



Funktechnik im 800-MHz - Frequenzbereich

Der 800-MHz-Bereich bietet viele neue Möglichkeiten zur weitgehend störsicheren Übertragung von Daten-, Schalt- oder Audiosignalen. Neben der Beschreibung dieses neuen Frequenzbereiches stellt dieser Artikel die neuen ELV-Funkmodule in 868-MHz-Technik, ein Anwendungsbeispiel für eine Schaltsignalübertragung und ein entsprechendes Messgerät zur Senderbeurteilung vor.

Allgemeines

Heutzutage arbeiten viele Geräte in den so genannten „ISM“-Frequenzbereichen. Die Abkürzung „ISM“ steht für „Industrial Scientific and Medical“, also für Geräte der Industrie, Wissenschaft und Medizin. In den ISM-Bereichen dürfen Geräte ohne gesonderte Anmeldung gebührenfrei von jedermann frei genutzt werden. Es stehen die in Tabelle 1 aufgeführten ISM-Bereiche zur Verfügung:

Tabelle 1: ISM-Bereiche

6,765 MHz	-	6,795 MHz
13,553 MHz	-	13,567 MHz
26,957 MHz	-	27,283 MHz
40,66 MHz	-	40,70 MHz
433,05 MHz	-	434,79 MHz
2,400 GHz	-	2,500 GHz
5,725 GHz	-	5,875 GHz
24,00 GHz	-	24,25 GHz
61,0 GHz	-	61,5 GHz
122 GHz	-	123 GHz
244 GHz	-	246 GHz

Hauptsächlich genutzt werden der 27-MHz-, der 433-MHz- und der 2,4-GHz-Bereich. Eine besondere Rolle fällt dem 433-MHz-Bereich zu, da zum einen eine relativ hohe Bandbreite von 1,74 MHz zur Verfügung steht und zum anderen die Funktechnik für viele Anwendungen sehr preisgünstig ist. Senderoszillatoren lassen sich mit Oberflächenwellenresonatoren kostengünstig stabilisieren, und für die einfache digitale Datenübertragung reicht meistens ein einfacher Pendelempfänger aus. Dies hat zur Massenproduktion der unterschied-

lichsten Geräte für diesen Frequenzbereich geführt. Hier nur einige Beispiele: Funk-Wetterstation, Funkschalter, Funk-Alarmanlage, Fernsteuerung für Spielzeug und Modelle (außer Flugmodelle), Garagentorsteuerung, PKW-Zentralverriegelung, Funk-Mouse und Funk-Keyboard für PC, Funk-Kopfhörer, Baby-Phone etc.

Insbesondere die im 433-MHz-Bereich zugelassenen Dauerstrich-Sender, wie z. B. Funk-Kopfhörer, verursachen durch die dauerhafte Bandbelegung große Probleme und können andere Systeme, wie z. B. preisgünstige 433-MHz-Funk-Alarmanlagen, in ihrer Funktion beeinträchtigen bzw. auf Dauer lahmlegen. Andererseits wird der Musikgenuss über einen Funkkopfhörer durch die Datenübertragung einer 433-MHz-Wetterstation stark beeinträchtigt, da in bestimmten Zeitabständen Störungen auftreten.

Um den Nachteil der gegenseitigen Beeinflussung der Geräte zu umgehen, weicht man mit neuen Geräten mittlerweile zunehmend in den Frequenzbereich von 863 bis 865 bzw. 868 bis 870 MHz aus. Dort wurde die Problematik der gegenseitigen Beeinflussung deutlich verringert, da den einzelnen Anwendungen eigene Frequenzbereiche zugewiesen sind. Zusätzlich hat man für die einzelnen Frequenzbereiche bestimmte Tastverhältnisse für den Sendebetrieb vorgeschrieben, d. h. ein Sender darf in einer Zeiteinheit (max. 1 Stunde) lediglich eine bestimmte Zeit eingeschaltet werden. So werden dauerhafte Bandbelegungen vermieden und gegenseitige Störungen der Funkteilnehmer minimiert.

Weiterhin positiv zu bewerten ist die für diesen Frequenzbereich nahezu einheitliche Umsetzung für ganz Europa. Aus Herstellersicht stellt dies eine erhebliche Vereinfachung dar, da Geräte mit identischer Technik europaweit vertrieben werden können.

