

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
23 avril 2009 (23.04.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/050124 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H02M 5/293 (2006.01) *H05B 39/04* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2008/063661

(22) Date de dépôt international :
10 octobre 2008 (10.10.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0758338 16 octobre 2007 (16.10.2007) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
[FR/FR]; 89 boulevard Franklin Roosevelt, F-92500
Rueil-Malmaison (FR).

(71) Déposant et

(72) Inventeur (pour tous les États désignés sauf US) : **CAR-
COUET, Sébastien** [FR/FR]; 3, Allée de la Petite Mé-
canique, F-Vif (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **ECRABEY,
Jacques** [FR/FR]; 11, Chemin des mulets, F-07500 Guil-
herand Granges (FR).

(74) Mandataires : **DUFRESNE, Thierry** etc.; 89, boulevard
Franklin Roosevelt, F-92500 Rueil-Malmaison (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,
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,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: VARIABLE CONTROL DEVICE

(54) Titre : DISPOSITIF DE COMMANDE VARIABLE

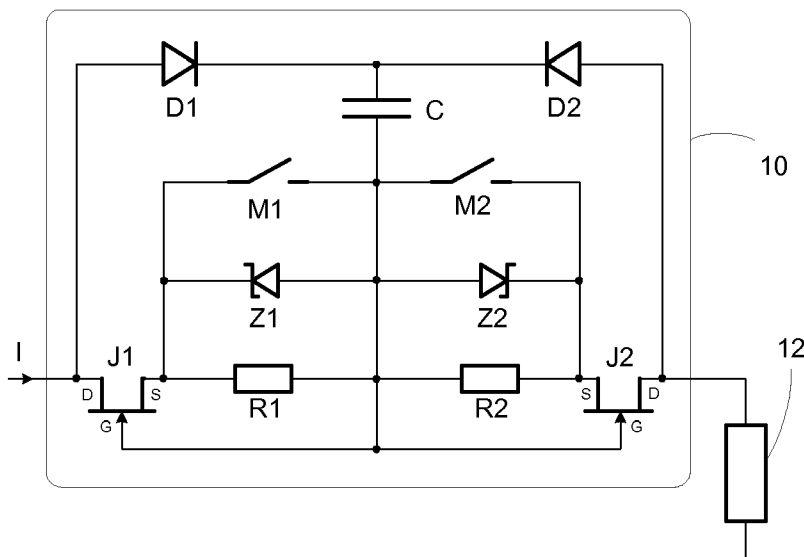


FIG. 2

(57) Abstract: The invention relates to a variable control device (10) connected in series with an electrical load (12) to be controlled on one phase of an AC electrical circuit. The control device (10) comprises: two power switches (J1, J2), of the normally conducting JFET type, the gates (G) of which are connected together; two bias resistors (R1, R2), each bias resistor (R1, R2) being connected between the gate (G) and the source (S) of one of the power switches (J1, J2); and two control switches (M1, M2) controlled by a common control signal, each control switch (M1, M2) being connected in parallel with one of the bias resistors (R1, R2). Application to a dimmer.

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif (10) de commande variable connecté en

série avec une charge électrique (12) à commander sur une phase d'un réseau électrique alternatif. Le dispositif (10) de commande comporte deux interrupteurs (J1, J2) de puissance, de type JFET normalement passant, dont les grilles (G) sont connectées entre elles, deux résistances (R1, R2) de polarisation, chaque résistance (R1, R2) de polarisation étant reliée entre la grille (G) et la source (S) d'un des interrupteurs (J1, J2) de puissance, deux interrupteurs (M1, M2) de commande commandés par un signal de commande commun, chaque interrupteur (M1, M2) de commande étant connecté en parallèle d'une des résistances (R1, R2) de polarisation. Application à un gradateur de type dimmer.

WO 2009/050124 A1



MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, 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.

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, 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).

(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,

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

Dispositif de commande variable

La présente invention se rapporte à un dispositif de commande variable chargé de commander une charge électrique avec une tension variable à partir d'un réseau électrique alternatif monophasé. L'invention trouve en particulier son application dans un gradateur ou variateur électronique (appelé également un "dimmer") destiné à pouvoir fournir une puissance variable notamment à des lampes, telles que des lampes à incandescence.

Un dimmer est alimenté en série avec la charge électrique à commander sur la phase d'un réseau électrique alternatif monophasé, lequel délivre généralement une tension alternative de 230 V. Un dimmer comporte habituellement des interrupteurs électroniques de puissance de type transistor MOSFET, en série avec la charge de façon à commuter l'alimentation de la charge en fonction d'un signal de commande arrivant sur la grille des transistors. Un avantage de ce type de transistor est d'être normalement ouvert, c'est-à-dire qu'en l'absence d'un signal de commande (en particulier à la mise sous tension) il reste à l'état bloqué et n'est pas passant. La commande de ces transistors se fait alors facilement par angle de phase comme pour des thyristors dans un variateur de vitesse, avec une possibilité supplémentaire qui est l'extinction de ces transistors à tout moment.

