

Apprendre à construire un mini émetteur radio FM

(pour faire de la mini radio pirate)



Mise à jour en novembre 2020

Table des matières

Introduction.....	3
Pourquoi ?	3
Pour qui ?	3
Quels usages ?	4
Qu'est-ce que la radio FM ?	4
Avantages / Inconvénients	5
Composants électroniques.....	5
Assemblage.....	7
Schémas	7
Outils	8
Quelques conseils de soudures	9
Assemblage de l'émetteur	9
Réglage de l'émetteur.....	13
Dépannage.....	13
Améliorations.....	14
Contact.....	15
Sources.....	15

Introduction

Le sujet des émetteurs FM est très bien connu et documenté sur internet. Il me semblait cependant qu'il manquait un guide francophone facilement imprimable qui ne présuppose pas de connaissances en électronique. Je me suis donc lancé dans l'écriture de ce guide.

La présente brochure est une version simplifiée noir-et-blanc du site internet <https://minifm-transmitter.onrender.com>. En faisant cette brochure, je voulais un document facile à imprimer à moindre frais avec pas trop de photos et pas trop de pages, qui permettrait de faire découvrir ces petits objets et qui servirait de support à des ateliers d'introduction à l'électronique ou à la radio émission FM.

Si vous êtes dans un lieu avec un accès à internet, je vous conseille d'aller voir sur le site. L'information y est plus détaillée, les photos en couleurs et il y a également des vidéos aidant la compréhension.

Adresse du site internet : **<https://minifm-transmitter.onrender.com>**

Pourquoi ?

Parce que la communication par radio FM est une des plus simples à mettre en œuvre. Ce type de communication est très accessible à tout un chacun et chacune et facilement reproductible en auto-construction.

La construction d'une radio FM est un bon exercice pour une introduction à l'électronique. Cette science est très présente au quotidien et pourtant nombreuses sont les personnes à voir cela comme abstrait, flou ou magique. La construction d'un petit émetteur radio permet de reprendre un peu possession de cet aspect de nos vies qui nous échappe.

De plus, le modèle utilisé pour construire l'émetteur est reproductible pour d'autres montage électronique. L'introduction à l'électronique que vous ferez en construisant l'émetteur radio vous permettra d'envisager l'auto-construction d'autres appareils.

Pour qui ?

Cette brochure s'adresse à toute personne souhaitant fabriquer un radio émetteur FM. Il est cependant probable, dans le cas où vos connaissances en électronique sont faibles, qu'il vous faille un coup de main pour faire votre premier émetteur. Mais la facilité de fabrication, vous permettra de devenir rapidement autonome.

Pour les bidouilleurs et bidouilleuses familières de l'électronique, l'ouvrage vous permettra de trouver un schéma de construction et une liste de composants.

Quels usages ?

L'émetteur FM que cette brochure présente vous permettra d'émettre jusqu'à une centaine de mètre dans le meilleur cas (avec antenne). Voici quelques usages imaginables:

- faire une petite émission de radio de quartier
- une radio autonome dans un festival
- communiquer entre plusieurs cabanes dans les arbres
- émettre dans votre maison et avoir des radio récepteur répartis un peu partout chez vous

Qu'est-ce que la radio FM ?

La radio FM a été inventé en 1933. Ce qui en fait un moyen de communication récent au vu de l'humanité mais plutôt vieux comparé aux technologies numériques. Par sa facilité de mise en place, la radio FM ne s'est pas fait dépassée par le tout numérique. Elle reste un moyen d'information très utilisé. Notamment, elle permet au récepteur de se déplacer, ce qui le rends le moyen de communication encore privilégiée dans les voitures.

La communication fonctionne avec un point d'émission et autant de points de réception que voulu. Ce qui est un super avantage de la radio FM, émettre sans limite de nombre d'appareil récepteur. Contrairement à l'internet, où le nombre de personnes se connectant à une émission en ligne est limité par la taille des serveurs émetteurs de l'émission.

