



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 33230 B1** (51) Cl. internationale : **H01F 27/40**
- (43) Date de publication : **02.05.2012**

-
- (21) N° Dépôt : **32590**
- (22) Date de Dépôt : **05.02.2010**
- (30) Données de Priorité : **19.02.2009 FR FR20090000766**
- (71) Demandeur(s) : **SOCIETE NOUVELLE TRANSFIX TOULON, REGOURD F-46000 CAHORS (FR)**
- (72) Inventeur(s) : **Bougandoura Benjamin**
- (74) Mandataire : **SABA & CO**

(54) Titre : **PROCEDE, DISPOSITIF ET SYSTEME DE PROTECTION D'UN APPAREIL ELECTRIQUE, AINSI QUE TRANSFORMATEUR ET POSTE COMPORTANT UN TEL DISPOSITIF OU SYSTEME**

(57) Abrégé : L'INVENTION VISE À ASSURER UNE PROTECTION EFFICACE ET FIABLE CONTRE LES SURCHARGES DU TRANSFORMATEUR. POUR CE FAIRE, L'INVENTION SE BASE SUR LA MESURE DE LA THERMIQUE DU TRANSFORMATEUR. SELON L'INVENTION, UN EXEMPLE DE DISPOSITIF DE PROTECTION (3) CONTRE LES SURCHARGES D'UN TRANSFORMATEUR POLYPHASÉ (1) COMPORTE UN INTERRUPTEUR DU COURANT D'ALIMENTATION EN MOYENNE-TENSION (20), UNE COMMANDE (3) DE CET INTERRUPTEUR (20) ET UNE SONDE THERMIQUE (9) SOUMISE À LA TEMPÉRATURE DE LA PARTIE ACTIVE (4) DE L'APPAREIL (1) À PROTÉGER . L'INTERRUPTEUR (20) ET SON MÉCANISME DE COMMANDE (6) SONT INTÉGRÉS DANS LE VOLUME DE DIÉLECTRIQUE LIQUIDE DE L'APPAREIL. L'INTERRUPTEUR ROTATIF (20) EST PLACÉ DANS LA CUVE (2) DU TRANSFORMATEUR (1) POUR CHAQUE PHASE (A.B.C) ALIMENTANT LE TRANSFORMATEUR (1). CET INTERRUPTEUR (20) PEUT ÊTRE FERMÉ EXTÉRIEUREMENT PAR UNE MANETTE À LEVIER (100). UN MÉCANISME TUMBLER (6) ASSURE UNE VITESSE DES CONTACTS À LA FERMETURE INDÉPENDANTE DE LA VITESSE DE LA MANETTE (100). CE MÉCANISME PERMET ÉGALEMENT, GRÂCE AU RESSORT(7), L'OUVERTURE DE LA MANETTE (100). CE MÉCANISME PERMET

ÉGALEMENT,GRÂCE AU RESSORT (7), L'OUVERTURE DE L'INTERRUPTEUR (20) SUITE À L'ACTION D'UN ÉLECTROAIMANT (8) EN LIASION AVEC LA SONDE (9). LA TENSION D'ALIMENTATION DE L'ÉLECTROAIMANT (8) EST PRÉLEVÉE SUR L'ENROULEMENT BASSE -TENSION (10) DES PHASES BASSES TENSION (A.B.C) ACCOMPAGNÉES DU NEUTRE (N). FIGURE 1

ABRÉGÉ DESCRIPTIF

**PROCÉDÉ, DISPOSITIF ET SYSTEME DE PROTECTION
D'UN APPAREIL ELECTRIQUE, AINSI QUE TRANSFORMATEUR ET POSTE
5 COMPORTANT UN TEL DISPOSITIF OU SYSTEME**

L'invention vise à assurer une protection efficace et fiable contre les surcharges du transformateur. Pour ce faire, l'invention se base sur la mesure de la température réelle des enroulements électriques pour prendre en compte l'inertie thermique du transformateur.

Selon l'invention, un exemple de dispositif de protection (3) contre les surcharges d'un transformateur polyphasé (1) comporte un interrupteur du courant d'alimentation en moyenne-tension (20), une commande (3) de cet interrupteur (20), et une sonde thermique (9) soumise à la température de la partie active (4) de l'appareil (1) à protéger. L'interrupteur (20) et son mécanisme de commande (6) sont intégrés dans le volume de diélectrique liquide de l'appareil. L'interrupteur rotatif (20) est placé dans la cuve (2) du transformateur (1) pour chaque phase (A, B, C) alimentant le transformateur (1). Cet interrupteur (20) peut être fermé extérieurement par une manette à levier (100). Un mécanisme tumbler (6) assure une vitesse des contacts à la fermeture indépendante de la vitesse de la manette (100). Ce mécanisme permet également, grâce au ressort (7), l'ouverture de l'interrupteur (20) suite à l'action d'un électroaimant (8) en liaison avec la sonde (9). La tension d'alimentation de l'électroaimant (8) est prélevée sur l'enroulement basse-tension (10) des phases basses tensions (a ,b, c) accompagnées du neutre (n) .

25 Figure 1

02 MAI 2012

**PROCÉDÉ, DISPOSITIF ET SYSTEME DE PROTECTION
D'UN APPAREIL ELECTRIQUE, AINSI QUE TRANSFORMATEUR ET POSTE
COMPORTANT UN TEL DISPOSITIF OU SYSTEME**

5 L'invention concerne un procédé destiné à la protection des appareils
électriques contre les effets qui résultent de surcharges, et plus particulièrement des
transformateurs polyphasés de distribution de l'énergie électrique moyenne-tension /
basse-tension, en vue d'assurer une protection anticipée aux surcharges excessives
10 de mise en œuvre de ce procédé, ainsi qu'à un système de protection comportant le
dispositif de protection ci-dessus et un dispositif de protection contre les effets des
défauts internes desdits appareils. L'invention se rapporte également à un
transformateur et à un poste de transformation comptant de tels dispositif ou
système.

15

Il est aujourd'hui courant de protéger les transformateurs de distribution
moyenne-tension / basse-tension contre les effets des défauts internes, en vue
d'éviter les effets secondaires consécutifs à une défaillance du transformateur. De
telles solutions sont décrites par exemple dans les documents de brevet EP0817346,
20 EP 0 800 251 ou EP 0 653 765.

Les dispositifs décrits ont pour fonction essentielle de supprimer les
effets secondaires dus à une défaillance du transformateur. Leur objet n'est donc pas
d'empêcher l'apparition d'avarie dans l'appareil, mais d'éviter que celle-ci ne se
25 transforme en une manifestation dangereuse pour l'environnement, telle qu'un
incendie ou une explosion.

Le document EP0817346 en particulier présente une solution qui
apporte de surcroît une déconnexion de toutes les phases alimentant le
30 transformateur, évitant ainsi la persistance d'un courant de défaut qui serait
préjudiciable au maintien en exploitation du réseau moyenne-tension.

