

(19)



(11)

EP 4 579 713 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
02.07.2025 Bulletin 2025/27

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
H01H 85/02 (2006.01) H01H 85/44 (2006.01)
H01H 9/46 (2006.01) H01H 9/36 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: 24223093.6

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
H01H 85/0241; H01H 9/36; H01H 9/44; H01H 9/46;
H01H 85/38; H01H 2085/386

(22) Date de dépôt: 23.12.2024

(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

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

(72) Inventeur: GUILLARD, Eric
77550 Moissy-Cramayel (FR)

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

(30) Priorité: 27.12.2023 FR 2315386

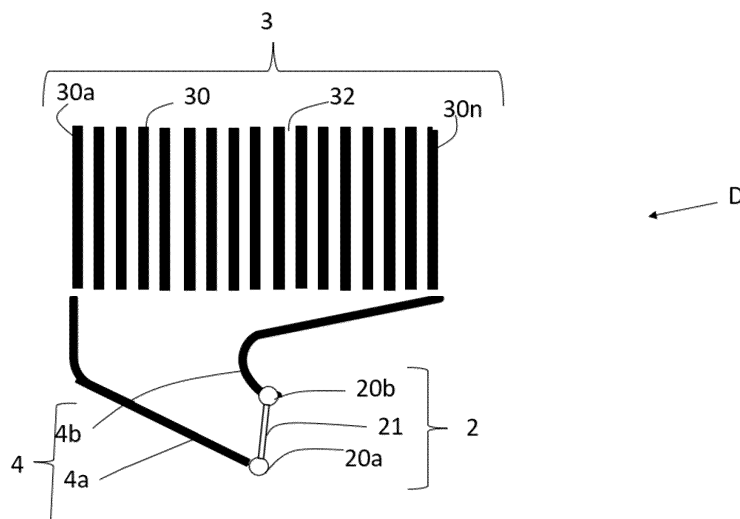
(54) DISPOSITIF DE PROTECTION ÉLECTRIQUE À HAUTE TENSION CONTINU PAR FUSIBLE

(57) Dispositif de protection électrique (D, D', D'')
comprenant :

- Un fusible (2) comprenant :
 - o une première extrémité (20a) et
 - o une deuxième extrémité (20b) opposée à la première extrémité (20a),
 - o un conducteur fusible (21) s'étendant de la première extrémité (20a) à la deuxième extrémité (20b),
- au moins un bloc d'ailettes (3) comprenant :
 - o une première ailette (30a), une dernière ailette (30n) et des ailettes intermédiaires (30) espacées les unes des autres entre la première ailette (30a) et la dernière ailette (30n),
- un guide d'arcs (4) comprenant :

- o un premier conducteur (4a) s'étendant depuis la première extrémité (20a) du fusible (2) vers la première ailette (30a) et
- o un deuxième conducteur (4b) s'étendant depuis la deuxième extrémité (20b) du fusible (2) vers la dernière ailette (30n)
- au moins un aimant (6) orienté par rapport au fusible (2) pour attirer un arc électrique formé entre le premier et deuxième conducteur (4a,4b) au niveau du fusible (2) dans un état fondu, vers le bloc d'ailettes (3),
- un deuxième bloc d'ailettes monté à l'opposé du premier bloc d'ailettes pour guider l'arc électrique dans le deuxième bloc d'ailette en cas de courant circulant dans l'autre sens.

[Fig. 2]



Description

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] Le domaine technique de l'invention est celui des dispositifs de protection électrique à haute tension continu.

[0002] La présente invention concerne un dispositif de protection électrique comprenant un fusible.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

[0003] Les dispositifs de protection électrique sont généralement des disjoncteurs ou des fusibles. Il existe des lignes de tension protégées par un disjoncteur et un fusible pour accroître un niveau de sécurité par une redondance dissimilaire. Dans l'aéronautique cette redondance est très importante.

[0004] L'utilisation de fusible à haute tension continu (HVDC) industriel pour réaliser la protection des équipements embarqués aéronautique ont l'inconvénient de l'encombrement longitudinal et d'avoir une masse importante.

[0005] Par exemple les fusibles ont généralement un pouvoir de coupure surdimensionné pour pouvoir être utilisés et de fait très différent par rapport aux circuits dont les impédances de ligne électriques sont plus courtes avec des inductances de plus faible valeur.

[0006] Le fusible doit être capable de contenir la surpression induite par l'arc électrique lorsque le fusible fond. Lors de la fusion entre deux extrémités de contact du fusible, un ou des arcs électriques apparaissent s'accompagnant de contrainte thermique élevée ainsi que de difficulté à éteindre la connexion électrique. Il est donc nécessaire que ces arcs s'éteignent rapidement.

[0007] En effet, lors de la clarification d'un défaut par un fusible HVDC classique, la tension d'arc dans le fusible lorsqu'il fond doit pouvoir s'accroître jusqu'à atteindre et dépasser la valeur de la tension du réseau afin d'annuler le courant. Classiquement ceci est possible par l'utilisation de différentes sections dans le fusible tout au long de ce dernier. La figure 1 représente un schéma de principe d'un fusible 1 selon l'art antérieur comprenant deux connecteurs 10a, 10b, un corps 11 en céramique s'étendant entre les deux connecteurs 10a, 10b. Le fusible 1 comprend en outre un conducteur fusible 12 logé dans le corps 11, formé par des lames conductrices 120 reliées les unes aux autres par une section réduite 121. Le fusible 1 comprend en outre de la silice 13 dans le corps 11 entourant le conducteur fusible 12. Ces lames conductrices 120 entraînent lors de la fusion du conducteur fusible 12 un sectionnement de l'arc par les sections réduites 121 permettant d'augmenter la tension d'arc et ainsi de l'éteindre lorsqu'il est au-dessus de la tension du réseau aux bornes des deux connecteurs 10a, 10b. Cependant, plus la tension de réseau est haute plus le nombre de sectionnement augmente, augmentant le

nombre de lames, un volume de silice dans le corps 11 important pour absorber l'énergie de l'arc électrique et donc une longueur du fusible de plus en plus importante qui peut atteindre par exemple 10cm de long, entraînant une augmentation de la masse du fusible.

