

«PROJECTION D'UNE MOUSTIQUAIRE ELECTRONIQUE»

NYEMBUE TSHIYAMU⁽¹⁾

ABSTACT

The long-lasting insecticide-treated mosquito net plays an important role in the health sector, which is well known to all. However, whether it is hot or cold man is supposed to stay under this mosquito net lest he be bitten by mosquitoes, because it has a limited range of action that is insignificant compared to the apartment or living room that we occupy.

In an effort to broaden our range of action, we conducted biological research on what could hinder or scare a mosquito into a radius greater than that of an impregnated mosquito net, without affecting or interfering with humans. .

The infrasound and the ultrasound are perceptible by certain animals and insects, on the other hand they are inaudible in the man. Only the frequency range from 20Hz to 20KHz is audible by the human ear. And it is the oscillators that are able to produce infrasound and ultrasound. In the case of mosquitoes, we have proposed relaxation oscillators that can produce a signal with a frequency of 62.6KHz to keep mosquitoes away from a distance without disturbing humans. Our assembly is easy to be realized and to be assembled, less expensive, having usual components and being able to be supplied starting from a tension ranging from 6 to 12 volts.

¹ **Assistant à l'ISP Kananga**

RESUME

La moustiquaire imprégnée d'insecticide à longue durée d'action joue un grand rôle dans le domaine sanitaire que nul n'ignore. Cependant, qu'il fasse chaud ou froid l'homme est sensé rester sous cette moustiquaire de peur qu'il ne se fasse piquer par les moustiques, parce qu'elle a un rayon d'action limité qui est insignifiant par rapport à l'appartement ou salon que l'on occupe. Dans le souci d'élargir son rayon d'action, nous avons mené des recherches biologiques sur ce qui pouvait gêner ou faire fuir un moustique dans un rayon plus grand que celui d'une moustiquaire imprégnée, sans pour autant affecter ou gêner l'homme.

Les infrasons et les ultrasons sont perceptibles par certains animaux et insectes, par contre ils sont inaudibles chez l'homme. Seule la gamme des fréquences allant de 20Hz à 20KHz est audible par l'oreille humaine. Et ce sont les oscillateurs qui sont capables de nous produire les infrasons et les ultrasons. Dans le cas des moustiques, nous avons proposé des oscillateurs à relaxation pouvant nous produire un signal ayant une fréquence de 62,6KHz en vue d'éloigner les moustiques à une distance considérable sans gêner l'homme. Notre montage est facile à être réalisé et à être monté, moins couteux, ayant des composants usuels et pouvant être alimenté à partir d'une tension allant de 6 à 12 volts.

Mots clés

Moustiquaire, moustique, oscillateur, infrason, ultrason.

0. INTRODUCTION.

Dans la société qui nous entoure et plus précisément dans la ville de Kananga, il se pose un problème de protection contre les piqûres des moustiques en vue de réduire les risques de la pandémie de paludisme qui bat son plein. Pour pallier à cette difficulté on recourt souvent à l'usage des moustiquaires imprégnées d'insecticide dite à longue durée d'action.

Partout sur la ville, au village, nous voyons les familles utiliser ces types de tissus pour une fin bien déterminée. Pour arriver à mettre toute sa famille à l'abri avec garantie, il faut autant de tissus de moustiquaire sous lequel on est sensé être tout le temps, de peur d'être exposé au cas où l'on sortait du périmètre protégé par la moustiquaire, lequel périmètre ne vaut qu'environ le dixième de l'espace d'une pièce ou chambre.

Vue que l'espace couvert par ce tissu est très petit et on ne l'utilise que pendant quelques heures (la nuit pendant le sommeil), nous nous sommes posés quelques questions dans le souci de remédier à ces petites imperfections citées ci-haut :

- Quels sont les inconvénients d'une moustiquaire imprégnée d'insecticide à longue durée ?
- Est-il possible d'agrandir le rayon d'action d'une moustiquaire ?
- Si oui, comment pouvons-nous y parvenir par la méthode électronique ?

Pour répondre à ces préoccupations nous nous sommes servis de quelques méthodes et techniques que voici :

- ❖ Méthode documentaire.
- ❖ Méthode analytique.
- ❖ Technique d'interview.

I. GENERALITES SUR LES MOUSTIQUE ET MOUSTIQUAIRE.

1.1. LE MOUSTIQUE.

1.1.1. Généralités.

Le moustique est un insecte diptère redouté pour ses piqûres qui démangent. Ce sont des insectes nuisibles souvent agaçants qui comptent parmi les plus grands ennemis de l'homme. [3] Il existe plus de 2500 espèces dans le monde dont nous citons les plus importants :

- Le CULEX qui pond ses œufs en une masse agglomérée flottante et qui est l'hôte dans les régions tropicales de diverses filaires (vers parasites) qu'il transmet à l'homme.
- Les ANOPHELES qui pondent les œufs isolément, et ces œufs flottent sur l'eau grâce à de petites chambres à air latérales. Les femelles pénètrent fréquemment dans les habitations humaines et propagent le paludisme ou malaria.
- Les STEGOMYIES ou AEDES que l'on reconnaît par leur livrée sombre sur laquelle tranchent des lignes de disposition variables suivant les espèces. Signalons que le stégomyie est principal propagateur de la fièvre jaune.