Mais une remise sous tension du transformateur dans sa configuration
initiale sur le site d'exploitation, au moyen d'un organe de manœuvre, accessible par

exemple de l'extérieur devrait être écartée. Cette solution serait en effet dangereuse pour l'intervenant qui voudrait remettre le transformateur sous tension sans une réparation préalable qui ne peut d'ailleurs être effectuée qu'en atelier.

5 L'expérience révèle que l'origine des avaries des transformateurs en exploitation est fréquemment liée à une situation de surcharge. De tels cas apparaissent particulièrement dans les zones où les besoins en électricité sont fortement évolutifs, dans les pays en voie de développement par exemple. L'augmentation des besoins en énergie, suite à l'extension d'une agglomération ou à
10 l'accroissement locale de l'activité économique, se déroule en général dans un contexte non planifié, ne permettant pas une anticipation de l'adaptation de la puissance du transformateur sollicité. Celui-ci est alors progressivement surchargé, au point de tomber en avarie du fait d'échauffements excessifs que subissent ses enroulements électriques.

15 Un transformateur peut également subir une surcharge du fait d'un défaut d'isolement apparaissant sur les lignes basse-tension qu'il alimente. Ce défaut, plus ou moins lointain, se traduit alors par un court-circuit impédant, générant un courant anormal assimilable à une surcharge.

20 Il est également fréquent de protéger les transformateurs de distribution contre les surcharges, ainsi que les courts-circuits, par des disjoncteurs basse-tension situés en extérieur, ou directement intégrés dans le bain d'huile de l'appareil à protéger, ou encore sur le circuit moyenne-tension du transformateur.
25 Avantagement, avec cette dernière solution, l'intensité à interrompre est plus faible et donc le coût de la fonction réduit.

L'efficacité de ce type de solutions à disjoncteur n'est néanmoins pas suffisante : il apparaît que le taux de défaillance lié aux cas de surcharges est
30 supérieur à 5 % par année d'exploitation sur certains réseaux, causant un préjudice grave pour le distributeur d'énergie. Ce manque d'efficacité s'explique par les conditions d'utilisation de ces disjoncteurs, qu'ils soient en extérieur ou en intérieur (environnement sévère en extérieur ; déclenchement fonction de l'intensité et de sa

durée ; température prise en compte différente de celle des éléments sensibles à la surcharge du transformateur).

Indépendamment des aspects liés à la fiabilité, ces solutions présentent également un risque pour l'exploitant : elles sont prévues pour permettre une manœuvre de fermeture, suite à un déclenchement. Or ce déclenchement peut également être concomitant ou consécutif à un défaut du transformateur, lequel provoque l'échauffement à l'origine du fonctionnement de la protection. Dans un tel cas, l'opérateur peut effectuer une manœuvre de remise sous charge ou sous tension du transformateur avarié et s'expose alors à l'apparition de tensions de touché ou de pas dangereuses, voire à des incendies ou explosions.

Les buts de l'invention sont de remédier aux inconvénients de l'état de la technique et, plus particulièrement d'atteindre l'un au moins des objectifs suivants :

- assurer une protection efficace et fiable contre les surcharges du transformateur et donc réduire les cas d'avarie, tout en permettant une exploitation optimale,
- être sécurisant en interdisant tout risque de remise sous tension d'un transformateur en situation de défaut,
- réduire les cas de défaillance pour réaliser une protection complète contre les effets des défauts internes des transformateurs ou équivalents.

Pour ce faire, l'invention part de l'observation qu'un transformateur immergé dans un diélectrique liquide, tel qu'une huile minérale, présente un vieillissement fortement accéléré dès que la température au sein de ses enroulements électriques dépasse une certaine valeur. Par exemple, pour des isolants cellulose imprégnés par une huile minérale, cette valeur est de 98°C. De plus, si la température de l'appareil dépasse 140°C en un point chaud, le transformateur subira une avarie à court terme (quelques dizaines d'heures de fonctionnement).

Il est alors apparu critique que, pour obtenir une protection efficace du transformateur contre les surcharges, cette protection se fasse à partir d'une mesure

de la température réelle des enroulements électriques. Cette approche se traduit par la prise en compte de l'inertie thermique du transformateur qui résulte de la superposition de deux constantes de temps : une constante de temps de l'échange thermique entre le bain d'huile et l'air ambiant (en général de l'ordre de 2 heures) et
5 une constante de temps de l'échange thermique entre les enroulements électriques et le bain d'huile (en général de l'ordre de 10 minutes).

Or interrompre une intensité de service, même en conditions de surcharge, sur le circuit moyenne-tension du transformateur peut être réalisé avec
10 une capacité de coupure limitée, par exemple de l'ordre de la dizaine d'ampères de manière plus simple et économique que s'il s'agit d'agir sur le circuit basse-tension dimensionné pour des intensités de service de plusieurs centaines d'ampères.

Plus précisément, l'invention a pour objet un procédé de protection
15 contre les effets de surcharges d'un appareil électrique de transformation moyenne-tension / basse-tension ou transformateur présentant une partie active, l'appareil étant immergé dans un diélectrique liquide. Le procédé consiste à interrompre le courant d'alimentation en moyenne-tension en fonction d'une détection thermique de la variation en température de la partie active de l'appareil à protéger, l'interruption
20 étant réalisée directement dans le diélectrique liquide.

Dans le cas d'un appareil en mode polyphasé, le procédé consiste à réaliser, pour chaque phase, une interruption du courant électrique en moyenne-tension rotative par des contacts fixes et mobiles, les contacts mobiles de toutes les
25 phases étant solidaires en rotation et aptes à créer, en fonction de la position de rotation, une liaison galvanique entre les contacts fixes propres à chaque phase.

L'invention concerne également un dispositif de mise en œuvre du procédé ci-dessus défini.
30

Un tel dispositif de protection contre les effets de surcharge dudit appareil électrique de transformation de tension ou transformateur, comporte un interrupteur de courant d'alimentation en moyenne-tension, une commande apte à actionner l'interrupteur, et une sonde thermique apte à déclencher la commande. La

sonde est positionnée de manière à être soumise à la température de la partie active de l'appareil à protéger. L'interrupteur ainsi que sa commande sont intégrés dans le volume de diélectrique liquide de l'appareil.

