

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 19.01.01.

30 Priorité : 20.01.00 JP 00011968.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 27.07.01 Bulletin 01/30.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : KOITO MANUFACTURING CO LTD—JP.

72 Inventeur(s) : ITO MASAYASU et TAKEDA HITOSHI.

73 Titulaire(s) :

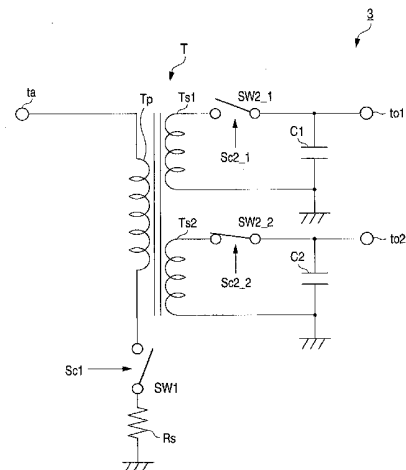
74 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

54 CIRCUIT D'ECLAIRAGE A LAMPES A DECHARGE POUR VEHICULE.

57 L'invention concerne un circuit d'éclairage.

Elle se rapporte à un circuit d'éclairage qui comprend un circuit (3) d'alimentation en courant continu, un circuit de conversion continu-alternatif destiné à transformer une tension du circuit (3) en une tension alternative et à transmettre la tension alternative aux lampes à décharge, et un circuit de commande individuelle de la tension du circuit (3) d'alimentation en courant continu transmise à chaque lampe à décharge. Le circuit (3) d'alimentation en courant continu comprend un transformateur (T) et un premier élément (SW1) de commutation connecté à un primaire (Tp) du transformateur (T), et l'activation ou désactivation du premier élément (SW1) de commutation est commandée par un signal de commande provenant du circuit de commande.

Application aux véhicules automobiles.



La présente invention concerne une technique de création de signaux aux secondaires d'un transformateur appartenant à un circuit d'alimentation en courant continu dans un circuit d'éclairage qui règle l'éclairage de plusieurs lampes à décharge et commande individuellement les signaux de sortie des secondaires.

Un circuit connu d'éclairage d'une lampe à décharge, par exemple une lampe à halogénure métallique, comprend un circuit d'alimentation en courant continu, un circuit convertisseur continu-alternatif et un circuit d'amorçage.

Le circuit d'alimentation en courant continu possède un convertisseur continu-continu, et le circuit de conversion continu-alternatif comprend un circuit à organe de pilotage et un circuit à pont complet comprenant quatre éléments de commutation à semi-conducteur qui commandent la commutation par paires. Une tension provenant d'un convertisseur continu-continu est transmise à la lampe à décharge après mise sous forme d'une tension à forme d'onde rectangulaire par le circuit à pont complet.

Lorsque les phares de véhicule comportent des lampes à décharge, il faut un circuit de commande de l'éclairage de ces phares. Un phare d'un faisceau principal (faisceau route) et un phare de faisceau plongeant (faisceau code) sont placés dans un seul corps de phare, disposés de chaque côté de l'avant d'un véhicule.

Lorsqu'un circuit est associé à chaque lampe à décharge, un grand nombre de composants individuels, tels que les convertisseurs continus-continus et les circuits à pont complet, sont dupliqués. Les coûts sont donc accrus.

On peut utiliser, pour résoudre ce problème, un circuit comprenant une alimentation en courant continu et un circuit de conversion continu-alternatif. Deux convertisseurs continus-continus sont associés au circuit d'alimentation en courant continu, chacun transmettant un courant de sortie de polarités positive et négative. Le circuit de conversion continu-alternatif associé en commun aux lampes à décharge commute entre les signaux de sortie des deux convertisseurs continus-continus.

Par exemple, lorsque plusieurs secondaires sont incorporés à un transformateur du convertisseur continu-continu, le convertisseur continu-continu peut être commandé afin que les tensions de sortie des secondaires soient égales. 5 Cependant, il peut exister des variations de tension des lampes à décharge à cause des différences entre les lampes. La puissance d'une lampe à décharge doit être réglée individuellement en fonction des conditions d'amorçage (par exemple à froid ou à chaud) de chaque lampe à décharge. 10 Aucune de ces conditions ne peut être remplie par une simple utilisation d'un transformateur équipé de plusieurs secondaires.

L'invention concerne un circuit d'éclairage à lampes à décharge de faible coût qui commande l'éclairage de 15 plusieurs lampes à décharge. L'invention se prête aussi à une miniaturisation.

L'invention concerne un circuit d'éclairage à lampes à décharge qui comprend un circuit d'alimentation en courant continu destiné à transmettre une tension continue, un 20 circuit de conversion continu-alternatif destiné à transmettre une tension du circuit d'alimentation continue à des lampes à décharge et à transformer la tension en une tension alternative, et un circuit de commande destiné à régler la tension du circuit d'alimentation en courant continu. 25 L'énergie transmise aux lampes à décharge est réglée individuellement pour chaque lampe.

De préférence, le circuit d'alimentation en courant continu comporte un transformateur et un premier élément de commutation connecté à un primaire du transformateur, et 30 l'activation ou désactivation du premier élément de commutation est commandée par le signal de commande provenant d'un circuit de commande.

De préférence, un secondaire est incorporé au transformateur du circuit d'alimentation en courant continu 35 pour chaque lampe à décharge, et un second élément de commutation dont l'activation ou la désactivation est commandée par un signal du circuit de commande est incorporé

séparément à chacun des secondaires pour la transmission de tensions différentes.

Selon l'invention, plusieurs secondaires sont incorporés à un circuit d'alimentation en courant continu. Les tensions des secondaires peuvent être réglées individuellement par les seconds éléments de commutation. Le circuit d'alimentation en courant continu est partagé par plusieurs lampes à décharge, si bien que le circuit d'éclairage à lampes à décharge est peu encombrant et son coût est réduit. En outre, l'énergie du primaire du transformateur est transférée aux secondaires par activation ou désactivation des seconds éléments de commutation. Ainsi, la distribution d'énergie aux lampes respectives à décharge peut être commandée, et l'éclairage des lampes à décharge peut être réglée individuellement.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'exemples de réalisation, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 est un exemple de diagramme synoptique de circuit d'éclairage à lampes à décharge selon l'invention ;

la figure 2 est un exemple de schéma d'un circuit d'alimentation en courant continu ;

la figure 3 est un schéma d'un exemple de circuit d'alimentation en courant continu ayant des thyristors comme seconds éléments de commutation ;

la figure 4 est un exemple de schéma d'un circuit d'alimentation en courant continu ayant des transistors à effet de champ comme premiers et seconds éléments de commutation ;

la figure 5 est un exemple de schéma d'un circuit d'alimentation en courant continu qui crée un signal de sortie de secondaire de polarité positive et de polarité négative ;

la figure 6 est un exemple de schéma d'un circuit d'alimentation en courant continu ayant des transistors à effet de champ comme premiers et seconds éléments de commutation ;

la figure 7 est un exemple de schéma d'une section d'un circuit de commande ;

la figure 8 est un exemple de diagramme des temps permettant la description du fonctionnement du circuit d'alimentation en courant continu ;

la figure 9 représente un exemple de signaux de commande destinés aux premiers et seconds éléments de commutation ;

la figure 10 est un exemple de schéma du circuit d'une section destinée à travailler de la manière décrite en référence à la figure 9 ;

la figure 11 représente un autre exemple de signaux de commande destinés aux premiers et seconds éléments de commutation ;

la figure 12 représente un exemple de schéma du circuit d'une section destinée à fonctionner comme décrit en référence à la figure 11 ;

la figure 13 est un exemple de diagramme des temps permettant la description du fonctionnement du circuit dont le schéma est représenté sur la figure 12 ;

la figure 14 représente un autre exemple de circuit de commande destiné aux premiers et seconds éléments de commutation ;

la figure 15 est un exemple de schéma du circuit d'une section génératrice d'une forme d'onde en dents de scie ;

la figure 16 est un diagramme des temps d'un exemple permettant la description du fonctionnement du circuit représenté sur la figure 15 ;

la figure 17 représente un autre exemple de signaux de commande destinés aux premiers et seconds éléments de commutation ;

la figure 18 est un exemple de schéma du circuit destiné à la mise en oeuvre de l'opération de commande illustrée par la figure 17 ;

la figure 19 est un exemple de schéma du circuit d'une section permettant la commande de l'activation ou désactivation d'un premier élément de commutation par mise à une valeur constante de la période de désactivation de l'élément

de commutation et modification de la période d'activation de cet élément ;

la figure 20 est un exemple de diagramme des temps permettant la description du fonctionnement du circuit représenté sur la figure 19 ;

la figure 21 est un diagramme des temps permettant la description du fonctionnement d'un exemple de section d'un circuit de commande d'activation ou désactivation d'un premier élément de commutation par changement de la période de désactivation et de la période d'activation de l'élément de commutation ; et

la figure 22 est un exemple de diagramme des temps illustrant la commande de l'activation ou désactivation d'un premier élément de commutation par changement de la période de désactivation ou d'activation de l'élément de commutation.

La figure 1 représente un exemple de configuration de circuit d'éclairage destiné à deux lampes à décharge selon l'invention.

Le circuit 1 d'éclairage à lampes à décharge comprend une alimentation 2, un circuit 3 d'alimentation en courant continu, un circuit 4 de conversion continu-alternatif, et des circuits d'amorçage 5\_1 et 5\_2.

Le circuit 3 d'alimentation en courant continu produit une tension continue voulue lors de la réception d'une tension continue d'entrée Vin provenant de l'alimentation 2. La tension de sortie du circuit 3 d'alimentation en courant continu est réglée de façon variable d'après un signal de commande provenant d'un circuit de commande décrit dans la suite. Un convertisseur continu-continu, par exemple un convertisseur continu-continu à découpage ou un convertisseur continu-continu à réarmement possédant un régulateur de commutation, est incorporé au circuit 3 d'alimentation en courant continu. Le circuit 3 d'alimentation en courant continu produit l'un quelconque des signaux suivants de sortie :

(i) un signal de sortie de polarité positive (c'est-à-dire une tension de sortie de potentiel positif par rapport à celui de la masse),

5 (ii) un signal de sortie de polarité négative (c'est-à-dire une tension de sortie de potentiel négatif par rapport à celui de la masse), et

(iii) des signaux de sortie de polarités positive et négative.

10 On décrit maintenant la configuration fondamentale du convertisseur continu-continu.

Le circuit 3 d'alimentation en courant continu est connecté au circuit 4 de conversion continu-alternatif. Ce circuit 4 comporte plusieurs éléments de commutation destinés à transmettre une tension à chaque lampe à décharge par  
15 commutation entre des tensions de polarités différentes provenant du circuit 3 d'alimentation en courant continu, et un circuit de pilotage qui commande le fonctionnement des éléments de commutation. Le circuit 4 de conversion continu-alternatif comporte une configuration de circuit à pont  
20 complet qui comprend par exemple quatre éléments de commutation sw1, sw2, sw3 et sw4. Sur la figure 1, les éléments de commutation, qui peuvent être des éléments à semi-conducteur, sont représentés par des symboles de commutateur.

Sur les quatre éléments de commutation, les éléments  
25 sw1 et sw2 sont connectés en série afin qu'ils forment une première paire. Si le circuit 3 d'alimentation en courant continu produit un signal de sortie du type (iii), une première extrémité de l'élément de commutation sw1 est connectée à une borne de sortie de polarité positive du  
30 circuit d'alimentation 3, et l'autre extrémité est connectée à une borne de sortie de polarité négative du circuit d'alimentation 3 par l'intermédiaire de l'élément de commutation sw2. Un noeud "a" placé entre les éléments de commutation sw1 et sw2 est connecté à la première lampe à  
35 décharge 6\_1 par une charge inductive du circuit d'amorçage 5\_1.

Les éléments de commutation sw3 et sw4 sont connectés en série afin qu'ils forment une seconde paire. Si le

circuit 3 d'alimentation en courant continu produit un signal de sortie du type (iii), une première extrémité de l'élément de commutation sw3 est connectée à la borne de sortie de polarité positive du circuit d'alimentation 3, et l'autre extrémité est connectée à la borne de sortie de polarité négative du circuit d'alimentation 3 par l'intermédiaire de l'élément de commutation sw4. Un noeud "b" placé entre les éléments de commutation sw3 et sw4 est connecté à une seconde lampe à décharge 6\_2 par une charge inductive du circuit d'amorçage 5\_1.

La borne restante de la première lampe à décharge 6\_1, qui n'est pas connectée au noeud "a", est connectée à la masse, directement ou par l'intermédiaire d'une résistance de détection de courant. De même, la borne restante de la seconde lampe à décharge 6\_2, qui n'est pas connectée au noeud "b", est mise à la masse directement ou par l'intermédiaire d'une résistance de détection de courant.

Un circuit intégré IC destiné à un organe de pilotage en demi-pont est utilisé dans chacun des circuits de pilotage DRV1 et DRV2. Le circuit DRV1 de pilotage commande l'activation ou désactivation des éléments de commutation sw1 et sw2, et le circuit de pilotage DRV2 commande l'activation ou désactivation des éléments de commutation sw3 et sw4. Lorsque le circuit de pilotage DRV1 active l'élément de commutation sw1 et désactive l'élément de commutation sw2, le circuit de pilotage DRV2 désactive l'élément de commutation sw3 et active l'élément de commutation sw4. Lorsque le circuit de pilotage DRV1 désactive l'élément de commutation sw1 et active l'élément de commutation sw2, le circuit de pilotage DRV2 active l'élément de commutation sw3 et désactive l'élément de commutation sw4. Ainsi, les éléments de commutation sw1 et sw4 se trouvent à un premier état, et les éléments de commutation sw2 et sw3 à l'autre état. Les paires d'éléments de commutation fonctionnent en alternance et de manière inverse.

Lorsque le circuit 3 d'alimentation en courant continu produit un signal de sortie du type (iii), une tension de polarité négative (c'est-à-dire une tension négative) est

transmise à la seconde lampe à décharge 6\_2 lorsqu'une tension de polarité positive (c'est-à-dire une tension positive) est transmise à la première lampe à décharge 6\_1 par activation et désactivation des deux paires d'éléments de commutation. Inversement, une tension de polarité positive est transmise à la seconde lampe à décharge lorsqu'une tension de polarité négative est transmise à la première lampe à décharge.

Dans une phase initiale de l'éclairage, les circuits d'amorçage 5\_1 et 5\_2 donnent un signal d'amorçage de tension élevée (c'est-à-dire une impulsion d'amorçage) aux lampes à décharge 6\_1 et 6\_2 pour leur activation. Le signal à haute tension se superpose à une tension alternative provenant du circuit 4 de conversion continu-alternatif lors de son application aux lampes à décharge 6\_1 et 6\_2. Chacun des circuits d'amorçage 5\_1 et 5\_2 comporte par exemple un transformateur, un condensateur relié au primaire du transformateur, et des éléments de commutation. Le circuit d'amorçage peut comprendre des éléments convenables. Lorsqu'une tension, qui est appliquée à un condensateur du circuit d'amorçage par le circuit 3 d'alimentation en courant continu ou le circuit 4 de conversion continu-alternatif, dépasse une valeur de seuil ou lorsque les éléments de commutation, par exemple du type à claquage automatique ou des thyristors, sont mis à l'état conducteur après que la tension a dépassé la valeur de seuil, une impulsion du circuit primaire est renforcée par le transformateur et est appliquée aux lampes à décharge par les secondaires.

Le circuit 7 de commande règle la tension du circuit 3 d'alimentation en courant continu. Il règle aussi individuellement la puissance à fournir à la lampe à décharge 6\_1 et la puissance à fournir à la lampe à décharge 6\_2. Le circuit de commande 7 reçoit l'un des signaux suivants de détection pour l'éclairage de la lampe à décharge : 1) un signal résultant de la détection directe du courant ou de la tension de la lampe de chacune des lampes à décharge 6\_1 et 6\_2 par utilisation d'une résistance ou d'un enroulement, et (2) un signal qui correspond au signal

de détection et qui provient d'un dispositif 8 de détection qui comporte un diviseur de tension destiné à détecter une tension ou une résistance de détection de courant, pour la détection d'une tension ou d'un courant provenant du circuit 3 d'alimentation en courant continu. Pour que le réglage de l'énergie soit réalisé d'après l'état de la lampe à décharge, le circuit 7 de commande transmet un signal de commande au circuit 3 d'alimentation en courant continu d'après le signal de détection. Par exemple, dans une phase initiale d'éclairage, une puissance dépassant la valeur nominale est transmise à la lampe à décharge pour favoriser l'éclairage de la lampe. Ensuite, l'énergie transmise diminue progressivement et finalement l'énergie est réglée à une valeur constante correspondant à une puissance nominale. Le circuit de commande 7 distribue l'énergie aux lampes à décharge par transmission au circuit 3 d'alimentation en courant continu d'un signal de commande des signaux des secondaires provenant des transformateurs du convertisseur, incorporés au circuit 3 d'alimentation en courant continu.

La figure 2 représente le fonctionnement essentiel du circuit 3 d'alimentation en courant continu qui produit un signal de sortie du type (i). Une première borne du primaire  $T_p$  d'un transformateur T est connectée à une borne d'entrée en courant continu  $t_a$ , et la tension  $V_{in}$  est appliquée à la borne. L'autre borne du primaire  $T_p$  est mise à la masse par l'intermédiaire d'un élément de commutation à semi-conducteur  $SW_1$  qui peut être par exemple un transistor à effet de champ ou une résistance  $R_s$  de détection de courant. Un signal de commande  $S_{c1}$  provenant du circuit de commande 7 est transmis à une borne de commande, qui peut être par exemple une électrode de grille dans le cas d'un transistor à effet de champ, de l'élément de commutation  $SW_1$  (premier élément de commutation). Grâce au signal de commande  $S_{c1}$ , l'activation ou désactivation du premier élément de commutation  $SW_1$  est commandée.

Le transformateur T est équipé de secondaires  $T_{s1}$  et  $T_{s2}$ , à raison d'un par lampe à décharge. Les secondaires  $T_{s1}$  et  $T_{s2}$  comportent des condensateurs de lissage  $C_1$  et  $C_2$  et

des seconds éléments de commutation SW2\_1 et SW2\_2 respectivement. Dans ce cas, l'activation ou désactivation de chacun des seconds éléments de commutation SW2\_1 et SW2\_2 est commandée par un signal du circuit de commande 7. Ainsi,  
5 une tension du secondaire Ts1 diffère de celle du secondaire Ts2.

Comme deux lampes à décharge sont incorporées au véhicule, le transformateur T de l'exemple représenté sur la figure 2 comprend deux secondaires Ts1 et Ts2. Le secondaire  
10 Ts1 est équipé de l'élément de commutation SW2\_1 et le secondaire Ts2 est équipé de l'élément de commutation SW2\_2. Les éléments de commutation SW2\_1 et SW2\_2 peuvent être chacun un transistor à effet de champ ou un thyristor.

Une première extrémité du secondaire Ts1 est connectée  
15 à l'élément de commutation SW2\_1 et l'autre extrémité est à la masse. Une borne de sortie de l'élément de commutation SW2\_1 est connectée au condensateur de lissage C1. Une tension aux bornes du condensateur C1 est transmise comme tension par une borne to1. Une première extrémité du  
20 secondaire Ts2 est connectée à l'élément de commutation SW2\_2 et l'autre extrémité est à la masse. Une borne de sortie de l'élément de commutation SW2\_2 est connectée au condensateur de lissage C2. Une tension aux bornes du condensateur C2 est transmise comme tension par une borne  
25 to2.