Die Aufteilung und Nutzung des 800-MHz-Bereiches

Wie bereits erläutert, sind den verschiedenen Nutzungen einzelne Frequenzbänder zugewiesen:

Audioübertragung

Durch die Verfügungen 80/1999 und 163/1999 des Amtsblattes der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (RegTP) wurde der drahtlosen Audioübertragung Folgendes zugewiesen:

- Frequenzbereich: 863 bis 865 MHz
- maximale Sendeleistung: 10 mW
- für Audioübertragungen, wie z. B. drahtlose Kopfhörer oder Lautsprecher, Verbindung von Komponenten der HiFi-Technik, drahtlose Mikrofone

- nicht gestattet sind: Datenübertragung zwischen Geräten der Informationstechnik, Anschaltung an öffentliche Telekommunikationsnetze, Sprechfunkgeräte und Fernsteuerungen.

Datenübertragung

Durch die Verfügungen 81/1999 und 123/1999 wurde der „Benutzung durch die Allgemeinheit“ für die so genannten „Fernwirk-Funkanlagen des nicht öffentlichen mobilen Landfunks“ der Frequenzbereich von 868 bis 870 MHz zugeteilt. Dort sind die folgenden Funkanwendungen gestattet:

- Übertragung von Fernwirk-, Telemetrie-, Alarm- und Datensignalen.
- Die Übertragung von Sprachsignalen ist nicht gestattet.

Dieser 2 MHz breite Frequenzbereich ist wiederum in 4 verschiedene Einzelbereiche mit unterschiedlichen Sendeleistungen und Tastverhältnissen unterteilt:

- 868,0 bis 868,6 MHz, Sendeleistung 25 mW, Tastverhältnis R 1%
- 868,7 bis 869,2 MHz, Sendeleistung 25 mW, Tastverhältnis R 0,1%
- 869,4 bis 869,65 MHz, Sendeleistung 500 mW, Tastverhältnis R 10 %
- 869,7 bis 870,0 MHz, Sendeleistung 5 mW, Tastverhältnis R 10 bis 100 %.

Eigens für Alarmanlagen und die Überwachung hilfsbedürftiger Personen wurden mit der Verfügung 56/2000 folgende Frequenzbereiche geschaffen:

Alarmanlagen:

- 868,6 bis 868,7 MHz, Sendeleistung 10 mW, Tastverhältnis R 0,1%
 - 869,25 bis 869,3 MHz, Sendeleistung 10 mW, Tastverhältnis R 0,1%
 - 869,65 bis 869,70 MHz, Sendeleistung 25 mW, Tastverhältnis R 10%.
- Überwachung hilfsbedürftiger Personen:
- 869,2 bis 869,25 MHz, Sendeleistung 10 mW, Tastverhältnis R 0,1%.

Wie vorstehend erläutert, sind verschiedene Frequenzbereiche für die einzelnen Anwendungen vorgesehen. Die meisten Bereiche sind sehr schmalbandig, teilweise beträgt die Bandbreite lediglich 50 kHz. Für die Nutzung dieser schmalbandigen Frequenzbereiche sind hochwertige Funk-systeme mit besonders stabiler Sendefrequenz und schmalbandigen Empfängern erforderlich. Diese aufwändige Funktechnik ist mit relativ hohen Kosten verbunden, die für die meisten Anwendungen jedoch nicht gerechtfertigt sind, wie z. B. für ein einfaches Funkthermometer.

Der einzige Bereich, der für eine kostengünstige, breitbandige Funklösung zur Ver-

füngung steht, ist der Frequenzbereich von 868,0 bis 868,6 MHz (600 kHz Bandbreite). Wählt man für die Sendefrequenz die Bereichsmitte 868,3 MHz, kann die Sendefrequenz mit Hilfe eines Oberflächenwellenresonators stabilisiert sein, der mit Toleranzen von +/- 150 kHz oder +/- 250 kHz erhältlich ist. So lässt sich ein Sender relativ kostengünstig, ähnlich einem einfachen 433-MHz-Sender, realisieren.

Als Empfänger kann sowohl ein relativ breitbandiger und sehr kostengünstiger Pendelempfänger oder ein einfacher Superhet-Empfänger mit 10,7 MHz Zwischenfrequenz dienen. Nach diesem Prinzip wurden die im Folgenden vorgestellten neuen 868-MHz-Funkmodule von ELV entwickelt.