5 Selon des modes de réalisation particuliers :

10 - l'interrupteur du courant d'alimentation en moyenne-tension est un interrupteur rotatif polyphasé comprenant, pour chaque phase, deux contacts fixes et deux contacts mobiles reliés électriquement entre eux, les contacts mobiles de toutes les phases étant solidaires d'un axe rotatif et aptes, selon la position de l'ensemble rotatif, à créer une liaison galvanique entre les deux contacts fixes propres à chaque phase ;

15 - la commande actionnant l'interrupteur comporte un ressort de rappel agissant sur un levier solidaire d'un axe de rotation, formant une fonction « tumbler » (c'est-à-dire à bascule) apte à donner deux positions de stabilité pour lesquelles le courant d'alimentation est soit passant soit interrompu;

20 - le levier sur lequel agit le ressort de rappel présente un degré de liberté en rotation par rapport à l'axe de la commande, ce degré de liberté étant limité angulairement par une goupille solidaire de l'axe de l'interrupteur et d'une lumière dans le moyeu du levier sur lequel agit le ressort de rappel, de manière à obtenir une vitesse d'ouverture des contacts de l'interrupteur indépendante de celle du mécanisme de commande ;

25 - la commande à l'ouverture de l'interrupteur est opérée par un électroaimant ;

30 - une commande manuelle situé à l'extérieur de l'appareil permet de fermer l'interrupteur en entraînant le levier sur lequel agit le ressort de rappel au-delà du point d'équilibre du tumbler, celui-ci assurant ensuite la rotation de l'axe avec une vitesse indépendante de la vitesse d'entraînement de la commande manuelle ;

- la commande manuelle n'est active qu'en fermeture de l'interrupteur;

- l'électroaimant peut être alimenté - en cas de besoin - par une tension prélevée aux bornes d'un des enroulements basse-tension du transformateur à protéger ;

5 - l'électroaimant est commandé par une sonde thermique constituée d'un bilame provoquant la fermeture du circuit d'alimentation du solénoïde de l'électroaimant en cas de dépassement d'un seuil de température prédéfini ;

10 - la sonde thermique est positionnée en partie supérieure d'un des canaux de refroidissement de l'enroulement basse-tension du transformateur ;

Selon un aspect particulier, l'invention concerne également un système de protection contre les effets de surcharge d'un transformateur moyenne / basse-tension comportant le dispositif de protection contre les surcharges défini ci-dessus
15 couplé à un dispositif de protection contre les effets des défauts internes du transformateur. Un tel dispositif est décrit par exemple dans les documents de brevets EP0817346 ou EP1122848.

Selon des modes de réalisation particuliers :

20 - l'interrupteur du dispositif de protection contre les surcharges est mis en commun aux deux dispositifs pour être apte à constituer un moyen de déconnexion pour chacun des deux dispositifs ;

- la commande manuelle comporte un fusible mécanique apte à empêcher la fermeture de l'interrupteur actionné à l'ouverture par le dispositif de protection contre les effets des défauts internes du transformateur.

25

L'invention se rapporte également à un transformateur de distribution de l'énergie électrique moyenne-tension / basse-tension incluant le dispositif ou le système de protection contre les effets de surcharge ci-dessus, ainsi que le poste de transformation comprenant un tel transformateur de distribution.

30

D'autres caractéristiques et avantages ainsi qu'une meilleure compréhension de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit, se rapportant à des exemples de réalisation en référence aux dessins annexés qui représentent, respectivement :

- la figure 1, un schéma de principe d'un transformateur équipé d'un dispositif selon l'invention ;
- la figure 2, une vue perspective de l'interrupteur rotatif d'un exemple de dispositif selon l'invention ;
- 5 - les figures 3a et 3b, un exemple de tumbler de la commande d'interrupteur dans ses deux positions bistables ;
- la figure 4, une vue perspective éclatée d'un exemple de commande manuelle de remise sous tension du transformateur ;
- la figure 5, un schéma général de système de protection selon l'invention intégrant une fonction de protection contre les effets des défauts internes du transformateur ; et
- 10 - la figure 6, une vue perspective d'un exemple du système de protection de la figure 5.

15 En référence au schéma de principe de la figure 1, un transformateur 1 équipé d'un dispositif de protection selon l'invention adopte le principe suivant.

Un tel dispositif 3 comporte un interrupteur rotatif 20 moyenne-tension, placé dans la cuve 2 du transformateur 1, pour chaque phase A, B, C alimentant le transformateur 1, un actionneur 8, et un mécanisme de commande 6. Cet interrupteur 20, situé en amont de la partie active 4 du transformateur 1, peut être fermé manuellement, par exemple par une manette à levier 100 accessible depuis l'extérieur de la cuve 2 du transformateur. Le mécanisme à fonction tumbler 6, c'est-à-dire à bascule, assure une vitesse des contacts à la fermeture de l'interrupteur indépendante de la vitesse de manœuvre de la manette 100. Un tel mécanisme est décrit en détail plus loin, en référence aux figures 3a, 3b et 4.

Ce mécanisme permet également, grâce à une accumulation d'énergie dans un ressort 7 qu'il intègre, l'ouverture de l'interrupteur 20 suite au fonctionnement d'un actionneur 8 tel qu'un électroaimant. Cet électroaimant 8 provoque l'ouverture lorsqu'il est alimenté par une tension sous l'effet de la fermeture des contacts d'une sonde thermique 9 de type bilame. La tension d'alimentation nécessaire à l'électroaimant 8 est directement prélevée sur l'enroulement basse-tension 10 du transformateur 1 pour l'alimentation des phases basses tensions « a »,

« b » et « c », accompagnées du neutre « n ». Cette sonde est située dans l'enroulement basse-tension 10 compris dans la partie active 4 du transformateur 1.

La mise en exploitation du dispositif de protection aux surcharges est alors la suivante. Suite à une charge anormale en intensité et en durée appliquée au transformateur en service, le transformateur est mis hors tension par l'intervention du dispositif décrit ci-dessus. La distribution de l'énergie est alors interrompue et le distributeur est informé par sa clientèle de l'absence de tension. Un opérateur se rend sur site pour constater l'interruption suite à surcharge, signalisée par la position de la manette 100. L'opérateur procède alors à une vérification du réseau basse-tension et, au besoin, à un délestage du transformateur ou une réparation sur le réseau basse-tension. Entre-temps, le transformateur s'est refroidi et est descendu à une température permettant sa remise sous tension. Dans le cas contraire, la mise sous tension du transformateur engendre la mise sous tension de l'électroaimant 8 et, dès la fin de l'action manuelle de l'opérateur sur la manette 100, l'interrupteur 20 du dispositif de protection s'ouvre automatiquement, empêchant la remise sous tension durable du transformateur.

Les figures 2, 3a, 3b et 4 illustrent, de manière détaillée, les éléments constitutifs d'un exemple non limitatif de réalisation d'un dispositif 3 selon l'invention.

En référence à la figure 2, l'interrupteur rotatif en matière isolante 20, guidé par deux paliers 21a et 21b, comprend une liaison 22 pour chaque phase alimentant la partie active du transformateur. Chaque liaison 22 est susceptible de s'interposer entre deux contacts 23 et 24, respectivement par rotation amont et aval. Un interrupteur rotatif 20 est, ainsi constitué, capable d'interrompre un courant de service du transformateur, y compris en situation de surcharge. Les contacts 23 et 24 sont positionnés sur des parois isolantes parallèles 25, complétant les paliers 21a et 21b pour constituer un carter 200. L'interrupteur 20 est représenté ici en position ouverte et le mécanisme de commande 6 est représenté en liaison avec le moyeu 2A prolongeant l'interrupteur rotatif 20, au-delà du palier 21b, sur l'axe 26 solidaire de l'interrupteur rotatif 20.

Sur les figures 3a et 3b, qui détaillent le mécanisme de commande 6 à fonction tumbler, l'axe 26 comprend une goupille 27 susceptible d'être entraînée par une bague 28 montée sur le moyeu de l'axe. La bague 28 est elle-même solidaire d'un levier 29 monté sur le moyeu 2A (figure 2). Le levier 29 est en relation avec une bielle 30 par une articulation en pivot 3A, la bielle 30 comportant une lumière longitudinale 3B le long de laquelle coulisse un goujon 31 monté sur le palier 21b. Le ressort 7, monté sur la bielle 30 et lié en extrémité au goujon 31, peut agir en pression sur le levier 29.

