Office de la Propriété Intellectuelle du Canada
Un organisme d'Industrie Canada

Canadian Intellectual Property Office
An agency of Industry Canada

CA 2729177 A1 2010/01/07

(21) 2 729 177

(12) DEMANDE DE BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT APPLICATION

(13) A1

(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2009/06/30
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2010/01/07
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2010/12/22
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2009/000804
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2010/000979
(30) Priorité/Priority: 2008/07/03 (FR0803789)

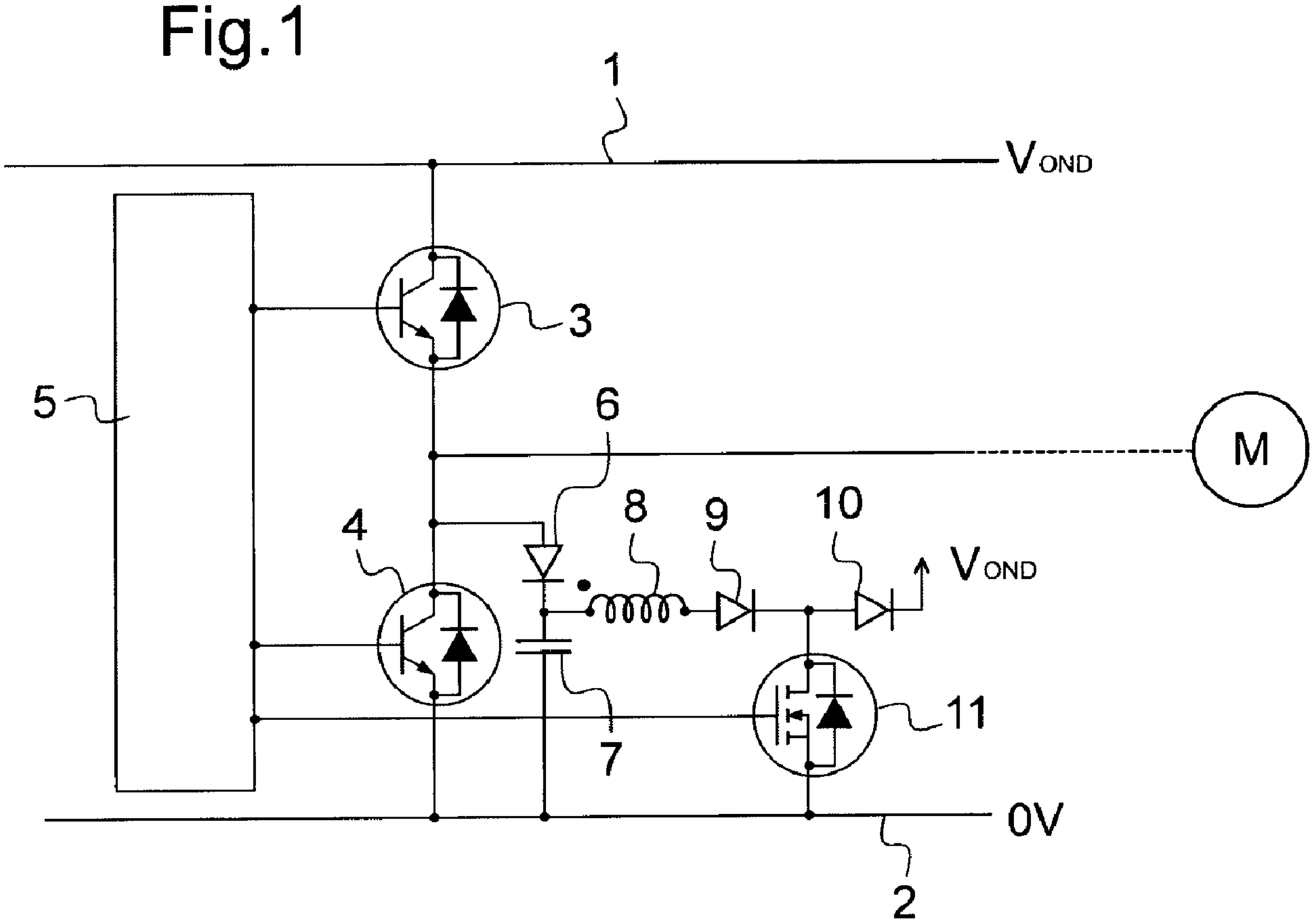
(51) Cl.Int./Int.Cl. *H02M 1/34* (2007.01)
(71) Demandeur/Applicant:
SAGEM DEFENSE SECURITE, FR

(72) Inventeur/Inventor:
NAUROY, PASCAL, FR

(74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : CIRCUIT D'AMORTISSEMENT ACTIF POUR UN CIRCUIT ELECTRIQUE DE DECOUPAGE
(54) Title: ACTIVE DAMPING CIRCUIT FOR ELECTRIC CHOPPER CIRCUIT

Fig.1



(57) Abrégé/Abstract:
Circuit d'amortissement pour circuit de découpage comportant au moins un transistor (3, y) de découpage ayant ""des bornes reliées à une première.ligne (1) et à une deuxième ligne (2), la première ligne (1) étant à un potentiel d'alimentation et la deuxième

(21) 2 729 177

(13) A1

(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):
ligne (2) étant à la masse, le circuit d'amortissement comportant un élément capacitif (7) et une diode (6) de charge de l'élément capacitif (7) gui sont reliés l'un à l'autre en série et qui sont montés en parallèle du transistor de découpage (3,4), le circuit d'amortissement comprenant un élément inductif (8) ayant une première extrémité reliée à un point de raccordement situé entre la diode (6) de charge et l'élément capacitif (7) et une deuxième extrémité reliée à l'une des lignes (1,2).

