

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبي بكر بلقايد- تلمسان
Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen
كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

Département de Génie Electrique et Electronique (GEE)
Filière : Electronique



MASTER INSTRUMENTATION
PROJET DE FIN D'ETUDES

Présenté par : **SAKER MOHAMMED & MEHIAOUI ABDELGHANI.**

Etude et réalisation pratique d'un générateur de fonctions (GBF)

Soutenu en 30 juin 2021, devant le jury composé de :

M ^r Bouazza Benyounes	Prof	Univ. Tlemcen	Président
M ^r Nemmiche Ahmed	MCB	Univ. Tlemcen	Encadreur
M ^r Benaïssa Mohammed	Prof	Univ. Tlemcen	Examineur

Année Universitaire 2020-2021

REMERCIEMENTS

Du fond du cœur, nous tenons à témoigner notre reconnaissance à Monsieur Nemmiche Ahmed pour avoir accepté de nous encadrer. Enseignant rigoureux et attentionné, ses remarques et suggestions nous ont permis d'avancer dans notre travail.

Nous remercions vivement Monsieur Bouazza Benyounes de nous avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Nous remercions également Monsieur Benaissa Mohammed de nous avoir fait l'honneur d'être parmi les membres de jury.

Nous réservons cependant le meilleur de notre reconnaissance à nos parents respectifs pour leurs soutiens et leurs encouragements sans limites ainsi qu'à toute personne ayant participé de près ou de loin à ce modeste travail.

DÉDICACES

A mes **chers parents** pour leur soutien inconditionnel et leur encouragement durant toutes ces années d'études.

A mon frère **Ahmed** et à ma sœur **Dounia** pour leur amour.

A mes grands-parents et tout particulièrement à ma grand-mère **El Hadja Zineb** pour ses précieux conseils.

A mon binôme **Abdelghani** ainsi que tous mes amis.

Je dédie ce modeste travail.

SAKER MOHAMMED

DÉDICACES

Avant tout, je tiens à remercier le bon **Dieu**, et l'unique qui m'offre le courage et la volonté nécessaire pour affronter les différentes difficultés de la vie.

Je dédie ce modeste travail à :

A mes **chers parents**, pour tous leurs sacrifices, leur amour et leurs prières tout au long de mes études.

A mes grands-parents et tout particulièrement à ma grand-mère **El Hadja FATNA** pour ses précieux conseils.

A mes chers frères : **Smaine & Mohammed Réda & Merouane & Mohammed Younes & Chaib & Walid.**

A mes sœurs : **Yamina & Fayza & Saliha & Nadjla & Ibtissem.**

Mes chers amis : **Mohammed & Sofiane & Kacem & Islam.**

A tous mes connaissances.

A tous mes amis.

Merci d'être toujours là pour moi.

MEHLAOUI ABDELGHANI

SOMMAIRE

Listes des figures

Listes des tableaux

Introduction générale.....1

Chapitre I. Généralités sur les oscillateurs.....2

I.1. Généralités [1]3

I.2. Définition de l'oscillation.....3

I.3. Grandeurs caractéristiques des oscillateurs.....4

I.3.1. Période et fréquence4

I.4. Principaux types d'oscillateurs [2]4

I.4.1. Oscillateurs à résistance négative4

I.4.2. Oscillateur LC à réaction5

- Oscillateur Colpitts.....5

- Oscillateur Hartley.....6

- Oscillateur Clapp.....7

- Oscillateur à quartz.....7

I.4.3. Oscillateur à point de Wien [9]8

I.4.4. Oscillateur contrôlé par tension [10]8

I.4.5. Oscillateur à réseau déphaseur.....9

I.5. Conclusion.....9

Chapitre II. Présentation et description des outils du projet10

II.1. Oscillateur contrôlé par une tension.....11

II.1.1. Boucle à verrouillage de phase (PLL) [12]11

II.1.2. Le signal FM [13]11

II.2. Types d'oscillateur VCO [15] 12

II.2.1. Le VCO linéaire..... 12

II.2.2. Le VCO idéal.....	12
II.3. La présentation du circuit intégré XR2206 [16]	14
II.3.1. Caractéristiques électriques et Brochage.....	14
II.3.2. Composition de XR2206.....	16
II.4. Oscillateur commandé par tension utilisant le CI LM 566 [17].....	17
II.5. Conclusion.....	17
Chapitre III.Simulations et Réalisations.....	18
III.1. Introduction.....	19
III.2. Le générateur basse fréquence.....	19
III.2.1. Schéma du circuit électrique.....	20
III.3. Schéma du circuit imprimé.....	21
III.4. Tests pratiques.....	23
• Circuit pratique.....	24
• Circuit général.....	24
III.4.1. Tests des signaux sinusoïdaux et triangulaires	25
III.4.2. Tests des variations de fréquences.....	26
III.4.2.1. Le premier condensateur.	26
III.4.2.2. Le deuxième condensateur.....	27
III.4.2.3. Le troisième condensateur	28
III.4.3. Tests des variations de l'amplitude.....	30
III.5. Conclusion.....	30
Conclusion générale.....	31
Références.....	32
ANNEXE.....	33
Résumé.....	37

LISTES DES FIGURES

Chapitre I : Généralités sur les oscillateurs

Figure I.1 : Schéma synoptique d'un oscillateur.	4
Figure I.2 : Oscillateur à résistance négative.....	5
Figure I.3 : Schéma principe d'un oscillateur Colpitts.	6
Figure 1.4 : Schéma de principe d'un oscillateur Hartley.	6
Figure I.5 : Schéma de principe de l'oscillateur Clapp.....	7
Figure I.6 : Schéma équivalente de quartz.	8
Figure I.7 : Filtre de Wien (Filtre passe bande).	8
Figure I.8 : Capacité de transition d'une jonction PN.	9
Figure I.9 : Oscillateur à réseau déphaseur.....	10

Chapitre II : Présentation et description des outils du projet

Figure II.1: Schéma synoptique de la boucle à verrouillage de phase.....	12
Figure II.2: Schéma représente la production du signal FM.....	13
Figure II.3: Schéma représente la variation de self d'un bobinage par saturation du noyau.....	14
Figure II.4 : Schéma représente comment faire varier la fréquence d'un oscillateur Colpitts avec un pont de Varicaps.	14
Figure II.5: le circuit intégré XR 2206.	15
Figure II.6: Schéma interne de XR2206.	16
Figure II.7: Schéma blocs du circuit intégré XR2206.	17
Figure II.8: Oscillateur commandé par tension en utilisant le LM566.....	18

Chapitre III : Simulations et réalisations

Figure III.1 : Schéma électrique de GBF.	24
Figure III.2. Schéma électrique de GBF basé sur le VCO-XR2206.....	25
Figure III.3 : Schéma du circuit imprimé de GBF basé sur le VCO-XR2206.....	26
Figure III.4 : Image 3D de GBF basé sur le VCO-XR2206 obtenue sous l'environnement ARES....	27
Figure III.5 : Tests pratiques appliqués à notre GBF pour générer des signaux sinusoïdaux.....	29
Figure III.6 : Tests pratiques appliqués à notre GBF pour générer des signaux triangulaires.....	30
Figure III.7 : Tests pratiques appliqués à notre GBF pour la premier capacité C1.....	31
Figure III.8 : Tests pratiques appliqués à notre GBF pour la deuxième capacité C2.....	32
Figure III.9 : Tests pratiques appliqués à notre GBF pour la deuxième capacité C3.....	33
Figure III.10 : Tests pratiques appliqués à notre GBF pour les variations de l'amplitude.....	34

LISTES DES TABLEAUX

Tableau I.1 : Grandeurs physiques de l'oscillateur.....	4
Tableau II.1 : La description des broches du XR2206.....	16
Tableau II.2 : Tableau des informations de XR-2206.	16
Tableau III.1 : Tableau des résultats pratiques pour les capacités de réglage de la fréquence.....	33

INTRODUCTION GÉNÉRALE

En électricité et en électronique, rien ne fonctionne sans la tension et le courant. Tout équipement nécessite un générateur. Tout phénomène périodique ou non admet une fréquence qui caractérise (tension et courant). Le générateur de signaux est utilisé pour essentiellement à des fins de tests. Il permet la création de différentes formes de signaux : sinus, carré, triangle ou encore rampe.

De nombreux paramètres de réglage permettent de modifier la forme du signal général. En effet, il est possible de modifier la fréquence et le rapport cyclique mais aussi de modifier l'amplitude du signal. C'est dans ce cadre que se situent les travaux présentés dans ce mémoire de fin d'études consacrés à la réalisation d'un générateur de fonctions (GBF).

Notre mémoire est composé de trois chapitres. Le premier est une étude qui présente les différents types d'oscillateurs et leurs conditions de fonctionnement.

Le deuxième chapitre s'intéresse à l'étude d'oscillateur contrôlé en tension (VCO), ainsi qu'à la présentation du circuit intégré XR2206 et celle d'un oscillateur commandé par tension en utilisant le CI LM 566.

Enfin nous avons présenté dans le dernier chapitre nos résultats concernant l'étude et la réalisation d'un générateur basse fréquence basée sur le XR2206.

**Chapitre I :
Généralités sur les oscillateurs**

Chapitre I : Généralités sur les oscillateurs

I.1. Généralités [1] :

Un oscillateur peut être défini comme un dispositif capable de générer une tension de sortie périodique.

La forme d'onde fournie peut être sinusoïdale ; rectangulaire ; l'oscillateur peut fournir une tension dans une très large plage de fréquences, la plage de fréquences peut aller de dix hertz à plusieurs mégahertz.

Un oscillateur est un appareil qui peut transmettre des signaux sans source de signal.

- **Les oscillateurs quasi harmoniques :**

Ces oscillateurs offrent des signaux plus ou moins purs, à savoir les principes fondamentaux les plus harmonieux. Si le signal n'est pas parfait, nous parlons de distorsion dans ce cas, il est nécessaire d'étudier le taux de distorsion. Ce type d'oscillateur est l'oscillateur général comme oscillateurs de relaxation (carré, rectangulaire...).

- **Les oscillateurs harmoniques :**

Il y a deux classes :

- oscillateurs de réaction consistant en une chaîne directe et une chaîne de réaction.
- oscillateurs de résistance négative comprenant l'assemblage de composants actifs (diode tunnel, union d'un transistor, etc....).

I.2. Définition de l'oscillation :

L'oscillation est un phénomène du signal électrique qui varie périodiquement à une période T. Son unité soit en microseconde ou milliseconde ou seconde.

$$F = \frac{1}{T}$$

Les caractéristiques d'un oscillateur sont :

En électronique linéaire : conditions d'oscillation et fréquence d'oscillation.

En électronique non linéaire : la forme d'oscillation (carré, rectangulaire...)

Principe :

L'oscillateur est un périphérique qui fournit une tension de sortie, sans signal d'entrée. Le schéma de tous les oscillateurs est composé de deux chaînes pour l'amplificateur "A" et une autre pour la réaction "B" comme boucle fermée.

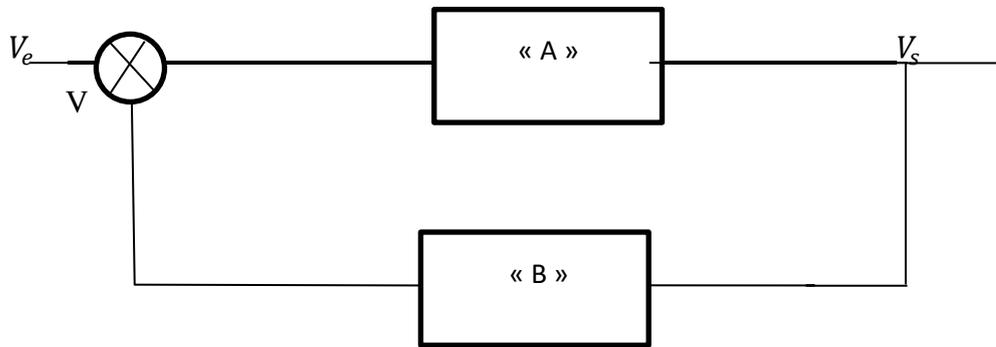


Figure I.1 : Schéma synoptique d'un oscillateur. [2]

Sa fonction de transfert est : $H(p) = \frac{A(p)}{1+A(p) \times B(p)}$

Le bloc « A » est un amplificateur : chaîne direct qui amplifie le signal d'entrée V_e pour obtenir le signal V_s , c'est-à-dire : $A = \frac{V_e}{V_s} \Rightarrow V_s = A V_e$.

Et pour réaliser un oscillateur il faut vérifier la condition BERKHAUSEN avec :

$$A(p) \times B(p) = 1$$

$$\text{Arg.}(A(p)) + \text{Arg.}(B(p)) = 2n\pi$$

Si $|A| \cdot |B| \geq 1$ on obtient une sinusoïde pure.

Si $|A| \cdot |B| < 1$ il n'y a pas d'oscillation.

