

Hin und zurück -



8fach- HF-Schaltsignalübertragung

Schaltsignale über eine eigene LPD-Funkstrecke zu übertragen ist eigentlich nichts Neues. Interessant wird die hier vorgestellte Schaltung jedoch durch die bidirektionale Ausführung, die es erlaubt, bis zu acht Schaltsignale in beide Richtungen zu übermitteln - ideal für Rückmeldungen! Zur Funkübertragung können die ELV-Funkmodule, die auf 433-MHz- oder 868-MHz-Basis arbeiten, je nach eigenem Bedarf eingesetzt werden.

Vertrauen ist gut, Kontrolle besser

Alter Spruch, aber immer wieder wahr! Dass man heute mit recht einfachen Mitteln Daten und Schaltsignale auch über größere Entfernungen übertragen kann, wissen Anwender dieser Technik wohl zu schätzen. Durch eine entsprechende Codierung ist dies auch recht sicher und auf mehreren Schaltkanälen möglich. Was aber, wenn man sich nicht ganz sicher ist, dass die Botschaft den Empfänger tatsächlich erreicht hat bzw. der gewünschte Schaltvorgang tatsächlich ausgeführt wurde?

Spätestens dann wünscht man sich einen intelligenten „Rückkanal“, der genau dies realisiert. Zum einen wird der ordnungsgemäße Empfang der „Nachricht“ quittiert und zum anderen können durchgeführte Schaltvorgänge auf der Gegenseite gemeldet werden. Das kann der ordnungsgemäße Verschluss einer Tür genau so sein wie die Auslösung eines Alarmkontakts. So sind etwa auch abgelegene Gebäude, Maschinen oder Fahrzeuge einfach in eine stationäre Alarmanlage einbindbar.

Stammlesern wird dieses Thema bekannt vorkommen - bereits im „ELVjournal“ 2/2001 haben wir eine ähnliche Schaltung mit genau diesen Aufgaben vorgestellt.

Hier kamen für die Funk-Übertragung zwei normale LPD- oder PMR-Funkgeräte zum

Technische Daten: HF-Schaltsignalübertragung	
Betriebsspannung:	9 – 15 V, DC
Stromaufnahme:	20 mA
Schalteingänge:	8 (Schalter nach GND oder TTL-Pegel)
Schaltausgänge:	8 (0 V oder 5 V, jeweils 5 mA)
Dauer der Signalübertragung: ca. 1,5 s inkl. Bestätigung	
Belastbarkeit der 5 V an den Stiftleisten:	max. 300 mA

Tabelle 1: Verwendbare HF-Funkmodule

Bezeichnung	Frequenz	Bemerkung
HFS 300	433,92 MHz	Sender
HFS 301	433,92 MHz	Empfänger (Freifeldreichweite bis zu 150 m)
HFS 302	433,92 MHz	Superhet-Empfänger (Freifeldreichweite bis zu 1000 m)
HFS 868	868,35 MHz	Sender
HFE 868	868,35 MHz	Empfänger (Freifeldreichweite bis zu 100m)
HFE 868 HQ	868,35 MHz	Superhet-Empfänger (Freifeldreichweite bis zu 500 m)

Einsatz, mit denen man Reichweiten von bis zu mehreren Kilometern erreichen kann. Oft sind diese Reichweiten jedoch gar nicht erforderlich, wenn z. B. Schaltsignale innerhalb eines Hauses oder Grundstücks übertragen werden sollen. Der Einsatz von LPD- oder PMR-Funkgeräten wäre dann sehr kostspielig, da schon für ein einfaches Einzelgerät etwa 50 Euro zu zahlen sind.

Zudem sind diese leistungsfähigen Geräte hier auch fehl am Platz, denn als günstigere und kompaktere Alternative gibt es kleine ISM-Funkmodule, wie sie auch von ELV hergestellt und vertrieben werden. Die für die hier vorgestellte Datenübertragungsschaltung geeigneten ELV-Funkmodule sind in Tabelle 1 dargestellt. Diese Funkmodule realisieren die Datenübertragung im Freien über Reichweiten bis zu 300 m oder in Gebäuden bis zu mehreren

Stockwerken - für viele Aufgaben völlig ausreichend!

