

Module: TP Electronique Général
TPN°06 : Les multivibrateurs astable et monostable

I. Le multivibrateur monostable

Un multivibrateur monostable est une structure qui, en sortie, possède deux états complémentaires l'un de l'autre : Un état stable ou un état de repos, et l'autre état ne pouvant être occupé que momentanément (état pseudo-stable ou astable).

Le passage vers l'état pseudo stable nécessite une excitation à l'entrée du monostable. Au bout d'un temps réglable par l'utilisateur, la sortie retourne à son état stable.

La durée T_c de l'état instable est indépendante de la forme et de l'intensité de l'impulsion de commande mais dépend plutôt d'un réseau RC. Le monostable réalise une fonction de temporisation utilisée chaque fois que l'on souhaite déclencher un dispositif avec retardement.

Le multivibrateur monostable peut être réalisé à base des circuits intégrés logiques ou avec l'utilisation de circuits intégrés tels que les amplificateurs opérationnels (amplis op) ou des circuits spéciaux tels que le célèbre NE555.

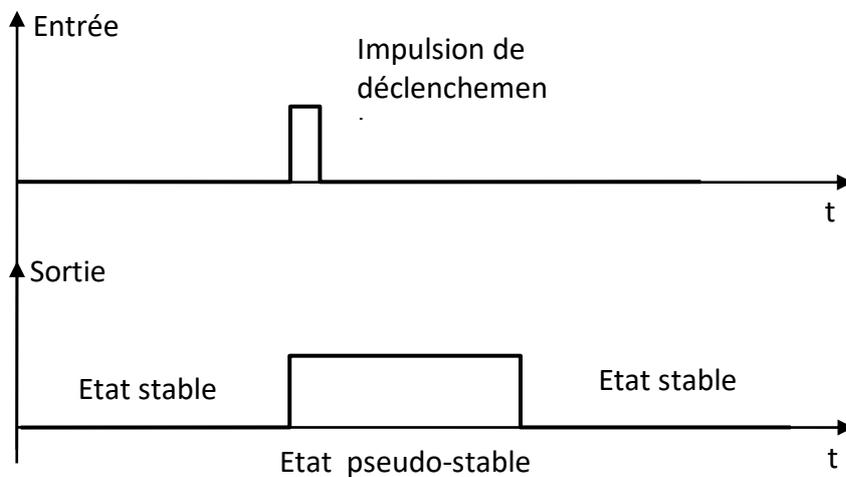


Figure 1 : Chronogrammes de fonctionnement d'un monostable

I.1 Monostable à base de NE555

Le schéma fonctionnel du circuit NE555 est donné à la figure 2. A noter qu'il est constitué de trois résistances de haute précision et de même valeur, deux comparateurs, une bascule RS, et un transistor relié à la broche de sortie.

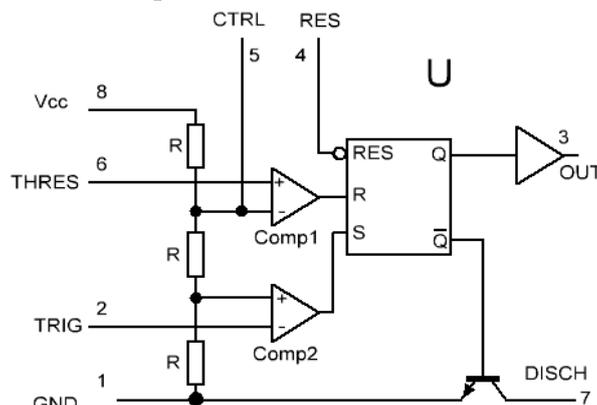


Figure 2 : Schéma fonctionnel du timer NE555

La tension d'alimentation étant V_{cc} , la tension aux bornes de chaque résistance étant nécessairement $V_{cc}/3$. La tension à l'entrée inverseuse du comparateur 1 doit alors être $2V_{cc}/3$, et la tension à l'entrée non-inverseuse du comparateur 2 est égale à $V_{cc}/3$

Rappelons que la sortie du comparateur est à l'état logique " haut " lorsque la tension de l'entrée non-inverseuse est supérieure à la tension de l'entrée inverseuse et est à l'état logique " bas " lorsque la tension de l'entrée inverseuse est supérieure à la tension de l'entrée non-inverseuse.