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATIONEN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
7 janvier 2010 (07.01.2010)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2010/000979 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H02M 1/34 (2007.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2009/000804

(22) Date de dépôt international :
30 juin 2009 (30.06.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0803789 3 juillet 2008 (03.07.2008) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **SAGEM DEFENSE SECURITE** [FR/FR]; Le Ponant de Paris, 27 rue Leblanc, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant *(pour US seulement)* : **NAUROY, Pascal** [FR/FR]; c/o SAGEM DEFENSE SECURITE, Le Ponant de Paris, 27 rue Leblanc, F-75015 Paris (FR).

(74) Mandataires : **ROBERT, Jean-Pierre** et al.; c/o CABINET BOETTCHER, 22 rue du Général Foy, F-75008 Paris (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii))*

Publiée :

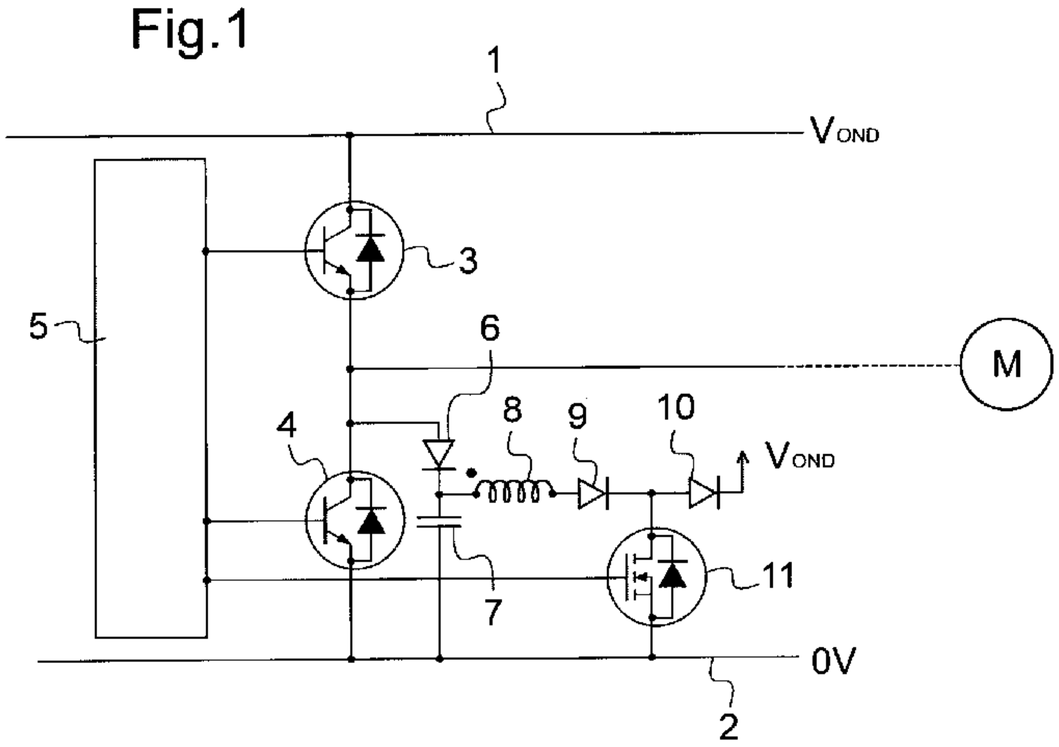
— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : ACTIVE DAMPING CIRCUIT FOR ELECTRIC CHOPPER CIRCUIT

(54) Titre : CIRCUIT D'AMORTISSEMENT ACTIF POUR UN CIRCUIT ELECTRIQUE DE DECOUPAGE

Fig.1



(57) Abstract : The invention relates to a damping circuit for a chopper circuit that comprises at least one chopper transistor (3, y) having terminals connected to a first line (1) and to a second line (2), the first line (1) being at a power potential and the second line (2) being grounded, wherein the damping circuit includes a capacitive member (7) and a charge diode (6) of the capacitive member (7) connected together in series and mounted in parallel relative to the chopper transistor (3, 4), the damping circuit including an inductive member (8) having a first end connected to a connection point located between the charge diode (6) and the capacitive member (7), and a second end connected to one of the lines (1, 2).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2010/000979 A1

WO 2010/000979 A1

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))*

Circuit d'amortissement pour circuit de découpage comportant au moins un transistor (3, y) de découpage ayant ""des bornes reliées à une première.ligne (1) et à une deuxième ligne (2), la première ligne (1) étant à un potentiel d'alimentation et la deuxième ligne (2) étant à la masse, le circuit d'amortissement comportant un élément capacitif (7) et une diode (6) de charge de l'élément capacitif (7) gui sont reliés l'un à l'autre en série et qui sont montés en parallèle du transistor de découpage (3,4), le circuit d'amortissement comprenant un élément inductif (8) ayant une première extrémité reliée à un point de raccordement situé entre la diode (6) de charge et l'élément capacitif (7) et une deuxième extrémité reliée à l'une des lignes (1,2).