Dans cette brochure, nous nous intéressons à la construction de la partie émission. Il est un peu moins intéressant de fabriquer son propre récepteur car on en trouve assez facilement en seconde main gratuitement ou pour quelques euros.

La radio FM que nous connaissons dans nos quotidiens se limite à la plage fréquence du 87.5MHz au 108 MHz. Il est possible d'émettre sur d'autre plages de fréquences mais la majorité des récepteurs FM que l'on trouve étant limités à cette plage, nous dimensionnons notre émetteur FM pour cette plage de fréquences.

Il est intéressant de se rappeler qu'il n'y a rien de magique dans la radio. L'information de l'émetteur au récepteur traverse dans l'air sous forme d'ondes électromagnétiques. Ces ondes transportent une énergie. Plus on veut émettre loin, plus il faudra une antenne haute qui consommera de l'énergie. À l'inverse, pour émettre sur de petites distances, de petites énergies sont nécessaires donc un émetteur moins puissant fera l'affaire.

Avantages / Inconvénients

La qualité principale de ce montage est sa facilité d'auto-construction nécessitant très peu de connaissances en électronique. L'auto-construction est rendue accessible par le fait que le montage fait l'économie d'une carte électronique avec des pistes gravées dessus, étant pensé pour se faire avec une simple plaque d'époxy recouverte de cuivre.

Le coût est intéressant aussi, car on peut s'en sortir avec des émetteurs pour quelques euros (5€), voire moins en achat groupé ou avec une bonne récup'.

Par contre, la portée de l'émetteur est limitée à quelques dizaines de mètres.

Les informations envoyées par l'émetteur sont écoutables par toutes et tous avec poste radio classique. Le niveau de confidentialité est donc de zéro avec ce type d'émetteurs FM.

Composants électroniques

Résistances

1 x 470 ohm (jaune-violet-marron)

1 x 10k ohm (marron-noir-orange)

1 x 27k ohm (rouge-violet-orange)

Condensateurs :

1 x 10 picofarads (pF)

2 x 10 nanofarads (nF) (équivalent à 0.01 μ F)

1 x 1 microfarad (μ F)

1 x condensateur variable entre 1 et 22 picofarads (pF)

1 x transistor 2N2222A

1 x plaque en époxy simple face, 8mm d'épaisseur, recouvert d'une couche de cuivre.
(5cm * 5cm)

10 cm de fil de cuivre émaillé (pour fabriquer une bobine)

1 x fiche jack femelle mono (ou stéréo) 3,5 mm

1 x connecteur à pression pour pile 9V

1 x pile 9V

Combien ça coûte ?

Dans le meilleur des cas vous arrivez à récupérer tous les composants gratuitement dans un atelier d'électronique ou sur des cartes de vieux appareils. Dans le cas où vous achèteriez tous les composants neufs dans un magasin d'électronique, vous pourriez en avoir jusqu'à 10€.

Où faire la récup'?

Le plus facile pour récupérer les composants est de démonter un petit récepteur FM hors d'usage. On pourra ainsi y trouver les résistances, le condensateur variable, la bobine et même le transistor avec un peu de chance.

- Pile 9V : à l'aide d'un testeur de pile, il est facile d'obtenir gratuitement des piles en fouillant dans les bacs à piles des grandes surfaces.
- Condensateur variable : Il est possible d'en récupérer dans des récepteurs FM. Ils ressembleront à l'image ci-dessous. Avec ces condensateurs de récupération, il faut mesurer la capacité à chaque borne pour savoir comment le raccorder sur notre circuit. N'étant pas très familier avec ces condensateurs, je vous renvoie à une recherche internet pour vous aider.
- Fil de cuivre émaillé : On peut trouver des bobines toutes faites dans des cartes d'alimentations d'ordinateurs, dans ce cas il faudra probablement refaire l'enroulement à la bonne longueur. Pour l'instant, je n'ai pas d'autres plans pour récupérer du fil émaillé gratuitement.
- Condensateurs et résistances : Vous pouvez les trouver dans de nombreux appareils électroniques. Pour les résistances, vous pouvez les repérer à leur code couleur. Pour ce qui est des condensateurs, il vous faudra un multimètre muni de la fonction « condensateur » pour mesurer leur capacité et récupérer les bons.



