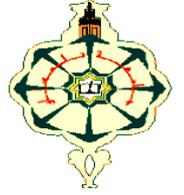




REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID - TLEMCEM
FACULTE DE TECHNOLOGIE



Département de Génie Electrique et Electronique

Mémoire de Master

Filière : Electronique
Option : Instrumentation

Présenté par :

Mr : Bouazzaoui Benamar

M^{lle} : Khaouani Hayet

Générateur d'impulsions rectangulaires avec rapport cyclique ajustable et gammes de fréquence 19 HZ au 769 KHZ

Soutenu le 17 JUIN 2015 devant la commission d'examen :

M^r Bouazza Benyounes

MCA

Président

M^{me} BOUAZZA Née Guen Ahlam

MCA

Encadreur

M^r Kerai Salim

MCB

Examineur

Année universitaire : 2014 - 2015

Remerciements

Je tiens tout d'abord à adresser mes remerciements et toute ma reconnaissance à ma mère, ma femme et à ma sœur KHEIRA, à mes enfants SOUAAD, HADJER, MOUAD, MOHAMED et mes frères et sœurs. Je leur dédicace ce travail car il est le résultat de leur soutien, de leur confiance et de leurs encouragements tout au long de mes études.

Je tiens aussi à remercier vivement et chaleureusement mon encadreur et Professeur Mme BOUAZZA née GUEN AHLAM ainsi que mon professeur Mr BOUAZZA BENYOUNES pour leurs patiences, leur côté humain, leur disponibilité, leur encadrement et leurs conseils avisés. Leur rigueur exceptionnelle et leur disponibilité m'ont contraint à faire preuve d'une précision sans cesse accrue et leurs confiances, a été source de motivation dans les moments les moins faciles. Je vous dois ce travail et je ne vous remercierai jamais assez pour tout ce que vous m'avez appris et apporté et pour votre soutien.

Je remercie Mr BELAID BOUMEDIENE et BENSMAINE ZOUBIR pour l'honneur qu'ils me font en acceptant de me soutenir de mes travaux de thèse.

Je remercie également Mme BOUAZZA née GUEN Ahlam, Mr BOUZZA BENYOUNES et Mr KERAI SALIM et pour leurs participations au jury de soutenance et leurs contributions à l'évaluation de mon travail... .

J'adresse une pensée à mon amie et frère Mr BOUDLELE BOUMEDIENE qui a été mon grand soutien durant mes études. Mes collègues de l'université, pour leur sympathie et la bonne ambiance dans le couloir, les encouragements, les conseils et aussi pour leur aide. Je termine en remerciant également tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à accomplir ce projet, ceux qui m'ont encouragé et soutenu ; merci...

Remerciements

Je tiens tout d'abord à adresser mes remerciements et toute ma reconnaissance à mes parents et mes sœurs. Je leur dédicace ce travail car il est le résultat de leur soutien, de leur confiance et de leurs encouragements tout au long de mes études.

Avons d'exposer et d'explicitier le contenu de ce travail, permette nous tout d'abord, des remercier très sincèrement tous les enseignants qui nous ont initié à cette discipline qui nous est chère à savoir l'électronique.

Nous avons saisissons cette occasion pour le rendre hommage et témoigner de la qualité de l'enseignement qu'ils dispensent et dont nous avons profité positivement.

C'est avec le plus grand plaisir que nous permettrons d'adresser nous plus vifs remerciements à notre

Encadreur Madame BOUAZZA Ahlam pris la responsabilité de nous dirigé dans ce projet. Ses idée et sa confiance d'une t'elle importance, pour nous et par son aide précieuse et sa bienveillance, nous avons pu entreprendre ce travail et le mener à bien.

nous adressons notre vif remerciement au membres jury Monsieur BOUAZZA B.ET Monsieur KERAI S, qui nous avons fait un grand honneur en acceptant de participer à notre soutenance.

Nous tenons à remercier également les responsables du labo d'électronique pour nous avoir procurer le matériel nécessaire. monsieur BLAID Boumediene , Monsieur FRID...MLLE MAKOUDI Malika .

Table des matières

Table des figures	4
Introduction général	5
Schéma bloqué	6
Chapitre I : Généralités	7
I.1. Historique	8
I.2. Oscillateur	9
Chapitre II : Fonctionnement des Multivibrateurs Astable	10
II.1. Introduction	11
II.2. Oscillateur RC	11
II.2.1. rappelle de quelques notions fondamentales de condensateur	11
II.2.2. Dipôle RC série excité par signal rectangulaire	12
II.2.3. Principe de fonctionnement	13
II.3. Les multivibrateurs astables	14
II.3.1. Les astables à transistor	14
II.3.1.1. Rappel sur le fonctionnement du transistor en commutation	14
II.3.1.2. Les astables à transistor	16
II.3.2. Multivibrateur astable à bascule de SCHMITT	17
II.3.2.1. Schéma de base d'une bascule de SCHMITT	17
II.3.2.2. Circuit astable en utilisant bascule de SCHMITT	18
II.3.2.3. Principe du fonctionnement	19
II.4. Multivibrateur astable avec amplificateur opérationnel	20
II.4.1. Circuit de base	20
II.4.2. Principe du fonctionnement	20
II.5. Multivibrateur astable en utilisant les portes NAND	21
II.5.1. Circuit de base	21
II.5.2. Principe de fonctionnement	22
II.6. MONTAGE UTILISANT TROIS INVERSEURS	23

II.6.1.Circuit de base	23
II.6.2.Principe de fonctionnement	23
II.7.MONTAGE ASTABLE UTILISANT DEUX INVERSEURS	25
II.7.1.Circuit de base	25
II.7.2.Principe de fonctionnement	26
II.8.Multivibrateur Astable utilisant le circuit intégré NE555	28
II.8.1.Circuit de base	28
II.8.2.Principe de fonctionnement	29
Chapitre III Réalisation pratique Générateur d'impulsion rectangulaire	31
III.1.But de projet	32
III.2.Générateur des impulsions rectangulaires en utilisant le NE555	32
1. Circuit a réalisé	32
2. Liste des composants	33
3. Résultats	33
4. Interprétation sur les résultats	34
III.3.Générateur des impulsions rectangulaires en utilisant le CI 4011	36
1. Circuit a réalisé	36
2. Principe de fonctionnement	37
3. Liste des composants	38
4. Résultats	39
5. Interprétation sur les résultats	41
III.4.Générateur des impulsions rectangulaires en utilisant le CI 74S00	42
1. Circuit a réalisé	42
2. Principe de fonctionnement	43
3. Liste des composants	43
4. Résultats	44
5. Interprétation sur les résultats	46

6. Circuit amélioré	46
7. Liste des composants	47
8. Interprétation sur les résultats	47
9. Circuit de commande de rapport cyclique	48
10. Liste des composants	49
Annexe 1. Alimentation stabilisé	50
1. But de réalisation	50
2. Schéma de principe	50
3. Fonctionnement du montage	50
4. Circuit a réalisé	52
Annexe 2 : Circuit intégré 4011 et 7400	53
Annexe 3: Circuit intégré NE555	55
Annexe 4 : Montages à Amplificateur Opérationnel LF356	57
Annexe 5: Circuits imprimés	61
I. Circuit imprime générateur des impulsions rectangulaires en utilisant le NE555	61
II. Circuit imprime générateur des impulsions rectangulaires en utilisant le CI 4011	61
III. Circuit imprime générateur des impulsions rectangulaires a fréquence et rapport cyclique ajustable en utilisant le CI 74S00	62
1. Switch qui commande 8 condensateurs	62
2. Circuit imprime générateur des impulsions rectangulaires en Utilisant le CI 74S00	62
3. Circuit imprime de commande de rapport cyclique	63
4. Circuit imprime alimentation stabilise +15v,-15v,+5v	63
IV. Générateur d'impulsion rectangulaire avec fréquence commande et un rapport cyclique ajustable	64
Conclusion générale	65
Bibliographie	66

Table des figures

Schéma bloqué	6
Figure 1 Transistor en commutation	15
Figure 2 Astables à transistor	16
Figure 3 Astable à bascule de SCHMITT	18
Figure 4 Astable avec amplificateur opérationnel	20
Figure 5 Astable a portes NAND	21
Figure 6 Astable à 3 inverseurs	24
Figure 7 Astable à 2 inverseurs	25
Figure 8 Astable à 2 inverseurs avec fréquence variable	26
Figure 9 Astable à CI NE555	28
Figure 10 Astable à CI NE555 avec fréquence variable	32
Figure 11 Astable à CI 4011 avec fréquence variable	36
Figure 12 Astable à CI 7400 avec fréquence variable	42
Figure 13 Astable à CI 74S00 amélioré avec fréquence variable	47
Figure 14 Circuit de commande de rapport cyclique	48
Figure 15 schéma de principe d'une alimentation stabilise	50
Figure 16 Alimente stabilise +5v, +15v, -15v	52
Circuit imprime générateur des impulsions rectangulaires en utilisant le NE555	61
Circuit imprime générateur des impulsions rectangulaires en utilisant le CI 4011	61
Circuit imprime générateur des impulsions rectangulaires fréquence a et rapport cyclique ajustable en utilisant le CI 74S00	62
Générateur d'impulsion rectangulaire avec fréquence commande et un rapport cyclique ajustable :	64

Introduction générale

Dans tous les laboratoires d'électronique, on doit trouver nécessairement les appareils de base suivant :

Tout d'abord une alimentation stabilisée, un multimètre (ampèremètre, voltmètre, ohm-mètre), un oscilloscope et pour finir un générateur de fonction qu'on appelle communément GBF pour générateur basse fréquence.

De ce fait, il est bien clair que le générateur de fonction occupe une place primordiale dans tout laboratoire d'électronique car ce dernier permet en fait de grandes possibilités d'investigations.

En fait le générateur de fonction ou GBF est un appareil qui, comme son nom l'indique, permet de générer au choix une tension sinusoïdale, triangulaire, rectangulaire ou carrée variable aussi bien en fréquence qu'en amplitude.

Cependant, rappelons que ces GBF ne délivrent en fait pas des créneaux à très faible temps de montée ou de descente et il est bien rare de descendre en dessous du seuil de 50ns et le plus souvent, le temps avoisinent ou dépassent les 100ns.

Notre travail, a donc consisté à concevoir un générateur d'impulsion pouvant générer des oscillations électriques en cycle rectangulaire.

C'est ainsi que notre travail a fait l'objet de trois chapitres :

Le présent mémoire est formé de trois chapitres et des annexes décrivant notre projet :

- ✓ Le premier chapitre consacré à quelques généralités sur les multivibrateurs,
- ✓ Le deuxième chapitre aborde l'étude théorique de quelque multivibrateur,
- ✓ Le troisième chapitre consacré à l'analyse du circuit et présentations de notre générateurs et des résultats obtenus du générateur d'impulsion rectangulaire ainsi réalisé avec une gamme de fréquence variable qui peu allez a 1 MHz et un rapport cyclique ajustable.

Ainsi le schéma synoptique de notre générateur est celui de la figure 1 qui suit :

Schéma bloqué

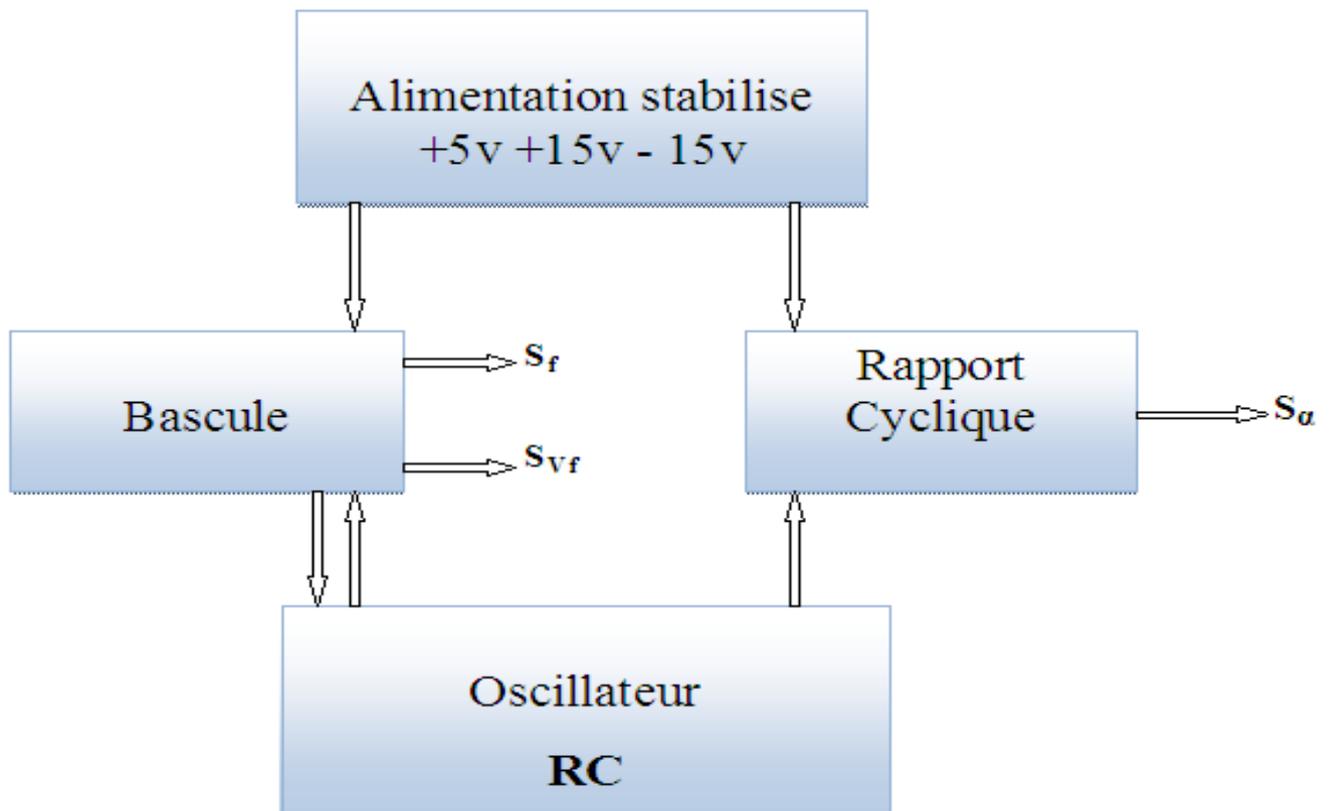


Figure 1 : Schéma synoptique de notre générateur

Où : S_f est le signal de sortie d'amplitude fixe et fréquence ajustable

S_{vf} est le signal de sortie d'amplitude et fréquence ajustables

S_a est le signal de sortie à rapport cyclique ajustable

Ce générateur se compose ainsi d'une alimentation stabilisée, bascule, oscillateur que nous présenterons dans la suite de ce mémoire.

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS

I.1. Historique

Le professeur Heinrich Rudolf Hertz fit une expérience en 1888 prouvant l'existence réelle des ondes électromagnétiques prédites par Maxwell. Hertz réalise un **oscillateur** à l'aide d'une bobine et d'un condensateur composé de deux sphères. Les oscillations du courant électrique dans ce dispositif sont à l'origine d'une onde qu'il détecte avec un petit résonateur composé d'un anneau métallique presque refermé. Le courant créé par l'onde dans cette antenne provoque une étincelle.

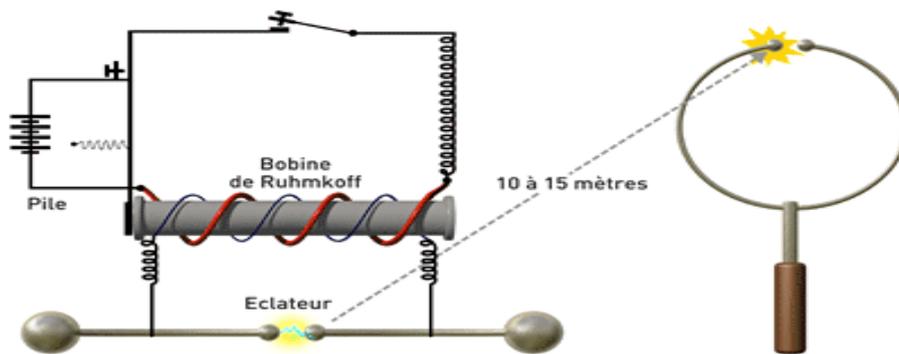


Figure I.1 : Principe de l'oscillateur

Pour mieux comprendre l'origine des oscillations parasites qui se produisent spontanément dans les amplificateurs à très fort gain, Abraham et Bloch réalisent un circuit simplifié, où les couplages entre lampes successives sont renforcés, et qui va les conduire au multivibrateur. En 1917, Abraham et Bloch inventent le **multivibrateur**, oscillateur électronique d'un type nouveau, qui aura de multiples applications, parce qu'il permet de produire un grand nombre de fréquences f_N multiples de sa fréquence de base f_0 ($f_N = Nf_0$, où N est un nombre entier) ; et aussi parce que sa fréquence de base f_0 peut être facilement « synchronisée » sur la fréquence $f_{\text{réf}}$ d'un oscillateur de référence, en sorte que $f_0 = f_{\text{réf}}$. Ils utilisent ces multivibrateurs pour inventer une nouvelle méthode de mesure des fréquences par comparaison de multiples et de sous-multiples – méthode toujours actuelle. Les compteurs de fréquence, couramment utilisés dans nos laboratoires, sont les descendants directs des ancêtres imaginés par Abraham et Bloch ; avec les lasers, nous appliquons aujourd'hui les mêmes méthodes aux fréquences des ondes lumineuses. L'ondemètre, qu'ils construisent pour la télégraphie militaire en 1918, permet de mesurer les longueurs d'onde $\lambda = \ell/c$ des émetteurs radio avec une précision inégalée (la fréquence était alors inusitée dans le langage courant) ; et il porte cette étiquette, digne de la tradition militaire : « Longueurs d'ondes rectifiées, 1918 ».

I.2.Oscillateur

Un oscillateur est un circuit électronique qui génère un signal périodique. Ces signaux sont de deux types. Tout d'abord, il existe des signaux sinusoïdaux utilisés dans les techniques de radiocommunication. C'est l'onde porteuse du signal radio et du signal T.V.. Ce type d'onde est généré également dans les synthétiseurs de notes musicales, dans la technologie du radar...

Le deuxième type de signal qui nous intéresse plus particulièrement ici, est le signal rectangulaire, propre à la technologie numérique. En effet, ce signal se caractérise uniquement par des transitions d'un niveau Haut « H » à un niveau bas « L » et vice-versa à une fréquence déterminée par le circuit générateur. Ce circuit est généralement appelé **multivibrateur**. Ce circuit possède deux états logiques L et H instables. La sortie bascule périodiquement d'un état logique à l'autre état complémentaire.

