RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 522 450**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) **N° 83 03267**

(54) **Amplificateur de puissance de classe BC.**

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). **H 03 F 3/20.**

(22) Date de dépôt ..... 28 février 1983.
(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *BG, 1er mars 1982, n° 55 581.*

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 35 du 2-9-1983.

(71) Déposant : VMEI « LENIN ». — BG.

(72) Invention de : Vassil Borissov Vassilev, Dimitar Metodiev Stojanov, Boris Vassilev Vassilev et Vassil Michajlov Sofijanski.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Malémont,
42, av. du Président-Wilson, 75116 Paris.

La présente invention se rapporte à un amplificateur de puissance de Classe BC, qui peut être utilisé dans des appareils d'amplification dans lesquels il est d'une importance primordiale de réduire à un minimum le volume, le poids, le coût et la consommation d'énergie par unité de puissance utile, ainsi que dans les cas où il est nécessaire de développer, à partir d'une source d'alimentation à courant continu à basse tension, une tension plus élevée pour alimenter une charge, sans utiliser pour autant un onduleur.

On connaît d'après le brevet bulgare n° 47170, un amplificateur de puissance de Classe BC qui comprend un montage en chaîne composé d'un préamplificateur push-pull symétrique, d'un préamplificateur intermédiaire et d'un amplificateur de puissance, dont les deux branches sont réalisées avec des transistors correspondants ayant des paramètres identiques et des types de conductions opposés, correspondant à la polarité de la source d'alimentation et sont formées d'un certain nombre d'étages d'amplification reliés en série, qui opèrent en Classe B, et au moins, un étage d'amplification, opérant en Classe C. L'émetteur du transistor correspondant, qui opère en Classe B, est connecté au pôle correspondant de la source d'alimentation par l'intermédiaire d'une diode de protection correspondante. Le point commun des collecteurs des deux transistors, qui opèrent en Classe B, sont reliés à l'une des extrémités de la résistance de charge, dont la seconde extrémité est à la masse. Les sorties du préamplificateur intermédiaire sont mises à la masse par un diviseur de tension résistif correspondant, dont les points intermédiaires sont reliés aux bases des transistors de comparaison correspondants, dont les émetteurs sont connectés, par l'intermédiaire de secondes diodes de protection, à l'extrémité active de la résistance de charge, et dont les collecteurs sont connectés aux bases des premiers étages d'amplification à transistors correspondants, qui opèrent en Classe C.

Le fonctionnement de cet amplificateur connu de Classe BC est le suivant.

Au repos, il s'établit à travers les transistors de l'amplificateur intermédiaire, un courant maximal qui est voisin du courant de saturation. A travers les transistors, qui opèrent en Classe B, circule un courant minimal jusqu'à ce que les transistors qui opèrent en Classe C, ainsi que les transistors de comparaison correspondants soient bloqués (Classe C).

Quand un signal apparaît à l'entrée de l'amplificateur, la branche supérieure ou inférieure de celui-ci est activée, selon la polarité du signal.

Quand le signal est faible (jusqu'à environ 50 % du maximum), le courant de la charge est commandé par les transistors qui opèrent en Classe B, cependant que l'énergie est fournie directement par la source à basse tension. Dans le cas d'un signal fort, les transistors de comparaison activent les transistors opérant en Classe C, qui sont alimentés par la source à tension élevée.

L'un des inconvénients de cet amplificateur et des autres amplificateurs analogues de la Classe BC réside dans le fait que pour obtenir un fonctionnement à deux niveaux, deux tensions d'alimentation différentes sont nécessaires, pour un fonctionnement à trois niveaux, trois tensions d'alimentation, etc. Ceci limite leur domaine d'applications et ce notamment, dans le cas des amplificateurs qui sont alimentés par le réseau alternatif ou par une source à courant continu au moyen d'onduleurs qui sont des dispositifs coûteux complexes et volumineux. Un autre inconvénient réside dans le fait que, dans le cas d'une source d'alimentation à tension élevée (par exemple, d'une batterie de véhicule automobile de 24 V), il n'est pas possible d'obtenir une tension de sortie élevée, notamment, une tension conforme à la charge, sans avoir recours à un transformateur de sortie élévateur, ce qui se traduit par une complication supplémentaire et une élévation du prix et du poids, ainsi que par une dégradation de toutes les grandeurs caractéristiques de l'amplificateur.

