

Electronics4You Bauanleitung

FM-Sender

Julian Müller

Nicola Ramagnano

Sonja Hauser

16. Dezember 2018

Inhaltsverzeichnis

1 Funktionsbeschreibung	1
2 Aufbau	1
2.1 Widerstandsfarbcode	2
2.2 Transistor	3
2.3 Luftspule	3
2.4 Klinkenstecker	4
2.5 Schrumpfschlauch	6
3 Stückliste	7
4 Betriebshinweis	7
5 Rechtliche Grundlage	8



Dieses Werk steht unter einer *Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Schweiz Lizenz*.

Weitere Details unter: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/ch/>

©2013 - HSR Hochschule für Technik Rapperswil, www.electronics4you.cc

1 Funktionsbeschreibung

Die folgende Schaltung in Abbildung 1 stellt einen einfachen UKW-Minisender dar. Der Minisender nutzt ein Audiosignal, um ein Trägersignal im UKW-Frequenzband (88-108 MHz) mit FM (Frequenz-Modulation) 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. Der Kondensator C5 und die Spule L1 bilden einen sogenannten Schwing-

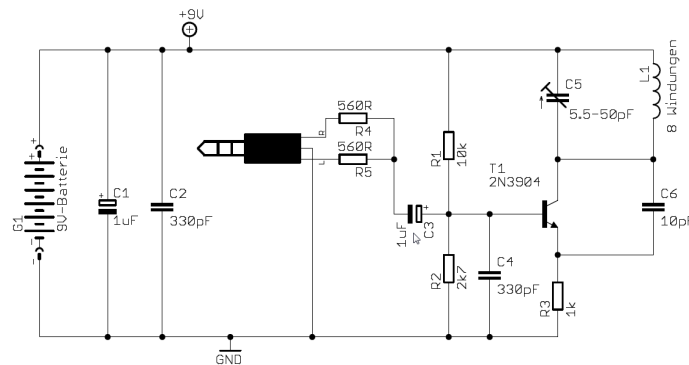


Abbildung 1: Schema

kreis. 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.

2 Aufbau



Hinweis

Solltest du Fragen haben, zögere nicht, einen Betreuer um Hilfe zu bitten. Probiere nichts aus ohne zu wissen was du tust, weil sonst Werkzeug, Material und womöglich auch du Schaden nehmen könnten.



Tipp

Für den Aufbau werden folgende Materialien und Werkzeuge benötigt:

- Lötkolben, Lötzinn, ev. Entlötlitze
- Seitenschneider
- Abisolierzange
- Schraubenzieher Grösse 0
- Feines Schleifpapier oder Messer
- Heissluftföhn

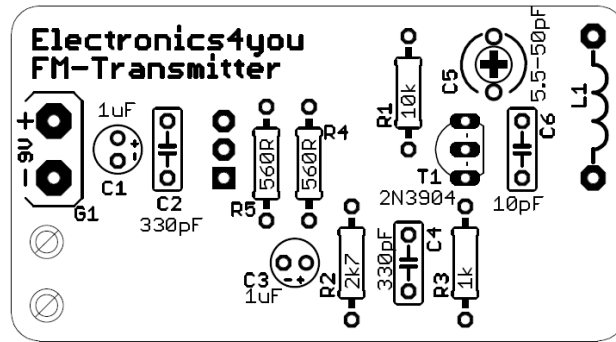


Abbildung 2: Bestückungsplan

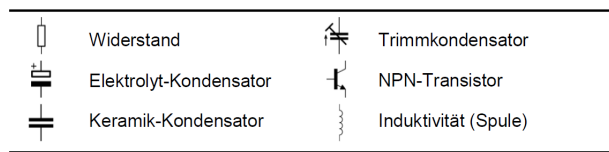


Abbildung 3: Erklärung der Symbole

Die Bauteile des FM-Senders müssen nun auf der Leiterplatte platziert und gelötet werden.



Tip

Abbildung 2 zeigt die Platzierung der Bauteile. Abbildung 3 erklärt die Symbole der Schaltung. Eine Auflistung der Bauteile findest du im Kapitel 3.

2.1 Widerstandsfarbcode

In Abbildung 4 zeigt den sogenannten Widerstandsfarbcode, welcher benötigt wird, um den Wert eines Widerstandes anhand seiner Farbringe zu bestimmen. Bei Kohleschichtwiderständen mit nur vier Ringen wird in der Tabelle der dritte Wert (Wert C) übersprungen.