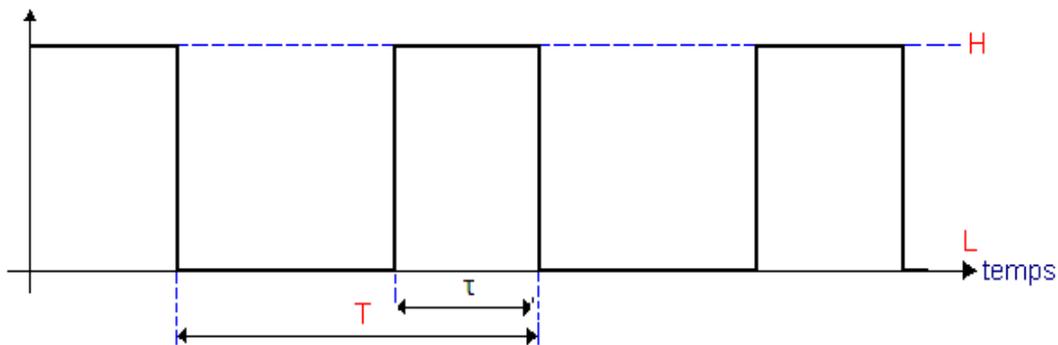


Figure I.1. Signal rectangulaire.

T est la période du signal rectangulaire déterminée par les caractéristiques propres du montage.

τ est le temps à l'état haut dans une période.

Le rapport cyclique α est défini comme le rapport de la durée d'une pulsation τ par la période T du signal rectangulaire soit alors :

$$\alpha = \frac{\tau}{T}$$

Après avoir donné très brièvement des généralités sur l'apparition du premier oscillateur et présenté le type de signal pouvant être délivré par les astables, on propose de donner le mode de fonctionnement des multivibrateurs astables.

CHAPITRE II

FONCTIONNEMENT

DES

MULTIVIBRATEURS

ASTABLE

II.1. Introduction [3]

Les générateurs d'impulsions rectangulaires ou multivibrateurs sont des montages qui permettent de générer en sortie une tension rectangulaire donc les niveaux hauts et bas sont plus ou moins stables. En fonction de cette stabilité, on distingue:

- Les multivibrateurs astables.
- Les multivibrateurs monostables.
- Les multivibrateurs bistables

Les astables sont des autos-oscillateurs, car ils ne reçoivent aucune impulsion de l'extérieur alors que les monostables et les bistables sont les oscillateurs de déclenchement. Tout multivibrateur comporte obligatoirement les organes suivants:

- Un élément actif (le transistor, l'amplificateur opérationnel, les portes logiques etc.....)
- Un organe qui accumule de l'énergie (le condensateur)
- Un organe qui dissipe de l'énergie (résistance)

En fonction de l'élément actif, on distingue les multivibrateurs à transistor, les multivibrateurs à porte logiques, les multivibrateurs a amplificateurs opérationnels et enfin les multivibrateurs à circuit intégré (NE555).

Dans notre projet en s'intéresse a généré des impulsions rectangulaire les plus stable que possible. Pour cela on va étudier les multivibrateurs astables.

II.2.Oscillateur RC [9]

II.2.1. rappelle de quelques notions fondamentales de condensateur

- Dans un condensateur, chaque armature porte la même quantité de charges électriques, de signe opposé (rappelons qu'une charge positive représente un défaut d'électrons...).
- L'intensité du courant électrique circulant dans le circuit est le débit des charges transportées, c'est à dire qu'on a **$i = dq/dt$** .

En effet, un débit s'exprime comme le rapport d'une quantité transportée, ici des charges électriques, par unité de temps.

- Il en découle (par une intégration sur le temps et en supposant que la charge à $t=0$ était nulle) que la charge Q d'un condensateur par un courant I au bout d'un temps t est égale à $Q = I.t$
- A chaque instant de la charge ou de la décharge d'un condensateur, la différence de potentiel entre les deux armatures est proportionnelle à la charge d'une plaque. Le facteur de proportionnalité est C , la capacité du condensateur, d'où l'on peut écrire

$$q = C.u.$$

- Au cours de sa charge, le condensateur accumule de l'énergie, qu'il libère lors de la décharge. Le condensateur est un réservoir d'énergie électrostatique. L'énergie stockée par un condensateur est $E = (1/2).C.u^2$ ou encore, en considérant l'égalité ci-dessus, $E = (1/2).q^2/C$. E s'exprime en joule.

II.2.2. Dipôle RC série excité par signal rectangulaire

Nous allons étudier l'excitation d'un dipôle RC série par une suite d'échelons de tension, c'est-à-dire par un signal rectangulaire :

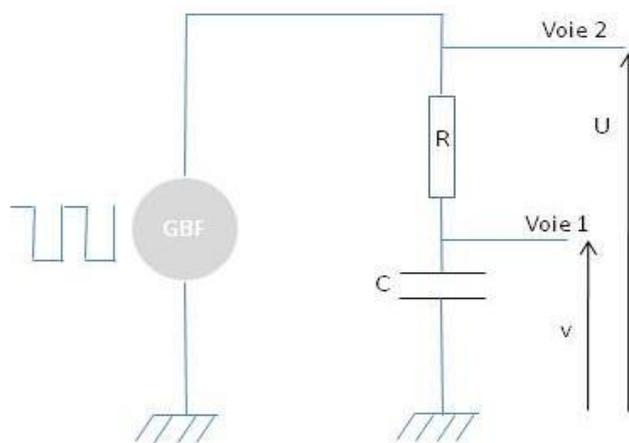


Figure II.1: Dipôle RC série est connecté aux bornes d'une génératrice basse fréquence (GBF)

Le dipôle RC série est connecté aux bornes d'une génératrice basse fréquence (GBF), qui délivre une tension U qui varie périodiquement entre $-V_0$ et $+V_0$.

II.2.3. Principe de fonctionnement

Pour simplifier notre étude, on va se limiter à examiner ce qui se passe pendant une période quelconque du signal d'excitation, sachant qu'il se reproduit périodiquement. Voici la forme de signal qu'on obtient aux borne du condensateur avec un signal d'entrée rectangulaire:

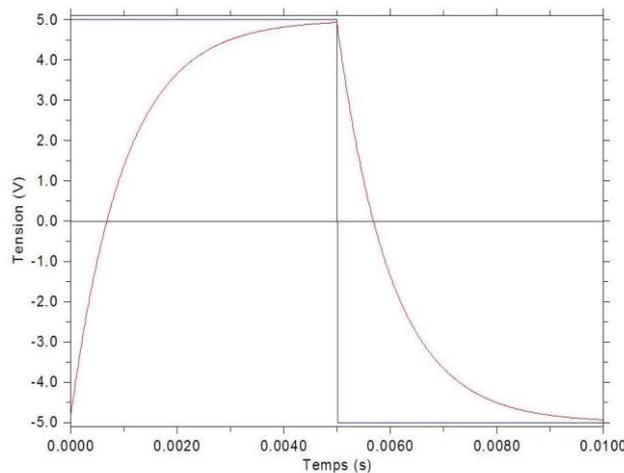


Figure II.2 : Allure du signal de sortie.

- ✓ Pendant la première demi-période c'est-à-dire que le signal est au niveau haut : Le condensateur est soumis à une tension positive V_0 . Des charges circulent provenant du générateur à travers la résistance R pour être stockées dans le condensateur. Le condensateur se charge en accumulant de l'énergie.

La rapidité avec laquelle il se charge dépend de sa capacité C et du courant qui circule et donc de R . On peut donc en déduire raisonnablement que la charge sera d'autant plus rapide que R est petite (le courant sera plus grand) et C plus petite aussi (moins de charges à accumuler pour "remplir" le condensateur).

Un autre facteur limitant la charge est la durée pendant laquelle la tension d'alimentation est positive, c'est à dire la durée du créneau positif. La charge complète ou incomplète du condensateur dépend donc aussi de la fréquence du signal d'excitation.

- ✓ Pendant la seconde demi-période c'est-à-dire que le signal est au niveau bas : Le condensateur est soumis à une tension négative $-V_0$. Il se décharge à travers la résistance R et perd de l'énergie. Le condensateur se décharge en fournissant de l'énergie au reste du circuit.

- ✓ La rapidité avec laquelle le condensateur se décharge dépend essentiellement de sa capacité et de Résistance à travers laquelle il se décharge. On peut donc en déduire tout aussi raisonnablement que la décharge sera d'autant plus rapide que R est petite (le courant sera plus grand) et C plus petite aussi (moins de charges à évacuer pour "vider" le condensateur).
- ✓ Un autre facteur limitant de la décharge est la durée pendant laquelle la tension d'alimentation est négative, c'est à dire la durée du créneau négatif.
- ✓ Modifier la fréquence de ce signal revient à modifier la durée de charge ou de décharge du condensateur qui est en relation direct avec la constante de temps RC.

II.3. Les multivibrateurs astables

Un circuit est un dispositif qui change d'état spontanément sans qu'il soit nécessaire de lui appliquer une impulsion de commande. Il délivre à sa sortie un signal rectangulaire caractérisé par sa période T et son rapport cyclique α .

II.3.1. Les multivibrateurs astables à transistor [1]

II.3.1.1 Rappel sur le fonctionnement du transistor en commutation

On dit qu'un transistor fonctionne en commutation lorsqu'il n'est en équilibre durable qu'à l'état saturé ou à l'état bloqué. Cela signifie que lorsqu'il passe de l'un à l'autre des états, la transition est très rapide. On définit généralement deux temps pour la commutation du transistor.

t_s : temps de passage de l'état bloqué à l'état passant.

t_b : temps de passage de l'état passant à l'état bloqué.

Ces temps sont faibles de l'ordre de $t_s = 60\text{ns}$ et $t_b = 450\text{ns}$ pour les transistors ordinaires et $t_s < 20\text{ns}$ et $t_b < 40\text{ns}$ pour les transistors de commutation.

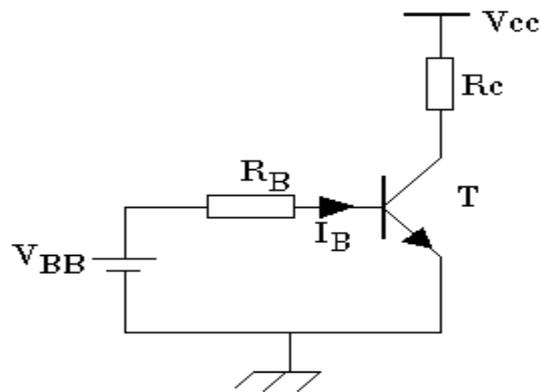


Figure II.3 : Transistor en commutation.

Le transistor T est dit saturé si les jonctions "base-émetteur" et " base-collecteur" sont polarisées en direct ou d'une manière pratique.

$$I_B > I_C / \beta_{\min}$$

$$I_{C\text{sat}} = (V_{CC} - V_{CE\text{sat}}) / R_C$$

$$0V < V_{CE\text{sat}} < 0,2V$$

Or $V_{CE\text{sat}}$ varie de 0 à 0,2V pour les transistors ordinaires et peut atteindre 1V pour les transistors de puissance d'où $V_{CE\text{sat}}=0$

$$I_B = (V_{BB} - V_{BE}) / R_B$$

Plus R_B est petit, plus I_B est grand. On définit le courant I_B de début de saturation I_{BJS} par :

$$I_{BJS} = I_{C\text{sat}} / \beta_{\min} = V_{CC} / R_C \beta_{\min}$$

Pour une bonne conception, il faut que le facteur de saturation qui est le rapport de I_B sur I_{BJS} de juste saturation soit supérieur à 10. Le transistor T sera bloqué lorsque les jonctions "base-émetteur" et "base-collecteur" seront polarisées en inverse. D'une façon pratique pour bloquer le transistor, il suffit d'annuler le courant I_B pour cela il faut appliquer entre la base et l'émetteur une tension inférieure au seuil $V_{BE}=0,7V$ pour le cas des transistors au silicium de notre schéma, il faut que $V_{BB} < 0,7V$.

II.3.1.2. Les astables à transistors

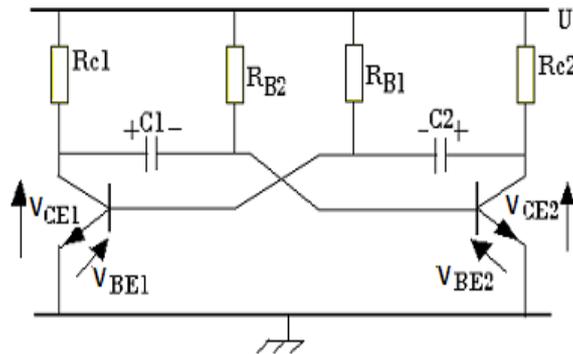


Figure II.4 : Astables à transistor

La sortie de T_2 est reliée à l'entrée de T_1 par une liaison capacitive et réciproquement. Les résistances des collecteurs sont beaucoup plus faibles que les résistances des bases. On suppose que T_1 se sature : son potentiel de collecteur passe brutalement de U à 0 . Le potentiel de base de T_2 passe de $0,6V$ à $(0,6V - U)$ car la charge du condensateur C_1 n'a pas le temps de varier pendant la transition. Ceci bloque T_2 dont le potentiel de collecteur tend vers U car C_2 se charge rapidement avec la constante de temps $\tau_2 = R_{C2} \times C_2$ à travers la charge de T_2 et la jonction base-émetteur de T_1 . Le potentiel de base de T_1 reste positif ce qui maintient la saturation. Pendant le même temps, le condensateur C_1 se charge avec la constante de temps $\tau_1 = R_{B2} \cdot C_2$ à travers R_{B2} et l'espace collecteur-émetteur de T_1 : le potentiel de base de T_2 croît de $(0,6V - U)$ à $0,6V$ avec la constante de temps $R_{B2} \cdot C_1$. Lorsque V_{B2} atteint le seuil de conduction de la jonction base-émetteur, le transistor T_2 se sature et le système bascule dans son autre état : la diminution du potentiel de collecteur de T_2 induit (via C_2) une tension négative sur la base de T_1 qui se bloque ... Le circuit oscille en permanence entre ces deux états. L'évolution des potentiels sur les électrodes des transistors en fonction du temps. Un calcul simple montre que la valeur approchée de la période du multivibrateur est égale à :

$$T = 0,7(R_{B2} \times C_1 + R_{B1} \times C_2).$$

$$f = \frac{1}{0,7(R_{B2} \times C_1 + R_{B1} \times C_2)}$$

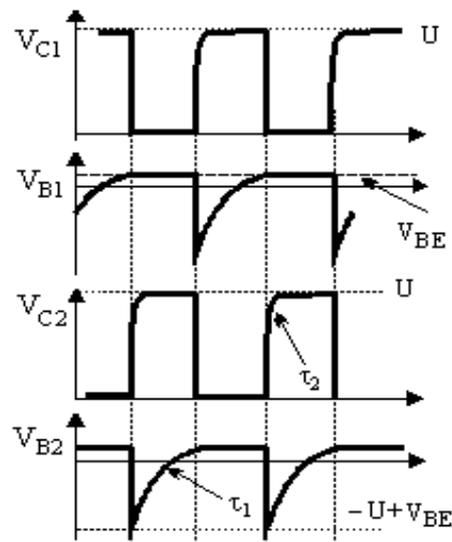


Figure II.5 : Chronogrammes aux nœuds des bases et collecteurs des deux transistors constituant l'astable.

II.3.2. Multivibrateur astable a bascule de SCHMITT [4]

II.3.2.1 Schéma de base d'une bascule de SCHITT

Une bascule de Schmitt, aussi appelée trigger de Schmitt ou bascule à seuil.

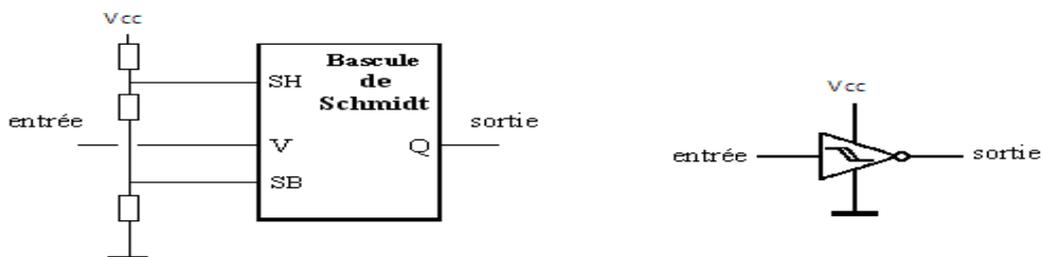


Figure II.6 : La bascule de schmitt

C'est une bascule à trois entrées V, SB et SH et une sortie Q. Contrairement aux autres bascules, qui sont commandées en appliquant des signaux logiques à leurs entrées, la bascule de Schmitt est conçue pour être pilotée par une tension analogique, c'est-à-dire qui peut prendre n'importe quelle valeur (dans l'intervalle $0 - V_{cc}$ afin de ne pas dégrader le circuit).

Les entrées SB et SH (seuil bas, seuil haut, ce dernier étant à un potentiel supérieur à SB) sont maintenues à des potentiels fixes ; ceci peut se faire par exemple grâce à un diviseur

Générateur des impulsions rectangulaire avec rapport cyclique

de tension composé de 3 résistances placées en série entre V_{cc} et la masse ; SH et SB sont reliés aux points intermédiaires du diviseur.

Le fonctionnement de cette bascule est le suivant :

- supposons qu'au départ, V soit au niveau bas 0 ; Q est alors à 0 ;
- quand V augmente, Q reste à 0 jusqu'à ce que V dépasse SH ; à ce moment, Q passe à 1 ;
- Q reste à 1 jusqu'au moment où V devient inférieur à SB ; à ce moment, Q passe à 0 ;
- Q reste à 0 jusqu'à ce que V repasse au-dessus de SH.

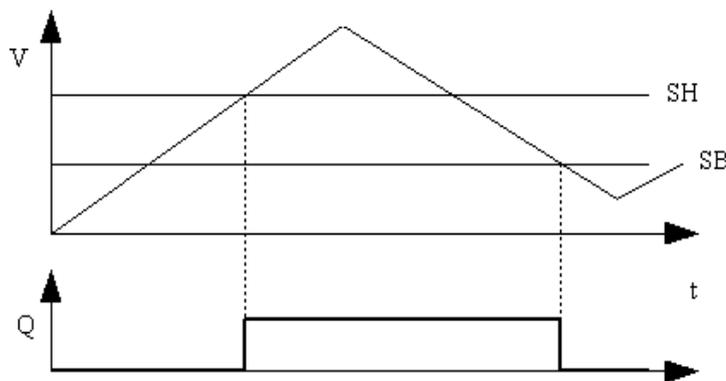


Figure II.7 : signaux en entrée et sortie de la bascule de schmitt.

