



(11) **EP 3 567 623 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**13.11.2019 Bulletin 2019/46**

(51) Int Cl.:  
**H01H 33/66** (2006.01) **H01H 3/28** (2006.01)  
**H01H 33/38** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **19172764.3**

(22) Date de dépôt: **06.05.2019**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**  
Etats de validation désignés:  
**KH MA MD TN**

(72) Inventeurs:  
• **QUENTIN, Nicolas**  
**65420 IBOS (FR)**  
• **DUFFAU, Laurent**  
**65360 ARCIZAC-ADOUR (FR)**  
• **TAINE, Antoine**  
**65600 SEMEAC (FR)**

(30) Priorité: **07.05.2018 FR 1853932**

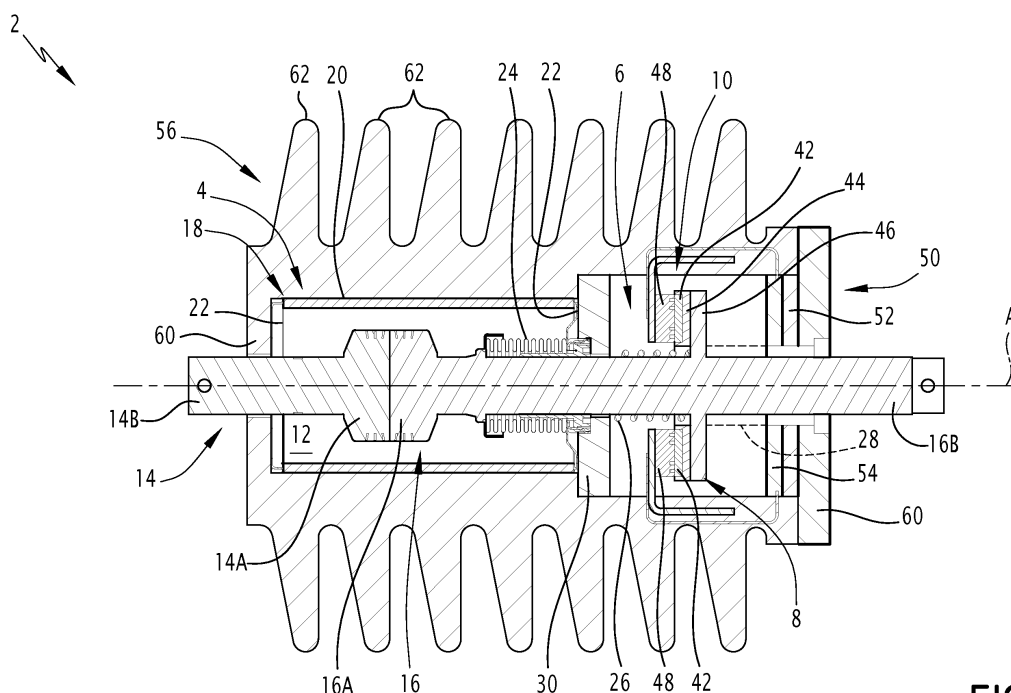
(74) Mandataire: **Lavoix**  
**2, place d'Estienne d'Orves**  
**75441 Paris Cedex 09 (FR)**

(71) Demandeur: **ALSTOM Transport Technologies**  
**93400 Saint-Ouen (FR)**

(54) **DISJONCTEUR À INTERRUPTEUR À VIDE**

(57) Le disjoncteur comporte un interrupteur à vide (4) comprenant un premier contact électrique (14) et un deuxième contact électrique (16) mobile par rapport au premier contact électrique (14) entre une position fermée, dans laquelle le deuxième contact électrique (16) est en contact avec le premier contact électrique (14) pour permettre le passage du courant, et une position

ouverte dans laquelle le deuxième contact électrique (16) est espacé du premier contact électrique (14) pour interrompre le passage du courant, et un système de verrouillage (8) comprenant au moins un aimant permanent (42) agencé pour générer une force magnétique s'opposant au déplacement du deuxième contact électrique (16) de la position fermée vers la position ouverte.



**FIG.2**

## Description

**[0001]** La présente invention concerne un disjoncteur à interrupteur à vide, prévu pour être disposé dans un circuit électrique et supporter le passage du courant tant que le courant ne dépasse pas un seuil de courant prédéterminé, et interrompre le passage du courant lorsque le courant dépasse le seuil de courant prédéterminé.

**[0002]** Un disjoncteur à interrupteur à vide, ou « disjoncteur à vide », possède un interrupteur à vide comprenant une chambre à vide à l'intérieur de laquelle s'étendent un premier contact électrique et un deuxième contact électrique mobile par rapport au premier contact électrique entre une position fermée, dans laquelle le deuxième contact électrique est en contact avec le premier contact électrique pour permettre le passage du courant, et une position ouverte, dans laquelle le deuxième contact électrique est espacé du premier contact électrique pour interrompre le passage du courant.

**[0003]** Un tel disjoncteur électrique peut par exemple être disposé dans un circuit électrique d'alimentation d'un train fonctionnant à l'énergie électrique pour protéger le circuit électrique d'alimentation en cas de court-circuit.

**[0004]** US5206616A divulgue un disjoncteur à vide comprenant un interrupteur à vide et un système de verrouillage mécanique configuré pour verrouiller le deuxième contact électrique en position fermée, le système de verrouillage mécanique étant déverrouillable à l'aide d'un système de déverrouillage à électroaimant pour libérer le deuxième contact électrique et permettre l'ouverture de l'interrupteur à vide sous l'effet d'un ressort de rappel agissant sur le deuxième contact électrique.

**[0005]** Un des buts de l'invention est de proposer un disjoncteur qui soit fiable, simple et économique à fabriquer.

**[0006]** A cet effet, l'invention propose un disjoncteur comportant un interrupteur à vide comprenant un premier contact électrique et un deuxième contact électrique mobile par rapport au premier contact électrique entre une position fermée, dans laquelle le deuxième contact électrique est en contact avec le premier contact électrique pour permettre le passage du courant, et une position ouverte dans laquelle le deuxième contact électrique est espacé du premier contact électrique pour interrompre le passage du courant, et un système de verrouillage comprenant au moins un aimant permanent agencé pour générer une force magnétique s'opposant au déplacement du deuxième contact électrique de la position fermée vers la position ouverte.

**[0007]** L'utilisation d'un système de verrouillage utilisant au moins un aimant permanent pour retenir le deuxième contact en position fermée permet d'obtenir un système de verrouillage simple et fiable, avec peu de pièces mobiles.

**[0008]** En outre, un tel système de verrouillage peut être réarmé facilement, ce qui facilite les opérations pour refermer le disjoncteur après une ouverture de celui-ci.

**[0009]** Dans des modes de réalisation particuliers, le

disjoncteur peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes, prises individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- il comporte un système de rappel comprenant au moins un organe élastique agencé pour exercer sur le deuxième contact électrique une force de rappel de la position fermée vers la position ouverte, le système de verrouillage étant configuré pour retenir le deuxième contact électrique en position fermée à l'encontre du système de rappel ;
- il comprend un système de déverrouillage possédant au moins un électroaimant agencé pour générer une force magnétique opposée à celle générée par le système de verrouillage de manière à permettre le déplacement du deuxième contact électrique en position ouverte
- il comprend un système de commande configuré pour commander le système de déverrouillage en fonction du courant traversant le disjoncteur pour libérer le deuxième contact électrique lorsque l'intensité du courant traversant le disjoncteur dépasse un seuil d'intensité de courant prédéterminé ;
- le système de commande comprend un capteur de courant agencé pour mesurer l'intensité du courant traversant le disjoncteur, le système de commande étant configuré pour commander le système de déverrouillage en fonction d'un signal de mesure fourni par le capteur de courant ;
- le système de commande comprend une réserve d'énergie électrique reliée à chaque électroaimant par l'intermédiaire d'un relais électrique dont la fermeture permet d'alimenter chaque électroaimant à partir de la réserve d'énergie électrique ;
- le système de commande comprend un composant électrique sacrificiel propre à être détérioré lorsque le courant traversant le disjoncteur dépasse le seuil d'intensité de courant prédéterminé, le système de commande étant configuré pour activer le système de déverrouillage lorsque le composant électrique sacrificiel a été détérioré ;
- le système de commande comprend une bobine électromagnétique agencée pour alimenter chaque électroaimant à partir du courant traversant le disjoncteur par induction électromagnétique ;
- le ou chaque aimant permanent est configuré de sorte que le système de verrouillage et l'effort généré par la dépression de l'interrupteur à vide exercent une force de retenue inférieure à la somme de la force de rappel générée par le système de rappel et d'une force de répulsion générée entre le premier contact électrique et le deuxième

**[0010]** contact électrique par le passage d'un courant d'intensité égale ou supérieure à un seuil d'intensité de courant prédéterminé ;

- le système de rappel comprend au moins un organe de rappel sous la forme d'un ressort de compression et/ou au moins un organe de rappel sous la forme d'un ressort de traction ;
- il comprend une enveloppe externe creuse électriquement isolante, l'interrupteur à vide et le système de verrouillage étant logés à l'intérieur de l'enveloppe externe.

