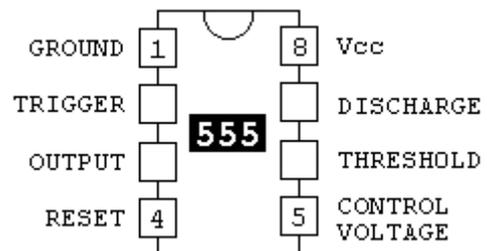


Applications du circuit **NE555**

Les montages autour du **555** sont nombreux, un circuit qui brille par sa simplicité de mise en œuvre et son prix des plus modiques. On sait que ce petit circuit intégré DIL-8 est particulièrement à l'aise dans deux exercices: le montage en **astable** (multivibrateur, ou *free-running* en anglais) ou en **monostable** (*one shot*). Nous allons ici examiner tout cela de plus près.

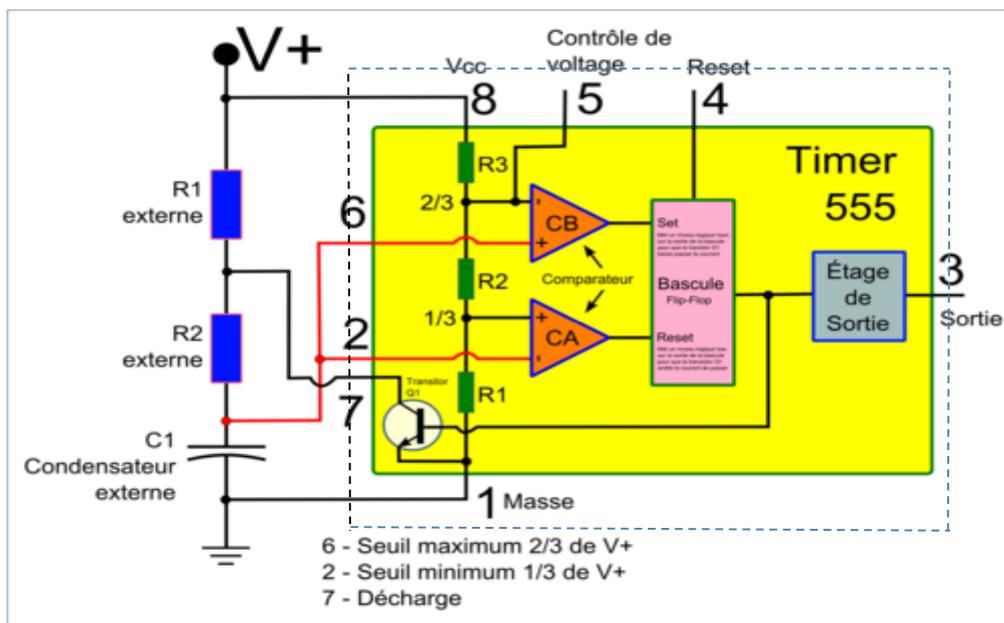
Brochage

Pour mémoire, on trouvera ci-contre le brochage de la bestiole. La tension d'alimentation V_{cc} est comprise entre 4,5 V et 18 V. Les tensions de sortie, pour un niveau haut, sont assez voisines de V_{cc} , et pour un niveau bas, très voisines de 0 V. On se reportera au *data sheet* pour les valeurs exactes, qui dépendent de V_{cc} et du courant débité. Ce courant de sortie peut atteindre 200 mA, de quoi illuminer plusieurs LED ou attaquer un buzzer...



Fonctionnement du Timer 555

Schéma bloc de la circuiterie interne du NE555 :



Le circuit NE 555 surveille le voltage sur la borne positive d'un condensateur externe C1 dans le but de maintenir ce voltage entre deux valeurs limites ($1/3V_{CC}$ et $2/3V_{CC}$).

À l'intérieur du 555, trois résistances identiques R1, R2 et R3 (en vert) divisent le voltage d'alimentation en 3 parts égales.

Si on alimente le circuit par exemple avec une pile de 9 volts, chacune des résistances provoquera une chute de tension de 3 volts.

Le but de diviser la tension d'alimentation en 3 parties est de fournir aux **comparateurs CA et CB**, deux voltages de référence qui seront égaux au $1/3$ et au $2/3$ du voltage d'alimentation.