Néanmoins, le principal inconvénient de ces dimmers est la dissipation thermique générée par les transistors MOSFET à l'état passant. En effet, ceux-ci comportent une résistance importante à l'état passant, de l'ordre d'une centaine de milliohms. Cette dissipation thermique est pénalisante en terme de consommation électrique et aussi en terme de limitation de la miniaturisation d'un tel dimmer.

Il existe des interrupteurs électroniques de puissance à faible dissipation thermique, notamment des transistors à effet de champ de type JFET (Junction Field Effect Transistor). Leur résistance à l'état passant est en effet nettement inférieure à celle d'un transistor MOSFET de calibre équivalent. Cependant, ces transistors JFET sont de type normalement passant (appelé également "normally ON" ou normalement fermé), c'est-à-dire qu'ils sont à l'état passant lorsque leur tension Grille-Source V_{GS} est nulle (ou en présence d'un signal de commande nul). Il faut leur appliquer une tension Grille-Source V_{GS} négative suffisante pour qu'ils passent à l'état non-passant (ou ouvert). Cette

caractéristique peut évidemment poser des problèmes de fonctionnement et des problèmes de sécurité.

Actuellement, les transistors JFET de type normalement passant sont habituellement en carbure de silicium (SiC), mais on pourrait aussi utiliser tout matériau à grande énergie de bande interdite (appelé également matériau à grand gap ou "wide-band gap material"), c'est-à-dire présentant une faible résistance à l'état passant R_{dson} et capable de supporter des tensions importantes (supérieures à 1000 V), comme par exemple du nitrure de gallium (GaN).

Un but de l'invention est donc de concevoir un dispositif de commande variable qui utilise des transistors JFET normalement passants, de façon à notamment minimiser la consommation électrique et augmenter leur efficacité énergétique, mais qui néanmoins ne présente pas de problèmes de fonctionnement ou de sécurité en l'absence d'alimentation ou de signal de commande.

Un autre but de l'invention est d'augmenter la fiabilité et la durée de vie des gradateurs ou dimmers en utilisant des transistors de puissance en carbure de silicium (SiC) car la technologie en carbure de silicium (SiC) est plus robuste que la technologie en silicium (Si), notamment pour la tenue en température et la tenue aux surtensions.

Un autre but de l'invention est de concevoir un dispositif de commande autonome ne nécessitant pas d'autre source d'énergie que la phase du réseau électrique alternatif à laquelle il est raccordé.

Pour cela, l'invention décrit un dispositif de commande variable connecté en série avec une charge électrique à commander sur une phase d'un réseau électrique alternatif. Le dispositif de commande comporte deux interrupteurs de puissance, de type JFET normalement passant, dont les grilles sont connectées entre elles, deux résistances de polarisation, chaque résistance de polarisation étant reliée respectivement entre la grille et la source d'un des interrupteurs de puissance, deux interrupteurs de commande commandés par un signal de commande commun, chaque interrupteur de commande étant respectivement connecté en parallèle d'une des résistances de polarisation.

Selon une caractéristique, les interrupteurs de puissance sont des JFET en carbure de silicium ou en nitrure de gallium.

Selon une caractéristique, le dispositif de commande variable comprend également un condensateur de réserve d'énergie et un circuit de charge du condensateur,

le condensateur ayant une première extrémité reliée aux grilles des interrupteurs de puissance. Ce condensateur sert à alimenter le circuit électronique délivrant le signal de commande, ce qui rend le dispositif de commande variable complètement autonome.

Selon une autre caractéristique, les interrupteurs de commande sont des transistors de type MOSFET dont les sources sont connectées entre elles et aux grilles des interrupteurs de puissance et dont les drains sont reliés à la source d'un interrupteur de puissance correspondant. Alternativement, les interrupteurs de commande sont des microactionneurs de type MEMS dont la bobine est alimentée par le signal de commande.

Grâce à une plus faible dissipation thermique des transistors de puissance, l'invention permettra avantageusement de réduire le volume d'un gradateur ou dimmer comportant un tel dispositif de commande (plus grande miniaturisation) mais permettra également de commander des charges plus importantes avec un dispositif de volume identique.

D'autres caractéristiques et avantages vont apparaître dans la description détaillée qui suit en se référant à un mode de réalisation donné à titre d'exemple et représenté par les dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente un premier mode de réalisation simple d'un dispositif de commande variable conforme à l'invention,
- la figure 2 représente un second mode de réalisation d'un dispositif de commande variable conforme à l'invention,
- les figures 3, 4 & 5 schématisent le passage du courant dans le dispositif de la figure 2 durant différentes phases de fonctionnement.