Figure 1: Condensateurs de récup'

Où acheter ?

Un revendeur d'électronique :

Si vous avez de la chance un magasin d'électronique existe proche de chez vous. Vous pouvez lui apporter la liste ci-dessus et il aura probablement la plupart du matériel en stock ou des équivalents. S'il n'a pas l'intégralité de la commande en stock, il y a de bonnes probabilités qu'il puisse les commander.

Sur internet :

Je n'ai pas une liste exhaustive de site à recommander. Pour ma part, je commande sur gotronic.fr. Le coût n'est pas le moins cher de la toile, mais les délais de livraison sont de quelques jours (si vous résidez en France métropolitaine) et l'ergonomie du site agréable. Vous trouverez sur le site internet de cette brochure un exemple de commande pour gotronic, cela dit j'ai aucun intérêt à ce que vous achetiez sur ce site plutôt qu'un autre.

Assemblage

Schémas

Note : il n'est pas nécessaire de comprendre le schéma pour arriver à fabriquer un émetteur.

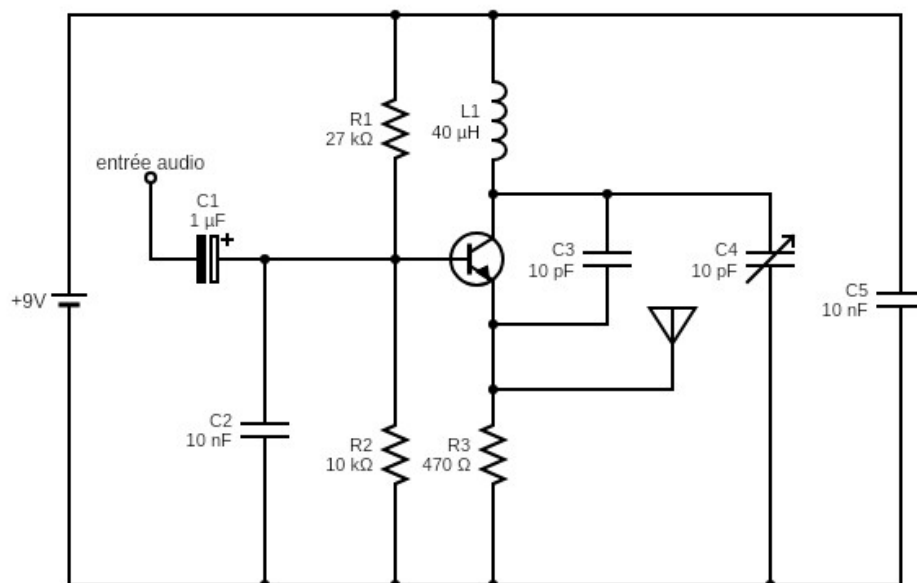


Figure 2: Schéma électronique de l'émetteur

Ci-dessous, vous trouverez la photo de l'émetteur assemblé. Elle vous aidera à visualiser comment installer vos composants. J'ai essayé de mettre des indications pour contrer l'effet noir et blanc.

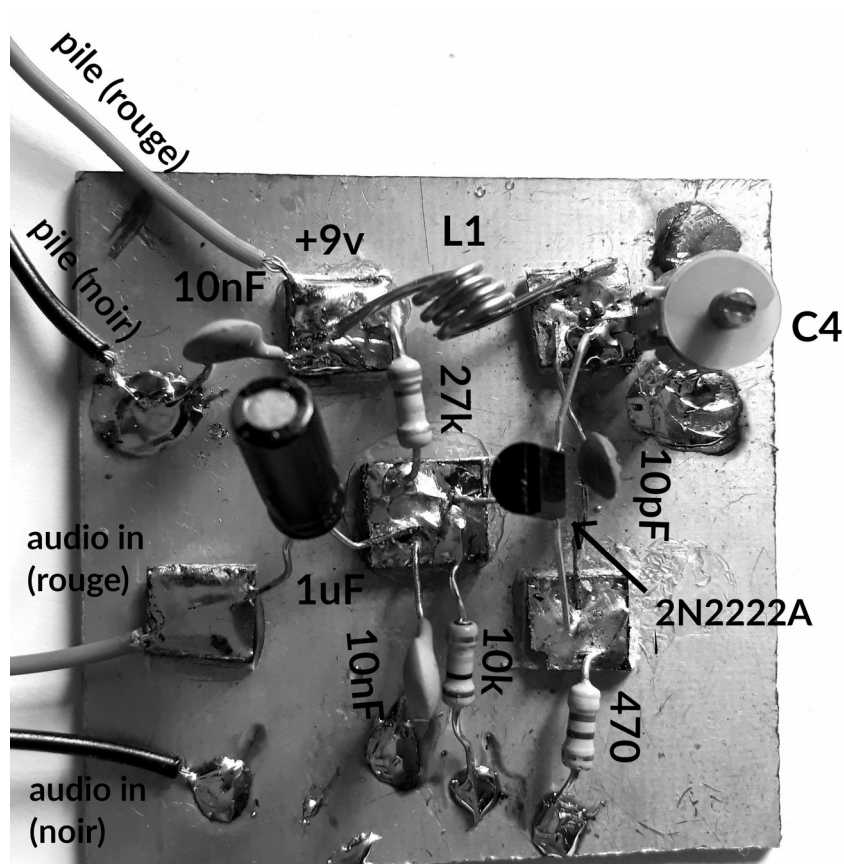


Figure 3: émetteur assemblé

Outils

Un fer à souder et de l'étain

Une scie à métaux

De la colle super glu

Une pince coupante

Une pince à dénuder (ou un cutter ou un couteau bien aiguisé)

Un petit tournevis plat

Un récepteur radio FM

Un câble son jack-jack

Quelques conseils de soudures

- Les pattes des composants sont souvent trop grandes. Vous pouvez les raccourcir pour faciliter le positionnement. Laisser 1cm pour chaque patte devrait être suffisant.
- Plier les pattes selon un angle de 90° à la moitié de leur longueur. Ceci facilitera la mise en place du composant et l'organisation visuel du circuit.
- Les résistances, les petits condensateurs céramiques et la bobine n'ont pas de sens d'installation.
- Il n'y a pas d'ordre obligatoire de soudure. Mais il est recommandé de commencer par les composants du centre et ceux nécessitant une attention particulière.
- Il est possible qu'en faisant fondre l'étain sur la plaque, cela amène à dessouder un autre composant déjà installé. Parfois, il faut faire preuve d'un peu de dextérité ou se faire aider pour tenir les composants en même temps que les souder.

Assemblage de l'émetteur

1. À l'aide de la pince à métaux, découpez un carré de 50mm*50mm dans la plaque d'époxy. On appellera ce carré « la masse ».
2. Découpez 5 rectangles de 10mm*5mm dans la plaque coupée précédemment. On appellera ces petits rectangles « les potentiels ».
3. Avec la super glu, collez les potentiels sur la masse selon l'image ci-dessous.
4. Faites fondre de l'étain sur chaque potentiel à l'aide du fer à souder.

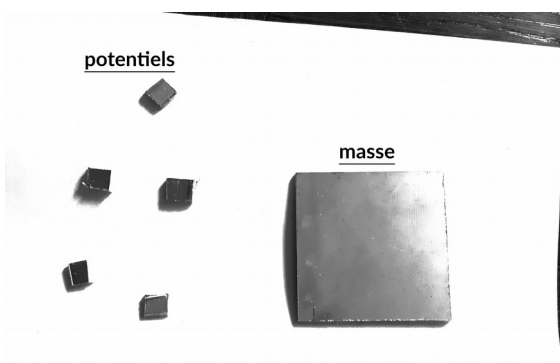


Figure 4: Potentiels et masse

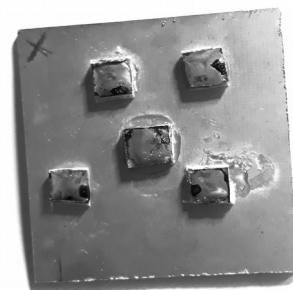


Figure 5: Potentiels collés sur la masse

5. Soudez le transistor

a) positionnez le transistor correctement.

- selon le type de transistor que vous avez, plusieurs montages sont possibles. Dans le cas le plus simple où vous avez le 2N2222A, il vous suffit de suivre la photo suivante.
- si vous avez un autre transistor, il vous faut aller vérifier sur internet son sens de montage dans sa *datasheet*.

b) pour souder une patte du transistor, faites fondre l'étain présent sur le potentiel où vous souhaitez l'installer. Plongez la patte dans l'étain fondu en faisant attention au fait que le transistor soit correctement placé sur les autres potentiels où il devra être soudé. Laissez refroidir l'étain.

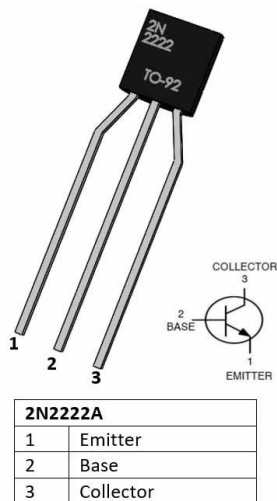


Figure 6: Transistor



Figure 7: Transistor soudé

6. Soudez le petit condensateur de 10pF entre les pattes du transistor.

7. Soudez le condensateur variable. Le condensateur variable a trois pattes. Sur la Figure 8 ci-dessous, on voit les trois pattes du condensateur. Les broches entourées d'un cercle gris doivent être reliées à la masse (donc soudées sur la plaque de cuivre). La patte entourée en noir (et composée de plusieurs petites languettes) doit être reliée au potentiel du haut à droite (voir Figure 5) .

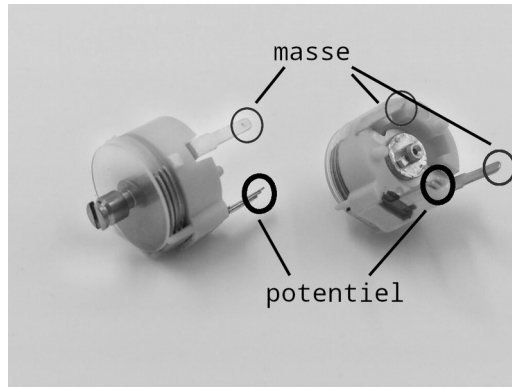


Figure 8: Les pattes du condensateur variable

8. Fabriquez la bobine.
 - a) Coupez un morceau de fil émaillé d'environ 8cm.
 - b) À l'aide d'un tournevis, ou d'une vis de diamètre 5mm, faites 4 tour de fil autour du support.
 - c) Faites des petites pattes au bout de la bobine.
 - d) Enlevez le vernis présent sur les pattes de la bobine à l'aide du cutter ou d'un couteau en grattant la fine couche de surface.
9. Soudez la bobine.
10. Soudez le condensateur radial polarisé. Attention : polarisé ça veut dire qu'il a un côté positif et un côté négatif. Il faut donc respecter un sens de montage. Sur le condensateur le négatif est indiqué sur un côté par un trait bleu avec des symboles négatifs. La patte correspondant à ce côté du condensateur doit être soudée sur le même potentiel que le fil « audio in » rouge. Voir *Figure 3*.
11. Ensuite, vous pouvez souder les autres composants dans l'ordre désiré. Je recommande de souder les composants les plus au centre en premier.
 - Deux condensateur 10nF (ceux écrit 103 dessus)
 - La résistance 27k ohm (rouge-violet-orange)
 - La résistance 10k ohm (marron-noir-orange)
 - La résistance 470 ohm (jaune-violet-marron)
 - Le connecteur de la pile 9V
12. Assemblez l'entrée jack.