[0008] Le principal inconvénient de ces solutions techniques, outre leur dimension longitudinale importante, est que la structure doit être structurellement suffisamment résistante mécaniquement à la pression interne lors de la fusion du conducteur fusible. Un des modes de panne du fusible peut survenir lorsque l'arc électrique n'est plus confiné dans l'enceinte du fusible lors de la fusion du conducteur fusible 12, un dégagement gazeux se produit engendrant une pression pouvant détériorer le corps 11 du fusible. La détérioration du corps 11 peut être une fissure ou même une explosion du corps fusible. Lors de cette explosion, des particules incandescentes peuvent être projetées et engendrer un incendie. En outre lors de la détérioration du corps 11 par le dégagement gazeux, des particules et vapeurs métalliques, provenant du conducteur fusible 12 en fusion, peuvent participer à projeter un arc électrique en dehors du corps 11 détérioré et provoquer un départ de feu.

[0009] Il existe donc un besoin d'un dispositif de protection électrique à haute tension continu de type fusible mais moins encombrant longitudinalement et plus solide et de masse réduite.

RESUME DE L'INVENTION

[0010] L'invention offre une solution aux problèmes évoqués précédemment, en permettant de fractionner l'arc électrique formé entre les deux connecteurs d'un fusible dont le conducteur a fondu, par des ailettes séparatrices, appelée dans la demande principe de Deion. Ce principe permet de diminuer l'encombrement longitudinal tout en fractionnant l'arc électrique pour l'éteindre sans corps du fusible pour absorber l'énergie de l'arc, permettant ainsi d'être mécaniquement plus robuste et moins lourd

[0011] Un premier aspect de l'invention concerne ainsi un dispositif de protection électrique comprenant :

- un fusible comprenant :
 - une première extrémité ,
 - un deuxième extrémité opposée à la première extrémité ,
 - un conducteur fusible s'étendant de la première à la deuxième extrémité ,
- au moins un bloc d'ailette possédant :
 - une première ailette, une dernière ailette et des ailettes intermédiaires espacées les unes des autres entre la première ailette et la dernière ailette,

- un guide d'arcs comprenant :
 - un premier conducteur s'étendant depuis la première extrémité du fusible vers la première ailette et
 - un deuxième conducteur s'étendant depuis la deuxième extrémité du fusible vers la dernière ailette
- au moins un aimant orienté par rapport au fusible pour attirer un arc électrique formé entre le premier et deuxième conducteur au niveau du fusible dans un état fondu, vers le bloc d'ailettes,
- un deuxième bloc d'ailettes monté à l'opposé du premier bloc d'ailettes pour guider l'arc électrique dans le deuxième bloc d'ailette en cas de courant circulant dans l'autre sens.

[0012] Ainsi, l'invention permet de maîtriser la coupure en fractionnant l'arc électrique lors de la fusion du fusible en utilisant le principe de Déion. Cela permet d'éviter une fissure ou explosion projetant des particules en dehors du dispositif de protection en fractionnant l'arc électrique. Ainsi le dispositif permet d'avoir un conducteur fusible non surdimensionné, plus compact longitudinalement et surtout un dispositif très simple et non sujet au problème d'explosion des corps de fusible de l'art antérieur. Le bloc d'ailettes permet de fractionner l'arc électrique sans retenir son énergie contrairement au cas du corps de fusible décrit précédemment. Le nombre d'ailettes et l'écart inter-ailettes sont choisis selon la tension du réseau, par exemple une trentaine d'ailettes pour une tension de 900 volts. L'ensemble des arcs électriques inter-ailettes est appelé l'arc électrique fractionné dans la description. Plus le nombre d'ailettes est important et plus grand sera la tension d'extinction. La somme des tensions d'arc inter-ailette sera égale ou supérieure à la tension du réseau. En outre le deuxième bloc et l'aimant permanent permet de générer un champ magnétique perpendiculairement au sens du courant circulant dans le fusible pour forcer le déplacement de l'arc électrique vers le bloc d'ailette correspondant peu importe le sens de montage du dispositif et donc le sens de circulation du courant dans le fusible.

[0013] Outre les caractéristiques qui viennent d'être évoquées dans le paragraphe précédent, le dispositif de protection selon un aspect de l'invention peut présenter une ou plusieurs caractéristiques complémentaires parmi celles mentionnées dans les paragraphes suivants, considérées individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

[0014] Selon un mode de réalisation, l'aimant peut comprendre du samarium cobalt. La composition de l'aimant permanent est ainsi choisie de façon à être résistant à la température du dispositif notamment en cas d'arc électrique.

[0015] Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend un espace gazeux délimité d'une part entre

le conducteur fusible et le bloc d'ailette, et d'autre part entre le premier et deuxième conducteur permettant à un arc électrique de se déplacer du conducteur fusible au bloc d'ailettes.

5 **[0016]** Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend au moins un aimant orienté par rapport au fusible pour attirer un arc électrique formé entre le premier et deuxième conducteur au niveau du fusible dans un état fondu, vers le bloc d'ailettes.

10 **[0017]** Selon un exemple de ce mode de réalisation, le dispositif comprend un circuit magnétique à aimant permanent permettant de générer un champ magnétique perpendiculairement au sens du courant circulant dans le fusible.

15 **[0018]** Selon un mode de réalisation le premier conducteur est distant de la première ailette formant un espace. Cela permet d'utiliser cette espace comme interstice pour contribuer à éteindre l'arc électrique fractionné.