La bascule de Schmitt sera ainsi utiliser afin de concevoir notre générateur d'impulsions rectangulaires

II.3.2.2. Circuit astable en utilisant bascule de SCHMITT

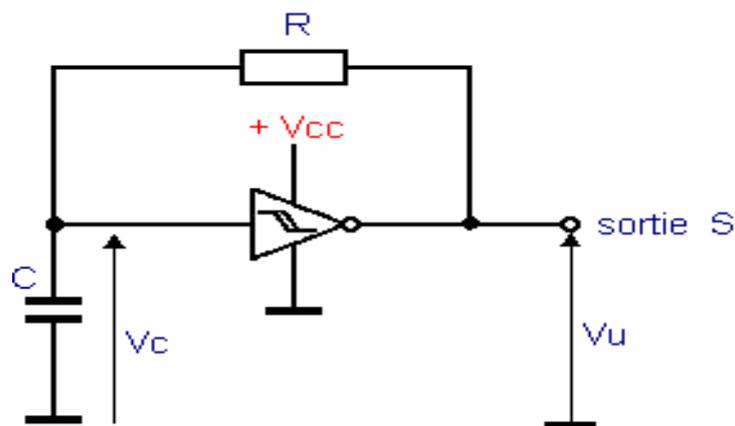


Figure II.8 : Astable à bascule de SCHMITT

II.3.2.3 Principe du fonctionnement

A la mise sous tension ce de montage, la tension V_c est nulle et la sortie est donc au niveau H. Le condensateur C se charge à travers la résistance R et à l'instant t_1 , V_c atteint le seuil V_{T+} du trigger. La sortie bascule et passe au niveau L : le condensateur entreprend sa décharge à travers R et à l'instant t_2 , V_c atteint le seuil V_{T-} du trigger, et le cycle recommence comme le montre Le chronogramme ci-dessous :

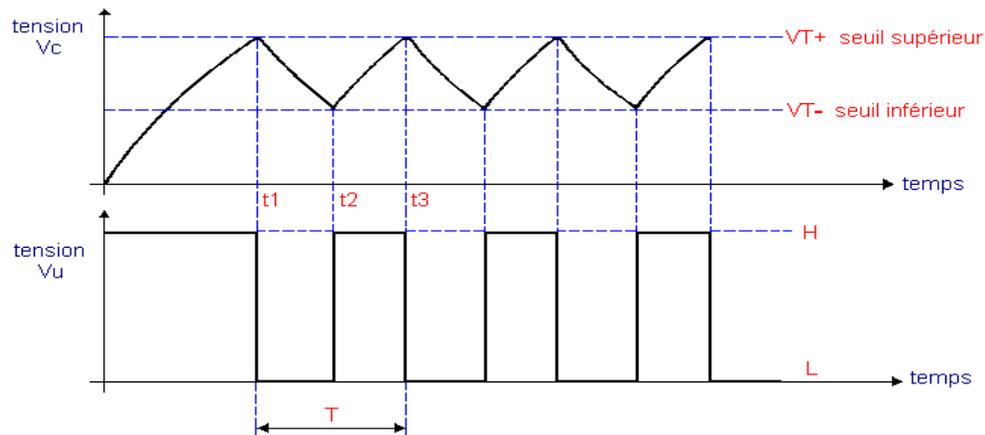


Figure II.9 : Allure de la tension de sortie de l'astable.

La sortie repasse ainsi au niveau H et le phénomène se reproduit ainsi La indéfiniment. Période d'oscillation T est définie par la relation :

$$T = \frac{1}{f_{\text{oscillation}}} = R.C. \ln \left(\frac{V_{CC} - V_{T-}}{V_{CC} - V_{T+}} \times \frac{V_{T+}}{V_{T-}} \right)$$

Ce montage est donc simple mais présente un inconvénient. En effet, les seuils V_{T+} et V_{T-} sont fonction de la tension d'alimentation V_{CC} ; ce montage ne présente donc pas une stabilité absolue en fréquence, mais peut avoir des fluctuations liées aux variations de la tension V_{CC} . Pour une variation de V_{CC} de 5 volts à 15 volts, la fréquence peut varier de 4 à 5 %. Néanmoins, ce montage peut être employé pour des applications ne nécessitant pas une grande stabilité et une grande précision d'ailleurs, l'emploi d'une alimentation régulée améliore sensiblement la stabilité du montage oscillateur.

II.4 Multivibrateur astable avec amplificateur

opérationnel : [2]

On réalise le circuit dans lequel R2 introduit une réaction positive. L'amplificateur fonctionne donc en régime de saturation.

II.4.1 Circuit de base

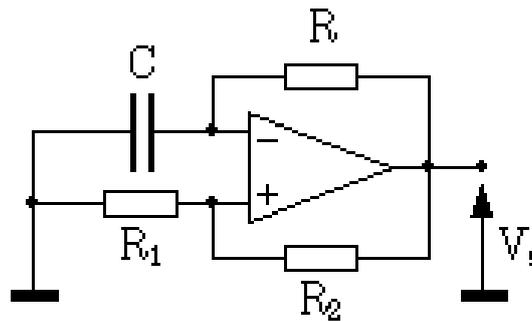


Figure II.10 Astable à amplificateur opérationnel

II.4.2 Principe du fonctionnement

L'entrée de notre astable est connectée ici à un circuit R-C alimenté par la sortie de l'amplificateur. Nous ferons l'hypothèse que $V_{sat+} = |V_{sat-}| = V_{sat}$. Supposons qu'à la mise sous tension, le condensateur soit déchargé, et que $V_s = +V_{sat}$. La tension aux bornes de V_+ est donnée par la relation suivante:

$$V_+ = V_{sat} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

La sortie alimente un circuit R-C, et C se charge selon la loi exponentielle suivante :

$$V_C = V_+ = V_{sat} \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

Lorsque $V_- = V_+$, le multivibrateur bascule, et on applique alors une tension $-V_{sat}$ sur le R-C qui devra se décharger de la valeur de l'hystérésis du multivibrateur avant que la sortie ne bascule à nouveau, et ainsi de suite.

II.5.2 Principe de fonctionnement

Pour comprendre le fonctionnement de la bascule astable à porte NAND on suppose que la sortie VS est au niveau logique 1 (haut), ceci implique que la tension appliquée sur l'entrée de la première porte N1 était au niveau logique 0 (bas), implique que la différence de potentiel aux bornes du condensateur est faible. Le condensateur se charge à travers la résistance R3 jusqu'à ce que l'entrée de la porte N1 atteigne le seuil supérieur V_{T+} qui va basculer la sortie VS au niveau logique 0. A cet instant, le condensateur se décharge à travers R3 jusqu'à ce que l'entrée de la porte N1 atteigne le seuil inférieur V_{T-} , et le cycle recommence comme le montre le chronogramme ci-dessous :

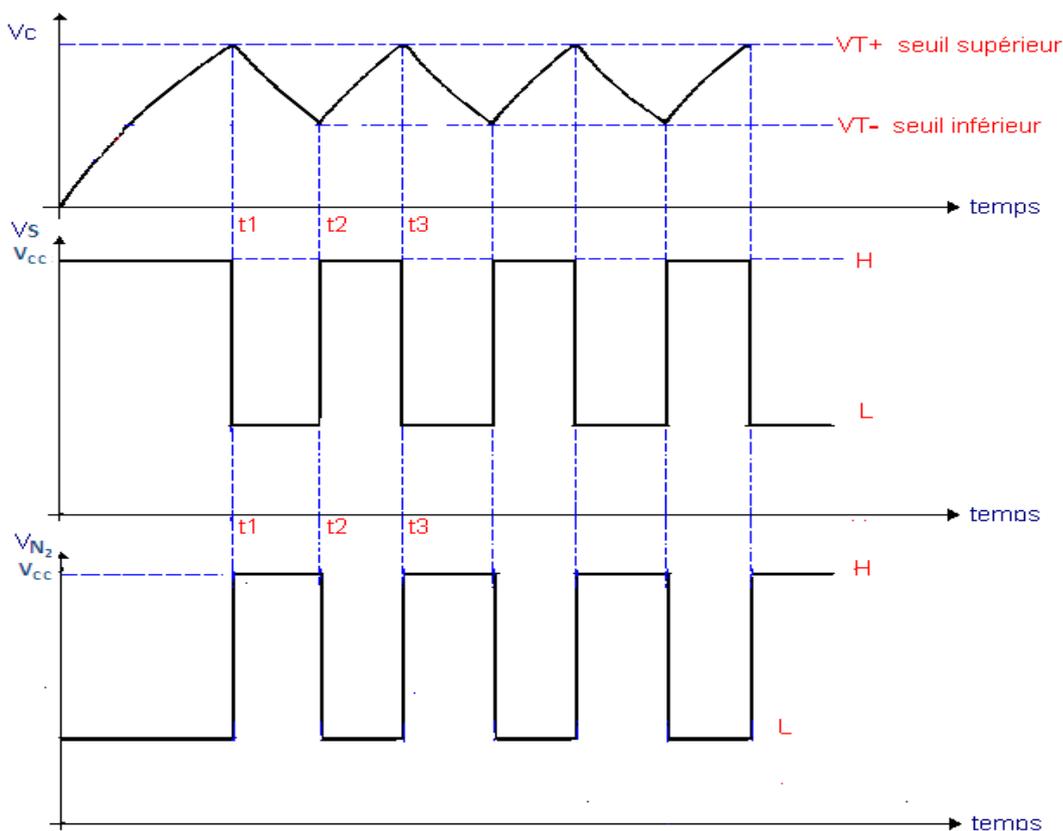


Figure II.13 : Chronogramme aux différents nœuds de l'astable à portes NAND

II.6.MONTAGE UTILISANT TROIS INVERSEURS [4]

II.6.1 Circuit de base

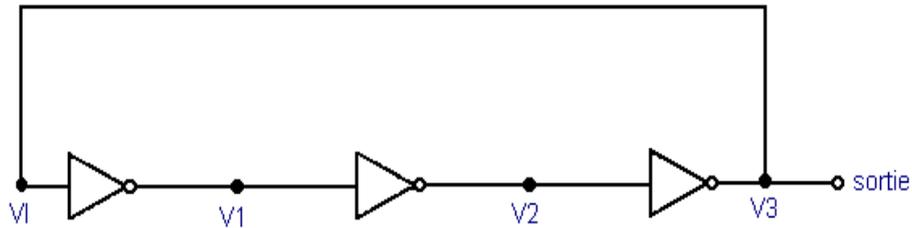


Figure II.14 : circuit de base

II.6.2 Principe de fonctionnement :

Il utilise le fait qu'il existe un temps de propagation ΔT pour chaque inverseur.

Le chronogramme ci dessous permet d'en comprendre le fonctionnement.

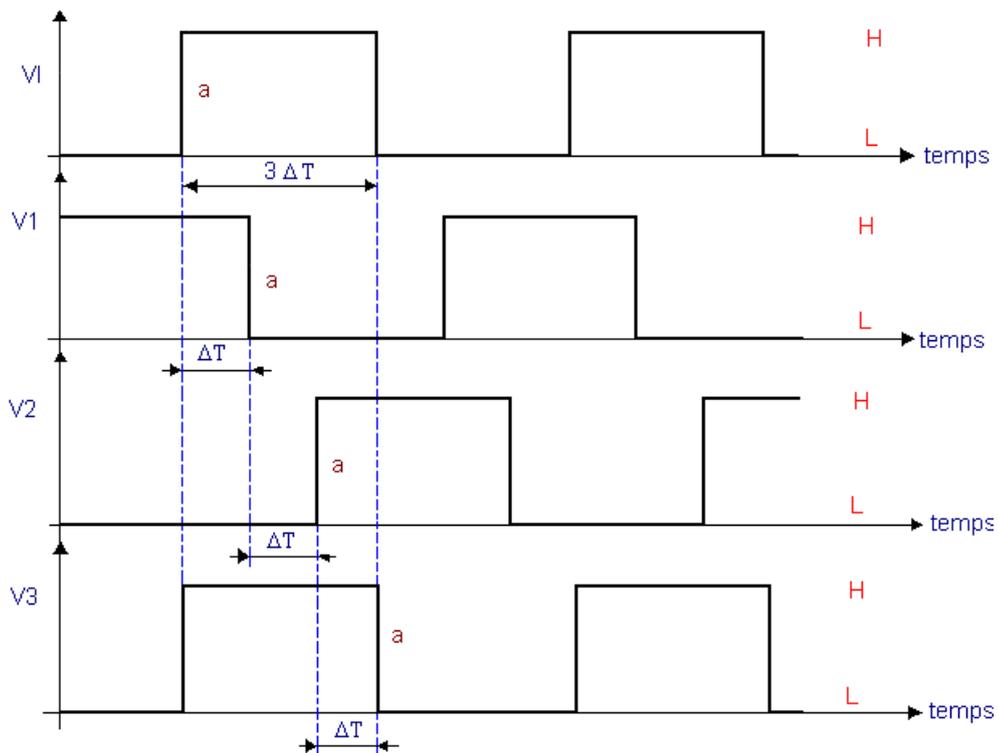


Figure II.15 : Chronogrammes aux différents nœuds du montage.

Générateur des impulsions rectangulaire avec rapport cyclique

Quand le signal au point VI (ou V3) passe du niveau L au niveau H, il apparaît clairement que la sortie correspondante bascule après un laps de temps égal à ΔT . Il en est ainsi pour les trois inverseurs. L'entrée VI rebascule donc après $3 \Delta T$. La période du signal vaut $6 \Delta T$. Ce circuit permet d'obtenir un oscillateur à fréquence élevée car les temps de propagation ΔT sont relativement courts. Si l'on veut réduire la fréquence d'oscillation, il suffit d'ajouter d'autres inverseurs. Leur nombre doit rester impair. Si n est le nombre d'inverseurs, la fréquence d'oscillation vaut $1 / 2n \Delta T$. Avec ce montage, la stabilité est toujours fonction de la tension d'alimentation, de la température et de la charge située à sa sortie, donc du circuit logique qu'il doit piloter. Il est possible d'améliorer ce montage en y intégrant trois composants passifs comme le montre le circuit ci-dessous :

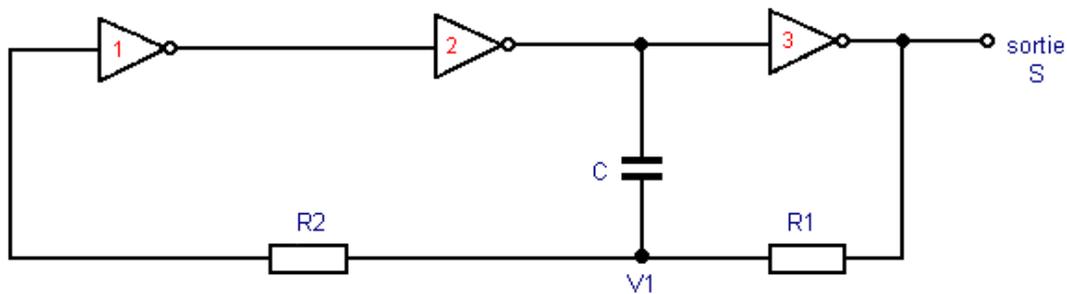


Figure II.16 Astable à 3 inverseurs

Le chronogramme relatif au fonctionnement est :

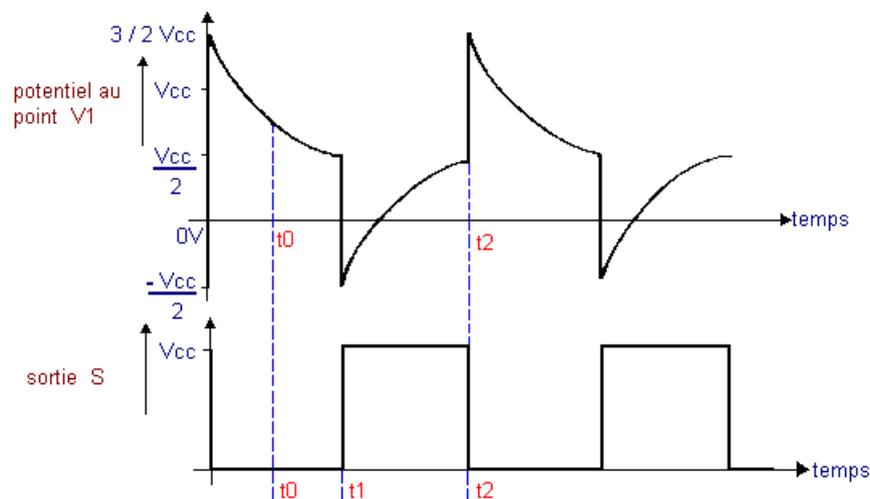


Figure II.17 : Chronogramme à la sortie de l'astable à trois inverseurs

A l'instant t_0 , la sortie S est au niveau L et l'entrée de l'inverseur 1 est au niveau H. Le potentiel du point V1 va donc décroître et dès que ce potentiel atteint le seuil de basculement de l'inverseur 1, soit pour $V_{cc} / 2$, les trois inverseurs vont basculer en chaîne. La sortie de l'inverseur 2 passe du niveau H au niveau L à l'instant t_1 soit une chute de tension de $-V_{cc}$ et le point V1 se retrouve au potentiel $(V_{cc} / 2) - V_{cc} = -V_{cc} / 2$. Or, la sortie est passée au niveau H, donc le potentiel de ce point V1 va croître jusqu'à $+ V_{cc} / 2$ (instant t_2) où les trois inverseurs vont commuter simultanément. Le point V1 se retrouve $(V_{cc} / 2) + V_{cc} = 3 / 2 V_{cc}$. Finalement, on assiste à une série de charges et de décharges du condensateur C et chaque fois que le point V1 franchit le seuil de basculement de l'inverseur 1, l'état de la sortie change. A titre indicatif, la fréquence d'oscillation est donnée par la formule :

$$f_{osc} \cong \frac{1}{2R_1C \left(\frac{0,405 R_2}{R_1 + R_2} + 0,693 \right)}$$

Cet oscillateur est insensible aux variations de la tension d'alimentation V_{cc} et sa stabilité en fréquence est d'autant meilleure que sa fréquence est basse. En effet, la fréquence dépend principalement des trois composants R_1 , R_2 , C.

II.7.MONTAGE ASTABLE UTILISANT DEUX

INVERSEURS : [4]

II.7.1 Circuit de base

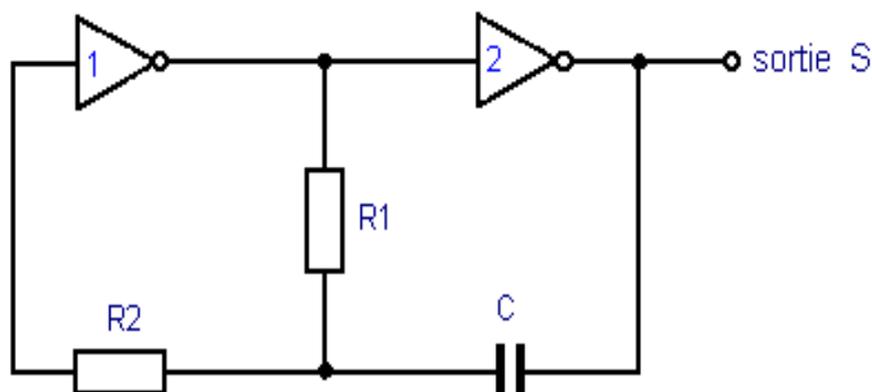


Figure II.18 Astable à 2 inverseurs

II.7.2 Principe de fonctionnement

La fréquence d'oscillation est donnée par la formule

$$f_{osc} = \frac{1}{2,2 R_1 C}$$

La valeur de la résistance R2 doit être au moins dix fois supérieure à celle de R1. Par ailleurs, les valeurs de C et de R1 ne doivent pas être trop faibles, car l'inverseur 2 ne peut fournir un courant en sortie très élevé.