La présente invention s'est fixé pour but de procurer un amplificateur de puissance de Classe BC simplifié, à tension de sortie élevée.

Selon l'invention, ce but est atteint par un amplificateur de puissance de la classe BC, qui se compose d'un montage en chaîne d'un préamplificateur push-pull symétrique, d'un préamplificateur intermédiaire et d'un amplificateur de puissance dont les deux branches sont réalisées avec des transistors correspondants ayant les mêmes paramètres et des types de conduction opposés, correspondant à la polarité de la source d'alimentation, et sont formées d'un montage en série d'un étage d'amplification, qui opère en Classe B, et d'au moins un étage d'amplification, opérant en Classe C. L'émetteur du transistor de chaque branche, qui opère en Classe B, est relié au pôle correspondant de la source d'alimentation par une diode correspondante. Le point commun des collecteurs des deux transistors, qui opèrent en Classe B, sont reliés à l'une des extrémités de la résistance de charge, dont la seconde extrémité est à la masse . Les sorties du préamplificateur intermédiaire sont mises à la masse par un diviseur de tension résistif correspondant, dont les points intermédiaires

sont connectés aux bases des transistors de comparaison correspondants, dont les émetteurs sont reliés, par une seconde diode de protection correspondante, à l'extrémité active de la résistance de charge, tandis que son collecteur est relié à la base du premier étage de préamplificateur à transistors correspondant, opérant en Classe C. Les collecteurs des transistors de comparaison correspondants sont reliés aux bases des transistors correspondants opérant en Classe C, par l'intermédiaire d'une résistance correspondante. Les émetteurs des premiers transistors, qui opèrent en Classe C, sont reliés au condensateur de charge correspondant , dont les secondes bornes sont reliées aux émetteurs du transistor correspondant qui opère en Classe B. Les collecteurs des transistors de comparaison correspondants sont aussi reliés aux émetteurs des seconds transistors de comparaison par une troisième diode de protection correspondante, tandis que les bases de tous les seconds transistors de comparaison sont reliées aux pôles correspondants de la source d'alimentation par une quatrième diode de protection correspondante, ainsi qu'aux collecteurs des transistors précédents, qui opèrent en Classe C, et aux émetteurs des transistors suivants, qui opèrent en Classe C, par un condensateur de charge correspondant. Les collecteurs des seconds transistors de comparaison sont reliés, par des résistances correspondantes, aux bases des transistors suivants, qui opèrent en Classe C. Les collecteurs des derniers transistors de comparaison des deux branches sont connectés aux bases des derniers transistors correspondants, qui opèrent en Classe C et ce notamment, par une cinquième diode de protection correspondante. L'extrémité active de la résistance de charge est reliée aux entrées des étages de commutation correspondants, dont les sorties sont connectées aux émetteurs des transistors correspondants, qui opèrent en Classe C.

Les étages de commutation peuvent respectivement être réalisés avec deux transistors ayant le même mode de conduction, qui correspond à la polarité de la tension d'alimentation. Les bases du premier transistor de commutation sont reliées, par une sixième diode de protection, à la jonction des deux résistances des diviseurs d'entrée, tandis que leurs collecteurs sont connectés, par des résistances de charge correspondantes, aux pôles correspondants de la source d'alimentation et aux bases des seconds transistors de commutation, les émetteurs de ces derniers étant mis à la masse conjointement avec les émetteurs des premiers transistors de commutation et avec les extrémités passives des diviseurs de tension d'entrée à deux résistances, tandis que leurs collecteurs

constituent des sorties des étages de commutation.

Les étages de commutation peuvent aussi être réalisés respectivement avec un transistor de commutation dont le mode de conduction correspond à la polarité de la tension d'alimentation et dont le collecteur est à la masse, tandis que sa base est reliée à l'entrée de l'étage de commutation par une résistance, et son émetteur constitue la sortie de l'étage de commutation.

