



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
23.06.2010 Bulletin 2010/25

(51) Int Cl.:
H01H 9/56 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **09179302.6**

(22) Date de dépôt: **15.12.2009**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
AL BA RS

(30) Priorité: **19.12.2008 FR 0858841**

(71) Demandeur: **AREVA T&D SAS**
92084 Paris La Défense Cedex (FR)

(72) Inventeur: **Collet, Michel**
69003 Lyon (FR)

(74) Mandataire: **Ilgart, Jean-Christophe**
Brevalex
3, rue du Docteur Lancereaux
75008 Paris (FR)

(54) **Procede de determination d'un instant opportun de fermeture d'un moyen de commutation**

(57) Pour déterminer un instant de fermeture d'un moyen de commutation (10.1) monté entre une ligne (L1) et une alimentation (G) alimentant une ou plusieurs lignes (L2, L3, L4), via un moyen de commutation (10.2, 10.3, 10.4), un circuit de liaison selfique (20) étant inséré entre l'alimentation (G) et les moyens de commutation (10.1, 10.2, 10.3, 10.4), on mesure le potentiel d'une bor-

ne côté ligne du moyen de commutation ; on détermine une information représentative du potentiel d'une borne côté alimentation du moyen de commutation ; on calcule à l'avance des instants possibles de fermeture avec l'information et le potentiel, on détermine, dès qu'un ordre a été donné, l'instant de fermeture parmi les instants possibles calculés à l'avance ou en cours de calcul.

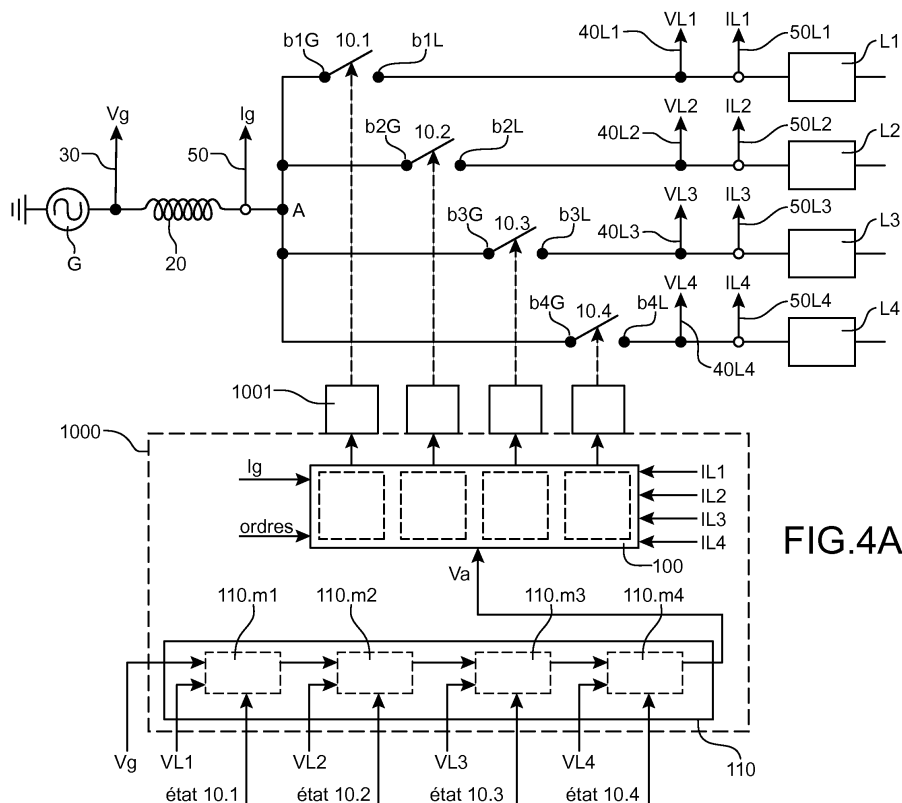


FIG. 4A

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention concerne la manoeuvre en fermeture de moyens de commutation connectant une source d'alimentation électrique à plusieurs sources de consommation électrique. La source d'alimentation électrique peut être un générateur moyenne, haute ou très haute tension, un alternateur ou une ligne d'alimentation. Lorsque dans un circuit, il y a plusieurs sources d'alimentation électrique, elles peuvent bien sûr être de natures différentes.

[0002] Les sources de consommation électrique peuvent être des lignes de transport, d'autres dispositifs consommant de la puissance électrique tels que des bancs de condensateurs, des réactances de compensation, des centres de pompage ou des lieux de consommation industriels. Les sources de consommation électriques peuvent bien sûr être de natures différentes.

[0003] Les sources d'alimentation et de consommation peuvent être monophasées ou triphasées.

[0004] Pour éviter des problèmes de surtension transitoires rapides survenant lors de la manoeuvre en fermeture d'un moyen de commutation, on s'arrange pour que la manoeuvre de fermeture se fasse lorsque la tension entre les contacts d'une paire de contacts au moins, du moyen de commutation soit sensiblement nulle. Il faut donc déterminer le bon moment pour manoeuvrer le moyen de commutation.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0005] Dans la demande de brevet FR 2 853 466, il est exposé comment déterminer un instant opportun de fermeture du moyen de commutation connectant une source d'alimentation à une ligne de transport triphasée. Cette demande s'applique à un cas simple, dans lequel la source d'alimentation n'alimente qu'une seule ligne de transport via le moyen de commutation. D'autres documents traitent également de la fermeture synchronisée de moyens de commutation comme par exemple les brevets US 5 563 459, US 6 493 203, EP 1 351 267, l'article « La manoeuvre synchronisée des lignes de transport THT » U. Samitz et al. CIGRE 13-206, session 2002 ou l'article « Limitation of transmission line switching over-voltages using switchsync relays » M. Sanaye-Pasand et al., IPST'05, Montréal, Canada, 19-23 juin 2005 :

<http://www.ipst.org/TechPapers/2005/IPST05Paper087.pdf>

[0006] Le dispositif de détermination de l'instant opportun de fermeture du moyen de commutation décrit dans la demande de brevet français mentionnée plus haut n'aura besoin de connaître que le potentiel de la borne côté ligne du moyen de commutation, c'est-à-dire la tension par rapport à la terre de chacune des phases,

et le potentiel de la borne côté source du moyen de commutation, c'est-à-dire la tension par rapport à la terre d'au moins une des phases, si la source d'alimentation, par exemple un générateur, est équilibrée. Une source d'alimentation équilibrée est telle que les trois tensions ont des phases décalées de 120° et leurs amplitudes sont égales. Les tensions sont sinusoïdales avec une fréquence industrielle qui dépend de la vitesse de rotation du générateur.

[0007] Des calculs réalisés sur la base des potentiels mesurés au fur et à mesure du déroulement du temps permettent de déterminer l'instant opportun de la fermeture du moyen de commutation. Une bonne précision des mesures est requise pour que l'instant opportun de fermeture soit calculé de la manière la plus précise possible, au zéro de tension aux bornes du moyen de commutation. Pour des sources bien équilibrées, la mesure précise peut se réduire à la valeur nominale de ces potentiels et à la valeur de leur phase.

[0008] Lorsque la source d'alimentation G est reliée au moyen de commutation SGL par un circuit de liaison LG incluant un transformateur et/ou un tronçon de câble et/ou de liaison blindée ou plus généralement un circuit de liaison selfique comme illustré sur la figure 1, un déphasage est introduit entre le potentiel juste en aval de la source d'alimentation G et celui existant au niveau de la borne A située entre le moyen de commutation SGL et le circuit de liaison LG.

[0009] En aval du moyen de commutation SGL, on a représenté une ligne de transport d'énergie L.

[0010] Le dispositif de détermination de l'instant opportun de fermeture est référencé 10. Il ne fournit son ordre de fermeture que lorsqu'il a reçu, au préalable, un ordre de fermeture primaire d'un superviseur de la ligne, ce superviseur peut être un opérateur ou un système automatique le représentant.

[0011] On a également prévu des moyens de mesure de potentiels en amont et en aval du moyen de commutation SGL. Le premier moyen de mesure de potentiel 1 est disposé en amont du moyen de commutation SGL et plus particulièrement entre la source d'alimentation G et le circuit de liaison LG. Ce circuit de liaison LG est représenté comme une self réelle, il peut s'agir d'un ou plusieurs transformateurs de tension et/ou d'un ou plusieurs câbles et/ou un ou plusieurs appareillages de connexion à isolation gazeuse (gas-insulated switchgear ou GIS) et/ou une ou plusieurs portions de ligne. Un GIS se modélise comme une ligne avec une valeur selfique linéique le long de la liaison et une valeur capacitive linéique phase/terre. Lorsque le courant est négligeable, la chute de tension selfique dans le GIS est négligeable.

[0012] Le premier moyen de mesure de potentiel 1 mesure le potentiel V1 de la sortie de la source d'alimentation G, c'est-à-dire la tension de la sortie de la source d'alimentation G par rapport à la terre. Le second moyen de mesure de potentiel 2 est placé entre le moyen de commutation SGL et la ligne L. Il mesure le potentiel V2 de la ligne L, c'est-à-dire la tension de la ligne L par rap-

port à la terre. Les deux moyens de mesure de potentiels 1, 2 peuvent être réalisés par des transformateurs de tension.

[0013] On peut prévoir, en option, un moyen de mesure du courant I qui sort du circuit de liaison LG en amont du moyen de commutation SGL. Il est référencé 3 et peut être réalisé par un transformateur de courant. Ce moyen de mesure n'est pas absolument nécessaire mais peut être très utile.

[0014] Les informations V1, V2, I mesurées par ces transformateurs de tension 1, 2 et ce transformateur de courant 3 sont injectées dans le dispositif de détermination 10 de l'instant opportun du moyen de commutation SGL.

[0015] Le dispositif de détermination 10 de l'instant opportun de fermeture transmet l'instant opportun de fermeture déterminé à un moyen de commande synchronisée 11 qui ferme le moyen de commutation SGL.

[0016] Lorsque le moyen de commutation SGL est ouvert, l'intensité du courant I circulant dans le circuit de liaison LG est nulle ou quasi nulle, ce qui implique que le potentiel de la borne A correspond à celui mesuré par le premier moyen de mesure de potentiel 1. La borne A correspond à une borne du moyen de commutation SGL côté source d'alimentation G.

[0017] La connaissance de l'historique des variations des potentiels au cours du temps permet en permanence au dispositif de détermination de l'instant opportun de déterminer, à l'avance, des moments possibles de fermeture du moyen de commutation SGL et donc de liaison de la source d'alimentation G à la ligne L. Le dispositif de détermination 10 de l'instant opportun de fermeture peut avantageusement recevoir aussi une information sur l'état ouvert ou fermé du moyen de commutation SGL, il peut ainsi s'assurer que le moyen de commutation SGL est ouvert avant d'émettre une commande de fermeture. Lorsque le dispositif de détermination 10 de l'instant opportun reçoit un ordre de fermeture provenant d'un superviseur de la ligne L ou d'un système automatique représentant le superviseur, il n'a plus qu'à choisir l'instant opportun de fermeture parmi les instants possibles à venir qu'il a déjà déterminé ou qu'il est en train de déterminer.