En référence à la figure 1, un dispositif de commande variable 10 est destiné à commander avec une tension variable une charge électrique 12, à partir d'un signal de commande S. Le dispositif de commande 10 est connecté en série avec la charge 12 à une seule phase d'un réseau électrique alternatif délivrant une tension U_M et n'a pas besoin d'être relié au neutre du réseau électrique, ce qui rend son utilisation très facile et simple dans une application domotique par exemple. Un tel dispositif est particulièrement adapté pour une application dans un gradateur de type dimmer destiné à la commande d'une charge électrique, telle qu'une lampe (par exemple alimentée par un réseau de 230V et d'une puissance inférieure ou égale à 1000W).

Le dispositif de commande 10 comporte deux interrupteurs de puissance J1 et J2 qui sont des transistors à effet de champ de type JFET normalement passant ("normally

ON"). Préférentiellement, les deux interrupteurs de puissance J1 et J2 sont réalisés en carbure de silicium, mais on pourrait aussi utiliser d'autres matériaux grand gap, tel que du nitrure de gallium. Dans les exemples montrés, les interrupteurs de puissance J1 et J2 sont des JFET à canal N.

Le dispositif de commande 10 comporte aussi deux résistances de polarisation R1 et R2 et deux interrupteurs de commande M1 et M2.

Les interrupteurs de puissance J1, J2 ont leur Grille G qui sont reliées entre elles. Les interrupteurs J1, J2 sont montés tête-bêche en série avec la charge 12 de telle sorte que le Drain D de l'interrupteur J1 soit relié au réseau alternatif, le Drain D de l'interrupteur J2 soit relié à une extrémité de la charge 12, et les Sources S des interrupteurs J1, J2 soient reliées ensemble au travers des résistances de polarisation R1, R2. Chaque résistance R1, respectivement R2, est donc connectée entre la Grille et la Source d'un interrupteur de puissance J1, respectivement J2. De préférence, les Interrupteurs J1 et J2, de même que les résistances R1 et R2 sont identiques.

Chaque interrupteur de commande M1, respectivement M2, est connecté en parallèle d'une des résistances de polarisation R1, respectivement R2. Les interrupteurs de commande M1, M2 peuvent être des composants électromécaniques, tels que des mini-relais ou des MEMS (Micro Electro Mechanical Switch), ou préférentiellement des composants électroniques semi-conducteurs tels que des transistors MOSFET basse tension. Dans le cas de composants électromécaniques, le signal de commande S est relié aux bobines d'excitation de M1 et M2. Dans le cas de composants électroniques semi-conducteurs, le signal de commande S est relié aux Grilles des composants M1 et M2, via une résistance de grille.

Le dispositif de commande 10 peut également comporter deux diodes Zener de protection Z1 et Z2 identiques qui sont connectées en parallèle des résistances de polarisation R1 et R2. La cathode de Z1, respectivement Z2, est reliée à la Source de l'interrupteur J1, respectivement J2, et l'anode de Z1, respectivement Z2, est reliée à la Grille de l'interrupteur J1, respectivement J2. Ces diodes Zener protègent les interrupteurs JFET car elles permettent de toujours limiter les tensions Grille – Source V_{GS} entre leur tension zener V_Z (ou tension de claquage) dans un sens (de l'ordre de par exemple -15 V) et leur chute de tension directe dans l'autre sens (par exemple +0,7 V).

Le fonctionnement du mode de réalisation de la figure 1 est le suivant :

a. On suppose au départ que la tension réseau U_M est nulle, donc les tensions entre Grille et Source V_{GS1} , respectivement V_{GS2} , des interrupteurs JFET J1,

respectivement J2, sont nulles, ce qui fait que ceux-ci sont fermés, car les interrupteurs J1 et J2 sont de type normalement passant. On suppose également qu'il n'y a pas de signal de commande S et donc que les interrupteurs de commande M1, M2 sont à l'état ouvert (non-passant).

b. Lors de l'apparition d'une tension réseau U_M , par exemple une arche dite positive, un courant I commence à circuler dans J1, R1, R2, J2 dans le sens indiqué par la flèche I sur la figure 1. Ce courant I génère très rapidement une tension V_{R1} positive aux bornes de la résistance R1. Comme $V_{R1} = -V_{GS1}$ par construction, la tension V_{R1} positive crée une tension V_{GS1} négative entre Grille et Source de l'interrupteur JFET J1. La valeur de R1 est choisie de façon à ce que V_{GS1} atteigne rapidement la tension de blocage (ou tension de pincement) V_P permettant de faire basculer l'interrupteur JFET J1 à l'état ouvert (non-passant). Le courant traversant R1 chute alors jusqu'à ce que V_{GS1} repasse au-dessus de la tension de blocage V_P , ce qui rend l'interrupteur JFET J1 de nouveau légèrement passant. Le courant I va donc réaugmenter jusqu'à ce que V_{R1} atteigne de nouveau la tension de blocage V_P de façon à rebloquer J1, et ainsi de suite. Durant cette arche positive, l'interrupteur JFET J1 est monté en source de courant, le courant étant ainsi fixé par la résistance R1 et la tension de blocage V_P .