Das neue 868-MHz-Funksystem von ELV

Dieses neue Funksystem nutzt den Frequenzbereich von 868,0 bis 868,6 MHz und eignet sich sehr gut für die Übertragung kurzer Schalt- und Datensignale, bei denen es auf eine sichere Datenübermittlung ankommt. In diesem Frequenzbereich ist das Tastverhältnis auf R 1% beschränkt (bezogen auf max. eine Stunde), d. h. maximal 36 Sekunden Sendezeit pro Stunde sind erlaubt.

Das Funksystem besteht aus folgenden Modulen, die individuell einsetzbar sind und sich durch 3-V-Technologie, geringen Stromverbrauch und hohe Reichweite auszeichnen:

- Sendemodul HFS 868
- Standard-Empfangsmodul HFE 868
- Superhet-Empfangsmodul HFE 868 HQ.

868-MHz-3-V-Sendemodul HFS 868

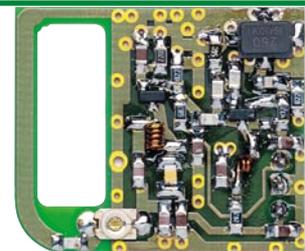


Bild 1: 868-MHz-3-V-Sendemodul HFS 868

Technische Daten: HFS 868

Sendesignal:	868,35 MHz
Sendeleistung:	9,2 dBm
Modulation:	AM, 100 %
Sendeanenne:	Leiterschleife
Versorgungsspannung:	2,4 bis 3 V
Stromaufnahme (Stand-by): ...	< 10 nA
Sendebetrieb:	
max. 12 mA bei 50 % Tastverhältnis	
Abmessungen:	31 x 26 x 3,5 mm

Dieses äußerst kompakte, komplett in SMD-Technik aufgebaute Sendemodul (Abbildung 1) kann aufgrund seiner geringen Abmessungen in viele Geräte integriert werden, auch z. B. in Fernbedienungen. Das dem Sendemodul zugeführte Datensignal wird direkt in ein 100 % AM-moduliertes HF-Signal mit einer Frequenz von 868,35 MHz umgesetzt und sollte Pegel von 0 V/3 V und eine maximale Frequenz von 1,5 kHz aufweisen. Im Ruhezustand verbraucht das Modul keinen Strom und kann ständig an der Versorgungsspannung verbleiben. Die Aktivierung erfolgt durch das Anlegen des Datensignals. Dadurch eignet sich der HFS 868 ebenfalls für batteriebetriebene Geräte, die für kurze Zeit Daten übermitteln. Ausgerüstet mit einer Stiftleiste an der Modul-Unterseite kann das Modul in eine Buchsenleiste gesteckt oder direkt eingelötet werden. Das Datensignal zur Ansteuerung wird entweder direkt von einem Mikrocontroller oder durch entsprechende Encoder/Decoder wie HT12, HT600 etc. erzeugt.

868-MHz-3-V-Empfangsmodul HFE 868



Bild 2: 868-MHz-3-V-Empfangsmodul HFE 868

Das Standard-Empfangsmodul (Abbildung 2) arbeitet mit einer Versorgungsspannung von lediglich 3 V und zeichnet sich insbesondere durch hohe Freifeld-Reichweite (bis 100 m) und durch die niedrige Stromaufnahme von lediglich 600 µA aus. Aufgrund dessen eignet sich das Modul sehr gut für batteriebetriebene Geräte.

Das empfangene HF-Signal des HFS 868 wird demoduliert und steht am Datenausgang zur Verfügung. Von dort aus kann es direkt zur Auswertung auf eine Mikrocontrollerschaltung oder einen Decoderbaustein (HT12, HT615 etc.) geführt werden. Kompakte Abmessungen, eine integrierte Empfangsantenne und geringes Gewicht

Technische Daten: HFE 868	
Empfangsfrequenz:	..... 868,35 MHz
Empfangsprinzip:	..... Regenerativempfänger
Empfangsantenne:	..... Leiterschleife
Datenausgang:	..... digital
Datenrate:	..... max. 1,5 kHz
Versorgungsspannung:	..... 3 V
Stromaufnahme:	..... 600 µA
Reichweite mit HFS 868:	..... bis 100 m
Abmessungen:	..... 36 x 18 x 7,5 mm

sind weitere herausragende Eigenschaften und erlauben den universellen Einsatz für Fernmesszwecke, als Fernbedienungsempfänger usw. Die maximale Datenfrequenz beträgt 1,5 kHz. Die Kontaktierung kann aufgrund der Lötflächen und Bohrungen durch seitliches Verlöten an einer Platine oder über Lötstifte erfolgen.