Les avantages de l'amplificateur de Classe BC selon l'invention résident dans sa structure simplifiée et dans sa tension de sortie augmentée.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, faite à titre d'exemple non limitatif en référence au dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1 est un schéma de principe de l'amplification selon l'invention ;
- la figure 2 représente un mode de réalisation possible de l'étage de commutation ; et
- la figure 3 représente un autre mode de réalisation possible de l'étage de commutation.

L'amplificateur de puissance de classe BC selon l'invention, représenté sur la figure 1, est formé par le montage en chaîne d'un préamplificateur push-pull symétrique 1, d'un préamplificateur intermédiaire 2 et d'un amplificateur de puissance. Les deux branches 3 de l'amplificateur de puissance sont réalisées avec des transistors correspondants, ayant les mêmes paramètres et une conductibilité inverse qui correspond à la polarité de la source d'alimentation. Chaque branche 3 se compose d'un étage d'amplification 4 opérant en Classe B, en série, avec au moins un étage d'amplification 5.1, qui opère en Classe C. L'émetteur du transistor 4, qui opère en Classe B, est relié au pôle correspondant de la source d'alimentation par une diode de protection correspondante 6. Le point commun des collecteurs des deux transistors 4, qui opèrent en Classe B, sont reliés à l'une des extrémités de la résistance de charge 7, dont la seconde extrémité est à la masse. Les sorties de l'amplificateur intermédiaire 2 sont mises à la masse par des diviseurs de tension de sortie à résistances 8 et 9, dont les points intermédiaires sont reliés à la base d'un transistor de comparaison correspondant 10 dont l'émetteur est connecté, à travers une seconde diode de protection 11, à l'extrémité active ou "chaude" de la résistance de charge 7. Les collecteurs des transistors de comparaison 10 sont respectivement reliés aux bases des premiers étages d'amplification à transistor 5.1 corres-

pondants, qui opèrent en Classe C, au moyen d'une résistance correspondante 12.1. Les émetteurs des premiers transistors 5.1, qui opère en Classe C, des deux branches 3 de l'étage d'amplification de puissance sont reliés à un condensateur de charge correspondant 13.1, dont la seconde borne est connectée à l'émetteur du transistor 4 correspondant, opérant en Classe B. Les collecteurs des transistors de comparaison correspondants 10 sont aussi connectés aux émetteurs des transistors de comparaison correspondants 14.1 par des troisièmes diodes de comparaison 15.1. Les bases de tous les seconds transistors de comparaison 14.i sont reliées ensemble au pôle correspondant de la source d'alimentation à travers une quatrième diode de protection 16.i, ainsi qu'au collecteur du transistor précédent 5.i-1 qui opère en Classe C, et aux émetteurs des transistors suivants 5.i+1, qui opérant en Classe C, et ce par l'intermédiaire d'un condensateur de charge correspondant 13.i+1. Les collecteurs des seconds transistors de comparaison 14.i sont reliés aux bases des transistors suivants correspondants 5.i+1, qui opèrent en Classe C, par l'intermédiaire d'une résistance correspondante 12.i+1. Les collecteurs des derniers transistors de comparaison 14.n-1 des deux branches 3 sont connectés aux bases des derniers transistors 5.n, qui opèrent en Classe C, par l'intermédiaire d'une cinquième diode de protection correspondante 15n. L'extrémité active de la résistance de charge 7 est reliée aux entrées des étages de commutation correspondants 17-i, dont les sorties sont reliées aux émetteurs des transistors correspondants 5.i, qui opèrent en Classe C.

L'étage de commutation 17.i peut être réalisé avec deux transistors ayant le même type de conduction (figure 2) correspondant à la polarité de la source d'alimentation. La base du premier transistor de commutation 18.i est reliée, par l'intermédiaire d'une sixième diode de protection 19.i, au point milieu d'un second diviseur de tension à résistance 20.i et 21.i. Son collecteur est relié, d'une part, par une résistance de charge correspondante 22.i, au pôle correspondant de la source d'alimentation et d'autre part à la base d'un second transistor de commutation 23.i, dont l'émetteur est mis à la masse, conjointement avec l'émetteur du premier transistor de commutation 18.i et, l'extrémité passive du diviseur de tension d'entrée à deux résistances 20.i et 21.i. Le collecteur du second transistor de commutation 23.i constitue la sortie de l'étage de commutation 17.i.

