



Wanzenfinder WF 1

Der Wanzenfinder WF 1 dient zum Aufspüren von Audio- und Video- Minispionen mit Sendefrequenzen im Bereich von 5 MHz bis 4 GHz.

Allgemeines

Minisender (Wanzen) sind immer mehr verbreitet. Gerade im Zeitalter des Lauschangriffes und wachsender Wirtschaftskriminalität kann man sich im Hinblick auf unliebsame Mithörer bzw. Zuseher nicht mehr sicher fühlen. Selbst im privaten Bereich stellt das Abhören aufgrund preisgünstiger und einfach erhältlicher Abhörtechnik sicherlich keine Seltenheit dar. So kann sogar der technisch nicht versierte missliebige Nachbar oder eifersüchtige Ehemann z. B. im Internet schnell fündig werden und entsprechendes Equipment preisgünstig erwerben.

Durch die fortschreitende Miniaturisierung werden Minisender immer kleiner, selbst Sender mit integrierter Kamera zur Videoüberwachung sind heute kaum größer als ein Stück Würfelzucker. Wanzen lassen sich in nahezu jedem Hohlraum verstecken, z. B. in Möbeln, abgehängten

Decken, Elektrogeräten, etc. Man kann mittlerweile sogar Radiowecker, Steckernetzgeräte, Steckdosenleisten, usw. mit integriertem Minispion als Fertigerät erwerben. Aufgrund des 230-V-Netzanschlusses können dort integrierte Minispione dauerhaft betrieben werden. Ob Lauschangriff der Polizei bzw. Staatsanwaltschaft, Betriebsespionage oder im privaten Bereich, der Anwendung von Minispionen sind kaum Grenzen gesetzt.

Aufgrund der geringen Abmessungen und der Vielzahl möglicher Verstecke sind Minispione allein durch Suchen nur sehr schwer zu finden. Zum Aufspüren benötigt man geeignete Messtechnik, wie z. B. den Wanzenfinder von ELV.

Allgemeines zu Minispionen

Es gibt eine Vielzahl von verschiedenen Minispionen. Wer einmal eine Internet-Suchmaschine mit dem Suchbegriff „Minispion“ startet, wird schnell fündig und

kann entsprechende Geräte problemlos per Versandhandel erwerben. Man muss unterscheiden zwischen dem, was von der technischen Seite erlaubt ist, d. h. ob ein Sender in einem zur allgemeinen Benutzung freigegebenen Frequenzbereich (ISM = Industrial Scientific and Medical oder NömL = Nicht öffentlicher mobiler Landfunk) arbeitet, und dem, was die rechtliche

Technische Daten WF 1:

Frequenzbereich: 5 MHz - min. 4 GHz
 Empfindlichkeit: typ. 30 µV bis 2 GHz, danach abfallend auf 120 uV bei 4 GHz
 Empfangsprinzip: Geradeausempfänger
 Eingangsimpedanz: 50 Ω
 Anzeige: optisch u. akustisch
 Spannungsversorgung: 9-V-Block
 Stromaufnahme: max. 60 mA
 Betriebsdauer: ca. 10 Std.
 Abmessungen: 154 x 60 x 25 mm
 Gewicht: ca. 150 g inkl. Batterie



Bild 1: Videosender mit integrierter Kamera und Mikrofon

Seite betrifft. ISM bzw. NömL-Sender sind frei zu erwerben und dürfen betrieben werden, z. B. als drahtloses Mikrofon. Sender, die außerhalb der für die Allgemeinheit freigegebenen Frequenzbereiche arbeiten, sind grundsätzlich verboten und werden meistens mit dem Hinweis „für den Export bestimmt“ gehandelt. Allein schon der Besitz dieser Geräte ist strafbar!

Von der rechtlichen Seite her ist es grundsätzlich verboten, andere Menschen zu belauschen bzw. per Videoübertragung zu bespitzeln, egal, welche Technik man einsetzt.

Technik von Minispionen

Am weitesten verbreitet sind preisgünstige, einfache Minispione, die im Frequenzbereich des UKW-Rundfunks, d. h. um den Bereich von 88 bis 108 MHz herum, arbeiten. Als Empfänger dienen meistens herkömmliche Radios oder Scanner. Dies stellt die preiswerteste Abhörtechnik dar, da diese Art von Schaltung mit einer Hand voll Standardbauteilen aufgebaut werden kann.

Weiterhin erhältlich sind Geräte, die im 433-MHz-ISM-Bereich arbeiten, in dem das Senden und auch die Audioübertragung grundsätzlich erlaubt sind, siehe z. B. drahtlose Kopfhörer oder Lautsprecherboxen. Die verwendete Sendetechnik ist meistens sogar „zugelassen“ und entspricht der geltenden R&TTE Richtlinie. Es werden spezielle 433-MHz-Empfänger dazu angeboten.

Auch für höhere Frequenzen um 800 bzw. 900 MHz werden Geräte angeboten, deren Betrieb aus technischer Sicht verboten ist, es sei denn, sie arbeiten im Frequenzbereich von 863 bis 865 MHz. Dies ist der neue freigegebene Frequenzbereich für Audioübertragungen (NömL).

Weiterhin sind mittlerweile Videosender mit integrierter Kamera und Mikrofon erhältlich, sodass Bild und Ton übertragen werden können (siehe Abbildung 1). Diese Systeme arbeiten aufgrund der höheren zu übertragenden Bandbreite z. B. bei 2,4 GHz. Der 2,4-GHz-Bereich ist ebenfalls ein ISM-Bereich, d. h. das Senden ist grundsätzlich erlaubt.

