

Elektronischer Würfel mit Ziffernanzeige

D. SAAL

Das in [1] beschriebene Gerät lieferte die Idee zur vorliegenden Schaltung, die jedoch völlig neu konzipiert wurde. Es werden ausschließlich Bauteile verwendet, die in der DDR erhältlich sind.

Gewiß ist das Gerät eine teure Spielerei. Dem steht aber einmal der Effekt gegenüber, den man damit nicht nur bei Kindern erzielt und zum anderen lassen sich hier recht gut Erfahrungen zum Zusammenschalten von TTL-Schaltkreisen mit systemfremden Bauteilen sammeln.

Schaltung

Der Übersichtsschaltplan (Bild 1) zeigt, daß das Gerät aus den fünf Baugruppen für die Zahlerzeugung und -anzeige sowie der Stromversorgung besteht.

In Bild 2 ist der Stromlaufplan des Steuer- und Anzeigeteiles dargestellt. Ein astabiler Multivibrator erzeugt

die erforderlichen Rechteckimpulse. Die Taktfrequenz beträgt etwa 1 kHz. Der Multivibrator erhält erst dann Spannung, wenn S2 vom Spieler betätigt wird. Da der Wechsel so rasch vor sich geht, daß die Ziffernfolge nicht erkannt werden kann, ist die erzielte Zahl somit dem Zufall überlassen. Die Funktionsweise eines Multivibrators ist u. a. in [2] ausführlich beschrieben. Die Rechteckimpulse werden am Kollektor von T2 abgenommen und über C3 dem Takteingang des ersten Flip-Flop zugeführt. IS 1 bis IS 3 sind als 6 : 1 Frequenzteiler geschaltet. Damit ist gewährleistet, daß nach jeweils sechs Takten die gleichen Schaltschritte erneut durchlaufen werden. [3]

Die Ausgangssignale der Flip-Flops werden im Dekodiernetzwerk in die gewünschten Dezimalzahlen umgewandelt. Dieses Netzwerk besteht aus passiven UND-Gliedern. Die dazugehörigen Widerstände R41 bis R46 müssen

so groß gewählt werden, daß einmal die Belastung der integrierten Schaltkreise den zulässigen Wert nicht übersteigt und zum anderen die Dioden zuverlässig durchgesteuert werden. Das gewonnene Signal schaltet über R31 bis R36 den jeweiligen Transistor T11 bis T16 und damit die dazugehörige Ziffer der Anzeigeröhre.

Durch den Spannungsabfall über den Widerstand R4 in der gemeinsamen Emitterleitung erhalten die Basen der nicht leitenden Transistoren eine den Emittlern gegenüber negative Spannung. Nur so können die SS 201 mit Spannungen über 50 V betrieben werden. R4 muß der Anzeigeröhre angepaßt sein. Für die oft leichter erhältliche Z 570 M hat er 1,2 k Ω .

Der Widerstand R1 muß ebenfalls entsprechend der verwendeten Anzeigeröhre gewählt werden (für die Z 570 M etwa 30 k Ω). Bild 3 zeigt den Stromlaufplan der Stromversorgung.

Die Spannung für die Schaltkreise

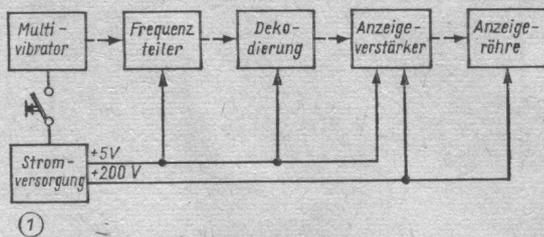


Bild 1:
Übersichtsschaltplan
des elektronischen
Würfels

Wahrheitstabelle für die Dekodierschaltung des elektronischen Würfels

Takt	Q1	$\bar{Q}1$	Q2	$\bar{Q}2$	Q3	$\bar{Q}3$
1	O	L	L	O	O	L
2	L	O	L	O	O	L
3	O	L	O	L	L	O
4	L	O	O	L	L	O
5	O	L	O	L	O	L
6	L	O	O	L	O	L

