

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①① N° de publication :

3 101 477

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national :

19 10864

⑤① Int Cl⁸ : **H 01 B 3/20** (2019.12), **H 01 B 3/22**, **H 01 F 27/10**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 01.10.19.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 02.04.21 Bulletin 21/13.

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

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : **ARKEMA France SA — FR.**

⑦② Inventeur(s) : **WALKER Jérémie et MONGUILLON
Bernard.**

⑦③ Titulaire(s) : **ARKEMA France SA.**

⑤④ **AUGMENTATION DE LA PUISSANCE D'UN**
TRANSFORMATEUR.
⑤⑦ AUGMENTATION DE LA PUISSANCE D'UN

TRANSFORMATEUR

La présente invention concerne l'utilisation, pour augmenter la puissance d'un transformateur, d'au moins un fluide dié-

lectrique de formule générale (1) : (A-X)n-B

(1) dans laquelle A et B, identiques ou différents, repré-
sentent indépendamment l'un de l'autre, un cycle aroma-
tique éventuellement substitué, X représente un
groupement espaceur, et n représente 0, 1, 2 ou 3.

L'invention concerne également un transformateur
contenant au moins un fluide diélectrique de formule géné-
rale (1).

Fig. : Néant

FR 3 101 477 - A1



Description

Titre de l'invention : AUGMENTATION DE LA PUISSANCE D'UN TRANSFORMATEUR

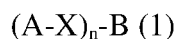
- [0001] Le marché des huiles diélectriques, encore dénommées fluides diélectriques, pour les transformateurs est en croissance continue. Ce marché est lié à une demande de plus en plus importante en énergie dans les pays industrialisés en raison notamment d'une électrification des pays en croissance économique.
- [0002] Par ailleurs, il est de plus en plus requis d'utiliser des fluides diélectriques ayant une biodégradabilité de l'ordre de 40% en 28 jours selon la norme OCDE 301, pour des raisons évidentes de protection de l'environnement.
- [0003] Par ailleurs, les transformateurs actuellement en service sont souvent utilisés à des taux de charge supérieurs à 95%. Le réseau actuel comporte aujourd'hui un très grand nombre de transformateurs optimisés, c'est-à-dire dont les pertes sont minimisées. Or, les demandes croissantes en électricité entraînent des problèmes sur ce réseau actuel optimisé qui aujourd'hui saturé ou proche de la saturation.
- [0004] Une solution à ces problèmes pourrait consister à installer de nouveaux transformateurs. Ceci entraînerait cependant un coût supplémentaire non négligeable, et nécessiterait des espaces supplémentaires souvent peu disponibles pour de nouveaux transformateurs.
- [0005] Une autre solution pourrait consister à remplacer les transformateurs existants par de nouveaux transformateurs de puissance plus importante. Ici encore, les coûts de ces nouveaux transformateurs plus puissants, plus imposants, sont également non négligeables. Ce type d'évolution engendre, outre le prix du transformateur, divers coûts associés pour la mise en service de transformateurs de puissance plus élevée, mais aussi bien souvent l'ajout d'un second transformateur de puissance au moins équivalente.
- [0006] Dans certains cas également, les transformateurs de puissance ne peuvent dépasser une certaine taille, les transformateurs trop imposants ne pouvant être facilement transportés et installés.
- [0007] Il existe donc aujourd'hui un problème concernant le parc de transformateurs existants qui est déjà saturé, ou tout au moins qui est proche de la saturation. Il reste actuellement un besoin de trouver une solution qui permette d'augmenter la puissance des transformateurs actuels, tout en maintenant un coût de fabrication compétitif.
- [0008] Une troisième solution, déjà proposée par les fabricants d'huiles végétales, est d'utiliser de telles huiles végétales connues notamment pour leur biodégradabilité élevée. Cependant ces huiles ont souvent des problèmes de viscosité, surtout à froid, et

des caractéristiques diélectriques insuffisantes, et bien souvent très inférieures à celles des huiles minérales. De plus les propriétés thermiques, et donc les échanges thermiques, sont moins bons que ceux des huiles minérales. Il est donc nécessaire de modifier la structure interne des transformateurs, en particulier l'élargissement des canaux de circulation des huiles à l'intérieur des enroulements. Ce changement de conception oblige, pour une même puissance, à augmenter la taille du transformateur, mais aussi à utiliser plus de matériaux et ainsi augmenter le coût de fabrication des transformateurs fonctionnant avec ces huiles biodégradables.

