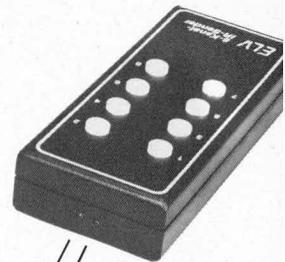
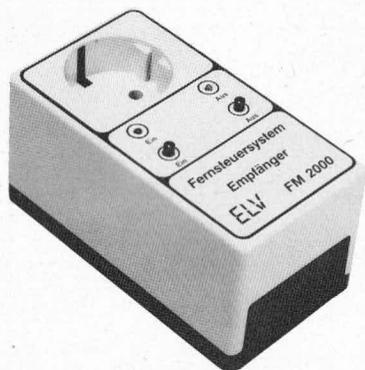


Fernsteuersystem FM 2000

Frequenzmoduliertes Fernsteuersystem
über das 220 V-Wechselspannungsnetz



Mit diesem interessanten Fernsteuersystem können die verschiedensten Geräte „drahtlos“ ferngesteuert über das Lichtnetz ein- und ausgeschaltet werden. Es brauchen keinerlei zusätzliche Leitungen verlegt zu werden.

Allgemeines

Fernbedienungen, wie z. B. die im ELV journal, Nr. 49, vorgestellte 8-Kanal-Infrarot-Fernbedienung, sind eine praktische Sache und tragen wesentlich zum angenehmen Ausführen der verschiedensten Funktionen bei.

Häufig möchte man jedoch auch Schaltfunktionen in anderen Räumen auslösen, ohne sich aus dem jetzigen Raum zu entfernen. Hier bietet sich die Informationsübertragung über das 220 V-Wechselspannungsnetz an.

Über einen Sender, der sich in einem Steckergehäuse befindet, können mittels Tastendruck 8 verschiedene Befehle in das 220 V-Wechselspannungsnetz eingespeist werden. An einem nahezu beliebigen anderen Ort innerhalb eines Hauses, können jetzt Empfänger/Schaltstufen installiert werden, die sich in einem Stecker-Steckdosen-Gehäuse befinden. Wird ein entsprechendes Einschaltsignal vom Sender ausgestrahlt, erfolgt in dem angesprochenen Empfänger die Decodierung und die zugehörige Schaltstufe führt den Befehl aus, d. h. die in dem Empfänger/Schaltstufengehäuse integrierte Schutzkontakt-Steckdose wird eingeschaltet.

Über eine zweite Sendertaste kann in gleicher Weise der Ausschaltbefehl übermittelt werden.

Auf diese Weise können von einem Sender bis zu 4 Empfänger/Schaltstufen angesteuert werden.

Zusätzlich haben sich die Ingenieure des ELV-Teams noch eine besondere Annehmlichkeit einfallen lassen.

In Verbindung mit der im ELV journal, Nr. 49, vorgestellten 8-Kanal-Infrarot-Fernbedienung können die in das Netz einzuspeisenden Impulse über die Infrarot-

Fernbedienung ausgelöst werden. Hierzu wird anstelle der Tasten am FM-Sendergehäuse ein Infrarot-Empfänger eingebaut, der seinerseits die Befehle von dem Infrarot-Sender erhält. In Bild 1 ist die komplette Übertragungskette zur besseren Übersicht dargestellt.

Für die Übertragung über das 220 V-Wechselspannungsnetz stehen somit 2 getrennte Befehlseingabemöglichkeiten zur Verfügung:

- direkt über Tasten am FM-Sendergehäuse.
- über den Infrarot-Handsender zum FM-Sender und von dort aus in das 220 V-Wechselspannungsnetz.

Welche der beiden Möglichkeiten man wählt, hängt im wesentlichen von den individuellen Einsatzwünschen des Systems ab.

Durch eine interne Codiermöglichkeit können insgesamt 8 Systeme vollkommen unabhängig voneinander betrieben werden, d. h. 8 FM 2000-Sender mit jeweils 8 Kanälen können insgesamt 64 Befehle (32 Einschalt- und 32 Ausschaltbefehle), d. h. also 32 2-Kanal-Empfänger/Schaltstufen ansprechen – genau wie bei der im ELV journal, Nr. 49, vorgestellten 8-Kanal-Infrarot-Fernbedienung.

Besteht der Wunsch auf einen Befehl hin in verschiedenen Räumen mehrere gleichgeschaltete Empfänger anzusprechen, so ist auch dies möglich. Durch das Steuersignal des FM 2000-Sender-Kanal 1 (einschalten) können nahezu beliebig viele Empfänger/Schaltstufen diesen Befehl ausführen, sofern sie alle auf Kanal 1 eingestellt wurden.

Durch die ausgezeichnete Eingangsempfindlichkeit des verwendeten Empfänger-

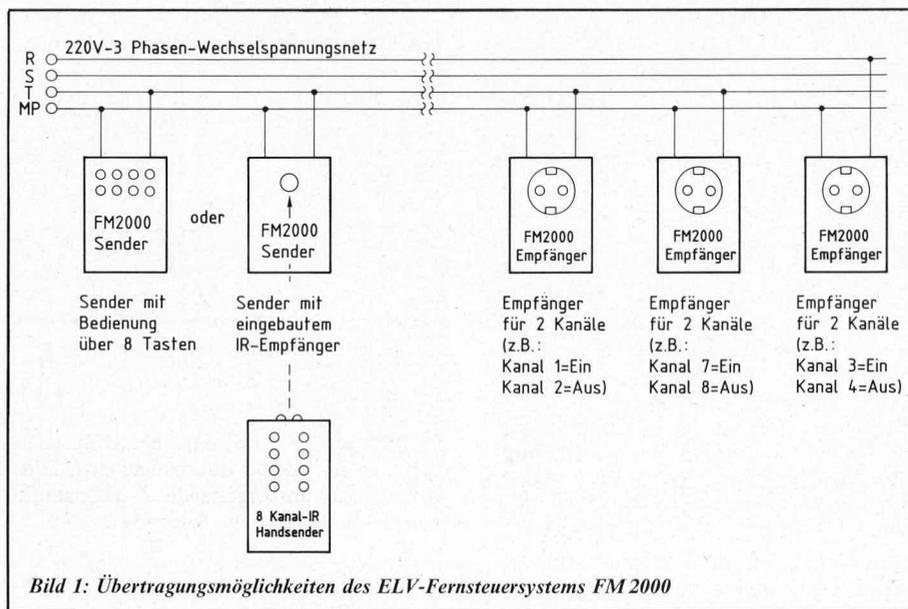
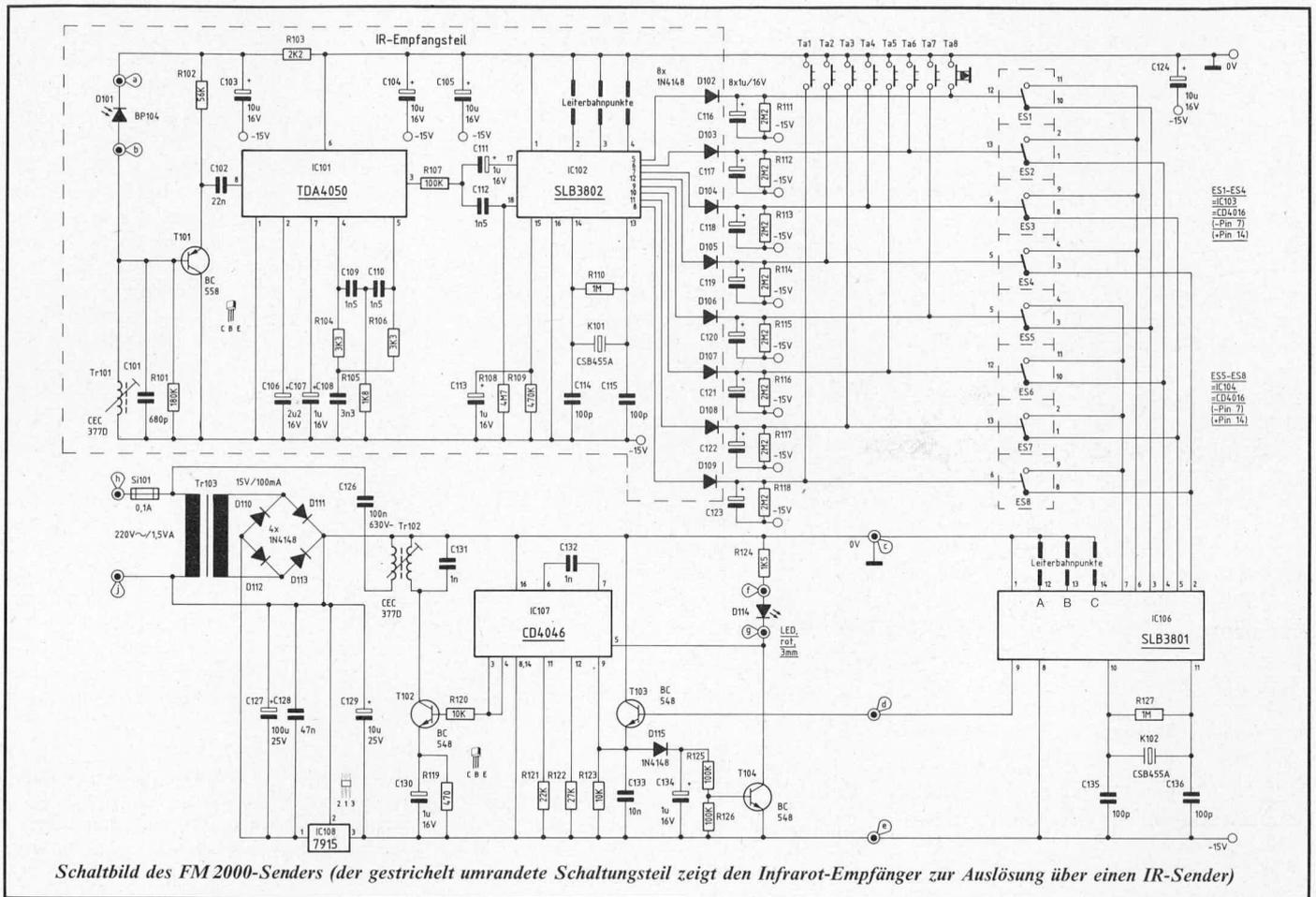


