



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
28.02.2018 Bulletin 2018/09

(51) Int Cl.:
H01H 71/68 (2006.01) H01H 89/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **17187020.7**

(22) Date de dépôt: **21.08.2017**

(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:
MA MD

(71) Demandeur: **Schneider Electric Industries SAS**
92500 Rueil-Malmaison (FR)

(72) Inventeurs:
• **BORDET, Bruno**
38050 GRENOBLE Cedex 09 (FR)
• **URANKAR, Lionel**
38050 GRENOBLE Cedex 09 (FR)

(30) Priorité: **23.08.2016 FR 1657867**

(74) Mandataire: **Lavoix**
62, rue de Bonnel
69448 Lyon Cedex 03 (FR)

(54) **DÉCLENCHEUR COMMANDABLE POUR UN DISJONCTEUR ÉLECTRIQUE**

(57) Ce déclencheur (20) commandable comporte :
- un actionneur magnétique (210), comprenant un organe de couplage (2102) destiné à être couplé à un mécanisme de commutation (110) d'un disjoncteur électrique (10) pour en entraîner la commutation et une bobine (2101) configurée pour déplacer l'organe de couplage (2102) vers une position déclenchée lorsqu'elle est alimentée avec une impulsion d'un courant d'intensité supérieure

à un premier seuil prédéfini pendant une durée supérieure ou égale à une durée prédéfinie,
- un dispositif de commande (220), configuré pour alimenter la bobine (2101), dès réception d'un signal de commande (V_{cmd}), avec une série d'impulsions de durée égale à la durée prédéfinie et d'intensité supérieure ou égale au premier seuil et inférieure ou égale à un deuxième seuil au plus égal à 120% du premier seuil.

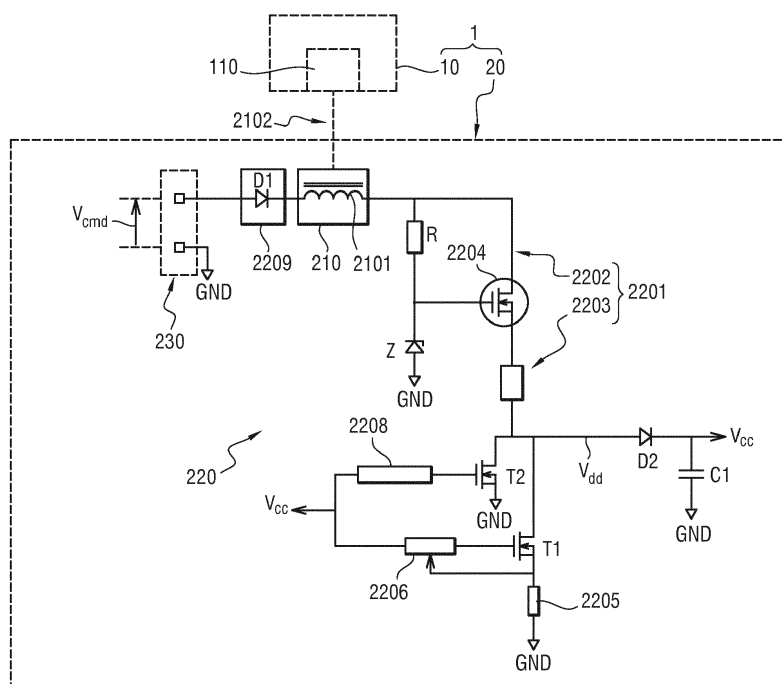


FIG.1

Description

[0001] La présente invention concerne un déclencheur commandable pour un disjoncteur électrique. L'invention concerne également un appareil électrique comportant un disjoncteur électrique et un tel déclencheur associé à ce disjoncteur électrique. L'invention concerne enfin un procédé de fonctionnement d'un tel déclencheur.

[0002] De façon connue, un déclencheur pour un disjoncteur électrique a pour fonction d'ouvrir le disjoncteur auquel il est associé, de manière à interrompre la circulation d'un courant électrique entre des terminaux d'entrée et de sortie du disjoncteur, lorsque le déclencheur reçoit un signal de commande dédié. Par exemple, ce signal de commande est émis par un opérateur en appuyant sur un bouton d'arrêt d'urgence. Le déclencheur a pour but d'ouvrir le disjoncteur le plus rapidement possible après la réception de ce signal de commande, même si un circuit de commande intégré au disjoncteur n'a pas détecté d'anomalie de fonctionnement du disjoncteur. Il est donc primordial que le déclenchement assuré par le déclencheur se fasse le plus rapidement possible et de façon fiable.

[0003] On connaît notamment des déclencheurs à accrochage mécanique, qui sont destinés à être couplés mécaniquement à un mécanisme de commutation du disjoncteur. Typiquement, ces déclencheurs comportent un actionneur motorisé pour déplacer et maintenir en place un mécanisme de commutation du disjoncteur pour ouvrir le disjoncteur.

[0004] Un inconvénient de ces déclencheurs connus est qu'ils dissipent une énergie importante sous forme thermique lors de leur fonctionnement, du fait des besoins d'alimentation électrique de l'actionneur motorisé. Un autre inconvénient est qu'il est nécessaire d'alimenter électriquement en permanence l'actionneur motorisé pour maintenir le mécanisme de commutation dans l'état ouvert. Cela engendre une consommation électrique importante, et donc une dissipation de chaleur elle aussi importante. Une telle dissipation d'énergie thermique n'est pas souhaitable, car elle engendre un échauffement du déclencheur, ce qui peut nuire à son fonctionnement. De plus, un tel échauffement est particulièrement préjudiciable dans les cas où on souhaite miniaturiser le déclencheur ou encore dans les cas où le déclencheur est utilisé dans un environnement contraint.

[0005] C'est à ces inconvénients qu'entend plus particulièrement remédier l'invention en proposant un déclencheur commandable pour un disjoncteur électrique, qui présente une dissipation d'énergie thermique réduite lors de son fonctionnement.

[0006] L'invention a donc pour objet un déclencheur commandable pour un disjoncteur électrique, le disjoncteur est commutable entre un état ouvert et un état fermé, ce déclencheur comporte :

- un actionneur, comprenant un organe de couplage déplaçable entre une position de repos et une posi-

tion déclenchée, l'organe de couplage étant destiné à être couplé mécaniquement à un mécanisme de commutation d'un disjoncteur électrique pour entraîner la commutation du disjoncteur depuis un état fermé vers un état ouvert lorsque l'organe de couplage passe de la position de repos vers la position déclenchée, et

- un dispositif de commande, configuré pour alimenter l'actionneur en réponse à la réception, par le déclencheur, d'un signal de commande de déclenchement, pour déplacer l'organe de couplage de la position de repos vers la position déclenchée.

L'actionneur est un actionneur magnétique comportant une bobine configurée pour déplacer l'organe de couplage depuis la position de repos vers la position déclenchée lorsqu'elle est alimentée avec une impulsion d'un courant électrique d'intensité supérieure à un premier seuil prédéfini pendant une durée supérieure ou égale à une durée prédéfinie, et le dispositif de commande est configuré pour alimenter électriquement la bobine, dès réception du signal de commande et tant que le signal de commande est maintenu, avec une série d'impulsions de courant électrique de durée égale à la durée prédéfinie et d'intensité supérieure ou égale au premier seuil et inférieure ou égale à un deuxième seuil, ce deuxième seuil étant au plus égal à 120% du premier seuil.

[0007] Grâce à l'invention, en utilisant un tel actionneur magnétique, le déplacement de l'organe de couplage vers sa position déclenchée ne nécessite qu'une faible quantité d'énergie, fournie par l'impulsion de courant électrique dans la bobine. En outre, le verrouillage du disjoncteur dans l'état ouvert est réalisé en activant la bobine à des instants successifs au cours du temps, grâce à la succession d'impulsions de courant.

[0008] Au contraire, dans les actionneurs motorisés selon l'état de la technique, il est nécessaire de fournir une alimentation électrique en permanence pour déclencher la commutation du disjoncteur vers l'état ouvert et pour le maintenir verrouillé dans l'état ouvert, ce qui consomme plus d'énergie.

[0009] Enfin, la limitation de l'intensité des impulsions de courant à une valeur d'intensité inférieure au deuxième seuil prédéfini permet de ne pas fournir trop d'énergie à la bobine et de limiter la quantité d'énergie qui est fournie à la bobine à la quantité d'énergie nécessaire pour qu'elle libère l'organe de couplage vers la position déclenchée.

[0010] Du fait que la consommation d'énergie électrique est réduite par rapport aux déclencheurs connus, la quantité d'énergie qui est dissipée par le déclencheur sous forme thermique s'en trouve de fait réduite.