Ainsi, l'agencement de J1 et R1 fait que durant une arche positive, le courant I est inférieur ou égal à un courant résiduel de valeur très faible I_{min} , très insuffisant pour alimenter correctement la charge 12, en particulier insuffisant pour allumer une lampe. Par exemple, si $R1 = 10\text{ K}\Omega$ et si $V_P = -10\text{ V}$, alors $I_{min} = 1\text{ mA}$.

Par ailleurs, durant cette arche positive, la diode Zener Z1 est bloquée et la diode Zener Z2 est passante. La tension V_{Z2} aux bornes de Z2 est donc égale à la chute de tension directe d'une diode Zener (généralement de l'ordre de 0,7 V), ce qui permet de limiter la tension V_{R2} aux bornes de R2 et donc de limiter la valeur positive de la tension V_{GS2} , de façon à éviter des problèmes de Grille pour l'interrupteur J2.

c. Durant l'arche suivante négative, le courant I change de sens et le fonctionnement est similaire à celui décrit ci-dessus avec la résistance R2 et l'interrupteur JFET J2. Le courant I circulant en sens négatif entraîne très rapidement une tension V_{R2} positive aux bornes de la résistance R2. Comme $V_{R2} = -V_{GS2}$ par construction, la tension V_{R2} positive crée une tension V_{GS2} négative entre Grille et Source de l'interrupteur JFET J2. La valeur de R2 est choisie de façon à ce que V_{GS2} atteigne rapidement la tension de blocage V_P permettant de faire basculer l'interrupteur JFET J2 à l'état ouvert (non-passant). Durant cette arche négative, l'interrupteur JFET J2 est monté en source de courant, le courant étant ainsi fixé par la résistance R2 et la tension de blocage V_P .

Ainsi, en l'absence de signal de commande S, le courant I circulant dans la charge 12 reste en permanence inférieur ou égal à $I_{\min}$, ce qui permet d'assurer en toute sécurité que, malgré l'utilisation d'interrupteurs de puissance normalement passants, la charge électrique n'est pas commandée en l'absence de signal de commande S.

d. Lors de l'apparition d'un signal de commande S, les interrupteurs de commande M1 et M2 se ferment, ce qui a pour effet de shunter les résistances R1 et R2. Les tensions V_{R1} , V_{R2} deviennent donc pratiquement nulles (de l'ordre de quelques dizaine de millivolts seulement), car $V_{R1} = R_{onM1} * I$, dans lequel R_{onM1} est la résistance à l'état passant du transistor MOSFET M1 basse tension qui est très faible et I est le courant circulant dans la charge 12. Ceci a pour conséquence de forcer également les tensions Grille-Source V_{GS1} et V_{GS2} des interrupteurs J1 et J2 à zéro. Les interrupteurs J1 et J2 deviennent alors tous les deux passants et la charge électrique 12 est alimentée, quelque soit le sens du courant I.

Selon le mode de réalisation préféré décrit dans la figure 2, le dispositif de commande 10 comporte en outre un condensateur C de réserve d'énergie associé à un circuit de charge du condensateur. Le condensateur C possède une première extrémité qui est reliée aux Grilles des interrupteurs de puissance J1 et J2. Le circuit de charge du condensateur C comporte deux diodes de charge D1 et D2, la cathode de chaque diode D1, respectivement D2, étant reliée à une seconde extrémité du condensateur C, tandis que l'anode de chaque diode D1, respectivement D2, est reliée au Drain d'un interrupteur de puissance J1, respectivement J2. De plus, le courant de charge du condensateur C peut être limité par une éventuelle résistance additionnelle R_A (non représentée sur les figures) placée dans le circuit de charge en série avec les diodes D1 et D2.

