

Präzisionsuhr mit Digitalanzeige

BERNHARD DREWITZ

Mitteilung aus dem VEB Werk für Fernsehelektronik

Im Werk für Fernsehelektronik werden seit einiger Zeit Zähl- und Anzeigebausteine produziert, die äußerst raumsparend aufgebaut und sehr robust sind. Diese und auch andere in der Uhr verwendeten Bausteine wurden bereits in dem Beitrag „Digitalbausteine aus dem VEB Werk für Fernsehelektronik“ in rfe 19 (1970), H. 5, S. 148, eingehend beschrieben. Im folgenden wird deshalb auf detailliertere Angabe verzichtet.

Die Anwendung der horizontal einsteckbaren Bauform (A 1 H/Z 1) dieser Bausteine ermöglicht mit einer Bauhöhe von nur 65 mm besonders flache Geräteausführungen, wie sie für moderne Gerätekonzeptionen charakteristisch sind, besonders wenn diese sich auch in Räume mit nicht rein technischer Funktion einfügen müssen. Beispiele dafür sind in modernen Rundfunkgeräten zu finden, aber auch in vielen elektronischen Meßgeräten.

Es liegt nahe, auf der Basis der WF-Bausteine eine elektronische Digitaluhr aufzubauen. Trotz des relativ großen Aufwandes dürften auch Amateure daran interessiert sein, zumal jetzt auch schon preiswerte (qualitätsgeminderte) Miniplasttransistoren zu bekommen sind und Parameterstreuungen von Halbleitern in der digitalen Technik relativ unkritisch sind.

Der Aufwand der im folgenden beschriebenen Digitaluhr ist besonders groß, weil als Frequenznormal ein Präzisionsquarz von 100 kHz in einem Thermostaten verwendet wird und eine sechsstellige Anzeige erfolgt. Es fällt jedoch nicht schwer, das Prinzip der Uhr zu vereinfachen, indem niederfrequenter und billigere Quarze ohne Thermostat verwendet werden und auf die Sekundenanzeige verzichtet wird. In den folgenden Abschnitten werden noch weitere Vereinfachungen vorgeschlagen.

Gesamtfunktion

Das Blockschaltbild ist im Bild 1 wiedergegeben. Die Funktion ergibt sich daraus wie folgt:

Die Quarzstufe erzeugt eine Sinusspannung von 100 kHz. Diese Spannung wird in einer Impulsformerstufe zu einer Rechteckfunktion umgeformt, die genügend steile Flanken aufweist, um damit die Zähldekaden ansteuern zu können. Zunächst müssen die 100-kHz-Impulse zu einer 1-Sekunden-Folge heruntergeteilt werden. Im vorliegenden Fall geschieht das in fünf dekadischen Teilern (Z 1 von WF).

Die 1-Sekunden-Folge triggert den dekadischen Sekundenzähler (Z 1), der wiederum die Anzeigestufe (A 1 H) mit der

Ziffernanzeigeröhre für die Sekundendarstellung ansteuert. Von Null aus beginnend wird bei jedem 10. Impuls (exakt beim Übergang des Zählers von 9 auf 0) vom Sekundenzähler ein Übertragimpuls für die nächste Stufe abgeleitet.

Diese Stufe (Z 1–6) zählt die Sekundenzehner und bringt sie gleichzeitig (auf dem Baustein A 1 H–6) zur Anzeige, ähnlich wie es mit den Sekundeneinern geschieht. Im Gegensatz zu den Einern dürfen die Zehner nur bis sechs zählen, da bei 60 Sekunden eine Minute voll ist und der Übertrag auf den Minuteneiner erfolgen muß. Präzise ausgedrückt zählt der Sekundenzehner von 0...5 und kehrt bei Erreichen der 6 automatisch auf die 0 zurück. Bei dieser Rückkehr entsteht der Übertragimpuls, der (über Taste Ta₁) auf den Stundenzähler gelangt.

Bei der Stundenzählung, sowohl beim Einer als auch beim Zehner, funktioniert zunächst ebenfalls alles analog den Sekunden, jedoch dürfen die Stundenzähler nicht weiter als bis 24 zählen, entsprechend der Stundenzahl eines Tages. Der Stundeneiner muß demzufolge zweimal von 0...9 zählen, beim drittenmal jedoch (wenn der Stundenzehner die Ziffer 2 erreicht hat) nur bis 4. Dann müssen sowohl Stundeneiner wie auch Stundenzehner auf 0 gestellt werden. Dies geschieht automatisch durch die Rückstellstufe.

Die ganze Schaltung wird im vorliegenden Fall durch einen Netzteil gespeist, der die Hauptspannungen (+8,4 V und -2,1 V) für die Zähler elektronisch stabilisiert. Es ist jedoch durchaus denkbar, unstabilisierte Spannungen zu verwenden, da die verwendeten Dekaden äußerst unanfällig gegenüber Spannungsschwankungen sind. Wenn sich die Minusspannung annähernd proportional der Plusspannung ändert, können für letztere alle Werte zwischen 4 und 15 V zugelassen werden.

Lediglich impulsförmige Spannungsänderungen mit steilen Flanken müssen ausgesiebt werden, um Störungen zu vermeiden.

Um Ausfälle der Netzspannung zu überbrücken, enthält die verwendete Schaltung noch eine Hilfsbatterie, die bei Netzausfall den Quarzgenerator und die Zähldekaden weiterspeist. Während des Netzausfalls erfolgt damit zwar keine Ziffernanzeige, doch erscheint bei beendetem Ausfall sofort wieder die exakte Zeit auf den Ziffernröhren.

Für die Zeitkorrektur an einer digitalen Uhr gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten. Bei der Präzisionsausführung der Uhr hat sich eine einfache Variante am besten bewährt: Mit der Taste Ta₁ kann die Stundenanzeige eingestellt werden.

Bauanleitung

Solange diese Taste gedrückt wird, gelangen Sekundenimpulse auf den Stundeneiner, so daß mit jeder Sekunde die Anzeige um eine Stunde weitergeschaltet wird. Nach Erreichen der richtigen Stundenanzeige wird die Taste losgelassen. Die Einstellzeit beträgt dabei also ungünstigstenfalls 23 Sekunden. Die Minuten- und Sekundenkorrektur erfolgt auf anderer Basis. Bei einer Präzisionsuhr wie der vorliegenden hat ein Nachstellen nur Sinn durch einen Vergleich mit einem genauen Zeitzeichen. Da dieses nur zu jeder vollen Stunde zur Verfügung steht, kann sich auch die Korrektur der Minuten und Sekunden auf eine Nullstellung beschränken, d. h., bei einer Korrektur wird vor dem letzten Zeitzeichen, der die volle Stunde angibt, die Taste Ta₂ gedrückt und damit die Minuten- und Sekundenanzeige auf 0 gebracht. Mit dem letzten Zeitzeichen ist die Taste loszulassen und damit das Weiterzählen einzuleiten. Praktisch wird außer den Sekunden- und Minutenzählern noch der letzte 10 : 1-Teiler beim Betätigen von Ta₂ auf 0 gestellt. Damit ist gewährleistet, daß von der elektrischen Seite her eine Zeitkorrektur auf $\leq -0,1$ Sekunde möglich ist. Würde dieser Teiler nicht mit rückgestellt, wäre die Einstellgenauigkeit „nur“ ≤ -1 Sekunde.

Die einzelnen Stufen

Quarzgenerator

Hier wurde die in dem Beitrag „Transistorisierte Quarzoszillatoren“ [rfe 18 (1969), H. 3, S. 87] beschriebene Prinzipschaltung verwendet. Allerdings wurden in der Uhr Siliziumtransistoren eingesetzt und statt der Elektrolytkondensatoren Lackfilmtypen. Außerdem wurde die Versorgungsspannung (8,4 V) an die des übrigen Geräts angepaßt (s. Bild 2).

Thermostat

Das Thermostatgehäuse besteht aus etwa 1 mm dickem Kupferblech und hat die Abmessungen 40 mm \times 40 mm \times 80 mm. Eine Schmalseite ist als Deckel ausgebildet. Auf diesem Deckel ist der gesamte Quarzgenerator als Einsteckeinheit montiert. Die Heizwicklung wurde aus umsponnenem Draht direkt auf den Kupferbehälter gewickelt.

Die Isolation des Thermostaten besteht aus einem Schaumpolystyrolkasten. Die Wandstärken betragen etwa 10 mm. Das Schaltbild der Temperaturregelung zeigt Bild 3. Als Temperaturfühler wird ein Heißleiter (5...10 k Ω bei 20 °C) verwendet. Dieser Widerstand ist mit Klebestreifen innen direkt am Thermostatgehäuse befestigt.

Die Schaltung arbeitet ohne Kontakte und ohne Leistungstransistor, obgleich die Heizleistung immerhin 2,4 W beträgt. Dies wird durch eine Impulsschaltung erreicht. T_1 und T_2 arbeiten als Differenzverstärker, um äußere Einflüsse auf die Schaltung weitgehend zu kompensieren. Bei Ansteigen der Temperatur wird der Widerstand des Heißleiters T_h kleiner. Diese Änderung wird durch T_1 und T_3 verstärkt und bewirkt bei irgendeiner (an R_6 einstellbaren) Temperatur, daß der Schmitt-Trigger T_4 und T_5 umklappt, d. h., T_4 geht von den leitenden in den nichtleitenden Zustand über, T_5 umgekehrt. Über D_2 wird der bis dahin leitende T_6 dadurch gesperrt, die Heizung wird somit abgeschaltet. Beim Absinken der Temperatur am Thermistor schaltet sich analog zum Vorhergesagten die Heizung wieder ein. Zwischen Ein- und Ausschalten liegt ein Temperaturspiel von weniger als $\pm 0,1^\circ\text{C}$. T_6 hat bei 20°C eine max. zulässige Verlustleistung von $0,6\text{ W}$. Da grundsätzlich durch den vorgeschalteten Schmitt-Trigger nur zwei Schaltzustände möglich sind, tritt trotz der Heizleistung von $2,4\text{ W}$ keine Überlastung von T_6 auf: Im Sperrzustand liegt zwar die volle Spannung ($\approx 16\text{ V}$) an T_6 , es fließt aber kein Strom. Im Flußzustand dagegen fließt zwar der maximale Strom ($\approx 0,2\text{ A}$), aber die Restspannung am Transistor ist kleiner als 1 V , d. h., die Verlustleistung am Transistor beträgt etwa $0,2\text{ W}$. Das liegt weit unter den zulässigen Grenzwerten. Auch strommäßig wird T_6 bei dem im Schaltbild vorgegebenen Typ nicht überlastet.

C_1 ist erforderlich, um Störimpulse, die bei dem engen und ungeschirmten Aufbau leicht überkoppeln können, kurzzuschließen.

Impulsstufe

Das Schaltbild der Impulsstufe zeigt Bild 4. T_1 bis T_4 bilden dabei den Impulsformer, der den vom Quarzgenerator gelieferten 100-kHz -Sinus in eine Mäanderspannung mit steilen Flanken umformt. T_1 dient hierbei als Verstärker, T_2 und T_3 stellen einen Schmitt-Trigger dar, T_4 ist eine Trennstufe. Mit dem Potentiometer R_3 kann der Arbeitspunkt des Schmitt-Triggers eingestellt werden. Am unkritischsten ist eine Einstellung, bei der die abgegebene Mäanderspannung annähernd symmetrisch ist. T_5 bis T_7 bewirken das Zurückstellen der Stundenanzeige auf Null bei Erreichen

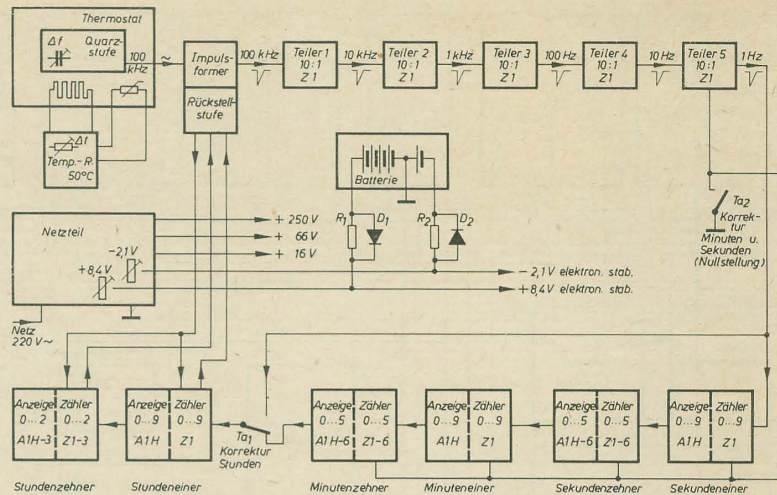


Bild 1: Blockschaltbild der Präzisionsuhr mit Digitalanzeige

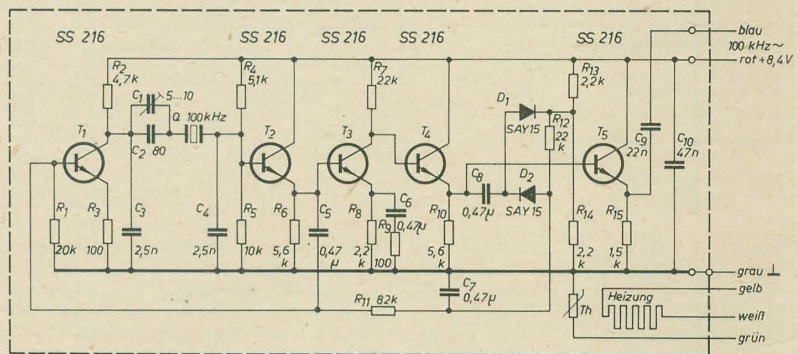


Bild 2: Quarzstufe

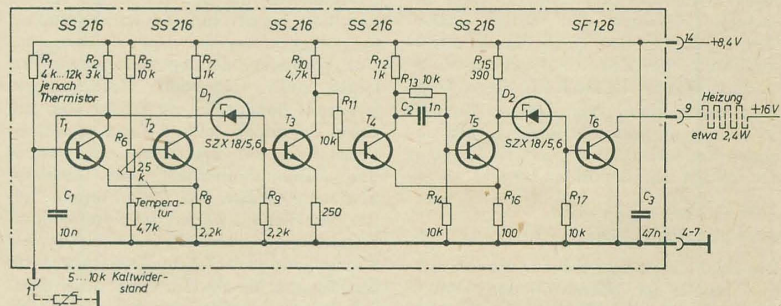


Bild 3: Temperaturregler

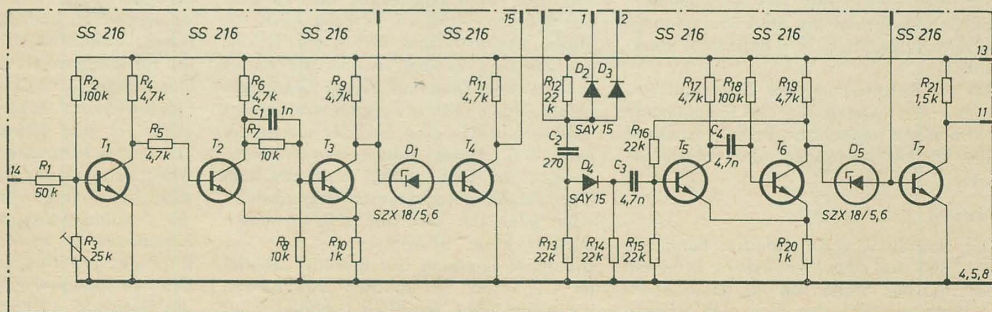
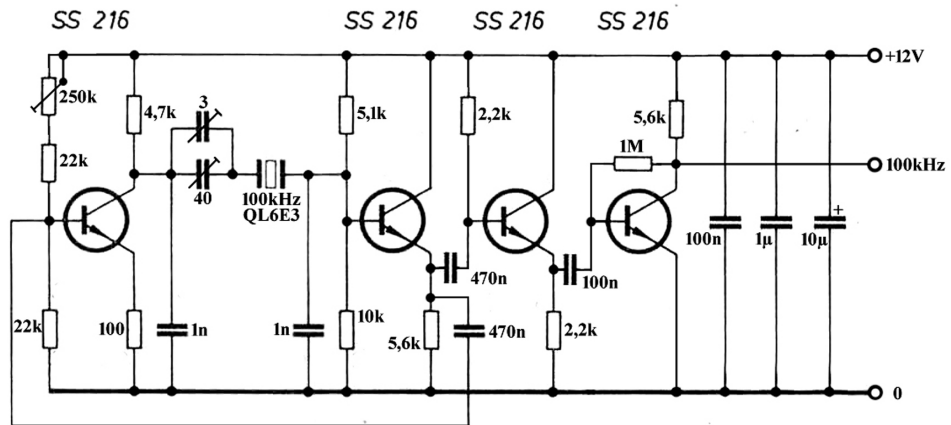


Bild 4: Impulsstufe

Quarzgenerator in der Uhr von Arnim



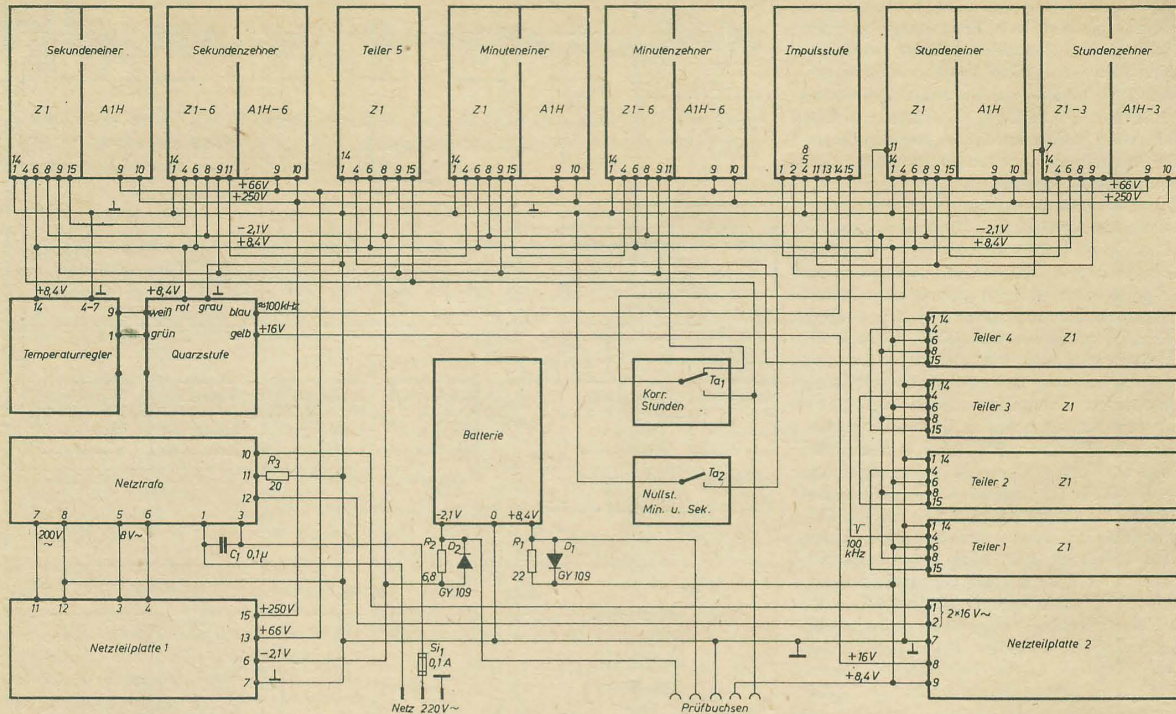


Bild 5: Gesamtschaltung

der 24. Zu diesem Zweck werden zwei Impulsspannungen aus den Stundenzählern entnommen und dem Gatter D_2 , D_3 , R_{12} zugeführt. Der erste Gattereingang (Katode von D_2) erhält eine positive Spannung, wenn der Zehnerstundenzähler auf 2 springt. Erreicht danach der Einerstundenzähler die 4, so wird auch der zweite Gattereingang (Katode D_2), der solange Massepotential hatte, positiv. Damit gelangt über C_2 , D_4 , C_3 ein positiver Sprung auf den monostabilen Multivibrator T_5 und T_6 , wodurch diese Kippstufe einen Impuls von einigen hundert μs Länge erzeugt, der über T_7 als negative Rechteckspannung die Nullstellung der beiden Stundenzähler bewirkt.

Teiler Z1 sowie Zähl- und Anzeigestufen A1H/Z1

Die Schaltbilder und die Funktionen wurden bereits im oben erwähnten Heft 5 (1970) ausführlich erläutert. Die Funktionen von A1H/Z1 und A1V/Z1 sind identisch. Beide Bausteine unterscheiden sich nur durch ihre Anschlußnummern, die Bauhöhen und die Steckrichtungen (V = vertikal steckbar, H = horizontal steckbar). Bei der Beschreibung der Zähl- und Anzeigestufen wurden für die Bauelemente keine Werte angegeben. Tabelle 1 enthält die Dimensionierungen des Mustergerätes.

Netzteil

Der Netzteil wird in ähnlicher Form wie die Zähl- und Anzeigebausteine in einem der nächsten Hefte von rfe beschrieben. Deshalb erübrigt sich hier eine genaue

Beschreibung. Gegenüber dem Standardnetzteil wurden jedoch bei der Uhr die elektronisch geregelten Ausgangsspannungen von $\pm 12V$ und $-4V$ auf $\pm 8,4V$ und $-2,1V$ herabgesetzt. Auch für den Netzteil wurden in Tabelle 1 bereits die Werte für die Bauelemente angegeben. Die Positionsbezeichnungen beziehen sich auf den erwähnten Beitrag und sind bereits auf die herabgesetzten Ausgangsspannungen zugeschnitten.

Das Festlegen der Spannungswerte erfolgte nach folgenden Überlegungen. Einerseits genügt für die Zähler eine positive Spannung von $4V$ zur einwandfreien Funktion, andererseits wird jedoch die Stömpfindlichkeit mit kleinerer Spannung größer. Die Thermostatschaltung funktioniert wegen der Kopplung mit Z-Dioden nur oberhalb $6,5V$ sicher. Bei Verwendung von Trocken(Blei-)Akkus als Stromquelle für die Gangreserve ist demzufolge die Verwendung von vier Zellen für die positive und von einer Zelle für die negative Versorgungsspannung sinnvoll. Da die Trockenakkus bei höheren Spannungen als $2,1V$ je Zelle leicht zu gasen beginnen und damit die Gefahr des Platzens besteht, wurde die Ladepannung je Zelle auf diesen Wert festgelegt. Die erreichte Gangreserve beträgt dabei mehr als eine Stunde, sofern ein genügend langer Ladezyklus vorausgegangen ist. Das genügt durchaus zum Überbrücken gelegentlicher Stromausfälle oder aber um die Uhr z.B. in einen anderen Raum zu bringen. Die Pufferschaltung der Batterie arbeitet im Gegensatz zu üblichen Schaltungen kontaktlos. Das Nachladen erfolgt über

die strombegrenzenden Widerstände R_1 und R_2 (Bild 5), da die Dioden D_1 und D_2 bei dieser Betriebsart in Sperrichtung betrieben werden. Bei Ausfall der Netzspannung ist die Stromrichtung bei den Dioden umgekehrt, d. h., der Strom fließt von der Batterie zur Schaltung, parallel zu R_1 bzw. R_2 liegen also die niederohmigen Durchlaßwiderstände der Dioden. Diese Schaltung hat lediglich den Nachteil, daß bei Batteriebetrieb die Versorgungsspannungen für die Schaltung um die Durchlaßspannungen der Dioden kleiner sind als bei Netzbetrieb. Die Spannungsdifferenz beträgt bei Germaniumdioden etwa $0,5V$. Diese Differenz wirkt sich auf die Funktion der Schaltung nicht nachteilig aus.

Da der Batteriebetrieb einen Zustand darstellt, der in der Regel nur selten und dann nur kurzzeitig eintritt, dürfte es auch unkritisch sein, daß während des Netzausfalls die Ziffernanzeige verlöscht und der Thermostat nicht geheizt wird. Bei höheren Ansprüchen wäre es jedoch durchaus denkbar, separat eine größere Batterie zu verwenden und daraus auch die restlichen Funktionen der Uhr bei Stromausfall für längere Zeit zu speisen.

Der Kondensator C_1 (Bild 5) parallel zur Primärwicklung des Netztransformators vermeidet die Bildung von Spannungsspitzen bei Abschalten der Netzspannung. Ohne Kondensator kann bei der unabgeschirmten inneren Verdrahtung der Uhr die Sekundenanzeige bei einer Netzunterbrechung zusätzlich zum normalen Rhythmus um eine oder mehrere Sekunden vorspringen. Die Windungszahlen des Netztrafos enthält Tabelle 2.

Tabelle 1

Baustein/Bauelement	Wert
Zähler	
C ₁ ...C ₈	100 pF
D ₁ ...D ₁₃	SAY 15
T ₁ ...T ₈	SS 216 (C oder D)
R ₃ /R ₄ /R ₅ /R ₇ /R ₁₁ /R ₁₂ /R ₁₄ /R ₁₅ / R ₂₀ /R ₂₁ /R ₂₂ /R ₂₃ /R ₂₅ /R ₂₉ /R ₃₁ /R ₃₂	10 kΩ, 0,125 W
R ₂ /R ₅ /R ₁₀ /R ₁₃ /R ₁₉ /R ₂₂ /R ₂₇ /R ₃₀	1,5 kΩ, 0,125 W
R ₇ /R ₈ /R ₉ /R ₁₇ /R ₁₈ /R ₂₅ /R ₂₉ /R ₃₃ /R ₁₆	33 kΩ, 0,125 W
Anzeigestufe	
D ₁ ...D ₇	SAY 15
Rö ₁	Z 570 M
T ₁ ...T ₁₀	SS 202
R ₁ /R ₂	330 Ω, 0,125 W
R ₃ ...R ₇	22 kΩ, 0,125 W
R ₉ ...R ₁₈	100 kΩ, 0,125 W
R ₈	47 kΩ, 0,25 W
Netzteil, Platine 1	
C ₁	5 μF/350 V
C ₂	1000 μF/25 V
C ₃ /C ₄	50 μF/25 V
D ₁	SY 208
D ₂ ...D ₄	SZX 18/22
D ₅ ...D ₈	SAY 12
D ₉ /D ₁₀	nur 1 Stück SZX 18/1
T ₁	SF 126
T ₂	SS 216
R ₁	33 kΩ, 2 W
R ₂	entfällt
R ₃ /R ₄	680 Ω, 0,125 W
R ₅	Einstellregler 250 Ω
R ₆	0 Ω (Drahtbrücke)
Netzteil, Platine 2	
C ₁ /C ₂	1000 μF/25 V
C ₃ /C ₄	50 μF/25 V
D ₁ /D ₂	SY 200
D ₃	SZX 18/5,6
T ₁	SS 216
T ₂	KU 601
R ₁ /R ₂	680 Ω, 0,125 W
R ₃	Einstellregler 250 Ω
R ₄	410 Ω, 0,125 W

Mechanischer Aufbau

Der mechanische Aufbau ergibt sich aus Bild 6. Die Grundplatte für die Montage der Baueinheiten ist etwa 240 mm × 200 mm groß und aus 1,5 mm starkem Leichtmetall. Die Tasten Ta₁ und Ta₂ zur Zeitkorrektur sind an der Unterseite vertieft angebracht, um sie für die normale Funktion unsichtbar zu machen und um ein versehentliches Betätigen zu vermeiden. Die Ansicht der Musteruhr zeigt Bild 8.

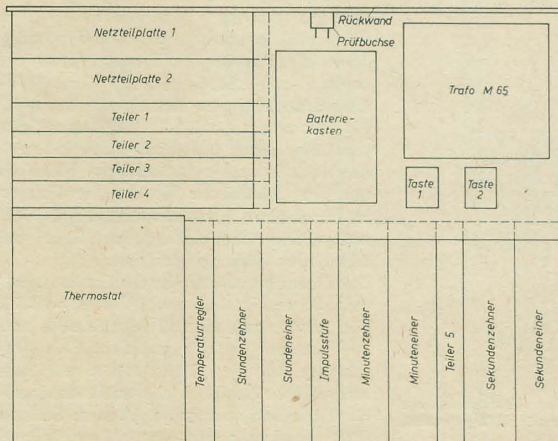


Bild 6: Aufbau der Digitaluhr

Bild 7: Gehäuse der Digitaluhr

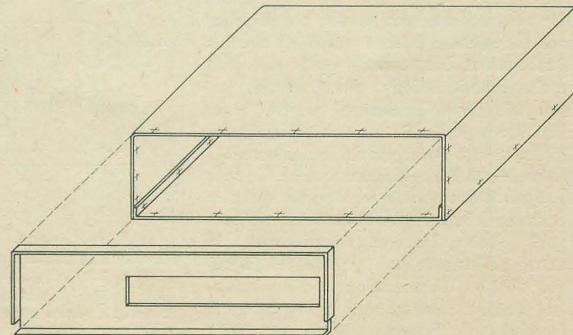


Tabelle 2

Netztrafo M 65			
Wicklung	Windungen/ Drahtstärke	Spannung	Anschlüsse
I	1680/0,25 CuL	220 V primär	1-3
II	1720/0,13 CuL	≈ 220 V	7-8
III	70/0,16 CuL	≈ 8 V bei Nennlast	3-4
IV/1	150/0,3 CuL	≈ 16,5 V	10-11
IV/2	150/0,3 CuL	≈ 16,5 V	11-12

Das Gehäuse besteht im vorliegenden Fall aus drei Teilen 0,5-mm-Stahlblech, die entsprechend Bild 7 zusammengesetzt und miteinander punktverschweißt sind. Das Muster wurde nach dem Grundieren mit Folie (Holzimitation) beklebt und dünn überlackiert. Die Frontplatte wurde in folgenden Arbeitsgängen hergestellt:

1. Herstellen eines Papierpositivs von dem gewünschten Namenszug
2. Zuschneiden einer etwa 3 mm dicken Glasplatte, so daß diese von vorn genau in die eingeschweißte Blechfrontplatte eingelegt werden kann
3. Aufkleben des Namenszuges mit der Schichtseite von hinten auf die Glasfrontplatte (3 D-Kleber o.ä.)
4. Abdecken des Bildfensters für die Ziffernanzeigeöhren auf der Rückseite der Frontscheibe durch Prenaband
5. mehrfaches Überstreichen der vorher sorgfältig gereinigten und entfetteten Scheibenrückseite mit Latexfarbe
6. Ausschneiden des Farbanstriches hart am Rand der Bildfensterabdeckung mit Rasierklinge und vorsichtiges Herauslösen der Abdeckung
7. Spritzen des Bildfensters mit durchsichtigem rotem Lack

Die Frontscheibe wird zum Schluß nur in die Vorderseite des fertigen Gehäuses eingelegt und durch einen vernickelten Messingrahmen gehalten. Dieser Rahmen besteht aus Vierkantmaterial, das genutet und aus vier Stücken hart zusammengelötet wurde. Die Nut zeigt nach hinten und wird auf den vorderen Rand des Gehäuses aufgeschoben und verklebt. Die Befestigung der Grundplatte ein-

schließlich des elektrischen Aufbaus im Gehäuse erfolgt mit den vier Schrauben, die auch die U-förmigen Füße halten. Die Rückwand ist mit zwei Schrauben am Einschub befestigt und kann mit diesem aus dem Gehäuse gezogen werden. Damit ist eine einfache (De)Montage des Gerätes gewährleistet.

Vereinfachungen

Einige Vereinfachungen wurden bereits innerhalb des vorausgegangenen Textes erläutert. Die einfachste Ausführung dürfte sich jedoch wie folgt realisieren lassen:

Auf die Wiedergabe der Sekunden wird verzichtet, da diese Anzeige mit sinkender Genauigkeit der Uhr sinnlos wird. Als Impulsgeber könnte ein relativ billiges mechanisches Uhrwerk mit Sekundenzeiger und elektrischem Aufzug verwendet werden. Der Sekundenzeiger bewegt sich dann jede Minute durch eine Lichtschranke, bestehend aus einem kleinen Lämpchen und einer Fotodiode, die direkt auf den Eingang des beschriebenen Impulsbausteins geschaltet werden kann. Damit werden unmittelbar und ohne zusätzliche Frequenzteiler Minutenimpulse erzeugt, die, wie bei der Gesamtfunktion beschrieben, zur Anzeige gebracht werden.

Auf die Gangreserve kann verzichtet werden, ebenso (bei ausreichender Siebung) auf die elektronische Spannungsregelung. Als Netztrafo dürfte dann auch ein M 55-Schnitt genügen. Natürlich ist auch ein Betrieb synchron mit der Netzfrequenz möglich. Von allen Varianten weist diese allerdings die weitaus geringste Genauigkeit auf. Innerhalb von 24 Stunden kann eine derartige Uhr erfahrungsgemäß um mehr als zehn Minuten gegenüber dem Sollwert nachgehen. Diese Abweichung wird meist auch nicht wieder eingeholt. Zwischen der Präzisionsausführung der Uhr und der beschriebenen einfachsten Variante gibt es natürlich eine ganze Reihe von Zwischenlösungen, die jeder Anwender nach eigenem Ermessen abwandeln kann.

Die beschriebene Schaltung verwendet
Fortsetzung auf Seite 646

Aktive Filter für tiefe Frequenzen

Dipl.-Ing. LOTHAR HARMS

Mitteilung aus der Entwicklungsstelle des VEB Schiffselektronik Rostock in Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Informationselektronik der Sektion Technische Elektronik der Universität Rostock

Resonanzverstärker für tiefe Frequenzen lassen sich optimal nur mit aktiven RC-Filtern realisieren. Es gibt dafür mehrere Gründe. Schaltungen mit Induktivitäten sind für tiefe Frequenzen wegen der großen Abmessungen der Spulen ungeeignet. Außerdem sind Induktivitäten bei tiefen Frequenzen mit großen Verlusten behaftet. Auch für eine Schaltungsintegration sind RC-Schaltungen besser geeignet als solche mit Induktivitäten.

Die einzig vernünftige Möglichkeit, solche aktiven Filter aufzubauen, besteht darin, in den Rückkopplungsweig eines Verstärkers einen RC-Vierpol mit dem Charakter eines Sperrfilters zu schalten (Bild 1) [1]. Der Verstärker ist notwendig, um die Charakteristik des Rückkopplungsvierpols zu invertieren, also eine Bandsperr im Rückkopplungsweig zu einem Bandpaßverhalten des Gesamtsystems umzuformen.

Die Verstärkung eines Verstärkers mit der Leerlaufverstärkung v_0 , der mit dem Faktor f rückgekoppelt ist, wird berechnet nach

$$v = \frac{1}{\frac{1}{v_0} + f} \quad (1)$$

Ist darin die Leerlaufverstärkung v_0 genügend groß, so kann $1/v_0$ gegen f vernachlässigt werden, und es ergibt sich für die Gesamtverstärkung die Näherung

$$v \approx \frac{1}{f} \quad (2)$$

Das bedeutet, bei genügend großer Verstärkung werden die Eigenschaften des Resonanzverstärkers allein von den Eigenschaften des Rückkopplungsvierpols, also von passiven Bauelementen, bestimmt. Das ist insbesondere für die Temperatur- und Langzeitstabilität von Vorteil, da hier die Halbleiterbauelemente sehr anfällig sind. Gleichung (2) zeigt auch deutlich die oben beschriebene Inversion des Charakters des Rückkopplungsvierpols.

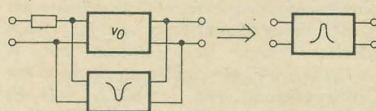


Bild 1: Verstärker mit Sperrfilter im Rückkopplungsweig

Rückkopplungsvierpole

Als Rückkopplungsvierpole werden für Resonanzverstärker hauptsächlich drei Schaltungsvarianten benutzt:

- das überbrückte T-Glied,
- das Doppel-T-Glied,
- die Wien-Brücke.

Die Eigenschaften dieser drei Netzwerke sollen nun anhand der Ortskurve ihrer Spannungsübertragungsfunktion diskutiert werden.

a) Das überbrückte T-Glied

Das in Bild 2a dargestellte überbrückte T-Glied wird als symmetrisch angenommen mit $R_1 = R_2 = R$, um dadurch die Rechnung übersichtlicher zu machen. Für eine unsymmetrische Schaltung gelten sinngemäß die gleichen Überlegungen. Das Verhalten der Schaltung wird durch die Spannungsübertragungsfunktion $H(p)$ in der komplexen Frequenzebene beschrieben. $H(p)$ tritt hier an die Stelle des komplexen f in Gl. (1). Zur Berechnung von $H(p)$ wird das überbrückte T-Glied zunächst entsprechend Bild 2b etwas umgewandelt. Darin bedeuten Z_1 ,

Fortsetzung von Seite 641

(mit Ausnahme der Batterie-Pufferschaltung) durchweg Siliziumhalbleiterbauelemente, die zur Zeit für Bastler noch relativ schwer zu bekommen sind.

Es ist naheliegend, eine Umstellung auf Germaniumbauelemente zu versuchen, zumal von der thermischen Beanspruchung her bei der vorliegenden Anwendung die Siliziumtechnik kaum erforderlich ist. Grundsätzlich ist eine derartige Umstellung natürlich möglich, die Schwierigkeiten und erforderlichen Änderungen sind jedoch erheblich. Lediglich die Dioden könnten ohne Risiko auf einen Germanium-Spitzendiodentyp umgestellt werden. Die Hauptschwierigkeit bei der Umstellung der Transistoren auf pnp-Typen in den Zählern und den Anzeigestufen würde darin bestehen, daß zum Sperren der jeweils neun nicht benötigten Ziffern in jeder Ziffernanzeigeröhre die entsprechenden neun Steuertransistoren Strom ziehen müssen, anstatt wie bei der (npn-) Siliziumtechnik gesperrt zu sein. Das bedeutet einen mehrfachen Lei-

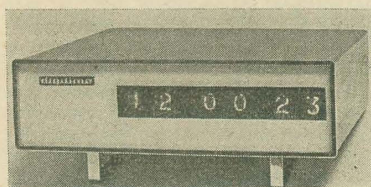


Bild 8: Ansicht der Musteruhr Werkfoto

stungsbedarf, der bei dem gedrängten Aufbau keinesfalls zulässig ist, ganz abgesehen von der erforderlichen Vergrößerung des Netzteils. Die gemischte Transistorbestückung (z. B. Zähler Germanium, Anzeige Silizium) setzt ebenfalls weitgehende Änderungen voraus, um die Steuerpotentiale des Germanium- und des Siliziumteils einander anzugleichen. Nicht kritisch ist es, wenn statt der vorgegebenen Transistorentypen andere npn-Typen verwendet werden. Eine Stromverstärkung > 20 dürfte in allen Fällen ausreichen. Sperrstromwerte sind dabei weitgehend unkritisch.

Technische Daten

- Gangabweichung: ≤ 20 s/Jahr (Maximalwert bei Verwendung eines ungealterten Präzisionsquarzes, der im Umkehrpunkt des Temperaturkoeffizienten betrieben wird). Die mittlere Gangabweichung ist erheblich geringer, zumindest bei Verwendung eines vorgealterten Quarzes.
- Thermostat: Temperatur einstellbar von $\approx 40 \dots 60$ °C
- max. Abweichung von der eingestellten Temperatur: $\leq \pm 0,1$ °C
- Heizleistung: $\approx 2,4$ W, kontaktlos geschaltet
- Gangreserve bei Spannungsausfall: ≥ 1 h bei einer vorausgegangenen Ladezeit von mindestens 10 h
- Pufferbatterie: 5 Trockenakkus 2 V/250 mA/h
- Pufferschaltung: vollautomatisch
- Gehäuseabmessungen in mm: $250 \times 210 \times 70$
- Masse: ≈ 4 kg
- Stromaufnahme: ≈ 18 VA

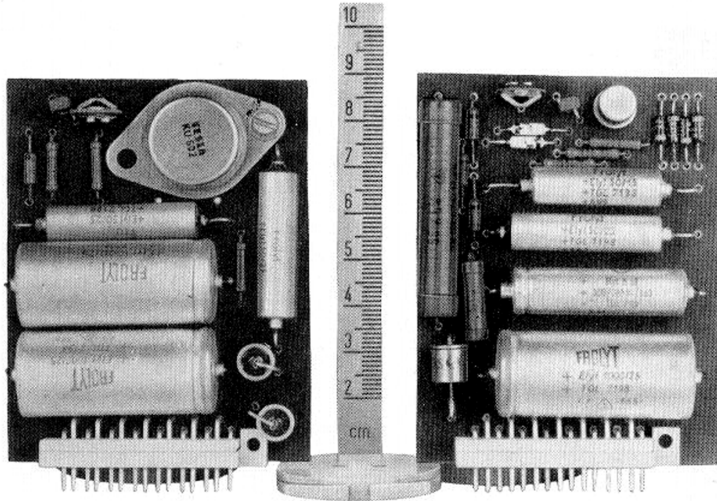
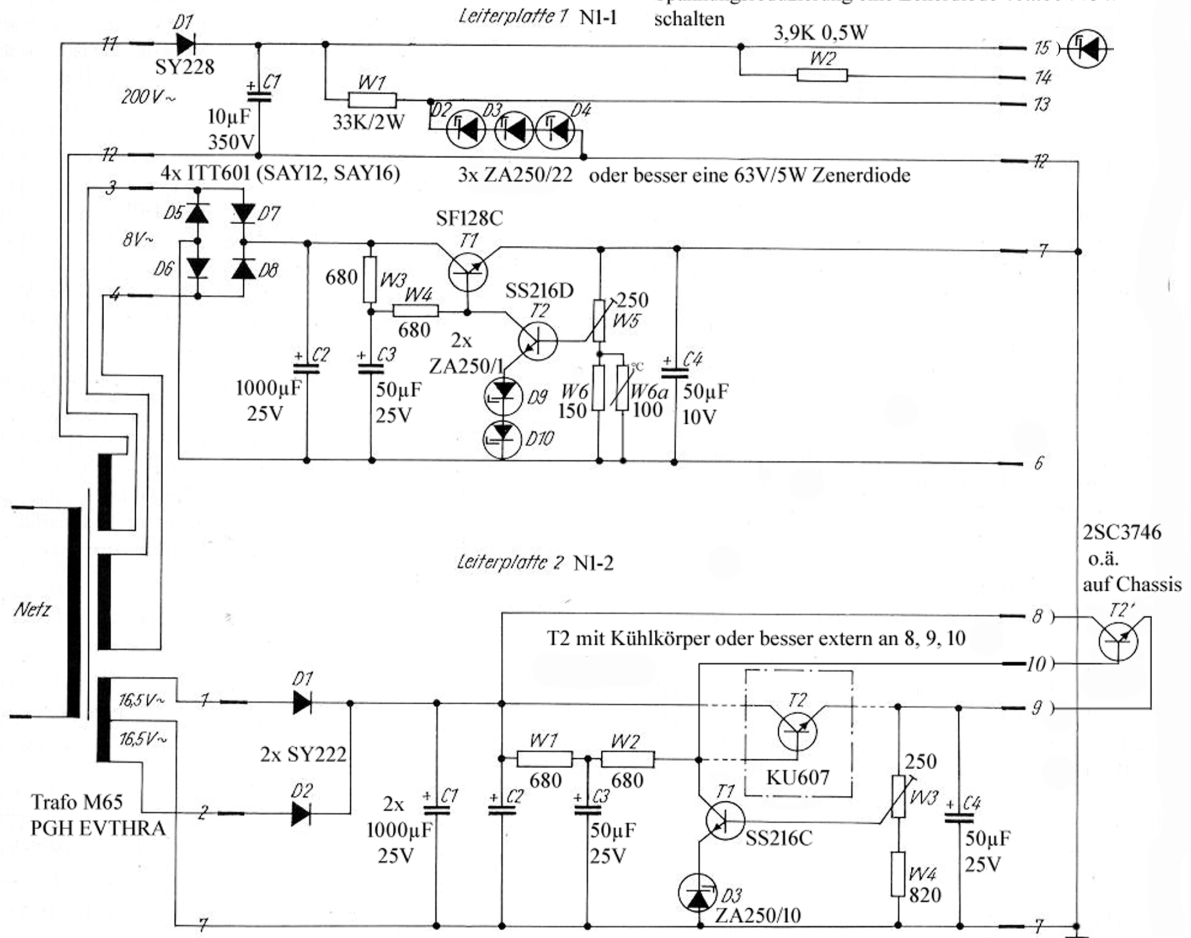


Bild 1
Ansicht der beiden Leiterplatten des
Netzbausteines

Bild 2: Schaltbild des gesamten Netzbausteines

Bei Originaltrafo (220V~) an 230V~ Netzspannung
zwischen Steckerstift 15 und Uhren-Schaltung zur
Spannungsreduzierung eine Zenerdiode 40...60V 5W
schalten



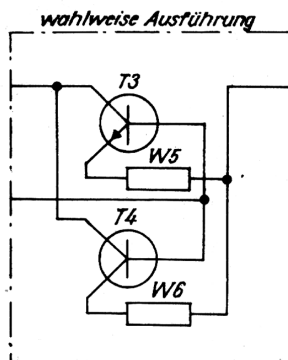
Anschlußschema Steckerleiste	
3	8 V ~
4	
6	- 4 V
7	Masse
11	200 V ≈
12	
13	+ 66 V
14	+ 250 V (Anschluß bei 1 yis 4 Al)
15	+ 250 V (Anschluß bei 4 bis 8 Al)

Bild 3a: Anschlußschema der Leiterplatte 1 (Ub2, Ub3, Ub4)

Anschlußschema Steckerleiste	
1	16,5 V ~ gegen Anschluß 7
2	16,5 V ~ gegen Anschluß 7
7	Masse
8	+ 16 V
9	+ 12 V

Bild 3b: Anschlußschema der Leiterplatte 2 (Ub1)

Bild 4: Schaltungsanzug für das Regelteil mit 2 parallel geschalteten Längstransistoren



Digitalbausteine aus dem VEB Werk für Fernsehelektronik

B. STANDFUSS

Mitteilung aus dem
VEB Werk für Fernsehelektronik Berlin

Seit geraumer Zeit ist international abzusehen, daß die bislang zur Lösung von Zählproblemen benutzten Dekadenzählröhren durch Bausteine auf Halbleiterbasis in Kombination mit Anzeigeröhren abgelöst werden. Mit dem Übergang auf derartige Bausteine hat sich gleichzeitig die Möglichkeit ergeben, dem Anwender eine Reihe von Bausteinen zur Verfügung zu stellen, die als Bauelemente in seine Erzeugnisse eingehen. Der Vorteil liegt in der Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten. Der Kunde profitiert durch dieses System, indem ihm zur Lösung seiner Probleme Schaltungsentwicklungsarbeiten weitgehend abgenommen werden.

Die im VEB Werk für Fernsehelektronik entwickelten Bausteine sind ausnahmslos mit diskreten Bauelementen bestückt. In den folgenden Beiträgen werden alle Bausteine sehr ausführlich beschrieben, um dem Anwender den Einsatz oder eventuelle Reparaturen zu erleichtern.

In diesem und in später folgenden Beiträgen werden vorerst die nachstehenden Bausteine behandelt:

1. Zählbaustein Z 1 (0-9)
2. Zählbaustein Z 1-6 (0-6)
3. Zählbaustein Z 1-3 (0-3)
4. Anzeigebaustein A 1 V und A 1 H
5. Anzeigebaustein A 1 V-6 und A 1 H-6
6. Anzeigebaustein A 1 V-3 und A 1 H-3
7. Kombination A 1 V/Z 1 und A 1 H/Z 1
8. Netzteil N 1
9. Impulsbaustein J 1
10. Vorwahlbaustein W 1

1. Zählbaustein Z 1 (Bild 1)

Der Zählbaustein Z 1 ist ein Binärzähler, der nach dem 1-2-4-8-Code arbeitet. Das Schaltbild des aus vier bistabilen Multivibratoren bestehenden Zählers zeigt Bild 2a. Ein solcher Zähler erreicht nach 16 Impulsen wieder seine Ausgangsstellung. Durch geeignete Schaltungsmaßnahmen ist der Zähler so verändert, daß sechs Impulse übersprungen werden und der Zähler demzufolge nach dem 10. Impuls bereits wieder in seine Ausgangsstellung zurückgekehrt ist. Dekadische

Ausgangssignale stehen jedoch erst nach entsprechender Decodierung zur Verfügung. Die technischen Daten des Zählers werden in der Tabelle nach Abschnitt 3 angegeben.

Zur Ansteuerung des Zählers ist ein negativer Spannungssprung von $2V \leq \hat{u}$

$\leq 12V$ Amplitude erforderlich. Der kleinstmögliche Wert ist von verschiedenen Faktoren, wie geforderte Grenzfrequenz und Flankensteilheit des Eingangsimpulses, abhängig. Die Anstiegszeit muß kleiner als $50 ns/V$ sein. Der Eingangssprung

Fortsetzung auf Seite 163

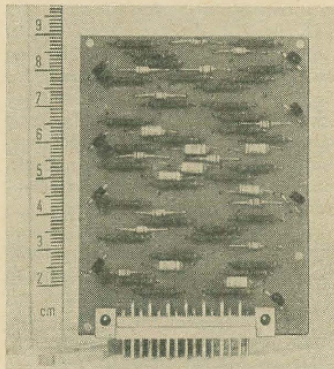
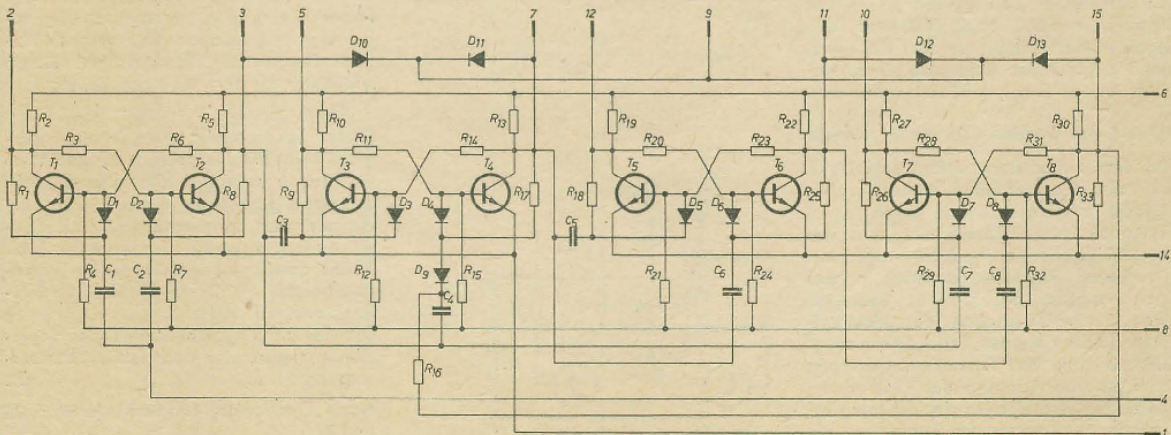


Bild 1: Leiterplatte des Zählbausteins Z 1 (Werkfoto)

Anschlußschema der Steckerleiste

- | | |
|----|---|
| 1 | Masse |
| 2 | Anschluß 11 von A 1 V, 14 von A 1 H |
| 3 | Anschluß 9 von A 1 V, 7 von A 1 H |
| 4 | Trigger-Impuls |
| 5 | Anschluß 14 von A 1 V, 5 von A 1 H |
| 6 | + 12 V |
| 7 | Anschluß 8 von A 1 V, 6 von A 1 H |
| 8 | - 4 V |
| 9 | Rückstellung |
| 10 | Anschluß 12 von A 1 V, 7 von A 1 H |
| 11 | Anschluß 15 von A 1 V, 8 von A 1 H |
| 12 | Anschluß 13 von A 1 V, 4 von A 1 H |
| 14 | Masse |
| 15 | Impuls-Ausgang Anschluß 7 von A 1 V, 12 von A 1 H |

Bild 2: a) (unten) Schaltbild des Zählbausteins Z 1, b) (oben) Anschlußschema der Steckerleiste des Bausteins Z 1



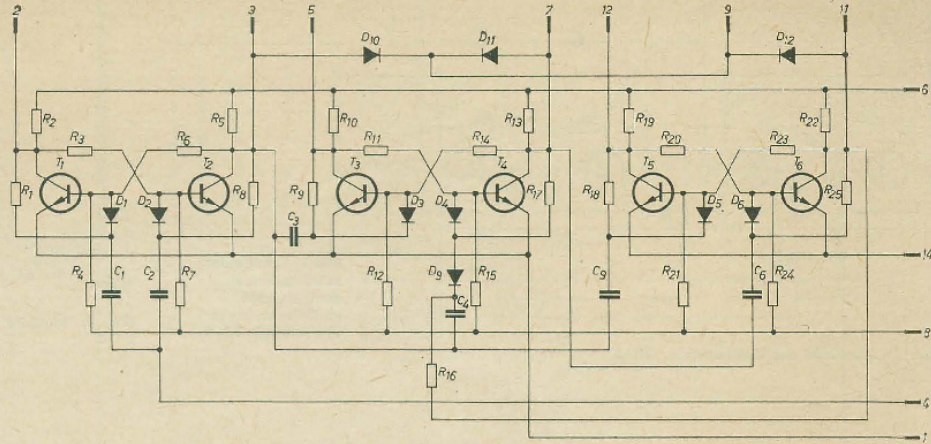


Bild 4: Schaltbild des Zählbausteins Z1-6

impuls wird kapazitiv auf den Zähler eingekoppelt. Koppelkondensatoren sind nicht erforderlich, sie sind bereits im Zähler vorhanden.

Im Bild 3 sind die Schaltzustände aller Transistoren während des Zählvorgangs dargestellt. Vom 1. bis zum 9. Impuls wird normal binär gezählt. Danach erfolgt das erforderliche Überspringen von sechs Schaltzuständen. Nach dem Eintreffen des 9. Impulses sind der 1. und der 4. bistabile Multivibrator in Arbeitsstellung, so daß die Transistoren T₁ und T₇ leitend sind. Am Kollektor des Transistors T₈ liegt damit ein Potential von etwa +10 V. Dieses Potential sperrt die Diode D₉. Durch den 10. Impuls wird der 1. bistabile Multivibrator in seine Ruhelage gekippt. Am Kollektor des Transistors T₂ entsteht dadurch ein negativer Impuls, der nur den 4. bistabilen Multivibrator in seine Ruhelage kippt. Die gesperrte Diode D₉ läßt diesen Impuls nicht an T₄ gelangen. Nach dem 10. Impuls ist also

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
0	L	0	L	0	L	0	L	0
1	0	L	L	0	L	0	L	0
2	L	0	0	L	L	0	L	0
3	0	L	0	L	L	0	L	0
4	L	0	L	0	0	L	L	0
5	0	L	L	0	0	L	L	0
6	L	0	0	L	0	L	L	0
7	0	L	0	L	0	L	L	0
8	L	0	L	0	L	0	0	L
9	0	L	L	0	L	0	0	L
0	L	0	L	0	L	0	L	0
	1		2		4		8	

Bild 3: Tabelle der Schaltzustände der einzelnen bistabilen Multivibratoren für den Baustein Z1

wieder die Nullstellung erreicht. Die beschriebenen Schaltvorgänge spielen sich in relativ kurzen Zeiten ab, bestimmen aber die Grenzfrequenz des Zählers.

In der Praxis ordnet man jedem bistabilen Multivibrator in seiner Arbeitsstellung eine bestimmte Wertigkeit zu. Der erste bistabile Multivibrator erhält die Wertigkeit 1, der zweite die Wertigkeit 2, der dritte die Wertigkeit 4 und der vierte die Wertigkeit 8. Zur Bestimmung der dekadischen Zahl werden in der entsprechenden Zeile im Bild 3 die Wertigkeiten addiert.

Beispiel: In der 8. Zeile sind der 1., 2. und 3. Multivibrator in Arbeitsstellung. Die Wertigkeiten 1, 2 und 4 werden also addiert. Daraus ergibt sich die dekadische Zahl 7.

Der Zähler kann in jedem beliebigen Schaltzustand auf 0 zurückgestellt werden. Dazu ist es notwendig, den Rückstellanschluß (9) mit Masse zu verbinden. Die Dioden D₁₀ bis D₁₃ dienen zur Entkopplung der entsprechenden Ausgänge. Über diesen Dioden liegt beim Betätigen der Nullstellung das Massepotential an den Kollektoren der Transistoren T₂, T₄, T₆ und T₈. Die Folge davon ist eine Verschiebung des Basispotentials der Transistoren T₁, T₃, T₅ und T₇ ins Negative, wodurch diese Transistoren gesperrt werden. Nachdem dieser Schaltzustand eingetreten ist, kann das Massepotential am Rückstellanschluß entfallen, ohne daß eine nachträgliche Veränderung des Schaltzustandes eintritt. Die Rückstellung kann auch durch einen Impuls ausgelöst werden.

Erreicht der Zähler innerhalb eines Zählvorgangs wieder die Nullstellung, so kann am Kollektor des Transistors T₈ ein Impuls entnommen werden. Dieser Impuls ist so beschaffen, daß er sich zur direkten Ansteuerung eines weiteren Zählbausteins Z1 eignet. Der Ausgangspegel beträgt für das 0-Signal ≤ 0,5V und für das L-Signal ≥ 9V. Es lassen sich also Zähler mit beliebiger Stellenzahl ohne zusätzliche Koppelglieder aufbauen. Der

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
0	L	0	L	0	L	0
1	0	L	L	0	L	0
2	L	0	0	L	0	L
3	0	L	0	L	0	L
4	L	0	L	0	0	L
5	0	L	L	0	0	L
6	L	0	L	0	L	0
	1		2		4	

Bild 5: Tabelle der Schaltzustände der bistabilen Multivibratoren für den Baustein Z1-6

Zähler Z1 ist vorwiegend zur Ansteuerung des Anzeigebausteins A1 vorgesehen. Er kann aber auch zur Ansteuerung beliebiger Baugruppen verwendet bzw. im Leerlauf betrieben werden. Der kleinste zulässige Lastwiderstand beträgt 3 kΩ gegen +12 V. Im Bedarfsfall ist es durchaus möglich, den Zähler mit verminderten Betriebsspannungen zu betreiben (U₁ = +4,5V; U₂ = -1,5V). In diesem Fall reduziert sich der aufgenommene Strom ebenfalls auf 1/2 des Werts bei Normalbetrieb. Der im Vorangegangenen beschriebene Zähler ist für Zählfrequenzen von 0 Hz ··· 150 kHz vorgesehen. In der Weiterentwicklung wird eine Erhöhung der Grenzfrequenz angestrebt.

2. Zählbaustein Z1-6

Dieser Baustein wurde speziell für elektronische Uhren und Zeitmeßgeräte entwickelt. Er entspricht im wesentlichen dem Baustein Z1, zählt aber nur bis zu 5. Aus diesem Grunde konnte der Aufwand an Bauelementen verringert werden. Für alle Zähler wird die gleiche Leiterplatte verwendet. Das Schaltbild des Bausteins zeigt Bild 4. Da dieser Baustein aus drei

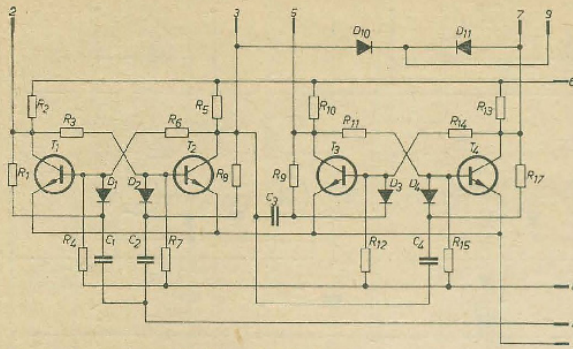


Bild 6: Schaltbild des Zählbausteins Z1-3

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
0	L	0	L	0
1	0	L	L	0
2	L	0	0	L
3	0	L	0	L
0	L	0	L	0

Bild 7: Tabelle der Schaltzustände der bistabilen Multivibratoren für den Baustein Z1-3

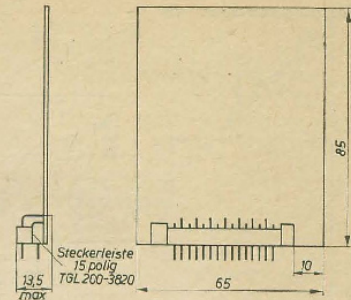


Bild 8: Maßbild für die Bausteine Z1, Z1-3, Z1-6

bistabilen Multivibratoren besteht, erreicht er nach acht Impulsen wieder seine Nullstellung. Zur Erfüllung seiner Funktion müssen zwei Impulse übersprungen werden. Dieser Vorgang ist ähnlich dem des Bausteins Z1 und soll hier nicht noch einmal beschrieben werden. Die Tabelle der Schaltzustände im Bild 5 verdeutlicht die Vorgänge während des Zählvorgangs. Die Rückstellung ist ebenfalls analog der des Bausteins Z1.

3. Zahlbaustein Z1-3

Der Zählbaustein Z1-3 zählt bis zur Zahl 3. Sein Einsatzgebiet wird vorwiegend in der Zehner-Stundenanzeige elektronischer Uhren liegen. Dieser Zähler ist ebenfalls auf der gleichen Leiterplatte wie der Baustein Z1 untergebracht, benötigt aber, wie das Schaltbild (Bild 6) zeigt, weniger Bauelemente. Der Baustein besteht aus zwei bistabilen Multivibratoren und erreicht nach vier Impulsen wieder seine Nullstellung. Beim Einsatz in einer elektronischen Uhr erscheint mit der Zahl 24 ein Impuls, der den Zehner- und Einer-Stundenzähler auf 0 zurückstellt. Die Tabelle Bild 7 zeigt die Schaltzustände während des Zählvorgangs. Die folgenden technischen Daten sind für alle Zählbausteine gleich, die Bausteine unterscheiden sich nur in ihrem Zählumfang.

Betriebswerte

	normal	vermindert	
Betriebsspannung +U _{B1} :	12	4,5	V
-U _{B2} :	4	1,5	V
Betriebsstrom I _{B1} :	28	10	mA
I _{B2} :	5	1,5	mA
Steuerspannung -U _{S1} :	2...8	2...8	V
Ausgangsspannung +U _{L.out} :	-0,5	-0,5	V
-U _{L.out} :	-9	-4	V
Zählfrequenz f _{Zähl} :	max 150		kHz
Übergangstemperatur +θ _{amb} :	max 70		°C
-θ _{amb} :	max 10		°C
Betriebslage:	beliebig		
Masse:	25 g		
Steckerleiste:	15pol. TGL 200-3820		
Buchsenleiste:	15pol. TGL 200-3820		
Hersteller:	Elektrogerätewerk Gornsdorf		
Abmessungen:	siehe Bild 8		

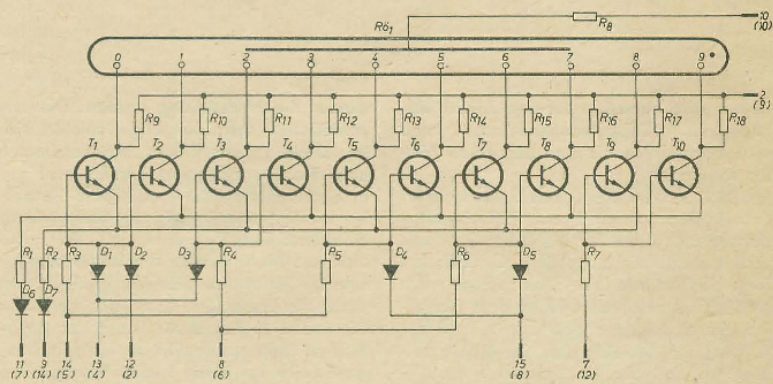


Bild 9: Schaltbild der Bausteine A1H bzw. A1V. Die in Klammern gesetzten Zahlen bezeichnen die Anschlußstifte des Bausteins A1H

4. Anzeigebausteine A1H und A1V

Die Bausteine A1H und A1V dienen zur Darstellung der Ziffern 0...9 und sind mit der Kaltkathoden-Ziffernanzeigröhre Z 570 (mit Rotfilterüberzug) bzw. Z 5700 M (ohne Rotfilterüberzug) bestückt. Die zur Ansteuerung der Ziffernanzeigröhre erforderlichen Anzeigeverstärker sowie die vereinfachte Matrix zur Umsetzung eines BCD-Signals in das erforderliche dekadische Signal sind ebenfalls auf dem Baustein angeordnet. Beide Anzeigebausteine sind von der Schaltung her völlig gleichartig aufgebaut. Sie unterscheiden sich nur in ihrem mechanischen Aufbau. Der Baustein A1V wird vertikal in die Buchsenleiste eingeschoben und der Baustein A1H horizontal. Das Schaltbild für beide Bausteine ist im Bild 9 dargestellt. Da beide Bausteine elektrisch völlig gleichwertig sind, beziehen sich die folgenden Ausführungen auf den Baustein A1V. Die notwendigen Verbindungen zwischen Zählbaustein Z1 und Anzeigebaustein A1V bzw. A1H gehen aus den Tabellen der Bilder 10a und 10b hervor. Die Betriebsspannung wird der Anzeigerröhre über den Widerstand R₈ gegen Masse zugeführt. Es leuchtet jeweils die

2 + 60...100 V	2 Anschluß 10 von Z1
7 Anschluß 15 von Z1	4 Anschluß 12 von Z1
8 Anschluß 7 von Z1	5 Anschluß 5 von Z1
9 Anschluß 3 von Z1	6 Anschluß 7 von Z1
10 + 200...250 V	7 Anschluß 2 von Z1
11 Anschluß 2 von Z1	8 Anschluß 11 von Z1
12 Anschluß 10 von Z1	9 + 60...100 V
13 Anschluß 12 von Z1	10 + 200...250 V
14 Anschluß 5 von Z1	12 Anschluß 15 von Z1
15 Anschluß 11 von Z1	14 Anschluß 3 von Z1

Bild 10: Anschlußschema des Bausteins A1V (links), Anschlußschema des Bausteins A1H (rechts)

Ziffer, deren Steuertransistor geöffnet ist. Eine kombinierte Dioden-Widerstandsmatrix auf dem Anzeigebaustein sorgt für die erforderliche Decodierung des Ausgangssignals des Zählbausteins Z1. Die Funktion dieser Matrix soll am folgenden Beispiel erläutert werden. Die Emitter der Ansteuertransistoren aller ungeraden Ziffern sind untereinander verbunden und gehen an den Anschluß 2 des Zählbausteins. Alle Emitter der Ansteuertransistoren der geraden Ziffern sind ebenfalls miteinander verbunden und gehen an den Anschluß 3 des Zählbausteins. In der Nullstellung des Zähl-

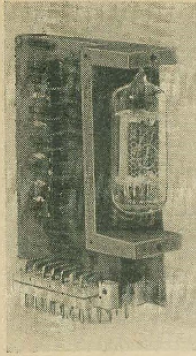
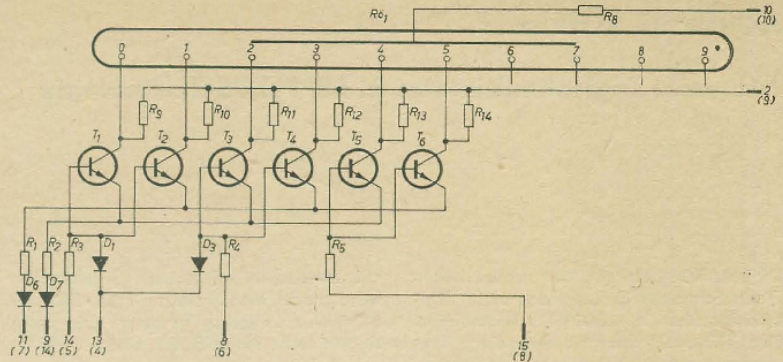


Bild 11: Abbildung des kombinierten Bausteins A 1 V/Z 1 (Werkfoto)

Bild 12: Schaltbild der Bausteine A 1 H-6 und A 1 V-6. Die in Klammern gesetzten Zahlen bezeichnen die Anschlußstifte des Bausteins A 1 H-6



bausteins liegen also alle Emitter der Steuertransistoren der geraden Zahlen auf annähernd Massepotential. Soll der 0-Transistor geöffnet werden, so muß seiner Basis eine positive Spannung zugeführt werden. Diese Spannung wird über den Anschluß 14, der zum Anschluß 5 des Zählers geht, zugeführt. In der Nullstellung des Zählers ist der Transistor T_3 gesperrt, so daß am Anschluß 5 ein Potential von etwa $+10V$ steht. An den Anschlüssen 12 und 13 liegen ebenfalls $+10V$ an, so daß die Dioden D_1 und D_2 gesperrt sind. Der Steuertransistor für die Ziffer 0 ist also in dieser Stellung geöffnet.

Wird der Zähler um einen Schritt weitergeschaltet, so erhält der Emitter des vorher geöffneten Transistors ebenfalls $+10V$. In diesem Fall ist zwischen Basis und Emitter keine für einen entsprechenden Basisstrom ausreichende Potentialdifferenz vorhanden, und der Transistor ist gesperrt.