Circuit d'amortissement actif pour un circuit électrique de découpage

La présente invention concerne un circuit d'amortissement (couramment désigné par le mot anglais "snubber") pour un circuit de découpage tel que ceux utilisés dans les onduleurs servant à l'alimentation en énergie électrique d'équipements électroniques.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

Un onduleur comprend généralement un circuit de découpage comportant des paires de transistors de découpage qui sont reliés l'un à l'autre en série. Ces paires de transistors de découpage sont reliées en parallèle à une première ligne et une deuxième ligne. La première ligne est à un potentiel d'alimentation et la deuxième ligne est à la masse. De tels onduleurs sont soumis à des contraintes thermiques et sujets à des surtensions et à des variations de tension rapides qui stressent les composants.

Pour remédier à ces inconvénients, il est connu d'associer au circuit de découpage un circuit d'amortissement comportant un élément capacitif et une diode de charge de l'élément capacitif qui sont reliés l'un à l'autre en série et qui sont montés en parallèle d'un des transistors de découpage de chaque paire de transistors de découpage. Le circuit d'amortissement comprend en outre une résistance ayant une première extrémité reliée à un point de raccordement situé entre la diode de charge et l'élément capacitif et une deuxième extrémité reliée à la première ligne. Ainsi, lorsque le transistor de découpage passe de son état conducteur à son état bloqué, la perte d'énergie résultant de la commutation est récupérée via la diode dans l'élément capacitif qui permet de maintenir une tension nulle aux bornes du transistor. Lorsque le transistor de découpage est commandé dans son état

conducteur l'énergie emmagasinée dans l'élément capacitif est dissipée dans la résistance. Un circuit de découpage équipé d'un tel circuit d'amortissement présente cependant un rendement médiocre.

OBJET DE L'INVENTION

Un but de l'invention est de fournir un moyen permettant d'améliorer le rendement des circuits de découpage équipés de circuits d'amortissement.

RESUME DE L'INVENTION

A cet effet, on prévoit, selon l'invention, un circuit d'amortissement pour circuit de découpage comportant au moins un transistor de découpage ayant des bornes reliées à une première ligne et à une deuxième ligne, la première ligne étant à un potentiel d'alimentation et la deuxième ligne étant à la masse, le circuit d'amortissement comportant un élément capacitif et une diode de charge de l'élément capacitif qui sont reliés l'un à l'autre en série et qui sont montés en parallèle du transistor de découpage. Le circuit d'amortissement comprend un élément inductif ayant une première extrémité reliée à un point de raccordement situé entre la diode de charge et l'élément capacitif et une deuxième extrémité reliée à l'une des lignes.

Ainsi, l'énergie stockée dans l'élément capacitif est réinjectée dans la première ligne via l'élément inductif. Ceci permet de réduire les pertes d'énergie engendrées par la commutation du transistor de découpage dans son état bloqué.

De préférence, le circuit d'amortissement comprend un transistor de pilotage qui est relié à la deuxième extrémité de l'élément inductif et à l'autre des lignes et qui possède un état conducteur pour charger l'élément inductif et un état bloqué pour décharger l'élément inductif.

Le transistor de pilotage permet de commander la

restitution de l'énergie récupérée vers la première ligne.

Avantageusement, le transistor de pilotage est commandé pour passer de son état conducteur à son état bloqué avant une charge complète de l'élément inductif et, de préférence, le transistor de pilotage est commandé pour passer de son état conducteur à son état bloqué lorsque la tension dans l'élément capacitif atteint environ la moitié du potentiel d'alimentation.

En déchargeant l'élément inductif avant la fin de la décharge de l'élément capacitif, on accélère la décharge de l'élément capacitif par un effet d'entraînement diminuant le temps de transfert, ce qui permet d'augmenter la fréquence de découpage. Le courant dans l'élément inductif est également limité.

Avantageusement, un transistor de protection est monté en série entre la diode de charge et l'élément capacitif.

Le transistor de protection permet d'éviter le passage accidentel de l'énergie d'alimentation dans l'élément inductif.

De préférence, une diode est montée en parallèle de l'élément capacitif entre la première extrémité de l'élément inductif et la deuxième ligne.

