



DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
14.05.2025 Bulletin 2025/20

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
H01H 51/22 (2006.01) **H01H 51/29** (2006.01)
H01H 71/04 (2006.01) **H01H 1/00** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **24211698.6**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
H01H 51/22; H01H 51/2209; H01H 51/29;
H01H 71/04; H01H 2001/0031; H01H 2071/044

(22) Date de dépôt: **08.11.2024**

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

(72) Inventeurs:
• **ENOUF, Kévin**
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)
• **PRIEUR, Guillaume**
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)
• **VALIRE, Jérôme**
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)

(30) Priorité: **10.11.2023 FR 2312282**

(74) Mandataire: **Cabinet Camus Lebki**
25 rue de Maubeuge
75009 Paris (FR)

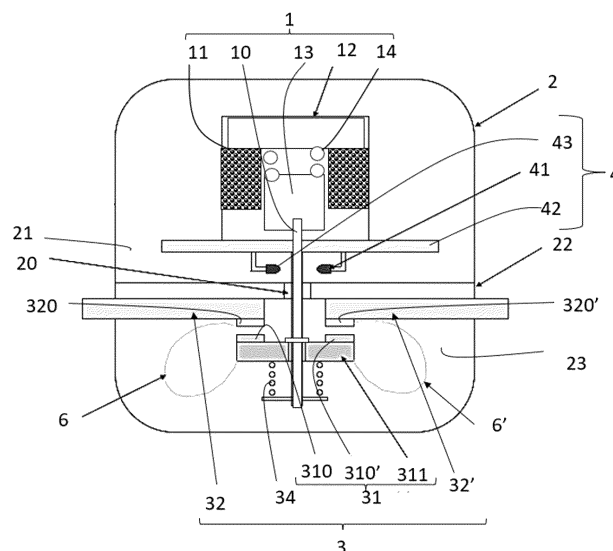
(71) Demandeur: **Safran Electrical & Power**
31702 Blagnac (FR)

(54) **APPAREIL COMPRENANT UN CONTACT ÉLECTRIQUE MUNI D'UN CAPTEUR DE LUMINOSITÉ ET PROCÉDÉ D'ESTIMATION D'USURE**

(57) Un aspect de l'invention concerne un appareil électrique comprenant une chambre de contact (23) logeant un contact électrique (3) comprenant un état ouvert et un état fermé, une chambre de détection (21) et une fenêtre (20) entre les deux dites chambres, et un dispositif d'estimation d'usure (4) de l'appareil électrique comprenant un capteur de luminosité (41) dans la chambre de détection (21) pour détecter une lumière lorsqu'un arc électrique apparaît dans la chambre de coupure (23). L'appareil électrique comprend optionnellement une

unité de calcul (42) configurée pour recevoir une information d'ouverture correspondant au passage du contact électrique (3) de l'état fermé à l'état ouvert, réaliser une détection de la lumière par le capteur de luminosité (41), calculer une durée de détection d'arc électrique en comparant le moment de réception de l'information d'ouverture et la durée de détection de lumière, et estimer une usure de l'appareil lorsque la durée de détection d'arc électrique est supérieure à une valeur prédéterminée.

[Fig. 1]



Description

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] Le domaine technique de l'invention est celui des composants de commutation électrique munis d'un dispositif de détection d'usure liée aux arcs électriques.

[0002] La présente invention concerne un appareil électrique muni d'un dispositif de détection d'usure liée aux arcs électriques et en particulier un contacteur.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

[0003] Le changement climatique est une préoccupation majeure pour de nombreux organes législatifs et de régulation à travers le monde. En effet, diverses restrictions sur les émissions de carbone ont été, sont ou seront adoptées par divers Etats. En particulier, une norme ambitieuse s'applique à la fois aux nouveaux types d'avions mais aussi ceux actuellement en circulation nécessitant de devoir mettre en oeuvre des solutions technologiques afin de les rendre conformes aux réglementations en vigueur. L'aviation civile se mobilise depuis maintenant plusieurs années pour apporter une contribution à la lutte contre le changement climatique.

[0004] Les efforts de recherche technologique ont déjà permis d'améliorer de manière significative les performances environnementales des avions. La Déposante prend en considération les facteurs impactant toutes les phases de conception et de développement pour obtenir des composants et des produits aéronautiques moins énergivores, plus respectueux de l'environnement et dont l'intégration et l'utilisation dans l'aviation civile ont des impacts environnementaux modérés dans un but d'amélioration de l'efficacité énergétique des avions. Par voie de conséquence, la Déposante travaille à la réduction de son impact climatique par l'emploi de méthodes et l'exploitation de procédés de développement et de fabrication vertueux et minimisant les émissions de gaz à effet de serre au minimum possible pour réduire de l'empreinte environnementale de son activité.

[0005] Ces travaux de recherche et de développement soutenus portent à la fois sur les nouvelles générations de moteurs d'avion, l'allègement des appareils, notamment par les matériaux employés et les équipements embarqués allégés, le développement de l'emploi des technologies électriques, et enfin les biocarburants aéronautiques.

[0006] Dans le cadre de l'emploi des technologies électriques, il existe des appareils électriques comprenant un ou plusieurs contacts électriques normalement ouverts ou normalement fermés dans une chambre de contact. Par exemple, un contacteur, en particulier un contacteur de puissance, comprend au moins un contact électrique passant d'un état fermé à un état ouvert dans la chambre de contact.

[0007] Un contact électrique comprend au moins une

borne fixe et un conducteur mobile comprenant généralement chacune une pastille de contact ayant chacune une surface de contact en contact l'une avec l'autre à l'état fermé, et distante l'une de l'autre à l'état ouvert.

5 Pour les contacts électriques à forte puissance électrique, lors du passage d'un état à l'autre état, et surtout lors du passage d'un état fermé à un état ouvert, un arc électrique se forme entre la surface de contact de la borne fixe et la surface de contact du conducteur mobile et s'éteint normalement lorsque le conducteur mobile est suffisamment éloigné de la borne fixe.

10 [0008] Cet arc électrique détériore la borne fixe et le conducteur mobile pendant ce passage, en particulier au niveau de leurs pastilles de contact. Cette dégradation est encore plus importante pour les contacts électriques à haute tension à courant continu. Certains contacts électriques comprennent deux bornes fixes et le conducteur mobile est un pont mobile permettant de réaliser la conductivité électrique entre les deux bornes fixes à l'état fermé. Cela permet ainsi de former deux arcs électriques lors du passage de l'état fermé à l'état ouvert.