Selon la figure 3, l'étage de commutation 17.i peut être réalisé avec

un transistor de commutation 24.i ayant un mode de conduction correspondant à la polarité de la source d'alimentation, et dont le collecteur est à la masse et la base est reliée à l'entrée de l'étage de commutation 17.i par la résistance 25.i, tandis que son émetteur constitue la sortie de l'étage de commutation 17.i.

Le fonctionnement de l'amplificateur de puissance de Classe BC qui fait l'objet de l'invention est le suivant :

Au repos, il s'établit dans les transistors du préamplificateur intermédiaire 2, un courant maximal qui est voisin du courant de saturation. Dans les transistors 4, le courant est minimal jusqu'à ce que les transistors 5.i qui opèrent en Classe C, ainsi que les transistors de comparaison 11 et 14.1 soient bloqués. A travers les transistors de commutation 23.i ou 24.i, les condensateurs 13.i se chargent à une tension qui est égale à la tension d'alimentation E.

A l'apparition d'un signal négatif à l'entrée du préamplificateur intermédiaire 2, la branche supérieure 3 est activée. Un courant circule de +E, à travers la diode de protection 6. Lorsque le signal dépasse un certain niveau, qui correspond à la tension de sortie, voisine de la tension d'alimentation E, commence la première période de commutation , le transistor de comparaison 10 devient conducteur et active le transistor 5.1, lequel opère en Classe C. A la source d'alimentation +E, jusque là en action, est connecté en série à travers la diode de commutation 16.1 et par la jonction collecteur-émetteur du transistor 5.1, le condensateur de charge 13.1 chargé à la tension E. Ainsi, la tension d'alimentation totale est 2E. Quand la tension de sortie approche de la valeur 2E, la différence de potentiels entre le collecteur du transistor 10 et le collecteur du transistor 5.1 devient suffisamment élevée pour que les conditions nécessaires à la conduction du premier des seconds transistors de comparaison 14.1 de la branche 3 soient remplies. Celui-ci, de son côté, active le troisième étage de l'amplificateur à savoir le transistor 5.2 et le condensateur de charge 13.2, et une seconde période de commutation commence avec un second intervalle de pointe. Au cours de l'alternance suivante, les condensateurs de charge 13.i de cette branche sont rechargés par la source d'alimentation +E, par l'intermédiaire des étages de commutation correspondants 17.i. Le mode de fonctionnement de la branche inférieure est exactement le même.

Le rapport des résistances du diviseur d'entrée 20.i, 21.i de l'étage

de commutation 17.i (figure 2) détermine le commencement de la période de commutation correspondante et la distribution des puissances réparties entre les transistors, qui opèrent en Classe B, et des transistors qui opèrent en Classe C. Lorsque le contrôle de cette distribution n'est pas obligatoire, l'entrée de chaque étage de commutation 17.i, au lieu d'être connectée à la sortie de l'amplificateur, peut être reliée au collecteur du transistor de comparaison correspondant 10 et 14.i.

Dans le cas où il est nécessaire de travailler avec une tension deux fois plus élevée dans certains des étages (à l'exception du premier - Classe B), l'extrémité à la masse de l'étage de commutation correspondant 17.i, au lieu d'être connectée au point central de la source d'alimentation, peut être reliée au pôle opposé de la même source.

Dans le cas où les puissances sont faibles, il est possible de simplifier l'étage de commutation (figure 3). Dans ce cas, les entrées respectives de deux étages de commutation correspondants 17.i de la branche supérieure et de la branche inférieure 3 doivent être reliées ensemble.

Dans le cas où la source d'alimentation n'a pas de point central, celui-ci peut être réalisé artificiellement, de manière connue, à l'aide d'un ou de deux condensateurs de grande capacité.