**[0011]** L'invention concerne également un véhicule ferroviaire comprenant un réseau d'alimentation électrique, un dispositif de captage relié au réseau d'alimentation électrique et propre à capter un courant électrique à partie d'une ligne d'alimentation et un disjoncteur, et un disjoncteur tel que défini ci-dessus disposé entre le dispositif de captage et le réseau d'alimentation électrique.

**[0012]** Dans un mode de réalisation particulier, le véhicule ferroviaire comprend un dispositif de palpage de tension, configuré pour déterminer le niveau de tension du courant d'alimentation fourni par la ligne d'alimentation, le dispositif de palpage étant relié au dispositif de captage par ledit disjoncteur.

**[0013]** L'invention et ses avantages seront mieux compris à l'étude de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Figure 1 est une vue schématique en perspective et partiellement en coupe d'un disjoncteur ;
- la Figure 2 est une vue schématique en coupe du disjoncteur de la Figure 1 ;
- les Figures 3 à 6 sont des vues analogues à celle de la Figure 2, illustrant des disjoncteurs électriques selon d'autres exemples de réalisation ;
- la Figure 7 est une vue schématique partielle d'un véhicule ferroviaire équipé d'un disjoncteur électrique.

**[0014]** Le disjoncteur 2 des Figures 1 et 2 est configuré pour être disposé dans un circuit électrique pour supporter le passage du courant tant que l'intensité du courant traversant le disjoncteur 2 est inférieure à un seuil d'intensité de courant prédéterminé, et interrompre le passage du courant lorsque l'intensité du courant atteint ou dépasse le seuil d'intensité de courant prédéterminé.

**[0015]** Le disjoncteur 2 comprend un interrupteur à vide 4, un système de rappel 6 configuré pour provoquer l'ouverture de l'interrupteur à vide 4, un système de verrouillage 8 configuré pour maintenir l'interrupteur à vide 4 fermé à l'encontre du système de rappel 6, et un système de déverrouillage 10 configuré pour déverrouiller sur le système de verrouillage 8 de manière à permettre l'ouverture de l'interrupteur à vide 4 sous l'effet du système de rappel 6.

**[0016]** Un disjoncteur 2 possédant un interrupteur à vide 4 est généralement nommé « disjoncteur à interrupteur à vide » ou « disjoncteur à vide ».

**[0017]** L'interrupteur à vide 4 (ou « ampoule à vide »)

comprend une chambre à vide 12 à l'intérieur de laquelle s'étendent un premier contact électrique 14 et un deuxième contact électrique 16, le deuxième contact électrique 16 étant mobile par rapport au premier contact électrique 14 entre une position fermée, dans laquelle le deuxième contact électrique 16 est en contact avec le premier contact électrique 14 à l'intérieur de la chambre à vide 12 pour permettre le passage du courant à travers le disjoncteur 2, et une position ouverte, dans laquelle le deuxième contact électrique 16 est espacé du premier contact électrique 14 à l'intérieur de la chambre à vide 12 pour interrompre le passage du courant à travers le disjoncteur 2.

**[0018]** Lorsque le deuxième contact électrique 16 est dans la position fermée, l'interrupteur à vide 4 est fermé, et le disjoncteur 2 supporte le passage du courant. Lorsque le deuxième contact électrique 16 est dans la position ouverte, l'interrupteur à vide 4 est ouvert, et le disjoncteur 2 interromp le passage du courant et garantit l'isolement entre les contacts électriques 14, 16.

**[0019]** Le premier contact électrique 14 et le deuxième contact électrique 16 comprennent des portions de contact 14A, 16A respectives destinées à venir en contact, et des portions de connexion 14B, 16B respectives pour la connexion des contacts électriques 14, 16 au circuit électrique dans lequel le disjoncteur 2 est intégré.

**[0020]** Les portions de contact 14A, 16A sont situées à l'intérieur de la chambre à vide 12. Chaque portion de connexion 14B, 16B s'étend à partir de la portion de contact 14A, 16A correspondante jusqu'à l'extérieur de la chambre à vide 12. Chaque portion de connexion 14B, 16B sort de la chambre à vide 12 à travers une paroi délimitant la chambre à vide 12.

**[0021]** Les portions de connexion 14B, 16B présentent ici la forme de tiges, la portion de contact 14A, 16A de chacun du premier contact électrique 14 et du deuxième contact électrique 16 étant disposée à une extrémité de la portion de connexion 14B, 16B de ce contact électrique.

**[0022]** Dans l'exemple illustré, le premier contact électrique 14 est immobile et le deuxième contact électrique 16 est mobile entre la position fermée et la position ouverte.

**[0023]** Le deuxième contact électrique 16 est ici monté coulissant suivant un axe longitudinal A par rapport au premier contact électrique 14, pour se déplacer entre la position fermée et la position ouverte.

**[0024]** La portion de connexion 16B du deuxième contact électrique 16 s'étend suivant l'axe longitudinal A en étant guidée à coulissement suivant l'axe longitudinal A pour permettre le déplacement du deuxième contact électrique 16 entre la position fermée et la position ouverte.

**[0025]** La chambre à vide 12 est délimitée par une enceinte 18 comprenant des parois. La portion de connexion 16B du deuxième contact électrique 16 est montée mobile à travers une paroi de l'enceinte 18, ici coulissante à travers cette paroi de l'enceinte 18.

**[0026]** L'enceinte 18 comprend ici une paroi latérale 20 cylindrique s'étendant suivant l'axe longitudinal A et deux parois d'extrémité 22 transversales. Les portions de connexion 14B, 16B du premier contact et du deuxième contact électrique 16 traversent chacune une paroi d'extrémité 22 respective pour sortir de la chambre à vide 12.

**[0027]** La portion de connexion 16B du deuxième contact électrique 16 s'étend par exemple suivant l'axe longitudinal A et traverse à coulissement la paroi d'extrémité 22 correspondante délimitant la chambre à vide 12.

**[0028]** L'interrupteur à vide 4 comprend un soufflet d'étanchéité 24 agencé pour assurer l'étanchéité entre la portion de connexion 16B du deuxième contact électrique 16 et la paroi de l'enceinte 18 traversée par cette portion de connexion 16B, tout en permettant le déplacement de la portion de connexion 16B à travers la paroi de l'enceinte 18.

**[0029]** Le système de rappel 6, le système de verrouillage 8 et le système de déverrouillage 10 sont situés à l'extérieur de la chambre à vide 12.

**[0030]** Le système de rappel 6, le système de verrouillage 8 et le système de déverrouillage 10 sont configurés pour agir sur le deuxième contact électrique 16, plus précisément sur la partie de la portion de connexion 16B du deuxième contact électrique 16 s'étendant à l'extérieur de la chambre à vide 12.

**[0031]** Le système de rappel 6 comprend au moins un organe élastique 26, 28 agencé pour exercer sur le deuxième contact électrique 16 un effort de rappel de la position fermée vers la position ouverte, au moins lorsque le deuxième contact électrique 16 est dans la position fermée.

**[0032]** Chaque organe élastique 26, 28 est par exemple situé à l'extérieur de la chambre à vide 12.

**[0033]** Chaque organe élastique 26, 28 exerce en permanence un effort de rappel sur le deuxième contact électrique 16.

**[0034]** Chaque organe élastique 26, 28 est par exemple un ressort de compression ou un ressort de traction.

**[0035]** Le système de rappel 6 comprend par exemple un organe élastique 26 sous la forme d'un ressort de compression agencé pour être comprimé lorsque le deuxième contact électrique 16 est en position fermée et pour se détendre pour repousser le deuxième contact électrique 16 en position ouverte.

**[0036]** L'organe élastique 26 sous la forme d'un ressort de compression a par exemple une extrémité en appui contre une surface d'appui mobile portée par le deuxième contact électrique 16.

**[0037]** L'autre extrémité est par exemple en appui sur une surface d'appui fixe. La surface d'appui fixe est ici définie sur une cloison fixe 30, située à l'extérieur de la chambre à vide 12 et traversée par la portion de connexion 16B du deuxième contact électrique 16.

**[0038]** La cloison fixe 30 est ici rapportée dans une enveloppe externe 56 isolante à l'intérieur de laquelle sont disposés l'interrupteur à vide 4, le système de rappel

6, le système de verrouillage 8 et le système de déverrouillage 10. En variante, la cloison fixe 30 est intégralement formée d'une seule pièce de matière avec l'enveloppe externe 56.

**[0039]** Dans une autre variante, la surface d'appui fixe est définie sur l'enveloppe externe 56.

**[0040]** L'organe élastique 26 sous la forme d'un ressort de compression est par exemple hélicoïdal et s'étend suivant l'axe longitudinal A et autour de partie de la portion de connexion 16B du deuxième contact électrique 16 sortant de la chambre à vide 12.

**[0041]** En variante ou en option, le système de rappel 6 comprend par exemple un organe élastique 28 sous la forme d'un ressort de traction (représenté schématiquement en traits mixtes sur les Figures 1 et 2) agencé pour être étiré lorsque le deuxième contact électrique 16 est en position fermée et pour se contracter pour tirer le deuxième contact électrique 16 en position ouverte.