Selon la position angulaire de la bielle 30, le ressort 7 sera plus ou moins comprimé. La position angulaire de la bague 28 qui correspond à l'alignement verticale de la bielle 30 et du levier 29, représente un point dur K sur le trajet de pivotement C entre deux positions angulaires extrêmes stables S1 et S2, correspondant respectivement :

- à la position fermée de l'interrupteur (figure 3a), dans laquelle les liaisons 22 sont couplées aux contacts 23 et 24, et
- à la position ouverte de l'interrupteur (figure 3b) dans laquelle les liaisons 22 sont totalement découplées des contacts 23 et 24.

Un électroaimant 8 est positionné sur un épaulement 21e du palier 21b de manière à agir directement sur le levier 29 lorsque son noyau 3C sort sous l'effet d'une tension d'alimentation.

De manière à assurer l'indépendance de la vitesse de rotation de l'interrupteur rotatif 20 par rapport aux moyens de commande, la bague 28 comporte deux lumières 32 symétriques dans lesquelles débouchent les extrémités de la goupille 27 définies angulairement de sorte que :

- l'interrupteur rotatif 20 est entraîné à l'ouverture uniquement après le passage du point dur K, la vitesse de séparation des contacts 23 et 24 ne dépendant plus alors que de l'action du ressort 7 et non de celle de l'électroaimant 8 ;
- l'interrupteur rotatif 20 est entraîné à la fermeture après le passage de ce même point dur selon une vitesse d'approche des contacts 23 et 24, dépendant là encore du ressort 7 et non de l'action manuelle visant la fermeture de l'interrupteur.

La figure 4 montre, en vue éclatée, le mécanisme à fonction tumbler 6 couplé à une commande externe manuelle 11 apte, à partir d'une manette 100, à remettre le transformateur sous tension, suite à déclenchement à partir de la position d'ouverture (figure 3b). Comme il n'est pas souhaitable qu'une mise hors tension du transformateur soit possible manuellement - indépendamment de toute situation de surcharge - l'interrupteur rotatif est conçu pour ne pas autoriser la mise hors tension à parti de la position de fermeture. Il n'a pas de pouvoir de sectionnement, et n'est donc pas considéré ici comme un organe de manœuvre permettant l'isolement du transformateur par rapport au réseau.

Ainsi, cette commande 11 permet, à partir de la manette 100, d'entraîner par rotation uniquement dans un sens, selon le sens horaire (flèche F) dans l'exemple en vue éclatée, le levier 29 et la bague 28 en vue de la fermeture de l'interrupteur.

La commande 11 est constituée d'un axe 40 terminé par la goupille 27, l'axe 40 traversant un palier étanche 41 solidaire d'une paroi 5 de la cuve du transformateur, et d'un doigt d'entraînement 42 excentré. Un ressort de rappel 43 monté dans le palier 41 permet à la manette 100 d'avoir une position angulaire représentative de la position du levier 29 : à l'aide d'un repérage adéquat sur la paroi 5 - « 0 » et « 1 » - il est alors possible de voir à distance l'état respectivement ouvert ou fermé du dispositif de protection. Ainsi, cette commande n'autorise pas une ouverture manuelle, une action dans le sens inverse de F ne permettant pas l'entraînement du levier 29 par le doigt d'entraînement 42.

Tel que décrit ci-dessus, le dispositif de protection contre les surcharges est avantageusement connecté en série avec un dispositif de protection contre les effets des défauts internes tel que décrit par exemple dans les documents de brevets EP0817346 et EP1122848. De cette manière, en cas de défaut dans le transformateur, une déconnexion est réalisée au niveau du dispositif de protection contre les effets des défauts internes et une manœuvre de fermeture du dispositif de protection contre les surcharges reste sans effet. La protection de l'exploitant est

donc toujours assurée. Il ne peut y avoir remise sous tension ou sous charge d'un transformateur en situation de défaut.

Il est donc avantageux de coupler la fonction de protection contre les surcharges du dispositif 3 ci-dessus avec une fonction de protection du transformateur contre les effets des défauts internes. L'ensemble forme alors un système de protection intégrant ce dispositif de protection contre les surcharges couplé à un dispositif de protection contre les effets des défauts internes du transformateur. Un tel dispositif est décrit par exemple dans les documents de brevets EP0817346 ou EP1122848.

Le couplage entre les dispositifs de protection peut être une connexion ou une combinaison afin de rendre l'ensemble plus économique (réduction du nombre de pièces) et plus compact.

Avantageusement, la combinaison des deux dispositifs peut être réalisée par mise en commun de l'interrupteur du dispositif de protection contre les surcharges, cet interrupteur 20 constituant alors un moyen de déconnexion pour chacun des deux dispositifs. Ainsi, l'interrupteur rotatif 20 assure également la fonction de déconnexion triphasée.

La figure 5 montre le schéma de principe d'une telle combinaison. En référence au document de brevet EP 0817346, la fonction de protection contre les défauts internes intègre, pour chaque phase A, B, C alimentant le transformateur 1, un fusible moyenne-tension 50 étanche à l'huile minérale. En variante, l'une des trois phases peut ne pas comporter de fusible.

Conformément au schéma de la figure 5, chaque fusible 50 est inséré entre le point de raccordement à la phase correspondante, A – B – C du réseau moyenne-tension, et l'interrupteur rotatif 20 auquel le fusible, qui comporte un percuteur 51, est connecté mécaniquement par une liaison 56 sur un axe 54. De même, un percuteur de terre 52 est connecté entre la masse M de la partie active du transformateur et la mise à la terre T de l'appareil. Les percuteurs 51 et 52 sont en liaison avec un axe en rotation 54 monté sur l'axe 26 de l'interrupteur 20 par une liaison 55. Les autres références 4, 6, 8, 9, 100 et les phases « a – b – c – n » renvoient à la figure 1 et à la description qui s'y rattache.

La figure 6 détaille un exemple de réalisation de la combinaison de fonctions décrite en référence à la figure 5. Les percuteurs 51 et 52 sont positionnés au regard des gâchettes 53, reliées entre elles par l'axe 54 qui est entraîné en rotation lors du fonctionnement de l'un au moins des percuteurs 51 et/ou 52. La liaison en rotation 55 est établie entre cet axe 54 et le dispositif de protection contre les surcharges d'axe 26 solidaire de l'interrupteur rotatif 20 dépassant du palier 21a. Les fusibles 50 sont connectés par les liaisons 56 sur l'axe 54.

La figure 6 présente l'ensemble alors que l'interrupteur est ouvert suite au fonctionnement du percuteur 51 appartenant au fusible 50 de la phase C. Ainsi, l'action d'au moins un percuteur entraîne en rotation les axes 54 et 26, l'ensemble rotatif 20 associé à l'axe de rotation 26. Le mécanisme à fonction tumbler 6 (illustré plus précisément aux figures 3a, 3b et 4) est également entraîné en rotation jusqu'à une position angulaire dépassant nettement le point dur, correspondant à la compression maximale du ressort 7, puis le tumbler prolonge le mouvement d'ouverture de l'interrupteur 20 en libérant son énergie.

