

## LES BASCULES MONOSTABLES

ON appelle « monostable » un circuit dont la sortie peut prendre deux états, correspondant soit au blocage, soit à la saturation, du transistor sur lequel on prélève le signal.

Le premier de ces états, dit « stable », peut durer indéfiniment, en l'absence d'excitation extérieure. La transition vers le deuxième état, « quasi-stable », est alors commandée par une impulsion de déclenchement. La durée de l'état quasi-stable, baptisée « période » de la bascule, ne dépend que des composants que comporte celle-ci.

Les bascules monostables interviennent dans quantité d'applications, et, notamment, chaque fois qu'on désire une temporisation ou un retard.

### I - Le schéma de base

Bien qu'il existe de très nombreuses façons de réaliser un monostable, nombre de circuits utilisés dans la pratique, dérivent du schéma fondamental de la figure 1. Nous en analyserons donc le fonctionnement en détail.

A l'état de repos (état stable), le transistor  $T_2$  conduit, puisque sa base est polarisée par la résistance  $R_3$ . Nous imposons que cette conduction

conduise  $T_2$  à la saturation. Pour cela, si  $\beta$  est le gain en courant du transistor, il faut respecter la condition :

$$R_3 \leq \beta R_2$$

Par rapport à la masse, le potentiel du collecteur de  $T_2$  est alors voisin de 0,5 V. Le diviseur  $R_4, R_5$  n'applique, sur la base de  $T_1$ , qu'une fraction de cette tension, et  $T_1$  est blo-

qué: son potentiel de collecteur atteint la tension d'alimentation + E.

Reportons nous aux diagrammes de la figure 2: la situation que nous venons de décrire, est celle qui débute à l'origine des temps, et se prolonge jusqu'à l'instant  $t_1$ . La base de  $T_2$  est légèrement positive (environ 0,6 V pour un

transistor au silicium), et le condensateur  $C_1$  se trouve chargé sous une tension très voisine de E, avec son armature de gauche positive.

A l'instant  $t_1$ , appliquons, sur le collecteur de  $T_1$ , à travers  $C_2$ , une impulsion négative d'amplitude suffisante, soit au moins 1 V. Par  $C_1$ , dont la charge n'a pas le temps de varier, cette impulsion atteint la base de  $T_2$ , dont elle rend le potentiel négatif:  $T_2$  se bloque, et son potentiel de collecteur remonte vers + E. Grâce à  $R_4$  et  $R_5$ , la base de  $T_1$  devient alors positive, rendant ce transistor conducteur, et abaissant son potentiel de collecteur. Retransmis par  $C_1$  à la base de  $T_2$ , cet abaissement entraîne un effet cumulatif, qui conduit très vite le système dans son état quasi-stable:  $T_1$  saturé, et  $T_2$  bloqué.

La transition s'étant faite très vite,  $C_1$  a conservé toute sa charge, donc une différence de potentiel + E à ses bornes: il en résulte que la base de  $T_2$  est maintenant au potentiel - E, comme le montre la troisième ligne du diagramme de la figure 2.

Le condensateur  $C_1$  ne peut se recharger qu'à travers la résistance  $R_3$ . A ses bornes, la différence de potentiel décroît exponentiellement, avec la constante de temps :