Chacun des 2 comparateurs a une patte connectée sur un point de référence, soit $1/3$ ou $2/3$ de l'alimentation.

L'autre patte de chaque comparateur, soit les broches de connexion 2 et 6, sont reliées ensemble et connectées juste au sommet du condensateur externe C1.

Le voltage sur le condensateur est variable alors que les tensions de référence sont fixes.

Le comparateur CA agit uniquement si le voltage sur C1 descend sous le seuil de $1/3$ de la tension d'alimentation.

Quand cela se produit il envoie un pulse à la **bascule** pour qu'elle fasse un **Reset** (Remise à zéro) sur sa sortie.

Le **transistor Q1** relié à la sortie de la bascule passera alors **en mode bloqué** arrêtant le passage du courant.

Le condensateur externe C1 peut alors se charger au travers des résistances externes R1 et R2.

Le comparateur CB agit uniquement si le voltage sur C1 dépasse le seuil de $2/3$ de la tension d'alimentation.

Quand cela se produit il envoie un pulse à la **bascule** pour qu'elle fasse un **Set** (Remise à 1) sur sa sortie.

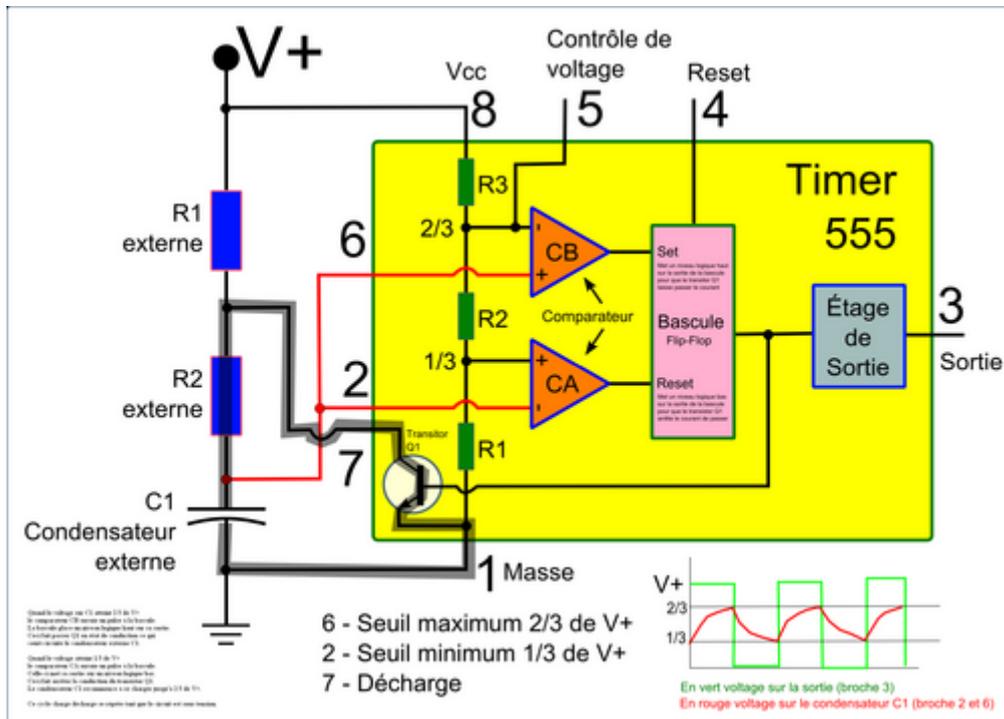
Le **transistor Q1** relié à la sortie de la bascule passera alors **en mode saturé**, permettant le passage du courant.

Le condensateur externe C1 est alors court-circuité et se décharge au travers de la résistance externe R2.

La figure ci-dessous montre avec un trait plus gros le chemin de décharge du condensateur C1.

Le courant part de la masse et va à la borne négative du condensateur. Mais le courant entre aussi par la broche 1 du 555, passe dans le transistor Q1, puis dans la résistance externe R2 pour atteindre l'autre borne du condensateur C1.

Les deux bornes de C1 étant au même potentiel électrique, C1 se décharge au travers de la résistance externe R2.



Tant que le circuit 555 est sous tension, le cycle charge décharge du condensateur se répète sans fin.

