



(12) DEMANDE DE BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT APPLICATION

(13) A1

(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2018/01/11
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2018/07/19
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2020/06/30
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: EP 2018/050607
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2018/130594
(30) Priorité/Priority: 2017/01/11 (FR1750242)

(51) Cl.Int./Int.Cl. H02H 9/02(2006.01)
(71) Demandeur/Applicant:
CALY TECHNOLOGIES, FR
(72) Inventeurs/Inventors:
TOURNIER, DOMINIQUE, FR;
BERTHOU, MAXIME, FR;
PICUN, GONZALO, FR
(74) Agent: BCF LLP

(54) Titre : DISPOSITIF DE PROTECTION D'UN EQUIPEMENT ELECTRIQUE
(54) Title: DEVICE FOR PROTECTING ELECTRICAL EQUIPMENT

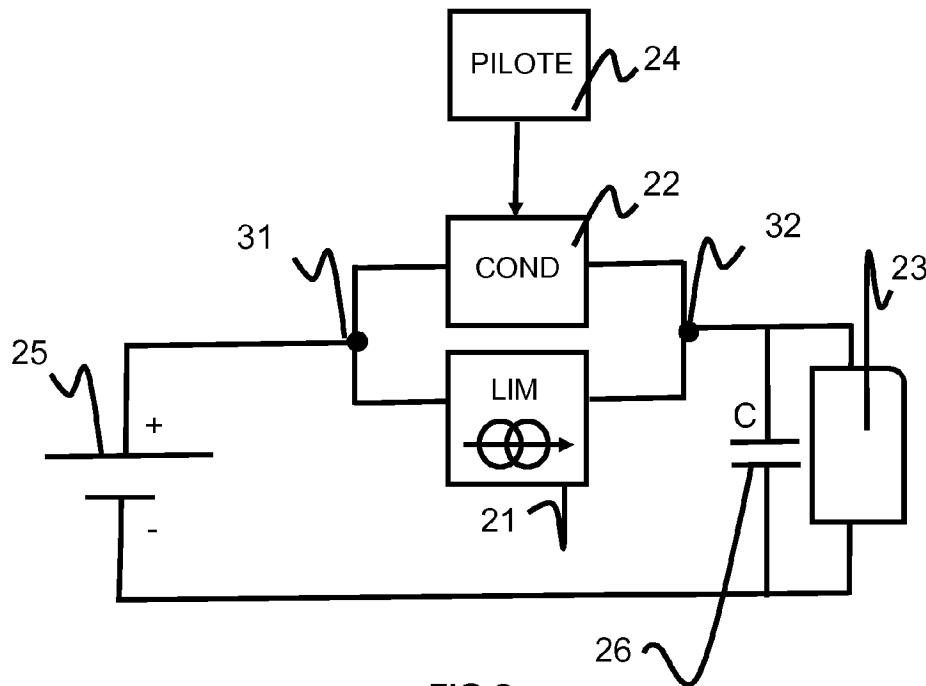


FIG.2

(57) Abrégé/Abstract:

La présente invention concerne un dispositif de protection d'un équipement électrique (23) comportant : - une première branche (21) de limitation de courant incluant une source de courant, - une deuxième branche (22) de conduction montée en parallèle de la branche de limitation (21), l'impédance de la branche de conduction (22) étant inférieure ou égale à 10% de l'impédance de la branche de limitation (21), - une unité de pilotage (3) pour faire basculer le mode de fonctionnement du dispositif entre : - un premier mode de fonctionnement dans lequel le courant électrique circule à travers la branche de limitation (21) sans circuler dans la branche de conduction (22), et - un deuxième mode de fonctionnement dans lequel le courant électrique circule à travers les branches de limitation et de conduction (21, 22).

(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
19 juillet 2018 (19.07.2018)

(10) Numéro de publication internationale

WO 2018/130594 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H02H 9/02 (2006.01)

(72) Inventeurs : TOURNIER, Dominique ; 19 A rue Ernest Fabregue, 69009 LYON (FR). BERTHOU, Maxime ; 45 rue Marc Sangnier, 69100 VILLEURBANNE (FR). PICUN, Gonzalo ; 9 chemin de la Guilotière, Les Jardins de Villette, 38380 SAINT LAURENT DU PONT (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2018/050607

(74) Mandataire : LTL SAS ; 56 boulevard Niels Bohr, CS 52132, 69100 VILLEURBANNE (FR).

(22) Date de dépôt international :
11 janvier 2018 (11.01.2018)

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,

(25) Langue de dépôt : français
(26) Langue de publication : français
(30) Données relatives à la priorité :
1750242 11 janvier 2017 (11.01.2017) FR
(71) Déposant : CALY TECHNOLOGIES [FR/FR] ; 56 Boulevard Niels Bohr, CS 52132, 69100 VILLEURBANNE (FR).

(54) Title: DEVICE FOR PROTECTING ELECTRICAL EQUIPMENT

(54) Titre : DISPOSITIF DE PROTECTION D'UN EQUIPEMENT ELECTRIQUE

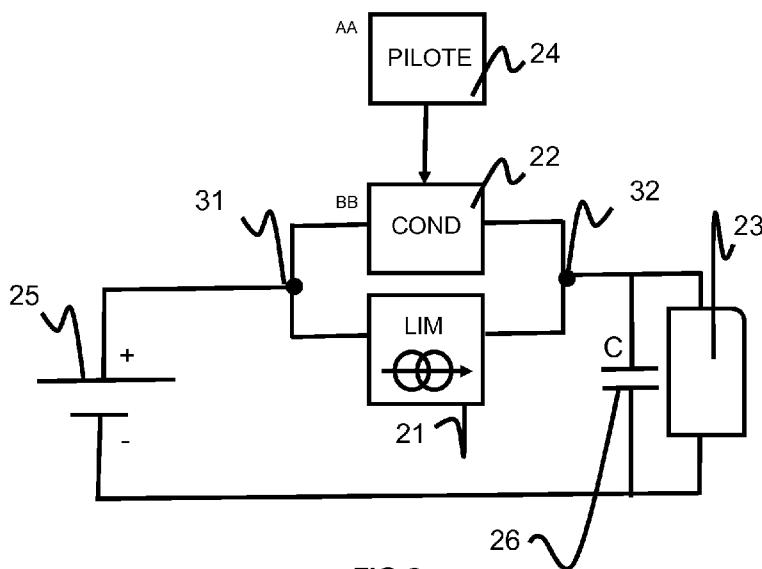


FIG.2

AA CONTROL
BB COND

(57) Abstract: The present invention relates to a device for protecting electrical equipment (23), comprising: - a first branch (21) for limiting current including a current source; - a second conduction branch (22) mounted parallel to the limitation branch (21), the impedance of the conduction branch (22) being less than or equal to 10% of the impedance of the limitation branch (21); - a control unit (3) for switching the operating mode of the device between: . a first operating mode, in which the electric current circulates through the limitation branch (21) without circulating in the conduction branch (22); and . a second operating mode, in which the electric current circulates through the limitation and conduction branches (21, 22).

(57) Abrégé : La présente invention concerne un dispositif de protection d'un équipement électrique (23) comportant : - une première branche (21) de limitation de courant incluant une source de courant, - une deuxième branche (22) de conduction montée en parallèle

WO 2018/130594 A1

WO 2018/130594 A1

SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

- relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17(iv))

Publiée:

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

de la branche de limitation (21), l'impédance de la branche de conduction (22) étant inférieure ou égale à 10% de l'impédance de la branche de limitation (21), - une unité de pilotage (3) pour faire basculer le mode de fonctionnement du dispositif entre : . un premier mode de fonctionnement dans lequel le courant électrique circule à travers la branche de limitation (21) sans circuler dans la branche de conduction (22), et . un deuxième mode de fonctionnement dans lequel le courant électrique circule à travers les branches de limitation et de conduction (21, 22).