L'activation ou désactivation de l'élément de commutation SW2\_1 est commandée par un signal de commande Sc2\_1 provenant du circuit de commande 7. L'activation ou désactivation de l'élément de commutation SW2\_2 est commandée par un signal de commande Sc2\_2 provenant du circuit de  
30 commande 7. Un état binaire de l'élément de commutation SW2\_1 est spécifié par le signal de commande Sc2\_1 et un état binaire de l'élément de commutation SW2\_2 est spécifié par le signal de commande Sc2\_2.

35 Dans le circuit 3 d'alimentation en courant continu représenté du type à réarmement, l'énergie au primaire du transformateur T est transférée au circuit secondaire pendant que le premier élément de commutation SW1 reste

désactivé. Dans le cas d'un circuit d'alimentation en courant continu de type direct, l'énergie primaire est transférée au circuit secondaire lorsque le premier élément de commutation reste désactivé. Lorsque l'énergie primaire est transférée au circuit secondaire, le circuit de commande 5 7 transmet les signaux de commande Sc2\_1 et Sc2\_2 aux seconds éléments correspondants de commutation SW2\_1 et SW2\_2. L'un des seconds éléments de commutation SW2\_1 et SW2\_2 associés respectivement aux secondaires Ts1 et Ts2 est 10 activé. En conséquence, l'énergie primaire du transformateur T est transmise à partir du secondaire connecté au second élément de commutation à une lampe à décharge correspondante pendant l'activation du second élément de commutation.

Par exemple, pendant que l'élément de commutation SW2\_1 15 est activé, l'élément restant de commutation SW2\_2 est désactivé. Les éléments de commutation sont alors commandés afin qu'ils aient l'état inverse. Ainsi, l'élément de commutation SW2\_1 est désactivé et l'élément de commutation SW2\_2 est activé. Lorsqu'aucun des éléments de commutation 20 n'est à l'état actif pendant la production du signal du secondaire du transformateur par l'intermédiaire du condensateur de lissage, une tension élevée peut apparaître entre les secondaires et peut détériorer ou griller les éléments de commutation. Si les deux éléments de commutation sont 25 activés, l'énergie primaire est transférée à celui des secondaires qui présente la plus petite différence de potentiel par rapport à la masse.

Dans la description qui précède, les deux secondaires transmettent des tensions de polarité positive. Cependant, 30 la description peut aussi s'appliquer au circuit 3 d'alimentation en courant continu lorsque celui-ci produit un signal de sortie du type (ii).

La figure 3 représente la configuration d'un tel circuit 3A d'alimentation en courant continu dans lequel un 35 thyristor unidirectionnel à trois bornes est utilisé comme second élément de commutation.

Une première extrémité du secondaire Ts1 est connectée à l'anode d'un thyristor SR2\_1 et l'autre extrémité est

connectée à la borne to1. Une première extrémité du condensateur de lissage C1 est connectée à la cathode du thyristor SR2\_1 et est à la masse. Le circuit de commande 7 transmet le signal de commande Sc2\_1 à l'électrode de gâchettement du thyristor SR2\_1. Le secondaire Ts2 et un thyristor SR2\_2 ont des configurations analogues. En conséquence, la description qui précède s'applique également au secondaire Ts2 et au thyristor SR2\_2.

Dans le circuit considéré, les thyristors jouent aussi le rôle d'éléments de redressement. Les tensions secondaires sont soumises à un redressement à une seule alternance. Les tensions redressées proviennent des bornes respectives de sortie sous forme de tensions de polarité négative.

Si le circuit d'alimentation en courant continu comprend des transistors à effet de champ à la place des thyristors, des diodes de redressement sont ajoutées au circuit d'alimentation de la même manière que dans le circuit 3B d'alimentation en courant continu représenté sur la figure 4, car un transistor à effet de champ possède une diode parasite et ne peut pas agir simultanément comme un transistor et un élément de redressement.

Les différences entre le circuit 3A d'alimentation en courant continu représenté sur la figure 3 et le circuit 3B d'alimentation en courant continu représenté sur la figure 4 sont les suivantes :

- les thyristors SR2\_1 et SR2\_2 sont remplacés par des transistors à effet de champ Q2\_1 et Q2\_2,

- l'anode d'une diode de redressement D1 est connectée à la borne de sortie to1, et sa cathode est connectée à une première extrémité du secondaire Ts1 (opposée à l'extrémité du secondaire Ts1 connectée au transistor à effet de champ Q2\_1),

- l'anode d'une diode de redressement D2 est connectée à la borne de sortie to2, et la cathode de cette diode est connectée à une première extrémité du secondaire Ts2 (opposée à l'extrémité du secondaire Ts1 connecté au transistor à effet de champ Q2\_2).

Comme représenté, le transistor à effet de champ Q1 est utilisé comme premier élément de commutation.

Le second élément de commutation SW2\_2 placé du côté secondaire du transformateur T est un à un état de potentiel élevé. Cependant, l'invention n'est pas limitée à cette configuration. Le second élément de commutation SW2\_2 peut être réglé à un état de faible potentiel. Ainsi, au point de vue du type et de la disposition, les éléments de commutation peuvent être convenablement modifiés.

Un circuit 3C d'alimentation en courant continu qui donne un signal de sortie du type (iii) est représenté sur la figure 5.

Le circuit primaire qui comprend le primaire Tp du transformateur T a une configuration identique à celle qui est représentée sur la figure 2. Le premier élément de commutation SW1 et la résistance Rs de détection de courant sont connectés en série avec le primaire Tp. Dans le circuit secondaire du transformateur T, le second élément de commutation SW2\_1 est connecté à une première extrémité du secondaire Ts1. L'autre extrémité du secondaire Ts1 est à la masse. Une première extrémité du condensateur de lissage C1 est connectée à l'élément de commutation SW2\_1 et l'autre extrémité à la masse. Une tension qui correspond à une tension aux bornes du condensateur C1 et apparaît à la borne de sortie to1 a une polarité positive.

Une première extrémité du second élément de commutation SW2\_2 est connectée au secondaire Ts2 et l'autre extrémité est à la masse. Une première extrémité du condensateur de lissage C2 est connectée à l'élément de commutation SW2\_2 et l'autre extrémité est connectée à la borne de sortie to2. Une tension qui correspond à la tension aux bornes du condensateur C2 et apparaît à la borne de sortie to2 a une polarité négative.

La figure 6 représente le circuit 3D d'alimentation en courant continu dans lequel les premiers et seconds éléments de commutation sont des transistors à effet de champ. Les transistors à effet de champ Q1, Q1\_1 et Q1\_2 et les diodes D1 et D2 ont la même configuration que ceux qui sont

utilisés dans le circuit représenté sur la figure 4, mis à part la différence de sens de connexion car un signal de sortie de secondaire a une polarité positive et l'autre une polarité négative.

5           La figure 7 représente un exemple de circuit de commande destiné à mettre en oeuvre un procédé de commande par modulation par impulsions de largeur variable (PWM) pour la commande du convertisseur continu-continu qui comprend le circuit d'alimentation en courant continu (une section d'un  
10 circuit de commande d'une seule lampe à décharge est représentée). Cependant, l'opération de commande de commutation ne doit pas être limitée à ce procédé de commande par modulation par impulsions de largeur variable car un autre procédé convenable de commande est décrit dans la suite.

15           Le procédé de commande par modulation par impulsions de largeur variable selon l'invention met en oeuvre un générateur de forme d'onde en dents de scie pour la production d'une forme d'onde en dents de scie. Le coefficient d'utilisation du signal est déterminé par une itération  
20 cyclique des opérations de décharge et de recharge. Le signal est créé par comparaison du niveau du signal de commande avec la forme d'onde en dents de scie. Le signal créé est transmis au premier élément de commutation.

          Un signal opérationnel SS est transmis à une borne  
25 d'entrée négative d'un amplificateur 9 d'erreur, et une tension prédéterminée de référence  $E_{ref3}$  d'une alimentation à tension constante est appliquée à une borne d'entrée positive de l'amplificateur 9 d'erreur. Le signal opérationnel SS est produit par application à un signal de détection  
30 d'état de lampe à décharge (signal de détection de tension de tube ou signal de détection de courant de tube ou signal correspondant) de diverses opérations de calcul, notamment de soustraction ou d'addition, par utilisation d'un amplificateur opérationnel. La description du procédé de création  
35 des signaux est omise car il est bien connu dans la technique.

          Un signal provenant de l'amplificateur 9 d'erreur est transmis à une borne d'entrée positive du comparateur 10. En

outre, un signal de forme d'onde en dents de scie provenant de la section 11 génératrice de forme d'onde en dents de scie est transmis à une borne d'entrée négative du comparateur 10. Le niveau du signal d'entrée transmis à la borne d'entrée positive est comparé au niveau du signal de forme d'onde en dents de scie.

La section 11 génératrice de la forme d'onde en dents de scie comporte une résistance  $RT$ , un condensateur  $CT$ , un comparateur 12 et des éléments analogiques de commutation 13 et 14. Ces éléments analogiques de commutation peuvent être des éléments bipolaires ou unipolaires. La création des signaux repose sur une oscillation de type RC.

Une tension prédéterminée de référence  $E_{ref1}$  est transmise à une première extrémité de la résistance  $RT$ , et l'autre extrémité de la résistance  $RT$  est mise à la masse par le condensateur  $CT$ . La borne d'entrée positive du comparateur 12 est connectée à un noeud formé entre la résistance  $RT$  et le condensateur  $CT$ . Une tension prédéterminée de référence  $E_{ref2}$  est transmise à la borne d'entrée négative du comparateur 12 par la résistance 15. Une borne de sortie du comparateur est connectée à une résistance élévatrice 17 et aux éléments analogiques de commutation 13 et 14.

L'une des deux bornes n'assurant pas la commande de l'élément analogique de commutation 13 est à la masse et l'autre est connectée, par une résistance 18, à un noeud formé entre la résistance  $RT$  et le condensateur  $CT$ , ainsi qu'à la borne d'entrée négative du comparateur 10. L'une des deux bornes d'entrée sans commande de l'élément analogique 14 de commutation est à la masse, et l'autre est connectée, par une résistance 16, à la borne d'entrée négative du comparateur 12 et à la résistance 15.

Le signal du comparateur 12 est transmis à une porte logique NON-ET 19.

Le comparateur 10 est suivi d'une porte ET 20 à deux entrées (produit logique) et le signal du comparateur 10 est transmis à l'une des deux bornes d'entrée de la porte ET 20. Le signal de la porte NON-ET 19 est transmis à l'autre borne

d'entrée. Le signal de la porte ET 20 est transmis au premier élément de commutation SW1.

La figure 8 représente les formes d'onde des signaux dans la section 11 génératrice de forme d'onde en dents de scie. EAO désigne le niveau du signal provenant de l'amplificateur 9 d'erreur (le niveau d'un signal réel présente des fluctuations dues à l'influence des variations de la charge, mais le niveau du signal est représenté comme ayant une valeur constante). SAW désigne le niveau de la forme d'onde en dents de scie. DIV2 désigne le niveau de la tension de référence Eref2 après division par les résistances 15 et 16. Sc1 désigne le niveau du signal provenant du comparateur 12 ("H" désigne un niveau élevé et "L" un faible niveau).

La section 11 génératrice de forme d'onde en dents de scie crée une forme d'onde en dents de scie par itération cyclique de l'action de charge du condensateur CT en association avec la résistance RT et de l'action de décharge du condensateur CT en association avec l'élément analogique de commutation 13 (à l'état activé) et la résistance 18. Plus précisément, le signal du comparateur 12 est maintenu à un faible niveau (L) au cours de la période de charge du condensateur CT. En conséquence, le potentiel positif d'entrée est inférieur au potentiel négatif d'entrée Eref2. En conséquence, les deux éléments analogiques de commutation 13 et 14 restent désactivés.

Ensuite, lorsque le potentiel de la borne du condensateur CT s'élève à Eref2, le signal du comparateur 12 prend un niveau élevé et les deux éléments analogiques de commutation 13 et 14 sont activés. La charge électrique conservée dans le condensateur CT se décharge alors à travers la résistance 18, et un niveau de division résistive de potentiel DIV2, égal à  $3/4$ , qui divise la tension de référence Eref2 par  $3/4$ , est transmis à une borne d'entrée négative du comparateur 12 si bien que le niveau du signal provenant du comparateur 12 est abaissé.

Lorsque la tension aux bornes du condensateur CT tombe au niveau DIV2 parce que le condensateur CT se décharge, le niveau du signal provenant du comparateur 12 passe à un

faible niveau L, si bien que la recharge du condensateur CT reprend.

Des formes d'onde en dents de scie sont créées par itération cyclique des opérations précédentes de décharge et de recharge. Les formes d'onde créées en dents de scie sont transmises à la borne d'entrée négative du comparateur 12. La fréquence de la forme d'onde en dents de scie SAW indiquée sur la figure 8 est déterminée par des paramètres tels que la valeur de la résistance RT et la capacité électrostatique du condensateur CT. Pendant la période de recharge, la pente de la forme d'onde en dents de scie est déterminée par la valeur de la résistance RT. Pendant la période de décharge, la pente de la forme d'onde en dents de scie est déterminée par la valeur de la résistance 18. Pour que la période de décharge soit plus courte que la période de recharge, la valeur de la résistance 18 est petite.

Le comparateur 10 compare le niveau de la forme d'onde en dents de scie SAW au niveau du signal EAO provenant de l'amplificateur 9 d'erreur. Le coefficient d'utilisation du signal Sc1 est déterminé par les intervalles compris entre les intersections du signal EAO et de la forme d'onde en dents de scie SAW. Comme l'indique la figure 8, le signal Sc1 devient élevé lorsque la partie inférieure de la forme d'onde en dents de scie SAW recoupe le niveau de division résistive de potentiel DIV2 et devient faible lorsque la forme d'onde en dents de scie SAW recoupe le signal EAO. Le signal Sc1 devient faible lorsque le signal EAO recoupe la forme d'onde en dents de scie SAW et devient élevé lorsque la partie inférieure de la forme d'onde en dents de scie SAW recoupe le niveau de division résistive de potentiel DIV2. Lorsque le signal EAO atteint la tension de référence Eref2, le signal du comparateur 12 devient élevé. Cependant, lorsqu'un signal de niveau élevé est transmis par le comparateur 12, un signal logique NON-ET, c'est-à-dire l'inverse du signal de niveau élevé, est transmis à la porte ET 20. En conséquence, le coefficient d'utilisation correspondant à la période pendant laquelle le condensateur CT se décharge dans la résistance 18, c'est-à-dire la période de

faible niveau du signal Scl, atteint une valeur maximale. En résumé, le signal du comparateur 12 devient élevé lorsque le condensateur CT se décharge. En conséquence, le coefficient maximal d'utilisation du signal Scl peut être réglé par  
5 production d'un produit ET du signal du comparateur 12 et du signal logique NON-ET du signal du comparateur 12.

Dans l'exemple indiqué sur la figure 7, les opérations de recharge et de décharge du condensateur CT sont imposées par l'utilisation de résistances. Cependant, les opérations  
10 de recharge et de décharge du condensateur CT peuvent aussi être imposées par l'utilisation d'un circuit à courant constant.

On décrit maintenant les opérations d'activation ou désactivation du second élément de commutation en référence  
15 aux configurations suivantes.

(A) Au cours d'un transfert unique d'énergie induit par l'activation ou désactivation du premier élément de commutation, les seconds éléments de commutation sont fixés à l'état activé ou désactivé. Les états activé ou désactivé  
20 des seconds éléments de commutation sont inversés chaque fois que de l'énergie est transférée.

(B) Au cours d'un transfert unique d'énergie induit par l'activation ou désactivation du premier élément de commutation, les seconds éléments de commutation sont fixés à  
25 l'état activé ou désactivé. Les états activé ou désactivé des seconds éléments de commutation sont inversés chaque fois qu'un transfert d'énergie est réalisé un nombre prédéterminé de fois.

(C) Au cours d'un transfert d'énergie induit par  
30 l'activation ou désactivation du premier élément de commutation, les seconds éléments de commutation sont commutés d'un état activé à un état désactivé, ou inversement.

(D) Au cours d'un transfert d'énergie induit par  
35 l'activation ou désactivation du premier élément de commutation, certains des seconds éléments de commutation restent à l'état activé constamment, et les autres seconds éléments de commutation sont commutés d'un état activé à un état désactivé ou inversement.

On décrit maintenant un transfert d'énergie dans le circuit de base en référence au circuit d'alimentation en courant continu qui produit un signal de sortie du type (iii). Par exemple, comme l'indique la figure 5, le second élément de commutation SW2\_1 est activé et le second élément de commutation SW2\_2 est désactivé. Lorsque le premier élément de commutation SW1 est désactivé, l'énergie primaire accumulée aux trois-quarts lorsque le premier élément de commutation SW a été activé aux trois-quarts est transférée au secondaire Ts1 avec le second élément de commutation SW2\_1 qui doit être activé. L'énergie primaire transférée est alors transmise à la borne to1.

Lorsque le second élément de commutation SW2\_1 est désactivé, le second élément de commutation SW2\_2 est activé. Pendant que le premier élément de commutation SW1 est désactivé, l'énergie primaire est transférée au secondaire Ts2 alors que le second élément de commutation SW2\_2 est activé. L'énergie primaire transférée est transmise par la borne to2.

Ainsi, l'énergie primaire du transformateur convertisseur T est transférée sélectivement au secondaire Ts1 ou Ts2 selon le moment de la commande d'activation ou désactivation des seconds éléments de commutation SW2\_1 et SW2\_2. La distribution d'énergie à l'étage de sortie du transformateur convertisseur peut être déterminée arbitrairement par commande de l'activation et de la désactivation des seconds éléments de commutation.

Dans la configuration (A), lorsque l'énergie primaire est transférée au circuit secondaire dans le transformateur du circuit d'alimentation en courant continu, le circuit de commande transmet des signaux de commande aux seconds éléments respectifs de commutation, si bien que l'un quelconque des seconds éléments de commutation placé dans les secondaires est activé. Au cours de la période dans laquelle le second élément de commutation reste activé, l'énergie primaire est transmise à une lampe à décharge correspondante par le secondaire connecté au second élément de commutation. Si le circuit d'alimentation en courant

continu 3C représenté sur la figure 5 est équipé de deux lampes à décharge et si le second élément de commutation SW2\_1 est actif lorsque le premier élément de commutation SW1 est désactivé, le second élément de commutation SW2\_2 est désactivé. Inversement, si l'élément de commutation SW2\_1 est désactivé, l'élément de commutation SW2\_2 est activé. Ainsi, les éléments de commutation sont commandés en sens inverses. Les deux éléments de commutation sont activés ou désactivés mutuellement lorsque les charges (par exemple énergie et tension) connectées aux étages de sortie des deux secondaires sont pratiquement égales. Ainsi, la moitié pratiquement de l'énergie primaire du transformateur est transmise à chacune des lampes à décharge.

La figure 9 est un exemple de diagramme des temps représentant les signaux de commande transmis par le circuit de commande des éléments de commutation. Dans la période dans laquelle le signal de commande Sc1 destiné au premier élément de commutation SW1 devient faible, le niveau du signal de commande Sc2\_1 devient opposé à celui du signal de commande Sc2\_2. Les états des signaux de commande Sc2\_1 et Sc2\_2 sont changés lorsque le signal Sc1 devient faible, c'est-à-dire lorsque le signal de commande Sc2\_1 devient élevé (faible), le signal de commande Sc2\_2 devient faible (élevé).

La figure 10 représente un exemple d'une section d'un circuit de commande de la configuration (A). Un signal opérationnel SS1 correspondant à la lampe à décharge 6\_1 et un signal opérationnel SS2 correspondant à la lampe à décharge 6\_2 sont transmis aux amplificateurs 9\_1 et 9\_2 d'erreur respectivement.

Le signal opérationnel SS1 est transmis à une borne d'entrée négative de l'amplificateur 9\_1 d'erreur, et une tension prédéterminée de référence Eref3 est transmise à une borne d'entrée positive de cet amplificateur. Le signal provenant de l'amplificateur 9\_1 d'erreur est transmis à une borne d'entrée positive d'un comparateur suivant 10\_1. En outre, le signal opérationnel SS2 est transmis à la borne d'entrée négative de l'amplificateur 9\_2 d'erreur. La

tension de référence Eref3 est transmise à une borne positive d'entrée. Le signal de l'amplificateur 9\_2 d'erreur est transmis à une borne d'entrée positive du comparateur suivant 10\_2.

5           La section 11 génératrice de forme d'onde en dents de scie a une configuration identique à celle qui est indiquée sur la figure 7. Un noeud formé entre la résistance RT et le condensateur CT est connecté à la borne d'entrée négative de chacun des comparateurs 10\_1 et 10\_2. En conséquence, une  
10 forme d'onde en dents de scie est transmise aux bornes d'entrée négative.

          Le signal du comparateur 12 comprenant la section 11 génératrice de forme d'onde en dents de scie est transmis à une borne d'entrée de signaux d'horloge CK d'une bascule  
15 D 21 par l'intermédiaire d'une porte NON-ET 19. Une borne d'entrée D de la bascule 21 est connectée à une borne de sortie  $\bar{Q}$  de la bascule 21. Un signal apparaissant à la borne de sortie  $\bar{Q}$  de la bascule 21 représente le signal de commande Sc2\_1 et un signal apparaissant à la borne de  
20 sortie Q représente le signal de commande Sc2\_2.

          Le comparateur 10\_1 est suivi d'une porte ET à deux entrées 22\_1 et le comparateur 10\_2 est suivi d'une porte ET à deux entrées 22\_2. L'une des deux bornes d'entrée de la porte ET 22\_1 est connectée à la borne de sortie du  
25 comparateur 10\_1 et l'autre borne d'entrée est connectée à la borne de sortie  $\bar{Q}$  de la bascule D 21. L'une des deux bornes d'entrée de la porte ET 22\_2 est connectée à la borne de sortie du comparateur 10\_2, et l'autre borne d'entrée est connectée à la borne de sortie Q de la bascule D 21.

30           Les signaux des portes ET 22\_1 et 22\_2 sont transmis à une porte logique OU 23 à deux entrées. Le signal de la porte OU 23 est transmis à une porte ET 24 suivante à deux entrées. Le signal du comparateur 12 de la section 11 génératrice de forme d'onde en dents de scie est transmis à  
35 l'autre borne d'entrée de la porte ET 24 par la porte NON-ET 19. Le signal de la porte ET 24 est transmis au premier élément de commutation sous forme du signal de commande Sc1.

Ainsi, lorsque les signaux opérationnels SS1 et SS2 destinés aux lampes à décharge 6\_1 et 6\_2 sont transmis aux amplificateurs respectifs 9\_1 et 9\_2 d'erreur, le niveau de chacun des signaux opérationnels SS1 et SS2 est comparé à celui de la tension de référence Eref3. Un signal de détection d'erreur représentant la différence entre le signal opérationnel SS1 et le niveau de tension de référence Eref3 est transmis au comparateur 10\_1, et un signal de détection d'erreur représentant la différence entre le signal opérationnel SS2 et le niveau de tension de référence Eref3 est transmis au comparateur 10\_2.

Comme indiqué précédemment, une forme d'onde en dents de scie est transmise aux bornes d'entrée négative des comparateurs 10\_1 et 10\_2. Un signal binaire correspondant au résultat de la comparaison entre le niveau de la forme d'onde en dents de scie et le niveau du signal de l'amplificateur 9\_1 d'erreur est transmis à la porte ET 22\_1. Un signal binaire correspondant au résultat de la comparaison entre le niveau de la forme d'onde en dents de scie et le niveau du signal provenant de l'amplificateur 9\_2 d'erreur est transmis à la porte ET 22\_2.

Le signal du comparateur 12 de la section 11 génératrice de forme d'onde en dents de scie devient élevé lorsque le condensateur CT se décharge. Un signal logique NON-ET du signal de sortie est transmis à la bascule D 21 comme signal d'horloge et subit une division de fréquence. Le signal de commande Sc2\_1 d'activation du second élément de commutation SW2\_1 est produit comme signal de sortie  $\bar{Q}$  de la bascule D 21. Le signal de commande Sc2\_2 d'activation du second élément de commutation SW2\_2 est produit comme signal de la sortie U de la bascule D 21. Ces signaux de commande Sc2\_1 et Sc2\_2 sont opposés.

Le signal de la sortie Q de la bascule 21 est transmis à la porte ET 22\_2 et le signal  $\bar{Q}$  correspondant est transmis à la porte ET 22\_1. Le signal  $\bar{Q}$  et le signal du comparateur 10\_1 sont soumis à une opération ET et le signal Q et le signal du comparateur 10\_2 sont soumis à une opération ET. Lorsque le signal de sortie  $\bar{Q}$  est élevé, le signal du

comparateur 10\_1 est transmis à la porte OU 23. Lorsque le signal Q est élevé, le signal du comparateur 10\_2 est transmis à la porte OU 23. La sélection d'un signal parmi les signaux des comparateurs 10\_1 et 10\_2 est spécifié dans ce cas.

5 Les signaux des comparateurs 10\_1 et 10\_2 passent dans les portes ET 22\_1 et 22\_2 et la porte OU 23. Lorsque le signal  $\bar{Q}$  de la bascule D 21 est élevé, le signal du comparateur 10\_1 est sélectionné. Lorsque le signal Q de la bascule D 21 est élevé, le signal du comparateur 10\_2 est sélectionné. Enfin, le signal de commande Sc1 apparaît à la borne de sortie de la porte ET 24.

10 Comme indiqué précédemment, la bascule D 21 travaille d'après le signal provenant du comparateur 12. En conséquence, lorsque les seconds éléments de commutation SW2\_1 et SW2\_2 sont activés et désactivés en alternance, des quantités d'énergie pratiquement égales sont transférées aux sorties secondaires.

15 Le signal du comparateur 12 est transmis à la porte ET 24 par la porte NON-ET 19. Comme décrit en référence au circuit de la figure 7, ceci spécifie le coefficient maximal d'utilisation du premier élément de commutation SW1.

20 Dans la configuration (B), des charges différentes sont connectées aux secondaires respectifs du transformateur convertisseur. Chacun des seconds éléments de commutation est fixé à un état activé ou désactivé pendant une opération unique de transfert d'énergie du circuit du côté primaire à un circuit du côté secondaire du transformateur, induit par l'activation ou désactivation commandée du premier élément de commutation. Les états activé ou désactivé des seconds éléments de commutation sont inversés chaque fois qu'un transfert d'énergie est réalisé un nombre prédéterminé de fois. Dans le cas de deux lampes à décharge ayant des caractéristiques différentes, la période d'activation de l'un des seconds éléments de commutation SW\_1 et SW\_2 indiqués sur la figure 5 est supérieure à celle de l'autre second élément de commutation.

La figure 11 est un exemple de diagramme des temps représentant les signaux de commande destinés à être transmis par le circuit de commande au premier élément de commutation SW1 et aux seconds éléments de commutation SW2\_1 et SW2\_2 respectivement.

Les états des seconds éléments de commutation SW2\_1 et SW2\_2 sont inversés chaque fois que le premier élément de commutation SW1 est désactivé deux fois. Par exemple, lorsque le second élément de commutation SW2\_1 est désactivé, le second élément de commutation SW2\_2 est activé. Les états des seconds éléments de commutation SW2\_1 et SW2\_2 ne sont pas inversés chaque fois que le premier élément de commutation SW1 est désactivé. Le signal de commande Sc2\_1 destiné au second élément de commutation SW2\_1 change d'une valeur élevée à une faible valeur au moment indiqué par la flèche (1) sur la figure 11. Le signal de commande Sc2\_1 change d'un état faible à un état élevé au moment indiqué par la flèche (2). Le signal de commande Sc2\_2 destiné au second élément de commutation SW2\_2 passe d'un niveau élevé à un faible niveau au moment indiqué par la flèche (2) sur la figure 11. Le signal de commande Sc2\_2 passe d'un faible niveau à un niveau élevé au moment indiqué par la flèche (1).

La période d'activation du second élément de commutation SW2\_2, c'est-à-dire la période de niveau élevé du signal de commande Sc2\_2, est supérieure à celle du second élément de commutation SW2\_1, c'est-à-dire la période de niveau élevé du signal de commande Sc2\_1. Le secondaire ayant le second élément de commutation SW2\_2 connecté produit un signal de sortie comparativement plus souvent que l'autre secondaire. En conséquence, le rapport de distribution d'énergie primaire entre les lampes à décharge devient déséquilibré. En d'autres termes, une plus grande quantité d'énergie est transmise à la lampe à décharge qui nécessite plus d'énergie.

La figure 12 représente un exemple d'une section de circuit de commande selon la configuration (B). EAo1 désigne un signal provenant de l'amplificateur 9\_1 d'erreur lorsque

le signal opérationnel SS1 concernant la commande d'éclairage de la lampe à décharge 6\_1 est transmis à l'amplificateur 9\_1 d'erreur. EAo2 désigne un signal provenant de l'amplificateur 9\_2 d'erreur lorsque le signal opérationnel SS2 concernant la commande d'éclairage de la lampe à décharge 6\_2 est transmis à l'amplificateur 9\_2 d'erreur.

Le signal EAo1 est transmis à la borne d'entrée positive du comparateur 10\_1 et à une borne d'entrée positive du comparateur 25\_1. Le signal EAo2 est transmis à la borne d'entrée positive du comparateur 10\_2 et à une borne d'entrée positive d'un comparateur 25\_2. Le comparateur 10\_1 compare le niveau de la forme d'onde en dents de scie SAW transmise à la borne d'entrée négative du comparateur 10\_1 au niveau du signal EAo1. Le comparateur 25\_1 compare le niveau de la tension de référence Eref2 transmise à la borne d'entrée négative du comparateur 25\_1 au niveau du signal EAo1. De même, le comparateur 10\_2 compare le niveau de la forme d'onde en dents de scie SAW transmise à la borne d'entrée négative du comparateur 10\_2 au niveau du signal EAo2. Le comparateur 25\_2 compare le niveau de la tension de référence Eref2 transmise à la borne d'entrée négative du comparateur 25\_2 au niveau du signal EAo2. Comme la configuration de la section 11 génératrice de forme d'onde en dents de scie est identique à celles qui sont représentées sur les figures 7 et 10, des explications et représentations supplémentaires sont omises.

Le signal du comparateur 10\_1 est transmis à l'une des bornes d'entrée de la porte ET à deux entrées 22\_1. Le signal du comparateur 10\_2 est transmis à l'une des bornes d'entrée de la porte ET suivante à deux entrées 22\_2.

Le signal du comparateur 25\_1 est transmis à une première des bornes d'entrée d'une porte ET suivante à deux entrées 26\_1. Le signal est aussi transmis à l'une des bornes d'entrée de la porte ET 26\_2 à deux entrées par l'intermédiaire d'une porte NON\_ET 27. Le signal du comparateur 25\_2 est transmis à l'autre borne d'entrée de la porte ET à deux entrées 26\_2. Le signal est aussi transmis

à l'autre borne d'entrée de la porte ET à deux entrées 26\_1 par l'intermédiaire d'une porte NON\_ET 28.

Le signal provenant de la porte ET 26\_1 est transmis à l'une des bornes d'entrée d'une porte ET 29 à deux entrées. Le signal de la porte ET 26\_2 est transmis à l'une des bornes d'entrée d'une porte ET à deux entrées 30.

La bascule D 31 a une borne de réarmement d'entrée active à un faible niveau  $\bar{Q}$ . Un signal de la porte OU 35, décrit plus en détail dans la suite, est transmis à la borne de réarmement. Le signal CMP 12 provenant du comparateur 12 placé dans la section 11 génératrice de forme d'onde en dents de scie est transmis à une borne CK d'entrée de signal d'horloge de la bascule D 31 placée dans l'étage précédent. Une borne d'entrée D de la bascule 31 est connectée à la borne de sortie correspondante  $\bar{Q}$ . Le signal de la borne Q de sortie de la bascule 31 est transmis à l'une des deux bornes d'entrée d'une porte OU à deux entrées 33.

Le signal CMP12 est transmis à la borne restante d'entrée de la porte OU 33 par l'intermédiaire d'une porte NON-ET 34. Un signal de la porte OU 33 est transmis à une borne CK d'entrée de signal d'horloge de la bascule D 32. Une borne d'entrée D de la bascule 32 est connectée à sa borne de sortie  $\bar{Q}$ . Un signal de la borne de sortie  $\bar{Q}$  est transmis à la borne d'entrée restante de la porte ET 22\_1. Un signal de la borne de sortie Q est transmis à la borne d'entrée restante de la porte ET 22\_2. Le signal apparaissant à la borne de sortie Q de la bascule D 32 est le signal de commande Sc2\_2, et le signal apparaissant à la borne de sortie  $\bar{Q}$  est le signal de commande Sc2\_1.

Un signal provenant de la porte ET 29 et un signal provenant de la porte ET 30 sont transmis à la porte OU 35 à deux entrées. Le signal de la porte OU 35 est transmis à la borne de réarmement de la bascule D 31.

Le signal provenant du comparateur 10\_1 parvient à l'une des bornes d'entrée de la porte ET à deux entrées 22\_1, et le signal de la borne de sortie  $\bar{Q}$  de la bascule D 32 est transmis à la borne d'entrée restante de la porte ET 22\_1. Le signal du comparateur 10\_2 est transmis à l'une des

bornes d'entrée de la porte ET à deux entrées 22\_2, et le signal de la borne de sortie Q de la bascule D 32 est transmis à la borne d'entrée restante de la porte ET 22\_2.

Les signaux des portes ET 22\_1 et 22\_2 sont transmis à la porte OU 23 à deux entrées, et un signal provenant de la porte OU 23 est transmis à l'une des bornes d'entrée de la porte ET 24 à deux entrées. Le signal CMP12 est transmis à l'autre borne d'entrée de la porte ET 24 par l'intermédiaire de la porte NON-ET 34, et le signal provenant de la porte ET 24 constitue le signal de commande Sc1.

La figure 13 est un exemple de diagramme des temps représentant des signaux permettant la description des opérations de commande. SA26\_2 est un signal provenant de la porte ET 26\_2. SB35 est un signal provenant de la porte OU 35. SC34 est un signal provenant de la porte NON-ET 34. SQ31 est un signal provenant de la borne Q de la bascule D 31. SD33 est un signal provenant de la porte OU 33. SQ32 est un signal provenant de la borne Q de la bascule D 32.

Le comparateur 25\_1 compare le signal EAo1 à la tension de référence Eref2 et produit un signal CMP25\_1. Le comparateur 25\_2 compare le signal EAo2 à la tension de référence Eref2 et produit un signal CMP25\_2. Les signaux de sortie CMP25\_1 et CMP25\_2 sont produits avec les combinaisons suivantes :

- 1) CMP25\_1 = H, CMP25\_2 = H
- 2) CMP25\_1 = H, CMP25\_2 = L
- 3) CMP25\_1 = L, CMP25\_2 = H
- 4) CMP25\_1 = L, CMP25\_2 = L

Dans les combinaisons respectives précitées, un signal SA26\_1 provenant de la porte ET 26\_1 et un signal SA26\_2 provenant de la porte ET 26\_2 prennent les états décrits ci-dessous :

- 1) SA26\_1 = H, SA26\_2 = H
- 2) SA26\_1 = H, SA26\_2 = L
- 3) SA26\_1 = L, SA26\_2 = H
- 4) SA26\_1 = L, SA26\_2 = L

Parmi les deux signaux EAo1 et EAo2, un signal supérieur à la tension de référence Eref2 nécessite la

transmission d'une plus grande quantité d'énergie ou présente un manque d'alimentation en énergie. Les états représentés en 2) et 3) sont détectés lorsque l'un quelconque des signaux des portes ET 26\_1 et 26\_2 devient élevé.

5 Les états indiqués en 1) et 4) représentent un excès ou un défaut de transmission d'énergie. Les signaux SA26\_1 et SA26\_2 provenant des portes ET 26\_1 et 26\_2 sont habituellement à des niveaux faibles et ne deviennent jamais élevés simultanément. Comme l'indique la figure 13, lorsque  
10 le signal SA26\_2 est élevé, la lampe à décharge 6\_2 nécessite une plus grande alimentation en énergie.

La porte ET 29 donne un produit réunion du signal SA26\_1 et du signal de la borne de sortie  $\bar{Q}$  de la bascule D 32. La porte ET 30 donne le produit réunion du signal SA26\_2  
15 et du signal de la borne de sortie Q de la bascule D 32. La porte OU 35 crée le produit OU des signaux provenant des portes ET 29 et 30 et donne ainsi un signal logique OU SB35. Le signal logique OU SB35 est transmis à la borne de réarmement  $\bar{R}$ . Comme l'indique la figure 13, lorsque le  
20 signal SB35 prend un faible niveau, la bascule D 31 ne répond pas au signal CMP12, qui est un signal d'horloge, et le signal SQ31 prend un faible niveau. Pendant la période de niveau élevé du signal SB35, la bascule D 31 reçoit le signal CMP12 et la polarité du signal SQ31 est inversée.

25 Un produit logique OU du signal SQ31 et du signal SC34 est transmis à la bascule D 32 comme signal d'horloge. En conséquence, le signal SD33 est mis à force à un niveau élevé pendant un temps correspondant à la période du niveau élevé du signal SQ31. Ainsi, la bascule D 32 qui travaille  
30 lorsqu'elle reçoit le signal SD33 produit le signal SQ32 afin qu'une période de niveau élevé apparaisse dans le signal SQ32 pendant une période TH supérieure à la largeur d'impulsion correspondant à la période de niveau élevé du signal SB35. Comme on peut le noter d'après les signaux SC34  
35 ET SD33, une période correspondant à un cycle est soustraite de la période TH.

Le signal SQ32 est le signal Sc2\_2 et un signal inverse du signal Sc2\_2 est un signal Sc2\_1. La comparaison entre la

durée de la période TH du signal SQ32 et la durée de la période de faible niveau du même signal indique qu'une plus grande quantité d'énergie doit être transmise à la lampe à décharge 6\_2.

5           Après que le signal SA26\_2 est passé d'un niveau élevé à un faible niveau, le signal SA26\_2 prend l'état 1) ou 4). Cependant, de l'énergie est transmise également aux lampes à décharge parce que le signal SB35 est à un faible niveau si bien que le signal SC34 est transmis à la bascule D 32  
10           comme signal d'horloge.

