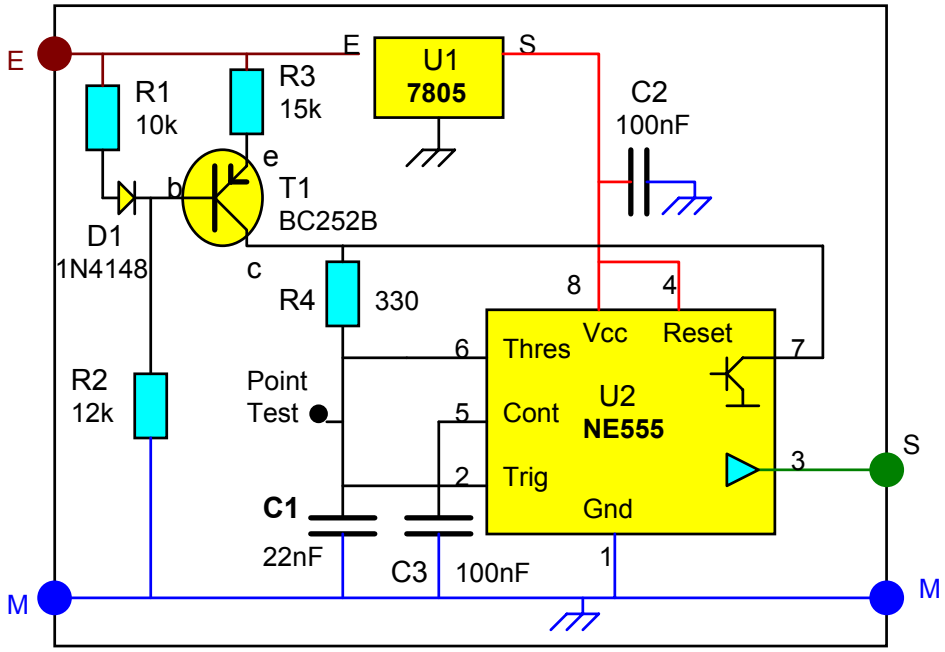
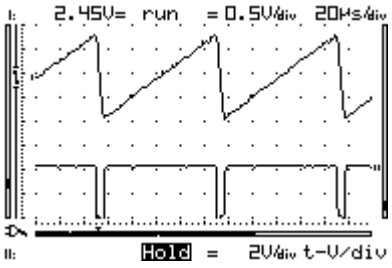
NE555 UTILISE EN VCO:

Le circuit intégré timer NE555 est utilisé ici en oscillateur commandé en tension (VCO Voltage controlled oscillator). La variation de fréquence d'oscillation est directement proportionnelle à la tension d'alimentation (E) qui doit être comprise entre 7V et 24V. Ces limites de tension sont liées au régulateur U1 (7805). En deçà de 7 V le circuit U1 ne régule plus le 5V et au-delà de 25V le régulateur U1 risque de lâcher par surtension. Le schéma ci-dessous représente le timer U2 NE555 utilisé en montage astable.



Oscillogramme pour E = 19V

Voie1 (en haut) Point test.



Voie 2 (en bas) Sortie S

Fréquence =10kHz

Le principe de fonctionnement est relativement simple:

- Quand la tension aux bornes de C1 dépasse la valeur de seuil de 2/3 de Vcc, l'entrée "Thres" fait basculer le circuit U2 et le transistor de sortie (borne 7) se met à conduire.
- Le condensateur C1 se décharge alors à travers R4 et le transistor de U2.
- Quand la tension aux bornes de C1 descend jusqu'à la valeur de seuil de 1/3 de Vcc, l'entrée "Trig" bascule le circuit U2 dans l'autre état, le transistor de sortie (borne 7) s'arrête de conduire.
- Le condensateur C1 se charge par l'intermédiaire du circuit formé du transistor T1, R1, R2, R3, R4,D1.
- Quand la tension aux bornes de C1 atteint le seuil de 2/3 de Vcc, le cycle recommence.