[0018] Un retard existe entre l'ordre de fermeture et la fermeture effective du moyen de commutation. La figure 2 illustre un synoptique de l'entourage du dispositif de détermination 10 de l'instant opportun.

[0019] Lorsque la source d'alimentation G alimente plusieurs sources de consommation, il y a plusieurs moyens de commutation, chacun associé à une source de consommation. Le dispositif de détermination ne peut plus se baser sur les mêmes potentiels pour déterminer l'instant opportun de fermeture.

[0020] La figure 3 montre un schéma d'un tel circuit. La source d'alimentation G alimente maintenant deux sources de consommation qui, par exemple, sont des lignes de transport L1, L2. Chacune des lignes L1, L2 est associée à un moyen de commutation SGL1, SGL2

respectivement, permettant de connecter ou de déconnecter chacune des lignes L1, L2 à la source d'alimentation G. Comme précédemment un circuit de liaison LG selfique est placé entre la source d'alimentation G et les moyens de commutation SGL1, SGL2. Ces derniers sont reliés à un noeud commun A0. On a représenté, de plus comme précédemment, un premier moyen de mesure de potentiel 1 mesurant un potentiel V1. Il est disposé entre la source d'alimentation G et le circuit de liaison LG. On a disposé, en outre, deux seconds moyens de mesure de potentiels 2, 2' entre chacun des moyens de commutation SGL1, SGL2 et la ligne L1, L2 qui lui est associée. Les potentiels mesurés sont dénommés V2, V2'.

[0021] On a aussi représenté un moyen de mesure de courant 3 pour mesurer le courant I circulant dans le circuit de liaison LG. Ce type de montage est utilisé fréquemment car, pour mieux assurer une continuité de service en cas de panne de matériel sur une ligne L1 par exemple, la source d'alimentation G peut débiter dans l'autre ligne L2. Grâce à la présence des moyens de commutation SGL1, SGL2, un tel montage est reconfigurable. Chacun des moyens de commutation SGL1, SGL2 est associé à un dispositif de détermination 10, 10' de l'instant opportun. Lorsque l'un des moyens de commutation est ouvert, par exemple celui référencé SGL1, la source G alimente la ligne L2 via le moyen de commutation SGL2 s'il est fermé. Le courant I qui circule dans le circuit de liaison LG n'est pas forcément nul ou quasi nul comme dans le cas précédent. Dans ce cas, une chute de tension non négligeable existe aux bornes du circuit de liaison LG. Le circuit de liaison LG provoque ainsi une perturbation des mesures qui se traduit surtout par un déphasage supplémentaire entre le potentiel V1 délivré par la source G et mesuré par le moyen de mesure de potentiel 1 et le potentiel du noeud commun A0. Des mesures effectuées dans un cas concret où le circuit de liaison LG comprend des transformateurs de puissance et des liaisons GIS donnent un déphasage de 23° alors qu'il aurait dû être de 30°. Un tel déphasage supplémentaire de -7° empêche le dispositif de détermination 10 de l'instant opportun de calculer avec précision l'instant opportun de fermeture du moyen de commutation SGL1 dans la mesure où il ne reçoit que le potentiel V1 mesuré par le moyen de mesure de potentiel 1 et le potentiel V2 mesuré par le moyen de mesure de potentiel 2 et éventuellement le courant I circulant dans le circuit de liaison LG mesuré par le moyen de mesure de courant 3. Ce déphasage supplémentaire entraîne un décalage par rapport aux prévisions des instants de fermeture calculés par le dispositif de détermination 10 de l'instant opportun associé au moyen de commutation SGL1. Ce décalage dépend de manière plus ou moins complexe du courant I circulant dans le circuit de liaison LG. Les références 11 et 11' illustrent des moyens de commande synchronisée qui reçoivent l'instant opportun de fermeture et ferment les moyens de commutation SGL1, SGL2 respectivement.

[0022] Pour pouvoir déterminer avec plus de précision l'instant opportun de fermeture du moyen de commutation SGL1, il faudrait pouvoir disposer de plus de moyens de mesure de potentiel pour connaître le potentiel de la borne côté source d'alimentation des moyens de commutation SGL1, SGL2, c'est-à-dire le potentiel du noeud commun A0. Cela augmente les coûts de manière non négligeable ou nécessite de prendre en compte de manière spécifique par calcul la perturbation de tension dans le circuit de liaison selfique, ce qui est pratiquement plus complexe à réaliser.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0023] La présente invention a pour but de proposer un procédé de détermination d'un instant opportun de fermeture d'un moyen de commutation monté dans un circuit électrique dans lequel une source d'alimentation alimente plusieurs sources de consommation, le moyen de commutation étant associé à l'une de ces sources de consommation, ce procédé ne présentant pas les limitations et difficultés évoquées ci-dessus.

[0024] Un but est en particulier de proposer un procédé qui permette de déterminer cet instant opportun de fermeture avec une précision aussi bonne que possible sans avoir à multiplier le nombre de points de mesure de potentiel ou de courant dans le circuit.

[0025] Un autre but de l'invention est de permettre une gestion simple des points de mesure de potentiel surtout si le nombre de sources de consommation est élevé et que les moyens de commutation ne sont pas tous dans le même état.

[0026] Pour atteindre ces buts, l'invention concerne plus précisément un procédé de détermination d'un instant opportun de fermeture d'un moyen de commutation, dit à fermer, monté entre une source d'alimentation et une source de consommation, la source d'alimentation alimentant également une ou plusieurs autres sources de consommation, chacune d'entre elles étant associée à un moyen de commutation monté entre la source d'alimentation et la source de consommation qui lui est associée, un circuit de liaison selfique étant inséré entre la source d'alimentation et les moyens de commutation. Dans le procédé :

- a) on mesure le potentiel d'une borne côté source de consommation du moyen de commutation à fermer ;
- b) on détermine une information représentative du potentiel d'une borne côté source d'alimentation du moyen de commutation à fermer, en recherchant un ou plusieurs moyens de commutation fermés parmi les moyens de commutation associés aux autres sources de consommation :

- i) si un ou plusieurs moyens de commutation sont fermés, la détermination de l'information se fait en mesurant au moins le potentiel d'une bor-

ne côté source de consommation d'un des moyens de commutation fermés,

- ii) si aucun moyen de commutation associé n'est fermé, on détermine l'information par mesure du potentiel entre la source d'alimentation et le circuit de liaison,

- c) on calcule à l'avance un ou plusieurs instants possibles de fermeture du moyen de commutation à fermer, à partir de l'information déterminée et de la mesure du potentiel de la borne côté source de consommation du moyen de commutation à fermer,
- d) dès qu'un ordre a été donné par un superviseur, on détermine l'instant opportun de fermeture du moyen de commutation à fermer, parmi les instants possibles de fermeture calculés ou en cours de calcul.

[0027] Pour améliorer encore la précision de la détermination, on peut calculer les instants possibles de fermeture à partir, de plus, d'une détermination d'un courant circulant dans le circuit de liaison.

[0028] La détermination du courant peut être faite par une mesure directe du courant circulant dans le circuit de liaison.

[0029] En variante, lorsqu'un ou plusieurs moyens de commutation sont fermés, on peut déterminer le courant circulant dans le circuit de liaison à partir d'une mesure du courant circulant entre chaque moyen de commutation fermé et la source de consommation associée.

[0030] Lorsqu'un seul moyen de commutation, parmi les moyens de commutation associés aux autres sources de consommation est fermé, l'information est le potentiel, obtenu par mesure, de la borne côté source de consommation du moyen de commutation fermé.

[0031] Lorsque plusieurs moyens de commutation parmi les moyens de commutation associés aux autres sources de consommation sont fermés, on sélectionne l'un des moyens de commutation, l'information étant une mesure du potentiel de la borne côté source de consommation du moyen de commutation fermé sélectionné.

[0032] L'étape de sélection peut consister à donner un rang aux moyens de commutation fermés selon une liste préétablie et à choisir le moyen de commutation ayant un rang prédéterminé.

[0033] En variante, l'étape de sélection peut consister à donner un rang aux moyens de commutation fermés en fonction de leur instant de fermeture et à choisir le moyen de commutation ayant un rang prédéterminé.

[0034] Selon une autre configuration, toujours lorsque plusieurs moyens de commutation parmi les moyens de commutation associés aux autres sources de consommation sont fermés, on mesure le potentiel des bornes côté source de consommation de tous les moyens de commutation fermés, l'information étant la moyenne arithmétique des potentiels mesurés.

[0035] La moyenne arithmétique peut être une moyenne arithmétique simple ou, pour encore plus de précision,

une moyenne arithmétique pondérée, chaque moyen de commutation fermé étant pourvu d'un poids.

[0036] Si le moyen de commutation à fermer est triphasé, possède trois paires de contacts, et fonctionne en mode dégradé avec une ou deux paires de contacts ouvertes, la mesure du potentiel d'une borne côté source de consommation d'un des moyens de commutation fermés, utilisée pour la détermination de l'information peut se faire sur une ou plusieurs phases correspondant à la ou les paires de contacts ouvertes du moyen de commutation à fermer.

[0037] Si les moyens de commutation sont triphasés, si le moyen de commutation à fermer possède trois paires de contacts à fermer, séparément ou simultanément, et si un ou plusieurs moyens de commutation sont fermés, on utilise pour la détermination de l'information la mesure du potentiel d'une borne côté source de consommation d'un des moyens de commutation fermés sur les trois phases.

[0038] Si les moyens de commutation sont triphasés, si le moyen de commutation à fermer possède trois paires de contacts à fermer, séparément ou simultanément, et si aucun moyen de commutation associé n'est fermé, on utilise pour la détermination de l'information, la mesure de potentiel au niveau de la source d'alimentation sur les trois phases ou sur l'une d'entre elles, notamment si la source d'alimentation est équilibrée.

[0039] La fermeture du moyen de commutation peut être un réenclenchement.

[0040] Les sources de consommation peuvent être des lignes de transport éventuellement à vide.

[0041] Le circuit de liaison selfique peut comprendre au moins un transformateur de tension et/ou au moins un câble et/ou au moins un appareillage de connexion à isolation gazeuse (gas-insulated switchgear ou GIS) et/ou au moins une portion de ligne électrique.

[0042] La présente invention concerne également un dispositif de détermination d'un instant opportun de fermeture d'un moyen de commutation, dit à fermer, monté entre une source d'alimentation et une source de consommation, la source d'alimentation alimentant également une ou plusieurs autres sources de consommation, chacune d'entre elles étant associée à un moyen de commutation monté entre la source d'alimentation et la source de consommation qui lui est associée, un circuit de liaison selfique étant inséré entre la source d'alimentation et les moyens de commutation.