Cette diode permet d'éviter la recharge de l'élément capacitif par l'énergie provenant de l'élément inductif à la fin du transfert d'énergie entre l'élément inductif et la ligne d'alimentation.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation particulier non limitatif de l'invention.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

Il sera fait référence aux dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'une partie d'un circuit de découpage équipé d'un circuit d'amortissement conforme à un premier mode de réalisation de l'invention,

- la figure 2 est une vue partielle d'une variante de réalisation du circuit d'amortissement,

- la figure 3 est une vue analogue à la figure 1 d'un circuit de découpage équipé d'un circuit d'amortissement conforme à un deuxième mode de réalisation de l'invention?

- la figure 4 est une vue analogue à la figure 2 d'une variante de réalisation de ce circuit d'amortissement.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

En référence à la figure, l'invention est ici décrite en application à un onduleur relié de façon connue en soi à un réseau de distribution d'un courant fourni par un alternateur raccordé à un moteur.

L'onduleur comprend une ligne d'alimentation 1 à un potentiel d'alimentation V_{ond} et une ligne de masse 2 (à un potentiel 0 Volts) entre lesquelles est monté un circuit de découpage connu en lui-même.

Le circuit de découpage comprend des paires de deux transistors de découpage 3, 4 qui sont raccordés en série l'un à l'autre. Les paires de transistors de découpage 3, 4 (dont une seule est représentée ici) sont reliées en parallèle à la ligne d'alimentation 1 et à la ligne de masse 2. Les transistors de découpage 3, 4 sont de type IGBT (de l'anglais "Insulated Gate Bipolar Transistor", transistor bipolaire à grille isolée) et ont une grille reliée à un circuit de commande 5 de type séquenceur.

Au circuit de découpage est associé un circuit d'amortissement comportant un élément capacitif 7 relié en série à une diode de charge 6 de l'élément capacitif

7. La diode de charge 6 et l'élément capacitif 7 sont montés en parallèle du transistor de découpage 4. Plus précisément, la diode de charge 6 est connectée au point de raccordement des transistors de découpage 3 et 4, et l'élément capacitif 7 est lui raccordé à la masse.

Le circuit d'amortissement comprend une ligne de boost reliée, d'une part, au point de raccordement de la diode de charge 6 et de l'élément capacitif 7 et, d'autre part, à la ligne d'alimentation 1. La ligne de boost comprend en série un élément inductif 8 ayant une première extrémité reliée au point de raccordement de l'élément capacitif 7 et de la diode charge 6 et une deuxième extrémité reliée à une diode 9 elle-même reliée à une diode 10 reliée à la ligne d'alimentation 1.

Un transistor de pilotage 11 est raccordé, d'une part, à la ligne de boost, entre les diodes 9 et 10, et, d'autre part, à la ligne de masse 2 pour s'étendre en parallèle de l'élément capacitif 7. Le transistor de pilotage 11 est un transistor à effet de champ ici de type MOSFET dont la grille est reliée au circuit de commande 5.

Le fonctionnement du circuit de découpage est connu en lui-même et ne sera pas détaillé ici.

L'élément capacitif 7 récupère l'énergie liée à la commutation du transistor de découpage 4 de son état conducteur vers son état bloqué et maintient une tension sensiblement nulle à ses bornes au moment de la commutation. L'élément capacitif 7 facilite ainsi la commutation du transistor de découpage 4 de son état conducteur à son état bloqué. La diode de charge 6 assure la charge unidirectionnelle de l'élément capacitif 7.

Lorsque le transistor de découpage 4 est ramené dans son état conducteur, et que le transistor de pilotage 11 est amené dans son état conducteur, l'énergie est transférée de l'élément capacitif 7 vers l'élément induc-

tif 8. Ce transfert d'énergie permet d'initier un courant dans l'élément inductif 8 afin d'amorcer le mode boost lorsque le transistor de pilotage 11 sera amené dans son état bloqué.

Si le courant dans l'élément capacitif 7 est nul au moment de l'ouverture du transistor de pilotage 11, le transfert de l'énergie se fait via l'élément inductif 8, la diode de charge 6, la diode 9 et la diode 10. Le courant dans l'élément inductif 8 décrit une droite de décharge.

Si le courant dans l'élément capacitif 7 est non nul au moment de l'ouverture du transistor de pilotage 11, le transfert de l'énergie se fait via un système résonant, formé de l'élément capacitif 7 et l'élément inductif 8, et via la diode de charge 6, la diode 9 et la diode 10. Le courant dans l'élément inductif 8 et l'élément capacitif 7 décrit une queue de sinusoïde de période P proportionnelle à la racine carrée du rapport de la capacité C de l'élément capacitif 7 et de l'inductance L de l'élément inductif ($P = 2.\pi.(C.L)^{1/2}$). De préférence, le transistor de pilotage 11 est amené dans son état de blocage lorsque la tension dans l'élément capacitif 7 atteint la moitié environ de la tension d'alimentation.

L'élément inductif 8 assure le transfert d'énergie de l'élément capacitif 7 vers la ligne d'alimentation 1, après que le transistor de découpage 4 a été commuté de son état bloqué à son état conducteur.

La diode 9 empêche l'inversion de courant dans l'élément inductif 8, et donc la recharge de l'élément capacitif 7, en fin de transfert de l'énergie de l'élément inductif 8 vers la ligne d'alimentation 1.

