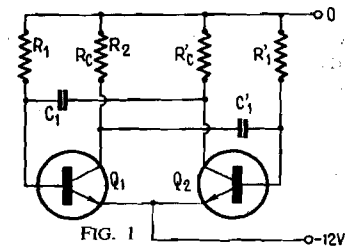


EMPLOI DES MULTIVIBRATEURS

MULTIVIBRATEUR BISTABLE

Le schéma du multivibrateur bistable s'obtient aisément, du moins du point de vue théorique, en modifiant le schéma d'un multivibrateur astable. La figure 1 rappelle le schéma de ce dernier et l'on voit qu'il se caractérise par des liaisons croisées entre le collecteur de l'un des transistors et la base de l'autre, s'effectuant par des éléments de liaison RCR.



La présence des capacités de liaison, coupant le continu d'un collecteur à une base caractérise le multivibrateur astable.

Par contre, dans le bistable, les deux liaisons laissent passer le continu.

Ainsi, sur le schéma de la figure 2 (a) qui représente un multivibrateur bistable dit aussi Flip-Flop, on constate que les éléments du montage astable de la figure 1 sont conservés : Q_1 , Q_2 , R_1 , R'_1 , R_C , R'_C , C_1 , C'_1 mais R_1 et R'_1 shuntent les condensateurs. De plus on trouve R_2 et R'_2 reliant les bases à la ligne négative de -15 V. Les émetteurs réunis sont découplés par C_2 et polarisés à travers R_3 à partir de la ligne -12 V.

Les liaisons en continu par R_1 et R'_1 suffisent le plus souvent avec des valeurs convenables des éléments, à donner à ce montage le caractère de multivibrateur bistable.

En raison de la symétrie de ce montage ne fonctionnant que s'il est commandé de l'extérieur, on peut définir deux entrées et deux sorties.

Les premières SO et SL sont sur les bases, les sorties AO et AL sont sur les collecteurs. Il est évident que si l'entrée est SO, les deux sorties sont utilisables, mais si l'une donne la tension du collecteur correspondant au blocage, l'autre sortie donne sur le collecteur la tension correspondant à la conduction.

La commande peut s'effectuer par l'une ou l'autre des entrées et même sur les deux, en même temps ou l'une après l'autre. Le choix est libre entre ces quatre terminaisons pour ne se servir que de deux ou trois dans des conditions déterminées. On indique à la figure 2 (b) un symbole de multivibrateur bistable avec ses 4 terminaisons : les entrées SL et SO et les sorties AL et AO. Remarquons, en confrontant les deux figures (a) et (b) que la lettre O correspond à un des transistors et la lettre L à l'autre, donc, les moitiés du symbole représentent chacune un transistor, la barre horizontale repérant les entrées.

ANALYSE DU SCHEMA FIG. 2 (A)

Ce montage symétrique utilise deux transistors NPN du type BSY19 dans le cas du multivibrateur proposé par « Telefunken » dans l'étude qui lui est consacrée (voir référence 1).

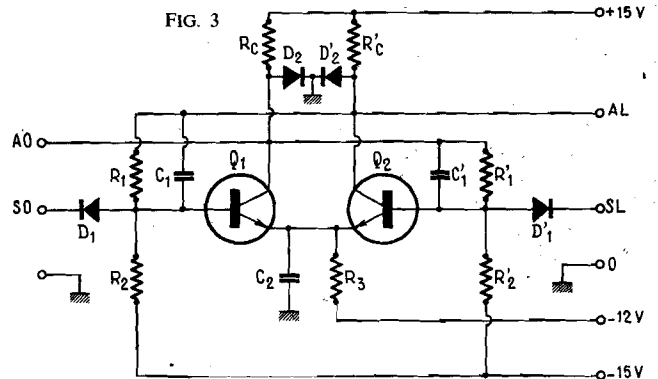
Les bases sont polarisées par

les diviseurs de tension composés de R_1 - R_2 (ou R'_1 - R'_2) montés entre les collecteurs et la ligne -15 V. Les résistances R_1 et R'_1 sont shuntées par les capacités C_1 ou C'_1 qui existaient également dans le multivibrateur astable.

Les deux émetteurs sont connectés à la ligne -12 V par R_3 et découplés vers la masse par C_2 .

d'émetteurs, ce qui, toutefois limiterait le courant admissible de ce montage.