L'utilisation du NE555 en configuration monostable (figure 3) permet de générer une impulsion d'une durée définie seulement à l'aide d'une résistance et d'un condensateur. Une impulsion est engendrée suite à l'application d'un front descendant à l'entrée du circuit. Immédiatement après l'application du front descendant, la bascule interne est activée ainsi que la sortie. Du même coup, le transistor de décharge est désactivé permettant au condensateur C de se charger à travers la résistance R . La forme d'onde aux bornes du condensateur est celle d'un circuit de premier ordre RC face à un échelon de tension, c'est-à-dire une exponentielle croissante. Lorsque cette exponentielle atteint une valeur égale à $\frac{2}{3}V_{cc}$, la bascule interne est désactivée ramenant la sortie et le condensateur à zéro.

Fonctionnement

$\overline{Q} = 0$, T bloqué, C se charge.

$\overline{Q} = 1$, T saturé, C se décharge.

Etude de l'état stable

A $t = t_0$, le condensateur C est complètement déchargé, $V_c = 0$; $R = 0$ et $S = 0$. Le transistor étant saturé $Q = 0$ et $\overline{Q} = 1$. Cet état reste tant qu'on n'a pas donné l'impulsion sur la broche 2 du 555.

Etude de l'état instable

A $t = t_1$, on applique une tension $V_e = 0$; $R = 0$ et $S = 1$. $Q = 1$ et $\overline{Q} = 0$, le transistor se bloque, le condensateur se charge à travers R . Après la disparition de l'impulsion à l'instant $t = t_2$, on aura $R = 0$ et $S = 0$ d'où $Q = 1$ et $\overline{Q} = 0$, le transistor reste bloqué. L'état instable va prendre fin lorsque $V_c = \frac{2}{3}V_{cc}$.

Etude de récupération

A $t = t_3$, on a V_c est légèrement supérieur à $\frac{2}{3}V_{cc}$; $R = 1$ et $S = 0$. $Q = 0$ et $\overline{Q} = 1$, le transistor se sature, le condensateur se retrouve en court-circuit et se décharge donc très rapidement et on se retrouve à l'état initial.

II.2. Préparation théorique

- 1) Relever les oscillogrammes de V_c et V_s
- 2) Donner la formule de la période T_c (le temps de la charge du condensateur).

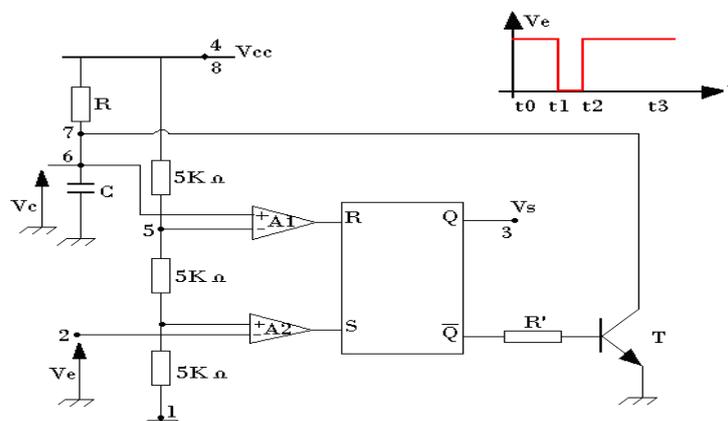


Figure 3 : Câblage du 555 en mode monostable

II LE MULTIVIBRATEUR ASTABLE

Un multivibrateur astable est un circuit qui génère à sa sortie un signal oscillant généralement de forme carré. Il possède deux états, aucun des deux n'est stable. Le circuit se comporte donc comme un oscillateur dont la durée de chaque état est contrôlée par la charge ou la décharge d'un condensateur à travers une résistance.