On dit que le circuit oscille, que le circuit est astable, il n'a pas d'état stable, il oscille continuellement.

L'étage de sortie se compose de plusieurs transistors permettant au 555 **de fournir ou d'absorber jusqu'à 200 milliampères sur sa sortie, la broche 3** pour faire clignoter une LED ou produire tout autre travail utile.

Pour plus de courant, il faut utiliser sur la sortie, un transistor comme le 2N2222, capable de manipuler jusqu'à 800 milliampères.

La sortie (**broche 3**) est au **niveau logique haut** quand **C1 se charge** et au **niveau logique bas** quand **C1 se décharge**.

Autrement dit, sur la broche 3 on retrouve une onde carrée.

Alimenter avec une pile de 9 volts, on aura 9 volts, 0 volt, 9 volts, 0 volt de façon répétitive tant que le circuit est sous tension.

La durée de temps à un niveau logique haut puis à un niveau logique bas est déterminée par les valeurs des résistances externes R1 et R2 et bien sûr par la valeur du condensateur externe C1.

Pour la **durée de temps au niveau logique haut** la formule est :

$$T1 = 0.693 \times (R1 + R2) \times C1.$$

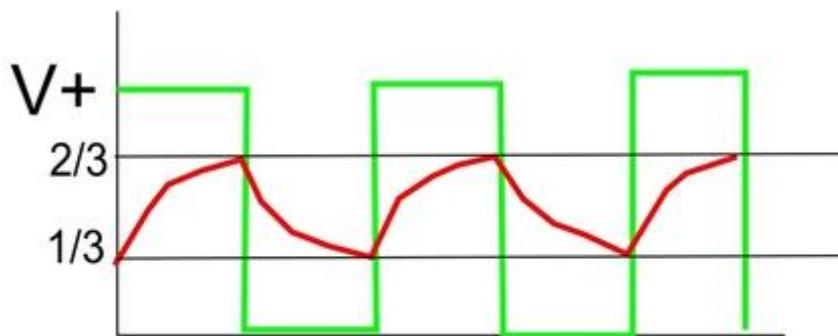
Pour la **durée de temps au niveau logique bas** la formule est :

$$T2 = 0.693 \times R2 \times C1.$$

La **période** est égale à $T = T1 + T2$. La période est la durée de temps d'un cycle (un niveau logique haut + un niveau logique bas).

La **fréquence** est égale à $F = 1/T$ ou une autre formule est $F = 1.44 / ((R1 + 2R2) \times C1)$.

La fréquence est le nombre de cycle par seconde (niveau logique haut + niveau logique bas par seconde).



En vert voltage sur la sortie (broche 3)

En rouge voltage sur le condensateur C1 (broche 2 et 6)

Noter que le circuit Timer 556 est un circuit intégré de 14 broches qui contient 2 circuits 555.

Le Timer 556 est aussi disponible en version TTL et CMOS. (NE556 pour la version TTL et 7556 pour la version CMOS)

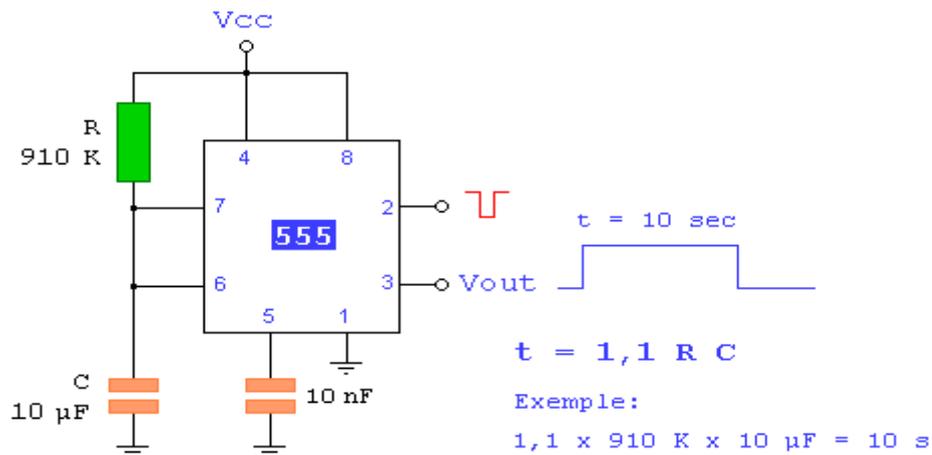
Ci-dessous, le brochage d'un Timer 556 comparé à celui du Timer 555.

