

Astables

I- BUT : Montrer le fonctionnement des astables à opérateurs logiques élémentaires ou à circuit intégré CMOS type 4047.

II- MATERIELS :

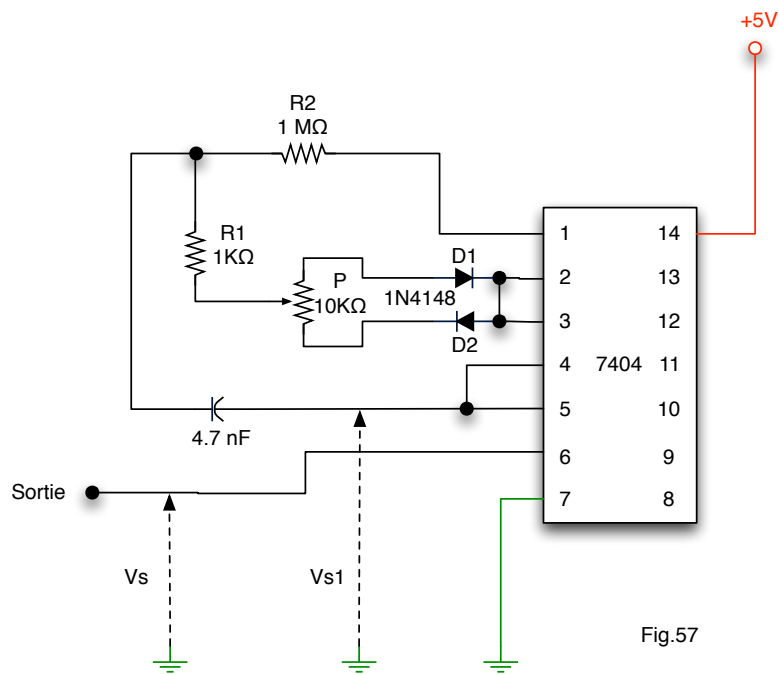
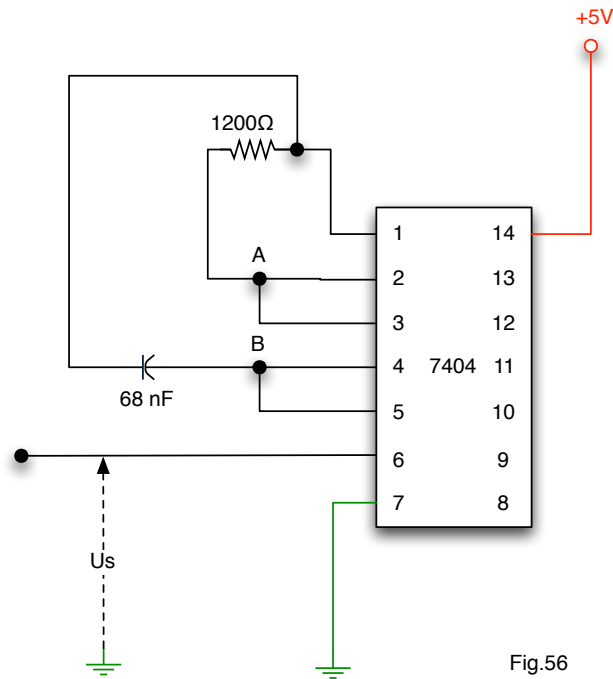
Composants :

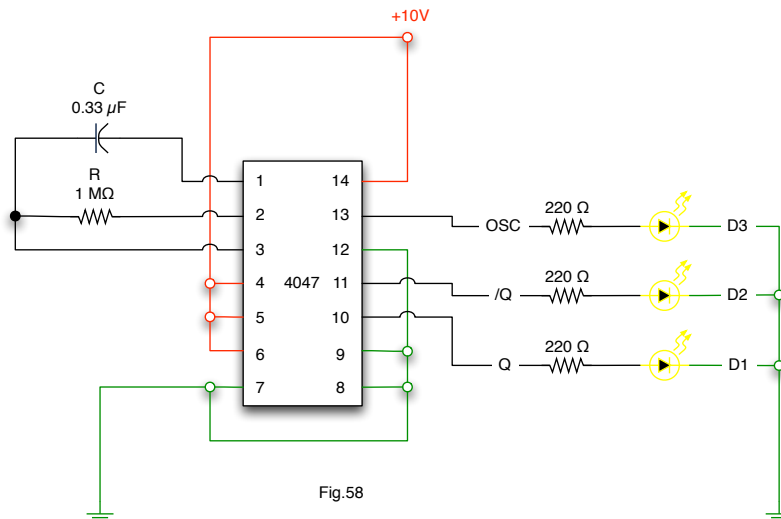
- 3 LEDs
- 1 CI 4047
- 1 CI 7404
- 1 résistance 1200 Ω
- 1 résistance 1 K Ω
- 1 résistance 10 K Ω
- 1 résistance 1 M Ω
- 1 potentiomètre linéaire 10K Ω
- 1 capacité 0,01 μ F
- 1 capacité 68 nF
- 1 capacité 4,7 nF
- 1 capacité 0,33 μ F
- 2 diodes 1N4148