Le multivibrateur astable peut être réalisé directement avec des transistors ou avec l'utilisation de circuits intégrés tels que les amplificateurs opérationnels (amplis op) ou des circuits spéciaux tels que le célèbre NE555.

II.1 Astable à circuit intégré NE555

Le "multivibrateur astable" est configuré à l'aide de la connexion interne de la sortie complémentaire de la bascule et le transistor connecté à la broche de sortie (broche 7), comme illustré sur la figure 3.

Nous allons examiner comment les résultats de comparaison commandent la bascule RS et comment réagit la sortie du timer. la broche 2 (Trigger) et la broche 6 (Seuil) sont connectées ensemble et ont la même tension V_{trig} . Trois possibilités de sortie des comparateurs existent:

1. si $V_{trig} < V_{cc}/3$, alors la sortie du comparateur 2 est à l'état haut ($S = 1$) et la sortie du comparateur 1 est à l'état bas ($R = 0$).
2. si $2V_{cc}/3 > V_{trig} > V_{cc}/3$, les sorties des deux comparateurs sont à l'état bas ($R = 0$ et $S = 0$).
3. si $V_{trig} > 2V_{cc}/3$, la sortie de comparateur 1 est élevé ($R = 1$) et la sortie du comparateur 2 est faible ($S = 0$).

Remarque, il n'existe aucun moyen pour que R et S soient à l'état 1 en même temps

La bascule RS est un registre dont la sortie est fonction des entrées R et S avec une relation fonctionnelle illustrée par la table de vérité suivante :

	R	S	Q_{n+1}
$2V_{cc}/3 > V_{trig} > V_{cc}/3$	0	0	Q_n
$V_{trig} < V_{cc}/3$	0	1	1
$V_{trig} > 2V_{cc}/3$	1	0	0
	1	1	N/A

Avec $\overline{Q} = 0$, le transistor interne est "off" et la broche 7 apparaît comme un circuit ouvert.

Avec $\overline{Q} = 1$, le transistor interne est "on" et la broche 7 apparaît comme un court-circuit vers la masse.

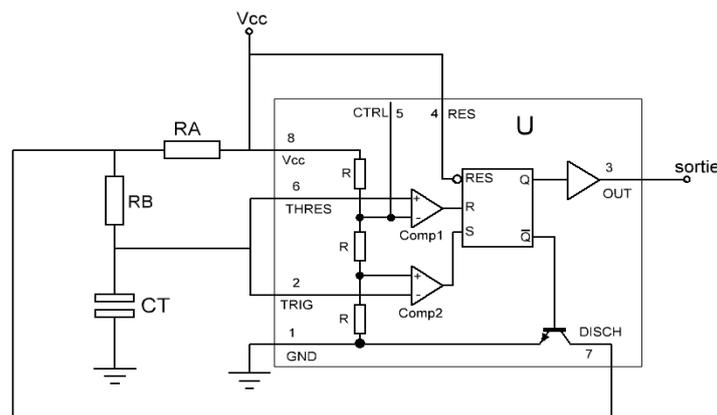


Figure 4: Câblage du 555 en mode astable

Lorsque le montage n'est pas alimenté, la tension initiale aux bornes du condensateur est nulle ; ainsi $R=0$, $S=1$, $Q=1$, et $\overline{Q} = 0$. Dans ce cas le transistor est bloqué, et la pin 7 apparaît comme un circuit ouvert.

En alimentant le montage, le condensateur C_T se charge à travers les résistances R_A et R_B . Et la tension de la capa augmente exponentiellement ; lorsqu'elle atteint $V_{cc}/3$, la bascule entre en mode de mémorisation, et la sortie du 555 reste à $Q=1$.

Une fois la tension de la capa dépasse $2V_{cc}/3$, la table de vérité indique que $R=1, S=0, Q=0$, et ainsi $\overline{Q} = 1$. Le transistor interne devient conducteur, et le condensateur C_T va se décharger à travers la résistance R_B .