**[0042]** L'organe élastique 28 sous la forme d'un ressort de traction est par exemple agencé entre un point de connexion fixe et un point de connexion mobile porté par le deuxième contact électrique 16.

**[0043]** L'organe élastique 28 sous la forme d'un ressort de traction s'étend ici suivant l'axe longitudinal A et autour de la partie de la portion de connexion 16B du deuxième contact électrique 16 s'étendant à l'extérieur de la chambre à vide 12.

**[0044]** Le système de verrouillage 8 comprend au moins un aimant permanent 42 agencé pour générer sur le deuxième contact électrique 16 une force magnétique de retenue s'opposant au déplacement du deuxième contact électrique 16 de la position fermée vers la position ouverte.

**[0045]** Le système de verrouillage 8 agit ici à l'encontre du système de rappel 6.

**[0046]** Chaque aimant permanent 42 est par exemple porté par le deuxième contact électrique 16, et donc mobile, ou monté fixe.

**[0047]** Chaque aimant permanent 42 est par exemple agencé pour coopérer avec un autre aimant permanent ou avec un élément ferromagnétique propre à être aimanté sous l'effet du champ magnétique de l'aimant permanent 42.

**[0048]** Dans l'exemple illustré, le système de verrouillage 8 comprend un élément de verrouillage fixe 44 ferromagnétique et un élément de verrouillage mobile 46 ferromagnétique qui sont en contact l'un avec l'autre en position fermée du deuxième contact électrique 16 et espacés l'un de l'autre en position ouverte du deuxième contact électrique 16, chaque aimant permanent 42 du système de verrouillage étant agencé pour générer une force d'attraction entre l'élément de verrouillage fixe 44 et l'élément de verrouillage mobile 46 au moins en position fermée du deuxième contact électrique 16.

**[0049]** Dans l'exemple représenté à la figure 2, chaque aimant permanent 42 est monté fixe par rapport au deuxième contact électrique 16, de même que l'élément de verrouillage fixe 44. Chaque aimant permanent 42 est

par exemple fixé à une paroi interne du disjoncteur 2 sensiblement parallèle à la cloison fixe 30 et l'élément de verrouillage fixe 44 est solidaire de chaque aimant permanent 42.

**[0050]** L'élément de verrouillage mobile 46 est porté par le deuxième contact électrique 16, plus spécifiquement ici par la partie de la portion de connexion 16B du deuxième contact électrique 16 s'étendant à l'extérieur de la chambre à vide 12.

**[0051]** En position fermée du deuxième contact électrique 16, l'élément de verrouillage fixe 44 et l'élément de verrouillage mobile 46 sont en contact mutuel, de préférence en contact plan, par des surfaces de contact respectives.

**[0052]** Les surfaces de contact s'étendent par exemple chacune transversalement par rapport à l'axe longitudinal A.

**[0053]** Dans l'exemple illustré, l'élément de verrouillage fixe 44 et l'élément de verrouillage mobile 46 présentent la forme de plaques s'étendant sensiblement perpendiculairement à l'axe longitudinal A, chaque surface de contact étant définie par une face de la plaque située en regard de l'autre plaque.

**[0054]** Le système de verrouillage 8 comprend par exemple au moins un aimant permanent 42 fixe assujéti à l'élément de verrouillage fixe 44 et/ou au moins un aimant permanent 42 mobile assujéti à l'élément de verrouillage mobile 46.

**[0055]** Le système de verrouillage 8 comprend ici deux aimants permanents 42 fixes assujéti à l'élément de verrouillage fixe 44.

**[0056]** Dans l'exemple illustré, la surface d'appui mobile 30, sur laquelle le ressort de compression est en appui, est définie sur l'élément de verrouillage mobile 46 porté par le deuxième contact électrique 16.

**[0057]** L'utilisation d'éléments de verrouillage ferromagnétiques, en particulier sous la forme de plaques, permet de générer une force magnétique de retenue sur une surface étendue, *a priori* plus étendue que celle du(des) aimant(s) permanent(s), assurant ainsi une retenue efficace.

**[0058]** Le système de déverrouillage 10 est configuré pour générer une force magnétique de répulsion opposée à celle générée par le système de verrouillage 8 lorsque l'intensité du courant électrique dépasse le seuil d'intensité de courant prédéterminé, de manière à permettre l'ouverture du disjoncteur 2, ici sous l'effet du système de rappel 6.

**[0059]** La force magnétique de retenue générée par le système de verrouillage 8 et la force magnétique de répulsion opposée générée par le système de déverrouillage 10 lorsque l'intensité du courant électrique dépasse le seuil d'intensité de courant prédéterminé, s'annulent mutuellement pour libérer le deuxième contact électrique 16, qui est alors déplacé en position ouverte, ici sous l'effet du système de rappel 6.

**[0060]** Le système de déverrouillage 10 comprend par exemple au moins un électroaimant 48 agencé pour gé-

nérer une force magnétique opposée à celle générée par le(s) aimants permanent(s) 42 du système de verrouillage 8, de manière à permettre l'ouverture du disjoncteur 2 sous l'effet du système de rappel 6.

**[0061]** Dans l'exemple illustré, le système de déverrouillage 10 comprend un électroaimant 48 respectif associé à chaque aimant permanent 42 du système de verrouillage 8. Chaque électroaimant 48 est par exemple disposé en regard de l'aimant permanent 42 associé.

**[0062]** Lorsque le système de déverrouillage 10 est activé, chaque électroaimant 48 génère un champ magnétique opposé à celui de l'aimant permanent 42 associé, de sorte la force magnétique de retenue générée par le système de verrouillage 8 est annulée par la force magnétique de répulsion générée par le(s) électroaimant(s) 48 du système de déverrouillage 10.

**[0063]** Le système de verrouillage 8 à aimant(s) permanent(s) 42 et le système de déverrouillage 10 à électroaimant(s) 48 forment ensemble une serrure magnétique ou « ventouse magnétique » qui est verrouillée par défaut et qui peut être déverrouillée sur commande.

**[0064]** Dans l'exemple de réalisation de la Figure 1, le disjoncteur 2 comprend un système de commande 50 pour commander le système de déverrouillage 10.

**[0065]** Le système de commande 50 comprend par exemple un capteur de courant 52 agencé pour mesurer l'intensité du courant passant à travers le disjoncteur 2, le système de déverrouillage 10 étant configuré pour commander chaque électroaimant de manière à ouvrir le disjoncteur 2 lorsque le courant mesuré par le capteur de courant 52 dépasse le seuil d'intensité de courant prédéterminé.

**[0066]** Le capteur de courant 52 comprend par exemple un noyau magnétique de forme annulaire entourant la portion de connexion du deuxième contact électrique 16 et une bobine électrique entourant le noyau magnétique. En variante, le capteur de courant utilise d'autres technologies, telles que l'effet hall.

**[0067]** Le système de commande 50 comprend une unité de commande 54 configurée pour commander le système de déverrouillage 10 en fonction du signal de mesure fourni par le capteur de courant 52.

**[0068]** Les électroaimants 48 sont par exemple alimentés en énergie électrique à partir d'une source d'énergie.

**[0069]** Le disjoncteur 2 comprend une enveloppe externe 56 creuse à l'intérieur de laquelle sont disposés l'interrupteur à vide 4, le système de rappel 6, le système de verrouillage 8 et le système de déverrouillage 10.

**[0070]** L'enveloppe externe 56 s'étend autour de l'interrupteur à vide 4, du système de rappel 6, du système de verrouillage 8 et du système de déverrouillage 10.

**[0071]** L'enveloppe externe 56 est isolante électriquement. Elle est réalisée dans un matériau électriquement isolant.

**[0072]** L'enveloppe externe 56 est de forme générale tubulaire s'étendant suivant l'axe longitudinal A.

**[0073]** La portion de connexion 14B du premier contact

électrique 14 sort à une extrémité longitudinale de l'enveloppe externe 56, et la portion de connexion 16B du deuxième contact électrique 16 sort à l'autre extrémité longitudinale de l'enveloppe externe 56.

**[0074]** L'enveloppe externe 56 comprend un premier tronçon 58A recevant l'interrupteur à vide 4 et un deuxième tronçon 58B recevant le système de rappel 6, le système de verrouillage 8 et le système de déverrouillage 10.

**[0075]** Dans l'exemple représenté, la cloison interne 30 sépare le premier tronçon 58A et le deuxième tronçon 58B.

**[0076]** Des parois d'extrémité 60 ferment la cavité interne définie par l'enveloppe externe 56 à ses extrémités longitudinales. Une paroi d'extrémité 60 est venue de matière avec l'enveloppe externe 56, l'autre paroi d'extrémité 60 étant rapportée sur l'enveloppe externe 56.

**[0077]** L'enveloppe externe 56 comprend des ailettes 62 annulaires circonférentielles formées en saillie sur la surface externe de l'enveloppe externe 56. Les ailettes 62 sont parallèles entre elles. Ces ailettes 62 confèrent à l'enveloppe externe 56 une forme ondulée lorsque l'on parcourt la surface externe de l'enveloppe externe 56 suivant l'axe longitudinal A. Ces ailettes 62 limitent le risque de propagation d'un courant électrique surfacique sur la surface externe de l'enveloppe externe 56, en augmentant le chemin à parcourir, et donc la résistance s'opposant au passage d'un tel courant électrique.