20 **[0019]** Selon un mode de réalisation le deuxième conducteur est distant de la dernière ailette formant un espace. Cela permet d'utiliser cette espace comme interstice pour contribuer à éteindre l'arc électrique fractionné.

25 **[0020]** Selon un mode de réalisation, les ailettes intermédiaires comprennent une encoche formant ensemble une rainure. Les encoches permettent de prédéterminer la zone où l'arc électrique fractionné sera guidé et contenu pour être éteint.

30 **[0021]** Selon un mode de réalisation, le conducteur fusible a une section réduite par rapport à la section de la première extrémité et de la deuxième extrémité qui sont chacun conducteur.

35 **[0022]** Selon un mode de réalisation, la première extrémité et la deuxième extrémité du fusible ont la même matière que le conducteur fusible et sont chacune soudée respectivement au premier et deuxième conducteur.

40 **[0023]** Selon un mode de réalisation, la première extrémité et la deuxième extrémité sont chacune un connecteur monté contre respectivement le premier et deuxième conducteur de guide d'arc.

45 **[0024]** Un deuxième aspect de l'invention concerne un procédé de coupure d'une ligne de tension par un dispositif de protection électrique selon le premier aspect de l'invention, avec ou sans les différentes caractéristiques décrites précédemment dans les différents exemples et mode de réalisation, le procédé comprenant une étape de fusion du conducteur fusible, une étape de guidage d'un arc électrique formé à la suite de la fusion du fusible, des extrémités du fusible vers le bloc d'ailettes et une étape de fractionnement de l'arc électrique dans le bloc d'ailettes jusqu'à son extinction.

50 **[0025]** 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

[0026] Les figures sont présentées à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention.

[Fig.1] est un schéma de principe d'un fusible selon l'art antérieur.

[Fig.2] est un schéma de principe d'un dispositif de protection électrique selon l'invention.

[Fig.3] est le schéma de principe du dispositif de protection électrique de la figure 2 représentant le cheminement d'un arc électrique à la suite d'un fusible fondu.

[Fig.4a] est un schéma de principe d'un dispositif de protection électrique selon un premier exemple d'un deuxième mode de réalisation représentant le cheminement d'un arc électrique à la suite d'un fusible fondu.

[Fig.4b] est un schéma de principe d'un dispositif de protection électrique selon un deuxième exemple du deuxième mode de réalisation représentant le cheminement d'un arc électrique à la suite d'un fusible fondu.

[Fig.5] est un schéma électrique comprenant le dispositif de protection électrique selon mode premier mode de réalisation de l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE

[0027] Sauf précision contraire, un même élément apparaissant sur des figures différentes, présente une référence unique.

[0028] L'invention se rapporte à un dispositif de protection électrique D représenté selon un schéma de principe en figure 2. Le dispositif de protection électrique D comprend un fusible 2 comprenant une première extrémité 20a, une deuxième extrémité 20b opposée longitudinalement à la première extrémité 20a et un conducteur fusible 21 s'étendant longitudinalement de la première extrémité 20a à la deuxième extrémité 20b. En l'occurrence dans cet exemple, la première extrémité 20a est un premier connecteur et la deuxième extrémité 20b est un deuxième connecteur du fusible 2. Le fusible 2 peut être en une seule matière, dans ce cas la première et la deuxième extrémité 20a, 20b forme une seule pièce monobloc avec le conducteur fusible 21, par exemple par découpage dans une tôle, ou extrusion.

[0029] Le fusible 2 est dépourvue de corps enfermant le conducteur fusible 21, autrement dit le conducteur fusible 21 est à l'air libre.

[0030] La première et la deuxième extrémité 20a, 20b sont chacune représentée selon un schéma de principe sur la figure 2, mais sont chacune connectée électriquement et physiquement à une borne électrique différente (non représentée) du dispositif de protection électrique D destinée à être reliée chacune à un conducteur différent.

[0031] Le conducteur fusible 21 a une section inférieure à un premier et deuxième conducteurs destinés

à être connectés respectivement à la première extrémité 20a et à la deuxième extrémité 20b. Le conducteur fusible 21 peut par exemple être dans une matière ayant une fusion plus rapide que le cuivre à isosection ou peut être en cuivre en ayant une section inférieure à la section de la première extrémité 20a et la section de la deuxième extrémité 20b ainsi qu'au conducteur (trace ou âme conductrice d'un fil électrique) raccordé au dispositif D. Ainsi, un courant I circule dans un sens de courant électrique par exemple, de la première extrémité 20a à la deuxième extrémité 20b à travers le conducteur fusible 21, ou dans le sens inverse. Selon un autre exemple la première extrémité 20a et la deuxième extrémité 20b du conducteur fusible 21 ont la même section que le tronçon

[0032] Le dispositif de protection électrique D comprend en outre au moins un bloc d'aillettes 3 représenté selon un schéma de principe, comprenant une première ailette 30a, une dernière ailette 30n et des ailettes intermédiaires 30 dont une seule est référencée. Les ailettes intermédiaires 30 sont espacées les unes des autres entre la première ailette 30a et la dernière ailette 30n. Chaque ailette 30a, 30, 30n du bloc d'aillettes 3 est isolée directement électriquement de l'ailette voisine (pour la première et dernière ailette) ou des deux ailettes voisines (pour les ailettes intermédiaires) par un espace inter-aillettes 32. Dans cet exemple, les espaces inter-aillettes 32 entre deux ailettes voisines 30a, 30, 30n sont identiques. Chaque ailette 30a, 30, 30n est une plaque dont un bord est représenté et comprend une première surface plane et une deuxième surface plane opposée à la première surface plane. Chaque ailette intermédiaire 30, et la dernière ailette 30n du bloc d'aillettes 3, a sa première surface plane en vis-à-vis de la deuxième surface plane de l'ailette voisine la plus proche de la première ailette 30a. Chaque ailette intermédiaire 30 et la première ailette 30a du bloc d'aillettes 3, a sa deuxième surface plane en vis-à-vis de la première surface plane de l'ailette voisine la plus proche de la dernière ailette 30n.