Bild 1: Übertragungsmöglichkeiten des ELV-Fernsteuersystems FM 2000



systems ist eine hohe Übertragungssicherheit, selbst phasenübergreifend, möglich (im allgemeinen sogar ohne Phasenkoppler). Wird der Sender an der Phase „R“ betrieben, erfolgt die Befehlsübermittlung nicht nur zu Empfängern, die an derselben Phase arbeiten, sondern auch zu Empfängern, die an der Phase „S“ und „T“ angeschlossen sind.

Abschließend wollen wir noch darauf hinweisen, daß dieses System nur innerhalb einer in sich abgeschlossenen Wohneinheit eingesetzt werden darf, d. h. Informationsübermittlungen zum Nachbarn sind nicht erlaubt. Bitte beachten Sie die postalischen und VDE-Bestimmungen.

Zur Schaltung

Wie aus der Abbildung 1 ersichtlich ist, kann das ELV-Fernsteuersystem FM 2000 sowohl mit als auch ohne Infrarot-Fernbedienung betrieben werden. Sowohl der Sender als auch der Empfänger sind im ELV journal, Nr. 49, auf den Seiten 15 bis 19 ausführlich beschrieben, so daß wir die Erläuterungen dieses Schaltungsteils kurz halten können. Die vom IR-Sender kommenden Signale werden von der Empfangsdiode D 101 des Typs BP 104 aufgenommen, in dem Filterkreis Tr 101, C 101 selektiert und anschließend über T 101 und C 102 auf den Eingang des IC 101 des Typs TDA 4050 gegeben. Hier erfolgt eine automatisch geregelte Vorverstärkung, Filterung sowie Impulsaufbereitung. Am Ausgang (Pin 3) des IC 101 stehen „saubere“ Signalimpulse zur Verfügung, die über

R 107, C 112 dem Empfänger-Decoder-IC 102 des Typs SLB 3802 zur Verfügung gestellt werden. Hier erfolgt die komplette Auswertung.

Je nachdem, welcher Kanal am Sender betätigt wurde, geht einer der Ausgänge 1 bis 8 für die Dauer der Tastenbetätigung von „low“ (ca. - 15 V) auf „high“.

Über die Entkoppeldioden D 102 bis D 109 wird der entsprechende Kondensator (C 116 bis C 123) aufgeladen und der dazugehörige, elektronische Schalter (ES 1 bis ES 8) durchgeschaltet.

Der FM 2000-Sender

An dieser Stelle beginnt bereits die neue Schaltung, d. h. der gesamte Infrarot-Empfänger, einschließlich der Entkoppeldioden D 102 bis D 109 (gestrichelt umrahmte Fläche), kann ersatzlos entfallen, sofern die Bedienung direkt am FM 2000-Sender erfolgen soll.

In diesem Fall wird bei Betätigung einer der Tasten Ta 1 bis Ta 8 der zugehörige Kondensator (C 116 bis C 123) aufgeladen und der zugehörige elektronische Schalter (ES 1 bis ES 8) durchgeschaltet.

Bereits ein kurzer Tastendruck bzw. ein kurzer Impuls von einem der Ausgänge des IC 102 genügt, um den elektronischen Schalter für ca. 5 s durchzusteuern. Dies bewirkt die entsprechende Zeitkonstante von C 116/R 111 bzw. folgende.

Mit dem Durchschalten eines elektronischen Schalters wird der entsprechende Steuereingang (Pin 2 bis Pin 7) des IC 106

verbunden. Hierdurch wird an Pin 9 des IC 106 eine Impulsfolge ausgegeben, die in codierter Form die Information des betreffenden, angesprochenen Kanals beinhaltet. Bei diesem IC handelt es sich um den gleichen Typ wie beim Infrarot-Sender-IC, nur daß in dem hier vorliegenden Fall der Baustein nicht in seiner ursprünglichen Funktion, sondern lediglich als Codierbaustein eingesetzt wird.

Zusätzlich besitzt das IC 106 des Typs SLB 3801 3 Codiereingänge (Pin 12 bis Pin 14) mit denen 8 verschiedene Adressen eingestellt werden können (zum Betreiben von 8 unabhängigen Sendern mit jeweils 8 Kanälen, entsprechend 64 verschiedenen Befehlen). Dazu werden diese Eingänge wahlweise offengelassen oder mit der positiven Versorgungsspannung verbunden (hier: 0 V, Platinenanschlußpunkt „c“). Auf der Platine sind bereits entsprechende Löt-punkte vorhanden. In der Grundversion sind diese Eingänge sowohl beim FM 2000-Sender (IC 106, Pin 12 bis Pin 14) sowie beim FM 2000-Empfänger (IC 206, Pin 2 bis Pin 4) unbeschaltet. Durch Verbinden eines oder mehrerer dieser Eingänge mit dem am Platinenanschlußpunkt „c“ anliegenden Potential, arbeitet das System mit anderen Adressen. Wichtig ist hierbei, daß die Codierung sowohl beim Sender als auch beim Empfänger die gleiche ist.

Über die Gleichrichter/Puffereinheit T 103, C 133, R 123 werden die entsprechenden, codierten Impulse auf den Steuereingang des IC 107 des Typs CD 4046 gegeben.

Dieser Baustein arbeitet als FSK-Modulator/Sender. Je nach logischem Pegel an

Pin 9 des IC 107 („low“ – 15 V oder „high“) steht an seinem Ausgang (Pin 3) eine niedrigere oder eine höhere Frequenz an. In unserem Fall wechseln die Frequenzen zwischen ca. 90 kHz und 160 kHz.

Über den Ausgangstransistor T 102 wird dieses digital frequenzmodulierte Signal in den Übertrager Tr 102 eingespeist. Über C 126 erfolgt dann die Einkopplung in das 220 V-Wechselspannungsnetz. Achtung: C 126 muß die volle Netzwechselspannung verarbeiten können. Die Spannungsfestigkeit muß mindestens 250 V-Wechselspannung bzw. 630 V-Gleichspannung betragen.