REVENDICATIONS

1. Amplificateur de puissance de Classe BC, qui se compose d'un montage en chaîne d'un préamplificateur push-pull symétrique (1) d'un préamplificateur intermédiaire (2) et d'un amplificateur de puissance dont les deux branches (3) sont réalisées avec des transistors correspondants ayant les mêmes paramètres et des modes de conduction opposés, correspondant à la polarité de la source d'alimentation, et sont formées d'un montage en série d'un étage d'amplification, qui opère en Classe B, et d'au moins un étage d'amplification, opérant en Classe C, l'émetteur du transistor de chaque branche, qui opère en Classe B étant relié au pôle correspondant de la source d'alimentation par une diode correspondante tandis que le point commun des collecteurs des deux transistors, qui opèrent en Classe B, sont reliés à l'une des extrémités de la résistance de charge, dont la seconde extrémité est à la masse, tandis que les sorties de préamplificateur intermédiaire sont mises à la masse par un diviseur de tension à résistances correspondant, dont les points intermédiaires sont connectés aux bases des transistors de comparaison correspondants, dont les émetteurs sont reliés, par une seconde diode de protection correspondante, à l'extrémité active de la résistance de charge, tandis que son collecteur est relié à la base du premier étage de préamplification à transistors correspondant, opérant en Classe C, caractérisé en ce que le collecteur du transistor de comparaison correspondant (10) est relié à la base du premier transistor correspondant (5.1), qui opère en Classe C, par une résistance correspondante (12.1), tandis que l'émetteur du premier transistor correspondant (5.1), qui opère en Classe C, est relié à un condensateur de charge correspondant (13.1) dont la seconde borne est connectée à l'émetteur du transistor correspondant (4), lequel opère en Classe B, tandis que le collecteur du transistor de comparaison correspondant (10) est aussi relié à l'émetteur d'un second transistor de comparaison (14.1) par l'intermédiaire d'une troisième diode de protection correspondante (15.1), cependant que la base de chacun des seconds transistors de comparaison (14.i) est reliée en même temps au pôle correspondant de la source d'alimentation à travers une quatrième diode de protection (16.i), au collecteur du transistor précédent correspondant (5.i), qui opère en Classe C et à l'émetteur du transistor correspondant suivant (5.i+1) qui opère en Classe C par un condensateur de charge correspondant (13.i+1), tandis que le collecteur de chacun des seconds transistors de comparaison (14.i) est relié à la base du transistor correspon-

dant suivant (5.i+1), lequel opère en Classe C, par l'intermédiaire d'une résistance correspondante (12.i+1), cependant que le collecteur du dernier transistor de comparaison correspondant (14.n-1) est relié à la base du dernier transistor correspondant (5.n), opérant en Classe C, par une cinquième diode de protection correspondante (15.n), tandis que l'extrémité active de la résistance de charge (7) est reliée aux entrées des étages de commutation correspondants (17.i), dont les sorties sont connectées aux émetteurs des transistors correspondants (5.i) qui opèrent en Classe C.

2. Amplificateur de puissance de Classe BC selon la revendication 1, caractérisé en ce que les étages de commutation (17.i) sont réalisés respectivement avec deux transistors ayant le même type de conduction, correspondant à la polarité de la tension d'alimentation, tandis que la base du premier transistor de commutation (18.i) est connectée, par l'intermédiaire d'une sixième diode (19.i), à la jonction des deux résistances du diviseur de tension d'entrée (20.i et 21.i), dont le collecteur est connecté, par une résistance de charge correspondante (22.i) au pôle correspondant de la source d'alimentation et à la base d'un second transistor de commutation (23.i), dont l'émetteur est mis à la masse, conjointement avec l'émetteur du premier transistor de commutation (18.i) et de l'extrémité passive du diviseur de tension d'entrée à deux résistances (20.i et 21.i), cependant que son collecteur constitue la sortie de l'étage de commutation (17.i).

3. Amplificateur de puissance de Classe BC selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étage de commutation (17.i) est réalisé avec un transistor de commutation (21.i) dont la conductibilité correspond à la polarité de la source d'alimentation, dont le collecteur est à la masse, et dont la base est reliée, par l'intermédiaire d'une résistance (25.i), à l'entrée de l'étage de commutation (17.i), tandis que son émetteur constitue la sortie de l'étage de commutation (17.i).