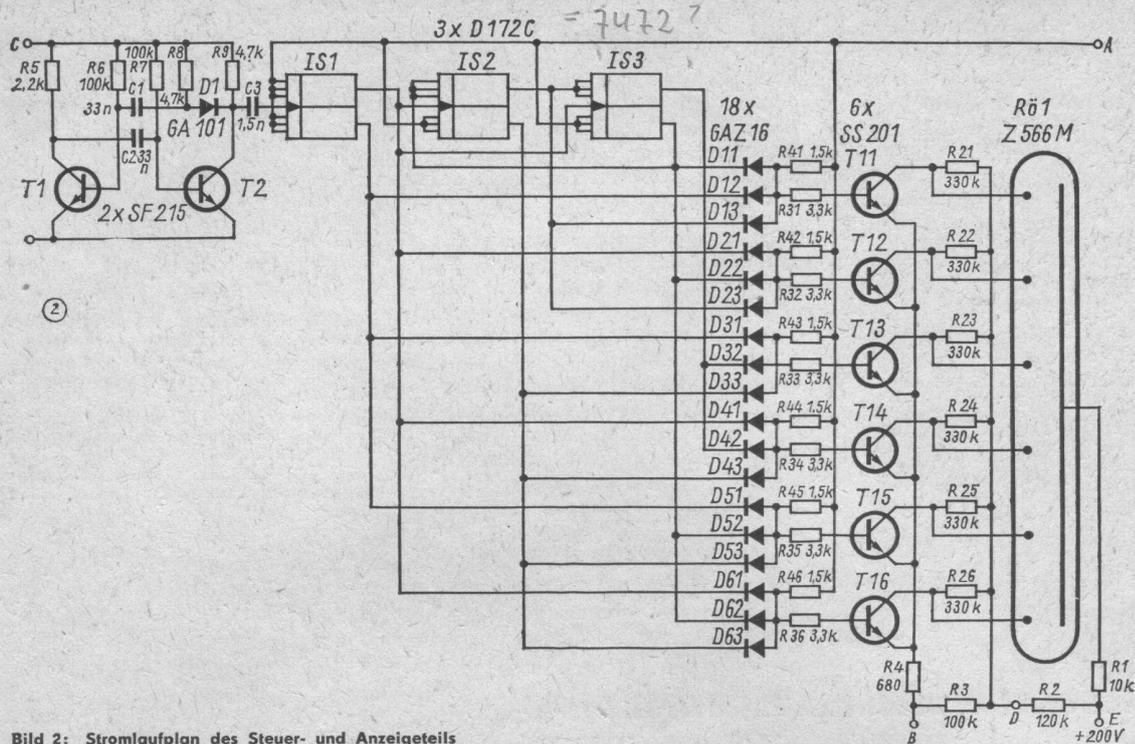


Bild 2: Stromlaufplan des Steuer- und Anzeigeteils

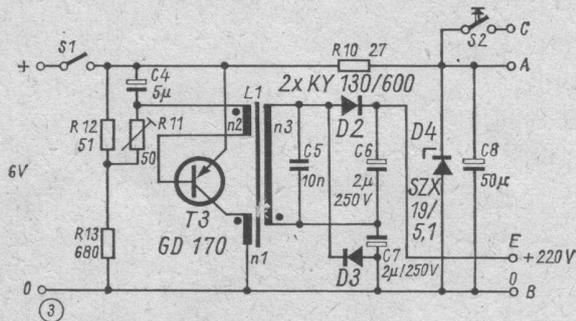
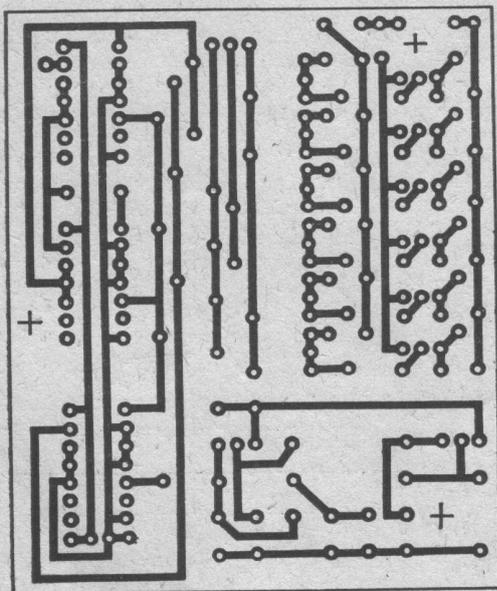


