



⑫

**BREVET D'INVENTION**

**B1**

⑤④ **SYSTEME D'INTERRUPTEUR ET CONVERTISSEUR ELECTRIQUE COMPORTANT UN TEL  
SYSTEME D'INTERRUPTEUR.**

②② **Date de dépôt** : 11.05.16.

③③ **Priorité** :

④③ **Date de mise à la disposition du public  
de la demande** : 17.11.17 Bulletin 17/46.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention** : 27.04.18 Bulletin 18/17.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche** :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux  
apparentés** :

○ **Demande(s) d'extension** :

⑦① **Demandeur(s)** : VALEO SYSTEMES DE  
CONTROLE MOTEUR Société par actions simplifiée  
— FR.

⑦② **Inventeur(s)** : BERTRAND MATHIEU, NIKOLIC  
DAVID et PLAIDEAU MICHEL.

⑦③ **Titulaire(s)** : VALEO SYSTEMES DE CONTROLE  
MOTEUR Société par actions simplifiée.

⑦④ **Mandataire(s)** : VALEO SYSTEMES DE  
CONTROLE MOTEUR Société par actions simplifiée.

**FR 3 051 299 - B1**



## TITRE

SYSTÈME D'INTERRUPTEUR ET CONVERTISSEUR ÉLECTRIQUE COMPORTANT  
UN TEL SYSTÈME D'INTERRUPTEUR

## DOMAINE TECHNIQUE

- 5           La présente invention concerne le domaine des interrupteurs commandés, en particulier dans des applications où ces interrupteurs sont destinés à être parcourus par des courants supérieurs à 100 A.

## ARRIÈRE-PLAN TECHNOLOGIQUE

- La demande de brevet européen publiée sous le numéro EP 2 549 649 A1
- 10   décrit un système d'interrupteur comportant :
- un interrupteur comportant :
    - une première borne,
    - une deuxième borne, et
    - une borne de commande,
- 15   la première borne et la deuxième borne présentant entre elles une première tension,
- la borne de commande et la deuxième borne présentant entre elles une deuxième tension contrôlant la première tension,
- un circuit de limitation de tension comportant une première borne,
- 20   - une connexion de rétroaction entre la première borne du circuit de limitation de tension et la borne de commande de l'interrupteur,
- le circuit de limitation de tension étant conçu pour, dans un mode actif, réaliser une rétroaction de la première tension sur la deuxième tension de manière à limiter la première tension,
- 25   le circuit de limitation de tension étant en outre conçu pour, dans son mode actif, fournir un courant par sa première borne.

Dans la publication précédente, le circuit de limitation de tension est destiné à limiter la première tension lors de l'ouverture de l'interrupteur. Cependant, lorsque l'interrupteur est à l'état ouvert et qu'une tension élevée est appliquée entre la première borne et la deuxième borne, les inventeurs ont  
5 remarqué qu'une reconduction non souhaitée de l'interrupteur pouvait se produire, c'est-à-dire une circulation de courant entre la première borne et la deuxième borne de l'interrupteur.

L'invention a pour but de proposer un système d'interrupteur permettant de remédier, au moins en partie, aux reconductions non souhaitées  
10 de l'interrupteur.

## RÉSUMÉ DE L'INVENTION

À cet effet, il est proposé un système d'interrupteur comportant :

- un interrupteur comportant :
  - une première borne,
  - 15 - une deuxième borne, et
  - une borne de commande,la première borne et la deuxième borne présentant entre elles une première tension,  
la borne de commande et la deuxième borne présentant entre elles  
20 une deuxième tension contrôlant la première tension,
- un circuit de limitation de tension comportant une première borne,
- une connexion de rétroaction entre la première borne du circuit de limitation de tension et la borne de commande de l'interrupteur,  
le circuit de limitation de tension étant conçu pour, dans un mode  
25 actif, réaliser une rétroaction de la première tension sur la deuxième tension de manière à limiter la première tension,  
le circuit de limitation de tension étant en outre conçu pour, dans son mode actif, fournir un courant par sa première borne,  
caractérisé en ce qu'il comporte en outre :

- un dispositif de blocage de courant conçu pour empêcher le courant fourni par le circuit de limitation de tension de s'écouler dans la connexion de rétroaction jusqu'à la borne de commande de l'interrupteur.

5           En effet, les inventeurs ont remarqué que la reconduction non souhaitée provenait d'une charge de la borne de commande de l'interrupteur par le courant fourni par le circuit de limitation de tension en mode actif. Grâce à l'invention, ce courant ne peut plus circuler dans la connexion de rétroaction jusqu'à la borne de commande et ne peut donc plus charger cette dernière.