I.3. Grandeurs caractéristiques des oscillateurs :

I.3.1. Période et fréquence :

La période T est la durée de l'oscillation. C'est le temps le plus court après lequel le phénomène d'oscillation réapparaît. La fréquence f est le nombre de fois que le phénomène d'oscillation est reproduit par seconde. La période et la fréquence sont opposées :

La grandeur	La formule	L'unité de mesure
la fréquence	$f = \frac{1}{T}$	Hertz ou S^{-1}
La pulsation	$\omega = 2\pi f$	rad / s
La période	$T = \frac{1}{f}$	S
L'amplitude maximale	$A_{\max} = \frac{A_{pp}}{2}$	rad, V

Tableau I.1 : Grandeurs physiques de l'oscillateur.

I.4. Principaux types d'oscillateurs [3] :

I.4.1. Oscillateurs à résistance négative :

L'oscillateur à résistance négative est étudié pour compenser les pertes des circuits LC, en particulière celle de l'inductance. Il enregistre alors la naissance de l'oscillation qui permet de mettre en évidence la partie croissance exponentielle et la stabilisation de l'amplitude due à la saturation de l'amplificateur.

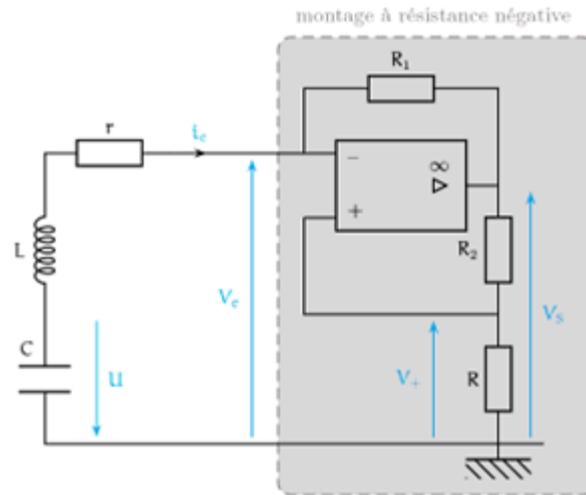


Figure I.2 : Oscillateur à résistance négative. [4]

On pose $R = g_0$ et le courant qui passe dans le circuit (i).

$$\text{Donc : } \frac{1}{L} \int v \, dt + C \frac{dv}{dt} + i = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{d^2 v}{dt^2} + \frac{1}{c} \frac{di}{dt} + \frac{1}{LC} v = 0$$

$$\text{Posons : } c \frac{d^2 v}{dt^2} + \frac{1}{c} g(v) \frac{dv}{dt} + \frac{1}{LC} v = 0$$

Donc :

Si $g(v)$ égale à 0 on a un système à structure instable.

Si $g(v)$ est une constante négative, on a un circuit RLC susceptible de produire des oscillations amorties.

I.4.2. Oscillateur LC à réaction :

Ce type d'oscillateur contient des éléments actifs avec un réseau de réaction, qui n'est formé que de condensateurs et d'inducteurs.

- **Oscillateur Colpitts :**

Nous étudions d'abord un circuit résonateur LC idéal déséquilibré : le condensateur se décharge et introduit le courant (i) ; l'énergie électrostatique du condensateur est convertie en énergie magnétique dans l'inducteur.

Une fois que l'inducteur est chargé magnétiquement et que le condensateur est chargé, le courant

s'inverse. La pulsation d'oscillation est : $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$.

Z_1 et Z_2 sont des capacités et Z_3 est une inductance. On obtient un oscillateur appelé oscillateur Colpitts.

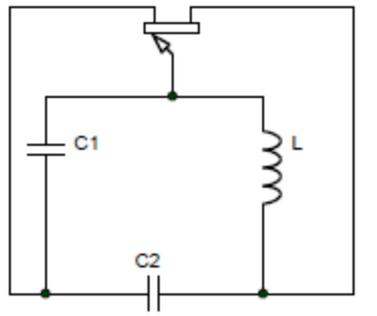


Figure 1.3 : Schéma principe d'un oscillateur Colpitts. [2]

Si la capacité interne du transistor est négligée, la fréquence du signal de sortie peut être déterminée par la relation suivante :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \left(\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \right)}}$$

- **Oscillateur Hartley :**

L'oscillateur Hartley est une structure d'oscillateur plus ancienne, Figure I.5, qui n'a jamais été utilisée sous cette forme. C'est la dualité de l'oscillateur Colpitts. Le circuit suivant représente le schéma de principe de l'oscillateur Hartley [5].

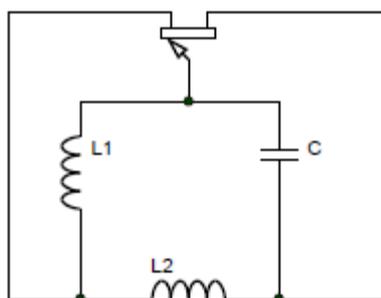


Figure 1.4 : Schéma de principe d'un oscillateur Hartley. [2]

La fréquence d'oscillation est : $f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{C(L_1 + L_2)}}$

• **Oscillateur Clapp :**

Avec une légère modification de l'oscillateur Colpitts, nous obtenons un oscillateur appelé oscillateur Clap, où Z 1 est un circuit de réglage LC en série. et Z 2 sont des condensateurs.

La fréquence d'oscillation de l'oscillateur Clap est :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L} \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)}$$

Le circuit suivant représente le schéma de principe de l'oscillateur Clapp :

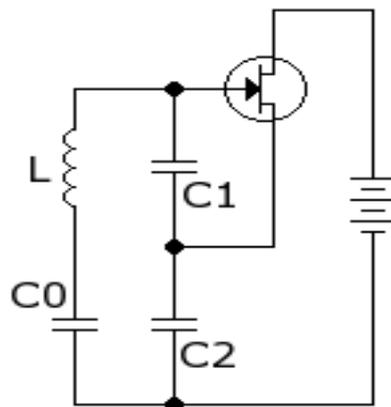


Figure I.5 : Schéma de principe de l'oscillateur Clapp. [6]

• **Oscillateur à quartz :**

Les oscillateurs à quartz utilisent les caractéristiques de vibration des cristaux de quartz pour générer des fréquences. Le quartz est un matériau piézoélectrique dont la fréquence de résonance ou d'oscillation varie de centaines de kilohertz à des dizaines de mégahertz. Cela dépend de la taille, mais par rapport à un cristal donné, il est fixe et très stable dans le temps.

Plusieurs facteurs mettent en œuvre la stabilité d'un quartz parmi lesquelles la température, taux d'excitation, contraintes mécaniques et vieillissement [7].

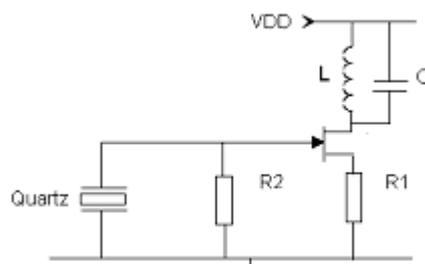


Figure I.6 : Schéma oscillateur à quartz. [8]

I.4.3. Oscillateur à pont de Wien [9] :

Le montage de l'oscillateur à pont de Wien (figure I.7) est composé de :

- a) La fonction de transfert A (ou chaîne directe) est composée d'un amplificateur opérationnel (A.O.) associé à 2 résistances R1 et R2.
- b) La fonction de contre-réaction B (ou chaîne de retour) est un réseau RC.

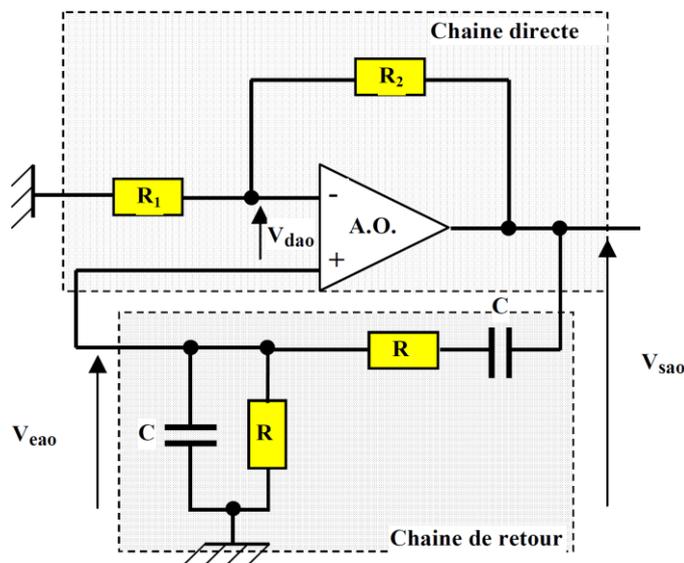


Figure I.7 : Schéma oscillateur à pont de Wien. [9]

I.4.4. Oscillateur contrôlé par tension [10]:

Un oscillateur commandé en tension est un oscillateur électronique dont la fréquence est contrôlée par la tension d'entrée, c'est donc un convertisseur tension-fréquence. Nous citons l'oscillateur à base de varicap. Afin de changer la fréquence d'oscillation, nous utilisons un condensateur contrôlé par une tension du condensateur variable (Figure I.8).

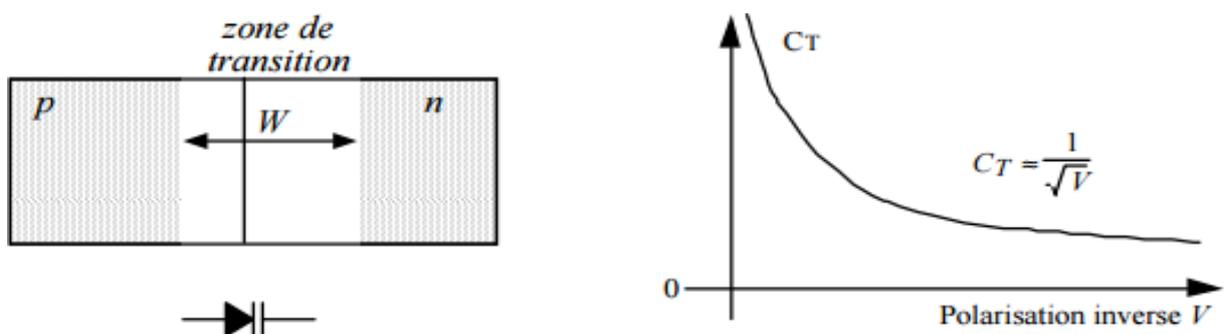


Figure I.8 : Capacité de transition d'une jonction PN.

I.4.5. Oscillateurs à réseau déphaseurs :

Un oscillateur à réseau déphaseur est constitué de deux étages : un circuit déphaseur et un amplificateur de gain. La figure I.9 suivant représente cet oscillateur en utilisant un amplificateur opérationnel :

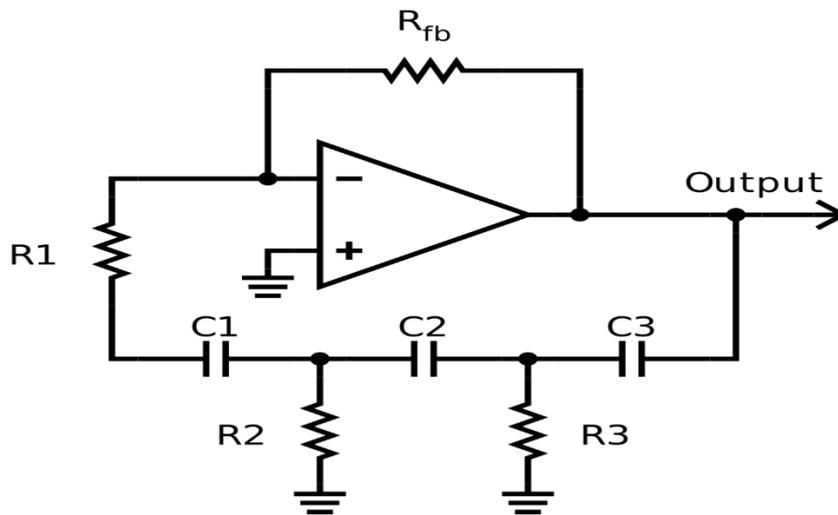


Figure I.9 : Oscillateur à réseau déphaseur. [11]

- Les oscillateurs de circuit de déphaseur sont utilisés dans de basses fréquences.
- Si l'ensemble d'amplificateur définit le signal de π ; Il est nécessaire que le circuit de réaction introduit un nouveau changement de phase de sorte qu'il existe une compensation. La chaîne de réaction constituée de trois cellules RC afin qu'elle nous donne le déphasage entre 0° et 90° . La fréquence d'oscillation est : $f_0 = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$ avec un déphasage de 180° .

I.5. Conclusion :

Dans ce chapitre, tout d'abord, nous avons présenté les bases essentielles pour comprendre notre mémoire. On a rappelé quelques notions sur les oscillateurs avec des explications sur la théorie des oscillations. En montrant qu'un appareil composé de composants électroniques actifs en plus des composants passifs, si on lui donne une énergie sans lui appliquer de signal d'entrée, on dit qu'il s'agit d'oscillateur électronique. Alors, nous avons brièvement montré le principe de fonctionnement.