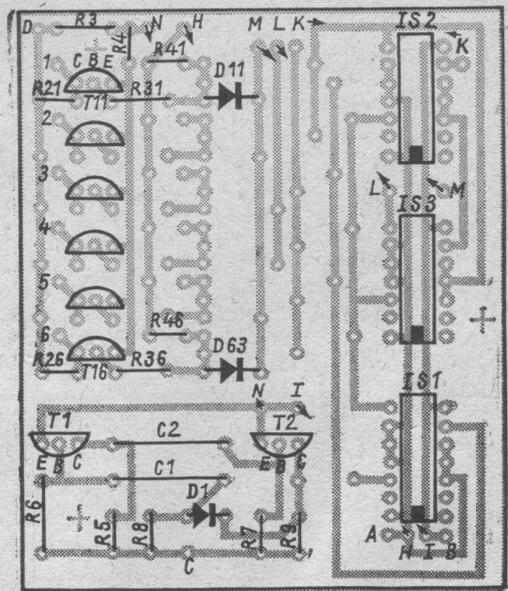
Bild 3: Stromlaufplan der Stromversorgung
(L1: Schalenkern 22 x 13, $A_L = 250$ nH, $n_1 = 47$ Wdg., $n_2 = 13$ Wdg., $n_3 = 860$ Wdg.)

Bild 4: Leitungsführung der Platine für das Steuergerät

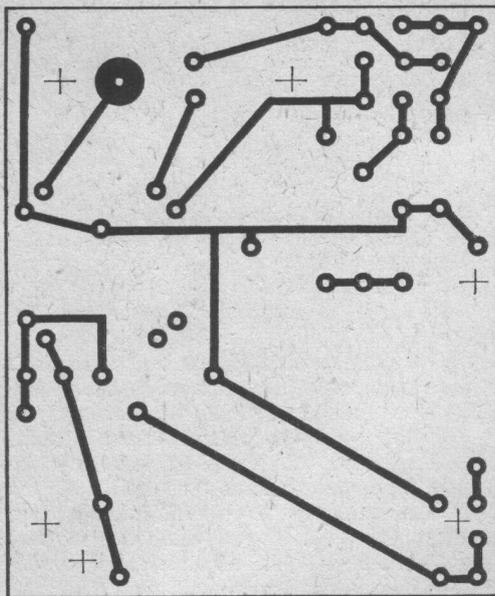
Bild 5: Bestückungsplan zur Leiterplatte nach Bild 4 (Brücken A bis E zur Stromversorgung, Brücken H bis N innerhalb der Platine)



④



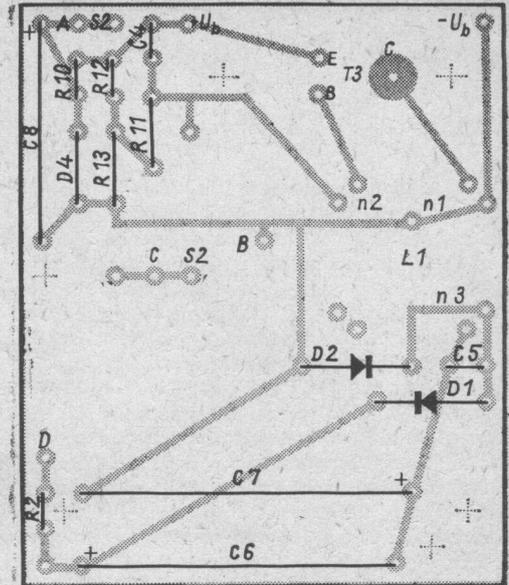
⑤



6

Bild 6:
Leitungsführung
der Platine für die
Stromversorgung

Bild 7:
Bestückungsplan
zur Leiterplatte
nach Bild 6



7

wird mit Hilfe der Z-Diode D4 auf den erforderlichen Wert von 5 V gebracht. Der astabile Multivibrator erhält seine Leistung über die Taste S2. Schwierigster Teil des gesamten Gerätes dürfte der Spannungswandler sein. Der Eintaktsperrwandler transformiert die Batteriespannung auf etwa 110 V, die durch Spannungsverdopplung auf 220 V gebracht werden. Funktionsweise und Schaltungsberechnungen sind in [4] und [5] angegeben. Das Gerät wird aus zwei Stabbatterien 2 R 10 versorgt.

Aufbauhinweise

Bild 4 zeigt die Leiterplatte, auf der sich Multivibrator, Frequenzteiler, Dekodierung und Schalttransistoren befinden. Die Bestückungsseite ist in Bild 6 dargestellt. Wegen der gedrängten Bauweise sind einige Verbindungen nachträglich als Brücken einzulöten. R1 wird direkt an den Anodenanschluß der Röhre gelötet. Außerdem sind Verbindungen zwischen Anzeigeröhre, Leiterplatte und Stromversorgung herzustellen. Die jeweiligen Anschlußpunkte wurden mit gleichen Buchstaben gekennzeichnet.

Die Transistoren T1 und T2 sind Basteltransistoren. Denkbar wäre aber auch, den Multivibrator mit einer IS, z. B. D 100 C, aufzubauen. Platz wird damit allerdings kaum gewonnen. Die im Frequenzteiler verwendeten D 172 C sind ebenfalls verbilligte Exemplare. Wenn alle J- und K-Eingänge angeschlossen sind, kann es kaum Enttäuschungen geben. Die Dioden GAZ 16 lassen sich auch durch andere Schaltdioden ersetzen. Bei den UND-Gattern für die Zahlen 1 bis 4 könnte je eine

Diode eingespart werden (s. Tabelle), worauf jedoch aus Gründen der Einheitlichkeit verzichtet wurde.

Die Leiterplatten werden übereinander angeordnet und mittels Gewindebolzen und Distanzröhren auf der durch die Bauteile bedingten Höhe gehalten. Auf der Rückseite der Stromversorgungsplatine sind Anzeigeröhre und Batterie befestigt.

Inbetriebnahme

Zuerst werden alle Spannungswerte der Stromversorgung gemessen. Die Ausgangsspannung des Transverters wird zuerst im Leerlauf und anschließend mit einer Belastung gemessen, die dem Betriebszustand entspricht (etwa 40 k Ω). Der Transverter muß einen Strom von 5 mA liefern. Mit R11 kann der Arbeitspunkt noch etwas optimiert werden. Danach werden alle Masse- und 5-V-Verbindungen hergestellt. Mit dem Kopfhörer kann man an C3 die Funktion des Multivibrators feststellen. Ebenfalls mit dem Kopfhörer als einfachstem Prüfgerät sind die Takte an den Q- bzw. Q-Ausgängen der Flip-Flops feststellbar. Die Frequenzen weichen deutlich von der Eingangsfrequenz ab, weil sie Teile davon, also niedriger sind.

Danach mißt man die Spannungen am Ausgang der UND-Gatter. Sie soll etwa 0,5 V im O- und 1,5...2 V im L-Zustand betragen. Der niedrige Wert entsteht dadurch, daß die Gatter durch R31 bis R36 und die Basis/Emitter-Strecke der Schalttransistoren belastet werden. Er steigt bei arbeitsbereiten Transistoren auf 4 V.

Zuletzt wird die „Hochspannung“ angeschlossen. Der Frequenzteiler kann nach

dem Einschalten in einem für die Schaltung nicht definierten Zustand stehen, da die R- und S-Eingänge der Flip-Flops nicht belegt wurden. Es leuchten dann erst nach einigen Takten die Ziffern auf. Sollten zwei Ziffern zugleich anzeigen, liegt ein Fehler an den UND-Gattern vor. Anhand der Tabelle kann die defekte Diode ermittelt werden.

Wem der doch recht einfache Aufbau nicht genügt, der sei auf [6] und [7] verwiesen. Der Aufwand der dort beschriebenen Schaltung ist wesentlich größer, wodurch allerdings auch einige Raffinessen verwirklicht werden können.

Literatur

- [1] Rockrohr, C.: Elektronischer Würfel, Funkschau 44 (1972), H. 5, S. 159
- [2] Kühne, H.: Sinus- und Impulsgeneratoren, Amateurreihe „electronica“, Nr. 107, Deutscher Militärverlag, Berlin 1972
- [3] Kühn, E., Schmied, H.: Integrierte Schaltkreise, Verlag Technik, Berlin 1972
- [4] Fischer, H.-J.: Transistortechnik für den Funkamateurler, Verlag Sport und Technik, Neuenhagen 1962
- [5] Becker, E., Beyer, P.: Weichmagnetische Ferritbauelemente und ihre Anwendung, Teil 1 und 2, Amateurreihe „electronica“, Nr. 124 und 125, Militärverlag der DDR, Berlin 1974
- [6] Schweitzer, H.: Elektronischer Würfel mit Spielerelektion, Funkschau 44 (1972), H. 20, S. 743 bis 747 und H. 21, S. 788 bis 790
- [7] Jungnickel, H.: Elektronischer Würfel, radio fernsehen elektronik 24 (1975), H. 7, S. 227 u. 228