Il est toujours possible de mettre une résistance R1 variable. Ceci permet d'ajuster la fréquence de sortie de l'oscillateur. Il est également possible de faire varier le rapport cyclique du signal rectangulaire par le circuit amélioré ci-dessous :

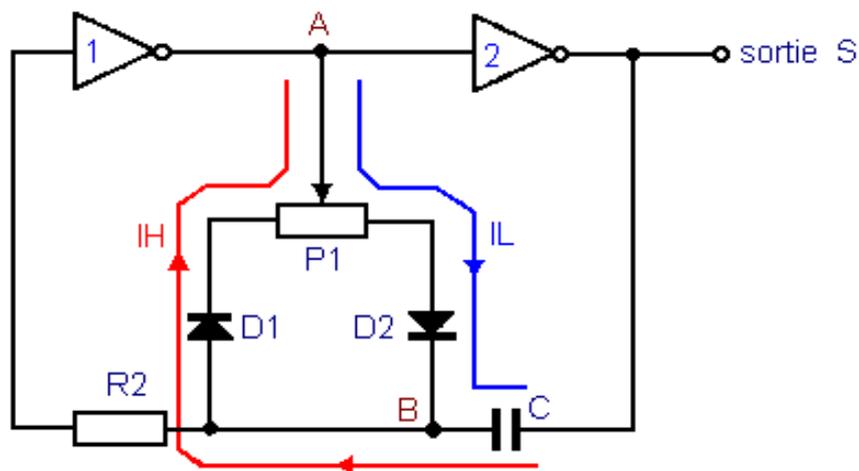


Figure II.19 : Astable à 2 inverseurs avec fréquence variable

Le chronogramme relatif au fonctionnement est :

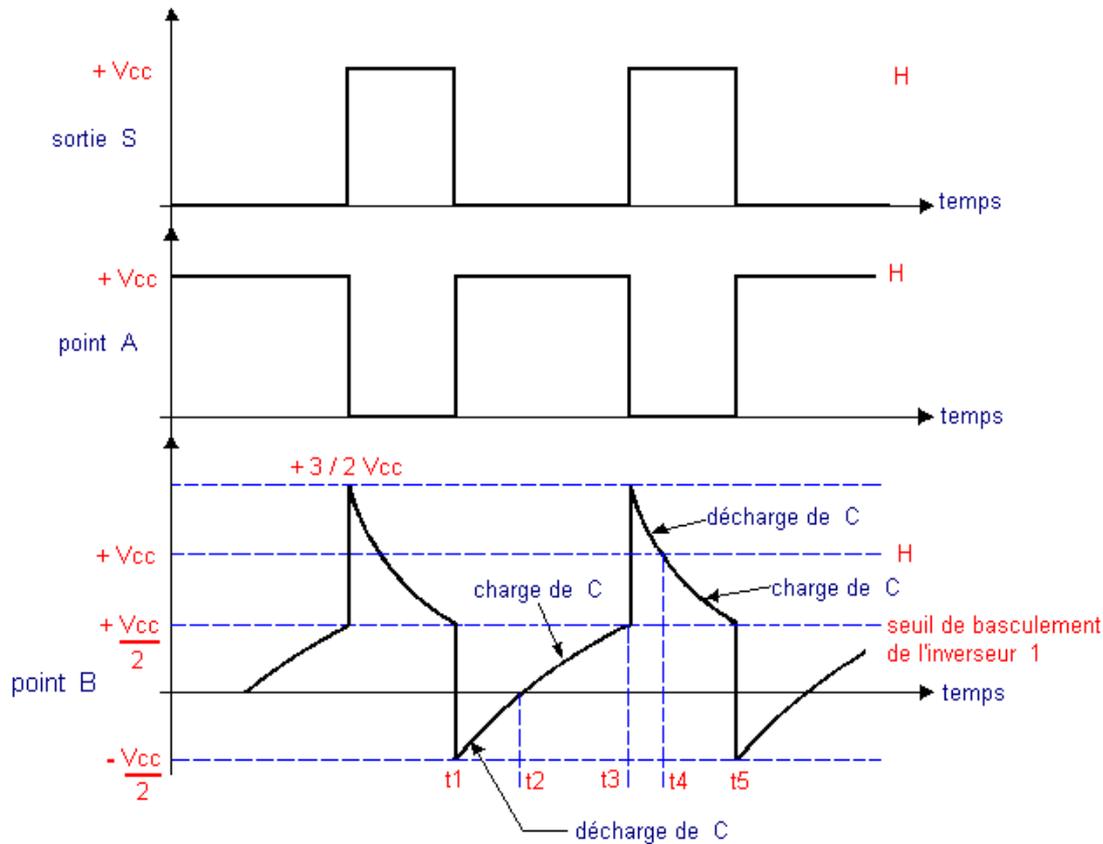


Figure II.19 : Chronogrammes aux nœuds S, A,B du montage..

A l'instant t_1 , la sortie S est au niveau L et le point A au niveau H. Le point B est alors au potentiel $-V_{cc} / 2$, comme nous le verrons à la fin de ce raisonnement, V_{cc} étant la tension d'alimentation du montage.

Le condensateur C se décharge donc à travers la diode D2 et une partie du potentiomètre P1 puisque le point A est au potentiel $+V_{cc}$ et le point B au potentiel $-V_{cc} / 2$. A l'instant t_2 , le condensateur C est complètement déchargé. Le point B est au potentiel 0 volt. Le potentiel du point B continue d'augmenter puisque le point A est toujours au potentiel $+V_{cc}$. Le condensateur C se charge maintenant à travers la même diode D2 jusqu'à l'instant t_3 . De l'instant t_1 à l'instant t_3 , seule la diode D2 conduit, la diode D1 étant polarisée en inverse. C'est le même courant I_L qui décharge dans un premier temps le condensateur C puis le charge dans un deuxième temps. A l'instant t_3 , le point B est au potentiel $+V_{cc} / 2$, donc l'inverseur 1 bascule ainsi que l'inverseur 2. Le point A passe au potentiel 0 et la sortie S au potentiel $+V_{cc}$. Le potentiel de la sortie S a augmenté instantanément de $+V_{cc}$, donc le potentiel du point B fait de même et passe ainsi à $+3 / 2 V_{cc}$. De l'instant t_3 à t_5 , les mêmes phénomènes que ceux décrits ci-dessus se reproduisent ; mais cette fois-ci, c'est la diode D1 qui conduit et la diode

D2 qui est polarisée en inverse. De t_3 à t_4 , le condensateur C se décharge, puis de t_4 à t_5 , C se charge. Quand le potentiel du point B arrive au seuil de basculement de l'inverseur $+ V_{cc} / 2$, les deux inverseurs basculent. La sortie S qui se trouvait à $+ V_{cc}$ passe au potentiel 0 volt, soit un front négatif de $- V_{cc}$ qui est transmis intégralement au point B par le condensateur C. Ce point B qui était à un potentiel de $+ V_{cc} / 2$ passe donc à :

$$\frac{V_{cc}}{2} - V_{cc} = - \frac{V_{cc}}{2}$$

Nous sommes revenus au point de départ de notre explication et un nouveau cycle peut recommencer. En faisant varier la position du curseur du potentiomètre P1, les constantes de temps de charge et de décharge de C (celle relative à la période $t_3 - t_1$ et celle relative à la période $t_5 - t_3$) varient. Ainsi, le rapport cyclique varie.

II.8. Multivibrateur Astable utilisant le circuit intégré NE555 [6]

II.8.1 Circuit de base

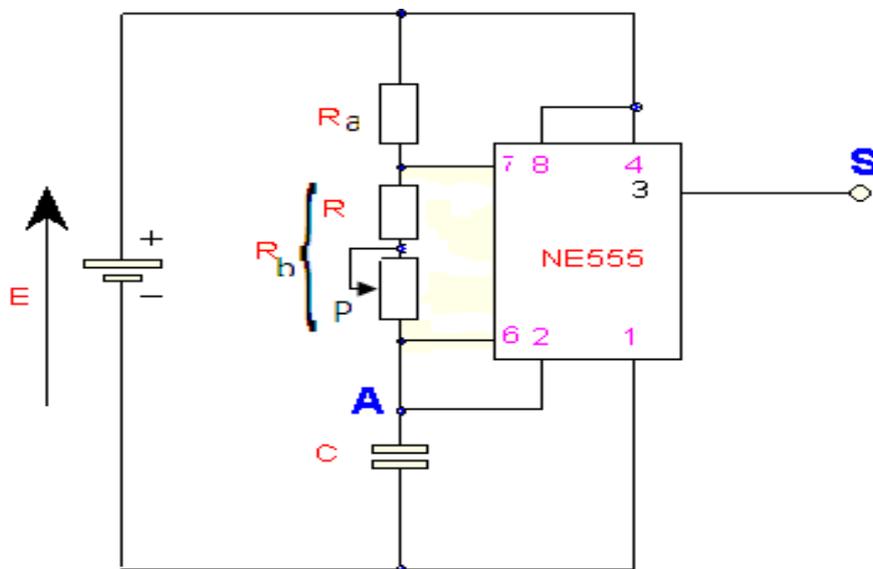


Figure II.20 : Astable à CI NE555

II.8.2. Principe de fonctionnement

Configuration astable permet d'utiliser le NE555 comme oscillateur. Deux résistances et un condensateur permettent de modifier la fréquence d'oscillations ainsi que le rapport cyclique. Dans cette configuration, la bascule est réinitialisée automatiquement à chaque cycle générant un train d'impulsion perpétuelle. Une oscillation complète est effectuée lorsque le condensateur se charge de $1/3$ de V_{CC} jusqu'à $2/3$ de V_{CC} . Lors de la charge, les résistances R_a et R_b sont en série avec le condensateur, mais la décharge s'effectue à travers de R_b seulement. C'est de cette façon que le rapport cyclique peut être modifié.

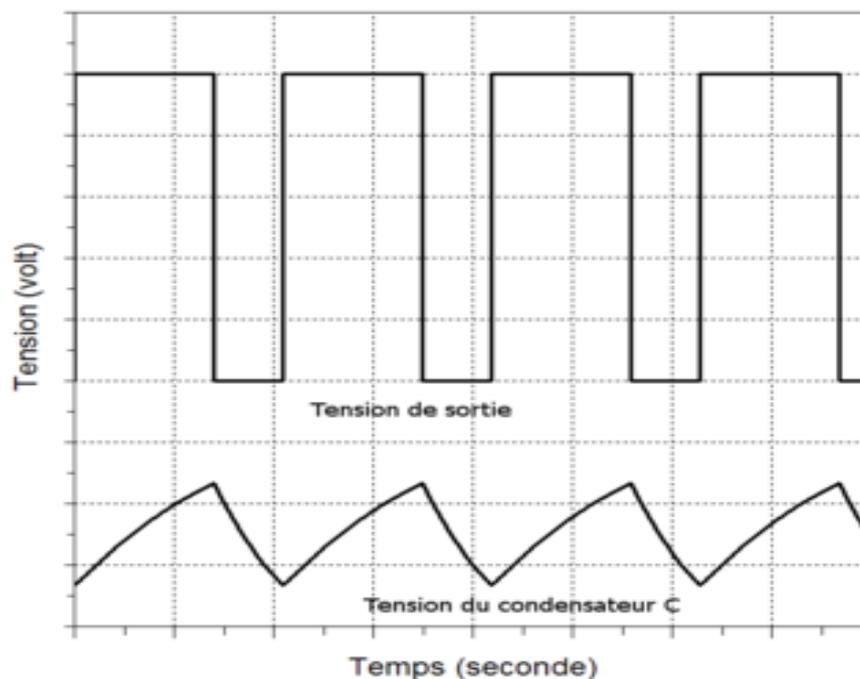


Figure II.21 : Allure des tensions aux nœuds A et S de l'astable à base du NE555.

La courbe de charge du condensateur est donnée par la formule suivante

$$V_C = V_{CC}(1 - e^{-t/RC})$$

où $V_{CC}=E$.

Puisque la charge du condensateur commence à $t=0$, il suffit de résoudre l'équation précédente pour t

$$t = -RC \ln\left(1 - \frac{V_c}{V_{CC}}\right)$$

Puisque la durée du niveau haut t_H est la période où le condensateur se charge de $1/3$ de V_{CC} jusqu'à $2/3$ de V_{CC} nous avons :

$$t_H = -(R_a + R_b)C \ln(1 - 2/3) + (R_a + R_b)C \ln(1 - 1/3)$$

$$t_H = -(R_a + R_b)C \ln(1/2)$$

$$t_H = 0,693(R_a + R_b)C$$

Puisque la décharge ne se fait que par la résistance R_b l'équation pour t_L est :

$$t_L = 0,693(R_b)C$$

À partir de ces deux équations, il est possible de déduire la fréquence ainsi que le rapport cyclique de la façon suivante :

$$f = \frac{1}{t_H + t_L} = \frac{1.44}{(R_a + 2R_b)C}$$

$$\alpha = \frac{t_H}{t_H + t_L} = 1 - \frac{R_b}{(R_a + 2R_b)}$$

Après avoir présenté différents montages Astable, on présente dans ce qui suit notre GBF que nous avons réalisé à base d'un astable réalisé à base de portes NAND, et du NE555.

CHAPITRE III

RÉALISATION PRATIQUE

GÉNÉRATEUR

D'IMPULSION

RECTANGULAIRE

III.1.Présentation du GBF réalisé pratiquement

Le but de notre projet a été de réaliser un générateur d'impulsions rectangulaires avec rapport cyclique variable (ajustable) dans une gamme de fréquences qui peu aller jusqu'à 1 MHz. On présente dans ce qui suit un générateur à base du NE555.

III.2.Générateur des impulsions rectangulaires à base du NE555

III.2.1.Circuit a réalisé

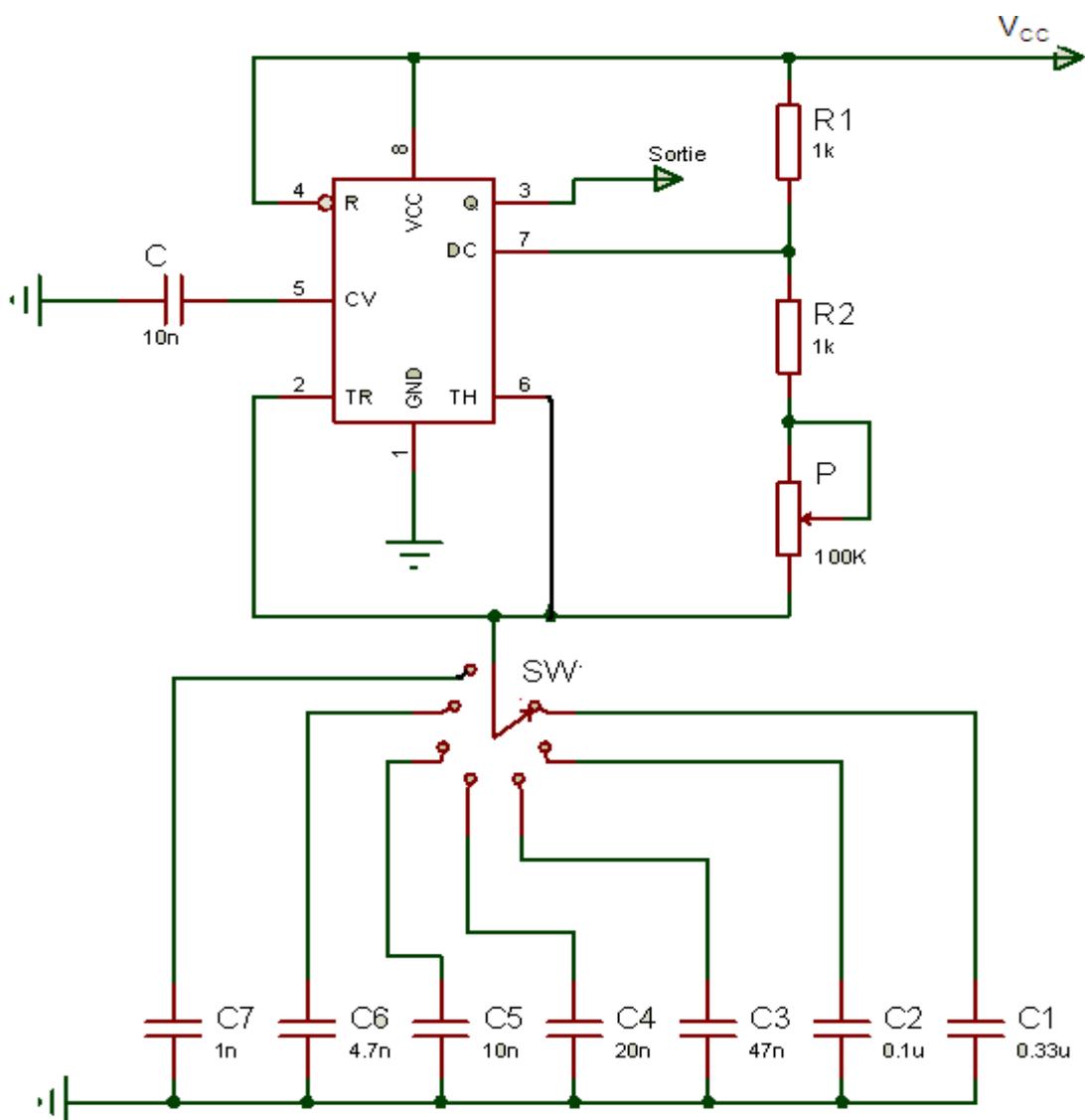


Figure III.1 : Astable à CI NE555 avec fréquence variable.

III.2.2.Liste des composants

Description	Référence	Quantité	valeurs
Circuit intégré	NE555	1	
Résistance	R1, R2	2	1KΩ
Potentiomètre	P	1	100 KΩ
Condensateurs	C, C5	2	10nF
Condensateur	C1	1	0,33μF
Condensateur	C2	1	0,1μF
Condensateur	C3	1	47nF
Condensateur	C4	1	20nF
Condensateur	C6	1	4,7nF
Condensateur	C7	1	1nF
Switch	SW	1	7 positions
Alimentation stabilise DC	Vcc	1	+15V
Oscilloscope	Sortie	1	

Table III.1 : Liste des composants utilisés pour la réalisation du GBF à base du NE555.

III.2.3.Résultats

Pour pouvoir vérifier nos résultats pratiques visualisé sur oscilloscope que nous présenterons par la suite, nous avons du faire des calculs théoriques en se basant sur les formules ci-dessous permettant ainsi de déterminer la fréquence de l'astable à base de NE555, ce calcul a été réalisé pour chaque un des condensateurs utilisé :

$$f = \frac{1.44}{(R_a + 2R_b)C}$$

$$\alpha = 1 - \frac{R_b}{(R_a + 2R_b)}$$

Avec $R_a = R_1$ et $R_b = R_2 + P$

Les résultats ainsi obtenus sont regroupés au tableau III.2

Condensateur	Résultats Pratiques				Résultats théoriques			
	$f_{min}(HZ)$	$f_{max}(HZ)$	α_{min}	α_{max}	$f_{min}(HZ)$	$f_{max}(HZ)$	α_{min}	α_{max}
<i>0,33μF</i>	21,28	1,48x10 ⁰³	52,63%	66,67%	21.5	1,45 x10 ⁰³	50,25%	66,67%
<i>0,1μF</i>	67,43	4,66 x 10 ³	50,00%	63,64%	70.9	4,80 x10 ⁰³	50,25%	66,67%
<i>47nF</i>	156.2	9,97 x 10 ³	50,00%	60,00%	151	10,2 x10 ⁰³	50,25%	66,67%
<i>20nF</i>	351,38	20,7 x 10 ³	48,28%	60,00%	355	24 x10 ⁰³	50,25%	66,67%
<i>10nF</i>	734,34	45,3 x 10 ³	57,14%	66,67%	709	48 x10 ⁰³	50,25%	66,67%
<i>4,7nF</i>	2650	168 x 10 ³	53,33%	66,67%	1510	102 x10 ⁰³	50,25%	66,67%
<i>1nF</i>	7100	481 x 10 ³	50,00%	75,00%	7090	480 x10 ⁰³	50,25%	66,67%

Tableau III.2 : Résultats de calcul pour un astable à base de NE555 pour différentes valeurs du condensateur

III.2.4. Interprétation sur les résultats

Nos résultats théoriques seront alors comparés aux résultats pratiques que nous présenterons à la suite de ce chapitre.

