(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 942 352**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **09 58907**

(51) Int Cl[8] : ***H 02 H 3/50*** *(2006.01)*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 14.12.09.

(30) **Priorité :** 18.02.09 US 12388297.

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 20.08.10 Bulletin 10/33.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *HAMILTON SUNDSTRAND CORPORATION* — US.

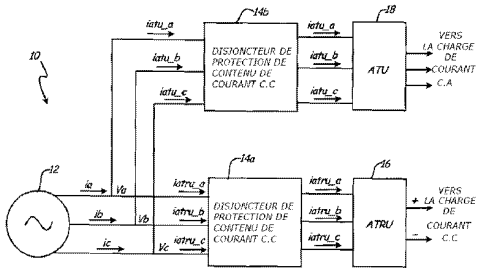
(72) **Inventeur(s) :** VEDULA SASTRY V., RINALDI MARIO R. et WHALEN KENNETH.

(73) **Titulaire(s) :** HAMILTON SUNDSTRAND CORPORATION.

(74) **Mandataire(s) :** LAGET JEAN-LOUP.

(54) IDENTIFICATION ET PROTECTION D'UN SYSTEME DE COURANT C.A-C.C AEROSPATIAL EN PRESENCE DE CONTENU DE COURANT C.C EN RAISON DES CHARGES DEFECTUEUSES.

(57) Un système de protection d'erreur pour un système de distribution de courant C.A/C.C détecte la présence du contenu de courant C.C à des charges individuelles, isole la charge responsable de l'erreur du reste du système de distribution et empêche la propagation du contenu de courant C.C de la charge défectueuse à la source de courant C.A. Le système de protection d'erreur comprend au moins un disjoncteur raccordé pour surveiller le courant C.A fourni à la charge électrique individuelle et pour détecter la présence du contenu de courant C.C indiquant la charge qui est défectueuse. En réponse au contenu de courant C.C détecté, le disjoncteur s'ouvre pour déconnecter la charge électrique du système de distribution de courant C.A pour empêcher la propagation du contenu de courant C.C aux charges adjacentes.



FR 2 942 352 - A1

Contexte

La présente invention concerne les systèmes de distribution de courant C.A/C.C et en particulier les systèmes de distribution de courant qui comprennent une protection du contenu de courant C.C.

Les systèmes de distribution de courant C.A/C.C sont utilisés dans toute une variété d'applications pour distribuer le courant d'un générateur de courant C.A à une pluralité de charges raccordées. Par exemple, dans des applications aérospatiales, un générateur de courant C.A à fréquence variable distribue du courant C.A à une pluralité de charges (charges C.A ou C.C). Dans un système typique, on utilise quelques unités de rectificateur à base de transformateur centralisé (TRU) pour transformer le courant alternatif en courant continu pour la distribution à une pluralité de charges de C.C. Les TRU restent isolées les unes des autres et fournissent peu, s'il y en a, de contenu de courant C.C en raison des défaillances (par exemple les défaillances des diodes).

Il y a eu une tendance dans les applications aérospatiales (ainsi que dans d'autres domaines) pour plus de charges électroniques qui rectifient individuellement le courant alternatif à un niveau de courant continu à haute tension. La rectification passive ou active, telle que celle proposée par les autotransformeurs, est sensible aux erreurs (par exemple, les erreurs de diode, les erreurs de liaison de C.C, etc.) qui placent le contenu de courant C.C sur le système de distribution de courant C.A. Sans l'isolation électrique fournie par les TRU en utilisant un transformateur à deux enroulements, le contenu de courant C.C généré en raison d'une erreur au niveau d'une charge, se propage vers les autres charges raccordées au système de distribution de courant C.A. Ceci s'explique par le fait que chacune de la pluralité des charges est raccordée en commun avec le générateur de courant alternatif, le contenu de courant continu fourni par une charge défectueuse peut être communiqué aux autres charges sur le système de distribution, se

traduisant par un endommagement potentiel, une surchauffe, ou l'inefficacité des charges. De plus, le contenu de courant continu peut se propager vers le générateur de courant alternatif. Le contenu de courant continu significatif (par exemple, les courants continus) sur les bobines de stator du générateur peut se traduire par la saturation du générateur et finalement par sa perte (c'est-à-dire arrêt).

Il serait bénéfique de proposer un système de distribution de courant C.A/C.C qui isole les charges défectueuses contribuant au contenu de courant C.C par rapport au système de distribution de courant C.A et empêche le contenu de courant C.C de déclencher le générateur de courant C.A ou d'endommager d'autres charges raccordées au générateur de courant C.A.

Résumé

Un système de distribution de courant C.A/C.C comprend un générateur de courant alternatif (C.A), au moins une charge électrique, au moins un disjoncteur et un module de blocage de courant continu (C.C) (DCCB). Le courant C.A est distribué par le générateur de courant C.A à une pluralité de charges raccordées, dont au moins l'une est une charge électrique qui transforme le courant C.A provenant du générateur de courant C.A en courant C.C. Une erreur sur cette charge génère un contenu de courant C.C qui peut se propager aux charges adjacentes. Pour empêcher cela, le système comprend un disjoncteur raccordé pour surveiller le courant C.A fourni à la charge électrique et pour détecter à l'intérieur du courant C.A surveillé, la présence du contenu de C.C indiquant une charge défectueuse. En réponse au contenu de courant C.C détecté, le disjoncteur s'ouvre pour isoler électriquement la charge défectueuse du système de distribution de courant C.A afin d'empêcher la propagation du contenu de courant C.C sur les charges adjacentes.

Brève description des dessins

La figure 1 est un schéma de principe d'un système de distribution de courant C.A/C.C à fréquence variable utilisant les disjoncteurs de protection de contenu de courant C.C selon un mode de réalisation de la présente invention.

La figure 2 est un schéma de circuit illustrant le courant C.C détecté dans les lignes C.A alimentant les charges du rectificateur à utiliser pour l'interruption du disjoncteur selon un mode de réalisation de la présente invention.

La figure 3 représente une pluralité de formes d'onde concernant le fonctionnement du système de distribution de courant C.A/C.C en la présence du contenu de courant C.C selon l'art antérieur.

La figure 4 représente une pluralité de formes d'onde liée au fonctionnement du système de distribution de courant C.A/C.C selon un mode de réalisation de la présente invention.

La figure 5 est un schéma de principe d'un système de distribution de courant C.A/C.C à fréquence variable utilisant des disjoncteurs de protection de contenu de courant C.C et des modules de blocage de courant C.C selon un mode de réalisation de la présente invention.

La figure 6 est un schéma de circuit illustrant de manière plus détaillée un module de blocage de courant C.C selon un mode de réalisation de la présente invention.

La figure 7 représente une pluralité de formes d'onde liée au fonctionnement du système de distribution de courant C.A/C.C pour empêcher la propagation du contenu de courant C.C aux charges adjacentes et pour empêcher l'alimentation du contenu de courant C.C dans le générateur à fréquence variable.

Description détaillée

Le système de distribution de courant C.A/C.C selon la présente invention comprend un générateur de courant C.A qui fournit le courant C.A, au moins un convertisseur de courant C.A/C.C pour convertir le courant C.A distribué par le générateur de courant C.A au courant C.C pour la consommation par une charge de C.C et au moins un disjoncteur raccordé entre le système de distribution de courant C.A et le convertisseur de courant C.A/C.C. Chaque disjoncteur surveille la forme d'onde du courant C.A fournie par le système de distribution de courant C.A pour la présence du contenu de courant C.C indésirable, typiquement en raison d'une erreur sur le convertisseur de courant C.A/C.C. En réponse au contenu de courant C.C détecté par un disjoncteur particulier, le disjoncteur s'ouvre pour déconnecter la charge du système de distribution de courant C.A. De cette manière, on empêche l'alimentation du contenu de courant C.C provoqué par la charge défectueuse dans les autres charges raccordées au système de distribution de courant C.A. Dans un autre mode de réalisation de la présente invention, le système de distribution de courant C.A/C.C comprend des modules de blocage de contenu de courant C.C raccordés à la sortie du générateur de courant C.A. En réponse au contenu de courant C.C détecté, le module de blocage de contenu de courant C.C est activé pour empêcher la propagation du contenu de courant C.C à la source de courant C.A. De cette manière, la présente invention fournit la détection du contenu de courant C.C, l'isolation des charges responsables du contenu de courant C.C et la protection du contenu de courant C.C pour la source de générateur.

La figure 1 est un schéma de principe du système de distribution de courant C.A/C.C à fréquence variable 10 utilisant des disjoncteurs de protection de contenu de courant continu (C.C) selon un mode de réalisation de la présente invention. Le système de distribution de courant 10 comprend un générateur de courant alternatif (C.A) 12, des

disjoncteurs de protection de contenu de courant C.C 14a et 14b (ci-après « disjoncteurs »), une unité d'autotransformateur/ rectificateur (ATRU) 16 et une unité d'autotransformateur (ATU) 18.

Le mode de réalisation du système de distribution de courant 10 représenté sur la figure 1 est exemplaire d'un système utilisé dans des applications aérospatiales, dans lequel le courant C.A est distribué à une pluralité de charges, dont certaines fournissent la conversion de courant C.A/C.C indépendante pour une charge respective. Le générateur de courant C.A 12 peut être un générateur de courant C.A à fréquence variable ou fréquence constante, fournissant des courants triphasés désignés par ia, ib et ic alimentés aux tensions va, vb et vc à une pluralité de charges. ATRU 16 et ATU 18 reçoivent du courant C.A fourni par le générateur de courant C.A 12 et convertissent le courant C.A/C.C distribué pour la consommation (non représenté). Des composants tels que ATU 16, qui fournissent la rectification passive et/ou active sont sensibles aux modes de défaillance dans lesquels ils fournissent le contenu de courant C.C sur le système de distribution de courant C.A. Des composants supplémentaires, tels que les rectificateurs de pont ou des charges de courant C.C spécifiques peuvent être utilisés en plus ou en combinaison avec l'ATRU 16. Généralement, ces composants composent les convertisseurs de courant C.A/C.C utilisés pour convertir le courant C.A fourni par le générateur de courant C.A afin d'alimenter les différentes charges de courant C.C.

Associés à chaque charge de courant C.C, on trouve des disjoncteurs 14a et 14b, respectivement. Les disjoncteurs 14a et 14b comprennent des composants de détection de courant C.C. (dont un mode de réalisation est illustré sur la figure 2) pour surveiller le courant C.A tiré par l'ATRU 16 et l'ATU 18, respectivement. En réponse au contenu de courant C.C détecté par les composants de détection de courant, un interrupteur de contacteur (non représenté) est commandé

pour « déclencher » son ouverture, déconnectant ainsi électriquement la charge défectueuse du système de distribution de courant C.A. Par exemple, le disjoncteur 14a surveille les courants C.A tirés par l'ATRU 16 (par exemple, iatru_a, iatru_b, iatru_c) pour détecter la présence du contenu de courant C.C sur la forme d'onde de courant C.A. En détectant le contenu de courant C.C sur les charges individuelles, les disjoncteurs 14a et 14b peuvent isoler les charges défectueuses individuelles du reste du système.

Le contenu de courant C.C est détecté en surveillant le courant tiré par chaque charge. Ainsi, les disjoncteurs 14a et 14b comprennent des capteurs pour surveiller le courant fourni aux charges respectives. Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 1, le disjoncteur 14a surveille les courants iatru_a, iatru_b et iatru_c et le disjoncteur 14b surveille les courants iatu_a, iatu_b et iatu_c.

En réponse au contenu de courant C.C détecté par l'un des disjoncteurs 14a ou 14b, le disjoncteur qui a détecté l'erreur déclenche son ouverture pour déconnecter la charge défectueuse du système de distribution de courant C.A. On empêche par conséquent d'alimenter le contenu de courant C.C généré par une charge défectueuse sur les charges adjacentes. Par exemple, une erreur dans l'ATRU 16 se traduisant par l'extraction du contenu de courant C.C dans le courant C.A fourni à l'ATRU 16 déclenche le disjoncteur 14a, isolant l'ATRU 16 du système de distribution de courant C.A et empêchant la propagation du contenu de courant C.C à l'ATU 18.

La figure 2 est un schéma de circuit illustrant le circuit de détection de courant C.C 19 utilisé par le disjoncteur 14a pour mesurer le courant fourni à l'ATRU 16 selon un mode de réalisation de la présente invention. Le circuit de détection de courant C.C 19 comprend une pluralité de capteurs à effet Hall 20a, 20b et 20c, un circuit de sommateur / amplificateur / conditionneur de signal 22 (ci-après, « circuit sommateur 22 »), et le comparateur 24. Les capteurs à effet

Hall sont basés sur la tension mesurable qui provient du courant passant par un conducteur se traduisant par un champ magnétique. En prenant en considération un champ magnétique constant, la tension résultante mesurée sur le conducteur est représentative de l'importance du courant qui s'écoule à travers le conducteur. Dans le schéma de circuit simplifié représenté sur la figure 2, une tension de courant C.C Vcc est appliquée sur deux bornes (entre Vcc et la terre) pour générer le champ magnétique constant. Le courant à mesurer est fourni par un conducteur (représenté par le cadre marqué « X »). Une tension proportionnelle au courant est générée au niveau de la troisième borne de chaque capteur, désignée ici par les tensions de sortie vsense_a, vsense_b et vsense_c.

Les tensions proportionnelles générées par chaque capteur à effet Hall sont relativement faibles. Le circuit sommateur 22 amplifie les tensions fournies à une grandeur utilisable et les additionne pour générer une sortie additionnée. Dans un système triphasé, la sortie additionnée des courants mesurés est nulle si aucun contenu de courant C.C n'est présent. En la présence du contenu de courant C.C, la somme des courants C.A n'est pas nulle. La sortie additionnée est comparée à une valeur de seuil par le comparateur 24 afin de déterminer si le contenu de courant C.C suffisant a été détecté de sorte que le disjoncteur 14a doit déclencher son ouverture (par exemple, le signal de sortie « dcctrip » initie le déclenchement du disjoncteur). Dans un autre mode de réalisation, plutôt que d'additionner chacun des courants mesurés, chaque phase est surveillée individuellement sur plusieurs cycles (par exemple, dix cycles) afin de générer une valeur moyenne de chaque courant de phase surveillé. En la présence du contenu de courant C.C, la valeur moyenne n'est pas nulle. Encore une fois, la valeur moyenne peut être comparée avec une valeur de seuil afin de déterminer si le contenu de courant C.C est suffisant pour nécessiter le déclenchement du disjoncteur.

Un avantage de l'approche dans laquelle la somme des courants C.A est utilisée pour détecter la présence du contenu de courant C.C, telle qu'opposée au mode de réalisation dans lequel on fait la moyenne des courants C.A sur plusieurs cycles, est une réduction de temps nécessaire pour détecter la présence du contenu de courant C.C. De cette manière, les charges alimentant le contenu de courant C.C sur le système de distribution de courant C.A sont isolées plus rapidement, réduisant ainsi le contenu de courant C.C fourni aux charges adjacentes et/ou au générateur de courant C.A 12.

Le mode de réalisation décrit par rapport à la figure 2 représente une approche de matériel pour détecter la présence du contenu de courant C.C, dans lequel des tensions analogiques fournies par chaque capteur à effet Hall sont additionnées (par le circuit sommateur analogique 22) et comparées à un seuil. Dans d'autres modes de réalisation, la sortie de chaque capteur à effet Hall peut être un signal digital et les fonctions du sommateur / amplificateur et comparateur réalisées par les circuits analogiques sont remplacées par des mises en œuvre logicielles de ces fonctions pour détecter la présence du contenu de courant C.C à l'intérieur des courants C.A surveillés.

Dans d'autres modes de réalisation, au lieu d'un capteur à effet Hall, on peut utiliser d'autres capteurs de courant, tels que des capteurs à magnétorésistance géante (GME) pour surveiller et mesurer le courant fourni à chaque convertisseur C.A/C.C (par exemple, ATRU 16).

La figure 3 représente une pluralité de formes d'onde concernant le fonctionnement simulé d'un système de distribution de courant C.A/C.C comme représenté sur la figure 1, mais sans protection de contenu de courant C.C (c'est-à-dire selon l'art antérieur, dans lequel les disjoncteurs 14a et 14b ne répondent pas à la présence du contenu de courant C.C). En outre, cette simulation prend les procédés de l'art antérieur consistant à minimiser les effets du contenu de courant C.C

en actionnant le générateur de courant a.c 12 en mode contrôlé de courant avec un retour de tension. Par conséquent, la protection de contenu de courant C.C est fournie uniquement à la sortie du générateur de courant a.c, sans détection ni protection fournie aux charges individuelles. Dans un mode contrôlé de courant, le générateur de courant a.c 12 « rabat » ou diminue la tension au point de régulation (par exemple les tensions de sortie va, vb et vc dans ce mode de réalisation) afin de réduire le courant C.C qui s'écoule du générateur de courant C.A 12.

Les formes d'onde sont marquées pour correspondre aux étiquettes prévues par rapport à la figure 1, bien que ces formes d'onde représentent le fonctionnement du système de distribution de courant si aucune protection de contenu de courant C.C n'est prévue. En particulier, les formes d'onde comprennent chaque phase de courant fournie à l'ATRU 16, marquée « iatru_a », « iatru_b » et « iatru_c », chaque phase de courant fournie au composant ATU 18 adjacent, marquée « itru_a », « iatu_b » et « iatu_c », le signal de contacteur de générateur « geb » (représentant le signal généré pour ouvrir le contacteur mettant en contact le générateur avec le système de distribution) et la tension de sortie du générateur de courant C.A « vrms » (c'est-à-dire la moyenne quadratique de la tension de sortie de courant C.A, va, vb et vc).

Dans cette simulation, une erreur de diode associée à l'ATRU 16 se produit à 2,425 secondes (marquée « erreur de diode ») ce qui se traduit par la génération du contenu de courant C.C sur les courants de l'ATRU, iatru_a, iatru_b et iatru_c. Dans cette simulation d'un système de l'art antérieur, le disjoncteur 14a ne répond pas au contenu de courant C.C et par conséquent ne déclenche pas son ouverture pour isoler l'ATRU 16 du reste du système.

Le contenu de courant C.C provoqué par l'erreur de diode sur l'ATRU 16 se propage par le système de distribution de courant C.A

jusqu'à l'ATU 18, ce qui se traduit par le contenu de courant C.C sur les courants de l'ATU iatu_a, iatu_b et iatu_c. Le courant C.C est alimenté à l'ATU 18 jusqu'à ce que le générateur de courant C.A déclenche « son ouverture », retirant ainsi tout le courant du système de distribution. L'exposition prolongée de l'ATRU 16 et de l'ATU 18 au contenu de courant C.C peut se traduire par la défaillance éventuelle de l'une ou des deux unités.

Dans ce mode de réalisation, le générateur de courant C.A est un générateur de courant C.A à fréquence variable actionné selon un mode contrôlé de courant, dans lequel le courant de sortie fourni par le générateur de courant C.A est contrôlé si nécessaire en régulant la tension de sortie au point de régulation (dans ce mode de réalisation, essentiellement les tensions de sortie à va, vb et vc). La présence du contenu de courant C.C sur la sortie du générateur se traduit par le fait que le générateur « rabat » la tension de sortie de courant C.A (représentée dans la simulation comme une valeur unique de rms, Vrms) afin de réduire la grandeur du courant de sortie C.A du générateur. Suite à l'erreur de courant C.C, la tension de sortie de courant C.A Vrms est réduite presque à zéro. La présence du contenu de courant C.C persistant à la sortie du générateur de courant C.A 12, qui se propage sur les bobines de stator du générateur de courant C.A 12, se traduit par la saturation du générateur de courant C.A et l'éventuel arrêt (via un contacteur principal du générateur, non représenté ici) du générateur de courant C.A 12.

Cette simulation met en relief le potentiel du contenu de courant C.C à se propager entre les charges adjacentes raccordées au système de distribution de courant C.A/C.C, ainsi que le potentiel du contenu de courant C.C à se propager sur le générateur de courant C.A qui alimente le courant au système de distribution de courant C.A. Dans cette simulation, le contenu de courant C.C propagé par un défaut dans l'ATRU 16 se traduit par l'éventuel arrêt du générateur de courant C.A

12 et la perte résultante de toutes les charges raccordées au générateur de courant C.A.

La figure 4 représente une pluralité de formes d'onde liée au fonctionnement du système de distribution de courant C.A/C.C selon un mode de réalisation de la présente invention. Les formes d'onde sont générées comme faisant partie d'une simulation basée sur le mode de réalisation de la présente invention décrite par rapport à la figure 1, dans lequel chaque disjoncteur 14a et 14b fournit la protection du contenu de courant C.C. Les formes d'onde sont encore une fois marquées selon les étiquettes de signaux proposées sur la figure 1, qui comprennent le courant de phase ATRU iatru_a, le courant de phase ATU 18 iatu_a, le courant de phase de générateur de courant C.A ia, la tension de phase de générateur de courant C.A Va (aucune tension rms dans cette simulation), et le signal de déclenchement DCCTRIP généré par le disjoncteur 14a en réponse au contenu de courant C.C détecté.

Dans cette simulation, une erreur de diode apparaît dans l'ATRU 16 à 0,90 secondes (marquée « erreur de diode »). Avant l'erreur de diode, le courant de phase ATRU iatru_a ne comprend aucun contenu de courant C.C significatif, étant donné que des parties égales de la forme d'onde de courant C.A sont réparties autour de la marque zéro Ampère (A). En réponse à l'erreur de diode, le contenu de courant C.C dans le courant de phase ATRU iatru_a augmente, comme représenté par une importante augmentation de la grandeur positive du courant. Contrairement à la simulation décrite par rapport à la figure 3, le disjoncteur 14a détecte la présence de contenu de courant C.C, et après une période de temps sélectionnée (par exemple, deux millisecondes après l'erreur détectée) initie le signal de déclenchement DCCTRIP pour ouvrir le disjoncteur 14a à 0,92 seconde. L'ATRU 16 est électriquement isolée du système de distribution de courant C.A et par conséquent le courant de phase ATRU iatru_a chute à zéro.

Suite à l'erreur de diode, le contenu de courant C.C sur l'ATRU 16 se propage, brièvement vers l'ATU 18, comme représenté par l'augmentation du contenu de courant C.C sur le courant de phase d'ATU iatu_a. En contraste avec la simulation de la figure 2, le disjoncteur 14a isole la charge d'erreur du système de distribution de courant a.c en réponse au contenu de courant C.C détecté. Par conséquent, le contenu de courant C.C sur le courant de phase d'ATU iatu_a diminue suite au déclenchement du disjoncteur 14a et fonctionne de manière normale ensuite. De cette manière, la présente invention illustre l'avantage de fournir la protection de contenu de courant C.C par rapport à chaque charge, plutôt qu'au niveau du générateur de courant C.A. Ceci permet d'isoler individuellement les charges défectueuses du système distribué, permettant ainsi aux charges adjacentes de continuer à fonctionner sans contenu de courant C.C excessif.

De plus, cette simulation illustre l'avantage d'isoler une charge défectueuse du générateur de courant C.A 12, empêchant ainsi la saturation qui provient de l'arrêt éventuel du générateur dans la simulation décrite par rapport à la figure 3. Dans ce mode de réalisation, le générateur de courant C.A 12 est à nouveau un générateur de courant C.A à fréquence variable qui fonctionne en mode contrôlé de courant. Suite à l'erreur de diode, le contenu de courant C.C provenant de l'ATRU 16 se propage jusqu'au point de régulation (POR) associé au générateur de courant C.A 12. Suite à l'augmentation du contenu de courant C.C, le générateur diminue la tension de sortie Vpor afin de garantir une diminution correspondante de la grandeur du courant C.C dans le générateur. Ceci est illustré dans la simulation représentée sur la figure 3 par la diminution de la tension Vpor et la diminution correspondante de la grandeur du courant du générateur de courant C.A ia. En particulier, après le déclenchement de l'ouverture du disjoncteur 14a, le contenu de courant C.C dans le courant du

générateur de courant C.A ia chute à zéro et la tension de sortie vpor revient à une grandeur souhaitée sans que le générateur de courant C.A 12 ne s'arrête.

La figure 5 est un schéma de principe d'un système de distribution de courant C.A/C.C à fréquence variable utilisant les disjoncteurs de protection de contenu de courant C.C et les modules de blocage de courant C.C selon un mode de réalisation de la présente invention. Dans ce mode de réalisation, le système de distribution de courant 30 comprend le générateur de courant C.A 32, le circuit de détection de courant C.C 33, les modules de blocage de courant C.C 34a, 34b et 34c, le disjoncteur de protection de contenu de courant C.C 36, l'unité d'autotransformateur / rectificateur (ATRU) 38 et la charge passive 40.

Dans ce mode de réalisation, le disjoncteur 36 fonctionne de la même manière que les disjoncteurs 14a et 14b décrits par rapport à la figure 1, dans lequel le disjoncteur 36 peut détecter le contenu de courant C.C, que ce soit par la somme de chaque courant de phase entrant ou en fonction de la grandeur de courant moyenne mesurée par rapport à chaque courant de phase entrant. Par conséquent, le disjoncteur 36 isole les charges défectueuses du reste du système de distribution. Dans ce mode de réalisation, en plus de déclencher l'ouverture du disjoncteur 36 en réponse au contenu de courant C.C détecté, les modules de blocage de courant C.C (DCCB) 34a, 34b et 34c sont utilisés à l'entrée du générateur de courant C.A 32 pour minimiser la propagation des courants C.C dans le générateur. En bloquant le courant C.C par rapport au générateur de courant C.A 32, le générateur peut se remettre plus rapidement d'une charge défectueuse.

Les modules DCCB 34a, 34b et 34c sont contrôlés sélectivement pour fonctionner en état actif ou en état inactif. A l'état inactif, les modules DCCB 34a, 34b et 34c fonctionnent essentiellement comme des courts-circuits, dans lequel ils n'ont pas d'effet sur les tensions de

sortie va', vb' et vc' du générateur de courant C.A 32 ou sur le contenu de courant C.C propagé par les charges défectueuses. A l'état actif, les modules DCCB 34a, 34b et 34c agissent pour bloquer le courant C.C, sans modifier la sortie de courant C.A alimentée par le générateur de courant C.A 32.

L'état de chacun des modules DCCB 34a, 34b et 34c est basé sur la présence détectée du contenu de courant C.C. Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 5, le circuit de détection de courant C.C 33 surveille les courants C.A fournis par le générateur de courant C.A 32 au potentiel neutre du générateur de courant C.A 32 (tel qu'opposé au plus grand potentiel fourni à la sortie du générateur de courant C.A 32). Dans un mode de réalisation, le circuit de détection de courant C.C 33 détecte le courant C.C en utilisant des capteurs à effet Hall de la manière décrite par rapport à la figure 2. Dans d'autres modes de réalisation, on peut utiliser d'autres types de capteurs et d'autres configurations de capteur pour détecter le contenu de courant C.C sur le courant C.A fourni par le générateur de courant C.A 32.

En réponse au contenu de courant C.C détecté, le circuit de détection de courant 33 génère le signal marqué « dcctrip » sur l'une des entrées de l'électrode de commande OR 35. Au niveau de l'autre entrée de l'électrode de commande OR 35, on trouve le signal dcctrip généré par le disjoncteur de protection de contenu de courant C.C 36. De cette manière, le contenu de courant C.C détecté localement par le circuit de détection de courant C.C 33 ou par l'un de la pluralité de disjoncteurs de protection de contenu de courant C.C (par exemple le disjoncteur 36) se traduit par les modules DCCB 34a, 34b et 34c qui sont placés à l'état actif de sorte que l'on empêche le contenu de courant C.C d'être alimenté sur l'entrée du générateur de courant C.A 32. Une erreur (par exemple une erreur de détection de contenu de courant C.C) localement sur le générateur de courant C.A ou au niveau de l'un de la pluralité des disjoncteurs de protection de contenu de courant C.C n'est par

conséquent pas fatale pour la bonne activation des modules DCCB 34a, 34b et 34c.

Dans un autre mode de réalisation, le signal dcctrip fourni par le circuit de détection de courant C.C 33 est utilisé pour activer les modules DCCB 34a, 34b et 34c ou le signal dcctrip fourni par le disjoncteur de protection de contenu de courant C.C 36 est utilisé individuellement pour activer les modules DCCB 34a, 34b et 34c. Le signal dcctrip fourni par le circuit de détection de courant C.C peut être amené aux modules DCCB 34a, 34b et 34c plus rapidement que le signal dcctrip fourni par le disjoncteur de protection de contenu de courant C.C 36, qui doit communiquer la signal dcctrip via un canal de communication depuis l'emplacement du disjoncteur. Un avantage à utiliser la détection locale du contenu de courant C.C au niveau du générateur de courant C.A 32 est la capacité à activer rapidement les modules DCCB 34a, 34b et 34c pour empêcher l'alimentation du contenu de courant C.C sur les bobines de stator du générateur de courant C.A 32.

La figure 6 est un schéma de circuit illustrant de manière plus détaillée le module de blocage de courant C.C 34a selon un mode de réalisation de la présente invention. Dans ce mode de réalisation, le DCCB 34a comprend la résistance R1, le condensateur C1 et l'interrupteur / contacteur S1 normalement fermé. A l'état inactif, l'interrupteur S1 est fermé afin de créer un court-circuit sur le DCCB 34a, retirant efficacement le condensateur C1 et la résistance R1 de la trajectoire de circuit. En réponse au contenu de courant C.C détecté sur l'un de la pluralité des disjoncteurs (par exemple le disjoncteur 36 représenté sur la figure 5) ou localement par la détection de courant C.C associée au générateur de courant C.A 32, un signal de déclenchement provoque l'ouverture de l'interrupteur S1 de sorte que les signaux fournis au module DCCB 34a (comprenant à la fois les signaux de courant C.A et C.C) sont fournis sur le condensateur C1 et

la résistance R1, bien que la résistance R1 a une résistance suffisamment importante pour empêcher la propagation du contenu de courant C.C à travers le générateur de courant C.A 32. Le contenu de courant C.C généré suite à une erreur sur l'une des charges raccordées est bloqué par la présence de condensateur C1, empêchant ainsi la propagation du contenu de courant C.C sur le générateur de courant C.A 32.

La figure 7 représente une pluralité de formes d'onde liée au fonctionnement du système de distribution de courant C.A/C.C pour empêcher la propagation du contenu de courant C.C sur les charges adjacentes et pour empêcher le contenu de courant C.C d'être alimenté au générateur à fréquence variable. Les formes d'onde ont été générées comme faisant partie d'une expérience de simulation basée sur le mode de réalisation de la présente invention décrit par rapport à la figure 5, dans lequel le disjoncteur 36 comprend la protection de contenu de courant C.C et les modules DCCB 34a, 34b et 34c sont sélectivement actionnés pour bloquer le courant C.C en réponse au contenu de courant C.C détecté par le disjoncteur 34 ou localement par le circuit de détection de courant C.C 33. Les formes d'onde sont une fois encore marquées selon les étiquettes de signaux proposées sur la figure 5, qui comprennent le courant de phase ATRU iatru_a, le courant de phase de charge iload_a', le courant de phase de générateur de courant C.A ia', la tension de phase ATRU vatru_a', la tension de point de régulation vpor' du générateur de courant C.A et la tension de condensateur Vcap sur le condensateur C1.

Dans cette simulation, une erreur de diode se produit à 0,52 secondes. A peu près de la même façon que celle abordée par rapport à la simulation décrite par rapport à la figure 4, le disjoncteur 36 initie le signal de déclenchement DCTRIP (par exemple, après un délai de 0,02 seconde) pour déconnecter la charge défectueuse du système de

distribution de courant C.A, empêchant ainsi la propagation du contenu de courant C.C sur les charges adjacentes.

De plus, le DCCB 34a est activé (dans ce cas, au moment de l'erreur à 0,52 secondes) en réponse au contenu de courant C.C détecté (localement par le circuit de détection de courant C.C 33 associé au générateur de courant C.A 12 ou par le disjoncteur de protection de contenu de courant C.C 34) pour empêcher la propagation du contenu de courant C.C dans le générateur de courant C.A 32. En contraste par rapport à la simulation représentée sur la figure 4, le courant de phase de générateur de courant C.A ia' ne contient pas de contenu de courant C.C significatif. Par conséquent, le générateur de courant C.A 32 n'est pas saturé et peut se remettre plus rapidement suite à l'ouverture du disjoncteur 36. C'est-à-dire que la tension POR (point de régulation) va' revient plus vite par rapport aux modes de réalisation (voir la simulation sur la figure 4) dans lesquels les courants C.C sont autorisés, même brièvement à s'écouler dans le générateur de courant C.A.

De cette manière, la présente invention fournit des disjoncteurs pouvant détecter le contenu de courant C.C, une modification par rapport aux systèmes de l'art antérieur dans lesquels les charges très isolées pallient au besoin d'une détection de contenu de courant C.C. En fonction du contenu de courant C.C détecté à une charge particulière, la présente invention agit pour isoler la charge défectueuse du reste du système. De cette manière, le contenu de courant C.C peut être individuellement isolé sans que tout le système de distribution ne soit arrêté. De plus, la présente invention propose des modules DCCB qui sont activés en réponse à une erreur de courant C.C détectée (détectée localement par des circuits de détection de courant C.C associés au générateur de courant C.A ou bien en communication avec le disjoncteur qui détecte la présence du contenu de courant C.C) pour

empêcher le contenu de courant C.C de saturer le générateur de courant C.A.

Bien que la présente invention a été décrite en référence aux modes de réalisation préférés, l'homme du métier reconnaît que des changements peuvent être apportés dans la forme et le détail sans s'éloigner de l'esprit ni de la portée de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Système de distribution de courant C.A/C.C comprenant :

un générateur de courant alternatif (C.A) pour générer un courant C.A multiphase qui est amené à un système de distribution de courant C.A ;

au moins une charge électrique qui convertit le courant C.A fourni sur le système de distribution de courant C.A en puissance en courant continu (C.C) ;

au moins un disjoncteur de protection de contenu de courant C.C raccordé pour surveiller le courant C.A fourni à la charge électrique pour détecter la présence du contenu de courant C.C ; et

dans lequel en réponse au contenu de courant C.C détecté par le au moins un disjoncteur, le disjoncteur déclenche son ouverture pour déconnecter la charge électrique du système de distribution de courant C.A pour empêcher la propagation du contenu de courant C.C vers le générateur de courant C.A et/ou les charges adjacentes raccordées au système de distribution de courant C.A.

2. Système selon la revendication 1, comprenant en outre :

un module de blocage de courant C.C (DCCB) ayant une entrée pouvant être électriquement raccordée au générateur de courant C.A et une sortie pouvant être électriquement raccordée électriquement au système de distribution de courant C.A, le module DCCB ayant un état inactif dans lequel le module DCCB représente un court-circuit et un état actif dans lequel le module DCCB empêche la propagation du contenu de courant C.C dans le générateur de courant C.A, dans lequel en réponse à un signal de déclenchement, le module DCCB est placé à l'état actif pour empêcher la propagation du contenu de courant C.C au générateur de courant C.A.

3. Système selon la revendication 2, dans lequel le au moins un disjoncteur génère le signal de déclenchement en réponse au contenu de courant C.C détecté et communique le signal de déclenchement au module DCCB.

4. Système selon la revendication 2, comprenant en outre :

un circuit de capteur de courant C.C raccordé pour surveiller les courants C.A générés par le générateur de courant a.c afin de détecter la présence du contenu de courant C.C, dans lequel le circuit de capteur de courant C.C génère un signal de déclenchement en réponse au contenu de courant C.C détecté et communique le signal de déclenchement au module DCCB.

5. Système selon la revendication 2, dans lequel le module DCCB comprend en outre :

un interrupteur raccordé entre l'entrée et la sortie du DCCB ;

un condensateur raccordé entre l'entrée et la sortie du DCCB et en parallèle avec l'interrupteur ; et

une résistance raccordée entre l'entrée et la sortie du DCCB et en parallèle avec le condensateur et l'interrupteur, dans lequel l'interrupteur est fermé pendant l'état inactif et ouvert pendant l'état actif.

6. Système selon la revendication 1, dans lequel la au moins une charge électrique comprend une unité d'autotransformateur / rectificateur (ATRU).

7. Système selon la revendication 1, dans lequel le disjoncteur de protection de contenu de courant C.C comprend un circuit de capteur de courant C.C, comprenant :

une pluralité de capteurs de courant pour surveiller les courants C.A fournis à la charge électrique ;

un circuit sommateur / amplificateur qui amplifie des valeurs analogiques représentant le courant C.A surveillé et additionne les valeurs analogiques amplifiées afin de générer une valeur additionnée ; et

un circuit comparateur pour comparer la valeur additionnée à une valeur de seuil pour détecter la présence du contenu de courant C.C sur le courant C.A surveillé, dans lequel si la valeur additionnée dépasse la valeur de seuil, un signal de déclenchement est généré pour déclencher le disjoncteur.

8. Système selon la revendication 7, dans lequel le disjoncteur de protection de contenu de courant C.C comprend une circuit de capteur de courant C.C qui utilise une pluralité de capteurs à effet Hall pour surveiller le courant C.A fourni à la charge électrique.

9. Système selon la revendication 1, dans lequel le disjoncteur de protection de courant C.C comprend un circuit de capteur de courant C.C, comprenant :

une pluralité de capteurs de courant pour surveiller les courants C.A fournis à la charge électrique et fournissant en réponse, des valeurs digitales représentant les courants C.A surveillés ; et

un contrôleur raccordé pour recevoir les valeurs digitales représentant les courants C.A surveillés, le contrôleur mettant en œuvre des fonctions pour additionner les valeurs digitales et comparer la sortie additionnée à un seuil afin de détecter la présence du contenu de courant C.C sur les courants C.A surveillés.

10. Système selon la revendication 1, dans lequel le disjoncteur de protection de contenu de courant C.C comprend un circuit de capteur de courant C.C qui surveille une phase du courant C.A fournie au convertisseur sur une pluralité de cycles et génère une valeur moyenne associée à la phase du courant C.A, dans lequel la valeur

moyenne est comparée à une valeur de seuil pour détecter la présence du contenu de courant C.C.

11. Procédé pour fournir une protection de contenu de courant C.C à un système de distribution de courant C.A/C.C dans lequel la puissance en courant C.A générée par un générateur de courant C.A est distribuée à une pluralité de charges C.A/C.C qui transforment le courant C.A en courant C.C pour la consommation par une charge fixée, le procédé comprenant les étapes consistant à :

mesurer les courant C.A fournis par le système de distribution à l'une de la pluralité de charges C.A/C.C ;

détecter le contenu de courant C.C dans le courant C.A mesuré indiquant une charge C.A/C.C défectueuse ; et

isoler la charge C.A/C.C défectueuse en déclenchant l'ouverture d'un disjoncteur raccordé entre le système de distribution de courant C.A et la charge C.A/C.C pour empêcher la propagation du contenu de courant C.C aux charges adjacentes.

12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel l'étape consistant à détecter le contenu de courant C.C dans les courants C.A mesurés comprend l'étape consistant à additionner chaque courant de phase C.A mesuré pour générer une sortie de courant additionnée, dans lequel une sortie de courant additionnée non nulle indique la présence du contenu de courant C.C.

13. Procédé selon la revendication 11, dans lequel l'étape consistant à détecter le contenu de courant C.C dans les courants C.A mesurés comprenant l'étape consistant à faire la moyenne d'un courant de phase C.A mesuré afin de générer une sortie de courant moyenne, dans lequel une sortie de courant moyenne non nulle indique la présence de contenu de courant C.C.

14. Procédé selon la revendication 11, comprenant en outre l'étape consistant à activer un module de blocage de courant C.C

(DCCB) raccordé à une sortie du générateur de courant C.A pour empêcher l'alimentation du courant C.C dans le générateur de courant C.A.

15. Procédé selon la revendication 11, comprenant en outre les étapes consistant à :

mesurer les courants C.A prévus à un potentiel neutre du générateur de courant C.A ;

détecter le contenu de courant C.C dans les courants C.A mesurés ; et

activer un module de blocage de courant C.C (DCCB) en réponse au contenu de courant C.C détecté au potentiel neutre du générateur de courant C.A.

16. Système de protection pour isoler des charges individuelles d'un système de distribution de courant C.A/C.C provenant d'un générateur de courant C.A pour empêcher la propagation du contenu de courant C.C au système de distribution et sur le générateur de courant C.A, le système comprenant :

au moins une charge électrique qui transforme le courant C.A fourni sur le système de distribution de courant C.A en puissance à courant continu (C.C) ;

au moins un disjoncteur de protection de contenu de courant C.C ayant un circuit de détection de courant C.C raccordé pour surveiller le courant C.A fourni sur la charge électrique afin de détecter la présence du contenu de courant C.C ;

un circuit de détection de courant C.C local pour surveiller les courants C.A autour du point neutre du générateur de courant C.A afin de détecter la présence de contenu de courant C.C ;

un module de blocage de courant C.C (DCCB) ayant une entrée pouvant se raccorder électriquement au générateur de courant

C.A et une sortie pouvant se raccorder électriquement au système de distribution de courant C.A, le module DCCB ayant un état inactif dans lequel le module DCCB représente un court-circuit et un état actif dans lequel le module DCCB empêche la propagation du contenu de courant C.C dans le générateur de courant C.A,

dans lequel en réponse au contenu de courant C.C détecté par le circuit de détection de courant C.C local, un signal de déclenchement est communiqué au module DCCB pour placer le module à l'état actif ; et

dans lequel en réponse au contenu de courant C.C détecté par le circuit de détection de courant C.C associé au disjoncteur, le disjoncteur déclenche son ouverture pour déconnecter la charge électrique du système de distribution de courant C.A afin d'empêcher la propagation du contenu de courant C.C aux charges adjacentes raccordées au système de distribution de courant C.A.

17. Système de protection selon la revendication 16, dans lequel les modules DCCB sont raccordés pour recevoir des signaux de déclenchement du circuit de détection de courant C.C avec le au moins un disjoncteur ou du circuit de détection de courant C.C local, dans lequel les signaux de déclenchement reçus de chaque entrée se traduisent par le fait que module DCCB est placé à l'état actif.

18. Système de protection selon la revendication 14, dans lequel le module DCCB comprend :

un interrupteur raccordé entre l'entrée et la sortie du module DCCB ;

un condensateur raccordé entre l'entrée et la sortie du module DCCB et en parallèle avec l'interrupteur ; et

une résistance raccordée entre l'entrée et la sortie du DCCB et en parallèle avec le condensateur et l'interrupteur dans lequel l'interrupteur est ouvert en réponse à une erreur détectée par les

moyens de détection d'erreur pour empêcher la propagation du contenu de courant C.C dans le générateur de courant C.A.

1/7

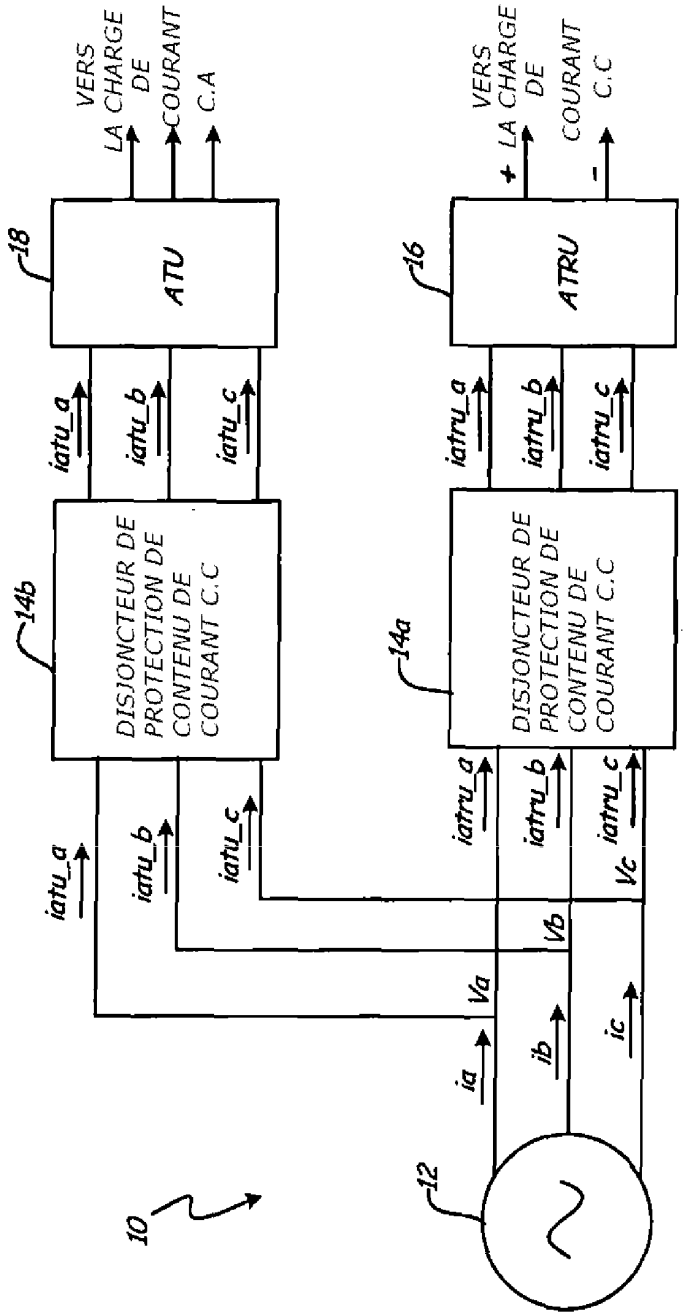

VERS LA CHARGE DE COURANT C.A
VERS + LA CHARGE DE COURANT C.C -
18
ATU
16
ATRU
iatu_a
iatu_b
iatu_c
iatru_a
iatru_b
iatru_c
14b
DISJONCTEUR DE PROTECTION DE CONTENU DE COURANT C.C
14a
DISJONCTEUR DE PROTECTION DE CONTENU DE COURANT C.C
Va
Vb
Vc
ia
ib
ic
12
10

Fig. 1

2/7

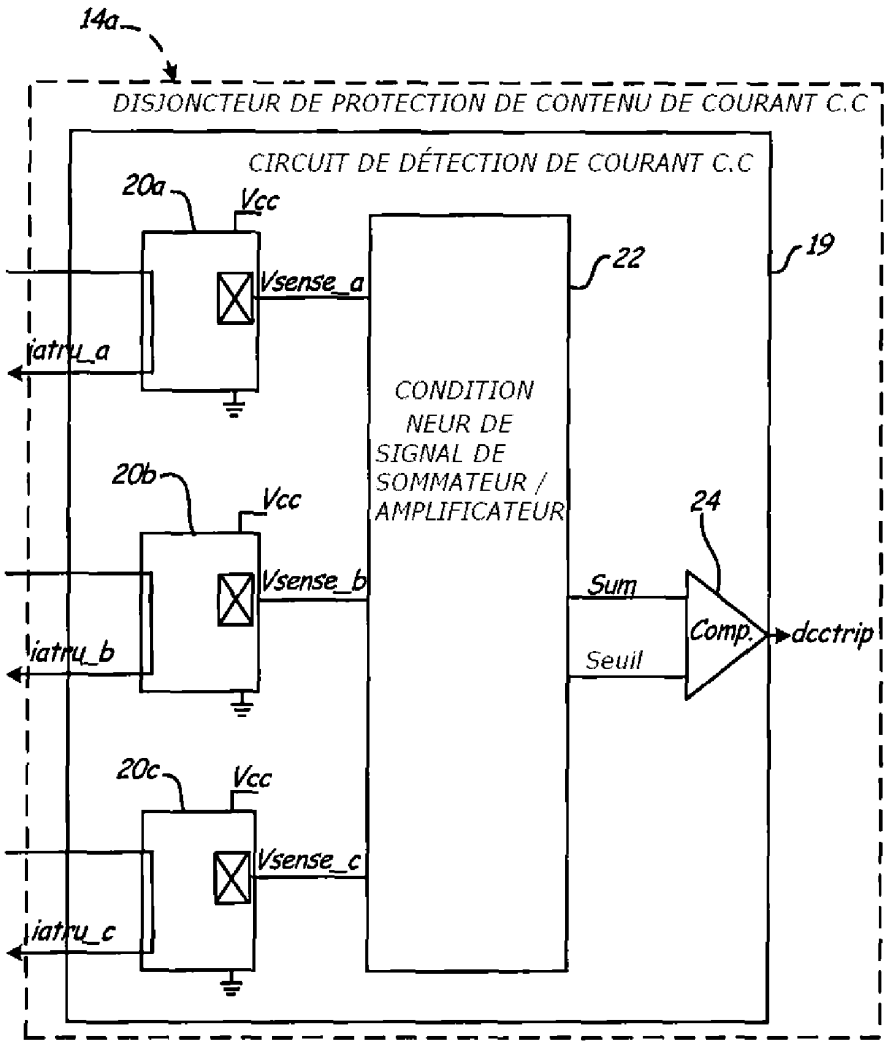

14a
DISJONCTEUR DE PROTECTION DE CONTENU DE COURANT C.C
CIRCUIT DE DÉTECTION DE COURANT C.C
20a
Vcc
Vsense_a
iatru_a
22
19
CONDITION
NEUR DE
SIGNAL DE
SOMMATEUR /
AMPLIFICATEUR
20b
Vcc
Vsense_b
iatru_b
24
Sum
Seuil
Comp.
dcctrip
20c
Vcc
Vsense_c
iatru_c

Fig. 2

3/7

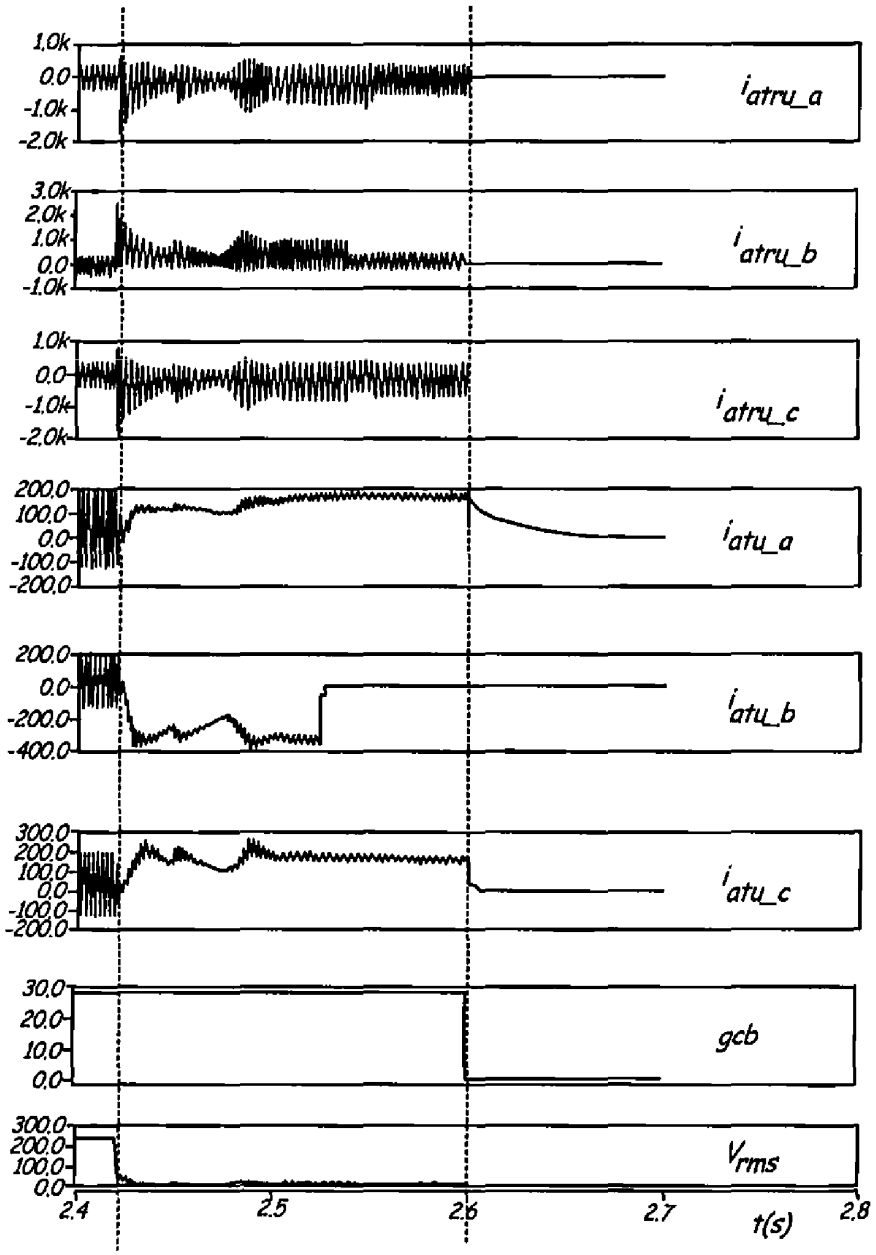


Fig. 3

ART ANTÉRIEUR

4/7

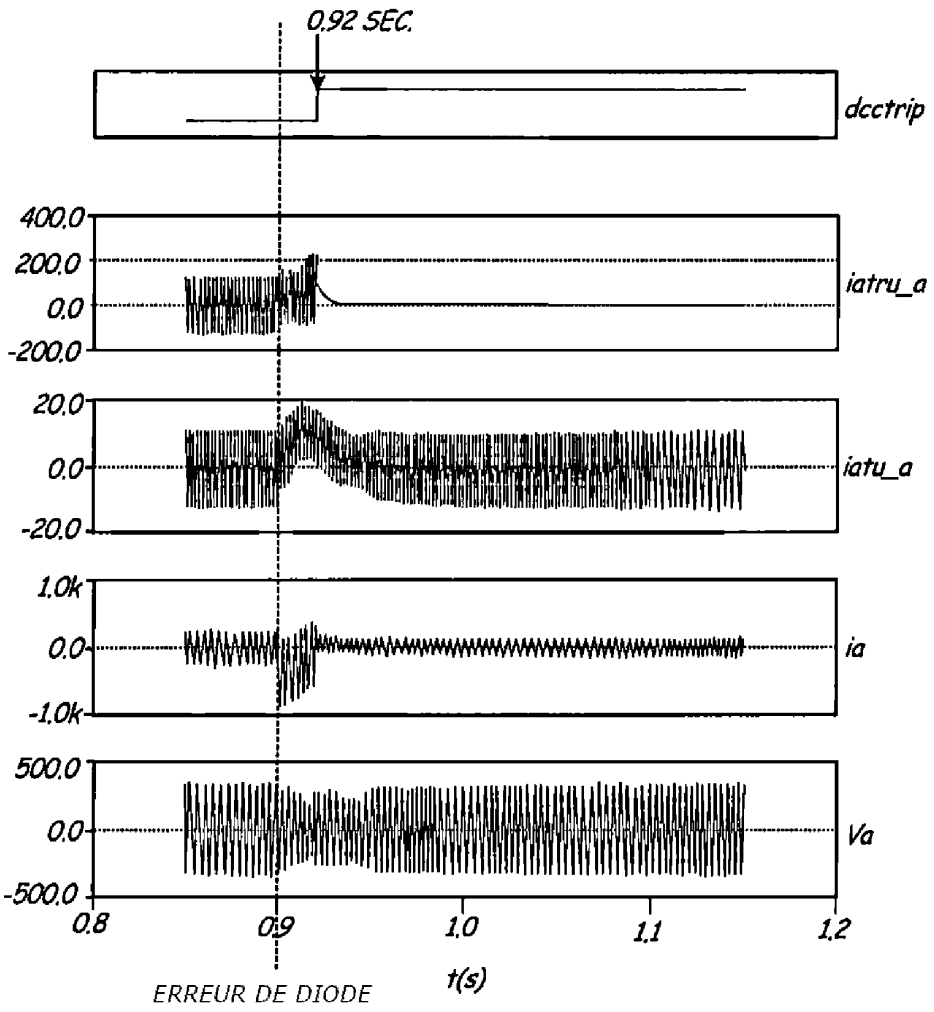

0.92 SEC.
dcctrip
400.0
200.0
0.0
-200.0
iatru_a
20.0
0.0
-20.0
iatu_a
1.0k
0.0
-1.0k
ia
500.0
0.0
-500.0
Va
0.8
0.9
1.0
1.1
1.2
t(s)
ERREUR DE DIODE

Fig. 4

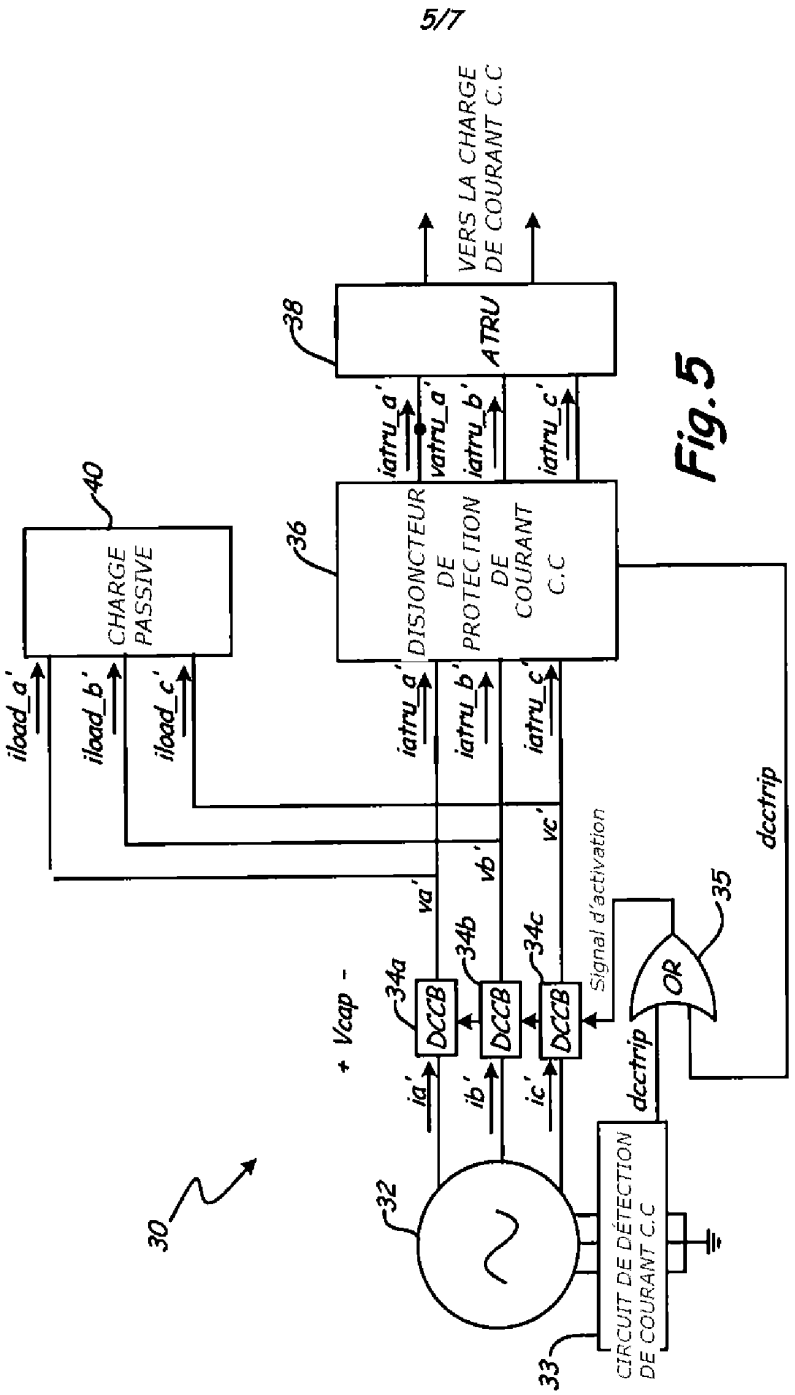

5/7
VERS LA CHARGE DE COURANT C.C
ATRU
38
iatru_a'
vatru_a'
iatru_b'
iatru_c'
40
CHARGE PASSIVE
36
DISJONCTEUR DE PROTECTION DE COURANT C.C
iload_a'
iload_b'
iload_c'
va'
vb'
vc'
+ Vcap -
34a
34b
34c
DCCB
Signal d'activation
OR
35
dcctrip
ia'
ib'
ic'
32
30
33
CIRCUIT DE DÉTECTION DE COURANT C.C

Fig.5

6/7

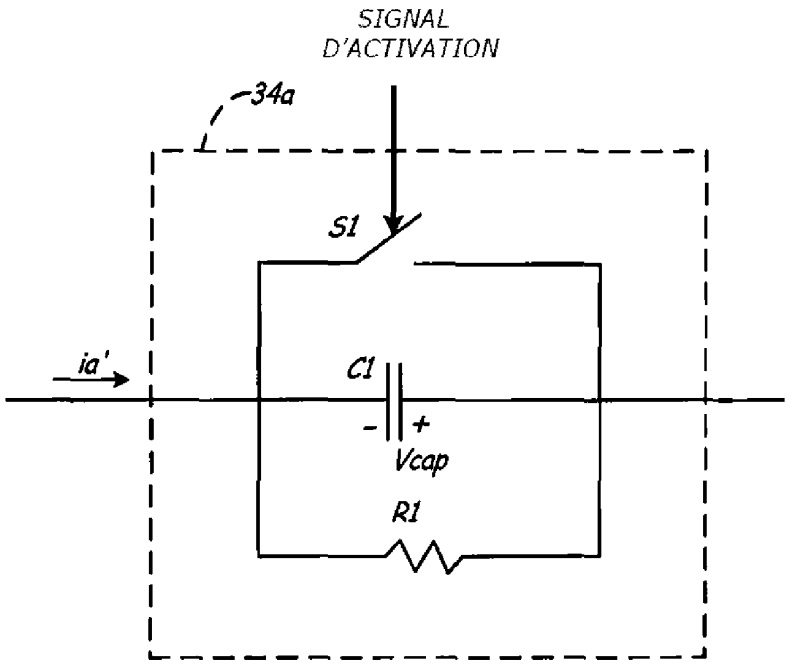


Fig. 6

7/7

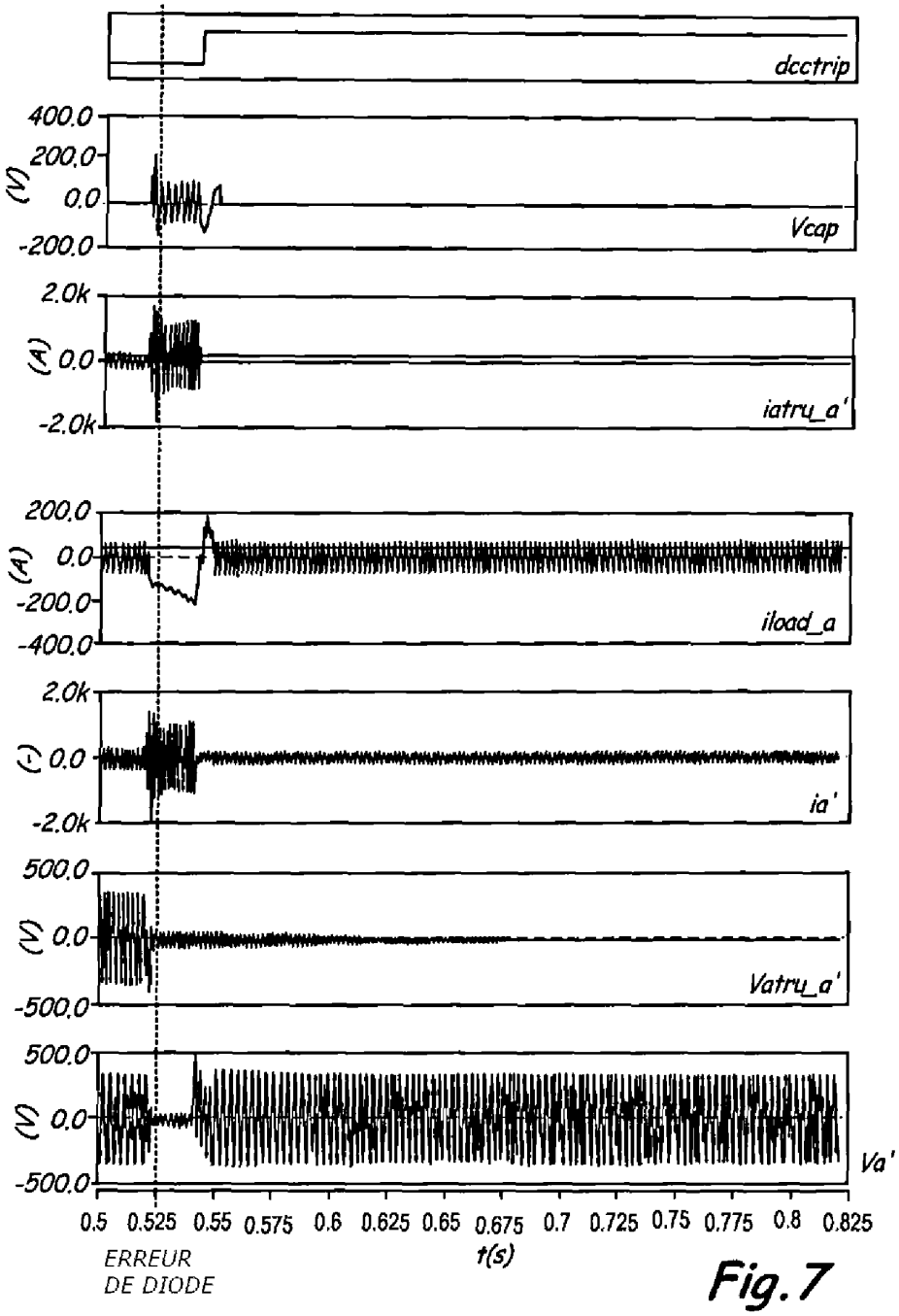

dcctrip
400.0
200.0
(V) 0.0
-200.0
Vcap
2.0k
(A) 0.0
-2.0k
iatru_a'
200.0
(A) 0.0
-200.0
-400.0
iload_a
2.0k
(-) 0.0
-2.0k
ia'
500.0
(V) 0.0
-500.0
Vatru_a'
500.0
(V) 0.0
-500.0
Va'
0.5 0.525 0.55 0.575 0.6 0.625 0.65 0.675 0.7 0.725 0.75 0.775 0.8 0.825
t(s)
ERREUR
DE DIODE

Fig.7