

Digital-Uhr zum Selbstbau

1. Teil

Die Schaltung ist auf geätzten Platinen aufgebaut. Die Kosten des Gerätes liegen noch unter 200 DM (Bild 1). Durch geringfügigen Umbau bzw. Erweiterung läßt sich die Grundschialtung 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 Hz \approx 1 Sekunde heruntergeteilt wird. Die sich daran anschließenden Zählstufen müssen einmal bis 10 (Minuten-, Sekunden- und Stunden-Einer), ferner bis 6 (Minuten-Zehner, Sekunden-Zehner) und bis 2 (Stunden-Zehner) zählen. Sind also im Sekunden-Zähler (Einer) z. B. 9 s 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 Zählleinrichtung 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 8). 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

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 „L“ (linker Transistor leitend). Beim nächsten Impuls wiederholt sich der gleiche Vorgang umgekehrt. Die Stufe besitzt also die zwei stabilen Zustände „0“ und „L“; 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 eben 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 Emittter 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-

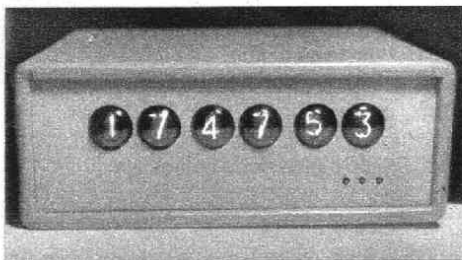


Bild 1. Gesamtansicht des fertigen Gerätes. Rechts sind die drei Schalter zur Eichung zu erkennen

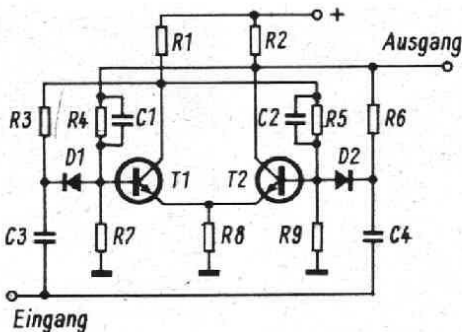


Bild 2. Schaltung des in allen Stufen verwendeten bistabilen Multivibrators