**[0078]** Dans l'exemple illustré, l'élément de verrouillage fixe 44, les aimants permanents 42 et les électroaimants 48 sont portés par des éléments de support 64 fixés sur l'enveloppe externe 56, et plus particulièrement encastrés dans l'enveloppe externe 56. Chaque élément de support 64 s'étend en saillie à l'intérieur de l'enveloppe externe 56.

**[0079]** Dans l'exemple de réalisation des Figures 1 et 2, en fonctionnement, l'interrupteur à vide 4 est initialement fermé. Le premier contact électrique 14 et le deuxième contact électrique 16 sont en contact l'un avec l'autre, permettant ainsi le passage du courant à travers le disjoncteur 2. Le capteur de courant 52 fournit à l'unité de commande 54 un signal de mesure représentatif du courant traversant le disjoncteur 2.

**[0080]** Lorsque le courant dépasse le seuil d'intensité de courant prédéterminé, l'unité de commande 54 envoie un signal de commande au système de déverrouillage 10 pour alimenter chaque électroaimant 48 de manière à libérer le deuxième contact électrique 16, qui se déplace alors en position ouverte, ici sous l'effet du système de rappel 6.

**[0081]** Pour réarmer le disjoncteur 2, c'est-à-dire refermer l'interrupteur à vide 4, il suffit de replacer le deuxième contact électrique 16 en contact avec le premier contact électrique 14. Le deuxième contact électrique 16 est alors automatiquement retenu en position fermée par le système de verrouillage 8 à aimant(s) permanent(s) 26.

**[0082]** Le réarmement peut par exemple être effectué manuellement par un opérateur en agissant sur le deuxième contact électrique 16 à l'encontre du système

de rappel 6, directement ou par l'intermédiaire d'un mécanisme de réarmement manuel, comprenant par exemple un levier pour faciliter l'opération.

**[0083]** Le disjoncteur 2 de la Figure 3 diffère de celui des Figures 1 et 2 en ce que le système de commande 50 comprend une réserve 66 d'énergie électrique propre à stocker de l'énergie électrique, la réserve 66 étant reliée à chaque électroaimant 48 par l'intermédiaire d'un interrupteur électrique 68, prévu par exemple sous la forme d'un relais électrique, l'unité de commande 50 étant configurée pour commander la fermeture du relais électrique 68 et ainsi provoquer l'alimentation de chaque électroaimant 48 par la réserve 66, et ainsi l'ouverture de l'interrupteur à vide 4, lorsque l'intensité du courant circulant traversant le disjoncteur 2 dépasse le seuil d'intensité de courant prédéterminé.

**[0084]** La réserve 66 est par exemple une capacitance. Une telle réserve 66 peut être remplie rapidement et se vider rapidement dans chaque électroaimant 48 pour provoquer une ouverture rapide de l'interrupteur à vide 4.

**[0085]** La réserve 66 est par exemple alimentée en énergie électrique à partir du courant circulant dans le disjoncteur 2. En fonctionnement, de l'énergie électrique est stockée dans la réserve 66 lorsque le disjoncteur 2 est fermé.

**[0086]** Lorsque l'intensité du courant mesurée par le capteur de courant 52 dépasse le seuil d'intensité de courant prédéterminé, l'unité de commande 50 commande la fermeture de l'interrupteur électrique 68, ce qui provoque l'alimentation de chaque électroaimant 48 à partir de la réserve 66, le déverrouillage du deuxième contact électrique 16, et son déplacement en position ouverte, ici sous l'effet du système de rappel 6.

**[0087]** Le réarmement peut être effectué de manière analogue à l'exemple de réalisation des Figures 1 et 2.

**[0088]** En variante, l'alimentation en énergie électrique de la réserve 66 peut être effectuée par une source d'alimentation externe.

**[0089]** Sur la Figure 3, le système de commande 50 est représenté schématiquement partiellement à l'extérieur de l'enveloppe 56, mais peut en pratique être intégré à l'intérieur de l'enveloppe 56.

**[0090]** L'exemple de réalisation de la Figure 4 diffère de celui des Figures 1 et 2 en ce que le système de commande 50 comprend une bobine électrique 70 agencée pour alimenter le système de commande 50 en particulier chaque électroaimant 48 du système de déverrouillage 10, par induction magnétique à partir du courant circulant à travers le disjoncteur 2.

**[0091]** La bobine électrique 70 est par exemple disposée autour de la portion de connexion 16B du deuxième contact électrique 16 et connectée électriquement à chaque électroaimant 48, de sorte que la circulation d'un courant électrique dans le deuxième contact électrique 16 génère un courant induit dans la bobine électrique 70 par induction électromagnétique, chaque électroaimant 48 étant alimenté en courant électrique à partir du courant électrique induit.

**[0092]** Le système de verrouillage 8, le système de déverrouillage 10 et le système de commande sont configurés de sorte que lorsque l'intensité du courant traversant le disjoncteur 2 dépasse le seuil d'intensité de courant prédéterminé, le système de déverrouillage 10 génère une force magnétique suffisante pour libérer le deuxième contact électrique 16 et provoquer son déplacement en position ouverte sous l'effet du système de rappel 6.

**[0093]** Le réarmement peut être effectué de manière analogue à l'exemple de réalisation des Figures 1 et 2.

**[0094]** L'exemple de réalisation de la Figure 5 diffère de celui des Figures 1 et 2 en ce que le disjoncteur 2 est dépourvu de système de déverrouillage 10 et de système de commande 50.

**[0095]** Le passage d'un courant à travers le disjoncteur 2 génère une force électrique répulsive entre le premier contact électrique 14 et le deuxième contact électrique 16, cette force électrique répulsive tendant à écarter le premier contact électrique 14 et le deuxième contact électrique 16 l'un de l'autre. La force électrique répulsive est fonction de l'intensité du courant traversant le disjoncteur 2.

**[0096]** Le système de verrouillage 8 est configuré pour retenir le deuxième contact électrique 16 en position fermée à l'encontre de la force électrique répulsive générée par la passage du courant à travers le disjoncteur 2 et de la force de rappel générée par le système de rappel 6 tant que l'intensité du courant est inférieure au seuil d'intensité de courant prédéterminé, et pour permettre le déplacement du deuxième contact électrique 16 en position ouverte lorsque l'intensité du courant est égale ou supérieure au seuil d'intensité de courant prédéterminé sous l'effet de la force électrique répulsive et de la force de rappel.

**[0097]** En d'autres termes, la force de retenue générée par le système de verrouillage 8 et par la dépression dans l'interrupteur à vide 4 est sensiblement égale ou inférieure à la somme de la force de rappel et de la force électrique répulsive générée par le passage à travers le disjoncteur 2 d'un courant dont l'intensité est égale ou supérieure au seuil d'intensité de courant prédéterminé.

**[0098]** Le réarmement peut être effectué de manière analogue à l'exemple de réalisation des Figures 1 et 2.

**[0099]** L'exemple de réalisation de la Figure 6 diffère de celui des Figures 1 et 2 en ce que le système de commande 50 comprend un composant électrique sacrificiel 72 relié électriquement au deuxième contact électrique 16 et propre à être détérioré lorsque le courant traversant le disjoncteur 2 dépasse le seuil d'intensité de courant prédéterminé, et une unité de commande 54 configurée pour activer le système de déverrouillage 10 lorsque le composant électrique sacrificiel 72 est détérioré, provoquant ainsi le déverrouillage du deuxième contact électrique 16 et son déplacement en position ouverte sous l'effet du système de rappel 6.

**[0100]** Le composant électrique sacrificiel 72 est par exemple un fusible ou une pièce dans un alliage à basse

température de fusion configuré pour rompre lorsque l'intensité du courant dépasse le seuil d'intensité de courant prédéterminé, ou un composant électrique explosif configuré pour exploser lorsque l'intensité du courant dépasse le seuil d'intensité de courant prédéterminé.

**[0101]** Dans les exemples de réalisation de la Figure 6, le réarmement du disjoncteur 2 peut être effectué de manière analogue à l'exemple de réalisation des Figures 1 et 2, à ceci près qu'il convient de remplacer le fusible ou le composant électrique explosif, de préférence avant le réarmement.

**[0102]** L'invention permet d'obtenir un disjoncteur 2 de conception et de fonctionnement simple, qui peut être obtenu à faible coût et dont la manipulation est simple à réaliser.

**[0103]** Ceci permet d'ajouter ce disjoncteur 2 dans un circuit électrique comprenant déjà d'autre disjoncteur 2, pour améliorer la protection du circuit électrique à un coût raisonnable et sans augmenter la complexité du circuit électrique ou la complexité de sa manutention.

**[0104]** Tel qu'illustré sur la Figure 7, le disjoncteur 2 peut être disposé dans un circuit d'alimentation d'un véhicule ferroviaire 74.

