

RAPPORT DE PROJET:

P13: Émetteur-Récepteur dans la bande 5775-5825 MhZ

Arthur Reviron



Table des matières:

I - Choix de la technique de modulation

- Modulation AM
- Modulation FM

II - Conception du circuit

- Emetteur
- Récepteur

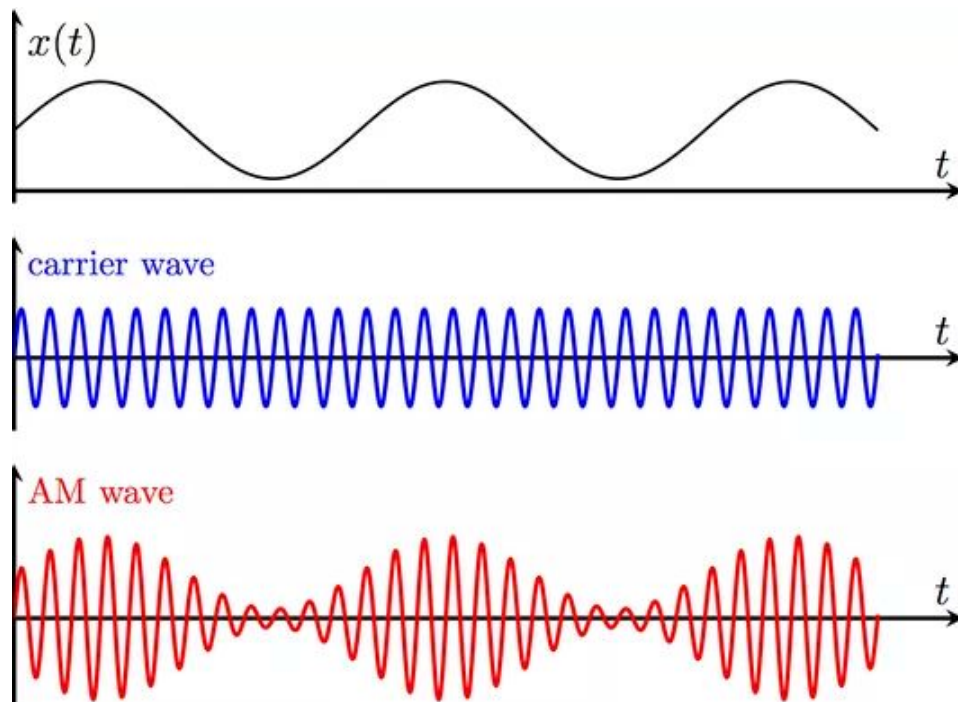
III - Difficultés rencontrées

I - Choix de la technique de modulation

Avant de démarrer la conception du circuit, il convient d'abord d'étudier les différents types de modulations existants afin de d'utiliser celle la plus à même de donner des résultats probants à haute fréquence. Nous allons concentrer notre étude sur deux types de modulation: la modulation AM (Amplitude modulation) et la modulation FM (Frequency Modulation).

- Modulation AM

La modulation AM repose sur un principe très simple: la variation d'amplitude d'un signal porteur en fonction du signal modulant.



Pour obtenir cette variation d'amplitude, on multiplie le signal modulant par le signal porteur afin de translater celui-ci à la fréquence de modulation souhaitée. Cette multiplication est caractérisée par les équations suivantes:

signal modulant:

$$m(t) = A_m * \cos(\omega_0 t)$$

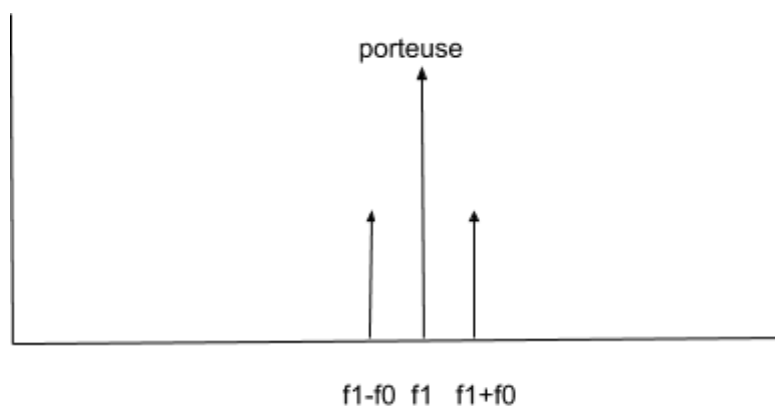
porteuse:

$$p(t) = A_p * \cos(\omega_1 t)$$

En multipliant ces deux signaux, on obtient en sortie le signal suivant:

$$\begin{aligned} s(t) &= A_m * \cos(\omega_0 t) * A_p * \cos(\omega_1 t) \\ &= \frac{A_m * A_p}{2} * [\cos((\omega_1 - \omega_0)t) + \cos((\omega_1 + \omega_0)t)] \end{aligned}$$