Die Sende- und Empfangsmodule sind nach den gegebenen Anforderungen beliebig auswählbar. Für kurze Übertragungswege, z. B. von einem Raum in einen Nachbarraum oder quer über den Hof, reichen die normalen Empfangsmodule bereits aus. Soll das Signal durch mehrere Wände oder Decken oder größere Strecken übertragen werden, so leisten die angebotenen Superhet-Empfänger gute Dienste.

Die 868-MHz-Module bieten im Vergleich zu den 433-MHz-Modulen den Vorteil, dass in diesem reservierten Frequenzbereich keine Dauerstrichsender, wie z. B. Funkkopfhörer, zugelassen sind, die den Übertragungsweg schon dauerhaft und erheblich stören können. Dazu kommen hier streng reglementierte Sendebedingungen:

jeder Sender darf nur maximal 36 s je Stunde senden (Tastverhältnis $\leq 1\%$). Damit steigt die Störsicherheit in diesem Frequenzband weiter.

Die Sender dieses Systems arbeiten mit 3-V-Betriebsspannung und einer 100% Amplitudenmodulation, d. h., der Sender wird durch das Datenpaket ein- und ausgeschaltet.

Mit diesen Sende-Empfangsmodulen bestückt, kann die gesamte bidirektional arbeitende Übertragungseinheit sehr kompakt gehalten werden. Sie verfügt über je 8 Schaltsignal-Ein- und Ausgänge, die äußerst universell einsetzbar sind.

Bedienung und Funktion

Die Spannungsversorgung erfolgt über ein Steckernetzgerät, das eine Gleichspannung im Bereich von 9 bis 15 V liefern muss. Die Schaltung nimmt ca. 20 mA auf und bietet über die Stiftleistenanschlüsse die Möglichkeit, weitere externe Schaltungsteile mit einer stabilisierten 5-V-Spannung zu versorgen. Da die Schaltung bidirektional arbeitet und 8 Schaltsignale in beide Richtungen übertragen kann, ist die Schaltung für beide

Seiten identisch. Die Beschaltung der Ein- und Ausgänge ist in Abbildung 1 beispielhaft dargestellt, die Gesamtschaltung ist in Abbildung 3 zu sehen.

Die Signalausgänge geben 0 oder 5 V aus und können einen Strom von 5 mA liefern, der zur Ansteuerung von LEDs oder kleinen Relais nutzbar ist. Um größere Relais zu schalten, ist ein zusätzlicher Transistor erforderlich.

Die Signaleingänge sind intern über Pull-Up-Widerstände auf High-Potential gelegt. Sie können z.B. über einen Schalter nach Masse gezogen, oder mit einem digitalen Signal beschaltet werden.

Der DIP-Schalter S 1 dient zur Codierung der Übertragung, damit sich mehrere Schaltungen bzw. Sender dieser Art nicht gegenseitig beeinflussen können. Die Codierung muss auf der Sender- und Empfängerseite übereinstimmen.

Die Aktivierung der Übertragung erfolgt entweder durch eine negative Flanke auf der CLK-Leitung (Pin 19 von ST 1) oder automatisch durch den Wechsel eines der 8 Eingangssignale. Durch Schließen des Jumpers JP 1 (Auto) kann das automatische Senden bei Pegelwechsel deaktiviert werden. Die Übertragung muss dann manuell über den CLK-Impuls gestartet werden.

Zur Unterdrückung der Prellneigung von an den Eingängen angeschlossenen Schaltern wird der Zustand der Signaleingänge erst 200 ms nach dem CLK-Impuls eingelesen.

Zu Beginn der Übertragung leuchtet die rote Sende-LED, die anzeigt, dass der Zustand der Eingangssignale noch nicht zur Gegenseite übertragen wurde. Die Schaltung sendet danach ein Datenpaket aus. Wird dieses von der Gegenseite empfangen, so leuchtet hier kurz die grüne LED auf und die empfangenen Daten werden auf die Ausgänge ST 2 geschaltet. Zur Bestätigung sendet nun der Empfänger ein Datenpaket aus. Wird dieses vom Sender empfangen, so leuchtet hier kurz die grüne LED auf und die rote LED erlischt, als Zeichen dafür, dass die Übertragung vollständig erfolgt ist. Erhält eine Seite von der Gegenseite keine Bestätigung, so wird der Sendevorgang nach 10 bis 17 Sekunden wiederholt. Bleibt auch nach drei Minuten die Übertragung erfolglos, so beginnt die rote LED zu blinken, wobei weiterhin automatisch versucht wird, die Übertragung erfolgreich abzuschließen.

