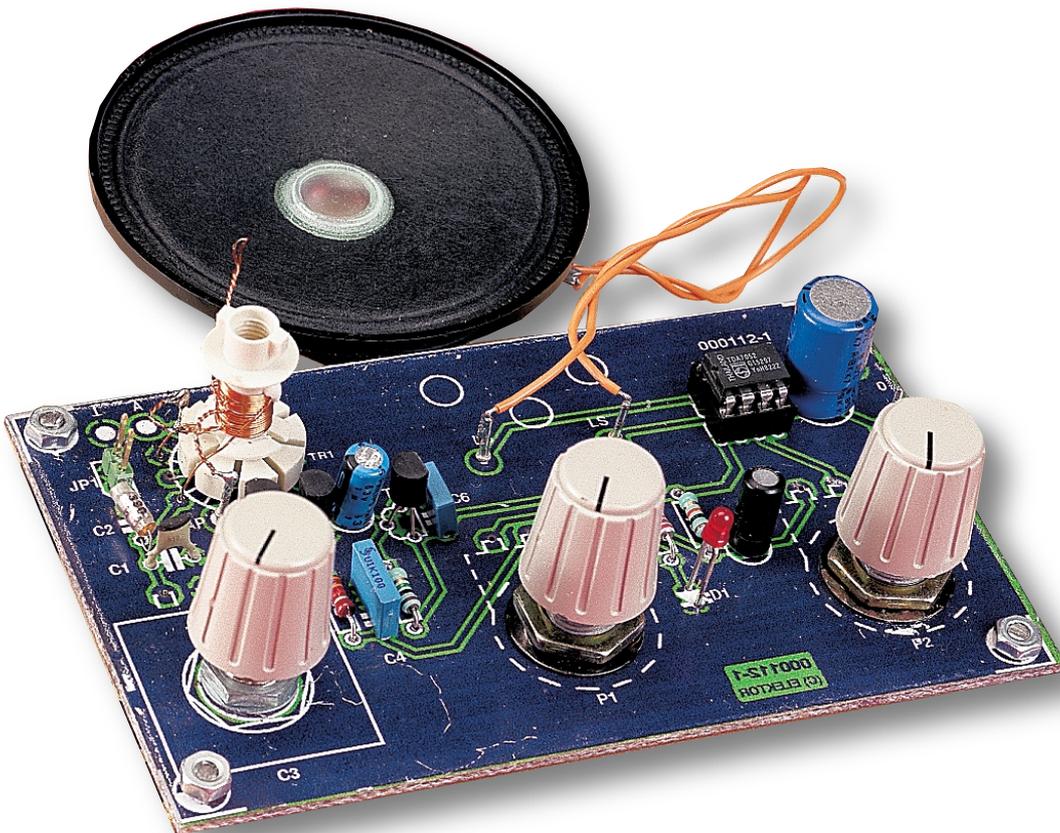


Kurzwellen-Audion

Geradeausempfänger mit interessanten Eigenschaften

Von Burkhard Kainka



Radios basteln ist der klassische Anfang auf dem Weg in die Elektronik, und an diesem Anfang steht der Tradition nach der einfache Detektorempfänger für die Mittelwelle, mit dem aber tagsüber nicht mehr viel zu holen ist. Fast genauso einfach, aber viel interessanter ist ein ebenso klassischer Audionempfänger für die Kurzwelle, der nicht nur Sender aus aller Welt, sondern sogar SSB und CW empfängt.

Die Anfänge des Fernempfangs sind eng mit dem Audion verbunden. Es wurde meist mit einer Röhre (Triode oder Pentode) aufgebaut. Außer dem Drehko zur Einstellung der Empfangsfrequenz hatte man auch einen Rückkopplungsregler zur Entdämpfung des

Schwingkreises. Wer damit geschickt umgehen konnte, holte auch noch das leiseste Signal aus dem Äther. In den Zeiten der Superhet-Empfänger wurde leicht vergessen, wie gut ein Audion sein konnte. Mit den heuti-

gen Bauteilen geht es aber viel einfacher als mit den Röhren - auch besser! Mit nur einer Spule, drei Transistoren und einem IC-Verstärker lässt sich ein erstaunlich guter Kurzwellenempfänger aufbauen.