On retrouve avec $s(t)$ le signal modulé souhaité. L'amplitude du signal modulé dépend donc de l'amplitude des deux signaux, symbolisé par l'indice de modulation.) On obtient ainsi le spectre de fréquence suivant:

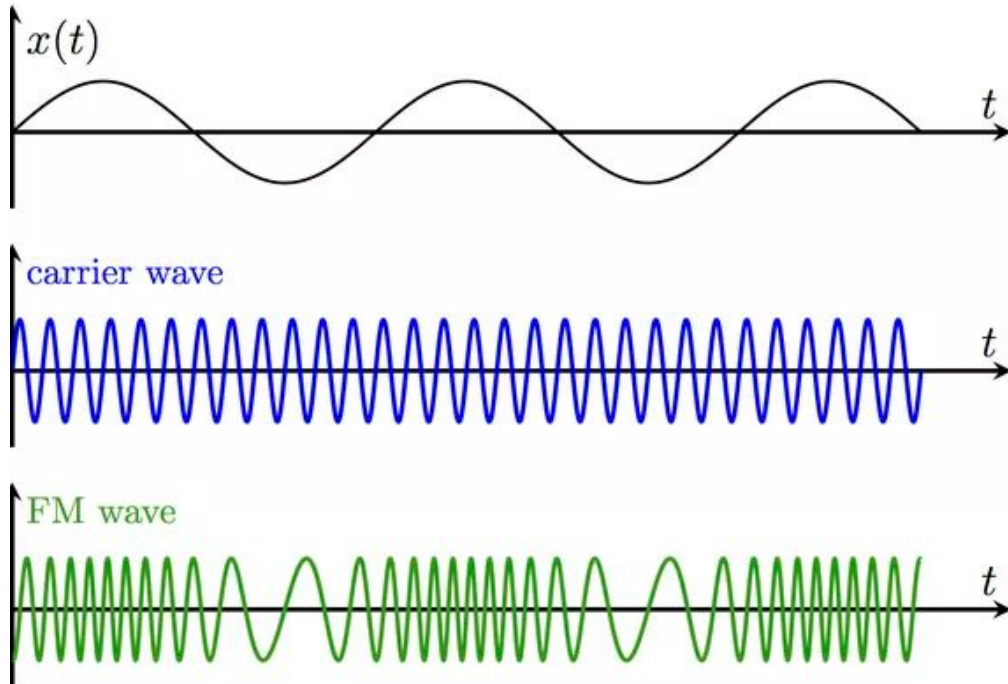


On retrouve ici le signal modulé de part et d'autre de la porteuse.

Si ce type de modulation est très facile à mettre en oeuvre, il n'est cependant pas adapté dans notre cadre. En effet, nous cherchons à transmettre le signal de la manière la plus fidèle. Cette modulation étant faite en fonction de l'amplitude, elle est de facto très sensible aux variations d'amplitudes causées par le bruit inhérent aux transmissions sans fil. On privilégiera donc la modulation FM, plus adaptée à la transmission sans fil.

- Modulation FM

Comme son nom l'indique, la modulation de fréquence transmet l'information d'un signal *modulant* via une *porteuse* dont la fréquence varie.