Zur optischen Erkennung eines abgestrahlten Sendersignals (D 114 leuchtet) sowie gleichzeitig zur Freigabe des Sender-IC 107 (über Pin 5) werden die an Pin 9 des IC 107 anstehenden Steuerimpulse detektiert. Sobald hier Impulse auftreten, werden diese über D 115, R 125 auf die Basis von T 104 gegeben, der daraufhin durchschaltet. D 114 leuchtet auf und IC 107 ist über Pin 5 freigegeben. C 134 dient zur Pufferung kurzer Pausen innerhalb einer Impulsfolge.

Die Betätigung eines anderen Senderkanals kann erst dann erfolgen, wenn die Übertragung eines Sendebefehls abgeschlossen wurde (D 114 erlischt).

Die Versorgungsspannung wird mit Hilfe des Netztransformators Tr 103 in Verbindung mit den Gleichrichterdiode D 110 bis D 113 und dem Pufferkondensator C 127 erzeugt. Der Festspannungsregler IC 108 des Typs 7915 dient zur Stabilisierung auf 15 V.

Für die beiden Versionen der Auslösung des FM 2000-Senders:

- a) direkt über Tasten am FM-Sendergehäuse oder
- b) über den Infrarot-Handsender

stehen zwei getrennte Leiterplattenversionen zur Verfügung.

Der FM 2000-Empfänger

Für den Empfang und die Auswertung der vom FM 2000-Sender kommenden codierten Signale stehen 2-Kanal-Empfängerschaltstufen zur Verfügung, die in einem Stecker-Steckdosen-Gehäuse untergebracht sind.

Von einem Sender können bis zu 4 verschiedene Empfänger angesteuert werden, d. h. insgesamt 32, da 8 Systeme unabhängig voneinander einsetzbar sind. Zusätzlich können selbstverständlich mehrere gleichgeschaltete Empfänger, die auf den selben Kanal programmiert sind, von einem Sender angesteuert werden. Dies kann z. B. sinnvoll sein, wenn mit Kanal 1 in 3 verschiedenen Kellerräumen gleichzeitig das Licht eingeschaltet und mit Kanal 2 wieder ausgeschaltet werden soll.

Die Stromversorgung der Empfänger/Schaltseinheit erfolgt über den Netztrafo Tr 201 in Verbindung mit den Gleichrichterdiode D 201 bis D 204 sowie dem Pufferkondensator C 201. Der Festspannungsregler IC 201 stabilisiert diese Spannung auf 15 V, mit der die gesamte Schaltung versorgt wird.

Das eigentliche Empfangssignal wird über die Vorwiderstände R 204 bis R 206 sowie den netzspannungsfesten Koppelkondensator C 205 auf den Übertrager Tr 202 gegeben. Hier wird das Signal gefiltert und über die Sekundärwicklung und C 207 auf den Eingang (Pin 12) des IC 202 des Typs TCA 440 gegeben.

Dieses IC beinhaltet einen Vorverstärker mit einer automatischen Verstärkungsregelung, die einen sehr großen Regelungsbereich besitzt. Das am Ausgang (Pin 7) des IC 202 anstehende Signal gelangt auf den schmalbandigen Filter, bestehend aus der Primärwicklung des Übertragers Tr 203 sowie dem Kondensator C 211. Die zur automatischen Verstärkungsregelung erforderliche Steuerspannung wird mit D 207 in Verbindung mit C 210, R 208 sowie R 209 erzeugt und auf den Regelspannungseingang Pin 9 des IC 202 gegeben.

Die Sekundärwicklung des Übertragers Tr 203 arbeitet über C 212 auf den Eingang (Pin 1) des Gatters N 1. Mit dem Rückkoppelwiderstand R 213 wird automatisch der günstigste Arbeitspunkt eingestellt, so daß dieses als Verstärker arbeitende Gatter eine hohe Eingangsempfindlichkeit besitzt. Über N 2 erfolgt eine weitere Impulsformung. Am Eingang (Pin 14) des als FSK-Demodulator arbeitenden ICs 204 des Typs CD 4046 steht eine „saubere“ Steuerfrequenz an. Die Frequenz springt zwischen 90 kHz und 160 kHz genau im Takt der übertragenen, codierten Signalinformation.

Am Ausgang (Pin 9) des IC 204 kann das decodierte Signal gemessen werden. Dieses Signal entspricht in seiner wesentlichen Form dem Sender-Steuersignal, das an Pin 9 des IC 107 zu finden ist, allerdings mit unterschiedlichen Amplituden.

Über C 217, R 218 wird das Signal auf die Impulsformerkette N 3, N 6 sowie N 9 gegeben. Mit R 220 wird der günstigste Arbeitspunkt des Inverters N 3 automatisch eingestellt, während R 219 eine Mitkopplung zur Erzeugung einer geringen Hysterese bewirkt. Das Signal am Platinenanschlußpunkt „f“ stimmt nun weitgehend mit dem Sendersignal (Pin 9 des IC 107) überein.

Auf der Übertragungsstrecke wurde das codierte Biphase-Signal übertragen, allerdings ohne die 25 kHz-Trägerfrequenz, die für Infrarot-Übertragungen, aber nicht für unser FM 2000-Fernsteuersystem erforderlich ist. Beim IC 206 des Typs SLB 3802 handelt es sich um einen Baustein, der ursprünglich für Infrarot-Empfangssignale ausgelegt wurde, und der zur Decodierung den 25 kHz-Träger benötigt. Dieser muß nun – in unserem Fall – separat zugesetzt werden.

Mit den Invertiern N 4, N 5 in Verbindung mit R 221, R 222 sowie C 218 ist ein Oszillator aufgebaut, der auf 25 kHz schwingt. Sowohl das am Platinenanschlußpunkt „g“ anstehende Oszillatorsignal als auch das am Platinenanschlußpunkt „f“ anstehende Empfangssignal (über N 9) gelangen auf das zur Mischung eingesetzte Gatter N 10. Am Ausgang von N 10 steht das Eingangssignal mit aufmodulierter 25 kHz-Trägerfrequenz zur Verfügung, das direkt vom IC 206 verarbeitet werden kann.

Über den Spannungsteiler R 223, R 233 sowie C 227 gelangt dieses Signal auf den Eingang (Pin 18) des Empfänger/Decoder-ICs 206 des Typs SLB 3802.

Die Erzeugung der internen Taktfrequenz erfolgt genau wie beim IC 106 mit einem 455 kHz-Keramik-Schwinger, der an die Anschlußbeinchen 13 und 14 angeschlossen wird. Es ist darauf zu achten, daß die Frequenzabweichungen zwischen Sender und Empfänger $\pm 5\%$ nicht übersteigen. In gleicher Weise ist es wichtig, daß die Frequenz des 25 kHz-Hilfsoszillators (an Pin 10 des Inverters N 5 gemessen) im Bereich zwischen 23,8 kHz und 26,2 kHz liegt. Erforderlichenfalls ist der Parallelwiderstand R 222 im Bereich zwischen 47 k Ω und 1 M Ω zu variieren.

IC 206 besitzt 8 Steuerausgänge, die im Ruhezustand auf „low“-Potential (ca. -15 V) liegen. Je nachdem, welcher Kanal beim Sender betätigt wird, erscheint an dem zugehörigen Steuerausgang für die Zeit der Tastenbetätigung ein „high“-Impuls. Bis zu diesem Punkt sind die Empfängerschaltungen für alle Kanäle identisch. Im Schaltbild befinden sich links neben dem IC 206 2 Gruppen mit je 4 Kontaktflächen. Auf der Leiterplatte können die sich gegenüberliegenden Punkte durch einen kleinen Löttröpfchen miteinander verbunden werden.

An dieser Stelle ist die Entscheidung zu treffen, für welche Kanäle die jeweilige Empfängerschaltung ausgelegt werden soll.

Von den 8 Ausgängen des IC 206 wird jetzt ein Ausgang (Kanal 1, 3, 5 oder 7) zum Einschalten auf den Widerstand R 229 gelegt und ein zweiter Ausgang (Kanal 2, 4, 6 oder 8) zum Ausschalten auf den Widerstand R 228. Es entstehen somit 2 Verbindungen: eine zur Wahl des Einschaltkanals und eine zweite zur Wahl des Ausschaltkanals.