	555	556 (1)	556 (2)
Masse	1	7	7
Déclenchement	2	6	8
Sortie	3	5	9
Reset (RAZ)	4	4	10
Contrôle du voltage	5	3	11
Seuil maximum 2/3 V+	6	2	12
Décharge	7	1	13
V+	8	14	14

Application du NE555 :

- **Le montage en monostable**

Voici d'abord le montage le plus "basique" en monostable. Il est destiné à produire une temporisation (*delay*).



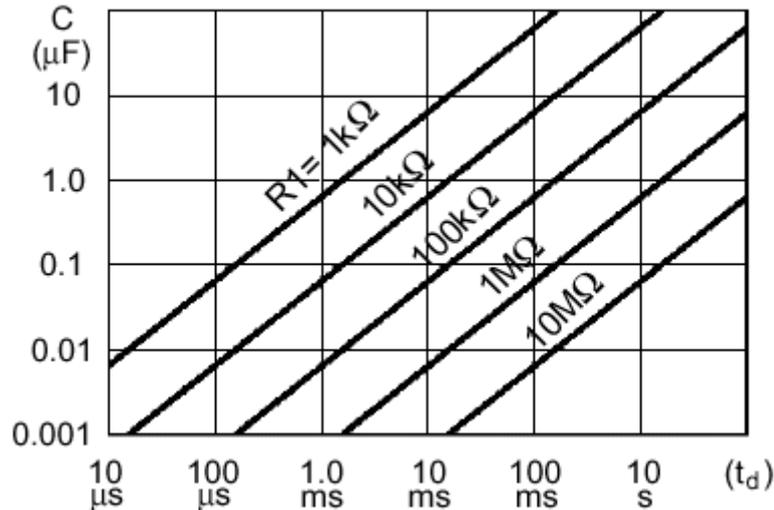
Dans cette configuration, le NE555 délivre en sortie (broche 3) un signal noté **Vout** de niveau haut dont la durée t ne dépend que de R et C , selon la formule:

$$t = 1,1 (R * C)$$

Cette temporisation de durée t est déclenchée lorsque la broche 2 est brièvement portée à l'état bas.

Dans l'exemple ci-dessus, on obtient une temporisation de 10 secondes, c'est-à-dire un niveau haut d'une durée de 10 secondes, avec une résistance R de $910 \text{ K}\Omega$ et un condensateur de

$10 \mu\text{F}$. On peut envisager une durée de plusieurs heures! On se reportera à l'abaque pour trouver rapidement les valeurs de R et de C :



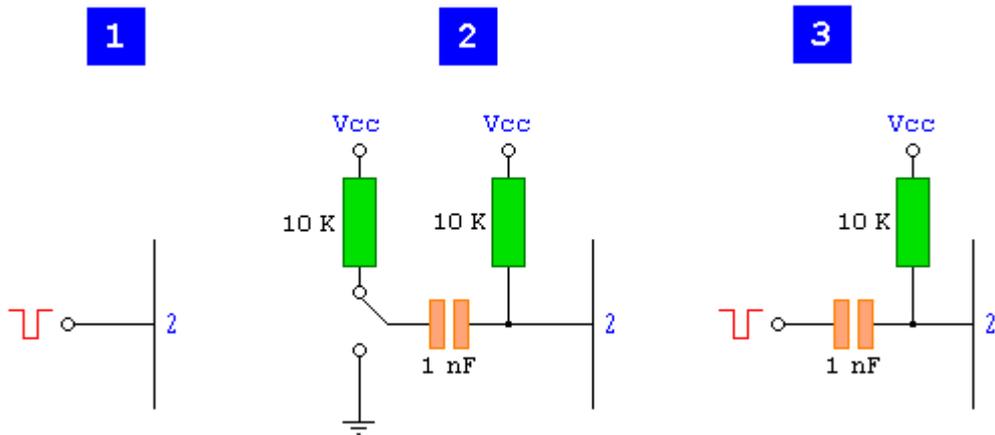
Il est à noter que ce monostable n'est pas redéclenchable: un nouveau déclenchement restera sans effet tant que la temporisation ne sera pas arrivée à son terme.