Matériels :

- 1 alimentation continue régulée 5V
- 1 oscilloscope
- 1 montre ou 1 chronomètre

III- MONTAGES :

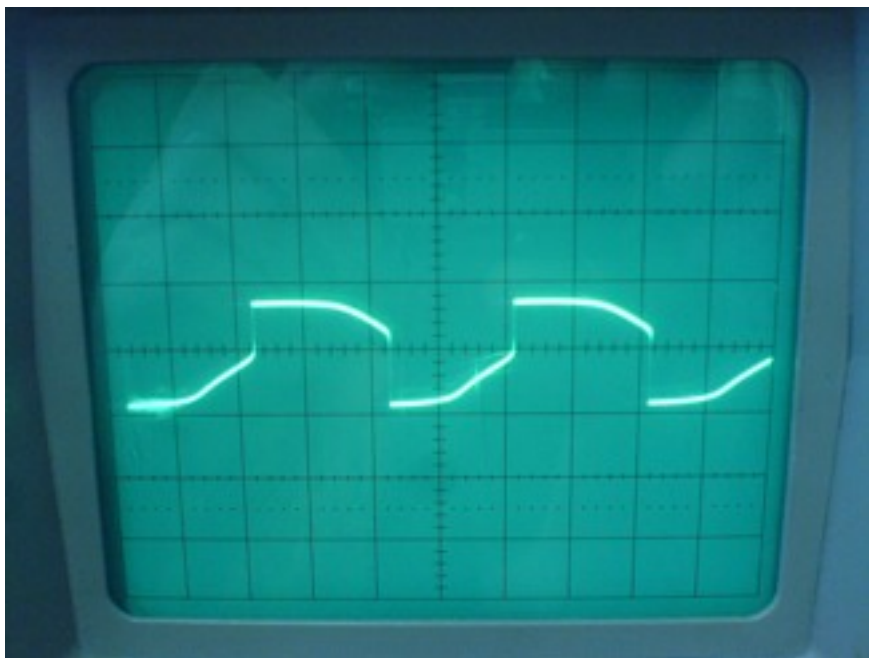




IV- ETAPES :

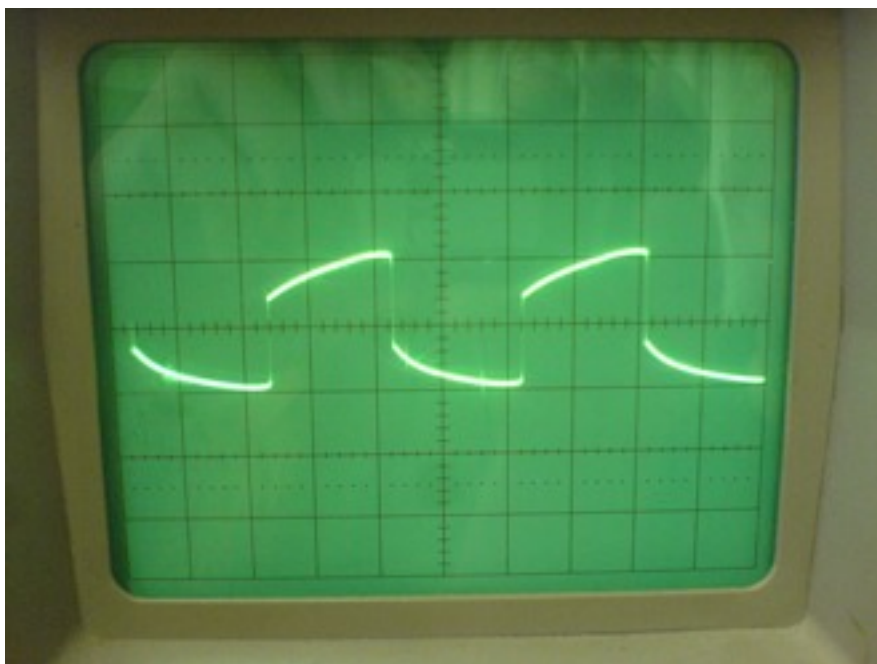
- 1- Circuit de la figure 56 réalisé.
- 2- J'ai relevé les oscillogrammes $V_A(t)$, $V_B(t)$, $V_C(t)$ et $V_S(t)$ respectivement au point A, au point B, aux bornes du condensateur C et à la sortie.