N.B. Le culex ne peut être confondu à l'anophèle. On les distingue facilement à partir de leurs positions respectives sur une surface plane : le corps du culex est parallèle à cette surface, mais le corps de l'anophèle forme un angle de 45° avec cette surface.

1.1.2. Cycle évolutif.

La femelle peut produire une quantité d'œufs variant entre 200 et 300. L'éclosion se fait en deux ou trois jours à une température favorable. La larve longue de 1mm au début, se

nourrit de débris de végétaux et d'animaux jusqu'à atteindre 7 à 8 mm. Après quoi elles doivent monter à la surface de l'eau pour respirer. Au bout de 15 jours environ, la larve se transforme en nymphe qui a une grosse extrémité très renflée munie de deux petits cornets respiratoires : comme la larve, la nymphe doit venir respirer à la surface mais ne se nourrit plus et se déplace très rapidement. Cet état dure environs trois jours, puis elle vient à la surface de l'eau et s'y immobilise, sa coque se fend et l'anophèle adulte s'échappe en s'envolant. La durée de l'évolution larvaire totale (œuf, larve, nymphe) est d'environ 10 à 12 jours au minimal selon la température. Les moustiques font en moyenne 90 jours, et dans des bonnes conditions de température ils vont jusqu'à 200 jours.

1.1.3. Habitat et nourriture.

Les moustiques recherchent l'obscurité (recoins des maisons, étoffes foncées...) et l'humidité à proximité des points d'eau. Les stegomyias est casanier, tandis que l'anophèle sort volontiers des cases. Le moustique se cache pendant la journée et se met en chasse à la tombée de la nuit. Les moustiques piquent surtout les personnes suivantes : les femmes, les blondes, les personnes qui consomment beaucoup du sucre, celles du groupe sanguin O⁺, les personnes obèses, celles qui mangent régulièrement les bananes.

Le mâle se nourrit de sucs de plantes et de végétaux, tandis que la femelle se nourrit du sang de l'homme ou des animaux, d'où elles tirent les protéines pour pondre leurs œufs. Donc seule la femelle transmet le paludisme. Elles choisissent leur victime en fonction de la température de leur corps, du travail de composition des bactéries de la peau et de la composition de leur sueur. Ce n'est pas leurs dards qui nous dérangent, mais la salive qu'elles déposent sur notre peau pour l'assouplir et mieux y pénétrer. Etant allergique à cette salive, à force de se gratter, on permet à la salive de pénétrer dans notre corps.[6]

1.1.4. Distance de vol.

Poussée par le vent, l'anophèle peut être trouvé à une grande distance de son point d'eau, mais d'une façon habituelle elle ne dépasse pas un kilomètre. [4]

1.2. LA MOUSTIQUAIRE.

1.2.1. Généralités.

Une moustiquaire est un tissu fait de fibre de coton ou de fibre synthétique (nylon ou polyester) ou en toile métallique, de formes variées (rectangulaire, conique) et différentes dimensions (simple, moyenne, double) dont on entoure le lit ou autre espace de couchage et sous laquelle on dort pour se protéger contre les piqûres des moustiques. La moustiquaire peut être pré-imprégnée depuis l'usine d'un insecticide à durée d'action supérieur à trois ans. Pendant cette période la moustiquaire peut être lavée au plus trois fois l'an avec un savon ordinaire de lessive sans perdre son efficacité.

1.2.2. Précautions d'usage. [8]

La moustiquaire imprégnée d'insecticide à longue durée d'action (MILD) pré-qualifiée par l'Organisation Mondiale de la Santé est recommandée dans la prévention du paludisme. Pour accroître la possession et l'utilisation des moustiquaires imprégnées d'insecticide à longue durée d'action, l'OMS a utilisé différentes approches telles que :

- ✓ La routine (campagne prénatale et campagne préscolaire).
- ✓ Les campagnes de distribution de masse.
- ✓ Le marketing social.

Une série de précautions leur a été donnée :

- La moustiquaire doit être accrochée de façon à recouvrir la zone occupée par les personnes à protéger et descendre suffisamment bas pour pouvoir être bordée sous le matelas ou natte ;
- Attacher des ficelles à travers les quatre boucles aux coins de la MILD ;
- Placer les clous, crochets ou autre support aux quatre coins de votre espace ;
- Attacher les ficelles aux crochets ou clous ;
- S'assurer qu'il n'y a pas d'espace pouvant faire passer les moustiques ;
- Le lavage de la MILD se fait avec le savon ordinaire de lessive et non avec le savon en poudre ou eau de javel ;
- Après lavage, sécher à l'ombre.

Toutes ces précautions ne sont pas vraiment observées pour une raison ou une autre :

- Certaines personnes ne supportent pas de rester sous la MILD parce qu'elles se sentent étouffées, et la MILD provoque la chaleur selon eux ;
- En cas de mauvais entretien, l'action d'insecticide s'affaiblit rapidement ;
- L'installation des moustiquaires paraît difficile dans certaines conditions ;
- Pas moyen de placer la MILD au salon pendant qu'on est devant sa télévision.