[0009] Les prévisions de besoin en quantité d'électricité ne cessent de croître, de sorte qu'il est indispensable de solutionner aujourd'hui ce problème. La présente invention permet de solutionner en totalité ou tout au moins en partie les problèmes exposés ci-dessus.

[0010] Les inventeurs ont en effet maintenant découvert qu'il est possible d'utiliser certains fluides diélectriques dans les transformateurs pour en augmenter la puissance, sans qu'il soit nécessaire d'avoir à modifier leur structure et/ou leur taille.

[0011] Ainsi, et selon un premier aspect, la présente invention concerne l'utilisation, pour augmenter la puissance d'un transformateur, d'au moins un fluide diélectrique de formule générale (1) :



dans laquelle :

- A et B, identiques ou différents, représentent indépendamment l'un de l'autre, un cycle aromatique, éventuellement substitué par un ou plusieurs radicaux hydrocarbonés, saturés ou partiellement ou totalement insaturés, comportant de 1 à 20 atomes de carbone, de préférence de 1 à 18 atomes de carbone, de préférence encore de 1 à 12 atomes de carbone, mieux de 1 à 10 atomes de carbone, mieux encore de 1 à 6 atomes de carbone, typiquement de 1 à 3 atomes de carbone,

- X représente un groupement espaceur, choisi parmi une liaison simple, -O-, -S-, - (CRR')_m-, >C=CRR', et -NR''-,

- R et R', identiques ou différents, sont choisis indépendamment l'un de l'autre, parmi l'hydrogène et un radical hydrocarboné, saturé ou partiellement ou totalement insaturé, comportant de 1 à 6 atomes de carbone, de préférence de 1 à 3 atomes de carbone,

- R'' représente un radical hydrocarboné, saturé ou partiellement ou totalement insaturé, comportant de 1 à 6 atomes de carbone, de préférence de 1 à 3 atomes de carbone,

- m représente un entier compris entre 1 et 4 bornes incluses, et

- n peut être égal à 0 ou représente un entier égal à 1, 2 ou 3, de préférence égal à 1 ou 2, avec la restriction que lorsque n est égal à 0, B est substitué par un ou plusieurs

radicaux hydrocarbonés, comme défini précédemment.

