

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**3 099 289**

②1 N° d'enregistrement national : **19 08461**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **H 01 H 9/54 (2019.01)**

⑫

**BREVET D'INVENTION**

**B1**

⑤4 Contacteur et procédé de commande d'un contacteur.

②2 Date de dépôt : 25.07.19.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 29.01.21 Bulletin 21/04.

④5 Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 30.07.21 Bulletin 21/30.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *SCHNEIDER ELECTRIC  
INDUSTRIES SAS Société par actions simplifiées  
(SAS) — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : BRICQUET Cédric et TIAN Simon.

⑦3 Titulaire(s) : SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES  
SAS Société par actions simplifiées (SAS).

⑦4 Mandataire(s) :

**FR 3 099 289 - B1**



## Description

### **Titre de l'invention : Contacteur et procédé de commande d'un contacteur**

#### **Domaine technique**

[0001] La présente invention concerne un contacteur destiné à établir ou interrompre, sur commande, une circulation de courant dans un conducteur électrique connecté entre une source d'énergie électrique et au moins une charge électrique. L'invention concerne également un procédé de commande d'un tel contacteur.

#### **Etat de la technique**

[0002] Des contacteurs sont fréquemment employés pour commander une mise sous tension ou hors tension d'appareils électriques, par exemple des moteurs, des résistances de chauffage ou des appareils d'éclairage. Ainsi qu'illustré en figure 1, un tel contacteur est connecté entre une source d'énergie électrique et le ou les appareils électriques devant être alimentés par la source d'énergie. Ledit contacteur ouvre ou ferme, par exemple sur commande d'un opérateur ou d'un automatisme, une ligne d'alimentation reliant la source d'énergie et le ou les appareils électriques, ceux-ci étant désignés par la suite sous la dénomination générale de « charge électrique ». Une telle manœuvre d'ouverture et de fermeture de la ligne d'alimentation nécessite une fermeture d'au moins un contact électrique pour permettre l'alimentation électrique de la charge électrique ou l'ouverture du, au moins un, contact électrique pour couper l'alimentation électrique de la charge électrique. Les contacteurs sont des produits dont les contraintes de construction, de fiabilité et de coût sont importantes: les contacts électrique doivent être dimensionnés pour exécuter plusieurs millions de manœuvres d'ouverture et de fermeture de circuit électrique, un contacteur doit avoir un volume réduit pour occuper le moins de place possible dans une armoire ou un tableau électrique, il ne doit pas avoir un auto-échauffement trop important pour ne pas échauffer les équipements disposés à proximité et enfin un contacteur doit être peu onéreux à produire.

[0003] La demande de brevet US 4 389 691 décrit un dispositif pour supprimer l'arc qui se forme lors d'une commutation d'un contact électrique dans un contacteur et prolonger ainsi la durée de vie du contact. Pour cela, un triac est connecté en parallèle avec le contact électrique et commandé simultanément lors de l'ouverture ou de la fermeture du contact.

[0004] La demande de brevet EP 1 655 753 A1 décrit un interrupteur comportant un contact électrique mécanique avec un interrupteur statique connecté en parallèle. Toute manœuvre d'ouverture ou de fermeture du contact électrique mécanique est encadrée

par une manœuvre d'ouverture ou de fermeture du contact statique. Ainsi, les phases de commutation sont exécutées par l'interrupteur statique ce qui réduit les contraintes sur le contact électrique pendant les phases d'ouverture et de fermeture du contact.

[0005] La demande de brevet WO 2010/035 082 A2 décrit un relais hybride comportant un contact électrique principal et, en parallèle, un contact électrique secondaire connecté en série avec un semiconducteur commandé de type triac. Le semiconducteur est commandé au passage à zéro de la tension d'alimentation ce qui réduit le courant d'appel.

[0006] Les documents de l'art antérieur décrivent l'utilisation d'un composant semi-conducteur commandable de type thyristor ou triac fonctionnant en parallèle avec un contact mécanique. Ce type de solution minimise l'usure du contact. En revanche, l'encombrement et le coût de tels composants et de leurs circuits de commande est significatif.

### **Exposé de l'invention**

[0007] La présente invention a pour objet contacteur destiné à établir ou à interrompre une circulation d'un courant électrique principal entre une source d'énergie électrique et au moins une charge électrique, l'énergie électrique étant fournie sous une tension électrique alternative prédéfinie, ledit contacteur disposant d'un point de connexion amont pour être connecté à la source d'énergie et disposant d'un point de connexion aval pour être connecté à la charge électrique, ledit contacteur comportant un premier interrupteur de courant connecté entre le point de connexion amont et le point de connexion aval, et comportant :

[0008] - un second interrupteur de courant connecté en série avec un composant conducteur unidirectionnel, l'ensemble formé par le second interrupteur et le composant conducteur unidirectionnel étant connecté en parallèle avec le premier interrupteur,

[0009] - un premier circuit agencé pour déterminer un sens de polarité de la tension électrique alternative, et

[0010] - un deuxième circuit agencé pour commander une manœuvre d'ouverture ou de fermeture du premier et du second interrupteur de courant en fonction du sens de polarité de la tension électrique alternative.

[0011] Préférentiellement, le composant conducteur unidirectionnel est une diode.

[0012] De préférence, le second interrupteur est un relais électromécanique.

[0013] De préférence, le premier circuit comporte au moins un photocoupleur et une résistance de protection, une diode émettrice du photocoupleur étant connectée en série avec la résistance de protection aux bornes de la source d'énergie électrique.

[0014] Selon une première variante, le premier circuit détecte un sens de polarité d'une première tension aux bornes du composant conducteur unidirectionnel.

- [0015] Selon une seconde variante, le premier circuit détecte un sens de polarité d'une seconde tension entre le point de connexion amont et le point de connexion aval.
- [0016] Avantageusement, le contacteur comporte un troisième circuit pour détecter une circulation d'un courant secondaire dans le composant conducteur unidirectionnel.
- [0017] L'invention porte également sur un procédé de commande d'un contacteur destiné à établir ou à interrompre la circulation d'un courant électrique principal entre une source d'énergie électrique et, au moins, une charge électrique, l'énergie électrique étant fournie sous une tension électrique alternative prédéfinie, ledit contacteur comportant :
- [0018] - un premier interrupteur de courant,
  - [0019] - un second interrupteur de courant connecté en série avec un composant conducteur unidirectionnel, l'ensemble formé par le second interrupteur et le composant conducteur unidirectionnel étant connecté en parallèle avec le premier interrupteur,
  - [0020] - un premier circuit agencé pour déterminer un sens de polarité de la tension électrique alternative, et
  - [0021] - un deuxième circuit agencé pour commander une manœuvre d'ouverture ou de fermeture du premier et du second interrupteur,
  - [0022] ledit procédé étant tel que le deuxième circuit commande une manœuvre d'ouverture ou de fermeture du second interrupteur de courant quand le sens de polarité de la tension électrique alternative s'oppose à la conduction du composant conducteur unidirectionnel.
  - [0023] De préférence, le deuxième circuit commande une manœuvre d'ouverture ou de fermeture du premier interrupteur quand le second interrupteur est fermé et quand le sens de polarité de la tension électrique alternative est favorable à la conduction du composant conducteur unidirectionnel.
  - [0024] Préférentiellement, le procédé est tel qu'une première manœuvre pour établir la circulation d'un courant électrique principal entre la source d'énergie électrique et au moins une charge électrique comporte les étapes suivantes :
  - [0025] - une détection par le premier circuit d'un sens de polarité de la tension électrique alternative s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel,
  - [0026] - une fermeture du second interrupteur,
  - [0027] - une détection par le premier circuit d'un sens de polarité de la tension électrique alternative favorable à la conduction du composant conducteur unidirectionnel,
  - [0028] - une fermeture du premier interrupteur,
  - [0029] - une détection par le premier circuit d'un sens de polarité de la tension électrique alternative s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel, et
  - [0030] - une ouverture du second interrupteur (20).
  - [0031] Préférentiellement, le procédé est tel qu'une seconde manœuvre pour interrompre la

circulation d'un courant électrique principal entre la source d'énergie électrique et au moins une charge électrique comporte les étapes suivantes :

- [0032] - une détection par le premier circuit d'un sens de polarité de la tension électrique alternative s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel,
- [0033] - une fermeture du second interrupteur,
- [0034] - une détection par le premier circuit d'un sens de polarité de la tension électrique alternative favorable à la conduction du composant conducteur unidirectionnel,
- [0035] - une ouverture du premier interrupteur,
- [0036] - une détection par le premier circuit d'un sens de polarité de la tension électrique alternative s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel, et
- [0037] - une ouverture du second interrupteur.
- [0038] De préférence, une étape de temporisation d'ouverture du second interrupteur est exécutée entre l'étape de détection par le premier circuit d'un sens de polarité de la tension électrique s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel et l'étape d'ouverture du second interrupteur.
- [0039] Avantagement, le contacteur comportant un troisième circuit pour détecter une circulation d'un courant secondaire dans le composant conducteur unidirectionnel et le procédé est tel qu'une seconde manœuvre pour interrompre la circulation d'un courant électrique principal entre la source d'énergie électrique et au moins une charge électrique comporte les étapes suivantes :
- [0040] - une détection par le premier circuit d'un sens de polarité de la tension électrique alternative s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel,
- [0041] - une fermeture du second interrupteur,
- [0042] - une détection par le premier circuit d'un sens de polarité de la tension électrique alternative favorable à la conduction du composant conducteur unidirectionnel,
- [0043] - une ouverture du premier interrupteur,
- [0044] - une détection par le premier circuit d'un sens de polarité de la tension électrique alternative s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel,
- [0045] - une détection par le troisième circuit d'un courant secondaire nul dans le composant conducteur unidirectionnel, et
- [0046] - une ouverture du second interrupteur.