Ceci dit, revenons un instant sur l'action de déclenchement par elle-même.

- **Le déclenchement du monostable**

Le déclenchement du monostable est réalisé, on l'a dit, en portant brièvement la broche 2 (TRIGGER) du 555 à l'état bas, c'est-à-dire à un potentiel compris entre 0 V (GND) et environ un tiers de V_{cc} . Ce signal de déclenchement peut être provoqué manuellement, à l'aide par exemple d'un bouton-poussoir, ou provenir d'un autre dispositif capable de délivrer un signal adéquat.

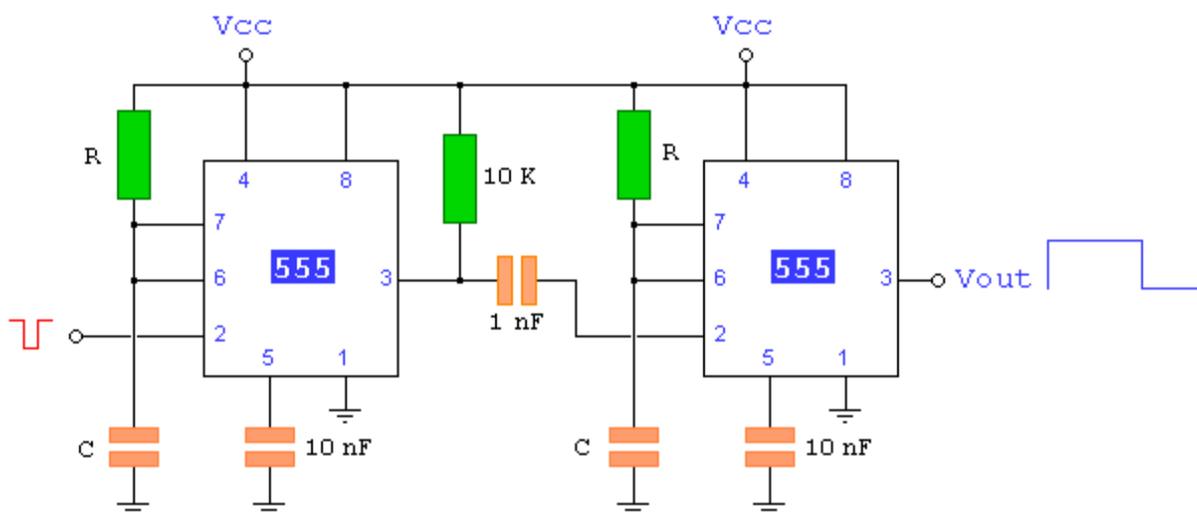
Les trois schémas ci-dessous montrent trois manières d'obtenir le signal de déclenchement. Ce qu'il faut retenir, c'est que dans le premier cas, l'impulsion de déclenchement devra obligatoirement être plus brève que le signal de sortie: $t_{\text{TRIGGER}} < t_{\text{OUT}}$, sans quoi la sortie restera haute tant que le signal de déclenchement sera bas. Dans les deux autres cas, cette limitation disparaît.



Soit dit en passant, la durée minimale de l'impulsion de déclenchement sera de $2 \mu\text{s}$ pour le 555 en technologie bipolaire. Cette valeur correspond au paramètre "Turn-off time" du *data Sheet* et implique une fréquence maximale de 500 kHz. Mais tout ceci reste un peu approximatif, car la valeur dite "typique" descend à $0,5 \mu\text{s}$, d'où une fréquence avoisinant alors les 2 MHz... Ce point ne devient critique (et intéressant) que si on est amené à envisager une fréquence très levée.