Voici les valeurs des éléments : $R_1 = R'_1 = 6.800$ ohms, $R_C = R'_C = 470$ à 1.000 ohms, $R_2 = R'_2 = 10.000$ ohms, $R_3 = 10$ ohms, $C_1 = C'_1 = 47$ pF, $C_2 = 0,1 \mu$ F. Les diodes sont du type BAY68.



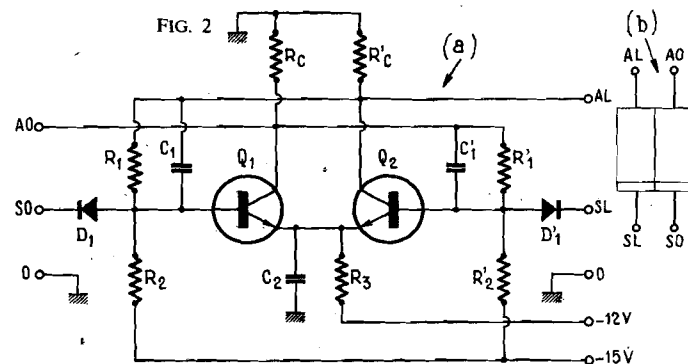
Les collecteurs sont polarisés par R_C et R'_C à partir du point le plus positif de ce montage qui est la masse à laquelle sont connectés les + des sources de -12 et -15 V. Une source unique est possible en disposant les éléments d'une manière différente, par exemple en créant la tension de base à partir d'une résistance

En ce qui concerne l'emploi de ce multivibrateur dans les dispositifs de calcul électronique, on notera qu'il constitue un élément simple de stockage ou de mémoire. En effet le caractère « mémoire » ou stockage est bien déterminé par le fait que si l'on imprime à l'une des entrées une impulsion de commande, le montage prend un certain état qui se conserve indéfiniment tant qu'aucune autre commande extérieure n'intervient pour que le montage revienne à l'état initial.

On a par conséquent, avec ce flip-flop, une réponse binaire : aux sorties on ne peut obtenir qu'un niveau de tension ou un autre, l'un sera associé à zéro et l'autre à 1.

Pour obtenir à la sortie une réponse binaire suffisamment prononcée, les valeurs des éléments doivent être déterminées selon les considérations suivantes :

1° R_1 doit être choisie de façon



que le déblocage d'un transistor bloqué soit sûr. Il faut considérer lors du choix du transistor le facteur minimum d'amplification de courant, et le courant traversant RC et la résistance de charge, branchées en parallèle.

La résistance de charge est celle du circuit branché à la sortie du bistable ;

2° R_1-R_2 du circuit de base doit être établi pour que le blocage du transistor non conducteur s'effectue avec une tension $-U_{BE}$ de 1 à 1,5 V environ ;

3° Le courant traversant le diviseur R_1-R_2 ne doit pas provoquer aux bornes de RC une chute de tension trop élevée. Une bonne approximation pour le calcul de ces éléments est donnée par la relation :

$$\frac{R_1 + R_2}{RC} = 10 \text{ à } 20 \text{ fois.}$$

4° La valeur de RC dépend de la capacité parallèle mise aux bornes de la sortie par la charge.

Dans le circuit des émetteurs R_3 et C_2 réalisent le filtrage de la tension d'alimentation en la débarrassant des impulsions parasites.

REDUCTION DU DELAI DE REPONSE

Il est, évidemment, très important que la réponse soit rapide, autrement dit, que le signal de sortie se produise avec un retard aussi faible que possible par rapport au signal de commande appliqué à l'entrée.

Le montage de la figure 3 utilisant le procédé **clamping** permet de réduire ce délai.

Ce qui caractérise le clamping est la présence des diodes D_2 et D'_2 montées entre les collecteurs et la masse. Dans ce montage on n'utilise comme tension de déclenchement qu'une fraction de la tension élevée d'alimentation de sorte que la plage de fonctionnement se trouve déplacée sur la courbe de la fonction exponentielle de temps, dans la partie à forte pente.

Par rapport au montage précédent, celui de la figure 3 présente des analogies au point de vue du schéma général mais aussi des différences :

1° Présence des diodes de clamping accélérant la réponse, D_1 et D'_1 .