Durch Setzen des Jumpers JP 2 (Mode) kann man die Kontrolle der Datenstrecke aktivieren. Hierbei erfolgt alle vier Minuten automatisch die Übertragung eines Datenpaketes. Werden von der Gegenseite länger als 15 Minuten keine Daten empfangen, so bewertet der Controller die Übertragung endgültig als gestört und auf der

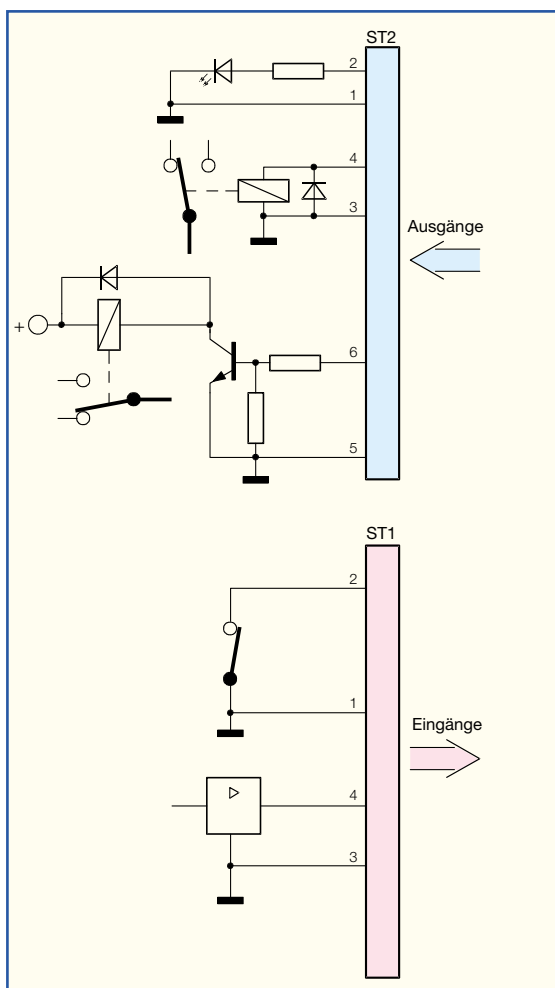


Bild 1: Die Beschaltung der Ein- und Ausgänge

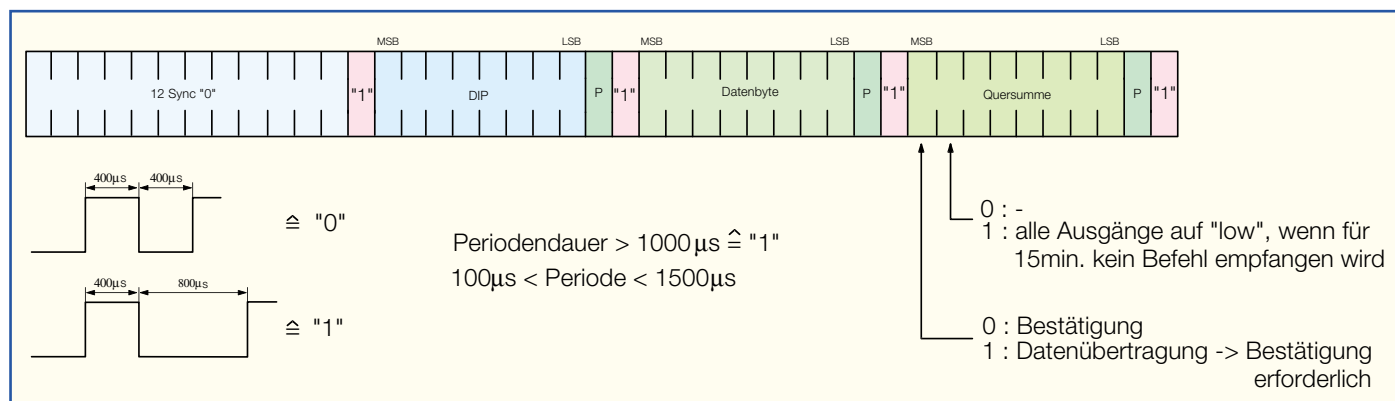


Bild 2: Das Datenübertragungsprotokoll

Empfangsseite werden alle Schaltausgänge auf Low-Pegel geschaltet. Zur Anzeige der Störung beginnt die grüne LED zu blinken.