### **Brève description des dessins**

- [0047] D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre, de modes particuliers de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, et représentés aux dessins annexés sur lesquels :
- [0048] [fig.1] la figure 1 représente, sous forme d'un schéma bloc, un contacteur comportant des interrupteurs de courant selon l'invention, le contacteur étant connecté entre une

source d'énergie et une charge électrique à alimenter,

[0049] [fig.2] la figure 2 représente le contacteur selon l'invention sous forme d'un schéma bloc portant des détails de réalisation d'un circuit pour déterminer un sens de polarité et d'un circuit pour détecter une circulation de courant dans un composant conducteur unidirectionnel,

[0050] [fig.3] la figure 3a est une représentation temporelle de l'amplitude de la tension fournie par la source d'énergie,

les figures 3b et 3c représentent l'évolution dans le temps des commandes des interrupteurs de courant au cours d'une manœuvre de fermeture du contacteur,

[0051] [fig.4] la figure 4a est une représentation temporelle de l'amplitude de la tension fournie par la source d'énergie,

les figures 4b et 4c représentent l'évolution dans le temps des commandes des interrupteurs de courant au cours d'une manœuvre d'ouverture du contacteur,

[0052] [fig.5] la figure 5 représente un organigramme d'exécution d'une commande de fermeture du contacteur selon un procédé de l'invention,

[0053] [fig.6] la figure 6 représente un organigramme d'exécution d'une commande de d'ouverture du contacteur selon le procédé de l'invention, et

[0054] [fig.7] la figure 7 représente une variante d'organigramme d'exécution d'une commande de d'ouverture du contacteur adaptée à une utilisation avec une charge électrique inductive.

[0055] **Description détaillée de modes de réalisation préférés**

[0056] La figure 1 représente sous forme d'un schéma bloc, un contacteur destiné à établir ou à interrompre une circulation d'un courant électrique principal I entre une source d'énergie électrique 2 et une charge électrique 3. La charge électrique 3 peut être constituée d'un ou plusieurs moteurs, un ou plusieurs récepteurs électriques, par exemple des résistances de chauffage, un ou plusieurs appareils d'éclairage, par exemples des lampes à LED, ou tout autre dispositif nécessitant une connexion à une source d'énergie électrique. La source d'énergie électrique 2 est, par exemple, un réseau de distribution d'énergie électrique ou une génératrice d'énergie électrique et fournit une tension électrique alternative prédéfinie  $U_g$ , par exemple 240 Volt 50 Hertz. Le contacteur 1 dispose d'un point de connexion amont 12 pour être connecté à la source d'énergie 2 et dispose d'un point de connexion aval 13 pour être connecté à la charge électrique 3. La source d'énergie électrique 2 est connectée d'une part au point de connexion amont 12 du contacteur 1 et d'autre part à la charge électrique 3. La liaison entre la source d'énergie électrique 2 et la charge électrique 3 est, par exemple, une ligne de phase ou une ligne de neutre. Afin de rendre claire la description, la tension électrique alternative prédéfinie  $U_g$  est référencée par rapport à un point de référence de potentiel 21.

- [0057] Le contacteur 1 comporte un premier interrupteur de courant 10 connecté entre le point de connexion amont 12 et le point de connexion aval 13, un second interrupteur de courant 20 connecté en série avec un composant conducteur unidirectionnel 30, l'ensemble formé par le second interrupteur 20 et le composant conducteur unidirectionnel 30 étant connecté en parallèle avec le premier interrupteur 10, ainsi que représenté sur la figure 1. Le composant conducteur unidirectionnel 30 est représenté en figure 1 connecté de telle façon que l'anode soit disposée du côté de la source 2 et la cathode du côté de la charge électrique et cette disposition sera utilisée dans toute la description par la suite. Le fonctionnement reste similaire quand ledit composant unidirectionnel 30 est orienté de telle façon que l'anode soit disposée du côté de la charge électrique 3 et la cathode du côté de la source 2, une adaptation de la commande des interrupteurs étant simplement nécessaire.
- [0058] Le contacteur 1 comporte un premier circuit 40 agencé pour déterminer un sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  fournie par la source 2. La figure 3a représente une variation de la tension électrique alternative  $U_g$  en fonction du temps, la tension électrique alternative  $U_g$  étant mesurée aux bornes de la source 2, en référence au point de référence de potentiel 21. Pendant une demi période  $T_1$ , la tension électrique alternative  $U_g$  est positive, nous définissons alors un sens de polarité positive de la tension électrique alternative  $U_g$ . Pendant la demi période suivante  $T_2$ , la tension électrique alternative  $U_g$  est négative, le sens de polarité de la tension électrique est donc négatif. Pendant la demi période suivante  $T_3$  la tension électrique alternative  $U_g$  est à nouveau positive, le sens de polarité de la tension électrique est à nouveau positif et ainsi de suite.
- [0059] Le contacteur 1 comporte un deuxième circuit 50 agencé pour commander une manœuvre d'ouverture ou de fermeture du premier et du second interrupteur de courant 10, 20 en fonction du sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$ , ledit sens de polarité ayant une influence directe sur l'état de conduction du composant conducteur unidirectionnel 30. Pour cela et afin de minimiser l'érosion des contacts des interrupteurs au cours des manœuvres d'ouverture et de fermeture, le second interrupteur de courant 20 est manœuvré quand le composant conducteur unidirectionnel 30 est dans un état bloqué c'est-à-dire quand le sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  impose une tension inverse aux bornes du composant conducteur unidirectionnel 30. En référence aux figures 1 et 3a, pendant la demi période  $T_1$ , le sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  est positif et impose une tension directe aux bornes du composant conducteur unidirectionnel 30 quand le second interrupteur de courant 20 est fermé. En conséquence, ledit second interrupteur de courant 20 ne doit pas être manœuvré pendant la demi période  $T_1$ . En revanche, pendant la demi période  $T_2$ , le sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  est négatif et

impose une tension inverse aux bornes du composant conducteur unidirectionnel 30 ce qui provoque le blocage du composant conducteur unidirectionnel 30. En conséquence, une manœuvre du second interrupteur de courant 20 est effectuée sans commutation de courant électrique et donc sans effet notable sur les contacts du second interrupteur 20. De même, afin de manœuvrer le premier interrupteur 10 en commutant un courant électrique faible sous une tension faible, le premier interrupteur 10 est manœuvré exclusivement lorsque le composant conducteur unidirectionnel 30 est dans un état passant et lorsque le second interrupteur de courant 20 est dans un état fermé : dans ces conditions, le premier interrupteur 10 est court-circuité par la liaison conductrice formée par le second interrupteur de courant 20 connecté en série avec le composant conducteur unidirectionnel 30 dans un état passant, la tension aux bornes du premier interrupteur 10 est donc réduite et une manœuvre du premier interrupteur de courant 10 est effectuée sous une faible tension et donc sans effet notable sur les contacts du premier interrupteur 10. Le deuxième circuit 50 est également agencé pour exécuter un séquençement des commandes d'ouverture/fermeture du premier et du second interrupteur 10, 20 en fonction d'une commande d'ouverture ou de fermeture du contacteur 1 selon un procédé décrit ultérieurement. Le deuxième circuit 50 peut être réalisé au moyen d'un ou plusieurs microprocesseurs, un ou plusieurs micro-automates ou encore des circuits logiques ou des composants discrets.