[0011] Selon des aspects avantageux mais non obligatoires de l'invention, un tel déclencheur peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises dans toute combinaison techniquement admissible :

- Le signal de commande est une tension électrique,

reçue sur une entrée du déclencheur, le dispositif de commande étant adapté pour être alimenté électriquement par le signal de commande, et le dispositif de commande comporte :

- une source de tension régulée limitée en courant, connectée en série avec la bobine entre l'entrée et une masse électrique du dispositif de commande, cette source de tension régulée limitée en courant étant configurée pour délivrer une tension d'alimentation sur un rail d'alimentation dès qu'elle est alimentée par le signal de commande,
- un module d'excitation, configuré pour être alimenté électriquement par la tension d'alimentation et pour commander la génération des impulsions de courant électrique,

la source de tension régulée limitée en courant étant en outre configurée pour sélectivement injecter dans la bobine un courant électrique d'intensité égale au deuxième seuil prédéterminé et, en alternance, interrompre la circulation de ce courant électrique, en réponse à des ordres de déclenchement et d'interruption générés par le module d'excitation ;

- Le dispositif de commande comporte un interrupteur commandable, connecté en série avec la bobine et la source de tension régulée limitée en courant entre l'entrée et la masse électrique, la commande de la source étant réalisée par le module d'excitation au moyen de cet interrupteur, l'interrupteur étant à cet effet raccordé au module d'excitation et étant apte à commuter entre un état passant et un état bloquant pour, respectivement, autoriser ou inhiber la circulation du courant électrique, en réponse aux ordres de déclenchement et d'interruption, respectivement, générés par le module d'excitation ;
- Le dispositif de commande comporte une sonde de mesure du courant qui circule au travers de la bobine, et le module d'excitation est programmé pour, successivement, activer puis inhiber l'injection du courant électrique par la source de tension régulée limitée en courant, pour générer chaque impulsion de courant électrique, le module d'excitation étant programmé pour commander cette inhibition à l'expiration du délai prédéterminé, ce délai étant décompté par le module d'excitation, à partir de l'instant où le courant mesuré par la sonde de mesure dépasse la première valeur seuil ;
- Le module d'excitation est programmé pour détecter si le signal de commande est une tension électrique ou alternative, et pour :
 - synchroniser automatiquement la génération des impulsions de courant électrique avec le signal de commande, si le signal de commande est détecté comme étant une tension électrique alternative, cette synchronisation étant réalisée par le module d'excitation en générant les ordres

de déclenchement aux instants où le signal de commande prend une valeur nulle, et, alternativement,

- commander la génération des impulsions de courant électrique avec une période prédéfinie, si le signal de commande est détecté comme étant une tension électrique continue ;

- Le module d'excitation est programmé pour commander la génération des impulsions de courant électrique avec un intervalle prédéfini entre deux impulsions de courant électrique consécutives, l'intervalle prédéfini étant inférieur ou égal à 100ms.
- Le rapport cyclique entre le délai prédéterminé et

l'intervalle prédéfini est compris entre $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{100}$,

de préférence égal à $\frac{1}{40}$;

- Le dispositif de commande comporte un module d'excitation analogique configuré pour générer, en outre, une unique impulsion de courant électrique, d'intensité supérieure ou égale au premier seuil prédéterminé, dès la réception du signal de commande par le dispositif de commande ;
- L'actionneur comporte en outre un aimant, une partie mobile reliée mécaniquement à l'organe de couplage et un ressort de déclenchement,

l'aimant étant solidaire d'une partie fixe de l'actionneur et exerçant une force magnétique sur la partie mobile lorsque l'organe de couplage est dans la position de repos, de manière à ce que la partie mobile comprime le ressort pour maintenir l'organe de couplage dans la position de repos, le ressort exerçant une force de rappel s'opposant à la force magnétique, et ayant une intensité inférieure à la force magnétique,

la bobine étant adaptée pour réduire la force d'attraction magnétique exercée par l'aimant lorsqu'elle est alimentée par chacune desdites impulsions du courant électrique appliquées par le dispositif de commande, de manière à autoriser le mouvement de l'organe de couplage de sa position de repos vers la position déclenchée, sous l'effet de la force de rappel exercée par le ressort de déclenchement ;

[0012] Selon un autre aspect, l'invention concerne un appareil électrique comportant un disjoncteur et un déclencheur commandable associé au disjoncteur,

- le disjoncteur comporte un mécanisme de commutation destiné à commuter le disjoncteur entre un état ouvert et un état fermé,
- le déclencheur comporte :

- un actionneur, comprenant un organe de couplage déplaçable entre une position de repos et une position déclenchée, l'organe de couplage étant couplé mécaniquement au mécanisme de

commutation pour entraîner la commutation du disjoncteur depuis l'état fermé vers l'état ouvert lorsqu'il passe de la position de repos vers la position déclenchée, et

- un dispositif de commande, configuré pour alimenter l'actionneur en réponse à la réception, par le déclencheur, d'un signal de commande de déclenchement, pour déplacer l'organe de couplage de la position de repos vers la position déclenchée ;

le déclencheur est un actionneur magnétique comportant une bobine configurée pour déplacer l'organe de couplage depuis la position de repos vers la position déclenchée lorsqu'elle est alimentée avec une impulsion d'un courant électrique d'intensité supérieure à un premier seuil prédéfini pendant une durée supérieure ou égale à une durée prédéfinie, et le dispositif de commande est configuré pour alimenter électriquement la bobine, dès réception du signal de commande et tant que le signal de commande est maintenu, avec une série d'impulsions de courant électrique ayant une durée égale à la durée prédéfinie et ayant une intensité supérieure ou égale au premier seuil et inférieure ou égale à un deuxième seuil prédéfini, ce deuxième seuil étant au plus égal à 120 % du premier seuil ;

[0013] Selon encore un autre aspect, l'invention concerne un procédé qui comporte des étapes :

a) de fourniture d'un déclencheur, comportant

- un actionneur, comprenant un organe de couplage déplaçable entre une position de repos et une position déclenchée, l'organe de couplage étant destiné à être couplé mécaniquement à un mécanisme de commutation d'un disjoncteur électrique pour entraîner la commutation du disjoncteur depuis un état fermé vers un état ouvert lorsque l'organe de couplage passe de la position de repos vers la position déclenchée, l'actionneur étant un actionneur magnétique comportant une bobine configurée pour déplacer l'organe de couplage depuis la position de repos vers la position déclenchée lorsqu'elle est alimentée avec une impulsion d'un courant électrique d'intensité supérieure à un premier seuil prédéfini pendant une durée supérieure ou égale à une durée prédéfinie, et
- un dispositif de commande, configuré pour alimenter l'actionneur en réponse à la réception, par le déclencheur, d'un signal de commande de déclenchement, pour déplacer l'organe de couplage de la position de repos vers la position déclenchée,

b) d'acquisition d'un signal de commande de déclenchement par le déclencheur,

c) d'alimentation de la bobine, par le dispositif de

commande, avec une série d'impulsions de courant électrique de durée égale à la durée prédéfinie et d'intensité supérieure ou égale au premier seuil et inférieure ou égale à un deuxième seuil, ce deuxième seuil étant au plus égal à 120% du premier seuil, cette alimentation étant appliquée dès réception du signal de commande et tant que le signal de commande continue à être reçu par le déclencheur ;

[0014] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre, d'un mode de réalisation d'un déclencheur commandable, donné uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique simplifiée d'un appareil électrique comportant un déclencheur commandable conforme à l'invention associé à un disjoncteur électrique ;
- la figure 2 représente schématiquement un ordre de déclenchement et d'interruption d'un interrupteur commandable par un module d'excitation d'un dispositif de commande du déclencheur de la figure 1 ;
- la figure 3 représente schématiquement l'évolution, au cours du temps, du courant électrique qui circule au travers d'une bobine d'un actionneur de l'appareil électrique de la figure 1, en réponse aux ordres de déclenchement et d'interruption de la figure 2 ;
- la figure 4 représente schématiquement un module de déclenchement analogique appartenant au dispositif de commande du déclencheur de la figure 1 ;
- la figure 5 représente l'évolution, au cours du temps, de tensions électriques au sein du module de la figure 4 au cours de son fonctionnement ;
- la figure 6 est un ordinogramme d'un procédé de fonctionnement du déclencheur de la figure 1.

[0015] La figure 1 représente un schéma de principe d'un appareil électrique 1 comprenant un disjoncteur électrique 10 et un déclencheur commandable 20, ici couplé au disjoncteur 10 pour commander ce disjoncteur 10.

[0016] Le disjoncteur 10 est un disjoncteur électrique, par exemple un disjoncteur à basse tension et à haute intensité. Par exemple, la tension électrique est de l'ordre de 690V.

[0017] Le disjoncteur 10 comporte des terminaux d'entrée et de sortie, qui sont sélectivement raccordés électriquement entre eux ou isolés l'un de l'autre par des contacts électriques séparables. Le disjoncteur 10 comporte un mécanisme de commutation 110 configuré pour déplacer ces contacts électriques séparables entre un état ouvert et un état fermé. Le mécanisme de commutation 110 est ici un mécanisme à bascule, connu sous le nom de « tumbler » en langue anglaise.

[0018] Dans l'état ouvert, le disjoncteur 10 inhibe la circulation d'un courant électrique entre les terminaux

d'entrée et de sortie. Dans l'état fermé, le disjoncteur autorise la circulation de courants électriques entre les terminaux d'entrée et de sortie. On nomme « ouverture » le passage du disjoncteur 10 de l'état fermé vers l'état ouvert.

[0019] Le disjoncteur 10 comporte en outre un levier de commande, ou maneton, couplé au mécanisme de commutation 110 pour permettre à un utilisateur de commuter manuellement le disjoncteur entre les états ouverts et fermés.

[0020] Le disjoncteur 10 comporte également un circuit de détection configuré pour commuter le mécanisme 110 vers l'état ouvert en cas de détection d'une anomalie électrique, telle qu'une surintensité ou un court-circuit.

[0021] Le déclencheur 20 est configuré pour forcer la commutation du disjoncteur 10 depuis son état fermé vers son état ouvert lorsque le déclencheur reçoit un signal de commande de déclenchement.

[0022] Le déclencheur 20 permet ainsi de forcer la commutation du disjoncteur 10 vers l'état ouvert indépendamment du circuit de détection du disjoncteur 10. Par exemple, ce signal de commande de déclenchement est généré suite à l'action d'un utilisateur sur un interrupteur ou un bouton poussoir de type arrêt d'urgence, qui commande une unité d'alimentation qui génère le signal de commande.

[0023] Dans cet exemple, le signal de commande est une tension électrique, notée V_{cmd} . Par exemple, le signal de commande V_{cmd} est une tension continue. En variante, il peut s'agir d'une tension alternative.