Une fonction avantageuse, pour la sécurité des personnes et l'efficacité de la fonction de protection contre les défauts internes, consiste à interdire toute tentative de réarmement de la protection contre les surcharges suite à ouverture sur défaut interne.

Selon un exemple de réalisation, cette fonction est obtenue, en référence aux figures 4 et 6, à partir du doigt d'entraînement 42 qui constitue un fusible mécanique. Dans cette variante, ce doigt 42 présente à sa base une fragilisation, par exemple par réduction de section, de sorte que :

- il est apte à entraîner le levier 29 et à comprimer le ressort 7, lorsque le fonctionnement du transformateur est rétabli suite à intervention sur surcharge,
- il se rompt sous l'effet de l'addition du couple résistant dû au ressort 7 et du couple résistant dû à l'un ou plusieurs des percuteurs 51 ou 52, lequel est environ cinq fois supérieur au couple généré par le ressort 7.

S'agissant dans ce second cas d'un fonctionnement suite à un défaut interne dans le transformateur, nécessitant une réparation en atelier, le remplacement de cette pièce ne devrait pas constituer en soi un inconvénient.

5 L'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation décrits et représentés. Il est par exemple possible d'aménager les gâchettes 53 directement sur l'interrupteur rotatif 20, les fusibles 50 et le percuteur de terre 52 étant alors compris dans le plan du carter 200. Les distances séparant les fusibles 50 et le percuteur de terre 52, et les liaisons 22 de l'interrupteur rotatif 20 doivent alors être
10 choisies de manière à assurer un isolement suffisant.

Revendications

1. Procédé de protection contre les effets de surcharges d'un appareil électrique de transformation moyenne-tension / basse-tension ou transformateur (1) présentant une partie active (4), l'appareil étant immergé dans un diélectrique liquide, caractérisé en ce qu'il consiste à interrompre (20) le courant d'alimentation en moyenne-tension en fonction d'une détection thermique (9) de la variation en température de la partie active (4) de l'appareil à protéger (1), l'interruption étant réalisée directement dans le diélectrique liquide.

10

2. Procédé de protection contre les effets de surcharge selon la revendication 1, caractérisé en ce que, en cas d'un appareil en mode polyphasé, il consiste à réaliser, pour chaque phase (A, B, C), une interruption (20) du courant électrique en moyenne-tension rotative par des contacts fixes (23, 24) et mobiles (22), les contacts mobiles (22) de toutes les phases étant solidaires en rotation et aptes à créer, en fonction de la position de rotation, une liaison galvanique entre les contacts fixes (23, 24) propres à chaque phase.

3. Dispositif de protection contre les surcharges d'un appareil électrique immergé dans un diélectrique liquide tel qu'un transformateur (1) moyenne-tension / basse-tension polyphasé, caractérisé par le fait que le dispositif comporte un interrupteur du courant d'alimentation en moyenne-tension (20), une commande (3) apte à actionner cet interrupteur (20), et une sonde thermique (9) pouvant déclencher la commande (3), la sonde (9) étant positionnée de manière à être soumise à la température de la partie active (4) de l'appareil (1) à protéger, l'interrupteur (20) et son mécanisme de commande (6) étant intégrés dans le volume de diélectrique liquide de l'appareil.

4. Dispositif de protection contre les surcharges selon la revendication précédente, caractérisé par le fait que le mécanisme de commande (6) actionnant l'interrupteur (20) comporte un ressort de rappel (7) agissant sur un levier (29) solidaire de l'axe de rotation (26) de l'interrupteur (20), donnant à celui-ci deux positions de stabilité (S1, S2) pour lesquelles le courant d'alimentation est respectivement passant ou interrompu, et formant une fonction tumbler.

positions de stabilité (S1, S2) pour lesquelles le courant d'alimentation est respectivement passant ou interrompu, et formant une fonction tumbler.

5 5. Dispositif de protection contre les surcharges selon la revendication précédente, dans lequel le levier (29) sur lequel agit le ressort de rappel (7) présente un degré de liberté en rotation par rapport à l'axe (26) de l'interrupteur (20), ce degré de liberté étant limité angulairement au moyen d'une goupille (27) solidaire de l'axe (26) de l'interrupteur et d'une lumière (32) de dimension définie dans le moyeu (2A) du levier (29) sur lequel agit le ressort de rappel (7), de manière à obtenir une vitesse
10 d'ouverture des contacts (22) de l'interrupteur (20) indépendante de celle du mécanisme de commande (6).

15 6. Dispositif de protection contre les surcharges selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, dans lequel l'interrupteur (20) du courant d'alimentation en moyenne-tension est un interrupteur rotatif polyphasé comprenant, pour chaque phase (A, B, C) deux contacts fixes (23, 24) et deux contacts mobiles (22) reliés électriquement entre eux, les contacts mobiles (22) de toutes les phases étant solidaires d'un même ensemble rotatif (20) et aptes, selon la position de l'ensemble rotatif, à créer une liaison galvanique entre les deux contacts fixes (23, 24) propres à
20 chaque phase.

25 7. Dispositif de protection contre les surcharges selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, dans lequel l'interrupteur (20) est commandé à l'ouverture des contacts (22, 23, 24) par un électroaimant (8).

30 8. Dispositif de protection contre les surcharges selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, dans lequel une commande manuelle (11) située à l'extérieur de l'appareil (1) permet de fermer l'interrupteur (20) en entraînant le levier (29) sur lequel agit le ressort de rappel (7) au-delà du point d'équilibre (K) du mécanisme à fonction tumbler (6), ce mécanisme étant alors apte à entraîner en rotation l'axe (26) de l'interrupteur (20) avec une vitesse indépendante de la vitesse d'entraînement de la commande manuelle (11).

9. Dispositif de protection contre les surcharges selon la revendication précédente, dans lequel la commande manuelle (11) n'est active qu'en fermeture des contacts (22, 23, 24) de l'interrupteur (20).

5 10. Dispositif de protection contre les surcharges selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, dans lequel l'électroaimant (8) est alimenté par une tension prélevée aux bornes d'un des enroulements basse-tension (10) du transformateur (1) à protéger.

10 11. Dispositif de protection contre les surcharges selon l'une quelconque des revendications 7 à 10 en combinaison avec la revendication 3, dans lequel l'électroaimant est commandé par la sonde thermique (9) constituée d'un bilame provoquant la fermeture du circuit d'alimentation d'un solénoïde en cas de dépassement d'un seuil de température prédéfini.

15 12. Dispositif de protection contre les surcharges selon l'une quelconque des revendications 3 à 11, dans lequel la sonde thermique (9) est positionnée en partie supérieure d'un canal de refroidissement de l'enroulement basse-tension (10) du transformateur (1).