Au point A :



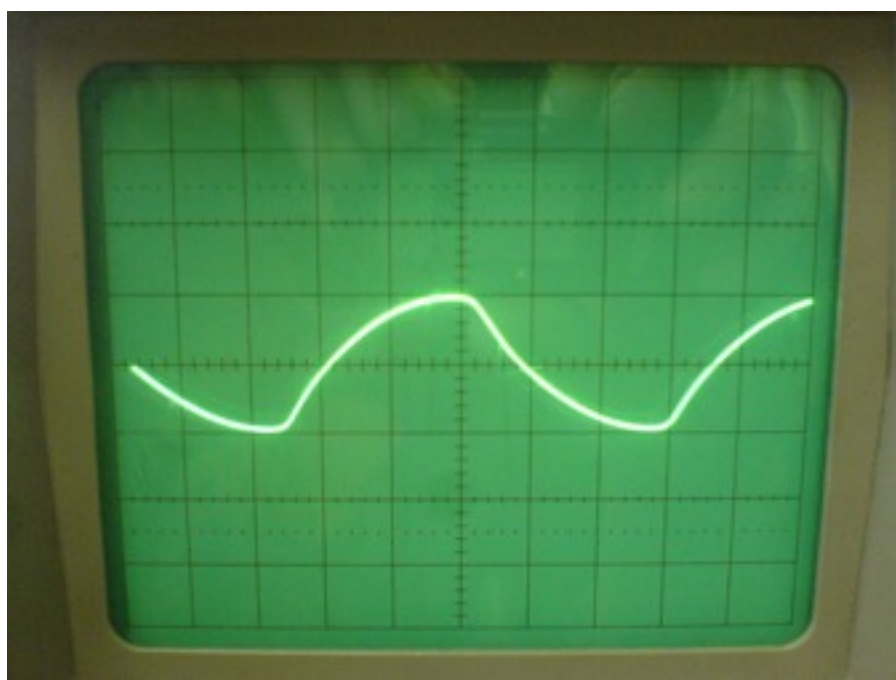
2V/DIV et 50 μ s/DIV

Au point B :



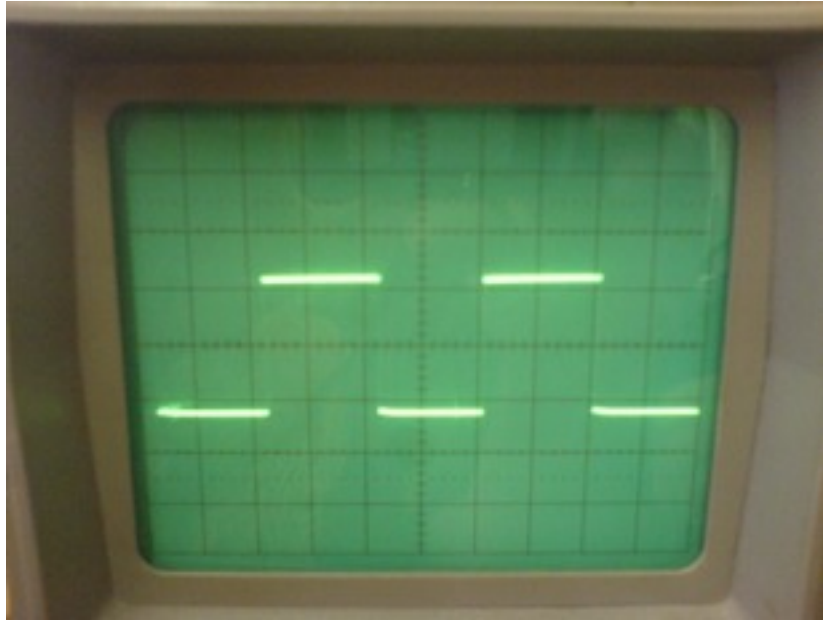
2V/DIV et 50 μ s/DIV

Aux bornes de C:



2V/DIV et 50 μ s/DIV

A la sortie :



2V/DIV et 50 μ s/DIV

Interprétation des oscillogrammes :

Au point A on voit un signal carré mais non filtré, donc pas “propre”.

Au point B on voit un signal carré, inversé, non filtré, donc pas “propre”.

Aux bornes du condensateur, on voit la charge de ce dernier, une fois dans un sens et une fois dans l'autre sens.

A la sortie, on voit le signal carré généré par le CI.

3- Mesure de la période T de $V_s(t)$:

$$T = 4 * 50 \mu s = 200 \mu s$$

Par le calcul, T serait :

$$T = 2.42 RC = 2.42 * 1200 * 68 * 10^{-9} = 197 \mu s$$

4- La mesure du temps de montée de V_S est très rapide et n'est donc pas mesurable.