L'allure des signaux prise par oscilloscope a la sortie de l'astable NE555 en fonction de la des différentes valeurs du condensateur c et du potentiomètre P sont résumés comme suit.

Générateur des impulsions rectangulaire avec rapport cyclique

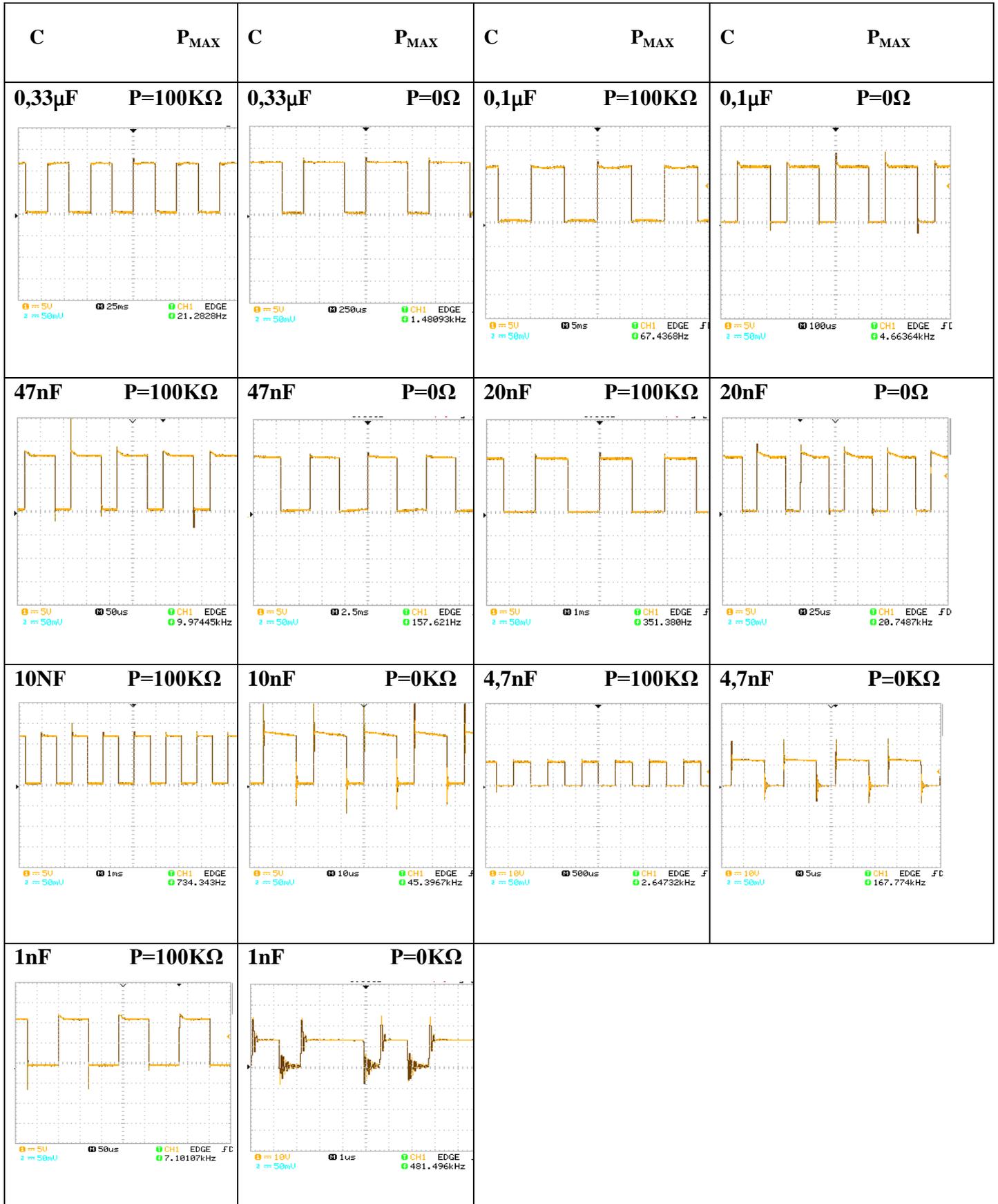


Figure III.2. Chronogrammes à la sortie du GBF à base du NE555

Les signaux ainsi visualisés sur oscilloscope sont des signaux rectangulaires d'une fréquence maximale pouvant arriver jusqu'une valeur maximale de 200Khz. Au delà de cette valeur, le signal commence à se déformer. Nous utilisons pour pallier à ce problème un astables à base de des portes NAND. Il existe alors deux types de CI à portes NAND soit à technologie CMO (C.I 4011) soit TTL (C.I 74S00).

III.3.Générateur des impulsions rectangulaires en utilisant les portes NAND à base du CI 4011

III.3.1.Circuit réalisé

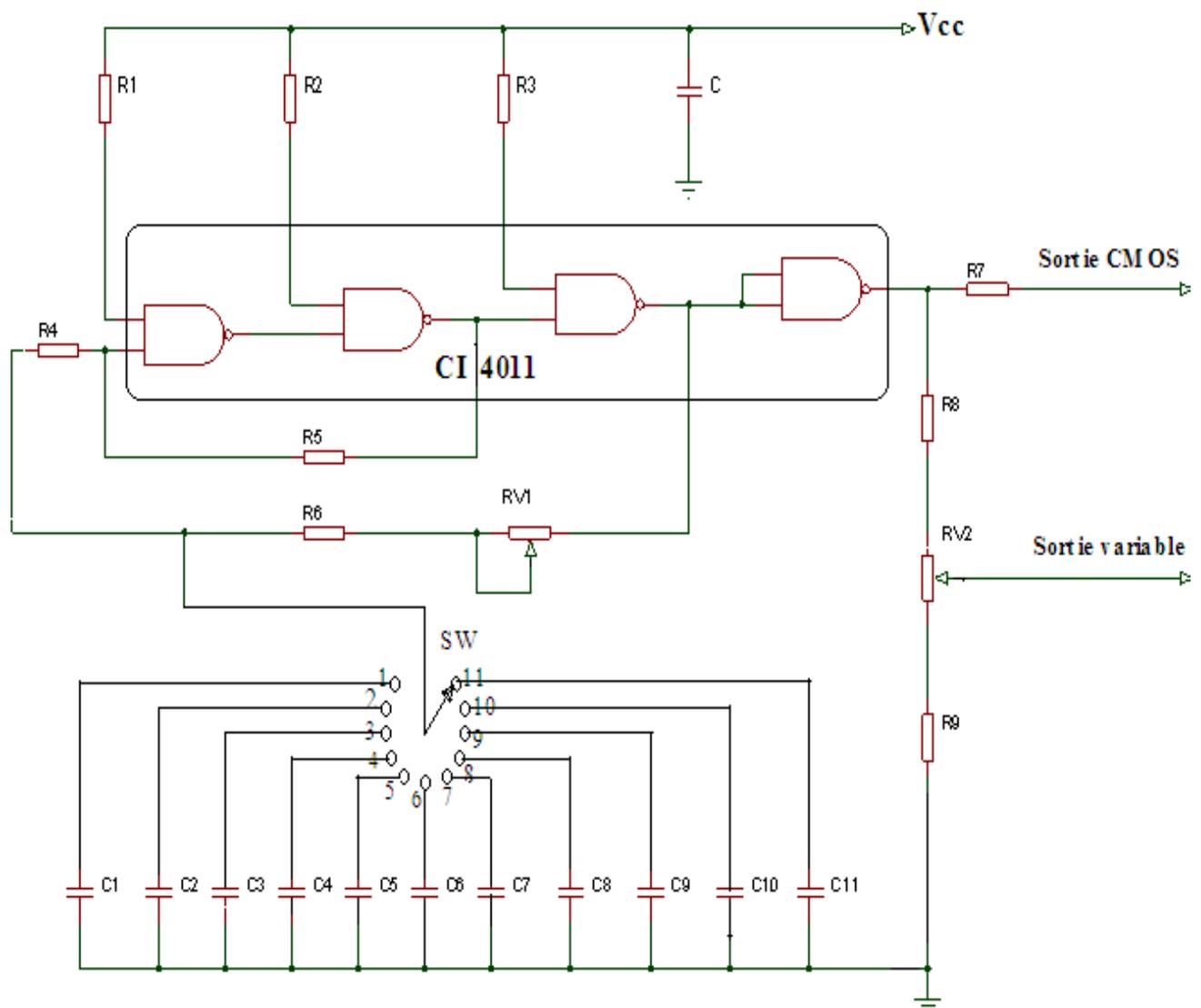


Figure III.3 Astable à CI 4011 à fréquences variables.

III.3.2.Principe de fonctionnement

Au départ, le condensateur est complètement déchargé $0v$; donc nous disposons d'un niveau bas au niveau de la première entrée de porte NAND N1 et la deuxième est soumise à un niveau logique haut 1, qui va nous donner un niveau haut 1 à la sortie de la porte N1. La sortie de N1 est reliée à la première entrée de N2 (niveau logique haut 1) avec un niveau 1 à la deuxième entrée qui va nous donner un niveau bas 0 à la sortie de N2. La porte logique N3 est soumise à deux entrées ; une est à 0 et l'autre est à 1 qui va nous donner un niveau haut 1 à la sortie de N3, le condensateur se charge jusqu'au seuil qui va changer l'état de l'entrée 1 de N1 qui va basculer la sortie de N1 (0) et la sortie N2 (1) et la sortie N3(0). Le condensateur se décharge à travers R_6 et Rv_1 jusqu'au seuil qui basculera l'entrée de N1 ainsi que les sorties des 3 portes NAND est le cycle se répète. La quatrième porte N4 a pour rôle d'inverser le signal de sortie.

- ✓ Sorte fixe (sorte CMOS) : les signaux de la sortie ont la même amplitude.
- ✓ Sorte variable : Le potentiomètre Rv_2 permet de faire varier la tension de sortie suivant la relation suivante :

$$Rv_2 = Rv_2^+ + Rv_2^- ,$$

V_{SN4} : sortie de la 4^{ème} porte NAND

$$\text{Sorte variable} = \frac{R_9 + Rv_2^+}{R_9 + Rv_2 + R_8} \times V_{SN4}$$

- ✓ Le Switch permet de changer les valeurs des condensateurs qui vont nous permettre de changer les gammes des fréquences.
- ✓ Le potentiomètre Rv_1 permet d'ajuster la fréquence demandée dans une gamme de fréquence déterminée.

III.3.3. Liste des composants utilisés pour la réalisation de l'astable à portes NAND à technologie CMOS

Description	Référence	Quantité	Poids
Circuit intégré	CI 4011	1	
Résistance	R ₁ , R ₂ , R ₃	3	5,6KΩ
Résistance	R ₄	1	330Ω
Résistance	R ₅	1	4,7KΩ
Résistance	R ₆	1	680Ω
Résistance	R ₇ , R ₈ , R ₉	3	100Ω
Potentiomètre	RV ₁ , RV ₂	2	1 KΩ
Condensateur	C	1	100nF
Condensateur	C ₁	1	47μF
Condensateur	C ₂	1	22 μF
Condensateur	C ₃	1	10 μF
Condensateur	C ₄	1	2,2 μF
Condensateur	C ₅	1	0,68 μF
Condensateur	C ₆	1	0,33 μF
Condensateur	C ₇	1	0,1 μF
Condensateur	C ₈	1	47 nF
Condensateur	C ₉	1	20 nF
Condensateur	C ₁₀	1	10 nF
Condensateur	C ₁₁	1	4,7 nF
Switch	SW	1	11 positions
Alimentation stabilise DC	V _{cc}	1	+15V
Alimentation stabilise DC	V _{dd}	1	5V
Oscilloscope a mémoire	Sortie	1	2 Sorties

Tableau III.3 Listes des composant permettant la réalisation du GBF à base des portes NAND

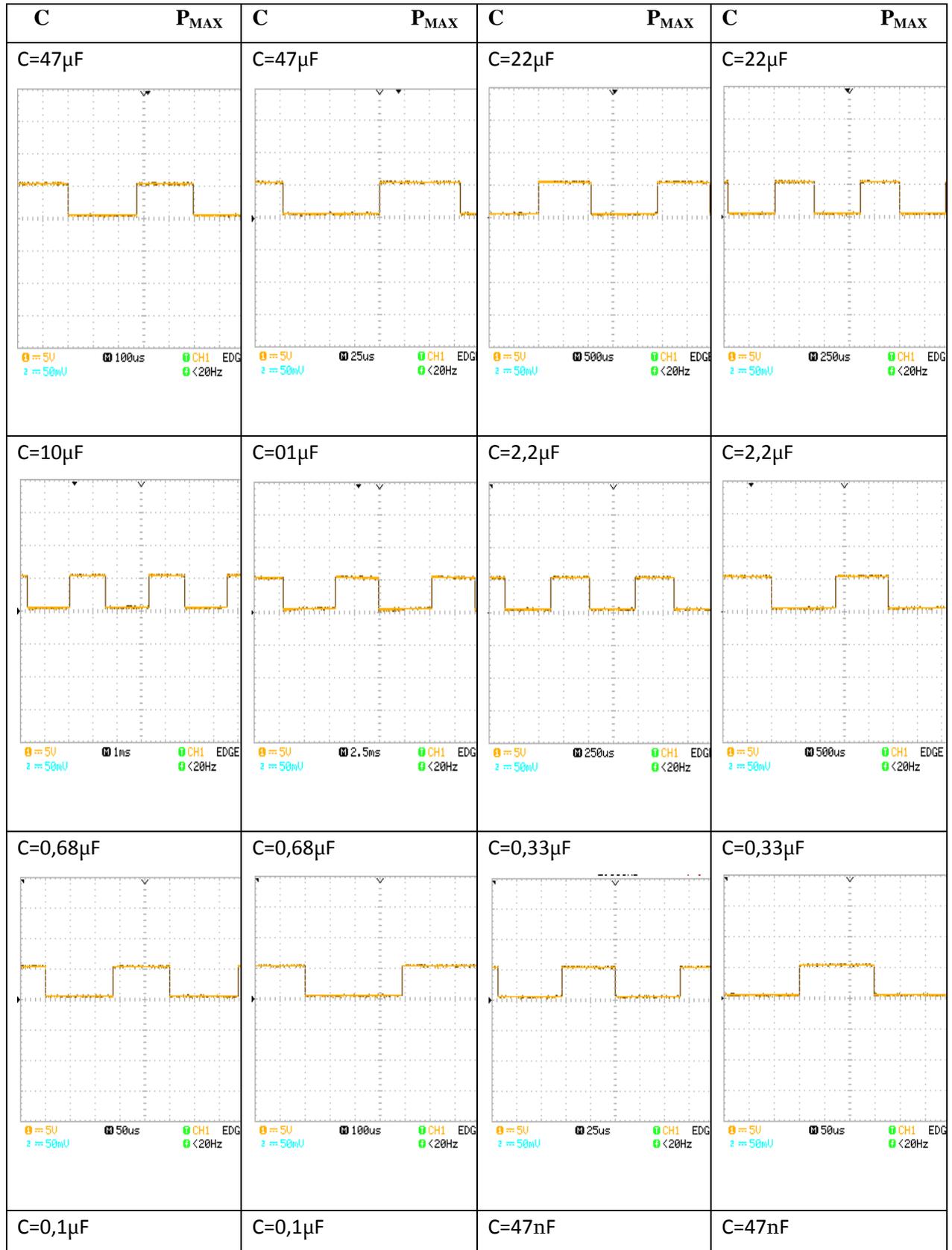
III.3.4. Résultats

Condensateur	Résultats Pratiques			
	$f_{min}(KHZ)$	$f_{max}(KHZ)$	α_{min}	α_{max}
47 μ F	0.105	0.294	0.473	0.441
22 μ F	0.416	1.176	0.437	0.470
10 μ F	1.176	4.166	0.470	0.458
2,2 μ F	1.428	4	0.3	0.46
0,68 μ F	2	5.55	0.44	0.45
0,33 μ F	2,985	8.333	0.447	0.458
0,1 μ F	9.52	25.97	0.452	0.454
47 nF	20	54.05	0.44	0.473
20 nF	47,619	117.647	0.452	0.470
10 nF	83.33	200	0.416	0.44
4,7 nF	151.51	317.460	0.469	0.476

Tableau III.4 : Résultats de calcul pour un astable à base des portes NAND pour différentes valeurs du condensateur

Nous présentons dans ce qui suit l'allure des signaux prise par oscilloscope a la sorte de astable a porte NAND (en utilisant le circuit intégré **4011**) en fonction de la variation de condensateur c et le potentiomètre P.

Générateur des impulsions rectangulaire avec rapport cyclique



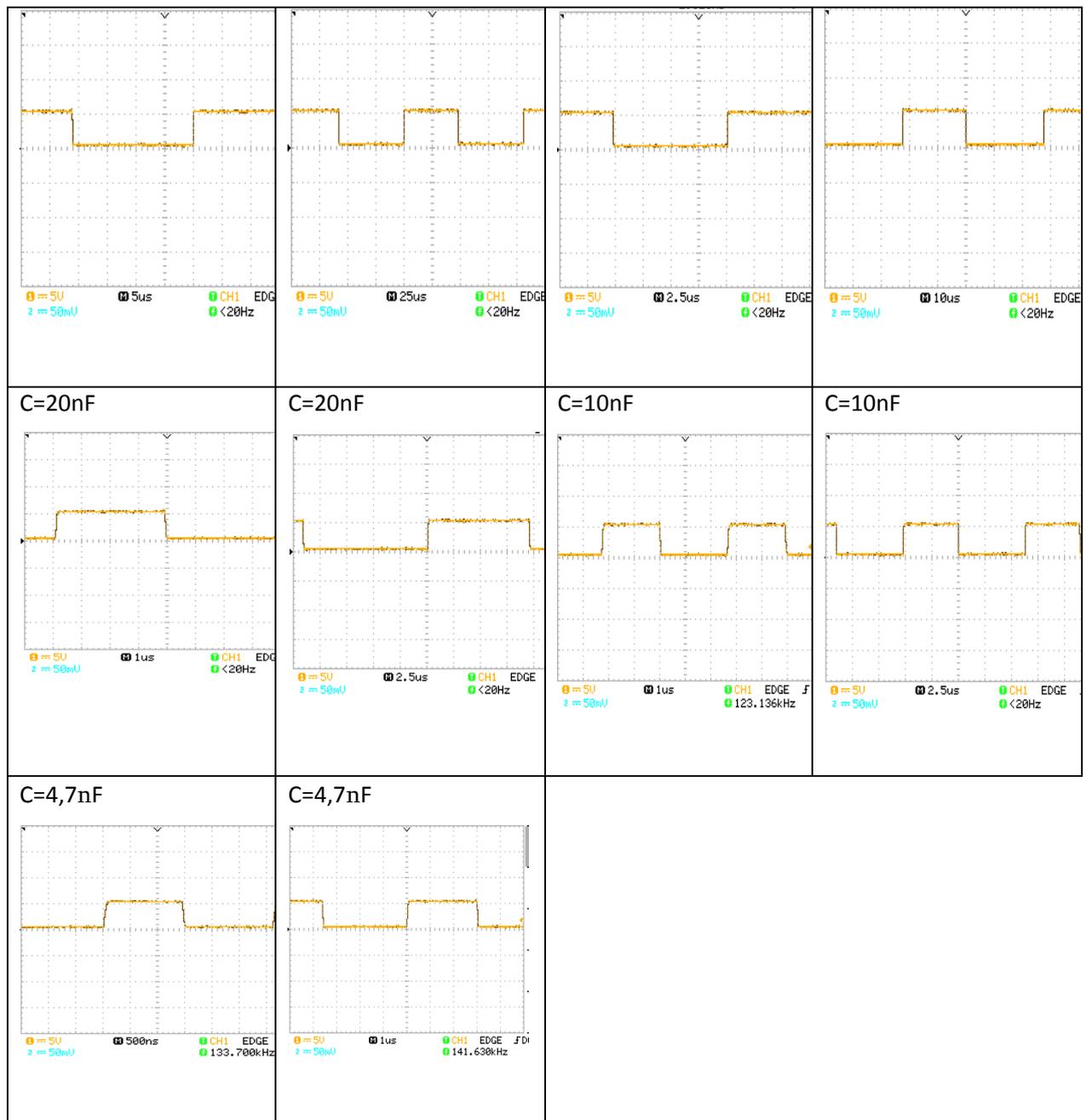


Figure III.4. Chronogrammes obtenus pour le GBF à base de portes NAND CD4011

III.3.5. Interprétation sur les résultats

On a remarqué que notre générateur donne les résultats attendus, les signaux rectangulaires dépassent la valeur maximale comparé aux résultats obtenus par l'astable utilisant le circuit intégré NE555 qui est de 200kHz sauf que les balayages des fréquences dans les gammes des fréquences est petit qui nous a donné un calibre de 11 position pour y arriver à une fréquence de 317,5 KHZ.