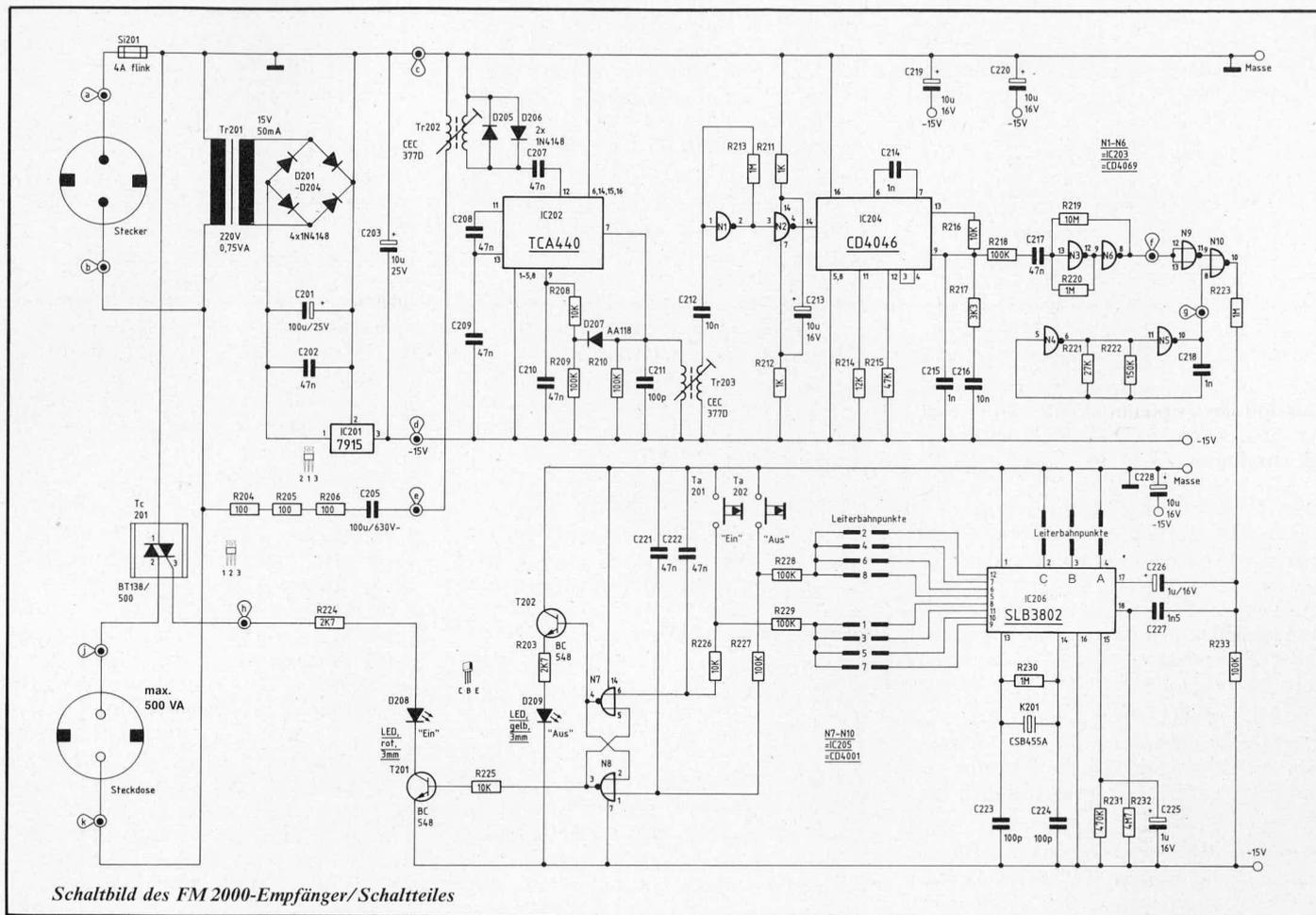
Wurden Kanal 1 und 2 gewählt, steht bei Betätigung des ersten Kanals an Pin 6, der als Speicher geschalteten Gatter N 7, N 8 eine „high“-Impuls an, d. h. der Ausgang (Pin 3) wechselt sein Potential von „low“ (ca. -15 V) auf „high“.

Über R 225 wird T 201 durchgesteuert und infolgedessen über R 224 der Triac Tc 201 gezündet. Die in dem Stecker-Steckdosen-Gehäuse integrierte Steckdose ist eingeschaltet.

Erst in dem Moment, in dem Kanal 2 betätigt wird, erscheint an Pin 1 des Speichers N 7, N 8 ein „high“-Impuls, der den Ausgang (Pin 3) zurück auf „low“ (ca. -15 V) setzt. T 201 und Tc 201 sperren. Der angeschlossene Verbraucher ist wieder ausgeschaltet.

Durch die Tasten Ta 201 und Ta 202 kann auch eine Betätigung direkt am Empfänger vorgenommen werden.

Achtung: Die Abschaltung der Steckdose und damit des angeschlossenen Verbrauchers erfolgt nicht über ein Relais, sondern in Form der Unterbrechung einer spannungsführenden Leitung über einen Triac, d. h. auch in ausgeschaltetem Zustand kann an der Steckdose die volle Netzwechselspannung anliegen, auch wenn der angeschlossene Verbraucher deaktiviert ist.



Mit Hilfe der beiden Leuchtdioden D 208 und D 209 wird der jeweilige Schaltzustand (ein oder aus) optisch signalisiert.

Zum Nachbau

Die Schaltung wird direkt am 220 V-Wechselspannungsnetz betrieben, d. h. an allen Schaltungsteilen können lebensgefährliche Spannungen auftreten. Dieser Umstand wird auch nicht von den beiden zur Spannungsversorgung dienenden Netztransformatoren geändert, da zusätzlich eine direkte Verbindung von der Schaltung zur Netzwechselspannung besteht (Trafo übergreifend). Der Aufbau dieser Schaltung darf daher nur von Profis vorgenommen werden, die mit den einschlägigen Sicherheitsbestimmungen hinreichend vertraut sind.

Die Inbetriebnahme der fertigen Schaltung darf nur vorgenommen werden, wenn diese sich in einem geschlossenen, berührungssicheren Gehäuse befindet.

Zu Test-, Prüf- und Einstellzwecken wird die Schaltung, wenn möglich, aus einem separaten Niedervolt-Gleichspannungsnetzteil betrieben, also vom Netz vollkommen getrennt oder aber, falls erforderlich, über einen VDE gerechten Trenntrafo. Keinesfalls dürfen an der Schaltung Messungen vorgenommen werden, wenn diese direkt ans Netz angeschlossen wurde.

Doch kommen wir nun zur Beschreibung des eigentlichen Nachbaus, der sich im wesentlichen recht einfach darstellt, nicht zuletzt, da sämtliche Bauelemente auf übersichtlich gestalteten Platinen aufgebaut werden.

Der FM 2000-Sender

Die eigentliche Senderstufe, aufgebaut mit dem IC 107 mit Zusatzbeschaltung, sowie die 15 V-Versorgungsspannungserzeugung befinden sich auf einer kleinen Leiterplatte, die für beide Senderversionen identisch aufgebaut wird (Tastenbetätigung oder Infrarot-Auslösung).

Für die Betätigungsplatine stehen 2 getrennte Versionen zur Verfügung:

- Steuerplatine mit 8 Tasten
- Steuerplatine mit Infrarot-Empfänger/Decoder (IC 101/IC 102 mit Zusatzbeschaltung) zur fernbedienten Auslösung über den 8-Kanal-IR-Fernbedienungs-Handsender.

Vor dem Aufbau ist somit die Entscheidung zu treffen, welche der beiden Versionen eingesetzt werden soll.

Bei der Bestückung der Platinen hält man sich genau an die entsprechenden Bestückungspläne. Zuerst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platinen gesetzt und verlötet.

Die Linse (für die IR-Version) mit der darin werkseitig eingegossen Empfangsdiode wird anschließend von innen in die Gehäuseoberhalbsschale eingeklebt. Ebenso die rote, 3 mm Leuchtdiode D 114 zur Sendepulserkennung.

Die Verbindungen der Diodenanschlüsse erfolgen jeweils über 2 flexible isolierte, möglichst kurz zu haltende Leitungen, wobei auf die Polarität des korrekten Anschlusses zu achten ist. Die Schaltung ist so ausgelegt, daß auch bei falscher Polarität der Empfängerdiode D 101 kein Defekt

auftreten kann. Lediglich das Potential des Platinenanschlußpunktes „a“ wird in Richtung -15 V gezogen, da an D 101 bei falscher Polarität ca. 1 V Spannung abfällt. Bei korrekter Einbaulage beträgt die Spannung zwischen „a“ und „b“ ohne direkte Beleuchtung der Diode mehr als 12 V.

