



IR-Code-Tester für Infrarot-Fernbedienungen

Zur Überprüfung der gebräuchlichsten Infrarot-Fernbedienungsgeber dient dieser neue Code-Tester von ELV. Auf zwei 2stelligen 7-Segment-Displays wird jeder Befehl mit der zugehörigen Sub-Systemadresse der zu testenden Fernbedienung angezeigt.

Allgemeines

In der modernen Unterhaltungselektronik sind heute fast alle Geräte mit Infrarot-Fernbedienungssystemen ausgestattet. Für die Übertragung der Informationen vom Geber zum Empfänger haben sich besonders bei den europäischen Geräteherstellern zwei Formate (Codeverfahren) durchgesetzt:

1. RECS80-Code (Pulsabstands-Modulation mit einer Wortlänge von 11 bzw. 12 Bit).
2. RC5-Code (Biphasen-Modulation mit 14 Bit-Wortlänge).

Als weltweit einziges Codeverfahren unterliegt der RC5-Code einer internationalen Normung für Befehle und Sub-Systemadressen, so daß hier zukünftig mit einer noch weiteren Verbreitung zu rechnen ist. Gerade bei einer stetig steigenden Zahl von Fernbedienungen ist eine internationale Kompatibilität der Systeme untereinander sinnvoll.

Die Vergabe der Befehle und Sub-Systemadressen erfolgt durch eine zentrale Stelle im Hause Philips.

Bei beiden Systemen kann die Lichtausendung der IR-Sendodiode wahlweise gepulst oder moduliert erfolgen.

Aufgrund der großen Vielfalt der möglichen Sendebefehle (beim RC5-Verfahren sind das immerhin 2048 Codes, aufgeteilt in 64 Befehle und 32 Sub-Systeme und beim RECS80-Code-Verfahren 1280 Co-

des, aufgeteilt in 64 Befehle und 20 Ebenen) wird es für den Service-Techniker immer wichtiger, den genauen Funktionsablauf des Fernbedienungsgebers zu analysieren. Dieses ist jedoch üblicherweise nur mit recht großem Zeitaufwand möglich, da das Funktionieren der Sendodiode selbst noch keine Garantie für die Ausgabe des richtigen Befehls ist (man denke nur an eine fehlerhafte Tastaturmatrix).

Abhilfe schafft nun der von ELV neu entwickelte Code-Tester IRC 1000 für Infrarot-Fernbedienungsgeber.

Das Gerät ist mit einem speziellen Mikrocontroller ausgestattet und in der Lage, sowohl den RC5-Code als auch den RECS80-Code zu verarbeiten. Beim RECS80-Code wird zusätzlich noch zwischen einer 11- und 12-Bit-Datenwortlänge unterschieden.

Die Adreßbitübertragung erfolgt beim RECS80-Verfahren im Trinärkode, so daß mit nur vier Adreßbits 20 Sub-Systeme ansprechbar sind. Neben den logischen Zuständen 0 und 1 wird in diesem Zusammenhang auch der Tristate-Zustand mit ausgewertet, so daß entweder 11 Bit oder 12 Bit lange Datenwörter übertragen werden. Dadurch kann jedoch die angezeigte Adresse nicht mit der zugeteilten Ebene übereinstimmen, wie z. B. anhand der Ebenen 2 und 8 zu erkennen ist. 3 Adreßbits mit dem logischen Zustand 0 ergeben natürlich genauso die Adresse 0 wie 4 Bit mit Low-Pegel.

Die genaue Zuordnung zwischen ange-

zeigter Adresse, übertragenen Adreßbits und zugeordneter Ebene ist aus Tabelle 1 ersichtlich.

Beim IR-Code-Tester wird der jeweils ausgesandte Befehl zusammen mit der zugehörigen Sub-Systemadresse auf zwei 2stelligen 7-Segment-Displays angezeigt.