[0060] Préférentiellement, le composant conducteur unidirectionnel 30 est une diode. En variante, le composant conducteur unidirectionnel 30 peut être un thyristor. Optionnellement, le thyristor peut assurer également la fonction de second interrupteur 20 pour permettre une conduction du courant électrique quand le sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  impose une tension directe aux bornes du thyristor et une coupure du courant quand le sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  impose une tension inverse aux bornes du thyristor. Le deuxième circuit 50 commande la conduction dudit thyristor de manière identique à une commande d'ouverture/fermeture du second interrupteur 20. Cette dernière configuration présente l'inconvénient de ne pas fournir une isolation galvanique entre la source et la charge électrique quand le contacteur est dans un état ouvert.

[0061] Le premier interrupteur de courant 10 est préférentiellement un relais électromécanique comportant au moins un contact mobile, commandé par une bobine, venant établir un contact avec un contact fixe. Un relais électromécanique est un composant peu encombrant, peu onéreux et la résistance électrique entre les contacts fermés est très faible : les pertes Joule dans les contacts sont minimisées, tout particulièrement lorsque le courant principal  $I$  a pour amplitude plusieurs dizaines d'ampère. Le second interrupteur 20 est préférentiellement un relais électromécanique pour les mêmes raisons. Le premier interrupteur de courant 10 et le second interrupteur 20 sont, par



exemple des relais capables de commuter un courant nominal inférieur ou égal à 16 Ampères sous une tension de 240 Volt ou encore un courant nominal inférieur ou égal à 64 Ampères sous une tension de 400 Volt. En variante, le premier interrupteur de courant 10 et le second interrupteur 20 peuvent être de type bistable. Selon une autre variante, le second interrupteur 20 présente une taille inférieure à la taille du premier interrupteur 10 étant donné que la contrainte thermique supportée par le second interrupteur 20 est faible puisqu'il ne supporte le courant principal  $I$  que pendant une durée courte, typiquement une demi période de la tension électrique alternative  $U_g$ , soit 10 ms quand la fréquence de la tension électrique alternative  $U_g$  est égale à 50 Hz.

[0062] La figure 2 représente, sous forme d'un schéma bloc, le contacteur selon l'invention, montrant des détails de réalisation du premier circuit 40 pour déterminer le sens de la polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  fournie par la source 2. Le premier circuit 40 comporte préférentiellement au moins un photo-coupleur 41 comportant une diode émettrice et un phototransistor, et une résistance de protection 42 connectée en série avec ladite diode émettrice, l'ensemble formé par la résistance de protection 42 et la diode émettrice du photo-coupleur 41 étant connecté entre le point de connexion amont 12 et le point de référence de potentiel 21 au moyen d'un point de connexion de tension 14. En connectant l'anode de ladite diode émettrice du côté du point de connexion amont 12, la diode émettrice du photo-coupleur 41 émet de la lumière quand la tension électrique alternative  $U_g$  est positive par rapport au potentiel de référence 21 et le phototransistor du photo-coupleur 41 devient conducteur. Le phototransistor du photo-coupleur 41 étant connecté au deuxième circuit 50, une information de sens de polarité positive de la tension électrique  $U_g$  est transmise audit deuxième circuit 50. Quand la tension électrique alternative  $U_g$  est négative par rapport au potentiel de référence 21, la diode émettrice du photo-coupleur 41 est polarisée en inverse et n'émet pas de lumière, le phototransistor du photo-coupleur 41 est bloqué ce qui est interprété par le deuxième circuit comme une information de sens de polarité négative de la tension électrique alternative  $U_g$ .

[0063] En variante, le premier circuit 40 détermine le sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  par une mesure directe au moyen d'un premier circuit de mesure de tension, non représenté sur la figure 2, d'une première tension  $U_d$  aux bornes du composant conducteur unidirectionnel 30. Une tension positive dans le sens de la flèche  $U_d$  indiquée en figure 2 correspond à un sens de polarité positive de la tension électrique  $U_g$ , une tension  $U_d$  dans le sens inverse de la flèche indiquée en figure 2 correspond à un sens de polarité négative de la tension électrique  $U_g$ . Le premier circuit de mesure de tension est relié au deuxième circuit 50 pour fournir l'information concernant le sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  audit deuxième circuit 50.

- [0064] Selon une autre variante, le premier circuit 40 détermine le sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  par une mesure directe, au moyen d'un second circuit de mesure de tension non représenté sur la figure 2, d'une seconde tension  $U_c$  entre le point de connexion amont 12 et le point de connexion aval 13. Une tension positive dans le sens de la flèche  $U_c$  indiquée en figure 2 correspond à un sens de polarité positive de la tension électrique  $U_g$ , une tension dans le sens inverse de la flèche  $U_c$  indiquée en figure 2 correspond à un sens de polarité négative de la tension électrique  $U_g$ . Le second circuit de mesure de tension est relié au deuxième circuit 50 pour fournir l'information concernant le sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  audit deuxième circuit 50.
- [0065] Selon une autre variante, le contacteur 1 comporte un troisième circuit 60 pour détecter une circulation d'un courant secondaire  $I_s$  dans le composant conducteur unidirectionnel 30. Le troisième circuit peut être un transformateur de courant, un capteur de champ de type effet Hall ou tout autre type de capteur de courant. Le troisième circuit 60 est connecté au deuxième circuit 50 pour fournir une information concernant l'amplitude du courant circulant dans le composant conducteur unidirectionnel 30.
- [0066] L'invention concerne également un procédé de commande du contacteur 1 tel que décrit précédemment. Une manœuvre pour ouvrir ou fermer le contacteur 1 est régie par deux règles :
- le deuxième circuit 50 commande une manœuvre d'ouverture ou de fermeture du second interrupteur 20 de courant quand le sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  s'oppose à la conduction du composant conducteur unidirectionnel 30, et
- [0067] - le deuxième circuit 50 commande une manœuvre d'ouverture ou de fermeture du premier interrupteur 10 quand le second interrupteur 20 est fermé et quand le sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  est favorable à la conduction du composant conducteur unidirectionnel 30.
- [0068] La figure 3a est une représentation de l'amplitude de la tension fournie par la source d'énergie en fonction du temps  $t$  et les figures 3b et 3c représentent l'évolution dans le temps des commandes des interrupteurs de courant au cours d'une manœuvre de fermeture du contacteur 1. Pendant la période de temps  $T_1$ , le premier interrupteur de courant 10 et le second interrupteur de courant 20 sont ouverts, la tension électrique alternative  $U_g$  a un sens de polarité positive favorable à la conduction du composant conducteur unidirectionnel 30 et par conséquent, aucune manœuvre du premier ou du second interrupteur 10, 20 n'est souhaitable. Le procédé doit attendre la période de temps suivante,  $T_2$ , au cours de laquelle la tension électrique alternative  $U_g$  a un sens de polarité négative imposant une tension inverse aux bornes du composant conducteur unidirectionnel 30. Le deuxième circuit 50 peut alors commander la fermeture du second interrupteur de courant 20 puisque le composant conducteur unidirectionnel 30

est bloqué, ainsi que représenté en figure 3b. Aucun courant ne circule dans le second interrupteur de courant 20, le courant électrique principal  $I$  est nul. Le procédé doit attendre la période de temps suivante,  $T_3$ , au cours de laquelle la tension électrique alternative  $U_g$  a un sens de polarité positive, imposant ainsi une tension directe aux bornes du composant conducteur unidirectionnel 30. Le composant conducteur unidirectionnel 30 entre en conduction et, puisque le second interrupteur de courant 20 est fermé, un courant électrique principal  $I$  est établi, ledit courant principal circulant au travers du second interrupteur de courant 20 et du composant conducteur unidirectionnel 30. La tension aux bornes du premier interrupteur 10 est très faible, sensiblement égale à la tension directe du composant conducteur unidirectionnel soit de l'ordre de 1 Volt, le deuxième circuit 50 peut alors commander la fermeture du premier interrupteur de courant 10, ainsi qu'illustré en figure 3c. Le courant électrique principal  $I$  va alors circuler préférentiellement dans le premier interrupteur de courant 10 puisque celui-ci offre moins de résistance. Le procédé de commande de fermeture du contacteur 1 peut se terminer dans cette configuration. En variante, le procédé doit attendre la période de temps suivante,  $T_4$ , au cours de laquelle la tension électrique alternative  $U_g$  a un sens de polarité négative, imposant ainsi une tension inverse aux bornes du composant conducteur unidirectionnel 30 et donc le blocage dudit composant unidirectionnel 30. Le deuxième circuit 50 peut alors commander l'ouverture du second interrupteur de courant 20, ainsi qu'illustré en figure 3c, sans générer d'arc sur les contacts du second interrupteur de courant 20 puisque le composant conducteur unidirectionnel 30 est bloqué. Le premier interrupteur de courant 10 et le second interrupteur de courant 20 peuvent rester dans le même état tant que le contacteur 1 doit rester fermé.

