

⑭

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑮ Date de dépôt : 08.12.92.

⑯ Priorité : 09.12.91 FI 915781.

⑰ Date de la mise à disposition du public de la demande : 11.06.93 Bulletin 93/23.

⑱ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑲ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑳ Demandeur(s) : ABB STRÖMBERG DRIVES OY — FI.

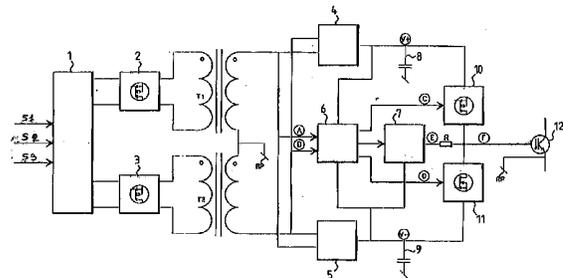
㉑ Inventeur(s) : Miettinen Erkki.

㉒ Titulaire(s) :

㉓ Mandataire : Cabinet Laurent & Charras.

㉔ Circuit de commande pour un commutateur à semi-conducteurs.

㉕ L'invention concerne un circuit de commande de commutateur à semi-conducteurs comprenant une unité logique de temporisation (1), un premier et un second drivers (2, 3) commandés par l'unité logique de temporisation, un premier et un second transformateurs (T1, T2) auxquels les premier et second drivers (2, 3) respectivement appliquent un signal de tension alternative non modulée (A, B) pour amener le commutateur à semi-conducteurs à un état conducteur et non conducteur respectivement, et dont les enroulements secondaires sont reliés aux extrémités opposées à un potentiel de référence (RP); un premier et un second redresseurs (4, 5) pour redresser les tensions continues (V+, V-) de polarité opposée d'une tension (A, B) agissant aux enroulements secondaires des transformateurs un premier et un second drivers (10, 11) pour maintenir le commutateur à semiconducteurs (12) à l'état conducteur et non conducteur, respectivement; et des condensateurs (8, 9) pour stocker l'énergie d'amorçage et de blocage du commutateur à semi-conducteurs respectivement.



FR 2 684 819 - A1



-1-

Circuit de commande pour un commutateur à semi-conducteurs

5 Cette invention concerne un circuit de commande pour un commutateur à semi-conducteurs, comprenant un groupe de commande et un transformateur relié à celui-ci pour produire un signal en tension alternative à l'enroulement secondaire du transformateur, le signal en tension alternative contenant des
10 informations ^{etc} de commande et l'énergie de commande pour le commutateur à semi-conducteurs ; un redresseur relié à l'enroulement secondaire du transformateur pour produire une tension continue pour commander le commutateur à semi-conducteurs; un circuit logique pour séparer les informations de commande
15 contenues dans la tension secondaire du transformateur provenant de la tension ^{de} secondaire ; et un driver commandé par le circuit logique pour commander le commutateur à semi-conducteurs, l'électrode d'émetteur du commutateur à semi-conducteurs étant reliée à un potentiel de référence.

20 Unitrode Integrated Circuits Corporation, USA, par exemple, a conçu un circuit de commande du type ci-dessus pour un commutateur à semi-conducteurs, comme un transistor à effet de champ, pour sa paire de circuits UC3724 et UC3725. En raison du transformateur, qui transmet à la fois la puissance voulue
25 et les signaux de commande, le circuit de commande assure l'isolation galvaniquement. Pour faire passer les signaux de commande dans le transformateur, le signal en tension alternative à appliquer au transformateur est modulé ; dans ce cas spécifique, le coefficient d'utilisation du signal en tension alternative est
30 modifié. Un circuit logique contenu dans le circuit est en mesure de déceler le changement du coefficient d'utilisation et de répondre au changement en changeant le signal de commande à appliquer du circuit à la gâchette du commutateur à semi-conducteurs, le signal de commande amenant le commutateur
35

à semi-conducteurs à un état conducteur ou non conducteur.