Le fonctionnement du mode de réalisation de la figure 2 est alors le suivant (voir figures 3, 4 et 5) :

a. On suppose au départ que la tension réseau U_M est nulle, donc les tensions entre Grille et Source V_{GS1} , respectivement V_{GS2} , des interrupteurs JFET J1, respectivement J2, sont nulles, ce qui fait que ceux-ci sont potentiellement passants. On suppose également qu'il n'y a pas de signal de commande S et donc que les interrupteurs de commande M1, M2 sont à l'état ouvert (non-passant).

b. Lors de l'apparition d'une tension réseau U_M , un courant I commence à circuler dans J1, R1, R2, J2 dans le sens indiqué par la flèche I sur la figure 3 (arche positive). Ce courant génère très rapidement une tension V_{R1} positive aux bornes de la résistance R1. Comme $V_{R1} = -V_{GS1}$ par construction, la tension V_{R1} positive impose une tension V_{GS1}

négative entre Grille et Source de l'interrupteur JFET J1. La valeur de R1 est choisie de façon à ce que V_{GS1} atteigne rapidement la tension de blocage V_P permettant de faire basculer l'interrupteur JFET J1 à l'état ouvert (non-passant). Ainsi, comme pour le fonctionnement de la figure 1, le courant circulant dans J1 est inférieur ou égal à un courant résiduel de valeur très faible I_{min} . Par contre, durant l'arche de courant positive, la diode D1 est passante et la diode D2 est bloquée. Le courant I est donc dérivé par la diode D1 et vient charger le condensateur C. Le courant I circule ensuite dans R2, ce qui impose une tension V_{GS2} positive entre Grille et Source de l'interrupteur JFET J2. J2 devient alors passant tant que le condensateur C n'est pas complètement chargé. Volontairement, le courant de charge du condensateur C est limité par la résistance R2, ainsi que par l'éventuelle résistance additionnelle R_A (non représentée sur les figures) placée dans le circuit de charge, afin que la charge électrique 12 soit parcourue seulement par un faible courant et qu'aucune tension significative n'apparaisse à ces bornes.

c. Durant l'arche suivante négative, le courant I change de sens et le fonctionnement est similaire à celui décrit ci-dessus avec la résistance R2 et l'interrupteur JFET J2 (voir figure 4). Le courant I circulant en sens négatif entraîne très rapidement une tension V_{R2} positive aux bornes de la résistance R2. Comme $V_{R2} = -V_{GS2}$ par construction, la tension V_{R2} positive crée une tension V_{GS2} négative qui bloque l'interrupteur JFET J2. La diode D2 est passante et la diode D1 est bloquée. Le courant I est donc dérivé par la diode D2 et vient charger le condensateur C. Le courant circule ensuite dans R1, ce qui impose une tension V_{GS1} positive entre Grille et Source de l'interrupteur JFET J1. J1 devient alors passant tant que le condensateur C n'est pas complètement chargé.

Ainsi, les phases b. et c. décrites ci-dessus permettent de charger le condensateur C car le courant I traverse C toujours dans le même sens. Lorsque la charge du condensateur C est terminée, la tension aux bornes du condensateur C ne varie plus et se stabilise à une valeur proche de la tension crête du réseau d'alimentation U_M .

d. Lors de l'apparition d'un signal de commande S, les interrupteurs de commande M1 et M2 se ferment (voir figure 5), ce qui a pour conséquence de shunter les résistances R1 et R2. Les tensions V_{R1} et V_{R2} deviennent donc nulles, ce qui en conséquence force également les tensions Grille-Source V_{GS1} et V_{GS2} des interrupteurs J1 et J2 à zéro. Les interrupteurs J1 et J2 deviennent alors tous les deux passants et la charge électrique 12 est alimentée, quel que soit le sens du courant I.

Le dispositif de commande variable comporte également un circuit électronique de commande (non représenté sur les figures) destiné à délivrer le signal de commande S commun à partir d'un ordre provenant par exemple d'un bouton à plusieurs positions dans le cas d'un dimmer, ou provenant de tout autre organe extérieur. De façon classique, pour fournir une tension variable à la charge électrique 12, le signal de commande S peut être présent sur une partie seulement de chaque arche de l'alimentation U_M .

Grâce à l'invention, ce circuit électronique de commande est alimenté avantageusement par le condensateur C de réserve d'énergie, qui fournit une source d'énergie à un module d'alimentation (de type Fly-back ou SMPS) du circuit électronique de commande. Ainsi, le dispositif de commande variable est complètement autonome et ne requiert aucune source d'énergie (de type pile ou batterie) pour fonctionner, autre que la phase du réseau d'alimentation alternatif U_M de la charge électrique 12. De même, le dispositif ne nécessite pas un raccordement entre phase et neutre du d'alimentation réseau alternatif. Comme indiqué dans le fonctionnement ci-dessus, le condensateur C est rechargé dès l'apparition d'une tension d'alimentation U_M du réseau alternatif. En pratique, il suffit de quelques alternances pour charger le condensateur C, car le circuit électronique de commande ne consomme pas beaucoup d'énergie (de l'ordre de 1 W seulement).

Cependant, au cas où le signal de commande S est présent en permanence (phase n° d. du fonctionnement ci-dessus - figure 5), le condensateur C n'est plus alimenté et pourrait donc se décharger au bout d'une longue durée. C'est pourquoi l'invention prévoit que périodiquement (par exemple à chaque alternance du courant I), le signal de commande S est absent pendant un court instant, de façon à ouvrir les interrupteurs de commande M1 et M2 pendant ce court instant pour maintenir la charge du condensateur C (phases b. et c. du fonctionnement ci-dessus). Ce court instant est déterminé pour ne pas nuire au fonctionnement de la charge électrique 12, en particulier pour ne pas générer une baisse perceptible de l'intensité de la ou des lampes commandées.