Das Gerät verfügt über einen empfindlichen Infrarot-Vorverstärker. Hierdurch ist

Tabelle 1

Subsystem-Zuordnung beim RECS 80 Code

Angezeigte Adresse	Übertragene Adreßbits				Zugeordnete Ebene	
	S3	S2	S1	S0		
0	X	0	0	0	2	11 Bit-Datenwörter
1	X	0	0	1	3	
2	X	0	1	0	4	
3	X	0	1	1	5	
4	X	1	0	0	6	
5	X	1	0	1	7	
7	X	1	1	1	1	
0	0	0	0	0	8	12 Bit-Datenwörter
1	0	0	0	1	12	
4	0	1	0	0	10	
5	0	1	0	1	14	
6	0	1	1	0	17	
7	0	1	1	1	19	
8	1	0	0	0	9	
9	1	0	0	1	13	
10	1	0	1	0	16	
12	1	1	0	0	11	
13	1	1	0	1	15	
14	1	1	1	0	18	
15	1	1	1	1	20	

Tabelle 2		
Bisher zugeteilte Befehle des RC5-Codes		
Befehle	Symbol	Funktion
0-9	0-9	Ziffern 0-9
10	—	noch nicht vergeben
11	C/P	Progr./Channel
12		Bereitschaft
13		Stummschaltung
14		Normal-Taste
15	Display	Anzeige
16		Lautstärke +
17		Lautstärke -
18		Helligkeit +
19		Helligkeit -
20		Farbsättigung +
21		Farbsättigung -
22		Tiefen +
23		Tiefen -
24		Höhen +
25		Höhen -
26		Balance rechts
27		Balance links
28	—	noch nicht vergeben
29	—	noch nicht vergeben
30		Suchlauf vorwärts zur nächsten Marke
31		Suchlauf rückwärts zur nächsten Marke
32	—	noch nicht vergeben
33	—	noch nicht vergeben
34		Langsamer Bildrücklauf
35	—	noch nicht vergeben
36	—	noch nicht vergeben

Tabelle 3		
Bisher zugeteilte Sub-Systemadressen des RC5-Codes		
System Adresse	Symbol	Systembezeichnung
0		TV-Empfänger
1	----	Tuner mit Descrambler
2		Videotext
3		Bildschirmtext (BTX)
4		Bildplatte
5		Videorecorder (VCR1)
6		Videorecorder (VCR2)
7	—	frei für Experimentierzwecke
8	----	Video Tuner
9		Videokamera
10	—	noch nicht vergeben
11	—	noch nicht vergeben
12	—	noch nicht vergeben
13	—	noch nicht vergeben
14	—	noch nicht vergeben
15	—	noch nicht vergeben
16	----	Audio-Vorverstärker
17		Radio/Receiver/Tuner
18		Kassettenrecorder
19	—	frei für Experimentierzwecke
20	----	CD-Player
21		pick up für Recorder
22	—	noch nicht vergeben
23	—	noch nicht vergeben
24	—	noch nicht vergeben
25	—	noch nicht vergeben
26	—	noch nicht vergeben
27	—	noch nicht vergeben
28	—	noch nicht vergeben
29		Lichtenwendungen
30	—	noch nicht vergeben
31	—	noch nicht vergeben

eine optimale Beurteilung der Reichweite des zu testenden Gebers möglich. Die Anzeige jedes empfangenen gültigen Codes erfolgt durch den rechten Dezimalpunkt der Befehlsanzeige. Das Toggle-Bit wird mit dem rechten Dezimalpunkt des Adreßdisplays signalisiert.

Das Quittungssignal blinkt mit jedem korrekt empfangenen Datenwort. Mit Hilfe des Toggle-Bits kann zwischen sich wiederholenden Befehlen, die durch Übertragungsunterbrechung hervorgerufen sind und solchen Befehlen unterschieden werden, die durch wiederholte Tastenbetätigung ausgelöst sind. Dies ist besonders wichtig bei der Eingabe von Ziffernfolgen, wie z. B. bei Videotext, Uhrzeit usw. Das Toggle-Bit ändert somit bei jeder erneuten Tastenbetätigung am Fernbedienungsgeber seinen Zustand.

Wie bereits erwähnt, unterliegt der RC5-Code einer internationalen Normierung. In

Tabelle 2 und 3 sind die bisher vergebenen Befehle und Sub-Systemadressen aufgelistet, so daß im praktischen Einsatz die einwandfreie Funktion eines RC5-Fernbedienungsgebers anhand dieser Tabellen leicht überprüfbar ist.