2° Trois tensions d'alimentation « à cheval » sur la masse, l'une positive de 15 V (avec négatif à la masse) et deux de -12 V et -15 V (avec positif à la masse).

Voici les valeurs des éléments du montage de la figure 3 :

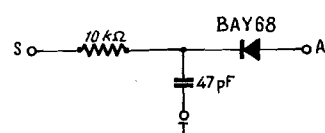


FIG. 4.

$Q_1 = Q_2 = \text{BSY18}$, $D_1 = D'_1 = D_2 = D'_2 = \text{BAY68}$, $RC = R'C = 1,2 \text{ à } 2,2 \text{ K. ohms}$, $R_1 = R'_1 = 6.800 \text{ ohms}$, $R_2 = R'_2 = 10.000 \text{ ohms}$, $R_3 = 10 \text{ ohms}$, $C_1 = C'_1 = 47 \text{ pF}$, $C_2 = 0,1 \text{ microfarad}$. Il est souvent recommandé d'intercaler un amplificateur « suiveur » montage collecteur commun, sortie sur l'émetteur entre la sortie du flip-flop et la charge. Cette disposition évite l'influence réciproque entre les deux circuits, ainsi, si la charge présente une variation brusque celle-ci ne doit pas provoquer un déclenchement non prévu du flip-flop. Rappelons que le montage « suiveur » présente une impédance relativement élevée à l'entrée.

PORTE DYNAMIQUE ET

Si l'on dispose à chacune des entrées une porte d'entrée ET, le montage de cette bascule bistable peut être utilisé au choix comme élément de comptage ou comme registre à déplacement. (Nous reviendrons par la suite sur ces dispositifs).

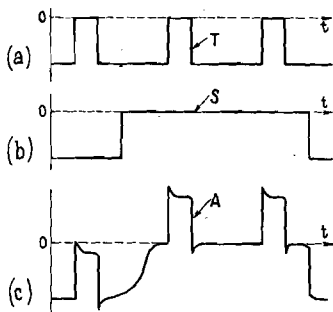


FIG. 5

La figure 4 donne le schéma d'une porte d'entrée ET qui se compose, du côté S, d'une résistance de 10.000 ohms, du côté A d'une diode BAY68 et du condensateur de 47 pF relié à un point T que l'on retrouvera plus loin sur la figure 6.

La figure 5 permet de voir le fonctionnement de ce circuit nommé porte dynamique ET.

Ces trois courbes représentent des tensions (en ordonnées) en fonction du temps t (en abscisses). La courbe (a) donne la variation de la tension au point T ; la courbe (b) représente la variation de la tension au point S et la courbe (c), au point de A.

Ces tensions sont prises entre ces points et la masse dont la tension est zéro volt. Le niveau zéro est représenté sur les figures (a), (b) et (c). Voici un montage où l'on combine des portes dynamiques comme celle de la figure 4 avec un bistable comme celui de la figure 2 (a).

UNITE DE COMPTAGE OU DE MEMOIRE

Le schéma de cette unité de comptage est donné par la figure 6

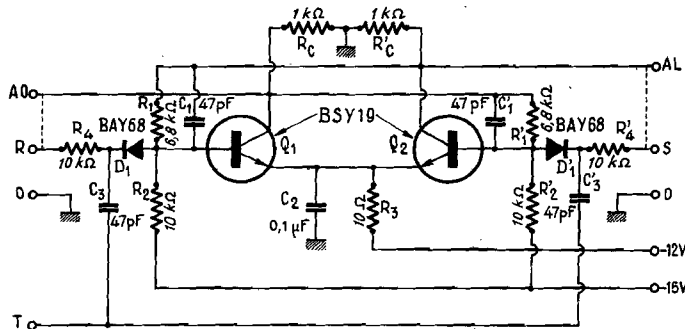


FIG. 6

sur laquelle on a indiqué les valeurs des éléments. On trouve à l'entrée de gauche une porte dynamique avec R_4 de 10.000 ohms du côté entrée. A l'entrée de droite la partie dynamique est montée de la même manière. Pour réaliser le montage en compteur on relie les entrées des portes, R et S aux collecteurs des transistors correspondants ; autrement dit, R_4 du circuit de base de Q_1 est reliée au collecteur A0, de ce même transistor. Ces deux connexions sont indiquées par des pointillés. Les deux condensateurs de 47 pF des portes dynamiques sont reliés ensemble au point T.

