

(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
16 août 2012 (16.08.2012)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/107586 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
H02H 9/02 (2006.01) *H02J 7/00* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2012/052365
- (22) Date de dépôt international :
10 février 2012 (10.02.2012)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
11 51068 10 février 2011 (10.02.2011) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **COM-MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES** [FR/FR]; Bâtiment "Le Ponant D", 25, rue Leblanc, F-75015 Paris (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **ZARA, Henri** [FR/FR]; 44 rue Préfontaine, F-73420 Voglans (FR). **HUGUENIN, Bruno** [FR/FR]; Quartier Baume Rousse, F-26400 Coblance (FR).
- (74) Mandataires : **MOREAU, Stéphane** et al.; Novaimo, Bp 50038, F-74802 La Roche Sur Foron (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, QA, RO, RS, RU, RW, SC, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

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

(54) Title : APPARATUS INCLUDING TWO BATTERIES CONNECTED IN PARALLEL

(54) Titre : INSTALLATION COMPRENANT DEUX BATTERIES RACCORDÉES EN PARALLÈLE

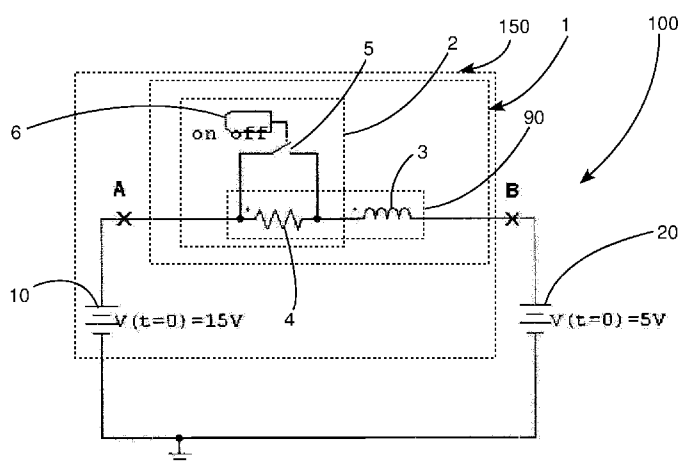


FIG.1

(57) Abstract : The invention relates to an apparatus (100; 100') including two batteries connected in parallel by means of a first protection device (1; 1') of a power source (10; 20), including: a parallel assembly including a controlled switch (5; 2, 53) and a resistance element (4; 42, 43); a coil (3) which is series connected to said assembly between the two batteries; a means (6) for controlling the switch of said assembly, which is controlled depending on the voltage difference (V_{AB}) between the two batteries in such a manner that the controlled switch is closed when the voltage difference becomes lower than a first threshold (threshold 1) and the controlled switch is opened when the voltage difference becomes higher than a second threshold (threshold 2).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2012/107586 A1



Installation (100; 100') comprenant deux batteries raccordées en parallèle à l'aide d'un premier dispositif (1; 1') de protection d'une source de tension (10; 20), comprenant : - un ensemble parallèle comprenant un interrupteur commandé (5; 2, 53) et un élément résistif (4; 42, 43), - une bobine (3) montée en série avec ledit ensemble entre les deux batteries, - un moyen (6) de commande de l'interrupteur dudit ensemble commandé en fonction de la différence de tension (V_{AB}) entre les deux batteries de sorte que l'interrupteur commandé est fermé lorsque la différence de tension devient inférieure à un premier seuil (seuil 1) et que l'interrupteur commandé est ouvert lorsque la différence de tension devient supérieure à un deuxième seuil (seuil 2).

Installation comprenant deux batteries raccordées en parallèle.

La présente invention concerne le domaine technique des dispositifs de protection des sources de tension contre les surintensités des courants.

- 5 L'invention porte sur une installation comprenant deux batteries raccordées en parallèle. L'invention porte aussi sur un procédé de fonctionnement d'une telle installation.

10 Les applications utilisant un stockage électrique dans des batteries se multiplient avec les dispositifs les utilisant, comme les appareils nomades et les véhicules à traction électrique. Certaines applications nécessitent une modularité dans la capacité de stockage, avec l'ajout de nouveaux éléments de batteries pour augmenter la capacité de stockage en fonction de l'utilisation, fluctuant au long de la vie du produit. La mise en parallèle directe
15 de nouveaux éléments sur la batterie d'origine est un moyen simple d'augmenter la capacité de stockage. Les batteries rajoutées *a posteriori* doivent être compatibles avec la batterie d'origine en particulier :

- Leurs tensions nominales doivent être identiques ;
- Leurs technologies doivent être identiques ;

- 20 Néanmoins, la batterie ajoutée peut présenter des différences au niveau de :
- Son état de charge SOC ;
 - Son état de santé SOH.

25 Dans ces conditions, une mise en parallèle sans précaution peut engendrer de forts courants avec des conséquences allant de la détérioration prématurée des batteries à l'accident (feu, risques pour la sécurité des personnes...)

Au niveau de la mise en parallèle de batteries, les préconisations usuelles indiquent qu'il faut s'assurer au préalable que les batteries ont des tensions
30 proches. Un fusible de protection est classiquement utilisé pour interrompre un

courant anormalement élevé mais il ne répond pas à la problématique puisqu'il est irréversible.

On connaît aussi un composant de type fusible réarmable ou réversible appelé
5 « polyswitch » et qui a un comportement variant avec sa température. Le passage du courant engendre un échauffement du composant qui, à partir d'un certain seuil, devient très résistif. Il limite ainsi le courant à un niveau acceptable. A la suppression du défaut, il retrouve ses propriétés initiales. Ce type de composant répond bien à la problématique d'un point de vue
10 fonctionnel mais il présente deux inconvénients :
- sa résistance de repos (hors défaut) est non négligeable, ce qui pénalise les performances de la batterie. Selon les technologies, la résistance du composant peut être 20 fois supérieure à la résistance interne de la batterie.
- son temps de réponse est variable de plusieurs dizaines de millisecondes à
15 plusieurs secondes selon la nature du défaut et les conditions environnantes (température ambiante, montage du composant...), ce qui est préjudiciable à la protection des batteries car il autorise un pic de courant initial.

On connaît du document EP 684 677 un dispositif de protection à interrupteur
20 commandé permettant de protéger un dispositif électrique contre des surintensités de courant. Un tel dispositif de protection ne convient pas à l'application mentionnée précédemment, car il interdirait tout courant électrique entre les deux bornes des batteries à connecter lorsque leur différence de potentiel est trop élevée.

25

On connaît aussi du document US 2005/285 572 un dispositif de protection d'une batterie contre les surintensités de courant. Ce dispositif de protection comprend une résistance de détection placée en permanence en série avec la batterie. Ceci est, comme expliqué précédemment, très fortement nuisible aux
30 performances de la batterie.

Le but de l'invention est de fournir une installation permettant de remédier aux problèmes évoqués précédemment et améliorant les installations connues de l'art antérieur. En particulier, l'invention propose une installation de protection simple, consommant très peu d'énergie, présentant une très faible résistance électrique et permettant d'éviter des pics de courant tout en protégeant efficacement des sources de tension contre les surintensités. Cette invention s'applique à toute source de tension comme notamment les batteries, les alimentations en tension, les convertisseurs continu-continu.

- 10 Dans ce but, l'installation comprend deux batteries raccordées en parallèle à l'aide d'un premier dispositif de protection d'une source de tension, comprenant :
- un premier ensemble parallèle comprenant un interrupteur commandé et un élément résistif,
 - 15 – une bobine montée en série avec ledit premier ensemble entre les deux batteries,
 - un moyen de commande de l'interrupteur dudit premier ensemble commandé en fonction de la différence de tension entre les deux batteries de sorte que l'interrupteur commandé est fermé lorsque la
 - 20 différence de tension devient inférieure à un premier seuil et de sorte que l'interrupteur commandé est ouvert lorsque la différence de tension devient supérieure à un deuxième seuil.

Le moyen de commande de l'interrupteur commandé peut utiliser une information de tension aux bornes de la bobine pour commander l'état de l'interrupteur commandé.

Le moyen de commande de l'interrupteur commandé peut utiliser une information de tension aux bornes de l'élément résistif pour commander l'état de l'interrupteur commandé.

Le moyen de commande de l'interrupteur commandé peut utiliser une information de tension aux bornes du premier ensemble comprenant la bobine et l'élément résistif pour commander l'état de l'interrupteur commandé.

- 5 L'interrupteur commandé peut être un transistor de puissance, en particulier un transistor MOS à effet de champ.

Le moyen de commande peut comprendre un transistor de pilotage du transistor de puissance.

10

Le moyen de commande peut comprendre un comparateur de tension.

Un ensemble série en opposition de deux diodes Zener peut être disposé en parallèle de la bobine.

15

L'installation peut comprendre un deuxième dispositif de protection, l'interrupteur commandé de chacun des premier et deuxième dispositifs étant un transistor de puissance, en particulier un transistor MOS à effet de champ, les premier et deuxième dispositifs étant disposés en série et les transistors de puissance des premier et deuxième dispositifs de protection étant connectés l'un à l'autre symétriquement.

20

Le deuxième dispositif peut comprendre un deuxième ensemble parallèle comprenant un deuxième interrupteur commandé et un deuxième élément résistif.

25

Le moyen de commande des premier et deuxième interrupteurs commandés peut utiliser une information de tension aux bornes d'un ensemble constitué par la bobine et/ou les premier et/ou deuxième éléments résistifs.

30

Selon l'invention, un procédé de fonctionnement d'une installation définie précédemment comprend l'utilisation d'une information de tension aux bornes de la bobine pour commander l'état de l'interrupteur commandé.

On peut commander la fermeture de l'interrupteur commandé lorsque la valeur absolue de la tension entre les deux batteries, notamment la valeur absolue de la tension aux bornes d'un ensemble comprenant la bobine et l'élément
5 résistif, devient inférieure à un premier seuil.

On peut commander l'ouverture de l'interrupteur commandé lorsque la valeur absolue de la tension entre les deux batteries, notamment la valeur absolue de la tension aux bornes d'un ensemble comprenant la bobine et l'élément
10 résistif, devient supérieure à un deuxième seuil.

Les dessins annexés représentent, à titre d'exemples, différents modes de réalisation d'un dispositif de protection selon l'invention.

15 La figure 1 est un schéma de principe du fonctionnement d'un dispositif de protection selon l'invention.

La figure 2 est un schéma électrique d'un premier mode de réalisation d'un dispositif de protection selon l'invention.

20

La figure 3 est un schéma électrique détaillé du premier mode de réalisation d'un dispositif de protection selon l'invention.

La figure 4 est un schéma électrique détaillé d'un deuxième mode de
25 réalisation d'un dispositif de protection selon l'invention.

La figure 5 est un schéma électrique illustrant le problème technique.

La figure 6 est un exemple d'évolution du courant traversant une batterie suite
30 à une connexion en parallèle à une autre batterie selon le schéma de la figure 5.

La figure 7 est un schéma électrique illustrant un aspect de la solution apporté par le dispositif de protection selon l'invention.

- 5 La figure 8 est un exemple d'évolution du courant traversant une batterie suite à une connexion en parallèle à une autre batterie du fait de l'aspect de la solution apportée par le dispositif de protection selon la figure 7.

- 10 La figure 9 est un graphique représentant des évolutions du courant traversant une batterie et du temps que celui-ci met à s'établir en fonction de la valeur d'inductance de la bobine.

- 15 La figure 10 est un graphique permettant de comparer les évolutions du courant traversant une batterie suite à une connexion en parallèle à une autre batterie, selon qu'une bobine d'inductance est ou non disposée entre les batteries.

- 20 La figure 11 est un graphique similaire à celui de la figure précédente pour un circuit présentant une bobine d'inductance beaucoup plus faible, l'échelle de temps étant également différente.