Chapitre II :
Présentation et description des outils
du projet

Chapitre II : Présentation et description des outils du projet

II.1. L'oscillateur contrôlé par une tension :

Par définition, un oscillateur contrôlé par une tension, plus connu sous le sigle VCO (voltage Controlled Oscillator) nécessite d'avoir un circuit résonant qui lui permette d'osciller dans une vaste plage de fréquences, correspondant à une courbe aplatie de fréquence en fonction de la tension

Les oscillateurs contrôlés par une tension sont appliqués dans le générateur de signaux à fréquence variable, les modulateurs de fréquence (FM, PLL) et dans les instruments de musique analogique. etc.

II.1.1. Boucle à verrouillage de phase (PLL) [12] :

Une PLL (Phase Locked Loop, c'est à dire boucle à verrouillage de phase) est un système bouclé qui produit une tension $s(t)$ variable dont la phase est asservie sur celle de la tension variable appliquée en entrée $e(t)$. Elle est constituée :

- D'un VCO qui est l'organe qui génère la tension variable $s(t)$.
- D'un multiplieur (dans des conditions bien particulières de fonctionnement de la PLL) le comparateur de phase qui fournit un signal proportionnel à la différence de phase entre le signal fournit par le VCO et celle du signal de référence.
- Enfin, le filtre passe-bas a pour objectif de filtrer les hautes fréquences produites par le comparateur de phase.

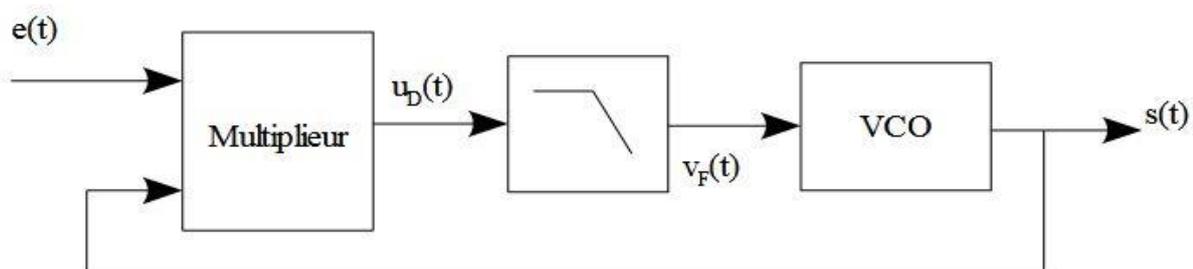


Figure II.1 : Schéma synoptique de la boucle à verrouillage de phase. [12]

II.1.2. Le signal FM [13] :

C'est un signal à puissance constante. Pour effectuer une modulation FM, nous générons un signal sinusoïdal, qui est caractérisé par son amplitude constante E et sa fréquence variable $f(t)$, le signal est généré par un VCO (figure II.2).

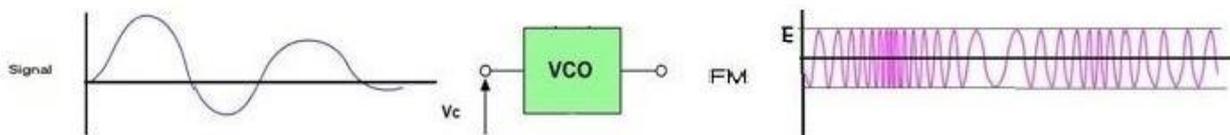


Figure II.2 : Schéma représentant la production du signal FM. [14]

La tension V_c fixe le point de fonctionnement à $f(t) = f_0$. En superposant le signal basse fréquence $S(t)$, on peut changer la fréquence : $f(t) = f_0 + k_m s(t)$, où f_0 est la fréquence d'émission.

Afin de rendre le changement de fréquence proportionnel au signal modulateur $s(t)$, le VCO doit avoir une caractéristique linéaire autour de f_0 . La stabilité de la fréquence d'émission f_0 dépend de la stabilité de la tension V_c et de la dérive thermique du VCO.

II.2. Types d'oscillateur VCO [15] :

Le VCO est classé en deux groupes en fonction de type de forme d'onde :

II.2.1. Le VCO linéaire : ou oscillateur harmonique est un type qui peut gérer la forme sinusoïdale. Le circuit LC est utilisé pour générer une oscillation, et il y a un transistor comme élément actif pour amplifier le signal de sortie du circuit LC.

En utilisant des diodes varicapées de type semi-conductrice, le voltage qui traverse cette dernière est modifiable ce qui permet de varier la fréquence de sortie du VCO.

- LM566 ou XR2206 sont largement utilisés dans ce sens car ils ont une meilleure précision de fréquence.

II.2.2. Le VCO idéal : Un VCO idéal est un oscillateur dont la fréquence est une fonction linéaire de la tension de commande : $F = f_0 + aV$

Nous pouvons citer :

- **Le VCO HF :** utilisé dans la boucle à verrouillage de phase d'un récepteur radio. La fréquence de l'oscillateur HF est déterminée par le circuit qui fait osciller le LC.

Pour faire varier sa fréquence, il suffit de modifier l'un de ces deux paramètres :

1. Variation de self : C'est la solution adoptée il y a un demi-siècle. Toute solution mécanique (le noyau dans le bobinage) est exclue car elle est trop lente. Habituellement, nous utilisons la saturation du noyau magnétique sous l'influence d'un champ magnétique continu. Lorsque le noyau est soumis à un champ de polarisation, l'auto-inductance l'enroulement de ce noyau est proportionnel à la perméabilité du matériau en présence de saturation, cela dépend de l'induction moyenne B_0 .

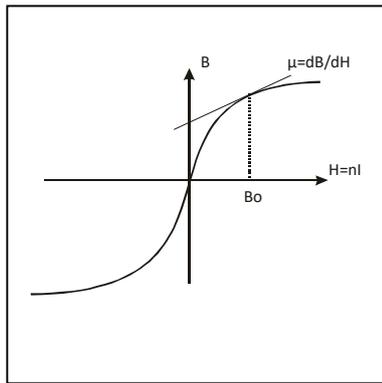


Figure II.3 : Schéma représentant la variation de self d'un bobinage par saturation du noyau. [15]

2. Variation d'un condensateur : C'est la solution moderne. On utilise des diodes polarisées en inverse dont la capacité de jonction varie approximativement comme l'inverse de la racine carrée de la tension appliquée. Ces diodes spécialement construites sont appelées diodes à capacité variable ou parfois Varicaps (Marque déposée). Les capacités sont faibles, quelques pF ou des dizaines de pF, maximum 500pF. Lorsque la tension de polarisation passe de 2 à 20V la capacité peut varier d'un facteur 5. (Par exemple de 100pF à 20pF). La figure II.4 montre comment faire varier la fréquence d'un oscillateur Colpitts avec un pont de Varicaps.

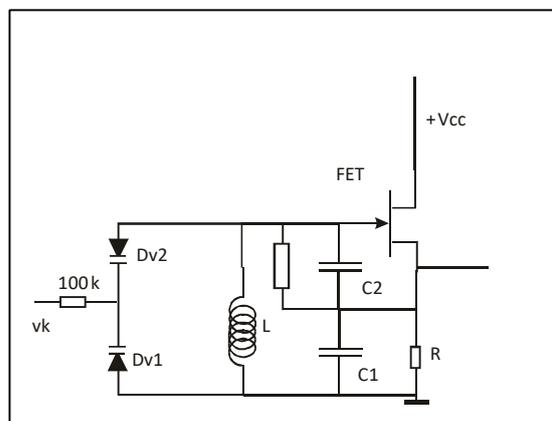


Figure II.4 : Schéma représentant comment faire varier la fréquence d'un oscillateur Colpitts avec un pont de Varicaps. [15]

- **Le VCO audiofréquence :** il est utilisé pour des applications musicales.
- **Le VCO BF :** Habituellement, ce type d'oscillateur est utilisé pour changer la fréquence du VCO de manière rythmique, ce qui est appelé " wobulation" dans les produits électroniques.

II.3. La présentation du circuit intégré XR2206 [16] :

Le **XR2206** est un circuit intégré permettant de réaliser à peu de frais un générateur de fonctions (GBF). Il est capable de fournir des formes d'ondes (sinusoïdale, carrée, triangulaire) avec une bonne qualité, stabilité et précision. La forme d'onde de sortie peut être modulée en amplitude et en fréquence par une tension externe. La fréquence de fonctionnement peut être sélectionnée de l'extérieur dans la plage de 0,01 Hz à 1 MHz ou plus.

Ce circuit est très approprié pour les applications de communication, d'instruments et de générateur de fonctions qui nécessitent la tonalité sinusoïdale du modulateur AM, FM ou FSK.

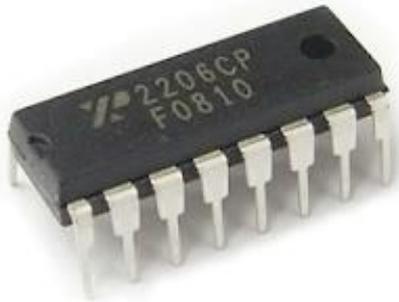


Figure II.5 : le circuit intégré XR 2206.

II.3.1. Caractéristiques électriques et Brochage

Le XR2206 adopte la forme d'un circuit intégré double en ligne à 16 broches, et sa brève description est donnée dans le tableau ci-dessous :

	Broche	Signal	Commentaire
1	AMSI	Entrée AM	Reliée à la masse
2	STO	Sortie signal utile	
3	MO	Réglage niveau de sortie	V= 60 mV par KΩ
4	Vcc	Entrée Vcc	12 V
5	TC1	Capacité de réglage de la fréquence centrale Fo	4.7 nF < C < 100 nF
6	TC2	Résistance de réglage Fo	10 KΩ < R < 100KΩ
7	TR1	Entrée 1 (entre 0 et 6V)	
8	TR2	Entrée 2 (entre 0 et 6V)	
9	FSK1	Sélection entrée (7 pour 1 ou NC/8 pour 0)	

10	BIAS	Capacité 1 uF à la masse	
11	SYNCO	Signal carré en sortie	
12	GND	Masse	
13	WAVEA1	Résistance réglant la linéarité du signal de sortie	R=200Ω dans l'idéal R=180Ω Ou 220Ω dans la pratique
14	WAVEA2	Idem 13	Idem 13
15	SYMA1	Réglage de la symétrie du signal de sortie	Ne rien mettre ici
16	SYMA2	Idem 15	Idem 15

Tableau II.1 : La description des broches du XR2206.

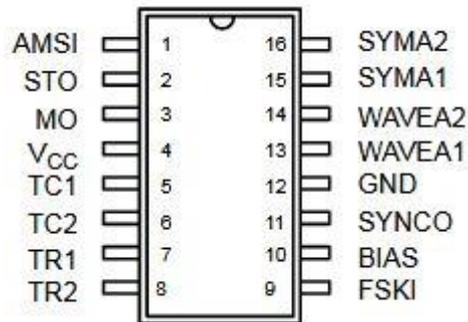


Figure II.6 : Schéma interne de XR2206.

Part N°	Package	Interval de temperature
XR-2206M	16LEAD300Mil CDIP	50°C à +25°C
XR-2206P	16LEAD300Mil PDIP	40°C à +85°C
XR-2206CP	16LEAD300Mil PDIP	0°C à +70°C
XR-2206D	16LEAD300Mil JEDEC SOIC	0°C à +70°C

Tableau II.2 : Tableau des informations de XR-2206.

Valeurs limites :

Tension d'alimentation : 26 V.

Puissance dissipée : 750 mW.

Courant : 6 mA.

Température : -65 °C a +150 °C.

II.3.2. Composition du XR2206 :

Le XR2206 se compose de quatre blocs fonctionnels (figure II.5) :

- 1-Un oscillateur commandé en tension : VCO ;
- 2-Un multiplicateur analogique ;
- 3-Un amplificateur tampon de gain unité ;
- 4-Un ensemble d'interrupteurs agissant sur le courant ;
- 05-Un transistor

On définit la fréquence avec les éléments extérieurs sur les bornes 5 et 6.