- [0012] Par « cycle aromatique », on entend les mono-cycles hydrocarbonés aromatiques et les polycycles hydrocarbonés aromatiques, comprenant de 6 à 20 atomes de carbone. Par « polycycle », on entend des cycles fusionnés ou condensés, dont au moins un cycle étant aromatique le (ou les) autre(s) cycle(s) pouvant être partiellement ou totalement insaturé(s).
- [0013] Lorsque n est égal à 0, le fluide diélectrique de formule (1) définie ci-dessus fait partie de la famille des alkylbenzènes, et de préférence répond aux spécifications définies dans la norme IEC 60867, édition 2 de 1993. Lorsque n est égal à 2 ou 3, les groupements (A-X) peuvent être identiques ou différents.
- [0014] Les fluides diélectriques de formule (1) définie ci-dessus sont connus et disponibles ou bien encore peuvent être aisément préparés à partir de modes opératoires connus dans la littérature brevets, la littérature scientifique ou sur l'internet. Des exemples de fluides diélectriques de formule (1) ci-dessus sont notamment décrits dans les brevets ou demandes de brevets EP0444989, US5017733, EP2720232, US2009103239, US4618914, pour n'en citer que quelques-uns, à titre d'exemples non limitatifs.
- [0015] Selon un mode de réalisation préféré de la présente invention, dans le fluide diélectrique de formule générale (1), n est différent de 0 et B est un cycle aromatique substitué par un radical hydrocarboné. De préférence encore ledit radical hydrocarboné est un radical alkyle comprenant de 1 à 6 atomes de carbone, de préférence de 1 à 4 atomes de carbone et de préférence le radical alkyle est le radical méthyle.
- [0016] Selon un autre mode de réalisation préféré de la présente invention, dans le fluide diélectrique de formule générale (1), n est égal à 0 et le fluide diélectrique de formule (1) est généralement choisi parmi les alkylbenzènes linéaires et les alkylbenzènes ramifiés, tels que par exemple et de manière non limitative les alkylbenzènes dans lesquels la partie alkyle comprend de 10 à 20 atomes de carbone. De tels alkylbenzènes comprennent, toujours de manière non limitative, le décylbenzène, le dodécylbenzène, l'octadécylbenzène, pour ne citer que quelques-uns d'entre eux.
- [0017] Tous les fluides diélectriques répondant à la formule générale (1) ci-dessus peuvent être utilisés seuls ou en mélanges de deux ou plusieurs d'entre eux en toutes proportions. Dans un mode de réalisation l'utilisation selon la présente invention met en œuvre au moins un fluide diélectrique de formule (1) définie ci-dessus seul ou en mélange avec un ou plusieurs autres fluides diélectriques connus de l'homme du métier, tels que par exemple, et de manière non limitative les fluides diélectriques choisis parmi les huiles minérales, les huiles végétales, et les esters naturels ou synthétiques.
- [0018] La quantité de fluide(s) diélectrique(s) selon la formule générale (1) par rapport à la totalité de l'ensemble des fluides diélectriques utilisables pour les besoins de la

présente invention peut varier dans de grandes proportions. On préfère toutefois utiliser les fluides diélectriques selon la formule générale (1) définie ci-dessus en proportions comprises entre 50% et 100% en poids, bornes incluses, de préférence entre 70% et 100% en poids, bornes incluses, par rapport à la totalité de l'ensemble des fluides diélectriques utilisables pour les besoins de la présente invention.

[0019] Selon encore un mode de réalisation préféré de la présente invention, le fluide diélectrique est choisi parmi le benzyltoluène (BT), le dibenzyltoluène (DBT), et leurs mélanges en toutes proportions. Les mélanges BT/DBT préférés sont ceux comprenant entre 1% et 50%, bornes incluses, en poids de benzyltoluène et de préférence encore entre 15% et 30%, bornes incluses, en poids de dibenzyltoluène par rapport à la quantité totale benzyltoluène/dibenzyltoluène.

[0020] Dans un mode de réalisation tout particulièrement préféré, le fluide diélectrique est choisi parmi les fluides diélectriques vendus par la société Arkema sous les dénominations commerciales de la gamme Jarylec®.

[0021] D'autres fluides diélectriques adaptés pour les besoins de la présente invention sont par exemple ceux commercialisés par la société Yantai Jinzheng, et notamment sous la dénomination commerciale SRS-401T, ceux commercialisés par la société Jinzhou Yongia, et notamment le M/DBT, et ceux commercialisés par la société JX Nippon, notamment sous la dénomination commerciale SAS-60E.

