist ein Oszillator aufgebaut, der mit einer Frequenz von ca. 10 Hz schwingt und dessen Ausgangssignal zum Zurücksetzen des Mikrocontrollers genutzt wird.

Arbeitet der Mikrocontroller einwandfrei, so liegen am Ausgang von IC 15 B

positive Impulse an, die den Elko C 37 des Oszillators über die Diode D 19 aufladen und somit den Oszillator stoppen. Stellt der Mikrocontroller den regulären Betrieb ein, so unterbleiben die Triggerimpulse, der Oszillator IC 15 D beginnt zu schwingen und setzt den Mikrocontroller zurück.

Der Transistor T 6 ermöglicht das Auswerten der Temperatursicherung durch den Mikrocontroller. Dazu aktiviert dieser die Y4-Leitung des IC 20 und liest die Datenleitung D 0 aus. Ist die Temperatursicherung nicht aktiv, so führt das Signal „TSICH“ Low-Pegel, der Transistor T 6 sperrt und die Datenleitung D 0 liegt über den Pull-up-Widerstand R 78 auf High-Potential. Im anderen Fall ist die Temperatursicherung aktiv und die Leitung „TSICH“ führt High-Pegel, der den Transistor T 6 durchsteuert. Dieser zieht wiederum die Datenleitung D 0 nach Masse.

DA-Wandler mit zugehöriger Endstufe und Strommessung mit AD-Wandler

Die Schaltung des DA-Wandlers mit

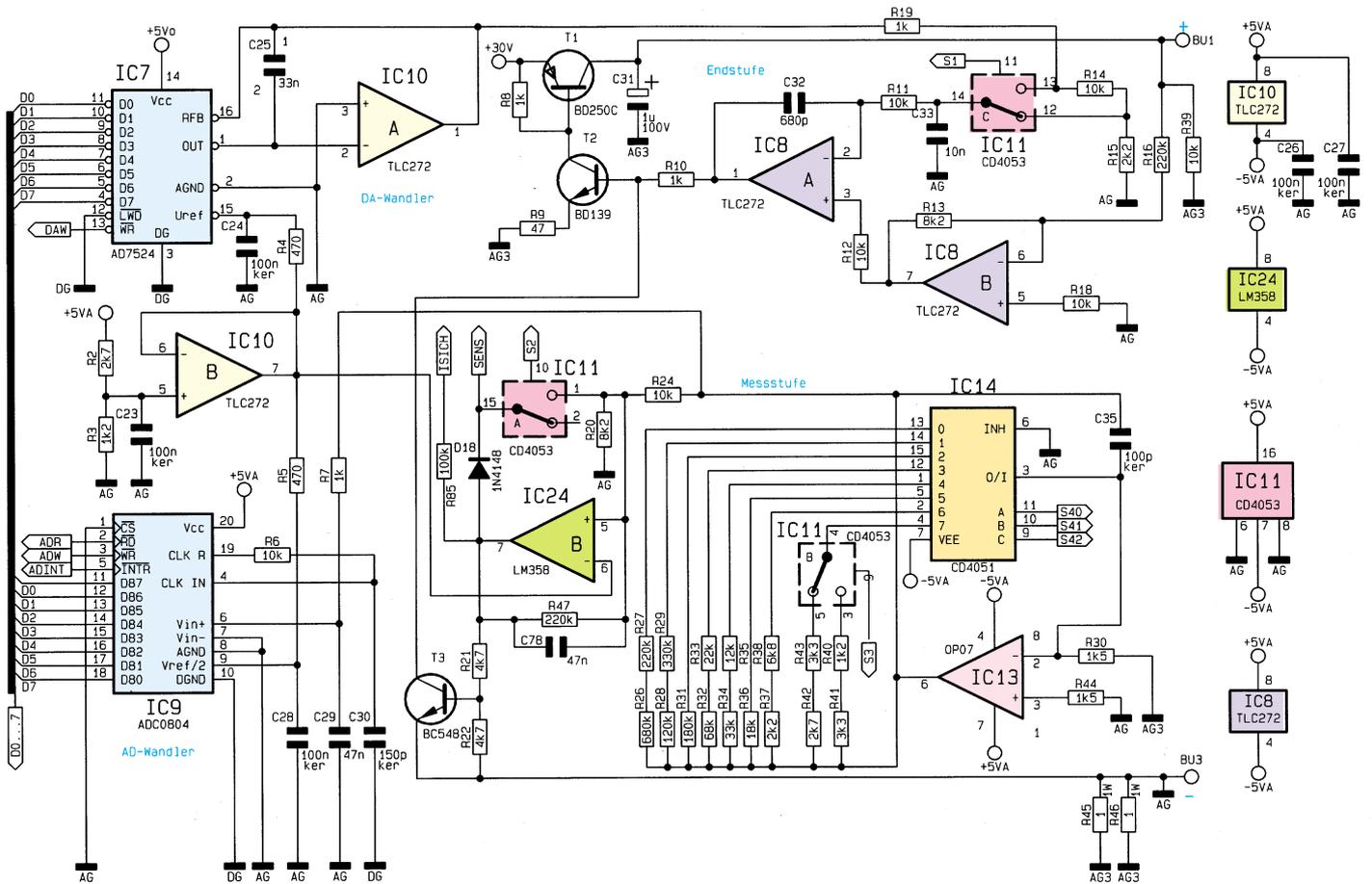


Bild 17: Schaltbild des DA-Wandlers mit zugehöriger Endstufe und Strommessung mit AD-Wandler