DISPOSITIF DE PROTECTION D'UN EQUIPEMENT ELECTRIQUE

DOMAINE DE L'INVENTION

5 La présente invention concerne le domaine des circuits de protection d'équipements électriques, et notamment de systèmes d'alimentation et/ou de distribution d'énergie électrique de type à courant continu ou alternatif.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

10

Dans les applications électriques (à courant continu ou alternatif), une surcharge de courant peut provoquer une surtension, endommageant les équipements électriques.

15 Les surcharges de courant, et plus généralement les surintensités peuvent avoir plusieurs origines :

- une surintensité peut être causée par un court-circuit, une surtension ou une foudre,
- une surintensité peut également se produire pendant la phase de démarrage ou lors de la connexion d'équipements électriques au réseau.

20

On connaît différents types de dispositifs de protection pour réduire les effets de ces surcharges de courant, et notamment les risques de détérioration des équipements électriques.

25 De tels dispositifs de protection peuvent être utilisés par exemple en amont d'un condensateur de stockage monté en parallèle d'un équipement électrique à protéger.

1. Résistance de limitation

Une première solution pour réduire les risques de détérioration des équipements électriques consiste à connecter électriquement une résistance de limitation en série de l'équipement à protéger.

- 5 Cette résistance de limitation est utile pour limiter le fort appel de courant au démarrage de l'équipement à protéger, et plus précisément lors de la pré-charge du condensateur de stockage.

Toutefois, un inconvénient de cette solution est qu'une fois la phase de démarrage 10 terminée, cette résistance de limitation (qui n'a plus d'utilité) chauffe et a tendance à dissiper beaucoup d'énergie.

2. Résistance de limitation à commutateur

15 Pour remédier à cet inconvénient, on a déjà proposé le montage illustré à la figure 1, dans lequel la résistance de limitation 17 est positionnée sur une branche de limitation 11 électriquement connectée en parallèle d'une branche de conduction 12 – telle qu'un fil électrique. Un montage similaire est notamment décrit dans le document EP 2 653 950.

20 Dans ce cas, le basculement entre la branche de limitation 11 et la branche de conduction 12 est contrôlé par un commutateur électrique 13.

Le principe de fonctionnement d'un tel montage est le suivant.

25 Au démarrage, le commutateur électrique 13 est relié à la branche de limitation 11 de sorte que le courant électrique issu de la source d'alimentation 14 circule à travers la branche de limitation 11. Le passage du courant à travers la résistance 17 permet limiter le fort appel de courant au démarrage de l'équipement à protéger 15. Le condensateur de stockage 16 se charge.

Après un temps donné (pouvant varier entre quelques millisecondes et quelques secondes en fonction de l'application), le commutateur électrique 13 bascule la circulation du courant de la branche de limitation 11 vers la branche de conduction 12. Ceci permet de limiter les pertes énergétiques liées à l'utilisation de la résistance de limitation 17.

5

Toutefois, un inconvénient du montage illustré à la figure 1 est qu'il ne permet pas de maintenir l'équipement électronique 15 sous tension lors du basculement du commutateur électrique 13.

10 Outre les problèmes décrits ci-dessus, un autre inconvénient des dispositifs de protection précités utilisant une résistance de limitation 17 est qu'ils ne permettent pas de charger le condensateur de stockage 16 à courant constant, la résistance de limitation 17 combinée au condensateur de stockage 16 constituant un circuit RC. Ceci induit un vieillissement accéléré du condensateur de stockage. En outre, ceci ne permet pas de
15 prédire la valeur d'un courant de défaut en cas de fonctionnement anormal, celui-ci pouvant varier en fonction de la résistance équivalente du circuit (tenant compte des résistances éventuelles des composants en amont et en aval du dispositif de protection), cette incertitude sur le courant de défaut pouvant induire une des risques sur la protection des équipements électroniques en aval du dispositif de protection.

20

Un but de la présente invention est de proposer un dispositif de protection d'un équipement électrique permettant de pallier au moins l'un des inconvénients précités.

BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

25

A cet effet, l'invention propose un dispositif de protection d'un équipement électrique incluant :

- une borne d'entrée destinée à être raccordée électriquement à une source d'alimentation en énergie électrique,
- une borne de sortie destinée à être raccordée électriquement à l'équipement électrique,

30

remarquable en ce que le dispositif de protection comprend :

- une première branche de limitation de courant incluant une source de courant pour produire (i.e. maintenir) un courant électrique constant pour une plage de tension donnée,
- 5 - une deuxième branche de conduction montée en parallèle de la branche de limitation,
- une unité de pilotage pour faire basculer le mode de fonctionnement du dispositif entre :
 - o un premier mode de fonctionnement dans lequel le courant électrique issu de la source d'alimentation en énergie électrique circule à travers la branche de limitation sans circuler dans la branche de conduction, et
 - o un deuxième mode de fonctionnement dans lequel le courant électrique issu de la source d'alimentation en énergie électrique circule à travers les branches de limitation et de conduction l'impédance de la branche de conduction étant inférieure ou égale à 10% de l'impédance de la branche de limitation dans le deuxième mode de fonctionnement.

Des aspects préférés mais non limitatifs du système selon l'invention sont les suivants :

- l'unité de pilotage peut être connectée électriquement à la branche de conduction pour contrôler l'activation et la désactivation de ladite branche de conduction de sorte à faire basculer le dispositif entre les premier et deuxième mode de fonctionnement, la branche de limitation n'étant pas contrôlée par l'unité de pilotage ;
- 20 - la source de courant peut comprendre un transistor, tel qu'un transistor JFET ou un transistor MOSFET :
 - o le drain du transistor étant connecté à la borne d'entrée, et
 - o la grille et la source du transistor étant connectées à la borne de sortie ;
- la source de courant peut comprendre un élément semi-conducteur de limitation de courant à deux bornes tel qu'une diode de limitation de courant, par exemple en silicium, ou en carbure de silicium, ou en tout autre matériaux semi-conducteur ;

- la branche de limitation de courant peut comprendre en outre une résistance électrique montée en série avec la source de courant ;
- la branche de conduction peut comprendre un interrupteur commandé comme un transistor, tel qu'un transistor JFET, un transistor MOSFET (ou un transistor bipolaire) :
 - le drain (ou le collecteur) du transistor étant connecté à la borne d'entrée,
 - la source (ou l'émetteur) du transistor étant connectée à la borne de sortie,
 - la grille (ou la base) du transistor étant connectée à l'unité de pilotage ;
- l'unité de pilotage peut comprendre :
 - un circuit de détection d'une variation de tension en sortie du dispositif de protection d'équipement électrique, et/ou
 - un circuit de détection d'une variation de courant en sortie du dispositif de protection d'équipement électrique ;
- l'unité de pilotage peut comprendre un circuit d'autopolarisation pour temporiser l'activation de la branche de conduction ;
- l'unité de pilotage comprend un circuit de commande pour générer un signal de blocage de la branche de conduction lorsque la tension et/ou l'intensité en sortie du dispositif de protection est supérieure à une valeur seuil ;
- les branches de limitation et de conduction peuvent être intégrées dans un composant monolithique tel qu'un transistor JFET ou un transistor MOSFET.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

- 25 D'autres avantages et caractéristiques du système selon l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre de plusieurs variantes d'exécution, données à titre d'exemples non limitatifs, à partir des dessins annexés sur lesquels :
- La figure 1 est une représentation schématique d'un dispositif de l'art antérieur pour la protection d'une charge,
 - La figure 2 est un schéma de principe d'un dispositif de protection de charge selon la présente invention,

- La figure 3 est un schéma de principe d'une première variante de réalisation du dispositif de protection de charge la présente invention,
- La figure 4 est un schéma de principe d'une deuxième variante de réalisation du dispositif de protection de charge la présente invention,
- 5 - La figure 5 est un schéma de principe d'une troisième variante de réalisation du dispositif de protection de charge la présente invention
- La figure 6 est un graphique illustrant des courbes de courant en fonction de la tension aux bornes d'une branche de limitation de courant incluant :
 - o une résistance d'une part (courbe 80), et
 - o une source de courant d'autre part (courbe 81),
- 10 - La figure 7 est un graphique illustrant des courbes de courant en fonction de la tension aux bornes du dispositif de protection dans
 - o un premier mode de fonctionnement où le courant circule à travers une branche de limitation (courbe 82),
 - o un deuxième mode de fonctionnement où le courant circule simultanément au travers d'une branche de limitation et d'une branche de conduction (courbe 83).