[0033] Le dispositif de protection électrique D comprend en outre un guide d'arc 4 comprenant premier conducteur 4a s'étendant depuis la première extrémité 20a du fusible 2 vers la première ailette 30a, en l'occurrence distant selon un écart inférieur ou identique à l'espace 32 entre deux ailettes intermédiaires 30.

[0034] Le guide d'arc 4 comprend en outre un deuxième conducteur 4b s'étendant depuis la deuxième extrémité 20b du fusible 2 vers la dernière ailette 30n, en l'occurrence distant selon un écart inférieur ou identique à l'espace 32 entre deux ailettes intermédiaires 30.

[0035] Le premier conducteur 4a et deuxième conducteur 4b comprend par exemple une première et deuxième fiche pour recevoir respectivement chacun la première et la deuxième extrémité 20a, 20b qui peuvent être chacune un connecteur adapté à s'enficher avec respectivement la première et deuxième fiche. Par exemple, la première et deuxième fiche est de type en Ω déformable élastiquement et la première et deuxième extrémité 20a,

20b sont chacune de forme cylindrique emboîtée dans la fiche correspondante. Selon encore un exemple la première et deuxième extrémité 20a et 20b sont des fiches mâles ou femelles emboîtées dans respectivement des fiches femelles ou mâles du dispositif. Le dispositif peut comprendre en outre par exemple un bornier comprenant au moins un premier contact et un deuxième contact qui sont reliés chacun électriquement respectivement au premier et deuxième conducteur, et sont chacun adaptés à se fixer à un conducteur qui peut être un fil électrique comprenant une âme conductrice et un isolant ou encore une trace électrique par exemple en cuivre.

[0036] Le blocs d'ailettes 3 comprend un nombre N d'ailettes 30 dépendant de la tension du réseau appliquée au dispositif correspondant à la tension entre les deux extrémités 20a et 20b lorsque le conducteur fusible 21 a fondu, comme représentée en figure 3 dans lequel le conducteur fusible 21 n'est pas représenté.

[0037] Le premier conducteur 4a et le deuxième conducteur 4b comprend chacun des bras s'éloignant l'un de l'autre de façon évasée, pour permettre de déplacer un arc électrique lorsque le conducteur fusible 21 a fondu.

[0038] Sur cette figure 3, un arc électrique 5 est représenté de façon schématique à différentes positions entre le premier conducteur 4a et le deuxième conducteur 4b qui ensuite se découpe en une pluralité d'arcs électriques, représentés par des ovales, entre d'une part le premier conducteur 4a et la première ailette 30a, d'autre part entre les différentes ailettes 30a, 30, 30n, et enfin entre la dernière ailette 30n et le deuxième conducteur 4b.

[0039] La séparation de l'arc électrique en une pluralité d'arcs électriques va éteindre l'ensemble des arcs électriques et ainsi assurer la protection des dispositifs reliés en série avec le dispositif de protection électrique D. Dans la suite, la pluralité d'arcs électriques est appelée l'arc électrique fractionné.

[0040] Selon un autre mode de réalisation, dont un premier exemple est représenté en figure 4a, le dispositif de protection électrique D' est identique à celui du premier mode de réalisation sauf en ce qu'il comprend au moins un premier aimant 6 et en ce que le premier et deuxième conducteur 4a, 4b sont en contact physique et électrique avec respectivement la première et dernière ailette 30a, 30n. L'aimant permanent, appelé premier aimant 6 peut comprendre du samarium cobalt. La composition de l'aimant permanent 6 est ainsi choisie de façon à être résistant à la température du dispositif notamment en cas d'arc électrique.

[0041] Dans cet exemple, la première extrémité 20a est connectée à un conducteur principal Ca d'un circuit reliée à la polarité positive du réseau et la deuxième extrémité 20b est connectée à un conducteur principal Cb reliée à la polarité négative du réseau.

[0042] Le premier aimant 6 a un pôle nord en vis-à-vis des premier et deuxième conducteur 4a, 4b à côté des premières et deuxième extrémités 20a, 20b. Ainsi le

premier aimant 6 génère un champ magnétique de direction constante depuis le premier aimant 6 vers le premier et deuxième conducteur 4a, 4b à côté des première et deuxième extrémités 20a, 20b.

[0043] Le champ magnétique force le déplacement de l'arc électrique 5 vers le bloc d'ailette 3 suivant la loi de Laplace.

[0044] Ainsi,

[Math. 1]

$$d\vec{F} = I. d\vec{l} \wedge \vec{B}$$

[0045] Avec $\vec{F}$, la force appliquée à l'arc électrique 5, I le courant traversant l'arc électrique 5, $d\vec{l}$ l'élément de longueur de l'arc électrique 5 traversé par le courant I et $\vec{B}$ le champ magnétique auquel il est soumis.

[0046] La figure 4b illustre un autre exemple de ce mode de réalisation, dans lequel le dispositif D' comprend un deuxième aimant 6' situé à l'opposé du premier aimant 6 tel que l'arc électrique lors de la fusion du fusible (représentée sur la figure 4b) et le guide d'arc 4 se situent entre le premier aimant 6 et le deuxième aimant 6'. Le deuxième aimant 6' a un pôle Sud en vis-à-vis des premier et deuxième conducteur 4a, 4b à côté des première et deuxième extrémités 20a, 20b. Les aimants permanent 6, 6' peuvent avoir la même composition de façon à être résistant à la température du dispositif notamment en cas d'arc électrique. Par exemple Les aimants permanent 6, 6' comprennent du samarium cobalt. Dans cette configuration, l'arc électrique 5 se propage depuis la première et deuxième extrémité 20a, 20b et se déplace par une force magnétique générée par le champ magnétique vers le bloc d'ailettes 3. L'arc électrique 5 est guidé par le premier conducteur 4a du guide d'arc 4 vers la première ailette 3a et par le deuxième conducteur 4b vers la dernière ailette 30n.