Même si un tel circuit de commande est structurellement très simple, il présente certains inconvénients. Tout d'abord, il ne peut changer le niveau de potentiel appliqué à l'électrode de commande du commutateur à semi-conducteurs qu'à partir d'un potentiel de référence, auquel l'électrode d'émetteur du commutateur à semi-conducteurs est reliée, à un potentiel positif qui est essentiellement déterminé par la tension secondaire du transformateur. De plus, il faut des structures de circuit appropriées pour modifier le coefficient d'utilisation du signal en tension alternative à appliquer au transformateur. De même, la détection du changement du coefficient d'utilisation exige qu'un circuit de détection adéquat, comme un comparateur d'hystérésis, soit inclus dans le circuit de commande.

15 L'objet de la présente invention est de fournir un circuit de commande pour un commutateur à semi-conducteurs dans lequel il ne soit pas nécessaire de moduler le signal en tension alternative à appliquer au transformateur et dans lequel la tension à appliquer à l'électrode de commande du commutateur à semi-conducteurs puisse avoir une valeur négative, ainsi qu'une valeur positive. Par conséquent, le circuit de commande conforme à l'invention convient particulièrement pour commander un IGBT (transistor bipolaire à gâchette isolée) alors qu'il est également capable de commander de façon fiable un autre type de commutateurs à semi-conducteurs pouvant être commandés par une gâchette ou une électrode de commande similaire, comme des transistors à effet de champ ou des thyristors blocables.

Pour réaliser l'objet ci-dessus, le circuit de commande du commutateur à semi-conducteurs conforme à l'invention est caractérisé en ce que le groupe de commande comprend une unité logique de temporisation et un premier et un second drivers commandés par l'unité logique de temporisation, et le

- 3 -

transformateur comprend un premier et un second transformateurs, auxquels le premier et le second drivers respectivement appliquent un signal en tension alternative non modulée pour amener le commutateur à semi-conducteurs à un état conducteur et non
5 conducteur, respectivement, et dont les enroulements secondaires sont reliés à leurs extrémités opposées à ce potentiel de référence ; le redresseur comprend un premier et un second redresseurs pour redresser^{etc} une tension continue positive et une tension continue négative par rapport au potentiel de référence
10 respectivement, à partir de la tension agissant aux enroulements secondaires des transformateurs ; le driver commandé par le circuit logique comprend un premier et un second drivers pour maintenir le commutateur à semi-conducteurs à l'état conducteur et non conducteur respectivement ; et en ce que le circuit de commande
15 comprend de plus des condensateurs reliés aux sorties des redresseurs pour stocker l'énergie d'amorçage et de blocage du commutateur à semi-conducteurs, respectivement.

Puisque le circuit de commande est divisé par rapport à l'application du signal de commande en deux voies parallèles
20 séparées, et que le signal amenant le commutateur à semi-conducteurs à un état conducteur est appliqué par une voie et le signal amenant le commutateur à semi-conducteurs à un état non conducteur est appliqué par l'autre voie, les signaux peuvent être des signaux en tension alternative non modulée identiques.
25 Puisque les transformateurs, par lesquels les signaux en tension alternative sont appliqués à une partie du circuit produisant le signal de commande pour le commutateur à semi-conducteurs, sont reliés aux extrémités opposées de leurs enroulements secondaires à un potentiel de référence auquel l'électrode
30 d'émetteur du commutateur à semi-conducteurs est également reliée, il est possible de redresser un niveau à la fois positif et négatif de tension continue au potentiel de référence à partir du

secondaire du transformateur. Pour les niveaux de tension continue, le circuit comprend également un moyen de stockage d'énergie utilisé comme source de courant de commande pour amorcer et bloquer le commutateur à semi-conducteurs. En particulier avec IGBT, 5 le courant de commande nécessaire est initialement relativement élevé, mais diminue rapidement après l'amorçage ou le blocage même à un niveau très bas.

De préférence, le circuit de commande selon l'invention comprend de plus un driver de blocage en court-circuit commandé 10 par un circuit logique pour brancher l'électrode de commande du commutateur à semi-conducteurs à la source d'énergie de blocage lorsque le courant traversant le commutateur à semi-conducteurs dépasse une valeur prédéterminée.