[0024] Tant que le signal de commande V_{cmd} est fourni au déclencheur 20, celui-ci doit maintenir le disjoncteur 10 dans l'état ouvert. En particulier, le déclencheur 20 doit préférentiellement assurer une fonction de verrouillage du disjoncteur 10 dans l'état ouvert après avoir déclenché son ouverture.

[0025] En effet, il existe un risque que les contacts mobiles du disjoncteur 10 se referment si le levier de commande du disjoncteur 10 est manoeuvré de la position ouverte vers la position fermée. Une telle fermeture n'est pas autorisée et donc doit être empêchée, car elle serait contraire aux exigences de sécurité.

[0026] Le déclencheur 20 comporte ainsi un actionneur 210, un dispositif de commande 220 de l'actionneur et une entrée 230 du signal de commande V_{cmd} . Ici, l'entrée 230 comporte deux bornes dont l'une est reliée à une masse électrique GND du dispositif de commande 220.

[0027] L'actionneur 210 est un actionneur magnétique, comportant une bobine 2101 et un organe de couplage 2102, adapté pour être couplé mécaniquement au mécanisme de commutation 110.

[0028] L'actionneur 210 est adapté pour être piloté par le dispositif de commande 220.

[0029] L'organe 2102 est sélectivement déplaçable entre une position de repos et une position déclenchée. L'organe 2102 est configuré pour que le déplacement de sa position de repos vers sa position déclenchée entraîne

une commutation du mécanisme 110 pour ouvrir le disjoncteur 10.

[0030] Dans cet exemple, l'organe de couplage 2102 est couplé mécaniquement au mécanisme 110, par exemple avec le levier de commande du disjoncteur 10.

[0031] En revanche, dans cet exemple, le déplacement de l'organe 2102 de la position déclenchée vers la position de repos n'entraîne pas automatiquement la commutation du mécanisme 110 de l'état ouvert vers l'état fermé. Cette commutation doit ici être réalisée manuellement en agissant sur le levier de commande du disjoncteur 10, pour des raisons de sécurité.

[0032] La bobine 2101 est configurée pour déplacer l'organe de couplage 2102 depuis la position de repos vers la position déclenchée lorsqu'elle est alimentée avec une impulsion d'un courant électrique d'intensité supérieure à un premier seuil prédéfini I_{min} pendant une durée supérieure ou égale à une durée prédéfinie T_{on} .

[0033] Ici, l'organe de couplage 2102 ne retrouve pas automatiquement sa position de repos dès que la bobine 2101 cesse d'être alimentée lorsqu'il est couplé avec le mécanisme de commande 110.

[0034] Dans cet exemple, l'actionneur 210 comporte un aimant, solidaire de la partie fixe de l'actionneur 210 et un ressort, aussi nommé ressort de déclenchement. L'actionneur 210 comporte également une partie mobile, par exemple reliée mécaniquement à l'organe de captage 2102. L'aimant exerce une force magnétique sur la partie mobile, de sorte que la partie mobile maintient le ressort dans un état comprimé. La force de rappel exercée par le ressort sur la partie mobile est inférieure à la force magnétique exercée par l'aimant. Cela maintient l'organe de couplage 2102 dans la position de repos. En d'autres termes, la force de rappel exercée par le ressort de déclenchement n'est pas suffisante à elle seule pour surmonter la force magnétique et déplacer l'organe 2102 vers la position déclenchée.

[0035] La bobine 2101 est adaptée pour au moins partiellement l'aimant lorsqu'elle est alimentée par chacune desdites impulsions du courant électrique appliquées par le dispositif de commande 220, de manière à réduire l'intensité de la force magnétique à une valeur inférieure à celle de la force de rappel exercée par le ressort, voire à interrompre la force magnétique, et ainsi autoriser le mouvement de l'organe de couplage 2102 de sa position de repos vers la position déclenchée, sous l'effet de la force de rappel exercée par le ressort de déclenchement. En d'autres termes, dans cet exemple, la bobine 2101 est configurée pour déplacer l'organe de couplage 2102 depuis la position de repos vers la position déclenchée de façon indirecte, notamment par l'intermédiaire de l'aimant et du ressort de déclenchement.

[0036] Par exemple, la bobine 2101 comporte un conducteur électrique, tel qu'un fil de cuivre, enroulé autour de cet aimant pour former des spires. Lorsque la bobine 2101 est alimentée par l'impulsion de courant électrique, elle crée ainsi un flux magnétique, au sein de l'aimant, qui s'oppose au flux magnétique propre de l'aimant, in-

terrompant ainsi la force magnétique.

[0037] Ainsi, pour déplacer, ou libérer, l'organe 2102 vers la position déclenchée, la bobine 2101 est alimentée avec une impulsion électrique d'intensité supérieure à l'intensité de courant seuil $I_{\min}$ pendant la durée au moins égale à T_{on} (figure 3). Il n'est pas nécessaire, contrairement aux actionneurs motorisés connus, de maintenir une alimentation électrique en continu au cours du temps. La consommation d'énergie, et donc la dissipation d'énergie sous forme thermique, sont ainsi réduites.

[0038] Les valeurs du seuil prédéfini $I_{\min}$ et de la durée prédéfinie T_{on} sont choisis en fonction de l'actionneur 210 et notamment de la quantité d'énergie qu'il est nécessaire de fournir à la bobine 2101 afin de réduire la force magnétique à un niveau inférieur à la force de rappel du ressort de déclenchement, pour provoquer le déplacement de l'organe 2102 vers la position déclenchée.

[0039] Dans cet exemple, la durée prédéfinie T_{on} est ici égale à 1 ms. L'intensité minimale $I_{\min}$ est telle que la force magnétique générée par la bobine 2101 est égale à 150 ampères.tour.

[0040] De façon connue, dans le système d'unités MKS, la force magnétique générée par la bobine 2101 est exprimée comme le produit de l'intensité du courant qui alimente cette bobine 2101 multiplié par le nombre de spires de cette bobine 2101.

[0041] Par exemple, la valeur de l'induction magnétique générée par la bobine 2101 est suffisante pour démagnétiser l'aimant mais pas trop importante pour rester inférieure à l'induction à saturation des matériaux formant les parties mobile et fixe de l'actionneur 210, ici égale à 1,5 Tesla.

[0042] Le dispositif de commande 220 est configuré pour alimenter l'actionneur 210 en réponse à la réception du signal de commande V_{cmd} . Le dispositif 220 est également configuré pour verrouiller le disjoncteur dans l'état ouvert, tant que le signal de commande V_{cmd} continue à être appliqué sur l'entrée 230.

[0043] Plus précisément, le dispositif de commande 220 est configuré pour alimenter électriquement la bobine 2101, dès réception du signal de commande V_{cmd} et tant que le signal de commande V_{cmd} est maintenu, avec une série d'impulsions de courant électrique chacune de durée égale à la durée prédéfinie T_{on} . L'intensité de chacune des impulsions de courant de la série est supérieure ou égale au premier seuil $I_{\min}$ et inférieure ou égale à un deuxième seuil $I_{\max}$, aussi nommé « courant limite ».

[0044] Le courant limite $I_{\max}$ est supérieur au seuil $I_{\min}$ et est inférieur ou égal à 120% du seuil $I_{\min}$, de préférence inférieur ou égal à 110% du seuil $I_{\min}$, de préférence encore inférieur ou égal à 105% du seuil $I_{\min}$.

[0045] Par exemple, le courant limite $I_{\max}$ est égal à 10 mA.

[0046] Dans cet exemple, la bobine 2101 comporte un nombre de spires, noté N , compris entre 500 et 10000,

choisi avantageusement en fonction de la tension de commande V_{cmd} . Le courant limite $I_{\max}$ est donc ici égal à $I_{\min} \times 1.2 / N$, ou de préférence $I_{\min} \times 1.1 / N$, de préférence encore $I_{\min} \times 1.05 / N$. En fonction de la tension de commande V_{cmd} , le courant limite $I_{\max}$ est par exemple compris entre 15 mA et 265mA.

[0047] Grâce au choix de la valeur du courant limite $I_{\max}$, l'alimentation en courant de la bobine 2101 est optimisée en fonction des caractéristiques de l'actionneur 210, de façon à ce que la bobine 2101 soit alimentée avec une quantité d'énergie qui soit juste suffisante pour autoriser le déplacement de l'organe de couplage 2102, en démagnétisant l'aimant, de manière à libérer le ressort mais qui ne soit pas trop supérieure à ce qui est nécessaire pour ce déplacement. Cela évite une consommation d'énergie inutile et réduit donc la dissipation thermique.

[0048] Dans cet exemple, comme le signal de commande V_{cmd} est une tension électrique, le dispositif de commande 220 est adapté pour être alimenté électriquement par ce signal de commande V_{cmd} .

[0049] Avantageusement, à cet effet, le dispositif de commande 220 comporte un redresseur de tension 2209 qui est connecté à l'entrée 230. Le redresseur 2209 est ici un redresseur mono-alternance. Dans cet exemple, il est réalisé au moyen d'une diode $D1$ qui est placée en sortie de l'entrée 230.

[0050] En variante, le redresseur 2209 est un redresseur de type à double alternance. L'actionneur 210 est alors apte à être utilisé aussi bien dans un déclencheur 20 destiné à être commandé par un signal de commande V_{cmd} à tension continue ou par un signal de commande V_{cmd} à tension alternative.

[0051] Ainsi, le dispositif de commande 220 est apte à fonctionner, de façon sûre, sans avoir besoin d'une source d'énergie embarquée autre que celle fournie par le signal de commande V_{cmd} .