- a) Si vous avez acheté une prise jack sans fil, vous devez lui en souder un. Pour cela, il faut faire attention à quelques éléments. Sur une prise jack stéréo, il y a un point gauche, un point droite et une masse. Dans notre cas, puisque l'entrée de l'émetteur est mono, nous connecterons les pattes gauche et droites ensemble de la prise jack femelle. Pour faciliter la suite, il est préférable d'utiliser un fil noir pour la masse et un fil rouge pour le fil reliant les pattes gauche/droite au potentiel.

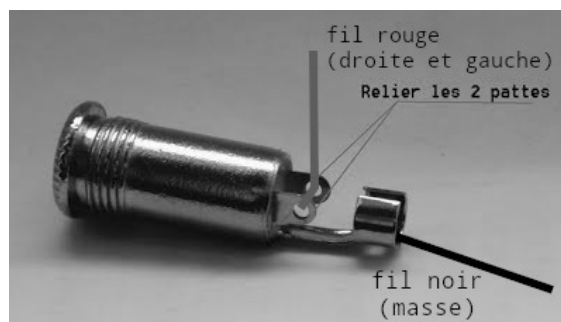


Figure 9: Soudure de la prise jack

Une fois les connexions soudées à la prise jack, vous pouvez souder les fils à l'émetteur en mettant le fil noir à la masse et le fil rouge sur le potentiel « audio in (rouge) » indiqué sur la photo ci-dessous.

13. Soudez le connecteur de pile 9V. Si le connecteur que vous avez a déjà des fils, vous pouvez le souder à la plaque en respectant le fil noir à la masse et le fil rouge au potentiel « +9V ». Si votre connecteur ne possède pas de fil, vous devez les souder vous-mêmes. Faites alors attention à respecter le code couleur rouge pour le + et noir pour le -.
14. Les soudures sont à présents terminées. Votre émetteur est complet.

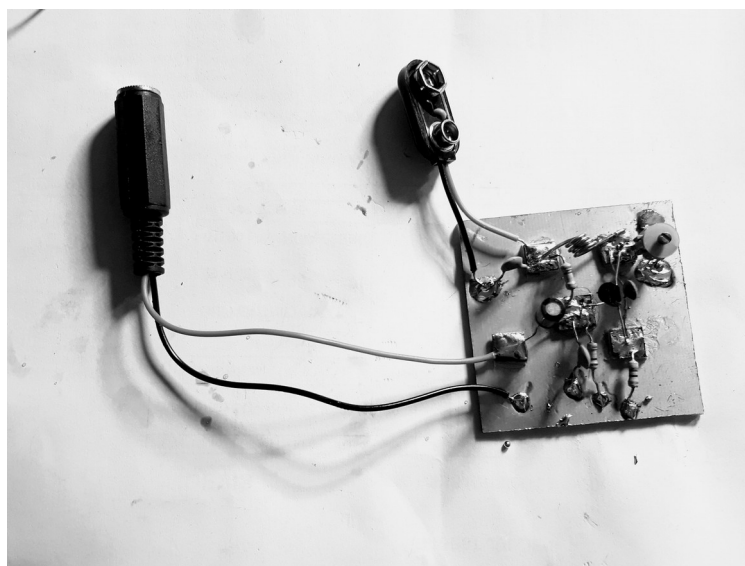


Figure 10: Émetteur complet

Réglage de l'émetteur

Maintenant que l'émetteur est construit, nous allons devoir le régler pour qu'il émette sur une fréquence choisie. Pour cela vous aurez besoin d'un récepteur radio FM qui permettra d'écouter en même temps ce que vous émettez.