Charge du condensateur C1:

La particularité est que la charge du condensateur C1 est à courant constant, ce dernier est assuré par le transistor T1 (BC252) monté en générateur de courant. Le principe est que la tension aux bornes de R1 est reproduite sur R3 par le transistor T1, on remarquera que la diode D1 permet de compenser la tension V_{eb} du transistor T1:

Si l'on pose:

V_D = tension directe (anode - cathode) de la diode D1

V_{R1} = tension aux bornes de la résistance R1

V_{R3} = tension aux bornes de la résistance R3

V_{eb} = tension entre les bornes de l'émetteur (e) et la base (b) du transistor T1

On a: $V_{R1} + V_D = V_{R3}+V_{eb}$

Or il s'avère que V_{eb} et V_D, qui sont les tensions de jonctions PN, sont très proches, et si on les considère identiques on la simplification suivante: $\boxed{V_{R1} = V_{R3}}$

Le courant passant dans R3 et donc directement fonction de la tension aux bornes de R1. Cette dernière dépend de la tension d'alimentation E, des résistances R1 et R2, ainsi que de la tension de la diode V_D, avec la relation suivante:

$E = V_{R1} + V_D + V_{R2}$

Ou encore: $V_{R1} = E - V_D - V_{R2}$

Or on a aussi: $I_{R1} = I_{R2} = (E - V_D) / (R1+R2)$ avec $V_{R2} = R2 . I_{R1}$

et en remplaçant V_{R3}, $V_{R1} = E - V_D - R2 . (E - V_D) / (R1+R2) = (E - V_D) (1-R2/(R1+R2))$

et en simplifiant: $V_{R1} = (E - V_D) (R2/(R1+R2))$

la tension V_{R1} est pratiquement proportionnelle à E, étant donné que V_D est faible.

$$\boxed{V_{R1} \approx E .R2/(R1+R2)}$$

En sortie du transistor T1 on a donc $V_{R3} = V_{R1} \approx E . R1/(R1+R2)$et donc $\boxed{I_{R3} = E . R1/ [(R1+R2) . R3]}$

Le courant de charge du condensateur étant I_{R3} on a donc un courant quasiment proportionnel à la tension d'alimentation E. A courant constant, la charge d'un condensateur est linéaire dans le temps, autrement dit la variation de tension à ses bornes est proportionnelle au temps passé:

Si l'on pose:

ΔV= variation de tension (en V),

Δt = tranche de temps (en s),

I = courant de charge (en A),

C= capacité du condensateur (en F).

On a la relation suivante:

$$\boxed{\Delta V = \Delta t . I / C}$$

Dans notre cas, avec le timer NE555, sans modification de la tension de la borne 5, la variation de tension va de 1/3 de la tension d'alimentation de U2 et 2/3 de la tension d'alimentation de U2, soit une variation de 1/3 de l'alimentation de U2 soit numériquement 5/3 = 1,67 V on prendra donc: ΔV = 1,67 V.

Le condensateur présent a une capacité de : C = 22 nF soit 22 10^{-9} F.

Le courant pourra prendre les valeurs, pour E variant de 7 à 24V, comprises entre

$I_{R3\ min} = E_{min} . R1/ [(R1+R2) . R3] = 7 \times 10.10^3 / [22.10^3 \times 15.10^3] = 7 \times 30,3. 10^{-6} = 212\ \mu A$

$I_{R3\ max} = E_{max} . R1/ [(R1+R2) . R3] = 24 \times 10.10^3 / [22.10^3 \times 15.10^3] = 24 \times 30,3. 10^{-6} = 727\ \mu A$

$\Delta t_{max} = \Delta V . C / I_{min} = 1,67 \times 22\ 10^{-9}\ F / 212.10^{-6} = 173.10^{-6} = 173 \mu s$

$\Delta t_{min} = \Delta V . C / I_{max} = 1,67 \times 22\ 10^{-9}\ F / 727.10^{-6} = 50.10^{-6} = 50 \mu s$

<u>Décharge du condensateur C1:</u>

Si la charge du condensateur C1 est à courant constant, la décharge ne l'est pas, Le condensateur se décharge à travers la résistance R4 et la décharge est alors exponentielle et suit la relation suivante:

$$\boxed{v_C(t) = V_0 + (V_F - V_0) . [1 - e^{(-t/R4.C)}]}$$

où, V_0 = tension à l'instant t_0,

V_F = tension que le condensateur prendrait si on lui laisse le temps de l'atteindre.

On cherche alors le temps qu'il faut pour que la tension $v_C(t)$ prenne la valeur de 1/3 de Vcc partant de la valeur initiale de V_0= 2/3 Vcc, en ayant évidemment la valeur finale V_F = 0V puisque le condensateur se décharge sur lui-même.