Tout ce qui précède montre quelques désavantages de la MILD auxquels nous avons pensé remédier pour arriver à satisfaire les utilisateurs, les épargner des étouffements, du cachottement, de la chaleur, etc. en utilisant une moustiquaire qui les rendrait un peu à l'aise par rapport à la MILD.

II. LES OSCILLATEURS.

2.1. GENERALITES.

Cette matière étant abondante, nous ne voulons pas étaler le cours de mesures électroniques dans cet article, mais parler des éléments qui entreront en ligne de compte pour la réalisation de notre moustiquaire électronique, d'autant plus qu'il s'agit des oscillateurs. Les oscillateurs constituent l'une des fonctions de base de l'électronique (analogique comme

numérique). Ils sont utilisés pour : cadencer le fonctionnement des systèmes (horloges des circuits numériques, montres...); fabriquer directement des signaux classiques de tests en électronique (générateurs analogiques) ou fabriquer les porteuses en télécommunication.

Un oscillateur est un amplificateur qui s'autoalimente grâce à un deuxième amplificateur dit atténuateur qui réinjecte la tension de sortie vers l'entrée d'une part ; et d'autre part, c'est un amplificateur capable de délivrer un signal de sortie sinusoïdal en l'absence du signal d'entrée. En bref, un oscillateur est un système bouclé fonctionnant en régime d'instabilité. Il produit à sa sortie un signal quasi sinusoïdal de faible distorsion harmonique et de période stable.

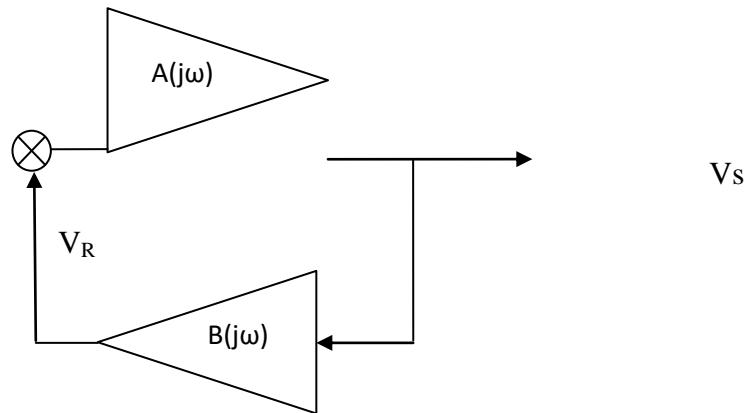


Fig.(2-1) : Schéma de principe d'un oscillateur. [11]

2.2. CONDITIONS D'OSCILLATION. [10]

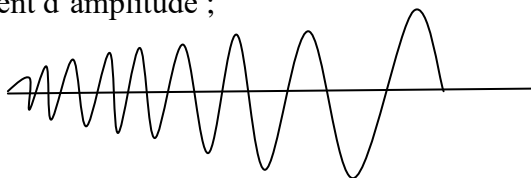
Deux conditions sont requises pour un état soutenu d'oscillation :

- 1° Le déphasage de la boucle de rétroaction doit être 0° ;
- 2° Le gain en tension de la boucle fermée de rétroaction doit être égal à 1 [$-A(j\omega).B(j\omega)=-1$ en d'autres termes $A.B=1$ qui est le critère de Barkheussen].

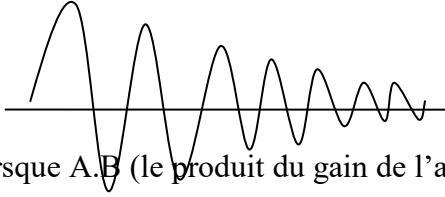
Pour fonctionner, un générateur de signaux doit être alimenté par une tension constante en vue de ne pas influencer l'amplitude du signal de sortie.

Pour qu'une oscillation démarre dans un générateur des signaux, il y a trois conditions :

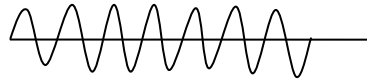
- 1° Lorsque le gain en boucle fermée est supérieur à 1, les oscillations démarrent en augmentant progressivement d'amplitude ;



2° Lorsque le gain en boucle fermée est inférieur à 1, on constate que les oscillations démarrent et s'évanouissent. Ceci est dû au fait que les oscillations ne sont pas entretenues ;



3° Lorsque $A.B$ (le produit du gain de l'amplification avec l'atténuation) égal à 1, les oscillations démarrent sans évanouissement par le fait que l'amplitude du signal de sortie est maintenue constante et contrôlée par le circuit de contre réaction (circuit de mesure). On constate que dans ce cas l'angle de démarrage est de 360° .