La figure 12 est un schéma logique de fonctionnement de la commande d'un dispositif de protection selon un mode de réalisation de l'invention.

- 25 La figure 13 est un diagramme temporel d'évolution de deux signaux : une tension d'entrée du circuit de commande de la figure 12 et le signal de commande correspondant.

- 30 La figure 14 est un diagramme temporel d'évolution de trois signaux : la différence de potentiel électrique entre deux bornes de batterie destinées à

être connectées, le signal de commande de l'interrupteur commandé et le courant parcourant les batteries.

La figure 15 est un diagramme temporel d'évolution de trois signaux : la
5 différence de potentiel électrique entre deux bornes de batterie destinées à être connectées, le signal de commande de l'interrupteur commandé et le courant parcourant les batteries.

La figure 16 est un diagramme temporel d'évolution de trois signaux : la
10 différence de potentiel électrique entre deux bornes de batterie destinées à être connectées, la tension électrique aux bornes de la bobine d'inductance et la tension électrique aux bornes de l'élément résistif de limitation du courant.

La figure 17 est un diagramme temporel d'évolution de trois signaux : la
15 différence de potentiel électrique entre deux bornes de batterie destinées à être connectées, le signal de commande de l'interrupteur commandé et le courant parcourant les batteries.

La figure 18 est un diagramme montrant les évolutions du rendement d'un
20 dispositif de batterie comprenant un dispositif de protection selon l'invention en fonction des différences de tension existant entre ce dispositif de batterie et un autre dispositif de batteries, les deux dispositifs de batterie devant être connectés en parallèle.

25 Le principe d'un dispositif de protection 1 selon l'invention est représenté à la figure 1. Il permet la connexion en parallèle de deux batteries 10 et 20 tout en assurant qu'au cours de cette connexion, l'intensité du courant électrique traversant les batteries ne sera pas trop élevée au cas où les tensions des batteries ne seraient pas égales.

De préférence, le dispositif de protection 1 selon l'invention est associé à une batterie 10, c'est-à-dire qu'un dispositif de batterie 150 selon l'invention comprend une batterie 10 et un dispositif de protection selon l'invention.

- 5 Le dispositif de protection permet de protéger la batterie contre les variations rapides et de grande amplitude du courant (courant d'appel), c'est-à-dire contre les surintensités de courant. Ce dispositif de protection est alimenté par la batterie à laquelle il est associé et présente une consommation très faible (de préférence une consommation inférieure à l'autodécharge de la batterie à
- 10 laquelle il est associé). Par ailleurs, le dispositif de protection présente une résistance série très faible (de préférence, une résistance série inférieure à la résistance interne de la batterie à laquelle il est associé). Les performances intrinsèques de la batterie à laquelle il est associé ne sont ainsi pas altérées par le circuit.

15

Le dispositif de protection comprend :

- un circuit 2 incluant :
 - un ensemble parallèle comprenant un interrupteur commandé
 - 5 et un élément résistif 4, l'ensemble étant destiné à être
 - 20 monté en série avec la batterie,
 - un moyen 6 de commande de l'interrupteur commandé, et
 - une bobine 3 montée en série avec l'ensemble et destinée à être
 - montée en série avec la batterie.

- 25 Le dispositif de protection est destiné à être monté en série avec la batterie à laquelle il est associé.

Sur le schéma de la figure 1, on a connecté en parallèle une deuxième batterie 20 à la batterie 10.

30

Le dispositif de protection apporte une protection des batteries 10 et 20 contre les variations rapides du courant et limite l'amplitude de ce courant. Pour ce faire, la bobine 3 est placée en série avec la batterie 10 ou 20 et assure deux fonctions:

- 5 1. elle ralentit les variations rapides de courant et permet ainsi au dispositif de protection d'entrer en fonction avant qu'un courant trop élevé ne soit atteint.
2. elle permet la détection des variations rapides du courant, la différence de potentiel V apparaissant à ses bornes étant proportionnelle à la variation du courant $V=L \times di/dt$ avec L l'inductance de la bobine). Le dispositif de protection
- 10 est placé entre la borne A de la première batterie 10 et la borne B de la deuxième batterie 20, les bornes A et B devant être raccordées.

Une variation rapide du courant peut avoir lieu dans deux situations typiques

- court-circuit,
- 15 - connexion de deux batteries de tensions différentes.

Ainsi, une installation 100 comprend deux batteries raccordées en parallèle à l'aide d'un dispositif de protection 1.

- 20 Facultativement, un deuxième circuit 2 peut être disposé entre les deux autres bornes des batteries destinées à être connectées.

Un premier mode de réalisation d'un dispositif 1 de protection est décrit ci-après en référence à la figure 2, le dispositif de protection étant disposé entre

25 deux batteries 10, 20.

Ce premier mode de réalisation de dispositif de protection comprend une bobine 3 destinée à être montée en série avec la batterie et un circuit 2 incluant :

- 30 – un ensemble parallèle comprenant deux interrupteurs commandés 52 et 53 en série, connectés de façon symétrique

pour obtenir une protection bidirectionnelle et chacun disposé en parallèle d'un élément résistif 42 et 43, comme une résistance, l'ensemble étant destiné à être monté en série avec la batterie et la bobine 3,

- 5 – un moyen 6 de commande des interrupteurs commandés, le circuit et la bobine étant montés en série.

De préférence, les interrupteurs commandés sont des transistors MOS à effet de champ reliés par leurs drains. Les grilles de ces interrupteurs sont
10 connectées à la masse au travers de résistances 62 et 63. Par ailleurs, un circuit de pilotage 61 compris dans le moyen de commande 6 commande les états des transistors, notamment en fonction de la différence de potentiel électrique existant entre les deux bornes A et B destinées à être raccordées. Ainsi, des liaisons raccordent ce circuit de pilotage à ces bornes.

15 Le moyen de commande comprend le circuit de pilotage et les résistances 62 et 63.

En l'absence de défaut, c'est-à-dire en l'absence de différence de potentiel trop important entre les bornes A et B des batteries à raccorder, les deux
20 transistors sont polarisés dans l'état conducteur. Ils présentent une résistance R_{dson} très faible et court-circuitent les résistances 42 et 43. La protection en amplitude contre les courants d'intensité élevée est réalisée par l'insertion d'une des résistances 42, 43 sur le passage du courant en sortie de batterie.

25 Le circuit de pilotage 61 mesure la différence de potentiel ΔV entre les bornes A et B des deux batteries et commande le blocage d'un transistor :

- le transistor 53 si $V_1 > V_2$, et
- le transistor 52 si $V_1 < V_2$.

30 La résistance 43 est alors insérée dans le circuit entre les bornes A et B des batteries dans le premier cas et la résistance 42 est alors insérée dans le

circuit entre les bornes A et B des batteries dans le deuxième cas. Les résistances 42 et 43 sont dimensionnées pour limiter le courant circulant entre les deux batteries. Ce faisant, elles maintiennent la différence de potentiel DeltaV au delà de l'action de la bobine et jusqu'à ce que les tensions des deux batteries soient équilibrées. Le circuit de pilotage maintient alors la commande des transistors jusqu'à cet instant. Le seuil d'équilibrage peut être paramétré. Ensuite, la commande des transistors est relâchée et le circuit revient dans sa position initiale, les deux transistors étant conducteurs et les résistances 42 et 43 étant court-circuitées.

10

Un mode de réalisation du circuit de pilotage 61 est décrit ci-après en référence à la figure 3. Le circuit comprend principalement deux transistors bipolaires 612 et 613 : un premier transistor 612 dont la base est reliée à la borne A à connecter de la première batterie 10 au travers d'un montage parallèle d'une résistance 622 et d'un condensateur 632, l'émetteur est relié à une borne B à connecter de la deuxième batterie et le collecteur est relié à la masse au travers de la résistance 62, et un deuxième transistor 613 dont la base est reliée à la borne B à connecter de la deuxième batterie 20 au travers d'un montage parallèle d'une résistance 623 et d'un condensateur 633, l'émetteur est relié à la borne A à connecter de la première batterie et le collecteur est relié à la masse au travers de la résistance 63.

15

20

Des diodes Zener D1 et D2 peuvent être montées en opposition en parallèle de la bobine. Ainsi, la tension aux bornes de la bobine est limitée dans un premier sens de circulation du courant à la tension Zener de la diode D1 et est limitée dans un deuxième sens de circulation du courant à la tension Zener de la diode D2.

25

Le fonctionnement d'un tel mode de réalisation est décrit plus en détail ci-après.

30

La détection de défaut et le contrôle des transistors 52 et 53 est réalisée par deux transistors 612 et 613. Lors d'un défaut, la différence de potentiel produite aux bornes de la bobine entraîne un courant dans la base des transistors 612 ou 613 selon la polarité du défaut :

- 5 si $V_1 > V_2 + 0.6V$: le transistor 613 est commandé et
si $V_1 + 0.6V < V_2$: le transistor 612 est commandé.

La commande du transistor 613 a pour effet de bloquer le transistor 53, ce qui force le courant à circuler dans la résistance 43 et limite son intensité.

- 10 La commande du transistor 612 a pour effet de bloquer le transistor 52, ce qui force le courant à circuler dans la résistance 42 et limite son intensité.

.

- La limite de ce dispositif est liée à la tension minimum de commande des transistors 612 et 613 qui correspond à la tension minimale de la jonction base / émetteur passante, c'est-à-dire environ 0.6V. Dans le cas de connexions de batteries, cette limite peut être insuffisante si elle engendre un courant trop élevé.
- 15

- Un tel dispositif de protection présente une consommation énergétique très faible puisqu'elle se réduit à la commande de transistors MOS à effet de champ. Le courant résultant est très inférieur à l'autodécharge des batteries. On réserve un tel mode de réalisation au cas où une différence de potentiel de 0.6V n'engendre pas de courant excessif pour les batteries. C'est la situation d'un assemblage de batteries en série de tension suffisamment élevée. Selon les technologies de batteries, ce circuit peut convenir pour une tension finale plus ou moins élevée d'un ensemble de batteries. A titre d'exemple, dans le cas de deux batteries qui s'équilibrent, on peut considérer qu'une différence de tension entre les batteries inférieure à une valeur égale à deux fois la valeur de résistance interne d'une batterie multipliée par un courant maximal autorisé de la batterie est supportable dans la plupart des cas lors de la connexion en
- 20
- 25
- 30

parallèle. Cette valeur est de l'ordre de quelques pourcents de la tension nominale de l'ensemble pour des batteries standard.

Un deuxième mode de réalisation de dispositif 1' de protection selon l'invention
5 est décrit ci-après en référence à la figure 4. Ce mode de réalisation diffère du premier mode de réalisation représenté à la figure 3 par la structure du circuit de pilotage 61'.

Le circuit comprend principalement deux transistors bipolaires 612' et 613'.

10

Le collecteur du transistor 612' est relié à la masse au travers de la résistance 62. L'émetteur du transistor 612' est relié à la borne de la résistance 42 non commune à la résistance 43. La base du transistor 612' est reliée à la sortie d'un comparateur 652 au travers d'une diode Zener D4 et d'une résistance R6
15 montées en série. Le comparateur compare le potentiel de la borne A de la première batterie à une tension obtenue par un diviseur de tension R11, R12 à partir du potentiel de la borne B de la deuxième batterie.

Le collecteur du transistor 613' est relié à la masse au travers de la résistance
20 63. L'émetteur du transistor 613' est relié à la borne de la résistance 43 non commune à la résistance 42. La base du transistor 613' est reliée à la sortie d'un comparateur 653 au travers d'une diode Zener D3 et d'une résistance R5 montées en série. Le comparateur compare le potentiel de la borne B de la première batterie à une tension obtenue par un diviseur de tension R9, R10 à
25 partir du potentiel de la borne A de la première batterie.