10           De façon optionnelle, la connexion de rétroaction comporte le dispositif de blocage de courant.

          De façon optionnelle également, le système d'interrupteur comporte en outre une interface comportant une première connexion de commande connectée, à une extrémité, à la borne de commande de l'interrupteur et conçue  
15           pour recevoir, à une autre extrémité, une tension de commande, la première connexion de commande ayant une partie commune avec la connexion de rétroaction et comportant une première résistance, ainsi que, sur cette partie commune, le dispositif de blocage de courant.

          De façon optionnelle également, l'interface comporte en outre une  
20           deuxième connexion de commande connectée, à une extrémité, à la borne de commande de l'interrupteur et conçue pour recevoir, à une autre extrémité, la tension de commande, la deuxième connexion de commande comportant une deuxième résistance.

          De façon optionnelle également, la deuxième connexion de commande  
25           comporte en outre une diode agencée pour empêcher du courant de s'écouler dans la deuxième connexion de commande depuis la borne de commande de l'interrupteur.

          De façon optionnelle également, le dispositif de blocage de courant comporte une diode.

30           De façon optionnelle également, le circuit de limitation de courant comporte une deuxième borne connectée à la première borne de l'interrupteur

et une diode Zener agencée, avant claquage, pour empêcher du courant d'entrer dans le circuit de limitation de courant par sa deuxième borne.

De façon optionnelle également, le circuit de limitation de courant comporte une diode agencée pour empêcher du courant d'entrer dans le circuit  
5 de limitation de tension par sa première borne.

De façon optionnelle également, l'interrupteur comporte un MOSFET.

Il est également proposé un convertisseur électrique comportant au moins deux bras de commutation ayant chacun deux interrupteurs connectés l'un à l'autre en un point milieu, et dans lequel chacun d'au moins un des  
10 interrupteurs, de préférence tous, fait partie d'un système d'interrupteur selon l'invention.

#### DESCRIPTION DES FIGURES

La figure 1 est un schéma électrique d'un convertisseur électrique mettant en œuvre l'invention.

15 La figure 2 est une série de chronogrammes illustrant l'évolution au cours du temps de différentes grandeurs électriques du convertisseur électrique de la figure 1.

#### DESCRIPTION DÉTAILLÉE

En référence à la figure 1, un convertisseur électrique 100 mettant en  
20 œuvre l'invention va à présent être décrit.

Le convertisseur électrique 100 comporte plusieurs bras de commutation. Dans l'exemple décrit, le convertisseur électrique 100 comporte deux bras de commutation, désignés respectivement par les références 102<sub>1</sub> et 102<sub>2</sub>. Dans la suite de la description, l'indice « 1 » sera utilisé pour les éléments  
25 se rapportant au premier bras de commutation 102<sub>1</sub>, tandis que l'indice « 2 » sera utilisé pour les éléments se rapportant au deuxième bras de commutation 102<sub>2</sub>.

Chaque bras de commutation  $102_1$ ,  $102_2$  comporte un interrupteur de côté haut  $104_1$ ,  $104_2$  et un interrupteur de côté bas  $104_1'$ ,  $104_2'$ . Dans la suite de la description, le signe prime « ' » sera utilisé pour désigner les éléments se rapportant au côté bas.

5        Chaque interrupteur  $104_1$ ,  $104_1'$ ,  $104_2$ ,  $104_2'$  présente une première borne  $D_1$ ,  $D_1'$ ,  $D_2$ ,  $D_2'$  une deuxième borne  $S_1$ ,  $S_1'$ ,  $S_2$ ,  $S_2'$  et une borne de commande  $G_1$ ,  $G_1'$ ,  $G_2$ ,  $G_2'$  et est conçu pour prendre sélectivement un état ouvert et un état fermé en fonction de la tension entre sa deuxième borne  $S_1$ ,  $S_1'$ ,  $S_2$ ,  $S_2'$  et sa borne de commande  $G_1$ ,  $G_1'$ ,  $G_2$ ,  $G_2'$ .

10        Dans l'exemple décrit, les interrupteurs  $104_1$ ,  $104_1'$ ,  $104_2$ ,  $104_2'$  sont des MOSFET (de l'anglais « *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor* » soit : transistor à effet de champ à grille isolée) présentant un drain, une source et une grille, formant respectivement la première borne, la deuxième borne et la borne de commande. Par souci de clarté, les termes « drain », « source » et  
15 « grille » seront ainsi utilisés dans la suite de la description à la place des termes « première borne », « deuxième borne » et « borne de commande ».