15 [0009] Lorsque les pastilles sont usées suite à leur érosion, par exemple par l'arc électrique ou l'environnement dans la chambre de coupure ou encore en raison d'un courant plus important dans la ligne ou encore lors d'une baisse de tenue diélectrique des isolants, l'arc électrique dure plus longtemps que dans le cas sans usure. Cette durée de l'arc électrique plus longue diminue la réactivité de coupure de la ligne électrique par l'appareil, et peut entraîner des dommages dans la chambre de coupure ou sur le dispositif alimenté par la ligne électrique que doit couper le contact électrique. En outre, en cas de coupure de type court-circuit, typiquement supérieur à 1 000A sous 800Vdc, l'intensité de l'arc électrique qui apparaît à la séparation des surfaces de contacts lors de leur séparation mécanique est telle que des parties du contact électrique ou de parois isolantes de la chambre de contact peuvent subir des dommages irréversibles : pièces métalliques fondues partiellement pouvant dégrader les parois isolantes ou des éléments de l'actionneur déplaçant le conducteur mobile (ressort, tiges etc..), particules de matières dans la chambre de contact pouvant entraîner une détérioration de l'actionneur, pièces isolantes dégradées par les arcs électriques etc...

20 [0010] Dans ces cas de figure, il faut empêcher la réutilisation du contact électrique car celui-ci peut ne plus couper la ligne électrique dans lequel est situé le contact électrique à l'état ouvert. En effet, dans certains cas, lorsque le contact électrique est commandé à l'état ouvert, l'arc électrique peut ne pas s'éteindre et entraîner ainsi une conductivité électrique entre la borne fixe et le conducteur mobile pouvant entraîner un incendie. C'est par exemple le cas si une particule empêche le conducteur mobile de finir sa course jusqu'à une position d'ouverture correspondant à l'état ouvert ou encore si une particule métallique fait un pont formant deux arcs électriques entre le conducteur mobile et la borne fixe.

[0011] Il existe donc un besoin d'améliorer la sécurité d'un appareil électrique.

RESUME DE L'INVENTION

[0012] L'invention offre une solution aux problèmes évoqués précédemment, en permettant d'estimer une usure de l'appareil électrique, par exemple d'un contact électrique, en mesurant au moins le temps de propagation d'un arc électrique lors de l'ouverture, à l'aide d'un capteur de luminosité.

[0013] Un aspect de l'invention concerne un appareil électrique comprenant :

- Un boîtier comprenant une chambre de contact, une chambre de détection, une embase séparant la chambre de contact et la chambre de détection, et une fenêtre comprenant une ouverture traversant l'embase (22) en vis-à-vis d'une zone détectable par le capteur de luminosité (41), située entre la chambre de contact et la chambre de détection permettant d'éclairer la chambre de détection à partir d'une lumière dans la chambre de contact,
- Un contact électrique logé dans la chambre de contact, ledit contact ayant un état fermé et un état ouvert,
- Un capteur de luminosité monté dans la chambre de détection, configuré pour détecter une lumière dans la chambre de détection provenant de la chambre de coupure et traversant la fenêtre lorsqu'au moins un arc électrique apparaît dans la chambre de coupure, et

dans lequel le dispositif d'estimation d'usure comprend en outre une charge lumineuse de test logée dans la chambre de détection et commandée électriquement par l'unité de calcul pour faire un test de fonctionnement du capteur de luminosité, l'unité de calcul étant configurée pour transmettre un signal de défaillance du capteur en cas de non-détection de lumière lors de l'alimentation de la charge lumineuse de test.

[0014] Grâce à l'invention, on peut détecter un flux lumineux provenant d'un arc électrique. Cette détection permet de transmettre un signal de détection lumineux comprenant des informations sur l'arc électrique, par sa durée et/ou son intensité lumineuse. Ces informations peuvent ainsi permettre d'estimer une usure de l'appareil liée aux arcs électriques. Cette estimation peut être réalisée par une unité de calcul interne à l'appareil ou par une unité de traitement externe (déportée), et être envoyée à un système de contrôle/commande d'un aéronef utilisant l'appareil ou pour allumer un voyant.

[0015] En outre l'ouverture qui est directement formée entre la chambre de coupure et la chambre de détection permet d'éviter des problèmes de parois transparente endommagées ou ayant une transparence réduite par un dépôt de couche à la suite des arcs électriques. La charge lumineuse de test permet de vérifier si le capteur

fonctionne toujours du fait du risque d'endommagement par l'arc électrique passant par l'ouverture.

[0016] Ainsi l'estimation d'usure permet de transmettre un message à un opérateur ou utilisateur indiquant que l'appareil a subi des dommages trop importants, affectant de fait potentiellement ses performances futures. En effet, l'érosion subie par les pastilles de contacts à chaque commutation ou la baisse de la tenue diélectrique des isolants ou encore une défaillance de l'appareil tel qu'un actionneur ou un ressort dans l'appareil augmente la durée de l'arc électrique lors de l'ouverture, et donc le temps de coupure de la ligne électrique. L'appareil doit alors être inspecté et éventuellement changé. En outre, le fait de placer le capteur de luminosité dans une chambre de détection séparée de la chambre de contact permet d'éviter une détérioration du capteur de luminosité par l'arc électrique.

[0017] Outre les caractéristiques qui viennent d'être évoquées dans le paragraphe précédent, l'appareil selon un aspect de l'invention peut présenter une ou plusieurs caractéristiques complémentaires parmi celles décrites dans les paragraphes suivants, considérées individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

[0018] Selon un mode de réalisation, l'appareil comprend un dispositif d'estimation d'usure de l'appareil électrique, ledit dispositif comprenant le capteur de luminosité, et une unité de calcul configurée pour :

- recevoir un signal de détection de la lumière par le capteur de luminosité,
- mesurer une durée de détection d'arc électrique à partir du signal de détection de la lumière reçu,
- estimer une usure de l'appareil lorsque la durée de détection d'arc électrique est supérieure à une première valeur prédéterminée.

[0019] Selon un exemple de ce mode de réalisation, l'appareil comprend une charge lumineuse de test logée dans la chambre de détection et commandée électriquement par l'unité de calcul pour faire un test de fonctionnement du capteur de luminosité, l'unité de calcul étant configurée pour transmettre un signal de défaillance du capteur en cas de non détection de lumière lors de l'alimentation de la charge lumineuse de test. Selon un exemple, la charge lumineuse de test est une diode.