Die zuvor beschriebene Sendetechnik

ist lediglich eine Auswahl dessen, was mittlerweile verfügbar ist.

Da sich Minispione je nach vorgesehener Anwendung in ihrer Ausführung und Betriebsweise stark unterscheiden, gilt es für die Suche einiges zu beachten:

Schall- bzw. sprachgesteuerter Minispion

Ein schallgesteuerter Minispion tritt erst dann in Funktion, wenn für eine ausreichende Geräuschkulisse gesorgt ist. Dies spart Energie, da die Auswertung, ob gesprochen wird, lediglich einige 10 μ A verbraucht, während für das Senden einige 10 mA benötigt werden. Damit lässt sich zum einen die Standzeit der Batterie erheblich steigern und zum anderen wird das Auffinden erschwert, da nur zeitweise gesendet wird. Passend dazu sind automatische Aufnahmestationen erhältlich, die nur dann aufnehmen, wenn gesendet wird. Zum Aufspüren schallgesteuerter Minispionen muss man während der Suche selbstverständlich für eine entsprechende Geräuschkulisse sorgen, um den Sender zu aktivieren.

Telefonspione

Telefonspione gibt es in den verschiedensten Ausführungen, vom einfachen Zusatzmodul, das relativ schnell erkennbar ist, bis hin zur Spezialkapsel, die sich äußerlich von herkömmlichen, von der Telekom verwendeten Sprech- und Hörmuscheln kaum oder gar nicht unterscheidet. Die Spannungsversorgung erfolgt in der Regel über das Telefonnetz. Telefonspione werden üblicherweise durch den fließenden Sprechstrom aktiviert, sodass zunächst der Telefonhörer des zu untersuchenden Telefons abgenommen werden muss.

Ferngesteuerte Minispione

Ferngesteuerte Minispione werden durch einen entsprechenden Fernsteuerimpuls vom Lauscher eingeschaltet und können somit durch den Wanzenfinder nur im eingeschalteten Zustand geortet werden. Erfolgversprechend ist die Suche nach dieser Art von Wanzen vorzugsweise während vertraulicher Gespräche.

Wanzenfinder

Wanzenfinder sind in vielen unterschiedlichen Ausführungen vom wenigen 10 Euro teuren Einsteigergerät bis hin zum mehrere Zehntausend Euro teuren Profigerät erhältlich. Einfache preisgünstige Wanzenfinder verfügen über einen breitbandigen Geradeausempfänger und empfangen somit alle Frequenzen des Empfangsbereiches gleichzeitig. Ein aufgenommenes HF-Signal wird gleichgerichtet und verstärkt.

Die Anzeige erfolgt akustisch und/oder visuell. Je nach Frequenzbereich und Empfindlichkeit lässt sich mit diesen Geräten der Großteil aller Minispione finden.

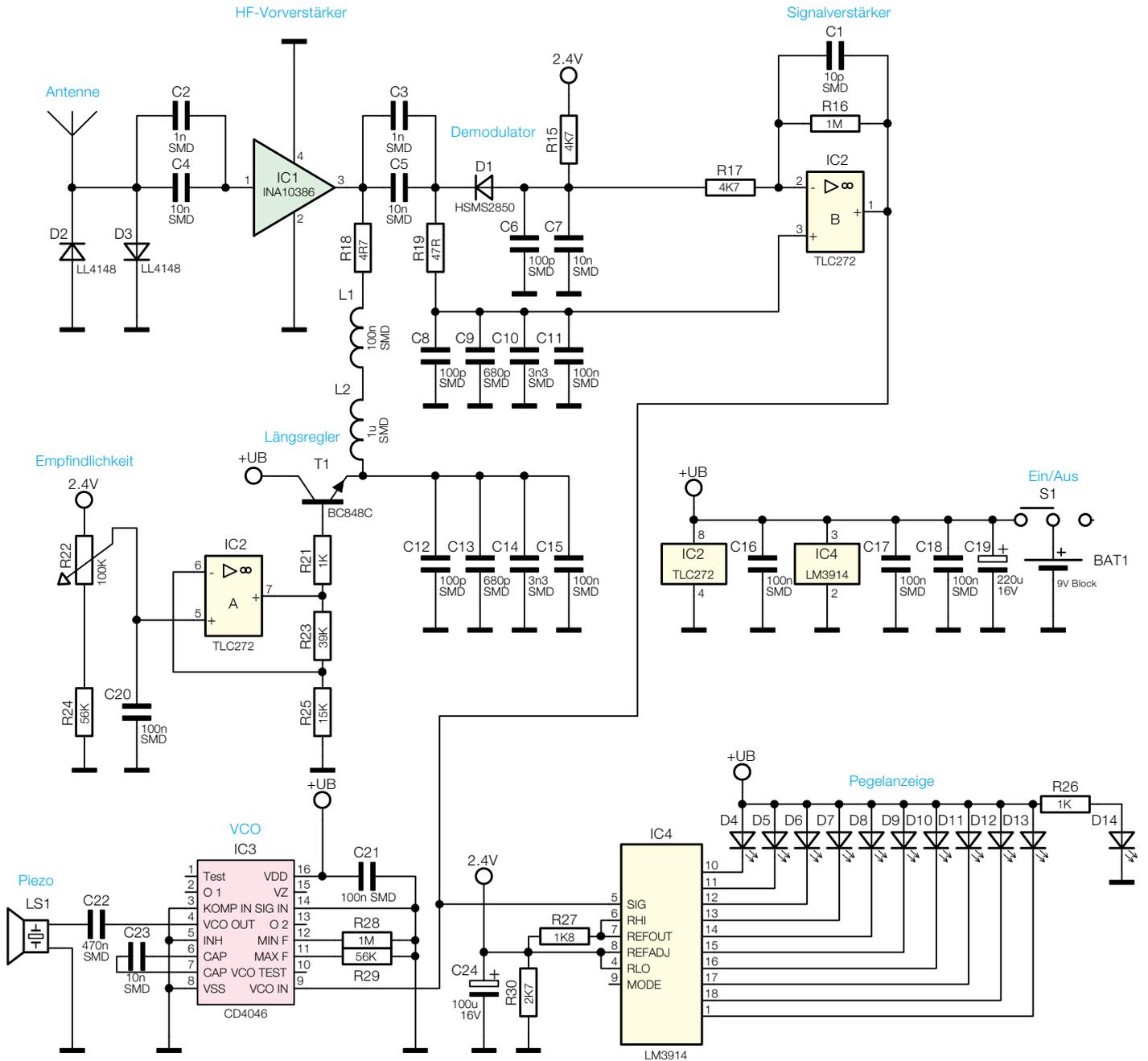
Eine andere Möglichkeit, Minispione zu orten, besteht in der Verwendung eines Scanners, der einen bestimmten Frequenzbereich durchläuft und etwaige Signale von Minispionen anzeigt. Mit diesen Geräten lassen sich die gesendeten Signale auch demodulieren. Im Falle eines Minispions entsteht so eine Mitkopplung, wodurch der Sender exakt identifizierbar ist. Weiterhin besteht die Möglichkeit, Spektrumanalysator mit entsprechenden Messsonden zum Auffinden von Wanzen einzusetzen. Diese kann man für den mobilen Einsatz in einem Servicekoffer untergebracht erwerben, wobei aber einige zehntausend Euro anzulegen sind.