L'invention permet d'utiliser des interrupteurs de commande M1, M2 réalisés avec des transistors MOSFET basse tension, c'est-à-dire actuellement de tension inférieure à 60 V, qui présentent l'avantage d'avoir une très faible résistance à l'état passant, de l'ordre de quelques milliohms seulement. En effet, lorsque l'on coupe le signal de commande S pour ouvrir M1 et M2, la tension V_{DS} apparaissant entre la Source et le Drain des interrupteurs M1 et M2 est toujours égale aux tensions aux bornes des résistances R1 et R2, elles-mêmes imposées par les tensions de pincement V_P des JFET J1 et J2. En cas

de pointe de courant au démarrage, la tension V_{DS} est limitée par les diodes Zener Z1 et Z2 à une valeur maximale de l'ordre de par exemple 15 à 20V, et non pas à la tension crête du réseau alternatif U_M 230 V.

Le fait de pouvoir utiliser de tels transistors MOSFET basse tension permet alors de diminuer fortement la dissipation thermique et d'offrir une plus grande possibilité de miniaturisation du dimmer. Cet avantage se retrouve aussi lorsque les interrupteurs de commande M1, M2 sont des interrupteurs électromécaniques de type MEMS, car leur résistance à l'état passant est également très faible.

REVENDECATIONS

1. Dispositif de commande variable connecté en série avec une charge électrique (12) à commander sur une phase d'un réseau électrique alternatif, caractérisé en ce que le dispositif de commande (10) comporte :

- deux interrupteurs de puissance, de type JFET de type normalement passant, dont les grilles sont connectées entre elles,
- deux résistances de polarisation (R1, R2), chaque résistance de polarisation étant reliée respectivement entre la grille et la source d'un des interrupteurs de puissance (J1, J2),
- deux interrupteurs de commande (M1, M2) commandés par un signal de commande commun (S), chaque interrupteur de commande étant respectivement connecté en parallèle d'une des résistances de polarisation (R1, R2).

2. Dispositif de commande variable selon la revendication 1, caractérisé en ce que les interrupteurs de puissance (J1, J2) sont des JFET en carbure de silicium.

3. Dispositif de commande variable selon la revendication 1, caractérisé en ce que les interrupteurs de puissance (J1, J2) sont des JFET en nitrure de gallium.

4. Dispositif de commande variable selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de commande (10) comprend également un condensateur de réserve d'énergie (C) et un circuit de charge du condensateur, le condensateur (C) ayant une première extrémité reliée aux grilles des interrupteurs de puissance (J1, J2).

5. Dispositif de commande variable selon la revendication 4, caractérisé en ce que le circuit de charge comporte deux diodes (D1, D2), la cathode de chaque diode étant reliée à une seconde extrémité du condensateur (C) et l'anode de chaque diode étant respectivement reliée au drain d'un des interrupteurs de puissance (J1, J2).

6. Dispositif de commande variable selon la revendication 4, caractérisé en ce que le dispositif (10) comporte également un circuit électronique de commande qui délivre le signal de commande commun (S) et qui est alimenté par le condensateur de réserve d'énergie (C).

7. Dispositif de commande variable selon la revendication 1, caractérisé en ce que les interrupteurs de commande (M1, M2) sont des transistors de type MOSFET dont les sources sont connectées entre elles et aux grilles des interrupteurs de puissance (J1, J2) et dont les drains sont reliés à la source d'un interrupteur de puissance correspondant (J1, J2).

8. Dispositif de commande variable selon la revendication 7, caractérisé en ce que la grille de chaque transistor MOSFET (M1, M2) est connectée au signal de commande (S) via une résistance de grille.

9. Dispositif de commande variable selon la revendication 1, caractérisé en ce que les interrupteurs de commande (M1, M2) sont des microactionneurs de type MEMS dont la bobine est alimentée par le signal de commande (S).

10. Dispositif de commande variable selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif (10) comporte deux diodes Zener de limitation (Z1, Z2) connectées en parallèle des résistances de polarisation (R1, R2).

11. Gradateur destiné à la commande d'une charge électrique (12), caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de commande variable selon l'une des revendications précédentes.