[0047] Dans les différents exemples des différents modes de réalisation, le boîtier isolant non représenté du dispositif de protection électrique D peut comprendre un logement logeant chaque ailette 30a, 30, 30n et comprendre des encoches ou nervures supportant chacune une ailette 30a, 30, 30n selon un écart correspondant à l'espace 32 avec l'ailette voisine 30a, 30, 30n.

[0048] Chaque surface plane d'ailette 30a, 30, 30n a une valeur surfacique supérieure d'au moins du double à celle des surfaces des extrémités 20a, 20b du fusible 2. Cela permet d'améliorer sa dissipation thermique et donc de diminuer l'échauffement du dispositif de protection électrique D.

[0049] Chaque ailette 30a, 30, 30n peut aussi avoir une encoche formant ensemble une rainure. Les encoches permettent de prédéterminer l'endroit exact où l'arc électrique fractionné sera guidé et contenu pour être éteint.

[0050] D'autres solutions sont aussi envisageables, par exemple un deuxième bloc d'ailette peut être monté

à l'opposé permettant en cas de montage à l'envers du dispositif avec l'aimant 6 de guider l'arc électrique dans le deuxième bloc d'ailette.

[0051] La figure 5 représente un schéma électrique comprenant en série, une source haute tension continu 7, un contacteur 8 une charge 9 et le dispositif de protection D, du premier mode de réalisation mais pourrait être le dispositif de protection D' du deuxième mode de réalisation. Dans cet exemple le contacteur 8 est connectée en série entre la borne positive de la source de tension et une borne du dispositif D reliée directement à la première extrémité 20a du fusible 2. La charge 9 est connectée en série directement électriquement entre une borne du dispositif D reliée directement à la deuxième extrémité 20b du fusible 2 et la borne négative de la source de tension HVDC. En cas de surcharge (défaut de la charge par exemple un court-circuit) le conducteur fusible 21 fond, et si un arc électrique apparaît, il est guidé par le guide d'arc 4 vers le bloc d'ailette 3 qui l'éteint.

Revendications

1. Dispositif de protection électrique (D, D', D'') comprenant :

- Un fusible (2) comprenant :

- une première extrémité (20a) et
- une deuxième extrémité (20b) opposée à la première extrémité (20a),
- un conducteur fusible (21) s'étendant de la première extrémité (20a) à la deuxième extrémité (20b),

- au moins un bloc d'ailettes (3) comprenant :

- une première ailette (30a), une dernière ailette (30n) et des ailettes intermédiaires (30) espacées les unes des autres entre la première ailette (30a) et la dernière ailette (30n),

- un guide d'arcs (4) comprenant :

- un premier conducteur (4a) s'étendant depuis la première extrémité (20a) du fusible (2) vers la première ailette (30a) et
- un deuxième conducteur (4b) s'étendant depuis la deuxième extrémité (20b) du fusible (2) vers la dernière ailette (30n)

- au moins un aimant (6) orienté par rapport au fusible (2) pour attirer un arc électrique formé entre le premier et deuxième conducteur (4a,4b) au niveau du fusible (2) dans un état fondu, vers le bloc d'ailettes (3),

- un deuxième bloc d'ailettes monté à l'opposé du premier bloc d'ailettes pour guider l'arc électrique dans le deuxième bloc d'ailette en cas de courant circulant dans l'autre sens.

2. Dispositif de protection électrique (D', D'') selon la revendication précédente, comprenant un deuxième aimant (6') situé à l'opposé du premier aimant (6) générant avec le premier aimant (6) un champ magnétique dans le même sens, le guide d'arc (4) se situant entre le premier aimant (6) et le deuxième aimant (6').

3. Dispositif de protection électrique (D, D'') selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le premier conducteur (4a) est distant de la première ailette (30a) formant un espace.

4. Dispositif de protection électrique (D, D', D'') selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les ailettes intermédiaires (30) comprennent une encoche formant ensemble une rainure.

5. Dispositif de protection électrique (D, D', D'') selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le conducteur fusible (21) a une section constante de la première extrémité (20a) à la deuxième extrémité (20b).

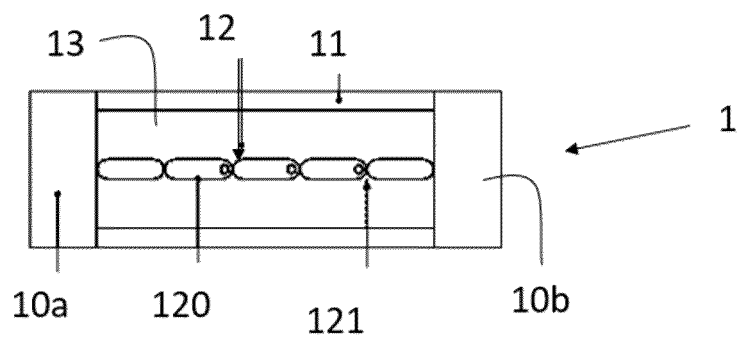
6. Dispositif de protection électrique (D, D', D'') selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la première et deuxième extrémités (20a, 20b) du fusible (2) ont la même matière que le conducteur fusible (21) et sont chacune soudée respectivement au premier et deuxième conducteur (4a, 4b).

7. Dispositif de protection électrique (D, D', D'') selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel la première extrémité (20a) et la deuxième extrémité (20b) sont chacune un connecteur monté contre respectivement le premier et deuxième conducteur (4a, 4b).