[0069] La figure 4a est une représentation de l'amplitude de la tension fournie par la source d'énergie en fonction du temps  $t$  et les figures 4b et 4c représentent l'évolution dans le temps des commandes des interrupteurs de courant au cours d'une manœuvre d'ouverture du contacteur 1. Pendant une période de temps  $T_5$ , le premier interrupteur de courant 10 est fermé, le second interrupteur de courant 20 peut être ouvert ou fermé selon l'état commandé par le deuxième circuit 50 lors du procédé de commande de fermeture du contacteur 1, la tension électrique alternative  $U_g$  a un sens de polarité positive favorable à la conduction du composant conducteur unidirectionnel 30 et par conséquent, aucune manœuvre du premier ou du second interrupteur 10, 20 n'est souhaitable. Le procédé doit attendre la période de temps suivante,  $T_6$ , au cours de laquelle la tension électrique alternative  $U_g$  a un sens de polarité négative, imposant ainsi une tension inverse aux bornes du composant conducteur unidirectionnel 30. Le deuxième circuit 50 peut alors commander, si ce n'est pas déjà le cas, la fermeture du second interrupteur de courant 20, ainsi qu'illustré en figure 4b. Le composant

conducteur unidirectionnel 30 étant bloqué, aucun courant ne circule dans le second interrupteur de courant 20. Le procédé doit attendre la période de temps suivante, T7, au cours de laquelle la tension électrique alternative  $U_g$  a un sens de polarité positive, imposant ainsi une tension directe aux bornes du composant conducteur unidirectionnel 30. Le deuxième circuit 50 peut alors commander l'ouverture du premier interrupteur de courant 10, ainsi qu'illustré en figure 4c. Le courant électrique principal I va alors circuler dans le second interrupteur de courant 20 et dans le composant conducteur unidirectionnel 30, puisque la dérivation ainsi offerte est conductrice, ce qui réalise un shunt conducteur parallèle aux contacts du second interrupteur de courant 20. Lesdits contacts ne subissent donc que de très faibles contraintes. Au cours de la période de temps suivante, T8, la tension électrique alternative  $U_g$  a un sens de polarité négative, imposant ainsi une tension inverse aux bornes du composant conducteur unidirectionnel 30 ce qui provoque le blocage dudit composant unidirectionnel 30 et la coupure du courant électrique principal I. Le deuxième circuit 50 peut alors commander l'ouverture du second interrupteur de courant 20 ainsi qu'illustré en figure 4b. Une telle ouverture de circuit se produit sans générer d'arc sur les contacts du second interrupteur de courant 20 puisque c'est le composant conducteur unidirectionnel 30 qui ouvre naturellement, c'est-à-dire sans aucun circuit de commande annexe, le circuit électrique entre la source 2 et la charge 3. Le premier interrupteur de courant 10 et le second interrupteur de courant 20 peuvent rester ensuite dans le même état tant que le contacteur 1 doit rester ouvert.

[0070] Les périodes de temps T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 et T8 ont une durée sensiblement égale à une demi-alternance de la tension électrique alternative prédéfinie  $U_g$ , par exemple une durée sensiblement égale à 10 ms quand la fréquence de la tension de la source d'énergie 2 est égale à 50 Hertz.

[0071] L'instant de commande d'ouverture ou de fermeture du premier interrupteur de courant 10 ou du second interrupteur de courant 20 peut avoir lieu à n'importe quel moment à l'intérieur de la période de temps considérée dans la mesure où le composant conducteur unidirectionnel 30 est conducteur ou bloqué sensiblement pendant toute la demi-période en question. Il convient éventuellement de prendre en compte le temps nécessaire à l'ouverture ou à la fermeture des interrupteurs de courant 10, 20 afin que toute manœuvre desdits interrupteurs, commandée par le deuxième circuit 50, soit terminée avant la fin de la période de temps considérée.

[0072] Le procédé de commande d'une première manœuvre 100 pour établir la circulation du courant électrique principal I entre la source d'énergie électrique 2 et la charge électrique 3 comporte les étapes suivantes, ainsi qu'illustré en figure 5 :

- une détection 110 par le premier circuit 40 d'un sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  s'opposant à la conduction du composant conducteur unidi-

- rectionnel 30,
- une fermeture 120 du second interrupteur 20,
- [0073] - une détection 130 par le premier circuit 40 d'un sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  favorable à la conduction du composant conducteur unidirectionnel 30,
- une fermeture 140 du premier interrupteur 10,
  - une détection 150 par le premier circuit 40 d'un sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel 30, et
- [0074] - une ouverture 160 du second interrupteur 20.
- [0075] Le procédé de commande d'une seconde manœuvre 200 pour interrompre la circulation d'un courant électrique principal  $I$  entre la source d'énergie électrique 2 et la charge électrique 3 comporte les étapes suivantes, ainsi qu'illustré en figure 6 :
- une détection 210 par le premier circuit 40 d'un sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel 30,
  - une fermeture 220 du second interrupteur 20,
  - une détection 230 par le premier circuit 40 d'un sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  favorable à la conduction du composant conducteur unidirectionnel 30,
- [0076] - une ouverture 240 du premier interrupteur 10,
- une détection 250 par le premier circuit 40 d'un sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel 30, et
  - une ouverture 260 du second interrupteur 20.
- [0077] Quand la charge électrique 3 est très inductive, il est préférable de temporiser l'ouverture du second interrupteur 20 lors de l'étape d'ouverture 260 du second interrupteur 20 au cours de la seconde manœuvre 200. En effet, une charge électrique 3 très inductive dispose d'une réserve d'énergie magnétique ayant pour effet de maintenir temporairement le courant électrique principal  $I$  à une amplitude constante. Afin d'éviter que le second interrupteur 20 ne s'ouvre alors que le courant principal  $I$  continue à circuler, le procédé introduit une étape de temporisation d'ouverture  $T_r$  du second interrupteur 20, entre l'étape de détection 250 par le premier circuit 40 d'un sens de polarité de la tension électrique s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel 30 et l'étape d'ouverture 260 du second interrupteur 20. Une telle temporisation  $T_r$  permet d'attendre l'extinction du courant principal  $I$  avant l'ouverture du second interrupteur 20. La temporisation  $T_r$  est représentée en figure 4b. Une telle temporisation  $T_r$  peut être fixe, par exemple comprise entre 1ms et 5 ms, ou

préférentiellement adaptée aux valeurs de l'inductance  $L$  et de la résistance  $R$  de la charge électrique 3, une telle temporisation étant, par exemple égale à  $3 \times L/R$ .

[0078] Dans le cadre d'une variante où le contacteur 1 comporte un troisième circuit 60 pour détecter une circulation de courant dans le composant conducteur unidirectionnel 30, le procédé de commande de la seconde manœuvre 200 pour interrompre la circulation d'un courant électrique principal  $I$  entre la source d'énergie électrique 2 et la charge électrique 3, ainsi que représenté en figure 7, comporte les étapes suivantes :

- une détection 210 par le premier circuit 40 d'un sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel 30,
- une fermeture 220 du second interrupteur 20,
- une détection 230 par le premier circuit 40 d'un sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  favorable à la conduction du composant conducteur unidirectionnel 30,
- une ouverture 240 du premier interrupteur 10,
- une détection 250 par le premier circuit 40 d'un sens de polarité de la tension électrique alternative  $U_g$  s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel 30,
- une détection 255 au moyen du troisième circuit 60 d'un courant secondaire  $I_s$  nul dans le composant conducteur unidirectionnel 30, et
- une ouverture 260 du second interrupteur 20.

[0079] Le contacteur 1 faisant l'objet de l'invention et le procédé de commande dudit contacteur procurent une grande longévité au contacteur du fait de la limitation des contraintes sur les contacts engendrées par la coupure d'un courant principal  $I$ . L'utilisation d'interrupteurs électromécaniques et d'un composant unidirectionnel ne nécessitant pas de circuit de commande permet de réduire le coût d'un tel contacteur tout en lui procurant une grande fiabilité. D'autre part, l'utilisation de premier et second interrupteurs électromécaniques fournit une isolation galvanique lorsque le contacteur 1 est en position d'ouverture de la liaison entre la source 2 et la charge électrique 3 ce qui garantit la sécurité des personnes effectuant une intervention sur le circuit électrique en aval du contacteur 1.

