

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 142 284

21 N° d'enregistrement national : 22 11944

51 Int Cl⁸ : H 01 H 39/00 (2023.01), H 02 H 3/00, H 01 H 37/76

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 17.11.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 24.05.24 Bulletin 24/21.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFRAN ELECTRICAL & POWER
Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : DESHAYES Olivier et VALIRE Jérôme.

73 Titulaire(s) : SAFRAN ELECTRICAL & POWER
Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

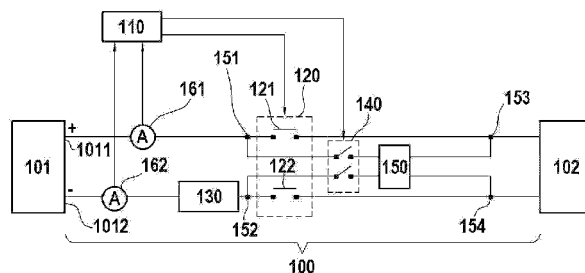
54 Dispositif électrique de protection d'une installation électrique d'alimentation électrique.

57 Dispositif électrique de protection d'une installation
électrique d'alimentation électrique

Dispositif (100) électrique de protection d'une installation
électrique destinée à être placée entre une alimentation
électrique (101) et une charge électrique (102), le dispositif
comprenant :

un contacteur de puissance (120) comprenant deux
contacts (121, 122) destinés à être connectés à l'alimenta-
tion électrique ; au moins deux capteurs à effet Hall (161,
162) configurés pour mesurer les courants électriques en
entrée du contacteur de puissance ; un circuit électrique de
pré-charge (150) destiné à être placé entre l'alimenta-
tion électrique et le contacteur de puissance et connecté à la
charge électrique ; un relais (140) configuré pour connecter
ou déconnecter le circuit électrique de pré-charge ; un disposi-
tif de coupure électrique par pyrotechnique (130) destiné
à être connecté à l'alimentation électrique et au contacteur
de puissance, et un contrôleur (110) configuré pour recevoir
les mesures des capteurs à effet Hall et pour ouvrir ou fermer
le contacteur de puissance et le relais.

Figure pour l'abrégé : Fig. 1



FR 3 142 284 - A1



Description

Titre de l'invention : Dispositif électrique de protection d'une installation électrique d'alimentation électrique

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte au domaine général de la protection d'une installation électrique, et plus particulièrement de la protection d'un système d'alimentation haute tension continue.

Technique antérieure

[0002] Les plateformes d'aéronef à décollage et atterrissage verticaux électriques (eVTOL, « electric vertical take-off and landing »), d'aéronefs à décollage et atterrissage conventionnels électriques (eCTOL, « electric conventional take-off and landing ») et des petits aéronefs pour les vols courts (Air Taxi) utilisent une nouvelle propulsion électrique alimentée par des batteries haute tension. Ces batteries haute tension, qui contiennent des quantités importantes d'énergie, intègrent généralement des protections électriques à base de fusibles pour pouvoir interrompre la ligne en cas court-circuit franc, c'est-à-dire lorsque les deux points mis en court-circuit se touchent directement. Ces fusibles permettent ainsi de protéger la source électrique.

[0003] Cependant, lors de surcharge ou de courant circulant dans un court-circuit impédant, c'est-à-dire lorsque les deux points mis en court-circuit sont reliés par un milieu impédant, il existe une première zone grise entre la protection assurée par les fusibles et celle assurée par un contacteur de puissance, dans laquelle le câblage avion n'est pas protégé. Il existe également une deuxième zone grise lors de très forts courants de court-circuit qui peuvent faire léviter le contacteur et l'endommager, et également limiter le courant circulant dans le fusible, ce qui retarde son déclenchement.

[0004] Ainsi, les fusibles et contacteurs habituellement présents dans les alimentations haute tension, par exemple à base de batteries haute tension, ne protègent pas toujours l'installation électrique présente entre la source électrique et la charge.

[0005] Il est donc souhaitable de disposer d'un moyen de protection électrique permettant de protéger l'installation électrique des systèmes d'alimentation à base de batterie haute tension continue.

