

Rapport de projet tuteuré

2^{eme} année



Émetteur Récepteur Audio

Youri BONDU
Hugo Garnier
2^{eme} Année - Q1
Promotion 2010/2012

Enseignants :
T. LEQUEU
C. GLIKSOHN

Université François-Rabelais de Tours
Institut Universitaire de Technologie de Tours
Département Génie Électrique et Informatique Industrielle

UNIVERSITE FRANCOIS-RABELAIS
TOURS



Institut Universitaire de Technologie

Département
GENIE ELECTRIQUE ET
INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

Émetteur-Récepteur Audio

Youri BONDU
Hugo Garnier
2^{ème} Année - Q1
Promotion 2010/2012

Enseignants :
T. LEQUEU
C. GLIKSOHN

Table des matières

Introduction.....	5
1.Le cahier des charges.....	6
1.1.Présentation du projet.....	6
1.2.Les contraintes.....	6
1.3.Finalité du produit.....	6
2.Analyse technique du projet et schéma structurel.....	7
2.1. Choix des modules Aurel FM Audio.....	7
2.2.Étude de l'émetteur.....	8
2.3.Étude du Récepteur.....	12
3.Prise Jack.....	15
4.Suivi du Projet.....	16
5.Planning prévisionnel et planning réel.....	16
Conclusion.....	17
Bibliographie.....	18
Index des illustrations.....	19

Introduction

Dans le cadre des séances d'Études et Réalisations, nous avons choisi un projet faisant partie du secteur de la communication. Il se basera sur la conception d'un émetteur-récepteur avec transmission de signaux par modulation de fréquence. Pour élaborer ce projet nous avons bénéficié de 7 séances.

Notre projet a pour but de créer un moyen de communication entre le pilote d'un kart et son coach lors d'une course.

Ce projet est composé de deux parties : la première partie concerne l'émission d'onde FM via un montage avec un émetteur Aurel audio FM. La seconde partie concerne le récepteur avec un Aurel audio FM. Ce montage fonctionne par paire (émetteur/récepteur). Nous en réaliserons deux paires afin de pouvoir communiquer en Full-Duplex : c'est-à-dire que le coach et le pilote pourront se parler mutuellement. Cependant, ceci implique de travailler sur deux fréquences différentes (une fréquence libre par couple émetteur-récepteur).

1. Le cahier des charges

Afin de réaliser ce projet, nous dressons le cahier des charges suivant :

1.1. Présentation du projet

Notre projet est la conception de deux émetteurs récepteurs permettant la communication entre un coach et son pilote, du type talkie-walkie. Notre projet devra être capable de permettre une communication à une distance suffisante pour un tour de terrain de kart. La communication se fera par casque audio avec microphone intégré.

1.2. Les contraintes

Pour réaliser ce projet nous devons respecter certains critères. Notre sujet porte sur deux cartes très sensibles aux champs magnétiques et aux perturbations que peuvent créer les autres cartes déjà présentes sur le Kart. De plus travaillant sur les ondes FM, il faudra trouver deux fréquences d'onde libre (pour pouvoir travailler en full-duplex). De plus, le montage ayant pour but la communication entre le coach et son pilote durant une course de karting il faut que la communication soit ininterrompue durant le tour du terrain. Il faut donc que notre émetteur – récepteur ait une portée d'environ 100 mètres. Les cartes seront alimentées par des piles de 9V. En outre, la fréquence d'émission du signal peut être modifiée en changeant la valeur de la résistance variable. L'un des seuls entretiens nécessaires à ce produit est le changement des piles 9V. Ce projet devra être fini dans un certain délai (7 séances).

1.3. Finalité du produit

Ce produit fait partie du secteur de la communication. Il peut être utilisé par des particuliers. Il peut servir à la même utilisation qu'un talkie-walkie. Cependant le coût élevé des différentes pièces (35 euros environ par module Aurel) ne permet pas de rivaliser avec les prix des moyens d'outils de communication similaires vendus dans le commerce.

2. Analyse technique du projet et schéma structurel

L'étude de ce projet sera divisée en 3 parties.

Dans la première partie, nous verrons le choix des modules FM Aurel Audio.

Les parties 2 et 3 seront respectivement consacrées à l'étude de la carte émettrice et de celle réceptrice.

2.1. Choix des modules Aurel FM Audio

Notre projet se compose de deux cartes comprenant pour l'une un émetteur Aurel TX-FM Audio et pour l'autre un récepteur Aurel RX-FM Audio.

Le rôle de la première carte est donc d'envoyer un signal audio sous forme d'un signal électrique sur un canal de très haute fréquence (433Mhz). Le signal audio étant transmis au module via le microphone branché sur la prise jack présente sur la carte.

La 2ème carte, si elle est réglée sur le même canal que l'émetteur, doit recevoir ce signal, la traiter en l'amplifiant et la ressortir sur la prise jack où est branché les haut parleurs .

Les cartes seront alimentées par des piles de 9 à 12V.[1]

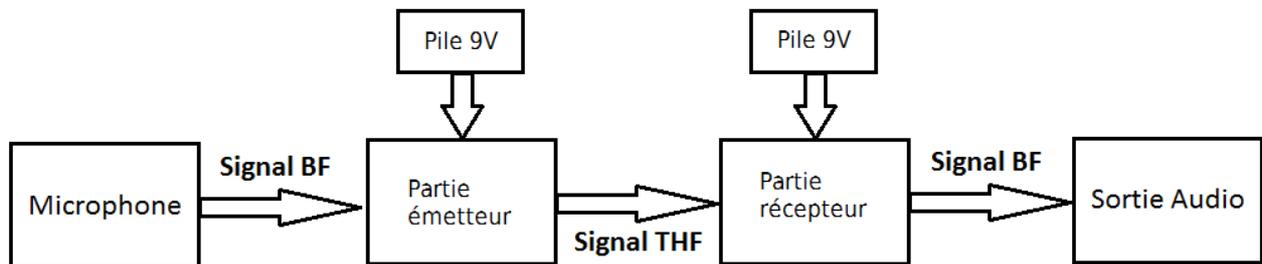


Illustration 1: Schéma global

2.2. Étude de l'émetteur

La 1^{er} carte est composée de 3 parties qui interviennent dans un ordre chronologique précis puisque chacune d'entre elles possède un objectif propre. Elle peut répondre au schéma de principe suivant :

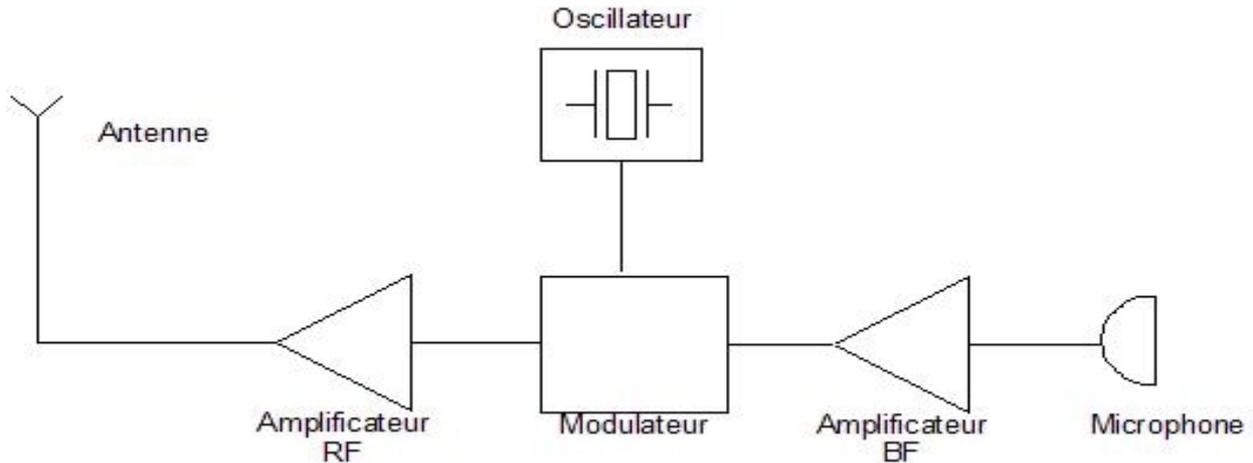


Illustration 2: Schéma de principe de l'émetteur

La première partie « Microphone » est composée d'un microphone intégré au casque audio. Il est alimenté par un circuit d'alimentation constitué des résistances R_1 et R_2 ainsi que du condensateur C_1 . La résistance R_1 branché en parallèle avec le condensateur C_1

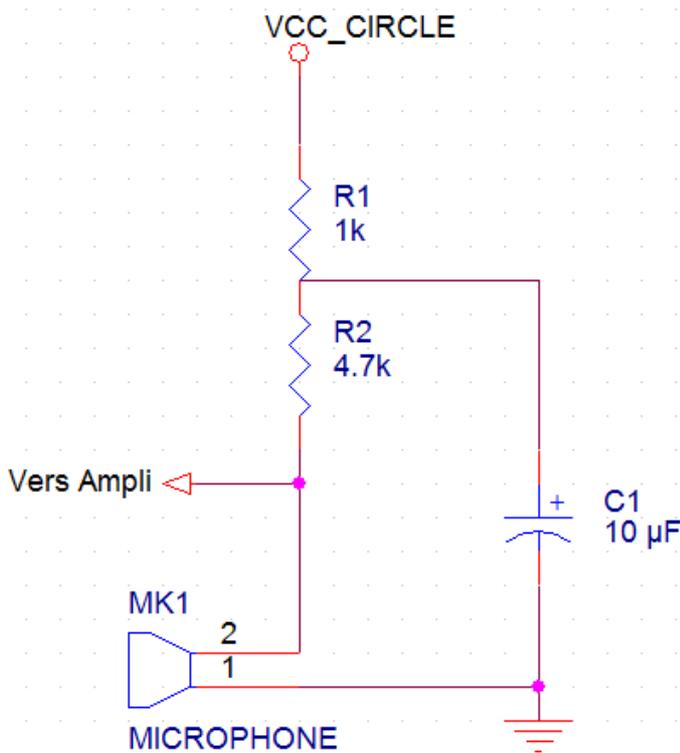


Illustration 3: Schéma microphonne

permet de faire un filtre RC et ainsi de filtrer une éventuelle composante alternative. Quant à la résistance R_2 , elle sert à faire chuter la tension. En effet les microphones fonctionnent en général sous 3V avec une intensité de 2mA.

Soit avec une alimentation de 12V :

$$R_2 = \frac{V_e - V_{micro}}{I_{micro}} = \frac{(12 - 3)}{2 \cdot 10^{-3}} = 4500 \Omega \quad \text{D'où}$$

une résistance $R_2 = 4,7 \text{ K}\Omega$.

Le signal électrique obtenu par le microphone est ensuite acheminé au travers de C_2 qui sert de condensateur de liaison et qui supprime donc la composante continue contenu dans le signal.

Le signal est ensuite acheminé à un amplificateur. Il est ici nommé IC1. Et Il permet d'amplifier le signal obtenu par le micro afin d'augmenter celui ci puisque le seuil d'entrée du modulateur est de 100mv. Le gain de l'AOP est réglable grâce au potentiomètre P₁.

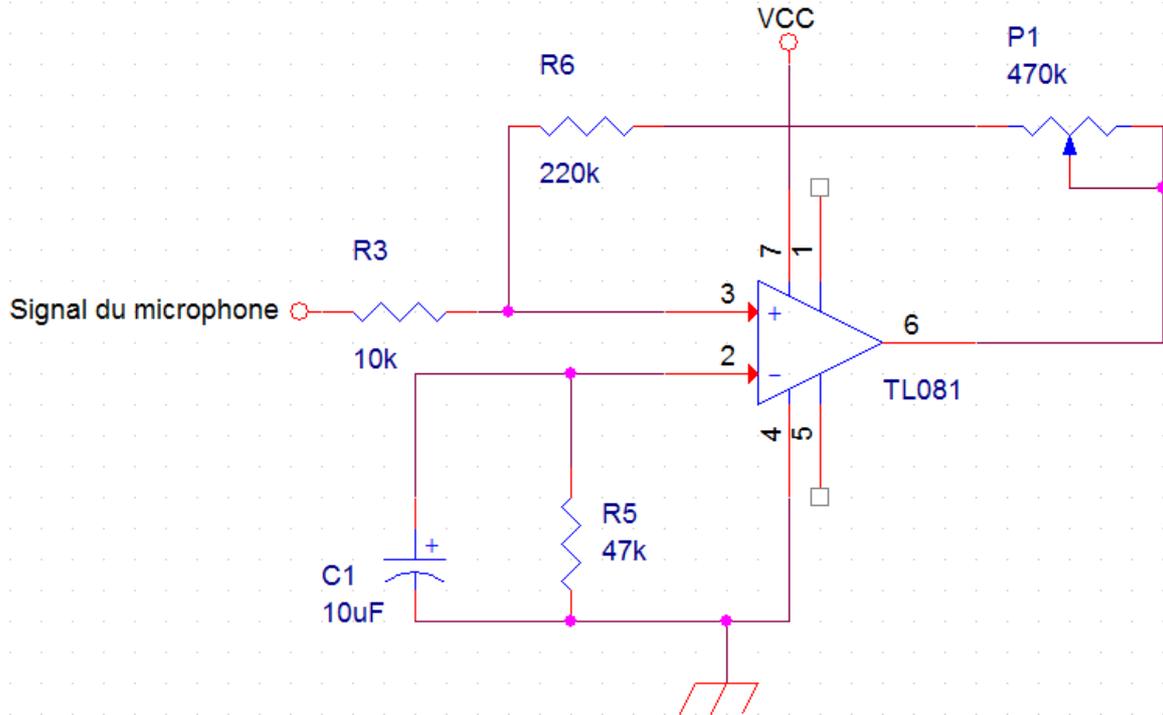


Illustration 4: schéma AOP

On peut donc calculer l'amplification de ce dernier pour les valeurs Max et Min de P₁.

$$V_{S_{max}} = -V_e \frac{(R_6 + P_1)}{R_3} \quad \text{donc} \quad A = \frac{V_s}{V_e} = \frac{(R_6 + P_1)}{R_3} = \frac{-220 + 470}{10} = -39$$

$$V_{S_{min}} = -V_e \frac{R_6}{R_3} \quad \text{donc} \quad A = \frac{V_s}{V_e} = \frac{R_6}{R_3} = \frac{-220}{10} = -22$$

On voit donc que l'amplification maximal de ce montage à AOP est de 39, il faut donc au minimum un signal de 2,56 mV en entrée de R₃.

Ensuite le signal rentre dans le module émetteur Aurel FM-TX Audio :

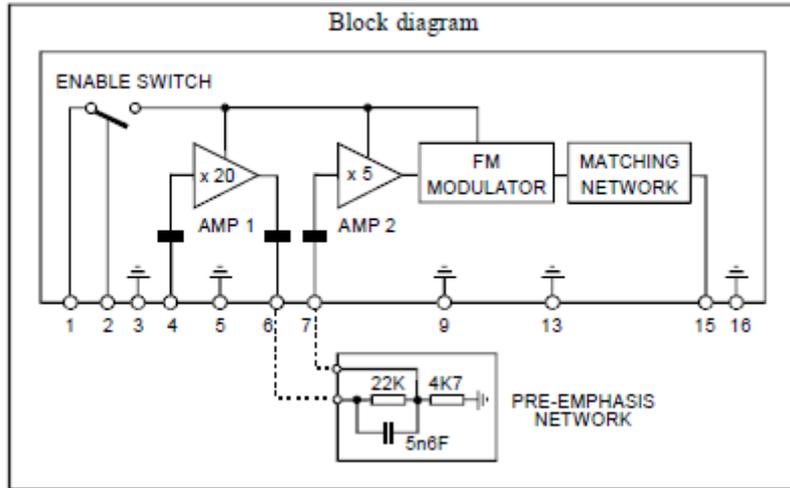


Illustration 5: Bloc Diagramme TX-FM Aurel Audio

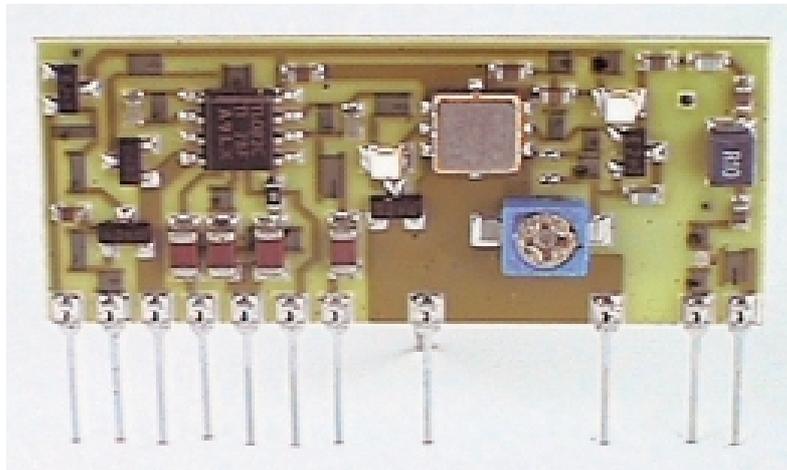


Illustration 6: Photo TX-FM Aurel Audio

[2]

On remarque dans un premier temps deux AOP : AMP 1 et AMP2 qui servent respectivement à amplifier le signal de 20 et 5 . Nous avons ensuite réalisé le circuit de « Pre-Emphasis Network » qui sert à égaliser les basses et les aigus afin de rendre la modulation FM du signal plus stable. Ici le circuit est composé de C_6 , R_7 , et R_8 . Il est nécessaire afin d'améliorer la qualité de transmission des fréquences les plus élevées puisque lorsque le pilote parlera au micro il est possible qu'il parle trop prôt et donc qu'il sature l'AOP.[3]

Nous rentrons donc après ces deux montages dans le modulateur FM qui va moduler notre signal à une fréquence de 433Mhz.

Une fois passé en HF, le signal sera transmis via l'antenne à une fréquence d'environ 433MHz.

La longueur nécessaire de l'antenne se calcule par la formule suivante :

$$\lambda = \frac{C}{\text{Fréquence du signal}} \quad \text{avec } \lambda = \text{Longueur d'onde et } C = \text{vitesse de la lumière} = 3.10^8 \text{ m/s}$$

$$D'ou \lambda = \frac{3.10^8}{433,93.10^6} = 78,3 \text{ cm}$$

Dans notre projet nous utiliserons des antennes Quart-d'onde (pour des raisons d'encombrement) où la longueur de l'antenne est donc égale à $\frac{1}{4}$ de la longueur d'onde λ .

Donc $L_{\text{antenne}} = \frac{1}{4} \times \lambda = \frac{78,3}{4} \approx 17,3 \text{ cm}$ Nous utiliserons donc une antenne Quart-d'onde de 17cm puisque le terrain de Kart ne faisant qu'une centaine de mètre, une meilleure antenne n'est pas nécessaire.

Le signal est donc transformé en onde électromagnétique au niveau de l'antenne afin d'être propagé.

Une fois le montage correctement étudié nous avons procédé à son élaboration sous Orcad (schéma électrique ainsi que typon) :

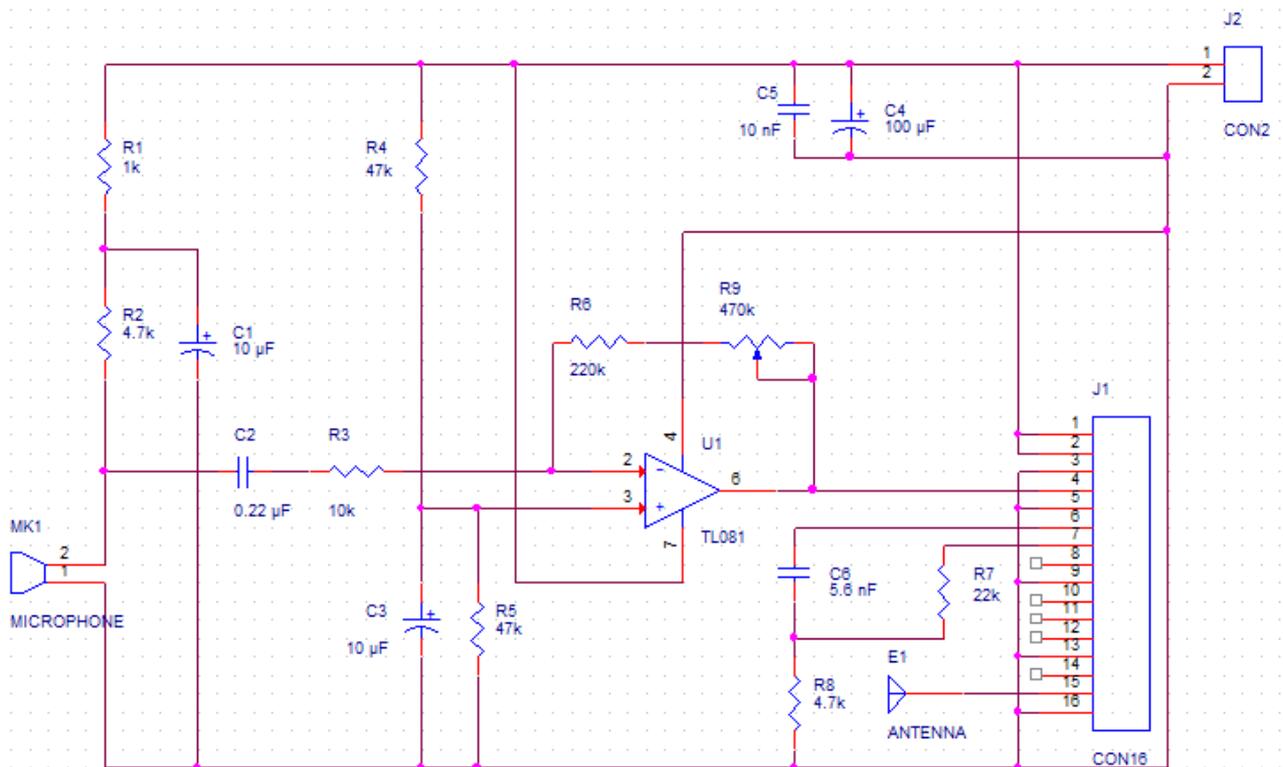


Illustration 7: Schéma électrique émetteur

2.3. Étude du Récepteur

La 2nd carte est elle aussi composée de 3 parties. Pour être en concordance avec l'émetteur nous avons utilisé un module Aurel RX FM Audio, puis un régulateur et un amplificateur. Cette carte peut être représenté selon ce schéma :

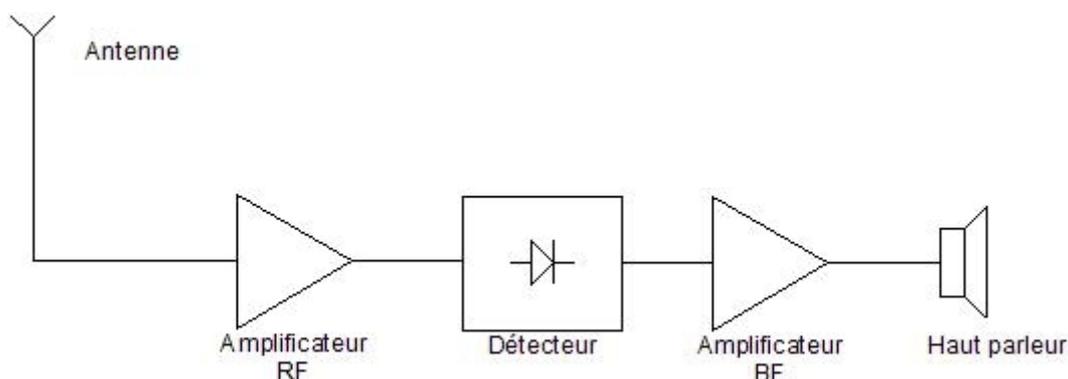


Illustration 8: Schéma de principe du récepteur

[4]

Le signal envoyé par l'émetteur est reçu au niveau de l'antenne puis entre dans le module Aurel RX FM Audio (ici représenté par un amplificateur Radiofréquence, un détecteur et un Amplificateur Basse fréquence) et arrive enfin au niveau du haut parleur.

De même que pour l'émetteur l'antenne est une quart-d'onde. Nous calculons la même longueur, soit 17 cm.

Le module Aurel RX FM Audio est alimenté en 3V tandis que le module Aurel TX FM est alimenté en 9-12V. Le récepteur est donc composé d'un Amplificateur Radiofréquence pour atténuer la fréquence du signal. Ensuite pour retrouver le signal modulant dans le signal modulé, il faut procéder à une démodulation du signal. Cette opération de démodulation consiste à détecter l'enveloppe supérieure du signal. C'est la phase du détecteur. Puis le signal est amplifié en basse fréquence afin d'arriver correctement dans les hauts parleurs.

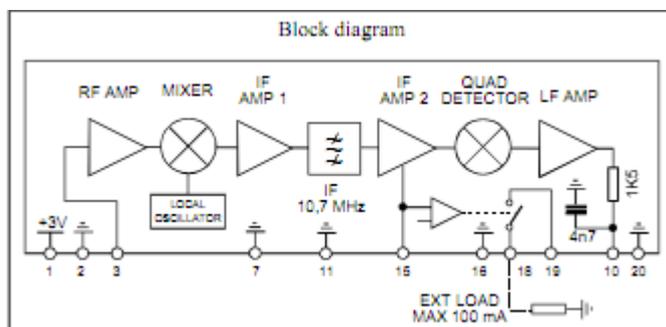


Illustration 9: Bloc Diagramme RX-FM Aurel Audio

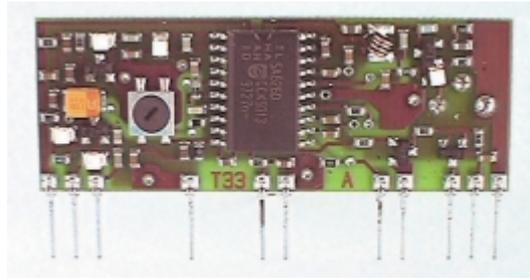


Illustration 10: Photo RX-FM Aurel Audio

Nous pouvons observer, d'après le schéma du dessus que l'entrée du signal se fait sur la patte 3 et la sortie audio est en patte 10.

A la sortie du module, nous ajoutons un amplificateur TLC 272 . Cet amplificateur est alimenté par la patte 18 du module. Cette patte est reliée au circuit du silencieux ce qui permet de ne pas alimenter l'amplificateur constamment. Il ne sera alimenté que lorsque la tension de seuil du circuit silencieux sera atteinte. Cette tension de seuil est réglable via le potentiomètre P_2 ce qui permet de traiter que les « vrais signaux », c'est à dire que l'on règle P_2 pour régler la sensibilité de réception et donc pour ne pas traiter les bruits qui peuvent être transmis mais uniquement les paroles.

On remarque aussi la présence d'un régulateur 5 volts monté avec des condensateurs de découplage qui permettent de supprimer les courants variables qui peuvent être présent dans le circuit. Ainsi cela permet d'obtenir du 9-12V une tension strictement continue sur la patte 15 du module Aurel RX FM audio afin d'alimenter le montage silencieux.

3. Prise Jack

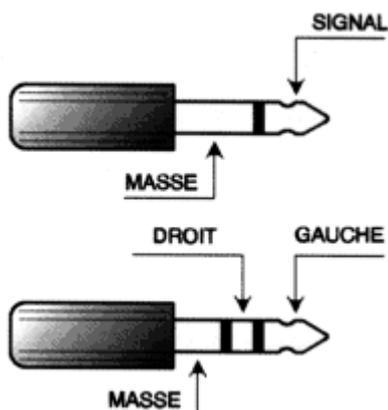


Illustration 12: Prise Jack connectiques

Le son ainsi que le microphone seront raccordés à nos cartes via des prises jack. Ce sont des connecteurs très utilisés dans le domaine de connectique audio (tel que les MP3, les enceintes, etc..)

Dans notre projet nous utiliserons des prises Jack mono. C'est à dire qu'il n'y aura pas de différences entre le son à droite et le son à gauche, le son qui sortira sera une moyenne des deux.

Il existe principalement trois prises jack mâle différentes :

les prises jack de 6, 3,5mm, et ceux de 2,5mm. Nous utiliserons une prise jack femelle 3,5mm sur nos cartes, car ce

sont celles qui sont le plus répandu.

Pour le branchement nous respectons le schéma ci-dessus, c'est à dire la masse sur la broche 1 pour la masse et 5 pour le signal.

[5]

4. Suivi du Projet

Durant ce projet nous avons principalement passé du temps sur l'étude du schéma avec sa compréhension. Principalement sur les branchements Jack puisque c'était la première fois pour nous que nous en faisons une. Nous avons ensuite réalisé le schéma électrique puis un typon pour chaque carte que nous avons essayé de rendre le plus propre possible en évitant les vias (d'où un gabarit plus important que prévu de la carte).

Nous n'avons pas pu réaliser les tests voulus, car nous n'avons pas réussi à obtenir notre module récepteur RX FM Audio. Et travaillant à très haute fréquence (433Mhz) il ne nous était pas possible de ne tester que l'émetteur.

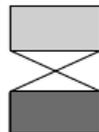
5. Planning prévisionnel et planning réel

Taches \ Planning	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Prise de connaissance du sujet	■				■	■			
Recherche d'informations	■	■	■		■	■			
Réalisation du typon		■	■	■	■	■	■		
Soudure			■	■	■	■	■		
Assemblage					■	■	■	■	■
Test					■	■	■	■	■
Rédaction du projet					■	■	■	■	■

Planning prévisionnel

Planning réel

Vacances scolaire



Comme nous pouvons le voir sur le planning ci-dessus, nous n'avons pas pu respecter le planning prévisionnel, car en semaine 13 nous n'avons toujours pas reçu les modules commandés en semaine 7. Ce qui a décalé nos prévisions mais on a su y faire face en s'organisant autrement. Nous avons conçu les cartes et fait une étude de celle-ci. Cela nous a juste repoussé le moment de l'assemblage avec les modules.

Conclusion

Notre projet respecte bien le cahier des charges préalablement établi . Cependant nous ne savons pas à quelle distance le récepteur peut recevoir un signal puisque nous n'avons pu finir la carte réceptrice mais d'après la documentation technique elle devrait largement atteindre les 100m.

Ce projet n'a pas pu être terminé dans les temps. Nous avons approfondi notre technique dans l'utilisation des datasheets et l'utilisation des prises jack femelles sur circuit imprimé.

Après réalisation nous confirmons notre hypothèse de départ, c'est à dire qu'il est plus rentable d'acheter des talkies-walkies dans le commerce puisqu'ils sont moins encombrant et surtout beaucoup moins onéreux .

Bibliographie

- 1: , , 2008, http://cil20beau.free.fr/latex/projet_elec.pdf
- 2: , , , <http://www.selectronic.fr/tx-fm-audio-module-aurel-emetteur-433-92mhz-fm.html>
- 3: , , , <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/SGSThomsonMicroelectronics/mXvvzu.pdf>
- 4: F1UFY, , , <http://www.electronique-radioamateur.fr/radio/emission-reception/emetteur-recepteur-direct.php#>
- 5: Christian Tavernier, , 2011, <http://www.tavernier-c.com/jacks.html>

Index des illustrations

Illustration 1: Schéma global.....	7
Illustration 2: Schéma de principe de l'émetteur.....	8
Illustration 3: Schéma microphone.....	8
Illustration 4: schéma AOP.....	9
Illustration 5: Bloc Diagramme TX-FM Aurel Audio.....	10
Illustration 6: Photo TX-FM Aurel Audio.....	10
Illustration 7: Schéma électrique émetteur.....	11
Illustration 8: Schéma de principe du récepteur.....	12
Illustration 9: Bloc Diagramme RX-FM Aurel Audio.....	12
Illustration 10: Photo RX-FM Aurel Audio.....	13
Illustration 11: Schéma électrique Récepteur.....	14
Illustration 12: Prise Jack connectiques.....	15

Annexes