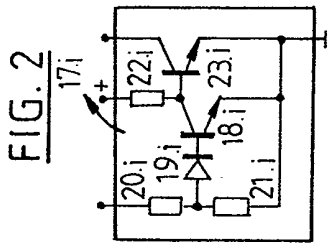

FIG. 2

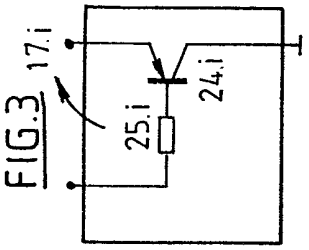

FIG.3

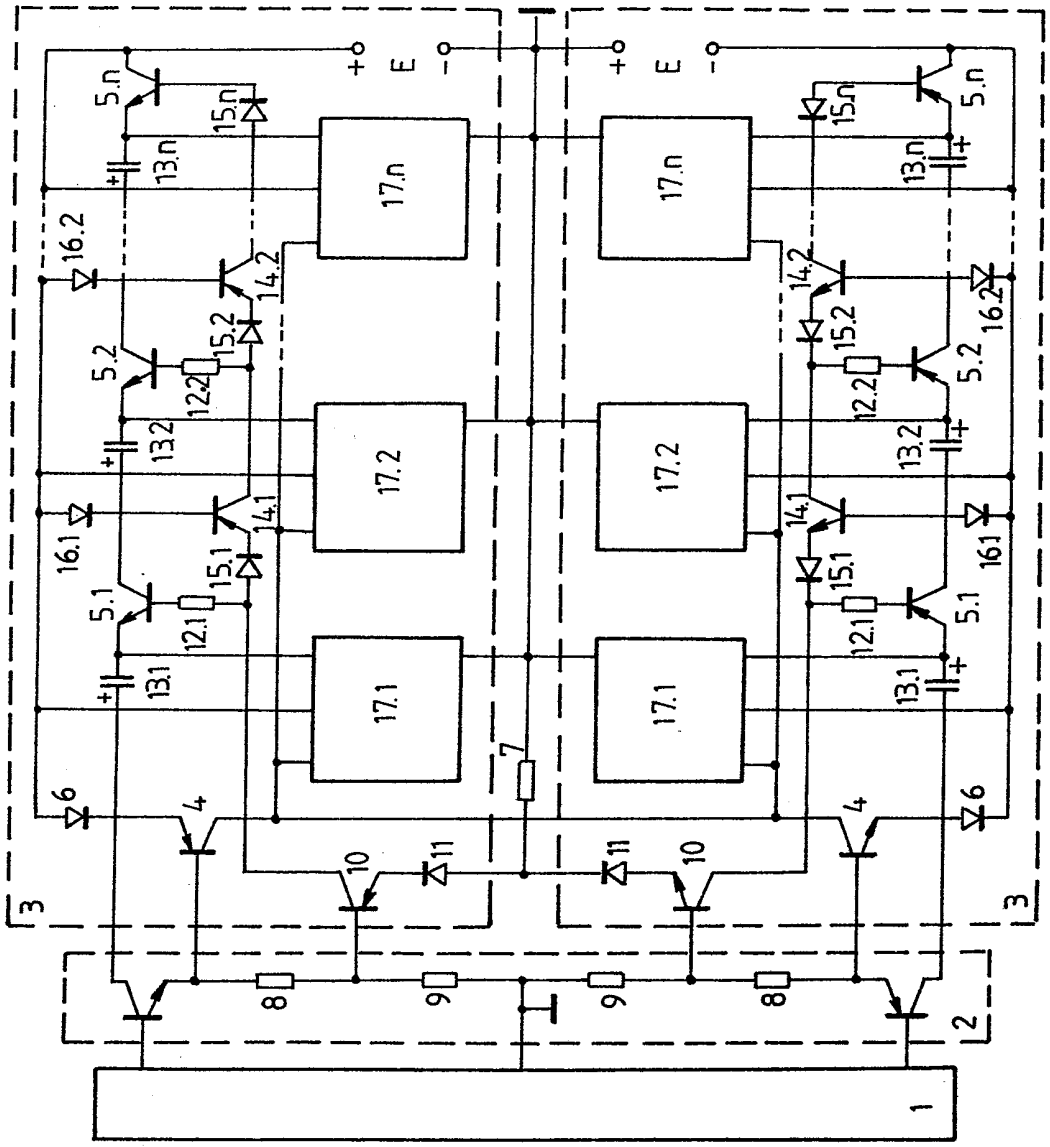

FIG.1