Ainsi, les diviseurs de tension permettent de définir un seuil de déclenchement ΔV_{min} par un rapport de division des tensions V1 et V2. Les trois cas suivant sont à distinguer :

30

- Absence de défaut, $|V1 - V2| < \Delta V_{min}$

Les sorties des comparateurs 652 et 653 sont à l'état haut et les transistors 612' et 613' sont bloqués. Les transistors 52 et 53 sont passants et court-circuitent les résistances de limitation du courant. Le chemin d'impédance entre les deux batteries est très faible ($2 \times R_{dson} + R_l$, avec R_l la résistance de la bobine).

- Présence de défaut, $V_1 - V_2 > \Delta V_{min}$

La sortie du comparateur 653 est à l'état bas et le transistor 613' est activé. Le transistor 53 est bloqué et la résistance de limitation 43 est mise en circuit. Le chemin d'impédance entre les deux batteries provoque une limitation du courant du fait de la présence de la résistance 43.

- Présence de défaut, $V_2 - V_1 > \Delta V_{min}$

La sortie du comparateur 652 est à l'état bas et le transistor 612' est activé. Le transistor 52 est bloqué et la résistance de limitation 42 est mise en circuit. Le chemin d'impédance entre les deux batteries provoque une limitation du courant du fait de la présence de la résistance 42.

Dès que les tensions des deux batteries se rééquilibrent, c'est-à-dire que $|V_1 - V_2| < \Delta V_{min}$, le circuit revient à l'état initial, les deux transistors 52, 53 devenant passants.

Les diodes Zener D1 et D2 permettent de limiter la surtension qui apparaît aux bornes de la bobine lorsque les résistances de limitation (R_3 ou R_4) sont mises en circuit ou en sont retirées.

Les diodes Zener D3 et D4, et les résistances R_5 et R_6 permettent la commande des transistors 612' et 613'.

Dans ce deuxième mode de réalisation, le seuil de détection de défaut peut être abaissé sans limitation. Pour un bon fonctionnement, il ne doit cependant

pas être inférieur au niveau de bruit. L'utilisation des comparateurs induit une consommation supplémentaire, cependant des composants de très faible consommation permettent d'obtenir des courants inférieurs à l'autodécharge de la batterie dans bon nombre de cas. Ce deuxième mode de réalisation est

5 adapté par exemple à des batteries de faible tension et de forte capacité, lorsque le premier mode de réalisation n'est pas utilisable. Plus précisément, on utilise ce deuxième mode de réalisation si la réponse du circuit RL formé par la bobine et les résistances internes des batteries induit un courant trop important pour une excitation à un échelon de tension de 0.6V, valeur de la

10 différence de tension pour laquelle la résistance de limitation est déconnectée si on utilise le premier mode de réalisation.

Les effets du dispositif selon l'invention sont décrits ci-après en utilisant des modélisations. Les batteries sont modélisées comme présentant une certaine

15 capacité (modèle V, i, t) ; ce que l'on fait pour des raisons de commodité au moyen d'un condensateur chargé à la même tension que la batterie.

Afin de bien fixer la problématique, l'évolution du courant d'égalisation entre deux batteries chargées différemment est simulée. Si l'on connecte deux

20 batteries en parallèle à des tensions respectives V_1 et V_2 différentes comme représenté à la figure 5, on observe un très fort courant de court-circuit lors du branchement. L'évolution temporelle de ce courant est représentée à la figure 6 si on modélise la batterie par un condensateur (comme expliqué plus bas).

25 Elle est alors régie par une équation du type :

$$i(t) = K \times e^{-t/RC} \text{ soit avec les conditions de l'exemple } i(t) = 25 \times e^{-t/0.2 \times 1440}$$

Le courant « d'égalisation » des batteries atteint sa valeur max à $t=0$ et vaut 25A. L'égalisation prend environ 25 minutes (soit 1500 secondes).

30 On place à présent une bobine dont l'inductance vaut 15H entre les batteries lors de leur connexion de manière à limiter le courant de court-circuit. Le

montage est illustré à la figure 7, on observe un courant de court-circuit lors du branchement. L'évolution temporelle de ce courant est représentée à la figure 8.

- 5 Elle est régie par une équation du type :

$$i(t) = -\frac{RC}{2} \times \frac{di}{dt} - \frac{LC}{2} \times \frac{d^2i}{dt^2} \text{ soit avec les conditions de l'exemple } i_{\max} = 20.288A$$

Les deux évolutions des courants sont représentées sur le graphique de la figure 10.

10

On pourrait donc imaginer limiter le courant en plaçant une bobine d'inductance suffisamment forte entre les batteries. Cependant, une forte valeur d'inductance pénalise la dynamique du circuit comme représenté à la figure 9 représentant les intensités maximales des courants en fonction de l'inductance de la bobine et les temps d'établissement du courant en fonction de l'inductance de la bobine.

15

Ainsi, une inductance de 10000 henrys permet de limiter le courant maximal à 5 A (contre 25 sans inductance), le courant maximal étant établi en 1h30 environ. Une telle solution n'est pas réaliste.

20

Par ailleurs, on remarque que, comme représenté sur le graphe de la figure 11, en utilisant une bobine dont l'inductance vaut 1 mH, après 15 ms la réponse est identique à celle du circuit sans bobine.

25

Un mode d'exécution d'un procédé de fonctionnement d'un dispositif de protection selon l'invention est décrit ci-après.

Il s'agit de détecter les surintensités et de rajouter une résistance de limitation lorsque le courant dépasse un seuil donné. Cette résistance de limitation est

30

ensuite court-circuitée au moment où le courant devient acceptable sans utilisation de résistance de limitation. Ainsi, dans un état final, les tensions des batteries sont identiques et la résistance de limitation est court-circuitée.

- 5 Il faut donc commander l'ouverture/fermeture des interrupteurs en fonction de conditions. Le temps pour détecter la surintensité et le temps de réponse des interrupteurs n'étant pas nuls, il faut impérativement empêcher le courant de varier trop rapidement, d'où l'utilisation de la bobine.
- 10 Il faut aussi détecter les conditions mentionnées précédemment. Une mesure de courant pourrait être réalisée en utilisant un shunt ou un capteur à effet Hall. Cependant, le shunt resterait connecté en permanence, ce qui entraînerait des pertes supplémentaires en utilisation « normale » des batteries. Le capteur à effet Hall est un composant assez cher et qui nécessite
- 15 une alimentation particulière.

- Ainsi, il est décidé de détecter les conditions en mesurant ou en déterminant une tension V_{AB} (qui vaut $R_{3i} + L \times di/dt$ ou $R_{4i} + L \times di/dt$ quand l'interrupteur 52 ou 53 est ouvert et $L \times di/dt$ quand les résistances 42 et 43 sont court-circuitées). Les états des interrupteurs commandés sont commandés en
- 20 fonction de la valeur de V_{AB} . L'inductance de la bobine peut en théorie être extrêmement faible puisqu'elle ne sert qu'à mesurer la différence de tension des batteries au moment de la connexion. Cependant, plus elle est faible, plus la variation de courant est rapide ($i'(0) = V_{AB}(0)/L$), or les interrupteurs sont
- 25 des transistors MOS à effet de champ dont le temps de commutation n'est pas nul. Il se pourrait, si l'inductance est trop petite, que le courant ait le temps d'atteindre de trop fortes valeurs entre le moment de la commande et celle de l'ouverture effective des interrupteurs. Supposons par exemple qu'on dispose :
- de transistors MOS à effet de champ dont le temps de commutation est
 - 30 de 1000 ns,
 - d'une inductance de 10 μH ,

on peut facilement vérifier que la dérivée maximale de l'intensité di/dt maximum intervient en $t=0$, donc au moment de l'ouverture des interrupteurs le di/dt sera inférieur au di/dt en $t=0$. Donc le temps que l'interrupteur commandé soit effectivement bloqué, le courant aura varié d'une valeur inférieure à :

5 $\Delta_i = 1000\text{ns} \times di/dt(t=0) = 100\text{ns} \times V_{AB}(0)/L = 0.01 \text{ A}$. (Pour une inductance de $0.1 \mu\text{H}$ on aurait $\Delta_i = 1 \text{ A}$.)

De préférence, la tension V_{AB} sert à alimenter l'électronique de commande des transistors MOS 52 et 53. Cette électronique consiste juste à dépolariser

10 les grilles des transistors MOS 52 et 53, lorsque les tensions des batteries sont différentes, ce qui rajoute ainsi les résistances de limitation entre les deux batteries. Ainsi, lorsque les tensions des batteries sont égalisées, l'électronique de commande ne consomme rien.

15 Deux transistors MOS 52 et 53 et leurs résistances de limitation 42 et 43 doivent être utilisées pour la seule raison que les transistors MOS à effet de champ présentent toujours une diode antiparallèle, l'interruption du courant ne pouvant donc se faire que dans un seul sens. En en mettant deux en série, il est possible d'interrompre le courant dans le circuit quel que soit son sens de

20 circulation. L'utilisation d'une autre technologie d'interrupteurs commandés permettrait de se passer de deux interrupteurs commandés et de n'en utiliser qu'un.

Le fonctionnement du circuit de pilotage 6 est décrit ci-après en référence à la

25 figure 12.

Le signal de tension V_{AB} mesuré ou déterminé aux bornes d'un ensemble 90 comprenant la bobine et la résistance de limitation est fourni à un opérateur de retard 200 (traduisant le temps nécessaire pour qu'un transistor MOS à effet

30 de champ commute). En sortie de cet opérateur, le signal est transformé au niveau d'un opérateur de valeur absolue 210. Le signal positif qui en sort est

ensuite fourni à deux comparateurs afin de comparer le signal positif à deux seuils. La sortie du premier comparateur 220 est reliée à une entrée SET d'une bascule RS 240. La sortie du deuxième comparateur 230 est reliée à une entrée RESET de la bascule RS 240. Le signal de sortie Q de la bascule
5 RS 240 constitue le signal de commande de l'interrupteur commandé.

En fournissant un premier seuil (seuil 1) de 1 V et un deuxième seuil (seuil 2) de 5 V, on obtient alors le fonctionnement suivant :

Lorsque $|V_{AB}|$ devient supérieur à 5 V : l'interrupteur commandé est ouvert
10 (la résistance de limitation du courant est placée en série avec la bobine sur le chemin du courant).

Lorsque $|V_{AB}|$ devient inférieur à 1 V: l'interrupteur commandé est fermé (la résistance de limitation du courant est court-circuitée par l'interrupteur commandé).

15 Le reste du temps, l'interrupteur conserve son état antérieur (mémoire de la bascule RS).

Un tel fonctionnement est illustré à la figure 13.

20 Pour bien visualiser le fonctionnement, le signal $|V_{AB}|$, le signal d'intensité du courant et le signal de commande de l'interrupteur commandé sont représentés à la figure 14. La dérivée du courant di/dt à l'instant initial $t=0$ étant très forte, le seuil de tension de 5 V est instantanément dépassé lors de la connexion des batteries (idéalement, la commande devrait donc bloquer
25 instantanément les transistors MOS à effet de champ pour mettre la résistance de limitation en série). Cependant, comme vu sur le graphique 14, le temps d'ouverture des transistors MOS à effet de champ est d'une microseconde. La résistance de limitation est mise en série après $1\mu s$.

30 On remarque que le courant circulant dans la batterie s'établit à une intensité limitée d'environ 1.8 A (voir figure 14).

En supposant la tension des batteries fixe (ce qui est tout à fait correct comme approximation sur un temps court) :

- alors, sans résistance de limitation, l'intensité du courant s'établit (juste après la connexion) à $V_{AB}/(2 \times R_{interne})$.
- alors, avec la résistance de limitation, l'intensité du courant n'atteint que la valeur : $V_{AB}/(2 \times R_{interne} + R_{limitation})$.