Wie bereits erläutert, sind Wanzenfinder mit integriertem Geradeausempfänger relativ preisgünstig und dennoch leistungsfähig. Aus diesem Grund wurde der ELV Wanzenfinder WF 1 nach diesem Prinzip entwickelt. Der WF 1 eignet sich zur Abwehr von Lauschangriffen sowohl im privaten als im geschäftlichen Bereich und erkennt die Sendesignale von Minispionen im weiten Frequenzbereich von 5 MHz bis 4 GHz. Somit lassen sich ebenfalls Videosender, die meistens bei 2,4 GHz arbeiten, sicher aufspüren. Aufgrund der Verwendung modernster Bauelemente besitzt das Gerät eine so hohe Ansprechempfindlichkeit, dass auch Minispione mit geringer Sendeleistung noch sicher aufspürbar sind. Der WF 1 zeichnet sich durch folgende Merkmale besonders aus:

- großer Frequenzbereich: 5 MHz bis 4 GHz
- einfache Bedienung, keine Abstimmung erforderlich, da der gesamte Bereich gleichzeitig empfangen wird. Selbst Laien können ohne Weiteres „Wanzen“ aufspüren
- hohe Empfindlichkeit (typ. 30 μ V), auch sehr schwache Sender können aufgespürt werden
- Empfindlichkeit zusätzlich einstellbar, um auch ungewollte Signale ausblenden zu können
- LED-Anzeige für die Signalstärke
- zusätzliche akustische Anzeige: man braucht während des Suchens nicht unbedingt auf die LED-Anzeige zu achten
- Durch die akustische Anzeige werden auch sprachgesteuerte Minispione automatisch aktiviert
- ausziehbare Telekopantenne
- handliches Gehäuse

Bedienung und Funktion

Nachdem die Batterie eingelegt wurde,



schaltet man den WF 1 mit dem an der rechten Gehäusesseite befindlichen Schiebescalter ein. Die unterste LED der LED-Leuchtbalkenanzeige leuchtet als Betriebsanzeige dauerhaft. Die meisten Minispione arbeiten im Frequenzbereich von 20 bis 500 MHz und dort vor allem ober- und unterhalb des UKW-Bandes von 88 bis 108 MHz. Deshalb sollte die Antenne zunächst vollständig ausgezogen werden, um in diesem unteren Frequenzbereich die höchste Empfindlichkeit zu erzielen. Weiterhin ist der Empfindlichkeitseinsteller auf maximale Empfindlichkeit in den Rechtsanschlag zu drehen. Es ertönt ein gleichmäßiger Summton.

Beim Empfang eines hochfrequenten Signals erhöht sich zum einen die Frequenz des Summtons (der Ton wird höher), und zum anderen leuchtet eine der

10 LEDs der LED-Leuchtbalkenanzeige zur Anzeige der Signalstärke auf. Je größer das empfangene Signal, desto weiter wandert der Leuchtpunkt innerhalb der LED-Balkenanzeige in Richtung Gehäuseoberseite. Bevor Sie mit dem Suchvorgang beginnen, beachten Sie bitte folgende Hinweise zum Gebrauch:

- Der WF 1 reagiert prinzipbedingt auch auf Störstrahlungen von eingeschalteten elektronischen Geräten. Es empfiehlt sich deshalb, alle Geräte, die Störstrahlung erzeugen könnten, vor dem Suchvorgang auszuschalten, um die Empfindlichkeit des Wanzenfinders nicht zu beeinträchtigen. Störstrahlung können unter anderem folgende Geräte erzeugen: Computer, Monitore, Drucker, Faxgeräte, Telefonanlagen, Kopierer, Funktelefone, Handys, Funk-Kopfhörer, etc. Bit-

te schalten Sie diese Geräte vor dem Suchvorgang zunächst aus.