Exposé de l'invention

[0006] L'invention concerne un dispositif électrique de protection d'une installation électrique destinée à être placée entre une alimentation électrique et une charge électrique, l'alimentation électrique comprenant des bornes positive et négative, le dispositif comprenant :

- un contacteur de puissance comprenant un premier contact destiné à être

connecté à la borne positive de l'alimentation électrique et un deuxième contact destiné à être connecté à la borne négative de l'alimentation électrique ;

- au moins deux capteurs à effet Hall configurés pour mesurer les courants électriques circulant entre l'alimentation électrique et le contacteur de puissance ;
- un circuit électrique de pré-charge comprenant des bornes d'entrée destinées à être placées entre l'alimentation électrique et le contacteur de puissance et des bornes de sortie destinées à être connectées à la charge électrique ;
- un relais configuré pour connecter ou déconnecter le circuit électrique de pré-charge ;
- un dispositif de coupure électrique par pyrotechnique destiné à être connecté à la borne négative de l'alimentation électrique et au deuxième contact du contacteur de puissance, et
- un contrôleur configuré pour recevoir les courants électriques mesurés par les capteurs à effet Hall et pour déclencher une ouverture ou une fermeture du contacteur de puissance et du relais.

[0007] Le dispositif de coupure électrique par pyrotechnique, plus communément appelé pyrofuse, est capable d'ouvrir le circuit de puissance par un effet fusible lorsque les courants sont importants (par exemple pour des courants allant jusqu'à 5 kA) ou par un effet de casse mécanique grâce à l'actionneur pyrotechnique (présent dans le pyrofuse) pour les courants plus faibles.

[0008] Ainsi, grâce au dispositif de l'invention, l'association du pyrofuse et du contacteur de puissance permet d'ouvrir la ligne de distribution de puissance dès qu'un court-circuit ou une surcharge apparaît.

[0009] En effet, en cas de surcharge, par exemple lorsque le courant mesuré par les capteurs à effet Hall est compris entre le courant nominal et 1 kA), le courant de défaut est vu par les mesures de courant faites par les capteurs à effet Hall et le contrôleur peut commander l'ouverture du contacteur. Tandis qu'en cas de court-circuit, par exemple lorsque le courant mesuré par les capteurs à effet Hall est compris entre 1 kA et 5 kA, c'est le pyrofuse qui sera ouvert pour protéger l'installation électrique.

[0010] Selon une caractéristique particulière de l'invention, le dispositif comprend également un fusible destiné à être connecté à la borne positive de l'alimentation électrique et au premier contact du contacteur de puissance.

[0011] Ce fusible permet d'avoir une protection supplémentaire de l'installation électrique en cas de court-circuit important.

[0012] Selon une autre caractéristique particulière de l'invention, le dispositif comprend également une sonde magnétique, placée entre le dispositif de coupure électrique par

pyrotechnique et le deuxième contact du contacteur de puissance, configurée pour détecter un court-circuit et déclencher l'ouverture du dispositif de coupure électrique par pyrotechnique.

[0013] Un autre objet de l'invention est une platine de distribution de puissance électrique haute tension continue comprenant le dispositif de protection selon l'invention et un circuit électrique de mise sous tension d'une charge électrique.

[0014] Un autre objet de l'invention est un procédé de contrôle du dispositif électrique de protection selon l'invention comprenant :

- la fermeture du relais pour connecter le circuit de pré-charge à la charge électrique ;
- la fermeture du contacteur de puissance ;
- l'ouverture du relais pour faire circuler un courant électrique de l'alimentation électrique vers la charge électrique, et
- la mesure d'un courant électrique circulant dans le dispositif de protection par les capteurs à effet Hall, la comparaison du courant électrique mesuré à deux seuils prédéterminés et l'ouverture du contacteur de puissance si le courant mesuré est compris entre ces deux seuils prédéterminés ou l'ouverture du dispositif de coupure électrique par pyrotechnique si le courant mesuré est supérieur aux deux seuils prédéterminés.

[0015] Selon une caractéristique particulière de l'invention, la mesure du courant électrique circulant dans le dispositif de protection est également réalisée par une sonde magnétique.

[0016] L'invention a également pour objet un aéronef comprenant un dispositif électrique de protection selon l'invention et/ou une platine de distribution selon l'invention.

Brève description des dessins

[0017] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent des exemples de réalisation dépourvus de tout caractère limitatif.

[0018] [Fig.1] La [Fig.1] représente, de manière schématique et partielle, le dispositif électrique de protection selon un mode de réalisation de l'invention.