$$\tau = R_3 C_1$$

Un calcul analogue à celui

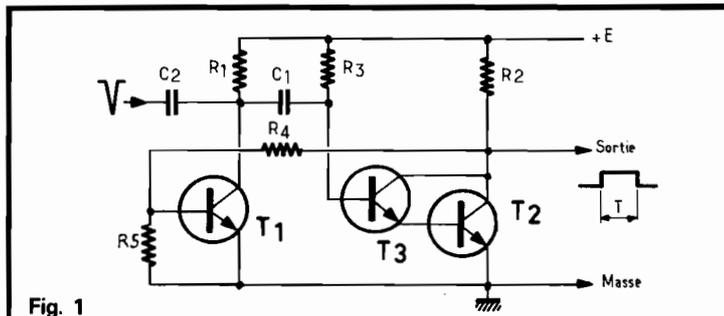


Fig. 1

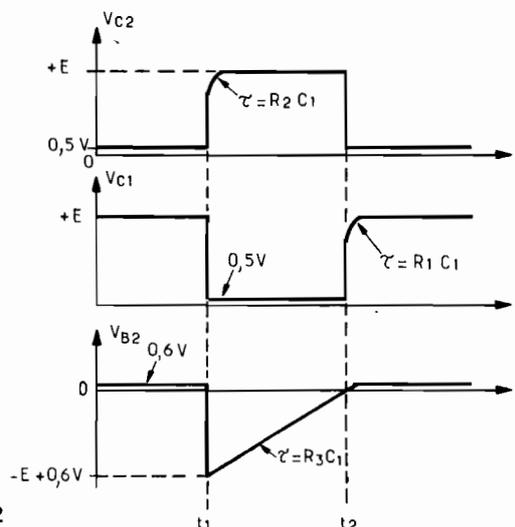


Fig. 2

que nous avons développé lors de l'étude du multivibrateur, montre que  $V_{B2}$  repassera par la valeur 0 à l'instant  $t_2$  tel que :  $t_2 - t_1 = T = 0,7 R_3 C_1$ .

A ce moment, le système revient dans son état stable, et très vite, toujours à cause de l'effet cumulatif. T est donc la période du monostable.

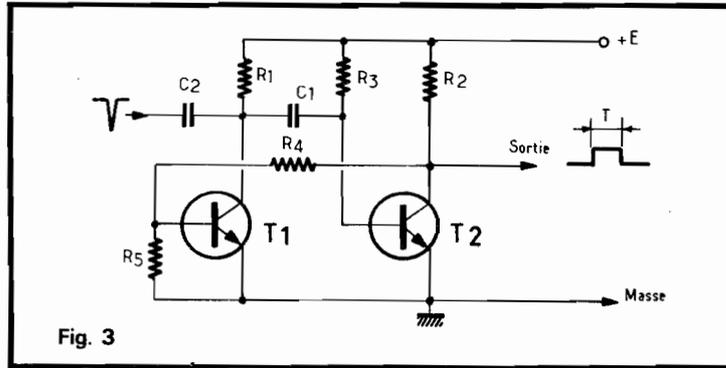
On remarquera que, sur les collecteurs de  $T_1$  et de  $T_2$ , les flancs de montée sont ralentis, avec les constantes de temps  $R_1 C_1$  et  $R_2 C_1$  respectivement : en effet, lors des basculements, le courant rechargeant  $C_1$  passe à travers les résistances  $R_1$  ou  $R_2$ .

## II - Vers les longues temporisations

Une application numérique nous fera percevoir les limites pratiques des temporisations possibles, avec le circuit de la figure 1. Le calcul comporte nécessairement une part d'arbitraire, découlant notamment du choix des résistances de collecteurs,  $R_1$  et  $R_2$ . Comme nous cherchons les longues temporisations, les temps de montée des créneaux ne présentent guère d'importance, et nous pouvons donner à  $R_1$  et  $R_2$  des valeurs assez élevées, par exemple 10 k $\Omega$ .

Accordons à  $T_1$  et  $T_2$  des gains en courant de 100, valeur assez courante.  $R_3$  ne peut donc dépasser 1 M $\Omega$ . Avec un modèle à film plastique pour  $C_1$ , il est difficile de trouver des capacités supérieures à 1  $\mu$ F. La période, dans ces conditions, sera au maximum :

$$T = 0,7 \times 1 \text{ M}\Omega \times 1 \mu\text{F} = 0,7 \text{ seconde.}$$



On peut monter à des valeurs plus élevées, en retenant, pour  $C_1$ , un condensateur électrochimique. La limite que nous nous imposons, est une limite de prix : nous verrons en effet qu'une autre solution consiste à ajouter un transistor. Il faut donc que  $C_1$  coûte moins cher qu'un transistor courant sous plastique, ce qui limite sa capacité aux environs de 200  $\mu$ F. La période maximale devient alors voisine de 150 s, soit 2 mn et 30 s.

A partir de là, il vaut mieux transformer le schéma de la figure 1 en celui de la figure 3. On voit que le transistor  $T_2$  a été remplacé par le groupement, en Darlington, de  $T_2$  et  $T_3$ , dont le gain total est le produit des gains de chaque transistor. Avec nos hypothèses précédentes ( $\beta = 100$ ), nos deux exemples numériques conduisaient respectivement à des périodes de 70 s, et de 250 mn !

## III - Un circuit pratique de déclenchement

Si l'impulsion de déclenchement, appliquée à travers  $C_2$ , n'est pas convenablement définie vis-à-vis de sa compo-

sante continue, il est recommandé d'adopter le circuit de déclenchement de la figure 4, dans laquelle nous n'avons repris que la partie concernée du schéma complet.

Grâce à la résistance  $R_6$ , qui relie sa cathode au pôle positif de l'alimentation, la diode D est normalement bloquée, quel que soit l'état de  $T_1$ . Elle ne se débloque que si  $T_1$  est lui-même bloqué (monostable au repos), et qu'une impulsion négative atteint  $C_2$ .

Ce circuit de déclenchement, qui donne une grande sécurité de fonctionnement, devrait, à notre avis, être systématiquement recommandé.

## IV - Un exemple pratique de monostable

Les notions que nous venons d'exposer, devraient permettre, à tous, de concevoir et de mettre au point un monostable répondant à n'importe quel besoin. A titre d'illustration, nous étudierons ci-dessous un montage temporisateur destiné à servir de minuterie, avec avertisseur sonore de fin de temporisation (fig. 5).

Le monostable met en jeu les transistors  $T_1$ ,  $T_2$  et  $T_3$ , dont le

gain est compris entre 100 et 300.  $R_3$ , fractionnée en une résistance fixe de 100 k $\Omega$  et un potentiomètre P de 1 M $\Omega$ , permet de régler la période dans un rapport voisin de 10. Nous nous fixerons une temporisation maximale de 3 mn (soit 180 s), idéale pour la cuisson des œufs à la coque. On devra donc attribuer, à  $C_1$ , la capacité :

$$C_1 = \frac{180}{0,7 \cdot 11 \cdot 10^5} \text{ F} \approx 200 \mu\text{F}$$

A la saturation de  $T_2$ ,  $T_3$ , la tension de leurs collecteurs est inférieure au volt : on bloque alors sûrement  $T_1$  en appliquant sur sa base le quart de cette tension, ce que donnent les résistances  $R_5$  de 22 k $\Omega$ , et  $R_4$  de 68 k $\Omega$ .

Le déclenchement est commandé par le bouton poussoir  $P_0$  : quand on ferme ses contacts, le potentiel de l'armature de gauche de  $C_2$ , passe brusquement de +9 V à zéro, ce qui donne l'impulsion négative nécessaire.

Prélevé sur la sortie du monostable, et repris par le transistor  $T_7$  qui permet d'en disposer à basse impédance, le créneau positif de sortie sert à alimenter un multivibrateur astable, fonctionnant à fréquence audible. Nous n'en calculerons pas les composants, nous permettant de renvoyer le lecteur à l'article de cette même série, publié dans le numéro 1625 de la revue.

Les créneaux de ce multivibrateur commandent, à travers le transistor de sortie  $T_6$ , un petit haut-parleur, dont l'impédance sera choisie entre 50  $\Omega$  et 100  $\Omega$ .

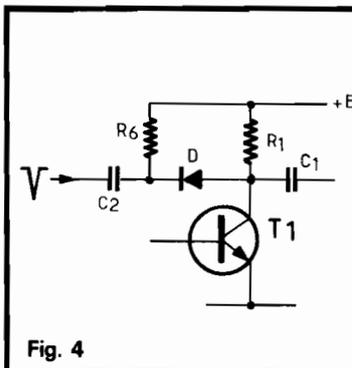


Fig. 4

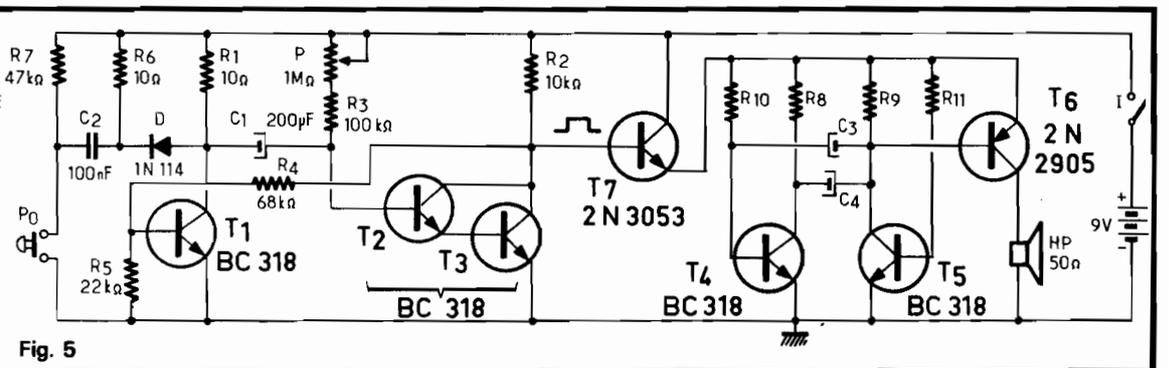


Fig. 5