1/2

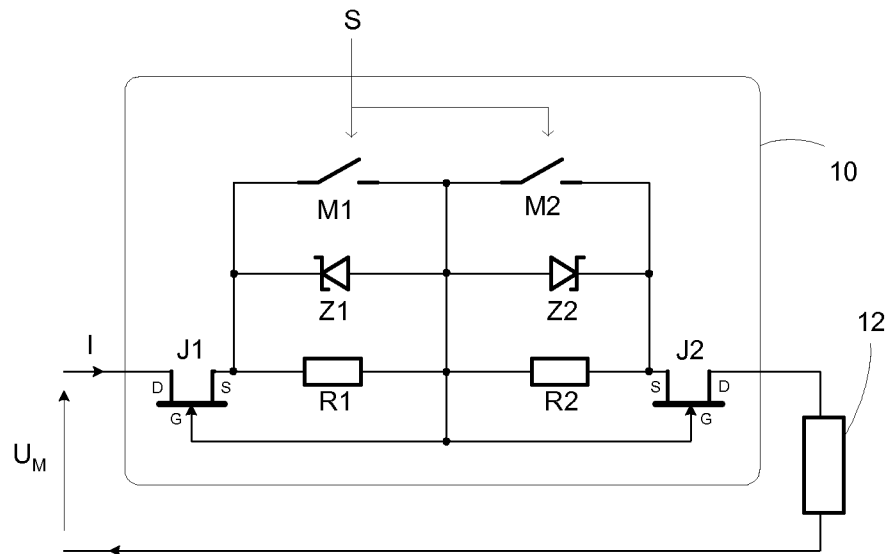


FIG. 1

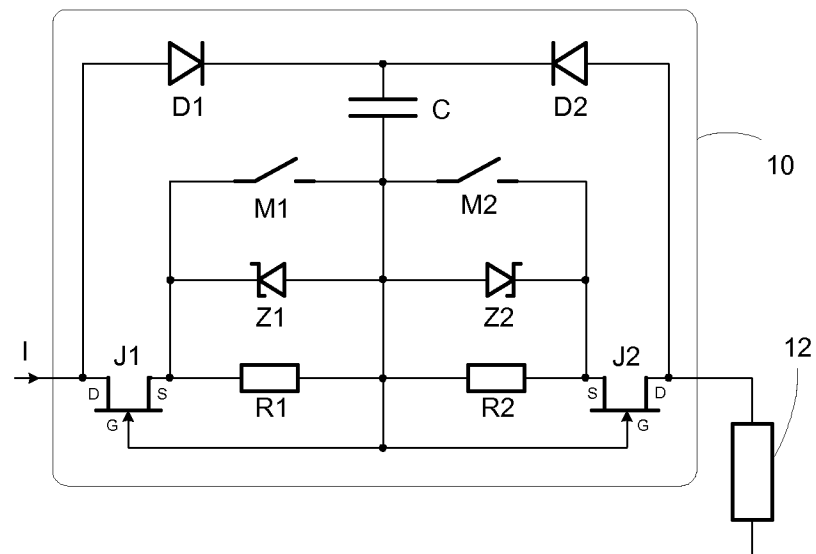


FIG. 2

2/2

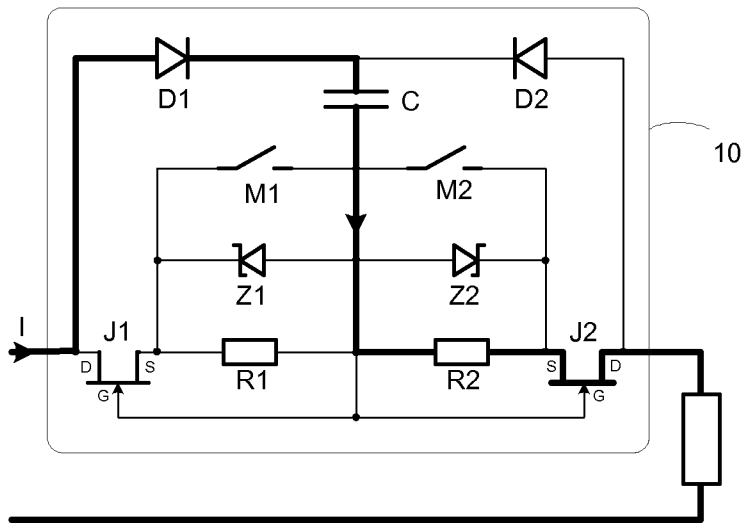


FIG. 3

FIG. 4

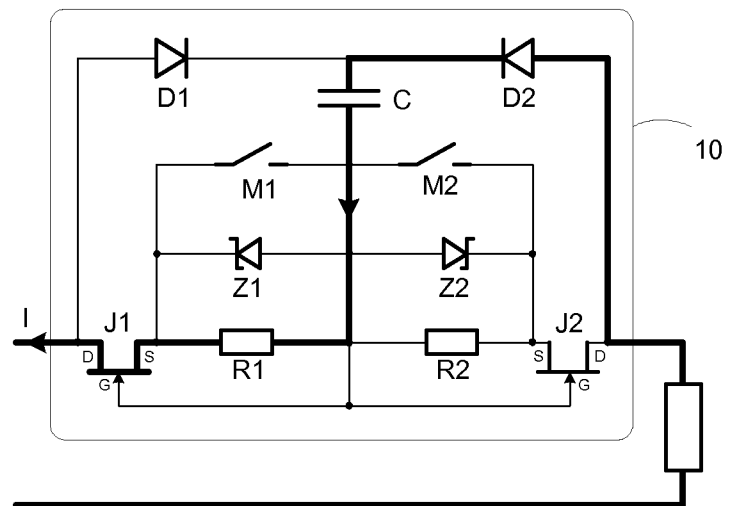
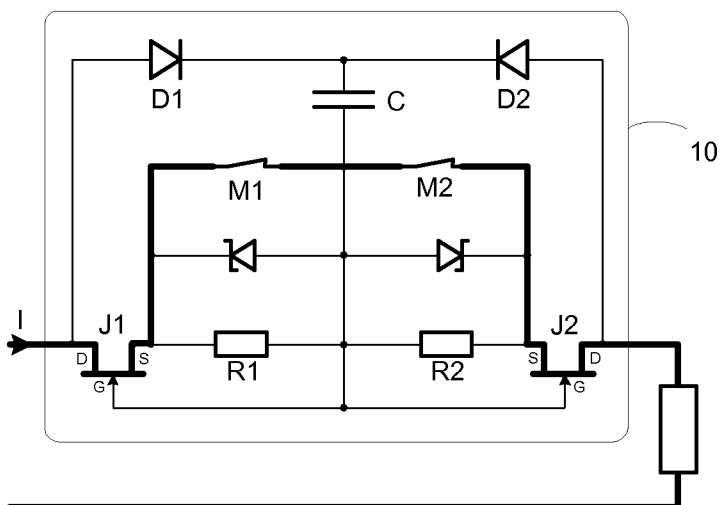


FIG. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/063661

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02M5/293 H05B39/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02M H05B H03K H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 684 376 A (NEIGER BENJAMIN [US] ET AL) 4 November 1997 (1997-11-04) abstract; figure 2 column 5, line 10 - line 13 -----	1-11
A	US 6 157 049 A (MITLEHNER HEINZ [DE] ET AL) 5 December 2000 (2000-12-05) column 4, line 14 - line 37; figures 1,6 column 11, line 3 - line 28 ----- -/--	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 janvier 2009

Date of mailing of the international search report

06/02/2009

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Braccini, Roberto

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/063661

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	MIHAILA A P ET AL: "SiC junction FETs - a state of the art review" SEMICONDUCTOR CONFERENCE, 2005. CAS 2005 PROCEEDINGS. 2005 INTERNATIONAL SINAIA, ROMANIA 3-5 OCT. 2005, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, vol. 2, 3 October 2005 (2005-10-03), pages 349-352, XP010863804 ISBN: 978-0-7803-9214-4 the whole document -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/063661

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5684376	A	04-11-1997	CA	2140065 A1	19-07-1995
US 6157049	A	05-12-2000	CN	1213458 A	07-04-1999
			WO	9734322 A1	18-09-1997
			DE	19610135 C1	19-06-1997
			EP	0886883 A1	30-12-1998
			JP	2000506313 T	23-05-2000