Puisque seuls des demi-cycles positifs sont appliqués à partir 15 de la logique de temporisation par un transformateur à une vitesse réduite, et en alternance avec cela, seuls des demi-cycles négatifs par l'autre transformateur, les drivers amenant le commutateur à semi-conducteurs à un état conducteur ou non conducteur peuvent être débranchés du circuit de commande. Dans cette situation, 20 l'électrode de commande du commutateur à semi-conducteurs peut être contrainte à prendre un potentiel négatif d'une manière contrôlée au moyen du driver de blocage en court-circuit, ce qui bloque convenablement le commutateur à semi-conducteurs.

On décrira ci-après le circuit de commande selon l'invention 25 d'une façon plus détaillée en se référant au plan ci-joint où:

La Figure 1 est un schéma de principe illustrant la structure du circuit de commande selon l'invention ; et

La Figure 2 illustre les formes d'ondes des signaux ce qui facilite la compréhension du fonctionnement du circuit de commande 30 illustré à la Figure 1.

Le circuit de commande selon l'invention illustré à la Figure 1 comprend une logique de temporisation 1 qui reçoit un signal(S1)

- 5 -

de MARCHE/ARRET amenant un commutateur à semi-conducteurs 12
à un état conducteur/non conducteur ; un signal \overline{d} d'horloge CLOCK;
et un signal $\overline{S3}$ SURINTENSITE indiquant un état de surintensité du
commutateur à semi-conducteurs. L'unité de logique de temporisation
5 1 commande deux drivers 2 et 3 qui appliquent un signal à ondes
carrées en tension alternative d'une fréquence souhaitée, comme
environ 2 MHz, aux transformateurs T1 et T2. Les drivers 2 et
3 sont commandés en alternance de telle sorte que lorsque l'unité
logique de temporisation reçoit le signal de commande MARCHE
10 rendant le commutateur à semi-conducteurs 12 conducteur, le driver
2 seul applique le signal en tension alternative correspondant
au transformateur T1, et donc rend le commutateur 12 non
conducteur, et pour le maintenir dans cet état, le driver 3 seul
applique le signal en tension alternative correspondant au
15 transformateur T2.

Les enroulements secondaires des transformateurs T1 et T2
sont reliés à leurs bornes opposées à un potentiel de référence
RP. La tension alternative aux enroulements secondaires est
redressée à la fois par un redresseur 4 et un redresseur 5. Les
20 tensions sont également appliquées à une logique de détection
de niveau 6, dont l'objet est de détecter par quel transformateur
(T1 ou T2) le signal en tension alternative est appliqué. En
réponse à ces informations, la logique de détection de niveau
6 commande soit un driver 10 soit un driver 11. Le driver 10
25 relie la gâchette du commutateur 12 à la sortie du redresseur
4 alors que le driver 11 relie la gâchette du commutateur 12
à la sortie du redresseur 5. Dans ces situations, la gâchette
du commutateur à semi-conducteurs 12 est reliée soit à une tension
positive produite par le redresseur 4 soit à une tension négative
30 produite par le redresseur 5 lorsque les niveaux de tension sont
comparés au potentiel de référence, auquel l'électrode d'émetteur
du commutateur à semi-conducteurs est reliée.

Pour produire les courants d'amorçage et blocage nécessaires, un condensateur 8 et 9 est relié entre le redresseur 4 et le driver 10 et entre le redresseur 5 et le driver 11, respectivement. Les condensateurs sont chargés pendant quelques périodes d'horloge 5 jusqu'aux niveaux de tension de sortie des redresseurs et ont une capacité telle qu'ils sont capables de fournir un courant suffisant pour contrôler le commutateur à semi-conducteurs 12.

Le circuit¹⁰ représenté à la Figure 1 comprend de plus un driver de blocage à court-circuit 7 commandé par le circuit logique 10 de détection de niveau 6 et capable de relier la gâchette du commutateur 12 par une résistance R à la source du potentiel négatif 9. De cette façon, le blocage s'effectue correctement.