Anhand einiger Beispiele soll nachfolgend die einfache und komfortable Bedienung des IR-Code-Testers erläutert werden.

Angenommen, Sie möchten die Lautstärke-Plus-Taste eines TV-Fernbedienungsgebers überprüfen: Dazu drücken Sie jetzt die Lautstärke-Plus-Taste an Ihrer Fernbedienung, und auf dem Adreßdisplay muß laut Tabelle die Ziffernfolge „00“ und auf dem Befehlsdisplay die „16“ erscheinen.

Ein weiteres Beispiel: Sie möchten eine Videorecorder-Fernbedienung überprüfen und drücken hier die Pausentaste. Sofern der Geber in Ordnung ist, erscheint jetzt

auf dem Befehlsdisplay „48“ und auf dem Adreßdisplay „05“.

Nach dieser Einführung in die Arbeitsweise des IR-Code-Testers kommen wir nun zur Schaltungsbeschreibung.

Schaltung

Die Gesamtschaltung des IR-Code-Testers ist in Abbildung 1 dargestellt. Auch hier ist, wie bereits in einigen anderen ELV-Fernbedienungsschaltungen, der Single-Chip-Mikrocontroller SAA3049 der Firma VALVO als zentraler Baustein eingesetzt.

Bei diesem Baustein handelt es sich um einen in CMOS-Technologie hergestellten Mikrocontroller, der in der Lage ist, sowohl den RECS80-Code (Pulsabstandsmodulation) als auch den RC5-Code (Biphasenmodulation) zu verarbeiten.

Das vom IR-Vorverstärker IR 1 gelieferte Impulsdiagramm wird dem Controller (IC 9) an Pin 9 in serieller Form zugeführt. Hierbei ist die High-Low-Flanke des Eingangssignals für die Decodierung entscheidend.

Der integrierte Taktoszillator des Controllers ist an Pin 12 und 13 zugänglich und wird extern nur noch mit einem 4 MHz-Quarz beschaltet.

Die Qualität eines Infrarot-Fernbedienungsempfängers hängt neben dem Decoder entscheidend vom eingesetzten Vorverstärker ab. Hier sind hohe Reichweite, große Störsicherheit und geringe Fremdlichtbeeinflussung die wesentlichen Kriterien. Der integrierte IR-Vorverstärker SFH505A der Firma Siemens verknüpft die vorgenannten Eigenschaften in hervorragender Weise miteinander. Neben der Infrarot-Empfängerdiode mit integrierter Miniaturoptik beinhaltet dieser Chip den empfindlichen Vorverstärker in einem sehr kleinen Gehäuse mit innerer Metallabschirmung. Die schwarz eingefärbte Verfüßmasse wurde auf eine Wellenlänge von 950 nm im Infrarotbereich optimiert und garantiert somit eine hohe Fremdlicht-Störsicherheit.

Des weiteren zeichnet sich der SFH505A durch seine große Reichweite (hohe Empfindlichkeit), kleine Fremdlichtbeeinflussung, kompakte Bauform, geringe Stromaufnahme sowie minimale externe Beschaltung aus, die lediglich aus einem Abblockelko (C 3) und einem Vorwiderstand (R 7) besteht.

Das vom Sender einfallende Infrarotlicht wird mit Hilfe des Empfängers (SFH505A) aufbereitet und dem Controller IC 9, wie bereits erwähnt, an Pin 9 (In) zugeführt. Sobald ein korrekter Code akzeptiert wurde, liegt die Information an den Datenpins (Pin 1 bis 6) in invertierter Form an.