III.4.Générateur des impulsions rectangulaires en utilisant le CI 74S00 :

Le même montage a pu être réalisé en utilisant cette fois ci un astable à base de portes NAND TTL soit alors le 74S00.

III.4.1.Circuit a réalisé

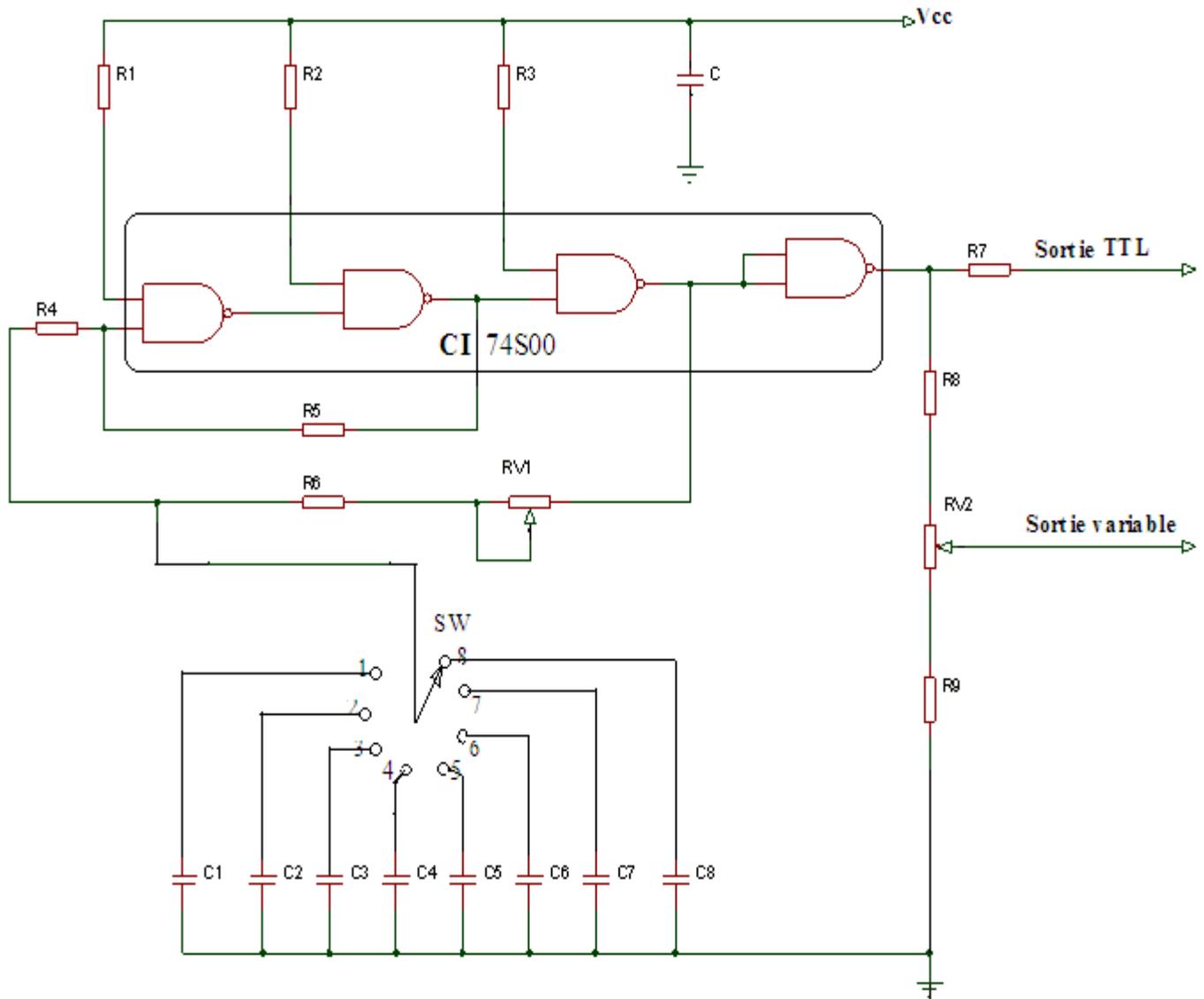


Figure III.5. Astable à CI 7400 avec fréquence variable

III.4.2.Principe de fonctionnement :

Le Schéma complet du générateur a circuit intégré 74S00 est le même que celui de 4011, sauf qu'il utilise 8 positions au lieu de 11 positions pour y arriver a une fréquence de 769KHZ .Le principe de fonctionnement est le même.

III.4.3.Liste des composants

Description	Référence	Quantité	poids
Circuit intégré	CI 7400	1	
Résistance	R ₁ , R ₂ , R ₃	3	5 ,6KΩ
Potentiomètre	RV ₁ , RV ₂	2	1 KΩ
Résistance	R ₄	1	330Ω
Résistance	R ₅	1	4,7KΩ
Résistance	R ₆	1	680Ω
Résistance	R ₇ , R ₈ , R ₉	3	100Ω
Condensateur	C	1	100nF
Condensateur	C ₁	1	100μF
Condensateur	C ₂	1	33μF
Condensateur	C ₃	1	4,7μF
Condensateur	C ₄	1	0,68μF
Condensateur	C ₅	1	0,22μF
Condensateur	C ₆	1	0,1μF
Condensateur	C ₇	1	0,022μF
Condensateur	C ₈	1	0,01μF
Switch	SW	1	8 positions
Alimentation stabilise DC	V _{cc}	1	+15V
Alimentation stabilise DC	V _{dd}	1	+5V
Oscilloscope a mémoire	Sortie	1	2 Sorties

III.4.4.Résultats :

Condensateur	Résultats Pratiques			
	$f_{min}(KHZ)$	$f_{max}(KHZ)$	α_{min}	α_{max}
100μF	0.0185	0.06666	0.592	0.566
33μF	0.0526	0.185	0.605	0.588
4,7μF	1.639	6.06	0.573	0.545
0,68μF	5.555	20.408	0.555	0.530
0,22μF	10.81	40	0.594	0.560
0,1μF	41.66	192.307	0.479	0.577
0,022μF	105.263	416.666	0.549	0.541
0,010μF	222.22	769.23	0.578	0.538

Les différents chronogrammes obtenus à la sortie du GBF à base de l'astable à porte NAND en fonction de la variation de condensateur c et le potentiomètre P sont donnés dans ce qui suit.



Figure III.6 : Chronogrammes obtenus à la sortie du GBF à base de portes NAND TTL

III.4.5. Interprétation sur les résultats

Le générateur réalisé à donne les résultats désirer :

- ✓ La qualité du signal obtenu est bonne
- ✓ On a pu Augmenter le balayage des fréquences qui peut aller de 185Hz à 769 KHz.

Pour améliorer le temps de charge et de décharge de condensateur on a prévu un montage a transistor collecteur commun ou la sorte de 3^{eme} porte NAND et injecte à la base de transistor et l'émetteur est connecté avec le potentiomètre RV1.

En supposera que la sortie de la 3^{eme} porte NAND est au niveau 1 (5v) le transistor amplifiera l'intensité de sortie de I_b a $\beta \cdot I_b$ ($100 I_b$) ; le condensateur se charge rapidement jusqu'au seuil qui permettra de bascule la sorte de l'état de niveau 1 au niveau 0 (0v). Le condensateur se décharge rapidement a travers RV₁ jusqu'au seuil qui permettra de bascule l'état de niveau 0 au niveau 1 est le cycle se répète. Le potentiomètre RV₁ et le condensateur permettre de commander la fréquence d'oscillation

III.4.6. Circuit amélioré:

Notre montage à pu être amélioré par l'insertion du transistor 2N2222. le circuit ainsi obtenu est celui de la figure qui suit :

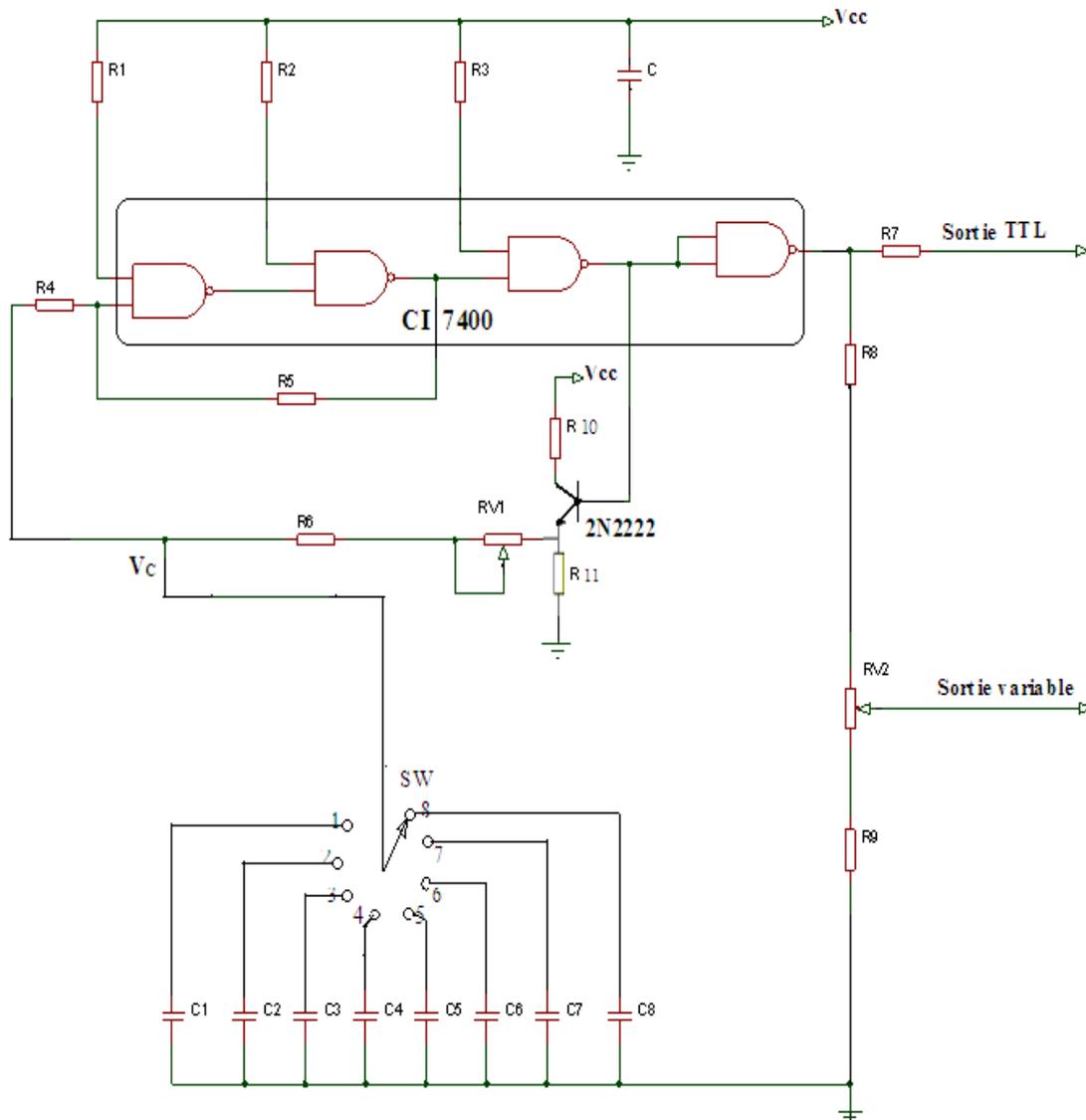


Figure III. 7 GBF amélioré à base de l'Astable à fréquence variable à CI 74S00

III.4.7. Liste des composants :

Les mêmes composants plus un transistor 2N2222 et deux résistances $R10=R11=220\Omega$.

III.4.8. Interprétation sur les résultats

On a pu améliorer la qualité de notre signal; le seul souci qui reste c'est comment commander le rapport cyclique. Ceci a pu être obtenu en injectant le signal à la sortie du condensateur (la charge et décharge) au niveau de l'entrée d'un comparateur et l'autre entrée est reliée à un potentiomètre polarisé à ces extrémités par deux tensions contenues +15v et -15v. Nous avons alors constaté que le signal aux bornes du condensateur était assez faible

Générateur des impulsions rectangulaire avec rapport cyclique

($V_c = 0.35\text{v}$ crête à crête) et accompagné par une composante continue (1.425v) comme le montre le signal visualisé sur oscilloscope ci-dessous :

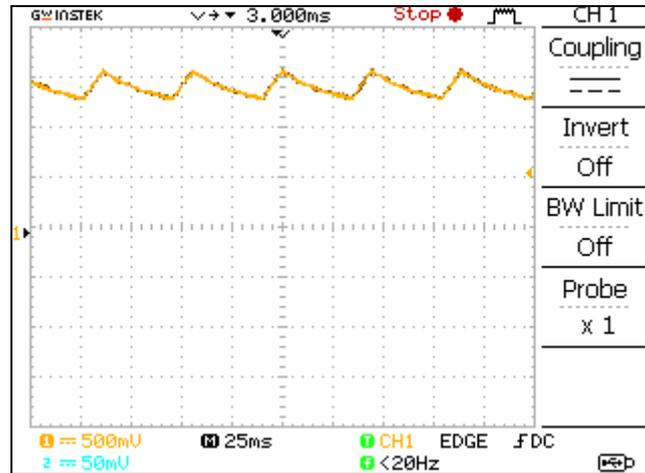


Figure III.8 : signal de sortie du condensateur additionné à une composante continu.

Pour résoudre le problème de la composante continue nous avons utilisé un condensateur de couplage .Nous avons pu ainsi amplifier notre signal à l'aide , avant lequel nous avons ajouté un suiveur pour résoudre les problèmes d'adaptation d'impédance . On injectant le signale délivré par le condensateur (et amplifier de $5,6 V_c$) a une entrée de comparateur et l'autre a un potentiomètre polarisé a ces extrémité de $+15\text{v}$ et -15v . Le balayage de potentiomètre entre les 2 crêtes de signal amplifier ($5,6 V_c$) fait varie le rapport cyclique.

III.4.9.Circuit de commande de rapport cyclique

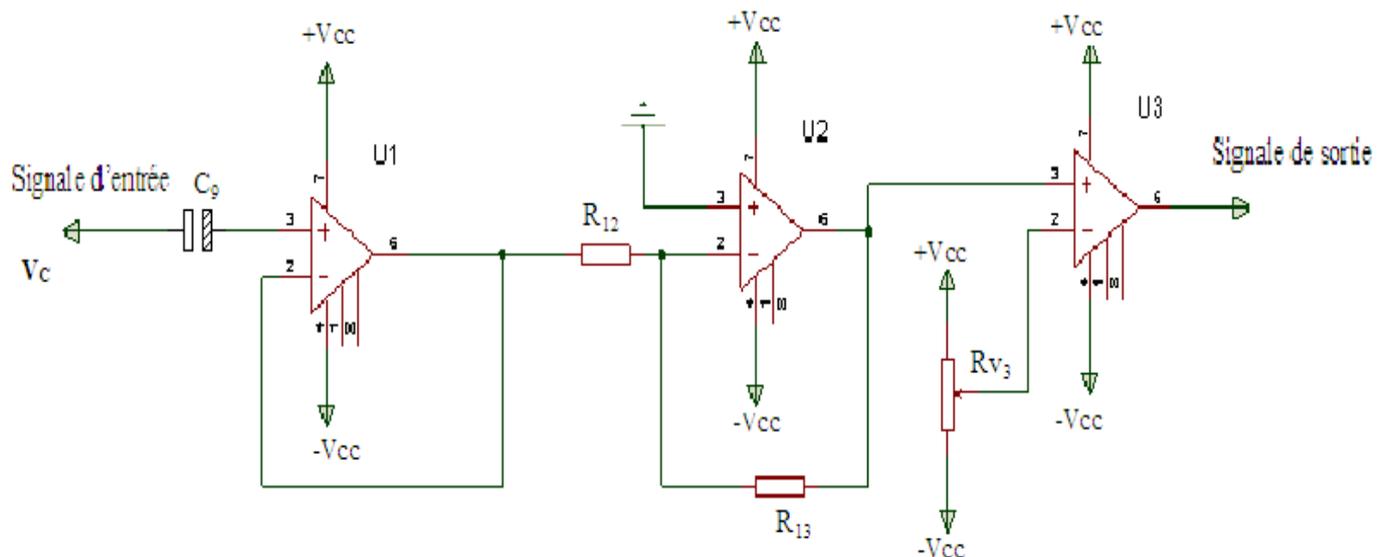


Figure 14 Circuit de commande de rapport cyclique

III.4.10.Liste des composants

Description	Référence	Quantité	Poids
Amplificateur opérationnel	LF356	3	
Résistance	R12	1	1 KΩ
Résistance	R13	1	5 ,6KΩ
Potentiomètre	RV3	2	1 KΩ
Condensateur	C9	1	22 μF
Alimentation stabilise DC	+Vcc, -Vcc	1	+15V, -15V
Oscilloscope a mémoire	Sortie	1	2 Sorties

En fin on a pu réaliser un circuit qui peut générer un signal rectangulaire avec une gamme de fréquence variable de 18.5Hz au 769.23KHz et un rapport cyclique ajustable

ANNEXE 1 : L'alimentation Stabilisée

1. But de réalisation :

On désire réaliser une alimentation stabilisée +5 v continu pour pouvoir polariser les circuits intégrés et d'autre part une alimentation symétrique de + 15 v et -15 v pour polariser le générateur d'impulsion et les tensions de seuil injecte au comparateur.