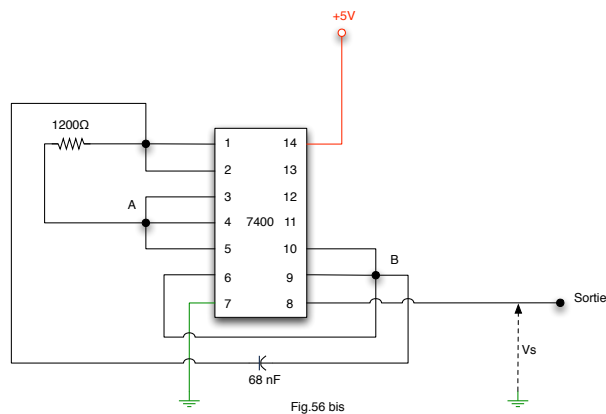
5- Le rôle de chacun des composants est :

Pour le CI : inverser le signal en fonction de R et de C.

Pour C : détermine la période (T) du signal.

Pour R : détermine le temps de charge de C, donc le temps de montée.

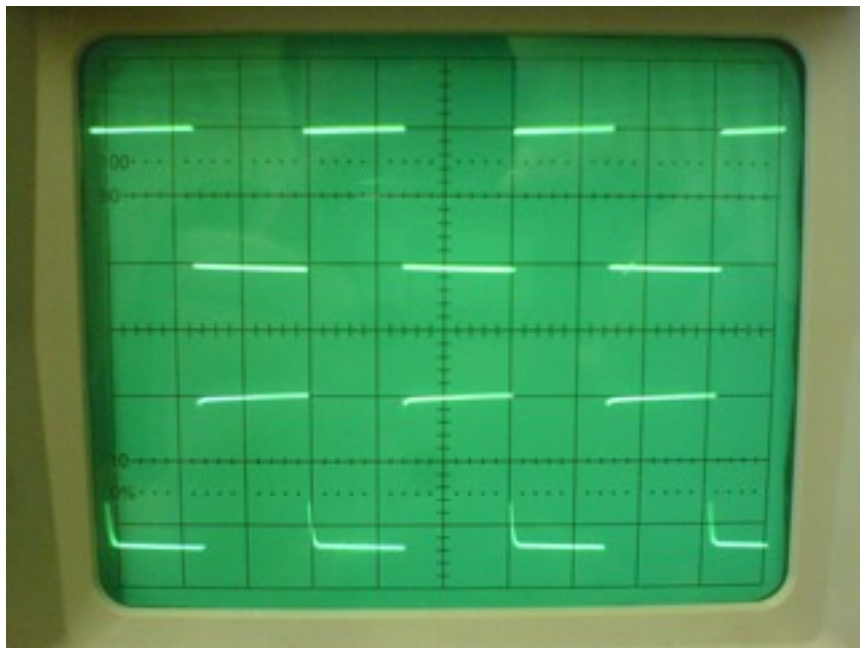
6- J'ai remplacé le 7404 par un opérateur logique à portes NAND à 2 entrées. Le schéma équivalent est comme indiqué ci-dessous :



Répétition des étapes 2 à 4 avec le nouveau montage :

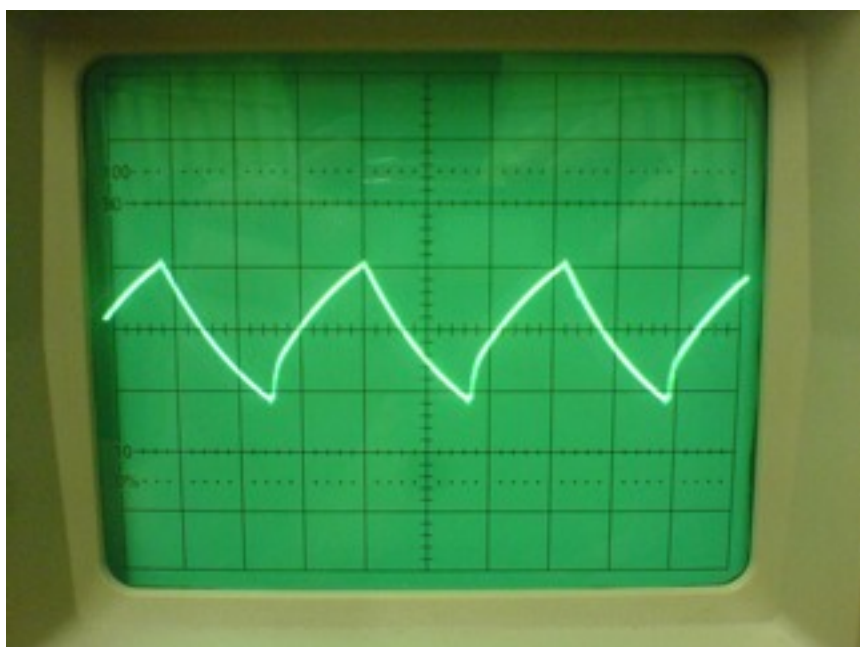
2bis- J'ai relevé les oscillogrammes $V_A(t)$, $V_B(t)$, $V_C(t)$ et $V_S(t)$ respectivement au point A, au point B, aux bornes du condensateur C et à la sortie.