Die mechanische Verbindung der beiden Platinen erfolgt bei der Version mit eingebautem Infrarotteil über 4 Schrauben M 3 x 35 mm, sowie 4 30 mm lange Abstandshülsen. Bei der Tastenversion sind 6 Schrauben M 3 x 45 mm, 6 x 2 Stück 20 mm lange Abstandshülsen sowie 6 Unterlegscheiben erforderlich, die zur Befestigung der Tastenplatte im vorderen Bereich dienen. Die Unterlegscheiben (2 x 3 Stück) gleichen die Abstandsdifferenz, hervorgerufen durch die kürzere Sender/Netzteilplatte aus. Bild 2 zeigt den Aufbau anschaulich.

Die elektrischen Verbindungen der beiden Platinen untereinander erfolgen über 3 flexible isolierte Zuleitungen, die jeweils die Platinenanschlußpunkte „c, b, e“ miteinander verbinden, d. h. die auf beiden Platinen mit gleichen Buchstaben bezeichneten Platinenanschlußpunkte gehören zusammen.

Die Verkabelung des angespritzten Schutzkontaktsteckers erfolgt mit flexiblen isolierten Leitungen, die einen Querschnitt von mindestens 0,75 mm² aufweisen müssen.

Zum Anschluß der beiden Pole des Netzsteckers dienen 2 ca. 50 mm lange Zuleitungsabschnitte, die mit den Platinenan-

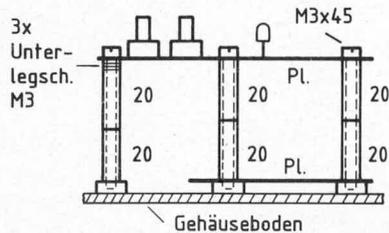


Bild 2: Mechanischer Aufbau des FM 2000-Senders

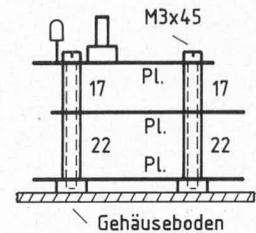
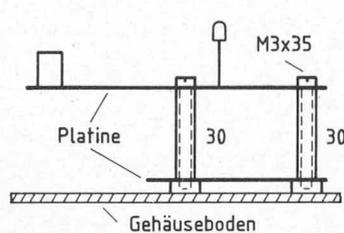


Bild 3: Mechanischer Aufbau des FM 2000-Empfängers

schlußpunkten „h“ und „j“ verlötet werden. Der Schutzkontakt des Schuko-Steckers bleibt in diesem besonderen Fall unbeschaltet, da keinerlei elektrisch leitende Teile bei geschlossenem Gehäuse berührt werden können.

Der FM 2000-Empfänger

Die Bestückung der 3 erforderlichen Platinen erfolgt in gleicher Weise wie bei der vorstehend beschriebenen FM-Sender-Schaltung, d. h. zuerst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platinen gesetzt und verlötet. Insgesamt sind hierfür 3 Leiterplatten erforderlich, die übereinander angeordnet werden.

Die mechanische Verbindung der 3 Platinen erfolgt entsprechend der Abbildung 3 mit 4 Schrauben M 3 x 45 mm sowie 8 Abstandshülsen.

Die elektrische Verbindung der Platinen untereinander erfolgt mit flexiblen isolierten Zuleitungen, wobei jeweils Platinenanschlußpunkte mit gleicher Bezeichnung miteinander zu verbinden sind. Die Verkabelung des angespritzten Schutzkontakt-Steckers erfolgt mit flexiblen isolierten Leitungen, die einen Querschnitt von mindestens 0,75 mm² aufweisen müssen.

Zum Anschluß der beiden Pole des Netzsteckers dienen 2 ca. 50 mm lange Zuleitungsabschnitte, die mit den Platinenanschlußpunkten „a“ und „b“ verlötet werden.

Der Schutzkontakt des Schuko-Steckers wird an den entsprechenden Schutzkontakt der im Gehäuseoberteil integrierten Schutzkontakt-Steckdose angeschlossen.

Von den beiden Polen der Schuko-Steckdose wird der eine Pol mit dem Platinenanschlußpunkt „j“ und der andere mit dem Platinenanschlußpunkt „k“ verbunden.

Die beiden Leuchtdioden D 208 und D 209 werden in entsprechende Bohrungen in das Gehäuseoberteil eingeklebt und mit 2 flexiblen, isolierten Leitungen mit der Schaltplatine verbunden.

Nachdem der Einbau in einem absolut berührungssicheren, den Sicherheitsvorschriften entsprechenden Gehäuse ordnungsgemäß abgeschlossen ist, ist der Nachbau bereits beendet. Vor der Inbetriebnahme ist noch der einfach durchzuführende Abgleich vorzunehmen, den wir im folgenden beschreiben.

Abgleich und Inbetriebnahme

Zweckmäßigerweise wird die Schaltung vor der Aufnahme ihrer eigentlichen Funktion nochmals sorgfältig überprüft. Die In-

betriebnahme wird ohne den Anschluß an die 220 V-Netzwechselspannung vorgenommen, indem sowohl der FM 2000-Sender als auch der FM 2000-Empfänger an einem 20 V-Gleichspannungsnetzgerät betrieben werden, d. h. beide Geräte werden von demselben Netzteil versorgt. Dieses wird mit seinem positiven Spannungsanschluß mit der Schaltungsmasse (Platinenanschlußpunkt „c“) und mit seinem negativen Spannungsanschluß an den Spannungsreglereingang (jeweils Pin 1 der ICs 201 und 108) der 15 V-Festspannungsregler gelegt.

Die Stromaufnahme des FM 2000-Senders bewegt sich zwischen ca. 20 mA (stand-by) und ca. 80 mA (senden), die des Empfängers zwischen 25 und 45 mA.

Zunächst werden die einzelnen Versorgungsspannungen der ICs überprüft.

Hierbei ist zu beachten, daß sämtliche Spannungen auf die Schaltungsmasse (Platinenanschlußpunkt „c“) bezogen werden, die hier mit der positiven Versorgungsspannung identisch ist. An diesem Punkt wird die Masseklemme des für die Messungen herangezogenen Voltmeters angeschlossen. Mit der positiven Meßspitze werden jetzt die Versorgungsspannungen der einzelnen ICs abgetastet. Als erstes überprüft man den Ausgang (Pin 3) des Festspannungsreglers IC 201 sowie den Ausgang (Pin 3) des IC 108. Diese Spannungen müssen zwischen - 14,0 und - 16,0 V liegen. Anschließend werden die übrigen Versorgungsspannungsanschlüsse der einzelnen ICs abgefragt. An den positiven Versorgungsspannungsanschlüssen (z. B. Pin 16 des IC 202...) wird eine Spannung von 0 V und an den negativen Versorgungsspannungsanschlüssen (z. B. Pin 8 des IC 202...) eine Spannung von - 14 V bis - 16 V gemessen.

Sind alle Messungen soweit zur Zufriedenheit verlaufen, wird eine Verbindung zwischen dem FM-Sender (Platinenanschlußpunkt „h“) und dem FM-Empfänger (Platinenanschlußpunkt „k“) hergestellt, wobei ein Widerstand von 100 kΩ in diese Verbindung einzufügen ist. Die beiden Schaltungsmassen (Platinenanschlußpunkte „c“) sind bereits über das versorgende Gleichspannungsnetzteil miteinander verbunden.

Bei Betätigung des Senders wird nun das Sendesignal in den Empfänger eingespeist.