Le fonctionnement à plus long terme du dispositif est illustré sur la figure 15 par les évolutions du signal $|V_{AB}|$, du signal d'intensité du courant et du signal de commande de l'interrupteur commandé. La résistance de limitation a été placée en série entre les deux batteries en une microseconde (comme vu précédemment). La commande de l'interrupteur commandé se fait donc ensuite en mesurant la tension $V_{AB} = L di/dt + R_{limitation} \times i$. L'intensité du courant évoluant lentement (une fois passé le régime transitoire initial), on peut négliger la contribution de tension aux bornes de la bobine $L \times di/dt$ devant la différence de tensions des batteries.

Il faut ensuite attendre que l'intensité du courant ait suffisamment diminué pour que la tension $R_{limitation} \times i$ passe en dessous du seuil bas (1 V dans l'exemple) avant que l'interrupteur commandé ne se ferme à nouveau pour court-circuiter la résistance de limitation. Il se produit alors un nouveau pic de courant comme représenté à la figure 16 au voisinage de $t=1700s$. De préférence, il faut fermer l'interrupteur commandé lorsque la différence des tensions est suffisamment basse pour que le pic de courant ne soit pas trop important (ce qui est le cas sur le graphique de la figure 16).

Dans ce cas, on peut modéliser le système et déterminer les équations différentielles régissant son fonctionnement. Le système est alors du type oscillant. De la même manière que précédemment, on peut calculer l'instant pour lequel l'intensité maximale du courant est atteinte puis l'amplitude de

cette intensité maximale en fonction de la différence de tension entre les batteries V_{AB} . On peut en déduire la valeur de différence de tension V_{AB} qui permet de ne pas dépasser le courant maximum préconisé.

Sur la figure 17, les évolutions du signal $|V_{AB}|$ ou ΔV , du signal d'intensité
 5 du courant et du signal de commande de l'interrupteur commandé sont représentées. Dans cet exemple, on a déterminé que la fermeture de l'interrupteur commandé est déclenchée pour une valeur V_{AB} de 0.38V de sorte qu'après cette commutation (provoquant le court-circuit de la résistance de limitation), l'intensité du courant ne dépasse pas 1 A.

10

Pour les simulations précédentes, chaque batterie est modélisée par un condensateur chargé à la tension de la batterie et pouvant restituer la même énergie que la batterie et auquel on ajoute une résistance en série pour modéliser la résistance interne de la batterie.

15

On a donc :

$$E_{batt}(Wh) = V_{batt} \times Capa_batt(Ah) \text{ et}$$

$$E_{batt}(J) = V_{batt} \times Capa_batt(As) = V_{batt} \times Capa_batt(Ah) \times 3600 \quad E_{batt}(J) = 3600 \times E_{batt}(Wh)$$

20

avec:

E_{batt} : l'énergie de la batterie,

V_{batt} : la tension de la batterie,

$Capa_batt$: la capacité de la batterie.

25 Calcul de la capacité du condensateur « équivalent » :

Quelle est la capacité (en farads) du condensateur qui, chargé, à V_{batt} contient une énergie égale à E_{batt} ?

Un condensateur contient une énergie de : $E_{condo}(J) = 0.5 \times C(F) \times V_{condo}^2$.

Ici $E_{condo} = E_{batt}$ et $V_{condo} = V_{batt}$ donc :

30 $C(F) = E_{batt}(J) / (0.5 \times V_{batt}^2) = 3600 \times E_{batt}(Ah) / (0.5 \times V_{batt}^2)$

Par exemple, pour une batterie comprenant 10 éléments NiMH en série de format AA 2400mAh, on a:

$$E_{\text{batt}}(\text{J}) = 3600 \times V_{\text{batt}} \times \text{Capa_batt} = 3600 \times 1.2 \times 10 \times 2.4 = 103680 \text{ Joules}$$

$$R_{\text{tot}} = 10 \times R_i = 10 \times 0.02 = 0.2 \text{ Ohms}$$

- 5 On modélise donc cette batterie par une résistance de 0.2 Ohms en série avec un condensateur de valeur : $C = \text{Capa_batt}(\text{J}) / (0.5 \times V_{\text{batt}}^2) = 1440 \text{ Farads}$

L'énergie initiale d'un système de deux batteries avant connexion en parallèle est égale à :

10 $E_i = 0.5 \times C \times V_1^2 + 0.5 \times C \times V_2^2$

L'énergie finale du système des deux batteries après connexion en parallèle et égalisation des tensions des deux batteries est égale à :

$$E_f = 2 \times 0.5 \times C \times V_f^2 = C \times [(V_1 + V_2) / 2]^2$$

Le rendement est égal à : $R = E_f / E_i = 0.5 \times (V_1 + V_2)^2 / (V_1^2 + V_2^2)$.

- 15 L'évolution de ce rendement en fonction de la tension V_2 de la deuxième batterie est illustrée sur le graphique de la figure 18 pour une valeur de tension V_1 de la première batterie égale à 20 V.

- 20 On remarque que le rendement varie de 0.5 à 1 pour une tension V_2 variant dans l'intervalle $[0, V_1]$. En outre, le rendement ne dépend pas de la résistance de limitation du courant. Il y a toujours les mêmes pertes, l'énergie étant dissipée dans les résistances internes des batteries quand il n'y a pas de résistance de limitation.

- 25 Le dimensionnement en puissance de la résistance de limitation est très simple : $P = R_{\text{limitation}} \times i_{\text{max}}^2 (= 5 \times 1 = 5 \text{ W dans les exemples précédents})$.

- 30 La bobine est dimensionnée de manière à faire intervenir le dispositif de protection lors d'une variation de courant rapide, un premier critère de rapidité devant être défini. Ce premier critère est déterminé par les temps de réponse de l'interrupteur et de son moyen de commande. Il définit la valeur basse de

l'inductance de la bobine : le courant ne doit pas trop varier entre le moment de la détection du surcourant et le moment de l'ouverture de l'interrupteur. Par ailleurs, la valeur haute de l'inductance de la bobine dépend de la dynamique de l'application envisagée : plus les variations de courant imposées par l'application sont rapides, plus la valeur de l'inductance de la bobine doit être faible. Ainsi, de façon générale, on choisit une inductance de bobine proche de la valeur basse. La résistance de la bobine doit quant à elle être la plus faible possible. La bobine doit par ailleurs au moins supporter le courant supportable par les batteries.

10

Les résistances 42, 43 de limitation du courant sont dimensionnées pour limiter le courant à une valeur acceptable pour les batteries dans le cas du scénario le plus défavorable de différence de tension, c'est-à-dire lorsqu'une batterie complètement chargée est connectée à une batterie complètement déchargée. Si l'on souhaite une protection contre les courts-circuits, il faut prendre en compte la tension de la batterie et le courant maximal acceptable pour le calcul de la résistance.

Par exemple, la résistance 42 ou 43 vaut

20 $\Delta V_{\max}/I_{eq}$

avec :

$\Delta V_{\max}$: différence de potentiel maximale entre les deux batteries, correspondant à une batterie chargée à 100% et une batterie déchargée.

I_{eq} : courant d'équilibrage maximum supportable par les batteries.

25

Si l'on souhaite une protection contre les courts-circuits, il faut considérer $\Delta V_{\max} = V_{bat}$ (tension batterie) et le courant maximum acceptable, pour le calcul de la résistance.

30 Les résistances 62 et 63 sont des résistances de polarisation des transistors MOS à effet de champ.

Les condensateurs 632 et 633 du premier mode de réalisation permettent une plus grande réactivité du circuit lors d'un défaut dû à un trop fort courant et/ou à une trop brusque variation de courant.

5

Les interrupteurs commandés 52 et 53 doivent supporter à l'état passant le courant maximum des batteries et présenter une résistance R_{dson} la plus faible possible. Ils doivent également avoir un temps de réponse court de façon à utiliser une bobine de faible valeur d'inductance.

10

Les transistors de polarisation 612, 613, 612', 613' sont de petits transistors bipolaires de commutation.

Les diodes Zener limitent la surtension aux bornes de la bobine lors des commutations de l'interrupteur commandé.

15

Dans le deuxième mode de réalisation, les résistances R9 et R10 d'une part et les résistances R11 et R12 d'autre part forment des ponts diviseurs permettant de régler un seuil de déclenchement du dispositif de protection.

Dans le deuxième mode de réalisation, les comparateurs 652, 653 doivent avoir un temps de réponse le plus court possible pour la réactivité du circuit et permettre un dimensionnement faible de l'inductance de la bobine.

20

Les diodes Zener D3 et D4 servent à polariser les transistors 612, 612', 613, 613'.

25

Le dispositif de protection selon l'invention présente différents avantages :

- détection de surintensité de courant et limitation progressive sans pic d'intensité par rapport à la solution de type « polyswitch » de l'art antérieur qui a un temps de réaction d'environ 1s selon les conditions de courant, température...),

30

- Très faible consommation ($<1 \mu\text{A}$),
 - Faible résistance additionnelle par rapport à la résistance interne de la batterie,
 - Il n'y a pas d'élément résistif ajouté entre les deux batteries pour la
- 5 mesure du courant comme dans l'état de l'art.

A titre d'exemple, une batterie de 2Ah (NimH) a une résistance interne d'environ 25 mOhms et un courant maximal de décharge de 1 A. Un fusible réarmable correspondant a une résistance au repos d'environ 1 Ohms alors

10 qu'un transistor MOS à effet de champ de puissance correspondante (5A) possède une résistance de moins de 30 mOhms.

Dans des variantes des modes de réalisation, les résistances 42 et 43 peuvent être remplacées par des fusibles réarmables de type polyswitch de dimension

15 plus faible et de moindre coût qu'une solution à résistance. Fonctionnellement, cette variante est l'équivalent d'un fusible réarmable à très faible résistance de repos.

Le dispositif de protection selon l'invention peut être utilisé dans tous les cas

20 où il est nécessaire de protéger une source de tension contre un fort appel de courant, c'est-à-dire toute application qui nécessite une protection contre les surintensités ou court-circuit avec de faibles pertes en ligne. Outre la mise en parallèle de batteries, il peut être utilisé pour éviter un court-circuit ou limiter un appel de courant pour certaines charges (chauffage, éclairage, radio...).

25

Dans le cas d'une mise en court-circuit de la batterie, le dispositif reste actif jusqu'à la disparition du court-circuit ou la décharge complète de la batterie (et le courant est limité par la résistance 43).

30 Comme déjà évoqué précédemment, cette invention, décrite ci-dessus appliquée aux batteries, est applicable à toute source de tension.