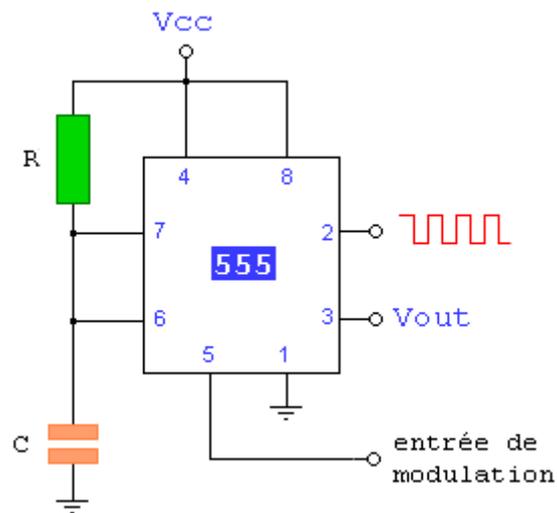
- **Le montage "en cascade"**

Voici un montage permettant d'obtenir deux séquences de temporisation: le premier 555 (à gauche) déclenche le second au bout d'un temps déterminé. On pourra ici recourir au 556, qui comporte, rappelons-le, deux 555 indépendants dans un seul boîtier.



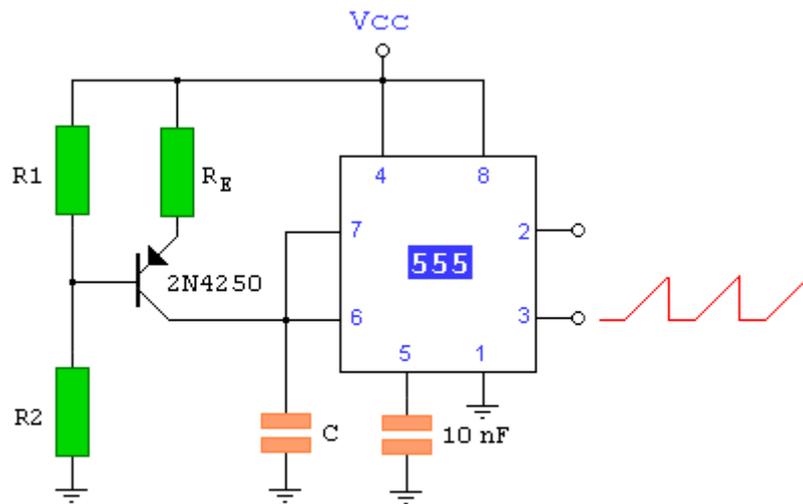
- **Un monostable à modulation de période (*pulse width modulator*)**

En mode monostable, la patte 5 (CONTROL VOLTAGE) du 555 permet de faire varier la largeur du signal de sortie, donc sa période, sous réserve que le monostable soit déclenché par un train continu d'impulsions. La période de V_{out} est alors inversement proportionnelle à la tension appliquée sur la patte 5.



- **Un générateur de signaux en dents de scie (*Linear ramp*)**

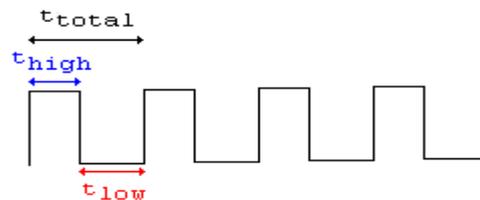
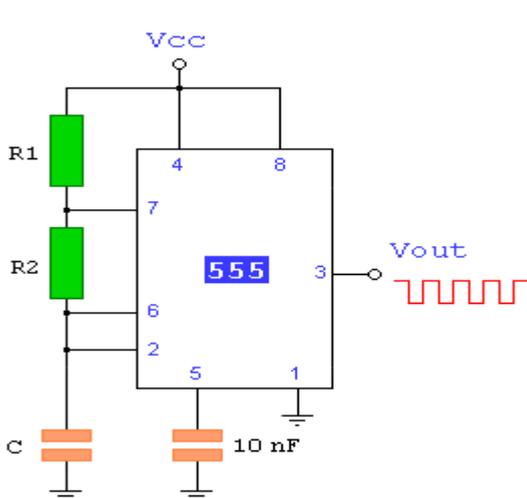
Si, dans la configuration monostable, on remplace la résistance par une source de courant constant, on obtient en sortie un signal "en dents de scie" (*linear ramp*, en anglais). Il s'agit là encore d'un montage assez peu orthodoxe, recopié tel quel le *data sheet de ST Microelectroni*



$$\begin{aligned}
 R_1 &= 47 \text{ k} & R_2 &= 100 \text{ k} \\
 R_E &= 2,7 \text{ k} & C &= 0,01 \text{ } \mu\text{F}
 \end{aligned}$$