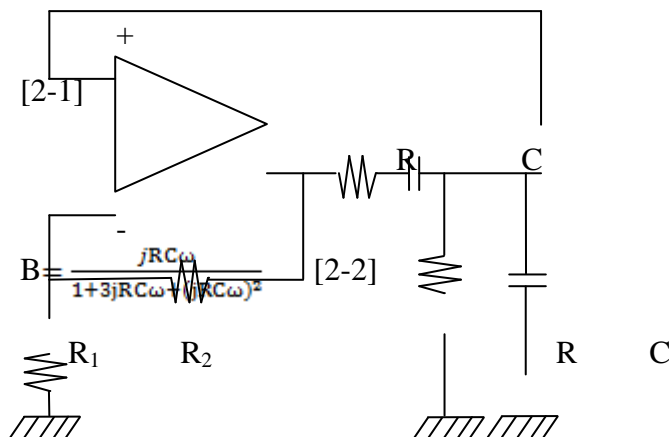


2.3. PRINCIPAUX OSCILLATEURS.

Nous savons qu'un oscillateur est caractérisé par la forme et la fréquence des signaux qu'il génère (ces deux paramètres devant être ainsi constants que possible). Lorsque la forme du signal produit est sinusoïdale, l'oscillateur est dit "sinusoïdal" ; mais lorsque la forme du signal produit n'est pas sinusoïdale (carré ; en dent de scie ; des tops ;...); l'oscillateur est dit "à relaxation".

2.3.1. Les oscillateurs sinusoïdaux. [10]

2.3.1.1. Oscillateur à pont de WIEN.



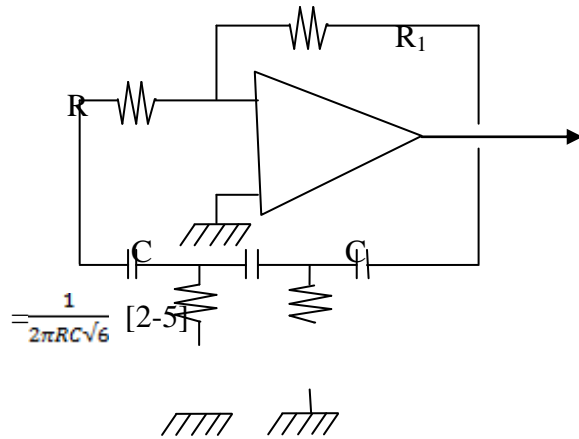
$$\text{Chaîne directe : } A = 1 + \frac{R_2}{R_1} \frac{V_s}{V_s}$$

Chaîne de retour :

A.B=+1 soit : $(1 + \frac{R_2}{R_1}) \frac{RC\omega}{3RC\omega - j(1 - R^2 C^2 \omega^2)} = 1$ [2-3] ;
 [2-4] (sans partie imaginaire)

Fréquence des oscillations : $f_o = \frac{1}{2\pi RC}$

2.3.1.2. Oscillateur à réseau déphaseur.



Vs

$A = -\frac{R_1}{R}$ et $B = \frac{(RCp)^3}{1 + 5RCp + 4R^2C^2p^2 + R^3C^3p^3}$; ainsi f_o

$\frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$ [2-5]

2.3.1.3. Oscillateur LC.

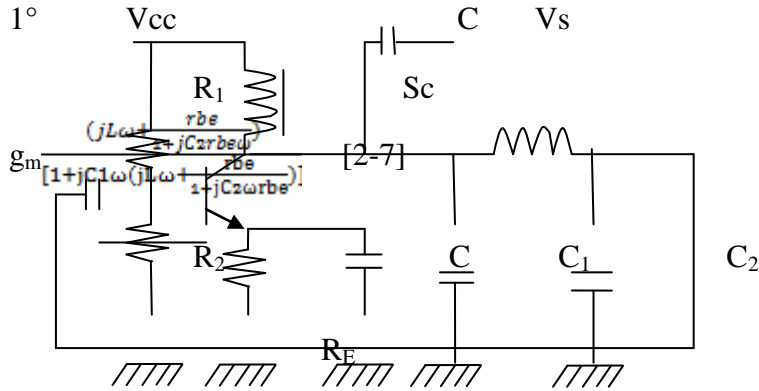
Parce que les oscillateurs RC ne permettent pas d'obtenir des fréquences d'oscillation supérieures au MHz, raison pour laquelle, on préfère les oscillateurs LC pour des fréquences plus élevées (émetteur et récepteur FM et AM). Nous allons citer quelques uns d'entre-eux :

a. Oscillateur COLPITTS.

C'est un type d'oscillateur à résonance. Il utilise un circuit LC dans la boucle de rétroaction pour fournir le déphasage nécessaire et agir comme un filtre pour ne laisser passer que la fréquence spécifiée d'oscillation. La fréquence approximative d'oscillation est établie par les valeurs de C₁, C₂ et L selon la formule : $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LCe}}$; avec $Ce = \frac{C_1C_2}{C_1+C_2}$

[2-6]

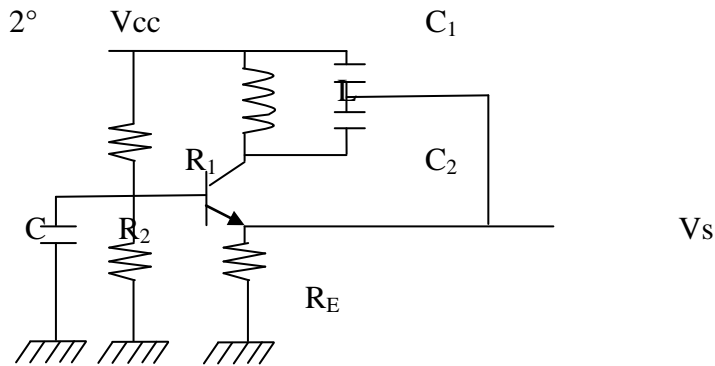
Il existe le COLPITTS à émetteur commun (1°) et celui à base commune (2°)



$$B(j\omega) = \frac{\frac{r_{be}}{1 + jC_2 r_{be} \omega}}{jL\omega + \frac{r_{be}}{1 + jC_2 r_{be} \omega}}$$

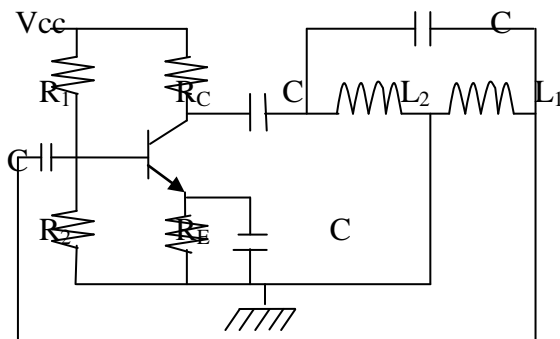
[2-8]

Sc: self de choc



b. Oscillateur HARTLEY.

Caractérisé par une réinjection réalisée à l'aide d'un bobinage couplé magnétiquement au dipôle sélectif.

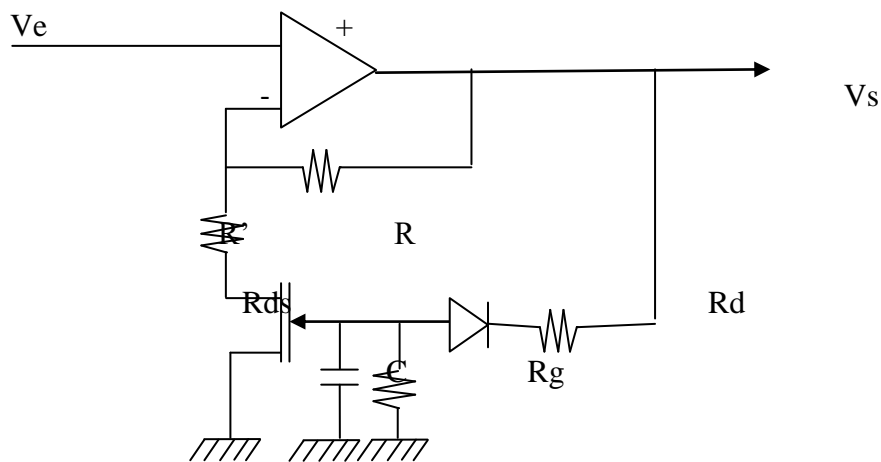


2.3.2. Oscillateur à relaxation. [2]

Ce type d'oscillateur est construit à partir d'un élément pouvant accumuler puis restituer de l'énergie. La fréquence d'oscillation dépendra du débit de l'élément accumulateur et l'amplitude dépend des caractéristiques de ce dernier. Ce qui rend leur fréquence instable (les astables).

La stabilité de la fréquence s'obtient soit par le quartz, soit par des transistors à effet de champ (TEC) inséré dans le circuit.

L'exemple d'un astable stabilisé par TEC est donné sur la figure ci-dessous :



La diode associée à R_d , R_g et C produit une tension grille négative qui augmente avec l'amplitude du signal de sortie : $V_{gs} = KV_s$

La résistance Drain –source du TEC dépend de la zone ohmique, de la tension grille V_{gs} et de la tension de pincement V_p du TEC selon la relation :

$$R_{ds} = \frac{R_{gso}}{1 - \frac{V_{gs}}{V_p}} \quad [2-9]$$

$$\text{Alors l'amplification s'écrit : } A_v = 1 - \frac{R}{R' - R_d} = 1 - \frac{R}{R' - \frac{R_{gso}}{1 - \frac{KV_s}{V_p}}} \quad [2-10]$$

III : MONTAGE D'UNE MOUSTIQUE ELECTRONIQUE OU CHASSE MOUSTIQUE.

3.1. INTRODUCTION.

La sensibilité de l'oreille humaine étant beaucoup plus faible en dehors de la gamme des fréquences de 20Hz-20KHz, les bruits de la gamme inférieure à 20Hz appelée INFRASON ou ceux de la gamme supérieure à 20KHz appelée ULTRASON sont supposés moins dangereux pour l'audition. Pourtant, l'existence d'effets nuisibles ou désagréables à l'homme de ces bruits quasi-inaudibles est un fait prouvé et il est nécessaire de savoir les identifier, d'estimer les niveaux d'exposition et de prendre éventuellement les mesures adéquates pour diminuer leur influence sur les personnes exposées.