**[0105]** Le véhicule ferroviaire 74 comprend par exemple un dispositif de captage 76 pour capter un courant électrique à partir d'une ligne d'alimentation 77. La ligne d'alimentation 76 est par exemple une ligne aérienne et le dispositif de captage 76 est par exemple un pantographe.

**[0106]** Le véhicule ferroviaire 74 comprend un disjoncteur principal 78 disposé entre le dispositif de captage 76 et un réseau électrique haute tension 80 du véhicule ferroviaire 74.

**[0107]** Le véhicule ferroviaire 74 comprend en outre un dispositif de palpation de tension 82 relié au dispositif de captage 76 pour l'alimentation d'un réseau d'alimentation basse tension 84 à partir du dispositif de captage, et un disjoncteur 2 auxiliaire conforme à l'invention étant disposé entre le dispositif de captage 76 et le dispositif de palpation de tension 82. Le dispositif de palpation de tension 82 comprend avantageusement un transformateur et est configuré pour déterminer le niveau de tension du courant d'alimentation fourni par la ligne d'alimentation 77.

**[0108]** Ainsi, le réseau raccordé en amont du disjoncteur principal 78 et notamment le dispositif de palpation 82 peut être protégé à un coût raisonnable et sans augmenter la complexité du circuit électrique ou la complexité de sa manutention. En outre le disjoncteur 2 permet d'éviter de solliciter de manière non désirée une sous-station alimentant la ligne d'alimentation 77 en cas de court-circuit au niveau du dispositif de palpation 82.

**[0109]** Une autre application est l'installation du disjoncteur en série avec un disjoncteur principal afin de réaliser une protection électrique ultime additionnelle contre les courts-circuits ou sur-courants. Une sélectivité des seuils de déclenchement des deux disjoncteurs peut être envisagée dans ce cas.

## Revendications

1. Disjoncteur comportant un interrupteur à vide (4) comprenant un premier contact électrique (14) et un deuxième contact électrique (16) mobile par rapport au premier contact électrique (14) entre une position fermée, dans laquelle le deuxième contact électrique (16) est en contact avec le premier contact électrique (14) pour permettre le passage du courant, et une position ouverte dans laquelle le deuxième contact électrique (16) est espacé du premier contact électrique (14) pour interrompre le passage du courant, et un système de verrouillage (8) comprenant au moins un aimant permanent (26) agencé pour générer une force magnétique s'opposant au déplacement du deuxième contact électrique (16) de la position fermée vers la position ouverte.
2. Disjoncteur selon la revendication 1, comprenant un système de rappel (6) comprenant au moins un organe élastique agencé pour exercer sur le deuxième contact électrique (16) une force de rappel de la position fermée vers la position ouverte, le système de verrouillage étant configuré pour retenir le deuxième contact électrique (16) en position fermée à l'encontre du système de rappel.
3. Disjoncteur selon la revendication 1 ou 2, comprenant un système de déverrouillage (10) possédant au moins un électroaimant (48) agencé pour générer une force magnétique opposée à celle générée par le système de verrouillage (8) de manière à permettre le déplacement du deuxième contact électrique (16) en position ouverte.
4. Disjoncteur selon la revendication 3, comprenant un système de commande (50) configuré pour commander le système de déverrouillage (10) en fonction du courant traversant le disjoncteur pour libérer le deuxième contact électrique (16) lorsque l'intensité du courant traversant le disjoncteur dépasse un seuil d'intensité de courant prédéterminé.
5. Disjoncteur selon la revendication 4, dans lequel le système de commande (50) comprend un capteur de courant (52) agencé pour mesurer l'intensité du courant traversant le disjoncteur, le système de commande (50) étant configuré pour commander le système de déverrouillage (10) en fonction d'un signal de mesure fourni par le capteur de courant (52).
6. Disjoncteur selon la revendication 5, dans lequel le capteur de courant (52) comprend un noyau magnétique de forme annulaire entourant une portion de connexion du deuxième contact électrique (16) et une bobine électrique entourant le noyau magnétique.
7. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, dans lequel le système de commande (50) comprend une réserve (66) d'énergie électrique reliée à chaque électroaimant (48) par l'intermédiaire d'un relais électrique dont la fermeture permet d'alimenter chaque électroaimant (48) à partir de la réserve (66) d'énergie électrique.
8. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, dans lequel le système de commande (50) comprend un composant électrique sacrificiel (72) propre à être détérioré lorsque le courant traversant le disjoncteur dépasse le seuil d'intensité de courant prédéterminé, le système de commande (50) étant configuré pour activer le système de déverrouillage (10) lorsque le composant électrique sacrificiel (72) a été détérioré.
9. Disjoncteur selon la revendication 4, dans lequel le système de commande (50) comprend une bobine électromagnétique agencée pour alimenter chaque électroaimant (48) à partir du courant traversant le disjoncteur par induction électromagnétique.
10. Disjoncteur selon la revendication 2, dans lequel le ou chaque aimant permanent est configuré de sorte que le système de verrouillage (8) et l'effort généré par la dépression de l'interrupteur à vide (4) exercent une force de retenue inférieure à la somme de la force de rappel générée par le système de rappel (6) et d'une force de répulsion générée entre le premier contact électrique (14) et le deuxième contact électrique (16) par le passage d'un courant d'intensité égale ou supérieure à un seuil d'intensité de courant prédéterminé.
11. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le système de rappel (6) comprend au moins un organe de rappel (26) sous la forme d'un ressort de compression et/ou au moins un organe de rappel (28) sous la forme d'un ressort de traction.
12. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le réarmement du disjoncteur peut être effectué manuellement par un opérateur en agissant sur le deuxième contact électrique (16) à l'encontre du système de rappel (6), directement ou par l'intermédiaire d'un mécanisme de réarmement manuel.
13. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant une enveloppe externe creuse électriquement isolante, l'interrupteur à vide (4) et le système de verrouillage (8) étant logés à l'intérieur de l'enveloppe externe.
14. Véhicule ferroviaire comprenant un réseau d'alimen-



tation électrique, un dispositif de captage (76) relié au réseau d'alimentation électrique et propre à capter un courant électrique à partie d'une ligne d'alimentation et un disjoncteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, disposé entre le dispositif de captage et le réseau d'alimentation électrique. 5

15. Véhicule ferroviaire selon la revendication 14, comprenant un dispositif de palpation de tension (82), configuré pour déterminer le niveau de tension du courant d'alimentation fourni par la ligne d'alimentation, le dispositif de palpation (82) étant relié au dispositif de captage (76) par ledit disjoncteur. 10