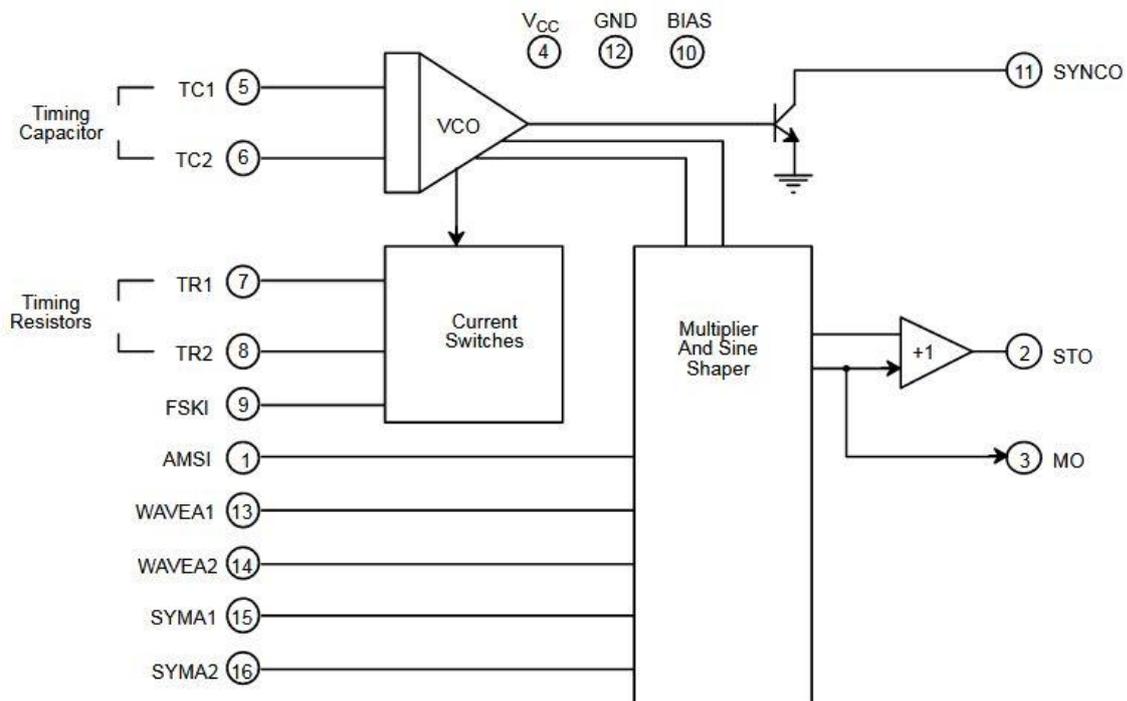


Figure II.7 : Schéma bloc du circuit intégré XR2206.

II.4. Oscillateur commandé par tension utilisant le CI LM 566 [17] :

Le LM566 est un oscillateur monolithique contrôlé en tension de National Semi-conducteurs. Il peut être utilisé pour générer simultanément des formes d'ondes sinusoïdales, carrées et triangulaires. La fréquence de la forme d'onde de sortie peut être ajustée par une tension de commande externe. La fréquence de sortie peut également être programmée avec un ensemble de résistances et de condensateurs externes.

Les applications typiques du circuit intégré LM566 sont :

- Les générateurs de signaux.
- Les modulateurs FM.
- Les modulateurs FSK.
- Les générateurs de sons...etc.

Le circuit intégré LM566 peut fonctionner à partir d'une ou deux alimentations. Lors de l'utilisation d'une seule alimentation, la plage de tension d'alimentation est de 10 V à 24 V. Le circuit intégré a une caractéristique de modulation très linéaire et une excellente stabilité thermique. Le schéma de circuit d'un oscillateur commandé en tension utilisant le LM566 est illustré dans la figure ci-dessous.

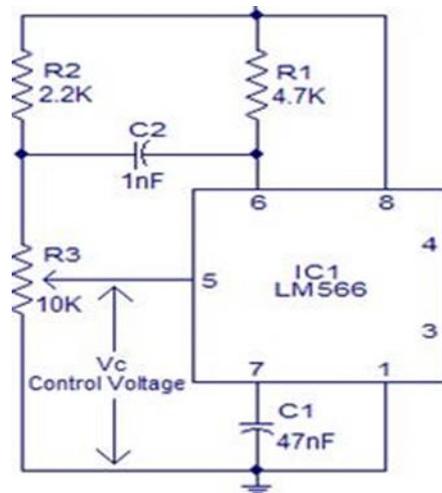


Figure II.8 : Oscillateur commandé par tension en utilisant le LM566. [17]

II.5. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons pu constater les caractéristiques électriques de certains circuits intégrés (comme : le CI XR2206, le CI LM566) utilisés pour fabriquer des générateurs BF, et le cœur de ces circuits intégrés qui est le VCO.

Chapitre III :
Conception et réalisation

Chapitre III : Conception et réalisation

III.1. INTRODUCTION :

Dans ce chapitre, nous allons présenter nos instruments électroniques destinés au laboratoire de maquettes que nous avons réalisé pratiquement et le tracé de schémas électronique. Il s'agit d'un (GBF) basé sur le circuit intégré XR2206 (VCO) sous l'environnement ISIS – PROTEUS qui va nous permettre de dessiner sous l'environnement ARES – PROTEUS le schéma du circuit imprimé.

III.2. Le générateur basse fréquence :

L'ensemble de notre GBF est composé d'un seul circuit intégré XR2206 et d'un nombre limité de composants passifs.

Voici le montage de la figure III.1 qui va présenter notre GBF et la suite de notre schéma du circuit électrique. Il permet de générer des signaux sinusoïdaux, carrés et triangulaires de fréquence allant de 10Hz à 500 KHz environ ayant des amplitudes crête à crête allant de 0 à 6V environ.

Ce montage il est alimenté par une tension crête à crête 6v.

- Pour définir la fréquence, on doit changer les condensateurs sur les bornes 5 et 6.
- Le potentiomètre p2 permet de varier l'amplitude et le potentiomètre p3 permet de varier la fréquence.
- Le potentiomètre p1 est un régulateur de l'amplitude.
- Le potentiomètre p4 est un régulateur pour la linéarité du signal de sortie.
- Le potentiomètre p5 est un régulateur de la symétrie de signal de sortie.

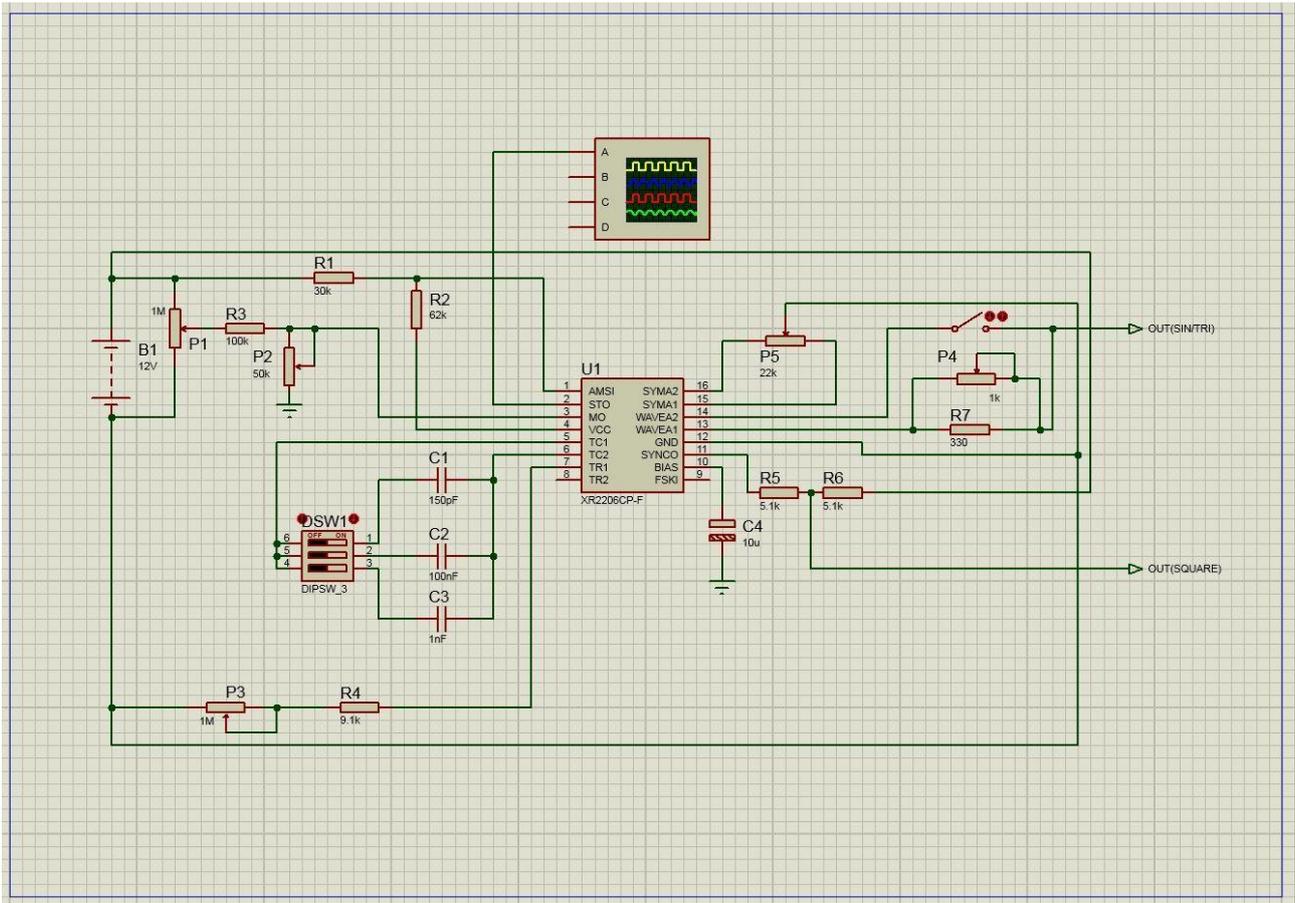


Figure III.1 : Schéma électrique de GBF.

III.2.1. Schéma du circuit électrique :

Le schéma électrique de notre GBF que nous avons conçu et simulé sous l'environnement ISIS - Proteus est le suivant :

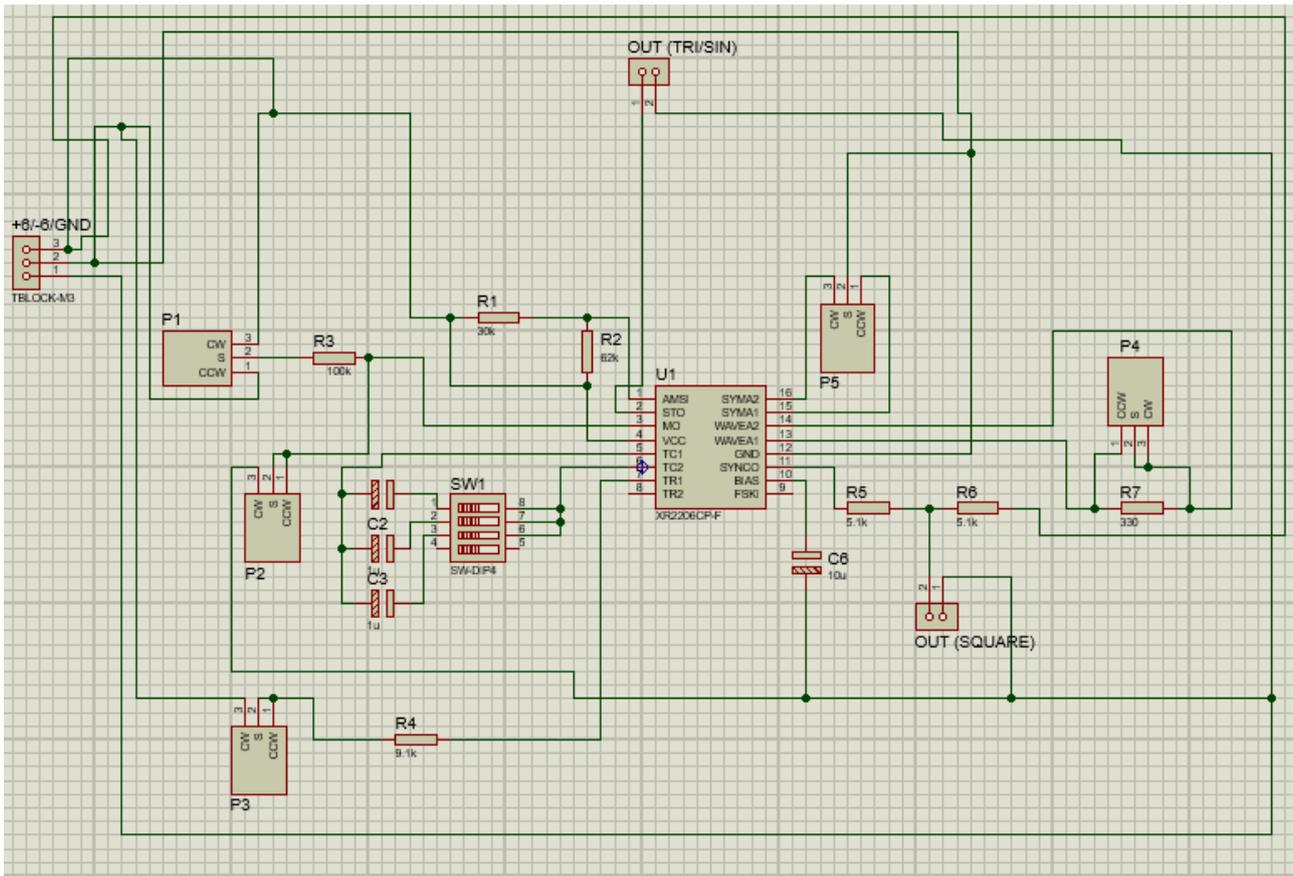


Figure III.2 : Schéma électrique de GBF basé sur le VCO-XR2206.