- Der WF 1 registriert ebenfalls Signale von Funkthermometern oder Funk-Wetterstationen (433,92 oder 868,35 MHz). Diese AM-modulierten Signale werden aber lediglich für kurze Zeit ausgesendet und führen zu einem kurzzeitigen Ansprechen des Wanzenfinders. Minispione hingegen senden in der Regel dauerhaft, sodass der Wanzenfinder dann dauerhaft anspricht.
- In unmittelbarer Nähe von starken Sendern, wie z. B. Rundfunksendern, Handy-Basisstationen, etc. kann der Wanzenfinder aufgrund der hohen Empfindlichkeit bereits ansprechen. In diesem Fall ist die Empfindlichkeit entsprechend zu verringern.
- Die Empfindlichkeit des WF 1 kann durch

Veränderung der Länge der Empfangsantenne frequenzabhängig variiert werden. Ist die Empfangsantenne vollständig ausgezogen (Länge = 480 mm), werden Signale mit Frequenzen bis ca. 400 MHz besser empfangen als Signale oberhalb 400 MHz. Im eingeschobenen Zustand (Länge 115 mm) empfängt das Gerät Frequenzen ab ca. 400 MHz besser als den unteren Frequenzbereich. Eventuell muss nach dem Suchvorgang mit vollständig ausgezogener Antenne ein zweiter Suchvorgang mit eingeschobener Antenne durchgeführt werden.

Zum Aufspüren von Minispionen bewegt man sich mit dem Wanzenfinder langsam durch den zu untersuchenden Raum. Nähert man sich einer Sendequelle, wird dies durch eine Erhöhung des Summtons und ab einem gewissen Sendepiegel auch durch Aufleuchten einer LED angezeigt. Nun folgt man der zunehmenden Feldstärke bis der Abhörer gefunden ist. Falls der Minispion ein so starkes Signal aussendet, dass der WF 1 bereits mitten im Raum Vollausschlag aufweist, und der Minispion somit nicht eindeutig geortet werden kann, ist die Empfindlichkeit mit Hilfe des Empfindlichkeitseinstellers entsprechend zu reduzieren. Auch das Einschleiben der Antenne reduziert die Empfindlichkeit im unteren Frequenzbereich, erhöht aber die Empfindlichkeit im oberen Frequenzbereich ab ca. 400 MHz. Auf jeden Fall muss die Empfindlichkeit so weit reduziert werden, dass man den Minispion eindeutig und zentimetergenau orten kann.

Nach Abschluss der Suche sind alle zuvor abgeschalteten Elektrogeräte wieder nacheinander einzuschalten. Dabei kann jedes dieser Geräte einzeln nach dem zuvor beschriebenen Verfahren auf eventuell vorhandene Sendeanlagen hin untersucht werden.

Schaltung

Abbildung 1 zeigt das Schaltbild des Wanzenfinders. Hochfrequente Signale, z. B. von einem Minispion, werden von der Antenne aufgenommen und zunächst verstärkt. Dazu wird das Antennensignal über die Koppelkondensatoren C 2 und C 4 auf den HF-Verstärker IC 1 geführt. Dieser ist ein MMIC-Baustein des Typs INA 10386. Die Abkürzung MMIC steht für Monolithic Microwave Integrated Circuit. Ein MMIC-Baustein beinhaltet auf einem Substrat die aktiven und passiven Bauelemente eines Verstärkers. Vereinfacht kann man

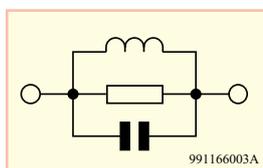


Bild 2:
Vereinfachtes
Ersatz-
schaltbild
einer Drossel-
spule

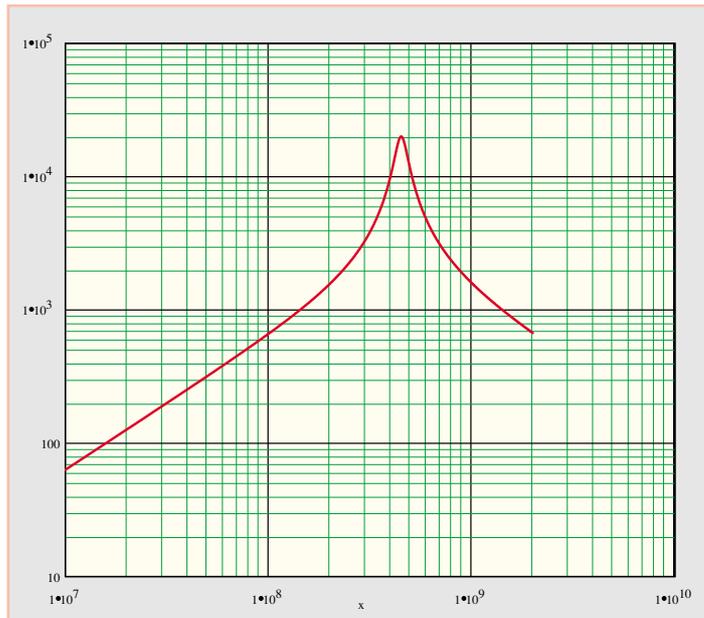


Bild 3:
Blindwiderstands-
verlauf einer
Drosselspule

sich das Innenleben als einen ein- oder mehrstufigen Transistorverstärker vorstellen, inklusive passiver Bauelemente zur Arbeitspunkteinstellung und Impedanzanpassung. In der Regel sind MMIC-Bausteine ein- und ausgangsseitig auf 50 Ω angepasst, sodass man auf aufwendige Anpassschaltungen verzichten kann. Durch die hohe Integration erreicht ein MMIC sehr gute technische Daten, insbesondere die hohe Verstärkung und die große Bandbreite sind hier erwähnenswert. Nachfolgend einige Daten des INA 10386:

- Verstärkung: 26 dB ($V = 20$) von DC bis 1,5 GHz, danach abfallend bis 14,2 dB ($V = 5$) bei 4 GHz
- DC bis 1,8 GHz Bandbreite (3 dB)

Ein weiterer Vorteil dieses integrierten Bausteins ergibt sich für den Nachbau, da hier eine gute Reproduzierbarkeit in Bezug auf die technischen Daten verglichen mit diskretem Aufbau erreicht wird.

Die Empfindlichkeit eines Wanzenfinders muss selbstverständlich einstellbar sein. Im WF 1 ist dies über die Betriebsspannung bzw. den Betriebsstrom des HF-Verstärkers IC 1 realisiert. Bei einem Strom von ca. 55 mA wird die höchste Verstärkung erreicht (26 dB), eine Verminderung des Stromes verringert die Verstärkung entsprechend. Beim INA 10386 erfolgt die Zuführung der Betriebsspannung über den Verstärkerausgang Pin 3. Die Versorgungsspannung muss für hochfrequente Signale hochohmig auf den Verstärkerausgang gekoppelt werden. Dies erfolgt über die Serienschaltung bestehend aus Strombegrenzungswiderstand R 18 und den beiden Induktivitäten L 1 und L 2. Die Induktivitäten stellen für hochfrequente Signale einen hohen Widerstand dar, sodass Nutzsignale nicht bedämpft werden. Jede Drosselspule besitzt jedoch, bedingt durch pa-

rasitäre Elemente, eine sogenannte Eigenresonanzfrequenz, da die parasitäre Kapazität mit der eigentlichen Induktivität einen Parallelschwingkreis bildet. In Abbildung 2 ist das vereinfachte Ersatzschaltbild einer Drosselspule dargestellt. Bis zur Eigenresonanzfrequenz steigt der Blindwiderstand an, bis bei der Resonanzfrequenz das Maximum erreicht wird. Bei Frequenzen oberhalb der Resonanzfrequenz fällt der Blindwiderstand stetig ab. In Abbildung 3 ist der typische Blindwiderstandsverlauf einer Drosselspule dargestellt. So besitzt jede Drosselspule ihre Eigenresonanzfrequenz, ab der sie nur noch wenig wirksam ist. Allgemein kann man sagen: Je größer die Induktivität, desto niedriger die Resonanzfrequenz. Um im weiten Frequenzbereich von 5 MHz bis 4 GHz einen möglichst hohen Widerstand für hochfrequente Signale zu erreichen, sind 2 Drosseln unterschiedlicher Induktivität in Serie geschaltet. L 1 deckt mit 1 μ H den unteren Bereich ab, die Resonanzfrequenz dieser Spule liegt bei ca. 400 MHz. Bei höheren Frequenzen verliert L 1 stetig an Wirkung, aber bereits in diesem Frequenzbereich besitzt die Drossel L 2 einen hinreichend hohen Blindwiderstand.

Um unerwünschte HF-Auskopplungen über den Betriebsspannungszweig zu vermeiden, legt die Staffblockung, bestehend aus C 12 bis C 15, den Emitter von T 1 in Bezug auf hochfrequente Signale auf Massepotential. Der Transistor T 1 arbeitet als Längsregler für die Versorgungsspannung von IC 1 und wird über den Operationsverstärker IC 2 A angesteuert. Der Operationsverstärker IC 2 A wiederum arbeitet als nicht invertierender Verstärker für die mit Hilfe des Potis R 22 eingestellte Spannung. Diese Spannung bewegt sich zwischen 0,9 V und 2,4 V (Erläuterung im weiteren Textverlauf). Die Operationsver-