	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		

Abbildung 4: Widerstandsfarbcode

2.2 Transistor

Die drei Anschlüsse des Transistors heissen Kollektor (**C**), Basis (**B**) und Emmitter (**E**) (siehe Abb. 5). Das Gehäuse hat die Form eines abgeschliffenen Zylinders. Beim Einbau muss auf eine korrekte Polung geachtet werden.

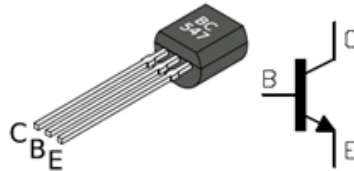


Abbildung 5: Transistor



Tipp

Auf der Leiterplatte ist ersichtlich, wie der Transistor ausgerichtet werden muss.

2.3 Luftspule

Die Luftspule L1 muss selbst gewickelt werden. Damit der FM-Sender optimal funktioniert sind 8 Windungen mit einem Durchmesser von 3mm vorgesehen (Drahtlänge ca. 15cm). Bevor die Luftspule eingelötet werden kann, ist es notwendig, an den vorgesehenen Lötstellen der Spule den Lack zu entfernen. In Abbildung 6 ist ersichtlich, wie eine solche Spule aussehen sollte.



Tipp

Für die Wicklung der Spule eignet sich bspw. ein Schraubenzieher der Grösse 0. Der Lack kann am besten mit einem Messer oder einem Schleifpapier entfernt werden.

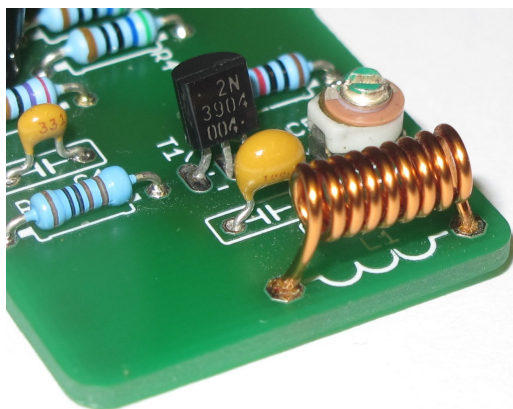


Abbildung 6: Luftspule

2.4 Klinkenstecker

Die Anschlussbelegung beim Klinkenstecker ist in der Abbildung 8 ersichtlich. Da der FM Sender keine Stereofunktion unterstützt, muss nicht speziell auf eine Unterscheidung des L und R Anschlusses geachtet werden. 7

Wichtig ist jedoch, dass der Masseanschluss (GND) an die richtige Stelle auf der Leiterplatte gelötet wird! Der Masseanschluss beim Klinkenstecker ist die längste, äusserste Metallöse. Auf der Leiterplatte ist das **quadratische Lötauge** zwischen C2 und R5 für den Masseanschluss!

Die zwei oberen runden Lötungen sind für die Anschlüsse der anderen zwei Signalkabel L und R gedacht.



Abbildung 7: Gelöteter Klinkenstecker

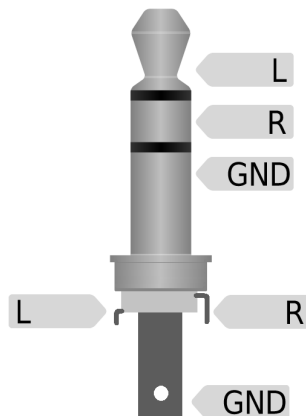


Abbildung 8: Klinkenstecker Schema

**Tipp**

Um die Litze am Klinkenstecker anzulöten, muss sie zuerst mit der Abisolierzange an beiden Enden um ca. 5mm abisoliert werden. Danach werden die Enden verdrillt (so dass sie nicht mehr ausfransen) und anschliessend verzinnt. Eine Litzenlänge von 10cm ist optimal.

2.5 Schrumpfschlauch

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 den Schlauch, sodass er eng anliegt. Wichtig ist, dass eine Temperatur von ca. 200° Celsius erreicht wird.



Tipp

Wer keinen Heissluftfön zur Hand hat, kann den Schrumpfschlauch auch mit einer anderen Hitzequelle (Haartrockner, Feuerzeug) schrumpfen.

3 Stückliste

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

Tabelle 1: Stückliste des FM-Senders

4 Betriebshinweis



Hinweis

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. Stelle den Radio auf eine freie Frequenz ein (bspw. 100 MHz)
2. Drehe den Trimmkondensator sehr langsam bis das Audiosignal am Radio empfangen wird

Alternativ kann man die Empfangsfrequenz des Radios ändern, währenddem 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 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.

Viel Spass mit dem FM-Sender Simpel wünscht das E4you-Team

5 Rechtliche Grundlage

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.

Abbildung 9: Rechtliche Grundlage



Hinweis

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.