Mit einem hochohmigen Voltmeter, dessen negativer Meßspannungseingang mit dem Platinenanschlußpunkt „d“ und dessen positiver Meßspannungseingang an Pin 9 des IC 202 angeschlossen wird, kann der Filterkreis des Übertragers Tr 203 abgestimmt werden. Der Ferritkern ist so zu verdrehen,

Stückliste:

FM 2000-Empfänger

Widerstände

100 Ω	.....	R 204-R 206
1 kΩ	.....	R 211, R 212
2,7 kΩ	.....	R 224, R 203
3,3 kΩ	.....	R 217
10 kΩ	..	R 208, R 216, R 225, R 226
12 kΩ	.....	R 214
27 kΩ	.....	R 221
47 kΩ	.....	R 215
100 kΩ	.....	R 209, R 210, R 218, R 227-R 229, R 233
150 kΩ	.....	R 222
470 kΩ	.....	R 231
1 MΩ	.....	R 213, R 220, R 223, R 230
4,7 MΩ	.....	R 232
10 MΩ	.....	R 219

Kondensatoren

100 pF	.....	C 211, C 223, C 224
1 nF	.....	C 214, C 215, C 218
1,5 nF	.....	C 227
10 nF	.....	C 212, C 216
47 nF	.....	C 202, C 207-C 210, C 217, C 221, C 222
1 μF/16 V	.....	C 225, C 226
10 μF/25 V	.....	C 203
10 μF/16 V	.....	C 213, C 219, C 220, C 228
100 μF/25 V	.....	C 201
100 nF/630 V-	.....	C 205

Halbleiter

TCA 440	.....	IC 202
CD 4069	.....	IC 203
CD 4046	.....	IC 204
CD 4001	.....	IC 205
SLB 3802	.....	IC 206
7915	.....	IC 201
BT 138/500	.....	TC 201
BC 548	.....	T 201, T 202
LED, 3 mm, gelb	.....	D 209
LED, 3 mm, rot	.....	D 208
1 N 4148	.....	D 201-D 206
AA 118	.....	D 207

Sonstiges

CEC-D 377 S	.....	Tr 202, Tr 203
Trafo 220 V/0,75 VA	.....	Tr 201
1 Sicherung 4 A flink	.....	Si 201
CSB 455 A	.....	K 201
2 Taster		
8 Lötstifte		
4 Schrauben M 3 x 45 mm		
4 Abstandsröllchen 20 mm		
4 Abstandsröllchen 25 mm		

daß an Pin 9 des IC 202 die Spannung am größten wird (ca. 400 bis 800 mV).

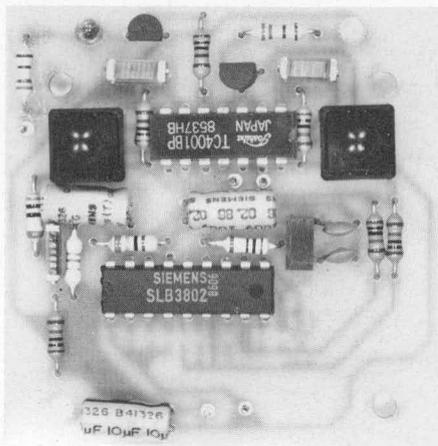
Die beiden Ferritkerne der Übertrager Tr 102 sowie Tr 202 werden bis zum Anschlag im Uhrzeigersinn gedreht, damit der Luftspalt möglichst gering und die Übertragung optimal ist (Vorsicht: nicht zu fest

ziehen, damit der Ferritkern nicht zer-springt).

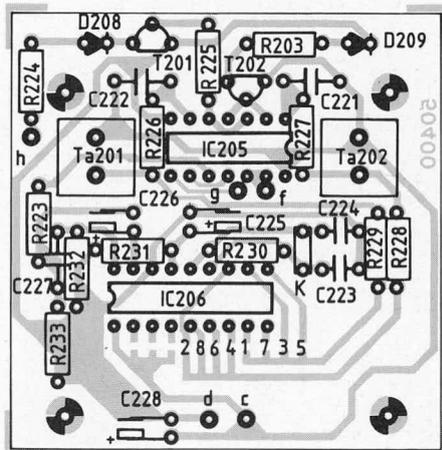
Soll der FM 2000-Sender über den Infra-rot-Sender angesteuert werden (IC 101 und IC 102 mit Zusatzbeschaltung bestückt), muß zusätzlich der Eingangsfilter aufge-baut mit Tr 101 abgeglichen werden.

Hierzu schließt man an einen der Steuer-ausgänge des IC 102 (wahlweise Kanal 1 bis 8) ein Voltmeter an (z. B. zwischen Pin 8 des IC 102 für Kanal 1 und der Schaltungsmas-se).

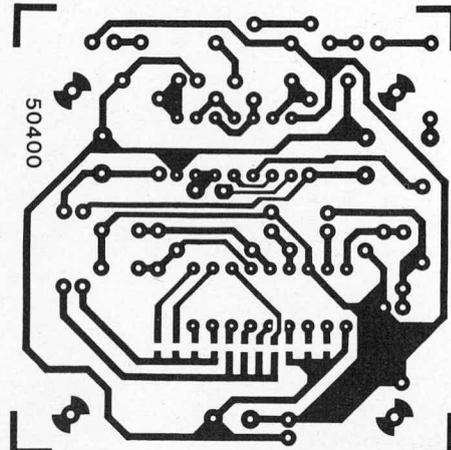
Nun betätigt man die entsprechende Taste am Sender und richtet diesen auf die ange-



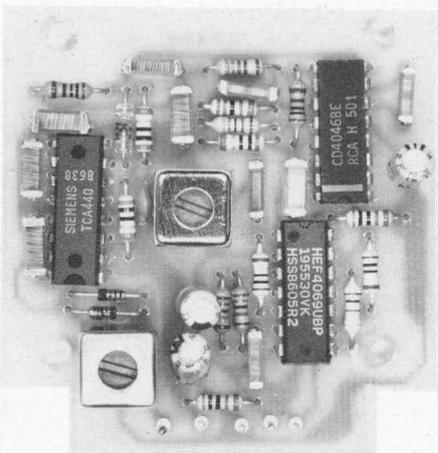
Ansicht der fertig aufgebauten Decoderplatine der FM 2000-Empfänger/Schaltstufe



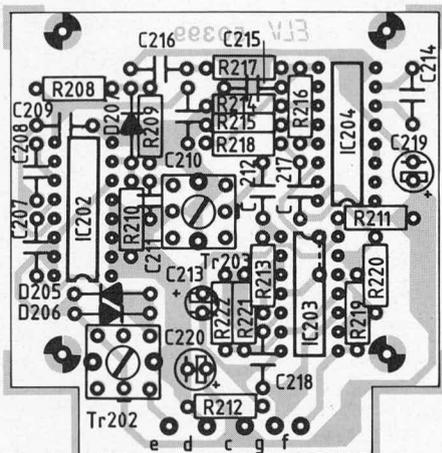
Bestückungsseite der Decoderplatine der FM 2000-Empfänger/Schaltstufe



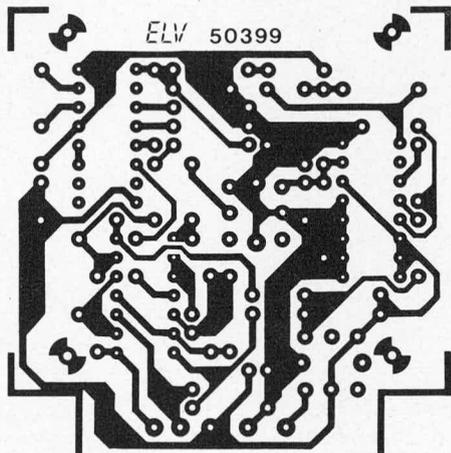
Leiterbahnseite der Decoderplatine der FM 2000-Empfänger/Schaltstufe



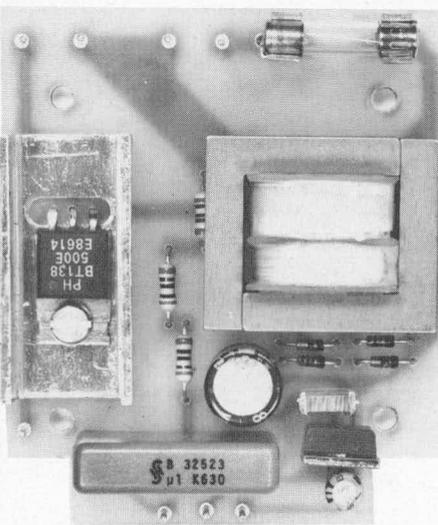
Ansicht der fertig bestückten Empfängerplatine der FM 2000-Empfänger/Schaltstufe