III.3. Schéma du circuit imprimé :

Le schéma de notre circuit imprimé que nous avons confectionné pour notre GBF est représenté sur la figure III.3.

Sur la figure III.3, les différents composants sont en vert et les pistes conductrices de liaison sont en bleu. Les pastilles violettes représentent l'emplacement où seront soudées les différentes pattes des composants.

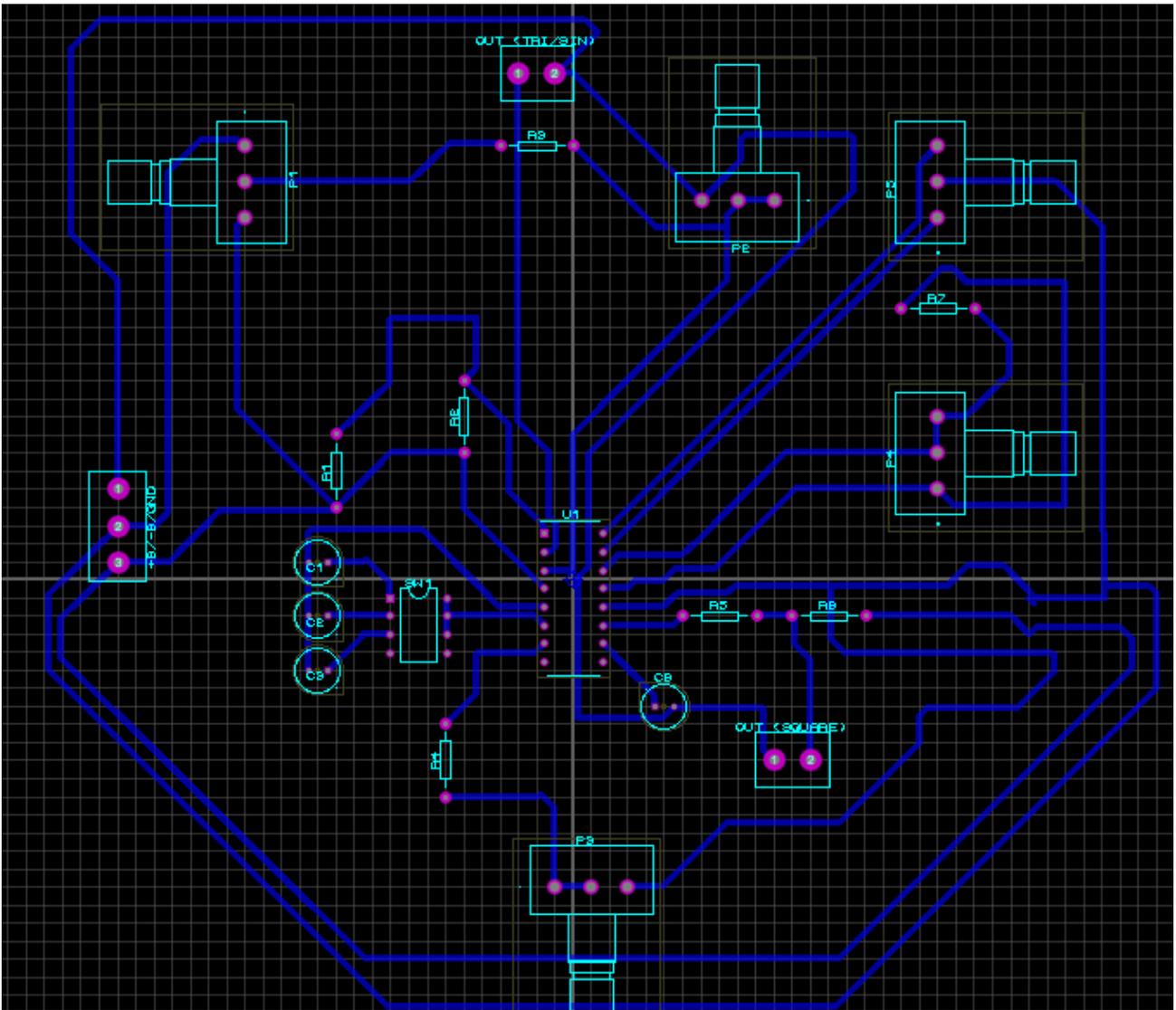


Figure III.3 : Schéma du circuit imprimé de GBF basé sur le VCO-XR2206.

La figure .4 montre une représentation 3D de notre GBF basé sur le VCO-XR2206 que nous avons obtenu sous l'environnement ARES-PROTEUS.

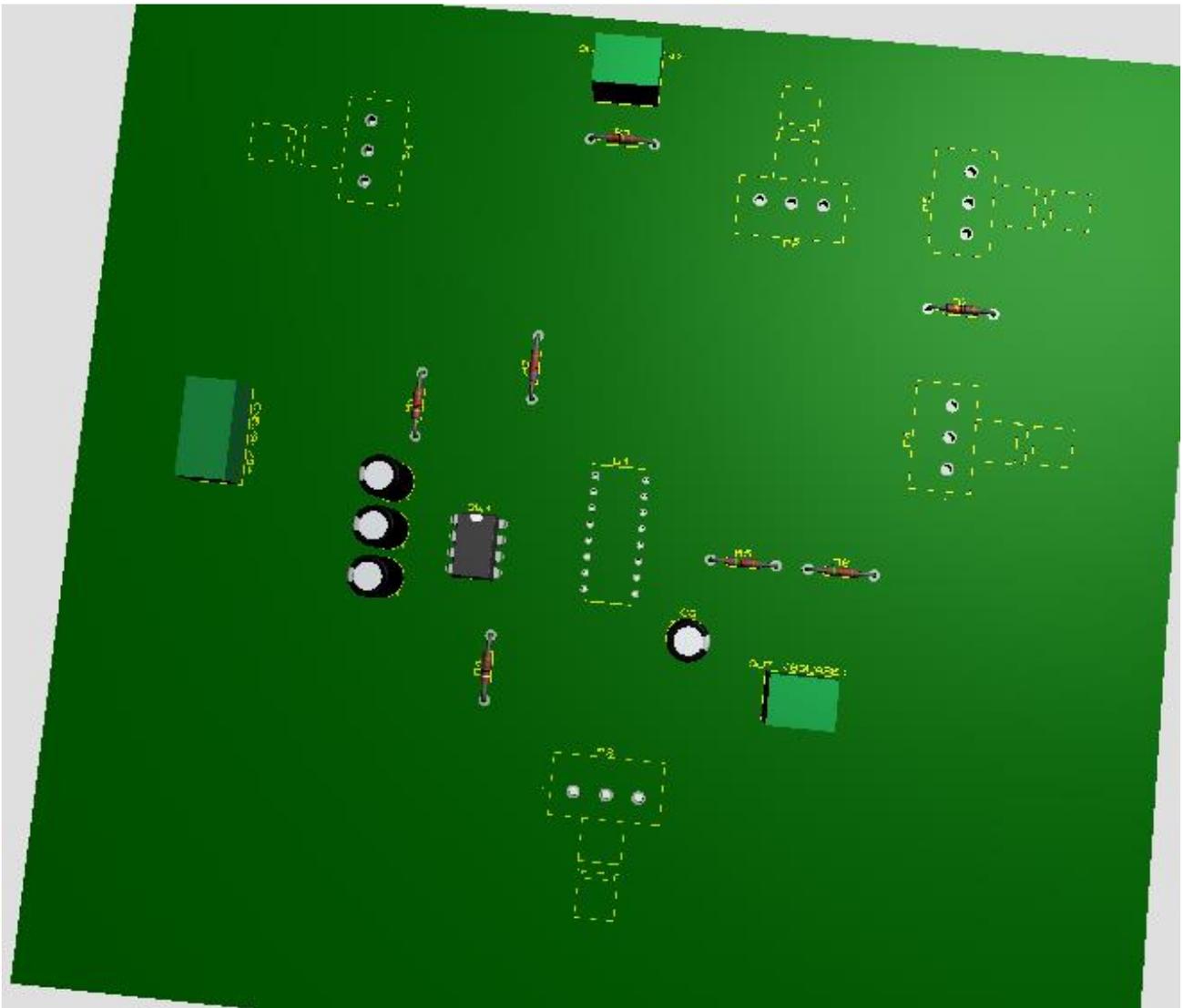
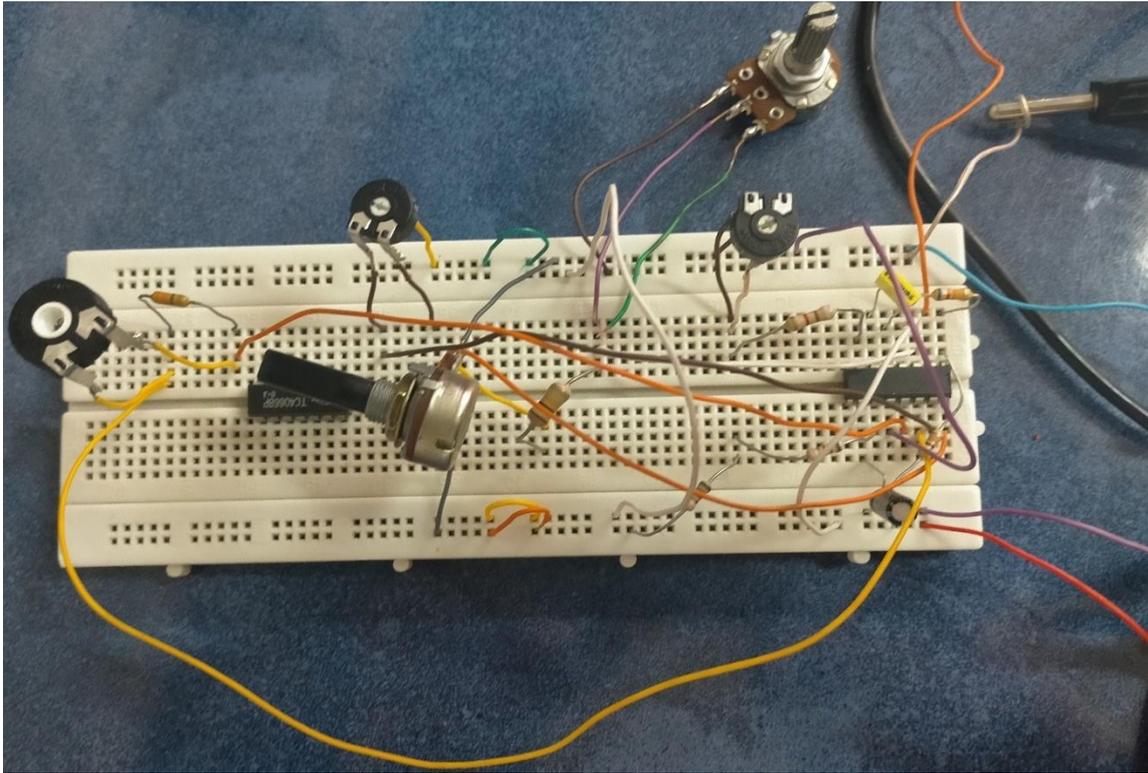


Figure III.4 : Image 3D de GBF basé sur le VCO-XR2206 obtenue sous l'environnement ARES-PROTEUS.