[0052] Le dispositif de commande 220 comporte ici une source de tension régulée limitée en courant 2201 et un module d'excitation 2206. Dans cet exemple, le module d'excitation 2206 comporte un microcontrôleur programmable ou un microprocesseur.

[0053] La source 2201 est ici connectée en série avec la bobine 2101 entre l'entrée 230 et la masse électrique GND.

[0054] La source 2201 est configurée pour délivrer une tension d'alimentation V_{cc} dès qu'elle est alimentée par le signal de commande V_{cmd} . En outre, la source 2201 est configurée pour injecter dans la bobine 2101 un courant électrique avec une amplitude maximale égale au courant limite $I_{\max}$ lorsqu'elle est commandée par le module d'excitation 2206.

[0055] La source 2201 comporte à cet effet un régulateur de tension 2202 et un limiteur de courant 2203.

[0056] Le régulateur de tension 2202 est ici un régulateur linéaire, comprenant une résistance R , une diode Zéner Z et un transistor de puissance 2204. La diode Z et la résistance R sont connectées en série l'une avec

l'autre entre la sortie du redresseur 2209 et la masse GND et un point médian entre la diode Z et la résistance R est relié à une électrode de commande du transistor 2204.

[0057] Le transistor 2204 est ici un transistor à effet de champ de technologie MOSFET. En variante, il est remplacé par un transistor de puissance de type IGBT, pour « transistor bipolaire à grille isolé », notamment lorsque l'amplitude du signal de commande Vcmd est plus importante. Le type de transistor 2204 utilisé dépend de l'amplitude maximale attendue du signal de commande Vcmd. En pratique, le signal de commande Vcmd peut présenter une valeur d'amplitude maximale comprise entre 12V et 690V.

[0058] Le régulateur de tension 2202 est ainsi adapté pour délivrer une tension d'alimentation Vcc sur un rail d'alimentation Vdd lorsque le signal de commande Vcmd est appliqué sur l'entrée 230. Par exemple, la tension Vcc est une tension continue d'amplitude égale à 3,3 Volts.

[0059] Lorsqu'aucun signal de commande Vcmd n'est appliqué sur l'entrée 230, le régulateur de tension 2202 et donc la source 2201 ne fournissent ni tension ni courant électrique.

[0060] Le limiteur de courant 2203 est configuré pour limiter le passage du courant en son sein à la valeur limite I-max précédemment décrite. Ainsi, lorsque le module d'excitation 2206 autorise l'injection d'un courant dans la bobine 2101, le limiteur 2203 évite que l'amplitude de ce courant ne dépasse le courant limite I-max.

[0061] Le module d'excitation 2206 est configuré pour être alimenté électriquement par la tension d'alimentation Vcc et pour commander la génération des impulsions de courant électrique au moyen de la source 2201.

[0062] Plus précisément, le module d'excitation 2206 est programmé pour, successivement, activer puis inhiber l'injection du courant électrique par la source de tension régulée limitée en courant 2201, pour générer chaque impulsion de courant électrique, l'activation puis l'inhibition étant séparées par un délai supérieur ou égal au délai prédéfini T-on.

[0063] La source de tension régulée limitée en courant 2201 est configurée pour injecter, dans la bobine 2101, un courant électrique en réponse à un ordre de déclenchement émis par le module d'excitation 2206, et, en alternance, à interrompre la circulation de ce courant électrique en réponse à un ordre d'interruption généré par le module d'excitation 2206.

[0064] Dans cet exemple, le dispositif de commande 220 comporte un interrupteur commandable T1, connecté en série avec la bobine 2101 et la source 2201 entre l'entrée 230 et la masse électrique GND. Une électrode de commande du transistor T1 est reliée électriquement à une sortie de commande du module d'excitation 2206.

[0065] L'interrupteur T1 est ici un transistor MOSFET.

[0066] Dans cet exemple, l'interrupteur T1 est par défaut dans un état bloquant, empêchant ainsi la circulation d'un courant électrique entre la sortie de la source 2201

et la masse électrique et donc empêchant l'alimentation de la bobine 2101.

[0067] Lorsque le module 2206 envoie un ordre de déclenchement sur le transistor T1, ce dernier passe dans un état passant, autorisant ainsi la circulation du courant électrique au travers de la bobine 2101.

[0068] Lorsque le module 2206 envoie un ordre d'interruption vers le transistor T1, ce dernier repasse dans son état bloquant, empêchant à nouveau la circulation du courant électrique au travers de la bobine 2101.

[0069] Ainsi, le module 2206 commande la source 2201 au moyen de l'interrupteur T1.

[0070] Avantageusement, le régulateur de tension 2202 comporte également un circuit de stabilisation de la tension d'alimentation Vcc. Ce circuit de stabilisation est ici formé par une diode D2 et un condensateur C, connectés en série entre le rail d'alimentation Vdd et la masse GND en parallèle avec l'interrupteur T1. Ce circuit de stabilisation a pour but d'éviter que la tension d'alimentation Vcc ne s'effondre lors du fonctionnement du module d'excitation 2206 et notamment lorsque l'interrupteur T1 passe dans l'état passant.

[0071] Avantageusement, le dispositif de commande comporte une sonde de mesure 2205 du courant qui circule au travers de la bobine 2101. Alors, le module d'excitation 2206 est programmé pour commander l'inhibition de l'alimentation en courant en émettant un ordre d'interruption à l'expiration du délai prédéterminé T-on, ce délai étant décompté par le module d'excitation 2206, à partir de l'instant où le courant mesuré par la sonde de mesure 2205 dépasse la valeur seuil I-min.

[0072] La sonde de mesure 2205 est ici une résistance de précision connectée en série avec la bobine 2101 et reliée à une entrée de mesure du module d'excitation 2206.

[0073] La figure 2 représente, en fonction du temps t, l'évolution d'un signal de commande de l'interrupteur T1 entre ses états passant, noté « ON » et bloquant, noté « OFF » émis par le module 2206. On note t0 l'instant, dit « instant de déclenchement », à partir duquel le module 2206 envoie un ordre de déclenchement pour faire passer l'interrupteur T1 dans l'état passant.

[0074] Comme illustré à la figure 3, à partir de cet instant t0, le courant augmente jusqu'à atteindre le courant limite I-max, limité par le limiteur 2203.

[0075] La vitesse à laquelle le courant augmente à partir de l'instant t0 dépend de la position de l'organe de couplage 2102. Selon que l'organe 2102 se trouve dans la position de repos ou dans la position déclenchée, la valeur d'inductance de la bobine 2101 n'est pas la même. Ici, l'inductance de la bobine 2101 est plus élevée lorsque l'organe 2102 est dans l'état de repos. De fait, la réponse de la bobine 2101 au courant qui la traverse est différente.

[0076] La courbe C1 représente l'évolution de l'intensité du courant circulant dans la bobine 2101 après l'instant t0 lorsque l'organe 2102 se trouve dans la position déclenchée.

[0077] On note « t1 » l'instant à partir duquel ce courant dépasse le seuil I-min. Après cet instant t1, le courant continue à augmenter jusqu'à atteindre le courant limite I-max. Le module d'excitation 2206 décompte le temps qui s'écoule, par exemple au moyen d'un minuteur, à partir de l'instant t1, tout en maintenant l'interrupteur T1 dans l'état passant.

[0078] Lorsque le délai décompté excède la durée prédéfinie T-on, le module d'excitation 2206 envoie un ordre d'interruption à un instant t3. L'interrupteur T1 repasse dans son état bloquant et le courant cesse ainsi de circuler dans la bobine 2101.

[0079] La courbe C2 représente l'évolution de l'intensité du courant circulant dans la bobine après l'instant t0 lorsque l'organe 2102 se trouve dans la position repos.

[0080] Du fait de la différence d'inductance de la bobine 2101, le courant électrique augmente, depuis l'instant t0, plus lentement que pour la courbe C1.

[0081] On note « t2 » l'instant à partir duquel le courant dépasse la valeur seuil I_{MIN}. L'écart entre les instants t2 et t0 est supérieur à l'écart entre les instants t1 et t0.

[0082] Après cet instant t2, le courant continue à augmenter jusqu'à atteindre le courant limite I-max. De même que précédemment, le module d'excitation 2206 maintient l'interrupteur T1 dans l'état passant et envoie un ordre d'interruption à un instant t4 à l'expiration du délai T-on. Le courant cesse alors de circuler au travers de la bobine 2101.

[0083] Ainsi, le module d'excitation 2206 ne permet pas la circulation d'un courant électrique plus longtemps que nécessaire pour former une impulsion de durée T-on, ce qui réduit la consommation électrique du déclencheur 20, et réduit ainsi la dissipation thermique.

[0084] Plus précisément si une telle régulation n'était pas appliquée, alors il serait nécessaire de prédéfinir la durée de fermeture du transistor T1 comme étant égale à la différence des instants t4 et t0, en se basant sur le cas de figure le plus défavorable, qui est celui où l'inductance self de la bobine est minimale, de manière à être sûr d'avoir toujours une impulsion de durée au moins égale à la durée T-on quelque soit l'état de la bobine 2101. Dans ce cas, la durée de l'impulsion aurait été trop longue, puisque le courant aurait continué à être appliqué entre les instants t3 et t4, alors la bobine 2101 avait reçu assez d'énergie pour que le déplacement de l'organe 2102 soit assuré. On aurait donc généré un échauffement excessif pour rien, car le courant fourni entre les instants t1 et t3 est suffisant pour exciter la bobine et provoquer la commutation.

[0085] Avantagusement, le module d'excitation 2206 comporte un module de détection configuré pour mesurer la nature du signal de commande Vcmd et notamment déterminer s'il s'agit d'une tension électrique ou alternative. Cette détermination est ici réalisée à partir de la tension du rail Vdd.

[0086] Le module d'excitation 2206 est en outre programmé pour détecter la nature du signal de commande à l'aide de ce module de détection et pour adapter l'émission

dans le temps des ordres de déclenchement, et notamment pour :

- synchroniser automatiquement la génération des impulsions de courant électrique avec le signal de commande Vcmd, lorsque le signal de commande Vcmd est détecté comme étant une tension électrique continue ou alternative, c'est-à-dire lorsque la tension du rail Vdd est détectée comme étant alternative redressée à mono alternance ou double alternance, cette synchronisation étant réalisée en générant les ordres de déclenchement aux instants où le signal de commande Vcmd prend une valeur nulle, et, alternativement,
- commander la génération des impulsions de courant électrique avec une période prédéfinie, si le signal de commande Vcmd est détecté comme étant une tension électrique continue.

[0087] La synchronisation avec le signal de commande Vcmd permet de générer les impulsions de courant électrique lorsque ce dernier présente une valeur minimale, et donc de limiter la puissance électrique consommée par le dispositif de commande 220.

[0088] De préférence, le module d'excitation 2206 est programmé pour que le délai entre deux impulsions consécutives soit inférieur ou égal à 100ms, de préférence inférieur ou égal à 50ms.

[0089] Ce délai, ou intervalle, est noté T-off et est défini comme l'intervalle de temps entre deux impulsions de courant à une valeur d'intensité supérieure ou égale au seuil I-min. Dans cet exemple, le délai T-off est égal à 40ms.

[0090] Le rapport cyclique entre le délai T-on et le délai T-off, défini comme étant le rapport T-on/T-off entre les délais T-on et T-off, est avantagusement compris entre

$\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{100}$, de préférence égal à $\frac{1}{40}$, ce qui permet de réduire la puissance consommée.

[0091] Ce délai est choisi de manière à limiter le risque d'un échec d'ouverture du disjoncteur 10. De façon connue, les mécanismes de commutation 110 de type à bascule comportent une position de limite d'ouverture, noté P1, et une position morte de fermeture, noté P2. Ces points P1 et P2 correspondent à des positions intermédiaires du mécanisme de commutation entre l'état ouvert et l'état fermé.

[0092] Le point P1 correspond à la position du mécanisme 110 à partir de laquelle l'ouverture du disjoncteur est garantie. Autrement dit, lorsque le mécanisme 110 franchit le point P1 depuis la position fermée, l'ouverture du disjoncteur 10 est garantie. Le point P1 correspond à la position de libération d'un élément du mécanisme de déclenchement 110 connu sous le nom de demi-lune de déclenchement.

[0093] En variante, le disjoncteur 10, le point P1 est confondu avec la position d'ouverture du disjoncteur.

[0094] Le point P2 correspond à la position du mécanisme 110 à partir de laquelle la fermeture du disjoncteur ne peut plus être empêchée. Autrement dit, lorsque le mécanisme 110 franchit le point P2 en venant depuis la position ouverte, la fermeture du disjoncteur 10 est assurée. Cela est dû à l'action de ressorts mécaniques compris à l'intérieur du mécanisme de commutation 110.

[0095] Ainsi, ce choix de valeur du délai T-off permet de garantir qu'au moins une impulsion est générée à partir du module 2206 lorsque le mécanisme de commutation 110 se trouve entre les points P1 et P2 pendant son déplacement entre les états fermé et ouvert. Grâce à cette impulsion, l'organe de couplage 2102 est à nouveau déplacé vers sa position déclenchée et force à nouveau l'ouverture du disjoncteur avant que le mécanisme de commutation 110 ne franchisse le point P2.

[0096] Avantageusement, le dispositif de commande 220 comporte également un module d'excitation analogique 2208 configuré pour générer, en outre, une unique impulsion de courant électrique, d'intensité supérieure ou égale au premier seuil I-min prédéterminé, dès la réception du signal de commande Vcmd par le dispositif de commande 220.

[0097] Ce module d'excitation analogique 2208 est distinct du module d'excitation 2206. De même, l'unique impulsion de courant générée à l'aide de ce module 2208 est distincte de la série d'impulsions générées au moyen du module d'excitation 2206.

[0098] Comme illustré à la figure 4, le module 2208 comporte un comparateur 2210 et une bascule monostable 2211. Le dispositif de commande 220 comporte quant à lui un interrupteur commandable T2, par exemple identique à l'interrupteur T1.

[0099] L'interrupteur T2 est ici connecté en parallèle avec l'interrupteur T1 entre la source 2201 et la masse GND. L'interrupteur T2 joue, vis-à-vis de la source 2201, un rôle analogue à celui décrit pour l'interrupteur T1 en référence au module 2206.

[0100] Le comparateur 2210 est configuré pour comparer la valeur de tension d'alimentation Vcc avec une valeur de référence Vref prédéfinie.

[0101] Comme illustré à la figure 5, lorsque la tension d'alimentation Vcc est appliquée et dépasse la valeur de référence Vref, le comparateur 2210 délivre une tension, ici notée V1, vers une entrée de la bascule monostable 2211.

[0102] Par exemple, la valeur Vref est égale à 3 Volts.

[0103] La bascule monostable 2211 est configurée pour délivrer une unique impulsion de tension en sortie, cette impulsion présentant une durée T' prédéfinie. Cette sortie est raccordée à une électrode de commande du transistor T2 et joue le rôle d'un ordre de commutation de l'interrupteur T2.

[0104] La bascule monostable 2211 est choisie de façon à présenter une durée T' suffisamment longue pour garantir que l'impulsion de courant électrique générée présente une durée supérieure à la durée T-on. A titre d'exemple illustratif, la durée T' est ici égale à 18ms.

[0105] En variante, l'interrupteur T2 peut être omis. Dans ce cas, le module 2208 est adapté pour commander l'interrupteur T1 en parallèle du module 2206, par exemple au moyen d'une porte logique « ET » qui collecte les ordres émis par les modules 2206 et 2208 et qui commande en conséquence l'interrupteur T1.

[0106] Le module 2208 est utilisé en complément du module 2206 et permet d'assurer qu'au moins une impulsion de courant électrique est injectée dans la bobine 2201 dès que le signal de commande Vcmd est reçu sur l'entrée 230, même en cas de défaillance du module 2206. Cette impulsion unique présente une durée et une intensité suffisantes pour assurer le déplacement de l'organe 2102 vers sa position déclenchée.

[0107] En effet, du fait que le module 2208 est réalisé à partir de composants analogiques simples, et non à partir de microcontrôleurs ou microprocesseurs programmables, il présente un fonctionnement plus fiable et plus robuste que le module 2206. Cela garantit une bonne sécurité de fonctionnement du déclencheur 20.

[0108] Bien que le module 2208 ne permette pas d'optimiser la durée de l'impulsion unique aussi finement que le permet le module 2206, cela n'est pas préjudiciable, puisqu'il n'y a qu'une seule impulsion de courant est générée au moyen du module 2208 à chaque fois que le signal de commande Vcmd est initié. Le surcoût en énergie est ainsi minime.

[0109] Dans l'exemple illustré, le déclencheur 20 a une consommation moyenne, en régime permanent, inférieure ou égale à 1 W et une consommation en régime transitoire, lors de la mise sous tension, c'est-à-dire de la réception du signal de commande Vcmd, est inférieure ou égale à 10 W. Par comparaison, dans les déclencheurs à actionneur motorisé connus, la consommation moyenne en régime permanent est supérieure à 5 W et la consommation en régime transitoire est supérieure à 30 W. Grâce à l'invention, la dissipation thermique s'en trouve considérablement réduite.

[0110] Un exemple de fonctionnement de l'appareil électrique 1 et du déclencheur 20 est maintenant décrit en référence à l'ordinogramme de la figure 6 et avec l'aide des figures 1 à 5.

[0111] Initialement, lors d'une étape 1000, le disjoncteur 10 est dans un état fermé, autorisant le passage d'un courant électrique de puissance entre ses bornes d'entrée et de sortie. Aucun signal de commande Vcmd n'est reçu sur l'entrée 230. L'organe de couplage 2102 est maintenu dans la position de repos. Aucun courant électrique n'est injecté dans la bobine 2101.

[0112] Ensuite, lors d'une étape 1002, le signal de commande Vcmd est appliqué sur l'entrée 230 vers le déclencheur 20, par exemple en réponse à l'action d'un utilisateur qui appuie sur un bouton d'arrêt d'urgence, en vue de demander l'ouverture du disjoncteur 10.

[0113] Cette tension Vcmd alimente le redresseur 2209 et donc la source 2201. Comme les transistors T1 et T2 sont tous deux dans l'état ouvert, aucun courant ne circule à ce moment là au travers de la bobine 2101.

La source 2201 ne débite donc aucun courant électrique à ce moment-là. Toutefois, le régulateur de tension 2202 génère la tension Vcc sur le rail d'alimentation, qui alimente à son tour les modules d'excitation 2206 et 2208.

[0114] Lors d'une étape 1004, le module d'excitation 2208 commande la génération, par la source 2201, d'une unique impulsion de courant à destination de la bobine 2101.

[0115] Par exemple, dès que le module d'excitation 2208 est alimenté par la tension d'alimentation Vcc supérieure à la valeur de référence Vref, le comparateur 2210 délivre la tension V1 vers l'entrée de la bascule monostable 2211.

[0116] En réponse, la bascule monostable 2211 passe dans un état excité pendant la durée T', pendant laquelle elle délivre en sortie une tension V2 non nulle, puis repasse dans un état de repos à la fin de ce délai T'. Ce faisant, la bascule monostable 2211 envoie un ordre de commutation d'ouverture puis de fermeture de l'interrupteur T2, séparés de ce délai T'.

[0117] En conséquence, lors d'une étape 1006, la bobine 2101 démagnétise l'aimant et permet au ressort de passer vers sa position détendue, ce qui autorise le déplacement de l'organe de couplage 2102 de son état de repos vers l'état déclenché. L'organe de couplage 2102 agit sur le mécanisme de commutation 110 qui entraîne l'ouverture du disjoncteur 10.

[0118] En parallèle de l'étape 1004, le module d'excitation 2206 est alimenté par la tension d'alimentation Vcc en vue de générer la série d'impulsions de courant.

[0119] Ainsi, lors d'une étape 1008, le module d'excitation 2206 détecte automatiquement si le signal de commande Vcmd est une tension continue ou une tension alternative.

[0120] Si le signal de commande Vcmd est déterminé comme étant une tension continue, alors, lors d'une étape 1010, les impulsions de courant sont générées périodiquement au cours du temps, ici avec un délai égal au délai T-off. Avantageusement, pour chaque impulsion, à partir de l'instant de déclenchement t0 de l'interrupteur T1, le module d'excitation 2206 détecte, grâce à la sonde de courant 2205, l'instant à partir duquel le courant qui circule dans la bobine 2101 devient supérieur ou égal à la tension seuil I-min puis envoie un ordre d'interruption de l'interrupteur T1 à l'expiration du délai T-on après cet instant.

[0121] Si, au contraire, le signal de commande Vcmd est déterminé comme étant une tension alternative, alors, lors d'une étape 1012, les impulsions de courant sont générées de façon synchronisée avec les instants pour lesquels le signal de commande Vcmd est détecté comme prenant une valeur nulle. Plus précisément, ce sont les instants de déclenchement t0 pour lesquels le module d'excitation 2206 envoie un ordre de déclenchement de l'interrupteur T1 qui sont synchronisés avec les instants pour lesquels le signal de commande Vcmd est détecté comme prenant une valeur nulle. La génération de chacune des impulsions à partir de cet instant de dé-

clenchement t0 est ici la même que celle décrite pour l'étape 1010.

[0122] Les impulsions générées au moyen du module d'excitation 2206 permettent d'amener et/ou de maintenir le disjoncteur 10 dans l'état ouvert. Dans l'étape 1006, tant que le signal de commande Vcmd est appliqué sur l'entrée 230, le module d'excitation 2206 continue à générer les impulsions pour que la bobine 2101 continue à démagnétiser l'aimant de sorte à permettre au ressort de rester dans sa position détendue et donc de maintenir l'organe de couplage 2102 dans son état déclenché.

[0123] Enfin, lors d'une étape 1014, le signal de commande Vcmd cesse d'être appliqué et n'est plus reçu sur l'entrée 230. La source 2201 s'interrompt et la tension d'alimentation Vcc devient nulle. Le module d'excitation 2206 cesse alors de fonctionner, et plus aucune impulsion de courant électrique n'est envoyée dans la bobine 2101.

[0124] Un opérateur peut alors réarmer manuellement le disjoncteur 10 pour le ramener dans l'état fermé, au moyen du levier de commande. Le procédé décrit peut alors être répété.

[0125] Les modes de réalisation et les variantes envisagés ci-dessus peuvent être combinés entre eux pour générer de nouveaux modes de réalisation.

Revendications

1. Déclencheur (20) commandable pour un disjoncteur électrique (10), le disjoncteur étant commutable entre un état ouvert et un état fermé, ce déclencheur comportant :

- un actionneur (210), comprenant un organe de couplage (2102) déplaçable entre une position de repos et une position déclenchée, l'organe de couplage (2102) étant destiné à être couplé mécaniquement à un mécanisme de commutation (110) d'un disjoncteur électrique (10) pour entraîner la commutation du disjoncteur (10) depuis un état fermé vers un état ouvert lorsque l'organe de couplage (2102) passe de la position de repos vers la position déclenchée, et
- un dispositif de commande (220), configuré pour alimenter l'actionneur en réponse à la réception, par le déclencheur (20), d'un signal de commande (Vcmd) de déclenchement, pour déplacer l'organe de couplage (2102) de la position de repos vers la position déclenchée ;

le déclencheur (20) étant caractérisé en ce que l'actionneur (210) est un actionneur magnétique comportant une bobine (2101) configurée pour déplacer l'organe de couplage (2102) depuis la position de repos vers la position déclenchée lorsqu'elle est alimentée avec une impulsion d'un courant électrique d'intensité supérieure à un premier seuil prédéfini (I-

min) pendant une durée supérieure ou égale à une durée prédéfinie (T-on), et **en ce que** le dispositif de commande (220) est configuré pour alimenter électriquement la bobine (2101), dès réception du signal de commande (Vcmd) et tant que le signal de commande (Vcmd) est maintenu, avec une série d'impulsions de courant électrique de durée égale à la durée prédéfinie (T-on) et d'intensité supérieure ou égale au premier seuil (I-min) et inférieure ou égale à un deuxième seuil (I-max), ce deuxième seuil (I-max) étant au plus égal à 120% du premier seuil (I-min).

2. Déclencheur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le signal de commande (Vcmd) est une tension électrique, reçue sur une entrée (230) du déclencheur (20), le dispositif de commande (220) étant adapté pour être alimenté électriquement par le signal de commande (Vcmd), et **en ce que** le dispositif de commande (220) comporte :

- une source de tension régulée limitée en courant (2201), connectée en série avec la bobine (2101) entre l'entrée (230) et une masse électrique (GND) du dispositif de commande (220), cette source de tension régulée limitée en courant (2201) étant configurée pour délivrer une tension d'alimentation (Vcc) sur un rail d'alimentation dès qu'elle est alimentée par le signal de commande (Vcmd),
- un module d'excitation (2206), configuré pour être alimenté électriquement par la tension d'alimentation (Vcc) et pour commander la génération des impulsions de courant électrique,

la source de tension régulée limitée en courant (2201) étant en outre configurée pour sélectivement injecter dans la bobine (2101) un courant électrique d'intensité égale au deuxième seuil (I-max) prédéterminé et, en alternance, interrompre la circulation de ce courant électrique, en réponse à des ordres de déclenchement et d'interruption générés par le module d'excitation (2206).

3. Déclencheur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (220) comporte un interrupteur commandable (T1), connecté en série avec la bobine (2101) et la source de tension régulée limitée en courant (2201) entre l'entrée (230) et la masse électrique (GND), la commande de la source étant réalisée par le module d'excitation (2206) au moyen de cet interrupteur (T1), l'interrupteur (T1) étant à cet effet raccordé au module d'excitation (2206) et étant apte à commuter entre un état passant et un état bloquant pour, respectivement, autoriser ou inhiber la circulation du courant électrique, en réponse aux ordres de déclenchement et d'interruption, respectivement, générés par le mo-

dule d'excitation (2206).

4. Déclencheur selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (220) comporte une sonde de mesure (2205) du courant qui circule au travers de la bobine (2101), et **en ce que** le module d'excitation (2206) est programmé pour, successivement, activer puis inhiber l'injection du courant électrique par la source de tension régulée limitée en courant (2201), pour générer chaque impulsion de courant électrique, le module d'excitation (2206) étant programmé pour commander cette inhibition à l'expiration du délai prédéterminé (T-on), ce délai étant décompté par le module d'excitation (2206), à partir de l'instant où le courant mesuré par la sonde de mesure (2205) dépasse la première valeur seuil (I-min).

5. Déclencheur selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** le module d'excitation (2206) est programmé pour détecter si le signal de commande (Vcmd) est une tension électrique continue ou alternative, et pour :

- synchroniser automatiquement la génération des impulsions de courant électrique avec le signal de commande (Vcmd), si le signal de commande (Vcmd) est détecté comme étant une tension électrique alternative, cette synchronisation étant réalisée par le module d'excitation (2206) en générant les ordres de déclenchement aux instants où le signal de commande (Vcmd) prend une valeur nulle, et, alternativement,
- commander la génération des impulsions de courant électrique avec une période prédéfinie, si le signal de commande (Vcmd) est détecté comme étant une tension électrique continue.

6. Déclencheur selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** le module d'excitation (2206) est programmé pour commander la génération des impulsions de courant électrique avec un intervalle prédéfini (T-off) entre deux impulsions de courant électrique consécutives, l'intervalle prédéfini (T-off) étant inférieur ou égal à 100ms.

7. Déclencheur selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le rapport cyclique entre le délai prédéterminé (T-on) et l'intervalle prédéfini (T-off) est compris entre $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{100}$, de préférence égal à $\frac{1}{40}$.

8. Déclencheur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (220) comporte un module d'excitation analogique (2208) configuré pour générer,

en outre, une unique impulsion de courant électrique, d'intensité supérieure ou égale au premier seuil (I-min) prédéterminé, dès la réception du signal de commande (Vcmd) par le dispositif de commande (220).

9. Déclencheur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'actionneur (210) comporte en outre un aimant, une partie mobile reliée mécaniquement à l'organe de couplage (2102) et un ressort de déclenchement, l'aimant étant solidaire d'une partie fixe de l'actionneur (210) et exerçant une force magnétique sur la partie mobile lorsque l'organe de couplage (2102) est dans la position de repos, de manière à ce que la partie mobile comprime le ressort pour maintenir l'organe de couplage (2102) dans la position de repos, le ressort exerçant une force de rappel s'opposant à la force magnétique, et ayant une intensité inférieure à la force magnétique, la bobine (2101) étant adaptée pour réduire la force d'attraction magnétique exercée par l'aimant lorsqu'elle est alimentée par chacune desdites impulsions du courant électrique appliquées par le dispositif de commande (220), de manière à autoriser le mouvement de l'organe de couplage (2102) de sa position de repos vers la position déclenchée, sous l'effet de la force de rappel exercée par le ressort de déclenchement.

10. Ensemble électrique (1) comportant un disjoncteur (10) et un déclencheur (20) commandable associé au disjoncteur,

- le disjoncteur (10) comportant un mécanisme de commutation (110) destiné à commuter le disjoncteur entre un état ouvert et un état fermé,
- le déclencheur (20) comportant :

- un actionneur (210), comprenant un organe de couplage (2102) déplaçable entre une position de repos et une position déclenchée, l'organe de couplage (2102) étant couplé mécaniquement au mécanisme de commutation (110) pour entraîner la commutation du disjoncteur (10) depuis l'état fermé vers l'état ouvert lorsqu'il passe de la position de repos vers la position déclenchée, et
- un dispositif de commande (220), configuré pour alimenter l'actionneur en réponse à la réception, par le déclencheur (20), d'un signal de commande (Vcmd) de déclenchement, pour déplacer l'organe de couplage (2102) de la position de repos vers la position déclenchée ;

le déclencheur (20) étant **caractérisé en ce que** l'actionneur (210) est un actionneur magnétique com-

portant une bobine (2101) configurée pour déplacer l'organe de couplage (2102) depuis la position de repos vers la position déclenchée lorsqu'elle est alimentée avec une impulsion d'un courant électrique d'intensité supérieure à un premier seuil prédéfini (I-min) pendant une durée supérieure ou égale à une durée prédéfinie (T-on), et **en ce que** le dispositif de commande (20) est configuré pour alimenter électriquement la bobine (2101), dès réception du signal de commande (Vcmd) et tant que le signal de commande (Vcmd) est maintenu, avec une série d'impulsions de courant électrique ayant une durée égale à la durée prédéfinie (T-on) et ayant une intensité supérieure ou égale au premier seuil (I-min) et inférieure ou égale à un deuxième seuil (I-max) prédéfini, ce deuxième seuil (I-max) étant au plus égal à 120 % du premier seuil (I-min).

11. Procédé de commande d'un déclencheur (20) pour un disjoncteur électrique (10), ce procédé étant **caractérisé en ce qu'il** comporte des étapes :

a) de fourniture d'un déclencheur, comportant

- un actionneur (210), comprenant un organe de couplage (2102) déplaçable entre une position de repos et une position déclenchée, l'organe de couplage (2102) étant destiné à être couplé mécaniquement à un mécanisme de commutation (110) d'un disjoncteur électrique (10) pour entraîner la commutation du disjoncteur (10) depuis un état fermé vers un état ouvert lorsque l'organe de couplage (2102) passe de la position de repos vers la position déclenchée, l'actionneur (210) étant un actionneur magnétique comportant une bobine (2101) configurée pour déplacer l'organe de couplage (2102) depuis la position de repos vers la position déclenchée lorsqu'elle est alimentée avec une impulsion d'un courant électrique d'intensité supérieure à un premier seuil prédéfini (I-min) pendant une durée supérieure ou égale à une durée prédéfinie (Ton), et
- un dispositif de commande (220), configuré pour alimenter l'actionneur en réponse à la réception, par le déclencheur (20), d'un signal de commande (Vcmd) de déclenchement, pour déplacer l'organe de couplage (2102) de la position de repos vers la position déclenchée,

b) d'acquisition d'un signal de commande (Vcmd) de déclenchement par le déclencheur (20),

c) d'alimentation de la bobine (2101), par le dispositif de commande (220), avec une série d'im-

pulsions de courant électrique de durée égale à la durée prédéfinie (T-on) et d'intensité supérieure ou égale au premier seuil (I-min) et inférieure ou égale à un deuxième seuil (I-max), ce deuxième seuil (I-max) étant au plus égal à 120% du premier seuil (I-min), cette alimentation étant appliquée dès réception du signal de commande (Vcmd) et tant que le signal de commande (Vcmd) continue à être reçu par le déclencheur (20).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

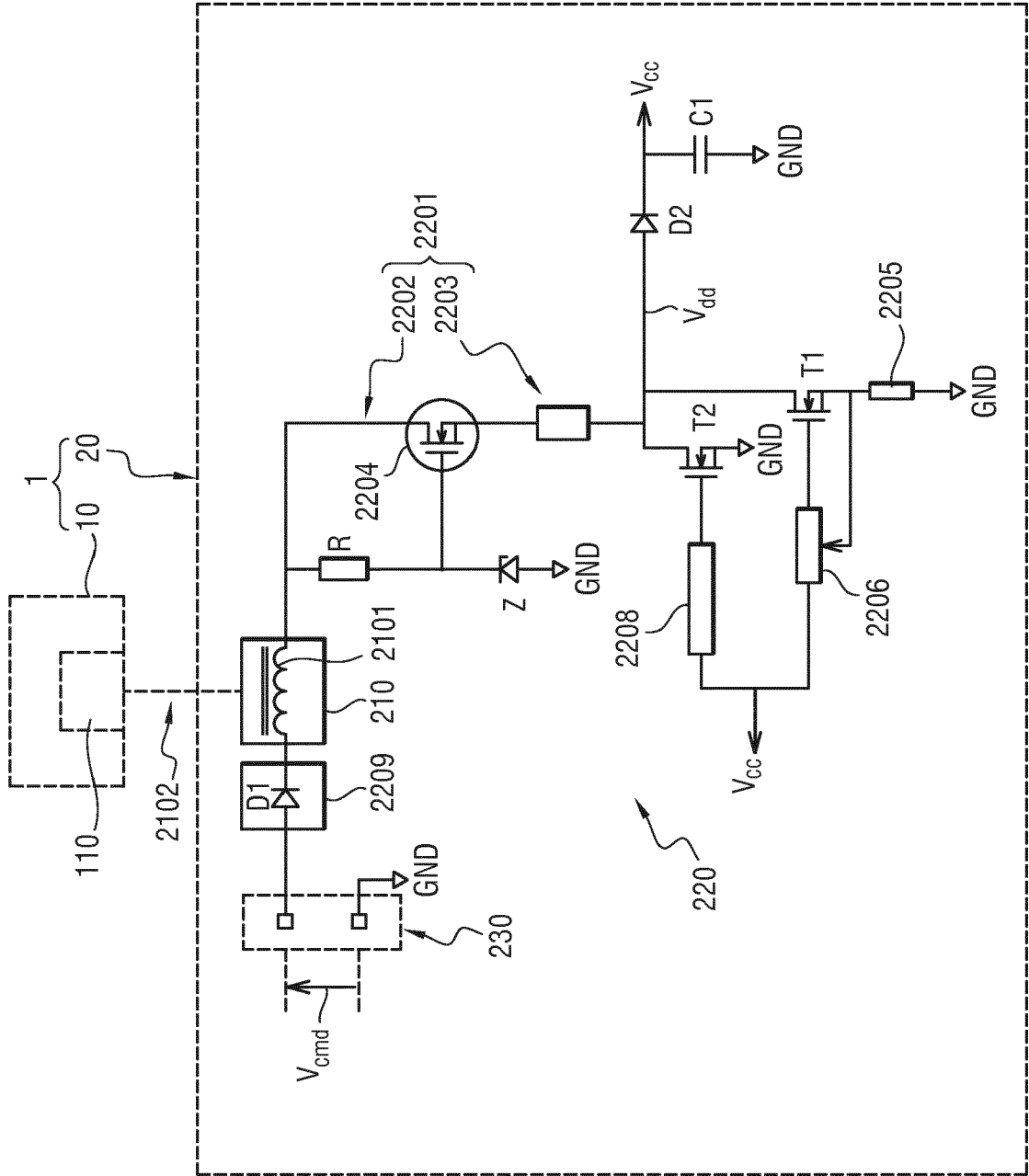
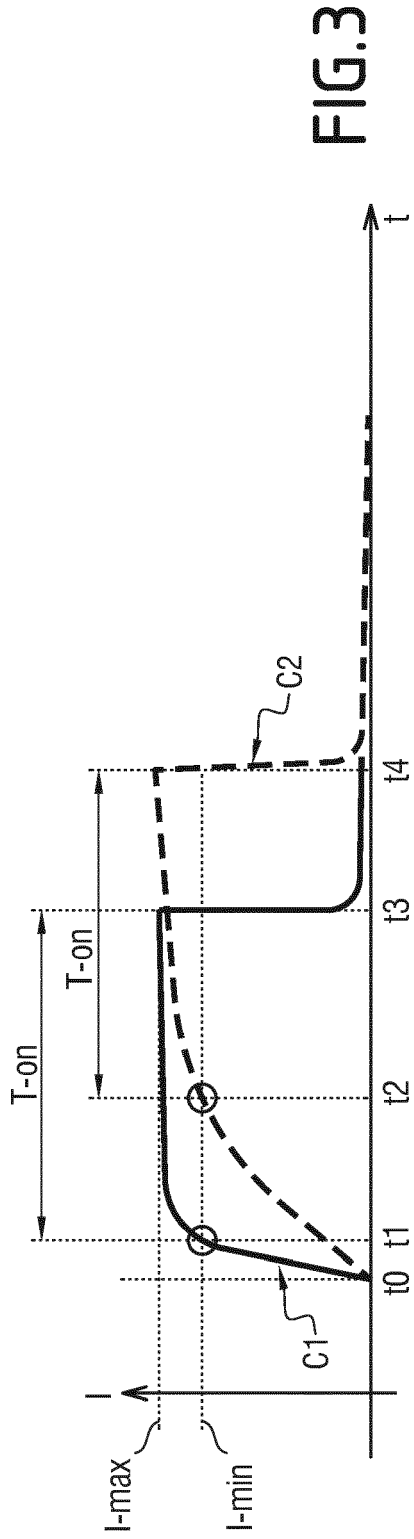
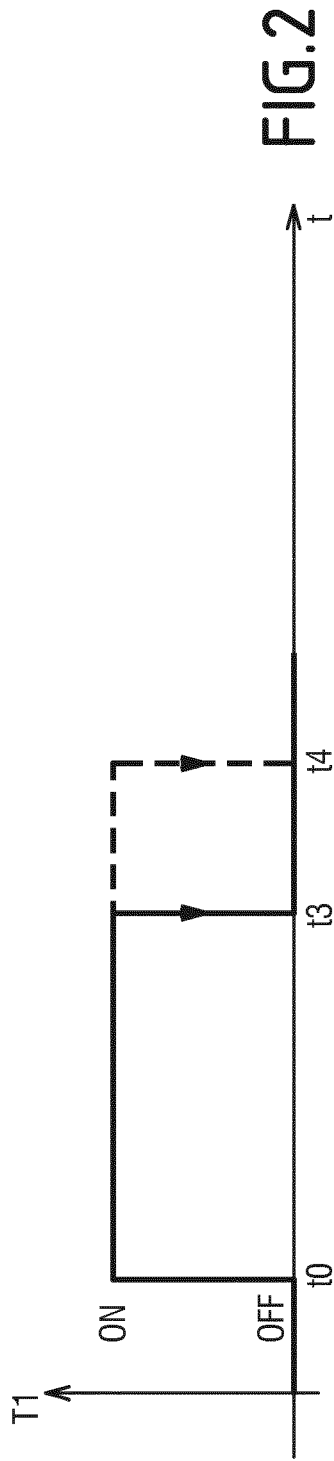


