

1. Présentation

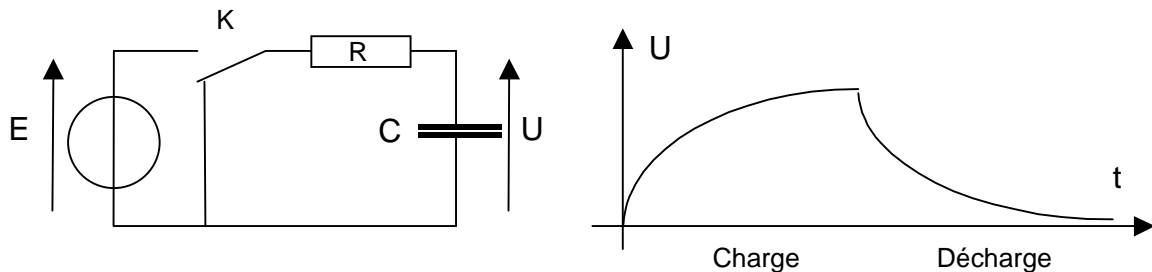
Le circuit intégré qui porte le nom générique 555 est un timer c'est à dire un composant qui fait intervenir le temps. Le principe étant d'utiliser la durée de charge ou de décharge d'un condensateur à travers une résistance.

2. Le condensateur

On peut assimiler un condensateur à un réservoir d'électrons. En se remplissant, le condensateur voit la tension à ses bornes augmenter. Lorsqu'il se décharge, la tension à ses bornes diminue.

Le moyen d'étude le plus courant est le schéma ci-dessous. Un condensateur C est associé à une résistance R. L'ensemble est alimenté par une source de tension E ou bien mis en court-circuit par l'interrupteur K. La tension aux bornes du condensateur est appelée U.

La figure de droite représente l'évolution de la tension aux bornes du condensateur lors de la charge puis lors de la décharge. On peut comprendre l'allure particulière de ces courbes en étudiant d'un peu plus près le phénomène.



Nous allons débiter l'étude alors que le condensateur est complètement déchargé, la tension à ses bornes est donc nulle. À l'instant $t_0 = 0$, on bascule l'interrupteur K vers le haut. Le courant qui s'établit, à cet instant précis est $I = E/R$. Mais cela ne dure pas car le condensateur reçoit des électrons, il se charge, la tension à ses bornes augmente. Le courant dans le circuit diminue un petit peu. La tension augmente encore mais un peu moins vite. Et ainsi de suite.

Pour la décharge le principe de raisonnement est le même.

Les équations de ces courbes font appel à des concepts mathématiques que l'on apprend en terminale. Vous pourrez alors calculer le temps nécessaire pour atteindre une tension quelconque lors de la charge ou de la décharge.

2.1. Résumé

Pour l'instant il faut retenir qu'un condensateur est assimilable à un réservoir. La résistance freine le courant de charge. Il faut donc un certain temps pour remplir le réservoir. Cette durée dépend des valeurs R et C.

3. Le circuit intégré 555

Ce circuit intégré est célèbre car il est facile à mettre en œuvre et permet de réaliser de nombreux circuits faisant intervenir le temps.

3.1. Les principes du 555

Il comprend

- Un dispositif qui permet la charge et la décharge d'un condensateur, un peu comme l'interrupteur K du schéma précédent.
- Deux comparateurs de tension qui reconnaissent, pour le premier que la tension aux bornes du condensateur atteint sa valeur maximale et l'autre sa valeur minimale.
- Un dispositif qui porte la sortie à la tension d'alimentation pendant la charge et à la masse pendant la décharge du condensateur.
- D'autres fonctions annexes comme par exemple l'inhibition de la sortie.

4. Les deux sortes de montages possibles

Il existe deux sortes de montages de base :

Le monostable

L'astable

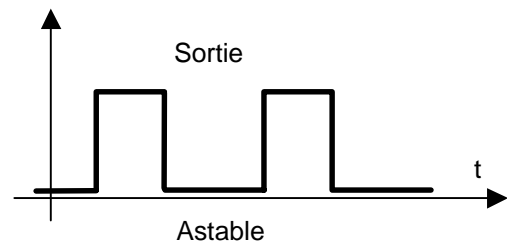
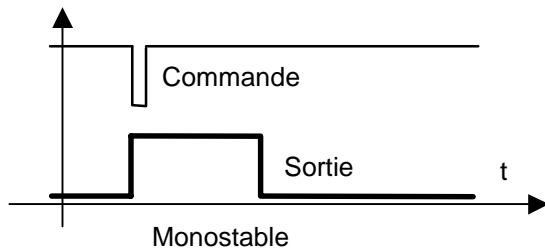
4.1. Le monostable

Monostable est un terme générique qui désigne une fonction classique de l'électronique. Il porte ce nom car il possède un seul état stable, ici la valeur 0 V.

Ce montage délivre, sur commande, une impulsion de durée déterminée.