Au point A en haut et au point B en bas :



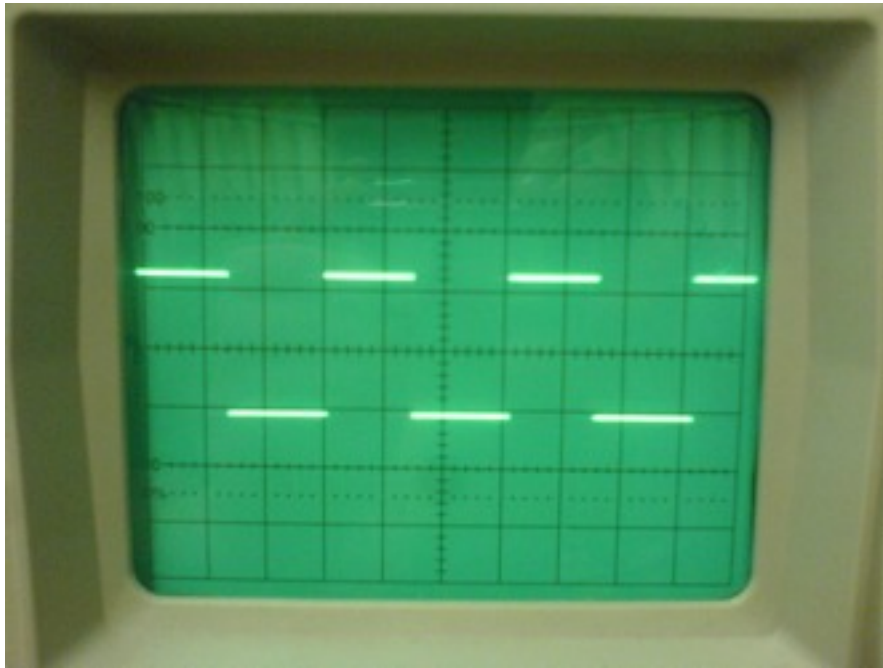
2V/DIV et 50 μ s/DIV

Aux bornes de C:



2V/DIV et 50 μ s/DIV

A la sortie :



2V/DIV et 50 μ s/DIV

Interprétation des oscillogrammes :

Au point A on voit un signal carré , plus “propre” qu’avec le 7404.

Au point B on voit un signal carré, inversé, plus “propre” qu’avec le 7404.

Aux bornes du condensateur, on voit la charge de ce dernier, une fois dans un sens et une fois dans l’autre sens.

A la sortie, on voit le signal carré généré par le CI.

3bis- Mesure de la période T de $V_s(t)$:

$$T = 4 * 50 \mu s = 200 \mu s$$

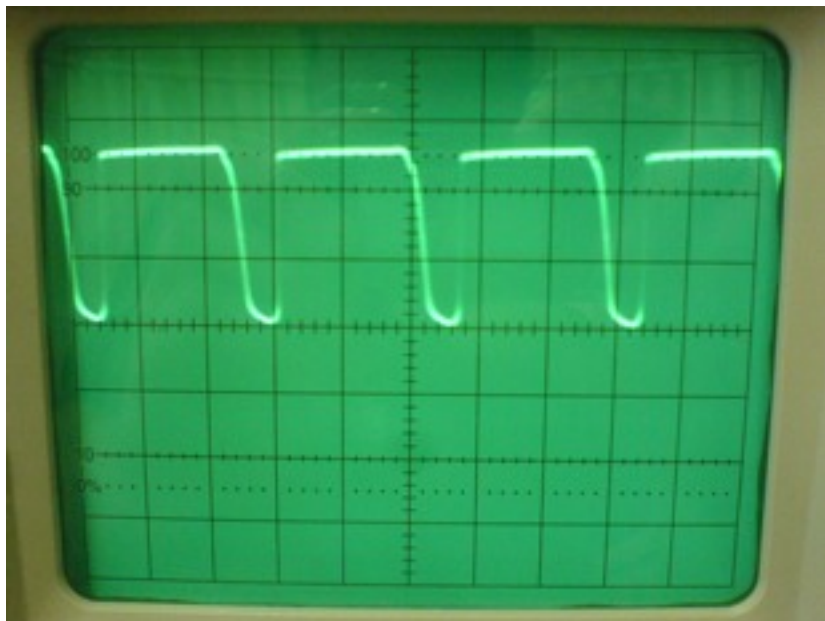
Par le calcul, T serait :

$$T = 2.42 RC = 2.42 * 1200 * 68 * 10^{-9} = 197 \mu s$$

4bis- La mesure du temps de montée de V_s est encore plus rapide qu’avec le 7404 et n’est donc pas mesurable.