zugehöriger Endstufe und der Strommessung mit AD-Wandler ist in Abbildung 17 dargestellt. Die Referenzspannung für den DA- und AD-Wandler wird durch den Spannungsteiler R 2 und R 3 bestimmt, an dessen Mittelpunkt eine Spannung von ca. 1,54 V ansteht, die durch den Operationsverstärker IC 10 B gepuffert ist.

Die Referenzspannung gelangt über R 4 auf den DA-Wandler IC 7 vom Typ AD 7524 und über R 5 auf den AD-Wandler IC 9 vom Typ ADC 0804, wobei die Kondensatoren C 24 und C 28 der Unterdrückung von Störspannungen dienen.

Der Mikrocontroller steuert über den DA-Wandler die Testspannung, die am Prüfling anliegen soll. Am Ausgang des IC 10 A steht die Steuerspannung im Bereich von 0 bis -1,54 V, die über den Analogschalter IC 11 C vom Typ CD4053 auf den invertierenden Eingang des OP IC 8 A geschaltet ist. Durch Umschalten des Analogschalters ist die Steuerspannung herunterteilbar, um bei kleinen Ausgangsspannungen die digitale Auflösung zu vergrößern.

Die Ausgangsspannung, die an der Buchse BU 1 anliegt, wird über den OP IC 8 B heruntergeteilt, invertiert und auf den nicht invertierenden Eingang des OPs IC 8 A geschaltet.

Im Regelbetrieb wird der OP-Ausgang

so angesteuert, daß zwischen den beiden Eingängen keine Spannungsdifferenz herrscht. Will man die Ausgangsspannung erhöhen, so wird die Steuerspannung am invertierenden Eingang Pin 2 des OPs IC 8 A negativer.

Als Folge davon wird der Ausgang positiver, und es erfolgt ein weiteres Durchsteuern des nachgeschalteten Transistors T 2. Dieser wiederum steuert den Basisstrom des Leistungstransistors T 1 vom Typ BC 250C, der daraufhin ebenfalls weiter durchsteuert. Als Folge steigt die Ausgangsspannung des TT 7001 an und über IC 8 B sinkt auch der Pegel am nicht invertierenden Eingang des IC 8 A, bis zwischen den OP-Eingängen keine Spannungsdifferenz mehr anliegt.

Der Prüfstrom fließt über die Buchse BU 1 durch den Prüfling und dann wieder über die Buchse BU 3 in den TT 7001 zurück. Hier fließt der Strom über die Shuntwiderstände R 45 und R 46, um dann zur Masse AG 3 des Lastkreises abzufließen.

Dabei entsteht an den Shuntwiderständen ein Spannungsabfall, der negativ zur Analogmasse AG gerichtet ist und sich proportional zum Ausgangsstrom verhält.

Diese Spannung wird durch den OP IC 13 des Typ OP 07 je nach Strombereich so verstärkt, daß der maximale Strom einer Ausgangsspannung von ca. 3 V entspricht.

Dazu ist die Verstärkung in insgesamt 9 Stufen einstellbar, indem über den Analogmultiplexer IC 14 des Typ CD4051 und den Analogschalter IC 11 B der Widerstandswert im Rückkopplungszweig des Operationsverstärkers ausgewählt wird.

Die zum Strom proportionale Ausgangsspannung des IC 13 gelangt über den Widerstand R 7 auf den Eingang des AD-Wandlers IC 9, wobei C 29 der Unterdrückung von Störspannungen dient.

Die Überwachung des maximal zulässigen Stromes erfolgt durch den Operationsverstärker IC 24 B. An dessen invertierendem Eingang Pin 6 liegt die Referenzspannung von ca. 1,54 V an. Über den Spannungsteiler R 24 und R 20 gelangt eine Spannung, die proportional zum Ausgangsstrom ist, auf den nicht invertierenden Eingang Pin 5 des OPs.

Während einer Messung ist der Analogschalter IC 11 A geschlossen. Liegt der Stromfluß im erlaubten Bereich, so liegt am invertierenden Eingang des OPs das höhere Potential, und der OP-Ausgang führt negative Spannung.

Überschreitet nun der Strom die Bereichsgrenze, übersteigt die Spannung an Pin 5 des OPs die Referenzspannung, und der OP-Ausgang wechselt auf High-Potential. Über die Diode D 18 und den Analogschalter fließt dann ein Strom, der Pin 5