La Figure 2 montre les formes d'onde de tension facilitant la compréhension du fonctionnement du circuit de la Figure 1. 15 En haut, est illustrée une SURINTENSITE, qui est initialement à un niveau bas et ensuite monte à un niveau plus élevé lorsqu'il y a surintensité. La forme d'onde suivante représente un signal MARCHE/ARRET amenant alternativement le commutateur à semi-conducteurs à un état conducteur/non conducteur. Par la 20 suite, est illustré un signal d'horloge CLOCK, qui est un signal à ondes carrées d'une fréquence souhaitée. Correspondant au signal MARCHE/ARRET, les signaux A et B représentent les tensions secondaires des transformateurs T1 et T2. Les signaux de commande C et D sont dérivés de la logique de détection de niveau 6 pour 25 les drivers 10 et 11 sur la base des signaux A et B. Un signal E, à son tour, est le signal de sortie du driver de blocage en court-circuit. Il est dans un état de haute impédance lorsque le signal MARCHE/ARRET est en état de MARCHE, et en état de basse impédance lorsque le signal est en état d'ARRET et en particulier 30 après la transition du signal de surintensité à sa valeur plus élevée indiquant un état de surintensité. Un signal F, à son tour, est un signal appliqué à la gâchette du commutateur 12

et comprenant une période durant laquelle le commutateur est conducteur, une période durant laquelle le commutateur est non conducteur et une période durant laquelle le commutateur est conduit à passer de l'état conducteur à l'état non conducteur
5 grâce au driver de blocage en court-circuit.

Une idée de base du circuit de commande selon l'invention consiste à utiliser deux transformateurs séparés T1 et T2 pour transmettre à la fois les informations et l'énergie. Les informations sont transmises par le transformateur comme une
10 salve à ondes carrées symétriques, entièrement non-modulées synchronisée avec le signal d'horloge commun CLOCK (voir Figure 2, signaux A et B) et ayant une durée égale à celle de l'état conducteur ou non conducteur du semi-conducteur. Par conséquent, les signaux d'amorçage et de blocage sont continus. Le
15 transformateur T1 transmet les informations sur l'amorçage du semi-conducteur alors que le transformateur T2 informe sur le blocage. Dans toutes les situations, un seul transformateur est en service à la fois. La synchronisation permet un branchement parallèle d'un certain nombre de drivers de gâchette pour commander
20 les semi-conducteurs montés en parallèle.

Dans l'onde carrée A transmise par le transformateur T1, chaque demi-cycle positif signifie que le driver de puissance 11 est positivement contraint à prendre un état non-conducteur; de même, chaque demi-cycle négatif signifie que le driver de
25 puissance 10 est positivement contraint de conduire. Cela signifie qu'une charge positive est appliquée à la gâchette du semi-conducteur, le potentiel de la gâchette approchant une tension d'alimentation V+. En d'autres termes, le commutateur à semi-conducteurs est amorcé. Puisque la commande du transformateur
30 T1 commence toujours avec un demi-cycle positif, le driver de puissance 11 a le temps de se bloquer pendant ce demi-cycle avant que le driver de puissance 10 ne soit amorcé (temps mort)^(TM), de

telle sorte qu'un raté du driver de gâchette soit empêché. Le temps mort peut être réglé en faisant varier la fréquence d'horloge. L'énergie d'amorçage nécessaire provient du moyen de stockage d'énergie 8, qui est immédiatement rechargé en quelques
5 périodes d'horloge pour compenser l'énergie dissipée.

Dans l'onde carrée B transmise par le transformateur T2, chaque demi-cycle négatif signifie que le driver de puissance 10 est positivement contraint de prendre un état non conducteur; de même, chaque demi-cycle positif signifie que le driver de
10 puissance 11 est positivement contraint de conduire. Cela signifie qu'une charge négative est appliquée à la gâchette du semi-conducteur, le potentiel de la gâchette approchant une tension d'alimentation V_- . En d'autres termes, le commutateur à semi-conducteurs est bloqué. Puisque la commande du transformateur
15 T2 commence toujours avec un demi-cycle négatif, le driver de puissance 10 a le temps de bloquer pendant le demi-cycle avant que le driver de puissance 11 ne soit amorcé (temps mort), ce qui empêche un raté du driver de la gâchette. Le temps mort peut être réglé en faisant varier la fréquence d'horloge. L'énergie
20 de blocage nécessaire provient du moyen de stockage d'énergie 9, qui est immédiatement rechargé en quelques périodes d'horloge pour compenser l'énergie dissipée.