15

20

25

30

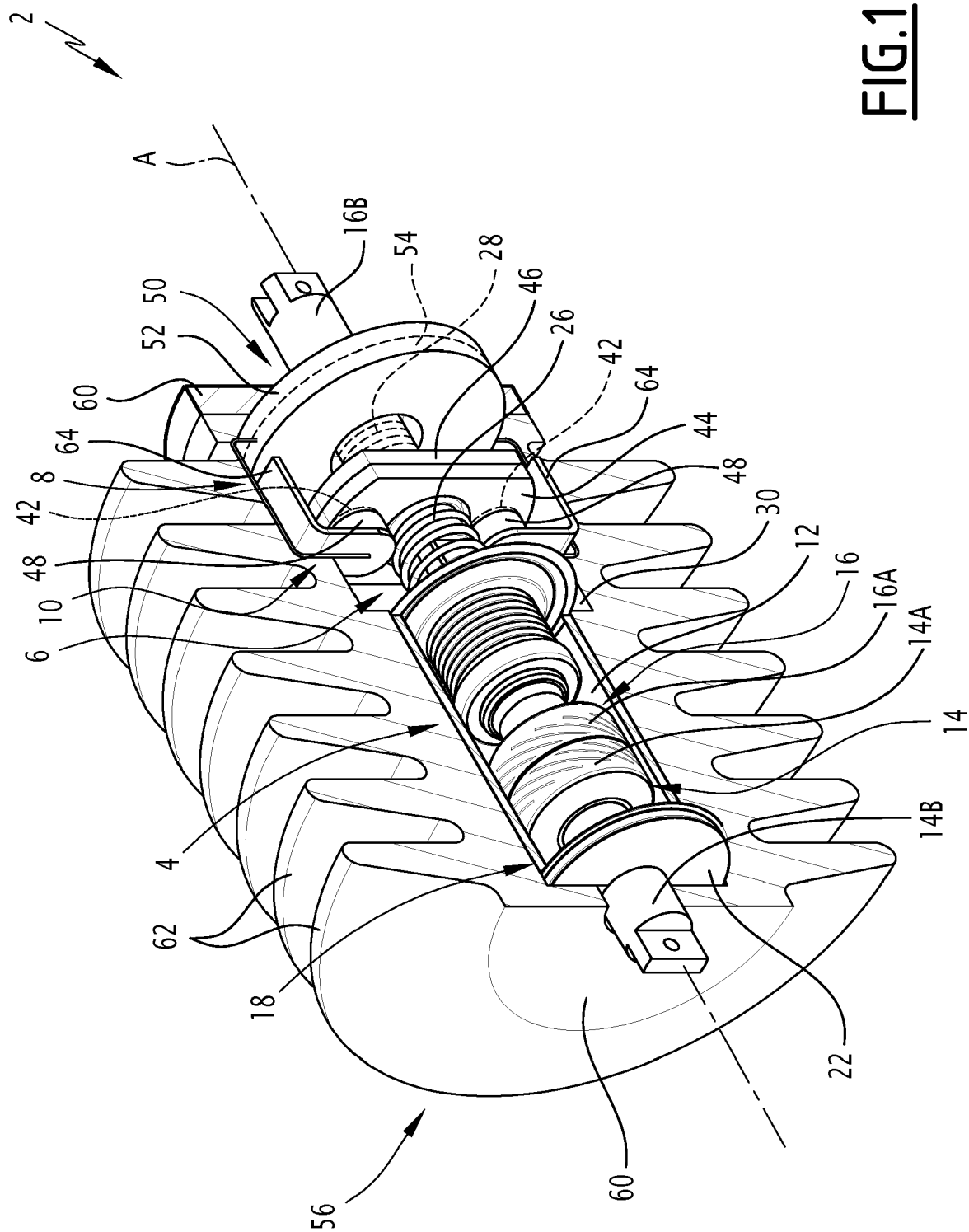
35

40

45

50

55



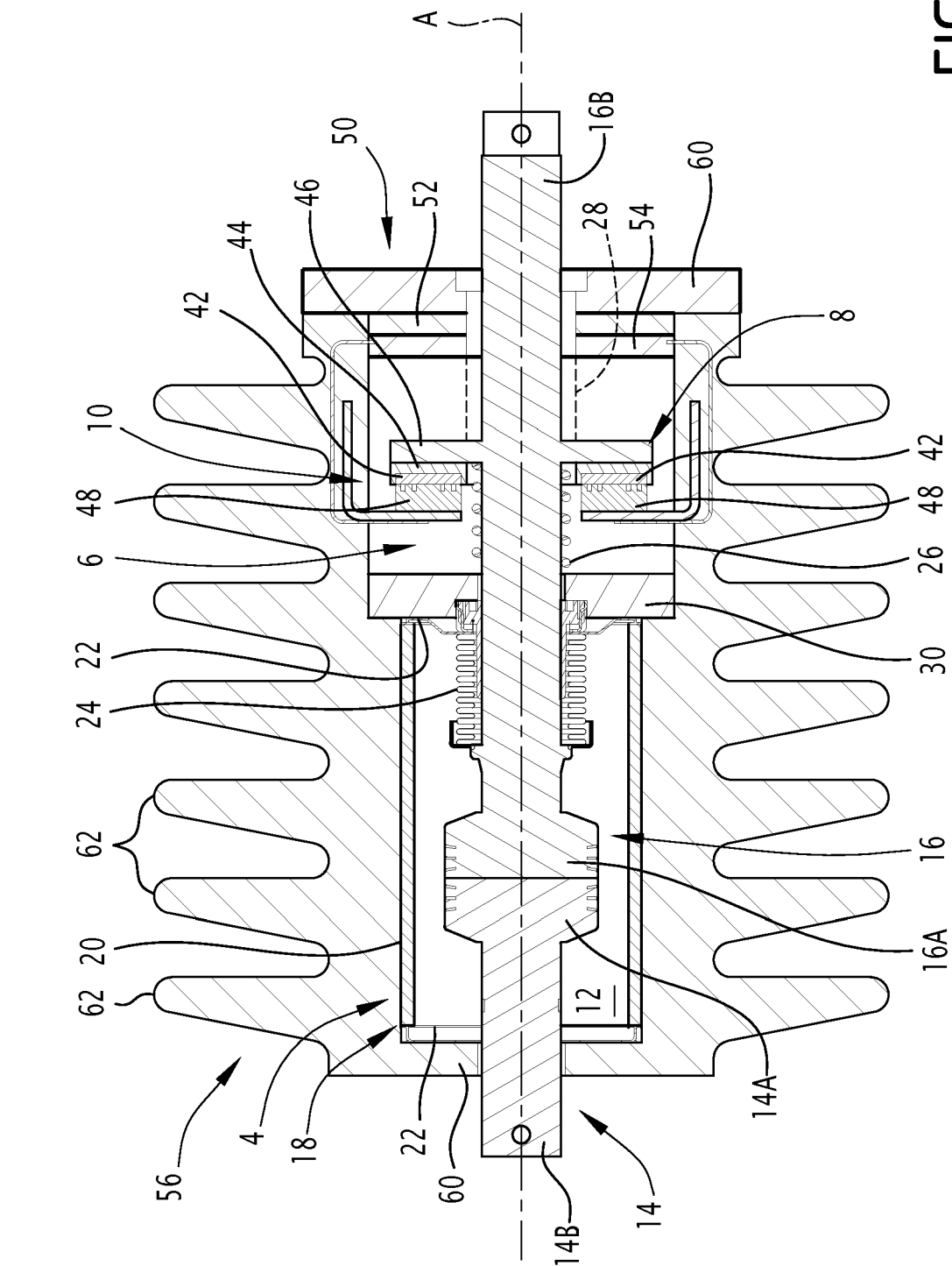
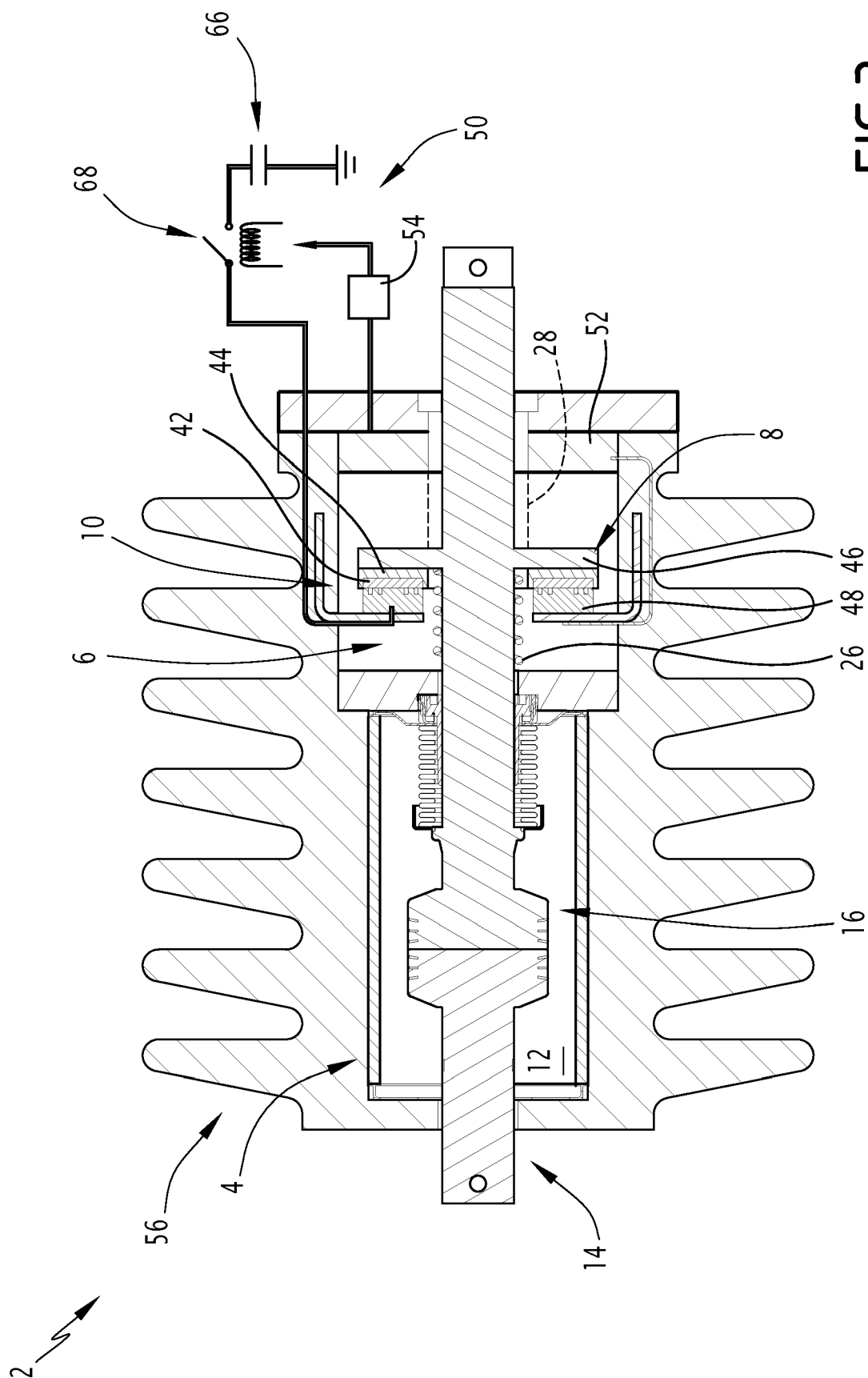
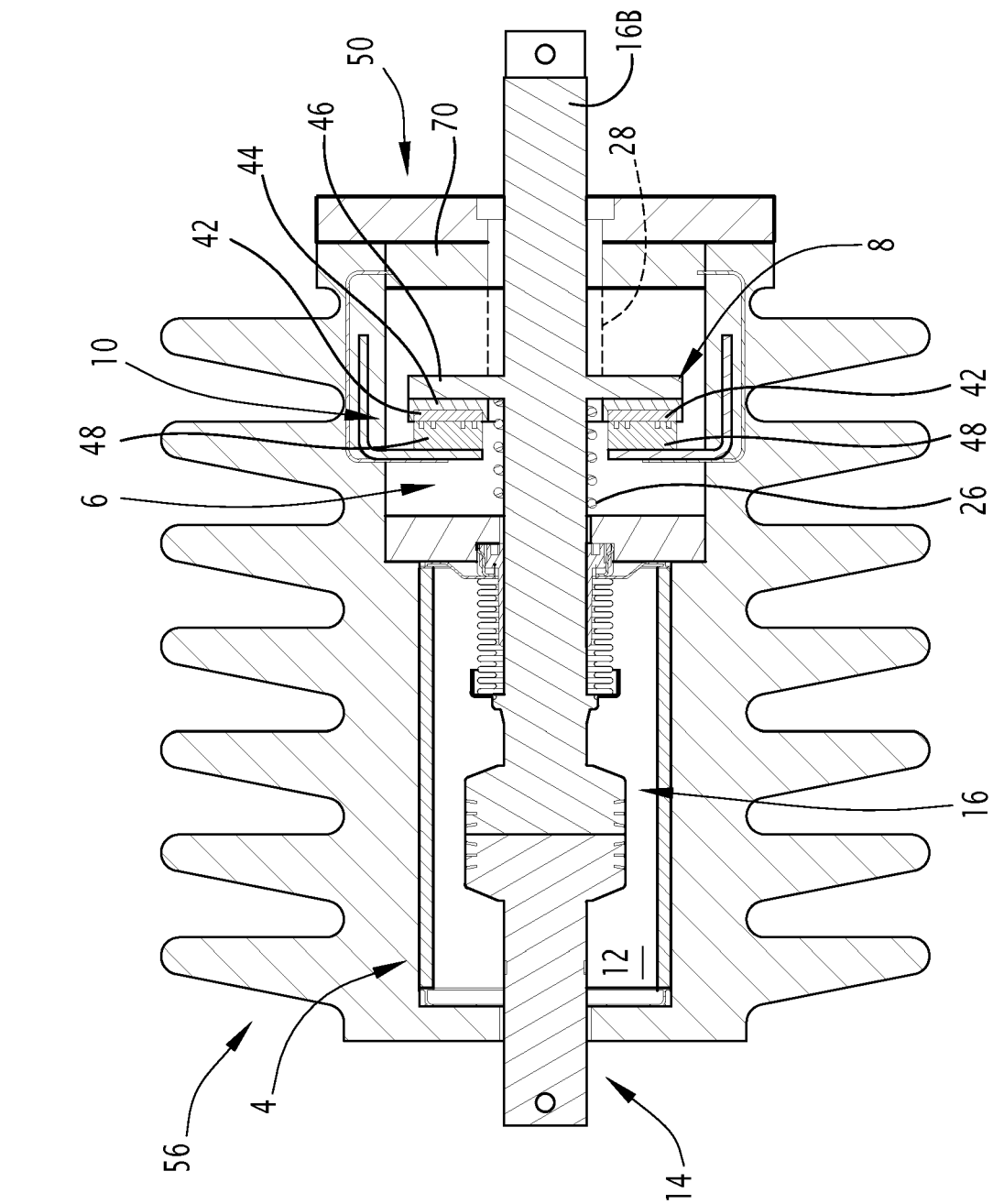