- 7- Les avantages du circuit 7400 sur le 7404 est qu'il est plus rapide que le 7404, son temps de transition est de 4 ns contre 12 ns selon les datasheets. On a donc un signal plus propre aux différents points du circuit.
- 8- Circuit de la figure 57 réalisé.
- 9- J'ai relevé l'oscillogramme $V_{S1}(t)$ pour un rapport cyclique $\alpha = 0.7$ et je l'interprète :

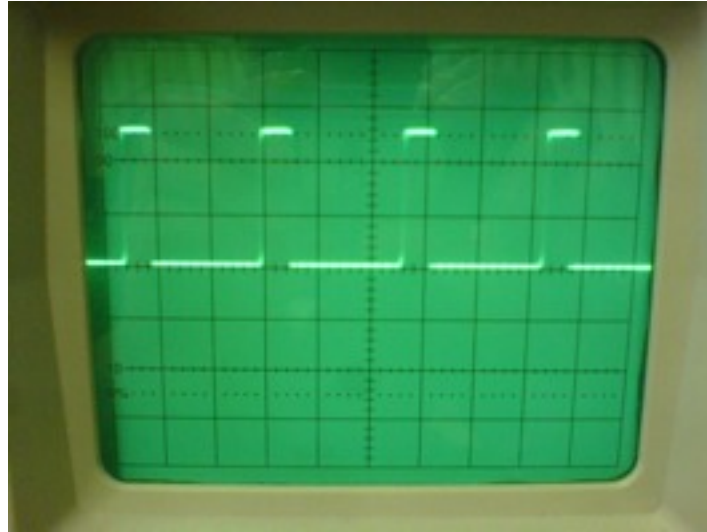
Période à $50 \mu\text{s}/\text{DIV} = 140 \mu\text{s}$ $\alpha = (140/10) * 7 = 98 \mu\text{s}$



2 V/DIV et 50 $\mu\text{s}/\text{DIV}$

En interprétant cet oscillogramme, je remarque que la sortie est au niveau haut pendant 98 μs et au niveau bas pendant 42 μs .

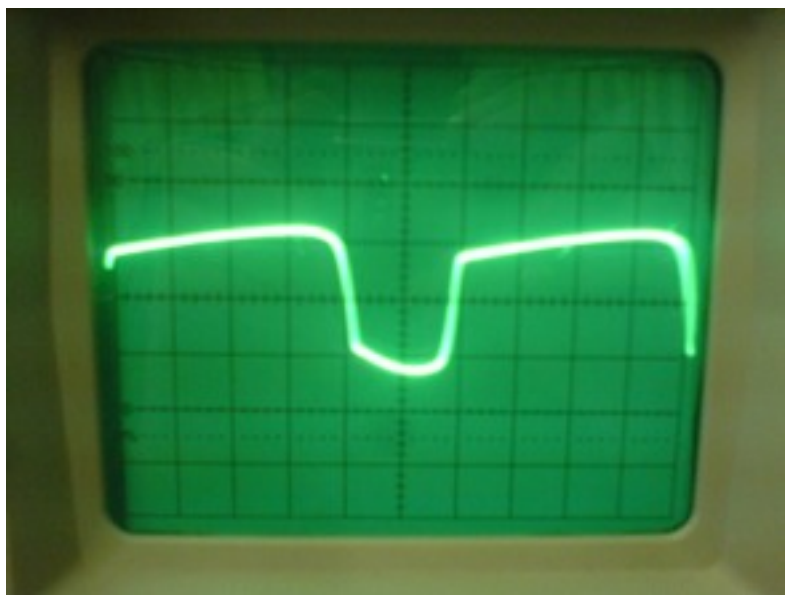
- 10- J'ai relevé l'oscillogramme $V_S(t)$ sans modifier le rapport cyclique et je me retrouve avec le signal suivant :



2 V/DIV et 50 μ s/DIV

En interprétant cet oscillogramme, je remarque que le signal est inversé par rapport au point 9 et que la sortie est au niveau haut pendant 42 μ s et au niveau bas pendant 98 μ s. Le rapport cyclique $\alpha = 0.3$.