## Revendications

- [Revendication 1] Contacteur (1) destiné à établir ou à interrompre une circulation d'un courant électrique principal (I) entre une source d'énergie électrique (2) et au moins une charge électrique (3), l'énergie électrique étant fournie sous une tension électrique alternative prédéfinie ( $U_g$ ), ledit contacteur (1) disposant d'un point de connexion amont (12) pour être connecté à la source d'énergie (2) et disposant d'un point de connexion aval (13) pour être connecté à la charge électrique (3), ledit contacteur (1) comportant un premier interrupteur de courant (10) connecté entre le point de connexion amont (12) et le point de connexion aval (13), contacteur (1) caractérisé en ce qu'il comporte :
- un second interrupteur de courant (20) connecté en série avec un composant conducteur unidirectionnel (30), l'ensemble formé par le second interrupteur (20) et le composant conducteur unidirectionnel (30) étant connecté en parallèle avec le premier interrupteur (10),
  - un premier circuit (40) agencé pour déterminer un sens de polarité de la tension électrique alternative ( $U_g$ ), le premier circuit (40) comportant au moins un photocoupleur (41) et une résistance de protection (42), une diode émettrice du photocoupleur (41) étant connectée en série avec la résistance de protection (42) aux bornes de la source d'énergie électrique (2), et
  - un deuxième circuit (50) agencé pour commander une manœuvre d'ouverture ou de fermeture du premier et du second interrupteur de courant (10, 20) en fonction du sens de polarité de la tension électrique alternative ( $U_g$ ).
- [Revendication 2] Contacteur (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le composant conducteur unidirectionnel (30) est une diode.
- [Revendication 3] Contacteur (1) selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le second interrupteur (20) est un relais électromécanique.
- [Revendication 4] Contacteur (1) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le premier circuit (40) détecte un sens de polarité d'une première tension ( $U_d$ ) aux bornes du composant conducteur unidirectionnel (30).
- [Revendication 5] Contacteur (1) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le premier circuit (40) détecte un sens de polarité d'une seconde tension ( $U_c$ ) entre le point de connexion amont (12) et le point de connexion aval (13).
- [Revendication 6] Contacteur (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en

ce qu'il comporte un troisième circuit (60) pour détecter une circulation d'un courant secondaire ( $I_s$ ) dans le composant conducteur unidirectionnel (30).

[Revendication 7]

Procédé de commande d'un contacteur (1) destiné à établir ou à interrompre la circulation d'un courant électrique principal ( $I$ ) entre une source d'énergie électrique (2) et, au moins, une charge électrique (3), l'énergie électrique étant fournie sous une tension électrique alternative prédéfinie ( $U_g$ ), ledit contacteur (1) comportant :

- un premier interrupteur de courant (10),
- un second interrupteur de courant (20) connecté en série avec un composant conducteur unidirectionnel (30), l'ensemble formé par le second interrupteur (20) et le composant conducteur unidirectionnel (30) étant connecté en parallèle avec le premier interrupteur (10),
- un premier circuit (40) agencé pour déterminer un sens de polarité de la tension électrique alternative ( $U_g$ ), le premier circuit (40) comportant au moins un photocoupleur (41) et une résistance de protection (42), une diode émettrice du photocoupleur (41) étant connectée en série avec la résistance de protection (42) aux bornes de la source d'énergie électrique (2), et
- un deuxième circuit (50) agencé pour commander une manœuvre d'ouverture ou de fermeture du premier et du second interrupteur (10, 20),

ledit procédé étant caractérisé en ce que le deuxième circuit (50) commande une manœuvre d'ouverture ou de fermeture du second interrupteur (20) de courant quand le sens de polarité de la tension électrique alternative ( $U_g$ ) s'oppose à la conduction du composant conducteur unidirectionnel (30).

[Revendication 8]

Procédé de commande d'un contacteur (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le deuxième circuit (50) commande une manœuvre d'ouverture ou de fermeture du premier interrupteur (10) quand le second interrupteur (20) est fermé et quand le sens de polarité de la tension électrique alternative ( $U_g$ ) est favorable à la conduction du composant conducteur unidirectionnel (30).

[Revendication 9]

Procédé de commande d'un contacteur (1) selon l'une des revendications 7 ou 8, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'une première manœuvre (100) pour établir la circulation d'un courant électrique principal ( $I$ ) entre la source d'énergie électrique (2) et au moins une charge électrique (3) comporte les étapes suivantes :



- une détection (110) par le premier circuit (40) d'un sens de polarité de la tension électrique alternative ( $U_g$ ) s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel (30),
- une fermeture (120) du second interrupteur (20),
- une détection (130) par le premier circuit (40) d'un sens de polarité de la tension électrique alternative ( $U_g$ ) favorable à la conduction du composant conducteur unidirectionnel (30),
- une fermeture (140) du premier interrupteur (10),
- une détection (150) par le premier circuit (40) d'un sens de polarité de la tension électrique alternative ( $U_g$ ) s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel (30), et
- une ouverture (160) du second interrupteur (20).

[Revendication 10] Procédé de commande d'un contacteur (1) selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce qu'une seconde manœuvre (200) pour interrompre la circulation d'un courant électrique principal (I) entre la source d'énergie électrique (2) et au moins une charge électrique (3) comporte les étapes suivantes :

- une détection (210) par le premier circuit (40) d'un sens de polarité de la tension électrique alternative ( $U_g$ ) s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel (30),
- une fermeture (220) du second interrupteur (20),
- une détection (230) par le premier circuit (40) d'un sens de polarité de la tension électrique alternative ( $U_g$ ) favorable à la conduction du composant conducteur unidirectionnel (30),
- une ouverture (240) du premier interrupteur (10),
- une détection (250) par le premier circuit (40) d'un sens de polarité de la tension électrique alternative ( $U_g$ ) s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel (30), et
- une ouverture (260) du second interrupteur (20).

[Revendication 11] Procédé de commande d'un contacteur (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'une étape de temporisation d'ouverture ( $Tr$ ) du second interrupteur (20) est exécutée entre l'étape de détection (250) par le premier circuit (40) d'un sens de polarité de la tension électrique s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel (30) et l'étape d'ouverture (260) du second interrupteur (20).

[Revendication 12] Procédé de commande d'un contacteur (1) selon l'une des revendications 7 ou 8, ledit contacteur comportant un troisième circuit pour détecter une circulation d'un courant secondaire ( $I_s$ ) dans le composant

conducteur unidirectionnel (30), procédé caractérisé en ce qu'une seconde manœuvre (200) pour interrompre la circulation d'un courant électrique principal (I) entre la source d'énergie électrique (2) et au moins une charge électrique (3) comporte les étapes suivantes :

- une détection (210) par le premier circuit (40) d'un sens de polarité de la tension électrique alternative ( $U_g$ ) s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel (30),
- une fermeture (220) du second interrupteur (20),
- une détection (230) par le premier circuit (40) d'un sens de polarité de la tension électrique alternative ( $U_g$ ) favorable à la conduction du composant conducteur unidirectionnel (30),
- une ouverture (240) du premier interrupteur (10),
- une détection (250) par le premier circuit (40) d'un sens de polarité de la tension électrique alternative ( $U_g$ ) s'opposant à la conduction du composant conducteur unidirectionnel (30),
- une détection (255) par le troisième circuit d'un courant secondaire ( $I_s$ ) nul dans le composant conducteur unidirectionnel (30), et
- une ouverture (260) du second interrupteur (20).

[Fig. 1]

1 / 7

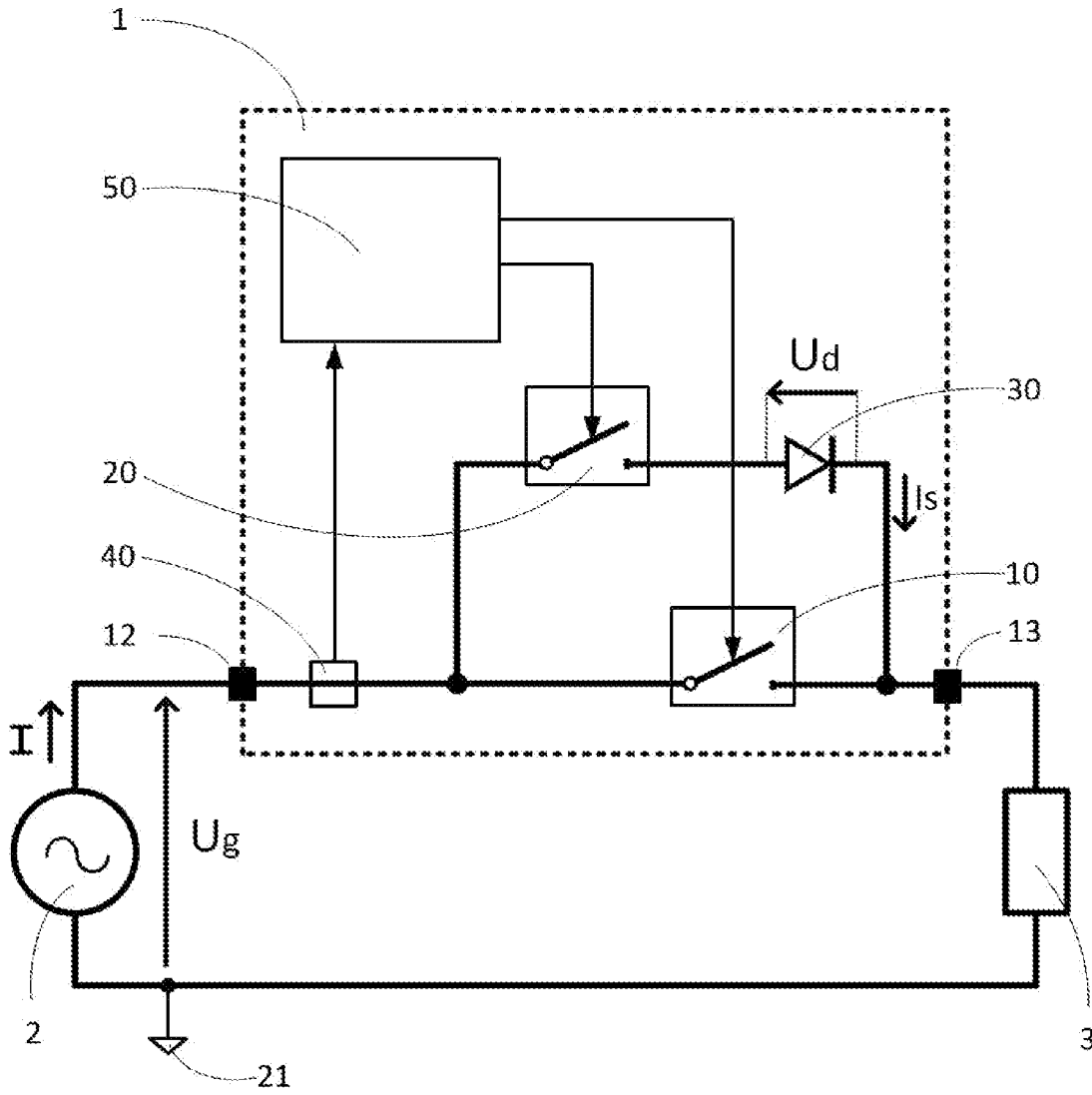


Fig.1

[Fig. 2]

2 / 7

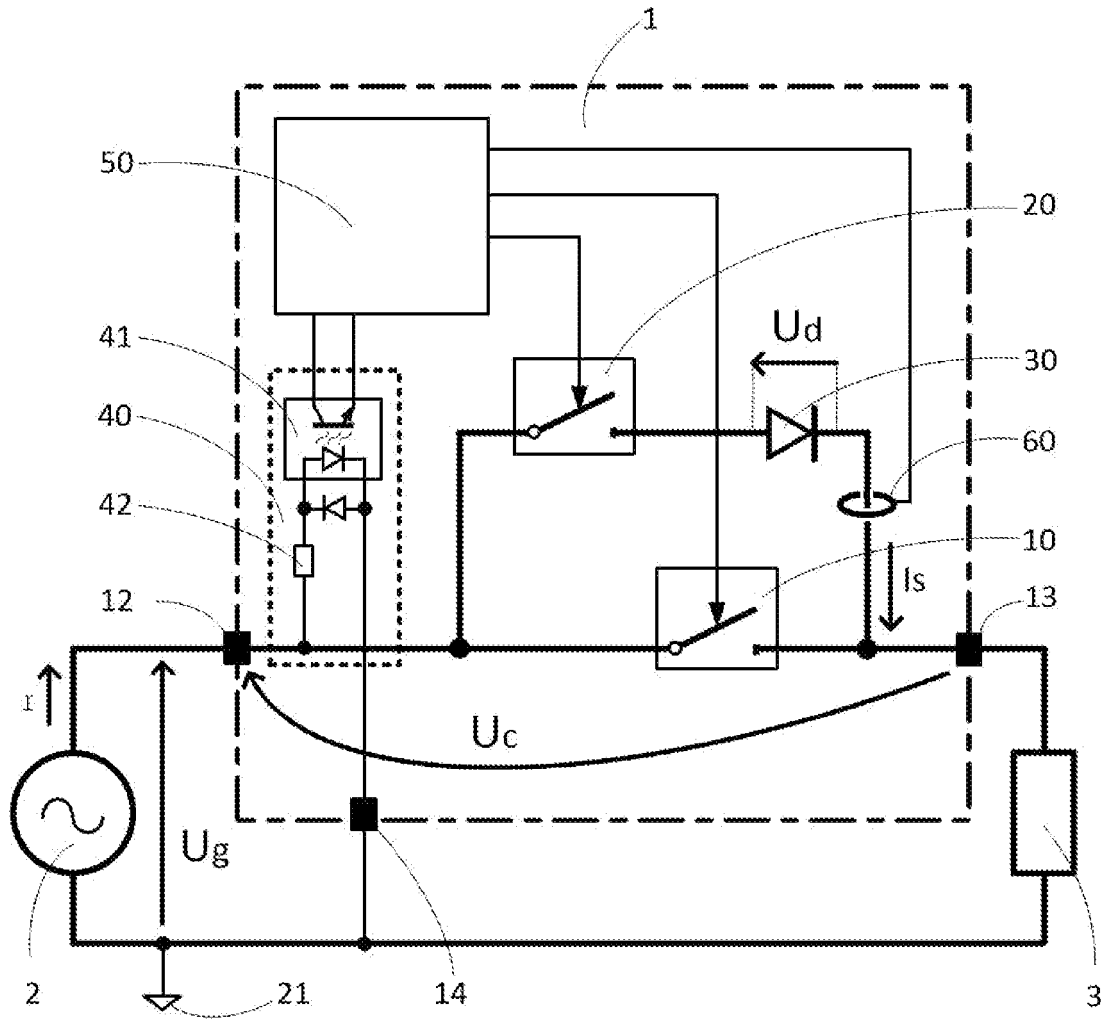
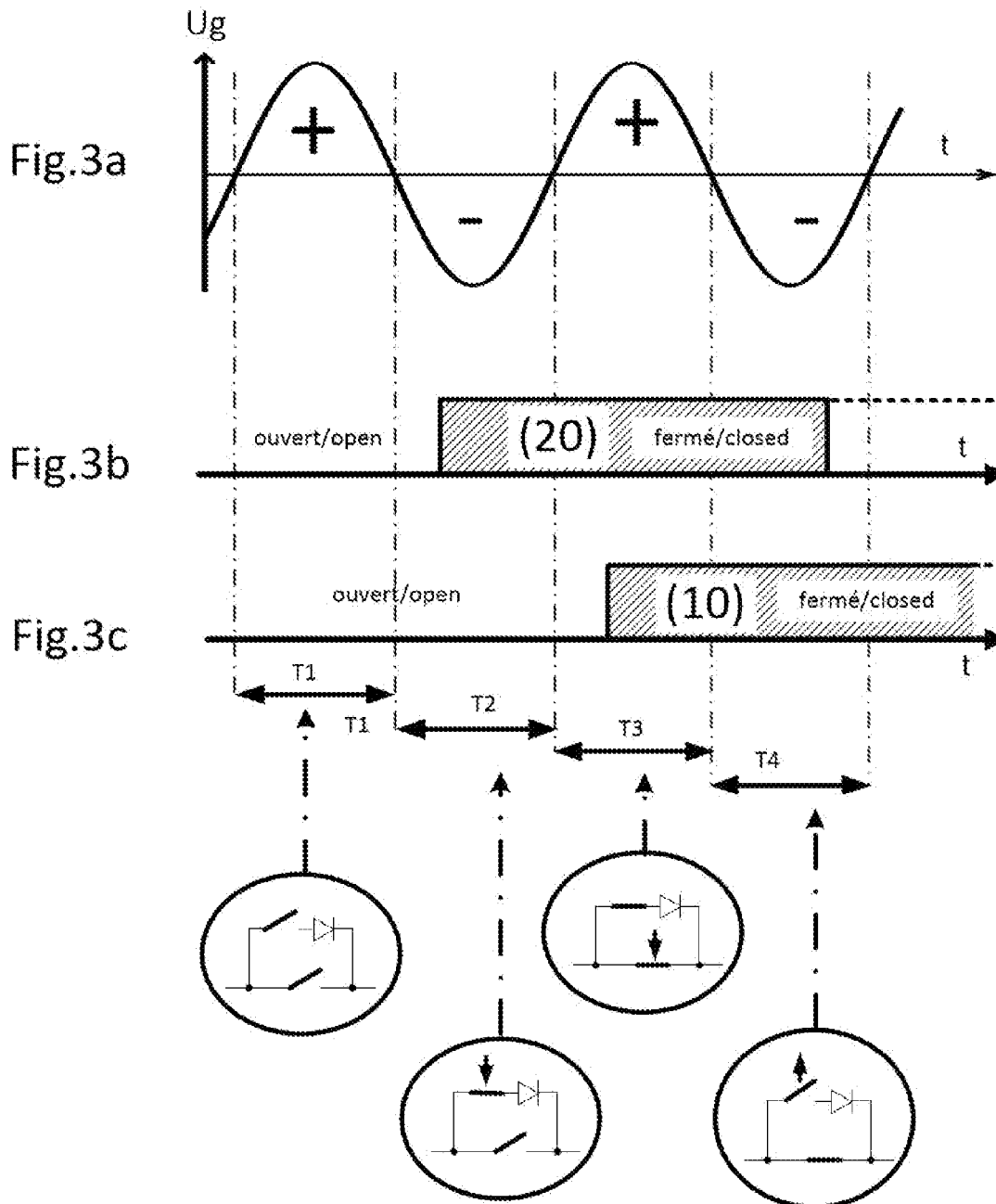