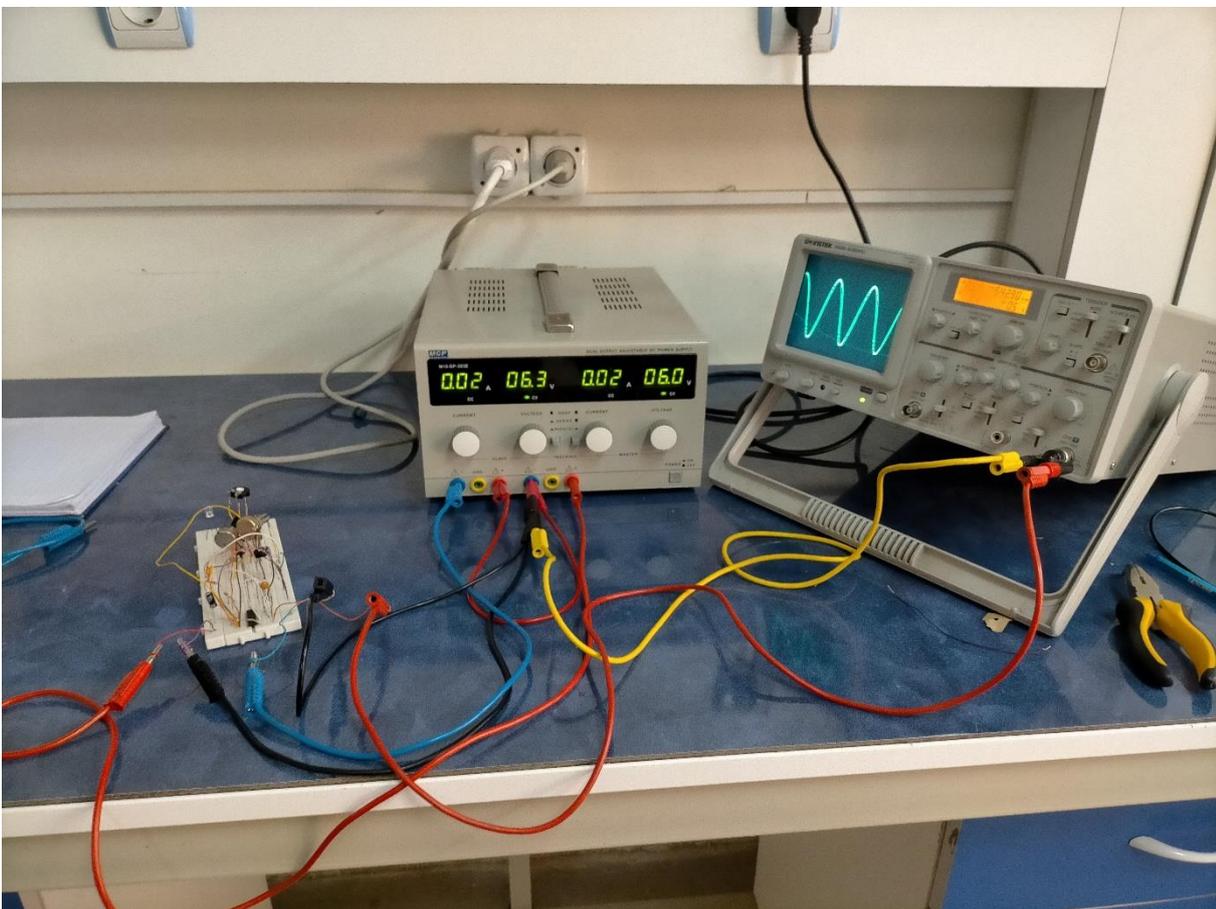
III.4. Tests pratiques :

Maintenant, on va passer à la partie pratique et à la réalisation des tests de notre GBF présenté sur les figures suivantes :

- **Circuit Pratique :**



- **Circuit Général :**



III.4.1. Tests des signaux sinusoïdaux et triangulaires :

Voici les premiers tests pour définir le rôle de l'interrupteur dans notre montage et c'est pour switcher entre le signal sinusoïdal et triangulaire comme vous pouvez voir dans les figures suivantes.

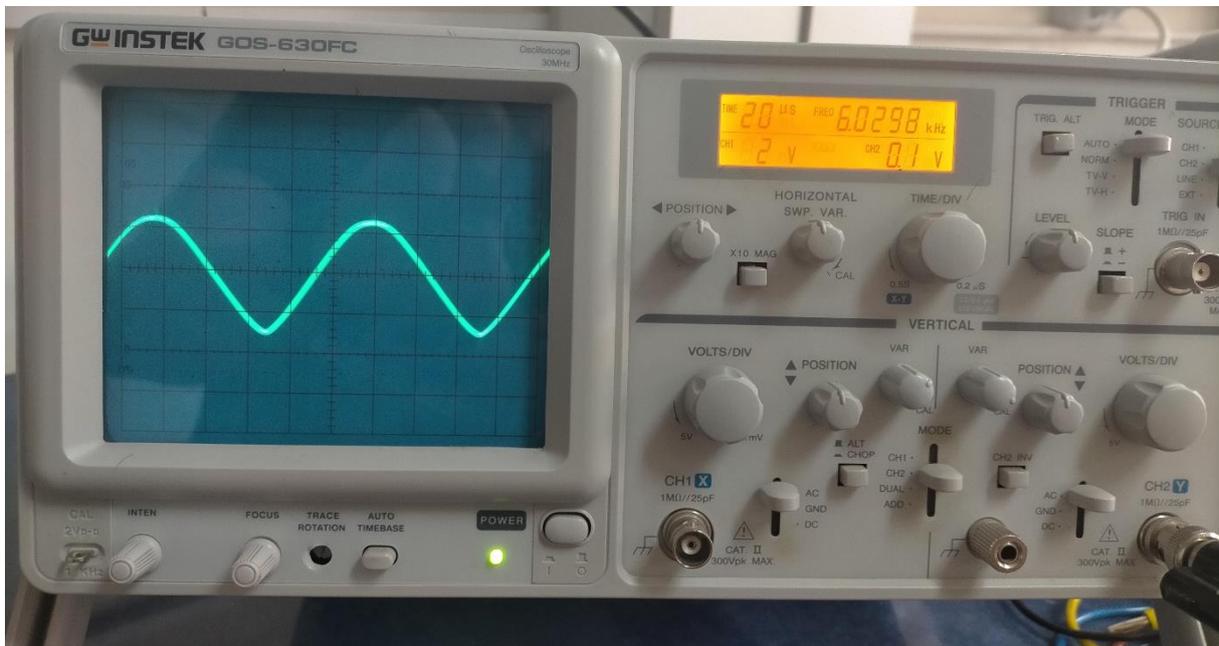
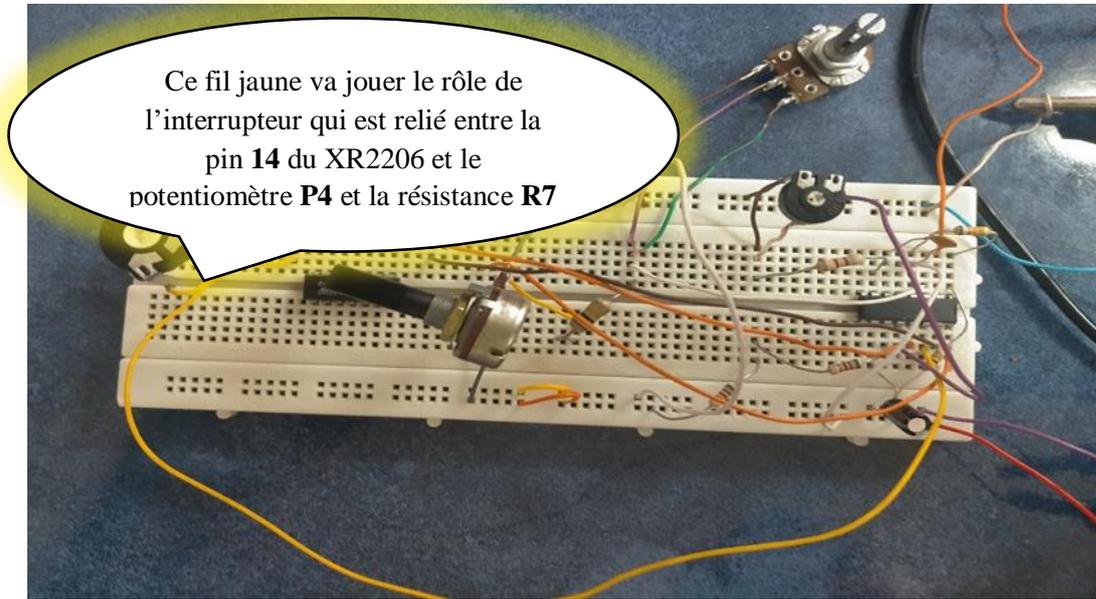


Figure III.5 : Tests pratiques appliqués à notre GBF pour générer des signaux sinusoïdaux.

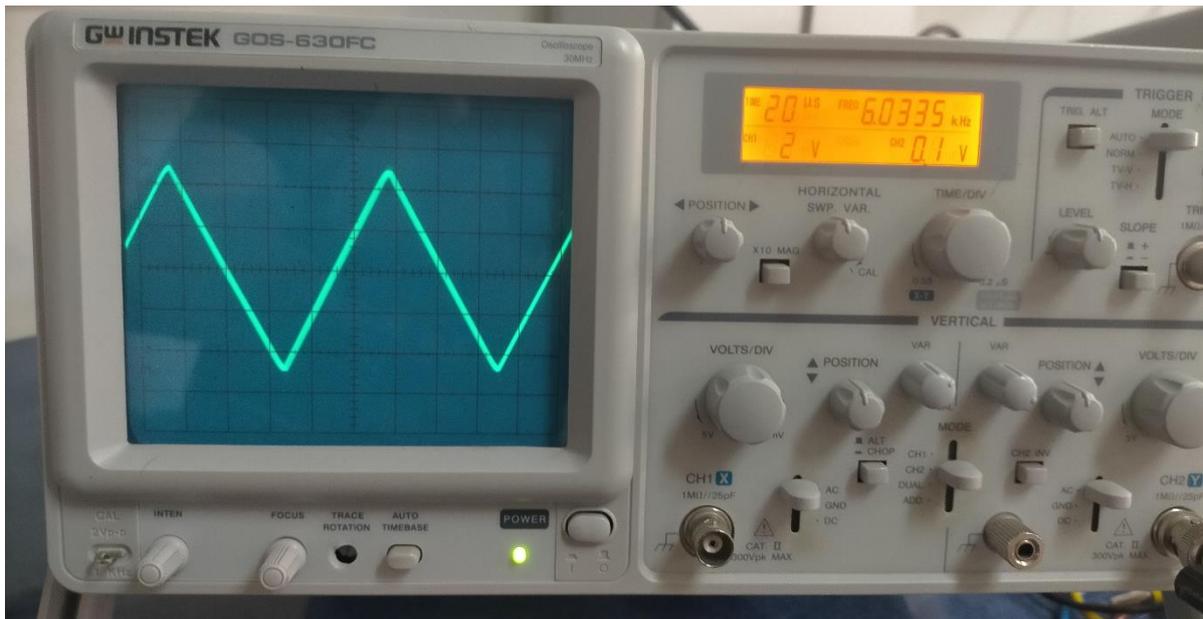


Figure III.16 : Tests pratiques appliqués à notre GBF pour générer des signaux triangulaires.

III.4.2. Tests des variations de fréquences :

Pour cette partie on a modifié la capacité qui se situe entre les portes 5 et 6 de XR2206 et la variation se fait avec le potentiomètre **P3 = 1 Mohm**.

III.4.2.1 le premier condensateur :

Pour cela, on a testé la capacité **C1 = 150 pF = 0.15 nF** et les résultats sont représentés dans la figure suivante :

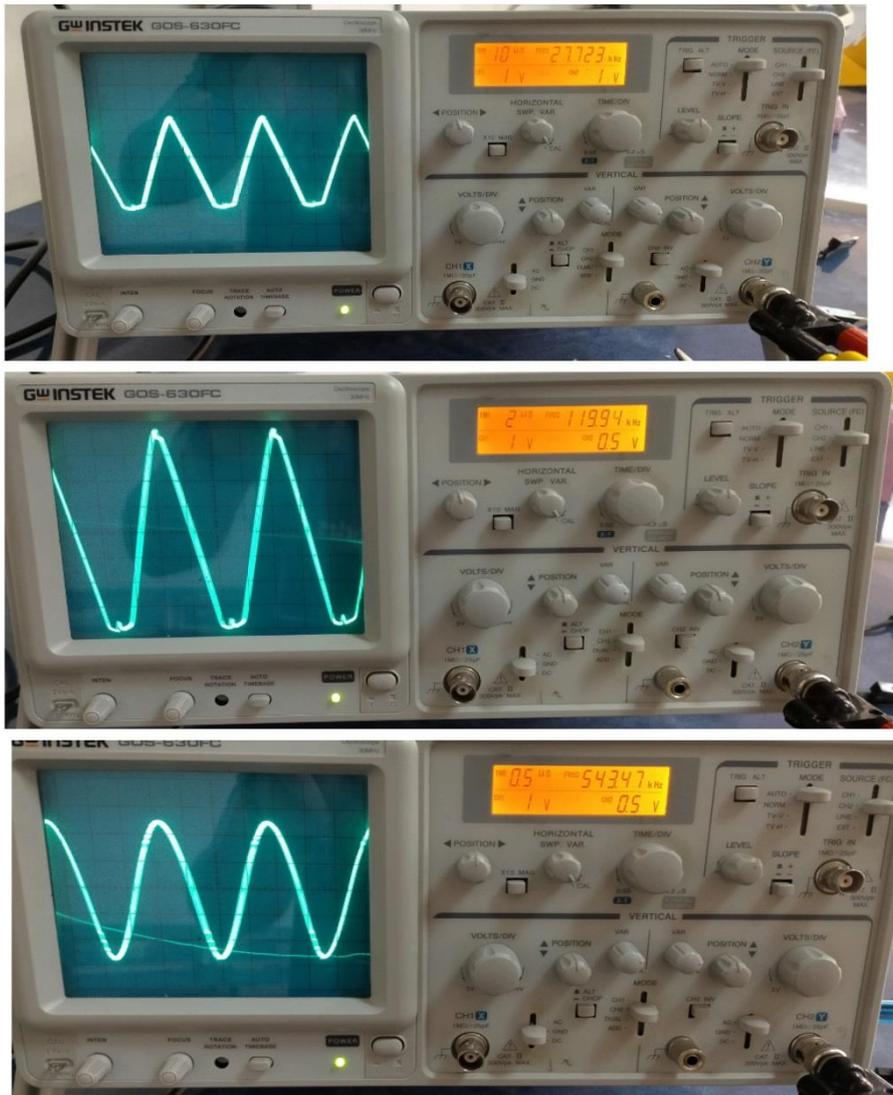


Figure III.7 : Tests pratiques appliqués à notre GBF pour la première capacité C1.