[0022] Comme autres exemples encore de fluides diélectriques adaptés pour les besoins de la présente invention, on peut citer :

- le diphenyléthane (DPE) et ses isomères, en particulier le 1,1-DPE (CAS 612-00-0), le 1,2-DPE (CAS 103-29-7) et leurs mélanges (notamment CAS 38888-98-1), de tels fluides sont disponibles commercialement ou décrits dans la littérature, par exemple dans le document EP0098677,

- le ditolyléther (DT) et ses isomères, en particulier ceux répondant aux numéros CAS 4731-34-4, CAS 28299-41-4 et leurs mélanges, ceux-ci étant notamment disponibles dans le commerce auprès de la société Lanxess, sous la dénomination commerciale DiphylDT,

- le phénylxylyléthane (PXE) et ses isomères, en particulier ceux répondant aux numéros CAS 6196-95-8, CAS 76090-67-0 et leurs mélanges, notamment disponibles commercialement auprès de la société Changzhou Winschem, sous la dénomination commerciale PXE oil,

- le 1,2,3,4-tétrahydro-(1-phényléthyl)naphtalène (CAS 63674-30-6), ce produit étant commercialement disponible notamment chez Dow sous la référence Dowtherm™ RP,

- le di-isopropylnaphtalène (CAS 38640-62-9), notamment disponible auprès de la société Indus Chemie Ltd, sous la dénomination commerciale KMC 113,

- le mono-isopropylbiphényle et ses isomères (CAS 25640-78-2), notamment disponible sous la dénomination commerciale Wemcol, et
- le phényléthylphénylthane (PEPE) et ses isomères (CAS 6196-94-7), notamment disponible auprès de la société Changzhou Winschem ou de la société Yantai Jinzheng, pour ne citer que les principaux fluides diélectriques connus et utilisables dans le cadre de la présente invention.

- [0023] Le fluide diélectrique utilisable dans le cadre de la présente invention peut en outre contenir un ou plusieurs additifs bien connus de l'homme du métier spécialiste de transformateurs, et par exemple choisis parmi les antioxydants, les passivateurs, les abaisseurs de point d'écoulement, les inhibiteurs de décomposition et leurs mélanges. Un fluide diélectrique tout particulièrement préféré comprend un inhibiteur de décomposition.
- [0024] Parmi les antioxydants qui peuvent être avantageusement utilisés dans le fluide diélectrique, on peut citer, à titre d'exemples non limitatifs les antioxydants phénoliques, tels que par exemple le dibutylhydroxytoluène, le butylhydroxyanisole, les tocophérols, ainsi que les acétates de ces anti-oxydants phénoliques ; mais aussi les antioxydants de type amine, tels que par exemple la phényl- α -naphtylamine, de type diamine, par exemple la N,N'-di-(2-naphtyl)-*para*-phénylènediamine, mais aussi l'acide ascorbique et ses sels, les esters de l'acide ascorbique, seuls ou en mélanges de deux ou plusieurs d'entre eux ou avec d'autres composants, comme par exemple les extraits de thé vert, les extraits de café.
- [0025] Un antioxydant tout particulièrement adapté est celui disponible dans le commerce auprès de la société Brenntag sous la dénomination commerciale Ionol®.
- [0026] Les passivateurs qui peuvent être utilisés comme additifs dans le fluide diélectrique utilisable dans le cadre de la présente invention sont de tout type connu de l'homme du métier et sont avantageusement choisis parmi les dérivés du triazole, les benzimidazoles, les imidazoles, le thiazole, le benzothiazole. À titre d'exemple et de manière non limitative, le dioctylaminométhyl-2,3-benzotriazole et le 2-dodécyldithio-imidazole peuvent être mentionnés.
- [0027] Parmi les abaisseurs de point d'écoulement qui peuvent être présents dans le fluide diélectrique utilisable dans le cadre de la présente invention, on peut citer, à titres d'exemples non limitatifs, les esters d'acides gras de sucrose, les polymères acryliques tels que le poly(méthacrylate d'alkyle) ou encore le poly(acrylate d'alkyle).
- [0028] Les polymères acryliques préférés sont ceux dont le poids moléculaire est compris entre 50000 g mol⁻¹ et 500000 g mol⁻¹. Des exemples de ces polymères acryliques incluent des polymères pouvant contenir des groupes alkyles linéaires comprenant de 1 à 20 atomes de carbone.
- [0029] Parmi ceux-ci, et toujours à titre d'exemples non limitatifs, on peut citer le