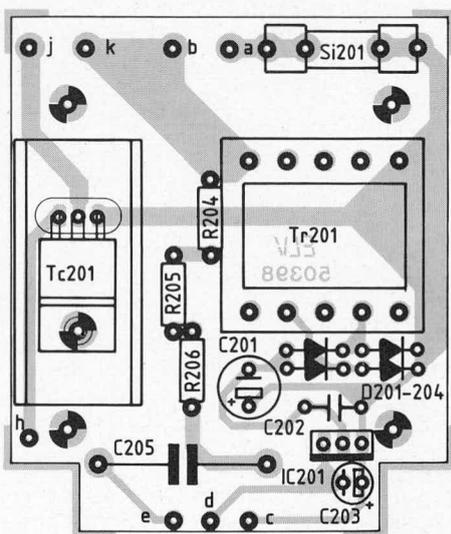
Bestückungsseite der Empfängerplatine der FM 2000-Empfänger/Schaltstufe



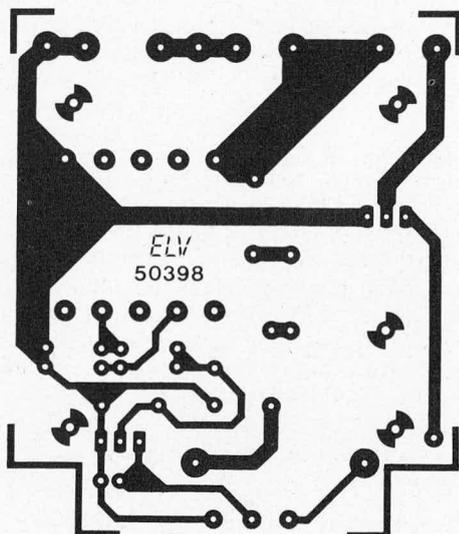
Leiterbahnseite der Empfängerplatine der FM 2000-Empfänger/Schaltstufe



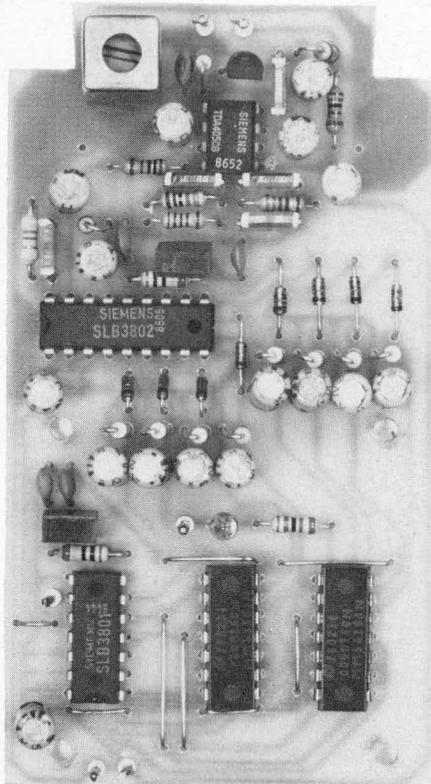
Ansicht der fertig aufgebauten Schaltteilplatine der FM 2000-Empfänger/Schaltstufe



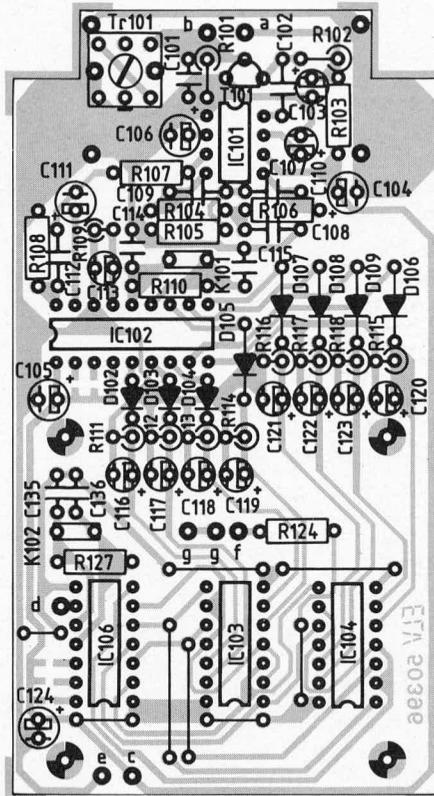
Bestückungsseite der Schaltteilplatine der FM 2000-Empfänger/Schaltstufe



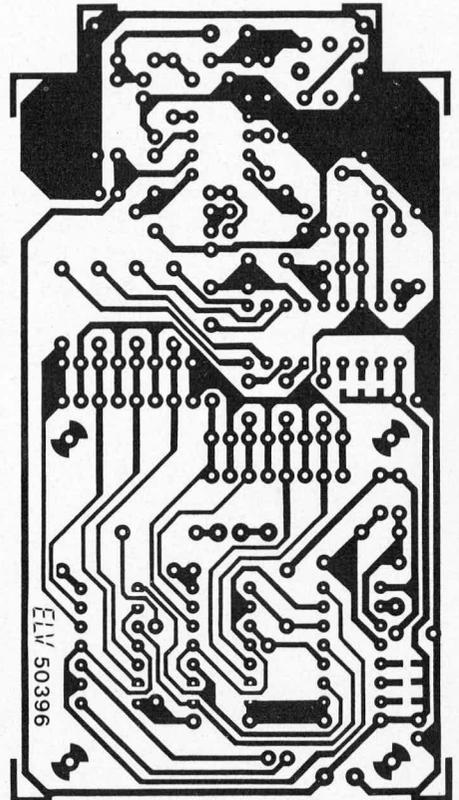
Leiterbahnseite der Schaltteilplatine der FM 2000-Empfänger/Schaltstufe



Ansicht der fertig aufgebauten Infrarot-Empfänger/Codierplatine des FM 2000-Senders



Bestückungsseite der Infrarot-Empfänger/Codierplatine des FM 2000-Senders



Leiterbahnseite der Infrarot-Empfänger/Codierplatine des FM 2000-Senders

geschlossene Empfängerdiode aus. Der Ferritkern von Tr 101 wird zweckmäßigerweise von einer zweiten Person langsam verdreht und der Abstand zwischen Infrarot-sender- und Empfängerdiode immer weiter erhöht. Der einwandfreie Empfang wird durch einen „high“-Pegel am angeschlossenen Voltmeter registriert.

Die Einstellung von Tr 101 ist optimal bei größtmöglich erzielter Reichweite.

Abschließend ist noch darauf hinzuweisen, daß bei der Ansteuerung des FM 2000-Senders über den Infrarot-Handsender beide Fernsteuersysteme auf einem unterschiedlichen Adreßcode arbeiten müssen. Im einzelnen sieht dies wie folgt aus:

Wird der Infrarotsender sowie der zugehörige Infrarotempfänger (IC 102) mit der Adreßcodierung „000“ betrieben (Leiterbahnpunkte an den IC-Anschlußbeinchen 2, 3 und 4 des IC 102 offen), so muß das zugehörige FM 2000-Übertragungssystem (IC 106 als Sender und IC 206 als Empfänger) auf einer anderen Codierung arbeiten, d. h. die Anschlußbeinchen 12, 13 und 14 des IC 106 sowie 2, 3 und 4 des IC 206 müssen eine andere Codierung aufweisen (z. B. Pin 12 des IC 106 sowie Pin 4 des IC 206 jeweils mit einem Lötropfen mit der Schaltungsmasse, entsprechend Platinenanschlußpunkt „c“, verbinden).

Diese Maßnahme ist erforderlich, damit eine Rückkopplung beider Systeme ausgeschlossen wird.

Nachdem die Einstellungen sorgfältig durchgeführt wurden, kann die Endmontage, entsprechend dem vorangegangenen Kapitel, fertiggestellt und das Gerät seiner Bestimmung zugeführt werden.