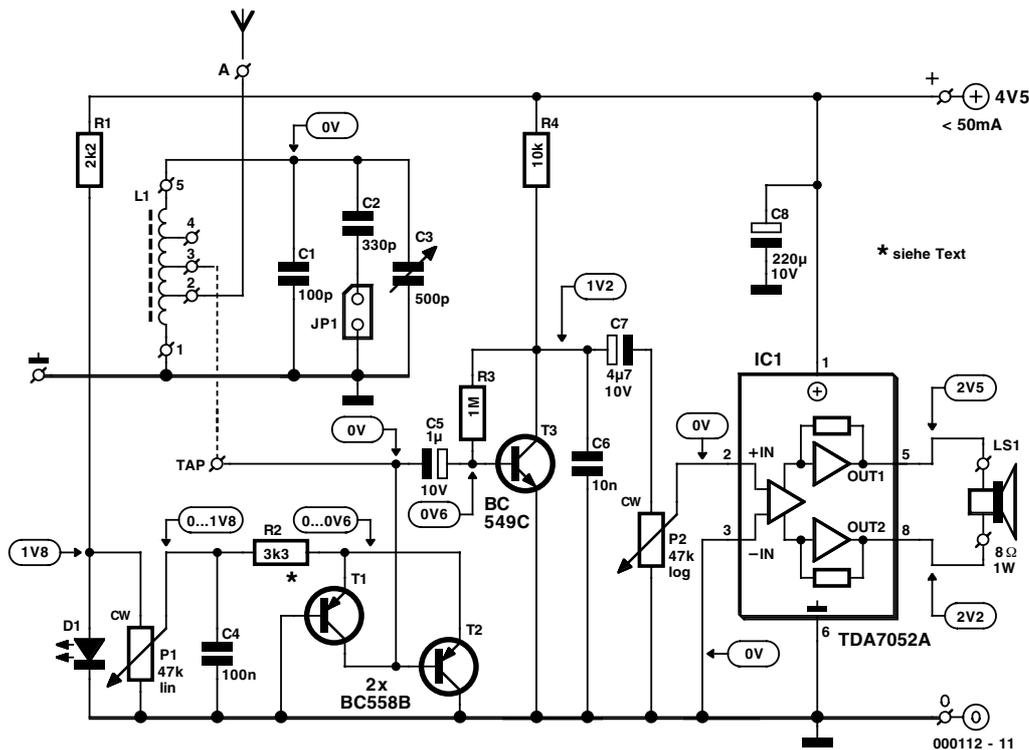


Bild 1. Die Schaltung des Audionempfängers.

Prinzip

Ein Audionempfänger ist ein Geradeausempfänger, bei dem die über die Antenne empfangene Frequenz einfach verstärkt und anschließend demoduliert wird. Im Gegensatz zum Superhetempfänger findet keine Frequenzumsetzung auf eine (feste) Zwischenfrequenz statt.

Der Nachteil eines Geradeausempfängers ist vor allem die geringe Trennschärfe, da mit nur einem oder mit zwei Kreisen gearbeitet wird, die auf die Frequenz des empfangenen Senders abgestimmt werden müssen. Beim Superhet mit seiner festen Zwischenfrequenz brauchen die Zwischenfrequenzfilter hingegen nicht mehr abgestimmt zu werden, so dass man sie steilflankiger und abgleichfrei auslegen kann, zum Beispiel als Keramikfilter.

Beim Audionempfänger wird der Nachteil des Geradeausempfängers durch einen einfachen Trick entscheidend vermindert: Man koppelt das verstärkte Signal auf den abgestimmten Kreis am Eingang zurück. Diese positive Rückkopplung bewirkt eine Entdämpfung des Kreises und dadurch eine sehr hohe

Kreisgüte und dementsprechend eine höhere Trennschärfe und geringe Dämpfungsverluste. Das optimale Ergebnis ist dann gegeben, wenn die Rückkopplung die Kreisdämpfung gerade aufhebt. Ist die Rückkopplung größer als die Dämpfung, beginnt der Kreis zu schwingen, aus dem Empfänger wird ein Sender (Oszillator). Dieser Nachteil wird aber beim SSB- und CW-Empfang sogar ein Vorteil: Der schwingende Kreis ersetzt wie ein BFO das fehlende Trägersignal und ermöglicht so die Demodulation des Signals.

Die Schaltung

Die Schaltung in **Bild 1** ist recht übersichtlich aufgebaut. Der eigentliche Empfänger besteht aus einem Schwingkreis, einem zweistufigen HF-Verstärker (T1, T2) mit Verstärkungseinstellung und Rückkopplung (Entdämpfungsschaltung), einem weiteren Transistor in Audionschaltung (T3) zur Demodulation und dem bereits erwähnten kleinen IC-Verstärker für die Lautsprecherwiedergabe.

Der Schwingkreis ist ein Parallelresonanzkreis, der im Prinzip aus einer Spule mit parallel geschaltetem Kondensator besteht. In der vorliegenden Schaltung sind es drei Kondensatoren, die parallel zur Spule liegen: C1, C2 und C3. Letzterer ist der Drehkondensator für die Abstimmung, während die anderen beiden zusammen mit der Spule den Abstimmbereich (Empfangsbereich) bestimmen. C2 ist daher mit einem Jumper verbunden. Einstecken des Jumpers schaltet C2 zu und verändert den Empfangsbereich.

Für die Abstimmung wurde bewusst ein Drehkondensator gewählt. Die bei den meisten modernen Empfängern verwendeten Kapazitätsdioden sind gut, wenn man eine PLL zur Frequenzsteuerung verwendet. Für eine manuelle Abstimmung mit einem Potentiometer braucht man aber zumindest eine sehr konstante Spannung. Aber auch damit kommt man nicht an die Qualität eines Drehkondensators mit Luftisolation heran.

Die Spule ist mit drei Anzapfungen versehen, so dass man die Ankopplung der Antenne und der Entdämpfungsschaltung variieren kann.

Die Entdämpfungsschaltung selbst sieht ganz einfach aus, ist aber bei genauerer Betrachtung ein Kapitel für sich, das in dem Textkasten nachzulesen ist. Die Stufe ist in sich zurückgekoppelt: Der Eingang (Basis von T2) und Ausgang (Kollektor von T1) sind

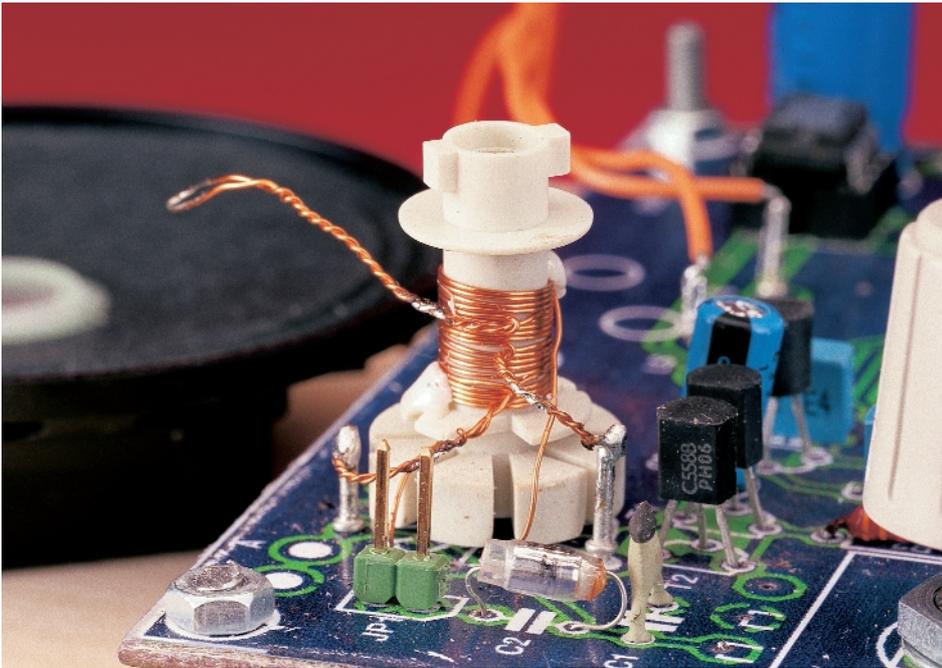


Bild 2. Die einzige Spule lässt sich sehr einfach wickeln.