poly(acrylate de méthyle), le poly(méthacrylate de méthyle), le poly(acrylate d'heptyle), le poly(méthacrylate d'heptyle), le poly(acrylate de nonyle), le poly(méthacrylate de nonyle), le poly(acrylate de undécyle), le poly(méthacrylate de undécyle), le poly(acrylate de tridécyle), le poly(méthacrylate de tridécyle), le poly(acrylate de pentadécyle), le poly(méthacrylate de pentadécyle), le poly(acrylate d'heptadécyle), et le poly(méthacrylate d'heptadécyle).

[0030] Un exemple d'un tel abaisseur de point d'écoulement est disponible dans le commerce auprès de la société Sanyo Chemical Industries, Ltd, sous la dénomination commerciale Aclube.

[0031] Selon un aspect tout particulièrement préféré, le fluide diélectrique utilisable dans le cadre de la présente invention comprend au moins un inhibiteur de décomposition, en tant qu'additif. L'inhibiteur de décomposition peut être de tout type bien connu de l'homme du métier et en particulier peut être choisi parmi les dérivés carbodi-imides tels que le diphenyle carbodi-imide, le di-tolylcarbodi-imide, le bis(isopropylphényl)carbodi-imide, le bis(butylphényl)carbodi-imide ; mais aussi parmi les phénylglycidyl éthers, ou esters, les alkylglycidyl éthers, ou esters, le carboxylate de 3,4-époxy cyclohexylméthyle-(3,4-époxy cyclohexane), les composés de la famille des anthraquinones, tels que par exemple la β -méthylantraquinone commercialisée sous le nom « BMAQ », les dérivés époxydés tels que les vinylcyclohexène diépoxydes, le carboxylate de 3,4-époxy-6-méthylcyclohexylméthyle-(3,4-époxy-6-méthylhexane), les résines époxy type phénol novolak, les diglycidyl éther époxy de bisphénol A, tels que la DGEBA ou la CEL 2021P, disponibles notamment auprès de la société WHYTE CHEMICAL.

[0032] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, le fluide diélectrique utilisable dans le cadre de la présente invention comprend au moins un inhibiteur de décomposition.

[0033] La teneur en poids de l'additif, ou des additifs éventuellement présent(s) dans le fluide diélectrique utilisable dans le cadre de la présente invention peut aller de 0,0001% à 2% en poids, de préférence de 0,001% à 1% en poids, plus préférentiellement de 0,01% à 0,5% en poids, bornes incluses, par rapport au poids total du mélange.

[0034] Les inventeurs ont maintenant découvert que l'utilisation d'au moins un fluide diélectrique de formule (1) telle que définie ci-dessus, dans un transformateur permet de pouvoir augmenter la puissance dudit transformateur. Le gain en puissance peut varier et est généralement de l'ordre de 2% à 15%. Ce gain en puissance dépend de la quantité et de la nature du (ou des) fluide(s) de formule (1) qui est(sont) utilisé(s) dans ledit transformateur.

[0035] Au sens de la présente invention un « transformateur » peut être tout type de trans-

formateur électrique connu de l'homme du métier, et en particulier tout type de transformateur dit de distribution ou de puissance ou encore de traction.