[0019] [Fig.2] La [Fig.2] représente, de manière schématique, un procédé de contrôle du dispositif de protection de la [Fig.1] selon un mode de réalisation de l'invention.

Description des modes de réalisation

[0020] Dans la description, le terme « pyrofuse » désigne le dispositif de coupure électrique par pyrotechnique.

[0021] La [Fig.1] représente, de manière schématique et partielle, un dispositif 100 électrique de protection selon un mode de réalisation de l'invention.

- [0022] Le dispositif 100 permet de protéger électriquement une installation électrique qui serait placée entre les bornes positive 1011 et négative 1012 d'une alimentation électrique 101 et une charge électrique 102. L'installation électrique que l'on protège est formée du dispositif 100 et des harnais de puissance reliant la charge électrique 102 et l'alimentation électrique 101 au dispositif 100.
- [0023] Le dispositif 100 comprend un contacteur de puissance 120, un dispositif de coupure électrique par pyrotechnique 130, plus communément appelé pyrofuse, deux capteurs à effet Hall 161 et 162, un circuit de pré-charge 150, un relais 140 et un contrôleur 110.
- [0024] Le contacteur de puissance 120 comprend un premier contact 121 qui est connecté à la borne positive 1011 de l'alimentation électrique 101 et un deuxième contact 122 qui est connecté à la borne négative 1012 de l'alimentation électrique 101. Il permet de couper la circulation du courant entre l'alimentation électrique 101 et la charge électrique 102.
- [0025] Les capteurs à effet Hall 161 et 162 sont configurés pour mesurer les courants électriques circulant entre l'alimentation électrique 101 et le contacteur de puissance 120.
- [0026] Le circuit électrique de pré-charge 150 comprend des bornes d'entrée 151 et 152 qui sont placées entre l'alimentation électrique 101 et le contacteur de puissance 120 et des bornes de sortie 153 et 154 qui sont connectées à la charge électrique 102. Il permet de limiter le courant électrique circulant vers la charge électrique 102 avant la fermeture du contacteur de puissance 120.
- [0027] Le relais 140 est connecté aux bornes d'entrée 151 et 152 du circuit électrique de pré-charge 150 afin de pouvoir le connecter ou le déconnecter, c'est-à-dire afin de lui envoyer ou non du courant électrique.
- [0028] Le pyrofuse 130 est connecté à la borne négative 1012 de l'alimentation électrique 101 et au deuxième contact 122 du contacteur de puissance 120.
- [0029] Le contrôleur 110 est configuré pour recevoir les mesures de courant des capteurs à effet Hall 161 et 162 et pour mettre en œuvre le procédé décrit en référence à la [Fig.2], c'est-à-dire pour déclencher l'ouverture ou la fermeture du contacteur de puissance 120 et du relais 140.
- [0030] Le dispositif 100 peut également comprendre un fusible connecté à la borne positive 1011 de l'alimentation électrique 101 et au premier contact 121 du contacteur de puissance 120. Ce fusible permet de protéger l'alimentation électrique 101 en cas de fort courant, par exemple entre 5 kA et 50 kA, et également d'avoir une dissimilarité de la protection électrique de l'alimentation 101.
- [0031] Le dispositif 100 peut encore comprendre une sonde magnétique, placée entre le pyrofuse 130 et le deuxième contact 122 du contacteur de puissance 120. Cette sonde magnétique permet de détecter un court-circuit et de déclencher l'ouverture du

pyrofuse 130 pour protéger l'installation électrique. Cela permet d'avoir une mesure de courant rapide et dissimilaire avec une électronique peu complexe et d'améliorer la sécurité du dispositif 100.