zusammen über den Anschlusspunkt TAP mit der Spule verbunden. Das Ganze wirkt wie ein negativer differentieller Widerstand und entdämpft den Schwingkreis. Man kann die Schaltung an das heiße Ende der Spule oder an eine Anzapfung legen. Bei Spulen mit großer Dämpfung kann es sein, dass die unterste Anzapfung eine zu kleine Impedanz hat, so dass keine ausreichende Entdämpfung möglich ist. Die Antenne dämpft auch. Man muss eine lange Antenne daher an eine tiefe Anzapfung legen.

Theoretisch ist der Schwingkreis dann am besten, wenn der Verlustwiderstand gerade durch den (negativen) Generatorwiderstand der Schaltung aufgehoben wird. Die Verstärkung und damit die Entdämpfung des Schwingkreises wird über den Emitterstrom der Transistoren eingestellt. Diese Stromsteuerung

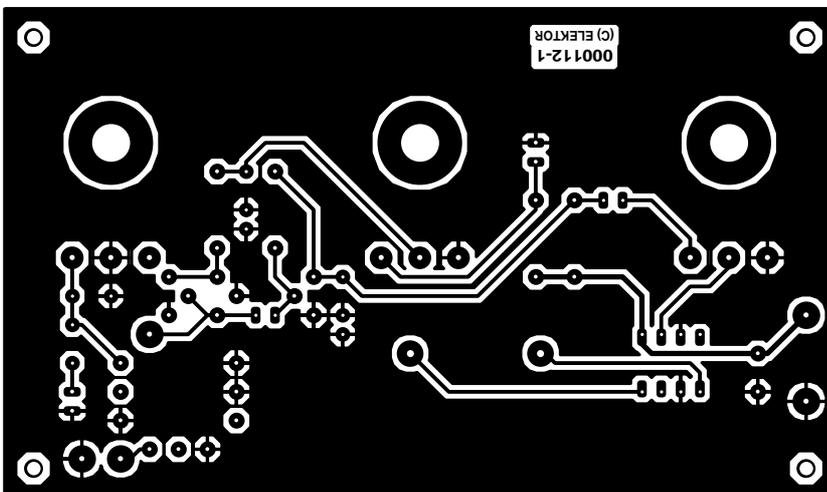
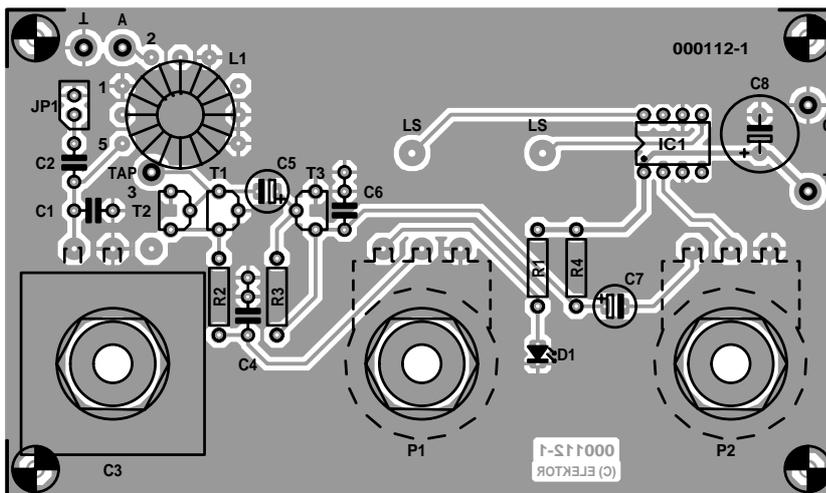


Bild 3. Layout und Bestückungsplan der einseitigen Platine.

Stückliste

Widerstände:

- R1 = 2k2
- R2,R4 = 10 k
- R3 = 1 M
- P1 = 47 k lin. (Potentiometer)
- P2 = 47 k log. Potentiometer

Kondensatoren:

- C1 = 100 p
- C2 = 330 p
- C3 = 500-p-Drehkondensator
- C4 = 100 n
- C5 = 1 µ/10 V stehend
- C6 = 10 n
- C7 = 4µ7/10 V stehend
- C8 = 220 µ/10 V stehend

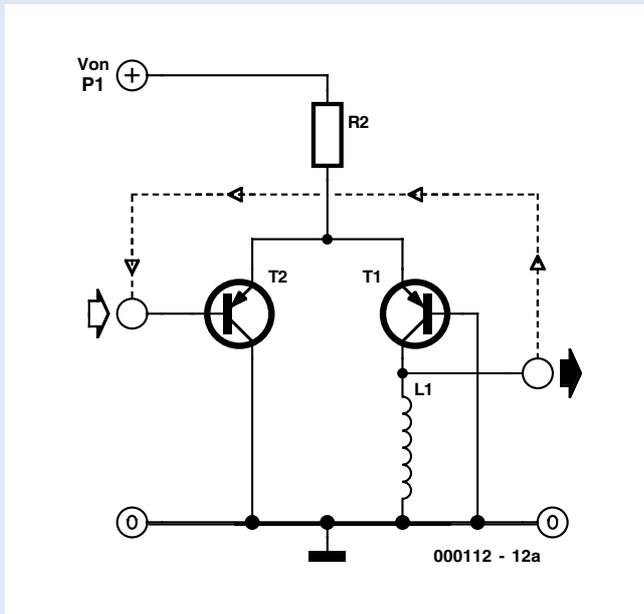
Halbleiter:

- D0 = LED rot (high efficiency)
- T1,T2 = BC558B
- T3 = BC549C
- IC1 = TDA7052 (Philips)

Außerdem:

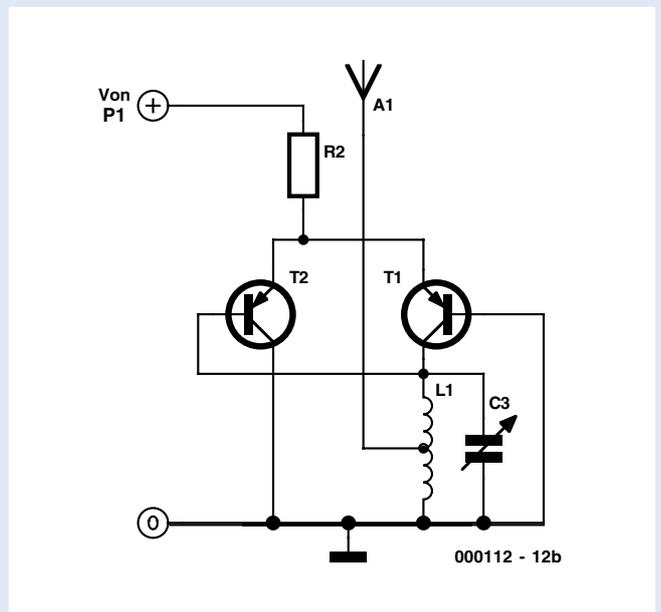
- JP1 = 2 Lötstifte mit Jumper
- PC1...PC6 = Lötstifte
- LS1 = Lautsprecher 8 Ω/1W
- L1 Spule auf Spulenkörper (6mm Durchmesser, siehe Text)
- 8-polige DIL-IC-Fassung
- 3 Drehknöpfe
- Platine EPS 0001 12-1