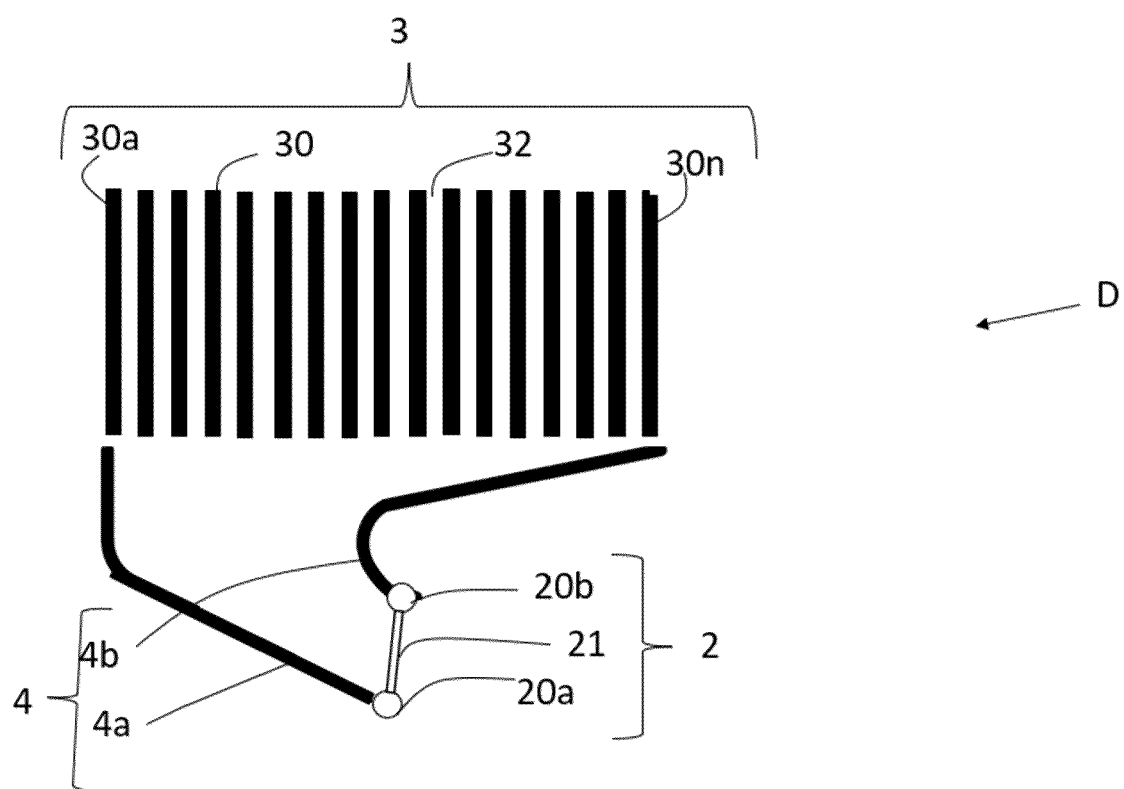
8. Procédé de coupure d'une ligne de tension par un dispositif de protection électrique (D, D', D'') selon l'une quelconque des revendications précédentes, le procédé comprenant :

- une étape de fusion du conducteur fusible (21),
- une étape de guidage d'un arc électrique formé à la suite de la fusion du conducteur fusible (21), des extrémités (20a, 20b) du fusible (2) vers le bloc d'ailettes (3) et
- une étape de fractionnement de l'arc électrique dans le bloc d'ailettes (3) jusqu'à son extinction.

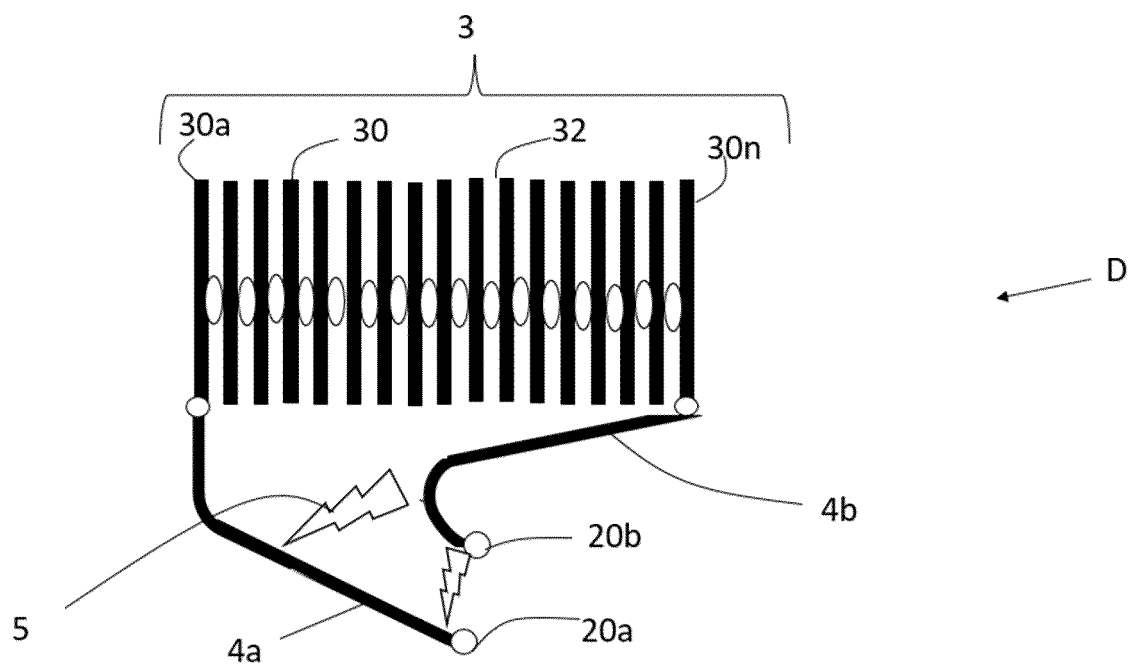
[Fig. 1]