En variante, comme représenté à la figure 2, un transistor de protection 12 est monté entre la diode de charge 6 et l'élément capacitif 7 et est commandé par le circuit de commande 5 pour empêcher une détérioration des

composants du circuit si le transistor de pilotage 11 est amené dans son état conducteur alors que le transistor de découpage 4 est dans son état bloqué (transfert de l'énergie de la ligne d'alimentation 1 vers le transistor de pilotage 11 en passant par la diode de charge 6, l'élément inductif 8 et les diodes 9, 10).

Une diode 13 est montée en parallèle de l'élément capacitif 7 entre la première extrémité de l'élément inductif 8 et la ligne de masse 2.

Les éléments identiques ou analogues à ceux précédemment décrits portent les mêmes références sur la figure 3, représentant un deuxième mode de réalisation.

Dans ce mode de réalisation, le circuit d'amortissement est relié à la ligne d'alimentation 1 et est disposé en parallèle du transistor de découpage 3 au lieu d'être relié à la ligne de masse 2 et disposé en parallèle du transistor de découpage 4 comme représenté sur la figure 1.

Le circuit d'amortissement comprend un élément capacitif 7 relié en série à une diode de charge 6 de l'élément capacitif 7. La diode de charge 6 et l'élément capacitif 7 sont montés en parallèle du transistor de découpage 3. Plus précisément, la diode de charge 6 est connectée au point de raccordement des transistors de découpage 3 et 4, et l'élément capacitif 7 est lui raccordé à la ligne d'alimentation 1.

Le circuit d'amortissement comprend une ligne de boost reliée, d'une part, au point de raccordement de la diode de charge 6 et de l'élément capacitif 7 et, d'autre part, à la ligne de masse 2. La ligne de boost comprend en série un élément inductif 8 ayant une première extrémité reliée au point de raccordement de l'élément capacitif 7 et de la diode charge 6 et une deuxième extrémité reliée à une diode 9 elle-même reliée à une diode 10 reliée à la ligne de masse 2.

Un transistor de pilotage 11 est raccordé, d'une part, à la ligne de boost, entre les diodes 9 et 10, et, d'autre part, à la ligne d'alimentation 1 pour s'étendre en parallèle de l'élément capacitif 7.

En variante du deuxième mode de réalisation, comme représenté à la figure 4, un transistor de protection 12 est monté entre la diode de charge 6 et l'élément capacitif 7 et est commandé par le circuit de commande 5 pour empêcher une détérioration des composants du circuit si le transistor de pilotage 11 est amené dans son état conducteur alors que le transistor de découpage 3 est dans son état bloqué (transfert de l'énergie de la ligne d'alimentation 1 vers le transistor de pilotage 11 en passant par la diode de charge 6, l'élément inductif 8 et les diodes 9, 10).

Une diode 13 est montée en parallèle de l'élément capacitif 7 entre la première extrémité de l'élément inductif 8 et la ligne d'alimentation 1.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit et on peut y apporter des variantes de réalisation sans sortir du cadre de l'invention tel que défini par les revendications.

En particulier, le circuit d'amortissement peut avoir une structure différente de celle décrite et notamment être dépourvu de transistor de pilotage ou de diodes. Si l'onduleur est raccordé à une source de courant alternatif triphasé, il comprend trois paires de transistors ou deux paires de transistors s'il est raccordé à une source de courant biphasé (une seule paire de transistor a été ici représentée pour plus de clarté des schémas).

Les transistors 11, 12 et les diodes 9, 10, 13 sont facultatives.

REVENDICATIONS

1. Circuit d'amortissement pour circuit de découpage comportant au moins un transistor de découpage ayant des bornes reliées à une première ligne et à une deuxième ligne, la première ligne étant à un potentiel d'alimentation et la deuxième ligne étant à la masse, le circuit d'amortissement comportant un élément capacitif et une diode de charge de l'élément capacitif qui sont reliés l'un à l'autre en série et qui sont montés en parallèle du transistor de découpage, caractérisé en ce que le circuit d'amortissement comprend un élément inductif ayant une première extrémité reliée à un point de raccordement situé entre la diode de charge et l'élément capacitif et une deuxième extrémité reliée à l'une des lignes.

2. Circuit d'amortissement selon la revendication 1, comprenant un transistor de pilotage qui est relié à la deuxième extrémité de l'élément inductif et à l'autre des lignes et qui possède un état conducteur pour charger l'élément inductif et un état bloqué pour décharger l'élément inductif.

3. Circuit d'amortissement selon la revendication 2, dans lequel le transistor de pilotage est commandé pour passer de son état conducteur à son état bloqué avant une charge complète de l'élément inductif.

4. Circuit d'amortissement selon la revendication 3, dans lequel le transistor de pilotage est commandé pour passer de son état conducteur à son état bloqué lorsque la tension dans l'élément capacitif atteint environ la moitié du potentiel d'alimentation.

5. Circuit d'amortissement selon la revendication 1, dans lequel un transistor de protection est monté en série entre la diode de charge et l'élément capacitif.