- [0036] La présente invention permet ainsi, pour un transformateur donné, de pouvoir augmenter sa puissance d'un facteur généralement compris entre 2% et 15%, sans modifier ni sa technologie, ni sa taille, cette augmentation étant obtenue par l'utilisation d'au moins un fluide diélectrique selon la formule générale (1) définie ci-dessus, ou encore en remplaçant tout ou partie du fluide diélectrique contenu dans un transformateur par au moins un fluide diélectrique selon la formule générale (1) définie ci-dessus.
- [0037] L'augmentation de la puissance, ou gain de puissance, indiqué plus haut peut être estimé sur la base des paramètres de transferts thermiques. Sans vouloir être lié par la théorie, une sollicitation plus importante en puissance d'un transformateur se traduit par une augmentation de la température dudit transformateur et du fluide diélectrique qu'il contient. Or, certains fluides diélectriques ne supportent que modérément les variations de température ou bien encore sont de mauvais fluides échangeurs de chaleur, de sorte qu'il n'est pas souhaitable d'augmenter leur puissance, sans risquer de diminuer de façon significative la durée de vie du transformateur.
- [0038] La présente invention concerne également un transformateur, de préférence un transformateur de distribution ou de puissance, contenant au moins un fluide diélectrique de formule (1) telle que définie précédemment.
- [0039] Plus spécifiquement, la présente invention concerne un transformateur contenant au moins un fluide diélectrique de formule (1) telle que définie précédemment seul ou en mélange avec un ou plusieurs autres fluides diélectriques connus de l'homme du métier, tels que par exemple, et de manière non limitative les fluides diélectriques choisis parmi les huiles minérales, les huiles végétales et les esters naturels ou synthétiques.
- [0040] Selon un mode de réalisation préféré, la présente invention concerne un transformateur dans lequel le fluide diélectrique comprend au moins un fluide diélectrique de formule générale (1) définie précédemment, éventuellement avec un autre fluide diélectrique choisi parmi les huiles minérales, les huiles végétales, et les esters naturels ou synthétiques.
- [0041] Selon encore un mode de réalisation préféré, ledit transformateur comprend entre 50% et 100% en poids, bornes incluses, de préférence entre 70% et 100% en poids, bornes incluses, par rapport à la totalité de l'ensemble des fluides diélectriques d'au moins un fluide diélectrique répondant à la formule générale (1) telle que défini précédemment.
- [0042] Selon un aspect tout particulièrement préféré, la présente invention concerne un transformateur comprenant un fluide diélectrique choisi parmi le benzyltoluène (BT),

le dibenzyltoluène (DBT), et leurs mélanges en toutes proportions.

[0043] Selon un mode de réalisation préféré, le transformateur selon l'invention contient une quantité de composé(s) chloré(s) inférieure à 100 ppm poids, de préférence inférieure à 50 ppm poids par rapport au poids total de la composition. De préférence encore, le transformateur selon l'invention ne contient pas de composé(s) chloré(s).

[0044] Les exemples suivants permettent de mieux comprendre l'invention et sont présentés à titre illustratifs, sans pour autant limiter de quelque manière que ce soit la portée de protection demandée et définie par les revendications annexées à la présente description.

EXEMPLE

[0045] Comparaison de puissance disponible entre une huile minérale et un fluide diélectrique de formule (1)

[0046] Pour les besoins de l'exemple, on utilise deux transformateurs identiques de 160kVA triphasique, avec un facteur de transformation de 15 kV à 0,4 kV. L'étude comparative est conduite avec un transformateur contenant l'huile minérale NYTRO Libra commercialisée par la société Nynas, d'une part et avec un transformateur contenant un Jarylec® commercialisé par la société Arkema d'autre part. Le Jarylec® est un mélange BT/DBT.

[0047] Une mesure de température du fluide diélectrique contenu dans le transformateur est effectuée en haut des phases par rapport à la charge du transformateur. La durée de mise en charge pour atteindre la température est de 5 heures. Toutes les conditions sont les mêmes sur les 2 essais avec l'huile minérale et le Jarylec® commercialisé par la société Arkema, et notamment la condition sur la température extérieure qui est la température ambiante.

[0048] La tension appliquée correspond au pourcentage de l'impédance nominale du court-circuit donné par le constructeur du transformateur. Cette impédance correspond à 3,63% de la tension nominale de 15 kV. Ainsi, à 100% de charge, la tension appliquée est de $(15000 \times 0,0363)$ V environ.