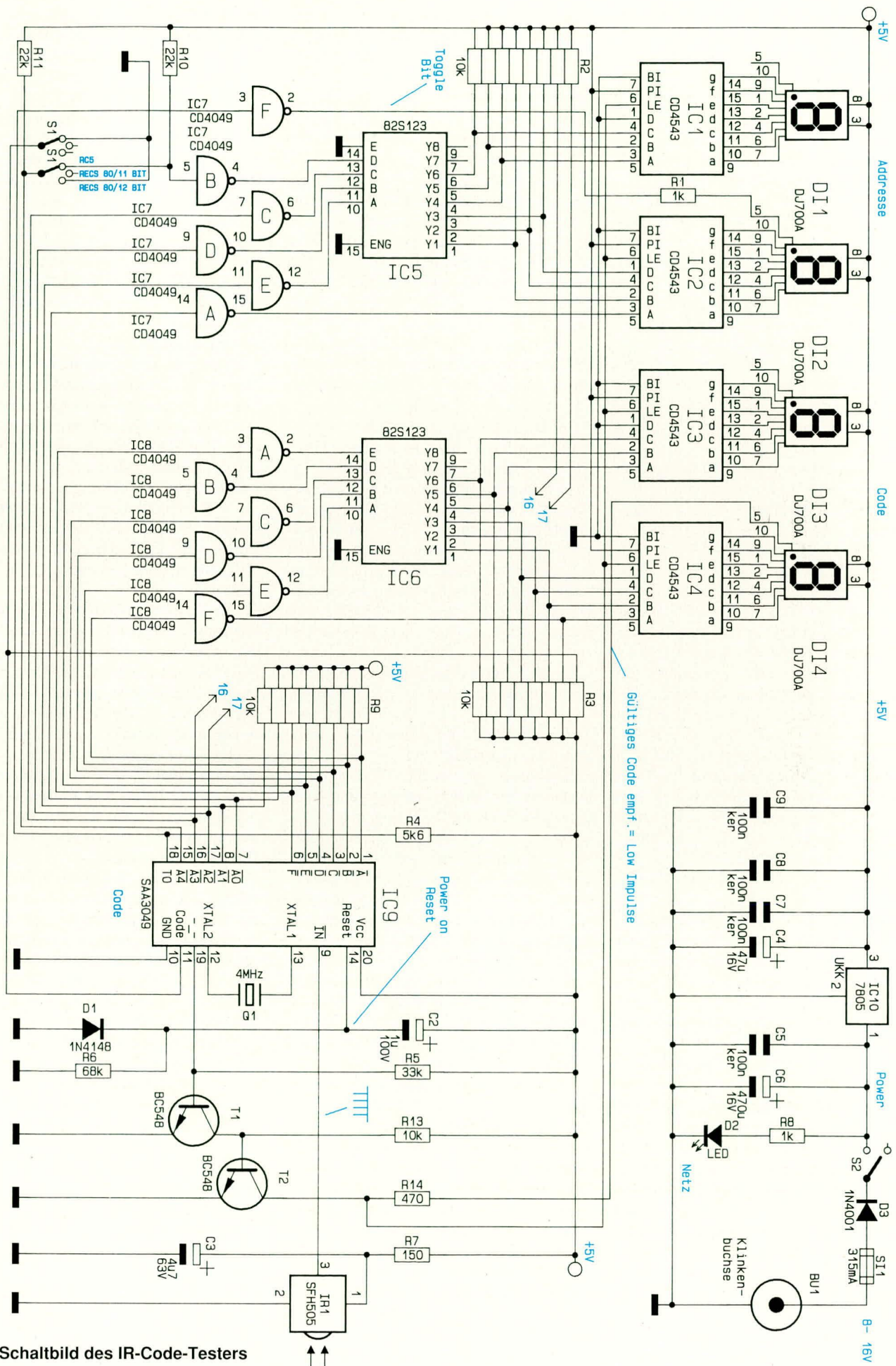


Bild 1: Schaltbild des IR-Code-Testers

Die Adresse ist an den Pins 7, 8 sowie 15 bis 17 ebenfalls in invertierter Form verfügbar, während das Toggle-Bit an Pin 18 ansteht.

Die Informationen an den Daten- und Adreßpins bleiben solange erhalten, bis sie entweder durch einen neuen gültigen IR-Code überschrieben oder durch einen Reset des Controllers gelöscht werden.

Der Logik-Pegel an Pin 11 des Mikrocontrollers (IC 9) bestimmt, ob eine Biphasenmodulation (RC5) oder eine Pulsabstandsmodulation (RECS80) verarbeitet wird.