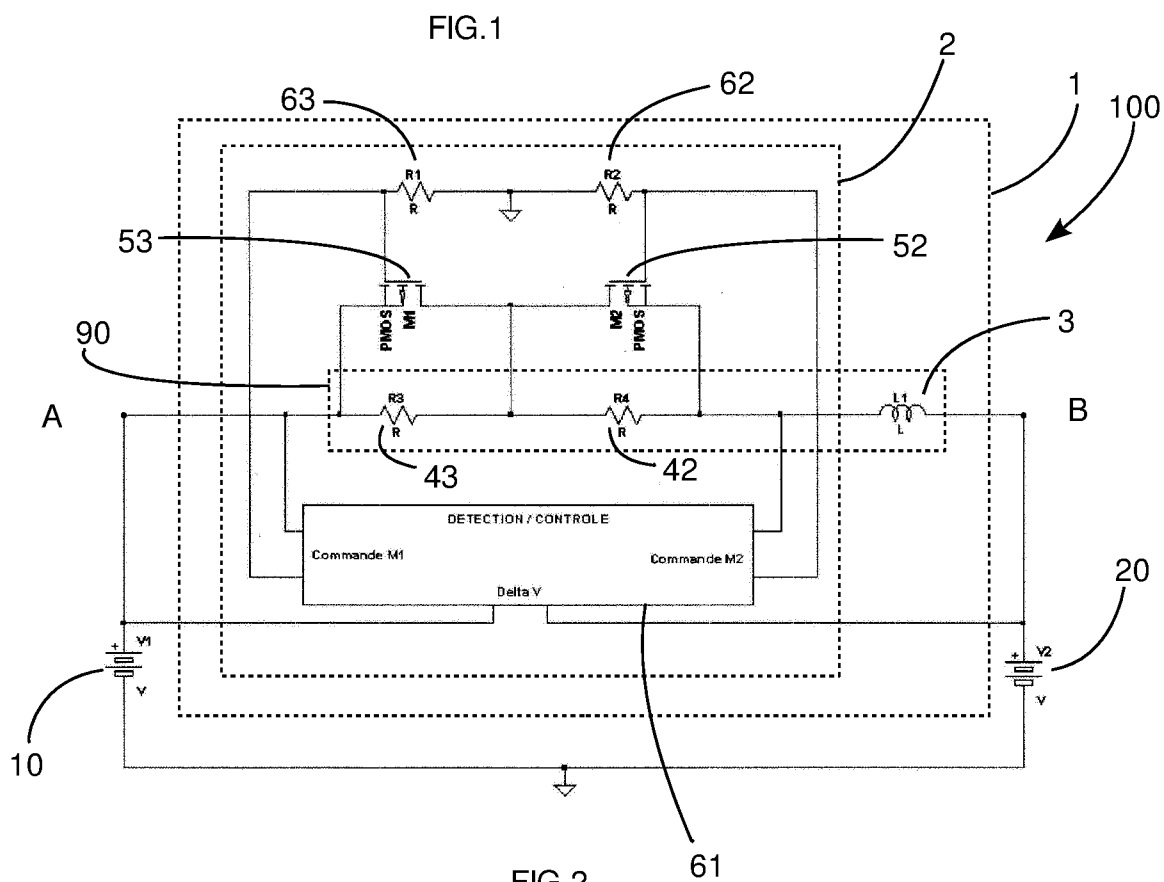
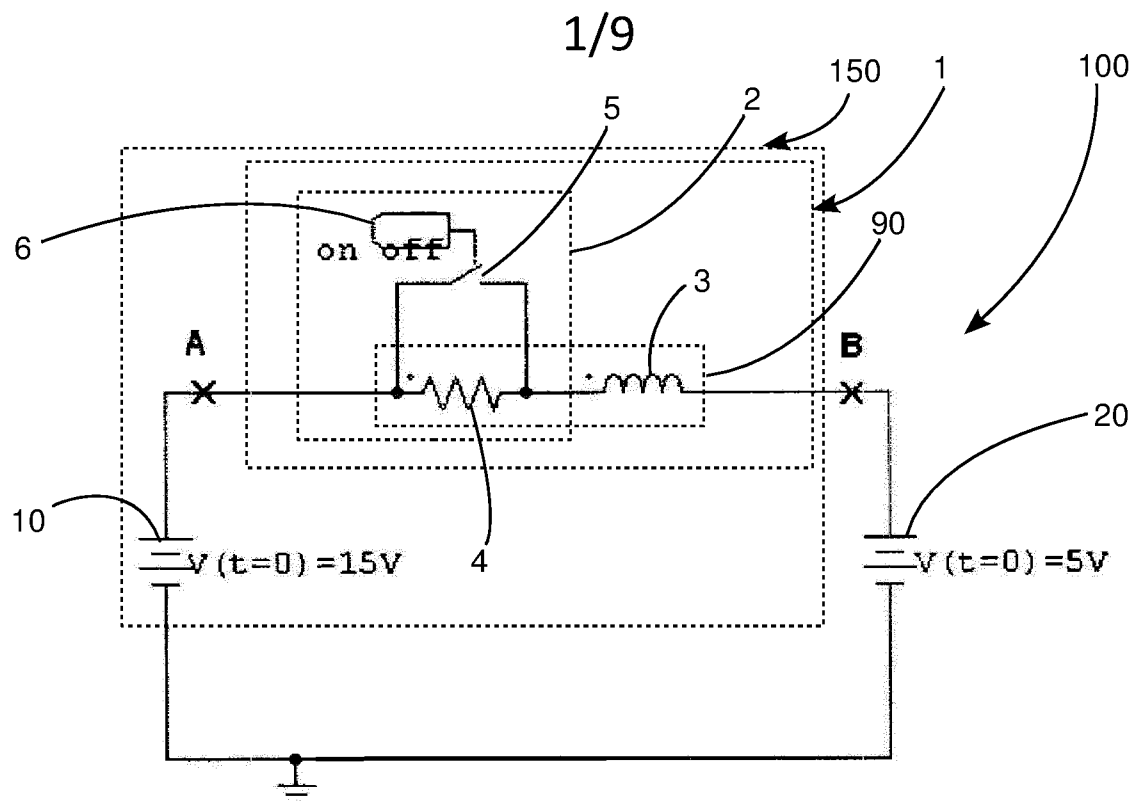
Revendications :

1. Installation (100 ; 100') comprenant deux batteries raccordées en parallèle à l'aide d'un premier dispositif (1 ; 1') de protection d'une source
5 de tension (10 ; 20), comprenant :
 - un ensemble parallèle comprenant un interrupteur commandé (5 ; 52, 53) et un élément résistif (4 ; 42, 43),
 - une bobine (3) montée en série avec ledit ensemble entre les deux batteries,
 - 10 – un moyen (6) de commande de l'interrupteur dudit ensemble commandé en fonction de la différence de tension (V_{AB}) entre les deux batteries de sorte que l'interrupteur commandé est fermé lorsque la différence de tension devient inférieure à un premier seuil (seuil 1) et que l'interrupteur commandé est ouvert lorsque la
15 différence de tension devient supérieure à un deuxième seuil (seuil 2).
2. Installation selon la revendication précédente, caractérisée en ce que le
20 moyen de commande de l'interrupteur commandé utilise une information de tension aux bornes de la bobine pour commander l'état de l'interrupteur commandé.
3. Installation selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que le
25 moyen de commande de l'interrupteur commandé utilise une information de tension aux bornes de l'élément résistif pour commander l'état de l'interrupteur commandé.
4. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en
30 ce que le moyen de commande de l'interrupteur commandé utilise une information de tension aux bornes de l'ensemble comprenant la bobine et l'élément résistif pour commander l'état de l'interrupteur commandé.

5. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'interrupteur commandé est un transistor de puissance, en particulier un transistor MOS à effet de champ.
- 5 6. Installation selon la revendication précédente, caractérisée en ce que le moyen de commande comprend un transistor (612, 613 ; 612', 613') de pilotage du transistor de puissance.
- 10 7. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le moyen de commande comprend un comparateur de tension (652, 653).
- 15 8. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend un ensemble série en opposition de deux diodes Zener disposé en parallèle de la bobine.
9. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend un deuxième dispositif de protection, l'interrupteur commandé de chacun des premier et deuxième dispositifs étant un transistor de puissance, en particulier un transistor MOS à effet de champ les premier et deuxième dispositifs étant disposés en série et les transistors de puissance des premier et deuxième dispositifs de protection étant connectés l'un à l'autre symétriquement.
- 20 10. Installation selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le deuxième dispositif comprend un deuxième ensemble parallèle comprenant un deuxième interrupteur commandé et un deuxième élément résistif.
- 25 11. Installation selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le moyen de commande des premier et deuxième interrupteurs commandés
- 30

utilise une information de tension aux bornes d'un ensemble constitué par la bobine et/ou des premier et/ou deuxième éléments résistifs.

- 5 12. Procédé de fonctionnement d'une installation selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'on utilise une information de tension entre les deux batteries pour commander l'état de l'interrupteur commandé.
- 10 13. Procédé de fonctionnement selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'on commande la fermeture de l'interrupteur commandé lorsque la valeur absolue de la tension entre les deux batteries devient inférieure à un premier seuil (seuil 1).
- 15 14. Procédé de fonctionnement selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce qu'on commande l'ouverture de l'interrupteur commandé lorsque la valeur absolue de la tension entre les deux batteries devient supérieure à un deuxième seuil (seuil 2).