- 11- J'ai relevé l'oscillogramme $V_C(t)$ aux bornes du condensateur sans modifier le rapport cyclique et je me retrouve avec le signal suivant :



2 V/DIV et 50 μ s/DIV

En interprétant cet oscillogramme, on voit bien la charge et la décharge du condensateur.

- 12- En déduisant la période de l'oscillogramme $V_s(t)$, j'arrive à ce résultat :

1 carré = $50 \mu s$ donc 1 division = $10 \mu s$. On a un signal de 14 divisions, donc une période de $140 \mu s$

$$T = 140 \mu s$$

- 13- Le rôle du potentiomètre P est de pouvoir modifier le rapport cyclique.
14- Le rapport cyclique peut varier entre les valeurs extrêmes 0.29 et 0.71.
15- Le rôle des diodes D1 et D2 est de bloquer la tension à certains moments pour permettre le réglage du rapport cyclique.
16- Le montage de la figure 57 s'appelle un montage astable à rapport cyclique variable.
17- Circuit de la figure 58 réalisé.
18- La LED D3 clignote 86 fois pendant une minute.

$$N_3 = 86$$

- 19- Les LEDs D1 et D2 clignent 43 fois pendant une minute.

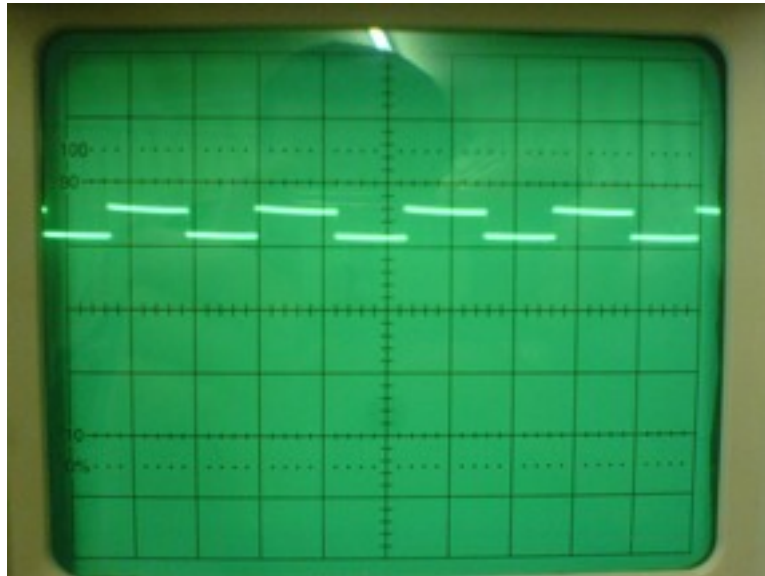
$$N_1 = 43$$

$$N_2 = 43$$

Je constate que les diodes D1 et D2 clignent deux fois moins vite que D3.

- 20- Après avoir débranché le circuit je remplace la capacité de $0.33 \mu F$ par une capacité de $0.01 \mu F$ et la résistance de $1 M\Omega$ par une résistance de $10 K\Omega$.
21- Circuit rebranché.

- 22- La forme d'onde relevé à la broche 13 du circuit 4047 est celle que l'on voit sur la photo ci-dessous :



2 V/DIV et 0.1 ms/DIV

- 23- Mesure de la fréquence du signal. 1 carré = 0.1 ms donc 1 division = 0.02 ms. Le signal mesure 12 divisions et a donc une période T de 0.24 ms.

Sa fréquence est de $f=1/T = 4166.66 \text{ Hz}$

Par le calcul, on arrive à :

$$f = 1/2.2RC = 1/ 2.2*10000*0.01*10^{-6} = 4545 \text{ Hz}$$

Les deux valeurs sont assez proches.

- 24- Mesure des fréquences aux broches 10 et 11 du circuit :

$$T_{10} (\text{mesure}) = 0.46 \text{ ms} \quad f = 1/0.46*10^{-3} = 2173 \text{ Hz}$$

$$T_{11} (\text{mesure}) = 0.46 \text{ ms} \quad f = 1/0.46*10^{-3} = 2173 \text{ Hz}$$

En comparant ces valeurs avec celle mesurée à l'étape 23, je constate que elles sont diminuées de moitié environ.

25- Par le calcul, on arrive à :

$$f_{10}(\text{calcul}) = 1/4.44RC = 1/ 4.44*10000*0.01*10^{-6} = 2252 \text{ Hz}$$

$$f_{11}(\text{calcul}) = 1/4.44RC = 1/ 4.44*10000*0.01*10^{-6} = 2252 \text{ Hz}$$

En comparant ces valeurs avec celle mesurée à l'étape 23 et 24, je constate que elles sont respectivement diminuées de moitié environ et très proches des valeurs mesurées.