C'est dans cet ordre d'idée que le Danish Environmental Protection Agency (DEPA en sigle) ou Agence de protection environnementale de Danish recommande pour les infrasons que le niveau d'exposition des citoyens soit inférieur de 10dB au seuil d'audibilité des infrasons qui vaut 95dB. Un certain nombre d'études sur les effets des ultrasons transmis dans l'air ont été entreprises sur les mammifères, insectes et êtres humains. Les effets observés ont été attribués au réchauffement. A 160dB et 20KHz le DEPA a signalé la mort d'insectes à la suite d'exposition dont la durée variait entre 10 secondes et 3 minutes. A des niveaux de pression acoustique supérieure à 155dB, l'exposition à des ultrasons transmis dans l'air provoque des effets nocifs aigus chez l'être humain tels que des pertes légères d'audition, des fatigue, des maux de tête, des nausées,...Le degré de ces effets dépend de la durée d'exposition, de l'âge, de la distance, de la pression acoustique et de la fréquence. [3]

Il convient de signaler que le taux d'audibilité est donné par le rapport : $dB=20\log_{10}\frac{P_m}{2.10^{-4}baryes}$

[3-1]

où P_m est la pression acoustique mesurée en barye (μbar) ; ainsi on obtient les équivalences suivantes :

$$2.10^{-4}\mu\text{bar}=0\text{dBSL}$$

$$1\mu\text{bar}=74\text{dBSL}$$

$$10\mu\text{bar}=94\text{dBSL}$$

$$100\mu\text{bar}=114\text{dBSL}$$

$$1\text{mbar}=134\text{dBSL}$$

$$10\text{mbar}=154\text{dBSL}$$

$$100\text{mbar}=174\text{dBSL}$$

$$1\text{bar}=194\text{dBSL (SL: sound level ou niveau de son)}$$

Certains animaux vertébrés terrestres comme le chien, la chauve-souris, le moustique peuvent entendre certaines gammes d'ultrason et les utiliser pour communiquer : de 15KHz jusqu'à 200KHz selon les espèces, dans une gamme de sons inaudibles par l'homme sans appareils spéciaux de détection/transduction.

Plusieurs méthodes d'effarouchement d'espèce jugées indésirables dans certains contextes reposent sur la diffusion d'ultrasons, y compris pour les oiseaux quand la diffusion se fait au-delà d'une certaine puissance. Certains animaux pourraient ainsi et pour autres raisons être victimes d'une pollution sonore inaudible par l'homme. A titre d'exemple, on a constaté que les chauves-souris butineuses (qui jouent un rôle majeur dans la fécondation de certaines plantes) évitent les zones les plus bruyantes, qui probablement les perturbent dans le repérage des fleurs. Pour d'autres espèces de chiroptères, le bruit pourrait gêner leur perception auditive (et notamment la perception de leurs proies, obstacles ou prédateurs). Concernant l'autre côté du spectre sonore, quelques espèces dont le pigeon, sont sensibles aux infrasons qui endommagent leur oreille interne. [7]

3.2. APPLICATIONS DES ULTRA-SONS. [7]

Les ultra-sons trouvent leurs applications dans plusieurs domaines :

- ✚ En médecine : échographie et thérapie par ultra-son focalisés ;
- ✚ Dans l'industrie, pour les essais non destructifs des matériaux, la coupe ou soudure des thermoplastiques, la manipulation et caractérisation des particules ;
- ✚ En agriculture : nébulisation de l'eau qui se transforme en aérosol et alimente le système racinaire en oxygène.
- ✚ Pour chasser les insectes et animaux réputés nuisibles tels que les rongeurs, les moustiques, sans produit chimique toxique.

C'est sur cette dernière application que nous nous sommes penchés en utilisant des moyens électroniques.

3.3. MONTAGES DELIVRANT LES ULTRA-SONS.

Nous savons que les montages électroniques pouvant délivrer les ultra-sons ne sont rien d'autre que les oscillateurs à relaxation (voir 2^{ème} chapitre). C'est ainsi que nous proposons un

relaxateur à trois inverseurs avec trois composants passifs pour sa stabilité. Sachant que cette stabilité est fonction de la tension, de la température et de la charge pilotée.

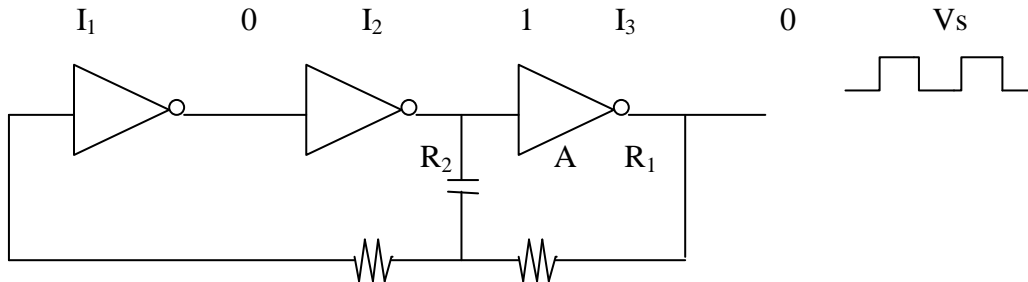


Figure [3-1] : Relaxateur à trois inverseurs avec trois composants passifs.