III.4.2.2 le deuxième condensateur :

Pour cela, on a testé la capacité $C2 = 100 \text{ nF}$ et les résultats sont représentés dans la figure suivante :

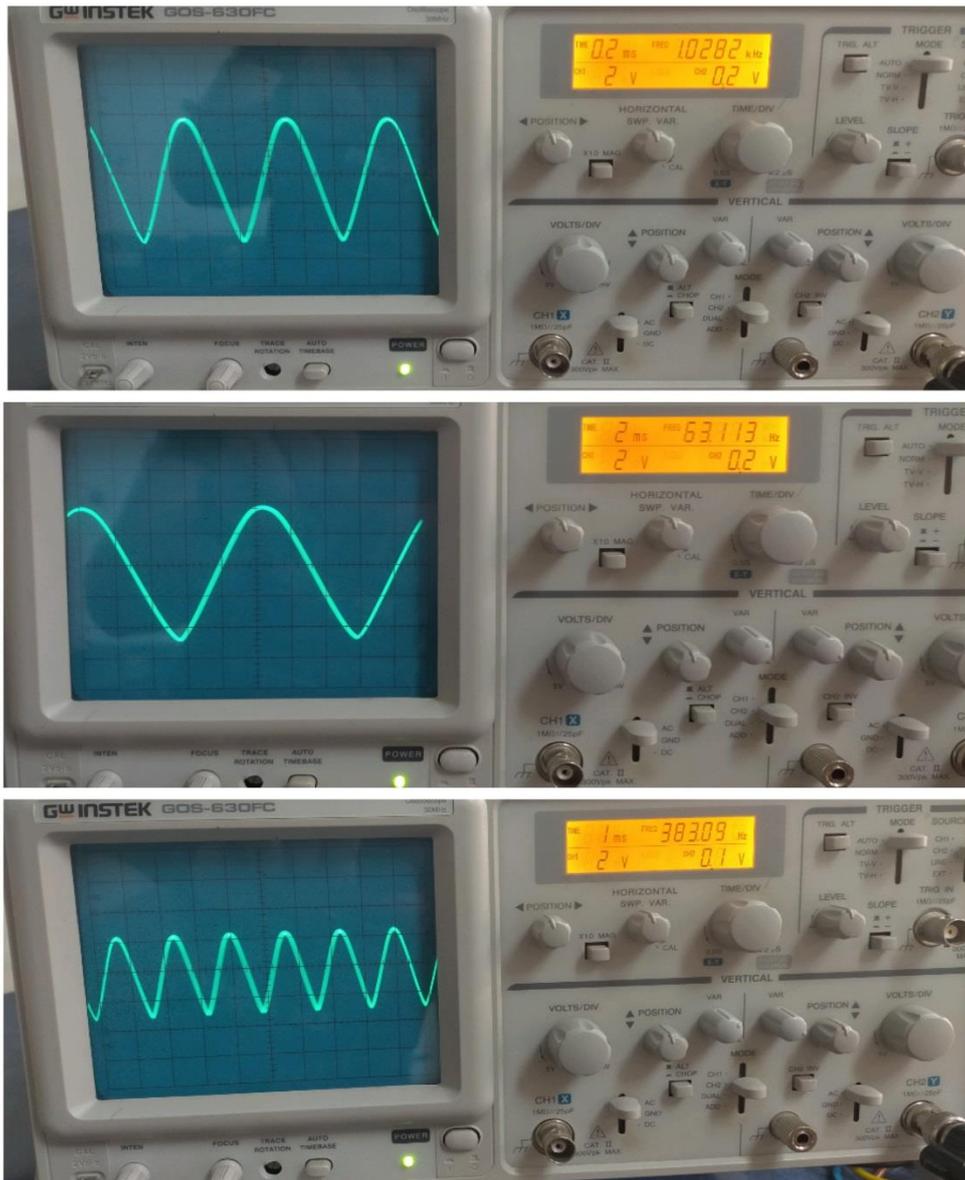


Figure III.8 : Tests pratiques appliqués à notre GBF pour la deuxième capacité C2.

III.4.2.3. le troisième condensateur :

Pour cela, on a testé la capacité C3 = 1 nF et les résultats sont représentés dans la figure suivante :

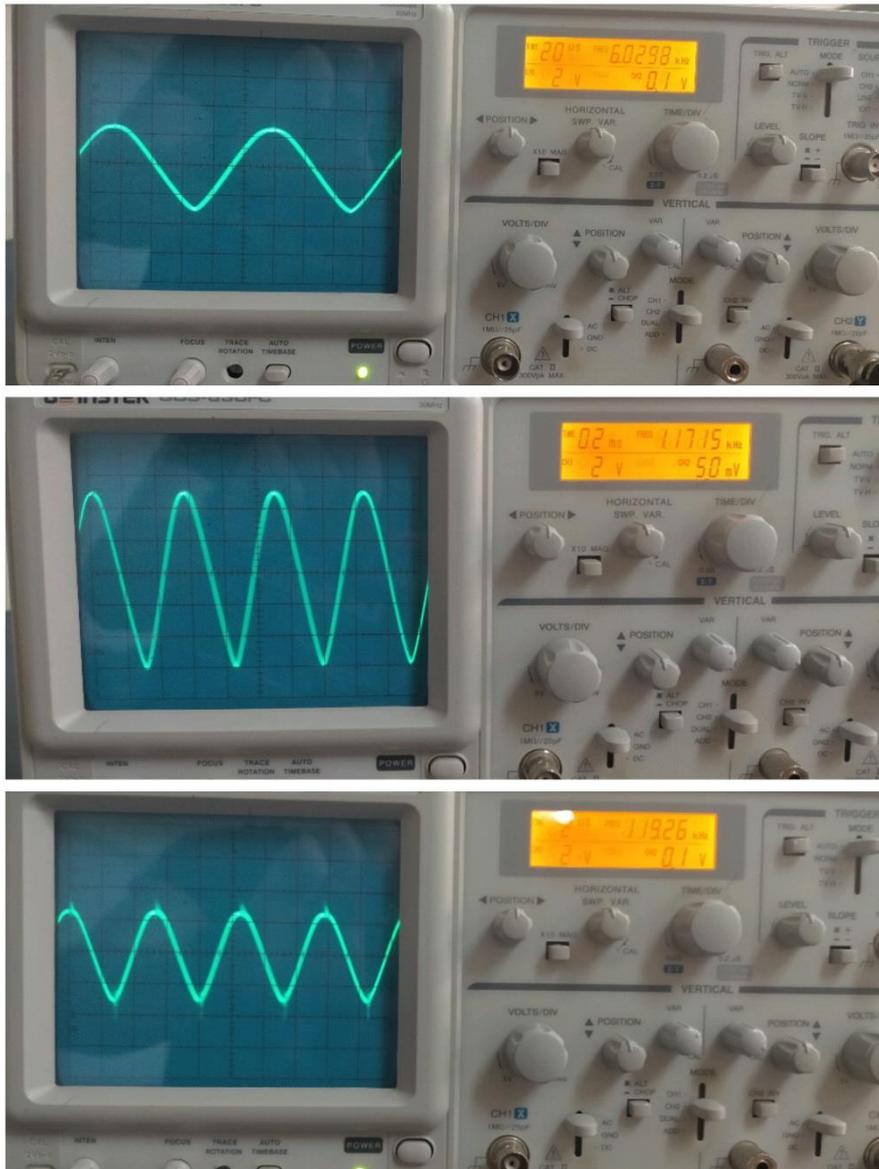


Figure III.9 : Tests pratiques appliqués à notre GBF pour la deuxième capacité C3.

Position	Plage de fréquence	Valeur de capacité
1	10Hz → 1KHz	100nF
2	1KHz → 100KHz	1nF
3	100KHz → 500KHz	0.15nF

Tableau III.1 : Tableau des résultats pratiques pour les capacités de réglage de la fréquence.

III.4.3. Tests des variations de l'amplitude :

Dans notre montage, la variation de l'amplitude se fait avec le potentiomètre **P2 = 50 K**,

Voici quelques tests de cette opération dans la figure suivante :

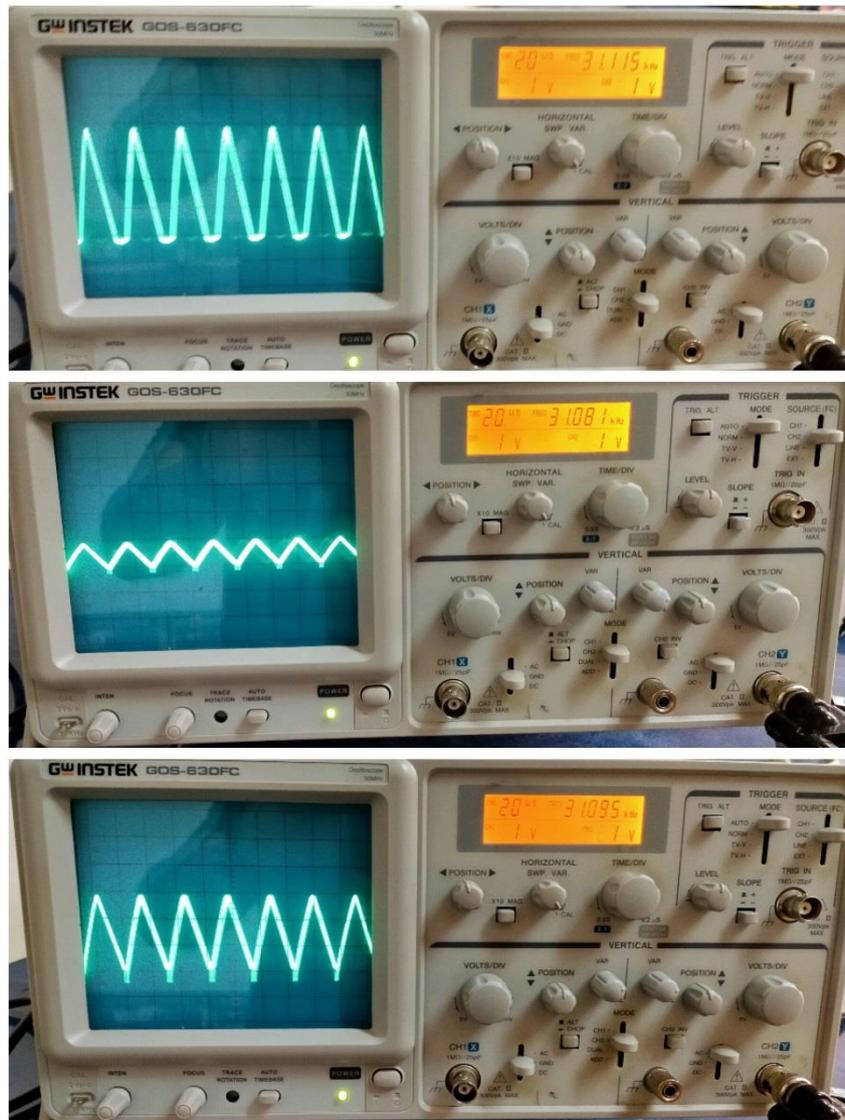


Figure III.10 : Tests pratiques appliqués à notre GBF pour les variations de l'amplitude.

III.5. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons pu réaliser pratiquement un GBF basé sur le XR2206 et on a pu générer des fonctions sinusoïdales et triangulaires avec des différents tests de la variation de fréquence et d'amplitude.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le but de notre projet de fin d'étude était de réaliser un générateur basse fréquence (GBF).

Suite à notre réalisation, on a constaté que ce générateur fournit une tension réglable en fréquence et amplitude.

Il s'agit : d'un GBF basé sur le circuit intégré XR2206 (VCO) qui permet de générer des signaux sinusoïdaux et triangulaires de fréquence allant de 10Hz à 500 KHz environ, ayant des amplitudes crête à crête allant de 0 à 6V environ.

Enfin, on a constaté après notre recherche que cette réalisation peut être utilisée pour des fins de tests. Il est clair que de telle réalisation, constitue une contribution de notre part qui peut aller vers de nombreuses améliorations à cause de l'évolution technologique rapide et croissante des circuits intégrés.

RÉFÉRENCES

- [1] Mr BEN CHEHIDA R et Mr MABROUK I cours d'électronique « Généralités sur les oscillateurs »
- [2] Mlle RIAHI Ilham « Etude, simulation et réalisation de mini-générateurs BF et d'un mini-voltmètre AC-DC piloté par une carte Arduino Uno R3 », Mémoire pour l'obtention du diplôme de MASTER, Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen, Année Universitaire : 2016 /2017.
- [3] [https://www.les-oscillateurs.com/Jean-Philippe Muller/les oscillateurs sinusoidaux](https://www.les-oscillateurs.com/Jean-Philippe-Muller/les-oscillateurs-sinusoidaux).
- [4] <https://docplayer.fr/37318996-Oscilateur-a-resistance-negative.html>
- [5] Emeric de Foucauld, « Conception et réalisation d'oscillateurs accordables en fréquence en technologie siège pour les radios téléphones », Thèse de doctorat de l'université de Limoges, N° d'ordre : 2-2000.
- [6] https://fr.wikipedia.org/wiki/Oscillateur_Clapp
- [7] J. keignart, « Etude de structures d'oscillations 3.6GHz à circuit d'entretien CMOS », Rapport de stage effectué à STMicroelectronics, Juin 2001.
- [8] Pierre TINGUY, « Etude et développement d'un oscillateur à quartz intégré », Mémoire pour obtenir le grade de docteur de L'UNIVERSITE DE FRANCHE-COMTE, 20 Décembre 2011.
- [9] <https://www.j3ea.org/articles/j3ea/pdf/2005/02/j3ea05038.pdf>
- [10] <https://www.researchgate.net/publication/282577051>
- [11] https://fr.wikipedia.org/wiki/Oscillateur_à_déphasage
- [12] INSA Toulouse, PLL et synthèse de fréquence, Auteur : Thierry Rocacher.
- [13] [https://www.la-modulation-de-frequence./Jean-Philippe Muller/bs2e1 - physique appliquée](https://www.la-modulation-de-frequence./Jean-Philippe-Muller/bs2e1-physique-appliquée).
- [14] <https://docplayer.fr/2133944-La-modulation-de-frequence.html>
- [15] J AUVRAY : Systèmes électroniques, Université Pierre et Marie Curie IST SETI, Année : 2000-2001.
- [16] Datasheet du XR2206.
- [17] [http://www.circuitstoday.com/voltage controlled-oscillator](http://www.circuitstoday.com/voltage-controlled-oscillator)
- [18] Benjamin Dumont Roty, Lucas Vande Lannote, Kevin Sot, « Présentation de la suite logiciel Proteus ».

ANNEXE

ANNEXE1 :

1. Présentation du logiciel Proteus :

Proteus est un progiciel de CAO électronique, publié par Absenter Electronics. Proteus se compose de deux programmes principaux : ISIS permettant, entre autres, création de schémas et simulations électriques et ARES dédié à la création de schémas de circuits imprimés (Figure 1.1). Grâce à des modules supplémentaires, ISIS est également capable de simuler le comportement d'un microcontrôleur (PIC, Atmel, 8051, ARM, HC11...) et son interaction avec les composants environnants. Ce progiciel est très connu dans le domaine de l'électronique. De nombreuses entreprises et organismes de formation (dont les lycées et universités) utilisent ce progiciel. En plus de la popularité de l'outil Proteus, il existe d'autres avantages :

- Pack contenant des logiciels facile et rapide à comprendre et à utiliser.
- Le support technique est performant.
- L'outil de création de prototype virtuel permet de réduire les coûts matériel et logiciel lors de la conception d'un projet.

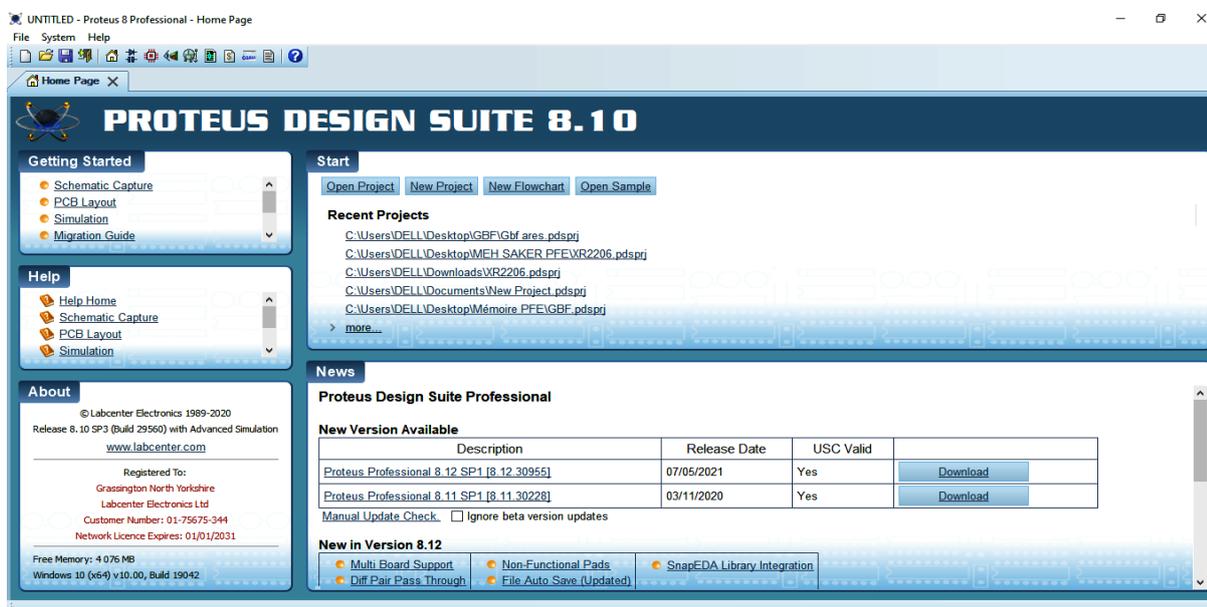


Figure 1.1 : Fenêtre principale du logiciel Proteus professionnel 8.10.

1.1. Logiciel ISIS :

Le logiciel Proteus ISIS est principalement connu pour l'édition de schémas électriques (Figure 1.2). De plus, le logiciel permet également de simuler ces schémas, ce qui permet de ralentir certaines

erreurs au stade de la conception. Indirectement, les circuits électriques conçus avec ce logiciel peuvent être utilisés dans la documentation, car le logiciel permet de contrôler la plupart des aspects graphiques des circuits.

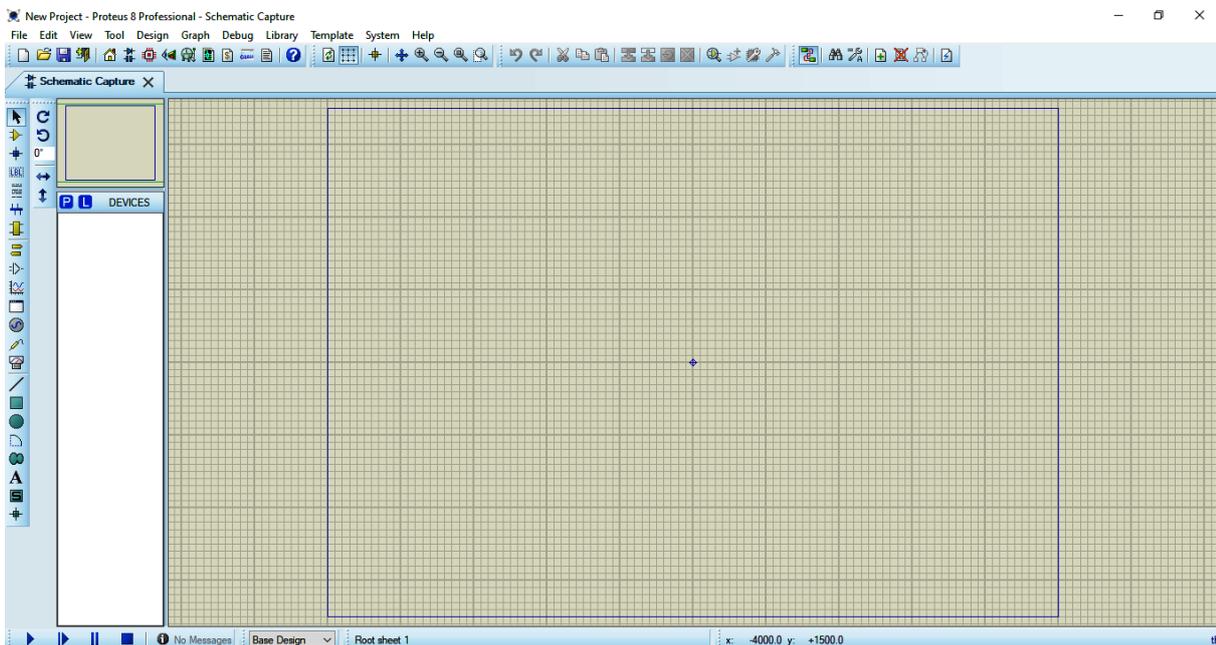


Figure 1.2 : Fenêtre principale du logiciel ISIS.

Barre d'outils d'ISIS : La boîte verticale de boutons (figure 1.3), comprend les principaux raccourcis au développement rapide d'applications. En plaçant le curseur de la souris sur un bouton, sans cliquer, une info-bulle affiche le nom du bouton, dont les plus importants :

Mode composant : Un clic sur ce bouton (composant des bibliothèques), permet l'ajout de différents composants.

Mode générateur : Permettant l'accès aux différents types de générateurs.

Instruments : Un raccourci permettant l'ajout des appareils de mesure tels que le voltmètre, l'ampèremètre et l'oscilloscope.

Terminal : Permettant d'ajouter les points particuliers dans le schéma tels que les entrées/sorties ou GND.

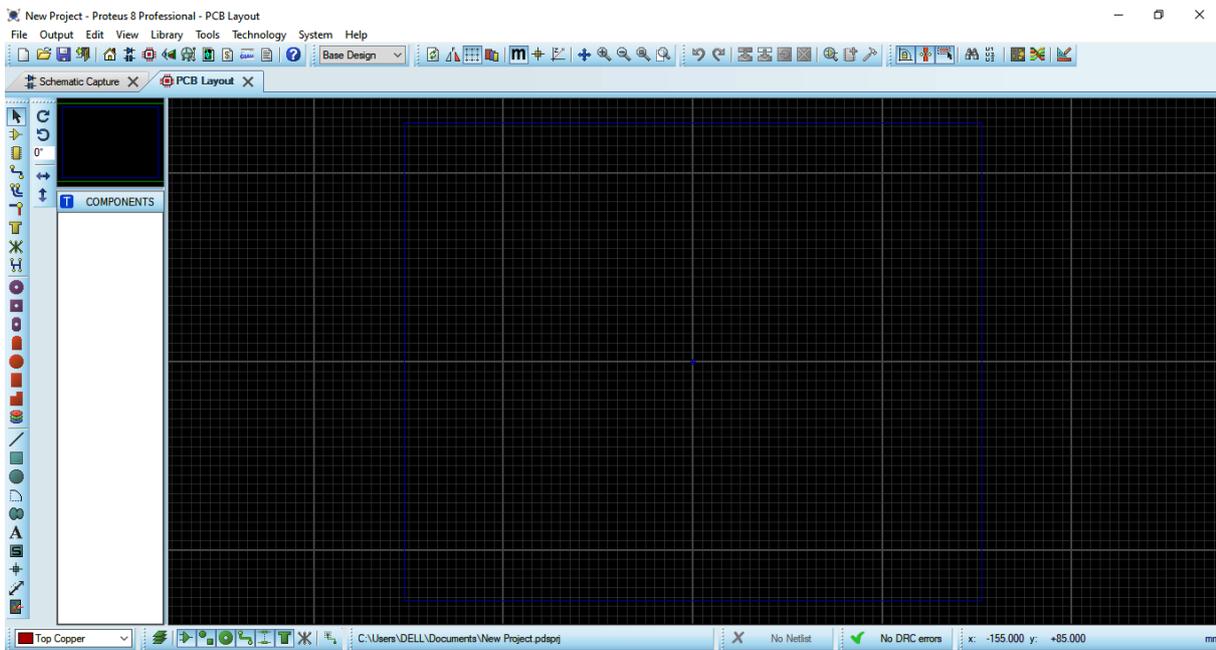


Figure 1.4 : Fenêtre principale du logiciel ARES.

RÉSUMÉ

Le développement de l'industrie électronique connaît depuis des années une course rapide spécialement vers la miniaturisation mais sans laisser les origines. En effet la demande d'appareils de petites dimensions a mené les conducteurs à faire plus d'efforts pour répondre aux exigences du marché. A travers ce mémoire, nous escomptons pouvoir réaliser un générateur basse fréquence à base de circuit intégré XR2206.

Mots clés :

L'industrie, miniaturisation, générateur, circuit intégré XR2206

ABSTRACT

The development of the electronics industry has known for years a rapid race especially towards miniaturization but without leaving the origins. Indeed, the demand for small devices has led drivers to make more efforts to meet market demands. Through this brief, we expect to be able to produce a low frequency generator based on an XR2206 integrated circuit.

Keywords:

Industry, miniaturization, generator, integrated circuit XR2206

ملخص

عرف تطور صناعة الإلكترونيات منذ سنوات سابقاً سريعاً بشكل خاص نحو التصغير ولكن دون ترك الأصول. في الواقع، دفع الطلب على الأجهزة الصغيرة السائقين إلى بذل المزيد من الجهود لتلبية متطلبات السوق. من خلال هذا الموجز، نتوقع أن نكون قادرين على إنتاج مولد منخفض التردد يعتمد على دائرة متكاملة XR2206.

الكلمات المفتاحية:

الصناعة، التصغير، المولدات، الدوائر المتكاملة XR2206