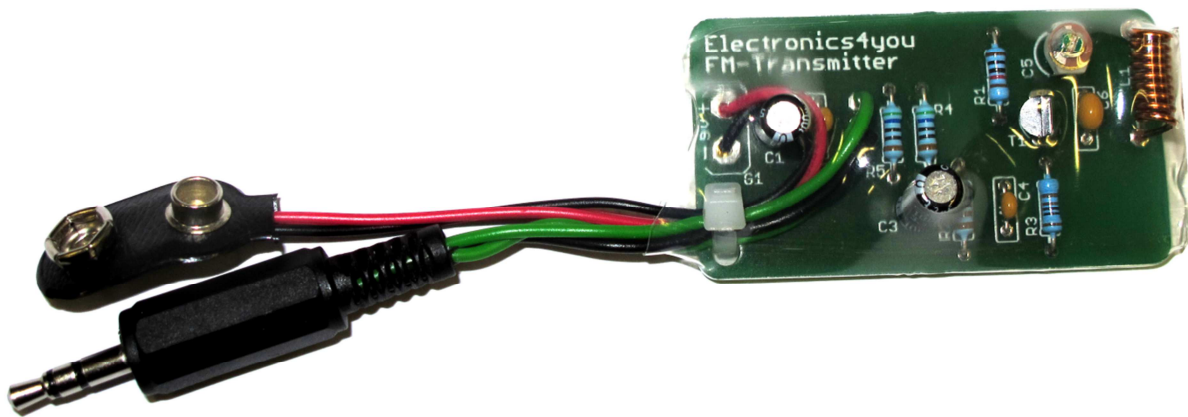


Bauanleitung

UKW/FM-Radiosender

Nicola Ramagnano, Julian Müller

09. Oktober 2012



1. Lieferumfang

Name	Menge	Beschreibung	Wert/Typ
C1, C3	2	Alu-Elektrolytkondensator	1 μ F
C2, C4	2	Keramikkondensator	330 pF
C5	1	Trimmkondensator	5.5 – 50 pF
C6	1	Keramikkondensator	10 pF
L1	1	Luftspule	8 Wdg., \varnothing 3 mm
R1	1	Widerstand	10 k Ω
R2	1	Widerstand	2.7 k Ω
R3	1	Widerstand	1 k Ω
R4, R5	2	Widerstand	560 Ω
T1	1	NPN Transistor	2N3904
BAT1	1	Batteriekabel	9 V
	1	Klinkenstecker	3.5 mm
	1	Batterie	9 V
	1	Leiterplatte	
	1	Kabelbinder	
	1	Diverse Kabel	

2. Funktion

Die folgende Schaltung in Abbildung 2 stellt einen einfachen UKW-Minisender dar. Der Minisender benutzt das Audiosignal von beispielsweise einem MP3-Player, um das Trägersignal im UKW-Frequenzband (88-108 MHz) mit FM (Frequenzmodulation) zu modulieren. Das erzeugte Signal kann dadurch mit einem gewöhnlichen Radio empfangen werden. Die Schaltung benötigt sehr wenig Strom. Mit einer gewöhnlichen 9V-Batterie läuft sie bis zu 200 Stunden lang.