      Pour chaque interrupteur  $104_1$ ,  $104_1'$ ,  $104_2$ ,  $104_2'$ , Le drain  $D_1$ ,  $D_1'$ ,  $D_2$ ,  $D_2'$  et la source  $S_1$ ,  $S_1'$ ,  $S_2$ ,  $S_2'$  présentent entre eux une tension drain-source  $V_{ds1}$ ,  $V_{ds1'}$ ,  $V_{ds2}$ ,  $V_{ds2'}$ . La grille  $G_1$ ,  $G_1'$ ,  $G_2$ ,  $G_2'$  et la source  $S_1$ ,  $S_1'$ ,  $S_2$ ,  $S_2'$  présentent  
20 entre elles une tension grille-source  $V_{gs1}$ ,  $V_{gs1'}$ ,  $V_{gs2}$ ,  $V_{gs2'}$  contrôlant en particulier la tension drain-source  $V_{ds1}$ ,  $V_{ds1'}$ ,  $V_{ds2}$ ,  $V_{ds2'}$ .

      Pour chaque bras de commutation  $102_1$ ,  $102_2$ , la source de l'interrupteur de côté haut  $104_1$ ,  $104_2$  et le drain de l'interrupteur de côté bas  $104_1'$ ,  $104_2'$  sont connectés l'un à l'autre en un point milieu (représenté par des pointillés sur la  
25 figure 1) destiné à être connecté à une bobine d'une machine électrique telle qu'un moteur électrique.

      Les bras de commutation  $102_1$ ,  $102_2$  sont connectés à une source de tension continue 108, telle qu'une batterie ou un condensateur chargé, fournissant une tension  $V_b$ . Plus précisément, pour chaque bras de  
30 commutation  $102_1$ ,  $102_2$ , le drain  $D_1$ ,  $D_2$  de l'interrupteur de côté haut  $104_1$ ,  $104_2$  est connecté à une borne positive de la source de tension continue 108,

tandis que la source  $S_1'$ ,  $S_2'$  de l'interrupteur de côté bas  $104_1'$ ,  $104_2'$  est connecté à une borne négative (connectée généralement à une masse électrique) de la source de tension continue 108. Ces connexions à la source de tension continue 108 ne sont pas parfaites et impliquent la présence d'une inductance parasite 110 entre les bras de commutation  $102_1$ ,  $102_2$  et la source de tension continue 108.

Le convertisseur électrique 100 comporte en outre, pour chaque interrupteur  $104_1$ ,  $104_1'$ ,  $104_2$ ,  $104_2'$ , un circuit de commande  $112_1$ ,  $112_1'$ ,  $112_2$ ,  $112_2'$  respectif.

10 Sur la figure 1 et dans la description qui va suivre, seul le circuit de commande  $112_1$  de l'interrupteur de côté haut  $104_1$  est détaillé, sachant que les autres circuits de commande  $112_1'$ ,  $112_2$ ,  $112_2'$  sont identiques.

Le circuit de commande  $112_1$  comporte tout d'abord un pilote  $116_1$  conçu pour fournir une tension de commande  $V_{c1}$  prenant sélectivement une première valeur de fermeture de l'interrupteur de côté haut  $104_1$  (10V dans l'exemple décrit) et une deuxième valeur d'ouverture de l'interrupteur de côté haut  $104_1$  (nulle dans l'exemple décrit).

Le circuit de commande  $112_1$  comporte en outre une interface  $118_1$  conçue pour définir des vitesses différentes de fermeture et d'ouverture de l'interrupteur de côté haut  $104_1$ .

Plus précisément, l'interface  $118_1$  comporte une première connexion de commande  $CA_1$  connectant le pilote  $116_1$  à la grille  $G_1$ . La connexion de commande  $CA_1$  est destinée à être parcourue, lors de l'ouverture de l'interrupteur  $104_1$ , par un courant de décharge de la grille  $G_1$ . Dans l'exemple décrit, la première connexion de commande  $CA_1$  comporte une première résistance  $120_1$  définissant une vitesse d'ouverture de l'interrupteur  $104_1$  et une première diode  $122_1$  agencée pour empêcher du courant de s'écouler dans la première connexion de commande  $CA_1$  jusqu'à la grille  $G_1$ .

L'interface  $118_1$  comporte en outre une deuxième connexion de commande  $CB_1$  connectant le pilote  $116_1$  à la grille  $G_1$ . La connexion de commande  $CB_1$  est destinée à être parcourue, lors de la fermeture de

l'interrupteur 104<sub>1</sub>, par un courant de charge de la grille G<sub>1</sub>. Dans l'exemple décrit, la deuxième connexion de commande CB<sub>1</sub> comporte une deuxième résistance 124<sub>1</sub> définissant une vitesse de fermeture de l'interrupteur 104<sub>1</sub> et une deuxième diode 126<sub>1</sub> agencée pour empêcher du courant de s'écouler dans  
 5 la deuxième connexion de commande CB<sub>1</sub> jusqu'au pilote 116<sub>1</sub>.

Ainsi, les diodes 122<sub>1</sub>, 126<sub>1</sub> permettent de s'assurer que la résistance souhaitée 120<sub>1</sub>, 124<sub>1</sub> est utilisée pour respectivement l'ouverture et la fermeture de l'interrupteur de côté haut 104<sub>1</sub>.