          Dans la configuration (C), pendant une opération unique de transfert d'énergie du circuit du côté primaire au circuit du côté secondaire du transformateur induit par l'activation ou désactivation commandée du premier élément  
15           de commutation, chacun des seconds éléments de commutation est commuté à un état activé ou désactivé.

          On suppose que le circuit 3C d'alimentation en courant continu représenté sur la figure 5 est équipé de deux lampes à décharge comme l'indique la figure 14. Le signal de  
20           commande Sc2\_1 et le signal de commande Sc2\_2 sont commutés d'un niveau élevé à un faible niveau lorsque le premier élément de commutation SW1 passe à l'état non conducteur pendant la période de faible niveau du signal Sc1. Lorsque  
          le signal de commande Sc1 augmente, les états des signaux de  
25           commande Sc2\_1 et Sc2\_2 sont inversés.

          De même, pendant la période de faible niveau dans laquelle le premier élément de commutation est passé à l'état suivant d'ouverture, le signal de commande Sc2\_1 est  
30           commuté d'un niveau élevé à un faible niveau et le signal de commande Sc2\_2 est commuté d'un faible niveau à un niveau élevé. De cette manière, chaque fois que le premier élément  
          de commutation passe à un état ouvert, les états des seconds  
          éléments de commutation SW2\_1 et SW2\_2 sont inversés.

          La figure 15 représente un exemple d'une section d'un  
35           circuit de commande selon la configuration (C). Le signal SSt est un signal opérationnel associé au réglage d'énergie des deux lampes à décharge. Le signal commande la quantité  
          totale d'énergie et il est calculé d'après un signal de

détection qui représente la somme des signaux de sortie des secondaires du transformateur convertisseur. SS désigne un signal opérationnel associé au réglage de l'énergie de l'une des lampes à décharge 6\_1 et 6\_2. Le signal SS est calculé à partir d'un signal de détection associé à un signal de sortie secondaire correspondant à la lampe à décharge.

Le signal opérationnel SSt est transmis à la borne d'entrée négative d'un amplificateur 36 d'erreur. Le niveau prédéterminé de tension de référence Eref3 est transmis à une borne d'entrée positive de l'amplificateur 36 d'erreur.

Le signal opérationnel SS est transmis à une borne d'entrée négative d'un amplificateur 37 d'erreur. Le niveau prédéterminé de tension de référence Eref3 est transmis à une borne d'entrée positive de l'amplificateur d'erreur 37.

L'amplificateur d'erreur 36 est suivi par un comparateur 38, et l'amplificateur d'erreur 37 est suivi par un comparateur 39. Un signal provenant de l'amplificateur d'erreur 36 est transmis à une borne d'entrée positive du comparateur 38. Un signal provenant de l'amplificateur d'erreur 37 est transmis à une borne d'entrée positive du comparateur 39. Le signal de forme d'onde en dents de scie SAW provenant de la section 11 génératrice de forme d'onde en dents de scie est transmis aux bornes d'entrée négatives des comparateurs 38 et 39. Comme la configuration de la section 11 génératrice de forme d'onde en dents de scie est la même que celles qui sont représentées sur les figures 7 et 10, sa description et sa représentation sont omises.

Le signal du comparateur 38 est transmis à l'une des bornes d'entrée d'une porte ET 40 à deux entrées. Le signal CMP12 provenant du comparateur 12 placé dans la section 11 génératrice de forme d'onde en dents de scie est transmis à l'autre borne d'entrée de la porte ET 40 par l'intermédiaire d'une porte NON-ET 41. Un signal provenant de la porte ET 40 forme le signal de commande Sc1 destiné à être transmis au premier élément de commutation SW1.

Le signal provenant du comparateur 39 pénètre dans une porte NON-ET 42, et cette porte 42 produit un signal logique NON-ET (signal inversé). Ce signal logique NON-ET est

transmis aux éléments de commutation comme signal de commande. Par exemple, on suppose que le signal opérationnel SS est un signal opérationnel SS1 lié à la première lampe à décharge 6\_1. Le signal provenant du comparateur 39 est le signal de commande Sc2\_1 et un signal inverse du signal de commande Sc2\_1 est le signal de commande Sc2\_2.

La figure 16 est un diagramme des temps représentant un exemple de signaux utilisés avec cette configuration de circuit. EAO\_t désigne le niveau d'un signal provenant de l'amplificateur d'erreur 36. EAO\_s est le niveau d'un signal provenant de l'amplificateur d'erreur 37. SAW désigne le niveau de la forme d'onde en dents de scie. S40 désigne le niveau d'un signal provenant de la porte ET 40. S39 désigne le niveau d'un signal provenant du comparateur 39. S42 désigne le niveau d'un signal provenant de la porte NON-ET 42.

Le signal S40 est défini par comparaison du signal EAO\_t au signal SAW. La période de niveau élevé du signal S40 commence lorsque la partie inférieure du signal SAW apparaît et se termine lorsque le signal SAW dépasse le signal EAO\_t. La période de faible niveau du signal S40 commence lorsque le signal SAW dépasse le signal EAO\_t et se termine lorsque la partie inférieure du signal SAW apparaît.

Le signal S39 est défini par comparaison du signal EAO\_s au signal SAW. La période de niveau élevé du signal S39 commence lorsque la partie inférieure du signal SAW apparaît et se termine lorsque le signal SAW dépasse le signal EAO\_s. La période de faible niveau du signal S39 commence lorsque le signal SAW dépasse le signal EAO\_s et se termine lorsque la partie inférieure du signal SAW apparaît.

Comme le signal S42 est l'inverse du signal S39, l'inverse des descriptions qui précèdent s'applique au signal S42.

Dans la configuration (D), pendant une opération unique de transfert d'énergie d'un circuit du côté primaire à un circuit du côté secondaire du transformateur, induit par l'activation ou désactivation commandée du premier élément de commutation, certains des seconds éléments de commutation

restent à l'état activé, et les autres sont commutés à l'état activé ou désactivé.

On suppose que le circuit 3C d'alimentation en courant continu représenté sur la figure 5 comporte deux lampes à 5 décharge comme représenté sur la figure 17. Le signal de commande Sc2\_1 est commuté d'un faible niveau à un niveau élevé et le signal de commande Sc2\_2 est commuté du niveau élevé à un faible niveau lorsque le premier élément de commutation SW\_1 est ouvert pendant la période de faible 10 niveau du signal Sc1. Lorsque le signal de commande Sc1 augmente, le signal de commande Sc2\_1 reste élevé, et le signal de commande Sc2\_2 est commuté d'un niveau élevé à un faible niveau. Comme indiqué précédemment, chaque fois que le premier élément de commutation SW1 est mis à l'état 15 ouvert, l'état de l'un des seconds éléments de commutation SW2\_1 et SW2\_2 (par exemple l'état de l'élément de commutation SW2\_2 représenté sur le dessin) s'inverse. Dans ce cas, l'état du second élément de commutation, qui est relié au secondaire dont le signal de sortie diffère peu du 20 potentiel de masse, s'inverse. Au contraire, le second élément de commutation qui est relié au secondaire dont le signal de sortie diffère beaucoup du potentiel de masse reste activé. La raison de ce comportement est que, lorsque les deux seconds éléments de commutation SW2\_1 et SW2\_2 sont 25 activés, toute l'énergie du primaire créée dans le transformateur convertisseur est transmise au secondaire dont le signal de sortie diffère peu du potentiel de masse plutôt qu'au secondaire dont le signal de sortie diffère beaucoup du potentiel de masse. Pour que l'énergie soit distribuée 30 aux deux secondaires Ts1 et Ts2, l'activation ou désactivation du second élément de commutation relié au secondaire dont le signal de sortie diffère peu du potentiel de masse doit être commandée.

La figure 18 représente un exemple d'une section d'un 35 circuit de commande selon la configuration (D). L'amplificateur d'erreur 36, le comparateur 38, la porte ET 40 et la porte NON-ET 41 ont les mêmes configurations que celles qui

sont indiquées dans la configuration de la figure 15, mis à part les différences suivantes :

5 - un signal opérationnel SS1 appartenant au réglage d'énergie d'une première lampe à décharge (par exemple 6\_1) est transmis à la borne d'entrée négative de l'amplificateur d'erreur 9\_1,

10 - un signal opérationnel SS2 appartenant au réglage de puissance d'une lampe à décharge (par exemple 6\_2) est transmis à la borne d'entrée négative de l'amplificateur d'erreur 9\_2, et

15 - les signaux de commande Sc2\_1 et Sc2\_2 destinés aux seconds éléments de commutation sont spécifiés par les signaux provenant des comparateurs 10\_1 et 10\_2 et un signal représentant le résultat de la comparaison entre les signaux de sortie des secondaires du transformateur convertisseur.

20 Le signal du comparateur 10\_1 est transmis à l'une des bornes d'entrée d'une porte OU 43 à deux entrées, et le signal provenant du comparateur 10\_2 est transmis à l'une des bornes d'entrée de la porte OU 44 à deux entrées. Un signal provenant d'un comparateur 45 est transmis aux bornes restantes d'entrée des portes OU 43 et 44, directement ou par l'intermédiaire d'une porte NON-ET 46.

25 Des signaux de détection représentent les tensions provenant des secondaires. Par exemple, un signal de détection SV1 correspondant à la tension du secondaire Ts1 est transmis à une borne d'entrée positive du comparateur 45. Un signal de détection SV2 correspondant à la tension du secondaire Ts2 est transmis à une borne d'entrée négative du comparateur 45. Un signal provenant du comparateur 45 est  
30 transmis à la porte OU 43, ainsi qu'à la porte OU 44 par l'intermédiaire de la porte NON-ET 46.

Le signal provenant de la porte OU 43 est le signal de commande Sc2\_1, et le signal provenant de la porte OU 44 est le signal de commande Sc2\_2.

35 Le signal de commande Sc1 destiné au premier élément de commutation est produit par une opération logique ET des deux signaux suivants :

- un signal résultant de la comparaison entre le niveau du signal opérationnel SSt transmis au comparateur 38 par l'intermédiaire de l'amplificateur d'erreur 36 et le niveau du signal de forme d'onde en dents de scie SAW, et

5 un signal provenant du comparateur 12 de la section 11 génératrice de la forme d'onde en dents de scie par l'intermédiaire de la porte NON-ET 41 (signal logique NON-ET de CMP12).

Le signal opérationnel SS11 est transmis au comparateur 10\_1 par l'intermédiaire de l'amplificateur d'erreur 9\_1, et un signal est produit à la suite de la comparaison entre le niveau du signal SS1 et le niveau du signal de forme d'onde en dents de scie SAW. Le signal de commande Sc2\_1 destiné au second élément de commutation SW2\_1 est produit par une 15 opération logique OU du signal produit et du signal du comparateur 45.

Le signal opérationnel SS2 est transmis au comparateur 10\_2 par l'amplificateur 9\_2 d'erreur, et un signal est produit à la suite de la comparaison entre le niveau du 20 signal SS2 et le niveau du signal de forme d'onde en dents de scie SAW. Le signal de commande Sc2\_2 destiné au second élément de commutation SW2\_2 est produit par une opération logique OU entre le signal produit et le signal logique NON-ET qui provient de la porte NON-ET 46 et est obtenu du 25 comparateur 45.

Le comparateur 45 compare le signal de détection SV1 au signal de détection SV2. Lorsque  $SV1 > SV2$ , le niveau du signal de commande Sc2\_1 est mis à un niveau élevé par un signal de niveau élevé provenant du comparateur 45. Comme le 30 signal provenant de la porte NON-ET 46 est à un faible niveau, le signal de commande Sc2\_2 coïncide avec le signal provenant du comparateur 10\_2. Lorsque  $SV1 < SV2$  ou  $SV1 = SV2$ , le signal de faible niveau provenant du comparateur 45 est inversé, et le signal inversé parvient à la 35 porte OU 44. Le signal de commande Sc2\_2 est mis à un niveau élevé. Comme le signal provenant du comparateur 10\_1 est transmis à la porte OU 43 directement, le signal Sc2\_1 coïncide avec le signal provenant du comparateur 10\_1.

Comme indiqué précédemment, le comparateur 45 détermine la différence de potentiel entre le signal SV1 et le potentiel de masse et la différence de potentiel entre le signal SV2 et le potentiel de masse. Le second élément de commutation qui commande le signal de sortie secondaire qui diffère beaucoup du potentiel de masse est activé. Au contraire, le second élément de commutation qui commande le signal de sortie secondaire qui diffère peu du potentiel de masse subit l'opération de commande de commutation. Ainsi, les signaux transmis aux portes OU sont spécifiés. De cette manière, l'énergie primaire restante qui n'a pas été transférée au signal de sortie secondaire qui diffère peu du potentiel de masse est transférée au signal de sortie secondaire qui diffère beaucoup du potentiel de masse.

Les configurations (A) à (D) ne sont pas limitées à une utilisation isolée. Les configurations peuvent être utilisées en combinaison de manière commutée. Par exemple, si les signaux de sortie secondaire diffèrent beaucoup l'un de l'autre, l'une quelconque des configurations (B) à (D) peut être utilisée. Lorsque les signaux de sortie secondaires diffèrent l'un de l'autre ou sont compris dans une plage permise de différence de potentiel, la configuration est commutée à la configuration (A). Les configurations peuvent donc être obtenues de diverses manières.

La description qui précède a indiqué que les configurations de commande des seconds éléments de commutation mettaient en oeuvre le procédé de commande par modulation par impulsions de largeur variable. Cependant, ce procédé de commande n'est pas limité à ce procédé de commande par modulation par impulsions de largeur variable. Ainsi, un procédé de commande par modulation de fréquence d'impulsions ou tout autre procédé convenable peut être utilisé. On décrit dans la suite un procédé de réglage de la longueur de la période d'activation et de la longueur de la période de désactivation lorsque l'activation ou désactivation du premier élément de commutation est commandée. Ce procédé de commande est nécessaire lorsque la distribution d'énergie aux lampes à décharge ne peut pas être commandée

convenablement par le procédé de commande par modulation par impulsions de largeur variable avec un seul transformateur convertisseur.

Le procédé de commande peut être mis en oeuvre avec les configurations suivantes :

(E) une configuration de commande dans laquelle la longueur de la période de désactivation du premier élément de commutation est constante et la longueur de la période d'activation de celui-ci est modifiée,

(F) une configuration de commande dans laquelle les longueurs des périodes d'activation et de désactivation du premier élément de commande sont modifiées.

La figure 19 représente un exemple d'une section d'un circuit de commande de la configuration (E). Sur cette figure, les références SS1 et SS2 ont la même signification que précédemment.

Par exemple, le signal SS1 est transmis à la borne d'entrée négative du comparateur 10\_1 par l'amplificateur d'erreur 9\_1. Le signal SS2 est transmis à la borne d'entrée négative du comparateur 10\_2 par l'amplificateur d'erreur 9\_2. La tension de référence Eref3 est transmise aux bornes d'entrée positives des amplificateurs d'erreur 9\_1 et 9\_2.

Une forme d'onde en dents de scie est transmise aux bornes d'entrée positives des comparateurs 10\_1 et 10\_2 par l'intermédiaire d'une résistance en shunt 47. Cette dernière est connectée en série avec le premier élément de commutation SW1 pour la détection du courant électrique qui circule dans le premier élément de commutation SW1 sous forme d'une chute de tension dans la résistance en shunt (voir figures 2 à 6).

Le signal provenant du comparateur 10\_1 est transmis à l'une des bornes d'entrée d'une porte ET 48\_1 à deux entrées, et le signal du comparateur 10\_2 est transmis à l'une des bornes d'entrée d'une porte ET 48\_2 à deux entrées. Un signal d'une bascule D 49 est transmis à chacune des bornes d'entrée restantes des portes ET 48\_1 et 48\_2. Plus précisément, le signal d'une borne Q de la bascule D 49 est transmis à la porte ET 48\_1. Une borne d'entrée D de la

bascule D 49 est connectée à la borne de sortie  $\bar{Q}$  de cette bascule et un signal de cette borne de sortie  $\bar{Q}$  est transmis à la porte ET 48\_2. Le signal de la borne Q est le signal de commande Sc2\_1 destiné au second élément de commutation SW2\_1, et le signal de la borne de sortie  $\bar{Q}$  est le signal de commande Sc2\_2 destiné au second élément de commutation SW2\_2.

Une source de courant constant Ichg destinée à la recharge, une source de courant constant Idsg destinée à la décharge, et des éléments analogiques de commutation 50 et 51 sont utilisés pour la commande des opérations de charge et de recharge du condensateur CT. Une première extrémité du condensateur CT est connectée à la source de courant constant Ichg par l'intermédiaire de l'élément analogique 50 de commutation, et l'autre extrémité du condensateur CT est à la masse. Un noeud placé entre le condensateur CT et l'élément analogique de commutation 50 est connecté à la source de courant constant Idsg par l'intermédiaire de l'élément analogique 51 de commutation. De plus, le noeud est mis à la masse par une diode de Zener Zd d'écrêtement.

Le signal provenant de la porte ET 48\_1 est transmis à une première des bornes d'entrée d'une porte OU 52 à deux entrées, et un signal de la porte ET 48\_2 est transmis à l'autre borne d'entrée de la porte OU 52. Un signal provenant de cette porte OU 52 est transmis à une borne de commande d'un élément analogique 53 de commutation, si bien que l'activation ou désactivation de l'élément analogique 53 de commutation est spécifiée.

L'activation ou désactivation d'un élément analogique 54 de commutation connecté en parallèle avec l'élément 53 est spécifiée par un signal transmis par un comparateur 55 à une borne de commande de l'élément analogique 54 de commutation.

La tension de référence Eref2 est transmise à la borne d'entrée négative du comparateur 55 par une résistance 56. La borne d'entrée négative du comparateur 55 est connectée à un noeud placé entre une borne sans commande de l'élément analogique 53 de commutation et une borne sans commande de

l'élément analogique 54 de commutation. Les bornes restantes sans commande des éléments analogiques 53 et 54 de commutation sont à la masse.

Un signal provenant du comparateur 55 est transmis à une borne prédéterminée d'alimentation par une résistance 58, ainsi qu'à des bornes de commande des éléments analogiques de commutation 51 et 54 et à des bornes d'entrée de portes NON-ET 59 et 60.

Un signal provenant de la porte NON-ET 59 est transmis comme signal de commande Scl au premier élément de commutation SW1. Un signal provenant de la porte NON-ET 60 est transmis à une borne de commande de l'élément analogique 50 de commutation et à une borne d'entrée de signal d'horloge CK de la bascule D 49.

La figure 20 représente les principaux signaux utilisés avec cette configuration de circuit. EAO désigne le niveau d'un signal transmis par l'un des amplificateurs d'erreur 9\_1 et 9\_2. En réalité, le niveau du signal fluctue sous l'influence des variations dans les charges. Le niveau du signal de sortie est représenté par une valeur constante. SAW désigne le niveau d'un signal de forme d'onde en dents de scie appliqué à la résistance en shunt 47. S52 désigne le niveau d'un signal provenant de la porte OU 52. V\_CT désigne le potentiel aux bornes du condensateur CT. V\_ZD désigne le niveau de tension de Zener (inférieur à la tension de référence Eref2). S55I- désigne le potentiel à la borne d'entrée négative du comparateur 55. DIV2 désigne le niveau auquel la tension de référence Eref2 est divisée par les résistances 56 et 57. S55o désigne le niveau d'un signal provenant du comparateur 55.