Pin 15 dagegen ist mit mehreren Funktionen belegt. Während beim RC5-Code-Verfahren hier das MSB der Sub-Systemadresse anliegt, bestimmt bei der Pulsabstandsmodulation der extern anstehende Logik-Pegel, ob ein 11-Bit- oder ein 12-Bit-Datenwort abgefragt wird (high: 11 Bit, low: 12 Bit).

Die Auswahl des aktuellen Codeverfahrens erfolgt beim IR-Code-Tester mit Hilfe des 2poligen Umschalters S 1 mit Mittelstellung.

Weiterhin ist für die Codeverarbeitung der Logik-Pegel an Pin 19 des Decoders entscheidend. Während bei einem Low-Pegel an Pin 19 alle empfangenen Adressen decodiert werden, fungieren die Adreßpins bei einem High-Signal als Eingänge, so daß nur Codes einer vorselektierten Adresse verarbeitet werden können.

Beim IR-Code-Tester wird Pin 19 des Decoders grundsätzlich über die Basis-Emitterstrecke des Transistors T 1 auf 0,7 V (Low-Pegel) gehalten, so daß hier alle Adressen verarbeitet werden können. Zusätzlich wird über diesen Pin beim Empfang eines korrekten Codes ein 10µs langer Low-Impuls ausgegeben. Mit Hilfe der Transistoren T 1, T 2 wird dieses Quittungssignal verstärkt und über den rechten Dezimalpunkt des Codedisplays angezeigt.

Die Bauteile C 2, R 6 und D 1 sorgen im Einschaltmoment des IR-Code-Testers für einen sicheren Power-On-Reset des Controllers.

Doch kehren wir nun wieder zu unseren Code- und Adreßausgängen zurück.

Während das Toggle-Bit über den Inverter IC 7 F direkt mit dem rechten Dezimalpunkt des Adreßdisplays angezeigt wird, werden die 6 Datenbits und 5 Adreßbits mit IC 7 A bis E sowie IC 8 A bis F ebenfalls invertiert und der Codeumsetzung zugeführt, wobei das fünfte Adreßbit jedoch nur beim RC5-Code verarbeitet und bei der Pulsabstandsmodulation mit Hilfe des Schalters S 1 abgeschaltet wird. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang noch, daß sämtliche Ausgänge des Controllers über externe Pull-up-Widerstände verfügen.

Bei der weiteren Verarbeitung der Aus-

gangsinformation des Controllers erfolgt zunächst eine Umwandlung der beiden Binärinformationen (6-Bit-Code, 5-Bit-Adresse) in BCD-Codes. Die Umwandlung wird mit Hilfe der Codeumsetzer IC 5, IC 6 vorgenommen, wobei es sich um speziell programmierte ROMs vom Typ 82S123 handelt.

Dieser Baustein besitzt nur 5 Eingänge für einen 6-Bit-Code, so daß man hier die Tatsache, daß die niederwertigsten Bits (LSB) des Binärcodes und des BCD-Codes exakt übereinstimmen, ausnutzt. Der Eingang A des Bausteins repräsentiert somit die zweitniedrigste Stelle des 6-Bit-Binär-Codes. Ausgangsseitig verfügt der Baustein über Open-Kollektor-Treiber, so daß hier grundsätzlich Pull-up-Widerstände, in unserem Fall die Widerstands-Arrays R 2 und R 3, erforderlich sind.

Die BCD-Ausgangssignale für Code und Adresse werden jeweils 2 kaskadierten BCD zu 7-Segment-Decodern (IC 1 - IC 4) zugeführt, die eine weitere Codeumsetzung zur Ansteuerung der 7-Segment-Displays vornehmen. Sobald ein korrekt empfangener Code vorliegt, wird mit Hilfe des Quittungssignals am Kollektor des Transistors T 2 die an den Eingängen A bis D anliegende Information in die Eingangsregister (Zwischenspeicher) geladen und zur Anzeige gebracht.