Note : sur le site internet, vous trouverez une vidéo montrant le réglage de l'émetteur.

Réglage de l'émetteur

- branchez la pile 9V à l'émetteur.
- allumez votre poste de radio récepteur sur n'importe quelle fréquence entre 88MHz et 107MHz.
- à l'aide d'un petit tournevis, faites tourner la vitesse sur le condensateur variable. À chaque tour, vous devriez entendre un petit moment de blanc sur la radio. Il se peut que vous arriviez à trouver la fréquence blanche (silence total à la radio) lorsque vous avez le tournevis sur le condensateur et qu'elle disparaisse lorsque vous relâchez. Réglez le condensateur variable à peu près autour de cette fréquence blanche.
- Affinez la fréquence sur votre poste radio pour trouver le silence radio.
- Branchez le fil jack-jack sur l'entrée jack de la radio et sur votre source de son.
- Mettez le volume de votre source de son au minimum et augmentez doucement le volume. Si tout s'est bien passé, vous devriez entendre votre son à la radio.

Dépannage

Dans le cas où vous n'arrivez pas à entendre votre son à la radio ou que la qualité du signal écouté n'est pas satisfaisante, nous allons devoir passer au dépannage pour identifier les différents problèmes possibles.

a) Est-ce que lorsque vous tournez le condensateur variable, vous entendez un petit « saut » du son dans la radio ? Si non, il est probable que le problème vienne de votre montage :

- Est-ce que la pile est branchée ?
- Est-ce que le transistor est bien monté ?
- Est-ce que le condensateur variable est bien monté ?
- Est-ce que la bobine est bien soudée et que le vernis a bien été enlevé du bout des pattes ?

b) Si vous arrivez à trouver la fréquence blanche mais pas le son de votre source :

- est-ce que le condensateur radial polarisé est dans le bon sens ? C'est le condensateur qui est relié au fil rouge de la prise jack.
- Est-ce que le câble jack-jack est bon ?
- Est-ce que le volume sur votre source de son est activé ?

c) Si vous entendez votre son mais que la qualité est très mauvaise :

- Vérifiez que le volume de votre source audio ne soit pas trop fort, pour ne pas faire saturer l'amplificateur.
- Vérifiez que vous n'avez pas inversé le rouge et le noir de la prise jack.

Améliorations

Voici quelques idées d'améliorations. J'apprécierai également de recevoir vos suggestions :

- Améliorer l'aspect récupération. Trouver une liste d'appareils ressources où trouver facilement les différents composants. Notamment, pour le fil de cuivre émaillé, le condensateur variable et la plaque de cuivre.
- Avoir une liste plus exhaustive de transistors adaptable sur le montage. Ce qui facilitera l'aspect récupération.
- Tester si l'inductance de fil émaillé peut-être remplacée par une inductance au format « résistance ». C'est un composant qui coûterait environ 0.25€ et éviterait d'avoir à acheter 20m de fils émaillés.
- Pouvoir utiliser des piles rechargeables à la place de la pile 9V
- Avoir une partie récepteur FM pour faire des réseaux de mini-émetteurs radio.

Contact

N'hésitez pas à m'envoyer un commentaire à l'adresse : jesterbamboo@riseup.net

Vous pouvez retrouver plus d'informations sur le site internet :

<https://minifm-transmitter.onrender.com>

Sources

J'ai découvert ce concept de mini-émetteur par un ami qui avait rencontré un gars qui faisait un atelier au Selbst Gemacht de Strasbourg en 2018. Si tu te reconnais, n'hésite pas à me contacter.

Et la principale et unique référence est ce site qui semble avoir été écrit quelques années en arrière par une personne au japon.

<https://anarchy.translocal.jp/radio/micro/howtosimplestTX.html>

La présente brochure est libre de tout droit. Si vous souhaitez la modifier ou l'utiliser pour un plus grand projet, faites moi signe, ça me fera plaisir.