[0020] Selon un exemple de ce mode de réalisation, le capteur de luminosité mesure le flux lumineux et l'unité de calcul est configurée pour en outre déterminer une usure de l'appareil lorsque la mesure du flux lumineux est supérieure à une première valeur seuil. Dans ce mode de réalisation, la durée de détection d'arc électrique est terminée lorsque la valeur mesurée du flux lumineux est inférieure à une deuxième valeur seuil.

[0021] Selon un exemple de ce mode de réalisation, l'unité de calcul est configurée en outre pour :

- Enregistrer dans une mémoire de l'unité de calcul, chaque valeur maximale ou la valeur de l'intégrale de la mesure du flux lumineux à partir de la durée de détection d'arc électrique et
- Additionner chaque valeur maximale ou valeur de l'intégrale de la mesure du flux lumineux,
- Informer d'une maintenance préventive du contact électrique lorsque la valeur de l'addition est supérieure à une troisième valeur seuil.

[0022] Selon un exemple de ce mode de réalisation, l'unité de calcul transmet une information de contact électrique ou d'isolant défaillant si une usure est estimée.

[0023] Selon un exemple de ce mode de réalisation, l'unité de calcul émet un signal d'information de maintenance si la durée de la détection d'arc électrique est supérieure à une deuxième valeur prédéterminée. Cette deuxième valeur prédéterminée est inférieure à la première valeur prédéterminée.

[0024] Selon un mode de réalisation le capteur de luminosité est du type phototransistor ou photodiode ou photorésistance ou capteur à fibre optique.

[0025] Selon un mode de réalisation, le contact électrique comprend une première borne fixe et une et deuxième borne fixe, et un conducteur mobile formant un pont en contact avec la première et deuxième borne fixe à l'état fermé, ledit conducteur étant distant de la première et deuxième borne fixe à l'état ouvert.

[0026] Selon un exemple de ce mode de réalisation, l'appareil électrique est un contacteur comprenant en outre un ressort de rappel pour déplacer le conducteur mobile vers un état et un actionneur électromagnétique pour déplacer le conducteur mobile vers l'autre état.

[0027] Selon un autre mode de réalisation, l'appareil électrique est un disjoncteur comprenant en outre un dispositif de détection de surcharge, de courant différentiel et/ou de court-circuit pour déclencher le contact électrique d'un état fermé à un état ouvert.

[0028] Un deuxième aspect de l'invention concerne un ensemble comprenant :

- un appareil électrique selon le premier aspect de l'invention,
- un dispositif de coupure comprenant un contact électrique supplémentaire en série avec le contact électrique de l'appareil électrique et
- une unité de commande configurée pour commander le contact supplémentaire du dispositif de coupure et le contact de l'appareil,
- une unité de calcul configurée pour mesurer une durée de détection d'arc électrique D_a à partir du signal de détection de la lumière reçu par le capteur de luminosité, et pour transmettre une information

d'usure de l'appareil électrique à l'unité de commande,

- l'unité de commande étant configurée pour commander une ouverture du contact électrique du dispositif de coupure si une usure est estimée.

- Selon une variante, l'unité de calcul est déportée par rapport à l'appareil électrique et est connectée au capteur de luminosité pour recevoir le signal de détection de la lumière. Dans cette variante, l'unité de calcul peut être configurée de la même façon que dans l'exemple précédent.

[0029] Un troisième aspect de l'invention concerne un procédé d'estimation d'usure d'un appareil électrique tel que défini précédemment, ledit procédé comprenant les étapes de :

- Réception d'une information d'ouverture correspondant à un passage d'un état fermé vers un état ouvert de contact électrique,
- Transformation d'une lumière détectée par un capteur de luminosité en un signal de détection de lumière,
- Mesure d'une durée de détection d'arc électrique selon le signal de détection de lumière ,
- Estimation d'une usure de l'appareil lorsque la durée de détection d'arc électrique est supérieure à une valeur prédéterminée.

[0030] L'invention et ses différentes applications seront mieux comprises à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0031] Les figures sont présentées à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention.

[Fig. 1] représente un schéma de principe d'un appareil selon un mode de réalisation de l'invention.

[Fig. 2] représente un chronogramme représentant un signal de commande, un état de contact électrique, une détection optique et une estimation de défaut.

DESCRIPTION DETAILLEE

[0032] Les figures sont présentées à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention.

[0033] [Fig. 1] montre une représentation schématique d'un appareil selon un mode de réalisation de l'invention.

[0034] Dans ce mode de réalisation l'appareil est un

contacteur comprenant un actionneur 1. En alternative, l'appareil pourrait être un disjoncteur.

[0035] L'appareil comprend un boîtier 2 comprenant une chambre de contact 23 et une chambre de détection 21 séparées de préférence l'une de l'autre par une paroi isolante, appelée dans la suite embase 22. Le boîtier 2 comprend en outre une fenêtre 20 entre la chambre de contact 23 et la chambre de détection 21. Dans cet exemple, la fenêtre 20 comprend une ouverture dans l'embase 22. Alternativement, l'embase 22 comprend une zone translucide ou transparente.

[0036] Dans cet exemple, l'actionneur 1 est monté dans la chambre de détection 21 mais celui-ci pourrait être logé dans une autre chambre séparée de la chambre de contact 23 et de la chambre de détection 21. L'actionneur 1 comprend dans cet exemple un électroaimant comprenant une bobine 11 fixée au boîtier 2, un noyau fixe 12 magnétique fixé au boîtier 2, un noyau mobile 13 magnétique entouré par la bobine 21. Le noyau mobile 13 est situé en vis-à-vis du noyau fixe 12, et est lors de l'alimentation de la bobine 11 attiré magnétiquement vers le noyau fixe 12 d'une position de repos telle que représentée sur la figure 1 à une position magnétisée. L'actionneur 1 comprend en outre une tige de commande 10 fixée au noyau mobile 13 et un ressort de rappel 14 pour rappeler le noyau mobile 13 dans sa position de repos. Dans cet exemple le ressort de rappel 14 est monté comprimé entre le noyau fixe 12 et le noyau mobile 13.

[0037] Dans cet exemple, la tige de commande 10 traverse la fenêtre 20. Cependant comme précisé plus haut, dans le cas de l'actionneur 1 situé dans une autre chambre, la tige de commande 10 traverse une ouverture d'une autre paroi du boîtier 2.

[0038] L'appareil comprend en outre un contact électrique 3 logé dans la chambre de contact 23. Le contact électrique 3 comprend au moins une borne fixe 32 et un conducteur mobile 31 déplaçable dans ce mode de réalisation par la tige de commande 10 par rapport au conducteur 31 entre une position écartée et une position de contact.