Für den Betrieb benötigt der IR-Code-Tester eine stabilisierte 5 V-Spannung. Diese wird mit Hilfe der kleinen oben rechts im Schaltbild dargestellten Netzteilerschaltung erzeugt.

Über die Klinkenbuchse BU 1 wird eine unstabilierte Betriebsspannung zugeführt, die zwischen 8 und 16 V liegen darf. Die Spannung gelangt über die Sicherung SI 1, die Verpolungsschutzdiode D 3 und den Netzschalter S 2 auf den Eingang des Festspannungsreglers IC 10. Am Ausgang dieses Reglers steht jetzt die stabilisierte 5 V-Spannung zur Versorgung der gesamten Schaltung zur Verfügung.

C 6 nimmt eine Pufferung der unstabilierten Betriebsspannung vor. Die Kondensatoren C 4, C 5 sowie C 7 bis C 9 dienen zur allgemeinen Stabilisierung und Schwingneigungsunterdrückung.

Die über den Vorwiderstand R 8 angesteuerte Leuchtdiode D 2 signalisiert die Betriebsbereitschaft des Gerätes.

Nachbau

Dank einer übersichtlichen, doppelseitig durchkontaktierten Basisplatine sowie einer einseitigen Anzeigenplatine gestaltet sich der Nachbau des IR-Code-Testers recht einfach. Sämtliche Bauelemente inkl. Schalter und Klinkenbuchse werden auf die Platine gelötet, so daß innerhalb des Gerätes keine Verdrahtungsarbeiten erforder-

lich sind. Des weiteren konnte dadurch auf den Einsatz von Drahtbrücken auf der Basisplatine ganz verzichtet werden. Lediglich auf der Anzeigenplatine ist eine Brücke zu setzen.

Wir beginnen die Bestückung mit dem Aufbau der Basisplatine, wozu erst die Widerstände und Dioden anhand des vorliegenden Bestückungsplans eingelötet werden.

Beim Einsetzen der Elektrolytkondensatoren und der drei Widerstands-Arrays R 2, R 3 und R 9 ist auf die richtige Polung zu achten. Die Widerstands-Arrays weisen an Pin 1 eine Punktmarkierung auf, die mit der Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen muß.

Es folgt das Einsetzen der ICs. Diejenige Seite des IC-Gehäuses, die dem Anschlußpin 1 zugeordnet ist, weist eine Kerbe bzw. eine Punktmarkierung auf. Diese Kerbe wird beim Bestücken der Bauteile mit der entsprechenden Markierung im Bestückungsdruck zur Deckung gebracht.

Die Anschlußbeinchen der beiden Transistoren werden durch die entsprechenden Bohrungen der Leiterplatte gesteckt und ebenfalls an der Platinenunterseite festgelötet.

Im Anschluß hieran werden die vier Keramikkondensatoren sowie der 4 MHz-Quarz bestückt.

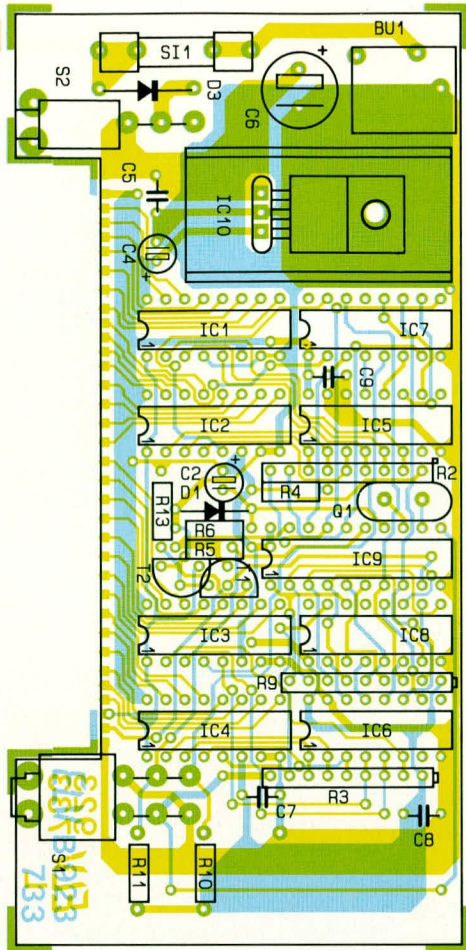
Es folgen die Schalter, die Klinkenbuchse sowie die beiden Hälften des Platinensicherungshalter, die ebenfalls unter Zugabe von ausreichend Lötzinn einzulöten sind.