6. Circuit d'amortissement selon la revendication 1, dans lequel une diode est montée en parallèle de l'élément capacitif entre la première extrémité de l'élément inductif et la deuxième ligne.

Fig.1

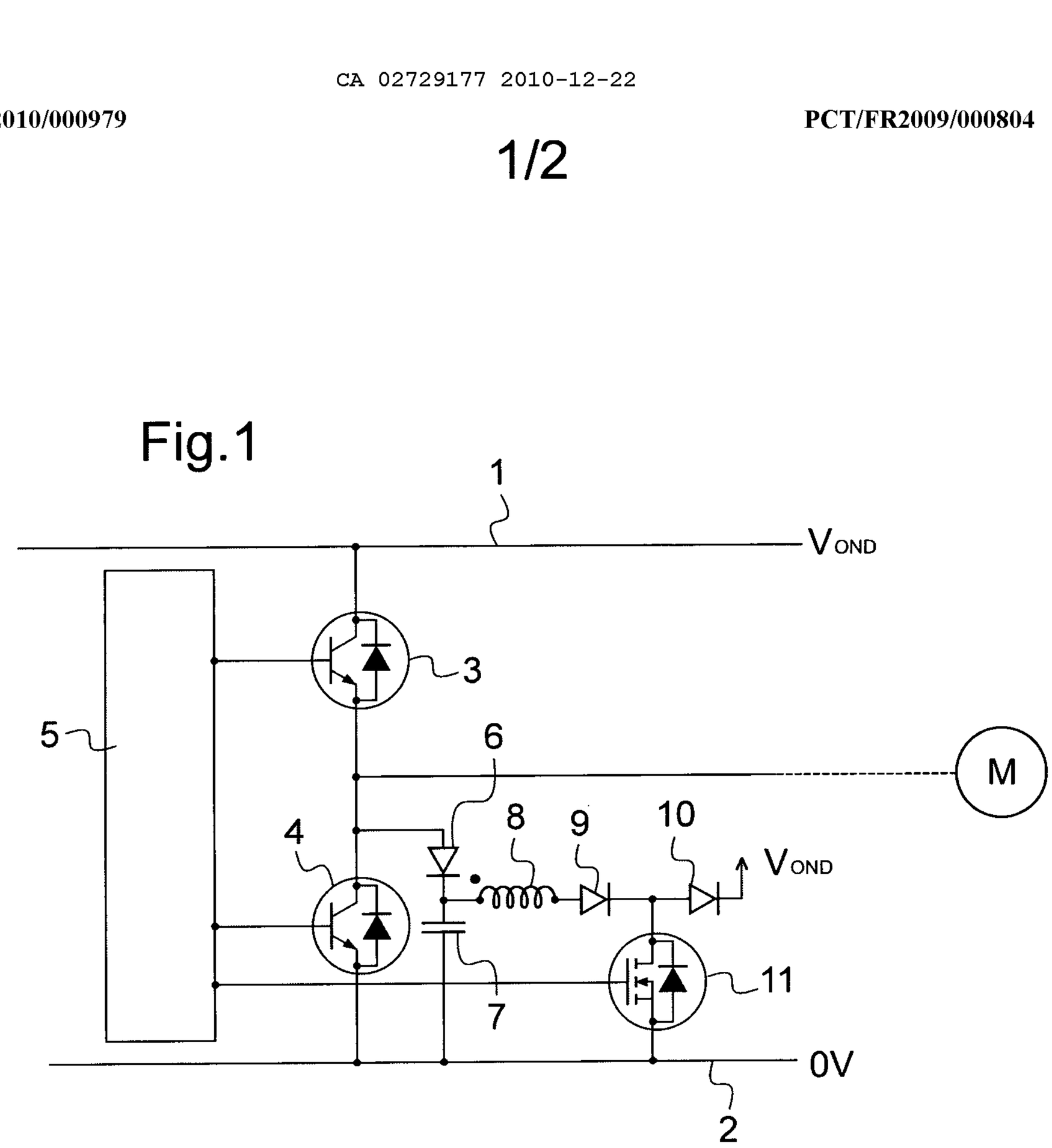


Fig.2

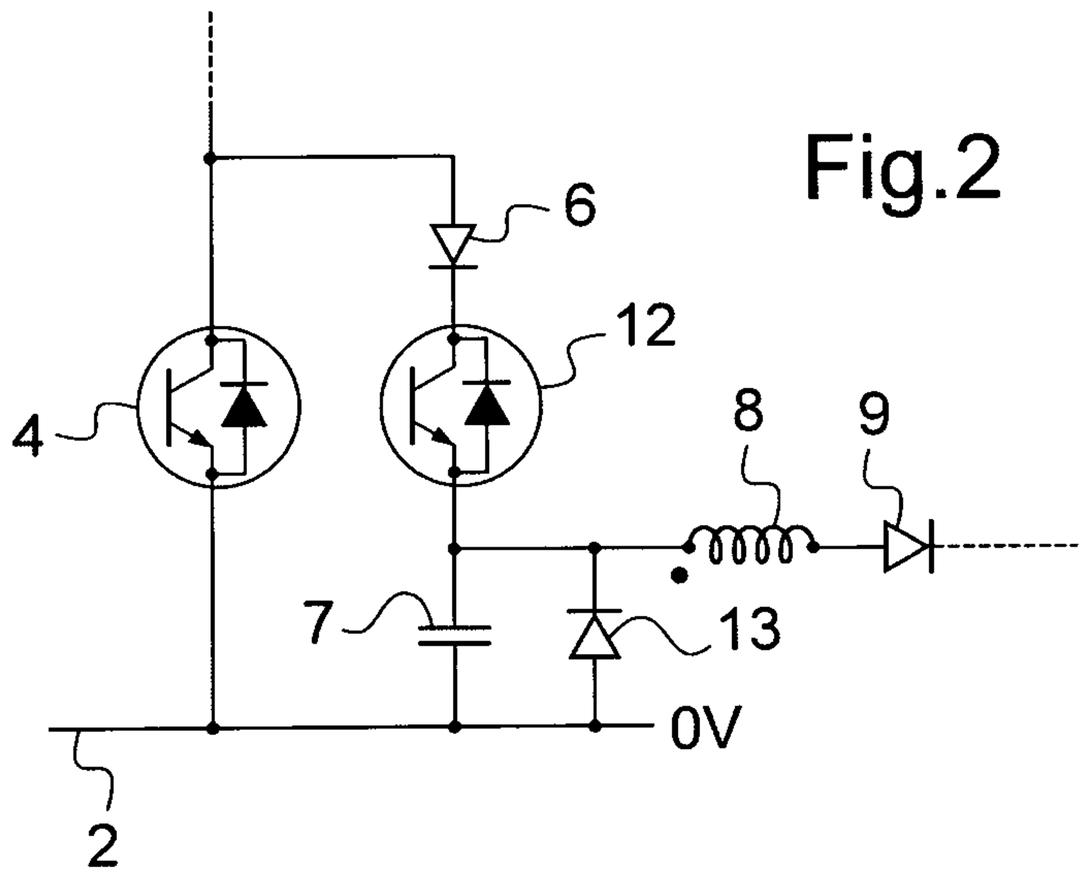
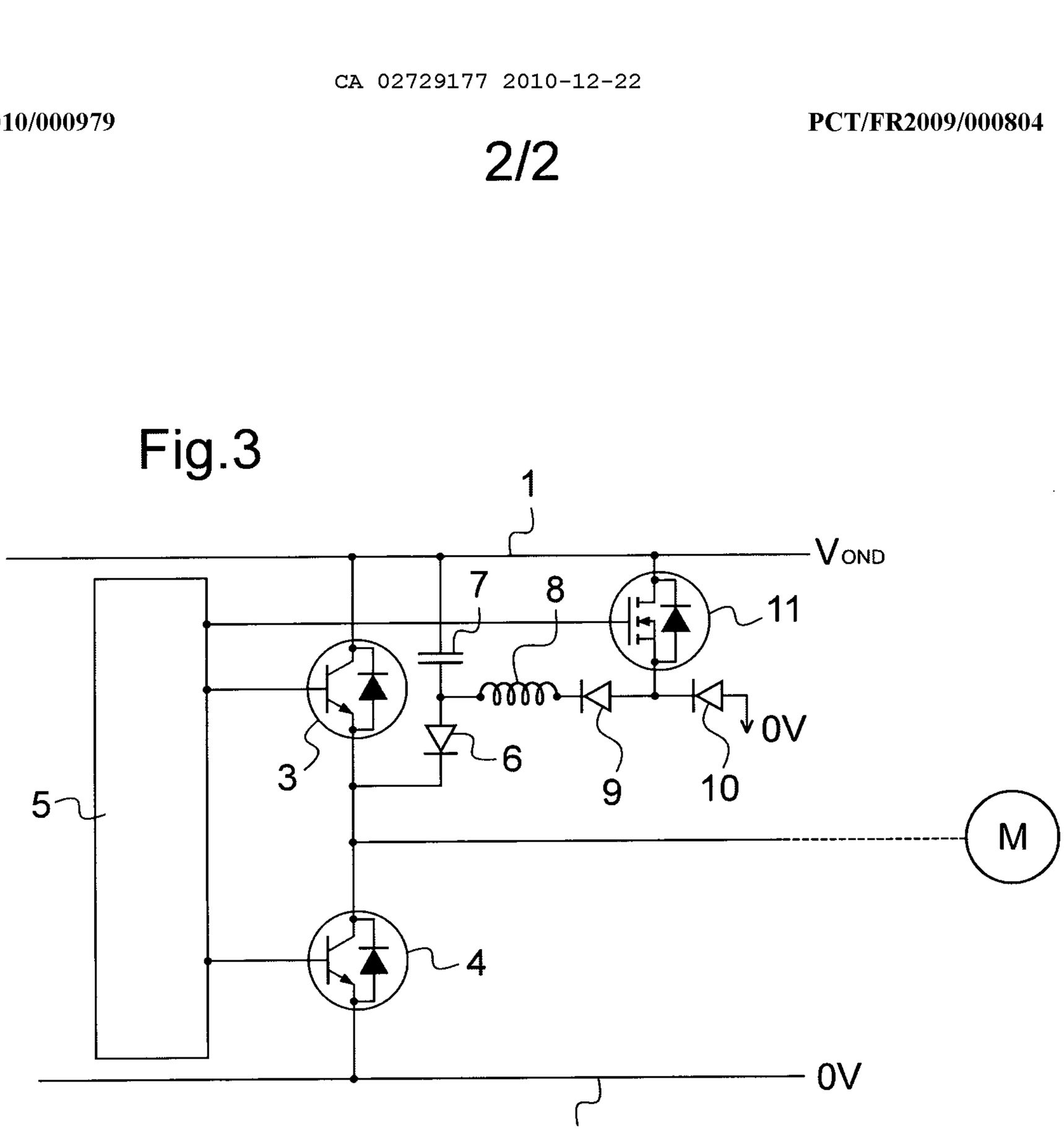