La relation devient:

$e^{(-t/R4.C)} = 1 - (v_C(t) - V_0) / (V_F - V_0)$ ou encore:

$-t/R4.C = \log_e [1 - (v_C(t) - V_0) / (V_F - V_0)]$ ou encore:

$t = - R4.C. \log_e [1 - (v_C(t) - V_0) / (V_F - V_0)]$

ici on a:

$t = - 330.22.10^{-9}. \log_e [1 - (1/3 - 2/3) / (0 - 2/3)] = - 330.22.10^{-9}. \log_e [1 - 0,5]$

$t = - 330.22.10^{-9}. \log_e [0,5] = 5.10^{-6}$ soit 5µs

Fréquence de l'oscillateur:

La période de l'oscillateur est donc la somme des 2 temps calculés précédemment:

$\Delta t_{max} + t$ = 173µs + 5µs = 178 µs, pour E = 7V

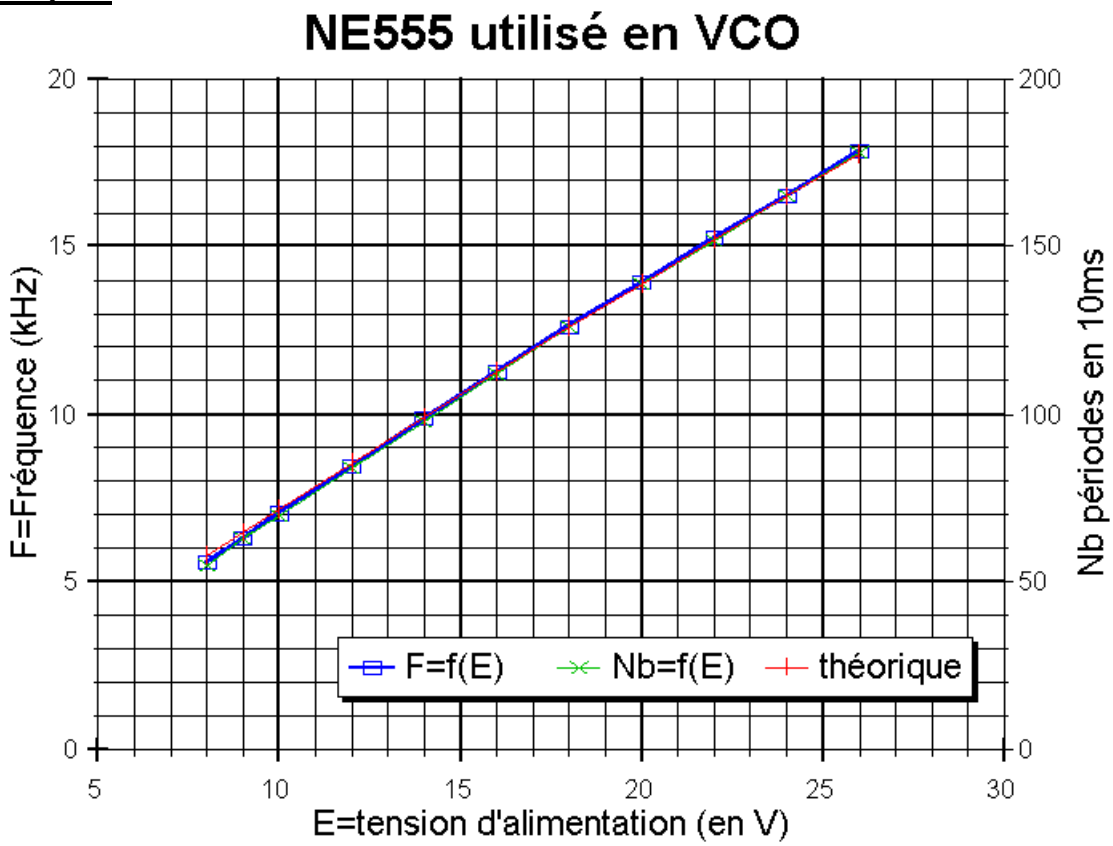
$\Delta t_{min} + t$ = 50µs + 5µs = 55µs, pour E = 24V

La fréquence est donc:

Pour $\Delta t_{max} + t$ = 178 µs on a 5,6 kHz pour E = 7V

Pour $\Delta t_{min} + t$ = 55µs on a 18 kHz pour E= 24V

Résultats pratiques:



Nota: La courbe théorique a été calculée en mesurant les valeurs exactes des composants:
R1 = 10kΩ, R2 =15,5 kΩ, R3 =14,8 kΩ, R4 = 330 Ω, C1 = 21,4 nF

Conclusion: Le calcul théorique est totalement satisfaisant si l'on prend soin de prendre les valeurs exactes des composants utilisés.