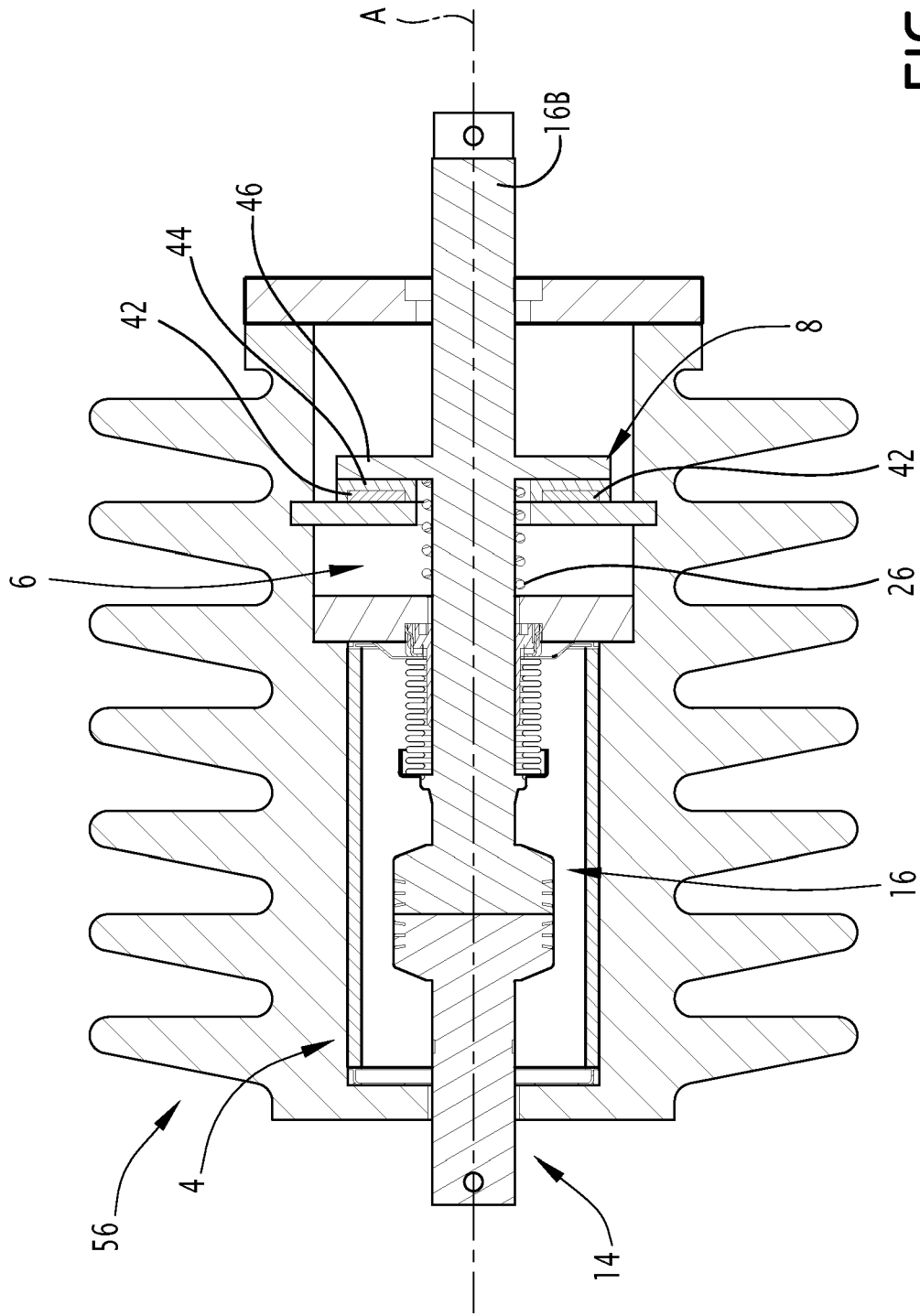
FIG. 2



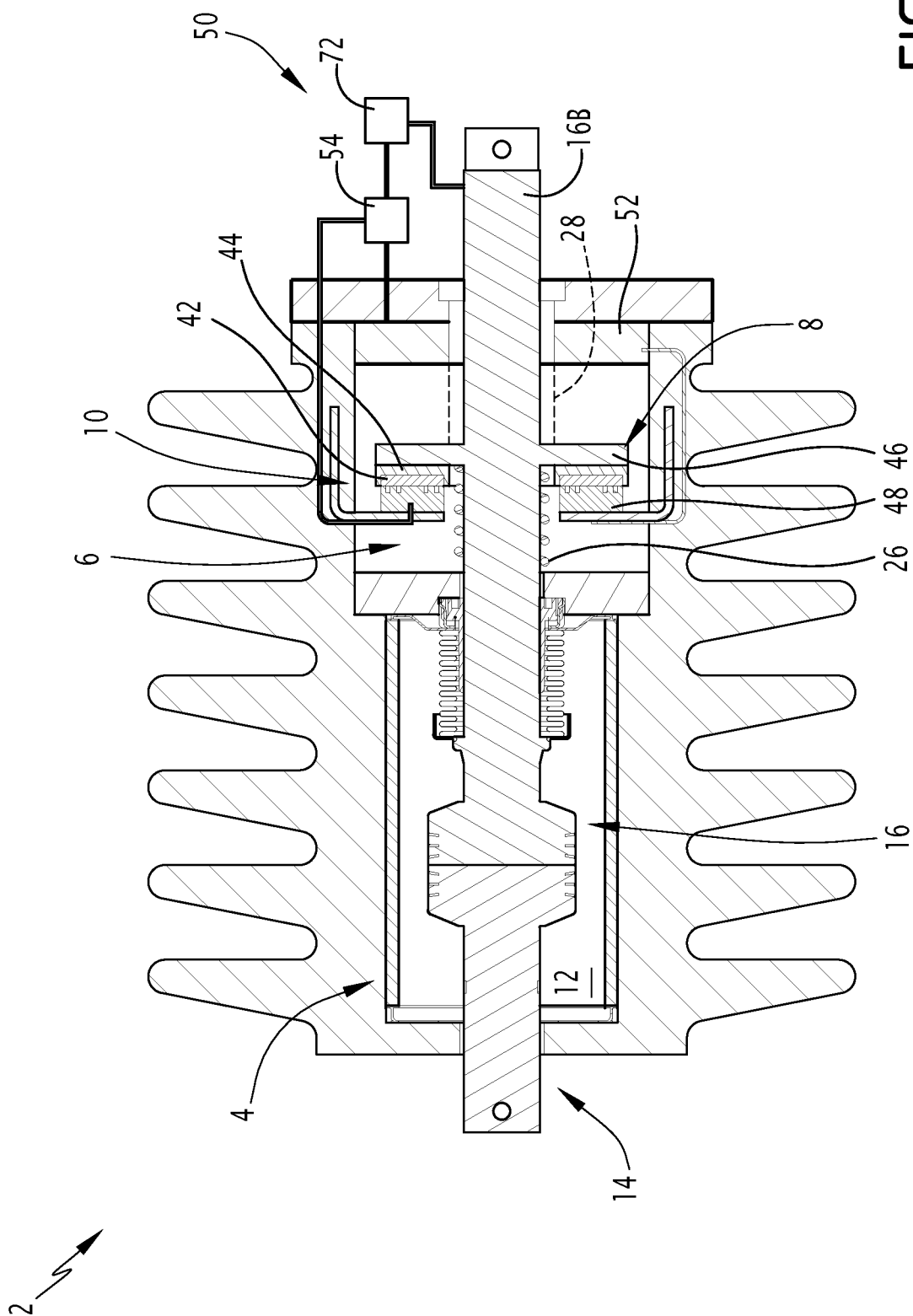
**FIG. 3**



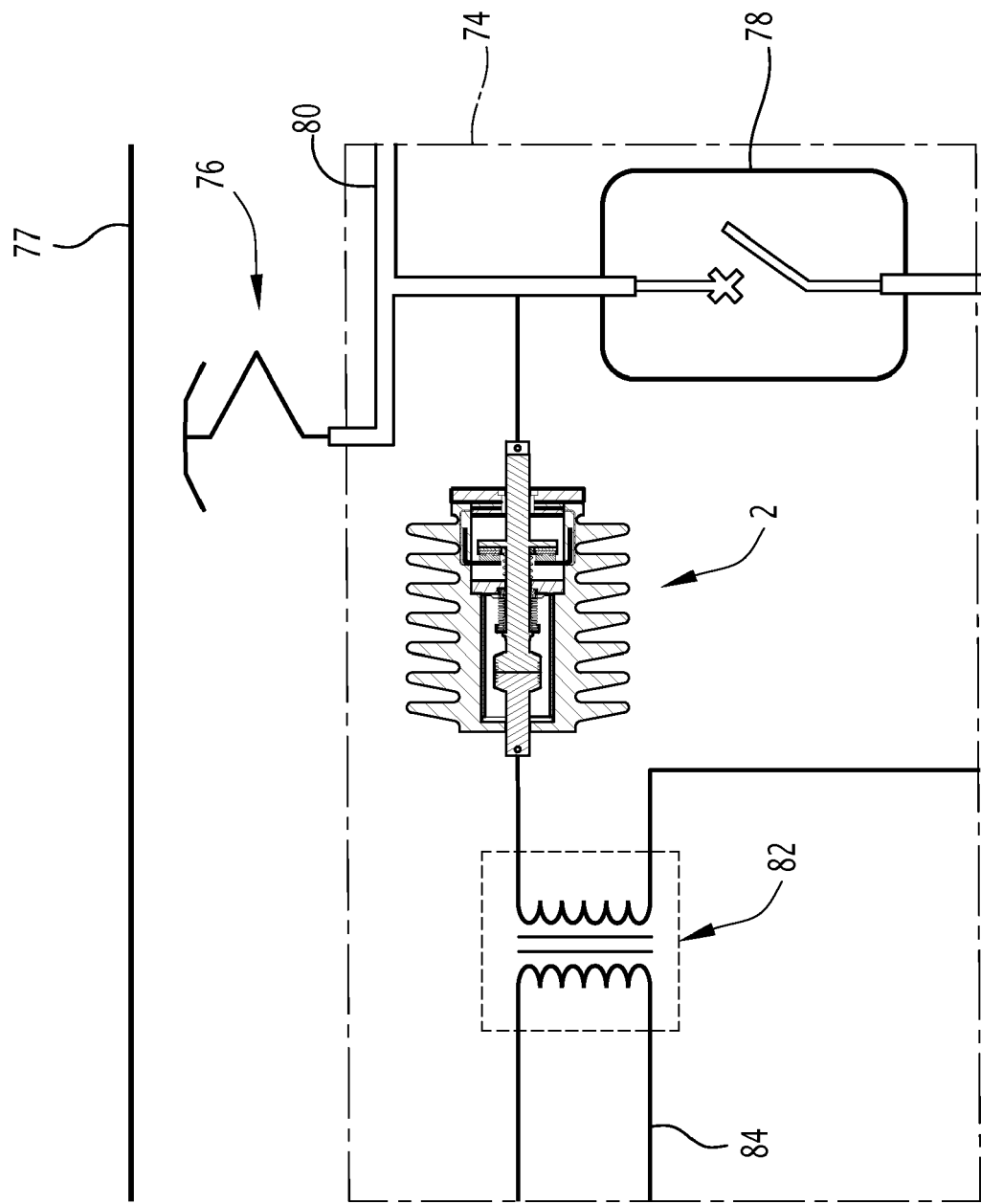
**FIG. 4**



**FIG.5**



**FIG. 6**



**FIG.7**





## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 19 17 2764

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)
X	FR 1 597 949 A (ALLIS-CHALMERS MANUFACTURING COMPANY) 29 juin 1970 (1970-06-29) * page 3, ligne 2 - ligne 15 * * page 5, ligne 1 - page 6, ligne 30; figure 1 *	1-15	INV. H01H33/666 H01H3/28 H01H33/38
X	US 2014/132373 A1 (TAKAHASHI KAZUKI [JP] ET AL) 15 mai 2014 (2014-05-15) * alinéa [0074]; figures 1-6 *	1-15	
X	WO 2014/028313 A1 (ELECTRO MECHANICAL CORP [US]) 20 février 2014 (2014-02-20) * page 8, ligne 1 - ligne 14; figure 1A *	1-15	
X	US 2015/022297 A1 (KIM TAEHYUN [JP] ET AL) 22 janvier 2015 (2015-01-22) * alinéa [0042]; figures 1,2 *	1-15	
X	EP 1 628 315 A2 (HITACHI LTD [JP]) 22 février 2006 (2006-02-22) * alinéa [0055]; figures 1,3,7-9 *	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>27 juin 2019</b>	Examineur <b>Dobbs, Harvey</b>
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 19 17 2764

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.

27-06-2019

10

Document brevet cité  
au rapport de recherche

Date de  
publication

Membre(s) de la  
famille de brevet(s)

Date de  
publication

FR 1597949 A 29-06-1970

FR 1597949 A 29-06-1970

GB 1207758 A 07-10-1970

US 3513420 A 19-05-1970

15

-----

US 2014132373 A1 15-05-2014

CN 103650089 A 19-03-2014

EP 2760038 A1 30-07-2014

HK 1194526 A1 28-10-2016

JP 5649738 B2 07-01-2015

JP W02013042566 A1 26-03-2015

US 2014132373 A1 15-05-2014

WO 2013042566 A1 28-03-2013

20

-----

WO 2014028313 A1 20-02-2014

CA 2823299 A1 13-02-2014

MX 340651 B 20-07-2016

US 2014043119 A1 13-02-2014

WO 2014028313 A1 20-02-2014

25

-----

US 2015022297 A1 22-01-2015

CN 104321840 A 28-01-2015

DK 2854143 T3 24-04-2017

EP 2854143 A1 01-04-2015

HK 1204503 A1 20-11-2015

JP 5734513 B2 17-06-2015

JP 6016958 B2 26-10-2016

JP 2015146421 A 13-08-2015

JP W02013175653 A1 12-01-2016

US 2015022297 A1 22-01-2015

WO 2013175653 A1 28-11-2013

30

-----

EP 1628315 A2 22-02-2006

CN 1737969 A 22-02-2006

EP 1628315 A2 22-02-2006

JP 4423598 B2 03-03-2010

JP 2006059557 A 02-03-2006

KR 20060050521 A 19-05-2006

TW I284338 B 21-07-2007

US 2006037944 A1 23-02-2006

US 2007000876 A1 04-01-2007

40

-----

45

50

55

EPO FORM P0460

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

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- US 5206616 A [0004]