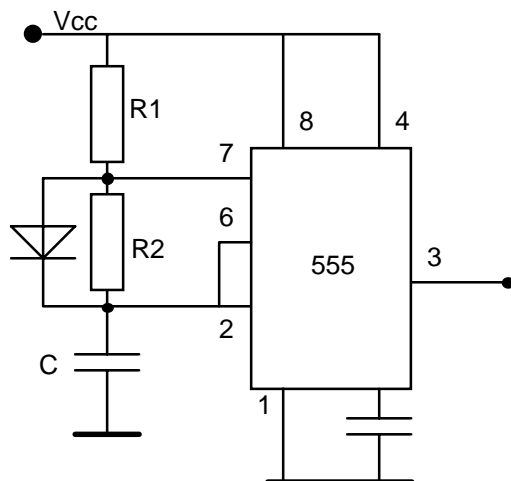
4.2. L'astable

Ce montage porte également le nom d'oscillateur. Il délivre une tension périodique de forme rectangulaire. On le nomme astable car il n'est pas stable c'est à dire qu'il bouge tout le temps.



5. Le schéma à tout faire

Il s'agit d'un circuit astable.



Le circuit de charge est V_{cc} , R_1 , C

Le circuit de décharge R_2 , circuit interne 555

La sortie est la borne 3

L'alimentation se fait entre les bornes 8 et 1

Les bornes 2 et 6 reçoivent des commandes sous forme de tensions.

La borne 5 est une commande annexe, on y place un condensateur pour éviter des parasites.

L'équivalent de l'interrupteur K relie 7 à 1 quand c'est nécessaire. Il faut donc que R_1 et R_2 ne soient pas nulles.

Lorsque la borne 4 est portée à la masse, la sortie est portée au potentiel 0. C'est le Reset.

Remarque : vous avez noté que la commande 2 est reliée à la borne 6. De cette façon, le 555 reçoit une commande de mise en marche automatiquement. Le fonctionnement est périodique.

5.1. Les formules

La durée de charge est donnée, pour ce montage, par $t_1 = 0,7 \cdot R_1 \cdot C$. C'est aussi la durée du niveau haut de la sortie

La durée de décharge est donnée par $t_2 = 0,7 \cdot R_2 \cdot C$. C'est aussi la durée du niveau bas de la sortie.

6. Exercices

- Calculez les résistances qui permettent d'avoir un niveau haut d'une durée de 0,3 ms et un niveau bas de 0,5 ms en sortie. Le condensateur a une capacité de 100 nF
- Dédurre la formule donnant la fréquence de la tension de sortie en fonction de R_1 , R_2 , C .
- Vérifiez vos calculs par une mesure.

7. Pour en savoir plus

Je vais vous faire étudier un modèle équivalent au dispositif et non le schéma réel.

Nous avons vu que le 555 contient l'équivalent d'un interrupteur entre les bornes 7 et 1. Nous savons également que les bornes 6 et 2 reçoivent les commandes pour ouvrir ou fermer l'interrupteur.

Nous allons essayer de poursuivre la modélisation en étudiant le circuit de sortie, c'est à dire celui qui se termine à la borne 3. Je vois ici un inverseur.

Question : dessinez cet inverseur équivalent à l'intérieur du composant. *On peut s'aider des chronogrammes du § 4.*

Les bornes 2 et 6 reçoivent la commande de l'interrupteur et de l'inverseur.

Questions :

Dessinez les deux interrupteurs avec un symbole qui figure leur commande.

8. Des T.P.

- On veut mesurer les tensions de commande des interrupteurs. Le montage est modifié. Alimentez le 555 par une tension de 12 V exactement (*pour faciliter les calculs ultérieurs*). Appliquez aux deux bornes 2 et 6 une tension variable entre 0 et V_{max} , notez le comportement de la sortie du 555.

Comment pourrait-on constater facilement le comportement de l'interrupteur interne ?

Recommencez la même manipulation en alimentant le composant par une tension de 9 V (*toujours pour faciliter les calculs*).

Ne peut-on pas trouver un point commun entre les deux relevés ?

Vous avez trouvé que l'interrupteur interne bascule pour des tensions supérieures à V_2 ou inférieures à V_1 .

On veut affiner l'étude pour distinguer le rôle de chacune des bornes 2 et 6. On s'intéresse à la broche 6 par exemple. Maintenir la 2 à un potentiel neutre¹, appliquez une tension variable sur la broche 6.

Refaire le même travail pour l'autre broche.

Décrivez la commande des interrupteurs et en particulier ce qui se passe quand la tension de commande reste dans l'intervalle V_1 et V_2 .

- On veut vérifier la validité des hypothèses que l'on a faites sur les interrupteurs équivalents².

Commencez par vérifier la validité de l'inverseur de sortie.

Vérifiez la validité de l'interrupteur de décharge du condensateur.

- On veut s'assurer que tout cela reste vrai dans le montage astable.

Réalisez le montage, avec les valeurs du § 6 par exemple.

- Vérifiez que la sortie se comporte comme prévu.

- Vérifiez que les seuils de commande sont bien ceux mesurés ci-dessus.

9. Conclusion

Si vous avez compris

- Le principe de charge et de décharge d'un condensateur
- La modélisation interne par des interrupteurs
- Le principe de commande de ces interrupteurs

Vous pouvez comprendre et retenir tous les montages qui emploient un 555.