En outre, la deuxième résistance 124<sub>1</sub> et la première résistance 120<sub>1</sub> ont  
 10 de préférence des valeurs différentes de manière à définir des vitesses différentes d'ouverture et de fermeture.

Le circuit de commande 112<sub>1</sub> comporte en outre un circuit de limitation de tension 128<sub>1</sub> (de l'anglais « *active clamping* ») conçu pour limiter la tension drain-source V<sub>ds1</sub>.

15 Dans l'exemple décrit, le circuit de limitation de tension 128<sub>1</sub> comporte une diode Zener 130<sub>1</sub>, une résistance 132<sub>1</sub> et une diode 134<sub>1</sub> montés en série entre une première borne 136<sub>1</sub> et une deuxième borne 138<sub>1</sub>, une tension d'entrée V<sub>1</sub> étant destinée à être présentée sur la deuxième borne 138<sub>1</sub> par rapport à la première borne 136<sub>1</sub>.

20 Ainsi, en négligeant la tension de seuil de la diode 134<sub>1</sub>, lorsque la tension V<sub>1</sub> est inférieure à une tension de claquage V<sub>z</sub> de la diode Zener 130<sub>1</sub>, cette dernière est dans sa zone bloquante et empêche l'entrée de courant par la deuxième borne 138<sub>1</sub>. De son côté, la diode 134<sub>1</sub> empêche l'entrée de courant par la première borne 136<sub>1</sub>. Ainsi, le circuit de limitation de tension 128<sub>1</sub> est  
 25 dans un mode passif dans lequel il est conçu pour se comporter comme un circuit ouvert (résistance très élevée entre les deux bornes 136<sub>1</sub>, 138<sub>1</sub>, par exemple d'au moins 100 kΩ, de préférence d'au moins 1 MΩ). En particulier, dans ce mode passif, le circuit de limitation de courant 128<sub>1</sub> est conçu pour ne pas contraindre la tension V<sub>1</sub>.

30 Lorsque la tension V<sub>1</sub> atteint la tension de claquage V<sub>z</sub>, la diode Zener 130<sub>1</sub> entre dans sa zone de claquage et laisse entrer du courant par la deuxième

borne 138<sub>1</sub> qui sort par la première borne 136<sub>1</sub>. En outre, la tension  $V_1$  est maintenue par la diode Zener 130<sub>1</sub> relativement constante, égale à sa tension de claquage  $V_z$ . Ainsi, le circuit de limitation de tension 128<sub>1</sub> est dans un mode actif dans lequel il est conçu pour présenter une résistance très faible (par exemple inférieure à 100  $\Omega$ , de préférence inférieure à 10  $\Omega$ ) et donc pour contraindre la tension  $V_1$  à une valeur proche de la tension de claquage  $V_z$ .

La deuxième borne 138<sub>1</sub> est connectée au drain  $D_1$  et la première borne 136<sub>1</sub> est connectée à la grille  $G_1$  par une connexion de rétroaction  $CR_1$  (représentée en trait épais sur la figure 1). Plus précisément, la première borne 136<sub>1</sub> est connectée à la première connexion de commande  $CA_1$  de l'interface 118<sub>1</sub>, du côté bloquant de la diode 122<sub>1</sub>. Ainsi, la première connexion de commande  $CA_1$  et la connexion de rétroaction  $CR_1$  présentent une partie commune comportant la diode 122<sub>1</sub>. Ainsi, la diode 122<sub>1</sub> empêche le courant  $i_1$  fourni par le circuit de limitation de tension 128<sub>1</sub> de s'écouler dans la connexion de rétroaction  $CR_1$  jusqu'à la grille  $G_1$ .

En référence à la figure 2, le fonctionnement du système électrique 100 lors de l'ouverture de l'interrupteur 104<sub>2</sub>, alors que l'interrupteur 104<sub>1</sub> est à l'état fermé, va à présent être décrit. Par la suite, les tensions de seuil des diodes sont négligées.

Initialement, avant un instant  $t_0$ , dans le premier bras de commutation 102<sub>1</sub>, l'interrupteur de côté haut 104<sub>1</sub> est à l'état ouvert (courant de drain  $i_{d1}$  nul et tension grille-source  $V_{gs1}$  nulle) et l'interrupteur de côté bas 104<sub>1</sub>' est à l'état fermé (tension drain-source  $V_{ds1}$ ' nulle). Dans le deuxième bras de commutation 102<sub>2</sub>, l'interrupteur de côté haut 104<sub>2</sub> est à l'état fermé (courant de drain  $i_{d2}$  constant du fait de l'inductance importante des bobines de la machine électrique, tension grille-source  $V_{gs2}$  constante et tension drain-source  $V_{ds2}$  nulle) et l'interrupteur de côté bas 104<sub>2</sub>' est à l'état ouvert (tension drain-source  $V_{ds2}$ ' égale à la tension  $V_b$ ). En outre, l'inductance 110 est parcouru par un courant d'inductance  $i_L$  égal à au courant de drain  $i_{d2}$  et donc constant. L'inductance 110 présente de ce fait une tension d'inductance  $V_L$  nulle.