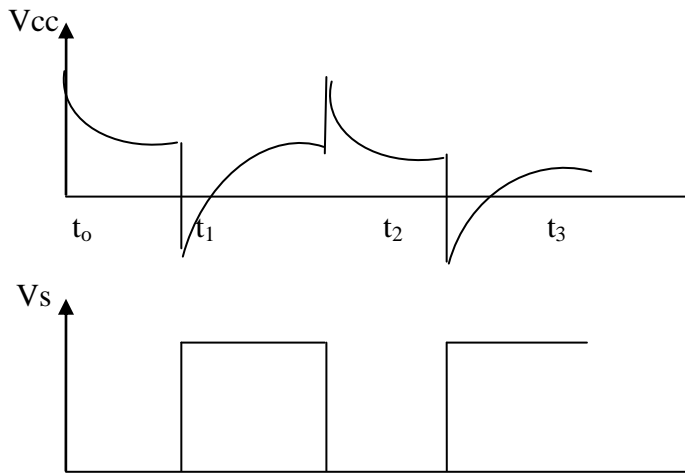


Figure [3-2] : Chronogramme d'un relaxateur à trois inverseurs et composants passifs.

Fonctionnement : A l'instant t_0 , la sortie S est à zéro et l'entrée de I_1 est au niveau 1. Le potentiel du point A va donc décroître et dès qu'il atteint le seuil de basculement de l'inverseur 1, soit $V_{cc}/2$ les trois inverseurs vont basculer en chaîne. A l'instant t_1 soit une chute de tension de $-V_{cc}$ et le point A se trouve au potentiel $\frac{V_{cc}}{2} - V_{cc} = -\frac{V_{cc}}{2}$. Or la sortie est à 1, donc le potentiel de A va croître jusqu'à $\frac{V_{cc}}{2}$ à l'instant t_2 où les trois inverseurs vont commuter en chaîne. On assiste à une série de charge et décharge de C à travers R_1 chaque fois que le seuil de I_1 est atteint pour que l'état de V_s change.

$$\text{La fréquence des oscillations est : } f = \frac{1}{2R_1C \left(\frac{0.405R_2}{R_1+R_2} + 0.693 \right)} \quad [3-2]$$

Pour augmenter la capacité en courant de sortie en vue d'attaquer les charges élevées, la mise en parallèle de trois portes logiques (CD4069) en sortie est nécessaire comme l'indique la figure [3-3]:

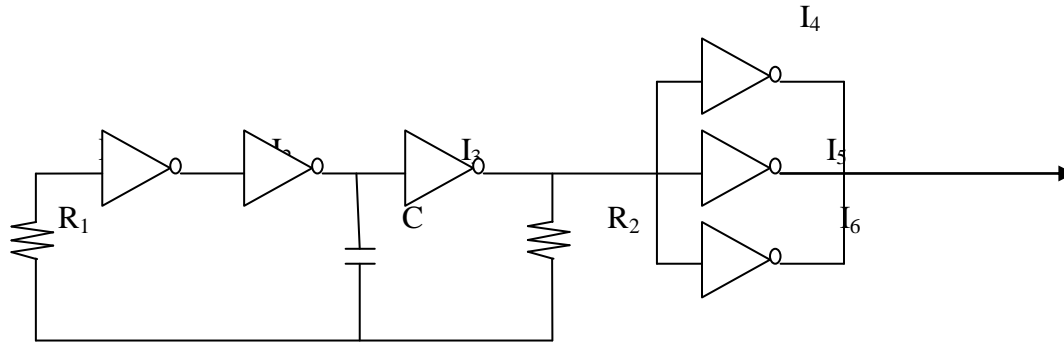


Figure [3-3]: $R_1=R_2=33K\Omega$ et $C=220pf$.

La fréquence du signal de sortie est déterminée par les valeurs de R_1 et C . Dans le cas présent, la fréquence sera supérieure à 20KHz et est donc inaudible. Si on souhaite ramener cette fréquence dans la gamme audible, on doit augmenter la valeur du condensateur (quelques dizaines à quelques centaines de nF (nanofarad)). La représentation de la chasse moustiques avec transistor est sur la figure [3-4] :