Fig.3



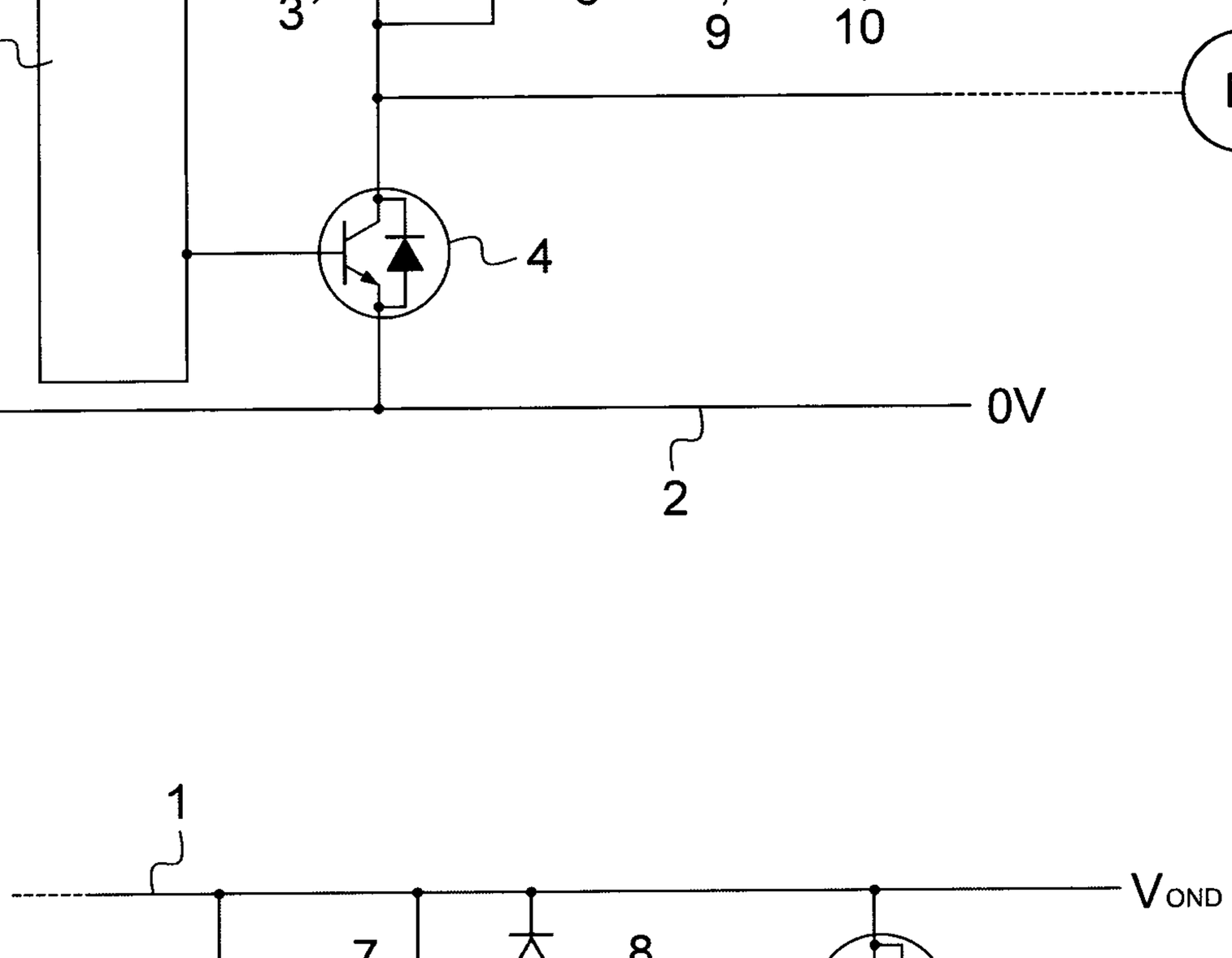


Fig.4

Fig.1