À un instant  $t_0$ , le pilote 116<sub>2</sub> commande la fermeture de l'interrupteur de côté haut 104<sub>2</sub> et applique à l'interface 118<sub>2</sub> une tension de commande  $V_{c2}$  nulle.

À un instant  $t_1$ , après un temps de retard ( $t_1 - t_0$ ), la tension grille-source  
5  $V_{gs2}$  commence à diminuer.

À un instant  $t_2$ , la tension grille-source  $V_{gs2}$  atteint un seuil et provoque de ce fait l'augmentation de la tension drain-source  $V_{ds2}$ . Parallèlement, comme les deux interrupteurs 104<sub>2</sub>, 104<sub>2</sub>' sont soumis à la tension  $V_b$ , la tension drain-source  $V_{ds2}'$  de l'interrupteur de côté bas 104<sub>2</sub>' diminue.

À un instant  $t_3$ , la tension drain-source  $V_{ds2}$  devient supérieure à la  
10 tension  $V_b$ . La tension drain-source  $V_{ds2}'$  est alors nulle et la tension d'inductance  $V_L$  devient de plus en plus négative. De ce fait, le courant d'inductance  $i_L$  commence à diminuer. Comme le courant de drain  $i_{d2}$  est égal au courant d'inductance  $i_L$ , le courant de drain  $i_{d2}$  commence également à  
15 diminuer. En outre, la tension d'inductance  $V_L$  négative entraîne une surtension  $|V_L|$  s'ajoutant à la tension  $V_b$  entre le drain  $D_1$  et la source  $S_1$  de l'interrupteur de côté haut 104<sub>1</sub>, de sorte que la tension drain-source  $V_{ds1}$  commence à augmenter.

À un instant  $t_4$ , la tension drain-source  $V_{ds1}$  atteint la tension de  
20 claquage  $V_z$  de la diode Zener 130<sub>1</sub>. Comme la tension grille-source  $V_{gs1}$  est nulle, la tension  $V_1$  est égale à la tension drain-source  $V_{ds1}$  et atteint donc également la tension de claquage  $V_z$ , de sorte que le circuit de limitation de tension 128<sub>1</sub> devient actif. Un courant  $i_1$  sort donc de sa première borne 136<sub>1</sub>. Grâce à la présence de la diode 122<sub>1</sub>, ce courant  $i_1$  ne s'écoule pas vers la grille  
25  $G_1$  et ne vient donc pas charger cette dernière. Au contraire, le courant  $i_1$  traverse la résistance 120<sub>1</sub> pour s'écouler vers la source  $S_1$ . Généralement, le pilote 116<sub>1</sub> présente une résistance interne non nulle, mais faible devant la résistance 120<sub>1</sub> et la résistance 124<sub>1</sub> (au moins 10 fois inférieure). De ce fait, une petite partie du courant  $i_1$  rejoint la grille  $G_1$  au travers de la diode 126<sub>1</sub> et  
30 de la résistance 124<sub>1</sub>, entraînant une légère augmentation de la tension grille-source  $V_{gs1}$ . Cependant, cette augmentation de la tension grille-source  $V_{gs1}$

n'est pas suffisante pour provoquer une reconduction notable de l'interrupteur de côté haut 1041. Ainsi, le courant de drain  $i_{d1}$  reste nul.

À un instant  $t_5$ , la tension drain-source  $V_{ds2}$  atteint la somme de la tension de claquage  $V_z$  et de la tension grille-source  $V_{gs2}$  et le circuit de limitation de tension 128<sub>2</sub> devient actif et réalise la rétroaction suivante. Lorsque la tension drain-source  $V_{ds2}$  augmente, la tension grille-source  $V_{gs2}$  augmente également car la tension drain-grille  $V_{dg2}$  est maintenue relativement constante par le circuit de limitation de tension 128<sub>2</sub>. Or, cette augmentation de la tension grille-source  $V_{gs2}$  tend à faire baisser la tension drain-source  $V_{ds2}$ . Ainsi, la tension drain-source  $V_{ds2}$  est limitée.

À un instant  $t_6$ , le courant d'inductance  $i_L$  s'annule et reste nulle. Ainsi, la tension d'inductance  $V_L$  devient elle aussi nulle. La tension grille-source  $V_{gs2}$  diminue jusqu'à zéro et la tension drain-source  $V_{ds2}$  diminue jusqu'à la tension  $V_b$ .

La présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits précédemment, mais est au contraire définie par les revendications qui suivent. Il sera en effet apparent à l'homme du métier que des modifications peuvent y être apportées.

Par exemple, la résistance 120<sub>1</sub> pourrait être placée entre la diode 122<sub>1</sub> et la grille  $G_1$ .

Par ailleurs, les termes utilisés dans les revendications ne doivent pas être compris comme limités aux éléments des modes de réalisation décrits précédemment, mais doivent au contraire être compris comme couvrant tous les éléments équivalents que l'homme du métier peut déduire à partir de ses connaissances générales.

## REVENDICATIONS

## 1. Système d'interrupteur comportant :

- un interrupteur (104<sub>1</sub>) comportant :

- une première borne (D<sub>1</sub>),

5        - une deuxième borne (S<sub>1</sub>), et

- une borne de commande (G<sub>1</sub>),

la première borne (D<sub>1</sub>) et la deuxième borne (S<sub>1</sub>) présentant entre elles une première tension (Vds<sub>1</sub>),

la borne de commande (G<sub>1</sub>) et la deuxième borne (S<sub>1</sub>) présentant entre

10       elles une deuxième tension (Vgs<sub>1</sub>) contrôlant la première tension (Vds<sub>1</sub>),

- un circuit de limitation de tension (128<sub>1</sub>) comportant une première borne (136<sub>1</sub>),

- une connexion de rétroaction (CR<sub>1</sub>) entre la première borne (136<sub>1</sub>) du circuit de limitation de tension (128<sub>1</sub>) et la borne de commande (G<sub>1</sub>) de l'interrupteur (104<sub>1</sub>),

15       le circuit de limitation de tension (128<sub>1</sub>) étant conçu pour, dans un mode actif, réaliser une rétroaction de la première tension (Vds<sub>1</sub>) sur la deuxième tension (Vgs<sub>1</sub>) de manière à limiter la première tension (Vds<sub>1</sub>),

20       le circuit de limitation de tension (128<sub>1</sub>) étant en outre conçu pour, dans son mode actif, fournir un courant (i<sub>1</sub>) par sa première borne (136<sub>1</sub>),

caractérisé en ce qu'il comporte en outre :

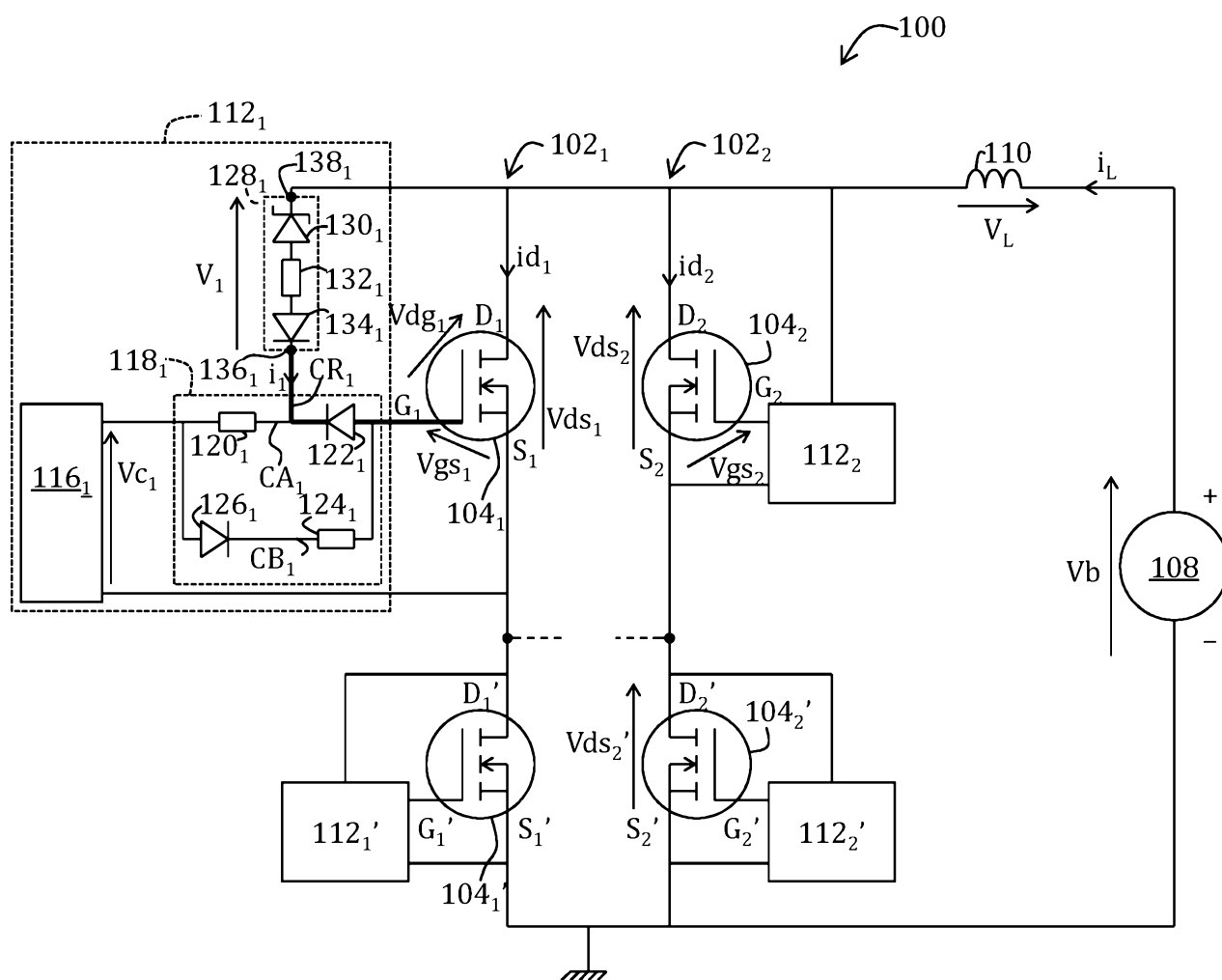
- 25       - un dispositif de blocage de courant (122<sub>1</sub>) conçu pour empêcher le courant (i<sub>1</sub>) fourni par le circuit de limitation de tension (128<sub>1</sub>) de s'écouler dans la connexion de rétroaction (CR<sub>1</sub>) jusqu'à la borne de commande (G<sub>1</sub>) de l'interrupteur (104<sub>1</sub>).