2/9

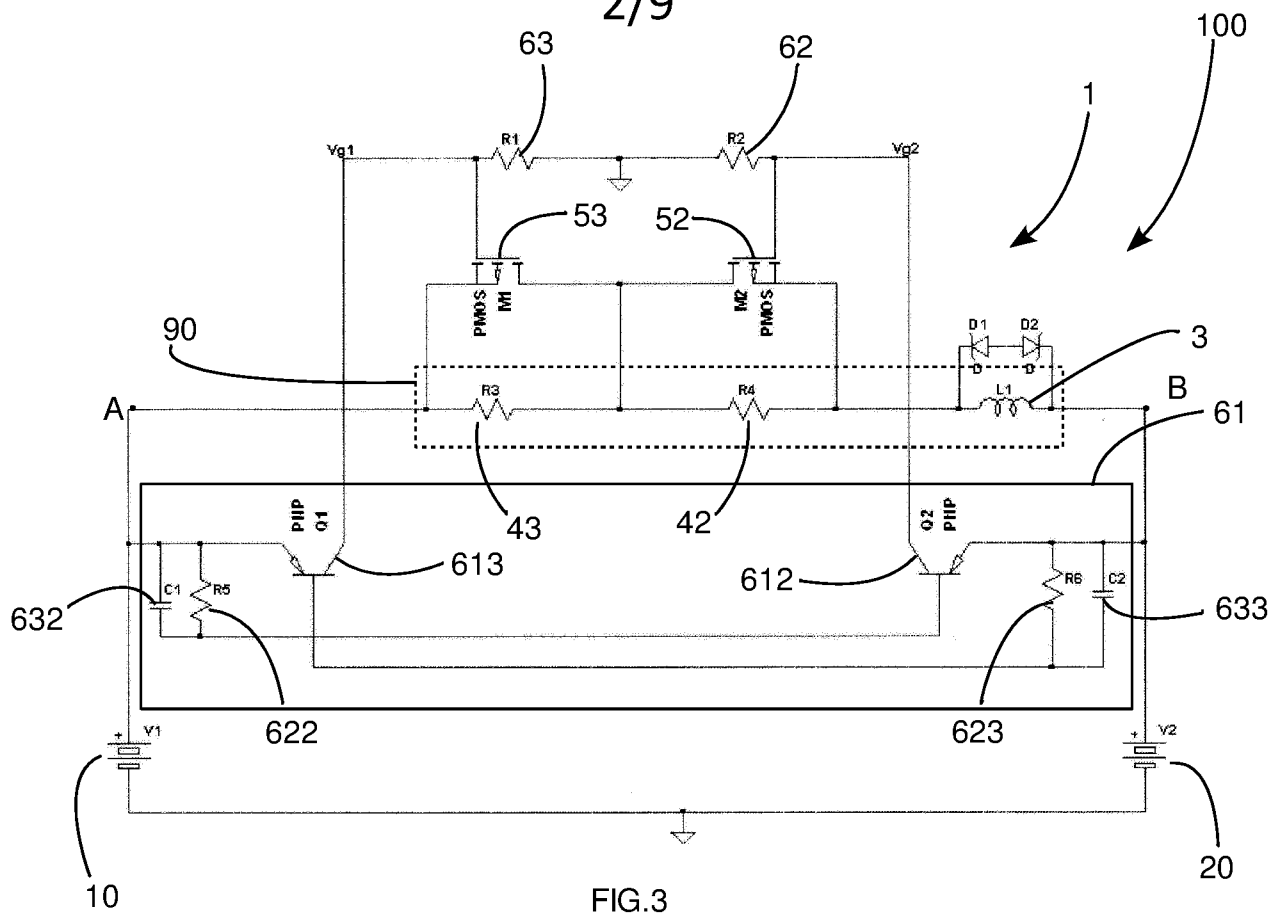


FIG.3

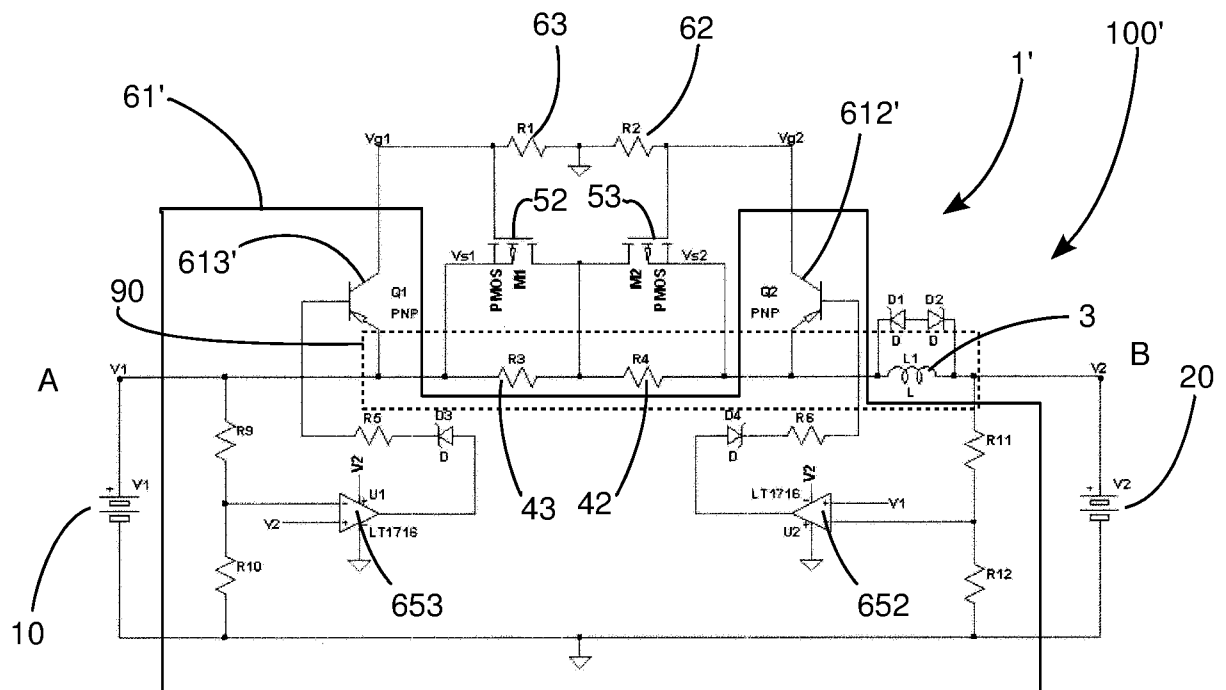


FIG.4

3/9

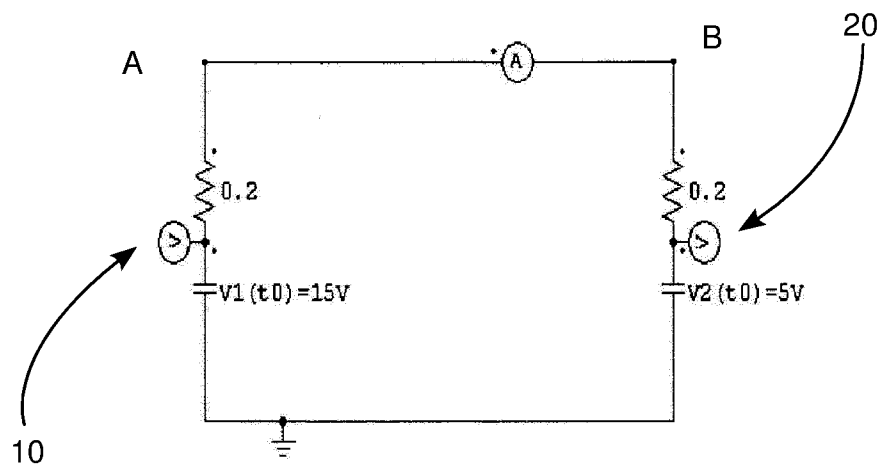


FIG.5

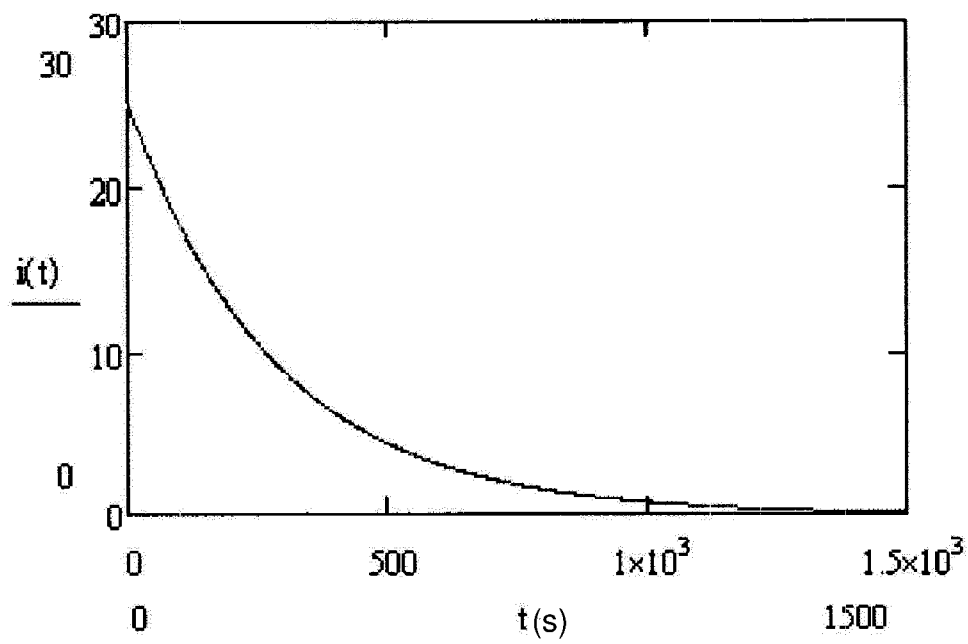


FIG.6

4/9

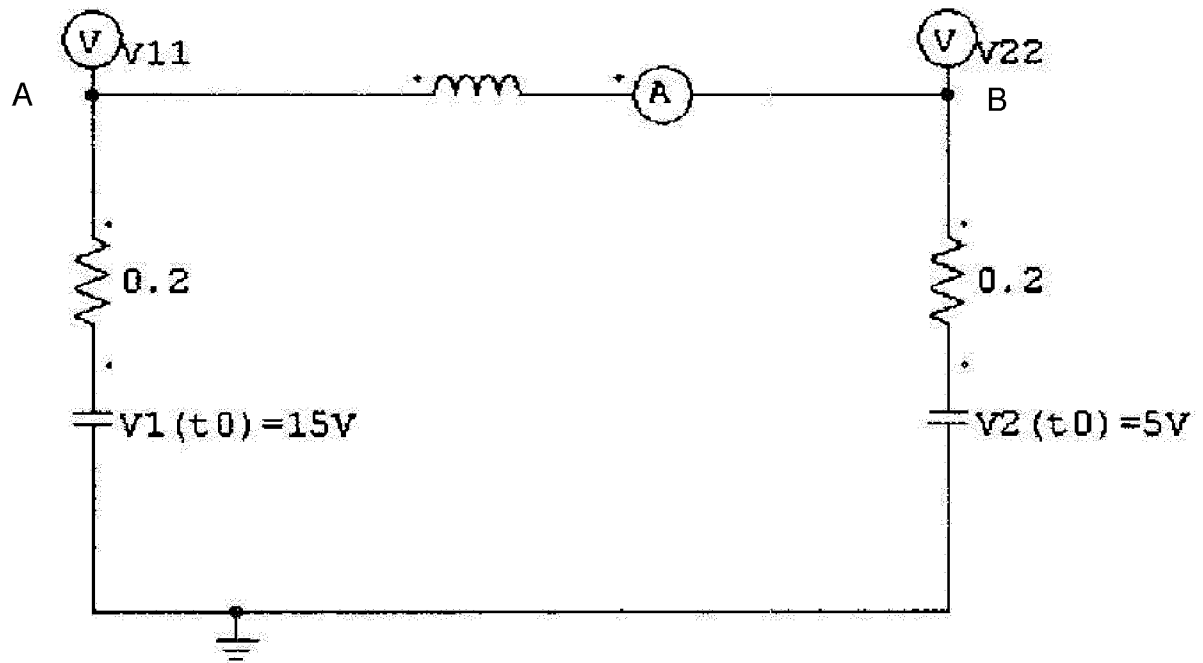


FIG.7

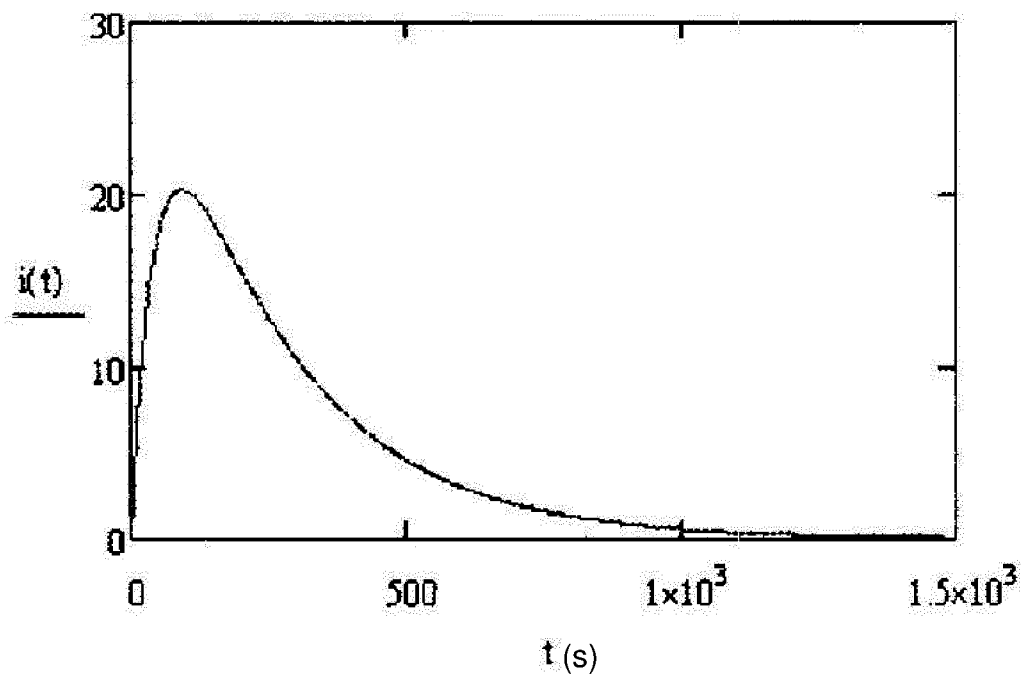


FIG.8

5/9

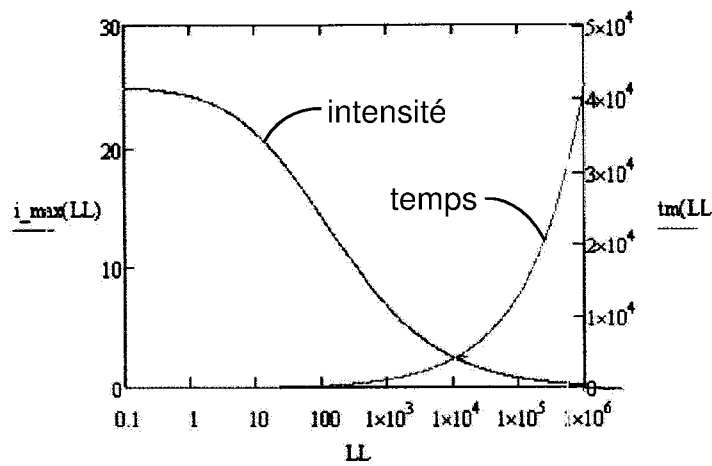


FIG.9

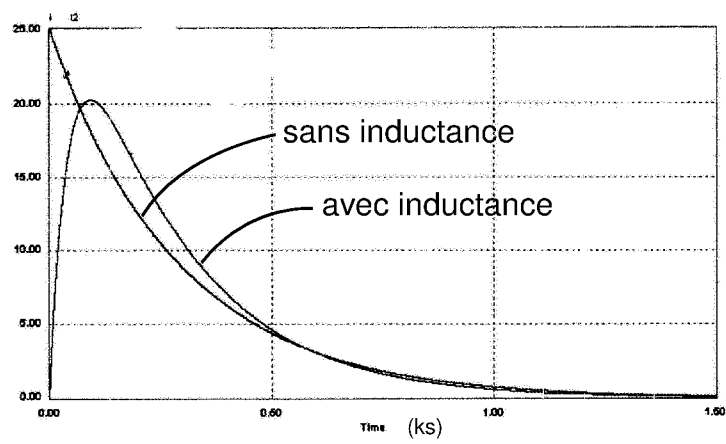


FIG.10

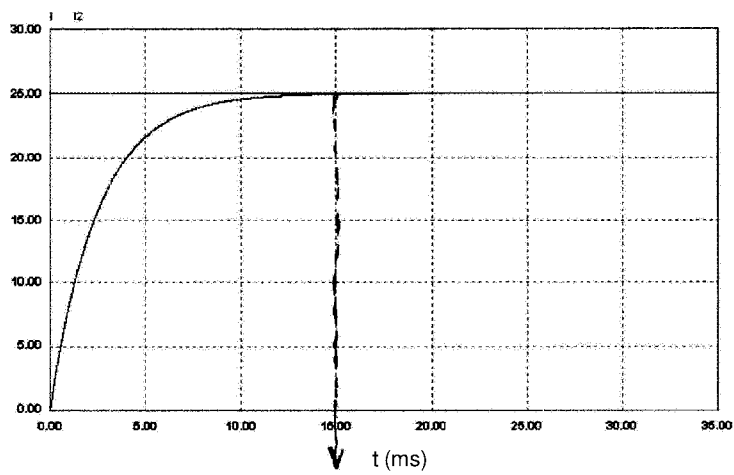


FIG.11

6/9

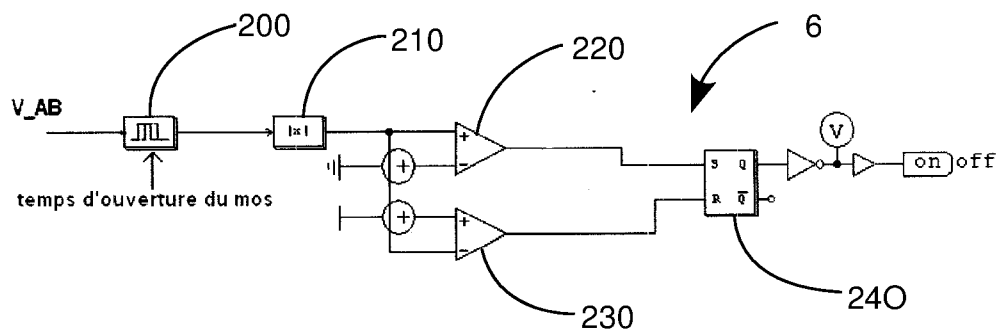


FIG.12

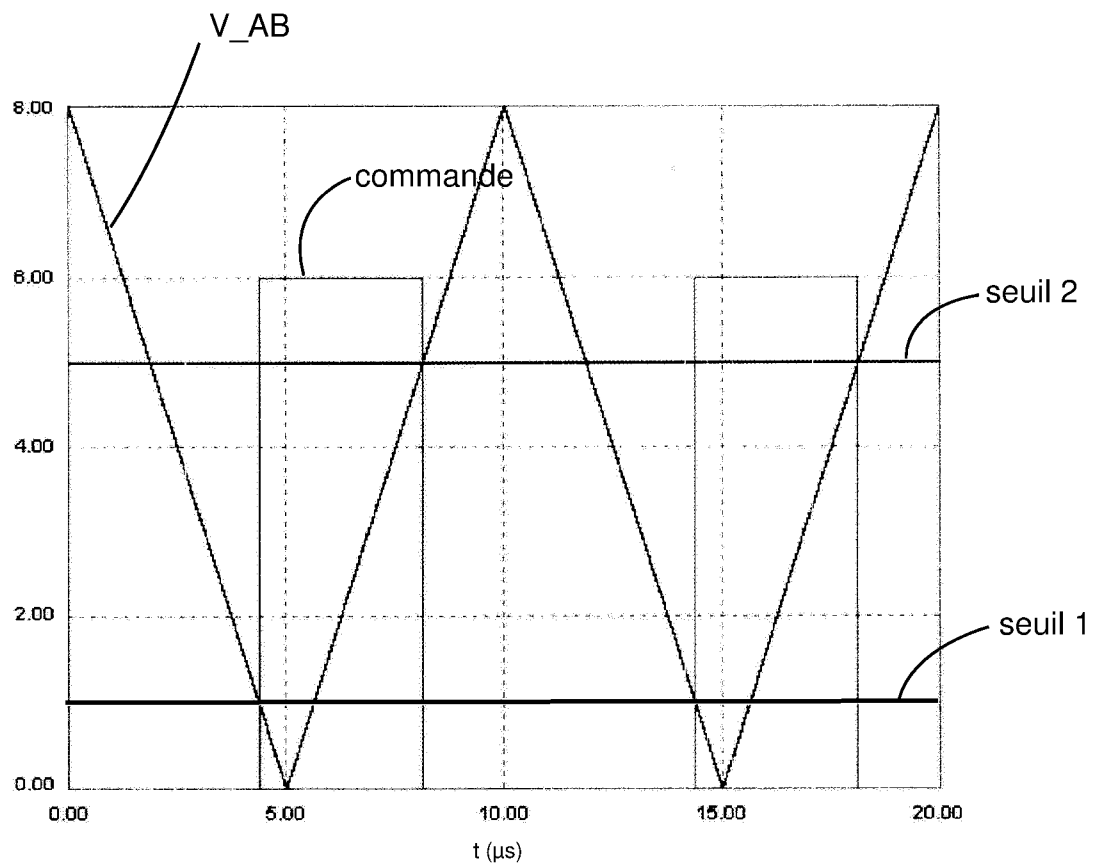


FIG.13

7/9

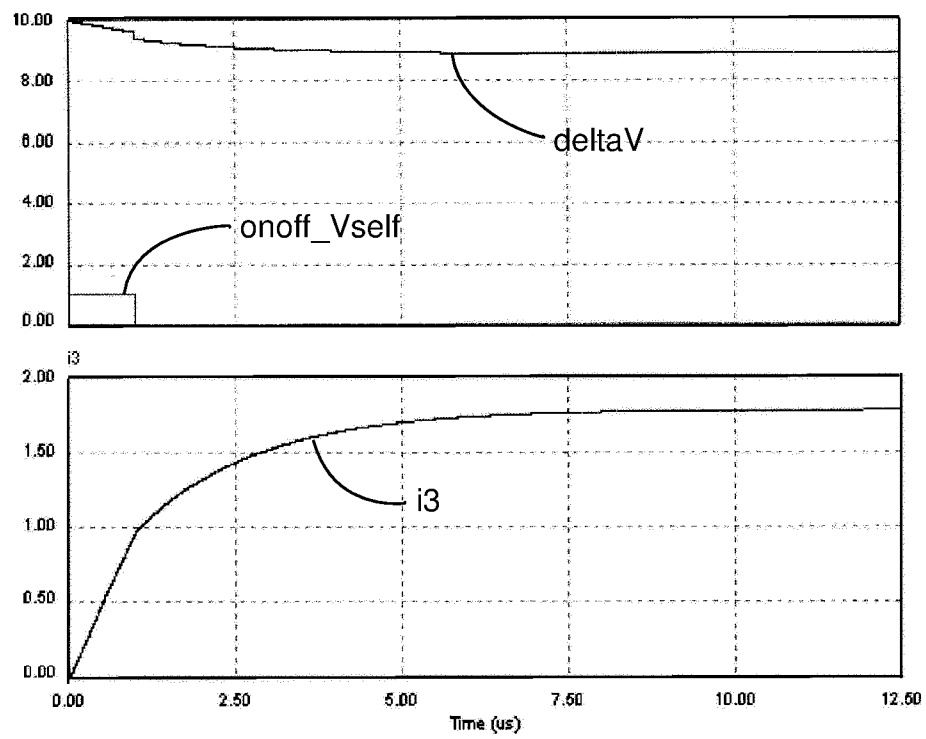


FIG.14

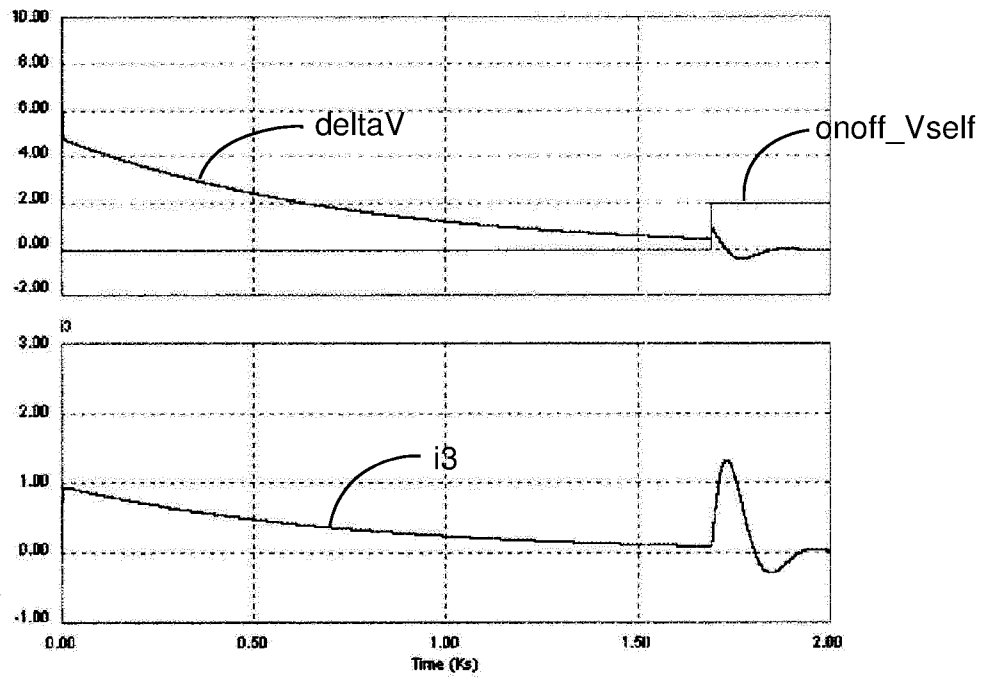


FIG.15

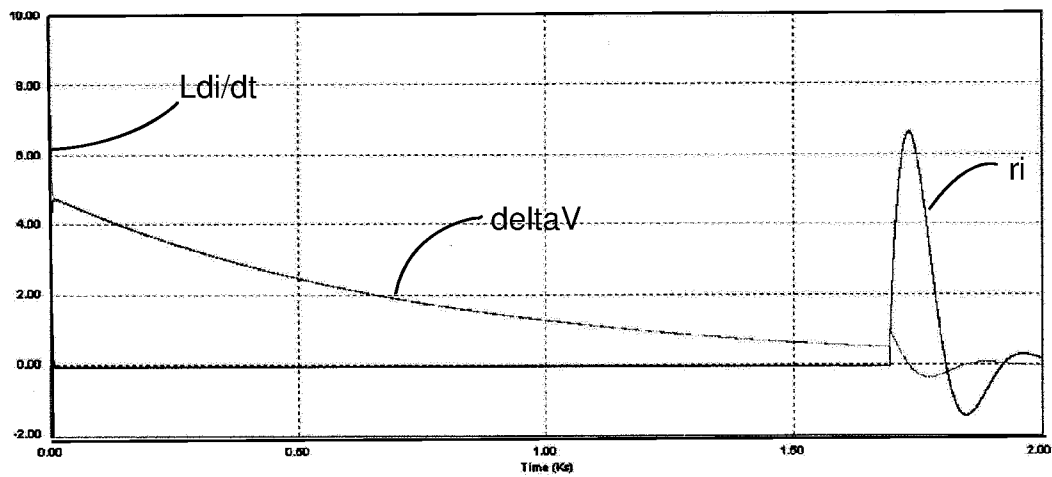


FIG.16

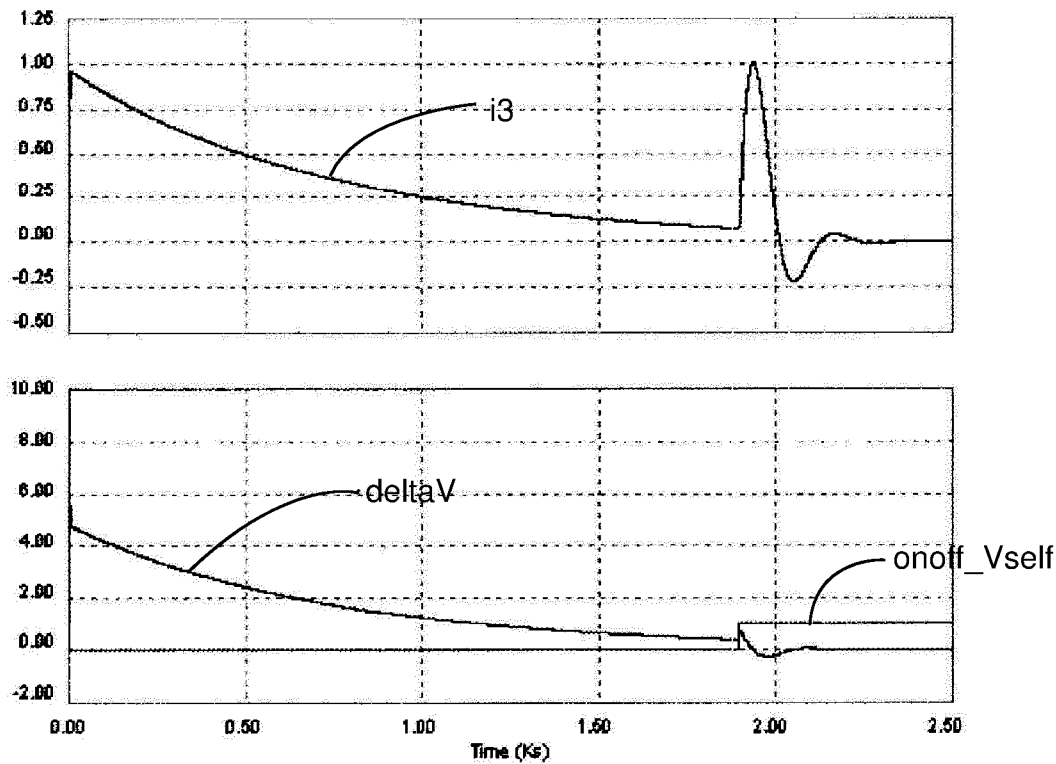


FIG.17

9/9

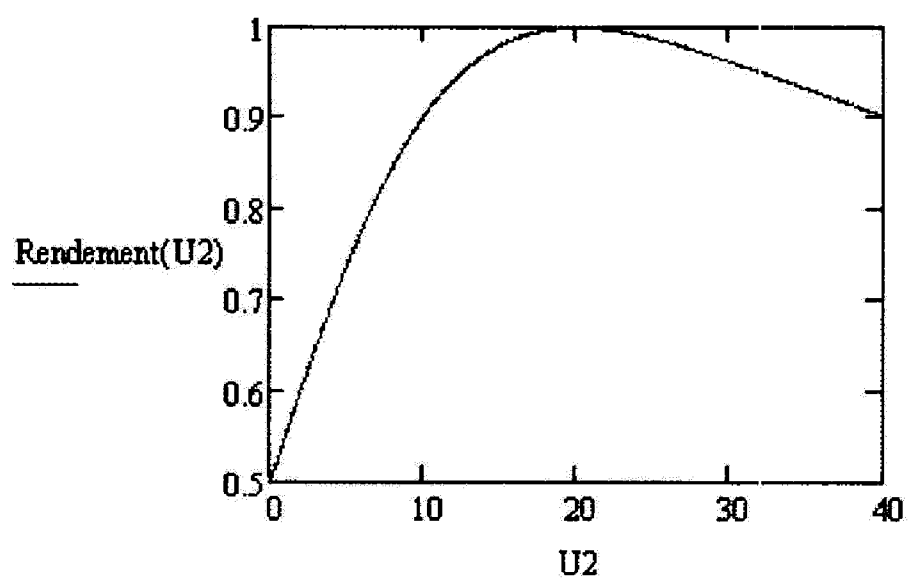


FIG.18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/052365

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02H9/02 H02J7/00
ADD.

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)

H02H H02J H01H H01M B60L

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/120832 A2 (VALENCE TECHNOLOGY INC; TROXEL RUSSELL [US]; SANDAHL JOEL [US]) 21 October 2010 (2010-10-21) paragraph [0076] - paragraph [0078] paragraph [0106] - paragraph [0109]; figures 2, 3, 5	1,5,9,12
A	----- US 2008/012529 A1 (CHANG CHEN CHIA [TW] ET AL) 17 January 2008 (2008-01-17) paragraph [0032] - paragraph [0036]; figure 1	1,12
A	----- EP 1 892 812 A2 (SAMSUNG SDI CO LTD [KR]) 27 February 2008 (2008-02-27) paragraph [0061] - paragraph [0064]; figures 1, 2A	1,12
	----- -/-	



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 application or patent 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

23 May 2012

Date of mailing of the international search report

31/05/2012

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

Starck, Thierry

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/052365

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 95/33295 A1 (SIEMENS AG [DE]; FRIEDL KARL [DE]) 7 December 1995 (1995-12-07) page 6, line 1 - page 7, line 3; figure 1 -----	1
A	DE 10 2008 060936 A1 (DAIMLER AG [DE]) 10 June 2010 (2010-06-10) paragraphs [0006], [0007], [0027], [0028], [0031] -----	1,12
A	US 2009/256526 A1 (IMAI TAKASHI [JP]) 15 October 2009 (2009-10-15) the whole document -----	1,12
A	US 2009/278497 A1 (KIM HONG JU [KR]) 12 November 2009 (2009-11-12) paragraph [0042] - paragraph [0054]; figure 3 -----	1,12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/052365