- [0032] La [Fig.2] représente, de manière schématique et partielle, un procédé de contrôle 200 du dispositif de protection 100 de la [Fig.1] selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0033] Le procédé 200 comprend la fermeture 210 du relais 140 afin de connecter le circuit de pré-charge 150 à la charge électrique 102, puis la fermeture 220 du contacteur de puissance 120 afin de transmettre toute la puissance électrique, donc tout le courant électrique, à la charge 102, et ensuite l'ouverture 230 du relais 140. Le procédé 200 comprend enfin la mesure 240 du courant électrique circulant dans le dispositif 100 de protection grâce aux capteurs à effet Hall 161, 162 et la comparaison du courant mesuré I_{mesure} à deux seuils de courant I_{seuil1} et I_{seuil2} afin d'ouvrir le contacteur de puissance 120 si le courant mesuré I_{mesure} est compris entre les deux seuils de courant I_{seuil1} et I_{seuil2} ou d'ouvrir le pyrofuse 130 si le courant mesuré I_{mesure} est supérieur aux deux seuils de courant I_{seuil1} et I_{seuil2} .
- [0034] Le premier seuil de courant I_{seuil1} est par exemple compris entre le courant nominal et 1 kA, et le deuxième seuil de courant I_{seuil2} est par exemple compris entre 1 kA et 5 kA. Selon un autre exemple, le premier seuil de courant I_{seuil1} est égal au courant nominal et le deuxième seuil de courant I_{seuil2} est égal à 1 kA.
- [0035] La mesure 240 de courant électrique peut en plus être réalisée par une sonde magnétique de courant placée entre le pyrofuse 130 et le deuxième contact 122 du contacteur de puissance 120.
- [0036] Selon le mode de réalisation du dispositif 100, l'ouverture ou la fermeture du pyrofuse 130, lors de l'étape 240, peut être commandée de différentes manières :
- par le contrôleur 110 ;
 - par la sonde magnétique de courant ; ou encore
 - par un contrôleur externe au dispositif 100, ce qui permet d'avoir un contrôle du pyrofuse 130 indépendant du dispositif 100.
- [0037] Par conséquent, si le pyrofuse 130 et le contacteur 120 sont tous les deux contrôlés par le contrôleur 130 du dispositif, l'éventuelle ouverture du pyrofuse 130 ou du contacteur 120 sera commandée par le contrôleur 130, selon les valeurs de courant mesurées lors de l'étape de mesure 240 et de comparaison.
- [0038] Si le pyrofuse 130 est contrôlé par un autre système de contrôle que le contrôleur 130, par exemple par la sonde magnétique, telle que décrite précédemment ou par un système de contrôle externe au dispositif 100, alors, lors de l'étape de mesure 240 et de comparaison aux seuils I_{seuil1} et I_{seuil2} , l'éventuelle ouverture du contacteur 120 sera toujours contrôlée par le contrôleur 130 mais l'éventuelle ouverture du pyrofuse sera

contrôlée par ce dispositif externe ou par la sonde magnétique.

- [0039] Un autre objet de l'invention est une platine de distribution de puissance électrique haute tension continue comprenant le dispositif de protection de l'invention et un circuit électrique de mise sous tension d'une charge électrique. Le circuit électrique de mise sous tension est un système électronique de précharge qui permet de charger les capacités des charges électriques à un courant constant, pour éviter les gros appels de courant (courant de quelques kiloampères) à la communication de la puissance haute tension en courant continu (HVDC). Cela permet de protéger les charges à la commutation en étant optimisé en masse et en volume par rapport à un système classique de résistance.
- [0040] Dans le cas d'un aéronef à propulsion électrique, la platine peut ainsi être connectée à ses bornes de sortie aux différentes charges électriques de l'aéronef et à ses bornes d'entrée aux sources d'alimentation électrique de l'aéronef. La source d'alimentation électrique peut par exemple être une batterie haute tension et la charge électrique un moteur électrique.
- [0041] Elle peut également être connectée au système global de contrôle de l'aéronef et au système de secours de l'aéronef. Le pyrofuse peut ainsi, par exemple, être contrôlé par le système global de l'aéronef et par le système de secours.
- [0042] De plus, la platine de distribution telle que décrite permet d'optimiser la distribution des composants électriques du dispositif de protection et du circuit de mise sous tension ainsi que les différentes protections électriques des composants présents sur la platine.