Einen noch tieferen Einblick in die Funktion der Schaltung gibt das folgend besprochene Datenübertragungsprotokoll.

Das Datenübertragungsprotokoll

Das Datenübertragungsprotokoll ist in Abbildung 2 dargestellt. Die Daten werden in digitaler Form durch die Bits „0“ und „1“ übertragen. Eine digitale „0“ besteht aus einem 400- μs -High-, gefolgt von einem 400- μs -Low-Signal und eine digitale „1“ besteht aus einem 400- μs -High-, gefolgt von einem 800- μs -Low-Signal. Bei einem High-Pegel ist der Sender aktiv und bei Low-Pegel inaktiv.

Die Synchronisierung der Übertragung beginnt mit 12 x „0“ gefolgt von einer „1“. Danach folgt ein Byte, bestehend aus acht Bits, wobei das höchwertige Bit (MSB) zuerst übertragen wird. Für jedes Byte ist ein Paritätsbit vorgesehen, das direkt auf das Byte folgt. Die Trennung zum nächsten Byte stellt wieder eine „1“ dar, wonach das nächste Datenbyte folgt. Ein Datenpaket besteht aus insgesamt drei Datenbytes, wobei nach dem letzten Byte eine „1“ den Abschluss bildet.

Das 1. Datenbyte beinhaltet den Zustand der DIP-Schalter und muss auf Sender- und Empfängerseite übereinstimmen. Das 2. Byte beinhaltet den aktuellen Zustand der 8 Signaleingänge. Das 3. Datenbyte stellt die Quersumme für die ersten beiden Datenbytes dar und sichert zusätzlich die Datenübertragung.

In den oberen 2 Bits der Quersumme sind Steuerbits eingelassen. D 8 (MSB) beschreibt, ob es sich bei dem übertragenen Datenpaket um eine Bestätigung für einen empfangenen Befehl oder um Daten zur Ausgabe handelt. Erhält ein Modul einen Befehl, da sich auf der Gegenseite der Schaltzustand verändert hat, so ist D 8 gesetzt. Der Empfänger übernimmt das empfangene Datenbyte auf seine Ausgän-

ge und sendet ein Datenpaket zurück, bei dem dann das Bit D 8 gelöscht ist. Die Gegenseite erkennt am gelöschten Bit, dass es sich hierbei um die Bestätigung handelt.

Das Bit D 7 ist durch den Zustand des „MODE“-Jumpers (JP 2) bestimmt. Das Bit wird vom Sender gesetzt, wenn dieser spätestens alle vier Minuten den aktuellen Schaltzustand neu überträgt. Empfängt die Gegenseite für 15 Minuten keine Signale, so werden alle Ausgangspins auf Low geschaltet. Somit wird vermieden, dass z. B. ein Verbraucher dauerhaft eingeschaltet bleibt, wenn die Funkübertragung gestört ist.

Schaltung

Die Schaltung der kompletten 8fach-HF-Schaltsignalübertragung ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Spannungsversorgung erfolgt über die Klinkenbuchse BU 1, wobei die Diode D 1 vom Typ 1N4001 die Schaltung vor versehentlicher Verpolung schützt. Der Spannungsregler mit den Kondensatoren C 1, C 2, C 14 und C 15 stabilisiert die Betriebsspannung für die Schaltung auf 5 V.

Den Kern der Schaltung bildet der Mikrocontroller IC 3 vom Typ ELV 02271. Es handelt sich hierbei um einen bereits programmierten Controller vom Typ AT89C2051. Mit den Bauteilen C 3, R 11 und der Diode D 6 ist die Reset-Schaltung aufgebaut, die den Controller beim Anlegen der Betriebsspannung in einen definierten Anfangszustand versetzt. Für den Oszillator, der den Takt für den Controller erzeugt, sind lediglich die externen Komponenten Q 1, C 12 und C 13 erforderlich. Das Einlesen der Zustände der DIP-Schalter und der Schalteingänge, sowie die Ausgabe der Schaltsignale erfolgt über Schieberegister, die seriell hintereinander geschaltet sind. IC 2 vom Typ CD4021 übernimmt das Einlesen der Zustände des DIP-Schalters. Über die Pull-Up-Widerstände R 2 sind die Eingangspins definiert auf High-Potential gesetzt und können über

die einzelnen Schließer des DIP-Schalters S 1 auf Masse gezogen werden. Ebenso sind die Eingänge des IC 4 mit Pull-Up-Widerständen R 1 versehen und können über ST 1 auf Masse gezogen werden. Die Schaltausgänge stellt das IC 5 vom Typ CD 4094 bereit. Sie sind auf ST 2 geführt.

Zur Steuerung der Schieberegister sind lediglich vier Pins des Mikrocontrollers IC 3 erforderlich. Über Pin 11 wird der Übernahmeimpuls für die Schieberegister ausgegeben. Führt das Signal High-Pegel, so übernehmen IC 2 und IC 4 die Pegel der Eingangspins P 1 bis P 8 in die internen Register und das IC 5 übergibt den Inhalt des internen Registers an die Ausgangstreiber für Q 1 bis Q 8.

Die Daten werden vom Controller seriell über den Pin 14 herausgeschoben und gelangen auf IC 5. Von dessen Ausgang Qs 1 werden sie weiter auf IC 4 und dann weiter über IC 2 zurück in Pin 13 des Controllers übertragen. Die Daten werden bei jeder positiven Flanke aus Pin 15 des IC 3 um eine Stelle weiter geschoben.

Die Ansteuerung der LEDs D 2 und D 3 erfolgt direkt über die Pins 3 bzw. 12 des IC 3. Zusätzlich liegen die Signale auf ST 1 bzw. ST 2 und stehen für externe Erweiterungen zur Verfügung. Die Pins 8 und 9 des IC 3 liegen im geöffneten Zustand der Jumper JP 1 und JP 2 über den internen Widerstand des Controllers auf High-Potential und werden durch Schließen des Jumpers nach Masse gezogen.

Das Sendesignal gibt der Controller über Pin 2 an den Sender HFS1 aus. Zur Spannungsversorgung des Senders sind die beiden Dioden D 4 und D 5 in Reihe geschaltet, die die 5-V-Betriebsspannung der Schaltung für das Sendemodul verringern. Der Widerstand R 10 ist so dimensioniert, dass im aktiven Zustand (High-Pegel) ca. 3 V am Signaleingang anliegen.

Der Empfänger arbeitet ebenfalls mit 3 V Betriebsspannung, die hier durch den Spannungsteiler, bestehend aus R 8, R 9 und dem Transistor T 2 erzeugt wird. Die Kondensatoren C 4, C 5, C 7 und C 8 dienen zur Siebung der Versorgungsspan-

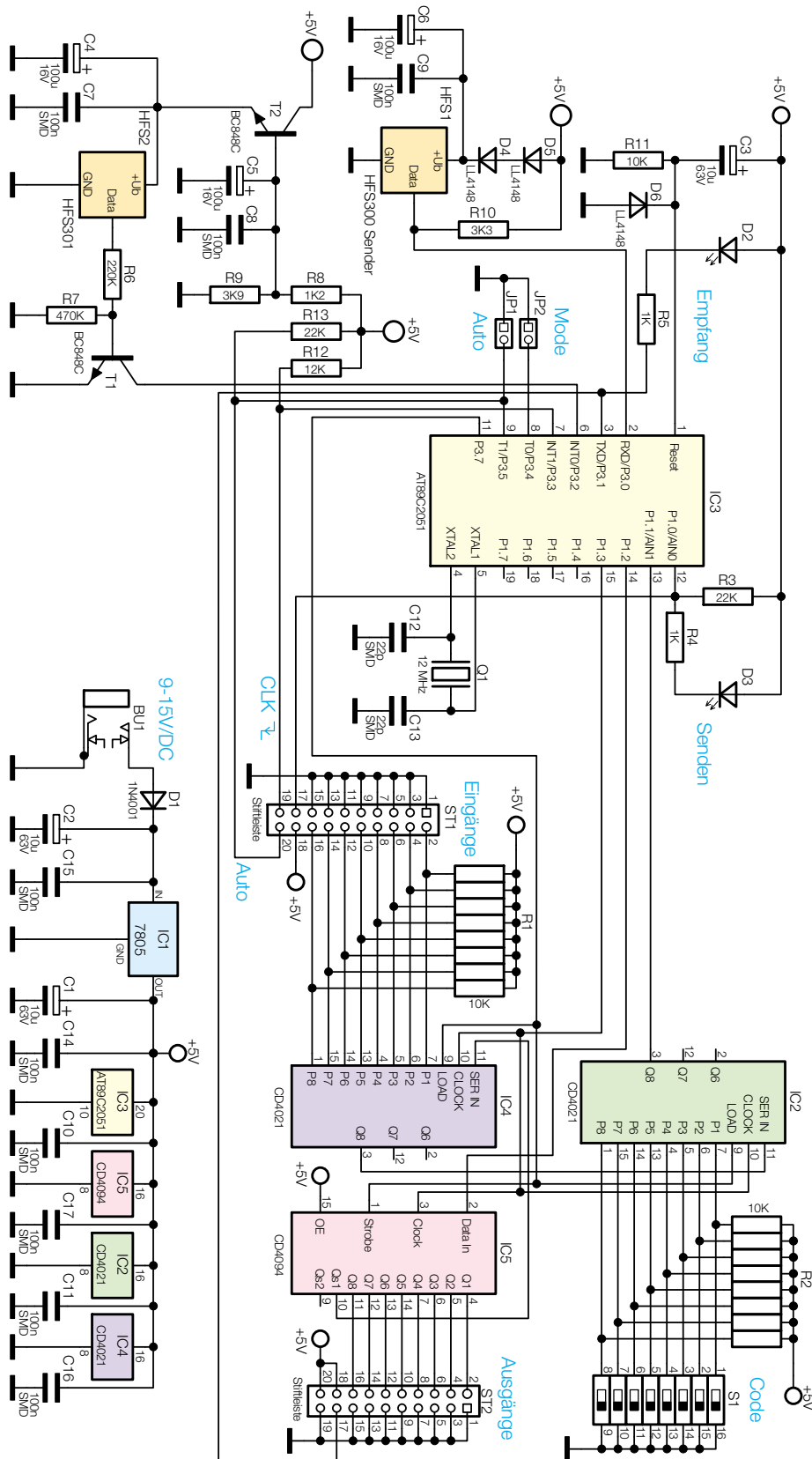


Bild 3: Schaltbild der HF-Schaltsignalübertragung

nung, da das Empfangsmodul sehr empfindlich auf Störungen der Betriebsspannung reagiert. Der Transistor T 1 mit den Widerständen R 6 und R 7 sorgt für eine Signalinvertierung und Pegelanpassung. Das Empfangssignal ist auf den Pin 6 des

IC 3 geführt und löst bei jeder negativen Flanke einen Interrupt des Controllers aus.

Nachbau

Die Schaltung der HF-Schaltsignalüber-

tragung ist auf einer doppelseitigen Leiterplatte mit den Abmessungen 90 x 53 mm untergebracht. Für das komplette System ist die Schaltung doppelt aufzubauen.

Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste, des Bestückungsplans und des Bestückungsdruckes. Es empfiehlt sich, die beiden Leiterplatten gleichzeitig aufzubauen, so entfällt viel Orientierungsarbeit.