Lorsque la tension de la capa est en dessous de $2V_{cc}/3$, la bascule RS retourne en mode de mémorisation, et la sortie du 555 reste dans l'état $Q=0$. Une fois la tension de la capa est en dessous de $V_{cc}/3$, la table de vérité indique que $R=0, S=1, Q=1$ et $\overline{Q} = 0$; le transistor retourne dans l'état bloqué, et on revient au circuit de charge initial de la capa.

Le circuit va continuer à osciller entre les modes de charge et de décharge (voir figure 5).

Durant le mode de charge, la tension aux bornes de la capa est régit par l'équation :

$$V_{trig} = V_{CC} - \frac{2}{3}V_{CC}e^{-\frac{t}{(R_A+R_B)C_T}}$$

En mettant cette équation égale à la tension de basculement de $2V_{cc}/3$, nous pouvons calculer le temps durant lequel la tension de sortie est à l'état haut :

$$T_H = \ln(2)(R_A + R_B)C_T$$

Durant le mode de décharge, la tension aux bornes de la capa est donnée par :

$$V_{trig} = \frac{2}{3}V_{CC}e^{-\frac{t}{R_B C_T}}$$

En mettant cette équation égale à la tension de basculement de $V_{cc}/3$, nous pouvons calculer le temps durant lequel la tension de sortie est à l'état bas :

$$T_L = \ln(2)R_B C_T$$

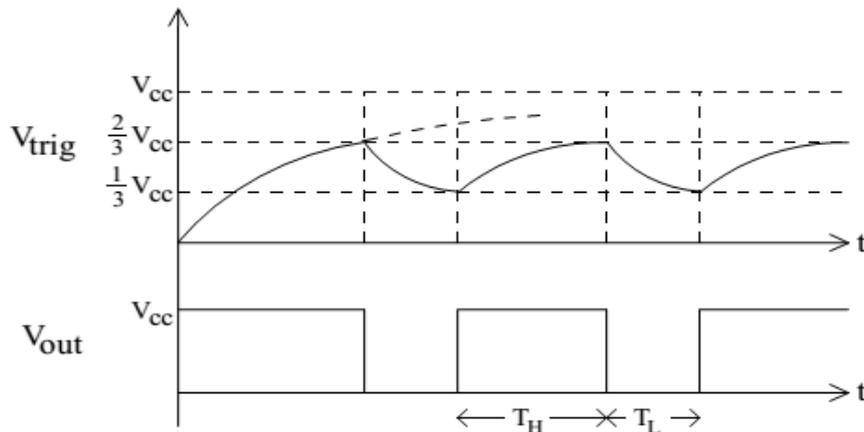


Figure 5: Chronogramme des différents signaux

IV PREPARATION THEORIQUE

Si on impose sur la pin 5 (CTRL) une tension égale à V_{EE} Trouver la fréquence d'oscillation de l'astable en fonction de R_A, R_B, C, V_{CC} et V_{EE} .

IIV. Manipulation

IIV.1. Monostable à base de NE555

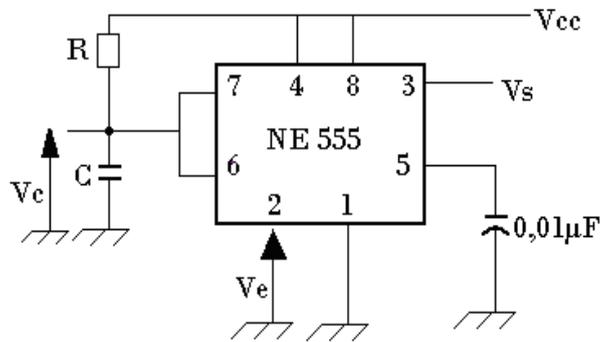
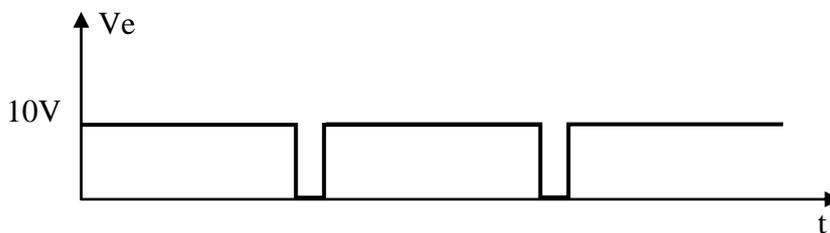