[0043] Le dispositif de détermination comporte des moyens de calcul de l'instant opportun de fermeture, recevant le potentiel entre le moyen de commutation à fermer et la source de consommation qui lui est associée, une information traduisant le potentiel d'une borne côté source d'alimentation du moyen de commutation à fermer, cette information étant délivrée par des moyens de détermination, les moyens de détermination de l'information recevant le potentiel existant entre la source d'alimentation et le circuit de liaison ainsi que le potentiel d'une borne côté source de consommation d'un ou plu-

sieurs moyens de commutation autres que celui qui est à fermer, ainsi que l'état de ces moyens de commutation.

[0044] Les moyens de calcul peuvent recevoir également l'état du moyen de commutation à fermer.

[0045] Les moyens de calcul peuvent recevoir également une mesure de courant en sortie de la liaison selfique.

[0046] Les moyens de calcul peuvent recevoir une mesure du courant circulant entre chaque moyen de commutation fermé et la source de consommation associée.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0047] La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés, à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 (déjà décrite) représente un circuit électrique équipé d'un dispositif de détermination d'un instant opportun de fermeture d'un moyen de commutation selon l'art antérieur ;

la figure 2 (déjà décrite) illustre un synoptique de l'entourage du dispositif de détermination de l'instant opportun de fermeture illustré sur la figure 1 ;

la figure 3 (déjà décrite) illustre un circuit électrique dans lequel la source d'alimentation alimente plusieurs sources de consommation, le dispositif de détermination d'un instant opportun de l'art antérieur n'étant pas suffisamment précis ;

la figure 4A illustre un circuit électrique dans lequel la source d'alimentation alimente plusieurs sources de consommation, ce circuit électrique étant doté d'un dispositif de détermination d'un instant opportun de fermeture d'un moyen de commutation conforme à l'invention et la figure 4B montre de manière fonctionnelle ses moyens de détermination ;

la figure 5A illustre un circuit électrique symétrique avec deux sources d'alimentation dans lequel chaque source d'alimentation alimente plusieurs sources de consommation, ce circuit électrique symétrique étant doté d'un dispositif de détermination d'un instant opportun de fermeture d'un moyen de commutation conforme à l'invention et la figure 5B montre de manière fonctionnelle ses moyens de détermination ;

la figure 6A illustre un circuit similaire à celui de la figure 3 doté d'un dispositif de détermination d'un instant opportun de fermeture d'un moyen de commutation conforme à l'invention ;

les figures 6B, 6C sont des synoptiques de l'entourage du dispositif de détermination de l'instant opportun de fermeture d'une part du moyen de commutation 10.11 et d'autre part du moyen de commutation 10.21 ;

la figure 7 illustre un synoptique de l'entourage d'un dispositif de détermination de l'instant opportun de fermeture du moyen de commutation 10.11 appor-

tant plus de précision ;
la figure 8 illustre, partiellement un circuit électrique auquel s'applique le procédé de l'invention dans le cas d'un moyen de commutation triphasé fonctionnant dans un mode dégradé.

[0048] Des parties identiques, similaires ou équivalentes des différentes figures décrites ci-après portent les mêmes références numériques de façon à faciliter le passage d'une figure à l'autre. Les différentes possibilités (variantes) doivent être comprises comme n'étant pas exclusives les unes des autres.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

[0049] On va maintenant décrire un circuit électrique comportant des moyens de commutation auxquels le procédé de détermination d'un instant de fermeture peut s'appliquer. On se réfère à la figure 4A. On notera que le procédé de l'invention peut également s'appliquer au circuit de la figure 3.

[0050] Sur la figure 4A, on retrouve comme sur la figure 3, une source d'alimentation G reliée par l'intermédiaire d'un circuit de liaison selfique 20 à plusieurs moyens de commutation 10.1, 10.2, 10.3, 10.4. Le circuit de liaison selfique 20 est monté en série, il peut comprendre au moins un transformateur de tension et/ou au moins un câble et/ou au moins un appareillage de connexion à isolation gazeuse et/ou au moins une portion de ligne électrique. Sur la figure 4A, le circuit de liaison selfique 20 est schématisé par une self et les composants cités plus haut ne sont pas spécifiquement représentés pour ne pas multiplier inutilement les figures.

[0051] Chaque moyen de commutation 10.1, 10.2, 10.3, 10.4 est monté en amont d'une source de consommation L1, L2, L3, L4 avec laquelle il est associé.

[0052] Un moyen de commutation 10.1, 10.2, 10.3, 10.4 associé à une source de consommation L1, L2, L3, L4 possède une borne b1L, b2L, b3L, b4L branchée à la source de consommation L1, L2, L3, L4 et une borne b1G, b2G, b3G, b4G branchée au circuit de liaison 20. Toutes les bornes b1G, b2G, b3G, b4G sont reliées à un même noeud commun A.

[0053] On prévoit un moyen de mesure de potentiel 30, en sortie de la source d'alimentation G. Il est branché entre la source d'alimentation G et le circuit de liaison 20. Il mesure un potentiel Vg.

[0054] On prévoit également des moyens de mesure 40L1, 40L2, 40L3, 40L4 de potentiel en entrée des sources de consommation L1, L2, L3, L4. Chacun d'entre eux est branché entre un moyen de commutation 10.1, 10.2, 10.3, 10.4 et la source de consommation L1, L2, L3, L4 qui lui est associée. Ils mesurent chacun un potentiel VL1, VL2, VL3, VL4.

[0055] On peut également prévoir un moyen de mesure de courant 50 destiné à mesurer un courant Ig circulant dans le circuit de liaison 20. Il est disposé entre le

circuit de liaison 20 et le noeud commun A à tous les moyens de commutation 10.1, 10.2, 10.3, 10.4.

[0056] On peut également prévoir des moyens de mesure de courant 50L1, 50L2, 50L3, 50L4 destinés à mesurer un courant alimentant chaque source de consommation L1, L2, L3, L4. Ils sont disposés entre chaque moyen de commutation 10.1, 10.2, 10.3, 10.4 et la source de consommation L1, L2, L3, L4 qui lui est associée. Ils mesurent des courants dénommés IL1, IL2, IL3, IL4. Les moyens de mesure de courant sont facultatifs. Les moyens de mesure de courant 50L1, 50L2, 50L3, 50L4 peuvent être présents et pas le moyen de mesure de courant 50 ou vice versa. Dans une autre configuration encore les moyens de mesure de courant 50L1, 50L2, 50L3, 50L4 et le moyen de mesure de courant 50 sont présents. On peut utiliser l'un des moyens de mesure de courant 50L1, 50L2, 50L3, 50L4 pour connaître l'état d'un des moyens de commutation.

[0057] Les moyens de mesure de potentiel et de courant effectuent les mesures au fur et à mesure du déroulement du temps.

[0058] Le circuit électrique comporte également, associés à chacun des moyens de commutation 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, des moyens de commande 1001 synchronisée reliés à un dispositif de détermination 1000 d'un instant opportun de fermeture d'au moins un moyen de commutation à fermer. Le dispositif de détermination 1000 de l'instant opportun inclut des moyens de calcul 100 de l'instant opportun de fermeture du moyen de commutation à fermer. Les moyens de calcul 100 sont modulaires, chaque module étant associé à un moyen de commutation 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, puisque plusieurs moyens de commutation peuvent être à fermer dans un temps très court.

[0059] Les moyens de calcul 100 reçoivent un ordre de fermeture provenant d'un superviseur du circuit électrique, le potentiel entre le moyen de commutation à fermer, par exemple celui référencé 10.1, et la source de consommation L1 qui lui est associée, une information traduisant le potentiel d'une borne b1G côté source d'alimentation G du moyen de commutation 10.1 à fermer. L'ordre de fermeture est destiné à un moyen de commutation à fermer particulier, dans l'exemple de la figure 4A, il s'agit du moyen de commutation 10.1. Ce potentiel correspond, dans l'exemple décrit, au potentiel Va du noeud A commun à tous les moyens de commutation côté source d'alimentation G. Ils peuvent également recevoir l'état du moyen de commutation 10.1 à fermer.

[0060] L'information relative au potentiel de la borne côté source d'alimentation G du moyen de commutation à fermer 10.1 est délivrée par des moyens de détermination 110 puisque comme on l'a décrit à la figure 2, le potentiel Vg directement mesuré par le moyen de mesure 30 entre la sortie de la source d'alimentation G et le circuit de liaison risque de ne pas correspondre au potentiel recherché. Ces moyens de détermination 110 sont modulaires, chaque module 110m1, 110m2, 110m3, 110m4 étant associé à un moyen de commutation 10.1, 10.2,

10.3, 10.4.

[0061] Chaque module 110m1, 110m2, 110m3, 110m4 des moyens de détermination 110 reçoit une mesure du potentiel V_g entre la source d'alimentation G et le circuit de liaison 20, une mesure du potentiel VL1, VL2, VL3, VL4 entre le moyen de commutation 10.1, 10.2, 10.3, 10.4 qui lui est associé et la source de consommation L1, L2, L3, L4 aval respective ainsi que leur état.

[0062] Si aucun autre moyen de commutation 10.2, 10.3, 10.4 n'est fermé, l'information relative au potentiel de la borne côté source d'alimentation G du moyen de commutation à fermer 10.1 est le potentiel V_g existant entre la source d'alimentation G et le circuit de liaison 20. Si un seul autre moyen de commutation, par exemple le moyen de commutation 10.2 est fermé, l'information relative au potentiel de la borne côté source d'alimentation G du moyen de commutation à fermer 10.1 est le potentiel VL2 entre le seul moyen de commutation fermé 10.2 et la source de consommation L2 qui lui est associée. La figure 4B montre de manière fonctionnelle le fonctionnement des moyens de détermination 110 si au plus un moyen de commutation est fermé.

[0063] Si plusieurs autres moyens de commutation sont fermés, par exemple 10.2, 10.3, 10.4 plusieurs possibilités existent. Sur la figure 4A, tous les moyens de commutation ont été représentés ouverts, ce n'est bien sûr qu'un exemple.

[0064] Les moyens de détermination 110 peuvent sélectionner un des moyens de commutation fermés, par exemple celui référencé 10.3. L'information relative au potentiel de la borne côté source d'alimentation G du moyen de commutation à fermer 10.1, délivrée par les moyens de détermination 110 est le potentiel VL3, mesuré par le moyen de mesure 40L3, ce potentiel existant entre le moyen de commutation sélectionné 10.3 et la source de consommation L3 qui lui est associée.

[0065] Les moyens de détermination 110 peuvent sélectionner le moyen de commutation fermé 10.3 après avoir donné un rang à tous les moyens de commutation fermés 10.2, 10.3, 10.4 selon une liste préétablie mémorisée dans les moyens de détermination 110 et choisir le moyen de commutation qui porte un rang prédéterminé, par exemple le premier rang ou le dernier rang.

[0066] En variante, les moyens de détermination 110 peuvent donner un rang à tous les moyens de commutation fermés en fonction de leur instant de fermeture et choisir le moyen de commutation ayant un rang prédéterminé, par exemple le premier rang ou le dernier rang. Il peut s'agir du moyen de commutation qui est resté fermé le plus longtemps ou au contraire le moins longtemps.

[0067] Une autre variante est de calculer l'information relative au potentiel de la borne côté source d'alimentation G du moyen de commutation à fermer 10.1 en faisant une moyenne des potentiels existants entre chaque moyen de commutation fermé 10.2, 10.3, 10.4 et la source de consommation L1, L2, L3 qui lui est associée. La moyenne peut être une moyenne arithmétique simple ou une moyenne arithmétique pondérée. Les potentiels sont

mesurés par les moyens de mesure de potentiels 40L1, 40L2, 40L3, 40L4. Avec la moyenne arithmétique pondérée, on augmente la précision car on réduit la dispersion d'origine aléatoire des mesures.

[0068] Dans ce dernier cas, le poids attribué à un moyen de commutation peut être fonction de son instant de fermeture, les moyens de commutation ouverts ayant un poids nul. Les moyens de commutation fermés depuis longtemps peuvent avoir un poids plus lourd que ceux fermés récemment. L'inverse est possible. Il est également possible que le poids soit dépendant de la qualité respective des moyens de mesure. D'autres méthodes d'attribution de poids aux moyens de commutation existent bien sûr. Par exemple, on pourrait attribuer à un moyen de commutation référencé 10.k (k compris entre 1 et n entier supérieur à 1) un poids λ_k tel que $\lambda_k = \text{état}_k \cdot (C/\sigma_k)^2$ où état_k représente l'état du moyen de commutation 10.k, et vaut un lorsque le moyen de commutation 10.k est fermé et zéro autrement, σ_k est l'écart-type correspondant à la précision de mesure du moyen de mesure d'indice k associé, C est un coefficient tel que $\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n$ soit égale à 1.

[0069] Il est possible pour obtenir une meilleure précision de l'instant opportun de fermeture que les moyens de calcul 100 reçoivent et prennent en compte la valeur du courant I_g circulant dans le circuit de liaison 20. Ce courant peut être mesuré directement par le moyen de mesure de courant 50 disposé entre le circuit de liaison 20 et le noeud commun A. En variante, on peut déterminer le courant circulant dans le circuit de liaison 20 à partir d'une mesure du courant circulant entre chaque moyen de commutation fermé 10.2, 10.3, 10.4 et la source de consommation associée L2, L3, L4. C'est pourquoi sur la figure 4A, les moyens de calcul 100 reçoivent les courants IL2, IL3, IL4.

[0070] Il est possible que les moyens de calcul 100 reçoivent également la valeur du courant IL1 dans la mesure où c'est le moyen de commutation 10.1 qui est à fermer. Cette valeur de courant IL1 renseigne sur l'état ouvert ou fermé du moyen de commutation 10.1 à fermer. Ce courant s'il est non nul signifie catégoriquement que le moyen de commutation 10.1 est fermé. Sur la figure 4A, on a indiqué que tous les courants IL1, IL2, IL3, IL4 étaient injectés dans le moyen de calcul 100, cela signifie bien sûr qu'ils sont utilisés que si ils sont utiles.

[0071] Les moyens de calcul 100 calculent à l'avance un ou plusieurs instants possibles de fermeture du moyen de commutation 10.1 à partir du potentiel entre le moyen de commutation 10.1 et la source de consommation L1 qui lui est associée et de l'information relative au potentiel de la borne côté source d'alimentation G du moyen de commutation à fermer 10.1. Ces instants possibles de fermeture correspondent à des instants pour lesquels le potentiel entre le moyen de commutation 10.1 et la source de consommation L1 qui lui est associée et l'information relative au potentiel de la borne côté source d'alimentation G du moyen de commutation à fermer 10.1 sont sensiblement égaux. Au cours du temps, tant qu'un

ordre de fermeture n'a pas été donné par un superviseur, on continue le calcul d'instants possibles de fermeture.

[0072] Lorsqu'ils ont reçu un ordre du superviseur, les moyens de calcul 100 déterminent un instant opportun parmi les instants possibles de fermeture calculés ou en cours de calcul. Les moyens de commande 1001 synchronisée du moyen de commutation reçoivent l'instant opportun du dispositif de détermination 1000 et commandent alors la fermeture du moyen de commutation 10.1 à l'instant opportun calculé par les moyens de calcul 100.

[0073] On va maintenant s'intéresser à un autre circuit électrique auquel peut s'appliquer le procédé de l'invention.

[0074] On se réfère à la figure 5A. Dans ce circuit, on retrouve deux sous-circuits SC1, SC2 d'alimentation symétriques connectés entre eux, chacun d'entre eux comportant une source d'alimentation G1, G2 destinée à alimenter plusieurs sources de consommation L1, L2. Dans l'exemple, il y a deux sources d'alimentation et deux sources de consommation, mais ce n'est pas limitatif. Les deux sources d'alimentation G1, G2 alimentent les deux mêmes sources de consommation L1, L2. Chaque source de consommation L1, L2 est associée à deux moyens de commutation respectivement 10.11, 10.12 et 10.21, 10.22, ces deux moyens de commutation appartenant aux deux sous-circuits symétriques différents SC1, SC2. Comme sur la figure 4A, on retrouve un circuit de liaison selfique 20.1, 20.2 entre chaque source d'alimentation G1, G2 et un noeud commun A1, A2 entre les moyens de commutation 10.11, 10.21 et 10.12, 10.22 d'un même sous-circuit symétrique SC1, SC2. Par rapport à ce qui a été décrit précédemment pour les moyens de détermination 1000 et donc les moyens de calcul 100 et les moyens de détermination 110, une différence se situe au niveau de la fourniture du courant entrant dans la source de consommation L1, L2. Ce courant provient de chacun des sous-circuits symétriques SC1, SC2. On peut disposer d'un moyen de mesure de courant 50L1, 50L2 disposé entre la source de consommation L1, L2 et les moyens de commutation 10.11, 10.12 et 10.21, 10.22 qui lui sont associés. On peut également reconstituer le courant IL1, IL2 entrant dans chaque source de consommation L1, L2 en sommant les courants Ig1L1, Ig1L2, Ig2L1, Ig2L2 circulant entre chacun des noeuds A1, A2 et les moyens de commutation 10.11, 10.12, 10.21, 10.22 associés à la source de consommation L1, L2. On prévoit pour cela des moyens de mesure de courant 51.1, 51.2, 52.1, 52.2 entre les noeuds A1, A2 et les moyens de commutation 10.11, 10.21, 10.12, 10.22.

[0075] Sur la figure 5A, les moyens de calcul 100 et les moyens de détermination 110 sont modulaires comme illustré sur la figure 4A, les modules étant regroupés au sein d'un même bloc 1000. Les modules des moyens de détermination 110 sont référencés 110m1.1, 110m2.1, 110m1.2, 110m2.2. Chacun des deux premiers modules 110m1.1, 110m2.1 reçoivent Vg1, une mesure du potentiel Vg1 entre la source d'alimentation G1 et le circuit de liaison 20.1, une mesure du potentiel

VL1, VL2, entre le moyen de commutation 10.11, 10.21 qui lui est associé et la source de consommation L1, L2, aval respective ainsi que leur état.

[0076] Chacun des deux autres modules 110m1.2, 110m2.2 reçoivent une mesure du potentiel Vg2 entre la source d'alimentation G2 et le circuit de liaison 20.2, une mesure du potentiel VL1, VL2, entre le moyen de commutation 10.12, 10.22, qui lui est associé et la source de consommation L1, L2 aval respective ainsi que leur état.

[0077] La figure 5B montre de manière fonctionnelle le fonctionnement des moyens de détermination 110 si au plus un moyen de commutation est fermé.

[0078] Sur les figures 6A 6B, 6C associées, les moyens de détermination et les moyens de calcul sont représentés disjoints, chacun d'entre eux étant déporté à proximité du moyen de commutation avec lequel il est associé.

[0079] Sur la figure 6A, on a représenté un circuit électrique qui correspond sensiblement à l'un des sous-circuits symétriques de la figure 5A, avec des dispositifs de détermination 1000L1, 1000L2 conformes à l'invention. On ne redécrit pas la structure du circuit.

[0080] Les moyens de calcul 100L1, 100L2 sont dédiés à un des moyens de commutation 10.11, 10.21. Il en est de même pour les moyens de détermination 110L1, 110L2 de l'information relative au potentiel de la borne côté source d'alimentation G1 du moyen de commutation à fermer 10.11, 10.21.

[0081] Sur la figure 6B on a illustré un synoptique du fonctionnement du dispositif de détermination 1000L1 de l'instant opportun de fermeture, on a aussi représenté les moyens de commande synchronisée de la fermeture 1001L1 du moyen de commutation 10.11. Les moyens de détermination 110L1 sont chargés de fournir aux moyens de calcul 100L1 une information relative au potentiel de la borne côté source d'alimentation G1 du moyen de commutation à fermer 10.11, c'est-à-dire, dans l'exemple, traduisant le potentiel Va du noeud A1 commun à tous les moyens de commutation 10.11, 10.21.

[0082] Les moyens de détermination 110L1 reçoivent l'état de l'autre moyen de commutation 10.21. Ils reçoivent aussi le potentiel Vg existant entre la source d'alimentation G1 et le circuit de liaison 20 et le potentiel VL2 existant entre le moyen de commutation 10.21 et la source de consommation L2.

[0083] Si le moyen de commutation 10.21 est ouvert, l'information traduisant le potentiel Va du noeud A1 commun à tous les moyens de commutation est donnée par le potentiel Vg existant entre la source d'alimentation G1 et le circuit de liaison 20.

[0084] Si le moyen de commutation 10.21 est fermé, l'information traduisant le potentiel Va du noeud A1 commun à tous les moyens de commutation est le potentiel VL2 présent entre le moyen de commutation 10.21 et la source de consommation L2. Le potentiel Vg n'est plus exploitable à cause de la présence du circuit de liaison 20 selfique. L'information traduisant le potentiel Va du noeud A1 commun à tous les moyens de commutation

est donc soit V_g soit $VL2$ selon l'état fermé ou ouvert du moyen de commutation 10.21.

[0085] Les moyens de calcul 100L1 de l'instant opportun de fermeture reçoivent l'information relative au potentiel de la borne côté source d'alimentation G1 du moyen de commutation à fermer 10.11 et le potentiel $VL1$ mesuré. Ils calculent à l'avance des instants possibles de fermeture du moyen de commutation 10.11 avec cette mesure et cette information. Ils reçoivent également un ordre d'un superviseur et à partir de cet ordre déterminent l'instant opportun de fermeture sur la base des instants de fermeture possibles calculés par avance ou en cours de calcul. Cet instant sert aux moyens de commande 1001L1 synchronisée pour qu'ils ferment le moyen de commutation 10.11.

[0086] Sur la figure 6C on a illustré un synoptique du fonctionnement du dispositif de détermination 1000L2 de l'instant opportun de fermeture, on a aussi représenté les moyens de commande synchronisée de la fermeture 1001L2 du moyen de commutation 10.21. Les moyens de détermination 110L2 sont chargés de fournir aux moyens de calcul 100L2 une information relative au potentiel de la borne côté source d'alimentation G1 du moyen de commutation à fermer 10.21, c'est-à-dire dans l'exemple traduisant le potentiel V_a du noeud A1 commun à tous les moyens de commutation 10.11, 10.21.

[0087] Les moyens de détermination 110L2 reçoivent l'état de l'autre moyen de commutation 10.11. Ils reçoivent aussi le potentiel V_g existant entre la source d'alimentation G1 et le circuit de liaison 20 et le potentiel $VL1$ existant entre le moyen de commutation 10.11 et la source de consommation L1.

[0088] Si le moyen de commutation 10.11 est ouvert, l'information traduisant le potentiel V_a du noeud A1 commun à tous les moyens de commutation est donnée par le potentiel V_g existant entre la source d'alimentation G1 et le circuit de liaison 20.

[0089] Si le moyen de commutation 10.11 est fermé, l'information traduisant le potentiel V_a du noeud A1 commun à tous les moyens de commutation est le potentiel $VL1$ présent entre le moyen de commutation 10.11 et la source de consommation L1. Le potentiel V_g n'est plus exploitable à cause de la présence du circuit de liaison 20 selfique. L'information traduisant le potentiel V_a du noeud A1 commun à tous les moyens de commutation est donc soit V_g soit $VL1$ selon l'état fermé ou ouvert du moyen de commutation 10.11.

[0090] Les moyens de calcul 100L2 de l'instant opportun de fermeture reçoivent l'information relative au potentiel de la borne côté source d'alimentation G1 du moyen de commutation à fermer 10.21 et le potentiel $VL2$ mesuré. Ils calculent à l'avance des instants possibles de fermeture du moyen de commutation 10.21 avec cette mesure et cette information. Ils reçoivent également un ordre d'un superviseur et à partir de cet ordre déterminent l'instant opportun de fermeture sur la base des instants de fermeture possibles calculés par avance ou en cours de calcul. Cet instant sert aux moyens de commande

1001L2 synchronisée pour qu'ils ferment le moyen de commutation 10.21.

[0091] La figure 7 montre un synoptique plus complet d'un autre exemple dispositif de détermination de l'instant opportun de fermeture du moyen de commutation 10.11 (non représenté).

[0092] Les moyens de détermination 110L1 sont conformes à ceux décrits à la figure 6A, ils reçoivent le potentiel V_g et le potentiel $VL2$ existant entre le moyen de commutation 10.21 et la source de consommation L2 qui lui est associée. Les moyens de calcul 100L1 de l'instant opportun de fermeture reçoivent de plus le courant I_{g1} circulant dans le circuit de liaison 20.1, c'est-à-dire par exemple la valeur du courant mesuré par les moyens 50.1, si ces moyens sont prévus.

[0093] Les moyens de calcul 100L1 reçoivent également une information sur l'état du moyen de commutation à fermer 10.11. Cette information est facultative.

[0094] Les moyens de calcul 100L1 calculent à l'avance des instants possibles pour la fermeture du moyen de commutation 10.11 en fonction des potentiels et du courant qu'ils reçoivent. Dès qu'un superviseur a envoyé l'ordre de fermeture du moyen de commutation 10.11, les moyens de calcul 100L1 décident de l'instant opportun de fermeture parmi les instants de fermeture possibles calculés à l'avance ou en cours de calcul. Lorsque cet instant opportun de fermeture a été déterminé, le dispositif de détermination 1000L1 de l'instant opportun transmet cet instant aux moyens de commande 1001L1 synchronisée (non représentés), ces derniers sont alors activés pour que le moyen de commutation 10.11 se ferme à l'instant opportun.

[0095] Les moyens de calcul et les moyens de détermination peuvent traiter les données qu'ils reçoivent sous forme analogique ou sous forme numérique.

[0096] Le dispositif de détermination de l'instant opportun peut comporter des composants électromécaniques par exemple de type relais électromagnétiques, des composants électroniques discrets par exemple de type transistor, résistance, capacité, amplificateur opérationnel ou des circuits intégrés de type analogique, numérique ou mixte. Cette liste n'est pas exhaustive.

[0097] Les moyens de commutation 10.11, 10.12, 10.21, 10.22 peuvent être monophasés et ne comporter qu'une seule paire de contacts. Les moyens de commande synchronisée n'actionnent que cette paire de contacts pour la fermer à l'instant opportun de fermeture. Les moyens de commutation sont conformes à la représentation des figures 4A, 5A, 6A.

[0098] En variante, les moyens de commutation peuvent être triphasés et comporter trois paires de contacts pouvant être commandées simultanément ou séparément. La détermination de l'instant de fermeture d'un moyen de commutation signifie l'instant de fermeture de l'une des paires de contact, si la commande se fait séparément ou de toutes les paires si la commande est simultanée.

[0099] Dans cette variante, les sources d'alimentation,

de consommation et le circuit de liaison sont également triphasés. Les moyens de mesure de potentiel peuvent mesurer le potentiel d'une des phases ou de plusieurs. Il en est de même pour les moyens de mesure de courant. La mesure de potentiel sur une des phases en sortie de la source d'alimentation est suffisante pour définir l'amplitude, la fréquence et la phase pour chacune des autres phases si la source d'alimentation est bien équilibrée.

[0100] Il se peut que le moyen de commutation 10.11 à fermer fonctionne dans un mode dégradé. Dans ce cas, au moins une de ses paires de contacts P3 est fermée et au moins une de ses paires de contacts P1, P2 est ouverte comme illustré sur la figure 8. Les moyens de commande synchronisée vont n'actionner que la ou les paires de contacts P1, P2 ouverte. Si plusieurs paires de contacts P1, P2 sont à fermer, cela pourra se faire de manière simultanée pour toutes les paires P1, P2 et le dispositif de détermination ne déterminera qu'un seul instant opportun de fermeture. Les mesures du potentiel entre un moyen de commutation à fermer et la source de consommation se fait sur toutes les phases correspondantes aux paires de contacts à fermer. En variante, toujours dans le cas où plusieurs paires de contacts P1, P2 sont à fermer, la fermeture peut avoir lieu à des instants opportuns différents pour chacune des paires de contacts. Le dispositif de détermination déterminera les différents instants opportuns de fermeture phase par phase.

[0101] Du côté du potentiel existant entre la source d'alimentation G et le circuit de liaison (non représenté sur la figure 8), il est possible comme indiqué plus haut de faire la mesure de potentiel sur toutes les phases correspondantes aux paires de contacts P1, P2 à fermer ou au contraire sur une seule de ces phases si la source d'alimentation G est bien équilibrée.

[0102] S'il y a plusieurs paires de contacts P1, P2 à fermer et que la fermeture se fait de manière simultanée, un seul résultat de calcul de l'instant opportun pour toutes les paires de contacts P1, P2 à fermer sera retenu. Au contraire, s'il y a plusieurs paires de contacts P1, P2 à fermer et que la fermeture des paires se fait de manière indépendante, un résultat calcul de l'instant opportun de fermeture est retenu par paire de contacts à fermer. Le même raisonnement peut être tenu dans la mesure où toutes les paires de contact sont à fermer. Dans cette configuration, les mesures de potentiels se feront sur toute les phases en aval du ou des moyens de commutation fermé et la mesure de potentiel pourra se faire sur toutes les phases ou sur une seule d'entre elles en sortie de la source d'alimentation.

[0103] Les moyens de détermination et les moyens de calcul peuvent être réalisés par des sous-ensembles séparés et être placés dans des boîtiers différents pouvant être montés ou non sur un même bâti. En variante, ils peuvent être montés dans un même boîtier.

[0104] Bien que plusieurs modes de réalisation de la présente invention aient été représentés et décrits de façon détaillée, on comprendra que différents change-

ments et modifications puissent être apportés sans sortir du cadre de l'invention.

5 Revendications

1. Procédé de détermination d'un instant opportun de fermeture d'un moyen de commutation (10.1), dit à fermer, monté entre une source d'alimentation (G) et une source de consommation (L1), la source d'alimentation (G) alimentant également une ou plusieurs autres sources de consommation (L2, L3, L4), chacune d'entre elles étant associée à un moyen de commutation (10.2, 10.3, 10.4) monté entre la source d'alimentation (G) et la source de consommation (L2, L3, L4) qui lui est associée, un circuit de liaison (20) selfique étant inséré entre la source d'alimentation (G) et les moyens de commutation (10.1, 10.2, 10.3, 10.4), procédé dans lequel

a) on mesure le potentiel d'une borne (b1L) côté source de consommation (L1) du moyen de commutation (10.1) à fermer ;

b) on détermine une information représentative du potentiel d'une borne (b1G) côté source d'alimentation du moyen de commutation (10.1) à fermer en recherchant un ou plusieurs moyens de commutation (10.2, 10.3, 10.4) fermés parmi les moyens de commutation associés aux autres sources de consommation ;

i) si un ou plusieurs moyens de commutation (10.2, 10.3, 10.4) associés sont fermés, la détermination de l'information se fait en mesurant au moins le potentiel d'une borne (b2L) côté source de consommation (L2) d'un des moyens de commutation fermés, ii) si aucun moyen de commutation associé n'est fermé, on détermine l'information par mesure du potentiel entre la source d'alimentation (G) et le circuit de liaison (20),

c) on calcule à l'avance un ou plusieurs instants possibles de fermeture du moyen de commutation (10.1) à fermer à partir de l'information déterminée et de la mesure du potentiel de la borne (b1L) côté source de consommation du moyen de commutation (10.1) à fermer,

d) on détermine l'instant opportun de fermeture du moyen de commutation (10.1) à fermer, dès qu'un ordre a été donné par un superviseur, parmi les instants possibles calculés à l'avance ou en cours de calcul.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on calcule les instants possibles de fermeture à partir, de plus, d'une détermination d'un courant circulant dans le circuit de liaison (20).

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel la détermination est une mesure directe du courant circulant dans le circuit de liaison (20).
4. Procédé selon la revendication 2, dans lequel lorsqu'un ou plusieurs moyens de commutation sont fermés, on détermine le courant circulant dans le circuit de liaison (20) à partir d'une mesure du courant circulant entre chaque moyen de commutation fermé (10.2, 10.3, 10.4) et la source de consommation associée (L2, L3, L4).
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel lorsqu'un seul moyen de commutation (10.2) parmi les moyens de commutation (10.2, 10.3, 10.4) associés aux autres sources de consommation (L2, L3, L4) est fermé, l'information est le potentiel, obtenu par mesure, de la borne côté source de consommation (L2) du moyen de commutation fermé (10.2).
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel lorsque plusieurs moyens de commutation (10.2, 10.3) parmi les moyens de commutation (10.2, 10.3, 10.4) associés aux autres sources de consommation (L2, L3, L4) sont fermés, on sélectionne l'un des moyens de commutation (10.2), l'information étant une mesure du potentiel de la borne côté source de consommation (L2) du moyen de commutation fermé (10.2) sélectionné.
7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel l'étape de sélection consiste à donner un rang aux moyens de commutation fermés (10.2, 10.3) selon une liste préétablie et à choisir le moyen de commutation (10.2) ayant un rang prédéterminé.
8. Procédé selon la revendication 6, dans lequel l'étape de sélection consiste à donner un rang aux moyens de commutation fermés (10.2, 10.3) en fonction de leur instant de fermeture et à choisir le moyen de commutation (10.2) ayant un rang prédéterminé.
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel lorsque plusieurs moyens de commutation (10.2, 10.3) parmi les moyens de commutation (10.2, 10.3, 10.4) associés aux autres sources de consommation (L2, L3, L4) sont fermés, on mesure le potentiel des bornes côté source de consommation (L2, L3) de tous les moyens de commutation 10.2, 10.3) fermés, l'information étant la moyenne arithmétique des potentiels mesurés.
10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel si le moyen de commutation (10.1) à fermer est triphasé, possède trois paires (P1, P2, P3) de contacts et fonctionne en mode dégradé avec une ou deux paires de contacts ouvertes, la mesure du potentiel d'une borne côté source de consommation (L2) d'un des moyens de commutation fermés (10.2), utilisée pour la détermination de l'information, se fait sur une ou plusieurs phases correspondant à une ou plusieurs paires de contacts ouvertes du moyen de commutation à fermer.
11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel si les moyens de commutation (10.1 à 10.4) sont triphasés, si le moyen de commutation à fermer (10.1) possède trois paires de contacts (P1, P2, P3) à fermer séparément ou simultanément, et si un ou plusieurs moyens de commutation (10.2, 10.3, 10.4) associés sont fermés, on utilise pour la détermination de l'information, la mesure du potentiel d'une borne côté source de consommation d'un des moyens de commutation fermés (10.2) sur les trois phases.
12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel si les moyens de commutation (10.1 à 10.4) sont triphasés, si le moyen de commutation à fermer (10.1) possède trois paires de contacts (P1, P2, P3) à fermer séparément ou simultanément, et si aucun moyen de commutation associé (10.2 à 10.4) n'est fermé, on utilise pour la détermination de l'information, la mesure du potentiel au niveau de la source d'alimentation (G) sur les trois phases ou sur l'une d'entre elles notamment si la source d'alimentation (G) est équilibrée.
13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la fermeture du moyen de commutation (10.1) est un réenclenchement.
14. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le circuit de liaison selfique (20) comprend au moins un transformateur de tension et/ou au moins un câble et/ou au moins un appareillage de connexion à isolation gazeuse et/ou au moins une portion de ligne électrique.
15. Dispositif de détermination d'un instant opportun de fermeture d'un moyen de commutation (10.1), dit à fermer, monté entre une source d'alimentation (G) et une source de consommation (L1), la source d'alimentation (G) alimentant également une ou plusieurs autres sources de consommation (L2, L3, L4), chacune d'entre elles étant associée à un moyen de commutation (10.2, 10.3, 10.4) monté entre la source d'alimentation (G) et la source de consommation (L2, L3, L4) qui lui est associée, un circuit de liaison (20) selfique étant inséré entre la source d'alimentation (G) et les moyens de commutation (10.1, 10.2, 10.3, 10.4), **caractérisé en ce qu'il** comporte des moyens de calcul (100) de l'instant opportun de fermeture recevant le potentiel (VL1) entre le moyen de commutation (10.1) à fermer et la source de con-

somation (L1) qui lui est associée et une information traduisant le potentiel d'une borne côté source d'alimentation du moyen de commutation (10.1) à fermer délivrée par des moyens de détermination, les moyens de détermination (110) de l'information recevant le potentiel existant entre la source d'alimentation (G) et le circuit de liaison (20), le potentiel d'une borne côté source de consommation d'un ou plusieurs moyens de commutation (10.2, 10.3) autres que celui qui est à fermer ainsi que l'état de ces moyens de commutation (10.2, 10.3).

- 16.** Dispositif de détermination selon la revendication 15, dans lequel les moyens de calcul reçoivent également l'état du moyen de commutation (10.1) à fermer et/ou une mesure du courant en sortie de la liaison selfique (20) et/ou une mesure du courant circulant entre chaque moyen de commutation fermé (10.2, 10.3, 10.4) et la source de courant (L1, L2, L3) associée.

25

30

35

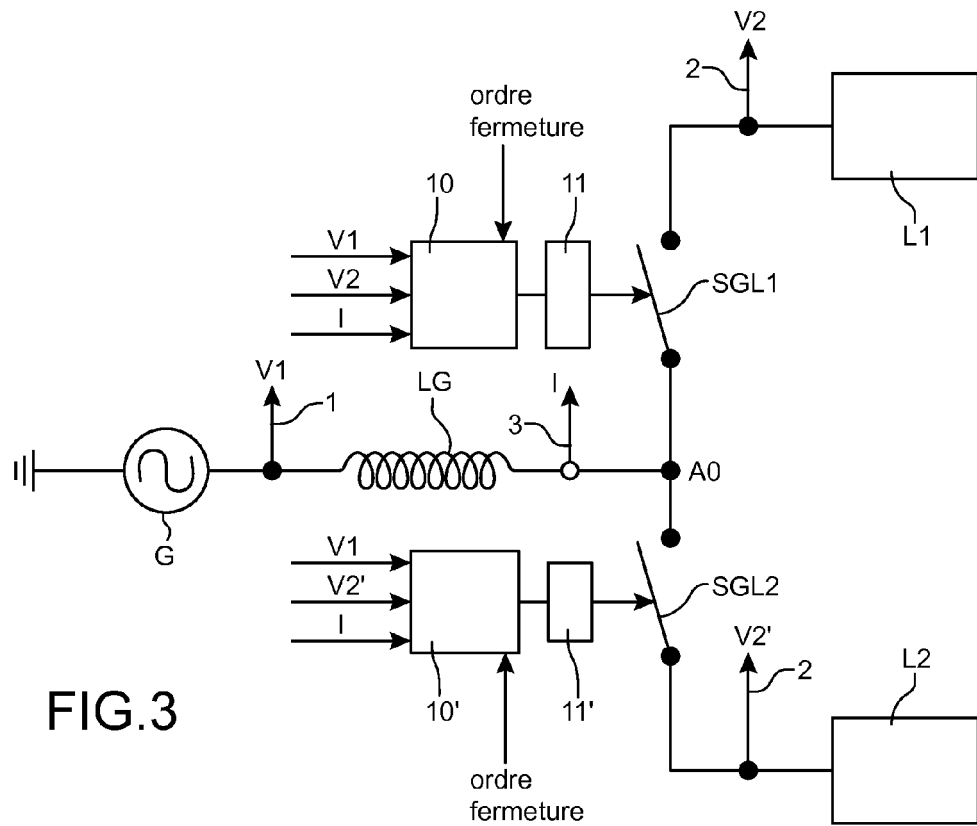
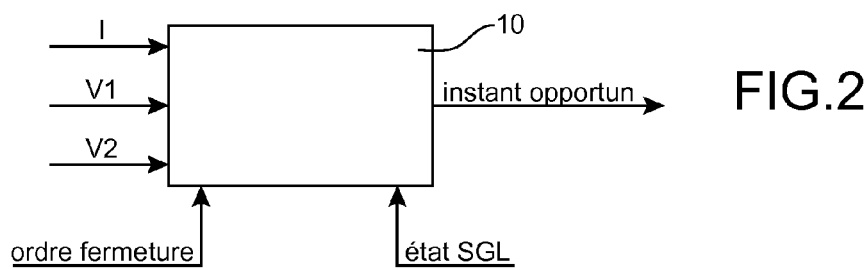
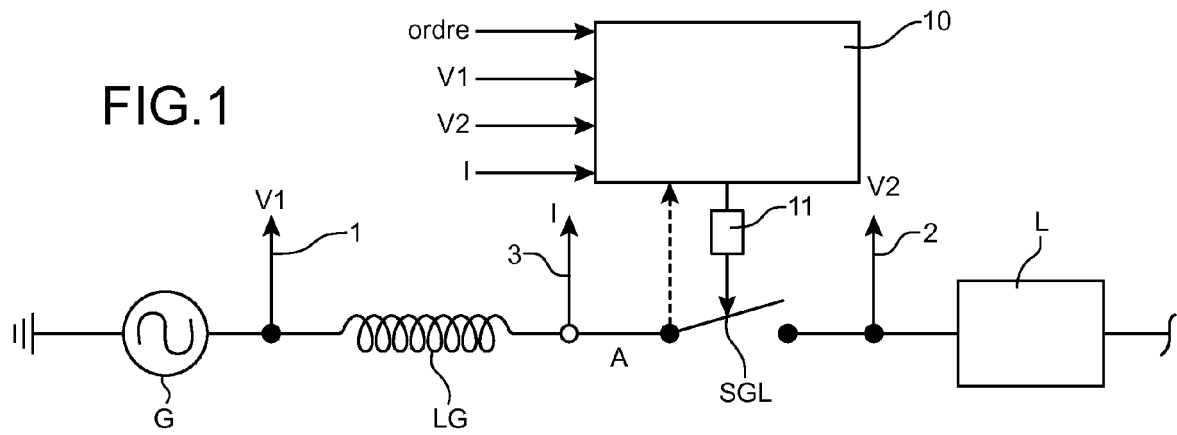
40

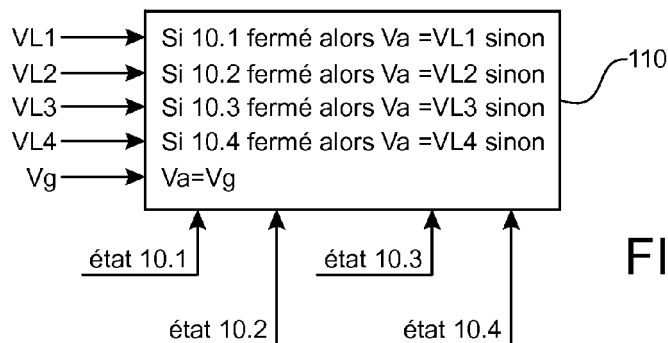
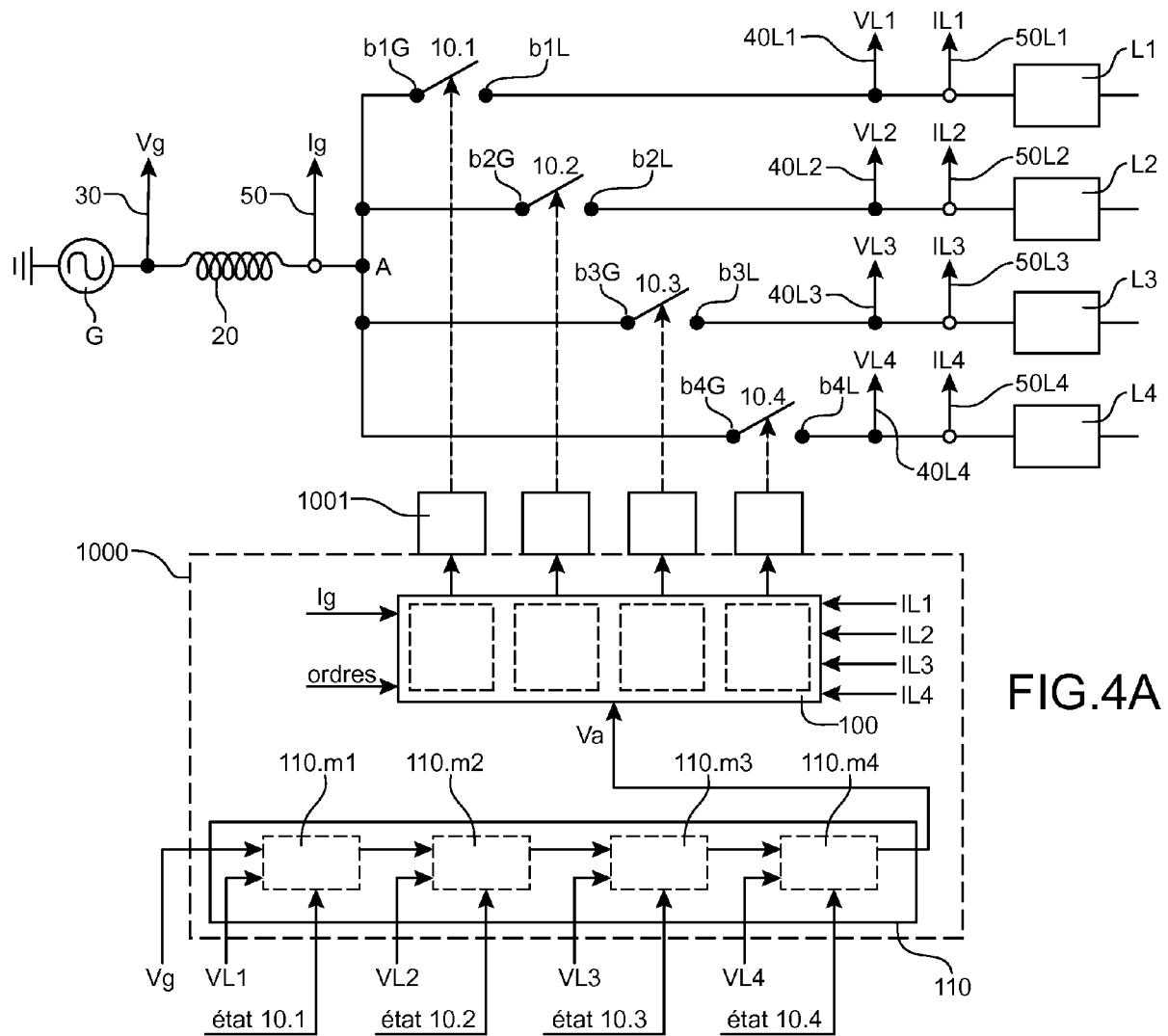
45

50

55

FIG.1





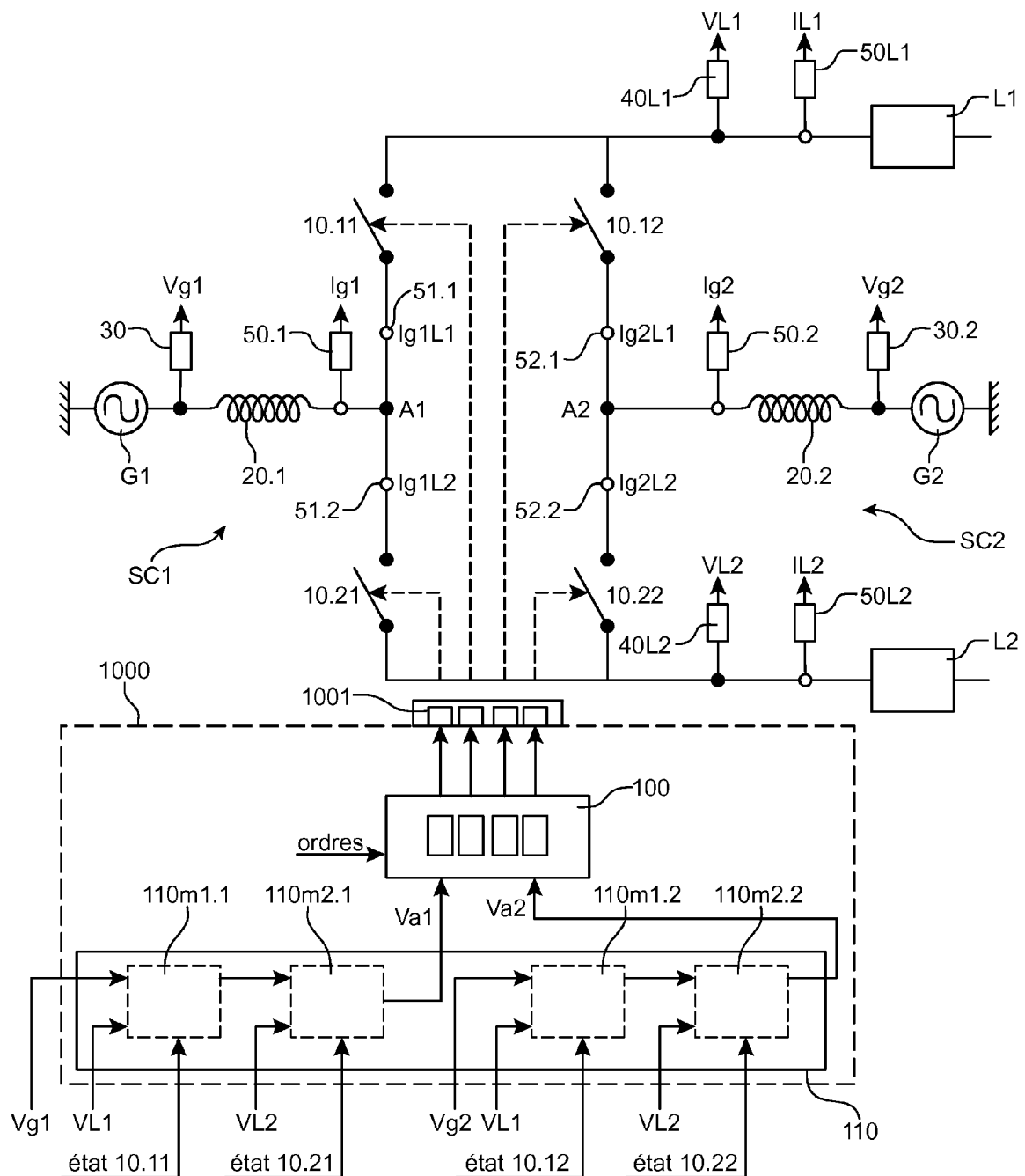
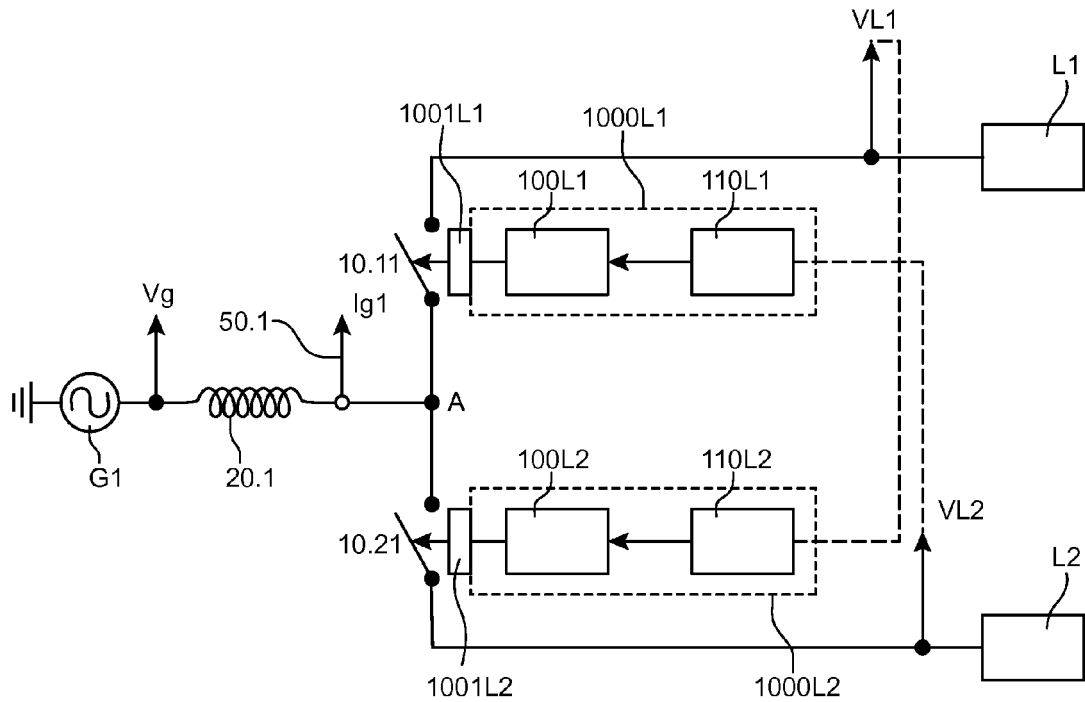
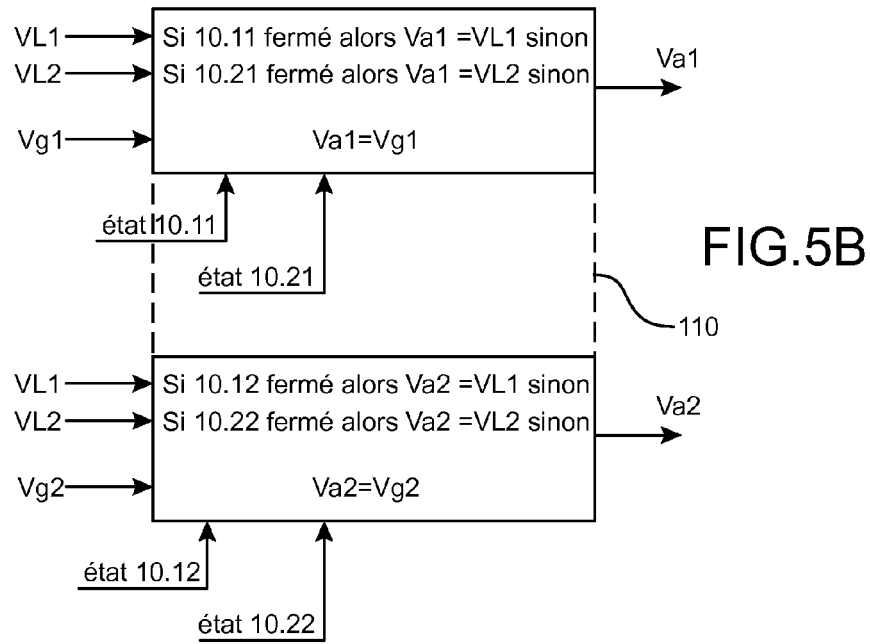


FIG.5A



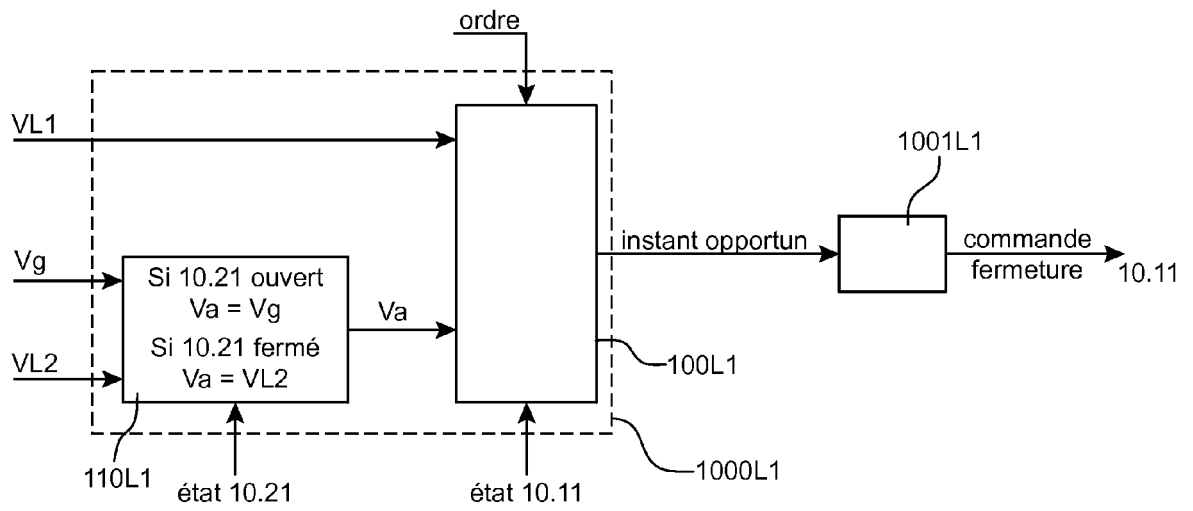


FIG.6B

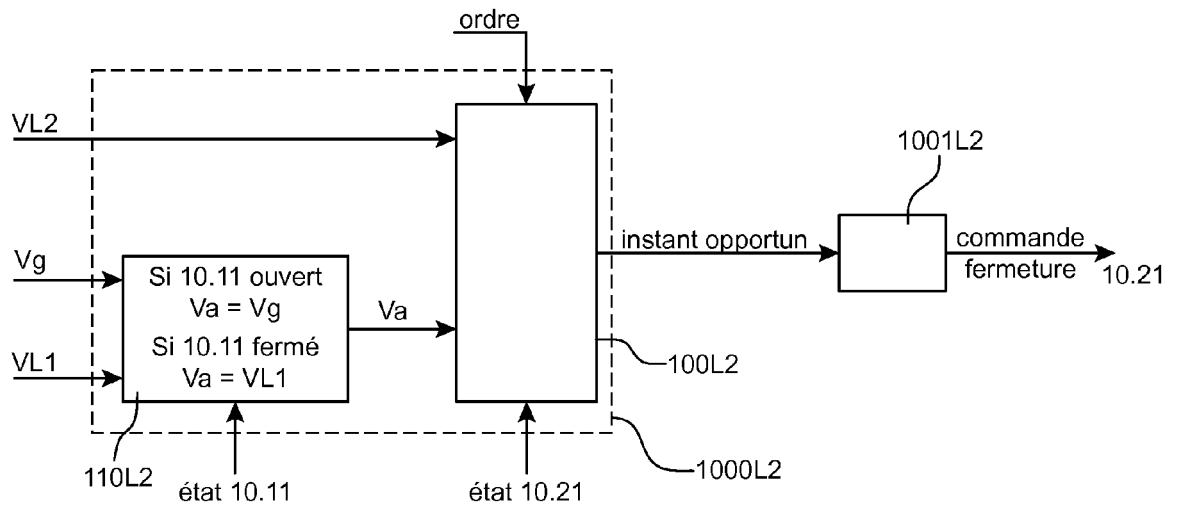


FIG.6C

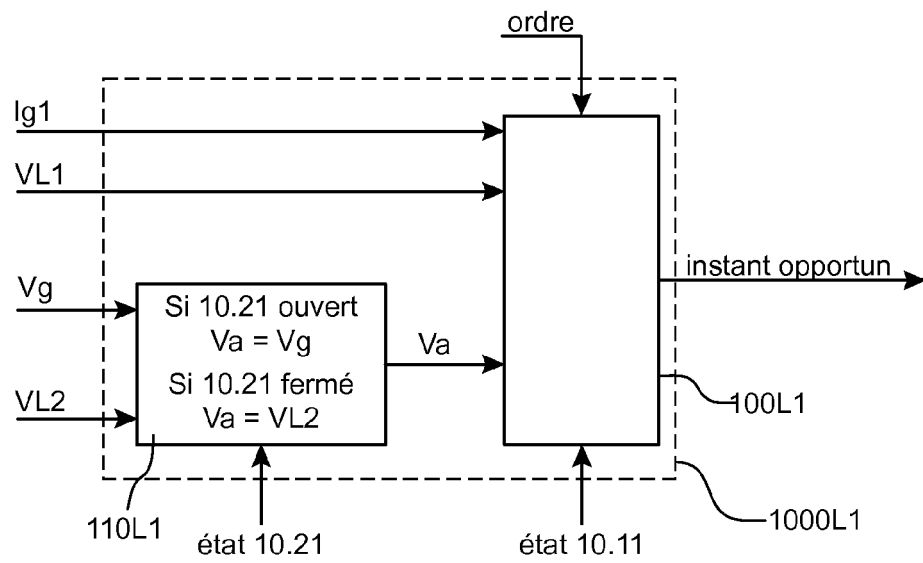


FIG.7

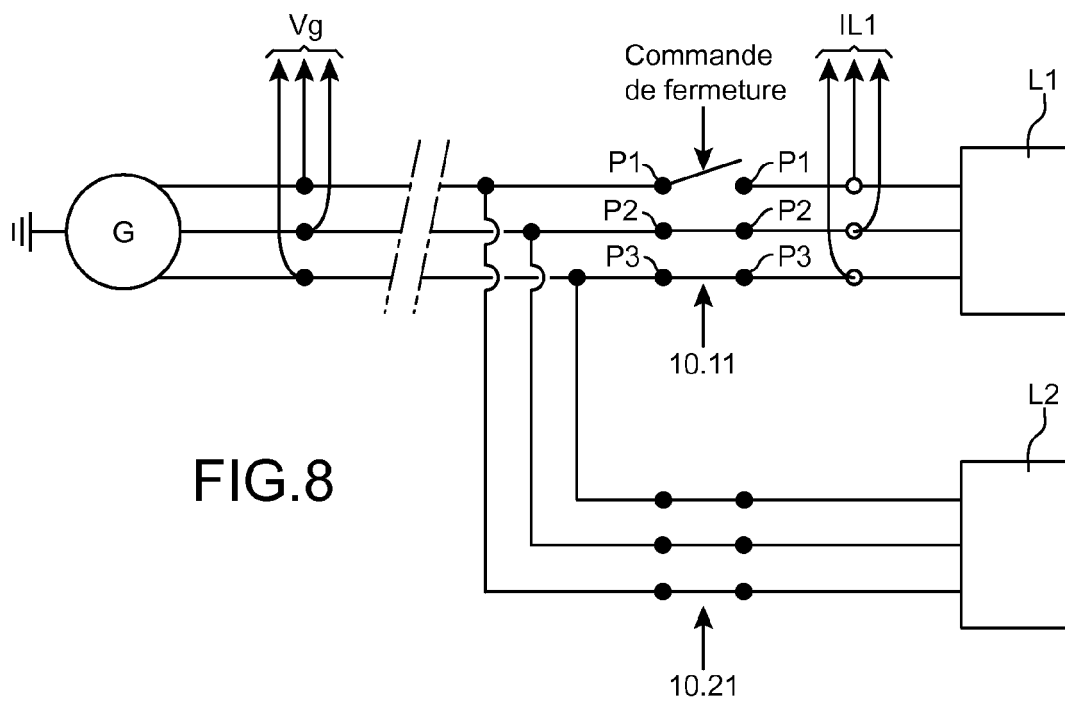


FIG.8



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 09 17 9302

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A,D	FR 2 853 466 A (ALSTOM [FR]) 8 octobre 2004 (2004-10-08) * page 6, ligne 25 - page 8, ligne 32; figures *	1,15	INV. H01H9/56
A	FR 2 688 951 A (MERLIN GERIN [FR]) 24 septembre 1993 (1993-09-24) * pages 4-6; figures *	1,15	
A	WO 2005/106911 A (ABB TECHNOLOGY AG [CH]; MUELLER LORENZ [CH]; STANEK MICHAEL [CH]) 10 novembre 2005 (2005-11-10) * pages 6-8; figures 1,2 *	1,15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 12 mars 2010	Examineur Findeli, Luc
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 09 17 9302

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

12-03-2010

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2853466	A	08-10-2004	AT 426909 T	15-04-2009
			CN 1768405 A	03-05-2006
			EP 1609163 A1	28-12-2005
			WO 2004090922 A1	21-10-2004
			US 2006273779 A1	07-12-2006

FR 2688951	A	24-09-1993	AUCUN	

WO 2005106911	A	10-11-2005	CN 1950918 A	18-04-2007
			DE 102004021978 A1	24-11-2005
			EP 1743348 A1	17-01-2007
			US 2008019063 A1	24-01-2008

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2853466 [0005]
- US 5563459 A [0005]
- US 6493203 B [0005]
- EP 1351267 A [0005]