20 13. Système de protection contre les effets de surcharge d'un transformateur moyenne / basse-tension comportant le dispositif de protection contre les surcharges selon l'une quelconque des revendications 3 à 12, couplé à un dispositif de protection à fusible (50) contre les effets des défauts internes du
25 transformateur (1).

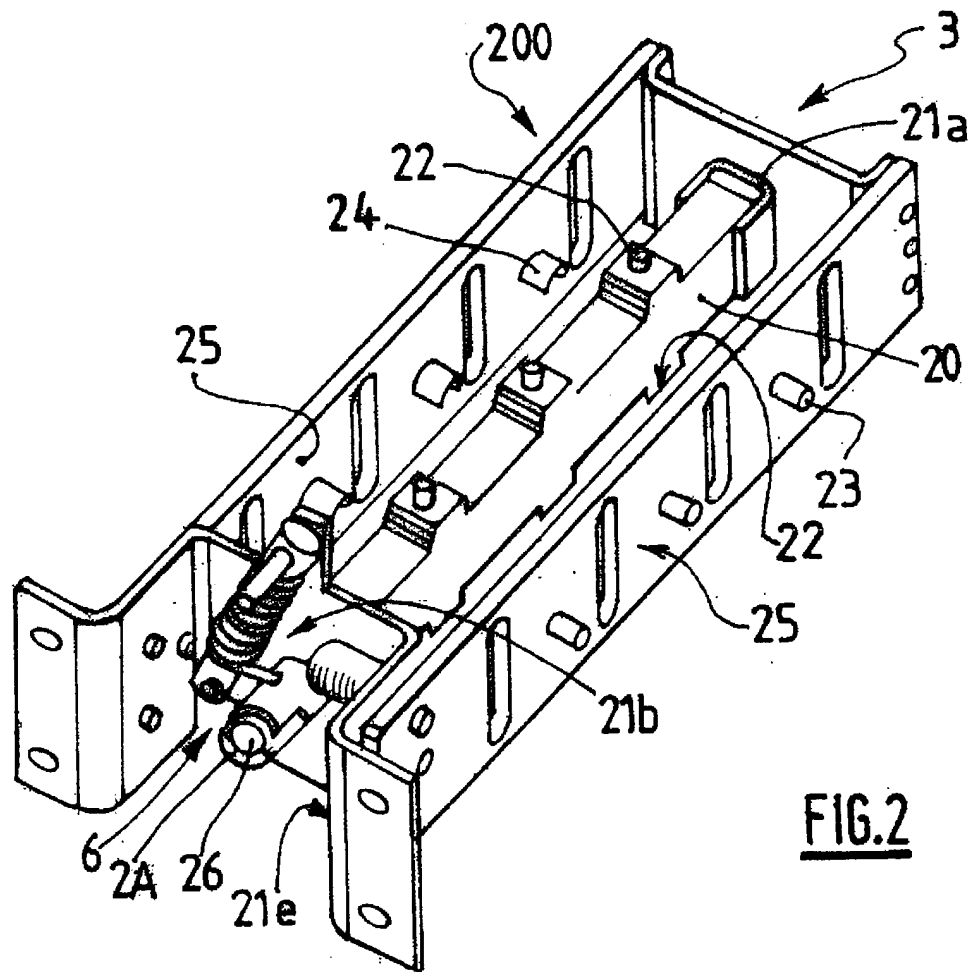
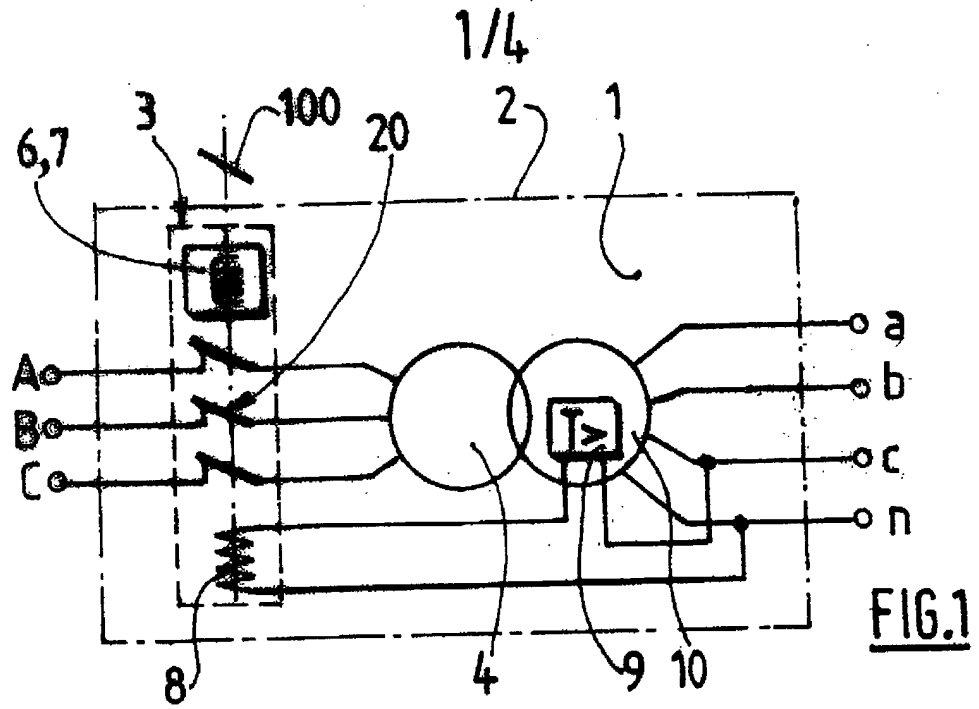
14. Système de protection selon la revendication 13, dans lequel l'interrupteur (20) du dispositif de protection contre les surcharges est mis en commun aux deux dispositifs pour être apte à constituer un moyen de déconnexion
30 pour chacun des deux dispositifs.