2. Schéma de principe

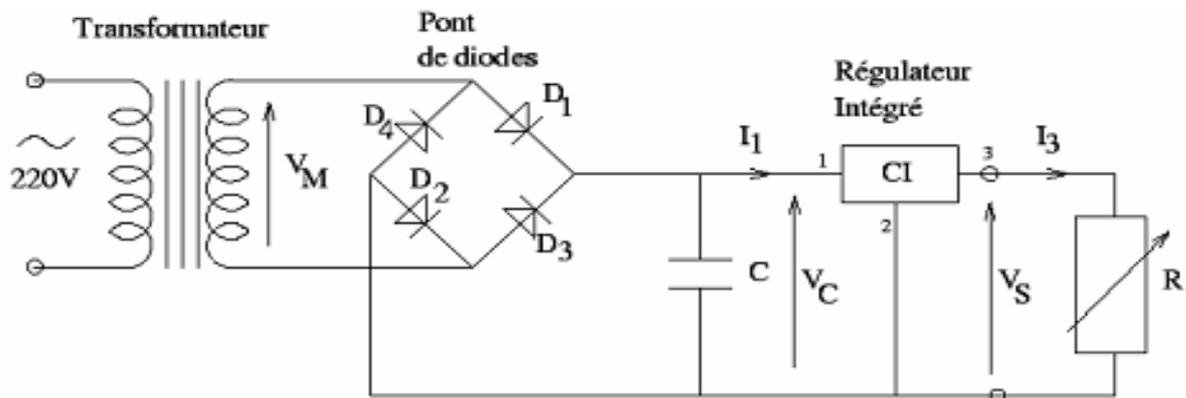
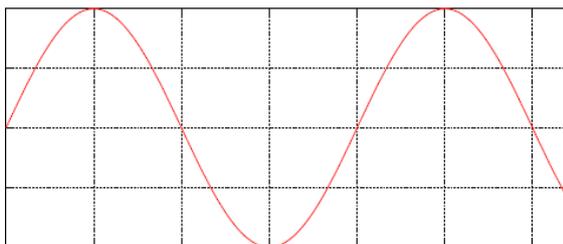


Schéma de principe d'une alimentation stabilise

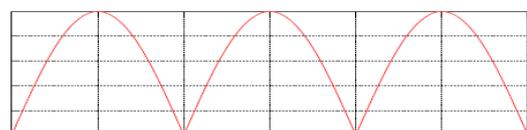
3. Fonctionnement du montage

L'alimentation stabilisée se compose :

- D'un transformateur : nous permettre d'adapté la tension de secteur qui est 220v avec la tension d'alimentation de circuit (dans se cas en utilise un transformateur qui réduit la tension d'entrée a +15v et -15v).
- D'un pont de diode : Le redressement permet de transformer une tension alternative en une tension toujours positive

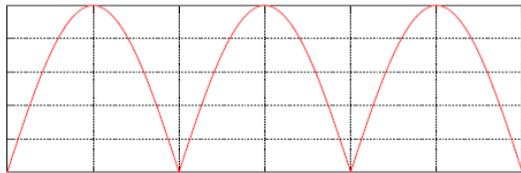


Signale de livre à la sortie du transformateur

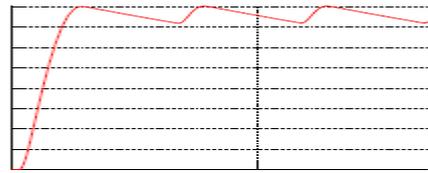


Signal redressé double alternance

– une condensateur de filtrage : le redressement a permis d'obtenir une tension positive mais avec de très fortes ondulations. la charge et décharge de condensateur permet de minimiser de ces ondulation avec de tension de seuils.



Signale redresse



Signale filtré

– un régulateur intégré : Un régulateur de tension est un élément qui permet de stabiliser une tension à une valeur fixe Il en existe de multiples sortes, mais les plus courants sont de la série LM78xx et LM79xx . LM = préfixe utilisé par le fabricant.

78 = signifie qu'il s'agit d'un régulateur positif

79 = signifie qu'il s'agit d'un régulateur négatif

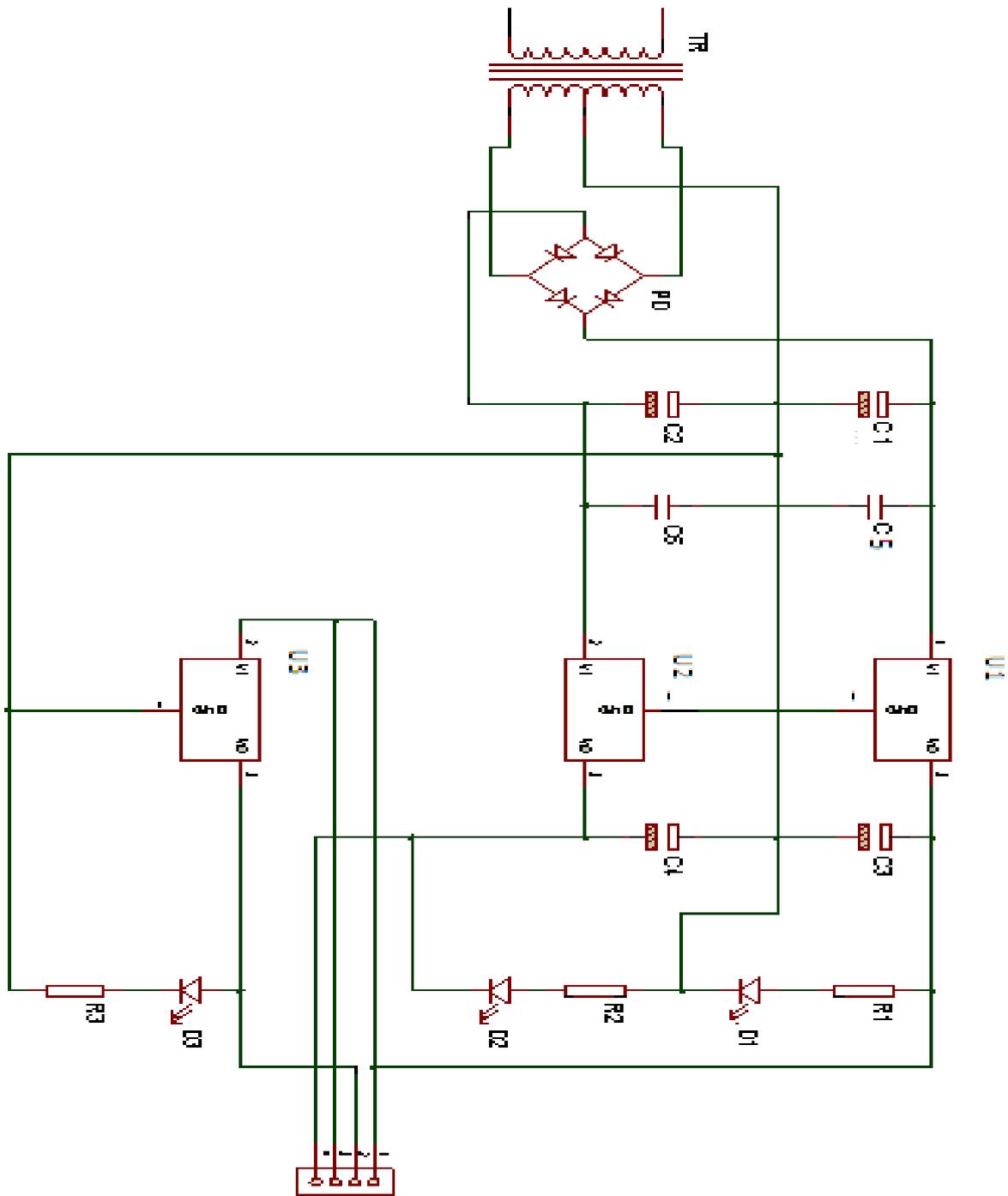
xx = tension de sortie fixe

Ici LM 7815 donne une tension de +15v

LM 7915 donne une tension de -15v

LM 7805 donne une tension de +5v

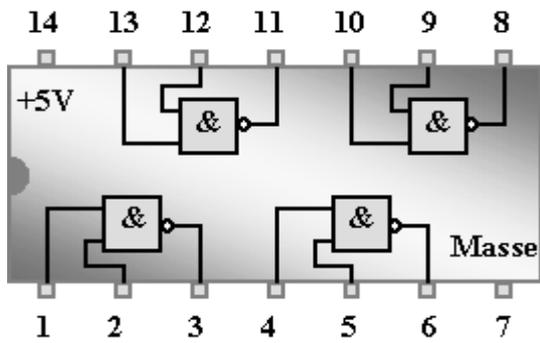
3.Circuit a réalisé



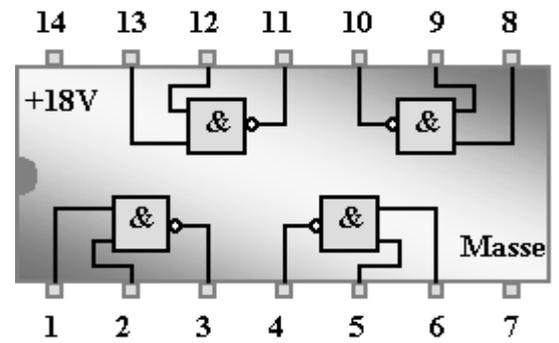
Alimente stabilisée +5v, +15v, -15v

Brochage

TTL 7400



CMOS 4011



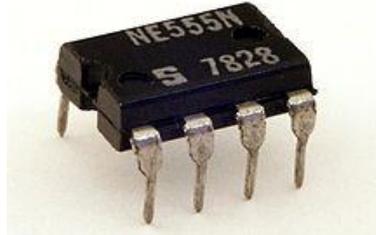
Annexe 3: Le Circuit intégré NE555

Le NE555 est un circuit intégré utilisé pour la temporisation ou en mode multivibrateur.

Le NE555 a été créé en 1970 par Hans R. Camenzind et commercialisé en 1971 par Signetics (maintenant NXP Semi-conducteurs).

Le NE555 existe aussi en version double avec l'appellation NE556.

Brochage



Broche	Nom	Description
1	GND	Masse
2	TRIG	Gâchette, amorce la temporisation - Détecte lorsque la tension est inférieur à $1/3$ de V_{CC}
3	OUT	Signal de sortie
4	RESET	Remise à zéro, interruption de la temporisation
5	CONT	Accès à la référence interne ($2/3$ de V_{CC})
6	THRES	Signale la fin de la temporisation lorsque la tension dépasse $2/3$ de V_{CC}
7	DISCH	Borne servant à décharger le condensateur de temporisation
8	VCC	Tension d'alimentation, généralement entre 5 et 15V

Principe de fonctionnement

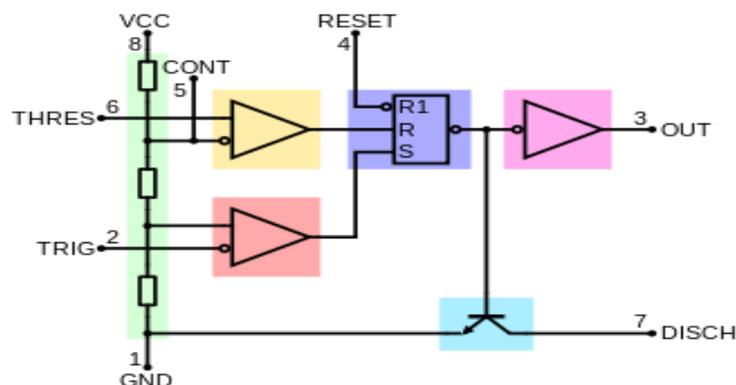


Schéma bloc simplifié du NE555

On peut voir à partir du schéma bloc les différents composants du NE555, soit :

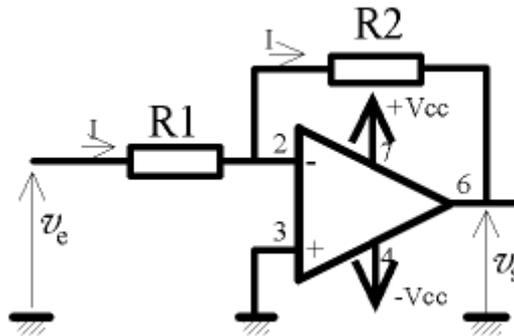
- 2 comparateurs (jaune et rose pâle) ;
- 3 résistances configurées en diviseur de tension. Les deux tensions respectivement de $1/3$ et $2/3$ de V_{cc} servent de références aux comparateurs (vert) .
- 1 bascule SET-RESET contrôlée par les comparateurs (indigo) .
- 1 inverseur (fuchsia) .
- 1 transistor pour décharger le condensateur de temporisation (cyan).

L'opération du 555 suit la logique de fonctionnement du schéma bloc présenté et peut prendre 4 états différents.

- **Le signal RESET est à un niveau bas** : La bascule est remise à zéro, le transistor de décharge s'active et la sortie reste impérativement à un niveau bas. Aucune autre opération n'est possible.
- **Le signal TRIG est inférieur à $1/3$ de VCC** : la bascule est activée (SET) et la sortie est à un niveau haut, le transistor de décharge est désactivé.
- **Le signal THRES est supérieur à $2/3$ de VCC** : la bascule est remise à zéro (RESET) et la sortie est à un niveau bas, le transistor de décharge s'active.
- **Les signaux THRES et TRIG sont respectivement inférieurs à $2/3$ de VCC et supérieurs à $1/3$ de VCC** : la bascule conserve son état précédent de même que pour la sortie et le transistor de décharge.

AOP inverseur

L'AOP est parfait : $v_+ = v_- = 0$ et les courants sur les entrées - et + sont nuls. Comme la tension entre les entrées - et + est nulle, la loi des mailles appliquée aux bornes de R1 donne : $v_e = R1.I$. La loi des mailles appliquée aux bornes de R2 donne : $v_s = -R2.I$. Le schéma est donné avec les N° des broches de l'AOP LF356.

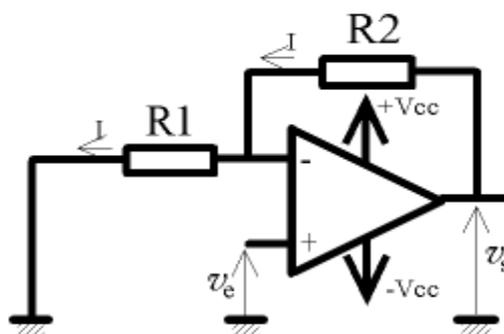


On a donc $v_s/v_e = -R2/R1$.

AOP non-inverseur

Comme la tension entre les entrées - et + est nulle, la loi des mailles appliquée aux bornes de R1 donne : $V_e = R1.I$. La tension v_s est égale à :

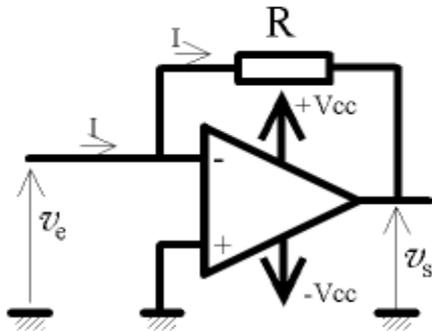
$V_s = (R1 + R2).I$. Donc, $V_s/V_e = (R1 + R2) / R1$.



On a donc $v_s/v_e = (1 + R2/R1)$

AOP monté en convertisseur courant-tension

Le courant d'entrée est converti en tension par le montage suivant :

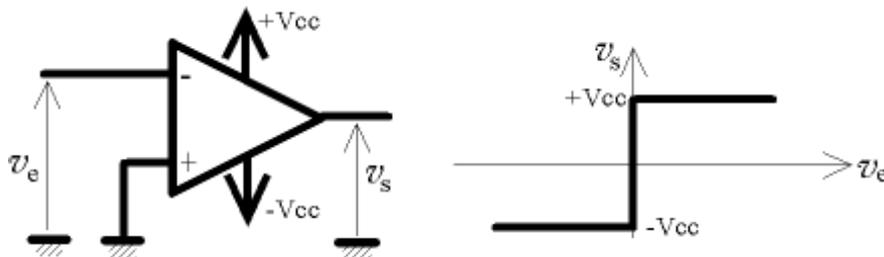


On a $v_s = - R \cdot I$

AOP monté en comparateur

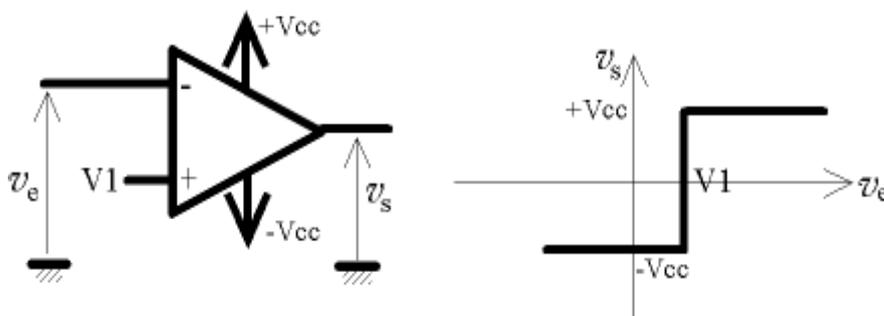
L'objectif est de comparer une tension par rapport à une référence et suivant le signe de la comparaison, de délivrer un niveau 0 ou 1.

Dans le montage ci-dessous, la tension d'entrée est comparée par rapport à une tension nulle.



AOP monté en comparateur avec entrée de comparaison

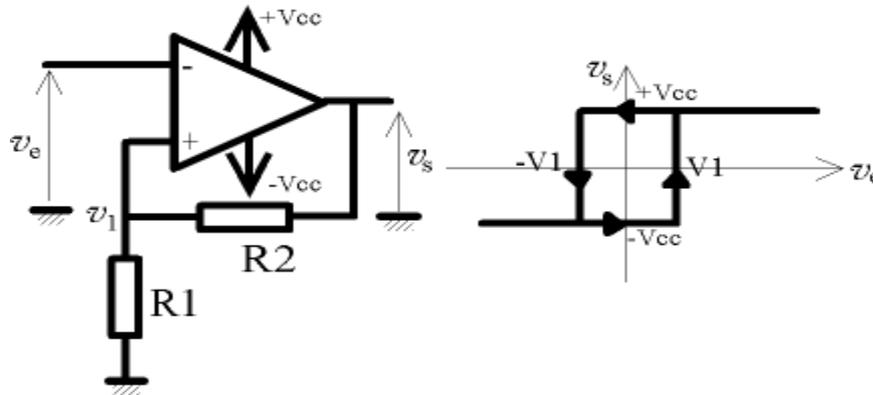
Dans le montage ci-dessous, la tension d'entrée est comparée par rapport à la tension V1.



AOP monté en comparateur avec hystérésis

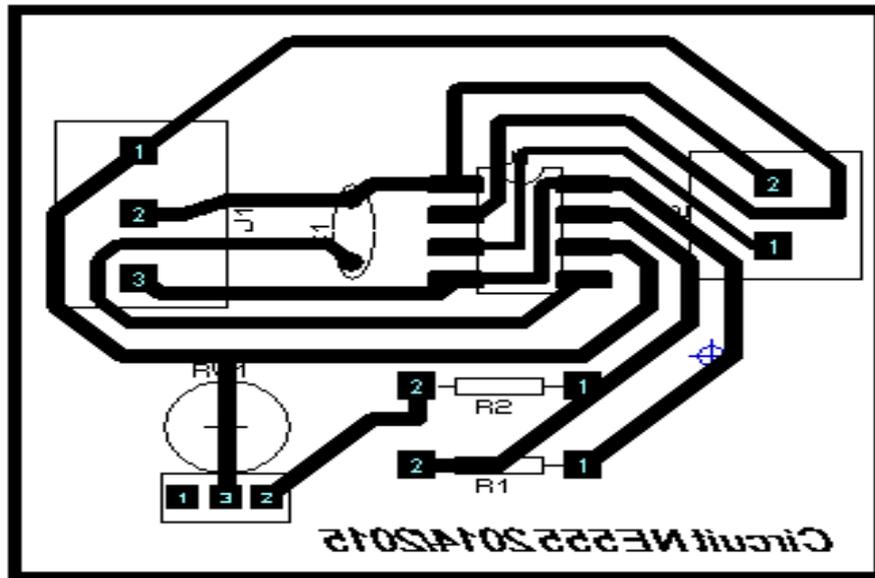
Les montages précédents présentent l'inconvénient d'avoir une indétermination de la sortie au voisinage de la tension de comparaison. Cela est résolu sur le montage ci-dessous par ajout d'un hystérésis; pour avoir basculement, il faut que la tension comparée soit bien supérieure au seuil.

Le seuil est : $V_1 = V_{cc} \cdot R_1 / (R_1 + R_2)$

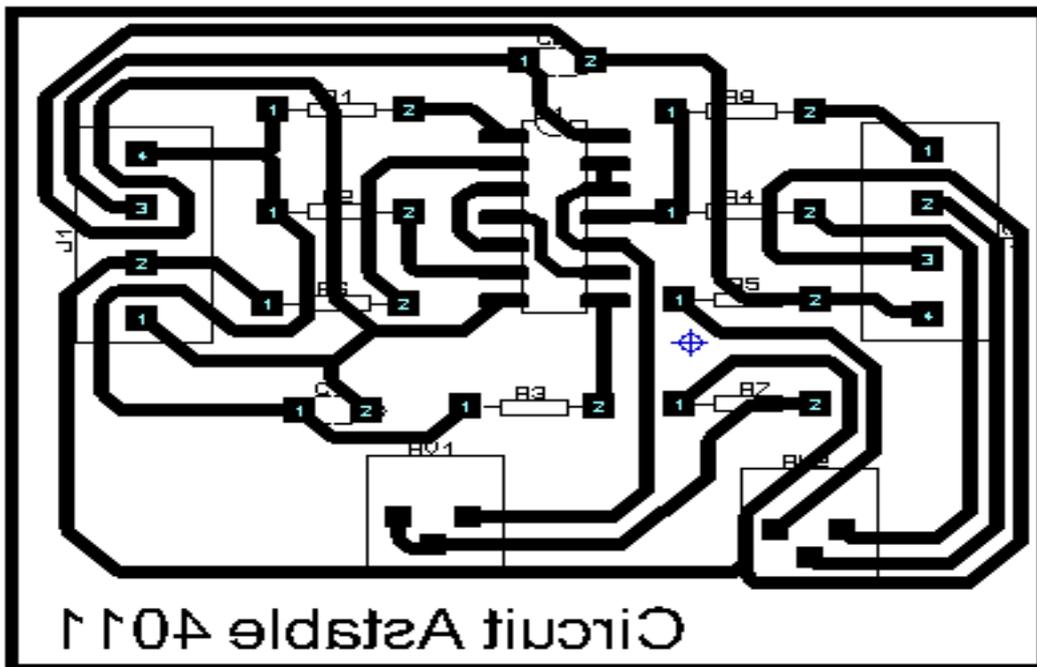


Annexe 5

I.Circuit imprime générateur des impulsions rectangulaires en utilisant le NE555 :

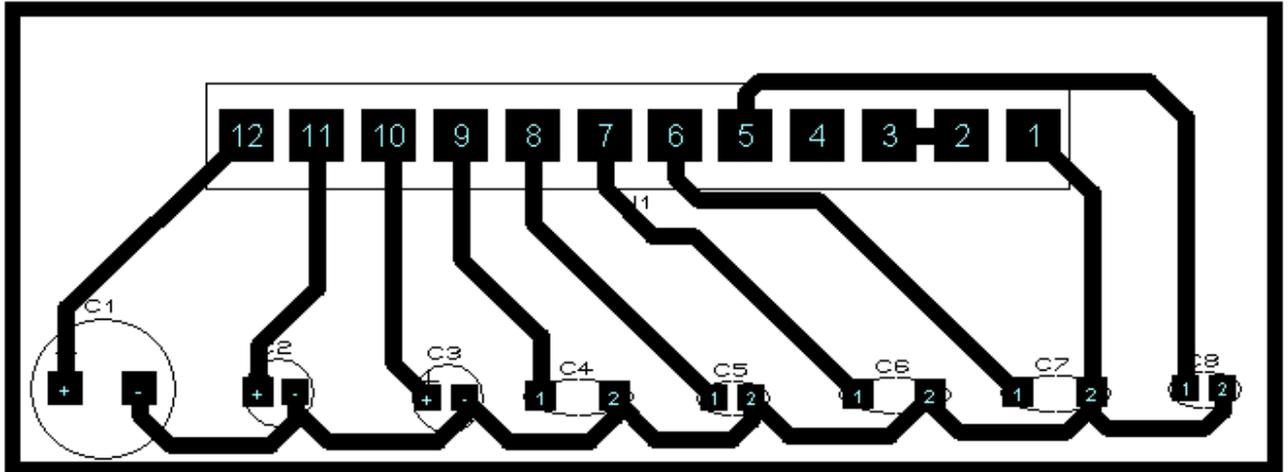


II.Circuit imprime générateur des impulsions rectangulaires en utilisant le CI 4011 :

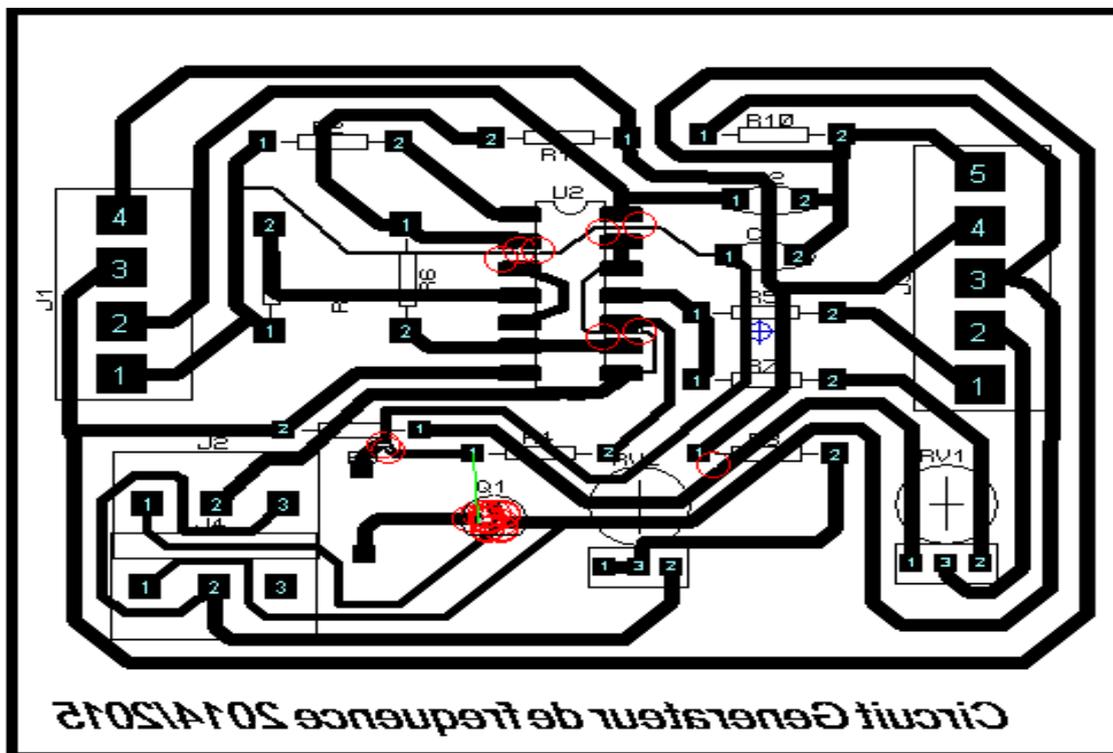


III.Circuit imprime générateur des impulsions rectangulaires a fréquence et rapport cyclique ajustable en utilisant le CI 74S00 :

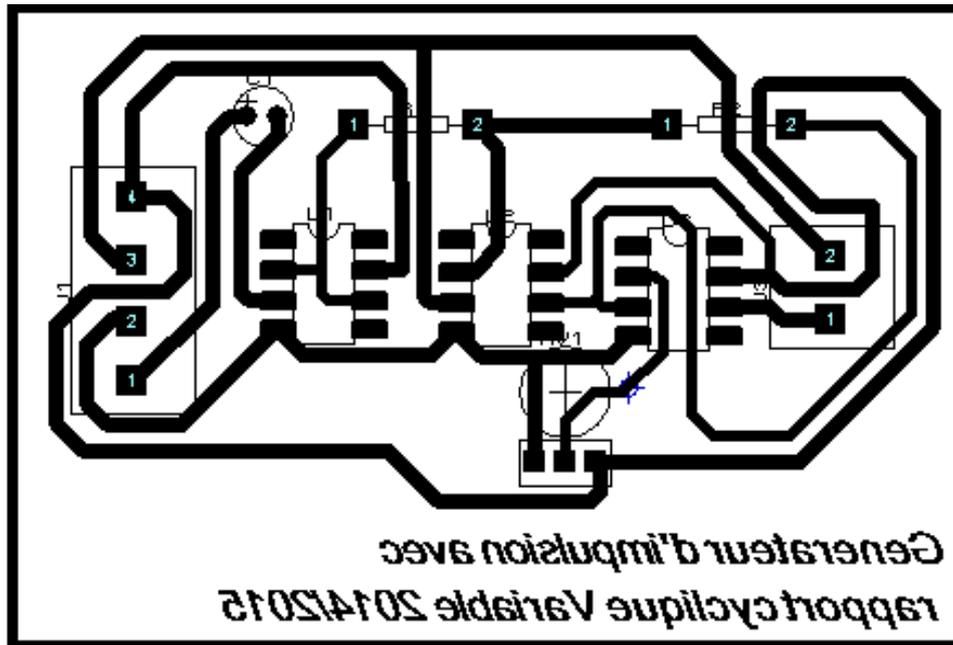
1.Switch qui commande 8 condensateurs :



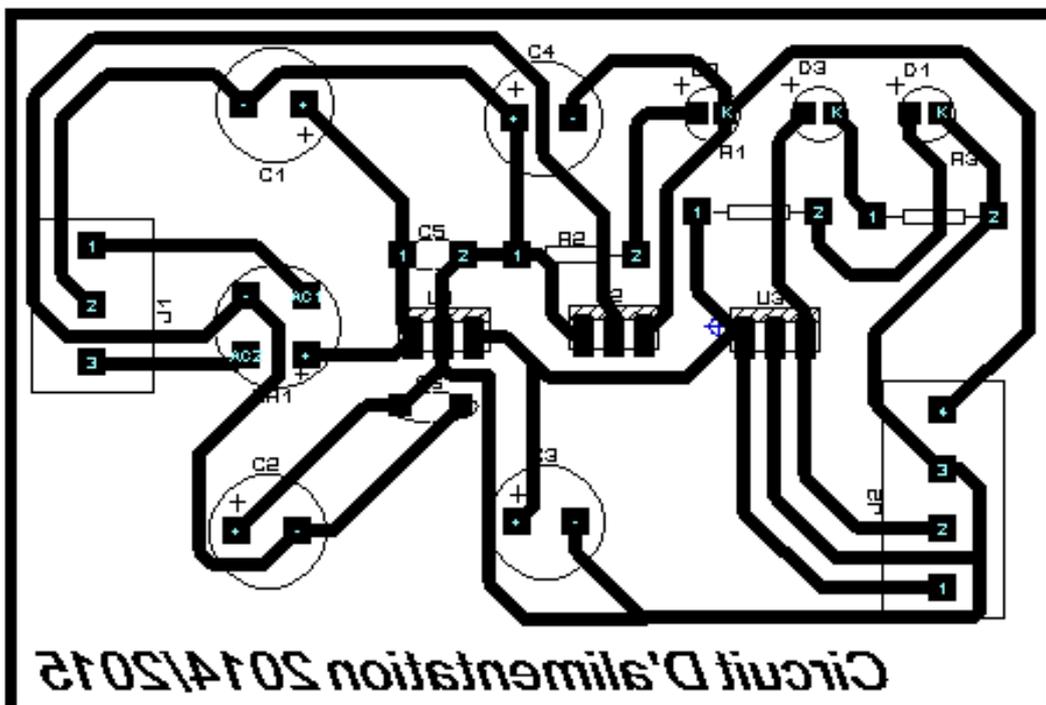
2.Circuit imprime générateur des impulsions rectangulaires en utilisant le CI 74S00 :



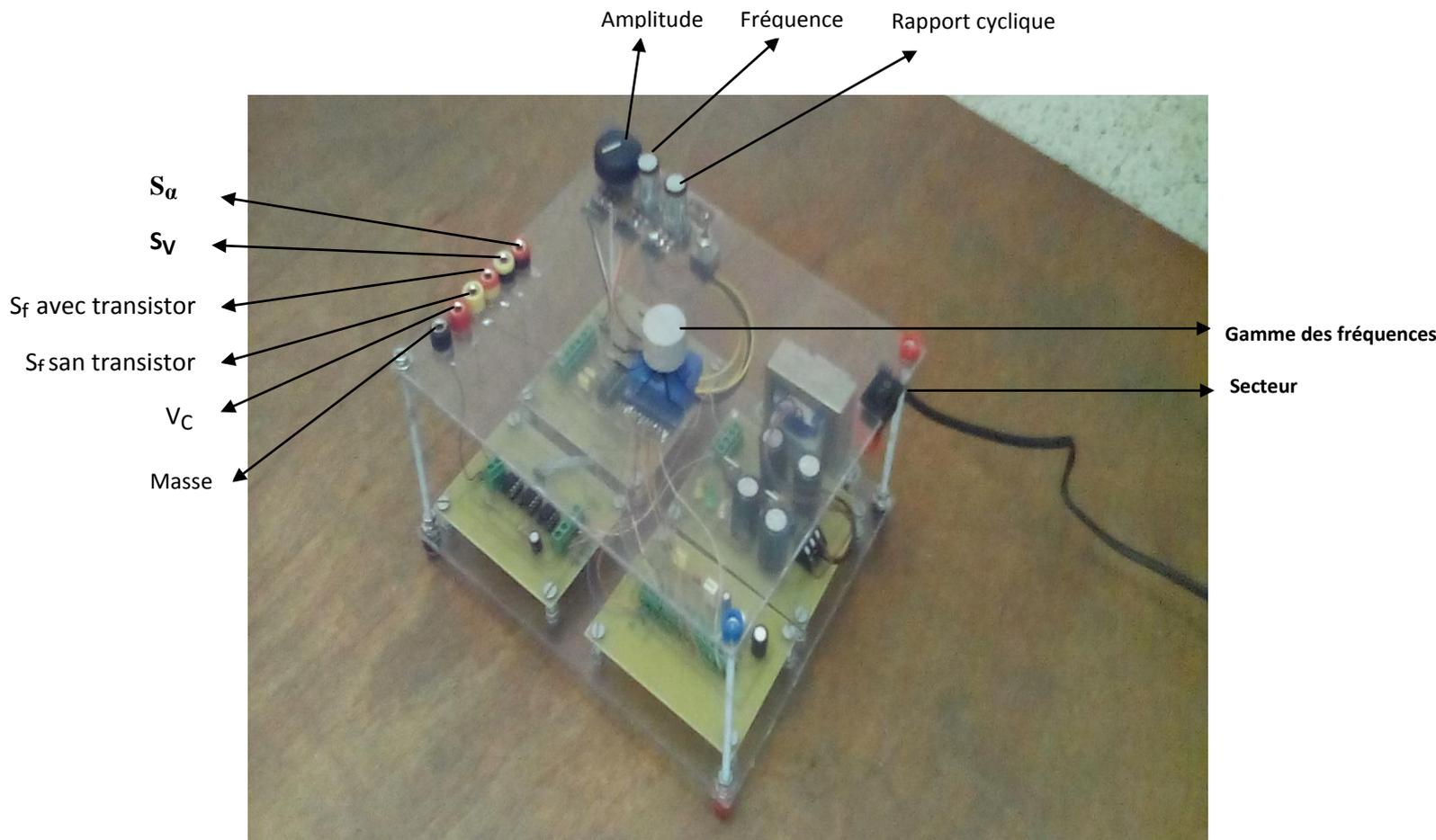
3.Circuit imprimé de commande de rapport cyclique :



4.Circuit imprimé alimentation stabilise +15v,-15v,+5v :



IV. Générateur d'impulsion rectangulaire avec fréquence commande et un rapport cyclique ajustable :



Conclusion générale

Notre travail a consisté à réaliser un générateur d'impulsions rectangulaires à amplitude et rapport cyclique variables. Pour cela nous avons essayé plusieurs configuration de l'astable. Nous avons tout d'abord utilisé le NE555, puis les portes NAND en technologie CMOS puis TTL.

Les résultats pratiques que nous avons obtenus permettent de mettre en évidence la variation de l'amplitude et du rapport cyclique obtenus avec la variation du condensateur.

Le fait d'avoir utiliser trois types de multivibrateurs astable, nous a permis de faire une synthèse sur ce type de montage et d'y connaître les avantages et inconvénients par cette étude comparative.

Nous avons pu ainsi constater que l'astable à base de portes NAND permettait d'obtenir une meilleure excursion en fréquence comparé au générateur conçu à base du NE555.

Il est aussi à noter que bien que simple ce projet de Master instrumentation nous a permis de nous familiariser avec les notions de base de l'électronique fondamentale et de nous familiariser avec les montages pratiques de base.

Pour finir, nous espérons que ce projet sera utile à notre laboratoire d'électronique.

Bibliographie

- ✓ <http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/electro/multivib.html> [1]
- ✓ http://res-nlp.univ-lemans.fr/NLP_C_M15_G03/co/Contenu_43.html [2]
- ✓ <http://www.mongsukulu.com/index.php/en/contenu/genie-electrique4/electronique/542-les-multivibrateurs> [3]
- ✓ http://electronique-et-informatique.fr/Electronique-et-Informatique/Digit/Digit_6TS2.html [4]
- ✓ Générateur a impulsions rectangulaires mémoire de fin d'étude DEUA 03 /07 /1991 présenté par Mr BOUDELAL BOUMEDIEN et Mr SMAHI ABDELATIF [5]
- ✓ <http://fr.wikipedia.org/wiki/NE555> [6]
- ✓ Principes d'électronique MALVINO [7]
- ✓ L'amplificateur opérationnel et ses applications J.C.MARCHAIS [8]
- ✓ <http://www.tangentex.com/RCCreneaux.htm> [9]
- ✓ <http://www.technologuepro.com/TP-Atelier-Electronique-Pratique/TP1-Etude-%20realisation-Alimentation-Stabilisee.pdf> [10]