Der 5 V-Festspannungsregler wird liegend mit einem U-Kühlkörper auf die Platine gesetzt und von unten mit einer Schraube M 3 x 8 mm und zugehöriger Mutter befestigt. Erst jetzt sind die IC-Beinchen zu verlöten.

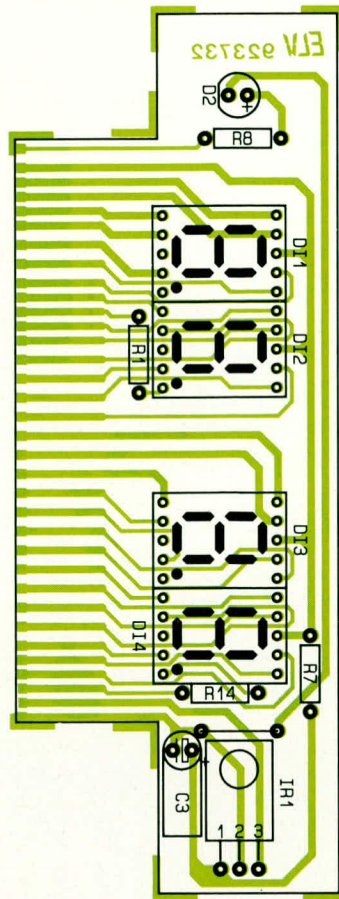
Nachdem die Basisplatine soweit bestückt ist, kommen wir zur Anzeigenplatine. Hier werden ebenfalls anhand des Bestückungsplanes die vier 7-Segment-Displays, die vier Widerstände, die Leuchtdiode D 2, eine Drahtbrücke, der Elko C 3 sowie der Infrarot-Vorverstärker mit integrierter IR-Diode eingelötet.

Zu beachten ist, daß die Leuchtdiode D 2 mit einem Abstand von ca. 8 mm (gemessen von der Spitze der Leuchtdiode bis zur Platinenoberfläche) und der Elko C 3 liegend einzulöten sind. Die Beinchen des IR-Vorverstärkers werden ca. 5 mm hinter dem Gehäuseaustritt rechtwinklig abgebogen und ohne Abstand zur Platinenoberfläche eingelötet.

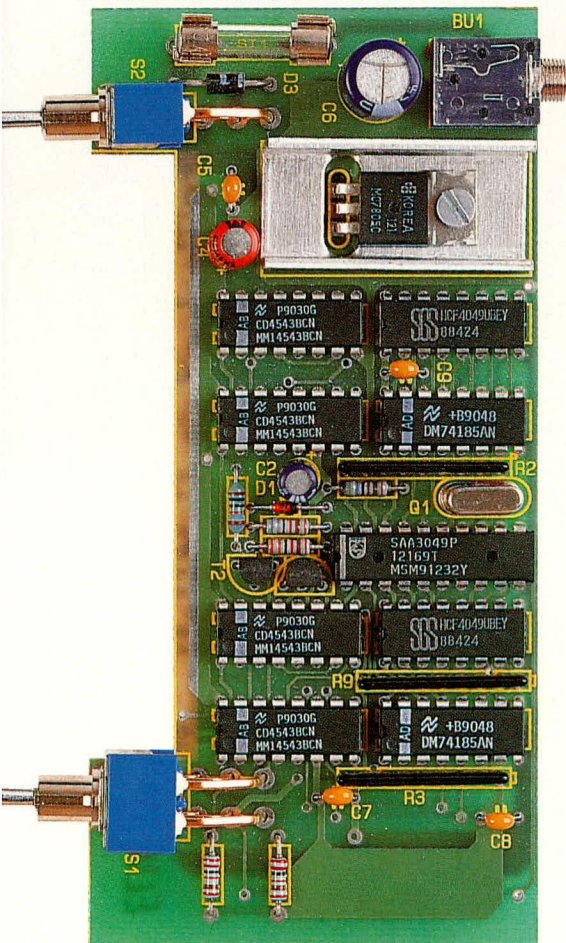
Sind beide Leiterplatten soweit bestückt, erfolgt deren Verbindung miteinander. Dazu wird die Frontplatine im rechten Winkel an die Basisplatine angelötet. Die Unterkante der Frontplatine steht hierbei ca. 3 mm unterhalb der Platinenunterseite der Basisplatine hervor. Zunächst werden