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

20

On va maintenant décrire différents exemples de dispositif de protection de charge selon la présente invention en référence aux figures 2 à 5. Dans ces différentes figures, les éléments équivalents sont désignés par la même référence numérique.

25 1. Généralités concernant le dispositif de protection

En référence à la figure 2, le dispositif de protection d'une charge électrique comprend une borne d'entrée 31 destinée à être raccordée électriquement en série à une source d'alimentation en énergie électrique, et une borne de sortie 32 destinée à être raccordée 30 électriquement à une charge électrique à protéger 23.

Entre les bornes d'entrée 31 et de sortie 32, le dispositif comprend deux branches ayant chacune une fonction respective :

- Une première branche 21 – dite « *branche de limitation de courant* » – permettant de limiter le courant circulant au travers de la charge 23 lorsqu'une anomalie de fonctionnement – telle qu'un défaut électrique (par exemple un court-circuit) – est détectée,
- Une deuxième branche 22 – dite « *branche de conduction* » – ayant une faible impédance pour limiter la chute de tension aux bornes de la charge 23 lorsque le courant électrique issu de la source d'alimentation en énergie électrique 25 traverse ladite branche de conduction 22.

Le dispositif comprend également une unité de pilotage 24 pour permettre le passage du courant :

- soit au travers de la branche de limitation 21 uniquement selon un premier mode de fonctionnement
- soit au travers des branches de limitation et de conduction 21, 22 simultanément selon un deuxième mode de fonctionnement.

Ainsi, et quel que soit le mode de fonctionnement du dispositif, la branche de limitation 21 est toujours conductrice électriquement, de sorte que la charge 23 à protéger est toujours alimentée, même lors de la transition entre les premier et deuxième modes de fonctionnement. La branche de conduction 22 n'est quant à elle conductrice électriquement que dans le deuxième mode de fonctionnement.

Le premier mode de fonctionnement est avantageusement activé lorsqu'une anomalie – telle qu'une surcharge de courant ou de tension électrique – est détectée.

Dans la variante de réalisation illustrée à la figure 2, l'unité de pilotage 24 contrôle uniquement l'activation et la désactivation de la branche de conduction 22, la branche de limitation 21 n'étant pas contrôlée par l'unité de pilotage 24. Ceci permet de simplifier le montage du dispositif de protection de charge.

Le dispositif illustré à la figure 2 permet de protéger efficacement la charge 23 d'un circuit électrique en limitant le courant le traversant lorsqu'une anomalie de fonctionnement est détectée.

5

En effet lorsqu'une anomalie (surintensité et/ou surtension) est détectée, l'unité de pilotage 24 contrôle la désactivation de la branche de conduction 22 pour induire le passage du courant électrique (généré en amont de la borne d'entrée) à travers la branche de limitation 21.

10

En limitant le courant circulant dans la charge 23 lorsqu'une anomalie est détectée, le dispositif de protection illustré à la figure 2 permet de réduire les risques de dégradation des composants électriques situés en aval de la borne de sortie.

15 2. Branche de limitation de courant

La branche de limitation de courant 21 permet de limiter le courant circulant dans la charge 23 à une valeur d'intensité cible lorsque le deuxième mode de fonctionnement du dispositif est activé. Cette valeur cible est prévue suffisante pour assurer le bon 20 fonctionnement de la charge 23.

Avantageusement, la branche de limitation 21 comprend une (ou plusieurs) source(s) de courant – en particulier unidirectionnelle(s) – pour permettre le passage du courant depuis la borne d'entrée 31 vers la borne de sortie 32. On entend, dans le cadre de la 25 présente invention, par « *source de courant* », un (ou plusieurs) composant(s) électrique(s) agencé(s) de sorte à produire un courant électrique constant pour une plage de tension donnée.

Plus précisément et comme illustré à la figure 6 ar la courbe 81, lorsque la tension V aux 30 bornes de la branche de limitation 21 est comprise dans une plage de tension donnée (en particulier lorsque la tension V est supérieure à « $+V_{LIM}$ », ou lorsque la tension V est

inférieure à « $-V_{LIM}$ »), la source de courant maintient l'intensité I du courant à une valeur constante (en particulier une valeur constante égale à « $+I_{LIM}$ » lorsque $V \geq +V_{LIM}$, ou égale à « $-I_{LIM}$ » lorsque $V \leq -V_{LIM}$) en faisant varier son impédance de manière dynamique.

- 5 La variation dynamique de l'impédance de la source de courant correspond – dans le cas d'une source de courant consistant en un transistor de type JFET normalement passant (dit « Normally-on ») – au passage d'un mode de conduction linéaire à un mode de conduction en régime de saturation. Ceci se produit lorsque la tension aux bornes du transistor formant source de courant devient supérieure à une tension de saturation V_{sat} dudit transistor. En régime de saturation l'impédance varie de façon dynamique avec la tension de sorte que le courant est maintenu constant. Le fonctionnement est alors analogue à celui d'une source de courant qui produit et maintient un courant constant quelle que soit la tension à ses bornes.
- 10
- 15 Le fait que la branche de limitation 21 comprenne une source de courant permet de charger un condensateur de stockage 26 (monté en parallèle de la charge 23 à protéger) avec un courant constant. Ceci n'est pas possible dans le cas d'une branche de limitation incluant une résistance, comme illustré à la figure 6 par la courbe 80. En effet si la branche de limitation comprend une résistance, alors le courant I aux bornes de la
- 20 branche de limitation varie linéairement en fonction de la tension V appliquée à ses bornes, de sorte qu'un condensateur de stockage disposé en sortie de la branche de limitation n'est pas chargé à courant constant.

Dans la variante de réalisation illustrée à la figure 3, la source de courant comprend un transistor, tel qu'un transistor JFET ou un transistor MOSFET. Le drain du transistor est relié électriquement à la borne d'entrée 31 du dispositif, tandis que la grille et la source du transistor sont reliées électriquement à la borne de sortie 32 du dispositif. L'utilisation d'un transistor JFET ou MOSFET présente l'avantage de faciliter la mise en œuvre du dispositif.

En variante, la source de courant peut consister en une diode de limitation de courant en carbone de silicium. L'utilisation d'une diode de limitation de courant permet de s'affranchir de la présence d'une électronique de commande. En outre, le fait que la diode soit en Carbone de Silicium permet de disposer d'un composant apte à supporter des niveaux d'énergie élevés, de l'ordre de 0.1J à 50J.

Avantageusement, la branche de limitation 21 peut comprendre un (ou plusieurs) élément(s) résistif(s) de dissipation thermique monté(s) en série avec la (les) source(s) de courant. Ceci permet de dissiper une puissance électrique plus importante par effet

10 Joule en cas de surcharge de courant entre la source en alimentation électrique 25 et la charge 23.

3. Branche de conduction

15 La branche de conduction 22 permet d'assurer la circulation du courant électrique en régime permanent. Elle présente de préférence une faible impédance pour limiter les chutes de tension aux bornes de la charge 23. Par exemple, l'impédance de la branche de conduction 22 peut être inférieure à 1 ohm, préférentiellement inférieure à 0.1 ohm, et encore plus préférentiellement inférieure à 0.01 ohms.

20

La branche de conduction 22 peut comprendre un interrupteur commandable par l'unité de pilotage 24. Cet interrupteur peut être de tout type connu de l'homme du métier. Notamment, l'interrupteur est par exemple un interrupteur mécanique ou un interrupteur hybride.