Cette modulation est bien plus robuste au bruit que la modulation AM. On la caractérise par les équations suivantes:

signal modulant:

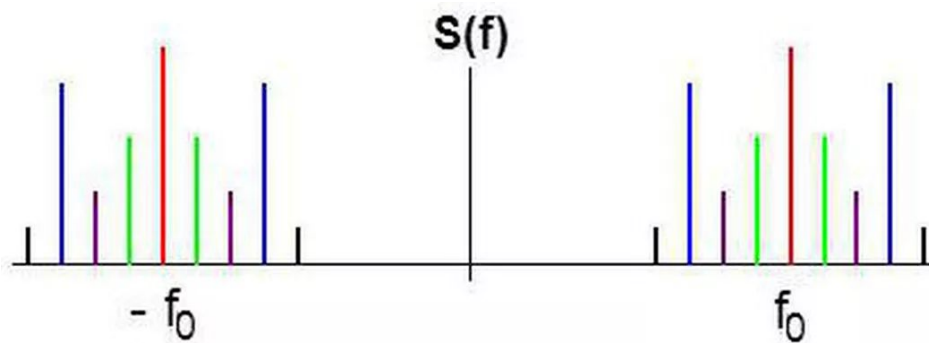
$$m(t) = A_m * \cos(\omega_0 t)$$

porteuse:

$$p(t) = A_p * \cos(\omega_1 t)$$

Signal modulé en fréquence:

$s(t) = A_p * \cos(2\pi \int_0^t f(\tau) d\tau)$ avec f = correspondant à la fréquence instantanée de l'oscillateur. On obtient le spectre suivant:

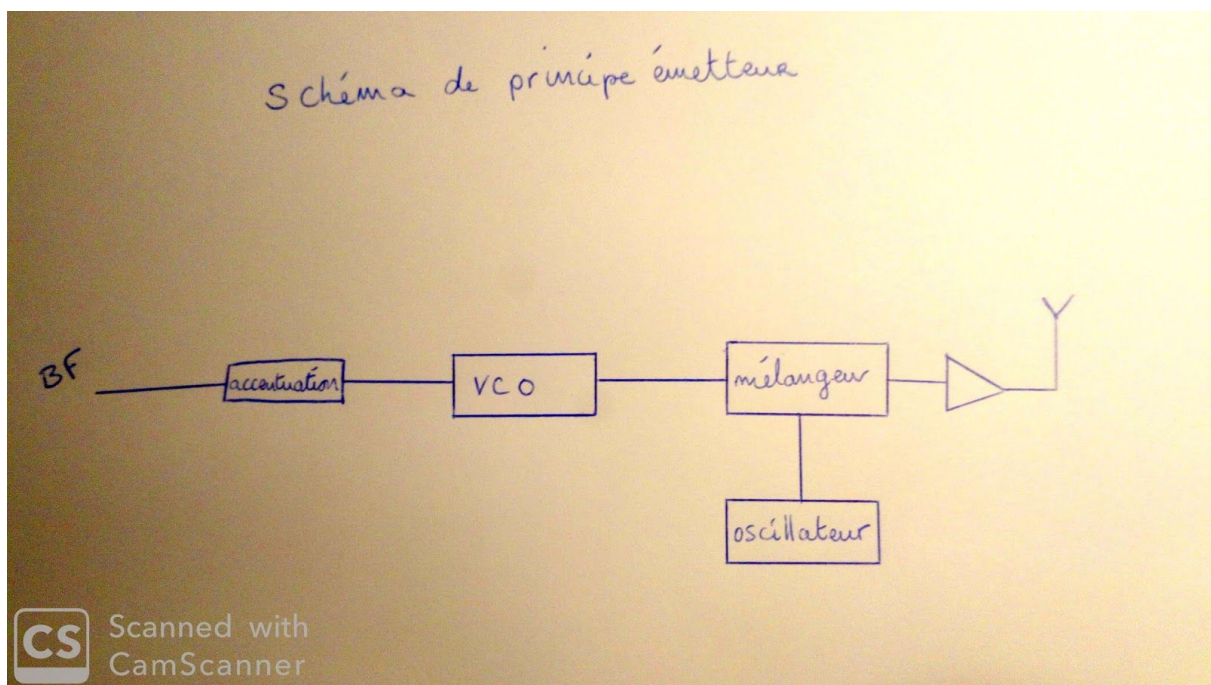


La modulation de fréquence engendre un nombre d'harmoniques infinies, ce qui peut sembler contradictoire avec la nécessité d'utiliser une modulation efficace. En effet, comment faire rentrer toutes ses harmoniques qui transmettent en théorie chacune un "morceau" d'information dans une bande passante limitée? En fait, la règle de Carson indique que 98% environ de la puissance du signal modulé est comprise dans l'intervalle suivant: $2 * (f\Delta + f_{max})$, ou $f\Delta$ est l'excursion maximale de la fréquence instantanée et f_{max} est la plus grande fréquence à transmettre. On peut donc finalement transmettre notre signal dans une bande passante limitée (bien que plus grande qu'en modulation AM).