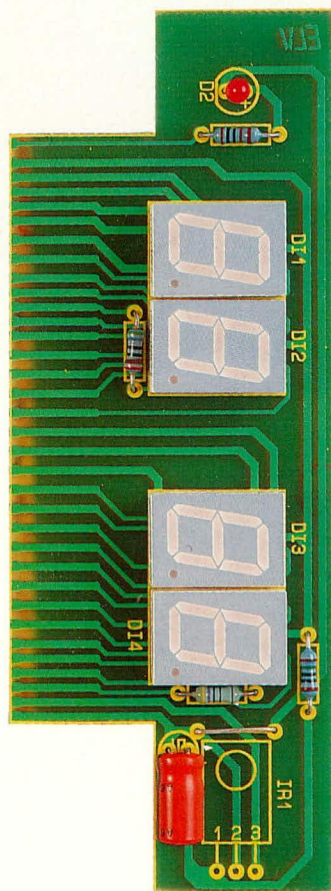
Bestückungsplan der Basisplatte des IR-Code-Testers



Bestückungsplan der Anzeigenplatte



Ansicht der fertig bestückten Basisplatte



Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatte

Stückliste: IRC 1000

Widerstände

150Ω	.....	R 7
470Ω	.....	R 14
1kΩ	.....	R 1, R 8
5,6kΩ	.....	R 4
10kΩ	.....	R 13
22kΩ	.....	R 10, R 11
33kΩ	.....	R 5
68kΩ	.....	R 6
10kΩ (SIL-Array)	.....	R 2, R 3, R 9

Kondensatoren

100nF/ker	.....	C 5, C 7-C 9
1µF/100V	.....	C 2
4,7µF/63V	.....	C 3
47µF/16V	.....	C 4
470µF/16V	.....	C 6

Halbleiter

SAA3049	.....	IC 9
82S123 progr.	.....	IC 5, IC 6
CD4049	.....	IC 7, IC 8
CD4543	.....	IC 1-IC 4
7805	.....	IC 10
BC548	.....	T 1, T 2
DJ700A	.....	DI 1-DI 4
1N4001	.....	D 3
1N4148	.....	D 1
LED, 3mm, rot	.....	D 2

Sonstiges

Quarz, 4MHz	.....	Q 1
SFH505	.....	IR 1
Kippschalter, 1 x um, 90° abgewinkelt für Printmontage	.....	S 2
Kippschalter, 2 x um, mit Mittelstellung, 90° abgewinkelt für Printmontage	.....	S 1
Klinkenbuchse, 3,5mm, mono, Printmontage	.....	BU 1
Sicherung, 315mA	.....	SI 1
1 Platinsicherungshalter (2 Teile)	.....
1 Kühlkörper, SK 13	.....
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm	.....
1 Mutter, M3	.....
3 cm Silberdraht	.....

mit einem feinen LötKolben rechts und links 2 Leiterbahnen „angepunktet“, die Ausrichtung der Platinen zueinander, falls notwendig, nochmals korrigiert und anschließend alle korrespondierenden Leiterbahnen sorgfältig verlötet.

Die Rändelmutter der 3,5 mm-Klinkenbuchse ist abzuschrauben und die gesamte Konstruktion in die dafür vorgesehenen unteren Gehäusenuten eines Gehäuses aus der ELV-Serie micro-line einzusetzen. Nachdem zuletzt noch die Frontplatte unter kräftigem Druck von einer Seite aus beginnend eingesetzt ist, kann das Gerät seiner Bestimmung zugeführt und die Werkstattausrüstung um ein nützliches Testgerät erweitert werden.

ELV