25

Toutefois l'interrupteur de la branche de conduction 22 doit pouvoir passer d'un état fermé à un état ouvert très rapidement après la détection d'une anomalie (surintensité et/ou surtension).

30 C'est pourquoi l'interrupteur de la branche de conduction 22 est de préférence un interrupteur statique. Celui-ci présente l'avantage de commuter très rapidement entre un

état fermé et un état ouvert (temps de commutation inférieur ou égal à la centaine de microsecondes). Un autre avantage de l'utilisation d'un interrupteur statique est qu'il peut supporter de fortes tensions et de forts courants.

- 5 Dans la variante de réalisation illustrée à la figure 3, l'interrupteur de la branche de conduction consiste en un transistor, tel qu'un transistor JFET ou un transistor MOSFET (ou un transistor bipolaire):
- le drain (ou le collecteur) du transistor étant connecté à la borne d'entrée,
 - la source (ou l'émetteur) du transistor étant connectée à la borne de sortie,
- 10 - la grille (ou la base) du transistor étant connectée à l'unité de pilotage.

4. Unité de pilotage

L'unité de pilotage 24 permet de commander l'activation et la désactivation de la branche de conduction 22.

Plus précisément, l'unité de pilotage 24 permet d'ouvrir ou de fermer la branche de conduction 22 de sorte que le courant circulant dans le dispositif de protection traverse :

20 - soit la branche de limitation uniquement selon un premier mode de fonctionnement représenté par la courbe 82 de la figure 7,

- soit les branches de limitation et de conduction conjointement selon un deuxième mode de fonctionnement représenté par la courbe 83 de la figure 7.

De préférence, l'impédance de la branche de conduction 22 est choisie inférieure ou 25 égale à 10% de l'impédance de la branche de limitation 21 dans le deuxième mode de fonctionnement. Le passage du courant à travers la branche de conduction 22 est ainsi favorisé dans le deuxième mode de fonctionnement. Ceci permet de limiter les pertes par effet Joule lorsque le deuxième mode de fonctionnement du dispositif de protection est activé.

Dans la variante de réalisation illustrée à la figure 3, l'unité de pilotage 24 comprend un circuit de détection 242 d'une variation de tension en sortie du dispositif de protection de charge. En variante ou en combinaison, l'unité de pilotage peut comprendre un circuit de détection d'une variation de courant en sortie du dispositif de protection. Ce (ou ces) 5 circuit(s) de détection permet(tent) d'identifier une anomalie (surtension et/ou surintensité) susceptible d'endommager la charge 23.

Lorsqu'une variation de tension détectée par le circuit de détection 242 dépasse une tension seuil définie par un composant avalanche D4 tel qu'une diode Zener, un circuit 10 de commande 243 de l'unité de pilotage 24 transmet un signal de blocage sur la grille de l'interrupteur commandable de la branche de conduction 22.

Ce signal de blocage induit l'ouverture de l'interrupteur commandable de sorte à désactiver la branche de conduction 22. Le courant circule alors exclusivement à travers 15 la branche de limitation de courant 21.

Lorsque la variation de tension détectée par le circuit de détection 242 devient inférieure à la tension seuil, le circuit de commande 243 n'émet plus de signal de blocage. L'interrupteur commandable revient dans un état passant de sorte à activer la branche 20 de conduction 22. Le courant circule alors à la fois à travers la branche de limitation 21 et la branche de conduction 22.

Avantageusement, l'unité de pilotage 24 peut comprendre un circuit d'autopolarisation 241 entre le circuit de détection 242 et la grille de l'interrupteur commandable. Le circuit 25 d'autopolarisation 241 permet de temporiser la réactivation de l'interrupteur commandable. Plus précisément, le circuit d'autopolarisation 241 permet de retarder la fermeture de l'interrupteur commandable d'un délai non nul correspondant au temps de décharge d'un condensateur C1 du circuit d'autopolarisation 241. Ceci permet de limiter les risques de dégradation de la charge, notamment dans le cas de surcharges de 30 courant de type impulsionales.

On va maintenant décrire le principe de fonctionnement de l'unité de pilotage 24 illustré à la figure 3 dans le cas d'un montage électrique incluant un condensateur de stockage 26 tel qu'illustré à la figure 2. Dans ce cas, une surcharge de courant peut être provoquée lors de la pré-charge du condensateur de stockage.

5

Au démarrage de l'équipement électrique 23 à protéger, le condensateur de stockage 26 provoque un fort appel de courant. Ceci induit l'apparition d'une surcharge de courant dans le circuit électrique. Le circuit de détection 242 détecte une variation de tension aux bornes de sortie du dispositif de protection de charge. Lorsque cette variation de tension devient supérieure à la tension seuil définie par la diode Zener D4, le circuit de commande 10 243 transmet un signal de blocage à la grille de l'interrupteur commandable de la branche de conduction 22.

Le signal de blocage traverse le circuit d'autopolarisation 241. Le condensateur C1 du circuit d'autopolarisation 241 se charge. Simultanément à la charge du condensateur C1, l'application du signal de blocage à la grille induit l'ouverture de l'interrupteur commandable : la branche de conduction 22 est désactivée.

Le dispositif de protection de charge fonctionne alors selon son premier mode de 20 fonctionnement : la totalité du courant issu de la source d'alimentation en énergie électrique 25 est transmis à la charge 23 par l'intermédiaire de la branche de limitation 21 de sorte que le courant reçu par la charge 23 est limité à la valeur d'intensité cible pour protéger la charge 23.

25 Lorsque le condensateur de stockage 26 est chargé, un régime permanent du circuit électrique s'établit. La variation de tension en sortie du dispositif de protection diminue, le circuit de détection 242 détectant cette baisse. Lorsque la différence de tension en sortie devient inférieure à la tension seuil définie par le composant avalanche D4, le signal de blocage s'interrompt.

30

Le condensateur C1 du circuit d'autopolarisation 241 se décharge vers la grille de l'interrupteur commandable de sorte à maintenir celui-ci dans un état bloqué quelques instants. Ceci permet de temporiser la fermeture de l'interrupteur commandable. Lorsque le condensateur C1 est déchargé, la grille de l'interrupteur commandable n'est plus alimentée. L'interrupteur commandable passe alors d'un état bloqué (i.e. ouvert) à un état passant (i.e. fermé).

La branche de conduction 22 est réactivée. Le dispositif de protection de charge fonctionne alors selon son deuxième mode de fonctionnement : le courant issu de la source d'alimentation en énergie électrique 25 est transmis à la charge 23 par l'intermédiaire de la branche de limitation 21 d'une part et de la branche de conduction 22 d'autre part.

En cas de surcharge de courant en régime permanent (par exemple si un choc de foudre frappe le circuit électrique), le circuit de détection 242 détecte une variation de tension en sortie supérieure à la tension seuil définie par la diode Zener D4. Le circuit de commande 243 transmet à la grille de l'interrupteur commandable un signal de blocage à travers le circuit d'autopolarisation 241. Ce signal de blocage ouvre l'interrupteur commandable pour désactiver la branche de conduction 22.

20

Le premier mode de fonctionnement est mis en œuvre. Lorsque la tension en sortie du dispositif de protection redevient inférieure à la tension seuil, l'unité de pilotage 24 commande la réactivation de la branche de conduction 22 comme décrit ci-dessus.

25 5. Composant monolithique

Dans une variante de réalisation, les branches de limitation 21 et de conduction 22 peuvent être intégrées dans un composant unitaire monolithique en silicium ou en carbure de silicium (ou un autre matériau semi-conducteur, de préférence à large bande interdite) tel qu'un transistor JFET ou un transistor MOSFET ou un transistor bipolaire.

Ceci permet de limiter l'espace occupé par la deuxième branche, et donc l'encombrement du dispositif de protection.