Fig.2

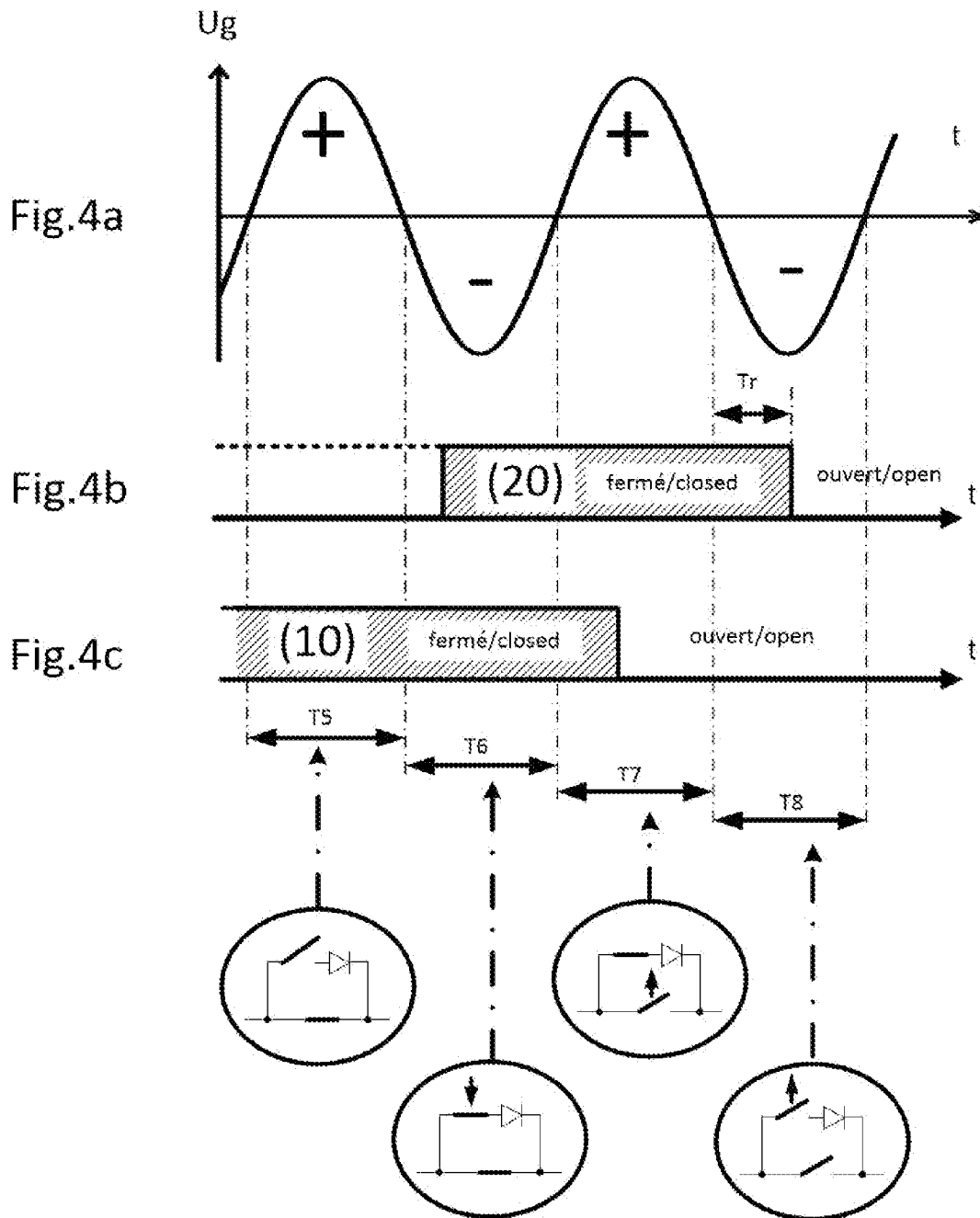
[Fig. 3]

3 / 7



[Fig. 4]

4 / 7



[Fig. 5]

5 / 7

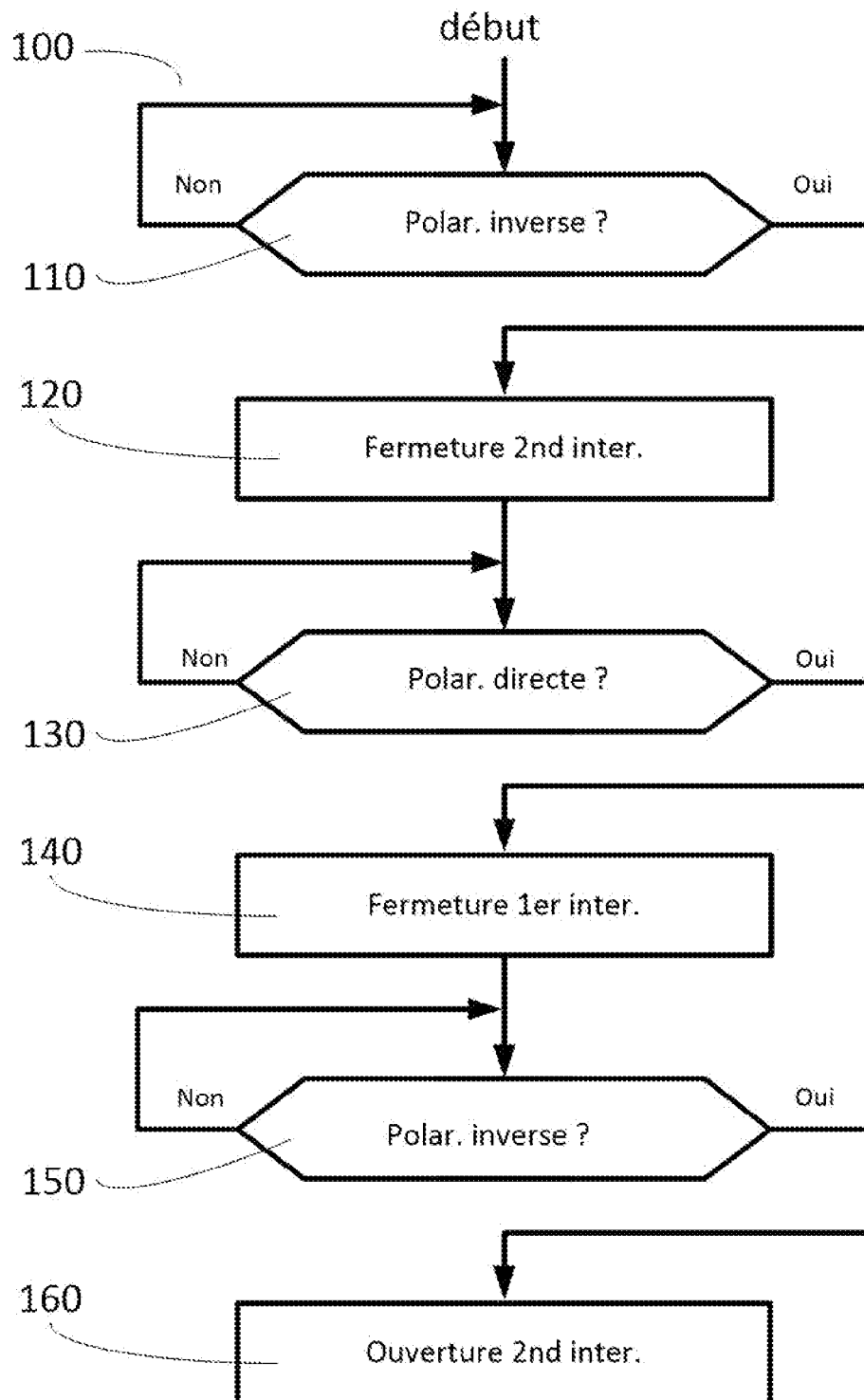


Fig.5

[Fig. 6]

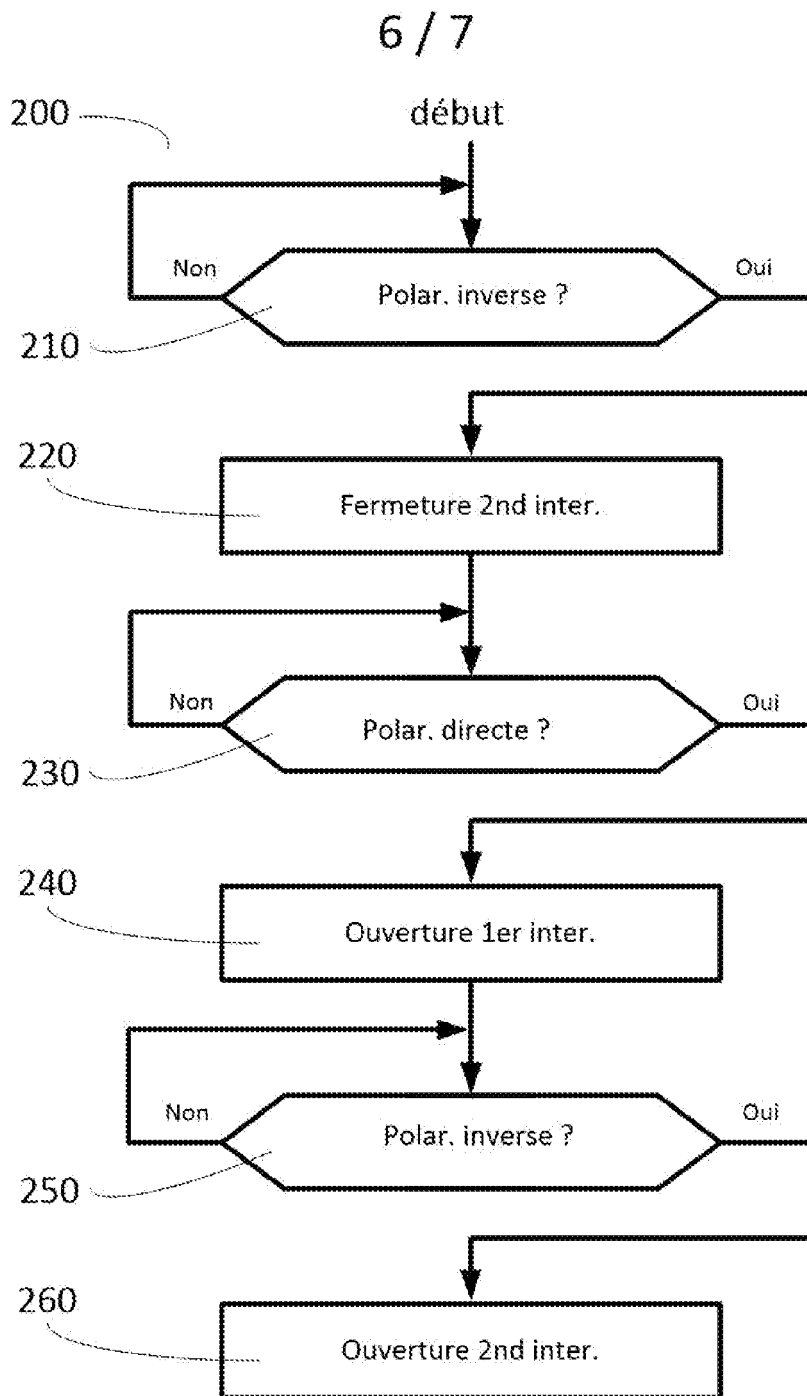


Fig.6



[Fig. 7]

7 / 7

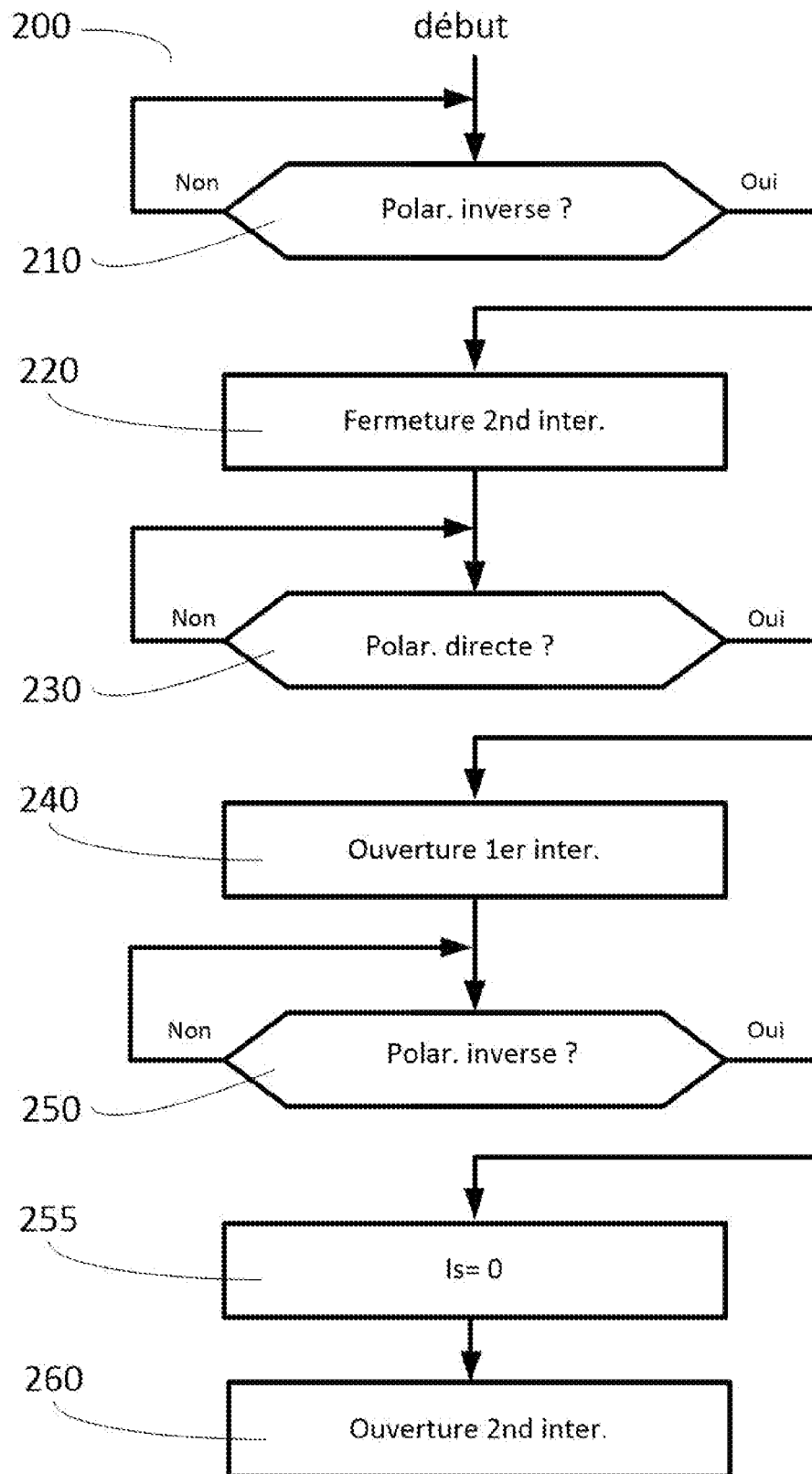


Fig. 7

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

EP 1 255 268 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH])  
6 novembre 2002 (2002-11-06)

EP 3 116 008 A1 (GUANGZHOU KINGSER  
ELECTRONICS CO LTD [CN])  
11 janvier 2017 (2017-01-11)

EP 2 472 541 A1 (ESYLUX GMBH [DE])  
4 juillet 2012 (2012-07-04)

FR 78 480 E (COMP GENERALE ELECTRICITE)  
27 juillet 1962 (1962-07-27)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT