

Kleinquarzuhr — selbstgebaut

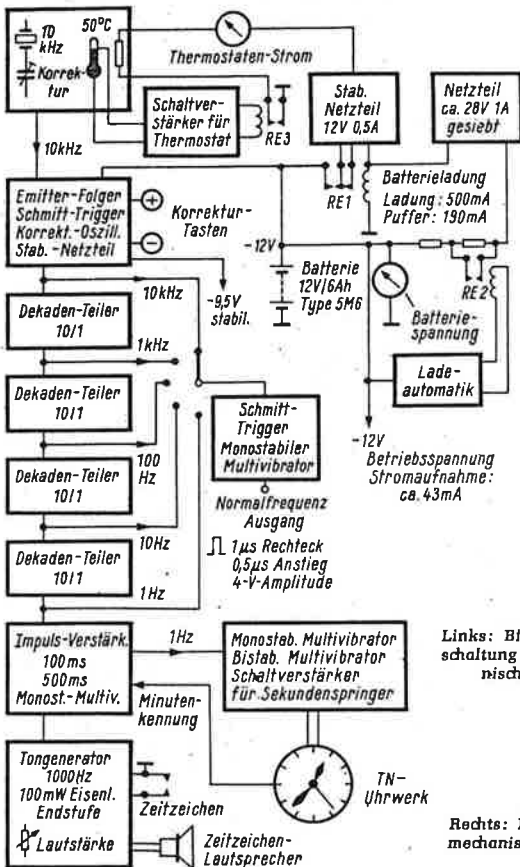
(OZN)

Für den Musteraufbau wurde ein dreipoliger Biegeschwingerquarz verwendet der, eingebaut im Thermostaten, für eine recht gute Stabilität von etwa $1 \cdot 10^{-7}$ sorgt. Wegen der niedrigen Frequenz werden an die vier dekadischen Teiler keine besonders hohen Anforderungen gestellt. Daher ist es möglich, alle Schaltungen bei guter Temperaturstabilität mit einem Minimum an Strom zu betreiben. Zusatzeinrichtungen lassen sich den jeweiligen Erfordernissen anpassen. Es wurden ein Zeitzeichengenerator mit Minutenkennung sowie ein Impulsausgang vorgesehen, der es gestattet, Rechteckimpulse hoher Flankensteilheit zu entnehmen (Bild 1).

Es wäre ohne Schwierigkeiten möglich, ein Sekundenschaltrelais einzubauen, um beliebig viele Nebenuhren zu steuern. Ein vom eigenen Netzteil gepufferter und automatisch geladener gasdichter Akkumulator sorgt für den Betrieb der Uhr während Transport oder Netzausfall. Bild 2 zeigt die Gesamtansicht der Uhr und Bild 3 den mechanischen Aufbau. Gut ist die gedrängte Konstruktion zu erkennen. Eine Verlängerungsplatte macht die gedruckten Steckplatinen für Reparaturen während des Betriebes zugänglich.

Der 10-kHz-Oszillator

Zusammen mit allen übrigen zum Oszillator gehörenden Schaltelementen ist der



Die Anforderungen an die Genauigkeit bestimmen den konstruktiven Aufwand für eine Quarzuhr und ihr Frequenznormal. Sehr konstante Quarze lassen sich im Bereich von 1 bis 5 MHz herstellen, jedoch bedingt diese hohe Ausgangsfrequenz einen großen Aufwand an Frequenzteilern. Bei der hier beschriebenen Uhr wurde zugunsten des sehr kleinen Volumens und des geringen Strombedarfes eine Ausgangsfrequenz von 10 kHz gewählt.

Vakuumquarz bei 50 °C in einem Thermostaten untergebracht. Bei der relativ niedrigen Schwingfrequenz ließ sich die beste Stabilität mit einem dreipoligen Biegeschwinger erzielen. Auf jeden Fall sollte eine hochwertige Ausführung Verwendung finden. Um die Belastung des Quarzes möglichst klein zu halten, wurde die Schwingerschaltung so ausgelegt (Bild 4), daß die Rückkopplungsbedingung gerade ausreichend erfüllt ist. Das Anschwingen dauert etwa 90 Sekunden. Mit Hilfe des Emitterkondensators läßt sich der Grad der Rückkopplung verändern. Da jeder Quarz im Laufe der Zeit durch Alterung schneller schwingt, sollte der Lufttrimmer (30 pF) für einen richtigen Abgleich zuerst vollständig herausgedreht sein. Als Widerstände werden die sehr konstanten Metallschicht-Ausführungen verwendet. Die mechanische Anordnung der Bauteile zeigt Bild 5. Hinten ist der Metallzylinder des Quarzes zu erkennen.

Um die Wärmekapazität des Thermostaten möglichst groß zu machen, sollte der Kupferzylinder, auf dem die Heizwicklung aufgebracht ist, recht dickwandig sein. Das Kontaktthermometer wird in einer Bohrung des Kupferzylinders montiert, wobei eine silikonhaltige Wärmeleitpaste für innigen Kontakt zum Thermometer sorgt. Der Heizer ist in einem Dewar-Gefäß¹⁾ untergebracht, das gegen Beschädigung von einem weiteren Metallzylinder geringer Wandstärke umgeben ist. Die so erreichte geringe Wärmeabgabe sorgt für einen sehr niedrigen Stromverbrauch und läßt Umgebungstemperaturen von -10 bis +45 °C zu. Die Queck-

silbersäule des 50-°C-Kontaktthermometers darf von der ersten Schaltung an nur mit wenigen Milliampere belastet werden. Den Strom des Heizers schaltet daher eine Transistor-Steuerstufe mit Relais. Eine Z-Diode in der Emitterleitung des Transistors bewirkt, daß der Heizer bei Unterschreiten einer bestimmten Batteriespannung nicht mehr einschaltet. So wird die Batterie sicher vor Tiefentladung geschützt, und die Uhr hat durch den stark reduzierten Stromverbrauch noch einige Stunden Gangreserve bei verminderter Genauigkeit. Bei den verwendeten Batterien, Typ 5 M 6, von Varta wurde diese Grenze auf 11 V festgelegt, die mögliche Betriebszeit aus den Batterien beträgt 15 bis 20 Stunden.

Trennstufe, Verstärker, Schmitt-Trigger und Korrekturoszillator

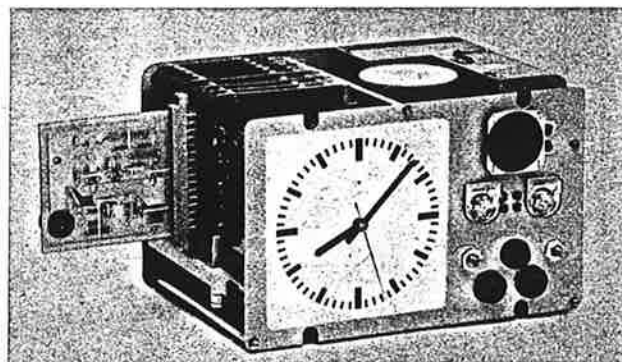
Das vom Quarzoszillator gelieferte Signal wird in einem Emitterfolger (Bild 6) entkoppelt und in einer weiteren, übersteuerten Stufe verstärkt, bevor es einen Schmitt-Trigger ansteuert. In den Emitter der Verstärkerstufe kann wahlweise ein Korrektur-



Bild 2. Gesamtansicht der selbstgebauten Kleinquarzuhr

¹⁾ Dewar-Gefäß = Doppelwandiges Gefäß, das zur Wärmeisolation dient.

Links: Bild 1. Blockschaltung der elektronischen Uhr



Rechts: Bild 3. Der mechanische Aufbau

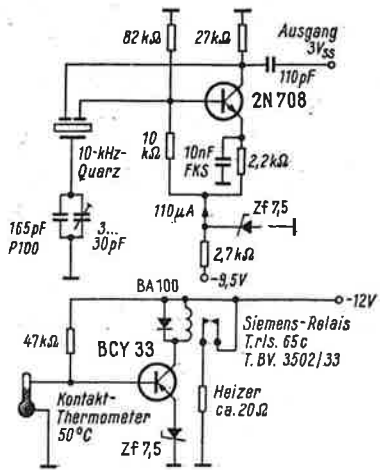


Bild 4. Quarzgenerator und Thermostatenschalter

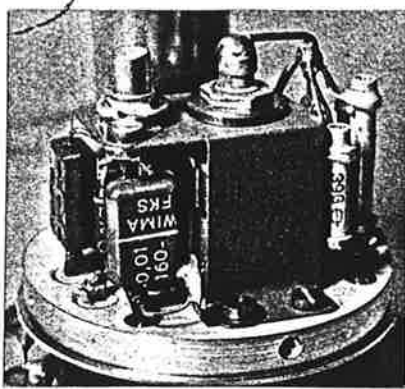


Bild 5. Der mechanische Aufbau des Quarz-oszillators. Im Hintergrund der Metallzylinder des Quarzes

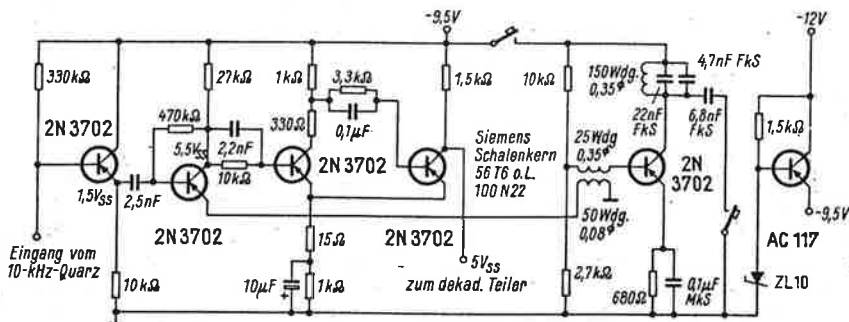


Bild 6. Die Schaltung von Trennstufe, Verstärker, Schmitt-Trigger, Korrektur-Oszillator und Stabilisierung. In die Verstärkerstufe kann mahlweise ein Korrektursignal von 10 500 Hz oder 9500 Hz eingespeist werden

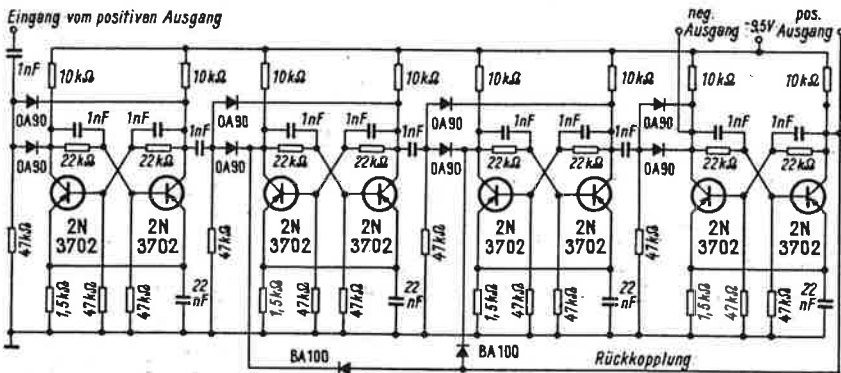


Bild 7. Schaltung eines der vier dekadischen Frequenzteiler 100 und 500 ms, die völlig gleichartig aufgebaut sind

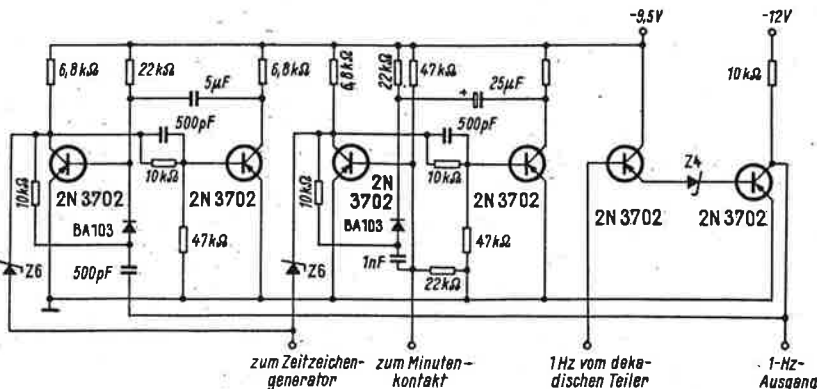


Bild 8. Schaltung des monostabilen Multiobibrators und 1-Hz-Impulsverstärkers

signal von 10 500 oder 9500 Hz eingespeist werden. Dieses Signal hat eine größere Amplitude als das vom Emitterfolger gelieferte und kann so die Ausgangsfrequenz des Schmitt-Triggers beeinflussen. Mit dieser einfachen Schaltungsanordnung ist es möglich, die Uhr elektronisch zu stellen. Die Frequenzen wurden so gewählt, daß sich durch nicht zu langes Einschalten des Korrekturoszillators die Zeit um einige Sekunden stellen läßt, wiederum aber auch eine Feinkorrektur um wenige Millisekunden möglich ist. Diesen Oszillator betätigen zwei an der Frontplatte versenkt montierte Drucktaster. Es wäre auch möglich, die Zeit durch einen geeichten Phasenschieber zu korrigieren, jedoch erschien der Aufwand in diesem Falle ungerechtfertigt hoch. Der Schmitt-Trigger liefert ein rechteckförmiges Ausgangssignal mit etwa 5 V Amplitude bei 1 µs Anstiegszeit.

Dekadische Frequenzteiler

Bild 7 gibt die Schaltung eines der vier völlig gleichartig aufgebauten Frequenzteiler wieder, die aus dem 10-kHz-Signal ein solches mit 1 Hz Folgefrequenz erzeugen. Jeweils vier Binärteiler, die normalerweise die Frequenz 1 : 16 untersetzen würden, sind so rückgekoppelt, daß sich ein Teilverhältnis von 1 : 10 einstellt. Der Stromverbrauch bei 9,5 V Betriebsspannung ist mit 3,5 mA je Teiler sehr günstig. Die Schaltung arbeitet von -20 bis +80 °C einwandfrei. Es wird jeweils der positive und negative Ausgang an die Steckerleiste geführt.

Impulsverstärker und Multivibratoren

Die vom letzten Frequenzteiler gelieferten Rechtecksignale mit 1 Hz Folgefrequenz verstärkt eine Schaltung bestehend aus Emitter- und Kollektorfollower (Bild 8). Die so erreichte gute Entkopplung ist notwendig, da mehrere Stufen mit diesem Signal angesteuert werden müssen.

Ein 100-ms- und ein 500-ms-(Minutenmarkierung) Rechteckgenerator erzeugen die Tastspannungen für den Zeitzeichengenerator. Die Steuerung erfolgt einmal aus dem Impulsverstärker, zum anderen durch einen zusätzlich angebrachten Kontakt am Uhrwerk. Dabei wurde der Kontakt so justiert, daß die Sekundenmarkierung eine geringe Zeit vor der Minutenmarkierung einsetzt. So bleibt die volle elektronische Genauigkeit des Zeitzeichens erhalten. Die Ausgänge der beiden monostabilen Multivibratoren sind über Z-Dioden zusammengeschaltet und tasten so den Zeitzeichengenerator.

Zeitzeichengenerator

Ein als LC-Generator aufgebauter 1000-Hz-Oszillator sorgt für eine gute Sinusform des Signales bei minimalem Schaltungsaufwand (Bild 9). Ein weiterer Transistor tastet den Oszillator, wobei sich der Zeicheneinsatz durch den Kondensator zwischen Kollektor und Emitter beeinflussen läßt. In einem Treiber mit nachfolgender eisenloser Endstufe wird das 1000-Hz-Signal auf etwa 100 mW an 5 Ω verstärkt und einem im Gerät enthaltenen Miniaturlautsprecher zugeführt. Über einen Drucktaster läßt sich das Zeitzeichen einschalten. Für Dokumentation oder dergleichen ist ein weiterer Ausgang an der Rückwand vorgesehen.

Uhrwerktreiber

Der verwendete Sekundenspringer (Telefonbau und Normalzeit) benötigt zum Betrieb eine Spannung wechselnder Polarität. Aus diesem Grunde wurde vor die Treibertransistoren AC 117 (Bild 10) nach Verstärkung ein bistabiler Multivibrator eingefügt.

Da das Uhrwerk einen relativ hohen Strom aufnimmt, zum Weiterspringen aber nur etwa 100 ms benötigt, werden die vier zum Umpolen der Spannung dienenden Transistoren über einen weiteren Transistor AC 117 nur für die Dauer von 250 ms eingeschaltet. Das Steuersignal für diesen Transistor erzeugt ein monostabiler Multivibrator. Den bistabilen und den monostabilen Multivibrator triggert der 1-Hz-Impulsverstärker.

Durch die Induktivität der Treibspule im Uhrwerk werden Nadelimpulse sehr hoher Spannung erzeugt, die zur Zerstörung der Transistoren AC 117 führen könnten. Zwei gegensinnig in Reihe geschaltete Z-Dioden begrenzen diese Spannungsspitzen auf etwa 12 V.

Dekadischer Frequenzausgang

Der mit einem pnp- und npn-Transistor aufgebaute monostabile Multivibrator (Bild 11) ist in der Lage, Rechteckimpulse hoher Flankensteilheit abzugeben. Die Anstiegszeit beträgt etwa 50 ns, das Rechteck ist 1 μ s lang. Die Oberwellen sind im gesamten Kurzwellenbereich gut hörbar, sie können so für die verschiedensten Eichzwecke benutzt werden. Um nicht die dekadischen Frequenzteiler rückwärts zu stören, mußte ein Schmitt-Trigger mit hochohmigem Eingang vorgeschaltet werden. So ist ein Abgreifen der Impulsfolgen 10 kHz, 1 kHz, 100 Hz, 10 und 1 Hz hinter den Teilern möglich (Bild 1), ohne beim Umschalten zusätzliche Impulse zu erzeugen, die einen Gangfehler der Uhr bedeuten würden. Da der Stromverbrauch der gesamten Schaltung bei 12 V etwa 60 mA beträgt, wird die Betriebsspannung mit dem Frequenzwähler eingeschaltet.

Stromversorgung

Um bei Netzausfall oder Transport die Uhr voll betriebsfähig zu halten, sind zwei 6-V/6-Ah-Deac-Sammler eingebaut. Die Betriebsspannung der Uhr wird direkt an den Batterien abgenommen, um einen kontinuierlichen Betrieb beim Umschalten von Netz- auf Batteriebetrieb zu gewährleisten.

Der Netztransformator liefert nach Gleichrichtung eine Spannung von etwa 28 V bei 1 A Last, die in einer Regelschaltung auf 12 V stabilisiert wird und zur Heizung des Thermostaten dient (Bild 12). Die höhere Spannung dient außerdem zum Puffern und automatischen Laden der Batterie. Da die Klemmenspannung zum Schluß der Ladung nicht ansteigt, mußte eine Regelschaltung verwendet werden, die außer der Batteriespannung auch ihre Eigentemperatur mit berücksichtigt. Zu diesem Zweck befindet sich ein NTC-Widerstand direkt an einem der beiden Batteriegehäuse, er ist elektrisch in die Regelschaltung einbezogen. Sinkt die Batteriespannung unter 14 V, so wird automatisch von Pufferbetrieb auf Ladung umgeschaltet. Der Ladevorgang bleibt so lange eingeschaltet, bis eine Klemmenspannung von 14 V überschritten ist und sich die Batterie um wenige Grade erwärmt hat. Diese Schaltung hat sich in der Praxis gut bewährt, außerdem ist eine Belastung durch Überladung ausgeschlossen. Die Pufferung erfolgt mit etwa 200 mA, der Ladestrom beträgt 550 mA. Kleinere Stromentnahmen werden durch den Pufferbetrieb gedeckt. Ein von der Regelschaltung gesteuertes Miniaturrelais schaltet den Ladestrom. Ein gleiches Relais sorgt für die Umschaltung von Netz- auf Batteriebetrieb des Thermostaten.

Der mechanische Aufbau

Bei den Gehäuseabmessungen von 250 mm Breite, 165 mm Höhe und 195 mm Tiefe

Bild 9. Die Schaltung des Zeitzeichengenerators. Die eisenlose Endstufe verstärkt das 1000-Hz-Signal auf etwa 100 mW an 5 Ω

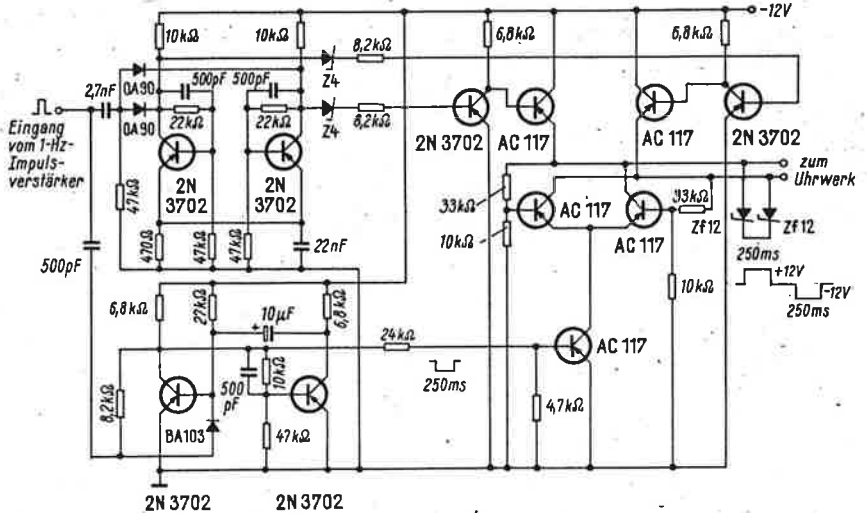
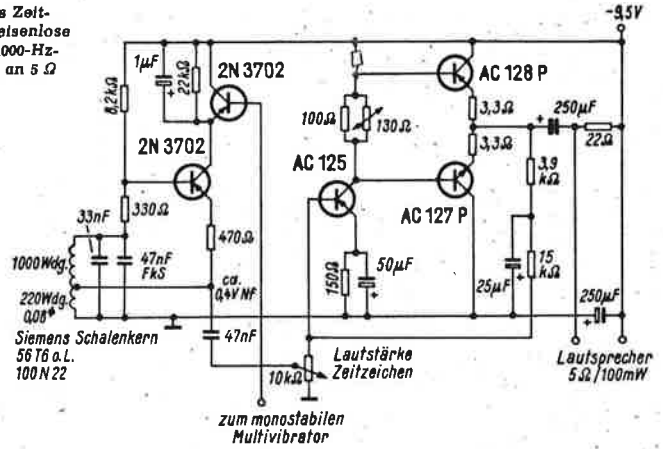


Bild 10. Die Schaltung des Uhrwerktreibers. Zwei gegensinnig in Reihe geschaltete Z-Dioden begrenzen die von der Induktivität der Treiberspule im Uhrwerk herrührenden Nadelimpulse

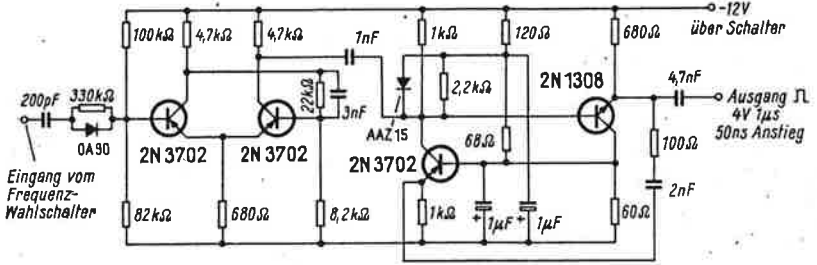


Bild 11. Die Schaltung des Schmitt-Triggers und monostabilen Multivibrators für den dekadischen Ausgang

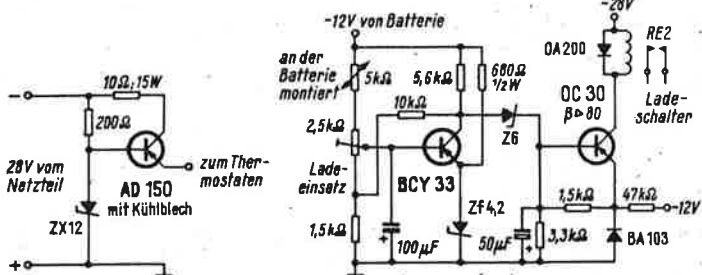


Bild 12. Regelschaltung für Thermostaten und Ladeautomatik

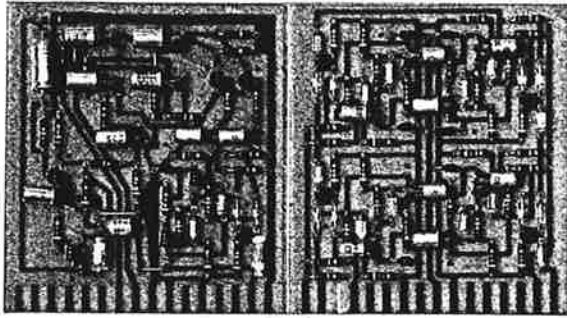


Bild 13. Ansicht des Uhrwerktreibers und eines dekadischen Teilers

mußte das Gerät sehr gedrängt aufgebaut werden. Der Thermostat bildet eine Einheit, er ist über einen Mehrfachstecker angeschlossen. Alle zum Betrieb des Uhrwerkes notwendigen Schaltungen einschließlich Zeitzeichengenerator sind auf steckbaren Platinen untergebracht. Bild 13 zeigt einen dekadischen Teiler sowie den Uhrentreiber. Dabei ist der Aufbau der dekadischen Teiler nach diesem Prinzip besonders vorteilhaft, da vier gleiche Platinen gebraucht werden. Auf dem Bild sind noch nicht die in der endgültigen Version verwendeten sehr preiswerten Transistoren 2 N 3702 gezeigt. Baueinheiten, wie dekadischer Frequenzausgang, automatische Batterieladung, stabilisiertes Netzteil und Relaisseinheit, sind als eigene Einheiten in konventioneller Verdrahtungsweise aufgebaut und vor dem Einbau fertig verschaltet worden. In Bild 14 sind diese Einheiten zu erkennen. Trotz des gedrängten Aufbaues ist jedes Teil gut zugänglich. Da das komplette Chassis als Einschub ausgeführt ist, bleibt die volle Funktion außerhalb des Gehäuses erhalten.

Betrieb und Eichen der Uhr

Bevor der Quarz exakt auf Sollfrequenz eingestellt wird, sollte er mehrere Tage, besser Wochen, ununterbrochen in Betrieb gewesen sein. Steht kein genauer Normalfrequenzgenerator zur Verfügung, so ist es möglich, die Eichung nach Normalfrequenzaussendungen vorzunehmen. Der bekannteste Sender für diesen Zweck ist die Station Droitwich auf 200 kHz. Der Uhr werden 10-kHz-Impulse entnommen und lose an die Antenne des Empfängers angekoppelt. Die nun hörbare und am Magischen Auge sichtbare langsame Schwebung ist die Frequenzabweichung der Quarzuhr. Mit dem Trimmer am Quarz läßt sich diese Schwebung auf Null einstellen. Der Abgleich sollte sorgfältig geschehen, er ist jedoch nur als Grundeinstellung anzusehen. Um die Genauigkeit voll auszunutzen, müssen die Abweichung der Frequenz über den Umweg der Zeit in größeren Perioden beobachtet und der Trimmer entsprechend korrigiert werden. Auf den international für diese Zwecke vorgesehenen Frequenzen 2,5 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz und 20 MHz senden die Stationen vieler Länder sehr genaue Zeitzeichensignale. In Deutschland ist der Sen-

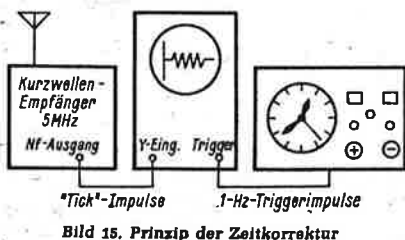


Bild 15. Prinzip der Zeitkorrektur

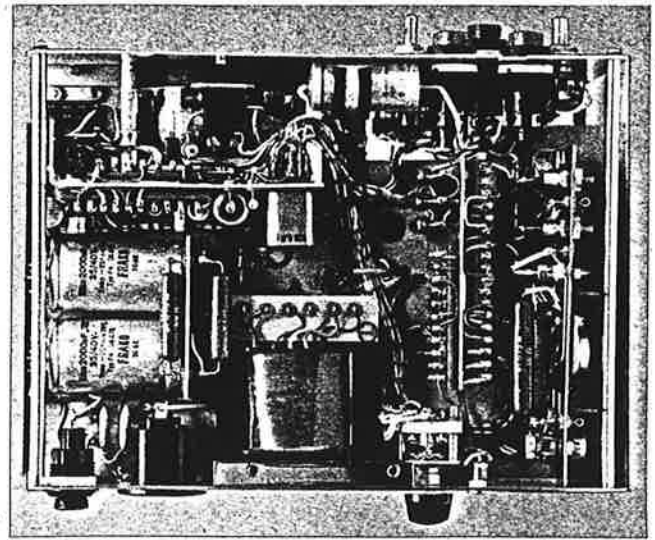


Bild 14. Verteilung der Baugruppen unter dem Chassis

der MSF in Rugby, England, auf 5 MHz fast zu jeder Tageszeit gut zu empfangen. Die Sekundenkennung erfolgt durch einen Tick-Impuls, der aus fünf Schwingungen eines 1000-Hz-Tones besteht. Die volle Minute wird durch einen eine Sekunde langen Ton festgelegt.

Ein Oszillograf wird aus der Uhr mit 1 Hz getriggert und der Y-Eingang mit dem Kurzwellenempfänger verbunden. Mit der geeichten X-Ablenkung ist nun eine Messung der Zeitdifferenz zwischen dem empfangenen Signal und der eigenen Uhr mög-

lich (Bild 15). Die Genauigkeit der Messung ist durch atmosphärische Schwankungen begrenzt. Die Beobachtung auf dem Oszillografen muß über längere Zeit erfolgen, um Doppeldeutigkeiten bestmöglich auszuschließen. Mit der Feineinstellung ist eine hinreichend genaue Eichung der Uhr möglich. Unter Beobachtung der täglichen Abweichung wird nun die Quarzfrequenz nachgestellt. Dabei sollte sie etwas zu langsam eingeregelt werden, da der Quarz ständig schneller wird. Die Uhr geht so ohne Nach-eichung über eine längere Zeit genau.

Ein kompletter Oszillator in einem TO-5-Gehäuse

Mit dem neuen Mikrooszillator, Typ 3185, entwickelte Marconi nach eigenen Angaben wahrscheinlich das kleinste derartige Bauelement der Welt, mit Sicherheit jedoch die kleinste vollständig gekapselte Ausführung in einem Transistorgehäuse der Oszillatoren dieses Herstellers (Bild). Dem Entwicklungsingenieur wird hiermit ein weiteres Bauteil aus der Serie der preisgünstigen, gebrauchsfertigen Oszillatoren für die Produktion sowie für Laboratoriumsversuche in die Hand gegeben. Prototypen sind bereits einem größeren Kundenkreis zum Erproben zur Verfügung gestellt worden.

Der kleine Oszillator vom Typ F 3185 besteht aus einem rückgekoppelten Verstärker in integrierter Technik mit dem darüber eingebauten Quarz. Die Mikroschaltungen sind im TO-5-Kopf in normaler Lage eingeführt, während der Quarz von seinen beiden eigenen Zuführungen gehalten wird. Der Prototyp besitzt einen Quarz in AT-Schnitt, der auf der fünften Oberwelle schwingt und so eine Frequenz von 100 MHz erzeugt. Weitere technische Daten sind der Tabelle zu entnehmen. Bisher waren eine externe Spule und ein Trimmer erforderlich. Die zukünftigen Ausführungen werden Quarze enthalten, die auf ihrer Grundfrequenz schwingen, so daß keine zusätzlichen Bauelemente benötigt werden. Bei Frequenzen, wo dies nicht möglich ist, werden die Bauteile in einem etwas größeren Behälter untergebracht, der sich aber wegen der geringen Abmessungen des Oszillators ebenfalls recht klein halten läßt. Der komplette Oszillator ist mit dem Quarz in dem TO-5-Gehäuse eingeschlossen und somit vollstän-

dig von der äußeren Atmosphäre getrennt. Eine Temperaturstabilisierung ist in diesem Bauteil nicht vorgesehen, aufgrund der geringen Größe des Oszillators würde sie jedoch keine Schwierigkeiten bereiten. Die komplette Oszillatoreinheit ist so klein, daß man mehrere Oszillatoren in einem einzigen Thermostat unterbringen kann.

Technische Daten

Frequenzbereich: 60 bis 140 MHz
Arbeits-Temperaturbereich: -55 bis +95 °C
Frequenzstabilität (Kurzzeit): 1×10^{-8} bei konstanter Spannung und Temperatur



Der Oszillatorbaustein, Typ F 3185, besteht aus einem integrierten rückgekoppelten Verstärker sowie dem darüber angeordneten Quarz

Integrierte Digitaluhr – ausschließlich zur Zeitanzeige

Auf den folgenden Seiten veröffentlichen wir zwei ausführliche Bauanleitungen, die das gleiche Thema zum Inhalt haben: Digitaluhr mit integrierten Bausteinen. Die erste Bauanleitung von Rudolf Herzog ist eine Weiterentwicklung seiner in Heft 2 und 3/1969 beschriebenen Digitaluhr, die damals noch vollständig mit diskreten Halbleiterbauelementen bestückt war. Die neue Uhr enthält nun integrierte Bausteine. Sie dient ausschließlich zur Anzeige von Stunden, Minuten und Sekunden. – Die auf Seite 562 beschriebene zweite Digitaluhr ähnelt der ersten naturgemäß weitgehend. Sie besitzt neben einer zusätzlichen Tagesanzeige gegenüber der ersten Uhr noch Schaltgruppen, die ihre Verwendung auch als Stopp- oder Schaltuhr ermöglichen.

Für Praxis und Hobby –
Unter diesem Motto beginnen wir hier eine neue, in unregelmäßiger Folge, aber häufig erscheinende Rubrik. Sie bringt den Praktikern alles, was sie in der täglichen Arbeit oder daheim zum Experimentieren brauchen:

Ausführliche Bauanleitungen ebenso wie kleine Schaltungen, Anregungen für eigene Versuche und praktische Tips für Werkstatt und Labor.

Wir starten unsere Reihe mit folgenden Bauanleitungen:

Digitaluhren mit und ohne zusätzliche Schaltfunktionen, elektronischer Regler für Drehstromlichtmaschinen, Richtungs- und Warnblinker, elektronisches Metronom, Serien-Parallel-Stabilisierung für die Stromversorgung, Niederfrequenz-Verstärkung elektronisch einstellbar.

Das Gerät hat eine sechsstellige Anzeige, wobei jedoch modernste Ziffernanzeigeröhren mit einer größeren Ziffernhöhe verwendet werden. Bild 1 zeigt die Ansicht der fertigen Uhr.

Funktionsweise

Das Blockschaltbild ist in Bild 2 zu sehen. Danach wird im Netzteil aus der Netzfrequenz zunächst eine 50-Hz-Rechteckspannung erzeugt. Diese Spannung wird in dem anschließenden Teiler 50 : 1 auf einen 1-Hz-Takt heruntergeteilt.

Die so entstandene 1-Hz-Impulsfolge ist jetzt die Zeitbasis für die gesamte Uhr. Mit dieser Folge werden die einzelnen Zählstufen angesteuert (IS 1 bis IS 6). In diesem Zähler haben die einzelnen Stufen folgende Zählkapazität:

IS 1	0...2
IS 2, 4, 6	0...9
IS 3, 5	0...5

Bis auf IS 1 sind alle mit integrierten Zähldekaden bestückt. Sie haben ohne weitere Schaltungsmaßnahmen ein Teilverhältnis von 10. Durch äußere Beschaltung und Rückführung der Impulse wird für IS 3 und IS 5 ein Zählvermögen von nur sechs Impulsen (0...5) erreicht. Für IS 1 ist nur ein Doppel-Flipflop verwendet worden, da hier ja insgesamt nur drei Zählstellungen (0...2) in Frage kommen.

Alle Zähler werden, bis auf IS 1, durch vollintegrierte Dekoder dekodiert. Diese IS steuern danach auch gleichzeitig die Ziffernröhren.

Eine Eichleitung ist vorgesehen, um die Uhr bei Inbetriebnahme in jedem beliebigen Zählerstand zu versetzen. Weiterhin enthält die Platine noch die Maßnahmen für den Tagessprung.

Die Zeitbasis der Uhr kann in zwei Möglichkeiten ausgeführt werden. Dabei ist einem Wunsch vieler Leser ent-

sprochen worden, die bei der ersten Digitaluhr gern einen Quarzteiler zur Gewinnung des 1-Hz-Taktes gewünscht hätten. Auf der Platine ist jetzt universell die eine und die andere Ausführung möglich. Den für den Quarzteiler bereits vorgesehenen Platz mit allen Bohrungen kann man auf der Platinen-Teilansicht in Bild 3 gut erkennen.

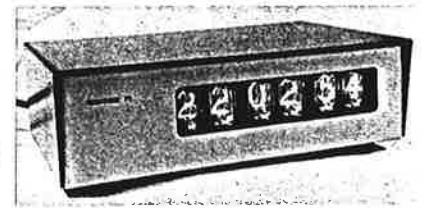


Bild 1. Frontansicht des fertigen Gerätes. Die Ziffernröhren befinden sich hinter einer orange-farbenen Scheibe

Netzteil und Taktgeber

Bild 4 zeigt die Schaltung von Netzteil und Taktgeber. Die Anodenspannung der Ziffernröhren wird in einfacher Einweggleichrichtung gewonnen. Von der gleichen Wicklung wird noch über einen Spannungsteiler die Wechselspannung für die Steuerung des Taktgebers abgegriffen.

Die Versorgungsspannung der IS von 5 V erhält man aus der Brückengleichrichtung einer zweiten Wicklung des Transformators. Da nach den Herstellerdaten diese Spannung für die IS in den Grenzen von 4,75 V bis 5,25 V liegen darf, wurde aus Kostengründen auf ein stabilisiertes Netzteil verzichtet.

Die über den eben erwähnten Spannungsteiler abgegriffene Wechselspannung gelangt zunächst auf die erste IS vom Typ MC 7400 P. Diese ist vom Aufbau her ein vierfaches, verneinendes UND-Gatter, kurz NAND-Gatter ge-

die nächste Stufe liefert. Alle anderen Stufen arbeiten in der gleichen Weise.

Die Dekodierschaltungen

Die integrierte Technik macht es möglich, die komplette Dekodierschaltung mit all ihren Gattern und Invertern sowie die zehn Treibertransistoren zum Schalten der Ziffernröhre in einem einzigen Baustein bzw. Gehäuse unterzubringen.

Für die Dekodierung der Zahlen 0...2 (linker Stundenzähler) ist eine solche IS aber nicht lohnend, da sie nur zu 30% ausgenützt würde. Daher wurde nur hier eine normale Dekodierschaltung vorgesehen. Bild 6 zeigt die Ausführung mit den vier Dioden, drei Widerständen und ebensovielen Transistoren.

Tagessprung

Ohne besondere Maßnahmen würde die Uhr bis zu einem Stand von 29 h 59' 59" zählen. Um den Zählvorgang bereits nach 23 h 59' 59" wieder bei Null beginnen zu lassen, ist die Gatterkombination G 3 vorgesehen (Bild 5). Steht der linke Zähler auf 2 und will dann der rechte von 3 auf 4 springen, so springen die Eingänge 1 und 2 des Gatters G 3 auf L, d. h. der Ausgang des ersten NAND-Gliedes geht auf 0. Das zweite NAND-Glied arbeitet als bloßer Inverter und zeigt an seinem Ausgang jetzt eine L. Beide linken Zähler springen so auf die Anzeige Null zurück.

Die anderen vier Zähler sind inzwischen ohnehin beim Übergang von 59 auf die folgende Zählstellung auf 0 gegangen.

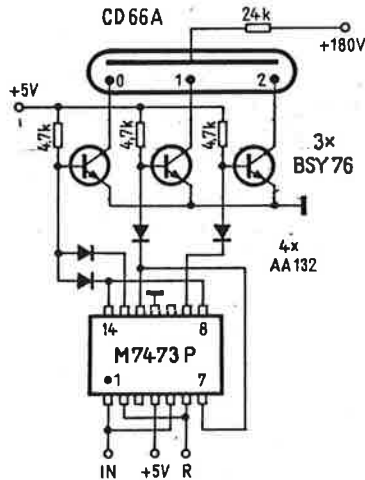


Bild 6. Schaltbild der Dekodiereinrichtung für den Zähler 0...2

Zeitbasis mit Quarz

Bei der Verwendung der Netzfrequenz ist die Anzeigegenauigkeit direkt von der Konstanz dieser Frequenz abhängig. Diese ist nach den gemachten Erfahrungen sehr gut. Über ein Mittel von einer Woche ist die Abweichung äußerst gering und liegt bei 5...10 s. Es wurden auch schon Abweichungen von nur 3 s im Monat beobachtet. Dabei kann natürlich zwischendurch eine größere Abweichung aufgetreten sein, die aber später durch eine geringfügig höhere Frequenz wieder ausgeglichen wurde.

Um eine ständig konstante Anzeige zu haben, kann man für die Zeitbasis einen Quarzoszillator vorsehen (Bild 7). Ein 100-kHz-Quarz arbeitet dabei in

Verbindung mit einer IS vom Typ MC 7400 P. Der Quarz läßt sich mit dem in Reihe liegenden Trimmer abgleichen.

In dem nachgeschalteten Teiler mit fünf integrierten Zehnerdekaden wird die 100-kHz-Schwingung auf 1 Hz heruntergeteilt. Die Eichung des Quarzes kann nach bekannten Normalen (Zeitzeichensender Droitwich, WWV usw.) vorgenommen werden.

Bei einer ausgeführten Schaltung ergab sich pro Woche eine Abweichung von 1 s. Diese höhere Gangtreue muß naturgemäß durch einen Mehraufwand bezahlt werden.

Alle Leiterbahnen, Bohrungen usw. für diesen Quarzteiler sind aber bereits vorhanden, so daß nach Wahl entweder die Löcher für 50 Hz oder für 100 kHz bestückt werden.

Aufbau des Gerätes

Bild 3 zeigt eine Innenansicht des geöffneten Gerätes. Alle Baueinheiten sind auf einer einzigen Printplatte untergebracht. Diese Platte wurde in ein

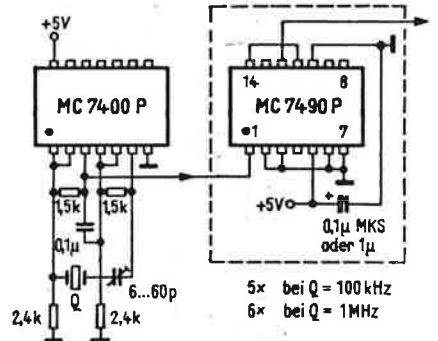


Bild 7. Schaltung des Quarzoszillators und des Teilers 100 000 : 1

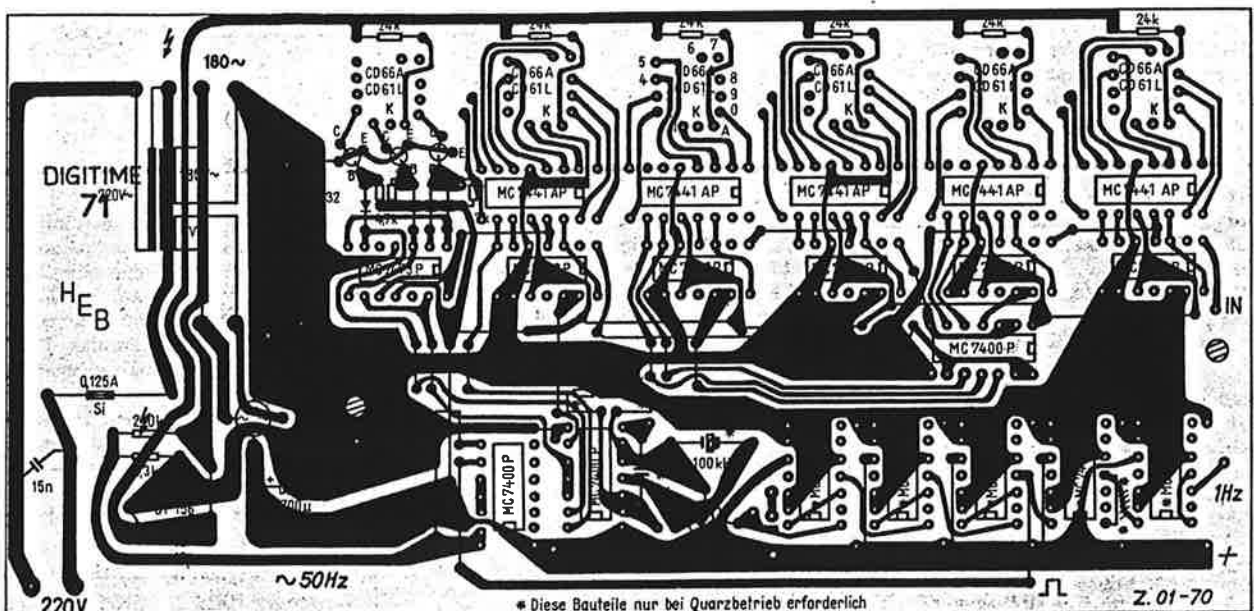


Bild 8. Platinen- und Bestückungsplan. Die Abmessungen der Platine sind 16,8 cm x 9 cm

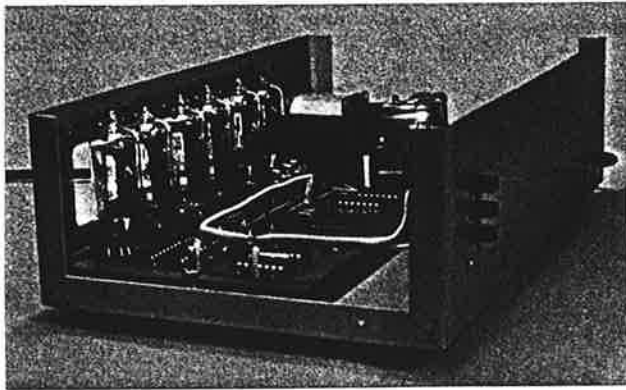


Bild 9. Innenansicht des Gerätes. Rechts vorn sind die drei Eichschalter zu erkennen

passendes Stahlblechgehäuse eingebaut. An der Rückseite sind drei Eichschalter vorgesehen, wobei mit dem ersten der gesamte 1-Hz-Takt abgeschaltet werden kann, um die Uhr in Ruhe auf einen bestimmten Zeitwert zu stellen.

Die Eichung erfolgt derart, daß der Takt immer in den Pausen zwischen zwei Ziffernwechslern auf die jeweilige Dekade gegeben wird.

Schaltet man während des Ziffernwechsels, so kann die Anzeige gleich um mehrere Stellen springen. Man beginnt mit dem Eichen der Stunden, dann folgen Minuten und Sekunden.

Für den Dauerbetrieb wird das Gerät am besten an eine separate Steckdose angeschlossen, an der es ständig betrieben werden kann.

In der Praxis hat sich diese Digitaluhr als wesentlich störunanfälliger als das erste Modell (Heft 2 und 3/1969) erwiesen. So ist auch an gestörten Netzen sicherer Betrieb möglich.

Sollte trotzdem eine Fehl Anzeige durch sehr große Schaltimpulse aus dem Netz auftreten (z. B. in der Nähe großer induktiver Verbraucher, bei Fabriken usw.) kann vom Verfasser ein entsprechender Entstörersatz bezogen werden. Platinen, Gehäuse sowie alle sonstigen Bauteile sind ebenfalls beim Verfasser erhältlich.

Um die Ablesung zu vereinfachen, wurden zwei Kommas vorgesehen (Bild 1). Bei Dauerbetrieb ergeben sich jährliche Stromkosten von nur etwa 4 DM.

An der Frontseite befinden sich keine Bedienungselemente; hier ist nur der Durchbruch für die Ziffernröhre vorhanden.

Tabelle der im Mustergerät verwendeten Spezialteile

- 7 integrierte Schaltungen vom Typ MC 7490 P (Motorola)
- 5 IS vom Typ MC 7441 AP (Motorola)
- 6 Ziffernröhren CD 66 A (National)
- 1 Netztransformator (Daten: primär: 220 V/50 Hz; sekundär: 180 V/20 mA, 6 V/0,5 A; Kern: M 42, Armco-GX)
- 1 Brückengleichrichter B 30 C 600 Si
- 3 IS vom Typ MC 7400 P (Motorola)
- 1 IS vom Typ MC 7473 P (Motorola)

den. Die Platine mit Bestückungsplan ist in Bild 8 zu sehen.

Tips für den Nachbau

Durch die sehr geringe Anzahl von Bauelementen ist der Nachbau nicht besonders schwierig. Wer noch nie mit IS gearbeitet hat, sollte aber besonders die Anodenleitung im Auge haben, da ein einziger Kurzschluß dieser 180-V-Leitung mit der übrigen Schaltung zu einer sofortigen Zerstörung aller übrigen IS führen kann.

Man bestückt zweckmäßigerweise zuerst das Netzteil und prüft sofort die Spannungen. Dann sollte der Taktgeber bestückt und geprüft werden. Ist er trotz anliegender Wechselspannung nicht zum Arbeiten zu bringen, so kann man u. U. den unteren Spannungsteilerwiderstand im Netzteil von 4,7 kΩ auf 1,5...3,3 kΩ verändern.

Dies kann bei sehr starken Schwankungen der IS erforderlich sein. Die Stromverstärkungsfaktoren der integrierten Transistoren schwanken nämlich von 15...80. Dies ist für logische Anwendungen unerheblich, kann aber

Dr. Friedrich Beck

Digitaluhr mit zusätzlichen Schaltfunktionen

Das hier beschriebene Gerät dient zur digitalen Anzeige der Uhrzeit und löst darüber hinaus zu wählbaren Zeitpunkten Schalt- und Signalausgänge aus. Die Schaltung ist soweit wie möglich in integrierter Bauweise ausgeführt; wegen des günstigen Preises wurden schnelle Logikbausteine der TTL-Familie (Transistor-Transistor-Logik) verwendet.

Probleme schneller Logikschaltungen

Nachteilig bei jeder schnellen Logik ist ihre Anfälligkeit auf Störimpulse, die von außen eindringen und durch wirksame Filter ferngehalten oder im System durch Verkopplung selbst erzeugt werden. Der Entstehung bzw. Auf-

Der Verfasser ist Mitarbeiter der Siemens AG.

bei Verstärkeranwendungen in seltenen Fällen zu Fehlern führen.

Ein wichtiger Punkt bei der IS-Anwendung ist die Abblockung der Betriebsspannung. Dies gilt um so mehr, je höher die Frequenzen sind. Beim Umschalten eines Flipflops sind kurzzeitig beide Transistoren leitend (etwa für 10 ns). Dadurch entstehen auf der Leitung Impulse mit einer ungeheuer hohen Flankensteilheit, die in benachbarten Teilern oder Dekaden zu Fehlanzeigen führen können. Die beiden Teiler in der Netzbasis sind daher mit einem Elektrolytkondensator von 1 µF oder mit einem Metallpapierkondensator von 0,1...0,5 µF abzublocken.

Bei der Quarzausführung sind alle IS im Frequenzteiler derart abzublocken. Die Löcher sind auf der Platine vorhanden.

Um den Gesamtpreis des Gerätes niedrig zu halten, wurden japanische Ziffernröhren verwendet. So liegt der Baupreis noch weit unter DM 300. Bild 9 zeigt die großzügige Raumaufteilung. Sie ist erforderlich, da ja bei Dauerbetrieb der Uhr die erforderliche Wärmeableitung gegeben sein muß. So konnte auf Lüftungslöcher verzichtet werden. Im Dauerbetrieb wird das Gehäuse kaum handwarm.

Die Eicheleitungen werden wie folgt angeschlossen: Der erste von den drei Eichschaltern wird als einfacher Einschalter in die Leitung vom Taktgeber zur ersten Zähleinheit (Punkt 14) gelegt. Mit ihm kann der 1-Hz-Takt abgeschaltet und die Uhr angehalten werden.

Der Ausgang des Taktgebers wird weiterhin mit dem zweiten und dritten Schalter verbunden. Der andere Pol des zweiten Schalters kommt an Punkt 3 des Gatters G 1, der des dritten Schalters an Punkt 3 des Gatters G 2.

nahme intern erzeugter Störimpulse kann durch ausreichend dimensionierte und günstig gelegte Masseleitungen, Trennung oder Verblockung der Stromversorgung einzelner Schaltungsteile, Vermeiden hoher Schaltimpulse, Einfügen von Verzögerungskondensatoren u. ä. entgegengewirkt werden. Störanfällige Leitungen sind kurz zu halten und dürfen nicht neben Leitungen mit hohen Schaltströmen liegen oder sie sind zu schirmen. Schalter und Tasten mit prellenden Kontakten innerhalb von Zählstufen sind meist ungeeignet.

Eine Ansicht des Gerätes zeigt Bild 1. Die Schaltung (Bild 2) besteht aus den im folgenden beschriebenen Funktionsgruppen.

Digital-Uhr zum Selbstbau

1. Teil

Die Schaltung ist auf geätzten Platinen aufgebaut. Die Kosten des Geräts liegen noch unter 200 DM (Bild 1). Durch geringfügigen Umbau bzw. Erweiterung läßt sich die Grundschaltung auch als Rechner, Zeitnehmer, Stoppuhr oder Frequenzzähler verwenden.

Für das Verständnis der Arbeitsweise der Digital-Uhr ist es erforderlich, die Grundbegriffe der Digitalzählung sowie der entsprechenden Schaltungen zu kennen. Es sei hier auf die einschlägige Literatur darüber verwiesen (1, 2, 3, 4, 5), da diese Erläuterungen den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Der Verfasser beschränkt sich darauf, vor den Beschreibungen der einzelnen Stufen nur die wichtigsten Grundbegriffe zu erläutern.

Als Grundlage für das Zählen der Sekundenimpulse dient die Netzfrequenz von 50 Hz, die in einem besonderen Teiler mit Hilfe von sechs Multivibratorstufen auf die Taktfrequenz von $1 \text{ Hz} \triangleq 1 \text{ Sekunde}$ heruntergeteilt wird. Die sich daran anschließenden Zählstufen müssen einmal bis 10 (Minuten-, Sekunden- und Stunden-Einer), ferner bis 0 (Minuten-Zehner, Sekunden-Zehner) und bis 2 (Stunden-Zehner) zählen. Sind also im Sekunden-Zähler (Einer) z. B. 9 x ausgezählt, so kippt diese Dekade beim Eintreffen des 10. Impulses wieder auf 0 zurück, wobei gleichzeitig ein Übertrag in den Sekunden-Zehner geliefert wird, der nun eine 1 anzeigt.

Sind 59 Sekunden gezählt, so liefern beim 60. Impuls sowohl die Sekunden-Einer, als auch die Sekunden-Zehner-Dekade einen Ausgangsimpuls, der die Minuten-Einer-Dekade um einen Schritt weiterschaltet und somit in der dritten Zählröhre von rechts eine Eins erscheint (Bild 1). Die Vorgänge wiederholen sich nun entsprechend bis zum Zeitpunkt 23 h 59 min 59 s.

Ist dieser erreicht, so wird beim nächsten eintreffenden Impuls durch eine besondere Schaltungsmaßnahme die gesamte Zählrichtung auf 00 h 00 min 00 s gestellt.

Die Schaltung

Bild 2 zeigt die Schaltung der verwendeten bistabilen Multivibratorstufe, die in allen Stufen der Digital-Uhr verwendet wird. Zur Erläuterung der Arbeitsweise geht man am besten vom binären Zustand „0“ aus, d. h. der rechte Transistor T 2 ist leitend. An seiner Basis steht dann eine positive Spannung, die ihn voll durchsteuert. Durch den jetzt fließenden hohen Kollektorstrom fällt am Kollektorwiderstand R 2 fast die ge-

Diese Bauanleitung stützt sich auf zahlreiche Veröffentlichungen von Schaltungen und Schaltungsvorschlägen der Industrie sowie in- und ausländischer Transistorenhersteller. Die Digital-Uhr enthält insgesamt sechs Ziffernanzeigeröhren für die Zeitablesung. Ihr Arbeitsprinzip läßt sich mit dem von elektronischen Rechenanlagen vergleichen. In fast 30 Flipflop-Stufen werden dabei die aus einem Taktgeber stammenden Normalimpulse ausgezählt.

samte Betriebsspannung bis auf die sogenannte Kollektor-Rest- oder -Sättigungsspannung ab. Diese beträgt bei Epitaxialtransistoren je nach Art 0,1 bis 1,5 V. Dadurch überwiegt nun an der Basis von T 1 der negative Anteil, der über den Widerstand R 7 den Transistor sperrt. An seinem Kollektor liegt nun die gesamte Betriebsspannung, die wiederum über den Spannungsteiler R 5/R 9 die Durchsteuerung des Transistors T 2 noch verstärkt.

An der Buchse Ausgang liegt also eine Spannung von etwa 2 V (diese Spannung besteht im wesentlichen aus dem Spannungsabfall am Widerstand R 6). Von den Dioden ist nun nur die rechte Diode D 2 leitend, da sie anodenseitig positiv und katodenseitig weniger positiv vorgespannt ist. Demgegenüber ist die Diode D 1 gesperrt, da ihre Katode über den Widerstand R 3 an der vollen positiven Betriebsspannung liegt.

Gelangt nun an den Eingang ein negativer Impuls, so kann er nur an D 2 bzw. an T 2 wirksam werden. Er erscheint dann als positiver Impuls am Kollektor, gelangt über R 4/C 1 an die Basis des Transistors T 1 und öffnet ihn. Dieser

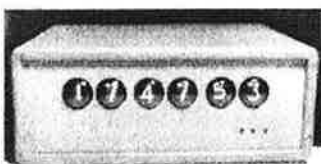


Bild 1. Gesamtansicht des fertigen Gerätes. Rechts sind die drei Schalter zur Röhrenauswahl zu erkennen.

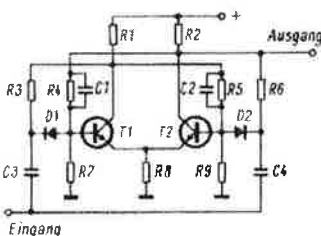


Bild 2. Schaltung des in allen Stufen verwendeten bistabilen Multivibrators.

Transistor wiederum liefert an seinen Kollektor einen negativen Impuls, der die Sperrung des Transistors T 2 noch beschleunigt.

Die gesamte Stufe hat also ihr Zustandsbild verändert, sie entspricht jetzt dem binären „1.“ (linker Transistor leitend). Beim nächsten Impuls wiederholt sich der gleiche Vorgang umgekehrt. Die Stufe besitzt also die zwei stabilen Zustände „0“ und „1.“; man kann mit ihr bis 2^n zählen, wobei n die Stufenzahl ist.

Stunden-, Minuten- Sekunden-Einer

Bild 3 zeigt die Gesamtschaltung der ersten drei Dekaden. Die Stufen mit den Transistoren T 1 bis T 8 sind mit den oben erläuterten identisch. Um nun bis 10 zählen zu können, brauchte man mindestens vier Stufen, denn $2^4 = 16$ und $2^3 = 8$. Bei der Anordnung von vier Stufen müssen jedoch sechs Zählerstellungen übersprungen werden.

Die Transistoren T 9 bis T 18 dienen als Treibertransistoren für die Ziffernanzeigeröhre ZM 1020. Diese Röhre besitzt eine Zündspannung von 160 V sowie eine Löschspannung von 120 V und benötigt einen Katodenstrom von etwa 1 mA, wodurch sie für diese Anwendung besonders gut geeignet erscheint. Soll also z. B. die Zahl 7 angezeigt werden, so würde der Transistor T 16 leiten.

Nun zur Decodierung: Der erste Flipflop trifft jeweils die Entscheidung: gerade Zahl – ungerade Zahl. Daher sind die Emitter aller Treibertransistoren, die eine ungerade Katodenzahl steuern an den linken Kollektor der ersten Flipflop-Stufe angeschlossen, diejenigen mit geraden Katodenzahlen an den rechten Kollektor der ersten Stufe.

Ferner sind die Basisanschlüsse der Treibertransistoren paarweise zusammengefaßt und zwar 0 mit 1, 2 mit 3, 4 mit 5 usw. Die weitere Decodierung erfolgt nun über die Basiswiderstände der Treibertransistoren, die zu den jeweils gesperrten Transistoren der Dekade führen.

Zum leichteren Verständnis verdeutlicht man sich am besten die Zustände der einzelnen Stufen, wie dies in Tabelle 1 zu sehen ist. Im Ruhezustand sind hier alle rechten Transistoren lei-

lungen geschieht vom Kollektor T 59 auf die Basis des Transistors T 58. Die Anordnung stellt sich also bereits nach sechs Impulsen wieder auf 000 zurück. (Tabelle 2).

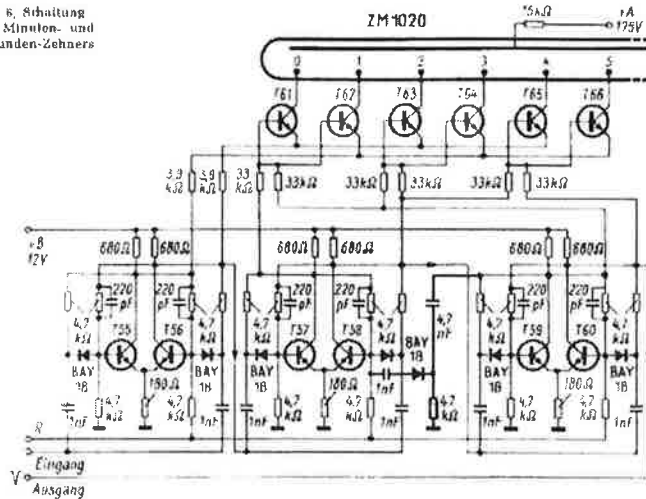
Nach dem dritten Impuls ist der Zustand LL0 erreicht. Beim nächsten Impuls folgt dann theoretisch 00L. Gleichzeitig entsteht jedoch am Kollektor des Transistors T 59 ein negativer Impuls, der auf die Basis des Transistors T 58 gegeben wird und diesen Flipflop von der eben erreichten Stellung 0 wieder auf L stellt, womit der Zustand 0LL erreicht wird. Dann folgt LLL und schließlich 000 – die Stufe ist wieder im Ausgangszustand. An der Anzeigeröhre sind nur die Kathoden 0...5 beschaltet. Die Anordnung der Bauelemente geht aus Bild 7 und 8 hervor.

Stunden-Zehner

Bild 9 zeigt die Schaltung des Stunden-Zehners. Da nur von 0...2 gezählt wird, benötigt man nur zwei Flipflopstufen. Die überflüssige Zählstellung wird durch eine etwas schwierigere Rückführung übersprungen.

Insgesamt sind vier Zustände möglich: 00 LL 0L LL. Es ergibt sich nun zunächst die Schwierigkeit von 0L direkt auf 00 zurückzuspringen. Würde nämlich nur

Bild 6. Schaltung des Minuten- und Sekunden-Zehners



einfach die Stellung 0L übersprungen, also von LL gleich auf LL geschaltet, so wäre der erste Flipflop stets in L-Stellung, was zur Folge hätte, daß er zweimal hintereinander nur ungerade Zahlen anzeigen würde. Es erschien dann zunächst die 1 und dann die 2 mit der 1 zusammen!

Deher ist eine Rückführung erforderlich, die diese Mängel nicht aufweist und sofort von 0L auf 00 schaltet. Hat der Zähler also den Zustand 0L („2“ angezeigt), so schaltet beim nächsten eintreffenden Impuls die erste Stufe auf L. Dabei entsteht am linken Transistor ein negativer Impuls, der über den Kondensator C 1 auf die Basis des Transistors T 61 gelangt und die zweite Stufe von L auf 0 schaltet. Diese gibt nun ihrerseits einen negativen Impuls ab, der über C 2, D 1 und C 3 auf die Basis des Transistors T 59 gelangt und den kurz vorher

erfolgten Kippvorgang im Flipflop 1 wieder rückgängig macht, indem sie ihn erneut auf 0 zurückkippt. Nach 0L folgt dann also 00.

In den Anzeigeröhren sind nur die Kathoden 0...2 beschaltet. Die Widerstandsmatrix ist hierbei sehr einfach, da nur zwei Entscheidungen zu treffen sind.

Tagessprung

Wenn man keine besonderen Vorkehrungen trifft, zählt die Uhr bis 29 h 59 min 59 s. Nun soll aber bereits nach der Stellung 23 h 59 min 59 s die Rückstellung auf 00 h 00 min 00 s geschehen. Hierzu ist es erforderlich eine sogenannte Gate-Schaltung bzw. ein UND-Gatter vorzusehen.

Bild 10 zeigt eine normale UND-Schaltung. Die Eingänge der drei Dioden besitzen unterschiedliches Potential. Am Ausgang ergibt sich nur dann eine positive Spannung, wenn Eingang 1 und Eingang 2 und Eingang 3 gleichzeitig die

Tabelle 2. Schaltzustände der einzelnen Flipflop-Stufen (Sechser)

Ausgangszustand	0	1	2	3	4	5
nach Impuls 1	L	L	L	L	L	L
nach Impuls 2	L	L	L	L	L	L
nach Impuls 3	L	L	L	L	L	L
nach Impuls 4	0	0	L	L	L	L
nach Impuls 5	L	L	L	L	L	L
	0	L	L	L	L	L
	L	L	L	L	L	L
	0	0	0	0	0	0

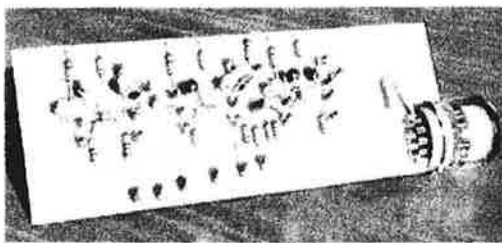
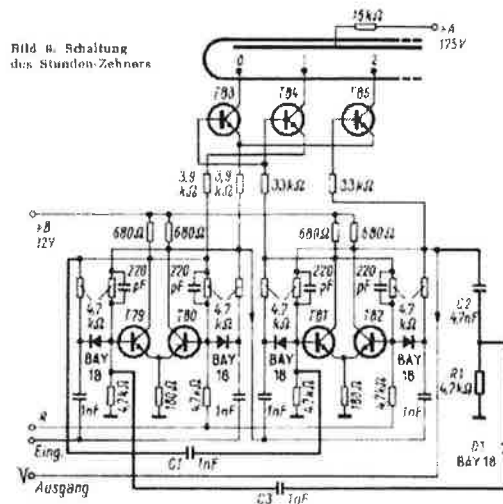


Bild 7. Blick auf die fertige Platine des Minuten-Zehners



Bild 8. Verlauf der Leitungszüge der Dekade

Bild 9. Schaltung des Stunden-Zehners



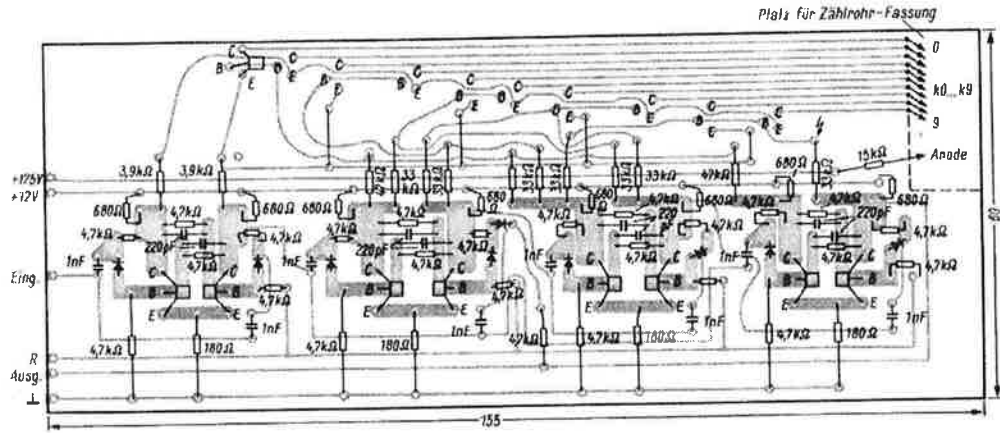


Bild 20. Ansicht der Platine für den Stunden-, Minuten- und Sekunden-Einer. Rechts oben ist bei sämtlichen Platinen des Gerätes ein Ausschnitt von 26 mm \times 12 mm herauszuschneiden, der die Fassung der Zählröhre ZM 1020 aufnehmen soll. Alle Dioden sind vom Typ BAY 18. Aus Platzgründen sind u. U. einige Widerstände senkrecht anzubringen. Für die noch einzufügenden Dioden des Tagessprunges bei der Platine des Stunden-Einers sind keine Leiterbahnen vorgesehen. Sie werden handverdrahtet nach der Blockschaltung „Tagessprung“ (Bild 12 in Heft 2) an die Kollektoren der jeweiligen Transistoren gelötet

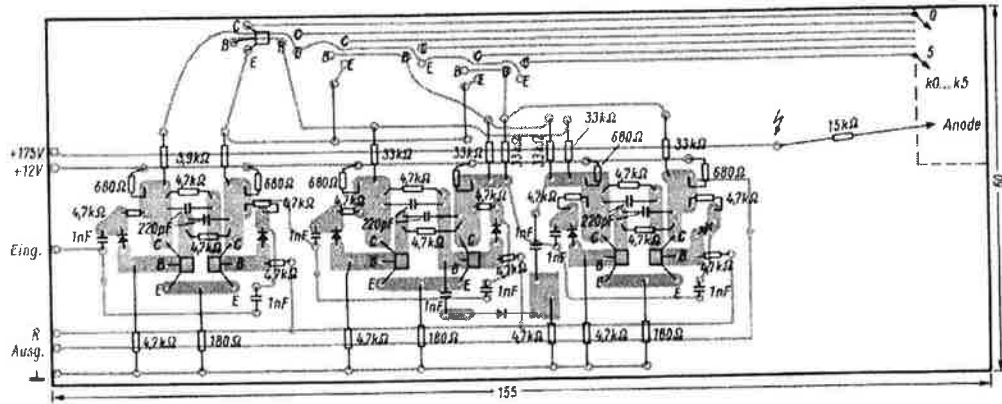


Bild 21. Ansicht der Platine für den Minuten- und Sekunden-Zehner. Beschaltet werden von den zehn Kathoden der Ziffernanzalgeröhre nur die der Ziffern 0 bis 5

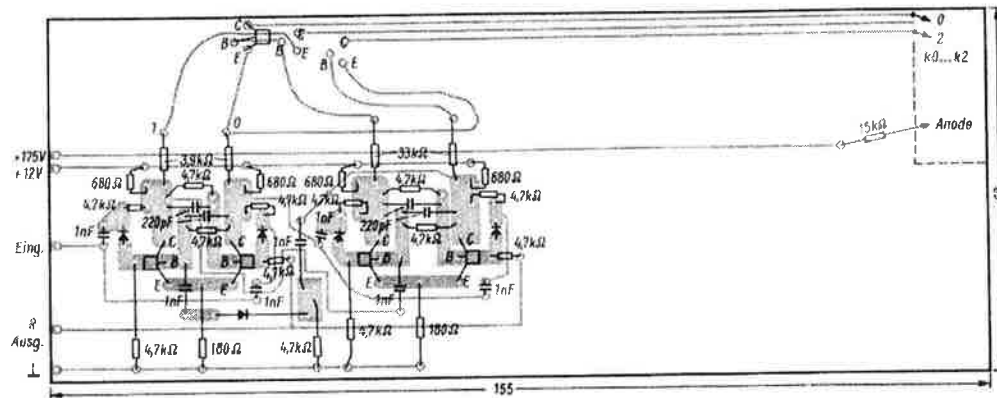


Bild 22. Ansicht der Platine des Stunden-Zehners. Hier sind nur die Ziffern 0, 1 und 2 belegt. Erscheinen die Ziffern nicht deutlich und klar, so sind wegen der geringeren Belastung die beiden 3,9-k Ω -Widerstände, links im Bild, auf max. 6,8 k Ω zu erhöhen

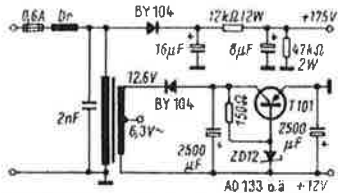


Bild 17. Schaltung des verwendeten Netzteiltes

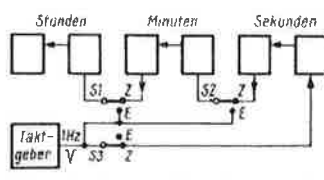


Bild 18. Anordnung der Eichschalter, E = Eichen, Z = Zählen

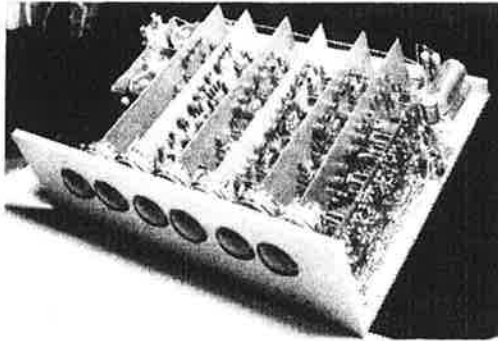


Bild 19. Ansicht des fertig verdrahteten Gerätes

schieben ist. Dann betätigt man die Taste S 2, bis die mittleren beiden Röhren die 24 anzeigen. Nun wird noch die 10 in den beiden rechten Röhren eingestellt und dann sofort der Schalter S 3 wieder auf Z gestellt; die Uhr zeigt fortan die genaue Zeit an.

Praktische Ausführung und Bauhinweise

Wie die Bilder 4, 5, 7 und 8 erkennen lassen, sind die Zählröhren direkt an den Platinen befestigt. Zu diesem Zweck läßt man an der betreffenden Stelle ein wenig Kupfer stehen, woran sich dann mit Hilfe einer Lötflamme die Fassung befestigen läßt. Dann werden die Stirnfläche und die Unterseite der Fassung mit einem Zweikomponenten-Kleber bestrichen und verklebt. Die Katodenzuführungen verdrahtet man am besten mit 0,3 CuL von Hand. Man erhält so eine kompakte Einheit, die bei Serienfertigung zusammen mit anderen gleichartigen als Frequenzzähler benutzt werden kann. Die Gesamtschaltung ist in einem Holzgehäuse untergebracht, da das Gerät in erster Linie ein Möbelstück sein sollte. Wie Bild 19 zeigt, stehen die Platinen senkrecht. Vorn ist der Taktgeber zu erkennen, hinter den Platinen links der Netztransformator und rechts der Netzteil.

Im allgemeinen dürfte der Nachbau keine Schwierigkeiten bereiten. Es emp-

fehlt sich jedoch, den Taktgeber zuerst herzustellen, um dann jede einzelne Platine nach ihrer Bestückung sofort prüfen zu können.

Nun zu der Wahl der Transistoren: Dieses ist wohl die Kernfrage, da hier von wesentlich der Baupreis des Gerätes abhängt. Am besten eignen sich npn-

Planar-Transistoren mit einem Stromverstärkungsfaktor von etwa 100...140 (z. B. BFY 39 III, BC 109 usw.). Dadurch wird die Uhr aber sehr teuer.

Im Mustergerät – das sich übrigens sehr gut auch als Gesellenstück eignen würde – wurden Transistoren zweiter Wahl verwendet, die unter der Typenbezeichnung E von der Nadler-Elektronik zu beziehen sind. Es handelt sich dabei um ungestempelte, ungebrauchte Ware.

Da unter den 100 gekauften Exemplaren nur etwa sechs Ausfälle waren, sind diese Halbleiter durchaus empfehlenswert. Weitere Spezialteile nennt Tabelle 3.

Die Platinen, die in Bild 20, 21 und 22 dargestellt sind, können bei genügender Abnahme durch den Verfasser bezogen werden.

Wie schon angedeutet ist die Höhe der Anodenspannung der Anzeigeröhren kritisch. Immerhin liegen bei nicht gezündeter Glimmstrecke an den Kollektoren u. U. sehr hohe Spannungen. Sollte es daher vorkommen, daß die Ziffern nicht hell und klar zu lesen sind oder daß vielleicht mehrere Zahlen gleichzeitig schwach aufglimmen, so empfiehlt es sich, die Anodenspannung etwas zu heben oder zu senken. Hierzu kann man den erwähnten Siebwiderstand im Netzteil in den Grenzen von 10...15 kΩ verändern. Die Spannung sollte aber nie über 200 V ansteigen, da dadurch die Treibertransistoren zerstört werden können.

Tabelle 3. Im Mustergerät verwendete Spezialteile

- 100 Transistoren (npn-Planar, Typ E), Nadler, Hannover.
- 1 Leistungs transistor AD 103 (Siemens)
- 1 Netztransformator (220 V/15 V, 1 A).
- 1 Z-Diode ZD 12 (Intermetall).
- 6 Ziffernanzigeröhren ZM 1020 (Valvo), mit Fassungen
- 3 Mikro-Schalter (NSF).

Digital-Uhr zum Selbstbau

Aufgrund des großen Echo, das diese Bauanleitung im In- und Ausland gefunden hat, sollen im folgenden kurz die wichtigsten und immer wiederkehrenden Fragen erörtert und eine ausführliche Baubeschreibung des Taktgebers gegeben werden. Diese Baustufe war nur als Blockschaltbild für den etwas mit der Digitaltechnik Vertrauten angege-

Zunächst sind in Bild 3 (Heft 2) folgende Änderungen durchzuführen: Die Diode BAY 18 vor der Basis des Transistors T 7 ist umzupolen. Das RC-Glied (4,7 kΩ/220 pF) an der Basis von T 3 führt direkt zum Kollektor von T 4. Die eingezeichnete Leitung nach oben in die Matrix entfällt. Sie ist mit dem Kollektor von T 3 zu verbinden (siehe auch Platinenplan in Heft 3).

In der Praxis hat sich weiterhin gezeigt, daß die Stromverstärkung der verwendeten Transistoren vom Typ E stark schwankt, so daß es zur sicheren Funktion erforderlich ist, den Kondensator C 3 in Bild 3 (Heft 2) auf 15 nF zu vergrößern.

Im Mustergerät verwendete Spezialteile

- 12 npn-Silizium-Planar-Transistoren Typ E (Nadler-Elektronik)
- 10 Silizium-Planar-Dioden D 2 (Nadler-Elektronik)
- Schichtwiderstände 0,2 W (Beyschlag)
- 2 Germanium-pnp-Transistoren AC 152 (Siemens) o. ä.
- 1 Germanium-pnp-Transistor AC 153 o. ä. (Siemens)

Bei der Beschreibung der Digitaluhr in der FUNKSCHAU 1969, Heft 2, Seite 33, und Heft 3, Seite 61, war der Verfasser davon ausgegangen, daß nur ein relativ kleiner Leserkreis sich für den Nachbau interessieren würde. Daher wurden die Ausführungen knapp gehalten und nur auf das Wichtigste beschränkt. Hier folgen ergänzende Angaben, nach denen uns viele Leser fragten, die am Nachbau interessiert sind.

Für den Tages sprung sind die verwendeten Dioden wie folgt zu beschalten: D 1 an T 2, D 2 an T 4, D 3 an T 5, D 4 an T 7 und D 5 an T 8. Gemeint sind jeweils die Kollektoranschlüsse.

Der Taktgeber

Bild 1 zeigt die vollständige Schaltung des Taktgebers. Der im Mustergerät verwendete Taktgeber ist mit Germanium-pnp-Transistoren bestückt, wobei die dort verwendeten Stufen nicht identisch mit den in der Uhr verwendeten Flip-Flop-Zählstufen sind. Im Interesse einer Vereinheitlichung der Zählstufen des Gerätes soll der Taktgeber nun aber auch mit npn-Si-Transistoren bestückt werden. Es kamen dabei wieder Transistoren des Typ E zum Einbau (Stückliste). Ferner ist zusätzlich noch eine Torschaltung erforderlich, die in dem Blockschaltbild Bild 13 (Heft 3) nicht eingezeichnet war.

Die Schaltung

Die aus dem Netzteil kommende Wechselspannung von etwa 7 V gelangt über die Diode D 1 auf die Basis des Transistors T 1, der zusammen mit T 2 als Schmitt-Trigger arbeitet und aus der Wechselspannung eine Rechteckspannung formt.

Am Kollektor von Transistor T 2 steht also eine Rechteckspannung, die über Kondensator C 3 zur Basis von T 3 gelangt. Der Transistor T 3 arbeitet dabei als Impulsformer und Phasenumkehrstufe. Über den Widerstand R 1 wird er so stark negativ vorgespannt, daß fast die gesamte Betriebsspannung von 12 V am Kollektorwiderstand abfällt. Erscheint nun an seiner Basis eine positive Rechteck-Halbwellen, so wird er während dieser Zeit voll gesperrt, da die Steueramplitude etwa 6 V beträgt. Während dieser Zeit schnell die Kollektorspannung auf etwa 12 V herauf, und ein negativer Impuls entsteht, der jetzt auch die nötige Dachschräge hat, um von den nachfolgenden npn-Transistoren verarbeitet zu werden. Die folgende negative Halbwellen an der Basis bleibt jedoch wirkungslos, da der Transistor ohnehin durchgesteuert ist.