Stückliste: Infrarot-Empfänger zum FM 2000-Sender

Widerstände

1,8 kΩ	.....	R 105
2,2 kΩ	.....	R 103
3,3 kΩ	.....	R 104, R 106
56 kΩ	.....	R 102
100 kΩ	.....	R 107
180 kΩ	.....	R 101
470 kΩ	.....	R 109
1 MΩ	.....	R 110
4,7 MΩ	.....	R 108

Kondensatoren

100 pF	.....	C 114, C 115
680 pF	.....	C 101
1,5 nF	.....	C 109, C 110, C 112
3,3 nF	.....	C 108
22 nF	.....	C 102
1 µF/16 V	..	C 107, C 111, C 113
2,2 µF/16 V	.....	C 106
10 µF/16 V	.....	C 103-C 105

Halbleiter

TDA 4050	.....	IC 101
SLB 3802	.....	IC 102
BP 104, Spezial mit Linse	...	D 101
BC 558	.....	T 101
1 N 4148	.....	D 102-D 109

Sonstiges

CEC-D 377 S	.....	Tr 101
CSB 455 A	.....	K 101
4 Schrauben M 3 x 35 mm		
4 Abstandsrollchen 30 mm		

FM 2000-Sender Widerstände

470 Ω	.....	R 119
1,5 kΩ	.....	R 124
10 kΩ	.....	R 120, R 123
22 kΩ	.....	R 121
27 kΩ	.....	R 122
100 kΩ	.....	R 125, R 126
1 MΩ	.....	R 127
2,2 MΩ	.....	R 111-R 118

Kondensatoren

100 pF	.....	C 135, C 136
1 nF	.....	C 131, C 132
10 nF	.....	C 133
47 nF	.....	C 128
1 µF/16 V	.....	C 116-C 123, C 130, C 134
10 µF/25 V	.....	C 129
100 µF/25 V	.....	C 127
100 nF/630 V-	.....	C 126

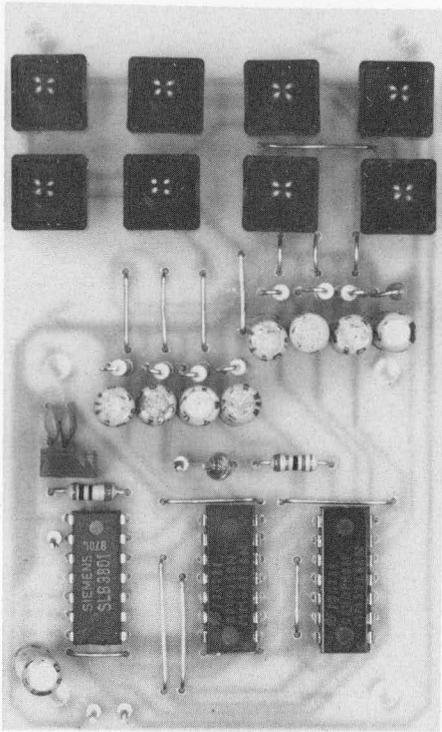
Halbleiter

CD 4046	.....	IC 107
SLB 3801	.....	IC 106
CD 4016	.....	IC 103, IC 104
7915	.....	IC 108
BC 548	.....	T 102-T 104
1 N 4148	....	D 110-D 113, D 115
LED, 3 mm, rot	.....	D 114

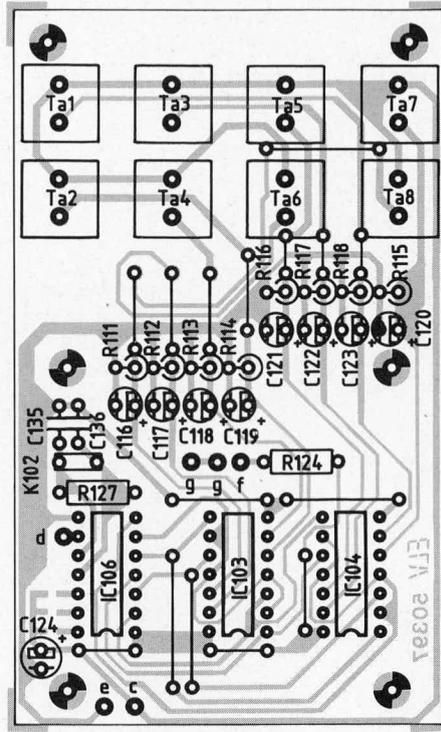
Sonstiges

CEC-D 377 S	.....	Tr 102
Trafo 15 V/100 mA	.....	Tr 103
CSB 455 A	.....	K 102
Sicherung 0,1 A	.....	Si 101
7 Lötstifte		
8 Taster*		
6 Schrauben M 3 x 45 mm*		
12 Abstandsrollchen 20 mm*		
6 Unterlegscheiben 3,2 mm*		

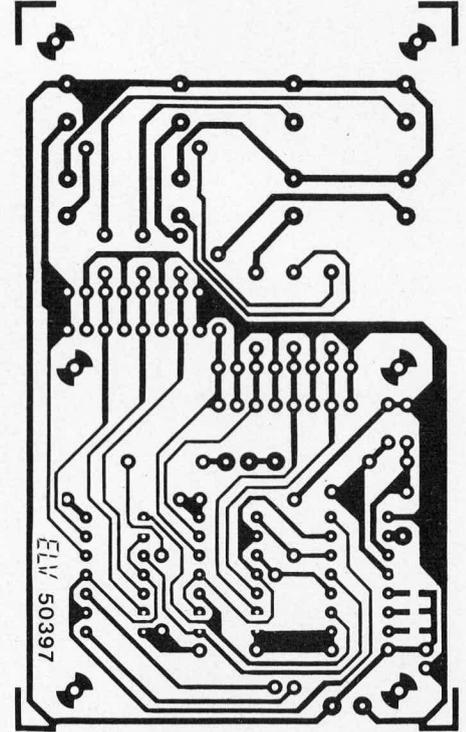
*nur erforderlich beim Aufbau ohne Infrarot-Empfänger



Ansicht der fertig aufgebauten Tasten/
Codierplatine des FM 2000-Senders

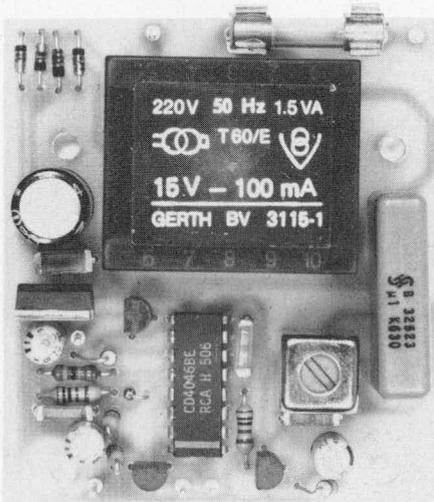


Bestückungsseite der Tasten/Codierplatine des
FM 2000-Senders

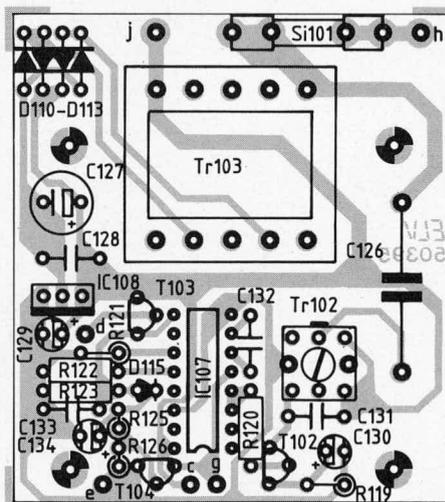


Leiterbahnseite der Tasten/Codierplatine des
FM 2000-Senders

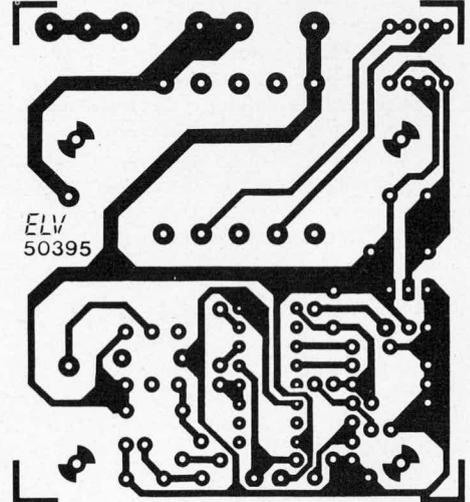
Diese Platine ersetzt die Infrarot-Empfänger/Codierplatine, sofern die Auslösung des FM 2000-Senders über 8 Tasten erfolgen soll.



Ansicht der fertig aufgebauten Senderplatine des
FM 2000-Senders



Bestückungsseite der Senderplatine des
FM 2000-Senders



Leiterbahnseite der Senderplatine des
FM 2000-Senders