Revendications

- [Revendication 1] Dispositif (100) électrique de protection d'une installation électrique destinée à être placée entre une alimentation électrique (101) et une charge électrique (102), l'alimentation électrique (101) comprenant des bornes positive (1011) et négative (1012), le dispositif comprenant :
- un contacteur de puissance (120) comprenant un premier contact (121) destiné à être connecté à la borne positive (1011) de l'alimentation électrique et un deuxième contact (122) destiné à être connecté à la borne négative (1012) de l'alimentation électrique ;
 - au moins deux capteurs à effet Hall (161, 162) configurés pour mesurer les courants électriques circulant entre l'alimentation électrique et le contacteur de puissance ;
 - un circuit électrique de pré-charge (150) comprenant des bornes d'entrée (151, 152) destinées à être placées entre l'alimentation électrique et le contacteur de puissance et des bornes de sortie (153, 154) destinées à être connectées à la charge électrique ;
 - un relais (140) configuré pour connecter ou déconnecter le circuit électrique de pré-charge ;
 - un dispositif de coupure électrique par pyrotechnique (130) destiné à être connecté à la borne négative de l'alimentation électrique et au deuxième contact du contacteur de puissance, et
 - un contrôleur (110) configuré pour recevoir les courants électriques mesurés par les capteurs à effet Hall et pour déclencher une ouverture ou une fermeture du contacteur de puissance et du relais.
- [Revendication 2] Dispositif électrique de protection selon la revendication 1, comprenant également un fusible destiné à être connecté à la borne positive de l'alimentation électrique et au premier contact du contacteur de puissance.
- [Revendication 3] Dispositif électrique de protection selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, comprenant également une sonde magnétique, placée entre le dispositif de coupure électrique par pyrotechnique et le

deuxième contact du contacteur de puissance, configurée pour détecter un court-circuit et déclencher l'ouverture du dispositif de coupure électrique par pyrotechnique.

[Revendication 4]

Platine de distribution de puissance électrique haute tension continue comprenant le dispositif de protection selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 et un circuit électrique de mise sous tension d'une charge électrique.

[Revendication 5]

Procédé de contrôle (200) du dispositif (100) électrique de protection selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 comprenant :

- la fermeture (210) du relais (140) pour connecter le circuit de pré-charge (150) à la charge électrique (102) ;
- la fermeture (220) du contacteur de puissance (120) ;
- l'ouverture (230) du relais (140) pour faire circuler un courant électrique de l'alimentation électrique (101) vers la charge électrique (102) ; et
- la mesure (240) d'un courant électrique circulant dans le dispositif de protection par les capteurs à effet Hall (161, 162), la comparaison du courant électrique mesuré (I_{mesure}) à deux seuils prédéterminés (I_{seuil1} , I_{seuil2}) et l'ouverture du contacteur de puissance (120) si le courant mesuré est compris entre ces deux seuils prédéterminés ou l'ouverture du dispositif de coupure électrique par pyrotechnique (130) si le courant mesuré est supérieur aux deux seuils prédéterminés.

[Revendication 6]

Procédé de contrôle selon la revendication 5, dans lequel la mesure du courant électrique circulant dans le dispositif de protection est également réalisée par une sonde magnétique.

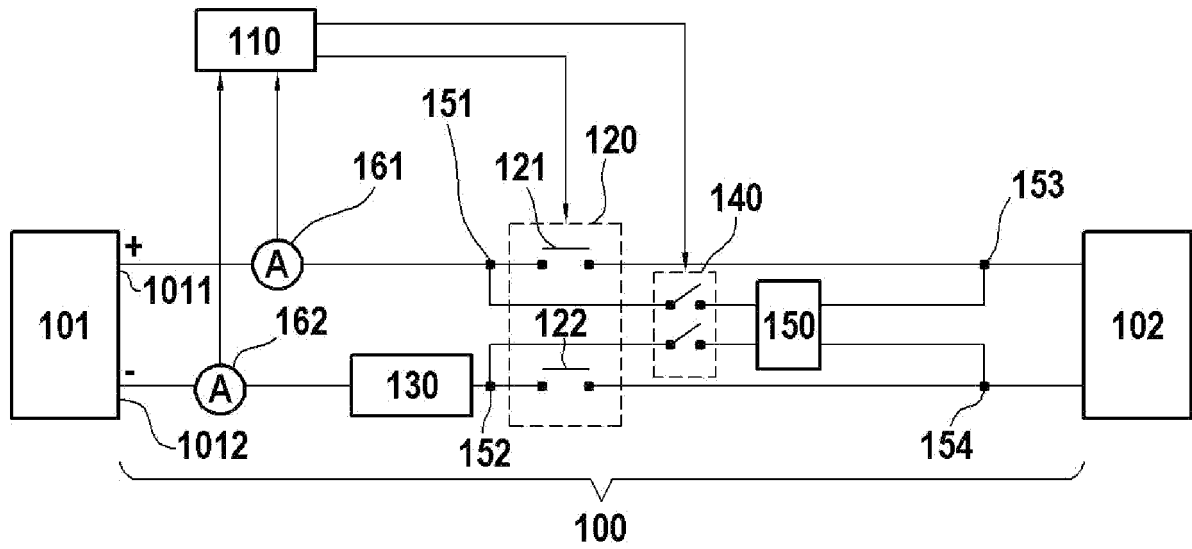
[Revendication 7]

Aéronef comprenant un dispositif électrique de protection selon l'une des revendications 1 à 3 ou une platine de distribution selon la revendication 4.

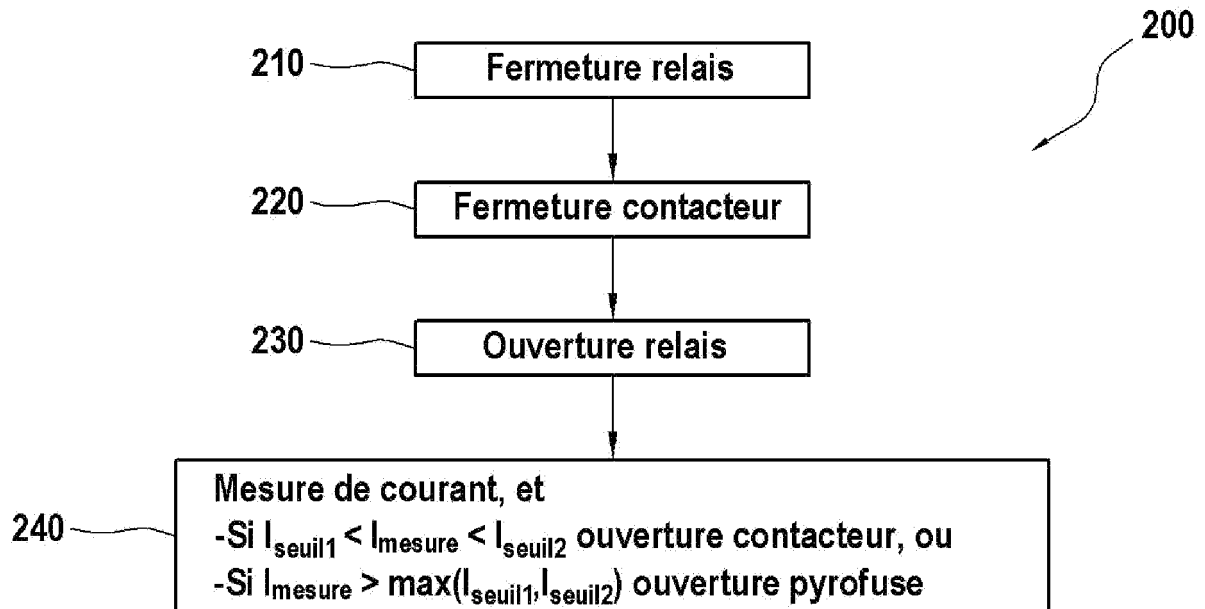
[Revendication 8]

Aéronef comprenant un dispositif électrique de protection selon l'une des revendications 1 à 3 et une platine de distribution selon la revendication 4.

[Fig. 1]



[Fig. 2]





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 912200
FR 2211944

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 2013/050880 A1 (ROZMAN GREGORY I [US] ET AL) 28 février 2013 (2013-02-28) * figure 1 * * abrégé * * alinéa [0017] - alinéa [0020] * -----	1-8	H01H39/00 H02H3/00 H01H37/76
A	US 2010/254046 A1 (LIU ZHENNING [CA] ET AL) 7 octobre 2010 (2010-10-07) * abrégé * * figure 1 * * alinéa [0017] - alinéa [0019] * -----	1-8	
A	US 2021/344186 A1 (SCHULER MICHAEL [DE]) 4 novembre 2021 (2021-11-04) * figure 1 * * alinéa [0047] - alinéa [0049] * -----	1-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H02H
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
16 juin 2023		Operti, Antonio	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2211944 FA 912200**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **16-06-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2013050880 A1	28-02-2013	EP 2562893 A2	27-02-2013
		US 2013050880 A1	28-02-2013

US 2010254046 A1	07-10-2010	EP 2254134 A1	24-11-2010
		US 2010254046 A1	07-10-2010

US 2021344186 A1	04-11-2021	CN 113383474 A	10-09-2021
		DE 102019101236 A1	23-07-2020
		EP 3900138 A1	27-10-2021
		US 2021344186 A1	04-11-2021
		WO 2020148156 A1	23-07-2020