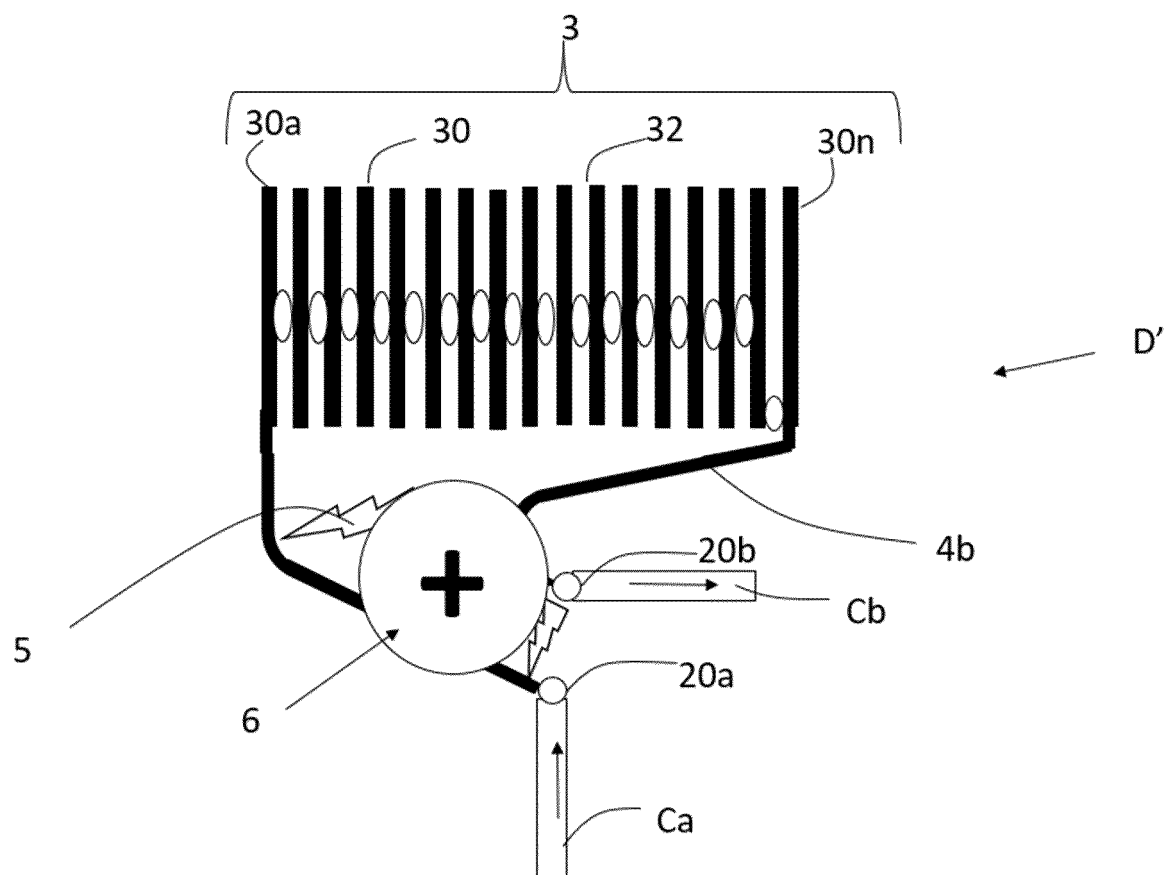
[Fig. 2]



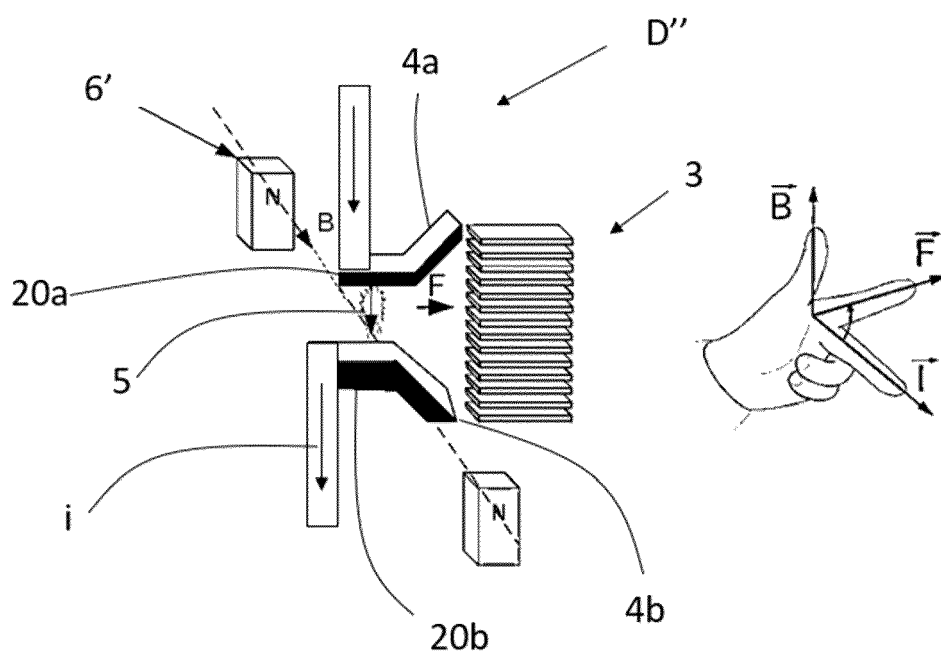
[Fig.3]



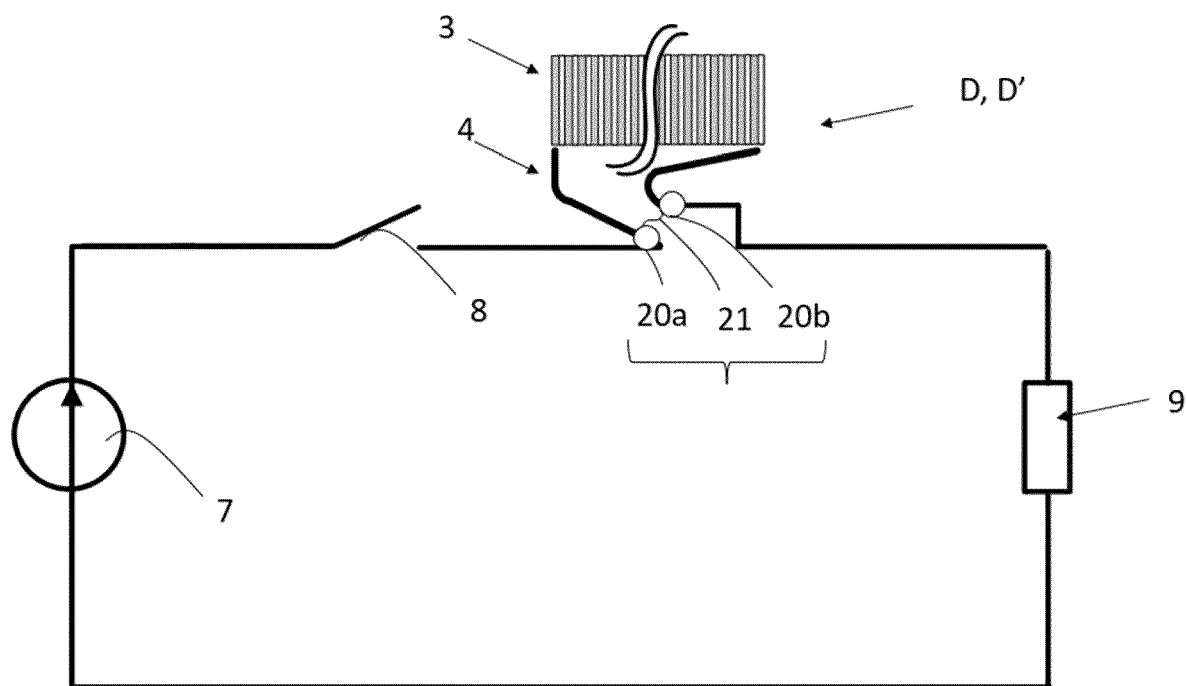
[Fig.4a]



[Fig.4b]



[Fig.5]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 22 3093

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	FR 60 753 E (MERLIN GERIN) 26 janvier 1955 (1955-01-26) * le document en entier * -----	1-8	INV. H01H85/02 H01H85/44 H01H9/46 H01H9/36
X	EP 2 998 976 A1 (ABB FRANCE [FR]) 23 mars 2016 (2016-03-23) * abrégé; figures 2,3 * * alinéas [0001] - [0005], [0016] - [0020] * * alinéas [0021], [0023], [0024] - [0034] * * alinéas [0037] - [0043], [0048] * -----	1-8	
X	JP S53 55761 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD) 20 mai 1978 (1978-05-20) * figures 1,2 * -----	1-8	
A	CN 105 321 782 B (KAWAMURA ELECTRIC INC) 6 juillet 2018 (2018-07-06) * figures 3,4,6,7 * -----	2,3,5	
T	SLEPIAN J.: "Theory of the Deion Circuit-Breaker", TRANSACTIONS OF THE AMERICAN INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS , vol. 48, no. 2 1 avril 1929 (1929-04-01), pages 523-527, XP093194658, New York, NY, US ISSN: 0096-3860, DOI: 10.1109/T-AIEE.1929.5055242 Extrait de l'Internet: URL:https://ieeexplore.ieee.org/stampPDF/getPDF.jsp?tp=&arnumber=5055242&ref=aHR0cHM6Ly9pZWVleHBsb3JlLm11ZWUub3JnL2Fic3RyYWNOl2RvY3VtZW50LzUwNTUyNDI= * le document en entier * ----- - / - -		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche		Examineur
Munich	8 avril 2025		Bauer, Rodolphe
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 22 3093

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	FR 3 126 168 A1 (SAFRAN ELECTRICAL & POWER [FR]) 17 février 2023 (2023-02-17) * abrégé; figures 3,4 * * alinéas [0001] - [0007], [0029], [0031], [0048] - [0053] * -----	1-8	
A	US 2014/284310 A1 (GERVING KARSTEN [DE] ET AL) 25 septembre 2014 (2014-09-25) * abrégé; figure 1 * * alinéas [0003], [0012], [0018] * -----	1-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 8 avril 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	

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

EP 24 22 3093

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.

08-04-2025

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 60753	E	26-01-1955	AUCUN
EP 2998976	A1	23-03-2016	CN 105428174 A 23-03-2016
		EP 2998976 A1	23-03-2016
		FR 3025935 A1	18-03-2016
		RU 2015138474 A	15-03-2017
		US 2016079026 A1	17-03-2016
JP 55355761	A	20-05-1978	AUCUN
CN 105321782	B	06-07-2018	AUCUN
FR 3126168	A1	17-02-2023	CN 117813668 A 02-04-2024
		EP 4385050 A1	19-06-2024
		FR 3126168 A1	17-02-2023
		US 2024363296 A1	31-10-2024
		WO 2023017220 A1	16-02-2023
US 2014284310	A1	25-09-2014	EP 2597665 A1 29-05-2013
		EP 2783378 A1	01-10-2014
		US 2014284310 A1	25-09-2014
		WO 2013076310 A1	30-05-2013

EPO FORM P0460

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