Figure 6 : Monostable à base de NE555

La figure 6 représente le timer NE555 connecté en multivibrateur monostable ($V_{cc} = 12V$).

- 1) Câbler le montage avec $R = 2.2K\Omega$ et $C = 100nF$
- 2) Régler le générateur sur un signal impulsionnel (rapport cyclique 90%) d'amplitude maximale $V_{e_{max}} = 10V$ et de fréquence $f_e = 2KHz$.



- 3) Relever les chronogrammes des tensions V_c et V_s
- 4) Mesurer T_c . Comparer avec la valeur théorique.
- 5) Déduire le rapport cyclique.

IIV-2 Astable à circuit intégré NE555

1. Câbler sur la plaque d'essai le montage astable de la figure 7a.
2. Représenter sur des graphes les signaux $V_3(t)$, $V_6(t)$ et $V_7(t)$.
3. Mesurer la fréquence du signal carré, vérifier avec la valeur théorique.
4. Vérifier que le rapport cyclique est égal à $2/3$.
5. Pour avoir un rapport cyclique égal à $1/2$ on adopte le montage de la figure 7b.
6. Ajouter la diode au montage précédent, relever la forme du signal à la sortie 3 et vérifier qu'on a un rapport cyclique égal à $1/2$
7. Dans le montage de la figure 7b, Mettre la valeur de $R_A=220ohms$, relever la forme du signal à la sortie 3, déterminer le nouveau rapport cyclique.

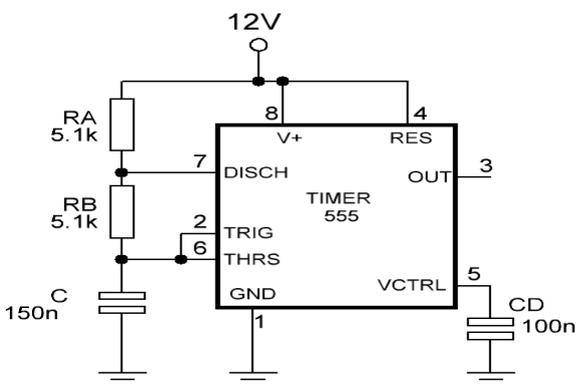


Figure 7a

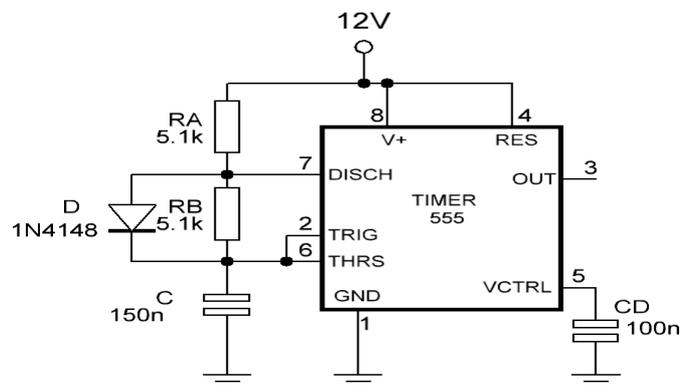


Figure 7b

Conversion tension fréquence (VCO)

Utiliser le montage astable de la figure 7a, en appliquant sur la pin voltage control (5) une tension variable comprise entre 3 et 10 Volts, relever l'évolution de la fréquence du signal de sortie en fonction de la tension V_5 .

V_5	3V	4V	5V	6V	7V	8V	9V	10V
T								
f								
T_H								
D								