- **Le montage en Astable**

Le 555 est tout indiqué pour réaliser très facilement une bascule astable, aussi appelée multivibrateur, c'est-à-dire un petit montage fournissant un signal rectangulaire périodique dont on peut définir avec une bonne précision la fréquence et le rapport cyclique (D).



$$\begin{aligned}
 t_{\text{high}} &= 0,693 (R_1 + R_2) C \\
 t_{\text{low}} &= 0,693 (R_2) C \\
 t_{\text{total}} &= 0,693 (R_1 + 2 R_2) C \\
 f &= \frac{1}{t} = \frac{1,44}{(R_1 + 2 R_2) C} \\
 D &= \frac{R_2}{R_1 + 2 R_2}
 \end{aligned}$$

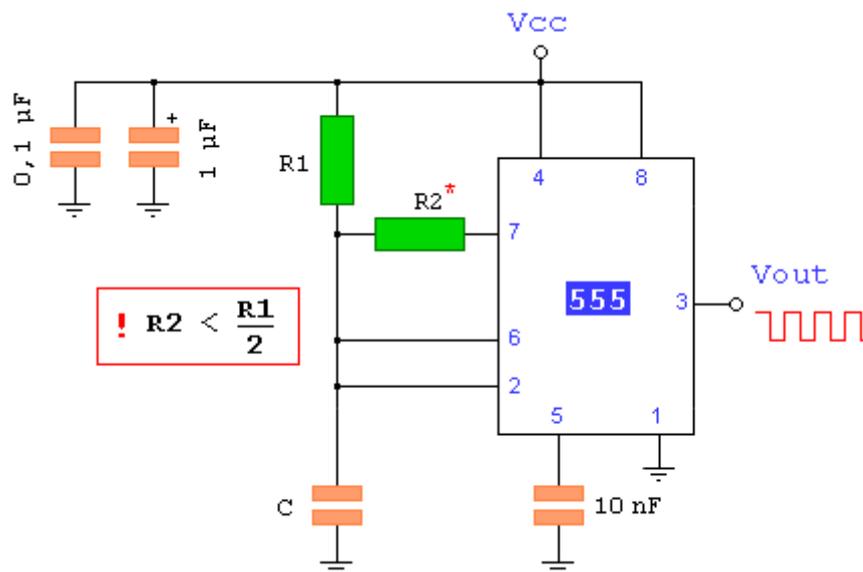
Soit dit entre parenthèses, le "0,693" dans la formule qui donne la période, ainsi que les niveaux haut et bas, pourra sans grand inconvénient être remplacé par 0,7, surtout si on tient compte du fait que la précision des résistances sera de 5% et celle du condensateur... encore moins bonne, surtout si on utilise un électrochimique...

Ce schéma, d'une grande simplicité comme on le voit, s'avère à l'usage fiable et performant. Seule restriction: la valeur totale de $(R1 + R2)$ ne devra pas dépasser $3,5 \text{ M}\Omega$ avec

$V_{cc} = 5\text{V}$ et $20 \text{ M}\Omega$ avec $V_{cc}=15 \text{ V}$.

- **Le montage en astable avec rapport cyclique de 50% :**

Dans le cas particulier on souhaite un signal de sortie V_{out} dont le rapport cyclique est de 50% (signal symétrique), on choisira le montage suivant:



A noter que la valeur de $R2$, dans cette configuration, doit être inférieure à la moitié de la valeur de $R1$, faute de quoi le circuit n'oscillera pas. Les deux condensateurs de découplage s'avèrent ici indispensables, les valeurs données autant des valeurs minimales.

- **Un multivibrateur temporisé (Tone burst generator)**

Pour finir, un montage associant à la fois le monostable et le multivibrateur. Le schéma appelle peu de commentaires: le monostable détermine la durée de fonctionnement du multivibrateur, via son entrée RESET. La sortie du multivibrateur attaque, au choix, un dispositif sonore, de visualisation, etc. On peut ainsi imaginer une "alarme" sonore et/ou visuelle qui se déclencherait à un moment précis et pour une durée déterminée.