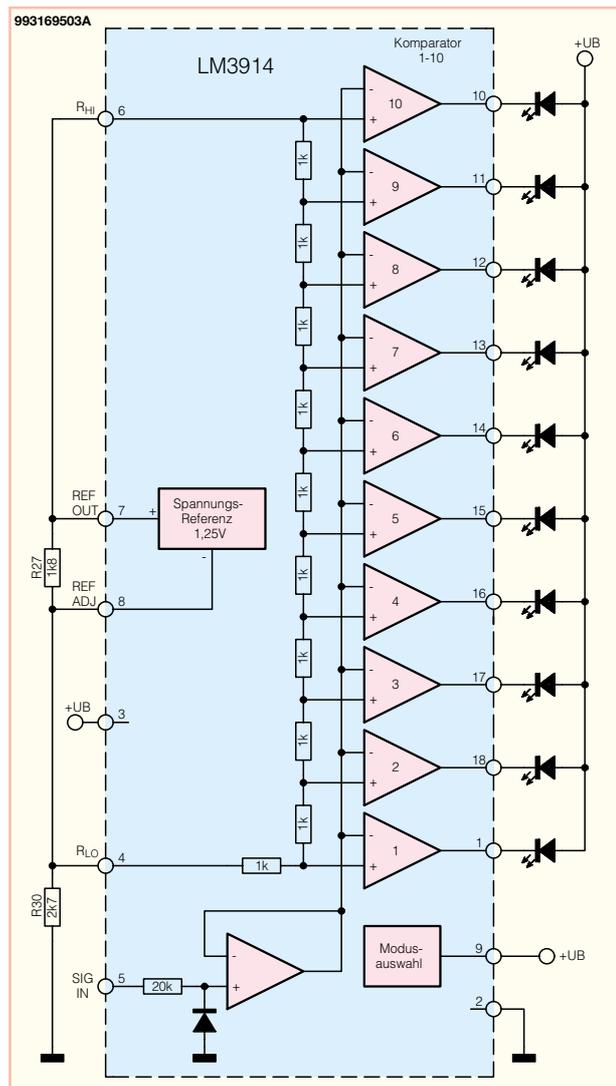


Bild 4: Interner Aufbau des LM 3914

stärkerstufe weist durch Beschaltung mit R 23 und R 25 eine Verstärkung von 3,6 auf, sodass am Ausgang Pin 7 je nach Potistellung eine Spannung im Bereich von 3,24 V bis 8,6 V zur Verfügung steht. Durch den Spannungsabfall an R 21 und die Basis-Emitter-Strecke von T 1 ergibt sich am Emitter von T 1 eine Spannung im Bereich von 2,6 V bis 7,9 V, die dann, wie beschrieben, über L 2, L 1 und R 18 auf den Verstärkerausgang von IC 1 geführt wird. Der Betriebsstrom von IC 1 lässt sich auf diese Weise im Bereich von 15 mA bis 55 mA einstellen.

Am Verstärkerausgang, Pin 3, steht das verstärkte Hochfrequenzsignal zur Verfügung, der Abschluss des Verstärkerausganges erfolgt über den 47-Ω-Widerstand R 19 (Anpassung auf 50 Ω). Um den Verstärkerausgang gleichspannungsmäßig nicht zu belasten, wird der Widerstand R 19 über die Staffelblockung C 8 bis C 11 kapazitiv mit Masse verbunden.

Die Koppelkondensatoren C 3 und C 5 führen das HF-Signal auf die Gleichrichterdiode D 1. Die Kondensatoren C 6 und C 7 schließen die hochfrequenten Signalanteile

gegen Masse kurz, sodass je nach Signal (FM oder AM) lediglich eine Gleichspannung oder eine Gleichspannung und die AM-Modulation bezogen auf die Katode von D 1 übrigbleiben. Durch die Einbaurichtung von D 1 ist das demodulierte Signal negativ in Bezug auf die Katode von D 1.

Der Operationsverstärker IC 2 B ist mit R 16, C 1 und R 17 als invertierender Verstärker mit der Verstärkung $V = -213$ beschaltet. Der Gleichspannungsarbeitspunkt wird an Pin 3 über R 19, D 1 und R 15 auf 2,4 V gelegt. Demodulierte Signale werden so mit Hilfe von IC 2 verstärkt und gleichzeitig invertiert, sodass das Signal am Verstärkerausgang Pin 1 mit positiver Polarität bezogen auf 2,4 V zur Verfügung steht.

Zur Anzeige des Signalpegels dient der bekannte LED-Treiberbaustein LM 3914, dessen Innenschaltung in Abbildung 4 dargestellt ist. Über Pin 9 (Mode) kann der Betriebsmodus festgelegt werden: Eine Verbindung mit +UB bedeutet, dass alle LEDs bis hin zu der dem aktuellen Anzeigewert entsprechenden LED leuchten. Bleibt Pin 9 offen, so entsteht lediglich ein Leuchtpunkt, d. h. es leuchtet lediglich die dem anzuzeigenden Wert entsprechende LED.

Die interne Spannungsreferenz von IC 4 stellt zwischen Pin 7 und Pin 8 eine interne Referenzspannung von 1,25 V zur Verfügung. Durch Beschaltung mit den Widerständen R 27 und R 30 stellt sich an Pin 8 eine Spannung von 2,4 V und an Pin 6 eine Spannung von 3,65 V ($2,4 V + 1,25 V$) ein. Weiterhin wird der Strom durch die einzelnen LEDs durch den aus Pin 7 herausfließenden Strom bestimmt und beträgt ca. 5 mA. Die IC-interne Widerstandskette für die Komparatorschwellen der einzelnen LEDs ist über die Pins R_{HI} und R_{LO} (Pin 6 und Pin 4) nach außen geführt und wird in dieser Anwendung direkt mit der internen 1,25-V-Referenzspannung von IC 4 verbunden. Daher entspricht jede LED der 10 LEDs einer Spannungsstufe von 125 mV. Liegt der Signaleingang SIG, Pin 5, auf 2,4 V, leuchtet keine LED, ab 3,65 V Eingangsspannung leuchtet die dem höchsten Spannungspegel entsprechende LED D 4. Da sich der Gleichspannungs-Bezugspunkt der Verstärkerschaltung IC 2 B auf 2,4 V befindet, kann das Empfangssig-

nal direkt auf Pin 5 geführt werden. Die Stärke des Empfangssignals lässt sich so auf der LED-Kette ablesen.