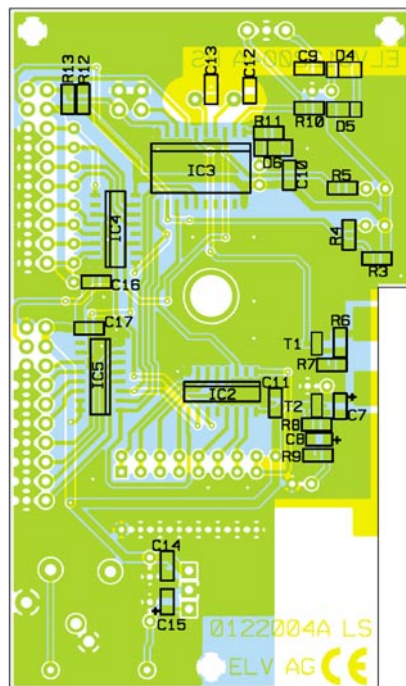
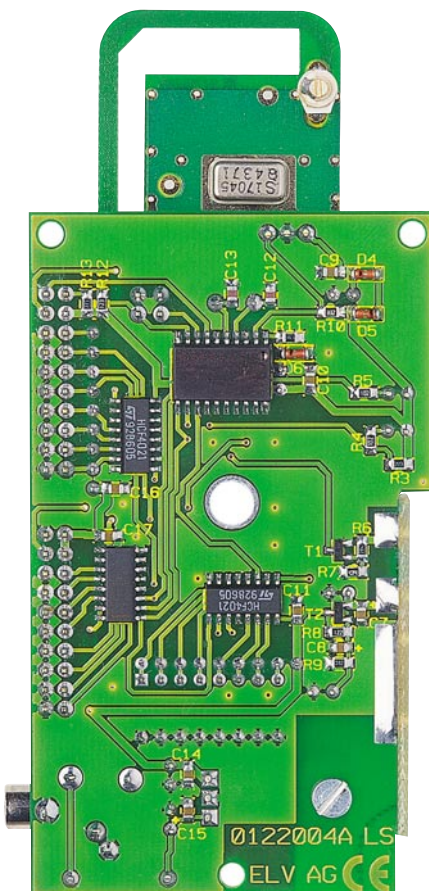
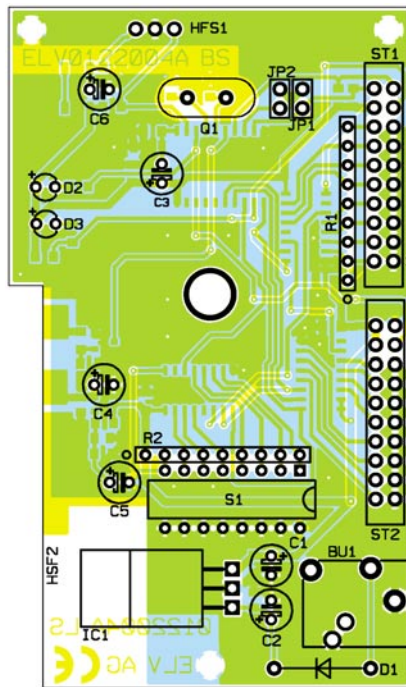
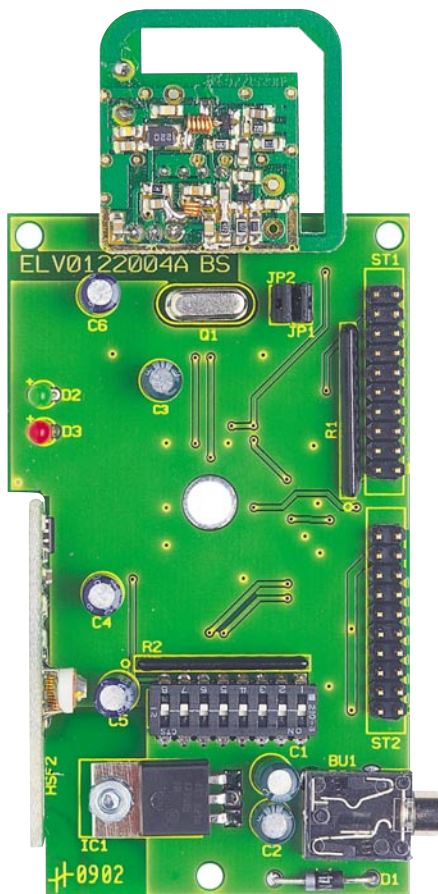
Zuerst sind die SMD-Bauteile auf der Leiterplattenunterseite zu bestücken. Die Bauteile sollten aufgesetzt und zuerst nur durch Anlöten eines Pins fixiert werden. Nachdem die korrekte Position kontrolliert und eventuell korrigiert wurde, können die restlichen Pins angelötet werden. Bei den Dioden, ICs und Transistoren ist auf die richtige Einbaulage gemäß dem Bestückungsplan zu achten.

Danach können die restlichen Bauteile von der Bestückungsseite bestückt und an der Oberseite verlötet werden. Der Spannungsregler IC 1 wird liegend montiert und nach dem Abbiegen der Anschlüsse um 90 Grad nach hinten mit einer M3x8mm-Zylinderkopfschraube, einer Zahnscheibe und einer M3-Mutter befestigt.

Den Abschluss bildet die Montage der Sende-/Empfangsmodule. Das Sendemodul ist mit einem Abstand von 8 mm zwischen den Leiterplatten in die zugehörigen Bestückungsbohrungen einzusetzen und seine Anschlüsse sind auf der Unterseite der Hauptplatine zu verlöten.

Das Empfangsmodul ist im 90°-Winkel an die Leiterplatte zu löten. Dazu wird das Modul neben die entsprechenden Löt pads der Platine gehalten, sodass die Kontakte nebeneinander liegen und der Empfänger 1mm unter der Leiterplatte hervorragt. Die 3 Kontaktflächen sind dann mit reichlich Löt zinn (dieses sichert auch den mechanischen Halt) miteinander zu verlöten.

Damit ist der Aufbau abgeschlossen und es folgt der Funktionstest. Zuerst ist der DIP-Schalter auf beiden Leiterplatten auf eine identische, zufällig gewählte Codierung einzustellen. Nachdem die erste Schaltung mit Betriebsspannung versorgt ist, leuchtet hier sofort die rote LED, da das Modul versucht, den Schaltzustand seines Codeschalters und seiner Signaleingänge zur Gegenseite zu übertragen. Da die Gegenseite noch nicht aktiv ist bleibt die rote LED an. Jetzt kann die zweite Schaltung angeschlossen werden, bei der ebenfalls zunächst die rote LED aufleuchtet. Ca. 0,5 s später sollte die grüne LED des ersten Moduls aufleuchten, die damit den Empfang des Datenpaketes signalisiert. Das erste Modul sendet daraufhin die Bestätigung, die vom zweiten Modul mit der grünen LED und dem Erlöschen der roten LED quittiert wird. Nach wenigen Sekunden beginnt nun die erste Schaltung, die



Ansicht der fertig bestückten Platine der HF-Schalt-signalübertragung mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite

Stückliste: HF-Schalt-signalübertragung HFU 100

Widerstände:

1kΩ/SMD	R4, R5
1,2kΩ/SMD	R8
3,3kΩ/SMD	R10
3,9kΩ/SMD	R9
10kΩ/SMD	R11
12kΩ/SMD	R12
22kΩ/SMD	R3, R13
220kΩ/SMD	R6
470kΩ/SMD	R7
Array 10kΩ	R1, R2

Kondensatoren:

22pF/SMD	C12, C13
100nF/SMD	C7-C11, C14-C17
10µF/63V	C1-C3
100µF/16V	C4-C6

Halbleiter:

7805	IC1
ELV02271	IC3
CD4094	IC5
CD4021	IC2, IC4
BC848C	T1, T2
LL4148	D4-D6
1N4001	D1
LED, 3 mm, grün	D2
LED, 3 mm, rot	D3

Sonstiges:

Quarz, 12 MHz	Q1
Klinkenbuchse, 3,5 mm, stereo, print	BU1
Stiftleisten, 2 x 10-polig	ST1, ST2
Mini-DIP-Schalter, 16-polig	S1
HF-Sender*	HFS1
HF-Empfänger*	HFS2
Stiftleisten, 1 x 2-polig	JP1, JP2
2 Jumper	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	

* siehe Text

zuvor gescheiterte Übertragung zu wiederholen. Auch hier sollte die zweite Schaltung den Empfang signalisieren (grüne LED leuchtet kurz auf) und eine Bestätigung senden, die wiederum von der ersten Schaltung empfangen wird (grüne LED leuchtet kurz auf und rote LED erlischt). Sind auf beiden Schaltungen die LEDs erloschen, so hat jede Schaltung seinen Schaltzustand zur Gegenseite übertragen. Wird nun an einer der Schaltungen ein Übernahmetakt generiert (fallende Flanke an Pin 19 von ST 1), so leuchtet wieder die rote LED auf, bis die Bestätigung von der Gegenseite empfangen wurde.

Damit ist die Schaltung überprüft und die Ein- und Ausgänge können je nach anstehender Aufgabe beschaltet werden. **ELV**