II - Conception du circuit

Après avoir sélectionné la modulation FM comme technologie de modulation, nous allons maintenant concevoir et dimensionner le circuit permettant d'effectuer cette modulation/démodulation.

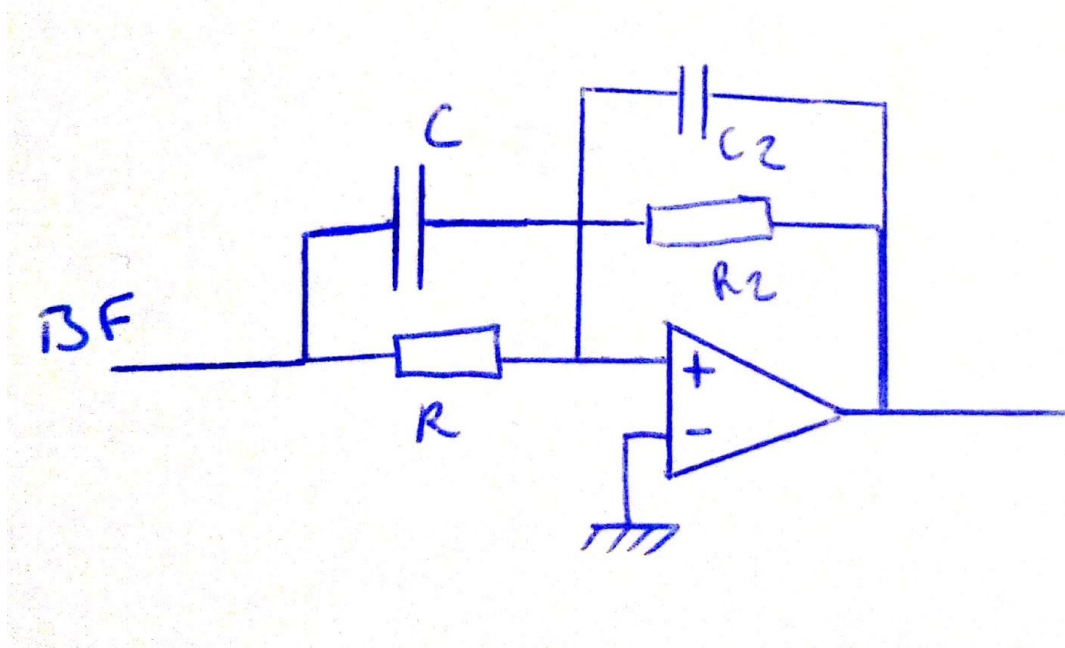
- Emetteur



On retrouve sur ce schéma les différents blocs de notre circuit émetteur: le signal modulant entre d'abord dans un circuit de préaccentuation, avant d'être modulé par le VCO puis transposer à la fréquence de transmission souhaitée par le mélangeur.

circuit de préaccentuation:

Lorsque l'on cherche à transmettre du son, les fréquences les plus aigües ont bien souvent une amplitude plus faible que les fréquences plus basses, et sont donc plus sensibles au bruit. Pour remédier à ce problème, on met en place un circuit de préaccentuation avant de moduler notre signal. Ce montage aura pour effet d'amplifier le signal à partir d'une fréquence de coupure donnée:



La fréquence de coupure pour laquelle le signal commencera à être amplifié est la suivante: $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$