868-MHz-Superhet-Empfänger HFS 868 HQ



Bild 3: 868-MHz-Superhet-Empfänger HFE 868 HQ

Dieser hochwertige Superhet-Empfänger (Abbildung 3) ist alternativ zum Standard-Empfänger einsetzbar. Der HFE 868 HQ bietet aufgrund des relativ schmalbandigen Eingangskreises und des Superhet-Empfangsprinzips mit einer Zwischenfrequenz von 10,7 MHz weit reichenden Schutz vor der ungewollten Auswertung von Signalen

Technische Daten: HFE 868 HQ	
Empfangsfrequenz:	..... 868,35 MHz
Empfangsprinzip:	..... Superhet
Zwischenfrequenz:	..... 10,7 MHz
ZF-Bandbreite:	..... 380 kHz
Empfangsantenne:	..... $\pi/4$ Drahtantenne, 86 mm
Datenausgang:	..... digital
Datenrate:	..... max. 1,5 kHz
Versorgungsspannung:	..... 3 V
Stromaufnahme:	..... max. 5 mA
Reichweite mit HFS 868:	..... bis 500 m
Abmessungen:	..... 47,5 x 18,7 x 6 mm

mit anderen Frequenzen und erhöhte Störsicherheit. Die Freifeld-Reichweite beträgt bis 500 m. Weitere Features sind kompakte Abmessungen, geringes Gewicht, 3 V Betriebsspannung und ein für Superhet-Empfänger vergleichsweise geringer Stromverbrauch. Der HFE 868 HQ ist universell für Sicherheitsanwendungen, allgemeine Fernmesszwecke, als Funk-Fernbedienung usw. geeignet.

Die Kontaktierung erfolgt über Lötflächen oder Bohrungen, die auf die Empfangsfrequenz abgestimmte Antenne besitzt eine Länge von 86 mm ($\pi/4$).

Schaltsignalübertragung mit Hilfe der Encoder/Decoder HT12E/HT12D

Wie bereits zuvor erläutert, stehen für die Übertragung von Schaltsignalen diverse Encoder- und Decoderbausteine zur Verfügung. An dieser Stelle wollen wir ein Bei-

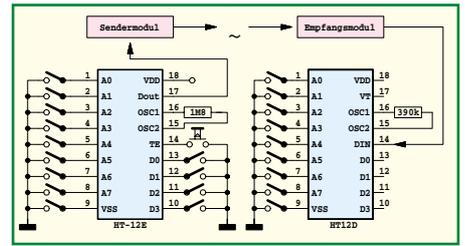


Bild 4: Schaltbild zur Schaltsignalübertragung

spiel zur Schaltsignalübertragung mit Hilfe des Encoders HT12E und des Decoders HT12D vorstellen. Im ELV Hauptkatalog finden Sie weitere Encoder/Decoderbausteine.

Abbildung 4 zeigt das Schaltbild zur Schaltsignalübertragung mit Hilfe des HT12E/HT12D. An Pin 10 bis Pin 13 (D 0 bis D 3) des Encoders HT12E wird die zu übertragende Schaltsignalinformation in Form von Low- und High-Pegeln angelegt. Als High-Pegel wird dabei eine Spannung interpretiert, die größer als der halbe Wert der Betriebsspannung ist. In Abbildung 4 wird dies durch Schalter dargestellt: Ein offener Eingang bedeutet High-Pegel (interner Pull-Up-Widerstand), eine Verbindung nach Masse stellt den Low-Pegel dar. Kombiniert man die 4 Kanäle D 0 bis D 3 im Binärsystem, lassen sich mit einem zusätzlichen Decoder auf der Empfängerseite insgesamt $2^4 = 16$ Kanäle übertragen.

Der Encoder versieht die anliegende Schaltsignalinformation mit einem Sicherheitscode (maximal 256 Möglichkeiten) und gibt sie in Form eines seriellen Datensignals am Datenausgang „Dout“, Pin 17, aus. Encoder und Decoder müssen auf denselben Sicherheitscode eingestellt sein, damit eine Datenübertragung erfolgen kann. Der Sicherheitscode wird an Pin 1 bis Pin 8 (A 0 bis A 7) über Low- und High-Pegel eingestellt. Auch hier bedeutet offen = High und Verbindung nach Masse = Low. Dadurch stehen $2^8 = 256$ verschiedene Sicherheitscodes zur Verfügung und die Datenübertragung ist gegen Beeinflussung von gleichartigen Signalen mit anderen Sicherheitscodes geschützt.