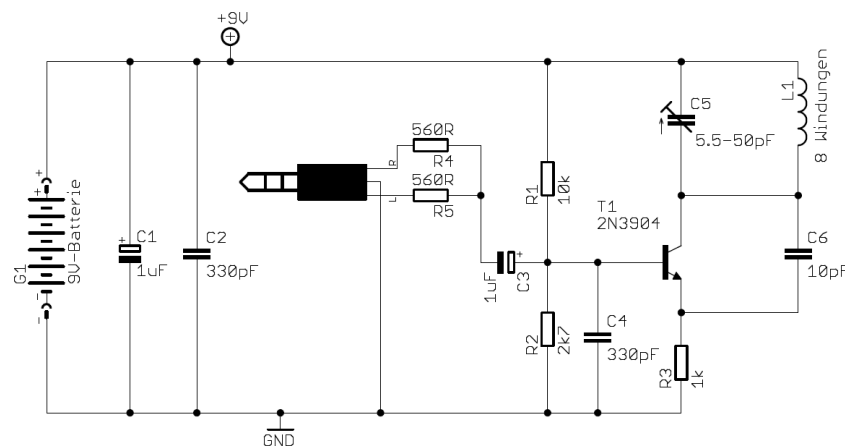


Abbildung 1: Schema des FM Radiosenders

Der Kondensator C5 und die Spule L1 bilden einen sogenannten Schwingkreis. Zusammen mit dem Transistor T1 kann damit ein Hochfrequenzsignal erzeugt werden, das auf einer bestimmten Resonanzfrequenz schwingt und als Trägersignal für die Frequenzmodulation dient. Das Audiosignal wird auf den Transistor T1 geführt, um den Schwingkreis gezielt zu beeinflussen. Die Resonanzfrequenz wird durch das Audiosignal leicht hin und her verschoben, was zur gewünschten Frequenzmodulation führt.

3. Aufbau

Für den Zusammenbau werden folgende Werkzeuge benötigt:

- Lötkolben, Elektroniklot, ev. Entlötlitze
- Seitenschneider, ev. Abisolierzange, Schraubenzieher
- Feines Schleifpapier oder Messer

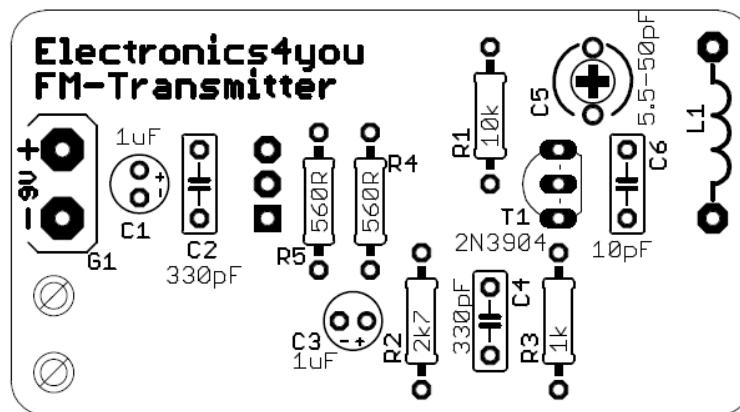








Abbildung 2: Bestückungsplan der Leiterplatte

Die Bauteile des FM-Senders müssen nun auf der Leiterplatte platziert und gelötet werden. Abbildung 2 beinhaltet den Bestückungsplan der Schaltung und soll als Hilfe bei der Bestückung der Bauteile dienen. Die untenstehende Tabelle listet die Bauteile der Schaltung nach ihrem Symbol auf.

	Widerstand		Trimmkondensator
	Elektrolyt-Kondensator		NPN-Transistor
	Keramik-Kondensator		Induktivität (Spule)

Am Anfang dieser Anleitung befindet sich eine Liste mit den Bezeichnungen der einzelnen Bauteile, sodass man alle Bauteile eindeutig der entsprechenden Position zuweisen kann.

Die folgende Tabelle zeigt den Farbcode, womit der Wert eines Widerstandes anhand der Farbringe bestimmt werden kann. Bei Kohleschichtwiderständen mit nur vier Ringen wird in der Tabelle der dritte Wert (Wert C) übersprungen. Nur die meist blauen Metallschichtwiderstände haben fünf Ringe.