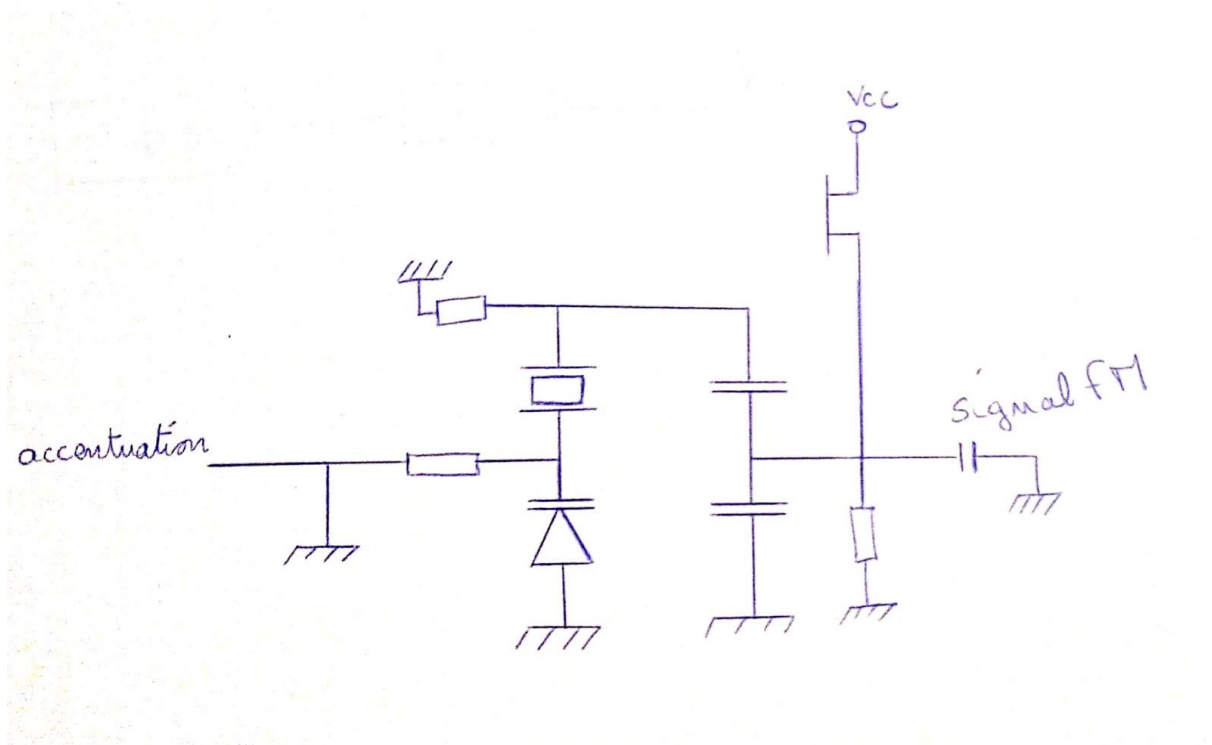
Pour un signal "voix", la norme européenne est de débiter l'accentuation à 3180 Hz.

On choisira donc les valeurs de R et de C suivantes:

- R = 47 K Ω
- C = 1nF

VCO:

Après avoir pré accentué le signal, on le module à l'aide d'un VCO basé sur un oscillateur à Quartz:

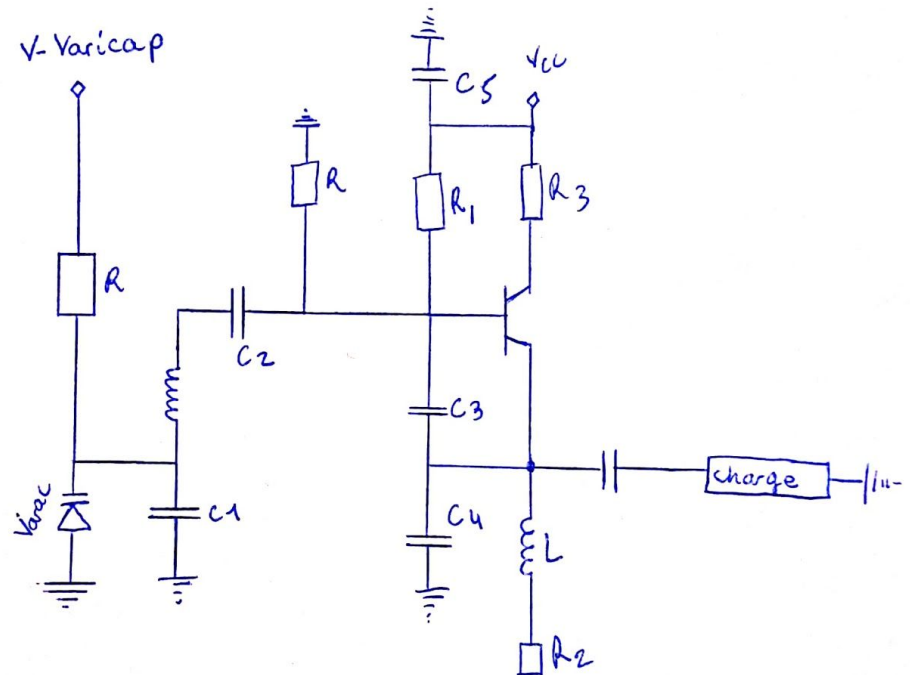


On note le circuit oscillant composé du quartz, des deux capacités en parallèles et de la Varicap. C'est elle qui va nous permettre de transformer cet oscillateur en VCO. En effet, une Varicap est une inductance variant en fonction de la tension à ses bornes. Ainsi, le fait de modifier cette inductance va modifier la fréquence d'oscillation du circuit oscillant, et donc moduler le signal en fréquence. En sortie, on obtient un signal FM.

Mélangeur et oscillateur à 5Ghz

Afin de transmettre le signal modulé, nous allons maintenant le moduler à la fréquence souhaitée à l'aide d'un oscillateur de Clapp et d'un mélangeur.

Oscillateur de Clapp;



Cette oscillateur permet de transposer le signal modulé à la fréquence souhaitée (Ici 5,8GHz). On remplacera la varicap par un condensateur "fixe" afin de transformer ce VCO en oscillateur à fréquence constante.

dimensionnement de l'oscillateur:

Pour la partie oscillation, on choisi les composants suivants:

$$C1=1\text{pF}$$

$$C3=C4=0.1\text{pF}$$

$$L=15.7\text{nH}$$

$$Cv=0.275\text{pF (remplacement de la varicap par un condensateur)}$$

Pour la polarisation du transistor, on choisi les composants suivants:

R=10Kohms

C5=100pF

R1=3Kohms

R3=100ohms

R2=220ohms

L(inductance de shock)~20nH

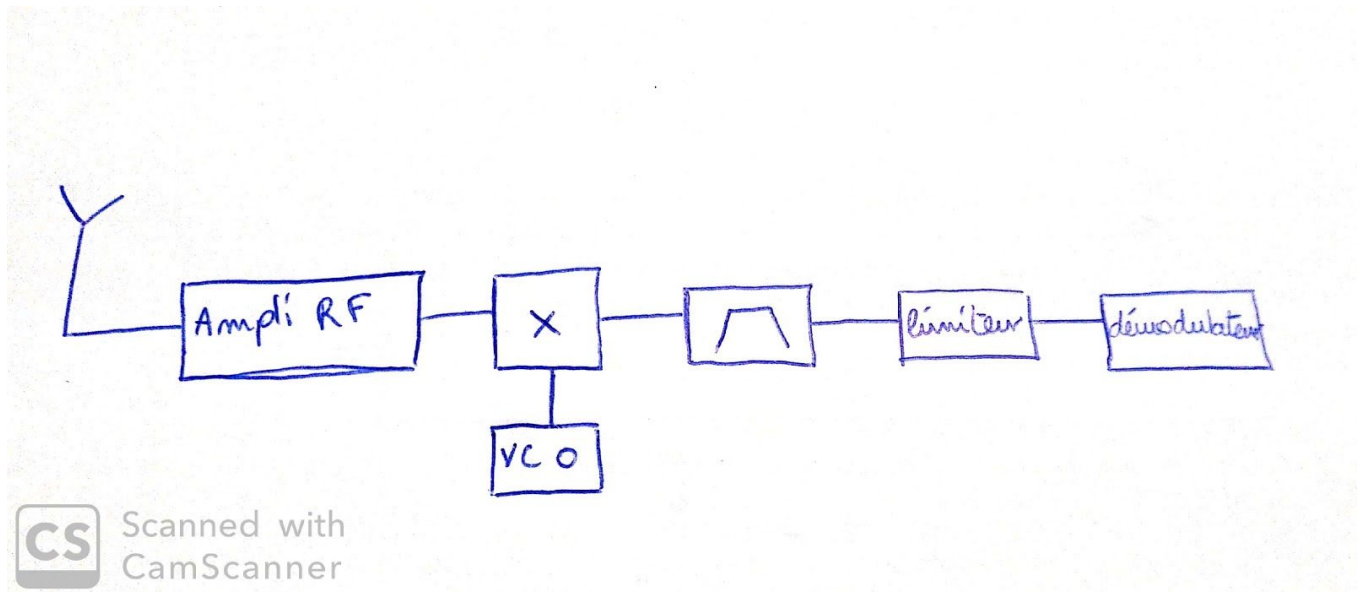
Ce signal est ensuite transmis par une antenne dimensionnée de la manière suivante:

à 5,8Ghz, on a la longueur d'onde suivante: $\lambda = \frac{c}{f} = 5 \text{ cm}$

On peut ainsi prendre une antenne $\frac{1}{4}$ d'onde de 1.25cm.

- Récepteur:

Le schéma du démodulateur est le suivant:

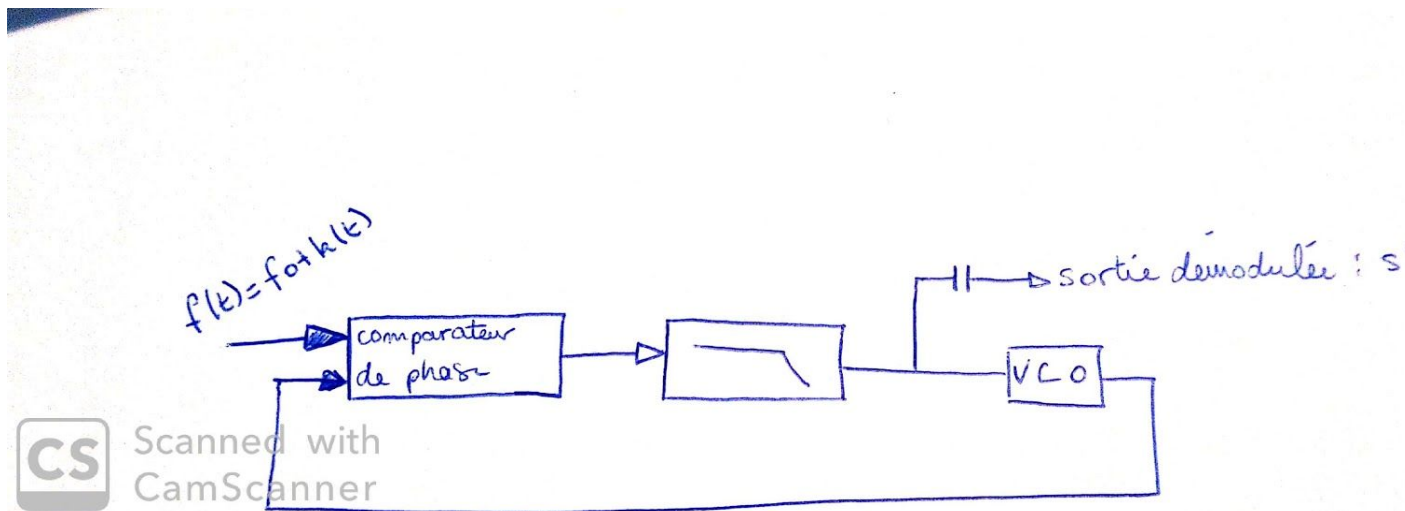


L'antenne de réception à les mêmes dimensions que l'antenne d'émission.

Le multiplieur permet de transposer le message modulé dans sa bande de fréquence usuelle, et il possède la même fréquence f_0 que le VCO de l'émetteur. On récupère ensuite le message contenant les informations en filtrant les harmoniques à l'aide d'un filtre passe bande centré en f_0 .

Le limiteur agit comme un compresseur et va permettre de d'égaliser les amplitudes de chaque pic de la sinusoïde à traiter.

Le démodulateur est quant à lui composé d'une boucle à verrouillage de phase. Son schéma est le suivant:



Il fonctionne de la manière suivante: le message à démoduler est envoyé dans un comparateur de phase avec le signal du VCO utilisé pour la modulation. La comparaison de phase entre ces deux signaux permet d'extraire un signal fonction de la différence de phase entre ces deux signaux. Le signal extrait est ensuite envoyé dans un filtre passe-bas pour éliminer les éventuelles harmoniques parasites. La capacité de liaison située avant la sortie du montage permet d'éliminer la composante continue.

III - Difficultés rencontrées

Ce projet fut très clairement raté. Je ne suis pas assez rigoureux pour pouvoir effectuer un projet de cette ampleur et cela s'en ai clairement ressenti dans mon travail. Le nombre conséquent d'informations concernant ce projet on fait que je me suis très vite perdu, et ai perdu un temps fou avant de concevoir mon architecture. Je n'ai ainsi pas eu le temps de concevoir pratiquement mon architecture, ni même de faire des tests.