[0049] Les résultats des essais sont présentés dans les Tableaux 1 et 1bis ci-dessous :
[Tableaux1]

-- Tableau 1 --

Charge du transformateur	Température ambiante(°C)	Température (°C) NYTRO Libra	Différence de température	Tension appliquée (V)
70%	28,5	55,2	26,7	389
100%	28,8	76,3	47,5	557
115%	-	-	-	640

[Tableaux2]

-- Tableau 1bis --

<i>Charge du transformateur</i>	<i>Température ambiante(°C)</i>	<i>Temperature (°C) Jarylec®</i>	<i>Différence de température</i>	<i>Tension appliquée (V)</i>
70%	28,4	52,3	23,9	389
100%	28,7	72,1	43,4	557
115%	28,7	76,5	47,8	640

[0050] Une différence de température du même ordre de grandeur est obtenue pour une charge de 100% avec l'huile minérale et pour une charge supérieure de 15% (soit 115%) avec le Jarylec®. Ceci montre qu'il est possible, avec un fluide diélectrique de formule générale (1), d'augmenter la puissance d'un transformateur, sans provoquer de surchauffe, par rapport à un même transformateur ne comportant pas de fluide diélectrique selon la formule générale (1).

Revendications

- [Revendication 1] Utilisation, pour augmenter la puissance d'un transformateur, d'au moins un fluide diélectrique de formule générale (1) :
- $$(A-X)_n-B \quad (1)$$
- dans laquelle :
- A et B, identiques ou différents, représentent indépendamment l'un de l'autre, un cycle aromatique, éventuellement substitué par un ou plusieurs radicaux hydrocarbonés, saturés ou partiellement ou totalement insaturés, comportant de 1 à 20 atomes de carbone, de préférence de 1 à 18 atomes de carbone, de préférence encore de 1 à 12 atomes de carbone, mieux de 1 à 10 atomes de carbone, mieux encore de 1 à 6 atomes de carbone, typiquement de 1 à 3 atomes de carbone,
 - X représente un groupement espaceur, choisi parmi une liaison simple, -O-, -S-, $-(CRR')_m$ -, $>C=CRR'$, et $-NR''$ -,
 - R et R', identiques ou différents, sont choisis indépendamment l'un de l'autre, parmi l'hydrogène et un radical hydrocarboné, saturé ou partiellement ou totalement insaturé, comportant de 1 à 6 atomes de carbone, de préférence de 1 à 3 atomes de carbone,
 - R'' représente un radical hydrocarboné, saturé ou partiellement ou totalement insaturé, comportant de 1 à 6 atomes de carbone, de préférence de 1 à 3 atomes de carbone,
 - m représente un entier compris entre 1 et 4 bornes incluses, et
 - n peut être égal à 0 ou représente un entier égal à 1, 2 ou 3, de préférence égal à 1 ou 2, avec la restriction que lorsque n est égal à 0, B est substitué par un ou plusieurs radicaux hydrocarbonés, comme défini précédemment.
- [Revendication 2] Utilisation selon la revendication 1, dans laquelle, dans le fluide diélectrique de formule générale (1), n est différent de 0 et B est un cycle aromatique substitué par un radical hydrocarboné.
- [Revendication 3] Utilisation selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans laquelle, dans le fluide diélectrique de formule générale (1), n est différent de 0 et B est un cycle aromatique substitué par un radical alkyle comprenant de 1 à 6 atomes de carbone, de préférence de 1 à 4 atomes de carbone et de préférence le radical alkyle est le radical méthyle.
- [Revendication 4] Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, mettant en œuvre au moins un fluide diélectrique de formule (1) définie ci-dessus en mélange avec un ou plusieurs autres fluides diélectriques

choisis parmi les huiles minérales, les huiles végétales, et les esters naturels ou synthétiques.