La preuve, imaginez le montage monostable.

Deuxième preuve, que se passe-t-il si j'enlève la diode du montage astable ci-dessus ?

Quelle est alors, l'expression de la fréquence de la tension de sortie ?

10. Schéma fonctionnel réel

10.1. Lecture du schéma

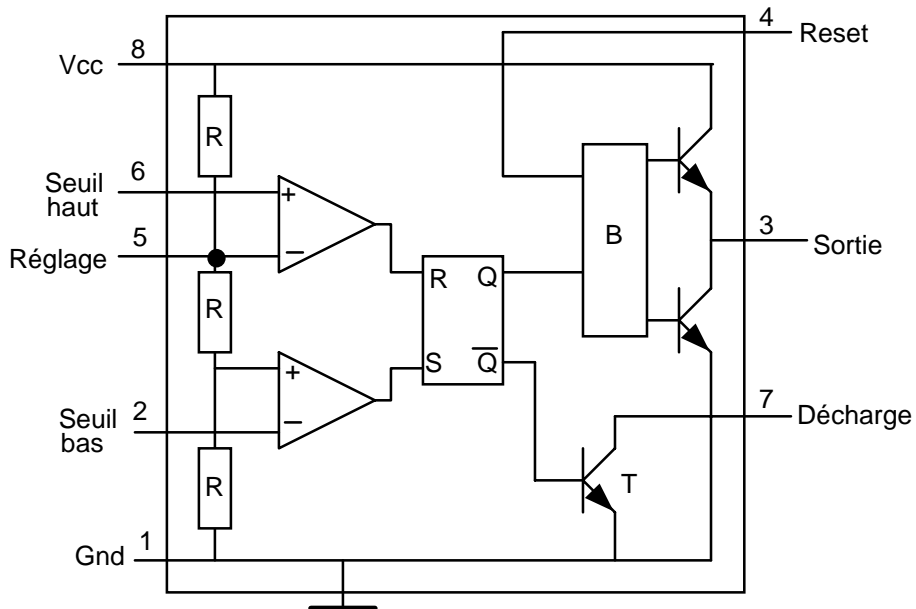
Les trois résistances R forment un diviseur de tension. On dispose de deux tensions de référence égales à $1/3$ et à $2/3$ de la tension d'alimentation.

Une bascule R-S est pilotée par deux comparateurs. La bascule commande la sortie du circuit intégré par l'intermédiaire d'un bloc B et de deux transistors. Le transistor T assure la décharge du condensateur de temporisation.

Remarque : le bloc B représente un ensemble de composants qui constituent un circuit assez complexe. Nous allons considérer que lorsque les sorties Q et S présentent les mêmes tensions.

¹ c'est-à-dire un potentiel compris entre V_1 et V_2

² voir les feuilles sur la modélisation



10.2. Compréhension du fonctionnement

Les comparateurs sont commandés par des niveaux de tension.

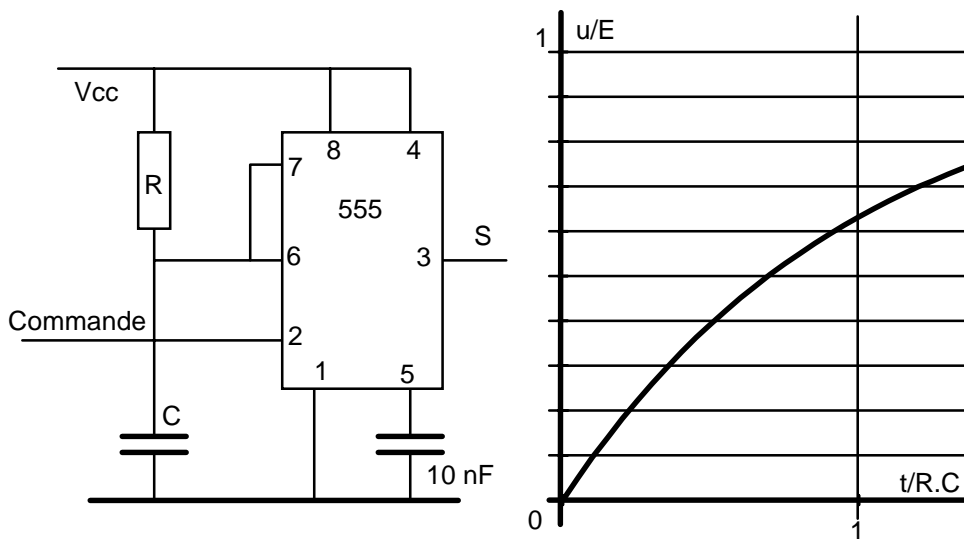
Sachant que les entrées R et S de la bascule sont actifs sur un niveau haut,

Questions :

Décrivez les tensions de commande du circuit.

Quels rapports voyez-vous entre les réactions des bornes 7 et 3 ?

11. Le montage monostable



Vous trouverez le chronogramme correspondant et la description ci-dessus. Le modèle par les interrupteurs suffit à la compréhension du circuit.