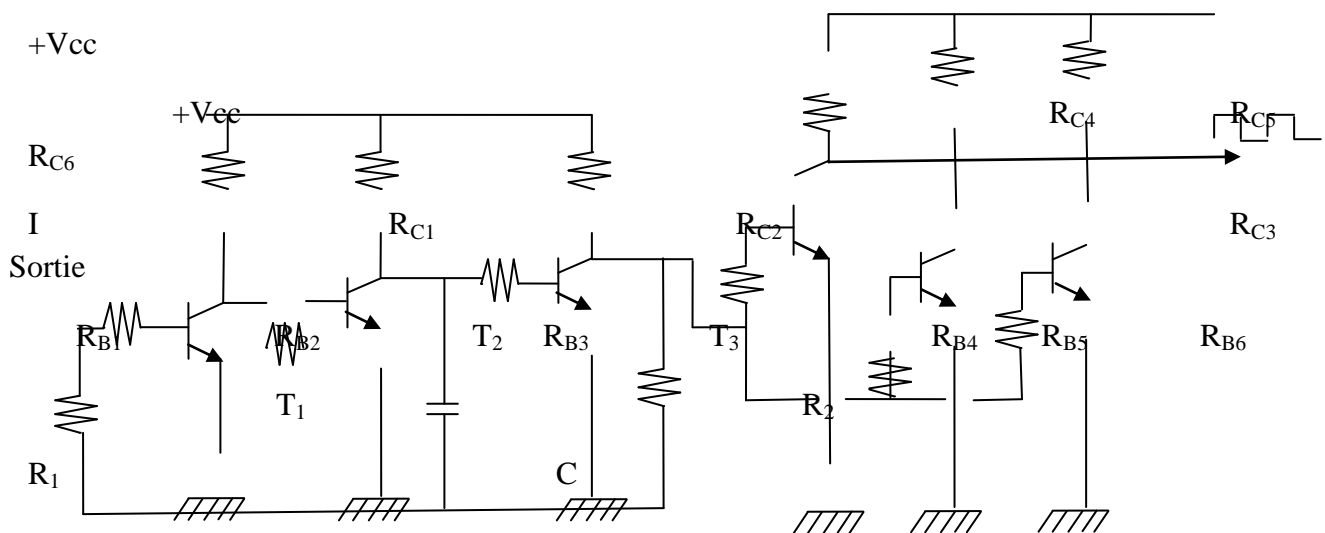


Figure [3-4] : Chasse moustique avec transistor bipolaire.

R_{C1} jusqu'à $R_{C6}=1K\Omega$; R_{B1} jusqu'à $R_{B6}=1,2K\Omega$; R_1 et $R_2 =33K\Omega$; $C=220pF$ et les transistors sont bipolaires.

La période sera donnée par : $T=2,2.R_2.C$

$$=2,2.33.10^3.220.10^{-12}=15972.10^{-9} \text{ s}$$

La fréquence sera : $\frac{1}{T} = \frac{1}{15972.10^{-9}} = 62609,6KHz$

CONCLUSION GENERALE.

Nul n'ignore l'importance d'une moustiquaire imprégnée d'insecticide dite à longue durée d'action dans la vie courante. Constatant que ces moustiquaires n'opèrent que dans la zone qu'elles couvrent, laquelle zone n'occupe qu'une étendue minimale d'un appartement ou maison, et que l'homme est obligé de rester sous moustiquaire toute la nuit, faute de quoi il se ferait piquer par un moustique et être victime du paludisme, nous avons pensé à l'élargissement du rayon d'action d'une moustiquaire en vue de rendre l'homme un peu libre de sillonner son appartement ou son salon.

En menant des recherches biologiques sur ce qui pouvait gêner un moustique, nous avons trouvé qu'avec un son non audible par l'homme, donc les ultrasons (fréquence supérieure à 20KHz), il ya moyen d'éloigner un moustique sans pour autant gêner l'homme. C'est dans cette optique que nous avons fait recours aux générateurs des signaux d'une fréquence supérieure à 20KHz (les oscillateurs de relaxation) et rester dans les limites établies par le DEPA

Dans notre montage proposé ci-haut, nous n'avons pas atteint les valeurs de fréquence ou de pression acoustique susceptible de gêner l'être humain mais de chasser, gêner, voir tuer seulement les moustiques qui traineraient dans ce rayon d'action pendant 3secondes à 10minutes. C'est un montage moins couteux, non gênant et d'une installation facile.

BIBLIOGRAPHIE.

- [1] BESSON R., Aide mémoire d'électronique pratique, Dunod, Paris, 2000.
- [2] BRIZEUX C., Cours M₂ les oscillateurs 7, SE, SD.
- [3] Fr ekopedia.org/moustique, version du 19 Septembre 2007.
- [4] GOARNISSON J. et BLANC C., Guide médical africain, Saint Paul, France, 1970.
- [5] ORIAN M., Zoologie 2^{ème} cycle d'orientation, Hatier, Paris, 1963.
- [6] PERES-MAS A. et FOUCHERT J., Electronique pratique, Dunod, Paris, 1998.
- [7] PETRIER C., GONDREXON N. et BOLDO P., Ultrasons et sonochimies, Dunod, Paris, 2008.
- [8] PNLP (Programme National de Lutte contre le Paludisme), Guide technique de formation en prévention et prise en charge du paludisme, 2010.
- [9] MULLIER JP et BSZEL, Physique appliquée, 2008.
- [10] NGOYI M. et MENI B., Cours de schéma des circuits électroniques, ISTA Kinshasa, 2011.
- [11] OUMNAD A., Aoumnad@meanara, les oscillateurs.
- [12] Wikipédia : <http://PCSI-un autre regard. Ovu-blog.comy quadripes Cad.com>.