Dans une situation de court-circuit, la SURINTENSITE du signal provenant d'une logique extérieure contraint la logique de
25 temporisation 1 à appliquer, en alternance et à une vitesse réduite, des demi-cycles positifs au transformateur T1 et des demi-cycles négatifs au transformateur T2. Suivant description ci-dessus, les demi-cycles positifs provenant de T1 forcent le driver de puissance 11 à prendre un état non conducteur, et les
30 demi-cycles négatifs de T2 forcent le driver de puissance 10 à faire de même. En d'autres termes, la gâchette est débranchée des deux moyens de stockage d'énergie. Le driver de blocage en

court-circuit 7 relie la gâchette par une résistance de blocage R au moyen de stockage d'énergie négatif 9 si les deux drivers de puissance ont simultanément été contraints de prendre un état non conducteur. De cette façon, le blocage s'effectue correctement.

5 Le circuit de commande de commutateur à semi-conducteurs selon l'invention a été décrit ci-dessus à titre d'exemple par une seule réalisation spécifique, et il est bien entendu qu'elle peut être modifiée à certains égards, en particulier selon les propriétés du commutateur à semi-conducteurs pour être contrôlée
10 dans chaque cas particulier sans s'écarter cependant du domaine de protection défini dans les revendications ci-jointes.

-10-

Revendications :

1. Un circuit de commande pour un commutateur à semi-conducteurs, comprenant :

un groupe de commande (1 à 3) et un transformateur (T1, T2) qui lui est relié pour produire un signal en tension alternative 5 (A, B) dans l'enroulement secondaire du transformateur, le signal en tension alternative contenant des informations de commande et l'énergie de commande pour le commutateur à semi-conducteurs (12) ;

un redresseur (4, 5) relié à l'enroulement secondaire du 10 transformateur (T1, T2) pour produire une tension continue (V+, V-) pour commander le commutateur à semi-conducteurs ;

un circuit logique (6) pour séparer les informations de commande contenues dans la tension secondaire du transformateur à partir de la tension secondaire, et un driver (10, 11) commandé 15 par le circuit logique (6) pour commander le commutateur à semi-conducteurs (12), l'électrode d'émetteur du commutateur à semi-conducteurs étant reliée à un potentiel de référence (RP)

caractérisé en ce que :

le groupe de commande comprend une unité logique de 20 temporisation (1), et un premier et un second drivers (2, 3) commandés par l'unité logique de temporisation (1) et le transformateur comprend un premier et un second transformateurs (T1, T2), auxquels le premier et le second drivers (2, 3) respectivement appliquent un signal en tension alternative non 25 modulé (A, B) pour amener le commutateur à semi-conducteurs à un état conducteur et non conducteur, respectivement, et dont les enroulements secondaires sont reliés à leurs extrémités opposées à ce potentiel de référence (RP) ;

le redresseur comprend un premier et un second redresseurs 30 (4, 5) pour redresser une tension continue positive (V+) et une tension continue négative (V-) par rapport au potentiel de

-11-

référence respectivement à partir de la tension (A, B) agissant aux enroulements secondaires des transformateurs ;

le driver commandé par le circuit logique (6) comprend un premier et un second drivers (10, 11) pour maintenir le commutateur à semi-conducteurs à l'état conducteur et non conducteur respectivement ; et

en ce que le circuit de commande comprend de plus des condensateurs (8, 9) reliés aux sorties des redresseurs pour stocker l'énergie d'amorçage et de blocage du commutateur à semi-conducteurs respectivement ;

2. Un circuit de commande selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend de plus un driver de blocage en court circuit (7) commandé par le circuit logique (6) pour relier l'électrode de commande du commutateur à semi-conducteurs (12) à une source d'énergie de blocage (V-) lorsqu'un courant passant par le commutateur à semi-conducteurs dépasse une valeur prédéterminée.