[0039] Dans ce mode de réalisation, le contact électrique 3 est configuré pour ouvrir ou fermer une ligne électrique haute tension continue, par exemple 800 volts.

[0040] Le contact électrique 3 est dans un état fermé lorsque le conducteur mobile 31 est en position de contact, c'est-à-dire en contact avec l'au moins un contact fixe 32, ici en l'occurrence lorsque le conducteur mobile 31 est en contact physique et électrique avec la première borne fixe 32 et la deuxième borne fixe 32' formant un pont électrique entre les deux bornes fixes 32, 32'.

[0041] Le contact électrique 3 est dans un état ouvert lorsque le conducteur mobile 31 est dans la position écartée, c'est-à-dire que le conducteur mobile 31 est éloigné d'au moins un contact fixe, ici en l'occurrence lorsque le conducteur mobile 31 est éloigné de la première et deuxième borne fixe 32, 32'.

[0042] Dans cet exemple, la première et deuxième

borne fixe 32, 32' comprennent respectivement un premier et deuxième corps conducteur électriquement et respectivement une première et deuxième pastille conductrice 320, 320' situées sur le corps conducteur, par exemple montées par sertissage. Le conducteur mobile 31 comprend un corps conducteur électriquement 311 et une première et deuxième pastille 310, 310' montées en vis-à-vis respectivement de la première et deuxième pastille 320, 320' de la borne fixe 32, 32', en contact avec ces dernières en position de contact.

[0043] Dans ce mode de réalisation, le conducteur mobile 31 du contacteur est un pont mobile et le contact électrique 3 comprend une deuxième borne fixe 32'.

[0044] Dans cet exemple, le contact électrique 3 comprend en outre un ressort de compression 34 monté entre une paroi de la tige de commande 10 et le conducteur mobile 31. Le conducteur mobile 31 est traversé par la tige de commande 10, et est monté entre le ressort de rappel 34 et une butée de la tige de commande 10. Dans cet exemple le contact électrique 3 est un contact normalement ouvert, mais il pourrait être selon un autre exemple un contact normalement fermé.

[0045] Le contact électrique 3 passe de l'état ouvert à l'état fermé lorsque l'actionneur 1 (ici la bobine 11) est alimenté, et le noyau mobile 13 se déplace vers la position magnétisée, déplaçant la tige de commande 10, le ressort de compression 34 et le conducteur mobile 31 vers les deux bornes fixes 32, 32'. La course du conducteur mobile 31 est plus courte que celle du noyau mobile 13. Ainsi le conducteur mobile est en contact avec les bornes fixes 32, 32' avant le noyau mobile 13, provoquant la compression du ressort de compression 34 jusqu'à ce que le noyau mobile 13 soit en position magnétisée.

[0046] Le contact électrique 3 passe de l'état fermé à l'état ouvert lorsque la bobine 11 de l'actionneur 1 n'est plus alimentée électriquement, et le noyau mobile 13 se déplace vers la position de repos, déplaçant la tige de commande 10, le ressort de compression 34 et le conducteur mobile 31 vers une position éloignée en s'écartant des deux bornes fixes 32, 32'.

[0047] L'appareil comprend un dispositif d'estimation d'usure 4 de l'appareil électrique. Le dispositif d'estimation d'usure 4 comprend un capteur de luminosité 41, en l'occurrence un phototransistor, monté dans la chambre de détection 21. Selon une variante le capteur de luminosité 41 est un capteur à fibre optique. Le capteur de luminosité 41 permet de détecter une lumière dans la chambre de détection 21 provenant de la chambre de contact 23 en passant par la fenêtre 20. Autrement dit, le capteur de luminosité 41 est positionné dans la chambre de détection 21 pour détecter une lumière dans une zone en vis-à-vis de la fenêtre 20. Dans l'exemple représenté, comme indiqué précédemment, la fenêtre 20 est une ouverture traversée par la tige de commande 10. Alternativement l'embase comprend une paroi translucide ou transparente et le capteur de luminosité 41 est en vis-à-vis de cette paroi transparente. Ainsi en cas d'arc électrique 6, 6' entre le conducteur mobile 31 et l'au moins

une première borne fixe 32, le flux lumineux provenant de l'arc électrique 6, 6' éclaire au moins la zone où est situé le capteur de luminosité 41 en passant par la fenêtre 20. Le capteur de luminosité 41 peut donc détecter un flux lumineux provenant de l'arc électrique 6.

[0048] Dans ce mode de réalisation, le capteur de luminosité 41 peut détecter en outre le flux lumineux provenant d'un deuxième arc électrique 6' dans la chambre de coupure 23 entre la deuxième borne fixe 32' et le conducteur mobile 31. Les deux arcs électriques 6, 6' se forment et s'éteignent en même temps, générant chacun un flux lumineux dont une partie est détectable par le capteur de luminosité 41. Comme expliqué précédemment, ces arcs électriques 6, 6' sont en particulier formés lorsque le contact électrique 3 passe de l'état fermé à l'état ouvert. Le ressort de compression 34 permet, quant à lui, d'appliquer une compression du conducteur mobile 31 sur la première et la deuxième borne fixe 32.

[0049] Le dispositif d'estimation d'usure 4 comprend en outre une unité de calcul 42 configurée pour recevoir une information d'ouverture correspondant au passage du contact électrique 3 de l'état fermé à l'état ouvert et un signal de détection de la lumière par le capteur de luminosité 41. L'unité de calcul 42 comprend des composants électroniques permettant de traiter des signaux analogiques ou/et numériques et en outre un microcontrôleur ou/et processeur etc... Dans cet exemple l'unité de calcul 42 reçoit des informations sur l'état du contact électrique 3. En alternative, il pourrait recevoir seulement l'information d'ouverture correspondant au passage du contact électrique 3 de l'état fermé à l'état ouvert.

[0050] Dans ce mode de réalisation, le dispositif d'estimation d'usure 4 comprend en outre une charge lumineuse de test 43 logée dans la chambre de détection 21 et commandée électriquement par l'unité de calcul 42. L'unité de calcul 42 est configurée (soit sur réception d'une requête de test ou soit aléatoirement ou soit encore selon un temps prédéterminé) pour faire un test de fonctionnement du capteur de luminosité 41. Ainsi l'unité de calcul 42 est configurée pour transmettre un signal de défaillance capteur en cas de réception de signal de détection de lumière par le capteur de luminosité 41 lors de l'alimentation de la charge lumineuse de test 43. L'unité de calcul 42 peut par exemple commander par impulsion la charge lumineuse 43 afin qu'elle clignote, et vérifier la concordance de ce clignotement avec chaque signal de détection de lumière par le capteur de luminosité 41 reçu.