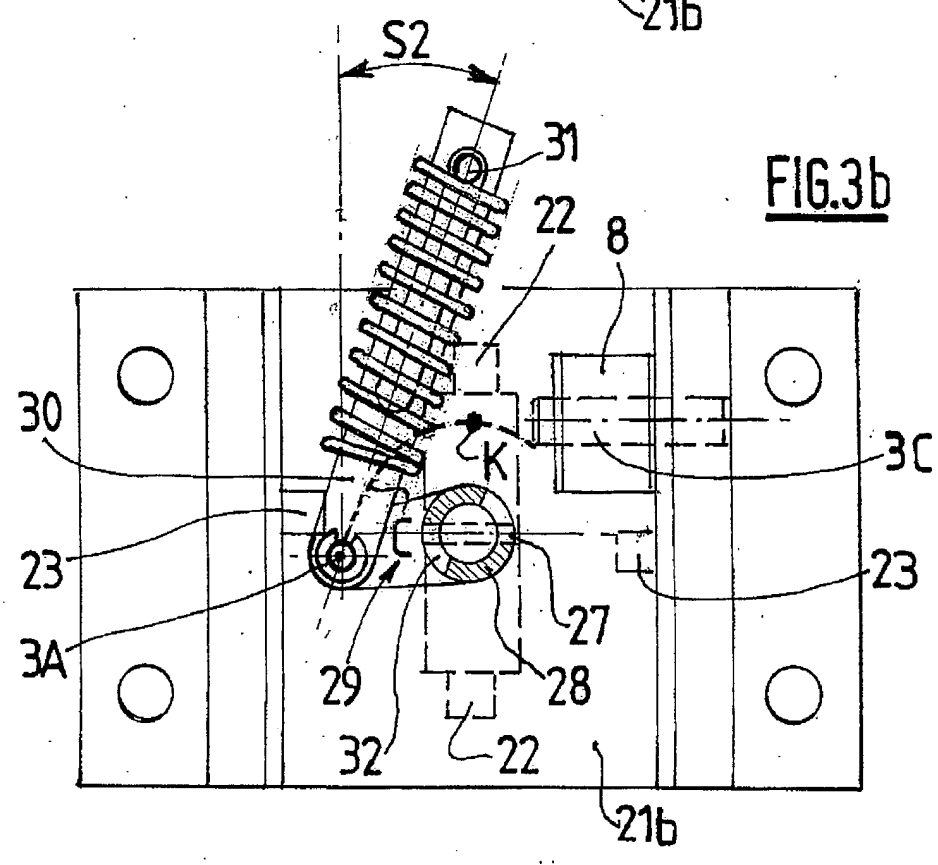
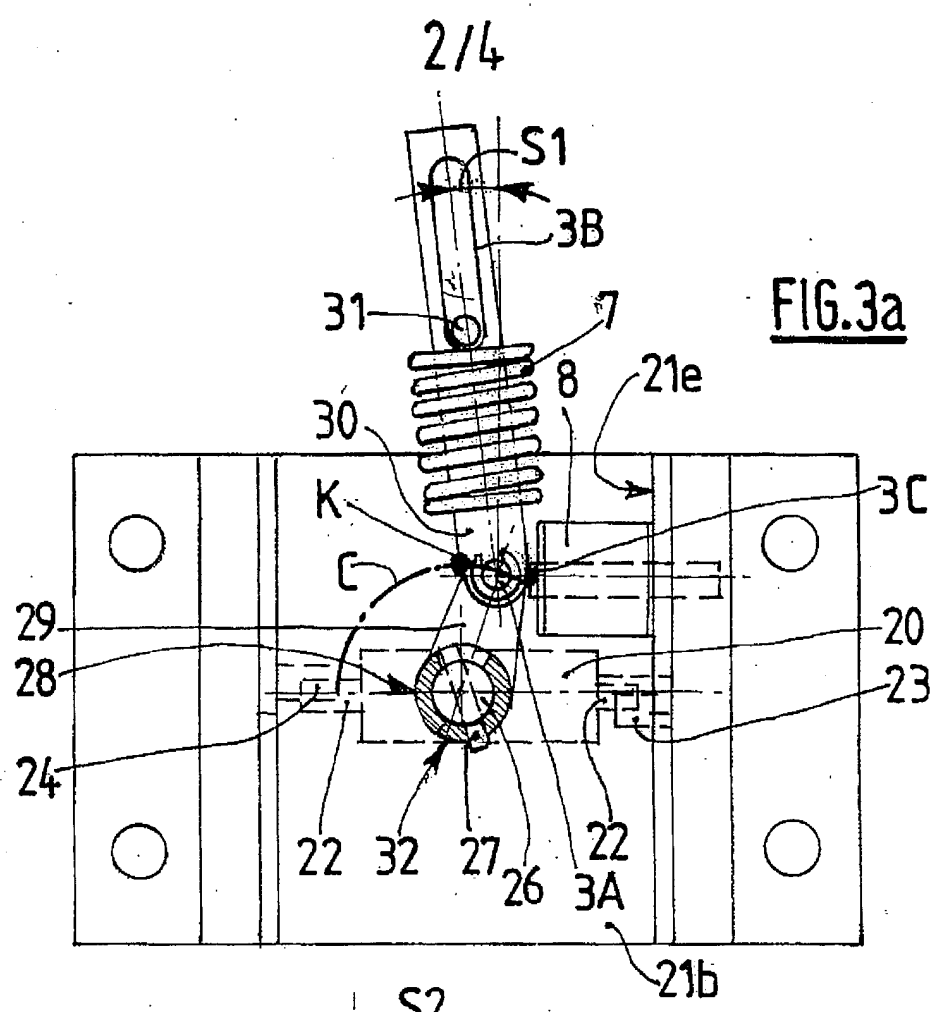
15. Système de protection selon la revendication précédente, dans lequel le mécanisme de commande manuelle (11) comporte un fusible mécanique (42) apte à empêcher la fermeture de l'interrupteur (20) actionné à l'ouverture des

contacts (22 , 23, 24) par le dispositif de protection contre les effets des défauts internes du transformateur.

5 16. Transformateur de distribution de l'énergie électrique moyenne-tension / basse-tension incluant le dispositif ou le système de protection selon l'une quelconque des revendications 3 à 15.

17. Poste de transformation comprenant un transformateur de distribution selon la revendication 16.





3/4

FIG. 4

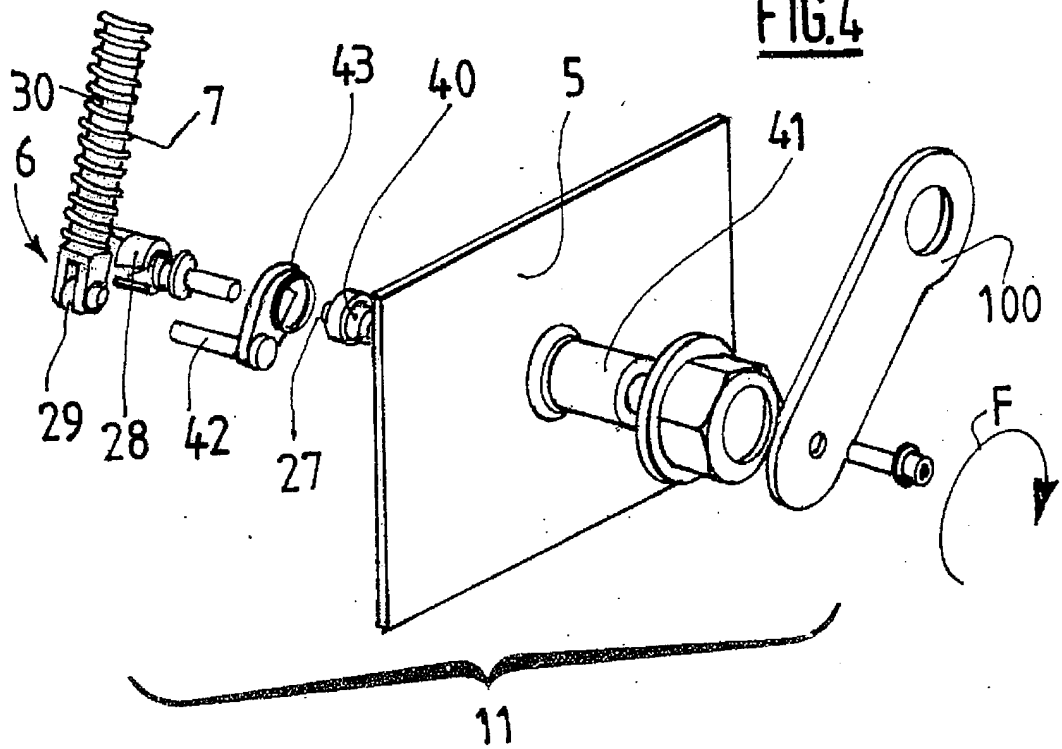
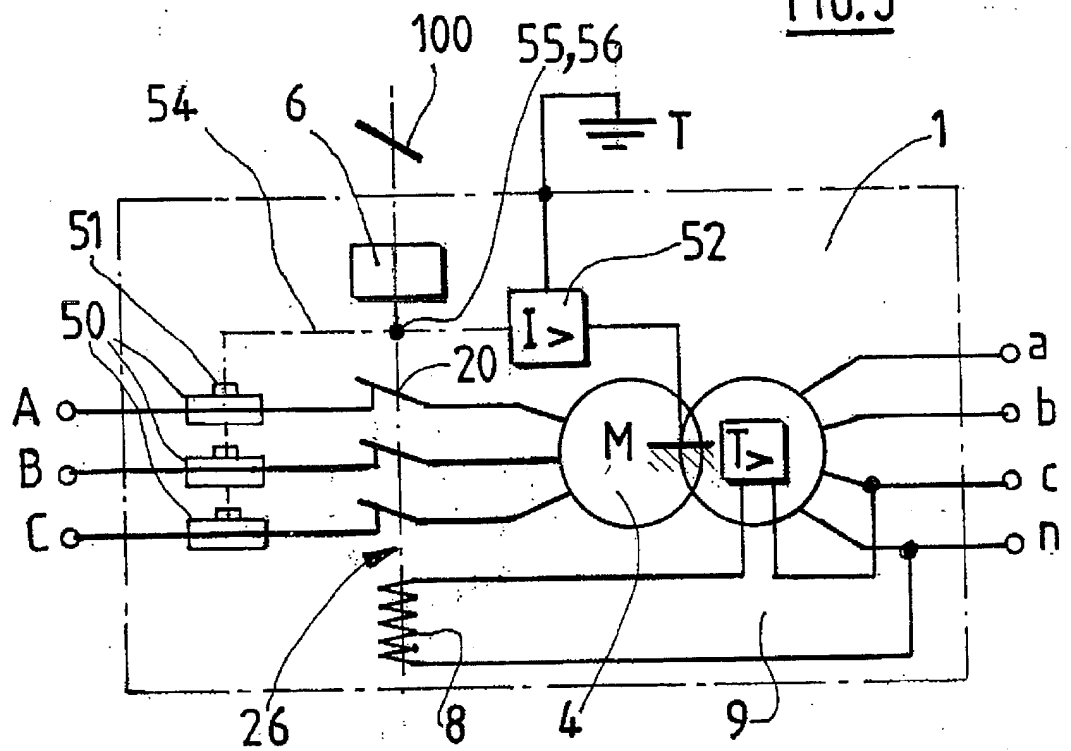


FIG. 5



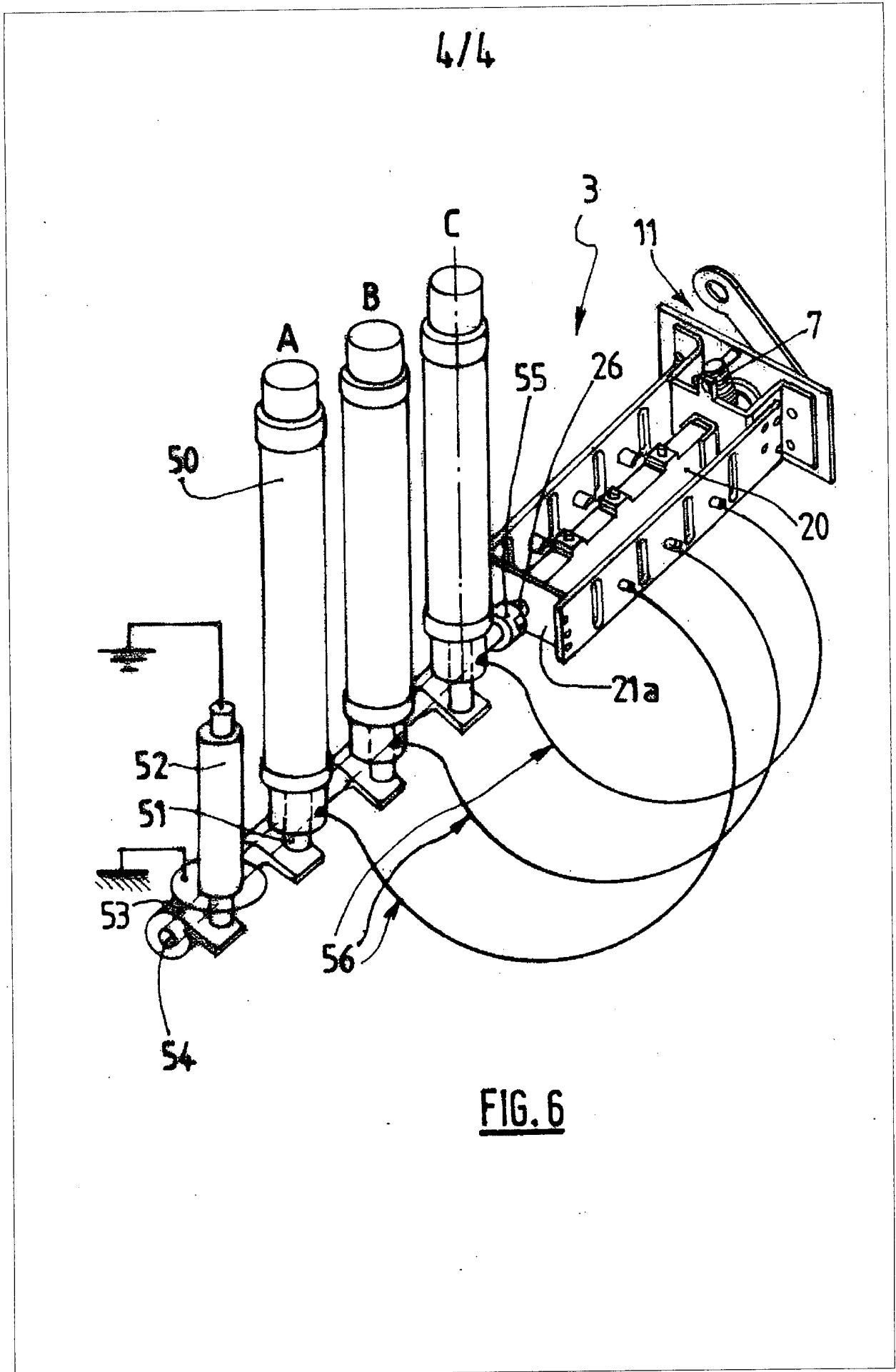


Planche de l'abrégé