Die Ausgabe des seriellen Datensignals erfolgt nur so lange, wie Pin 14, „TE“ (Transmit Enable), Low-Pegel führt. Dies wird hier durch einen Taster dargestellt. Das Datensignal wird direkt auf den Modulationseingang des Sendemoduls HFS 868 geführt und aktiviert den Sender. Dieser sendet dann ein 100%-AM-moduliertes HF-Signal bei 868,35 MHz aus. Der Widerstand (1,8 MΩ) zwischen Pin 15 und Pin 16 legt die Arbeitsfrequenz des internen Oszillators und damit die Ausgabegeschwindigkeit fest.

Der Encoder und das Sendemodul sind mit einer Betriebsspannung von 3 V zu versorgen. Wird kein Datensignal gesen-

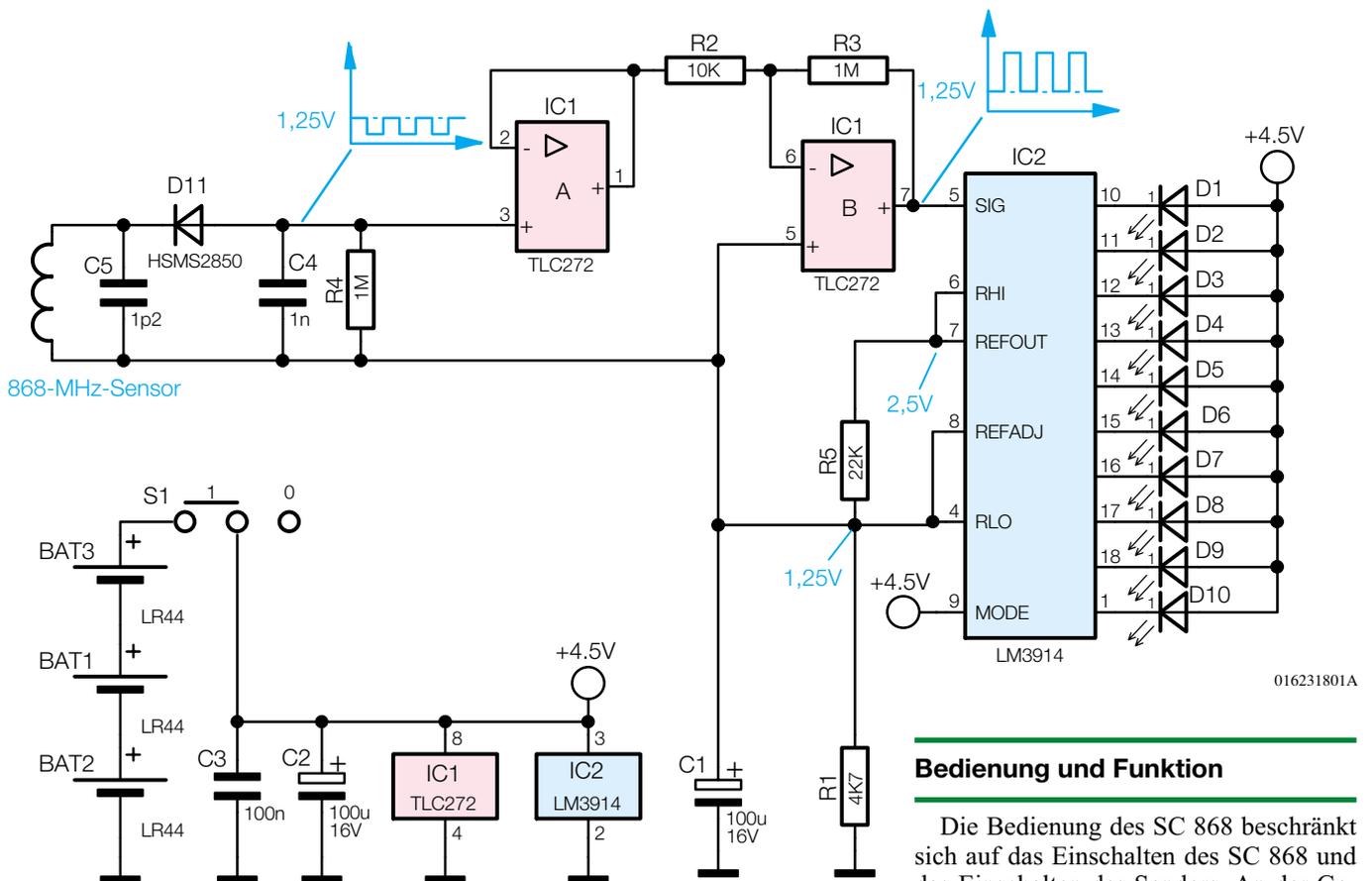


Bild 5: Schaltbild des Sender-Check SC 868

det (Pin 14 offen), liegt der Stromverbrauch bei ca. 0,1 μ A. Im Sendebetrieb (Pin 14 auf Massepotential) nimmt die Schaltung ca. 10 mA auf. Aufgrund dessen kommen zur Versorgung der Schaltung ebenfalls Batterien in Betracht.

Das Empfangsmodul (HFE 868 oder HFE 868 HQ) empfängt das HF-Signal und stellt das serielle Datensignal am Ausgang zur Verfügung. Dieses wird dem Decoderbaustein HT12D an Pin 14 (DIN) zugeführt.

Vorausgesetzt, es wurde an den Eingängen A 0 bis A 7 derselbe Sicherheitscode wie beim Encoder eingestellt, liefert der Decoder die Dateninformation D 0 bis D 3 an den Ausgängen Pin 10 bis Pin 13.