Schaltet der Zähler wieder einen Schritt weiter, so hat der Emitter des 0-Transistors zwar wieder Massepotential, aber der 0-Transistor bleibt gesperrt, da am Anschluß 14 ebenfalls Masse liegt. Hat der Zähler die Zahl 4 erreicht, so liegt der Emitter des 0-Transistors wieder auf Masse. Das positive Potential am Anschluß 14 ist ebenfalls vorhanden. Der 0-Transistor bleibt gesperrt, denn am Anschluß 13 liegt Massepotential an (Bild 3). Die Diode D_1 ist dadurch geöffnet, und die nötige Basisvorspannung kann nicht entstehen. Die Ein- bzw. Ausschaltung aller anderen Ziffern ist analog dem hier beschriebenen Beispiel der Ziffer 0.

Der Anzeigebaustein A 1 V und der Zählbaustein Z 1 lassen sich zu einem Zähl- und Anzeigebaustein A 1 V/Z 1 verbinden. Damit wird auf kleinstem Raum eine komplette Zähldekade mit Zifferanzeige (Bild 11) realisiert. Desgleichen läßt sich aus dem Anzeigebaustein A 1 H und dem Zählbaustein Z 1 die komplette Zähldekade A 1 H/Z 1 aufbauen. In der Weiterentwicklung ist vorgesehen, den Anzeigebaustein mit einer Ziffernanzeigeröhre mit Dezimalpunkt zu bestücken. Der Dezimalpunkt kann je nach Anzeigeröhre rechts (Z 573 M) bzw. links (Z 574 M) neben der Ziffer erscheinen. Die Ansteuerung des Dezimalpunktes erfolgt wie die

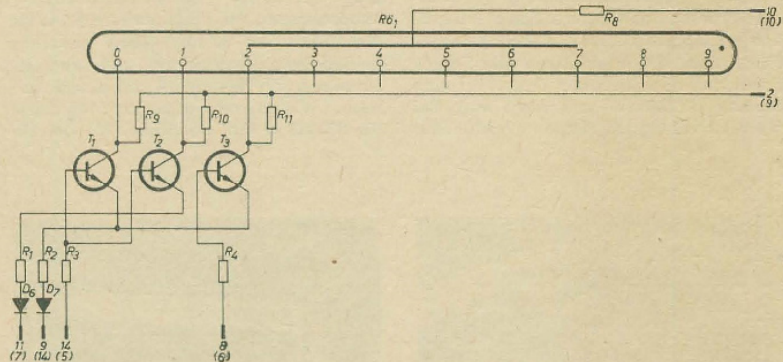


Bild 13: Schaltbild der Bausteine A 1 H-3 und A 1 V-3. Die in Klammern gesetzten Zahlen bezeichnen die Anschlußstifte des Bausteins A 1 H-3

Ansteuerung der Ziffern durch einen entsprechenden Schalttransistor. Beide Varianten des Anzeigebausteins werden wahlweise mit der Anzeigeröhre mit Rotfilter-Lacküberzug oder mit der Anzeigeröhre ohne Überzug geliefert.

5. Anzeigebausteine A 1 H-6 und A 1 V-6

Beide Bausteine entsprechen im wesentlichen den Bausteinen A 1 H und A 1 V. Mit diesen Bausteinen lassen sich nur die Ziffern 0...5 darstellen, sie sind vorwiegend zur Kombination mit dem Baustein Z 1-6 bestimmt. Auf Grund ihrer Funktion sind die Bausteine A 1 H-6 und A 1 V-6 ebenfalls nur soweit mit Bauelementen bestückt, wie es erforderlich ist. Das Schaltbild beider Bausteine geht aus Bild 12 hervor.

Die Funktion der Matrix ist bereits im Zusammenhang mit den Bausteinen A 1 H und A 1 V beschrieben. Für die Anwendung gilt das unter 2. bereits gesagte.

6. Anzeigebausteine A 1 H-3 und A 1 V-3

Die Anzeigebausteine A 1 H-3 und A 1 V-3 entsprechen ebenfalls den Bausteinen A 1 H bzw. A 1 V, sind aber sehr stark vereinfacht und dienen zur Darstellung der Ziffern 0...3. Beide Bausteine sind zur Kombination mit dem Baustein Z 1-3 bestimmt. Das Schaltbild der Bausteine zeigt Bild 13. Alle Einzelheiten der Bausteine sind bereits im Vorangegangenen beschrieben.

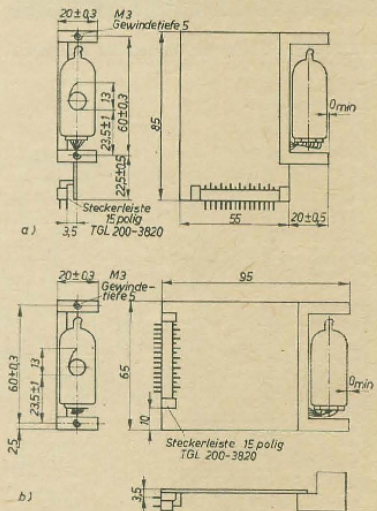


Bild 14: a) Maßbild des Bausteins A 1 V, b) Maßbild des Bausteins A 1 H

Technische Daten der Anzeigebausteine

Betriebsspannung $+U_B$:	200 V
Betriebsstrom I_B :	2 mA
Steuerspannung $+U_{st}$:	4 V
Umgebungstemperatur	
$+ \vartheta_{amb}$:	max 70 °C
$- \vartheta_{amb}$:	max 10 °C

Abmessungen siehe Bilder 14a und 14b.

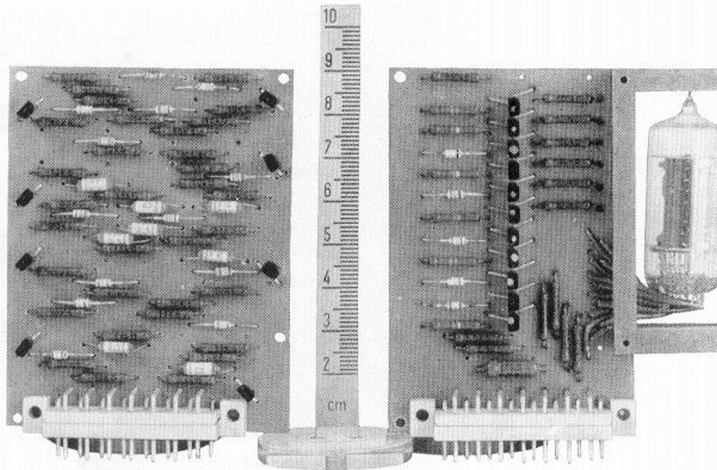


Bild 4
Zählbaustein Z1 und Anzeigebaustein
A1 (V)

Bild 5
Schaltbild des Anzeigebausteins A1 (V)
bzw. A1 (h). Die Zahlen in Klammern
bezeichnen die Anschlußstifte des Bau-
steines A1 (h)

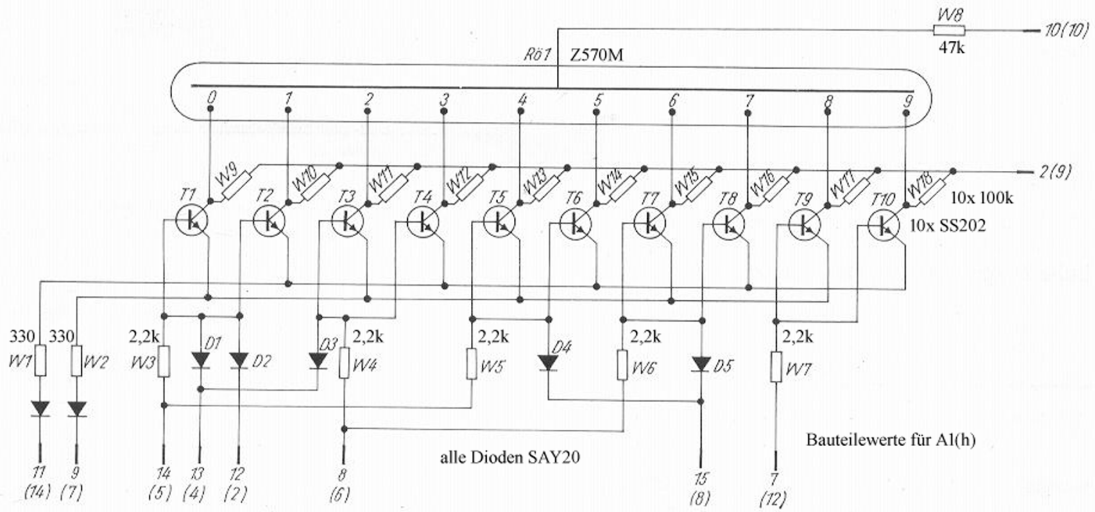


Bild 6a: Steckerbelegung des Zählbausteins Z1

Bild 6b: Steckerbelegung des Anzeigebausteins A1 V

Anschluschema Steckerleiste	
1	Masse
2	Anschluß 11 von A1V, 14 von A1H
3	Anschluß 9 von A1V, 7 von A1H
4	Trigger-Impuls
5	Anschluß 14 von A1V, 5 von A1H
6	+ 12 V
7	Anschluß 8 von A1V, 6 von A1H
8	- 4 V
9	Rückstellung
10	Anschluß 12 von A1V, 7 von A1H
11	Anschluß 15 von A1V, 8 von A1H
12	Anschluß 13 von A1V, 4 von A1H
13	
14	Masse
15	Impuls-Ausgang, Anschluß 7 von A1V, 12 von A1H

Anschluschema Steckerleiste	
1	
2	+ 60 ... 100 V
3	
4	
5	
6	
7	Anschluß 15 von Z1
8	Anschluß 7 von Z1
9	Anschluß 3 von Z1
10	+ 200 ... 250 V
11	Anschluß 2 von Z1
12	Anschluß 10 von Z1
13	Anschluß 12 von Z1
14	Anschluß 5 von Z1
15	Anschluß 11 von Z1