Le niveau du signal de sortie EAO de l'amplificateur d'erreur 9\_1 ou 9\_2 est comparé au niveau du signal de forme d'onde en dents de scie de l'un des signaux opérationnels SS1 et SS2. Cette comparaison est réalisée pour le signal opérationnel restant.

Le signal provenant du comparateur 10\_1 est transmis à la porte OU 52 par la porte ET 48\_1, et le signal du comparateur 10\_2 est transmis à la porte OU 52 par

l'intermédiaire de la porte ET 48\_2. Comme l'indique la figure 20, le signal S52 est un signal pulsé qui devient élevé lorsque le signal SAW atteint le niveau EAo.

Lorsqu'on a  $EAo > SAW$ , le signal S55I- devient égal à Eref2. Comme le signal V\_CT est inférieur au signal Eref2, le signal S55o devient faible. Lorsque le signal S50 devient élevé, l'élément analogique 53 de commutation est activé, et le niveau du signal S55I- tombe à la valeur DIV2. En conséquence, le signal S55o devient élevé et les éléments analogiques 51 et 54 de commutation sont commandés. Le condensateur CT est déchargé si bien que le signal V\_CT diminue progressivement. Lorsque ce signal V\_CT atteint la valeur DIV2, le signal S55o prend un faible niveau. En conséquence, les éléments analogiques 51 et 54 de commutation sont désactivés et le signal S55I- revient à la valeur Eref2. Ensuite, l'élément analogique 50 de commutation est activé. Après la recharge du condensateur CT, le signal V\_CT atteint la valeur V\_ZD.

Le signal de commande Sc1 destiné aux premier élément de commutation SW1 est produit par la porte NON-ET 59 sous forme d'un signal logique NON-ET du signal S55o. La longueur de la période de niveau élevé du signal de commande Sc1 est spécifiée par la relation entre les signaux EAo et SAW, et la longueur de la période de faible niveau correspondante est définie par la période de décharge du condensateur CT. Le courant de la source Ichg de courant constant de recharge est réglé à une valeur élevée. Le signal V\_CT atteint immédiatement la valeur V\_ZD pendant la période de recharge. Au contraire, le courant de la source de courant constant Idsg est réglé à une faible valeur. Le signal V\_CT diminue depuis le potentiel d'écrêtement V\_ZD vers DIV2 pendant la période de décharge. La période de décharge assure une longueur déterminée à la période de faible niveau. Les opérations précitées sont décrites plus en détail dans la suite.

1) Lorsque  $SAW > EAo$ , le signal du comparateur 10\_1 (ou 10\_2) devient élevé.

2) Lorsque le signal S55I- du comparateur 55 tombe à DIV2 et lorsque le signal S55o devient élevé, la décharge du

condensateur CT commence. A ce moment, le premier élément de commutation SW1 est désactivé. La résistance en shunt 47 détecte un courant nul, et le signal du comparateur 10\_1 (ou 10\_2) devient faible. L'élément analogique 53 de commutation est désactivé.

5  
3) Lorsque le signal V\_CT tombe à DIV2, le signal S55o devient faible et le signal S55I- revient à Eref2, si bien que le premier élément de commutation SW1 est activé. A ce moment, le signal d'horloge transmis à la bascule D 49 devient élevé, et le signal de sortie de cette bascule 49 s'inverse. Le second élément de commutation est commuté entre l'état activé et un état désactivé, si bien que les signaux de sortie des secondaires auxquels l'énergie primaire doit être transférée sont commutés.

10  
15  
20  
4) La recharge du condensateur CT commence par l'élément analogique 50 de commutation si bien que le signal V\_CT atteint immédiatement V\_ZD. En outre, le courant électrique circulant dans le premier élément de commutation SW1 augmente progressivement suivant l'inductance du primaire du transformateur convertisseur T. Le signal SAW augmente progressivement, et le circuit de commande revient à l'état 1.

25  
30  
Comme le signal S55o est transmis à la borne d'entrée de signal d'horloge de la bascule D 49 par l'intermédiaire de la porte NON-ET 50, les signaux de commande Sc2\_1 et Sc2\_2 destinés aux seconds éléments de commutation SW2\_1 et SW2\_2 sont produits par division de fréquence du signal S55o et sont déphasés.

35  
Dans la configuration du circuit représenté sur la figure 19, une diode de Zener est utilisée comme signal d'écèlement V\_CT. Cependant, un circuit tampon d'écèlement utilisant la tension de référence peut remplacer la diode de Zener. Les conditions de sélection d'une valeur d'écèlement sont le fait que la tension d'écèlement doit avoir une valeur inférieure à la tension de référence Eref2 et que le moment auquel le signal S55o devient élevé est le moment auquel le signal S52 devient élevé.

Si l'on appelle CT la capacité du condensateur CT, la période de faible niveau du signal de commande Sc1, c'est-à-dire la période d'ouverture du premier élément de commutation, est sous la forme  $(V_{ZD} - DIV2) \times CT / Idsg$ . Le circuit est commandé de manière que, lorsque le niveau de tension EAo augmente, la période de niveau élevé du signal de commande Sc1, c'est-à-dire la période d'activation du premier élément de commutation SW1, s'allonge.

On décrit maintenant la configuration (F). Pour le réglage de la période de niveau élevé et de la période de faible niveau du signal de commande Sc1 ou de la période d'activation et de la période de désactivation du premier élément de commutation SW1, une modification légère seulement de la configuration du circuit de la figure 19 est nécessaire. A la place du signal transmis par la résistance en shunt 47, la tension aux bornes du condensateur CT est transmise aux bornes d'entrée négatives des comparateurs 10\_1 et 10\_2 sous forme du signal de forme d'onde en dents de scie. La diode de Zener ZD est retirée du circuit, et le courant de la source de courant constant de recharge Ichg est réglée à une faible valeur.

La figure 21 représente des signaux utilisés dans cette variante de configuration du circuit. Les signaux ont la même signification que précédemment.

Dans cette configuration, après diminution progressive depuis un certain niveau, le signal EAo atteint un niveau prédéterminé. On peut noter que, en même temps que le signal EAo diminue, la période de niveau élevé et la période de faible niveau du signal S55o diminuent.

Les configurations (E) et (F) présentent des avantages de stabilisation de l'énergie distribuée aux lampes à décharge. Par exemple, avec la configuration (A) et le procédé de commande par modulation par impulsions de largeur variable lorsque l'énergie est transmise aux deux lampes à décharge, si un convertisseur à réarmement est utilisé comme circuit d'alimentation continue, la densité de flux du transformateur augmente pendant la période d'activation du premier élément de commutation SW1. Pendant la période de

désactivation du premier élément de commutation SW1, l'énergie primaire est transférée au secondaire du transformateur. Lorsqu'il existe une différence entre les secondaires au point de vue de la puissance et de la tension de sortie, un problème peut être posé par la distribution d'énergie aux sorties secondaires.

Si de l'énergie est transmise aux lampes à décharge alors que les signaux de sortie secondaires sont commutés par commande des seconds éléments de commutation SW2\_1 et SW2\_2, la fréquence de commutation est rendue constante par le procédé de commande par modulation par impulsions de largeur variable. En conséquence, une plus grande quantité d'énergie est transmise à un second élément de commutation ayant un plus faible coefficient d'utilisation qu'un second élément de commutation ayant un plus grand coefficient d'utilisation, le coefficient d'utilisation représentant la partie de la période d'activation du second élément de commutation pendant un cycle. On peut attribuer ce comportement au fait que la densité de flux du transformateur convertisseur n'est pas uniforme pour tous les signaux de sortie secondaires.

Dans les configurations (E) et (F), le circuit n'est pas commandé lorsque la fréquence de commutation est maintenue constante. La période d'activation d'un élément de commutation ou la période d'activation et la période de désactivation d'un élément de commutation sont commandées de manière que la densité de flux du transformateur convertisseur soit pratiquement uniforme, si bien qu'une distribution stable d'énergie aux sorties secondaires est possible.

La figure 22 représente schématiquement l'état du circuit de commande lors de l'utilisation de la configuration (F). La relation entre le temps et la densité de flux B du transformateur convertisseur est indiquée. L'axe horizontal représente le temps et l'axe vertical la densité de flux. L'état binaire du signal de commande Sc1 destiné au premier élément de commutation est aussi indiqué au-dessous du graphique.

Comme l'indique la courbe en trait interrompu Bb, le signal de commande Sc1 s'élève vers un niveau élevé, c'est-à-dire que le premier élément de commutation SW1 est activé lorsque le niveau inférieur de la densité de flux B devient pratiquement constant et a atteint le niveau Bb. L'énergie transférée aux côtés secondaires du transformateur convertisseur T pour chaque opération correspond aux surfaces hachurées S1 et S2. Ces surfaces hachurées S1 et S2 correspondent aux périodes de faible niveau du signal de commande Sc1. Dans cet exemple, une période de niveau élevé apparaissant chronologiquement avant la période suivante de niveau élevé est relativement longue, et la surface hachurée S1 obtenue dans la période de faible niveau suivant la période de niveau élevé relativement longue tient compte de la surface plus grande que dans le cas de la surface hachurée suivante S2. Au contraire, si la fréquence de commutation est maintenue constante, la surface de la zone hachurée devient plus grande pour un plus petit coefficient d'utilisation.

Les configurations (A) à (F) ont été décrites lors de l'utilisation de deux lampes à décharge seulement, afin que le fonctionnement du circuit soit facile à comprendre. Dans le cas de N lampes à décharge, N étant supérieur à 2, le circuit d'éclairage à lampes à décharge peut être généralisé si bien que N seconds éléments de commutation affectés afin qu'ils correspondent à N lampes à décharge sont incorporés du côté du circuit secondaire du transformateur convertisseur et de manière que la distribution d'énergie primaire aux lampes respectives à décharge soit réalisée par commande par commutation des seconds éléments de commutation.

Selon l'invention, plusieurs secondaires, appartenant au circuit d'alimentation en courant continu, sont incorporés, et les tensions des secondaires peuvent être réglées individuellement à l'aide des seconds éléments de commutation. Le circuit d'alimentation en courant continu est partagé par plusieurs lampes à décharge, si bien que le circuit d'éclairage à lampes à décharge a un faible encombrement. En outre, l'énergie primaire du transformateur

est transférée aux secondaires par activation ou désactivation des seconds éléments de commutation. Ainsi, la distribution d'énergie aux lampes à décharge respectives peut être réglée, et la commande peut ainsi être assurée en fonction des états des lampes à décharge ou en fonction des différences individuelles entre les lampes à décharge.

L'invention permet d'éviter la détérioration d'un élément de circuit ou son claquage qui pourrait être provoqué par l'apparition d'une tension élevée dans le transformateur du circuit d'alimentation en courant continu.

Selon l'invention, lorsque des lampes à décharge ayant pratiquement les mêmes valeurs nominales sont utilisées pour l'éclairage, l'alimentation des lampes à décharge peut être réalisée en alternance. Une faible ondulation apparaît dans la tension du transformateur, et l'alternance entre les seconds éléments de commutation n'implique pratiquement aucune perte d'énergie.

L'alimentation de plusieurs lampes à décharge ayant des valeurs nominales différentes peut être assurée individuellement.

Pendant une opération unique de transfert d'énergie du circuit du côté primaire au circuit du côté secondaire du transformateur, le transfert d'énergie aux sorties secondaires peut être réalisé pratiquement simultanément ou avec un faible retard, par commutation des états respectifs des seconds éléments de commutation.

Les seconds éléments de commutation dont les états d'activation ou désactivation doivent être commandés permettent le réglage du transfert d'énergie aux sorties secondaires correspondant aux seconds éléments de commutation, ainsi que le transfert d'énergie à la sortie secondaire du second élément de commutation à activer. Ainsi, le changement des seconds éléments de commutation n'implique pratiquement aucune perte d'énergie.

Les périodes d'activation et de désactivation du premier élément de commutation sont commandées de manière variable, si bien que la distribution d'énergie aux sorties secondaires du transformateur est stable.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux circuits qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemple non limitatif sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Circuit d'éclairage à lampes à décharge (6\_1, 6\_2), caractérisé en ce qu'il comprend :

5 un circuit (3) d'alimentation en courant continu,  
un circuit (4) de conversion continu-alternatif destiné à transformer une tension du circuit (3) d'alimentation en courant continu en une tension alternative et à transmettre la tension alternative aux lampes à décharge (6\_1, 6\_2), et  
10 un circuit de commande individuelle de la tension du circuit (3) d'alimentation en courant continu transmise à chaque lampe à décharge (6\_1, 6\_2).

2. Circuit selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit (3) d'alimentation en courant continu comprend un transformateur (T) et un premier élément (SW1) de commutation connecté à un primaire (Tp) du transformateur (T), et l'activation ou désactivation du premier élément (SW1) de commutation est commandée par un signal de commande provenant du circuit de commande.

3. Circuit selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte en outre :

20 des secondaires (Ts1, Ts2) incorporés au transformateur (T) du circuit (3) d'alimentation en courant continu, les secondaires (Ts1, Ts2) étant en nombre égal au nombre de lampes à décharge (6\_1, 6\_2), et  
25 un second élément (SW2\_1, SW2\_2) de commutation dont l'activation ou la désactivation est commandée par un signal provenant du circuit de commande, est disposé séparément pour chacun des secondaires (Ts1, Ts2) afin que les secondaires (Ts1, Ts2) transmettent des tensions différentes.

30 4. Circuit selon la revendication 2, caractérisé en ce que, lorsque de l'énergie primaire (Tp) du transformateur (T) du circuit (3) d'alimentation en courant continu est transférée à un circuit secondaire, le circuit de commande transmet des signaux de commande aux seconds éléments  
35 (SW2\_1, SW2\_2) de commutation respectifs afin que l'un au moins des seconds éléments (SW2\_1, SW2\_2) de commutation associés aux secondaires (Ts1, Ts2) soit activé, et l'énergie primaire est transmise à partir du secondaire

connecté au second élément de commutation à une lampe à décharge (6\_1, 6\_2) correspondante pendant que le second élément de commutation reste actif.

5           5. Circuit selon la revendication 3, caractérisé en ce que, pendant une opération unique de transfert d'énergie d'un circuit du côté primaire à un circuit du côté secondaire du transformateur (T), induite par commande de l'activation ou désactivation du premier élément (SW1) de commutation, les seconds éléments (SW2\_1, SW2\_2) de commu-  
10           tation sont fixés à un état activé ou désactivé, et les états activé ou désactivé des seconds éléments (SW2\_1, SW2\_2) de commutation sont inversés chaque fois que de l'énergie est transférée.

15           6. Circuit selon la revendication 3, caractérisé en ce que, pendant le transfert d'énergie d'un circuit du côté primaire à un circuit du côté secondaire du transformateur (T), induit par commande de l'activation ou désactivation du premier élément (SW1) de commutation, les seconds éléments (SW2\_1, SW2\_2) de commutation sont fixés à l'état activé ou  
20           désactivé, et les états activé ou désactivé des seconds éléments (SW2\_1, SW2\_2) de commutation sont inversés chaque fois qu'un transfert d'énergie a été réalisé un nombre prédéterminé de fois.

25           7. Circuit selon la revendication 3, caractérisé en ce que, pendant une opération unique de transfert d'énergie d'un circuit du côté primaire à un circuit du côté secondaire du transformateur (T), induit par la commande de l'activation ou désactivation du premier élément (SW1) de commutation, les seconds éléments (SW2\_1, SW2\_2) de commu-  
30           tation sont commutés d'un état activé à un état désactivé ou inversement.

35           8. Circuit selon la revendication 3, caractérisé en ce que, pendant une opération unique de transfert d'énergie d'un circuit du côté primaire à un circuit du côté secondaire du transformateur (T), induit par commande de l'activation ou désactivation du premier élément (SW1) de commutation, certains des seconds éléments (SW2\_1, SW2\_2) de commutation restent à l'état activé constamment, et les

autres des seconds éléments (SW2\_1, SW2\_2) de commutation sont commutés d'un état activé à un état désactivé, ou inversement.

5 9. Circuit selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'activation ou désactivation du premier élément (SW1) de commutation est commandée afin qu'une période de désactivation devienne constante et qu'une période d'activation soit changée.

10 10. Circuit selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'activation ou désactivation du premier élément (SW1) de commutation est commandée afin que la période de désactivation et la période d'activation soient toutes deux changées.

FIG. 1

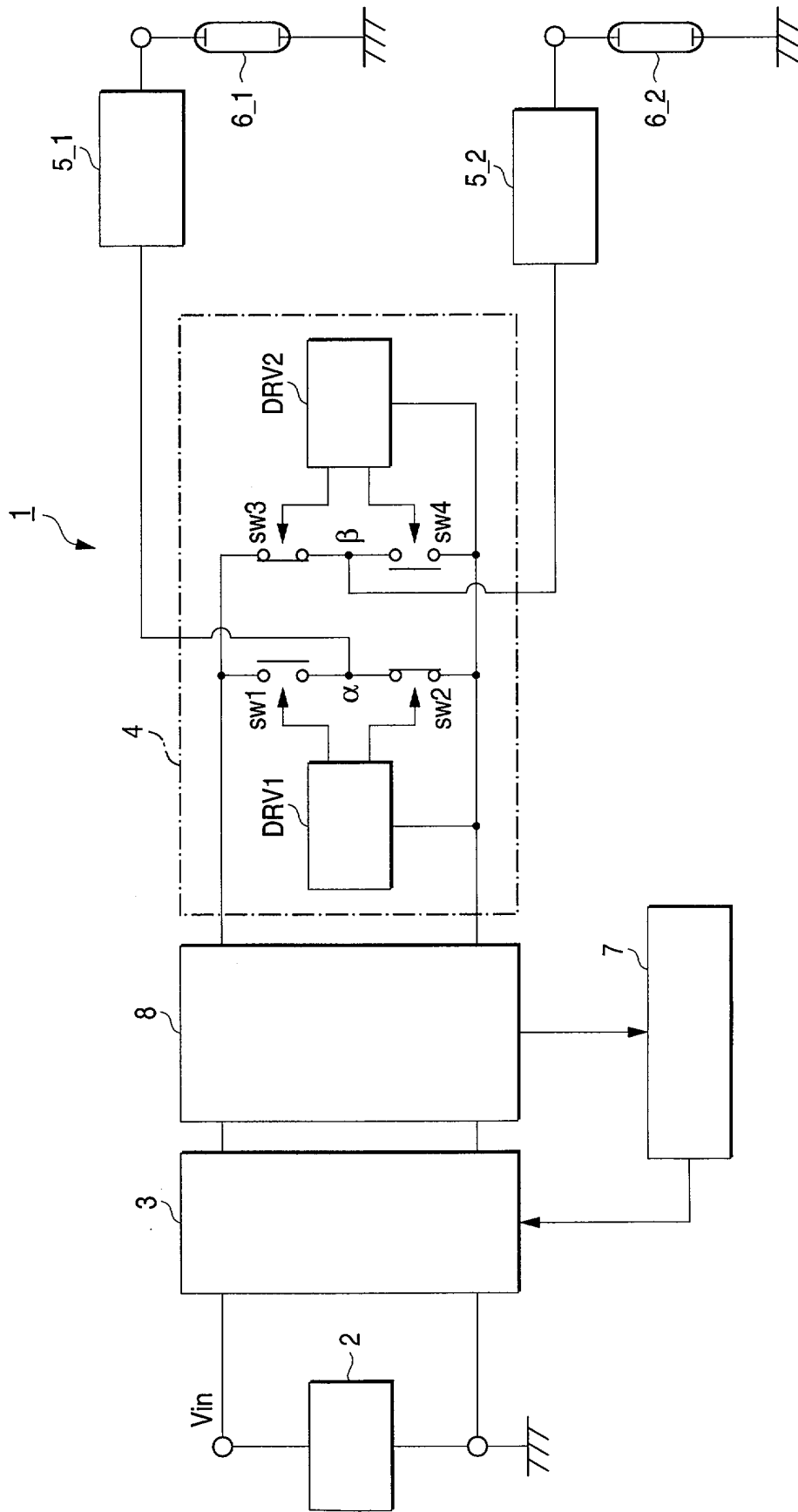


FIG. 2

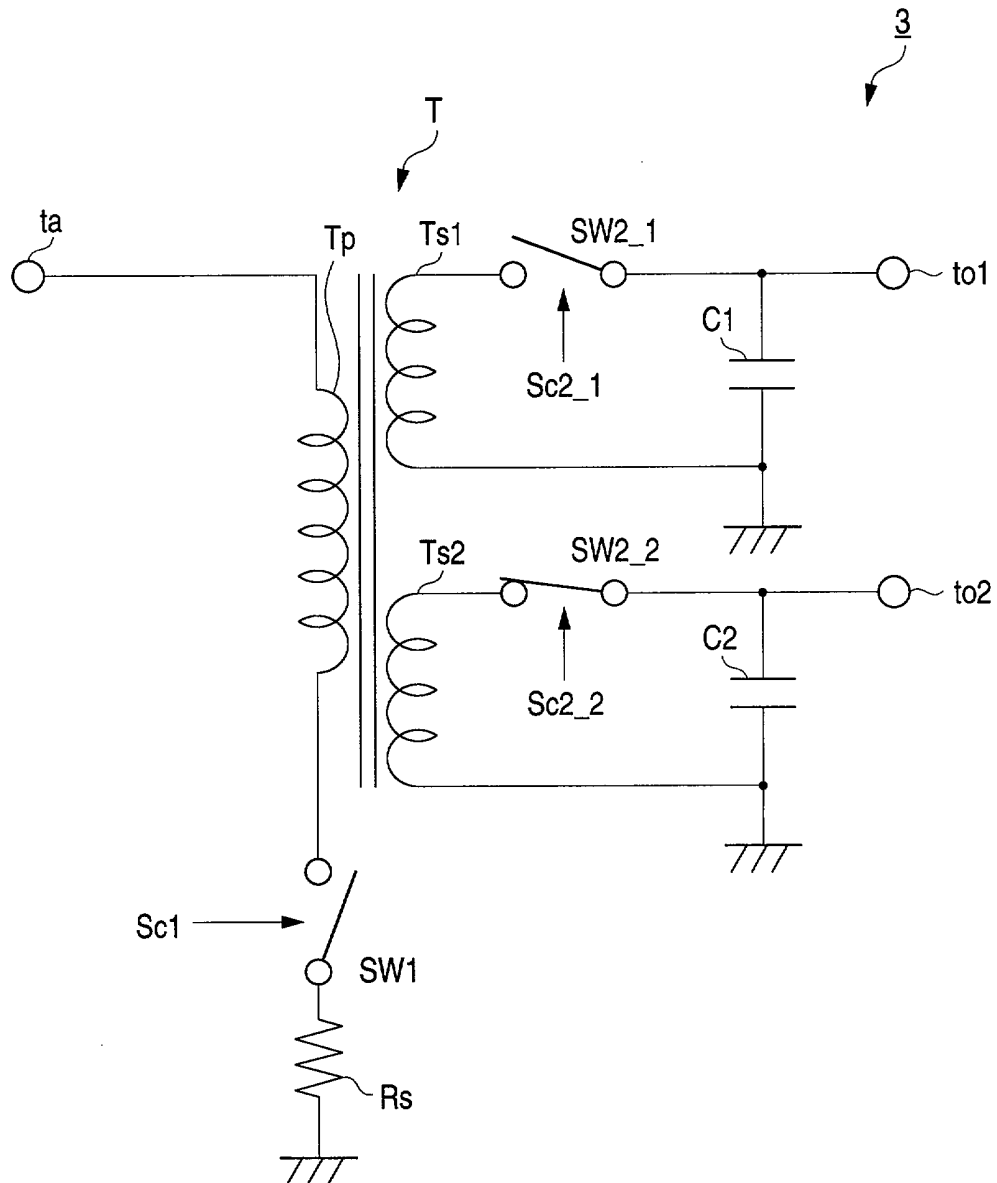


FIG. 3

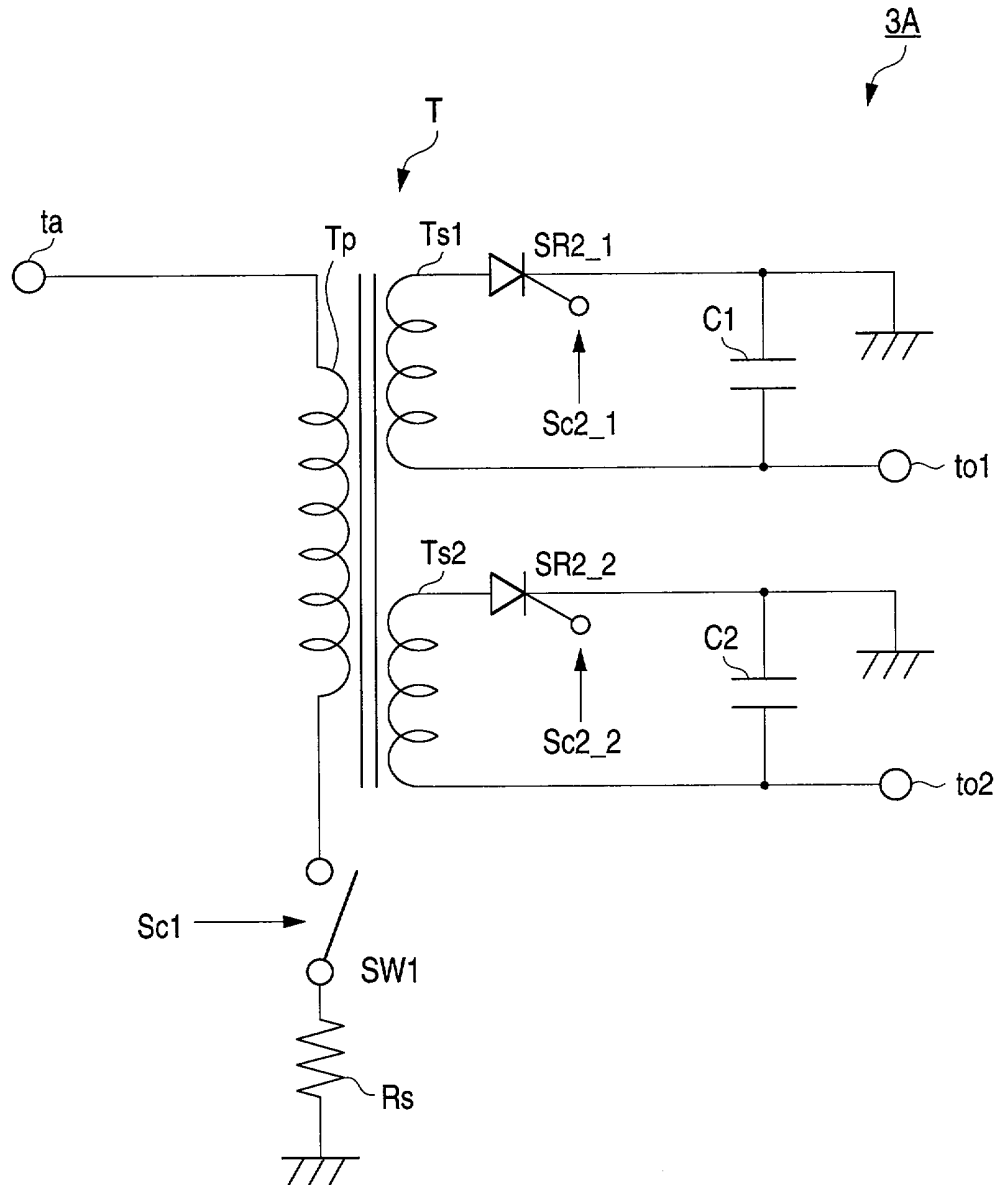


FIG. 4

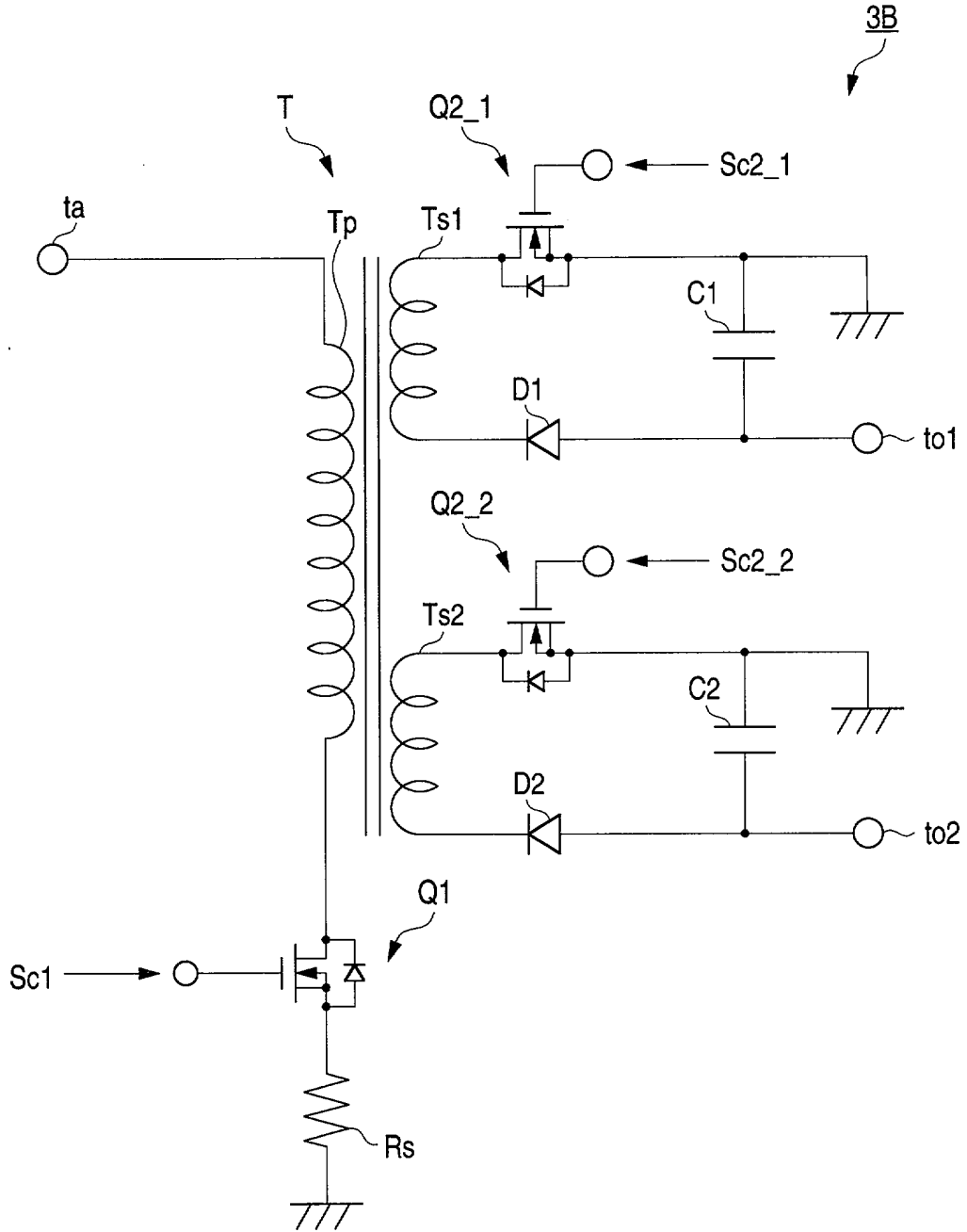


FIG. 5

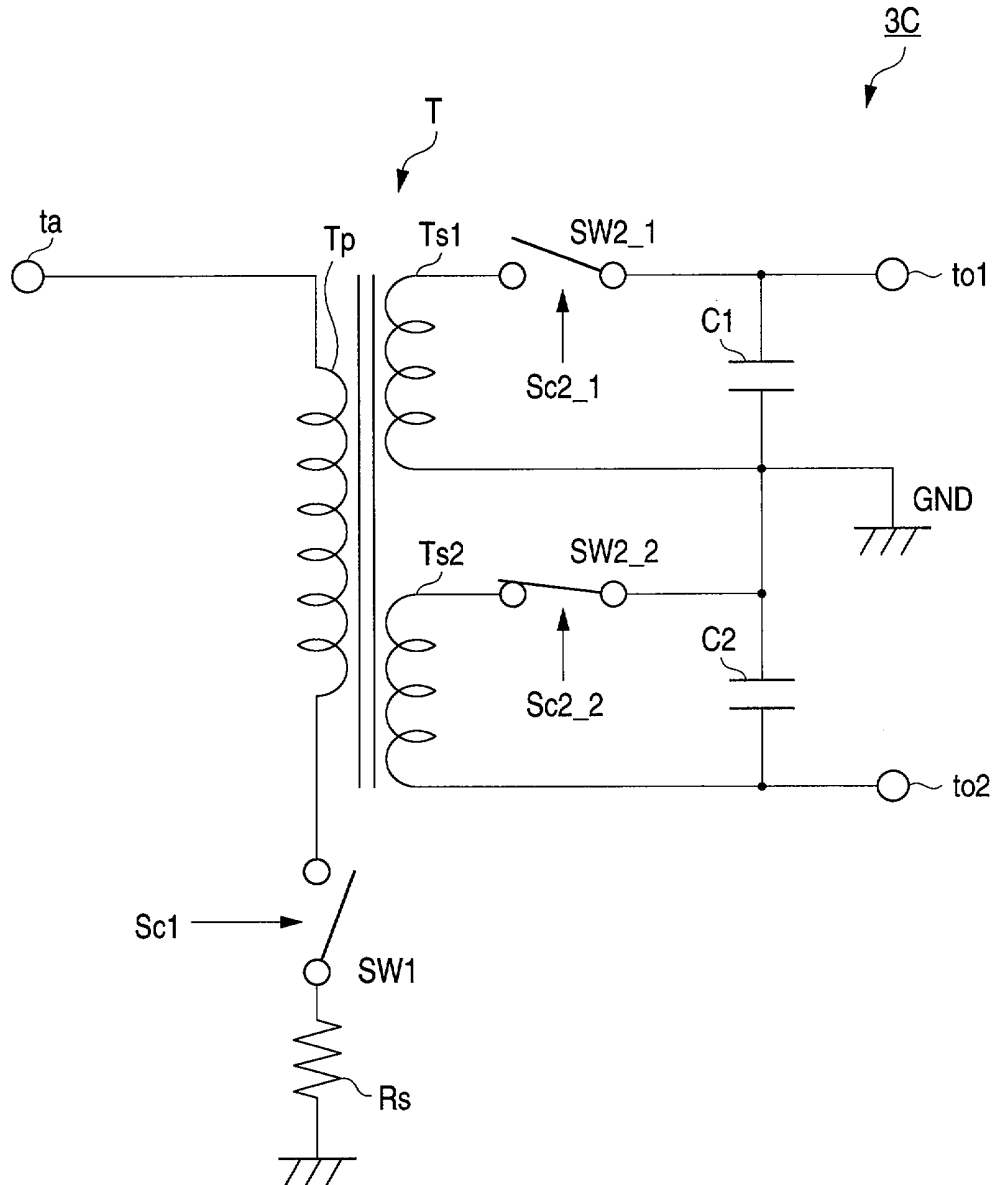


FIG. 6

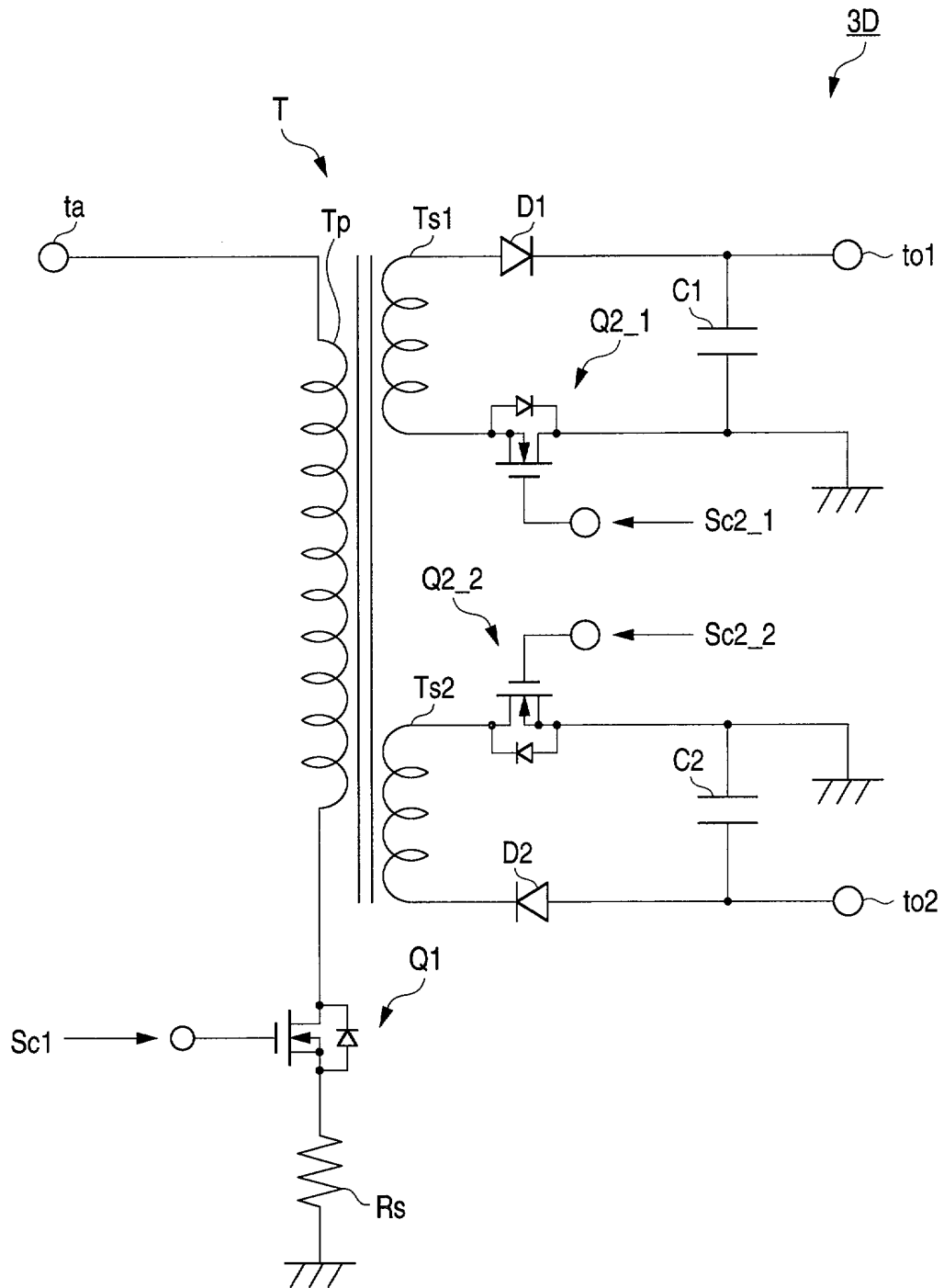
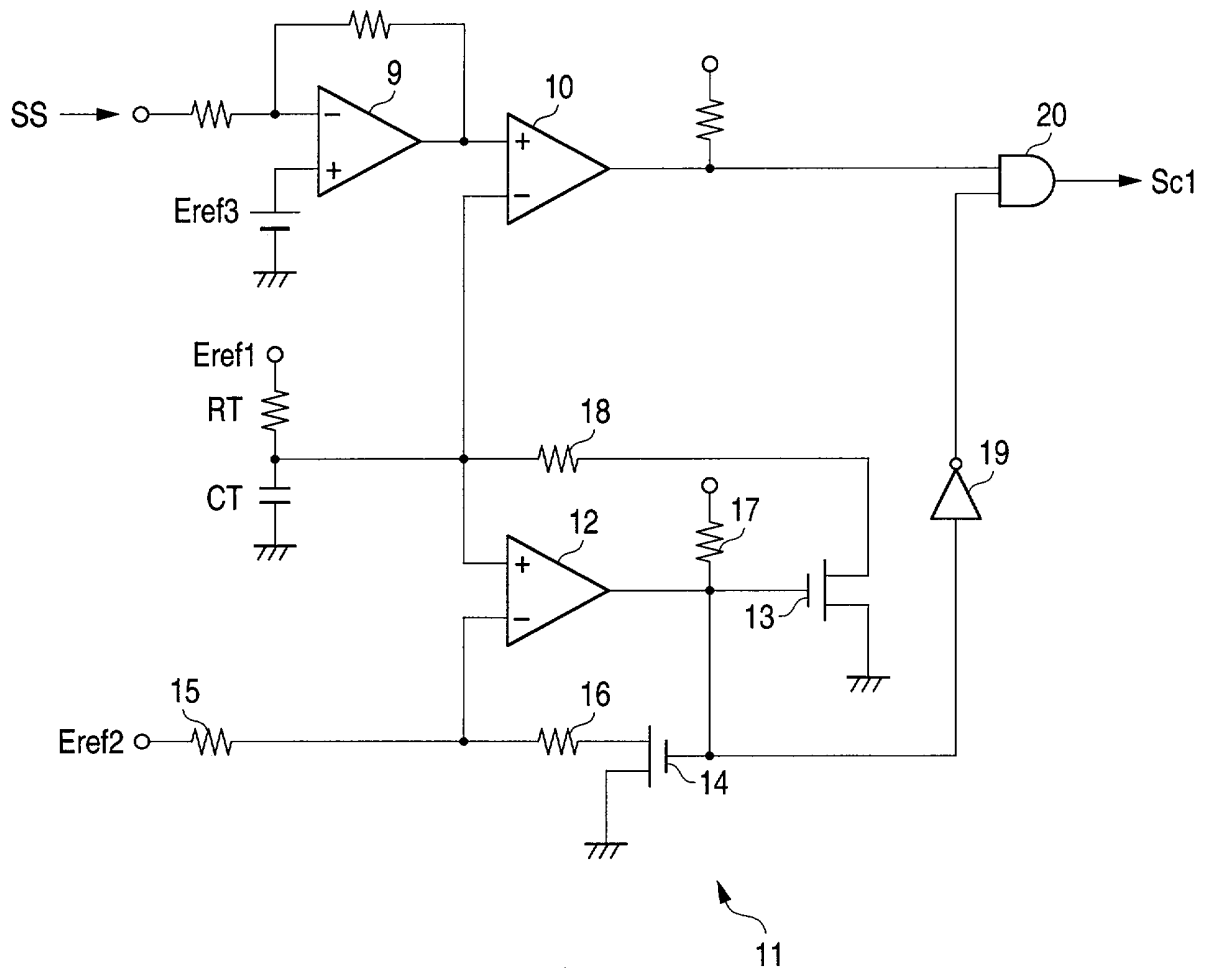


FIG. 7



8/20

FIG. 8

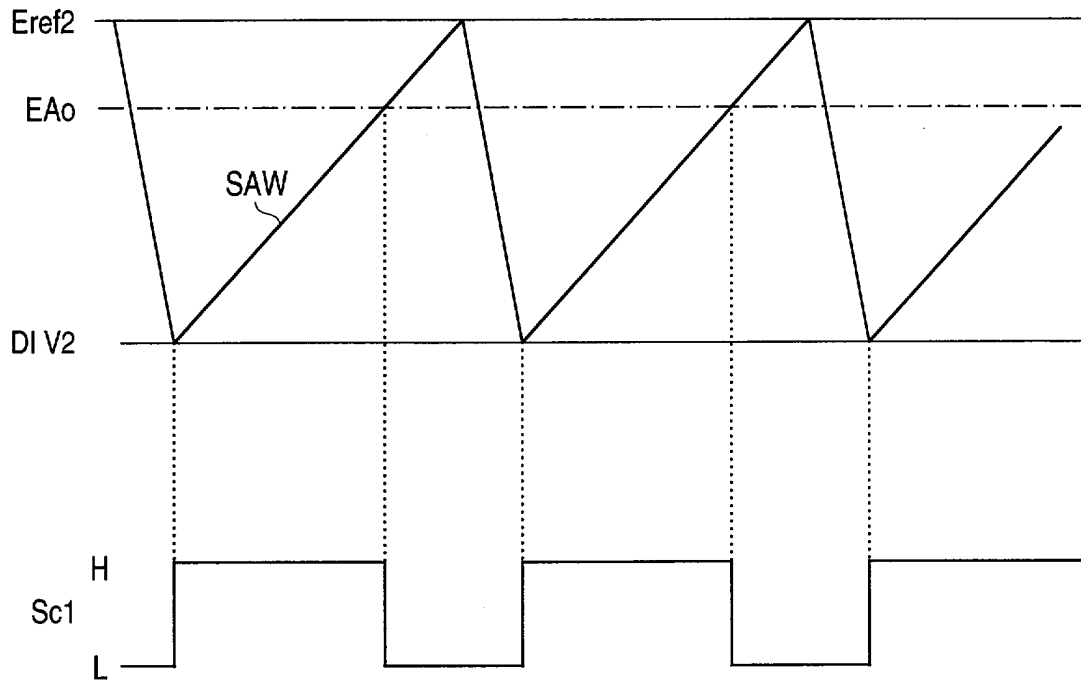


FIG. 9

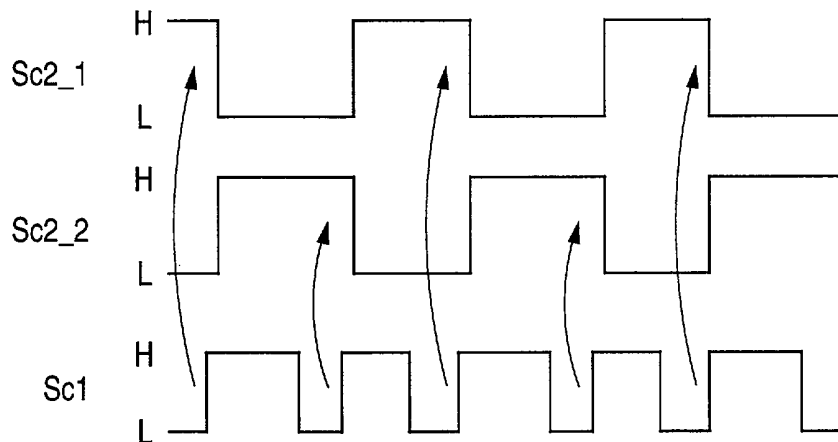


FIG. 10

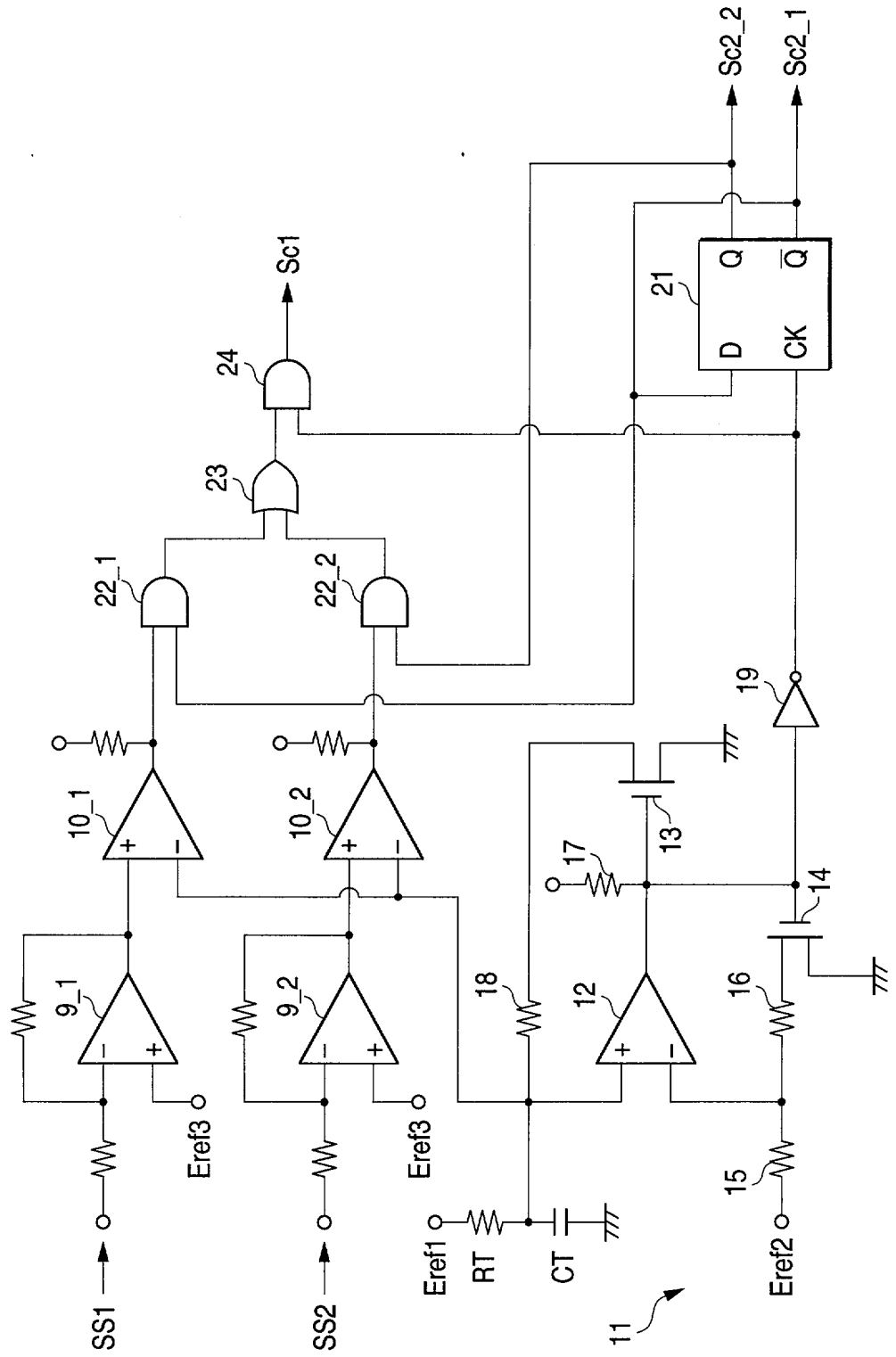


FIG. 11

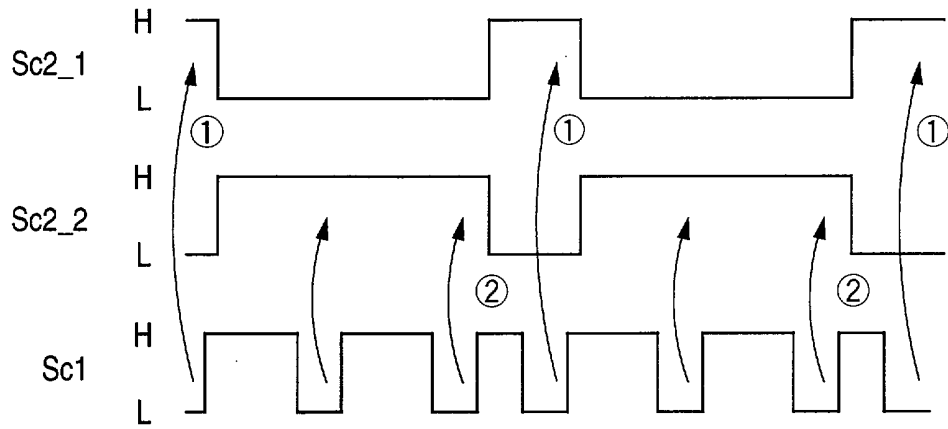


FIG. 12

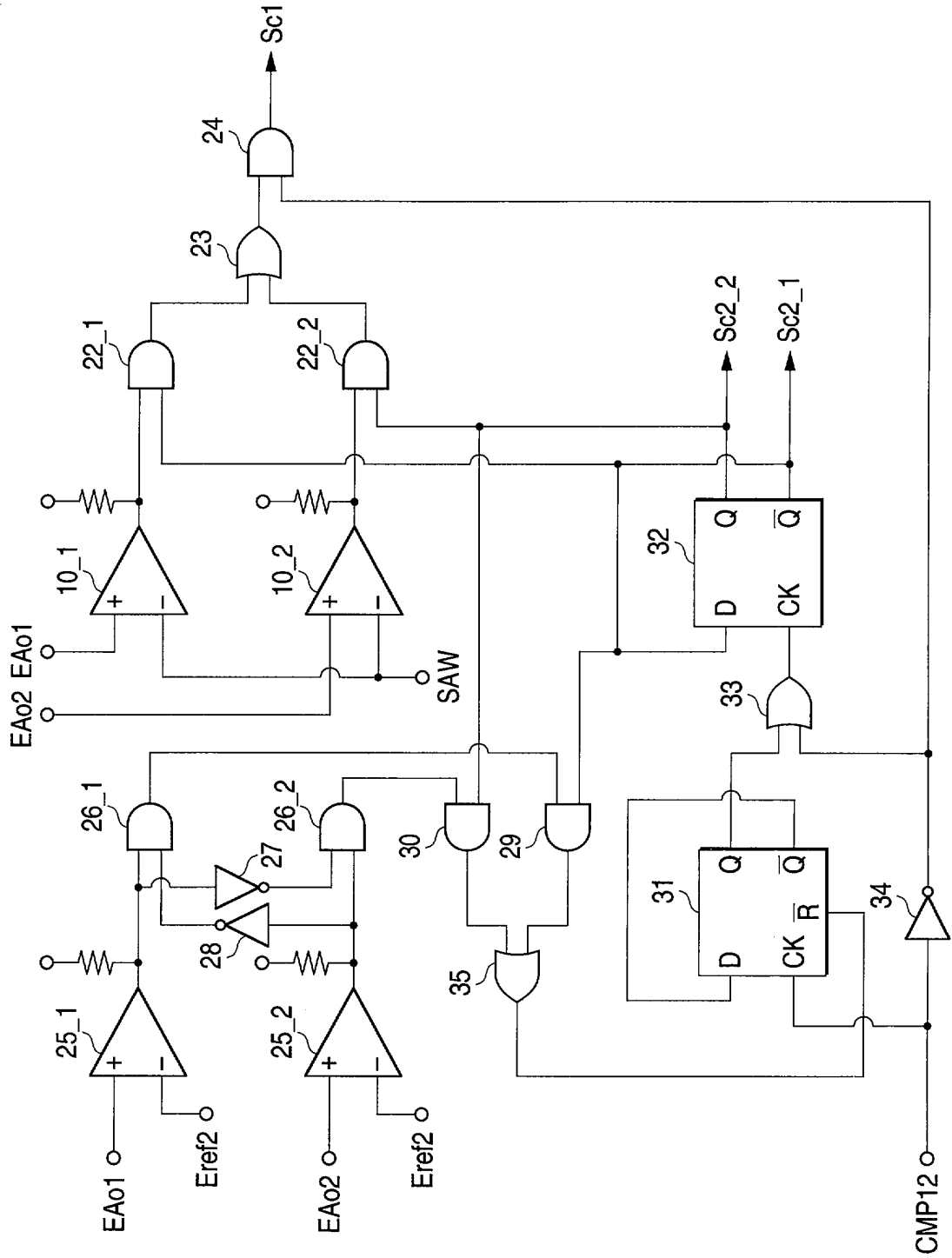


FIG. 13

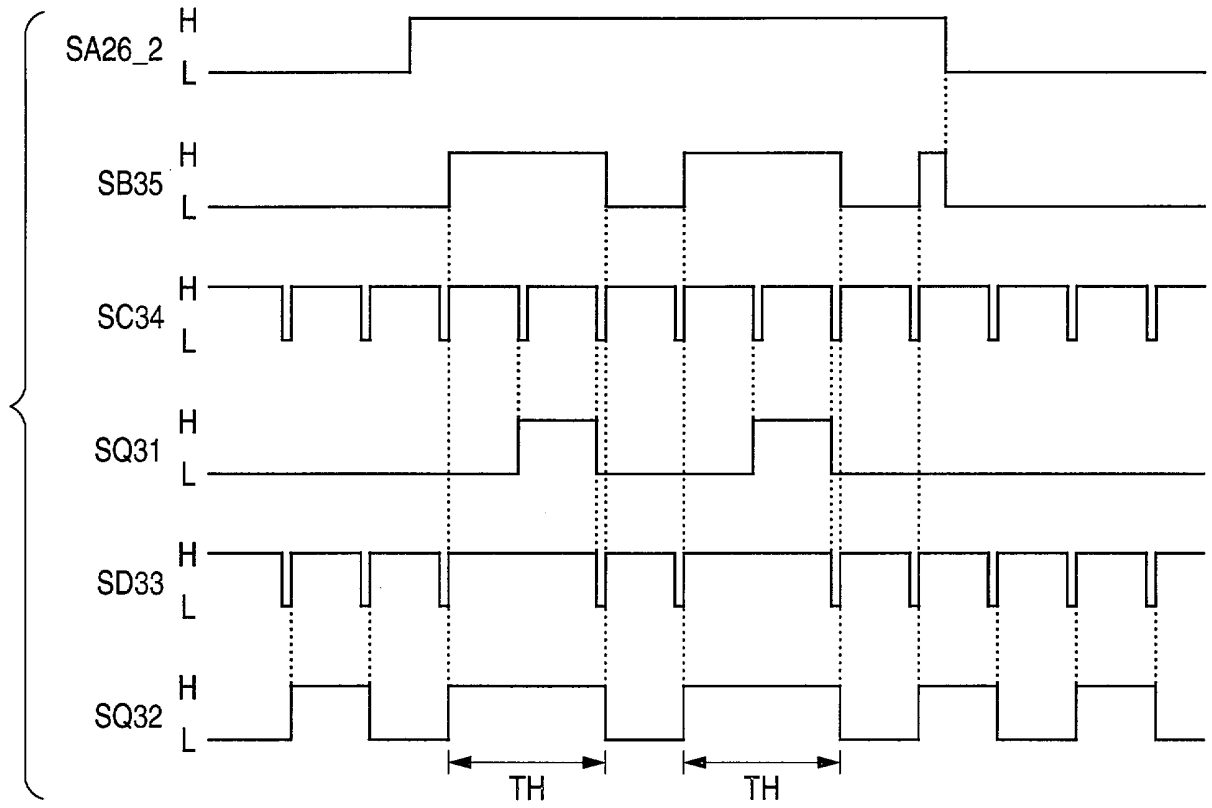


FIG. 14

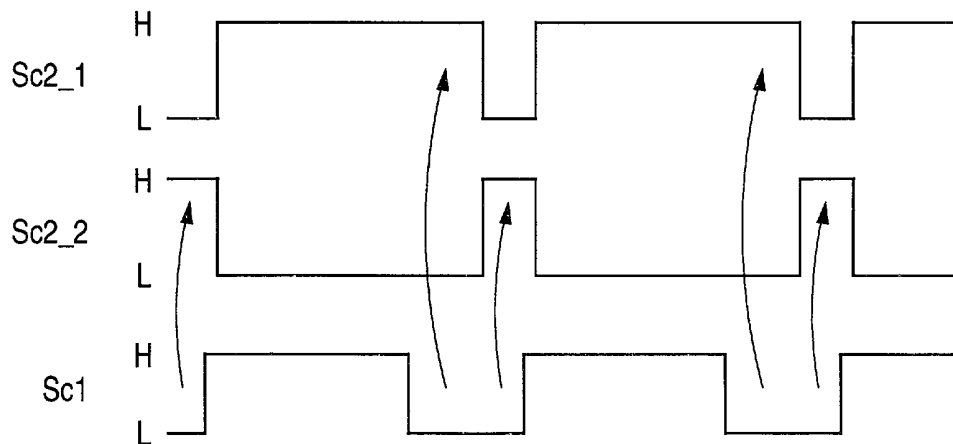


FIG. 15

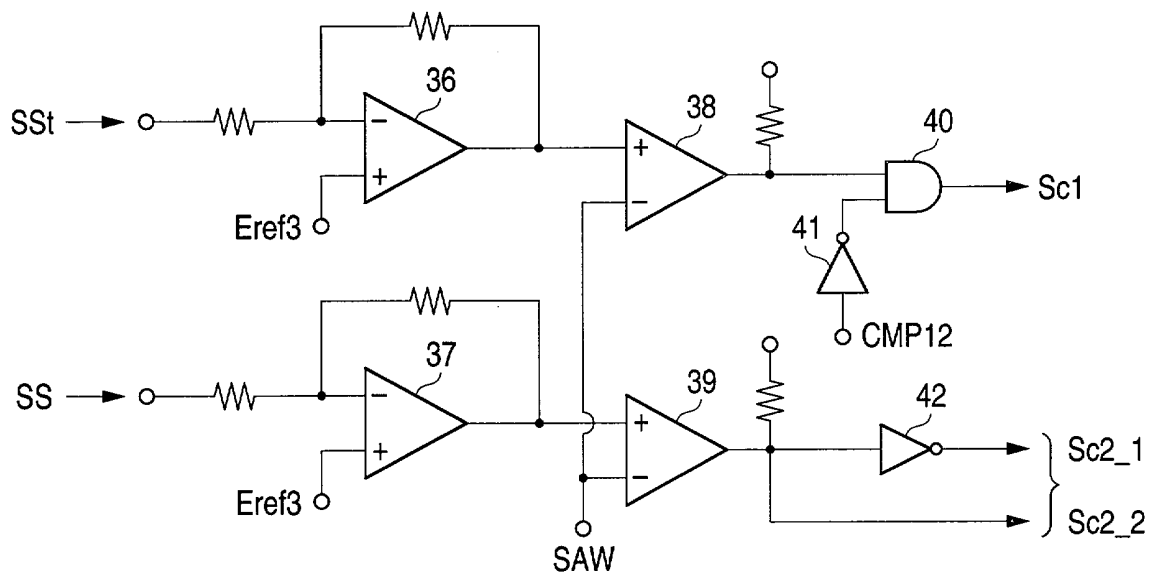


FIG. 16

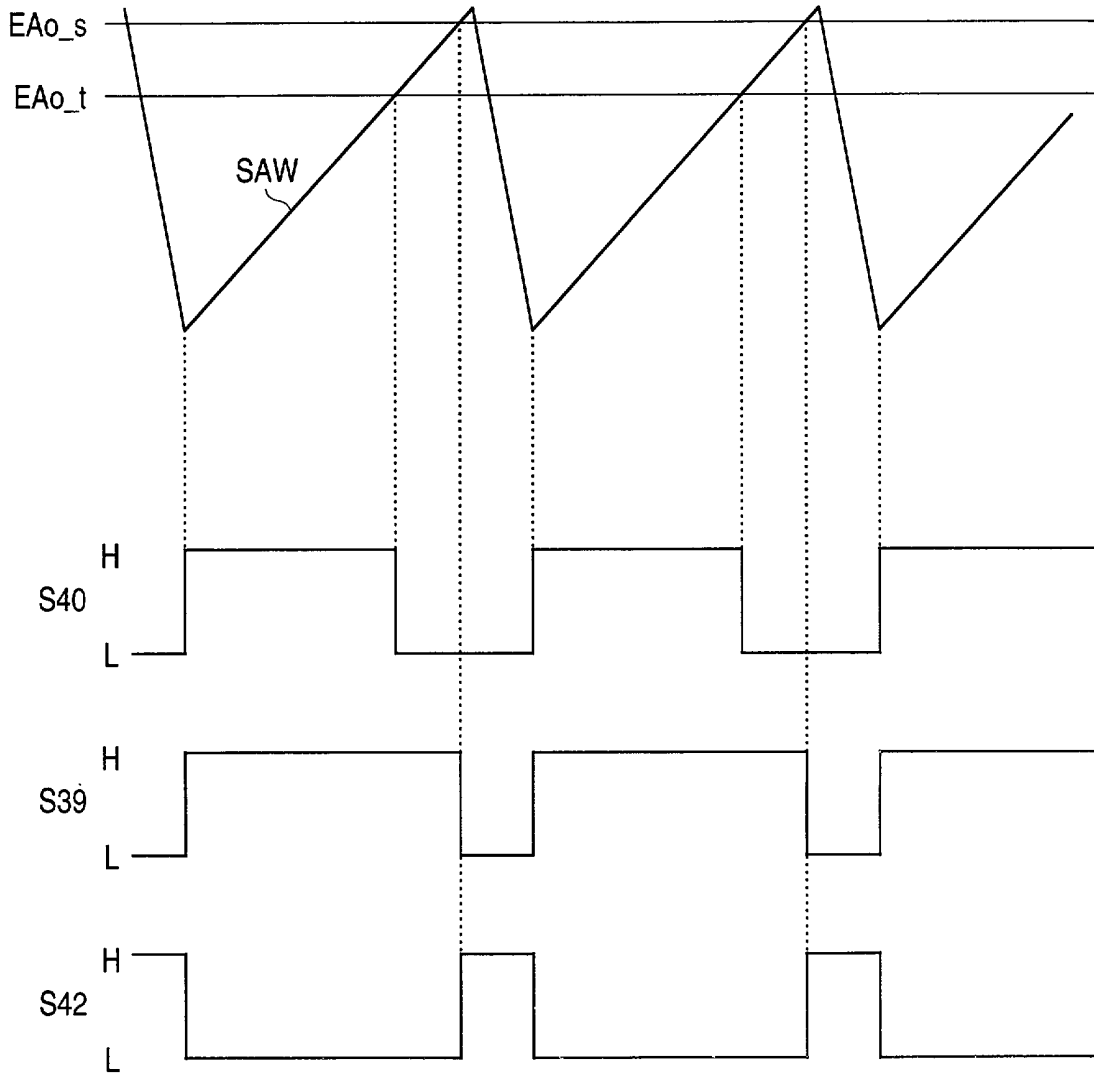


FIG. 17

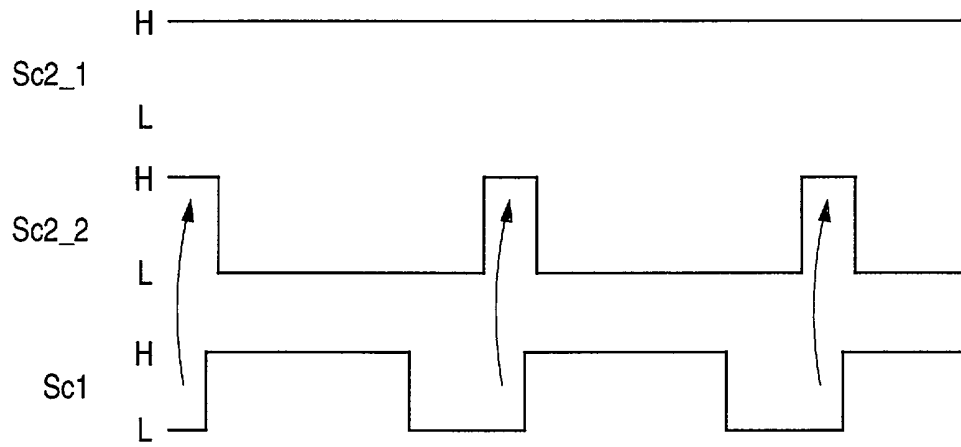
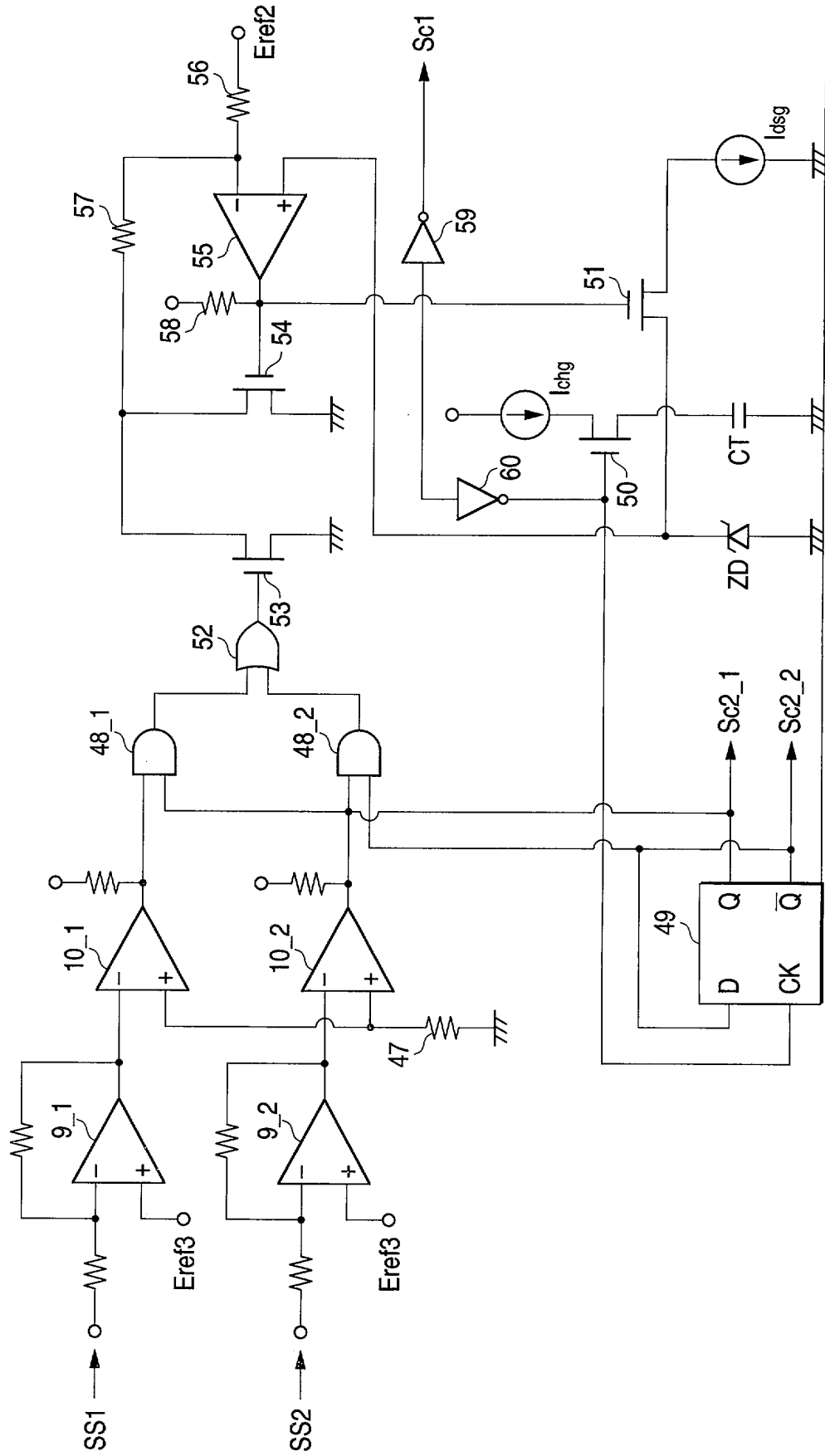




FIG. 19



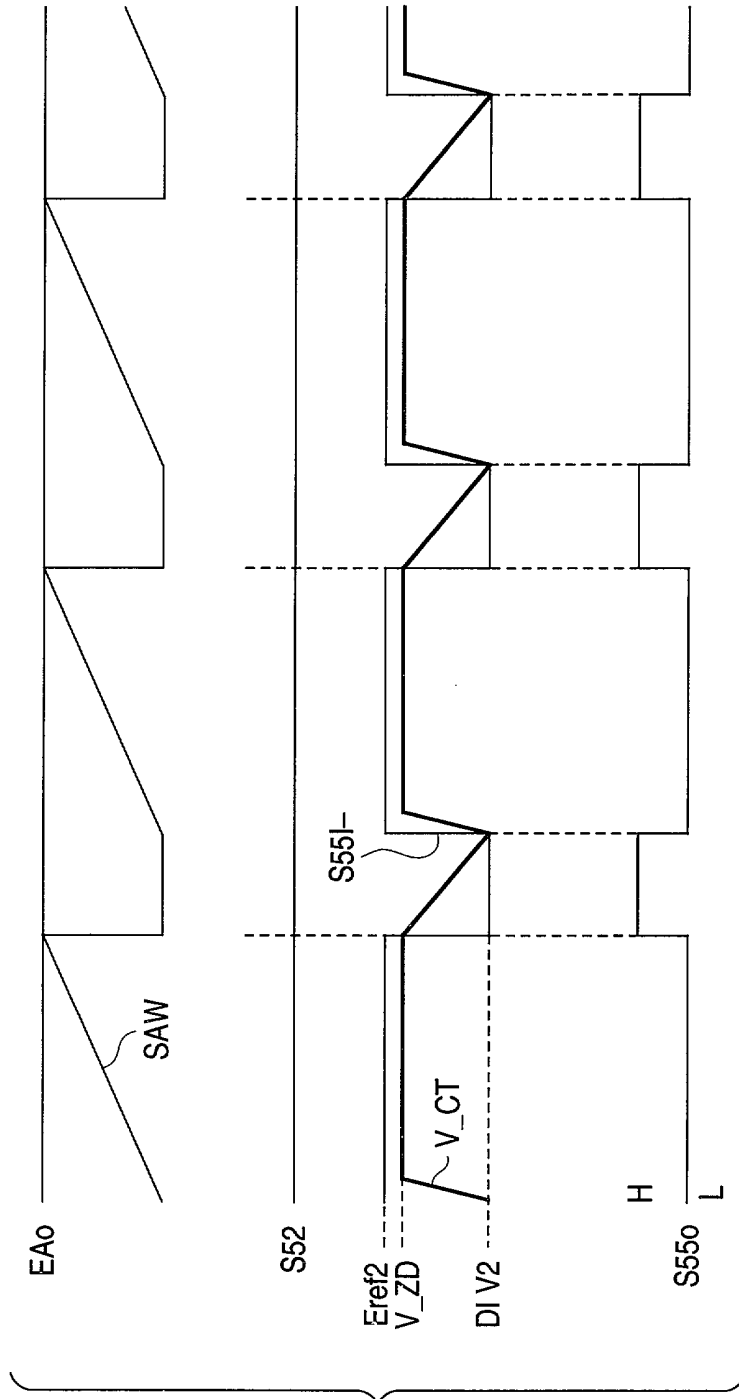


FIG. 20

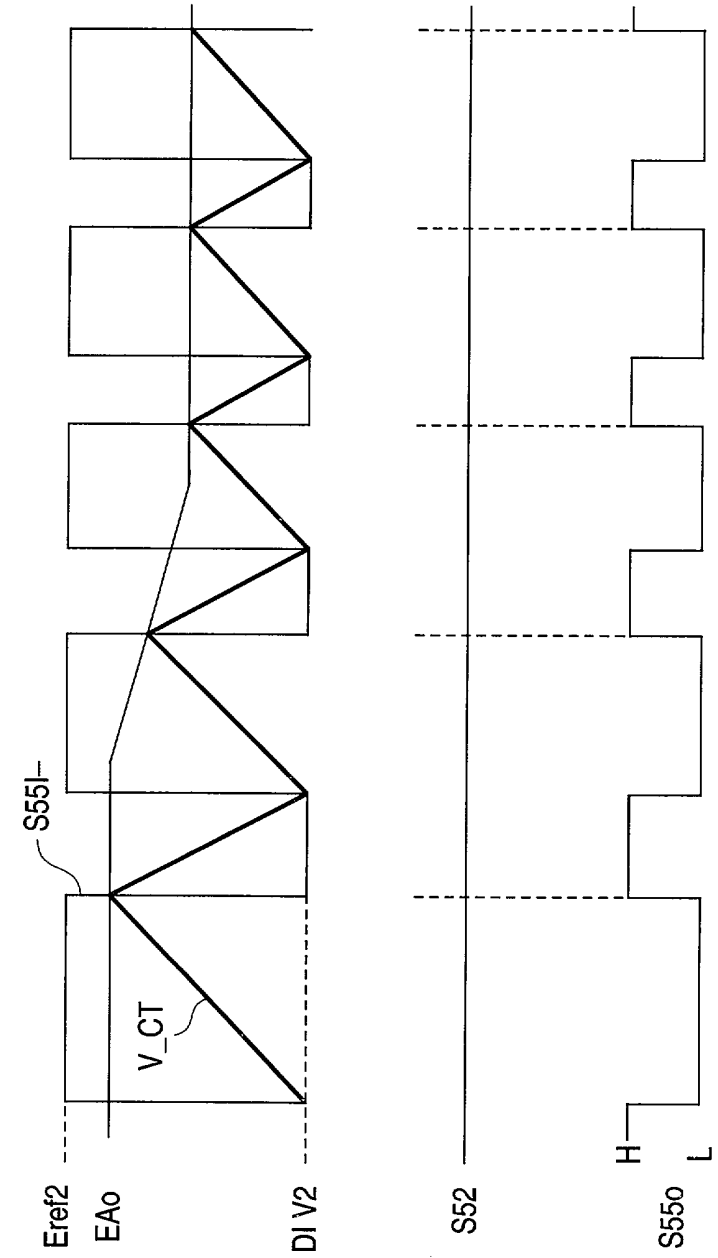


FIG. 21

FIG. 22