FIG.1



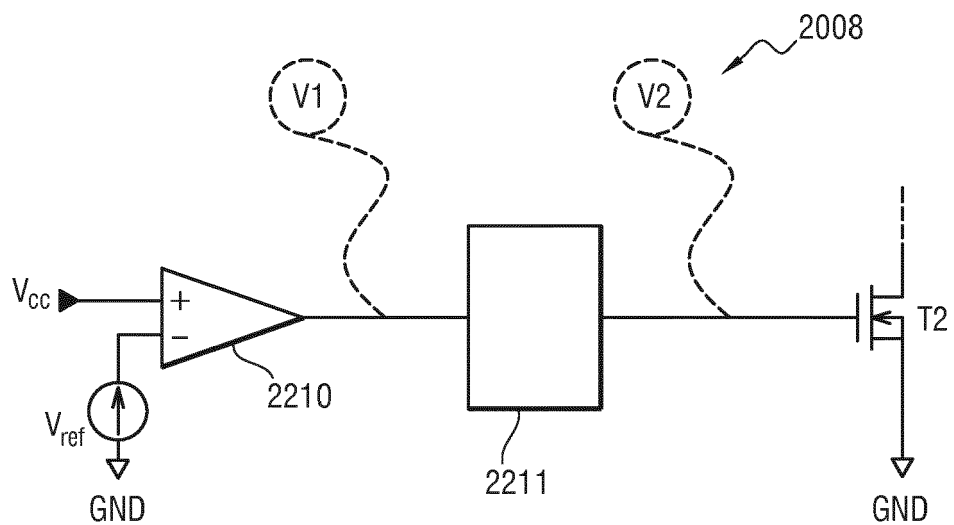


FIG.4

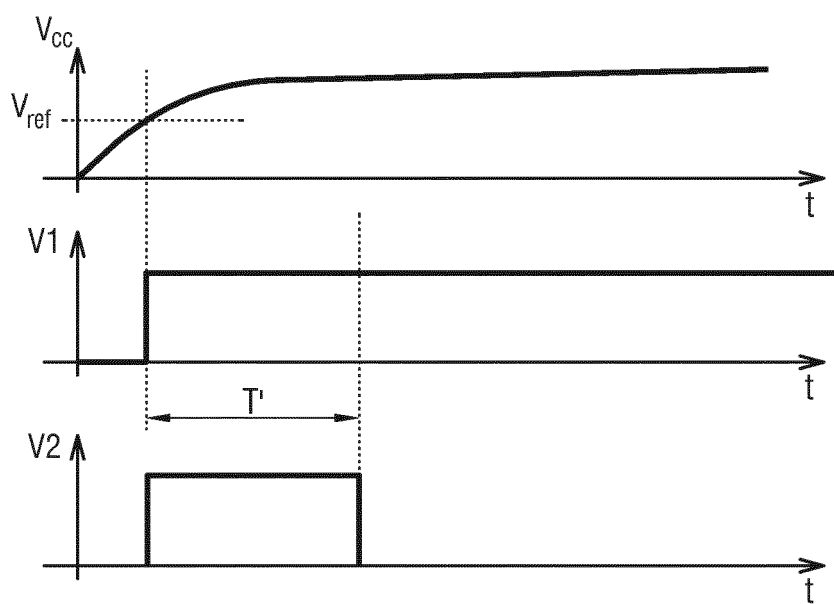


FIG.5

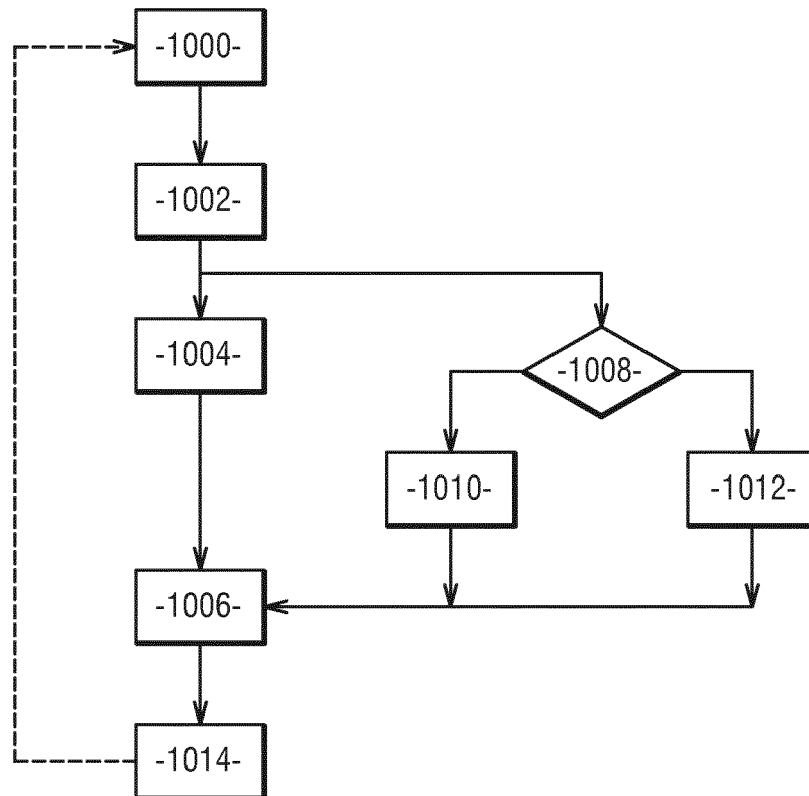


FIG.6



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 17 18 7020

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)
Y	EP 1 209 712 A1 (HAGER ELECTRO [FR]) 29 mai 2002 (2002-05-29)	1-3,5-11	INV. H01H71/68 H01H89/08
A	* alinéas [0011], [0018] - [0020]; figures *	4	
Y	WO 97/00525 A1 (SIEMENS AG [DE]; ROEHL WOLFGANG [DE]) 3 janvier 1997 (1997-01-03)	1-3,5-11	
A	* page 2, lignes 14-25 * * page 4, ligne 9 - page 5, ligne 10 * * figures *	4	
Y	US 2005/135040 A1 (SUZUKI HIROHISA [JP] ET AL) 23 juin 2005 (2005-06-23)	1-3,5-11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01H
Y	DE 196 35 358 A1 (SIEMENS AG [DE]) 26 février 1998 (1998-02-26)	1-3,5-11	
Y	US 2015/171614 A1 (HYMEL JON E [US] ET AL) 18 juin 2015 (2015-06-18)	9	
A	* alinéa [0003] *	1-11	
A	US 5 180 051 A (COOK ROBERT G [US] ET AL) 19 janvier 1993 (1993-01-19)	1-11	
	* colonne 7, ligne 3 - colonne 8, ligne 3; figures *		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 21 septembre 2017	Examineur Ramírez Fueyo, M
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 17 18 7020

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.

21-09-2017

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1209712 A1	29-05-2002	EP 1209712 A1	29-05-2002
		FR 2817078 A1	24-05-2002
WO 9700525 A1	03-01-1997	AU 5892496 A	15-01-1997
		DE 19522582 A1	19-12-1996
		TW 304273 B	01-05-1997
		WO 9700525 A1	03-01-1997
US 2005135040 A1	23-06-2005	DE 102004059617 A1	28-07-2005
		JP 4413724 B2	10-02-2010
		JP 2005197212 A	21-07-2005
		US 2005135040 A1	23-06-2005
DE 19635358 A1	26-02-1998	AUCUN	
US 2015171614 A1	18-06-2015	EP 3084796 A1	26-10-2016
		US 2015171614 A1	18-06-2015
		WO 2015094833 A1	25-06-2015
US 5180051 A	19-01-1993	CA 2089743 A1	29-12-1992
		DE 69225780 D1	09-07-1998
		DE 69225780 T2	26-11-1998
		EP 0546166 A1	16-06-1993
		JP 3204508 B2	04-09-2001
		JP H06501134 A	27-01-1994
		US 5180051 A	19-01-1993
		WO 9300693 A1	07-01-1993

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