- [Revendication 5] Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le fluide diélectrique est choisi parmi le benzyltoluène, le di-benzyltoluène, et leurs mélanges en toutes proportions.
- [Revendication 6] Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le fluide diélectrique est un mélange benzyltoluène/diben-zyltoluène comprenant entre 1% et 50%, bornes incluses, et de préférence encore entre 15% et 30%, bornes incluses, en poids de diben-zyltoluène par rapport à la quantité totale benzyltoluène/diben-zyltoluène.
- [Revendication 7] Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le fluide diélectrique contient en outre un ou plusieurs additifs choisis parmi les antioxydants, les passivateurs, les abaisseurs de point d'écoulement, les inhibiteurs de décomposition et leurs mélanges.
- [Revendication 8] Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le fluide diélectrique comprend au moins un inhibiteur de décomposition choisi parmi les dérivés carbodi-imides, les phénylglycidyl éthers, ou esters, les alkylglycidyl éthers, ou esters, le carboxylate de 3,4-époxy cyclohexylméthyle-(3,4-époxy cyclohexane), les composés de la famille des anthraquinones, les dérivés époxydés, le carboxylate de 3,4-époxy-6-méthyl cyclohexylméthyle-(3,4-époxy-6-méthylhexane), les résines époxy type phénol novolak, les diglycidyl éther époxy de bisphénol A.
- [Revendication 9] Transformateur contenant au moins un fluide diélectrique de formule (1) telle que définie dans l'une quelconque des revendications 1 à 8.
- [Revendication 10] Transformateur selon la revendication 9 qui est un transformateur de distribution ou un transformateur de puissance.

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 874595
FR 1910864

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		
X	FR 3 078 711 A1 (ARKEMA FRANCE [FR]) 13 septembre 2019 (2019-09-13)	9,10	H01B3/20 H01B3/22 H01F27/10
A	* abrégé * * page 10, ligne 25 - page 14, ligne 2; exemple C; tableaux 1-3 * * revendications 1-10 *	1-8	
X	FR 3 008 708 A1 (ARKEMA FRANCE [FR]) 23 janvier 2015 (2015-01-23)	9,10	
A	* abrégé * * page 3, ligne 5 - ligne 18 * * page 6, ligne 29 - page 7, ligne 4 * * page 7, ligne 10 - ligne 24; exemple 1 * * revendications 1-10 *	1-8	
X	J WALKER ET AL: "M/DBT, new alternative dielectric liquids for transformers", APPLIED THERMAL ENGINEERING, 1 janvier 2012 (2012-01-01), pages 1-10, XP055520121, GB	9,10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	ISSN: 1359-4311 * abrégé * * page 2 - page 3 *	1-8	H01B G02F C09K
X	Arkema: "Scientifically tested performances for Jarylec GA anti-gassing dielectric fluid for transformer oil", 25 juin 2012 (2012-06-25), XP055520087, Colombes Extrait de l'Internet: URL: https://www.arkema.com/export/shared/content/media/downloads/news-attachments/global/en/press-release/2012/cp-licence-cigre-2012-va.pdf [extrait le 2018-10-30]	9,10	H01B G02F C09K
A	* page 1 *	1-8	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 juillet 2020		Meiser, Wibke	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 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	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1910864 FA 874595**

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 **09-07-2020**
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
FR 3078711 A1	13-09-2019	FR 3078711 A1	13-09-2019
		WO 2019171001 A1	12-09-2019

FR 3008708 A1	23-01-2015	CA 2917949 A1	22-01-2015
		CL 2016000078 A1	08-07-2016
		CN 105378024 A	02-03-2016
		EA 201690250 A1	30-06-2016
		EP 3022271 A1	25-05-2016
		FR 3008708 A1	23-01-2015
		JP 2016532257 A	13-10-2016
		KR 20160032235 A	23-03-2016
		PE 20160511 A1	28-05-2016
		US 2016163412 A1	09-06-2016
		WO 2015008004 A1	22-01-2015