2.      Système d'interrupteur selon la revendication 1, dans lequel la connexion de rétroaction (CR<sub>1</sub>) comporte le dispositif de blocage de courant (122<sub>1</sub>).
3.      Système d'interrupteur selon la revendication 2, comportant en outre une interface (118<sub>1</sub>) comportant une première connexion de commande (CA<sub>1</sub>)  
5      connectée, à une extrémité, à la borne de commande (G<sub>1</sub>) de l'interrupteur (104<sub>1</sub>) et conçue pour recevoir, à une autre extrémité, une tension de commande (Vc<sub>1</sub>), la première connexion de commande (CA<sub>1</sub>) ayant une partie commune avec la connexion de rétroaction (CR<sub>1</sub>) et comportant une première  
10      résistance (120<sub>1</sub>), ainsi que, sur cette partie commune, le dispositif de blocage de courant (122<sub>1</sub>).
4.      Système d'interrupteur selon la revendication 3, dans lequel l'interface (118<sub>1</sub>) comporte en outre une deuxième connexion de commande (CB<sub>1</sub>) connectée, à une extrémité, à la borne de commande (G<sub>1</sub>) de l'interrupteur (104<sub>1</sub>) et conçue pour recevoir, à une autre extrémité, la tension de commande  
15      (Vc<sub>1</sub>), la deuxième connexion de commande (CB<sub>1</sub>) comportant une deuxième résistance (124<sub>1</sub>).
5.      Système d'interrupteur selon la revendication 4, dans lequel la deuxième connexion de commande (CB<sub>1</sub>) comporte en outre une diode (126<sub>1</sub>) agencée pour empêcher du courant de s'écouler dans la deuxième connexion de  
20      commande (CB<sub>1</sub>) depuis la borne de commande (G<sub>1</sub>) de l'interrupteur (104<sub>1</sub>).
6.      Système d'interrupteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le dispositif de blocage de courant (122<sub>1</sub>) comporte une diode (122<sub>1</sub>).
7.      Système d'interrupteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,  
25      dans lequel le circuit de limitation de courant (128<sub>1</sub>) comporte une deuxième borne (138<sub>1</sub>) connectée à la première borne (D<sub>1</sub>) de l'interrupteur (104<sub>1</sub>) et une

diode Zener (130<sub>1</sub>) agencée, avant claquage, pour empêcher du courant d'entrer dans le circuit de limitation de courant (128<sub>1</sub>) par sa deuxième borne (138<sub>1</sub>).