Mit den verwendeten sechs Stufen erreicht man eine Zählkapazität von 64 Impulsen. Da jedoch für die 50-Hz-Folge nur 50 Zustände gebraucht werden, werden die überzähligen Stellungen durch die Rückführungen, bestehend aus den Dioden D 2/D 3/D 4 sowie den Kondensatoren C 3/C 4/C 5 in Verbindung mit C 6/R 2 übersprungen. Der negative Rückstell-Impuls entsteht dabei am Kol-

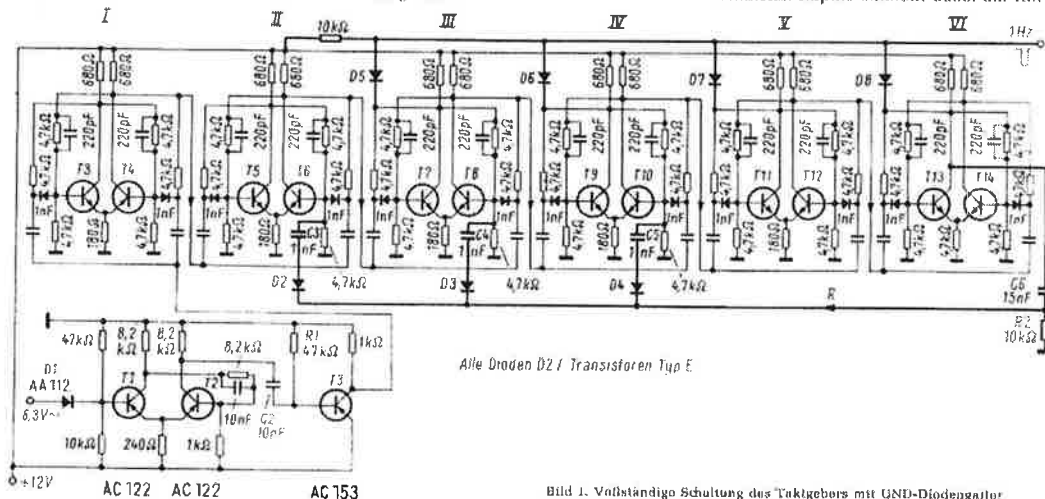


Bild 1. Vollständige Schaltung des Taktgebers mit GND-Diodengatter

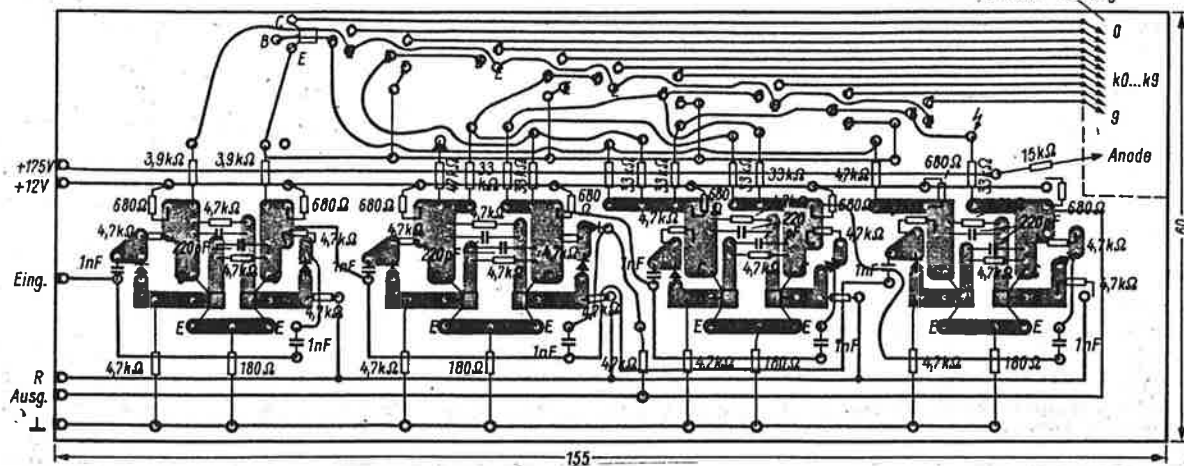


Bild 20. Ansicht der Platine für den Stunden-, Minuten- und Sekunden-Einer. Rechts oben ist bei sämtlichen Platinen des Gerätes ein Ausschnitt von 26 mm × 12 mm herauszuschneiden, der die Fassung der Zählröhre ZM 1020 aufnehmen soll. Alle Dioden sind vom Typ BAY 18. Aus Platzgründen sind u. U. einige Widerstände senkrecht anzuordnen. Für die noch einzufügenden Dioden des Tagessprunges bei der Platine des Stunden-Einers sind keine Leiterbahnen vorgesehen. Sie werden handverdrahtet nach der Blockschaltung „Tagessprung“ (Bild 12 in Heft 2) an die Kollektoren der jeweiligen Transistoren gelötet

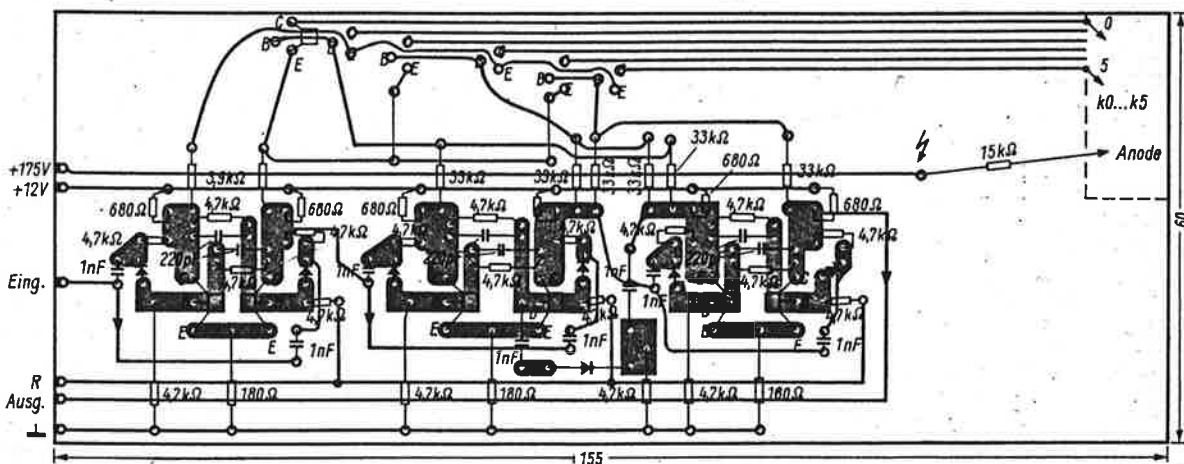


Bild 21. Ansicht der Platine für den Minuten- und Sekunden-Zehner. Beschaltet werden von den zehn Kathoden der Zifferanzeigeröhre nur die der Ziffern 0 bis 5

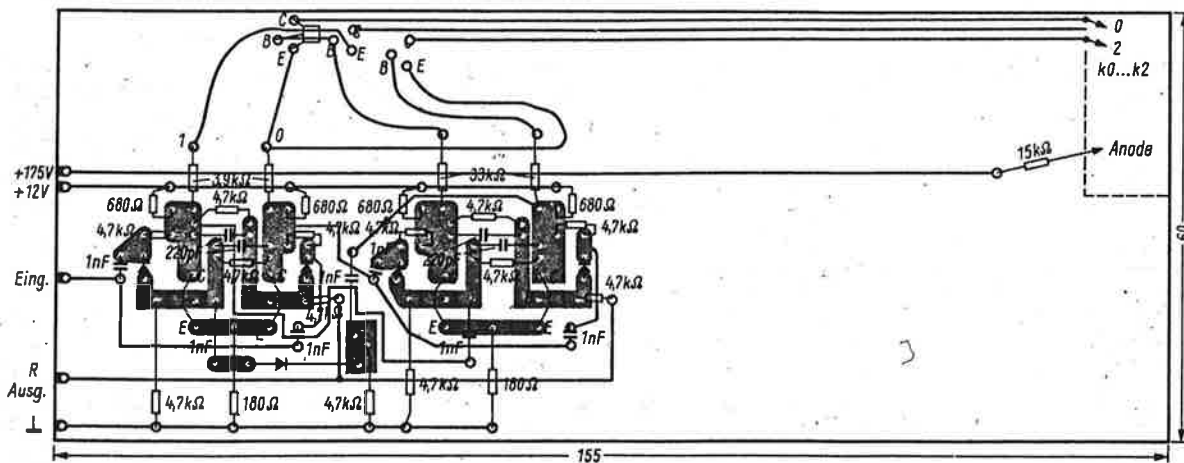


Bild 22. Ansicht der Platine des Stunden-Zehners. Hier sind nur die Ziffern 0, 1 und 2 belegt. Erscheinen die Ziffern nicht deutlich und klar, so sind wegen der geringeren Belastung die beiden 3,9-kΩ-Widerstände, links im Bild, auf max. 0,8 kΩ zu erhöhen

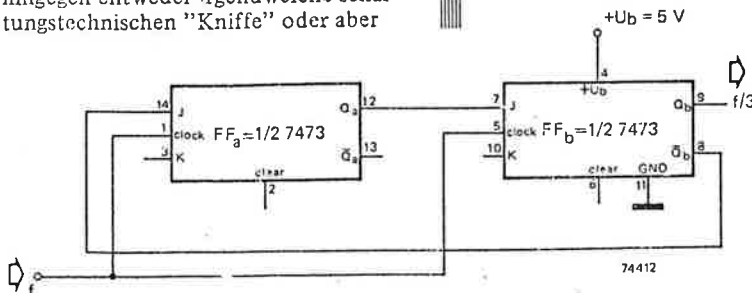
die Brummspannung auf $u_{ss} \approx 400 \text{ mV}$. Für T_1 kann der FET E300 verwendet werden, beim Einlöten in die Platine ist die andere Anschlußfolge zu beachten. Widerstand R_6 besteht aus der Parallelschaltung von 3 Widerständen: $0,47 \Omega // 0,47 \Omega // 0,82 \Omega$ (je 1 W). Die Schaltung enthält ein umschaltbares Volt/Ampere-Meter (M). In der eingezeichneten Schalterstellung von S_2 wird die Ausgangsspannung gemessen, die Eichung auf Vollausschlag erfolgt mit P_3 . Soll bei Spannungen unter 30 V Vollausschlag eingestellt werden, so ist der Wert von R_{10} zu verringern. Zur Strommessung wird S_2 umgeschaltet, mit P_4 kann bei 2 A 80% Vollausschlag eingestellt werden.

Beim praktischen Aufbau sind folgende Dinge zu beachten: T_2 benötigt eine Kühlfläche von ca. 10 cm^2 , für T_3 wird eine Fläche von ca. 200 cm^2 benötigt, somit empfiehlt sich Chassismontage (T_3 isoliert montieren). Wenn die Verbindungsdrähte zu P_2 länger ausfallen als ca. 10 cm, kann evtl. entstehendes hochfrequentes Schwingen mit einem Kondensator von 1 n (ker. Scheibe) zwischen der Basis von T_2 und Masse unterbunden werden.

Lit.:
Elektor 39, S. 2-28 f.

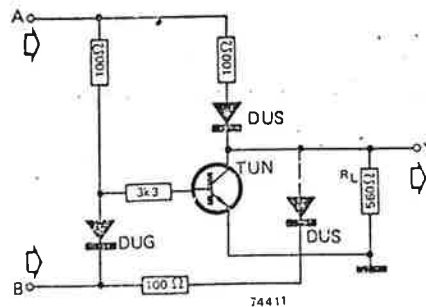
Teiler 1:3

Solange das Teilverhältnis eine Potenz von 2 darstellt, läßt sich ein Frequenzteiler leicht durch einfaches Hintereinanderschalten entsprechend vieler Flipflops realisieren. Der Aufbau eines Teilers mit anderem Teilverhältnis erfordert hingegen entweder irgendwelche schaltungstechnischen "Kniffe" oder aber



zusätzliche Bauelemente. Ein gutes Beispiel liefert hierfür die Schaltung eines Teilers durch drei. Verwendet werden zwei JK-Flipflops. Beiden Flipflops wird das Clocksignal (Takt) gleichzeitig zugeführt (Synchron-teiler). Wegen der Verbindung von Ausgang Q_A mit dem J-Eingang von Flip-flop B kann dieses jedoch nur getriggert werden, wenn Flip-flop A gekippt ist ($Q_A = "1"$). Daher ändert erst der zweite Clockimpuls den Zustand von Flip-flop B. Am Q-Ausgang von Flip-flop B liegt dann eine "0", sie bewirkt, daß beide Flipflops nach dem dritten Clockimpuls in den Anfangszustand zurückkehren ($Q_A = Q_B = "0"$). Die beiden Flipflops bilden somit einen Teiler 1:3.

EXOR ohne Speisepannung



Dieses Exklusiv-ODER-Gatter vergleicht die von zwei verschiedenen Signalquellen gelieferten binären Signale miteinander. Aus der Wahrheitstabelle geht hervor, daß das Ausgangssignal bei

gleichen Eingangssignalen logisch "0" ist. Dies läßt sich an Hand der Schaltung einfach erklären: Wenn an beiden Eingängen eine "0" liegt, muß auch das Ausgangssignal "0" sein, denn die Schaltung kann selbst keinen Strom liefern, der einen Spannungsabfall an R_L (log. "1") erzeugt. Bei einer logischen "1" an beiden Eingängen leitet T_1 , so daß auch dann das Ausgangssignal "0" ist.

(Electronic Design)

Wahrheitstabelle

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

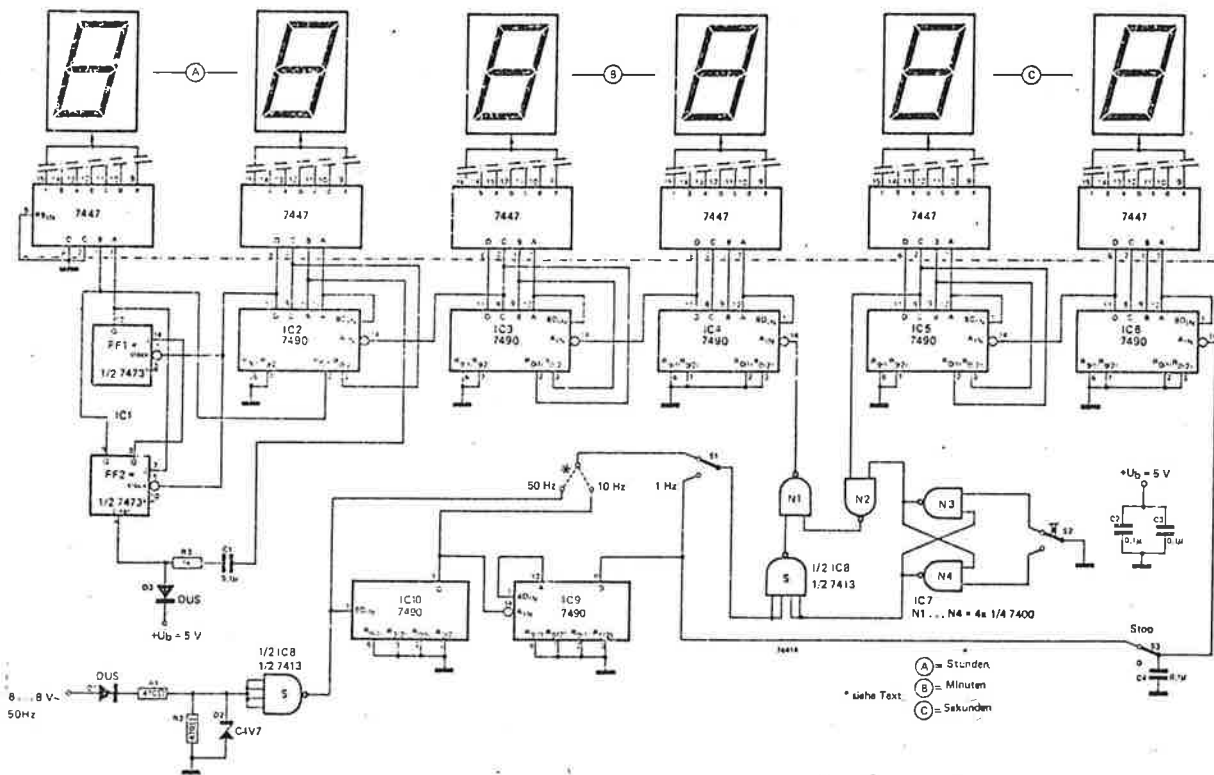
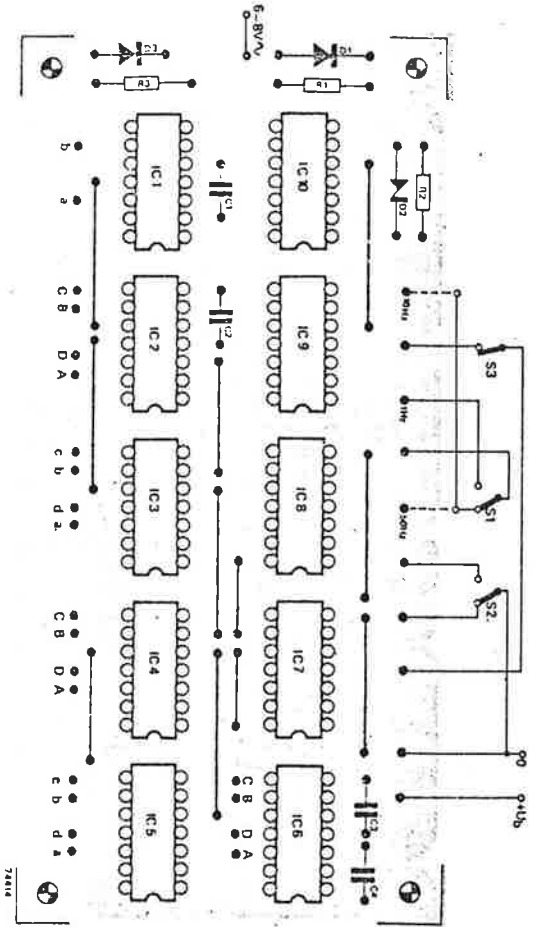
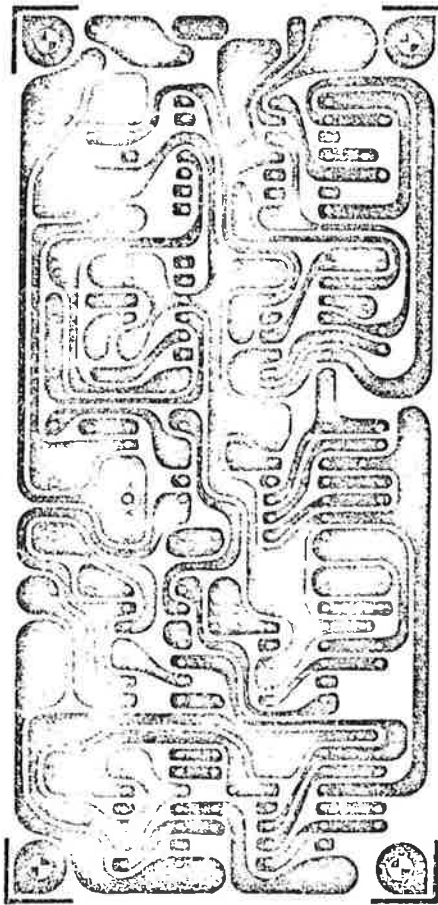
Digitaluhr

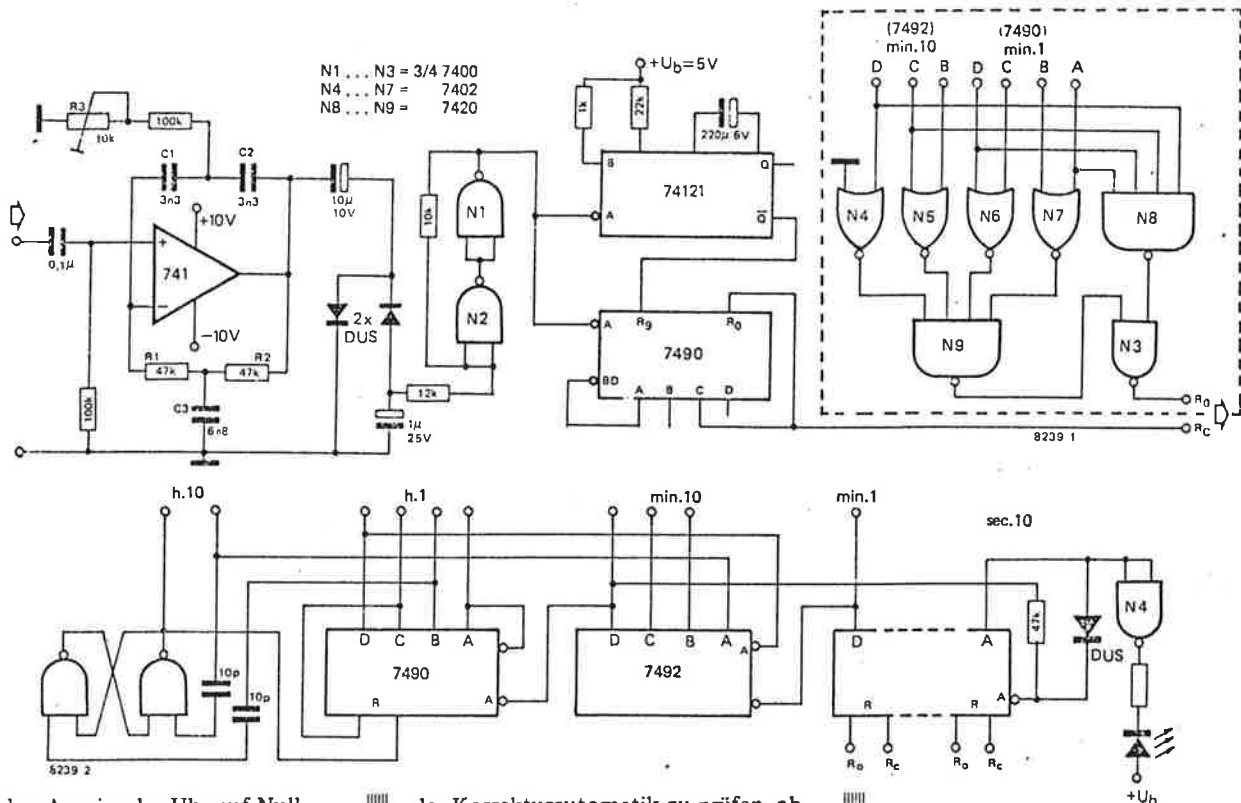
Durch den Artikel "Die klingende Uhr" (Elektor April und Mai '74) entstand bei vielen Lesern der Wunsch nach einer Schaltung für eine unkomplizierte elektronische Digitaluhr. Beim Entwurf der nebenstehenden Schaltung wurde besonderer Wert auf den ökonomischen Einsatz der Bauelemente gelegt. Komplizierte Gleichsetzschaltungen und prellfreie Start/Stopeinrichtungen sind nicht vorgesehen.

Das Stellen der Uhr erfolgt auf folgende Weise:

1. Durch Öffnen von Schalter S_3 wird die Uhr gestoppt.
 2. Zur Wahl zwischen schnellem und langsamem Vorlauf (10 Hz bzw. 50 Hz und 1 Hz) dient Schalter S_1 .
 3. Die Uhr läuft während der Betätigung von Taster S_2 mit erhöhter Geschwindigkeit, bei Erreichen der gewünschten Uhreinrichtung ist S_2 loszulassen.
 4. Start der Uhr durch Schließen von S_3 .
- Die Zahl zwischen 50 Hz und 10 Hz wurde vorgesehen, damit ungeduldige Uhrenbesitzer die Möglichkeit haben,

die Uhr mit einer Geschwindigkeit von 50 min/s vorlaufen zu lassen. Allerdings besteht bei dieser Geschwindigkeit die Gefahr, daß man S_2 zu spät losläßt und dann von vorn beginnen muß. Während des Stellvorgangs ist das Signal aus den Sekundenzählern blockiert, daher braucht S_3 (Start/Stop) beim Stellen der Uhr nicht unbedingt betätigt zu werden. Die Zähler arbeiten nach dem Prinzip der 24 Stunden-Uhr. Die beiden Flipflops des 10-Stundenzählers sind als 3-Zähler geschaltet. Bei Erreichen des Standes 24 wird FF_2 gesetzt. Die Dekodierung erfolgt wie üblich mit Siebensegmentdekodern vom Typ 7447. Der "ripple blanking"-Eingang (Anschluß 5) des 10-Stunden-Dekoders liegt an Masse, so daß die Null an dieser Stelle unterdrückt wird.





Sekunden-Anzeige der Uhr auf Null. Kurz darauf wird der Zähler 7490 wieder gesperrt, da die Zeitdauer des Monoflop-Impulses abgelaufen ist. Sie beträgt wenig mehr als 6 Sekunden. Bleibt einer der Impulse aus, oder sollte die Schaltung auf ein Störsignal ansprechen, so erfolgt stets Reset des Zählers nach Ablauf von sechs Sekunden.

Falls erforderlich, kann die Betriebssicherheit der Schaltung noch durch den gestrichelt eingerahmten Teil erhöht werden. Es handelt sich um eine Torschaltung, deren Ausgang nur dann "1" wird, wenn der Minutenzähler der Uhr auf 59 oder 00 steht. Der Ausgang der Torschaltung muß mit einem der beiden R_0 -Eingänge der Teiler-IC's der Digitaluhr verbunden sein. Die Uhr kann dann nur innerhalb einer Minute vor oder nach der vollen Stunde auf Null gestellt werden.

Bei Einbau der Schaltung in eine Digitaluhr ist ferner der C-Ausgang des 7490 mit den Reset-Eingängen des Teilers 50:1, sowie denjenigen der Minuten- und Sekundenteiler zu verbinden. Die ursprünglichen Reset-Verbindungen müssen entfernt werden.

Bei Uhren mit dem 7492 bilden die A-Flipflops den Teiler für die erste Stundenzahl, dieser Teiler ist durch ein RS-Flipflop zu ersetzen. Das freiwerdende A-Flipflop kann eventuell dazu dienen, eine Anzeige zu steuern, die angibt ob das Zeitzeichen empfangen wurde oder nicht.

Selbstverständlich ist vor dem Einbau

der Korrekturautomatik zu prüfen, ob sich die Schaltung für die betreffende Digitaluhr eignet. Der Verfasser betreibt die Digitaluhr nach Elektor, Heft 4/71 bereits länger als ein Jahr mit dieser Schaltung, ohne daß Schwierigkeiten auftraten. Zum Empfang des Zeitzeichens dient ein Billigpreis-Taschenradio, das aus der Uhr mit Strom versorgt wird.

Kalkulation:

Bauelemente	DM 21,70,
Autor	DM 78,30,
Aktion Sorgenkind	DM 43,40.

135



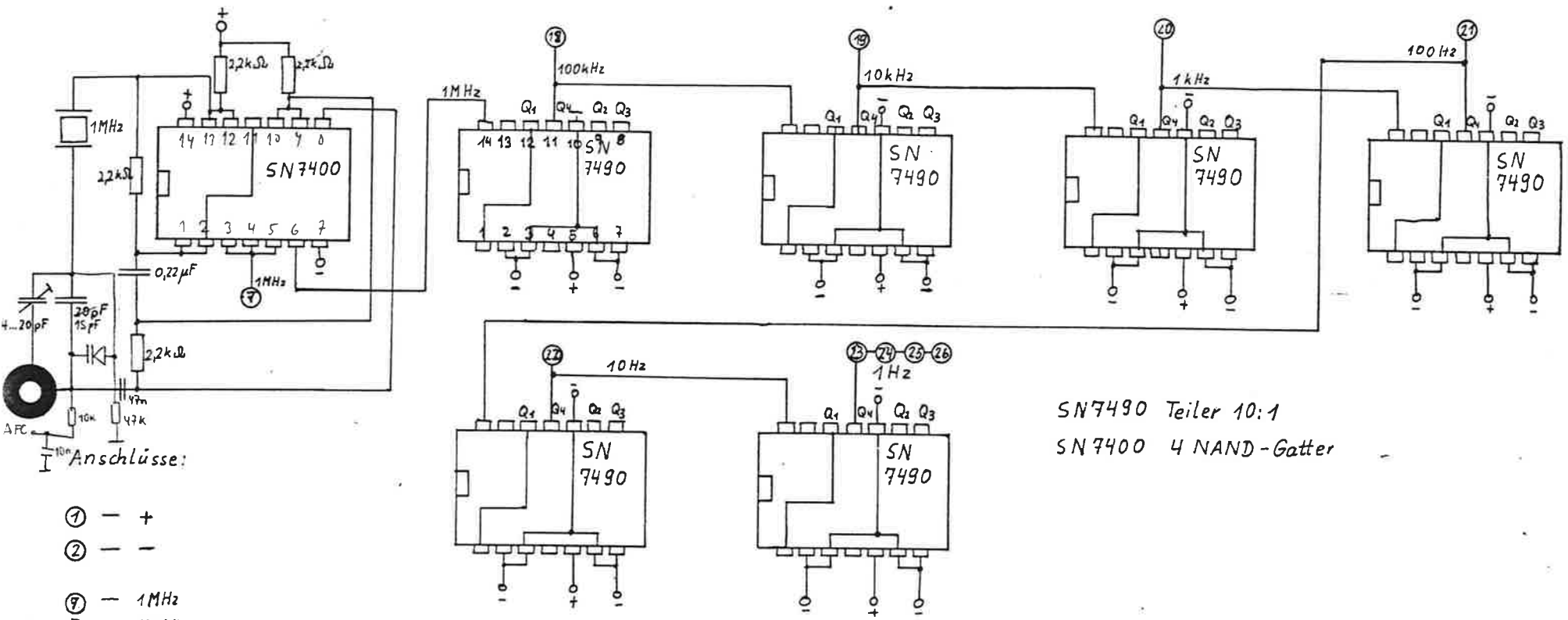
B. Kainka, Essen, D.

Videoskop

Viele Hobbyisten würden sich liebend gern ein Oszilloskop zulegen, wenn es der Geldbeutel erlauben würde. Der Autor bietet mit seinem Vorschlag eine Alternative an, bei deren Verwirklichung sich ein altes Fernsehgerät mit relativ

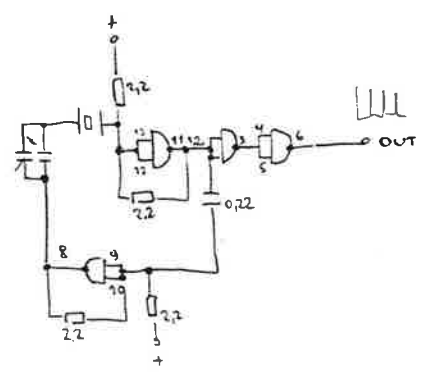
geringem Aufwand in ein recht brauchbares NF-Oszilloskop verwandelt. Die Ablenkspulen der Fernsehgeräte sind zumeist steckbar mit dem Gerätechassis verbunden, somit lassen sie sich recht einfach an andere Schaltungsaufbauten anschließen. Die Horizontal-Ablenkspule ist bei dieser Schaltung durch eine gleichgroße Induktivität zu ersetzen, da sonst die Hochspannung ausfällt. Es wird empfohlen, zu diesem Zweck eine zweite Ablenkspule zu verwenden.

Der Sägezahn der neuen Horizontalablenkung wird mit Hilfe von $T_1 \dots T_4$ erzeugt. T_1 bildet eine Konstantstromquelle, deren Strom im Verhältnis 1:10 mittels P_1 einstellbar ist. Mit dem eingestellten Konstantstrom wird ein Kondensator linear geladen, übersteigt die Ladespannung 2,1 V, so entlädt sich der Kondensator über T_2 . Neben der Einstellung der Ablenkfrequenz durch P_1 läßt diese sich auch durch die Wahl anderer Werte für C_1 verändern. Dank einer geschickten Gegenkopplung steuert der Endverstärker (T_5, T_{11}) einen Strom durch die Ablenkspule, der der angelegten Spannung proportional ist. Die Z-Diode D_5 begrenzt den Rückschlagimpuls und verlängert so die Impulsdauer. Mit Hilfe einer auf einen Ferritstab gewickelten Spulengruppe wird aus dem Rückschlagimpuls das Signal für die Dunkelsteuerung gewonnen, es steuert den Wehneltzylinder (G_1 der Bildröhre). Alle drei Spulen müssen gegeneinander und gegenüber



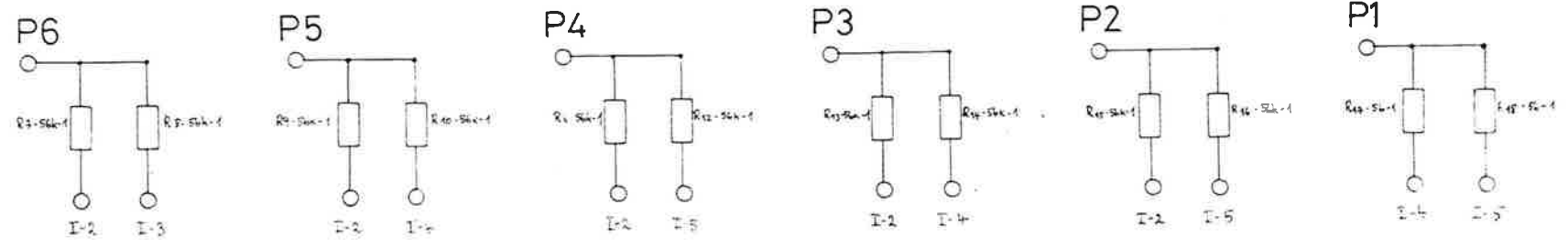
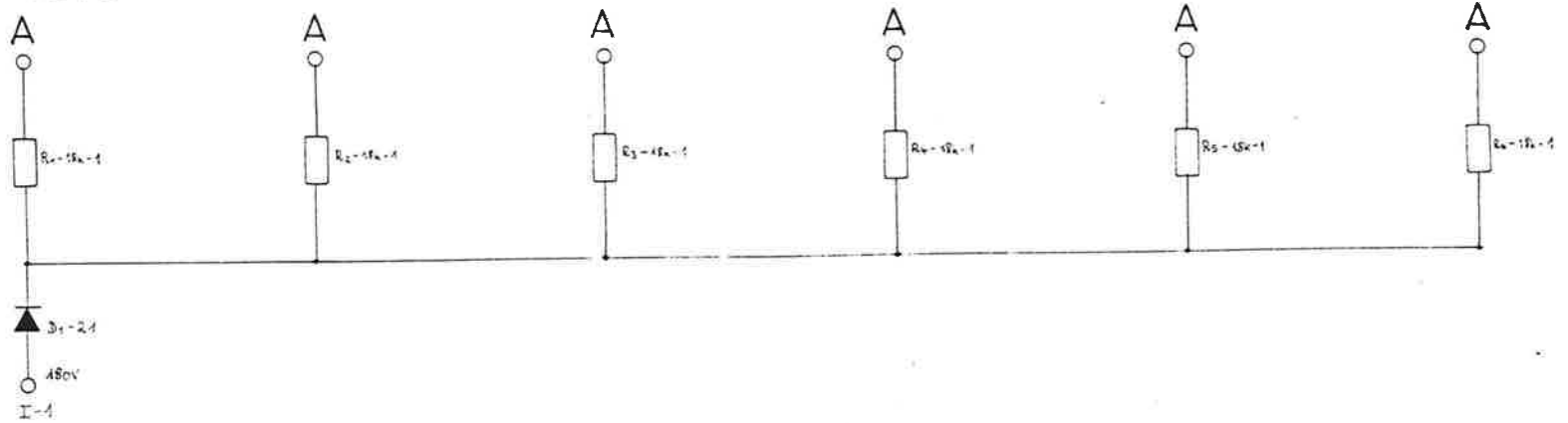
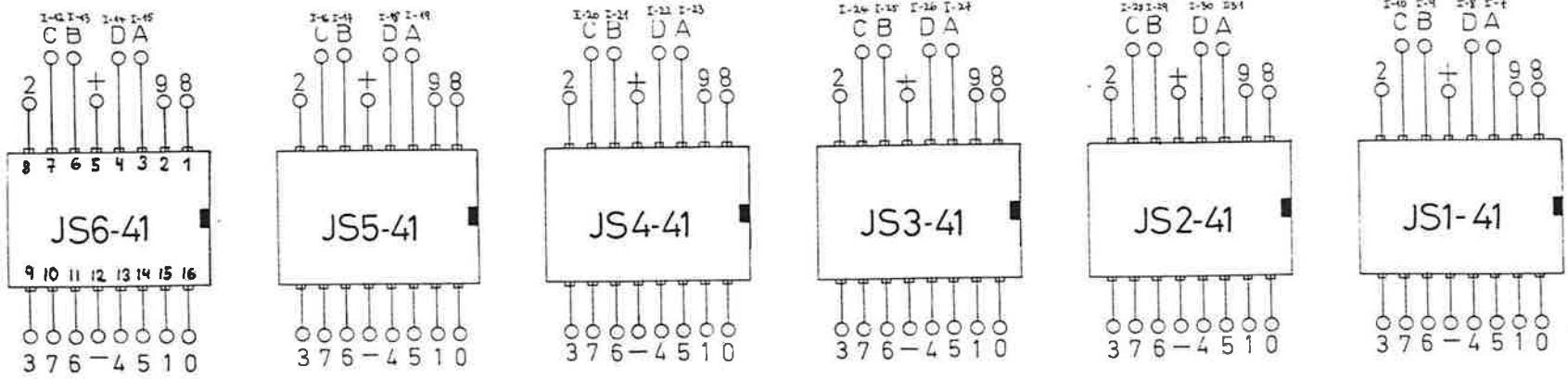
SN7490 Teiler 10:1
 SN7400 4 NAND-Gatter

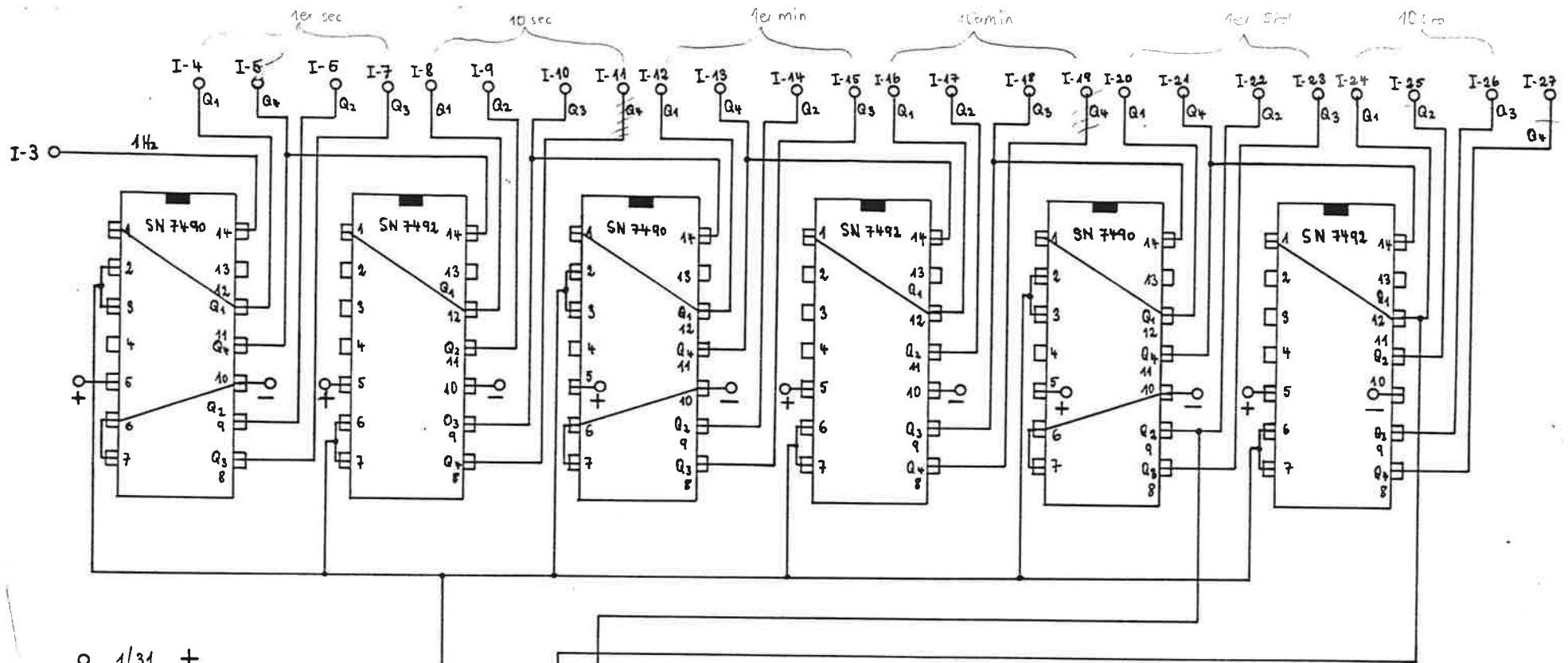
- ① — +
 ② — —
 ⑦ — 1MHz
 ⑯ — 100kHz
 ⑱ — 10kHz
 ⑳ — 1kHz
 ㉑ — 100Hz
 ㉒ — 10Hz
 ㉓ — 1Hz
 ㉔ — "
 ㉕ — "
 ㉖ — 1Hz
 ㉗ — —
 ㉘ — +



Ohne Freigabevermerk nur für Anfrage gültig														
Freigegeben für:		Datum:	Name:	Index		Samml. Nr.	AM-Nr.	Datum	Name	Index	Samml. Nr.	AM-Nr.	Datum	Name
Vorserie				Platz	Umfeld	Platz	Werkstoff	Benennung		Generator 4444 mit Frequenzteiler				
Fertigung				Gezeichnet		17.12.71 N Huber		Fertigstellung		Erstellt für:		Pl. Nr.		
Ausgabe Datum:				Normgepr.				Zeichnungs Nr.:						
Prozess Nr.:		Name vor In.:		KÖRTING RADIO WERKE GmbH.										

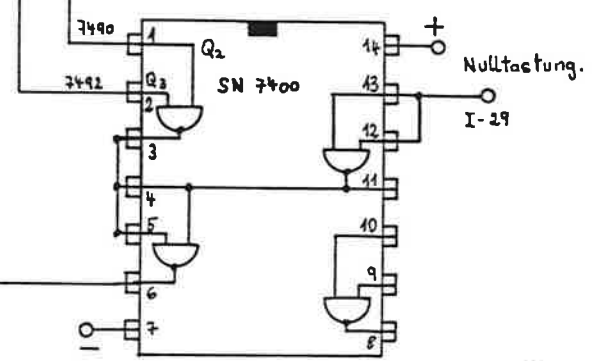
Anzeige(Nixie) 4503



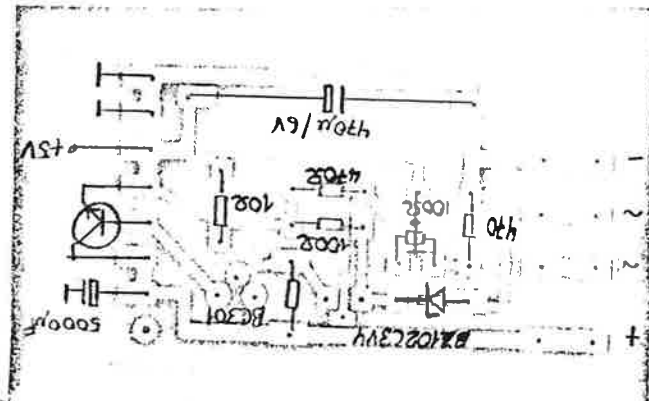


- 1/31 +
- 2/30 -

IC in Draufsicht.



Zähler-Platine.



Stol

Min.

Sek

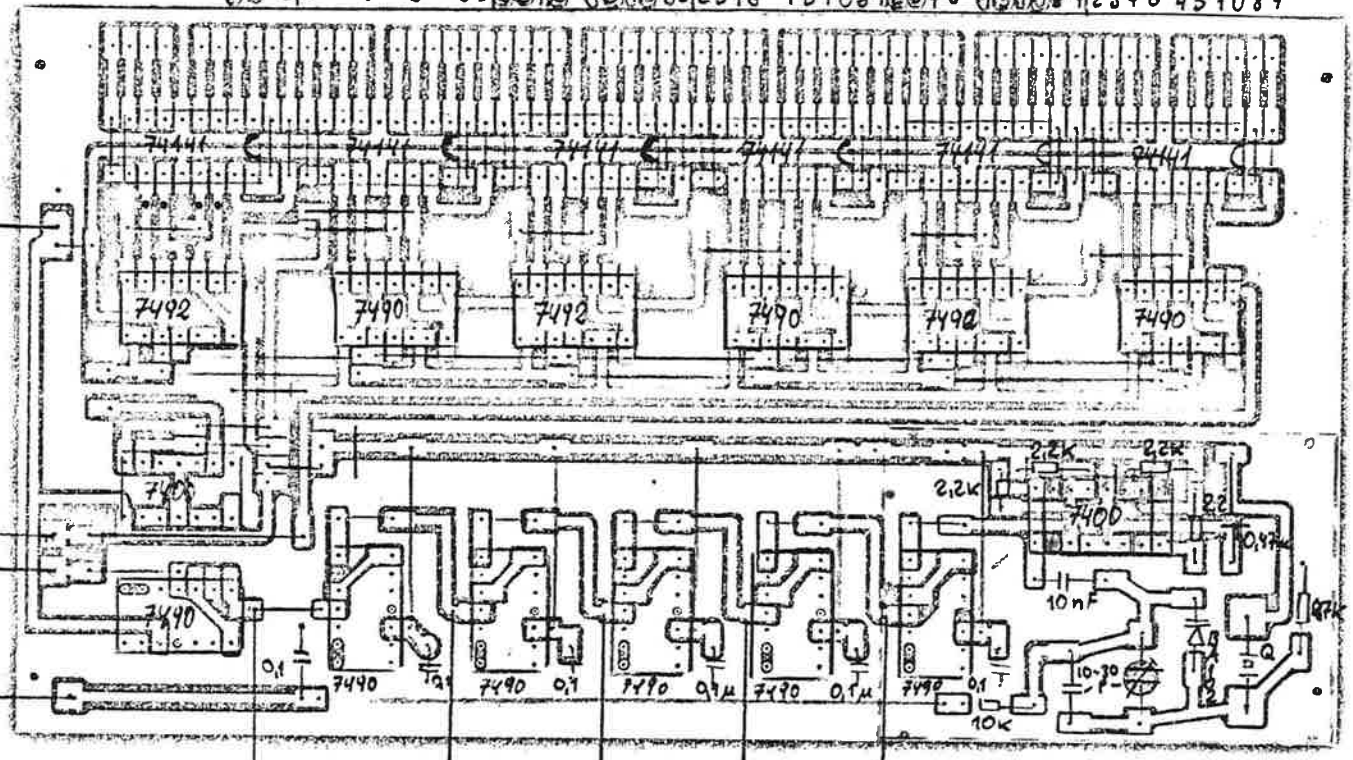
2376 451089 2376 451089 2376 451089 2376 451089

+5Vstab°

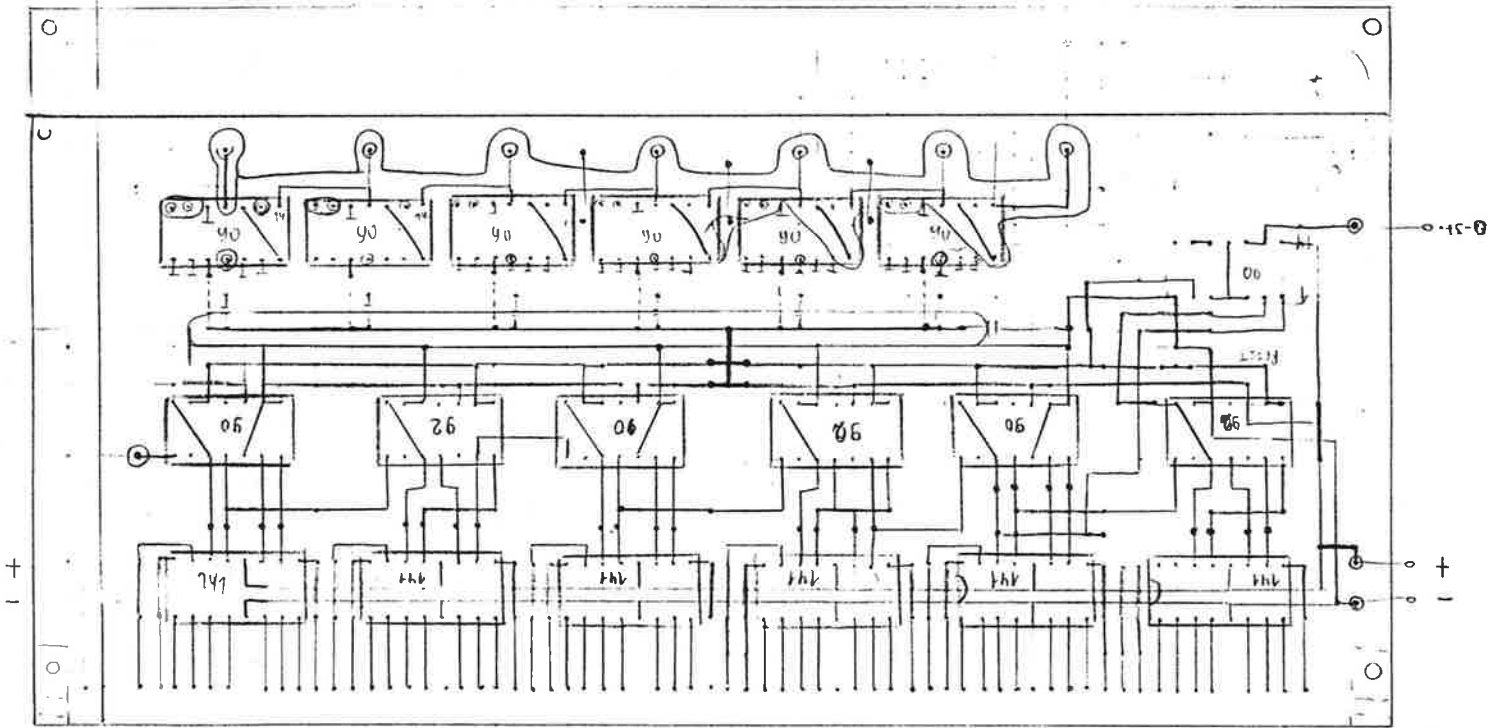
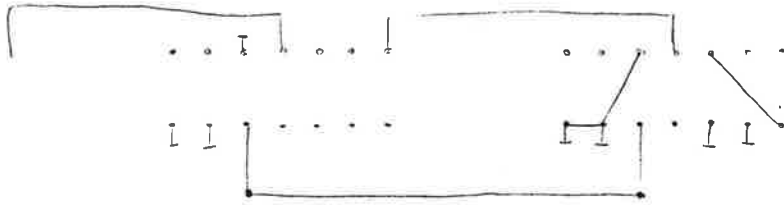
RESET °

1hz Takfr.

Synchronisier-
spannung - Drahtw. = 10⁻¹¹



10hz 100hz 1000hz 10khz 100khz



0-5	0-9	0-5	0-9	0-2	0-9
2	0	1	7	2	4