[0051] Dans cet exemple, l'unité de calcul 4 qui comprend dans cet exemple une carte électronique traversée par la tige de commande 10, laquelle permet de donner l'information de l'état du contact électrique 3. Par exemple la tige de commande 10 comprend une zone conductrice électriquement, par exemple tubulaire correspondant à la différence de course entre le noyau mobile et le conducteur mobile, permettant de faire un contact électrique avec un conducteur électrique de la carte électronique pendant le déplacement de la tige de

commande 10 quand le conducteur mobile est en position fermée (pendant la compression et décompression du ressort de compression 34). Selon un autre exemple la tige mobile 10 comprend une butée et que l'unité de calcul 42 comprend un interrupteur mécanique monté par exemple sur la carte électronique en vis-à-vis de la butée comprenant un ressort de compression fonctionnant selon la même course que celle du ressort de compression, c'est à dire selon la différence de course noyau mobile/conducteur mobile. Selon encore un autre exemple le dispositif d'estimation de mesure 4 comprend un contact électrique basse tension fonctionnement selon la même course que celle du contact électrique 3 haute tension. Par exemple, le contact électrique basse tension comprend un conducteur mobile monté sur la tige, un ressort de compression et respectivement une ou deux bornes fixes par exemple montées sur la carte électronique.

[0052] Dans cet exemple, l'information d'état correspond à celle de la charge lumineuse (en l'occurrence état ouvert pour état éteint, et état fermé pour état allumé, mais cela pourrait être inversé). Ainsi dans cet exemple l'information d'ouverture transmise à l'unité de calcul 42 correspond à un front descendant d'un signal de l'état de la charge lumineuse 3 soit le passage de la charge lumineuse 3 d'un état allumé à un état éteint. L'unité de calcul 4 a par exemple une entrée reliée à la charge lumineuse 3.

[0053] Selon un autre exemple, l'information d'ouverture correspond à une information de commande d'ouverture, par exemple envoyée après un délai prédéterminé.

[0054] L'unité de calcul 4 est configurée pour mesurer une durée de détection d'arc électrique 6, 6' à partir du signal de détection de lumière transmis par le capteur de luminosité 41.

[0055] La figure 2 représente un chronogramme représentant sur la première ligne une commande du contact électrique, sur la deuxième ligne un état du contact électrique 3, sur la troisième ligne une détection de luminosité par le capteur de luminosité 41, et sur la quatrième ligne une estimation d'usure de l'appareil.

[0056] Lorsqu'une commande du contact électrique 3 à l'état fermé ou à l'état ouvert est produit, le contact électrique 3 change d'état selon cette commande comme visible sur les deux premières lignes avec un retard, lié au temps de déplacement du contact mobile 31.

[0057] Dans le cas d'un arc électrique, représenté sur la deuxième ligne par un carré hachuré, le courant continue de passer dans le contact électrique correspondant à un état fermé du contact électrique malgré la position ouverte du contact. On peut voir sur cette deuxième ligne que trois arcs électriques ont donc été formés à trois événements numérotés 1, 2, 3. Sur la deuxième ligne du chronogramme, il est donc indiqué à chaque partie hachurée l'événement d'un ou deux arcs électriques 6, 6' au niveau du contact électrique 3. Pendant ces événements, l'état du contact électrique 3 est donc fermé,

car un courant circule dans la ligne électrique. En l'occurrence dans ce mode de réalisation, le courant circule par le biais des deux arcs électriques 6, 6' mais le contact mobile 31 se déplace de la position fermée vers la position ouverte et l'arc électrique peut continuer d'exister dans cette position ouverte plus ou moins longtemps comme cela est représenté à l'événement 3. Ce dernier est plus long que l'événement 2, lequel est lui-même plus long que l'événement 1.

[0058] Le capteur de luminosité 41 transforme une détection de lumière dans la chambre de coupure en un signal de détection de lumière correspondant à la luminosité de cet arc électrique dans la chambre de détection, comme représenté sur la troisième ligne du chronogramme.

[0059] L'unité de calcul 42 est configurée pour mesurer une durée de détection d'arc électrique D_a à partir du signal de détection de lumière transmis par le capteur de luminosité 41. Dans ce mode de réalisation, la détection de lumière est avérée lorsque la valeur mesurée du flux lumineux par le capteur de luminosité est supérieure à une deuxième valeur seuil. Ainsi dans ce mode de réalisation, la durée de détection d'arc électrique est terminée lorsque la valeur mesurée du flux lumineux est inférieure à la deuxième valeur seuil. En effet, cela permet de mesurer dans le signal de détection de lumière par le capteur de luminosité 41, uniquement le temps dépassant cette deuxième valeur seuil afin d'éviter de mesurer une durée de lumière ne provenant ni d'un arc électrique ni de la charge lumineuse de test. D'autres solutions sont possibles, par exemple mesurer une durée à partir d'une valeur de dérivée du signal de détection de lumière correspondant à une augmentation soudaine de la lumière due soit à un arc électrique, soit à la lumière émise par la charge lumineuse de test 43.

[0060] Selon un autre mode de réalisation non représenté, l'appareil électrique ne comporte pas l'unité de calcul. Dans ce mode de réalisation, le capteur de luminosité comprend une sortie prévue pour être connectée à une unité de calcul déportée de l'appareil électrique. Par exemple, l'unité de calcul fait partie d'une unité électronique de commande. Ainsi dans cet exemple, l'appareil détecte un arc électrique par le biais du capteur de luminosité 41 configuré pour transmettre un signal de détection de la lumière dans la chambre de détection par le capteur de luminosité 41. Ce signal est reçu par l'unité de calcul qui le traite pour en retirer une information de flux lumineux dans la chambre de coupure, telle qu'une durée d'arc électrique ou une puissance d'un arc électrique.

[0061] Le capteur de luminosité 41 peut ainsi continuer à détecter de la lumière dans la chambre de détection 42 provenant du flux lumineux produit par les arcs électriques 6, 6'.

[0062] L'unité de calcul 42 est en outre configurée pour estimer une usure de l'appareil lorsque la durée de détection d'arc électrique D_a est supérieure à une première valeur prédéterminée D_t . C'est par exemple le cas

à l'événement 3 sur la deuxième ligne du chronogramme, dans lequel la durée D_a des arcs électriques 6, 6' est supérieure à la première valeur prédéterminée D_t correspondant à une durée d'anomalie de l'appareil. Dans ce cas, par exemple l'unité de calcul 42 est configurée pour produire un signal d'usure de l'appareil pour informer un utilisateur ou un opérateur. Le signal d'usure de l'appareil peut ainsi correspondre à une usure du contact électrique ou à une usure d'un isolant électrique ou encore à une usure de l'actionneur, augmentant le temps de l'arc électrique comme expliqué précédemment.

[0063] En outre, dans cet exemple, l'unité de calcul 42 est configurée pour déterminer un comportement symptomatique d'une usure de l'appareil si la durée D_a des arcs électriques 6, 6' est à chaque fois supérieure à une deuxième valeur prédéterminée D_c inférieure à la première valeur prédéterminée D_t . L'unité de calcul 42 peut ainsi transmettre un signal d'information de maintenance pour alerter un opérateur de maintenance afin de réaliser une maintenance préventive.

[0064] Selon un exemple, lorsque l'usure est déterminée, l'unité de calcul 42 est configurée pour transmettre à une unité de commande commandant (directement ou indirectement) un contact électrique en série avec ce contact électrique 3 pour ouvrir la ligne de façon sécurisée et/ou transmettre une information à un utilisateur/opérateur par la commande (directement ou indirectement par un système de contrôle par exemple d'un aéronef) d'un voyant sur un tableau de bord ou d'une information sur un écran.

[0065] Selon un mode de réalisation, le capteur de luminosité 41 mesure l'intensité du flux lumineux (en lumens) et l'unité de calcul 42 est configurée pour en outre estimer une usure de l'appareil lorsque la mesure du flux lumineux est supérieure à une première valeur seuil de flux. Cela permet d'estimer une usure même en cas d'arc électrique ayant une durée inférieure à la valeur prédéterminée D_t mais suffisamment puissant pour avoir endommagé l'appareil. Un opérateur pourra ainsi vérifier si l'appareil a été endommagé.

[0066] En particulier, selon un exemple de ce mode de réalisation, l'unité de calcul 42 comprend une mémoire et est configurée pour enregistrer dans ladite mémoire chaque valeur maximale ou valeur de l'intégrale de la mesure du flux lumineux mesuré par le détecteur de luminosité à partir du début de la durée de détection d'arc électrique et additionner chacune de ces valeurs (valeur maximale ou valeur de l'intégrale) de la mesure du flux lumineux, et enfin informer d'une maintenance préventive du contact électrique lorsque la valeur de l'addition est supérieure à une troisième valeur seuil.

[0067] Un aspect de l'invention concerne aussi un procédé d'estimation d'usure d'un appareil électrique, de préférence d'un appareil selon la description précédente, comprenant les étapes de :

- Transformation d'une détection de lumière par un capteur de luminosité 41 en un signal de détection de

lumière,

- Mesure d'une durée de détection d'arc électrique Da selon le signal de détection de lumière,
- Estimation d'une usure de l'appareil lorsque la durée de détection d'arc électrique Da est supérieure à une valeur prédéterminée Dt.

[0068] En outre le procédé peut comprendre des étapes correspondant aux différentes fonctionnalités décrites précédemment réalisées par l'unité de calcul 42. Par exemple le procédé comprend une étape de transmission d'une information pour informer une usure à une unité de commande, et une étape de commander par l'unité de commande l'ouverture d'un contact en série avec le contact de l'appareil. Le procédé peut aussi comporter une étape d'envoi d'une information d'un besoin de maintenance préventif lorsque la durée de détection d'arc électrique Da est supérieure à celle d'une valeur prédéterminée Dc.

[0069] Sauf précision contraire, un même élément apparaissant sur des figures différentes présente une référence unique.

Revendications

1. Appareil électrique comprenant :

- Un boîtier (2) comprenant une chambre de contact (23), une chambre de détection (21), une embase (22) séparant la chambre de contact (23) et la chambre de détection (21), et une fenêtre (20) comprenant une ouverture traversant l'embase (22) en vis-à-vis d'une zone détectable par le capteur de luminosité (41), située entre la chambre de contact (23) et la chambre de détection (21) permettant d'éclairer la chambre de détection (21) à partir d'une lumière dans la chambre de contact (23),
- Un contact électrique (3) logé dans la chambre de contact (23), ledit contact ayant un état fermé et un état ouvert, **caractérisé en ce qu'il** comprend un capteur de luminosité (41) monté dans la chambre de détection (21), configuré pour détecter une lumière dans la chambre de détection (21) provenant de la chambre de coupure (23) et traversant la fenêtre (20) lorsqu'au moins un arc électrique apparaît dans la chambre de coupure (23), et
- dans lequel le dispositif d'estimation d'usure (4) comprend en outre une charge lumineuse de test (43) logée dans la chambre de détection (21) et est adaptée pour être commandée électriquement pour faire un test de fonctionnement du capteur de luminosité (41).

2. Appareil électrique selon la revendication précédente, comprenant un dispositif d'estimation d'usure (4) de l'appareil électrique, ledit dispositif (4) comprenant le capteur de luminosité (41) et une unité de calcul (42) configurée pour :

- Recevoir un signal de détection de la lumière par le capteur de luminosité (41),
- Mesurer une durée de détection d'arc électrique (Da) à partir du signal de détection de la lumière reçu,
- Estimer une usure de l'appareil lorsque la durée de détection d'arc électrique (Da) est supérieure à une première valeur prédéterminée (Dt).

3. Appareil électrique selon la revendication 2, dans lequel le capteur de luminosité (41) est configuré pour mesurer l'intensité du flux lumineux dans une zone de la chambre de détection (21) et l'unité de calcul (42) est configurée pour en outre déterminer l'usure de l'appareil lorsque l'intensité mesurée du flux lumineux est supérieure à une première valeur seuil de flux.

4. Appareil électrique selon la revendication 3, dans lequel l'unité de calcul (42) est configurée pour :

- Enregistrer dans une mémoire de l'unité de calcul (42) chaque valeur maximale ou valeur de l'intégrale de la mesure du flux lumineux à partir de la durée de détection d'arc électrique (Da) calculée,
- Additionner chaque valeur maximale ou valeur de l'intégrale de la mesure du flux lumineux,
- Informer d'une maintenance préventive du contact électrique (3) lorsque la valeur de l'addition est supérieure à une deuxième valeur seuil.

5. Appareil électrique selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, dans lequel la charge lumineuse de test (43) est commandée électriquement par l'unité de calcul (42) pour faire un test de fonctionnement du capteur de luminosité, l'unité de calcul (42) étant configurée pour transmettre un signal de défaillance du capteur en cas de non détection de lumière lors de l'alimentation de la charge lumineuse de test (43).

6. Appareil électrique selon l'une des revendications précédentes, précédentes, dans lequel le contact électrique (3) comprend un contact fixe et un contact mobile, l'appareil électrique étant un contacteur comprenant en outre :

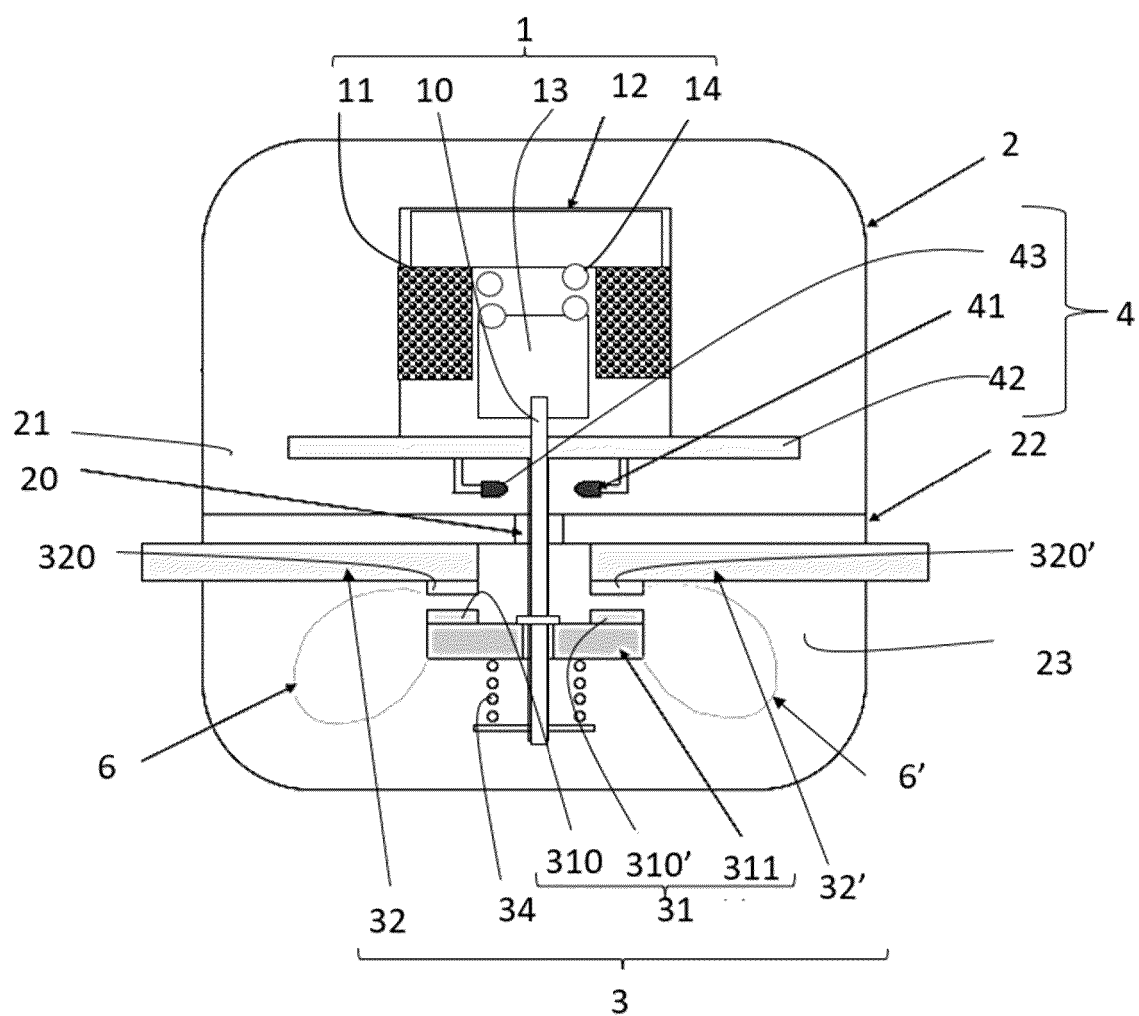
- un actionneur électromagnétique (1) comprenant

- une bobine (11) fixée au boîtier (2),
 - un noyau fixe (12) magnétique fixé au boîtier (2),
 - un noyau mobile (13) magnétique entouré par la bobine (21), le noyau mobile (13) est situé en vis-à-vis du noyau fixe (12),
 - une tige de commande (10) fixée au noyau mobile (13) et la tige de commande (10) traversant l'ouverture de la fenêtre (20),
- un ressort de rappel (14) pour rappeler le noyau mobile (13) dans sa position de repos, pour déplacer le conducteur mobile (31) vers l'autre parmi l'état ouvert ou fermé.
7. Appareil électrique selon l'une des revendications précédentes, l'appareil étant un contacteur et comprenant en outre un ressort de rappel (14) pour déplacer un conducteur mobile (31) vers l'un parmi l'état ouvert ou fermé, et un actionneur électromagnétique (1) pour déplacer le conducteur mobile (31) vers l'autre parmi l'état ouvert ou fermé.
8. Appareil électrique selon l'une des revendications 1 à 5, l'appareil étant un disjoncteur et comprenant en outre un dispositif de détection de surcharge et/ou de courant différentiel et/ou de court-circuit, pour déclencher le contact électrique (3) d'un état fermé à un état ouvert.
9. Ensemble comprenant :
- un appareil électrique selon l'une des revendications précédentes,
 - un dispositif de coupure comprenant un contact électrique supplémentaire, en série avec le contact électrique (3) de l'appareil électrique,
 - une unité de commande configurée pour commander le contact supplémentaire du dispositif de coupure et le contact de l'appareil,
 - une unité de calcul (42) configurée pour mesurer une durée de détection d'arc électrique (Da) à partir du signal de détection de la lumière reçu par le capteur de luminosité (41) et pour transmettre une information d'usure de l'appareil électrique à l'unité de commande,
 - et dans lequel l'unité de commande est configurée pour commander une ouverture du contact électrique supplémentaire du dispositif de coupure si une usure est estimée.
10. Procédé d'estimation d'usure d'un appareil électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, le procédé comprenant les étapes de :

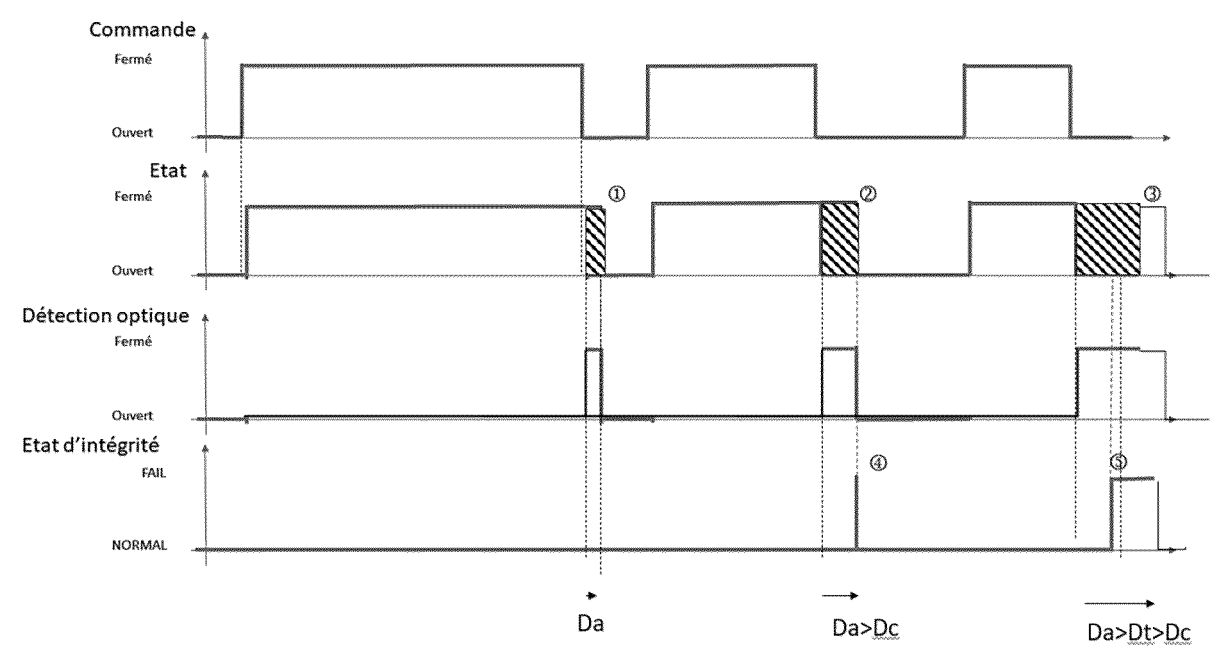
un état ouvert du contact électrique (3),

- Transformation d'une détection de lumière par le capteur de luminosité (41) en un signal de détection de lumière,
- Mesure d'une durée de détection d'arc électrique (Da) selon le signal de détection de lumière,
- Estimation d'une usure de l'appareil lorsque la durée de détection d'arc électrique (Da) est supérieure à une première valeur prédéterminée (Dt).

[Fig. 1]



[Fig. 2]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 21 1698

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

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	DE 10 2013 114171 B4 (EATON INTELLIGENT POWER LTD [IE]) 2 janvier 2020 (2020-01-02) * abrégé; revendications 1,2,4,10,11; figures 1-6 * * alinéas [0001] - [0003], [0007] - [0015], [0018] - [0021] * * alinéas [0024] - [0036], [0038] - [0041] * -----	1-10	INV. H01H51/22 H01H51/29 H01H71/04 H01H1/00
A	EP 0 482 547 B1 (ALSTHOM GEC [FR]) 3 janvier 1996 (1996-01-03) * abrégé; figures 1-4 * * colonne 1, ligne 1 - colonne 3, ligne 6 * * * lignes 17-21,32-38, alinéa 3 * -----	1-10	
A	EP 0 349 273 B1 (POLSTER LOUIS S [US]) 5 avril 1995 (1995-04-05) * abrégé; figures 2,4-6 * * colonne 1, lignes 1-10 * * colonne 2, ligne 36 - colonne 3, ligne 2 * * * colonne 3, ligne 40 - colonne 4, ligne 15 * * colonne 5, lignes 27-44 * * colonne 6, lignes 30-47 * -----	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01H
A	EP 3 021 338 A1 (SCHNEIDER ELECTRIC USA INC [US]) 18 mai 2016 (2016-05-18) * alinéas [0001] - [0012]; figures 1B-3 * ----- -/-	1-10	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 4 février 2025	Examineur Bauer, Rodolphe
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	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 21 1698

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	WO 2022/229274 A1 (PHOENIX CONTACT GMBH & CO [DE]) 3 novembre 2022 (2022-11-03) * abrégé * * page 1, lignes 6-29 * * page 3, ligne 9 - page 4, ligne 19 * * page 8, lignes 12-20 * * page 9, ligne 5 - page 10, ligne 3 * -----	1-10	
A	EP 3 944 274 A1 (SCHNEIDER ELECTRIC IND SAS [FR]) 26 janvier 2022 (2022-01-26) * abrégé; figure 1 * * alinéas [0001] - [0005], [0007] - [0009], [0011], [0014] - [0028] * * alinéas [0093] - [0097], [0102] - [0108], [0111] * -----	1-10	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Lieu de la recherche			Examineur
Munich			Bauer, Rodolphe
Date d'achèvement de la recherche			
4 février 2025			
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			

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

EP 24 21 1698

5 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.

04 - 02 - 2025

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102013114171 B4	02-01-2020	AUCUN	
EP 0482547 B1	03-01-1996	AT E132656 T1 BR 9104503 A CA 2053811 C DE 69116079 T2 EP 0482547 A1 ES 2081414 T3 FR 2668294 A1 JP 3031437 B2 JP H04306522 A US 5223682 A	15-01-1996 09-06-1992 07-03-1995 15-05-1996 29-04-1992 16-03-1996 24-04-1992 10-04-2000 29-10-1992 29-06-1993
EP 0349273 B1	05-04-1995	DE 68922030 T2 EP 0349273 A2 JP 2907872 B2 JP H02132724 A US 4897755 A	28-09-1995 03-01-1990 21-06-1999 22-05-1990 30-01-1990
EP 3021338 A1	18-05-2016	CN 105609331 A EP 3021338 A1 US 9329238 B1	25-05-2016 18-05-2016 03-05-2016
WO 2022229274 A1	03-11-2022	BE 1029357 A1 CN 117222900 A EP 4330694 A1 US 2024426910 A1 WO 2022229274 A1	29-11-2022 12-12-2023 06-03-2024 26-12-2024 03-11-2022
EP 3944274 A1	26-01-2022	CN 113960458 A EP 3944274 A1 FR 3112651 A1 US 2022020539 A1	21-01-2022 26-01-2022 21-01-2022 20-01-2022

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