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2010120832 A2	21-10-2010	CA 2758508 A1 CN 102396097 A EP 2419959 A2 KR 20120003454 A US 2011080139 A1 US 2011084663 A1 US 2011095725 A1 WO 2010120832 A2	21-10-2010 28-03-2012 22-02-2012 10-01-2012 07-04-2011 14-04-2011 28-04-2011 21-10-2010
US 2008012529 A1	17-01-2008	JP 4211945 B2 JP 2008029187 A TW 200807791 A US 2008012529 A1	21-01-2009 07-02-2008 01-02-2008 17-01-2008
EP 1892812 A2	27-02-2008	EP 1892812 A2 KR 20080017824 A US 2008048608 A1 US 2010117592 A1	27-02-2008 27-02-2008 28-02-2008 13-05-2010
WO 9533295 A1	07-12-1995	AT 171315 T CN 1149936 A DE 59503622 D1 EP 0763272 A1 JP 3479938 B2 US 5793589 A WO 9533295 A1	15-10-1998 14-05-1997 22-10-1998 19-03-1997 15-12-2003 11-08-1998 07-12-1995
DE 102008060936 A1	10-06-2010	NONE	
US 2009256526 A1	15-10-2009	NONE	
US 2009278497 A1	12-11-2009	NONE	

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H02H9/02 H02J7/00 ADD.												
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) H02H H02J H01H H01M B60L												
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												
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS												
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées										
A	WO 2010/120832 A2 (VALENCE TECHNOLOGY INC; TROXEL RUSSELL [US]; SANDAHL JOEL [US]) 21 octobre 2010 (2010-10-21) alinéa [0076] - alinéa [0078] alinéa [0106] - alinéa [0109]; figures 2, 3, 5 -----	1,5,9,12										
A	US 2008/012529 A1 (CHANG CHEN CHIA [TW] ET AL) 17 janvier 2008 (2008-01-17) alinéa [0032] - alinéa [0036]; figure 1 -----	1,12										
A	EP 1 892 812 A2 (SAMSUNG SDI CO LTD [KR]) 27 février 2008 (2008-02-27) alinéa [0061] - alinéa [0064]; figures 1, 2A ----- -/--	1,12										
<table border="0"><tr><td>☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</td><td>☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</td></tr></table>			☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe								
☒ 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: <table border="0"><tr><td>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</td><td>"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</td></tr><tr><td>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</td><td>"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</td></tr><tr><td>"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)</td><td>"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</td></tr><tr><td>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</td><td>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</td></tr><tr><td>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</td><td></td></tr></table>			"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent	"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	