15

16

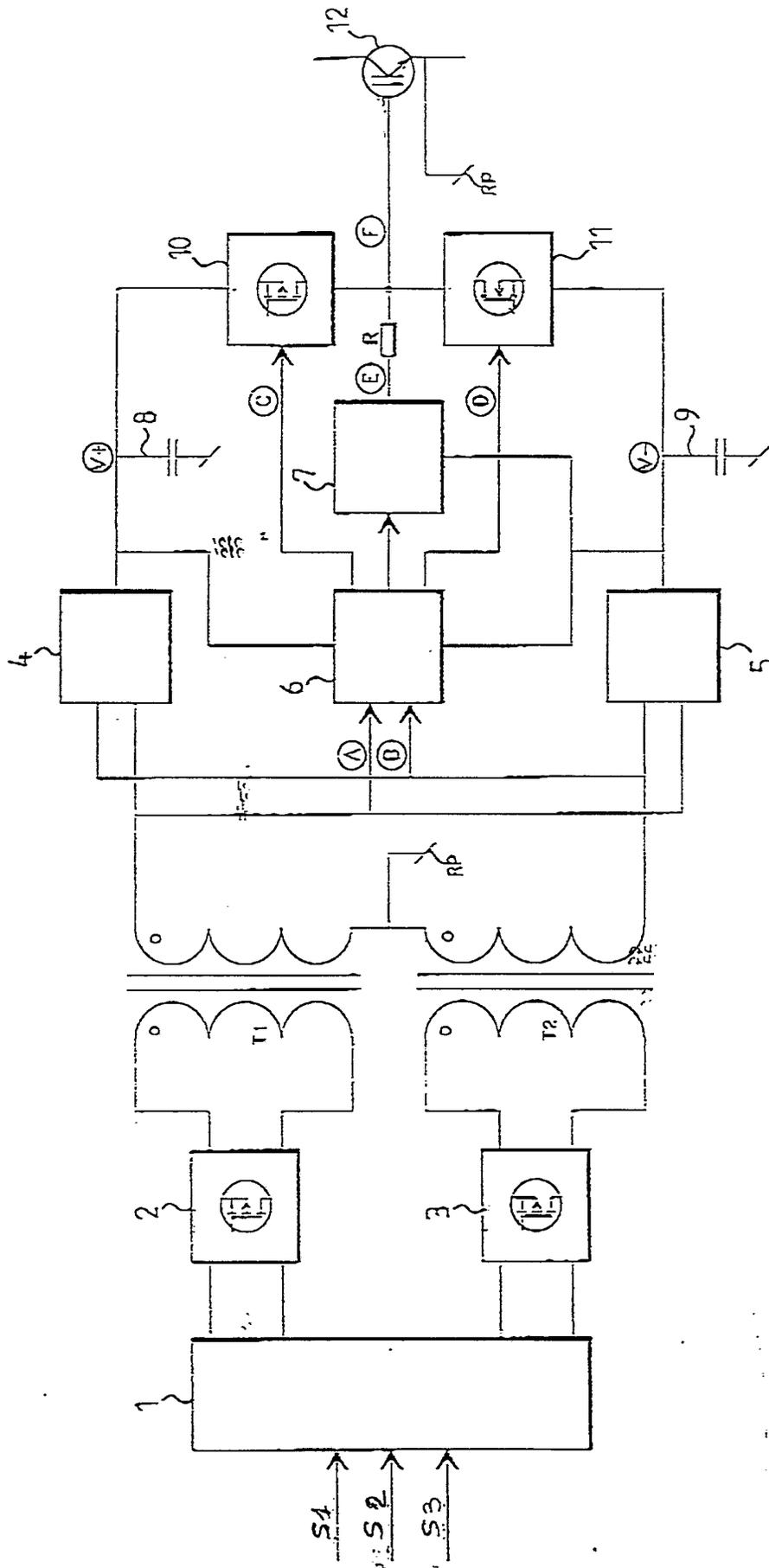


FIG. 1

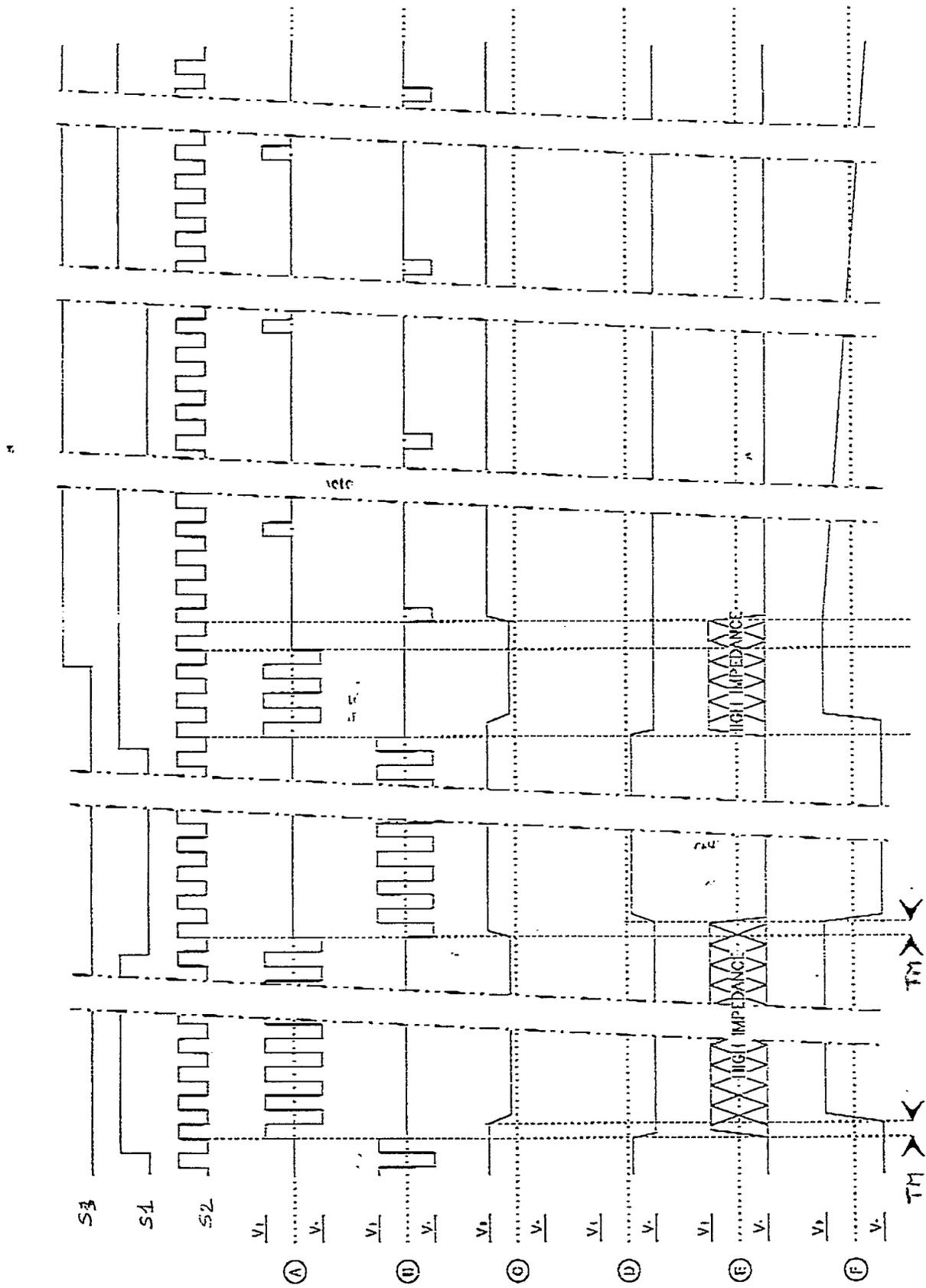


FIG. 2