Zur akustischen Signalstärkeanzeige dient ein VCO (voltage controlled oscillator), der durch den im CMOS-Baustein CD 4046 (IC 3) integrierten VCO und lediglich 3 externe Bauteile realisiert ist. Der Widerstand R 28 legt die minimale Oszillatorfrequenz, der Widerstand R 29 legt die maximale Oszillatorfrequenz fest. Der Kondensator C 23 bestimmt den Frequenzbereich. Durch die Spannung am Steuereingang Pin 9 (VCO IN) kann die Oszillatorfrequenz im Bereich von ca. 400 Hz bis 2800 Hz variiert werden. Dieser Steuereingang ist direkt mit dem Ausgang der Verstärkerstufe IC 2 B verbunden, sodass sich die Tonhöhe analog zur Größe des empfangenen HF-Signals ändert.

Das Oszillatorkausgangssignal wird direkt über den Koppelkondensator C 22 auf den Piezo-Signalgeber geführt.

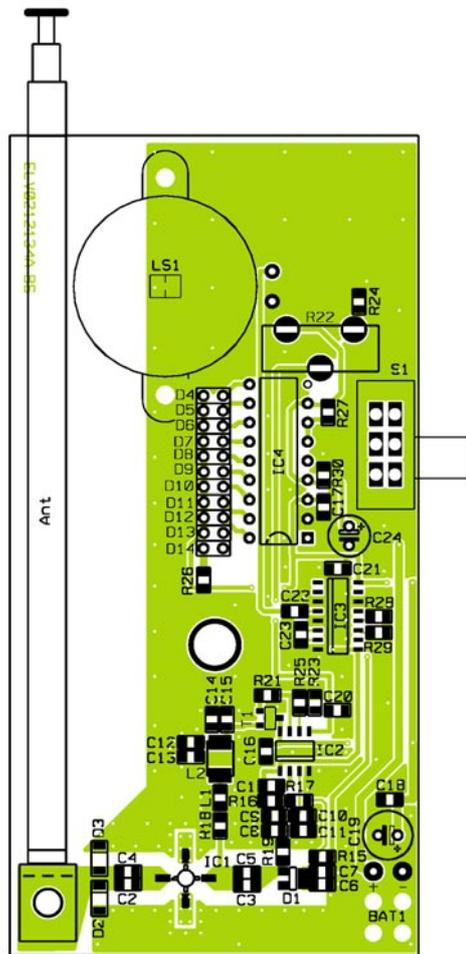
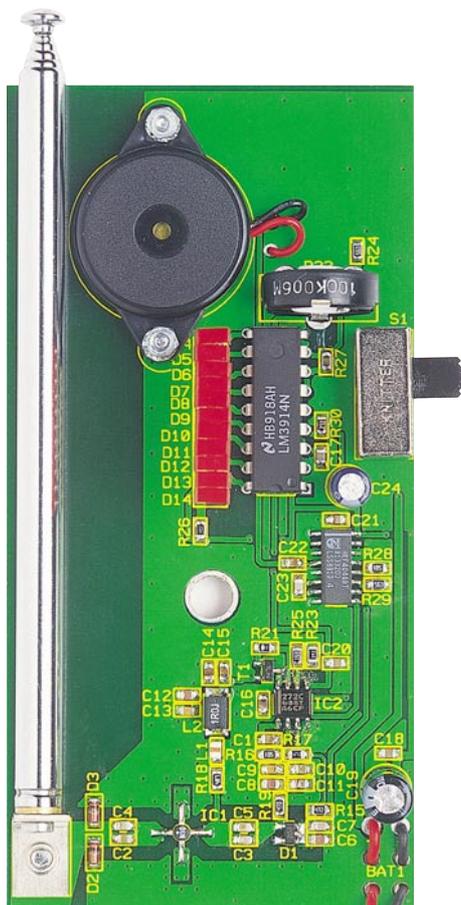
Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt über eine 9-V-Blockbatterie, die über den Schiebeschalter S 1 direkt mit der Versorgungsspannung der Schaltung +UB verbunden wird. Damit ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen, und wir wenden uns dem Nachbau zu.

Nachbau

Die 109 x 54 mm messende, doppelseitige Platine des WF 1 ist sowohl mit SMD- als auch mit bedrahteten Bauelementen zu bestücken. Man geht dazu in gewohnter Weise anhand von Bestückungsplan, Platinenfoto und Stückliste vor und beginnt mit der Bestückung der SMD-Bauelemente. Es empfiehlt sich die Verwendung eines Lötkolbens mit bleistiftspitzer Spitze. Auf sauberes Lötten 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. Bei der Bestückung der SMD-ICs IC 2 und IC 3 achten Sie bitte auf richtige Einbaulage, d. h. die Position der abgeflachten Seite des Bauteils muss der Position der entsprechenden Markierung im Bestückungsdruck entsprechen. Bei IC 1 ist ebenfalls auf richtige Einbaulage zu achten, der angeschrägte Pin ist der Eingang Pin 1.

Nachdem alle SMD-Komponenten bestückt sind und die Bestückung sorgfältig in Bezug auf eventuell vorhandene Lötzinnbrücken oder verpolte Bauelemente kontrolliert wurde, beginnt der Einbau der bedrahteten Bauelemente. Dies sind die beiden Elkos C 19 und C 24, der Schiebeschalter S 1 und IC 4. Beim Einbau des



Ansicht der fertig bestückten Platine des Wanzenfinders WF 1 mit zugehörigem Bestückungsplan

Potis R 22 ist darauf zu achten, dass der Abstand zwischen Platine und Poti so klein wie möglich gehalten wird, d. h. das Poti ist so weit wie möglich in die entsprechenden Schlitze der Platine zu schieben und in dieser Position zu verlöten.

Die beiden Anschlussdrähte des Piezo-Signalgebers LS 1 sind auf eine Länge von 10 mm zu kürzen. Anschließend wird die Isolierung der Enden auf einer Länge von 3 mm entfernt. Beide Anschlüsse sind in die entsprechenden Bohrungen der Platine zu führen (rot = +, schwarz = -) und zu verlöten. Anschließend wird der Signalgeber mit Hilfe von 2 M2x8-mm-Zylinderkopfschrauben, 2 M2-Fächerscheiben und 2 M2-Muttern auf der Platine befestigt, wobei die Schrauben von der Platinenunterseite einzusetzen sind. Bei der Montage der 11 LEDs gilt es zu beachten, dass der Abstand zwischen Platine und den LEDs 13 mm beträgt.

Die Anschlussdrähte des Batterieclips werden auf eine Länge von 30 mm gekürzt, anschließend sind 3 mm der Isolierung zu entfernen und die einzelnen Adern vorsichtig zu verdrillen. Die Leitungen werden auf der Platinenoberseite beginnend durch die Zugentlastungsbohrungen gefädelt und von oben in den entsprechenden Bohrungen verlötet. Es empfiehlt sich, die Leitungen zunächst vollständig durch die erste Bohrung zu ziehen, bis der Batterieclip auf der Platine aufliegt. Dann werden die Leitungen vollständig von der Platinenun-

terseite nach oben durchgeschoben und in die Bohrungen eingeführt. Es folgt das Verlöten, dabei gilt: rot = +, schwarz = -.

Anschließend sind die Leitungen so weit zurückziehen, bis sie plan auf der Platine aufliegen.

Bevor die Antenne montiert wird, ist zunächst der Montagewinkel auf der Platine zu befestigen. Eine Zylinderkopfschraube M3 x 6 mm wird von der Platinenunterseite durch die Bohrung des Antennenanschlusses geschoben. Von der Oberseite ist eine M3-Fächerscheibe aufzusetzen. Anschließend wird die Schraube in das im Winkel befindliche M3-Gewinde geschraubt und der Winkel so befestigt. Die Einbaulage ist aus dem Platinenfoto ersichtlich. Die Antenne wird mit Hilfe einer Zylinderkopfschraube M 2,5 x 6 mm am Winkel befestigt. Der fertiggestellte Aufbau ist jetzt nochmals im Hinblick auf eventuell vorhandene Lötzinnbrücken, die dann zu entfernen sind, und korrekte Bestückung zu kontrollieren.

Im letzten Schritt erfolgt der Einbau in das Gehäuse. Dazu wird die Platine mit dem Schiebescalter voran seitlich in das Gehäuseuntergehäuse geschoben. Der Drehknopf für die Empfindlichkeitseinstellung wird in das Poti R 22 gesteckt, eine 9-V-Blockbatterie ist an den Batterieclip anzuschließen. Das Schaumstoffstück wird an die Position in der Gehäuseoberhälfte geklebt, die sich im zusammengebauten Zustand oberhalb der Batterie befindet. Nach

Stückliste: Wanzenfinder WF 1

Widerstände:

4,7Ω/SMD	R18
47Ω/SMD	R19
1kΩ/SMD	R21, R26
1,8kΩ/SMD	R27
2,7kΩ/SMD	R30
4,7kΩ/SMD	R15, R17
15kΩ/SMD	R25
39kΩ/SMD	R23
56kΩ/SMD	R24, R29
1MΩ/SMD	R16, R28
PT15, stehend, 100kΩ	R22

Kondensatoren:

10pF/SMD	C1
100pF/SMD	C6, C8, C12
680pF/SMD	C9, C13
1nF/SMD	C2, C3
3,3nF/SMD	C10, C14
10nF/SMD	C4, C5, C7, C23
100nF/SMD	C11, C15-C18, C20, C21
470nF/SMD	C22
100µF/16V	C24
220µF/16V	C19

Halbleiter:

INA10386/SMD	IC1
TLC272/SMD	IC2
CD4046/SMD	IC3
LM3914	IC4
BC848C	T1
HSMS2850	D1
LL4148	D2, D3
LED, rechteckig, rot	D4-D14

Sonstiges:

SMD-Induktivität, 100nH	L1
SMD-Induktivität, 1µH	L2
Schiebescalter, 2 x um, abgewinkelt, print	S1
Piezo-Signalgeber	LS1
9-V-Batterieclip	BAT1
1 Steckachse mit Drehknopf, schwarz	
1 Zylinderkopfschraube, M2,5 x 6 mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M2 x 8 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6 mm	
2 Muttern, M2	
1 Mutter, M3	
2 Fächerscheiben, M2	
1 Fächerscheibe, M3	
1 Befestigungswinkel, vernickelt	
1 Teleskopantenne, 475 mm, Typ 6029	
1 Softline-Gehäuse, grau, komplett, bearbeitet und bedruckt	

dem Aufsetzen und Verschrauben der Gehäuseoberhälfte ist der WF 1 betriebsbereit und kann durch Annähern eines Senders getestet werden, z. B. durch einen Handsender eines Funkschaltsystems, einen Sender eines drahtlosen Kopfhörers, eine Mikrowelle oder ein anderes Funkwellen aussendendes Gerät. **ELV**