Il en résulte que la porte qui précède le transistor conducteur est en position ouverte, tandis que l'autre est en position fermée.

Ceci est clair. En effet, supposons que Q_1 est conducteur donc Q_2 bloqué. Si Q_1 est conducteur, la tension sur la base de ce transistor est plus élevée, l'anode de D_1 est positive par rapport à la cathode et la diode est conductrice, ce qui signifie qu'elle peut transmettre un signal appliqué au point R et que la porte de gauche est « ouverte ».

Par contre, du côté droit, le transistor Q_2 étant bloqué, la base est à une tension plus faible (car Q_1 étant conducteur le collecteur A à une tension plus faible en raison du courant traversant RC). Il en est de même de l'anode de la diode D'_1 qui, de ce fait est bloquée, donc la porte de droite est fermée ne laissant pas passer un signal vers la base de Q_2 .

Si l'on applique au point T une

impulsion de comptage, celle-ci est transmise par les condensateurs C_3 et C'_3 de 47 pF aux portes et sera transmise au transistor dont la porte est ouverte (diode conductrice et transistor conducteur) tandis que sur l'autre le signal ne sera pas transmis, la porte étant fermée.

MULTIVIBRATEUR MONOSTABLE

Lorsqu'un multivibrateur n'admet qu'un seul état de stabilité, on le nomme multivibrateur monostable. Dans un monostable, il y a deux transistors Q_1 et Q_2 dont, à un certain moment l'un est conducteur et l'autre bloqué. Si une impulsion de commande est appliquée en un point convenablement choisi, les états des deux transistors changent mais au bout d'un certain temps et sans aucune autre commande le multivibrateur revient à son état initial qui est son seul état de repos.

Dans le multivibrateur **astable**, les deux liaisons constituant la réaction, sont des liaisons en **alternatif**, car le continu est coupé par C_1 et C'_1 (voir Fig. 1).

Dans le **bistable**, les deux liaisons de réaction sont valables jusqu'au continu grâce à R_1 et R'_1 (voir Fig. 2 (a), 3 et 6). Dans le multivibrateur **monostable** une liaison est en continu et l'autre en alternatif, comme on peut le voir sur le schéma de la figure 7.

En effet, la liaison entre la base de Q_2 et le collecteur de Q_1 est effectuée en alternatif seulement par C_1 tandis que celle du collecteur de Q_2 et la base de Q_1 est va-

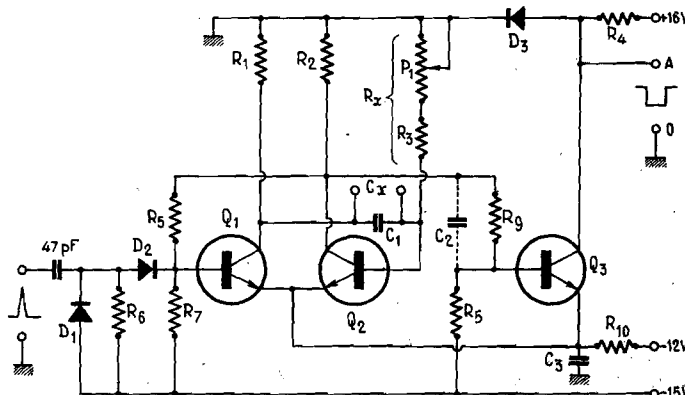


FIG. 7

lable aussi en continu grâce à la résistance R_5 .

En considérant la base de Q_1 comme entrée du signal de commande, la sortie se trouve sur le

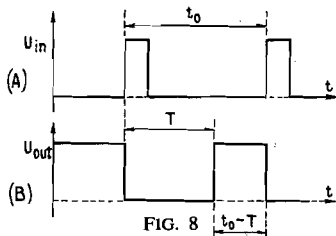


FIG. 8

collecteur de Q_2 . Un transistor Q_3 amplificateur est disposé entre la sortie du monostable et la sortie du montage complet, entre les points A et O.