En référence aux figures 4 et 5, on a illustré deux exemples de réalisation d'un composant monolithique intégrant les branches de limitation 21 et de conduction 22 sur un même substrat.

En référence à la figure 4, le composant monolithique présente une structure de type JFET. Il comprend un substrat 61 commun aux branches de limitation 21 et de conduction 22. La face arrière du substrat 61 dopé de type N comprend une couche inférieure 62 plus fortement dopée N recouverte d'une couche métallique 63 formant le drain. La face avant du substrat 61 comprend des régions enterrées 64 dopées P sur lesquelles est disposée une couche supérieure 70 de type N formant un canal latéral des branches de limitation 21 et de conduction 22. Sur cette couche supérieure 70 sont agencées des régions supérieures 68 de type P. Ces régions recouvrent partiellement la couche supérieure 70

Au-dessus des régions supérieures 68 et de la couche supérieure 70, des premières et deuxièmes électrodes métalliques 65a, 65b sont disposées. Ces premières et deuxièmes électrodes 65a, 65b forment une grille de commande de la branche 22 et définissent les caractéristiques de la branche 21 de limitation.

Le composant monolithique comprend une première tranchée de séparation pour définir les branches de limitation 21 et de conduction 22. Cette première tranchée s'étend au travers de la couche supérieure 70 du composant jusqu'aux régions enterrées 64 pour permettre leur raccordement.

Plus précisément, la première tranchée de séparation s'étend sur une profondeur au moins égale à celle de la couche supérieure 70.

Une couche de matériau isolant électriquement 66 recouvre la première électrode métallique 65a formant grille de la branche 21, tandis qu'aucune couche de matériau isolant électriquement ne recouvre la deuxième électrode 65b formant grille.

5 Une couche métallique 67 formant source recouvre l'ensemble de la surface du composant monolithique. Ainsi :

- la première électrode 65a formant grille est isolée électriquement de la couche métallique 67 formant source : ce premier empilement de couches du composant monolithique constitue la branche de conduction 22 dont la grille (première électrode) est destinée à être raccordée électriquement à l'unité de pilotage 24, tandis que le drain 63 et la source 67 sont destinés à être connectés respectivement à la borne d'entrée 31 et la borne de sortie 32 du dispositif de protection de charge ;
- la deuxième électrode 65b formant grille est en contact électrique avec la couche métallique 67 formant source : ce deuxième empilement de couches du composant monolithique constitue la branche de limitation de courant 21 dont la grille 65b et la source 67 sont destinées à être connectées à la borne de sortie 32 du dispositif de protection de charge, tandis que le drain 63 est destiné à être connecté à la borne d'entrée 31 du dispositif.

10

La particularité du composant monolithique de structure JFET illustré à la figure 4 est que la branche de conduction 22 est activée sauf si une tension électrique est appliquée sur l'électrode de grille (connu sous l'expression anglo-saxonne « NORMALLY ON »), la branche de limitation étant activée en permanence.

15

Le composant monolithique illustré à la figure 5 diffère du composant illustré à la figure 4 en ce que sa structure est de type MOSFET. La particularité du composant monolithique de structure MOSFET illustré à la figure 5 est que la branche de conduction 22 est désactivée sauf si une tension électrique est appliquée sur l'électrode de grille, la branche de limitation étant activée en permanence.

20

25

Il comprend un substrat 73 commun aux branches de limitation 21 et de conduction 22.

La face arrière du substrat 73 dopé de type N comprend une couche inférieure 72 plus fortement dopée N recouverte d'une couche métallique 71 formant drain. Le substrat 73 comprend des premières régions enterrées 74 dopées P au niveau de sa face supérieure.

5 La face avant du substrat 73 est recouverte par une couche supérieure 82 de type N.

La couche supérieure 82 de la branche de conduction 22 comprend :

- des deuxièmes régions enterrées en profondeur 75 plus faiblement dopée P, et
- des troisièmes régions enterrées superficiellement 76 de type N fortement dopées.

Le composant monolithique comprend une première tranchée du MOSFET s'étendant à travers la couche supérieure 82 jusqu'au substrat 73. Il comprend également une quatrième région enterrée 83 de type P dans le fond de la tranchée, la quatrième région

15 enterrée 83 et les premières régions enterrées 74 définissant des canaux de type N dans le substrat 73.

Le composant monolithique comprend une seconde tranchée de séparation pour définir les branches de limitation 21 et de conduction 22. Cette seconde tranchée s'étend au 20 travers d'une deuxième zone 76 centrale du composant jusqu'aux premières régions enterrées 74 pour permettre leur raccordement.

Plus précisément, la seconde tranchée de séparation s'étend sur une profondeur au moins égale à celle de la couche supérieure 82.

25

Des première et deuxième couches d'oxyde fin 78a et 78b définissant l'oxyde de grille des MOSFETs recouvrent partiellement la face supérieure des premières régions enterrées 74, des deuxièmes zones 76, des quatrièmes régions enterrées 83 et de la couche supérieure 82.

30

Le composant comprend une première électrode métallique 79 formant la grille de commande de la branche 22 sur la première couche 78a.

Une couche de matériau isolant électriquement 80 recouvre la première électrode 5 métallique 79 formant grille de la branche 21. Tandis qu'aucune couche de matériau isolant électriquement ne recouvre la deuxième couche 78b formant grille du MOSFET de la branche de limitation.

Des couches métalliques 77 contactent les premières régions enterrées 74 et les 10 deuxièmes zones 76 des branches de limitation et de conduction 21, 22.

Une couche métallique 81 formant source recouvre l'ensemble de la surface du composant monolithique. Ainsi :

- la première électrode 79 formant grille est isolée électriquement de la couche métallique 81 formant source : ce premier empilement de couches du composant monolithique constitue la branche de conduction 22 dont la grille (première électrode) est destinée à être raccordée électriquement à l'unité de pilotage 24, tandis que le drain 71 et la source 81 sont destinés à être connectés respectivement à la borne d'entrée 31 et la borne de sortie 32 du dispositif de protection de charge ;
- la couche 81 recouvre la zone 78b formant grille est en contact électrique avec la couche métallique 77 formant source : ce deuxième empilement de couches du composant monolithique constitue la branche de limitation de courant 21 dont la source 81 sont destinées à être connectées à la borne de sortie 32 du dispositif de protection de charge, tandis que le drain 71 est destiné à être connecté à la borne d'entrée 31 du dispositif.

6. Conclusions

30 Le circuit décrit précédemment est adapté pour une utilisation dans un réseau électrique à courant continu ou alternatif. Il permet de protéger des équipements électriques des

surcharges de courant susceptibles d'apparaître dans le réseau électrique en cas de phase de démarrage de l'équipement à protéger, pré-chargement d'un condensateur de stockage ou de choc de foudre.

- 5 Il peut être utilisé comme une fonction de régulateur de courant, délivrant un courant constant à n'importe quelle charge AC ou DC, ou pour détecter et limiter tout courant d'appel sur le réseau AC ou DC en cas ou surtension.

Le lecteur aura compris que de nombreuses modifications peuvent être apportées à
10 l'invention décrite précédemment sans sortir matériellement des nouveaux enseignements et des avantages décrits ici.