Diese Dateninformation wird so lange gespeichert, bis sie durch ein anderes Datenwort überschrieben wird. Setzt man, wie bereits erläutert, einen zusätzlichen Binärdecoder ein, können insgesamt durch Kombination von D 0 bis D 3 insgesamt $2^4 = 16$ Kanäle übertragen werden.

Während eines gültigen Datenempfangs nimmt Pin 17 (VT) High-Pegel an. Der

Oszillatorwiderstand (390 k Ω) zwischen Pin 15 und Pin 16 legt die interne Abtastfrequenz für das vom Empfänger gelieferte Datensignal fest und muss auf die Oszillatorfrequenz des Encoders angepasst werden. Die Versorgungsspannung sollte auf 3 V stabilisiert sein, Verunreinigungen der Versorgungsspannung können den HF-Empfang beeinträchtigen.

868-MHz-Sender-Check SC 868

Ohne geeignete Messtechnik ist die Beurteilung einer Funkstrecke nur schwer möglich. Bei gestörter Funktion des Funk-Systems ist der Privatmann oder Service-Techniker meistens nicht in der Lage, den Fehler zu beheben. Ohne Messtechnik ist es schon schwierig herauszufinden, ob der Fehler im Sender oder Empfänger zu suchen ist. Um auf aufwändige und teure Messgeräte, wie z. B. Feldstärkemessgeräte oder Spektrum-Analyzer, weitgehend verzichten zu können, wurde der SC 868 entwickelt, der auf einer zehnstelligen Bargraphanzeige Auskunft über die Sendeleistung gibt. So lassen sich „gute“ und „schlechte“ Sender unterscheiden und gegebenenfalls nachgleichen, defekte Sender können schnell ermittelt werden. Das Gerät eignet sich sowohl für den Frequenzbereich 863 bis 865 MHz (Audio) als auch für den Bereich von 868 bis 870 MHz (Daten).