Voici d'abord les valeurs des éléments du montage de la figure 7 : $Q_1 = Q_2 = Q_3 = \text{BSY19}$, $D_1 = \text{BAY68}$, $D_2 = \text{BAY68}$, $D_3 = \text{BAY60}$, $R_1 = 1.000 \text{ ohms}$,

le monostable passe de l'état stable à l'état instable.

La durée de son maintien dans cet état est de T secondes. Au bout de ce temps, il revient à l'état stable (voir (B) Fig. 8). Si $t. > T$, on peut si nécessaire appliquer à l'entrée un nouveau signal à impulsion positive qui aura le même effet que le précédent.

Ce montage a la propriété intéressante de fournir à la sortie des signaux de forme et d'amplitude constantes même si les impulsions d'entrée ont des formes et des amplitudes non uniformes.

L'impulsion de sortie a une durée $T = 0,6 R_x C_x$ environ ou $R_x = R_3 + P_1$ et $C_x = C_1$. Comme P_1 est réglable il en est de même de T.

TRIGGER DE SCHMITT

C'est un circuit de mise en forme réalisable selon le schéma de la figure 9, par exemple.

Ce montage est un amplifica-

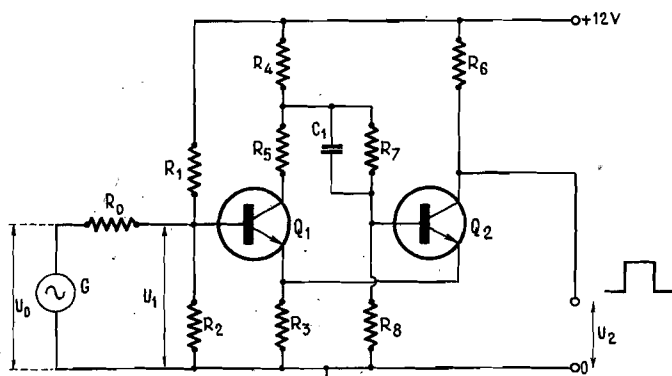


FIG. 9

$R_2 = 680 \text{ ohms}$, $R_3 = 2.200 \text{ ohms}$, $P = 5.000 \text{ à } 20.000 \text{ ohms}$, $R_x = R_3 + P$, $R_4 = 1.000 \text{ ohms}$, $R_5 = 4.700 \text{ ohms}$, $R_6 = 18.000 \text{ ohms}$, $R_7 = 12.000 \text{ ohms}$, $R_8 = 1.800 \text{ ohms}$, $R_9 = 1.000 \text{ ohms}$, $R_{10} = 10 \text{ ohms}$; $C_0 = 47 \text{ pF}$, $C_1 = 150 \text{ pF}$, $C_2 = 100 \text{ pF}$, $C_3 = 0,22 \text{ microfarad}$.

Il y a trois alimentations, l'une positive de + 16 V, deux négatives : - 12 V et - 15 V, les communs (- 16 V, + 12 V et + 15 V) étant à la masse considérées comme point de potentiel zéro.

L'impulsion appliquée à l'entrée est positive ce qui rend bloquée la diode D_1 et conductrice la diode D_2 . La base de Q_1 est rendue plus positive et ce transistor passe de l'état bloqué à l'état conducteur, ce qui oblige Q_2 à effectuer l'opération inverse en passant de l'état conducteur à l'état bloqué. Au bout d'un temps déterminé par les valeurs des éléments, le multivibrateur revient à son état initial Q_1 bloque et Q_2 conducteur. Le signal sur le collecteur Q_2 est rectangulaire.

La figure 8 montre en (A) le signal d'entrée à impulsion positive. Dès que la tension d'entrée monte,

teur à deux étages à transistors Q_1 et Q_2 comportant la liaison R_5 , R_7 , C_1 entre le collecteur de Q_1 et la base de Q_2 ainsi qu'une réaction réalisée par la résistance R_3 commune aux deux émetteurs.

De ce fait, ce montage ne fournit à la sortie que deux valeurs différentes de niveaux de tension

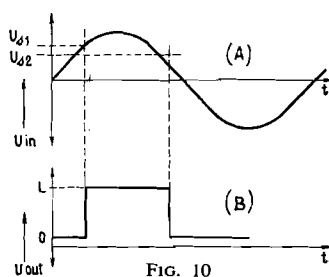


FIG. 10

que nous nommerons le niveau O et le niveau L ou, si l'on préfère, le niveau zéro et le niveau 1, ce qui correspond à des informations non et oui.

La figure 10 montre en (A) le signal d'entrée, de forme sinusoïdale appliqué à l'entrée par un générateur G. En (B) on montre la forme rectangulaire du signal de sortie.

Un auxiliaire précieux pour le photographe le « SYNCRO-FLASH »

TOUS les amateurs de photographie reconnaissent que le flash électronique, et les lampes au magnésium ont résolu un problème fondamental : celui de la photographie en intérieurs ou dans des conditions de lumière naturelle défavorables.

Le flash électronique à transistors permet d'obtenir l'éclair en synchronisme avec l'ouverture de l'obturateur. Même ceux qui ne peuvent faire l'acquisition de cet appareil obtiennent les mêmes avantages avec les lampes au magnésium qui offrent la même

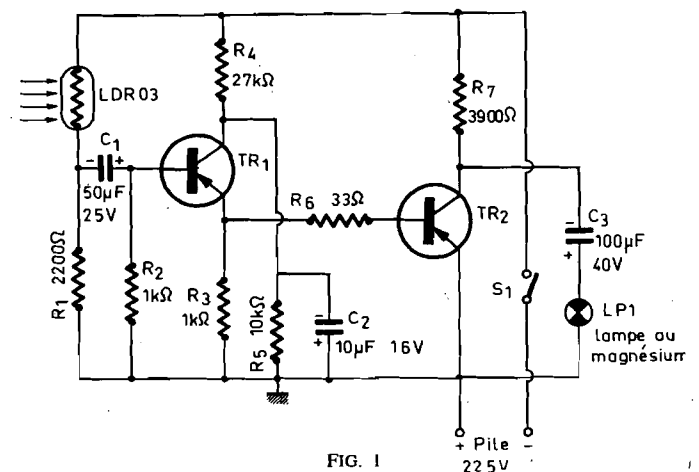


FIG. 1

La commutation du niveau L au niveau O ne s'effectue pas par un même niveau de la tension d'entrée sur parcelle de O à L.

Ceci se voit sur la figure 10. Pour passer de O à L, la tension sinusoïdale d'entrée doit attendre le niveau U_{s1} tandis que pour passer du niveau L au niveau O la tension d'entrée doit être ramenée à la valeur U_{s2} inférieure à U_{s1} .

Cette différence U_{s1} à U_{s2} , qui est une sorte d'hystérésis, n'est pas toujours acceptable. On la réduit en augmentant autant que possible la résistance R_0 du générateur ainsi que U_0 .

Voici les valeurs des éléments du montage de la figure 9 : $Q_1 = Q_2 = \text{BSY19}$, $R_1 = 12.000 \text{ ohms}$, $R_2 = 2.200 \text{ ohms}$, $R_3 = 47 \text{ ohms}$, $R_4 = 470 \text{ ohms}$, $R_5 = 82 \text{ ohms}$, $R_6 = 560 \text{ ohms}$, $R_7 = 1.800 \text{ ohms}$, $R_8 = 2.200 \text{ ohms}$, $C_1 = 100 \text{ pF}$.

L'alimentation est de 12 V avec masse au négatif. Les tensions d'entrée et de sortie sont évaluées par rapport à la masse.

Référence : Doc. Telefunken n° 66 12 132.

intensité de lumière que le précédent. Cependant, chacun sait que les photographies prises au flash, privées de clairs-obscur, manquent de relief. Cet inconvénient est dû au fait que la lumière du flash frappe directement et de front le sujet, provoquant la disparition de la juxtaposition des ombres et des lumières qui confèrent à l'image, la présence plastique nécessaire.

En séparant le flash de l'appareil photographique et en le soutenant de la main gauche, tandis que de la main droite on retient et on commande l'appareil, on peut obtenir une amélioration de la qualité de l'image ; cependant cette façon d'opérer n'est pas aussi simple qu'on peut l'imaginer. D'ailleurs, la plupart du temps, le fil de connexion du flash est si court qu'il ne permet pas d'obtenir des résultats appréciables.

En utilisant un seul flash pour photographier dans des conditions de lumière défavorables, on observe un autre inconvénient qui réside dans le fait que la lumière n'est pas suffisamment intense pour la profondeur : l'énergie