"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date	"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	"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)	"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	"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens	"&" document qui fait partie de la même famille de brevets	"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent	"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											
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date	"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											
"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)	"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											
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens	"&" document qui fait partie de la même famille de brevets											
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée												
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 23 mai 2012		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 31/05/2012										
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 Starck, Thierry										

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	WO 95/33295 A1 (SIEMENS AG [DE]; FRIEDL KARL [DE]) 7 décembre 1995 (1995-12-07) page 6, ligne 1 - page 7, ligne 3; figure 1 -----	1
A	DE 10 2008 060936 A1 (DAIMLER AG [DE]) 10 juin 2010 (2010-06-10) alinéas [0006], [0007], [0027], [0028], [0031] -----	1,12
A	US 2009/256526 A1 (IMAI TAKASHI [JP]) 15 octobre 2009 (2009-10-15) le document en entier -----	1,12
A	US 2009/278497 A1 (KIM HONG JU [KR]) 12 novembre 2009 (2009-11-12) alinéa [0042] - alinéa [0054]; figure 3 -----	1,12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2012/052365

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2010120832 A2	21-10-2010	CA 2758508 A1	21-10-2010
		CN 102396097 A	28-03-2012
		EP 2419959 A2	22-02-2012
		KR 20120003454 A	10-01-2012
		US 2011080139 A1	07-04-2011
		US 2011084663 A1	14-04-2011
		US 2011095725 A1	28-04-2011
		WO 2010120832 A2	21-10-2010

US 2008012529 A1	17-01-2008	JP 4211945 B2	21-01-2009
		JP 2008029187 A	07-02-2008
		TW 200807791 A	01-02-2008
		US 2008012529 A1	17-01-2008

EP 1892812 A2	27-02-2008	EP 1892812 A2	27-02-2008
		KR 20080017824 A	27-02-2008
		US 2008048608 A1	28-02-2008
		US 2010117592 A1	13-05-2010

WO 9533295 A1	07-12-1995	AT 171315 T	15-10-1998
		CN 1149936 A	14-05-1997
		DE 59503622 D1	22-10-1998
		EP 0763272 A1	19-03-1997
		JP 3479938 B2	15-12-2003
		US 5793589 A	11-08-1998
		WO 9533295 A1	07-12-1995

DE 102008060936 A1	10-06-2010	AUCUN	

US 2009256526 A1	15-10-2009	AUCUN	

US 2009278497 A1	12-11-2009	AUCUN	