Bedienung und Funktion

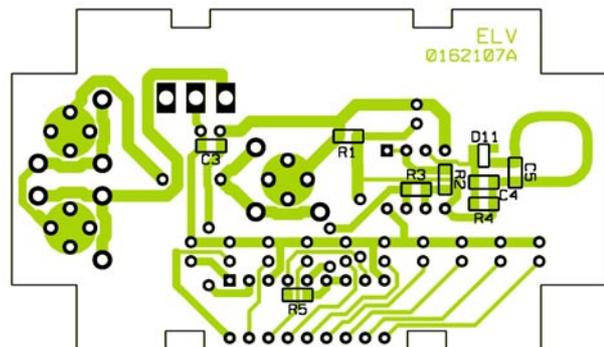
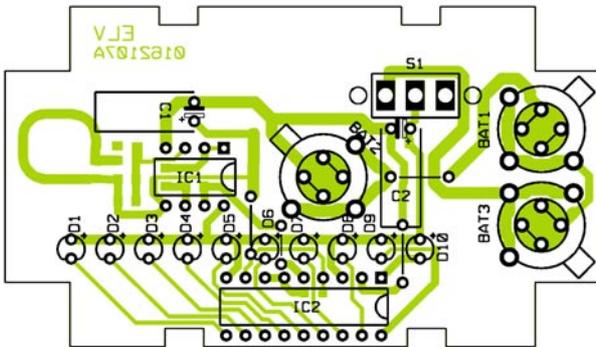
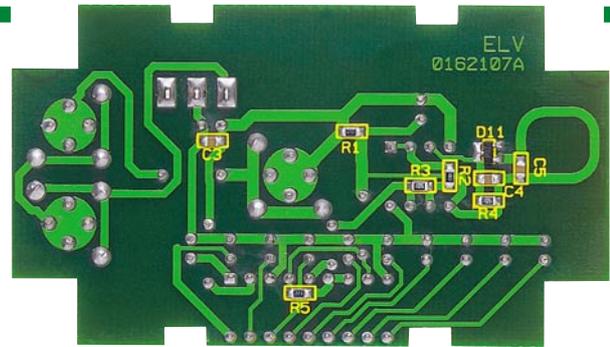
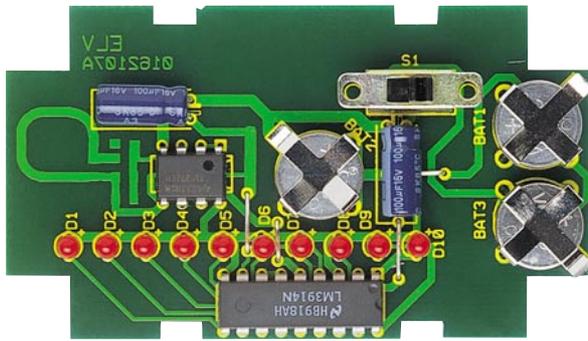
Die Bedienung des SC 868 beschränkt sich auf das Einschalten des SC 868 und das Einschalten des Senders. An der Gehäuseoberseite des Sender-Checks ist ein Pfeil aufgedruckt. Für den Test sollte das Sendesignal aus Pfeilrichtung kommen. Wird ein Signal empfangen, leuchten abhängig von der Sendeleistung des Senders und dem Abstand zum Sender-Check mehr oder weniger LEDs auf.

Bei mehreren Sendern des gleichen Typs können die Sendeleistungen verglichen und „gute“ und „schlechte“ Exemplare selektiert werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Position der zu untersuchenden Sender bei jedem Test exakt dieselbe ist. Hilfreich ist es, wenn man z. B. auf einer Arbeitsplatte die Positionen von Sender-Check und Testsender markiert, sodass man reproduzierbare Testergebnisse erhält. Bei Sendern unterschiedlichen Fabrikats hat man schnell einen Überblick über die Stärke des Sendesignals. Ferner ist es mit dem Sender-Check möglich, einen Sender bei zu geringer Sendeleistung auf Maximum abzugleichen und so die Reichweite zu optimieren.

Schaltung

Die übersichtliche Schaltung des SC 868 ist in Abbildung 5 dargestellt. Da sich der Sender stets in unmittelbarer Nähe des Sender-Checks befindet, ist keine große Empfindlichkeit erforderlich. Aufgrund dessen reicht ein einfacher Geradeempfänger völlig aus. Die als Leiterschleife ausgeführte Spule L 1 und der Kondensator C 5 bilden einen Parallelschwingkreis,

Technische Daten: Sender-Check SC 868	
Frequenzbereich:	..... 860 - 880 MHz
Betriebsspannung:	..... 4,5 V
Batterien:	..... 3 x LR44
Stromaufnahme:	.. 3,5 mA im Leerlauf
Abmessungen:	..... 90 x 50 x 16 mm



Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsdruck links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

der auf 868 MHz abgestimmt ist. Aufgrund der Bandbreite von ca. 20 MHz kann sowohl der Frequenzbereich von 863 bis 865 MHz als auch der Bereich von 868 bis 870 MHz gemessen werden.

Das empfangene HF-Signal wird über die Diode D 11 gleichgerichtet, C 4 und R 4 sind so bemessen, dass lediglich das NF-Signal überbleibt. Aufgrund der Polarität der Diode ist das NF-Signal negativ, bezogen auf den Bezugspunkt des Parallel-

schwingkreises. Der Operationsverstärker IC 1 A ist als Spannungsfolger beschaltet und nimmt das NF-Signal hochohmig vom Gleichrichter ab. Mit dem invertierenden Verstärker IC 1 B erfolgt eine Verstärkung um den Faktor -100, sodass am Ausgang, Pin 7, das verstärkte Signal mit positiver Polarität ansteht.

Zur Anzeige des Signalpegels dient der bekannte LED-Treiberbaustein LM 3914. Die interne Spannungsreferenz stellt zwischen Pin 7 und Pin 8 eine Referenzspannung von 1,25 V zur Verfügung. Durch Beschaltung mit den Widerständen R 1 und R 5 stellt sich an Pin 8 eine Spannung von 1,25 V und an Pin 6 eine Spannung von 2,5 V ein. Weiterhin wird der Strom durch die einzelnen LEDs durch den aus Pin 7 herausfließenden Strom bestimmt.

Mit dieser Beschaltung entspricht jede LED einer Spannungsstufe von 125 mV. Liegt der Signaleingang SIG, Pin 5, auf 1,25 V, leuchtet keine LED, ab 2,5 V Eingangsspannung leuchten alle LEDs.

Dasich der Gleichspannungs-Bezugspunkt der OP-Verstärkerschaltung auf 1,25 V befindet, kann das verstärkte Empfangssignal von IC 1 B (Pin 7) direkt auf Pin 5 geführt werden. Die Stärke des Empfangssignals lässt sich so auf der LED-Kette ablesen. Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt über 3 Knopfzellen des Typs LR44.

mit den SMD-Bauelementen bestückt. Es empfiehlt sich die Verwendung eines Löt-kolbens mit bleistiftspitzer Spitze, auf sauberes Löten ist unbedingt zu achten.

Im ersten Schritt muss das entsprechende Pad leicht vorverzinnt werden. Anschließend ist das Bauteil mit einer Pinzette zu platzieren, festzuhalten und zunächst auf einer Seite zu verlöten. Vor dem beidseitigen Verlöten ist die korrekte Position zu überprüfen.

Nach Komplettierung der SMD-Bestückung werden auf der Komponentenseite zunächst die Brücken montiert. Bei der Montage der Brücken unterhalb der Batterien ist darauf zu achten, dass diese möglichst plan auf der Platine aufliegen. Die Elkos werden liegend montiert, die LEDs sind so einzubauen, dass der Abstand zwischen Gehäuseunterkante und Platinenoberfläche 4,8 mm beträgt. An dieser Stelle folgt der Einbau der Batteriehalter und des Schiebeschalters, der um 1,5 mm erhöht verlötet wird.

Bei der Montage von IC 1 und IC 2 ist auf die Übereinstimmung der Markierungen im Bestückungsdruck und am Bauteil zu achten.

Nachdem der Aufbau im Hinblick auf eventuell vorhandene Lötzinnbrücken, die dann zu entfernen sind, und korrekte Bestückung kontrolliert wurde, schiebt man die 3 Batterien in die entsprechenden Halter. Die so komplettierte Platine wird in das Oberteil des Gehäuses eingelegt, der Gehäuseboden wird aufgesetzt und mit den beiliegenden Schrauben fixiert. Damit ist der Sender-Check fertig gestellt. Nach dem Einschalten lässt sich die ordnungsgemäße Funktion durch Annäherung eines 868-MHz-Senders leicht überprüfen. **ELV**

Stückliste:

868-MHz-Sender-Check SC868

Widerstände:

4,7kΩ/SMD	R1
10kΩ/SMD	R2
22kΩ/SMD	R5
1MΩ	R3, R4

Kondensatoren:

1,2pF/SMD	C5
1nF/SMD	C4
100nF/SMD	C3
100µF/16V	C1-C2

Halbleiter:

TLC272	IC1
LM3914	IC2
HSMS2850/SMD	D11
LED, 3 mm, rot	D1-D10

Sonstiges:

Miniatur-Schiebeschalter, 1 x um, S1
 Batteriehalter für LR44-Batterien, print BAT1-BAT3
 1 Kunststoff-Element-Gehäuse, G430, bearbeitet und bedruckt
 19 cm Schaltdraht, blank, versilbert

Nachbau

Die sowohl aus SMD- als auch aus bedrahteten Bauelementen bestehende Schaltung ist schnell und einfach aufzubauen. Dazu wird die 78 x 44 mm messende einseitige Platine anhand von Bestückungsplan, Platinenfoto und Stückliste zunächst