Par conséquent, toutes les modifications de ce type sont destinées à être incorporées à l'intérieur de la portée des revendications jointes.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de protection d'un équipement électrique (23) incluant :
 - une borne d'entrée (31) destinée à être raccordée électriquement à une source d'alimentation en énergie électrique (25),
 - une borne de sortie (32) destinée à être raccordée électriquement à l'équipement électrique (23),caractérisé en ce que le dispositif de protection comprend :
 - une première branche (21) de limitation de courant incluant une source de courant pour produire un courant électrique constant pour une plage de tension donnée,
 - une deuxième branche (22) de conduction montée en parallèle de la branche de limitation (21),
 - une unité de pilotage (24) pour faire basculer le mode de fonctionnement du dispositif entre :
 - un premier mode de fonctionnement dans lequel le courant électrique issu de la source d'alimentation en énergie électrique (25) circule à travers la branche de limitation (21) sans circuler dans la branche de conduction (22), et
 - un deuxième mode de fonctionnement dans lequel le courant électrique issu de la source d'alimentation en énergie électrique (25) circule à travers les branches de limitation et de conduction (21, 22), l'impédance de la branche de conduction (22) étant inférieure ou égale à 10% de l'impédance de la branche de limitation (21) dans le deuxième mode de fonctionnement.
2. Dispositif de protection selon la revendication 1, dans lequel l'unité de pilotage (24) est connectée électriquement à la branche de conduction (22) pour contrôler l'activation et la désactivation de ladite branche de conduction (22) de sorte à faire basculer le dispositif entre les premier et deuxième mode de fonctionnement, la branche de limitation (21) n'étant pas contrôlée par l'unité de pilotage (24).

3. Dispositif de protection selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel la source de courant comprend un transistor, tel qu'un transistor JFET ou un transistor MOSFET :
 - le drain du transistor étant connecté à la borne d'entrée (31), et
 - la grille et la source du transistor étant connectées à la borne de sortie (32).
4. Dispositif de protection selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel la source de courant comprend une diode de limitation de courant, par exemple en silicium, ou en carbure de silicium, ou en tout autre matériaux semi-conducteur.
5. Dispositif de protection selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la branche de limitation de courant (21) comprend en outre une résistance électrique montée en série avec la source de courant.
6. Dispositif de protection selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la branche de conduction (22) comprend un transistor, tel qu'un transistor JFET ou un transistor MOSFET :
 - le drain du transistor étant connecté à la borne d'entrée (31),
 - la source du transistor étant connectée à la borne de sortie (32),
 - la grille du transistor étant connectée à l'unité de pilotage (24).
7. Dispositif de protection selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel l'unité de pilotage (24) comprend :
 - un circuit de détection (242) d'une variation de tension en sortie du dispositif de protection d'équipement électrique, et/ou
 - un circuit de détection d'une variation de courant en sortie du dispositif de protection d'équipement électrique.

8. Dispositif de protection selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel l'unité de pilotage (24) comprend un circuit d'autopolarisation (241) pour temporiser l'activation de la branche de conduction (22).

5 9. Dispositif de protection selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel l'unité de pilotage (24) comprend un circuit de commande (243) pour générer un signal de blocage de la branche de conduction (22) lorsque la tension et/ou l'intensité en sortie du dispositif de protection est supérieure à une valeur seuil.

10

10. Dispositif de protection selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les branches de limitation (21) et de conduction (22) sont intégrées dans un composant monolithique tel qu'un transistor JFET ou un transistor MOSFET.