	1 Ring	2 Ring	3 Ring	3/4 Ring	4/5 Ring
	Wert A	Wert B	Wert C	Multiplikaor	Toleranz
Silber				0,01	10 %
Gold				0,1	5 %
Schwarz		0	0	1	
Braun	1	1	1	10	1 %
Rot	2	2	2	100	2 %
Orange	3	3	3	1.000	
Gelb	4	4	4	10.000	
Grün	5	5	5	100.000	0,5 %
Blau	6	6	6	1.000.000	0,25 %
Violett	7	7	7	10.000.000	0,1 %
Grau	8	8	8		0.05 %
Weiss	9	9	9		

Die **Luftspule** L1 muss selbst gewickelt werden. Damit der FM-Sender optimal funktioniert sind 8 Windungen vorgesehen. Für die Umwicklungen eignet sich z.B. ein dünner Schraubenzieher, um einen Innendurchmesser von etwa 3 mm zu erhalten. Bevor die Luftspule eingelötet werden kann, ist es notwendig, an den vorgesehenen Lötstellen der Spule den Lack zu entfernen. Dafür eignet sich unter anderem ein altes Messer oder Schleifpapier.

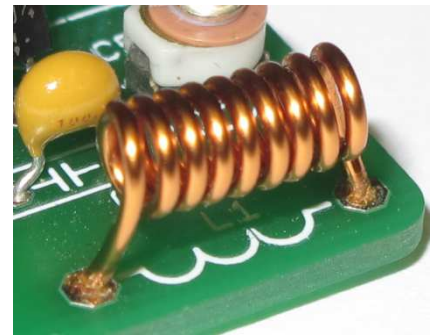
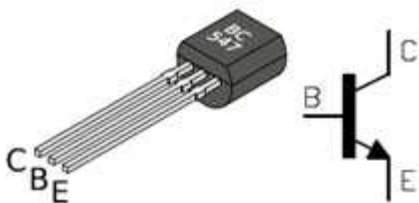
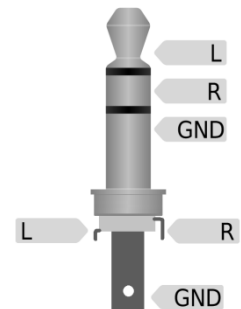


Abbildung 3: eingebaute Spule



Die drei Anschlüsse des **Transistors** heissen C Kollektor, B Basis und E Emitter. Das Gehäuse hat die Form eines abgeschliffenen Zylinders. Beim Einbau muss auf eine korrekte Polung geachtet werden. Dafür hilft auch der Aufdruck auf der Leiterplatte.

Beim 3.5 mm Klinkenstecker ist die Anschlussbelegung auf nebenstehender Abbildung ersichtlich. Bei L und R spielt die Unterscheidung keine Rolle, denn der FM-Sender unterstützt keine Stereofunktion. Wichtig ist der richtige Anschluss der Masse (GND). Beim mitgelieferten Klinkenstecker muss der Massenanschluss an die längste und äusserste der drei Metallösen gelötet werden. Auf der Leiterplatte ist die quadratische Lötfläche zwischen C2 und R5 für den Masseanschluss gedacht. Die oberen zwei runden Lötflächen sind für die Anschlüsse der anderen zwei Signalkabel gedacht (keine Unterscheidung nötig).



Zuletzt kann der UKW/FM-Sender mit einem Schrumpfschlauch geschützt werden. Zunächst wird der Schrumpfschlauch über die Leiterplatte gestülpt. Dann erhitzt man mit einem Heissluftfön oder einer anderen Hitzequelle (Fön, Feuerzeug) den Schlauch, sodass er eng anliegt (vgl. Titelbild). Wichtig ist, dass eine Temperatur von ca. 200° Celsius erreicht wird.

Löt-Tutorial: <http://www.rn-wissen.de/index.php/Löt-Tutorial>

4. Betriebshinweise

Sobald der Minisender an eine 9V-Batterie geschlossen ist, wird ein Signal gesendet. Der Sender sollte deshalb stets von der Batterie getrennt werden, falls er nicht in Gebrauch ist. Eine andere Möglichkeit ist der Einbau eines Schalters.

Nach dem Anschluss eines Gerätes, welches ein Audiosignal liefert, ist es möglich, dieses mit einem gewöhnlichen FM-Radio zu empfangen. Zunächst muss dieses Signal aber gefunden werden, wofür zwei Schritte benötigt sind. Für das Drehen des Trimmkondensators sollte ein nicht metallischer Schraubenzieher verwendet werden, damit der Schwingkreis nicht manipuliert wird.

1. Einstellen einer freien Frequenz am Radio.
2. Langsames Drehen des Trimmkondensators am Minisender bis das Audiosignal am Radio empfangen wird.

Alternativ kann man die Empfangsfrequenz des Radios ändern, währendem die Sendefrequenz des FM-Senders unverändert bleibt. Hier kann es aber sein, dass der Minisender auf der gleichen Frequenz sendet wie ein Radiosender. Ist der Sender genug nah an der Empfangsantenne, ist es aber dennoch möglich, dass das Signal empfangen wird.

Ein anderes Problem bei dieser zweiten Methode ist, dass der Frequenzbereich des Minisenders viel grösser ist als der des Radios. Es kann also sein, dass der Minisender auf einer Frequenz sendet, die mit dem Radio gar nicht empfangbar ist.

5. Rechtliche Grundlagen

Das Bundesamt für Kommunikation (BAKOM) schreibt Folgendes auf ihrer Website (<http://www.bakom.ch/themen/geraete/00568/00569/index.html?lang=de>)

UKW-Minisender

In der Schweiz dürfen Minisender, die den UKW-Frequenzbereich (87.5 – 108 MHz (UltraKurzWellen)) nutzen, unter bestimmten Voraussetzungen in Verkehr gebracht werden. Damit der Handel und Betrieb solcher UKW-Minisender erlaubt sind, müssen unter anderem folgende Grundregeln eingehalten werden: Wahl des Sendekanals, beschränkte Leistung, automatische Abschaltung bei fehlendem Signal.

Minisender, die den UKW-Frequenzbereich (87.5 – 108 MHz) nutzen, dürfen in der Schweiz gemäss der Empfehlung der CEPT (Europäische Konferenz für Post und Fernmeldewesen) über die Nutzung von Geräten mit kurzer Reichweite (ERC/REC 70-03) angeboten, in Verkehr gebracht und betrieben werden.

Geräte, welche die unten beschriebenen Anforderungen nicht erfüllen, dürfen weder angeboten, noch in Verkehr gebracht oder betrieben werden.

Anforderungen

Minisender sind gemäss Fernmeldegesetz Funkanlagen und müssen deshalb zwingend die Anforderungen der Verordnung über Fernmeldeanlagen erfüllen.

Minisender müssen ein Konformitätsbewertungsverfahren (bei dem geprüft wird, ob die grundlegenden Anforderungen eingehalten werden) erfolgreich durchlaufen haben und die übrigen Voraussetzungen für das Inverkehrbringen (Konformitätserklärung, Kennzeichnung der Anlage und Benutzerinformationen) erfüllen. Ausserdem müssen sie zwingend den in der Schnittstellenanforderung RIR 1013-19 definierten technischen Parametern und Anforderungen entsprechen. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um folgende Anforderungen:

- Der Nutzer muss die Möglichkeit haben, einen Sendekanal im gesamten UKW-Frequenzbereich (88.1 – 107.9 MHz) frei zu wählen;
- Die maximale Strahlungsleistung darf 50 nW e.r.p. nicht überschreiten;
- Die Anlage muss über eine eingebaute Antenne ohne Anschlussstecker verfügen;
- Die Anlage muss innerhalb einer Minute, nachdem am Audio-Eingang kein Signal mehr empfangen wird, aufhören zu senden.

Der eben gebaute Minisender hält nicht ganz alle Anforderungen ein und darf so eigentlich nicht in Betrieb genommen werden. Da aber die maximale Strahlungsleistung von 50 nW ERP nicht überschritten wird, kann man den Sender ohne Bedenken benutzen. Für jegliche Nutzung des Gerätes ist dennoch der Betreiber verantwortlich.