Questions :

1- Le principe de fonctionnement des astables est :

Ce sont des composants formés de portes logiques qui restituent un train d'impulsion en sortie dont la durée des deux demi périodes peut être modifiée grâce à des composants externes comme vu dans les expériences précédentes.

2- Les astables sont utilisés dès qu'un train d'impulsion précis ou variable est requis. Ils rentrent dans la fabrication des minuteries d'escaliers notamment.

3- Réalisation d'un astable commandé à opérateurs logiques NOR . J'ai utilisé un circuit 74LS02 et je l'ai câblé selon le schéma ci-dessous :

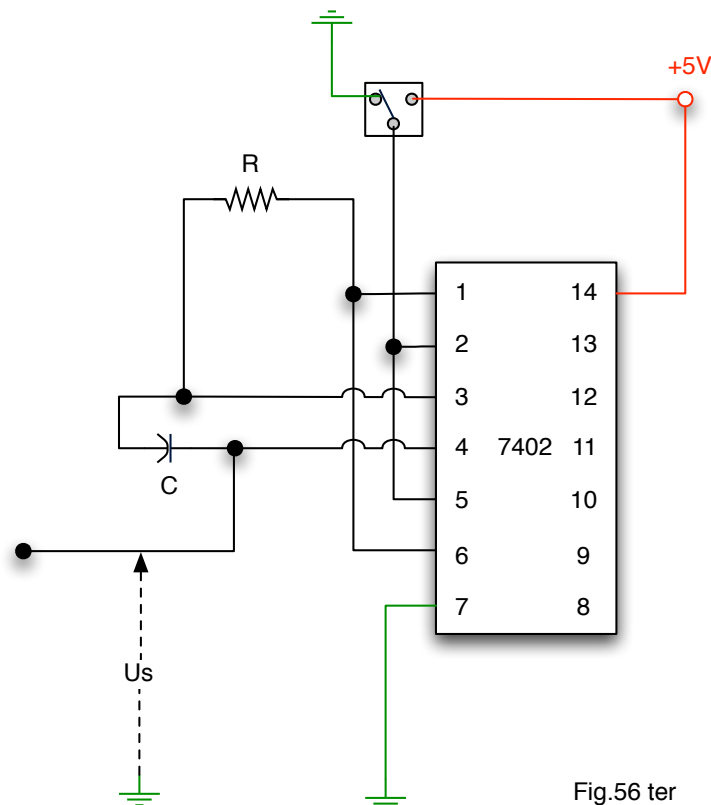
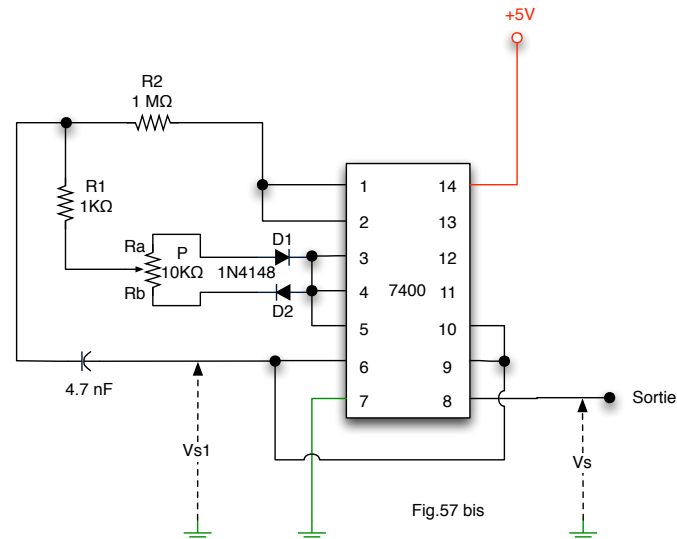


Fig.56 ter

L'utilité d'un tel montage est de pouvoir commander un train d'impulsion simplement en mettant les broches 2 et 5 à 0 ou 1.

- 4- Réalisation d'un astable à rapport cyclique variable à opérateurs logiques NAND. J'ai utilisé un circuit 7400 et je l'ai câblé selon le schéma ci-dessous :



Calcul de la durée de temporisation du montage:

J' utilise la relation suivante:

$$f = 1.443 / (R_a + R_b)C = 1.443 / 10000 * 4.7 * 10^{-9} = 30702 \text{ Hz}$$

$$T = 1/f = 1/30702 = 0.32 \mu\text{s}$$

Conclusions :

Les astables sont des circuits qui permettent ,contrairement aux monostables, de générer un train d'impulsion dont la fréquence et la période peuvent être réglées. Les durées du niveau haut et du niveau bas peuvent être différentes en modifiant le rapport cyclique avec un potentiomètre.