Entdämpfungsschaltung



Bei der Entdämpfungsschaltung mit T1 und T2 handelt es sich im Prinzip um einen zweistufigen HF-Verstärker, nach dem Prinzip eines so genannten "long tailed pair", das bei (integrierten) HF-Verstärkern häufig zu finden ist. In Abbildung A ist das Prinzipschema herausgezeichnet. Auf den ersten Blick bilden T1 und T2 einen Differenzverstärker. Auf den zweiten Blick sieht man aber auch, dass der Kollektor von T2 an Masse liegt, ebenso die Basis von T1. Daraus erkennen wir: T2 arbeitet in Kollektorschaltung, T1 auf Grund der geerdeten Basis in Basisschaltung, und beide Stufen sind über den gemeinsamen Emitterwiderstand direkt aneinandergeschaltet. Für ein Eingangssignal an der Basis von T2 arbeitet dieser Transistor als Impedanzwandler (Emitterfolger). Das Eingangssignal liegt unverstärkt, aber niederohmig und gleichphasig am Emitterwiderstand. Über die Emitter-Basistrecke von

T1 steuert das Signal jetzt den Kollektorstrom von T1 (ebenfalls gleichphasig). Auf Grund der im Verhältnis zur niedrigen Emitterimpedanz hohen Kollektorimpedanz (L1) sorgt T1 jetzt für die Spannungsverstärkung der 2-Transistor-Stufe, wobei das am Kollektor von T1 anliegende Ausgangssignal immer noch die gleiche Phase aufweist wie das Eingangssignal. Verbindet man nun den Ausgang des Verstärkers mit dem Eingang (gestrichelte Linie), so handelt es sich bei dieser Rückkopplung um eine Mitkopplung. In Bild B ist die Stufe so dargestellt, wie sie im Audionempfänger geschaltet ist. Die Mitkopplung ist durch die Verbindung zwischen Kollektor T1 und Basis T2 eindeutig gegeben. Beide liegen zusammen an der Spule, die zusammen mit dem Drehko den abgestimmten Schwingkreis bildet. Die Antenne ist über eine Anzapfung der Spule an den Kreis angekoppelt. Somit wird das Empfangssignal verstärkt und durch die positive Rückkopplung auf den Eingang der "Entdämpfungsschaltung" der Kreis entdämpft.



empfangen kann.

Die Abstimmung erfolgt am besten "beidhändig": Mit der einen Hand wird der Drehko abgestimmt und gleichzeitig mit der anderen Hand das Rückkopplungspoti (mittlerer Knopf) so eingestellt, dass der Empfänger gerade noch nicht oszilliert. Mit starker Rückkopplung (P1 weit nach rechts gedreht) wird die Entdämpfungsschaltung fast zum Oszillator, man kann so den fehlenden Träger für SSB- und CW-Empfang zusetzen. Für AM-Empfang stellt man den Strom mit P1 jedoch so ein, dass gerade alle Verluste ausgeglichen werden und noch keine Schwingungen einsetzen. Eigenschwingungen machen sich durch pfeifende Geräusche bemerkbar, bei der Abstimmung hört man das für Rückkopplungsempfänger typische Zwitschern. Knatternde Störgeräusche können durch Leuchtstofflampen und andere

Störquellen entstehen.

Bei optimaler Entdämpfung ergibt sich eine sehr gute Verstärkung und Trennschärfe. Auch die Großsignal- und Intermodulations-Probleme vieler anderer Empfänger kennt die Schaltung nicht, weil durch die Entdämpfung nur das Nutzsignal verstärkt wird. In der Praxis kann diese einfache Schaltung in Bezug auf Klang und Empfindlichkeit manchen Super-PLL-Weltempfänger der unteren Preisklasse in den Schatten stellen. Als Antenne reicht ein Draht von minimal 50 cm, aber 3 m sind besser. In der angegebenen Dimensionierung des Abstimmkreises lassen sich viele Sender im 49-m-Band und im 41-m-Band hören, ebenso 40m-Amateurfunk (CW) und mit

gestecktem Jumper auch SSB auf 80 m. Für eine komfortable Abstimmung ist ein Drehko mit Getriebe allerdings sehr empfehlenswert. Das Projekt kann mit umschaltbaren Spulen auch zu einem Allband-Empfänger mit Wellenschalter ausgebaut werden.

000112e

Web-Tipp:

Burkhard Kainkas Bastecke: <http://home.t-online.de/home/B.Kainka>