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2008/063661

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H02M5/293 H05B39/04

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

H02M H05B H03K H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 684 376 A (NEIGER BENJAMIN [US] ET AL) 4 novembre 1997 (1997-11-04) abrégé; figure 2 colonne 5, ligne 10 - ligne 13 -----	1-11
A	US 6 157 049 A (MITLEHNER HEINZ [DE] ET AL) 5 décembre 2000 (2000-12-05) colonne 4, ligne 14 - ligne 37; figures 1,6 colonne 11, ligne 3 - ligne 28 ----- -/--	1-11

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

A document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

E document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

L document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

O document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

P document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

28 janvier 2009

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

06/02/2009

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Braccini, Roberto

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	MIHAILA A P ET AL: "SiC junction FETs - a state of the art review" SEMICONDUCTOR CONFERENCE, 2005. CAS 2005 PROCEEDINGS. 2005 INTERNATIONAL SINAIA, ROMANIA 3-5 OCT. 2005, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, vol. 2, 3 octobre 2005 (2005-10-03), pages 349-352, XP010863804 ISBN: 978-0-7803-9214-4 le document en entier -----	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2008/063661

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5684376 A	04-11-1997	CA 2140065 A1	19-07-1995
US 6157049 A	05-12-2000	CN 1213458 A	07-04-1999
		WO 9734322 A1	18-09-1997
		DE 19610135 C1	19-06-1997
		EP 0886883 A1	30-12-1998
		JP 2000506313 T	23-05-2000