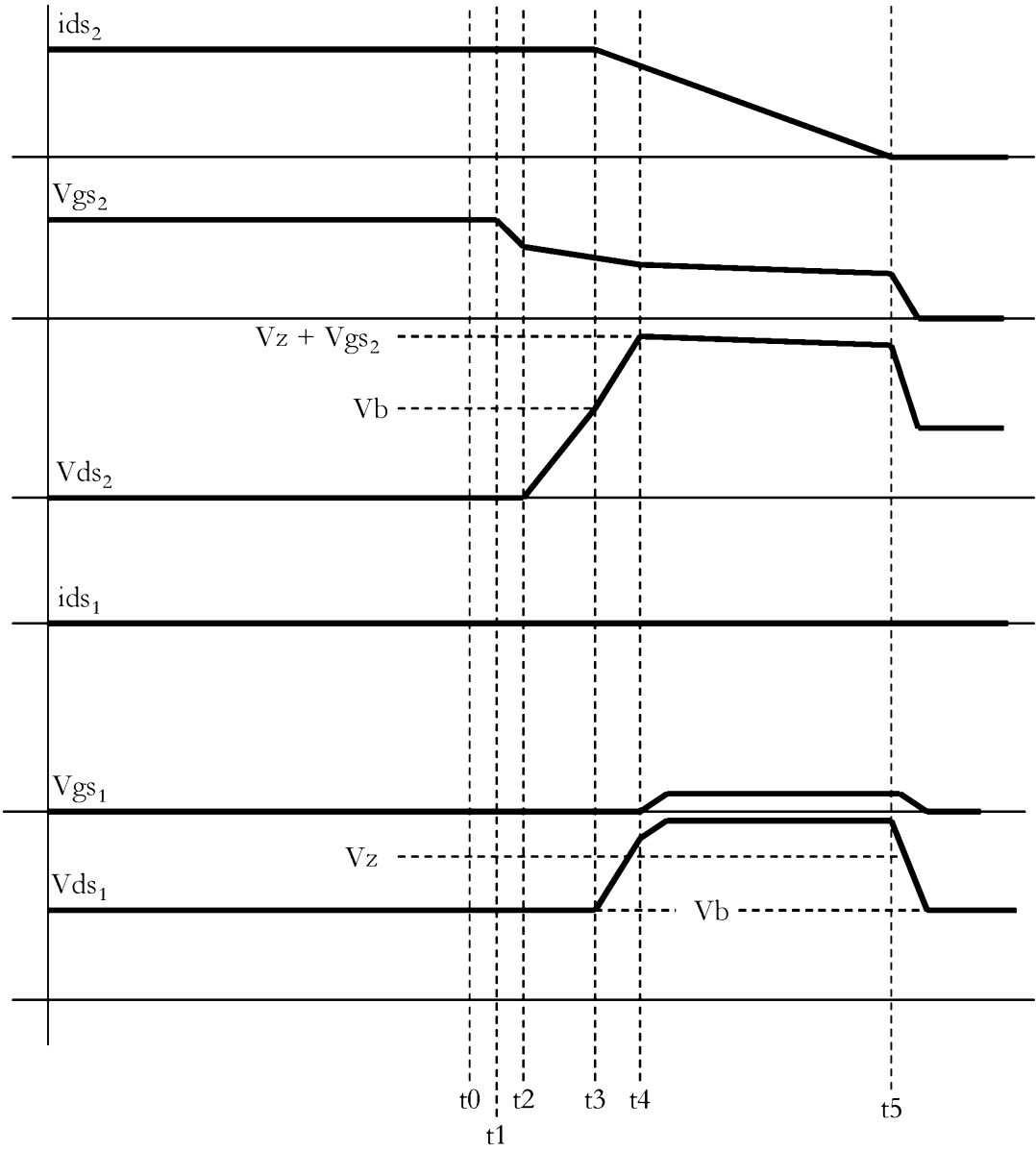
8.      Système d'interrupteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le circuit de limitation de courant (128<sub>1</sub>) comporte une diode (134<sub>1</sub>) agencée pour empêcher du courant d'entrer dans le circuit de limitation de tension (128<sub>1</sub>) par sa première borne (136<sub>1</sub>).
- 5
9.      Système d'interrupteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel l'interrupteur (104<sub>1</sub>) comporte un MOSFET.
10.     Convertisseur électrique (100) comportant au moins deux bras de commutation (102<sub>1</sub>, 102<sub>2</sub>) ayant chacun deux interrupteurs (104<sub>1</sub>, 104<sub>1</sub>' ; 104<sub>2</sub>, 104<sub>2</sub>') connectés l'un à l'autre en un point milieu, et dans lequel chacun d'au moins un des interrupteurs (104<sub>1</sub>, 104<sub>1</sub>' ; 104<sub>2</sub>, 104<sub>2</sub>'), de préférence tous, fait partie d'un système d'interrupteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.
- 10

1/2

**Figure 1**

2/2

Figure 2



# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

- ☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- ☒ Le demandeur a maintenu les revendications.
- ☐ Le demandeur a modifié les revendications.
- ☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- ☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- ☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- ☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- ☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

EP 2 549 649 A1 (HS ELEKTRONIK SYSTEME GMBH [DE])  
23 janvier 2013 (2013-01-23)

FR 2 702 608 A1 (MOTOROLA SEMICONDUCTEURS [FR])  
16 septembre 1994 (1994-09-16)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT