

BREVET D'INVENTION

P.V. n° 883.064

N° 1.317.269

Classification internationale :

H 03 k

Montage basculeur électronique à fréquence de commutation élevée.

Société dite : ROCHAR ÉLECTRONIQUE résidant en France (Seine).

Demandé le 26 décembre 1961, à 10^h 15^m, par poste.

Délivré par arrêté du 2 janvier 1963.

*(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 6 de 1963.)**(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)*

L'invention a pour objet un montage basculeur électronique à fréquence de commutation particulièrement élevée.

Ces montages comportent, d'une manière générale, deux organes amplificateurs électroniques alternativement conducteurs et bloqués et des moyens de leur appliquer des impulsions électriques destinées à commuter l'état de conduction d'un organe à l'autre.

Quand on désire obtenir des fréquences de commutation élevées, par exemple pour le comptage d'impulsions ayant des fréquences de récurrence de l'ordre de plusieurs dizaines de mégahertz, on utilise comme organes amplificateurs électroniques des transistors, du fait que ceux-ci ont une pente beaucoup plus élevée que les lampes, et des capacités parasites relativement faibles : la pente élevée permet d'obtenir, avec une résistance de charge faible, un gain de réaction de la boucle constituée par les deux organes amplificateurs, suffisant pour que le basculement se fasse bien. Or les fréquences de commutation sont, en dernière analyse, limitées par des constantes de temps dont l'une est le produit de ladite résistance de charge par la capacité parasite de base du transistor correspondant.

La technique actuelle exigeant des fréquences de commutation de plus en plus élevées, on se heurte toutefois à d'importantes difficultés qui seront exposées plus loin et que la présente invention permet, dans une certaine mesure, de surmonter. Ce résultat est obtenu à l'aide d'un certain nombre de particularités de montage, lesquelles apparaîtront clairement dans la description ci-après.

Au dessin annexé :

La figure 1 est le schéma de principe d'un montage basculeur conforme à l'invention ;

Dont la figure 2 illustre le fonctionnement.

A la figure 1, on a représenté une bascule à deux états stables dans l'un desquels un transistor

1 est conducteur (cas représenté à la figure), un second transistor 2 étant alors bloqué. Le collecteur du transistor 1 est relié à la base du transistor 2 par un condensateur 7 monté en parallèle sur une diode de Zener 8. De même, le collecteur du transistor 2 est relié à la base du transistor 1 par un condensateur 9 monté en parallèle sur une diode de Zener 10.

On expliquera plus loin pourquoi des diodes de Zener remplacent les résistances utilisées à cet endroit dans la bascule d'Ecclès-Jordan classique.

Les collecteurs des transistors 1 et 2 sont classiquement reliés à la borne négative d'une source de tension continue 11, respectivement à travers des résistances 12 et 13.

Les émetteurs des transistors 1 et 2 sont reliés au collecteur d'un transistor 6.

La base du transistor 1 est reliée : à la base d'un transistor 3 par l'intermédiaire d'une résistance 14 ; à la masse par l'intermédiaire d'une résistance 16 sensiblement égale à la résistance 14, en série avec une bobine d'inductance 17. La base du transistor 3 est réunie à la masse par un condensateur 15. Le coefficient d'auto-inductance de la bobine 17 est égal au produit de la capacité du conducteur 15 par le carré de la résistance 14 (ou 16).

Le collecteur du transistor 3 est connecté au point commun à la diode 10, au condensateur 9 et à la résistance 13.

La base du transistor 2 est de même reliée à la base d'un transistor 4 par l'intermédiaire d'une résistance 18, et à la masse par l'intermédiaire d'une résistance 20, sensiblement égale à la résistance 18, et d'une bobine d'inductance 21, alors que la base du transistor 4 est réunie à la masse par un conducteur 19. Le coefficient d'auto-inductance de 21 est égal au produit de la capacité 19 par le carré de la résistance 18.

La bobine 21 est couplée à une bobine 22, connectée à une borne 23 et au pôle positif d'une

batterie 24, dont le pôle négatif est relié à la masse.

Les émetteurs des transistors 3 et 4 sont reliés au collecteur d'un transistor 5, dont la base est reliée à une borne 25. Les émetteurs des transistors 5 et 6 sont reliés, par l'intermédiaire d'une résistance 26, au pôle positif d'une batterie 27, dont le pôle négatif est connecté à la masse.

La base du transistor 6 est connectée au pôle positif d'une batterie 28, dont le pôle négatif est relié à la masse. Le fonctionnement du montage décrit ci-dessus est le suivant.

On considère, pour fixer les idées, un instant auquel le transistor 1 est conducteur, le transistor 2 étant alors bloqué.

Le courant débité par le transistor 1 est fourni par la batterie 27, à travers la résistance 26, de valeur importante vis à vis des résistances émetteur-collecteur des transistors, et à travers le transistor 6, alors conducteur.

Le transistor 5 est alors bloqué, du fait de la chute de tension due au passage du courant dans la résistance 26. Les transistors 3 et 4 sont donc également bloqués.

Si l'on applique maintenant une impulsion négative de tension d'amplitude convenable à la borne 25, le transistor 5 se met à débiter une impulsion de courant.

Dès que le transistor 5 se met à débiter, le transistor 6 (donc le transistor 1) se bloque. En effet, les transistors 5 et 6 sont alimentés par le courant, pratiquement constant, qui circule dans la résistance 26 et, de ce fait, on peut s'arranger (par exemple en donnant une forte polarisation négative à la base du transistor 5), pour que le débit du transistor 5 entraîne le blocage du transistor 6.

Par ailleurs, du fait que le transistor 1 était conducteur et le transistor 2 bloqué au moment de l'application de l'impulsion de tension, la tension de base du transistor 3 (point N) était plus négative que celle du transistor 4 (point Q).

Les transistors 3 et 4 étant identiques et montés symétriquement, il en résulte que seul le transistor 3 va transmettre l'impulsion de courant.

Le passage de cette impulsion dans la diode 10 et la résistance 16 a pour effet de provoquer une élévation du potentiel de base du transistor 1, le point P devenant ainsi plus négatif que le point M.

Il en résulte que, à la fin de l'impulsion, lorsque le courant débité par la source 27 est transféré du transistor 5 au transistor 6, c'est le transistor 2 qui va transmettre ledit courant : la commutation de la bascule est alors achevée.

On va maintenant procéder à une analyse plus détaillée du fonctionnement brièvement décrit ci-dessus, afin de faire apparaître les particularités et les avantages du montage décrit.

On peut considérer que ce montage comporte,

comme divers montages connus destinés à fonctionner à des fréquences de commutation élevées, deux transistors principaux (1 et 2) et deux transistors de commande (3 et 4), ces derniers servant, comme on le sait, à assurer l'aiguillage correct des fronts d'onde.

Une particularité fondamentale de l'invention consiste dans le mode d'injection du courant dans les transistors principaux de la bascule et dans les transistors de commande.

Suivant cette particularité, la somme des courants injectés à ces deux couples de transistors est sensiblement constante et commutée, par l'impulsion de commande, du premier au second couple. Il en résulte que la tension en M (ou P) reste également sensiblement constante sitôt le basculement effectué : autrement dit, les signaux recueillis à la sortie du montage ne sont pas déformés par les impulsions transmises par les transistors de commande.

Or, en l'absence de cette particularité de l'invention, cette déformation existerait, une impulsion, transmise par les transistors de commande, étant superposée au signal provenant du basculement proprement dit.

Dans ces conditions, le signal de sortie de la bascule serait impropre à l'attaque de la bascule suivante du dispositif compteur dont cette bascule fait par exemple partie.

Au contraire, dans la bascule décrite, les signaux aux points M et P sont sensiblement rectangulaires et le signal aux bornes de la bobine 21 est sensiblement le dérivé du signal en P. Il se présente donc sous la forme d'impulsions non déformées et peut être transmis par la bobine 22 à la base du transistor d'entrée de la bascule suivante.

Il convient de souligner que l'avantage qui précède permet d'accroître considérablement la fréquence de commutation d'un dispositif comportant plusieurs bascules montées en série, un compteur par exemple.

En effet, quand on cherche à augmenter la fréquence de commutation des dispositifs du genre décrit, on se heurte habituellement à deux catégories principales de difficultés.

La première consiste dans la nécessité de concilier la « fonction de mémoire » (qui consiste en ce que la bascule, au moment de l'application d'une impulsion, doit, en quelque sorte, avoir en mémoire l'état électrique qui résulte de l'application de l'impulsion précédente, afin de basculer à coup sûr dans l'état opposé) et la nécessité d'avoir un « temps de résolution » faible (c'est-à-dire, de retrouver très rapidement, après basculement provoqué par l'application d'une impulsion, la sensibilité vis-à-vis de l'impulsion suivante).

La présente invention résout cette première catégorie de difficultés en faisant remplir la fonction

de mémoire indiquée ci-dessus par un couple de transistors de commutation, lesquels, comme on l'a vu, aiguillent l'impulsion de commande à gauche ou à droite suivant l'état précédent de la bascule (ce qui est connu en soi) et, en retardant, d'une manière qui sera précisée plus loin, les fronts d'onde transmis dans le montage de façon qu'ils ne risquent pas de compromettre le basculement déjà amorcé.

Une seconde catégorie de difficultés réside dans l'obtention d'une fréquence maximale de commutation élevée des transistors principaux de la bascule.

Ceci exige en effet que la charge desdits transistors comprenne une capacité et une résistance aussi faibles que possible.

Or, si la résistance de charge de ces transistors est faible, le gain de réaction de la bascule est faible (bien que la pente des transistors soit élevée), et la tension d'attaque de la bascule doit être relativement importante : dans ces conditions, on ne saurait tolérer de retrouver l'impulsion d'attaque à la sortie du montage : on a expliqué ci-dessus la manière dont la présente invention évite qu'il en soit ainsi, donc permet de donner une valeur faible à la résistance de charge des transistors principaux de la bascule. Suivant une autre particularité de l'invention, la charge de chacun desdits transistors est constituée par un circuit de Boucherot. Le circuit de charge du transistor 2 comporte par exemple une première branche 14-15 et une deuxième branche 16-17; l'on sait que, les conditions indiquées plus haut étant remplies, l'impédance du circuit, vue du point M de jonction entre ces deux branches, est une résistance pure égale à l'une des résistances du montage.

Il résulte de cette propriété du circuit de Boucherot que le collecteur du transistor 2 est chargé par une résistance pure en parallèle sur sa capacité parasite de base. L'effet de la capacité parasite de base du transistor 3 et de la capacité 15, laquelle interviendrait, en l'absence de cette particularité de l'invention, dans la charge du transistor 2, se trouve donc supprimé. En définitive, l'invention permet donc de réduire le temps de commutation des transistors de la bascule en réduisant à la fois leur capacité et leur résistance de charge.

On a indiqué plus haut que les fronts d'ondes transmis dans le montage sont retardés afin d'éviter de compromettre un basculement déjà amorcé. Cette fonction de retard (ou de mémoire) est précisément remplie par le circuit de Boucherot. Si l'on considère l'application d'une impulsion à la borne 25 dans la phase du fonctionnement analysée ci-dessus, et que l'on examine l'évolution des potentiels aux points M, N, P, Q [formes d'ondes respectives m , n , p , q de la figure 2], on voit que l'évolution des potentiels de base des transistors de commutation, à partir de l'instant d'application de

l'impulsion (désigné par une flèche), est retardée par rapport à l'évolution des potentiels de base des transistors principaux.

Il en résulte que le basculement des seconds est franchement terminé avant que les premiers soient susceptibles de transmettre des fronts d'ondes susceptibles de le compromettre.

Il en résulte également que les transistors de commutation ne sont sensibles à une nouvelle impulsion qu'après un temps de résolution qui sera seulement de l'ordre de grandeur du produit de la résistance de chaque circuit de Boucherot par la capacité de retard de chaque transistor de commutation.

On peut remarquer par ailleurs que, grâce à la présence des diodes de Zener 8 et 10, la différence de potentiel continu qui doit exister entre les bases et les collecteurs des transistors de la bascule est obtenue sans imposer à celle-ci une charge supplémentaire en courant alternatif.

On fera encore observer que le mode d'attaque des transistors principaux et des transistors de commutation par un montage différentiel a pour effet de stabiliser le point de fonctionnement du dispositif, par exemple en fonction de la température.

Bien entendu, diverses modifications de détail pourront être apportées au montage décrit sans sortir de l'invention. Il est évident qu'on pourrait en particulier utiliser des transistors $n p n$ à condition de modifier convenablement les polarités.

RÉSUMÉ

1° Montage basculeur électronique du type comportant au moins un couple de transistors principaux formant boucle de réaction et un couple de transistors de commutation des impulsions de commande vers les transistors principaux, essentiellement caractérisé en ce que le courant injecté dans le montage est sensiblement constant et transféré d'un couple de transistors à l'autre aux instants des fronts avant et arrière desdites impulsions.

2° Montage basculeur électronique conforme au paragraphe 1°, dans lequel ce transfert du courant est obtenu à l'aide d'un premier transistor auxiliaire débloquent par lesdites impulsions et d'un second transistor auxiliaire alimenté à courant sensiblement constant, ledit premier transistor attaquant les transistors de commutation et ledit second transistor attaquant les transistors principaux, ces deux transistors auxiliaires étant montés et polarisés de telle manière que le débit du premier entraîne le blocage du second et vice-versa.

3° Montage basculeur électronique conforme au paragraphe 1°, dans lequel la charge de chacun des transistors principaux est constituée par un circuit de Boucherot qui le relie au transistor de commu-

tation correspondant.

4° Montage basculeur électronique conforme au paragraphe 3°, dans lequel la différence de potentiel continu nécessaire au fonctionnement des transistors principaux est fournie par des diodes de Zener.

5° Dispositif compteur d'impulsions comportant plusieurs étages basculeurs montés en cascade et conformes à l'un quelconque des paragraphes qui

précèdent, dans lequel les impulsions de blocage de chaque étage basculeur sont prélevées aux bornes de la bobine d'inductance de l'un des circuits de Boucherot de l'étage basculeur précédent.

Société dite : ROCHAR ÉLECTRONIQUE

Par procuration :

F. MARQUER

FIG.1

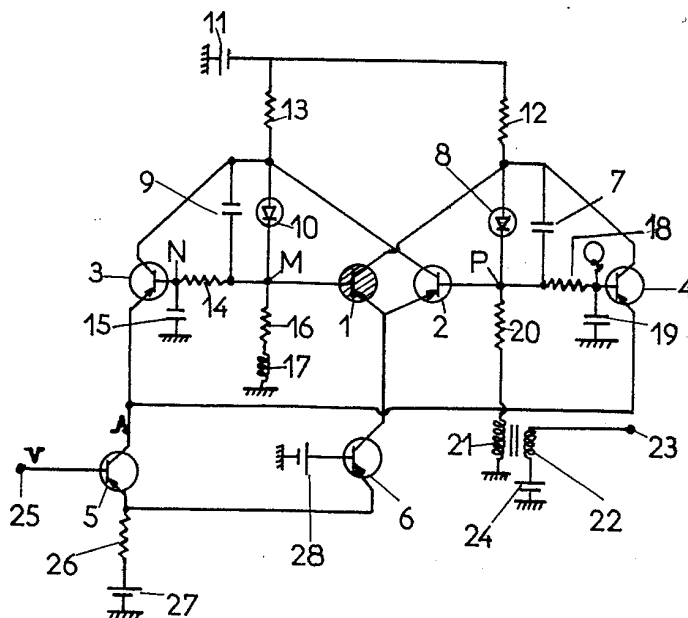


FIG.2