15

1/4

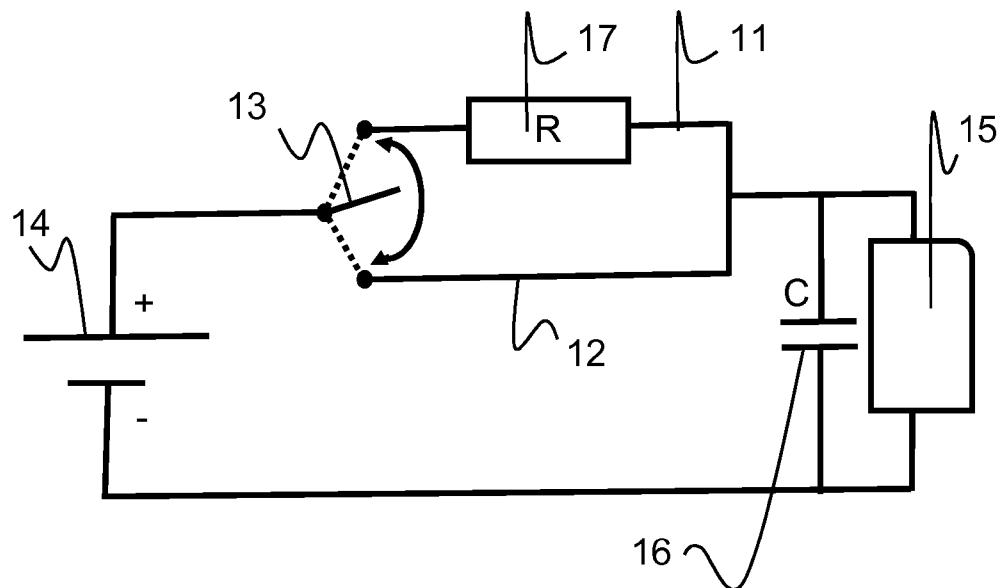


FIG.1

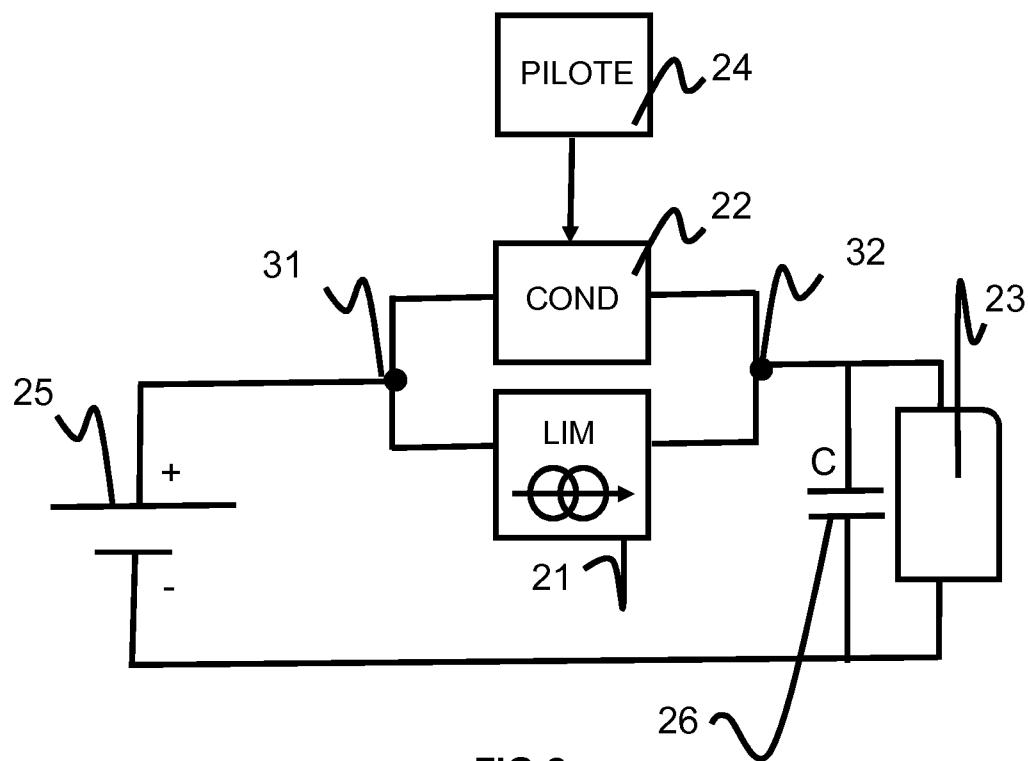
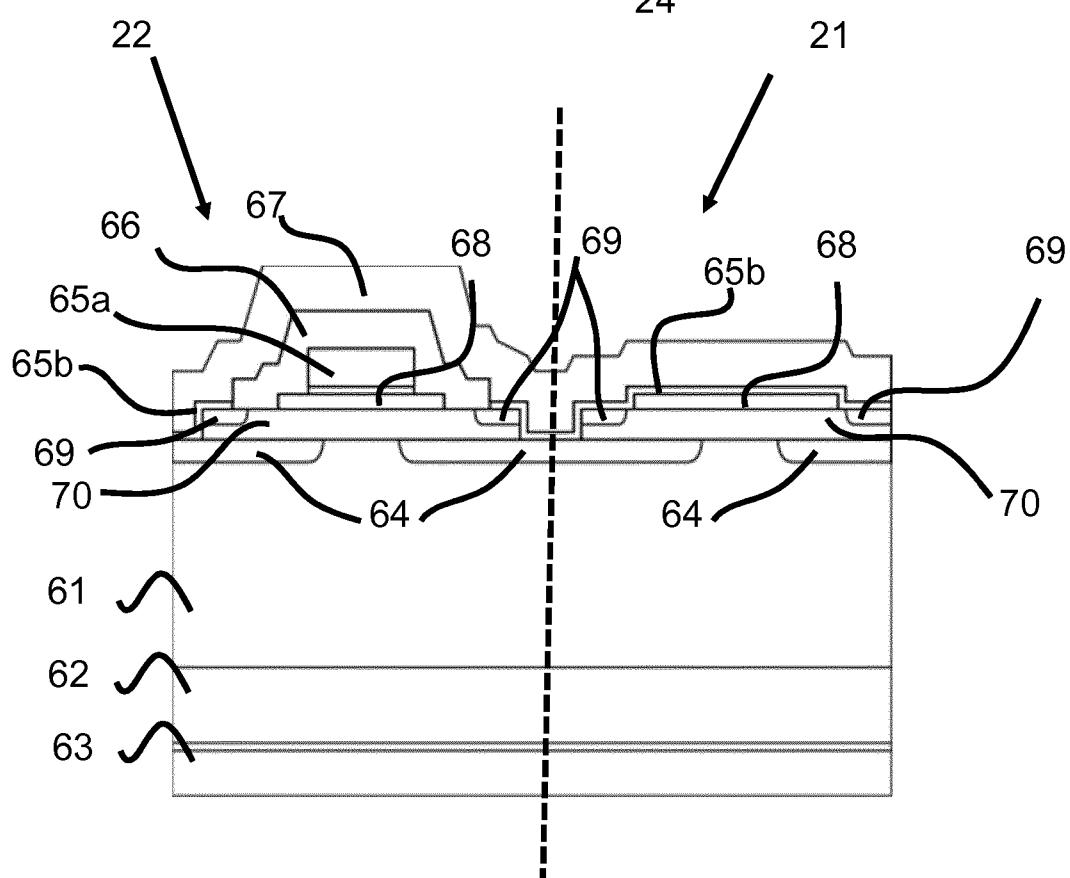
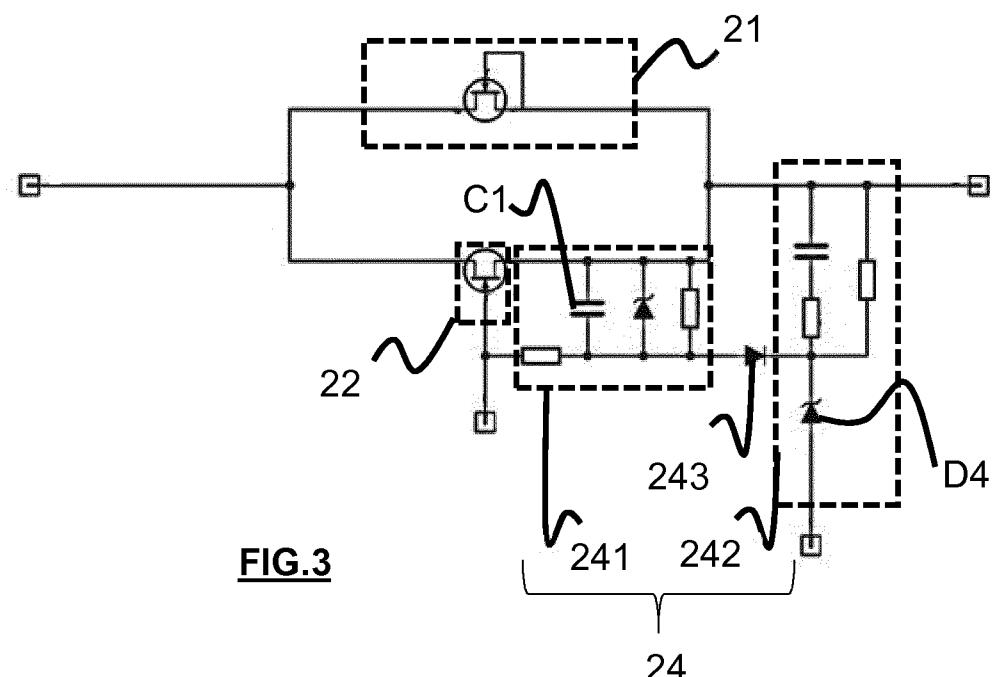
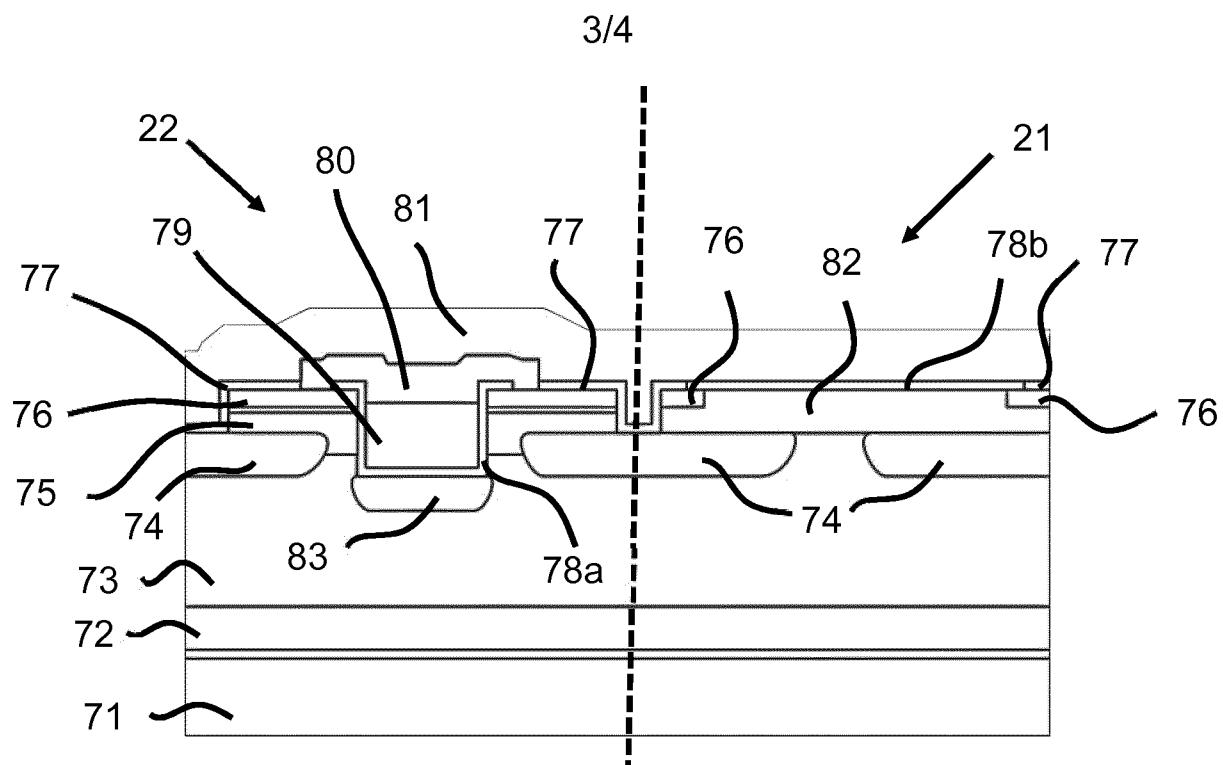
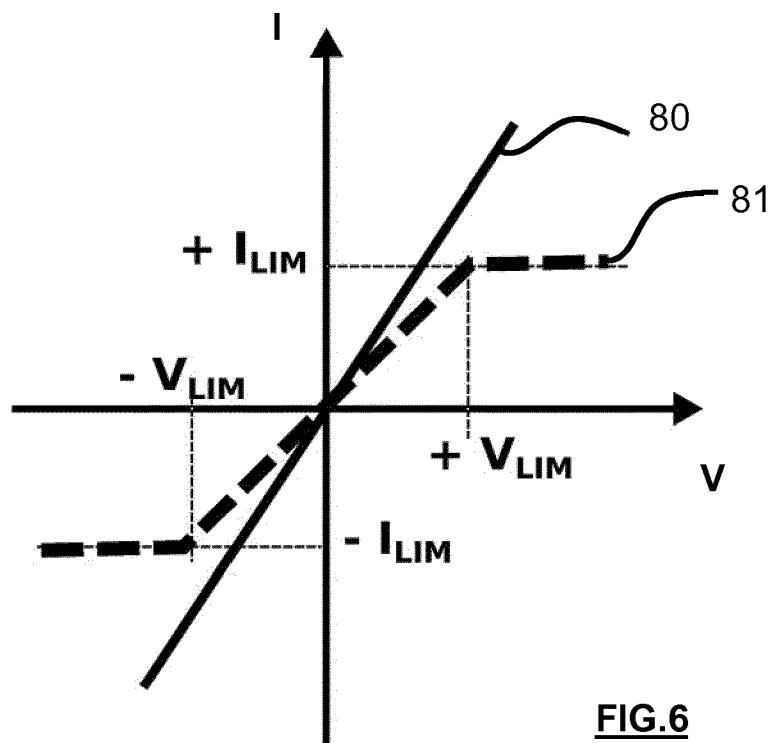


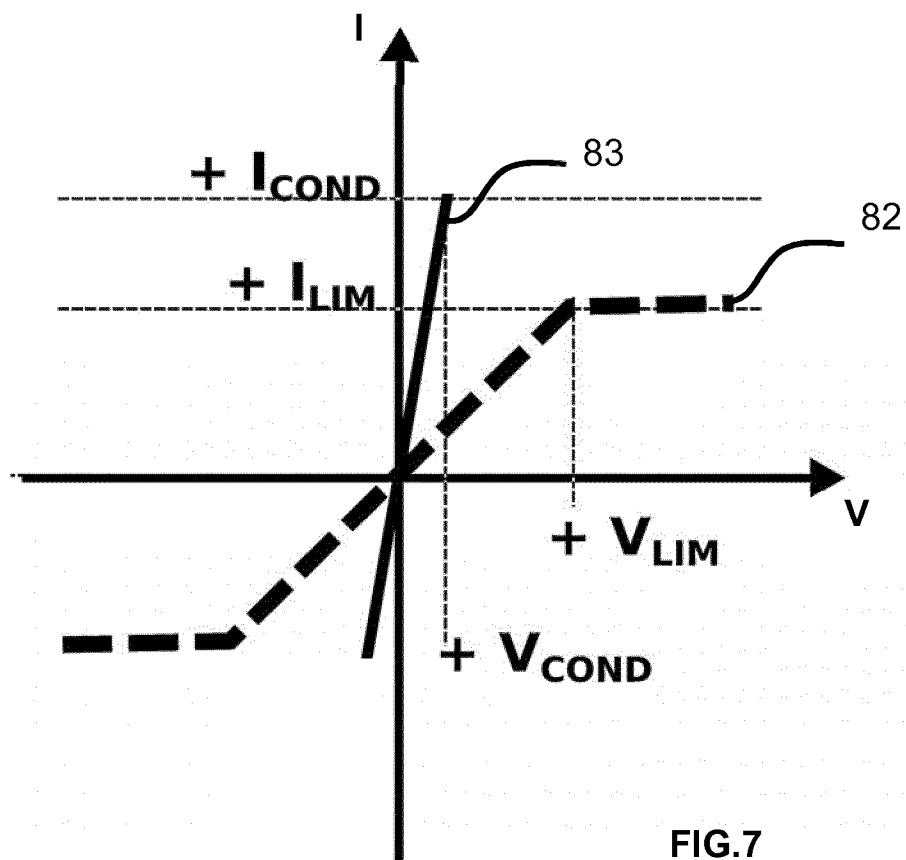
FIG.2

2/4



**FIG.5****FIG.6**

4/4

**FIG.7**

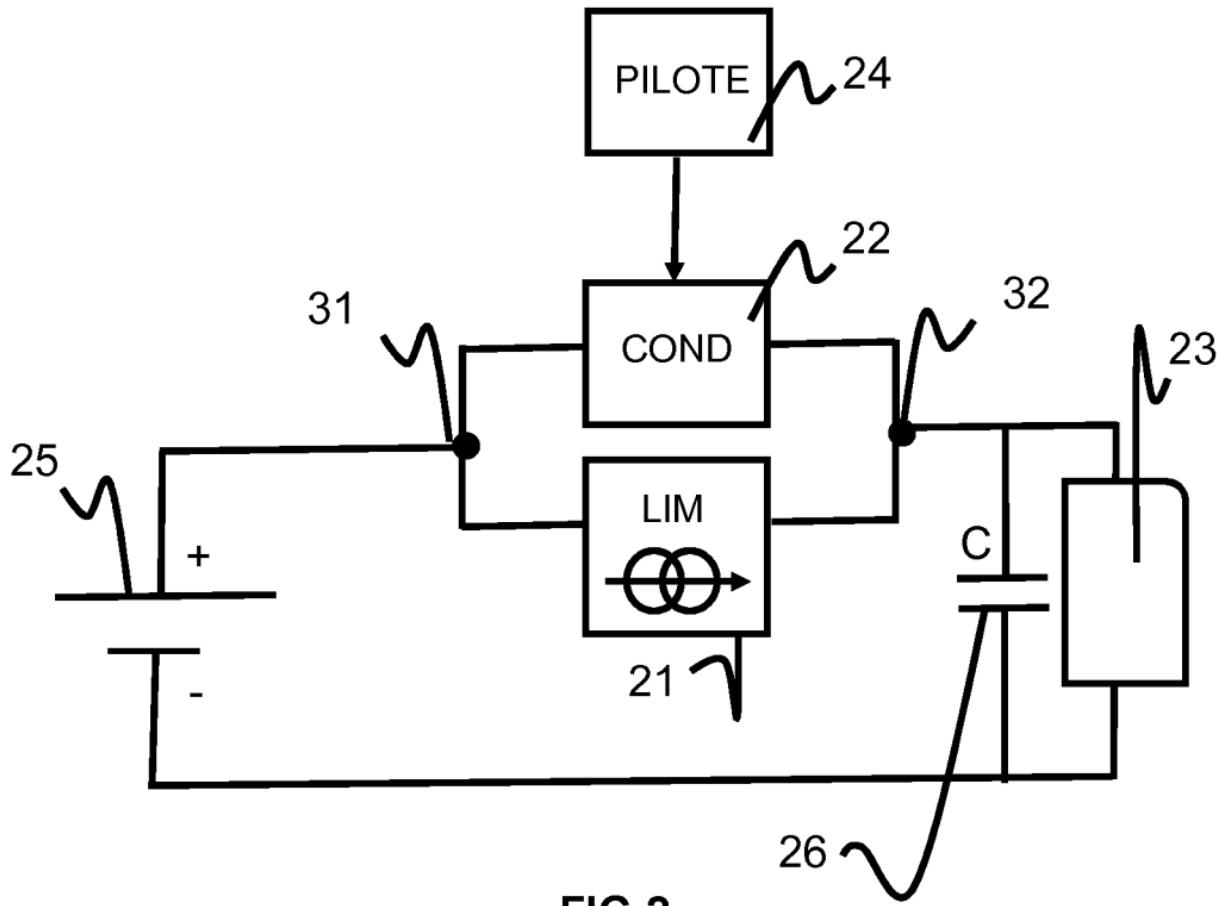


FIG.2