

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43)

Date de publication:
18.12.2002 Bulletin 2002/51

(51)

Int Cl.7: H01F 27/40, H01F 30/12,
H01H 71/24

(21)

Numéro de dépôt: 02354044.6

(22)

Date de dépôt: 14.03.2002

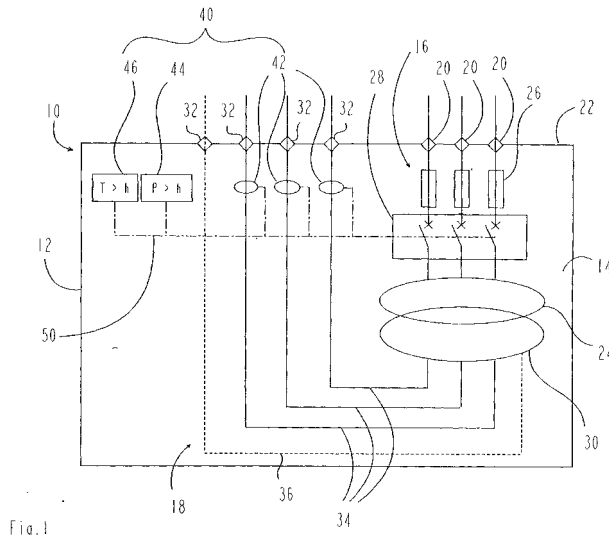
(84) Etats contractants désignés: AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR Etats d'extension désignés: AL LT LV MK RO SI	• Marechal, Philippe, Schneider Electric Industr. SA 38050 Grenoble cedex 09 (FR) • Preve, Christophe, Schneider Electric Industr. SA 38050 Grenoble cedex 09 (FR)
(30) Priorité: 15.06.2001 FR 0107821	
(71) Demandeur: Schneider Electric Industries SAS 92500 Rueil-Malmaison (FR)	(74) Mandataire: Broydé, Marc et al Schneider Electric Industries SA, Service Propriété Industrielle - A7 F-38050 Grenoble Cedex 09 (FR)
(72) Inventeurs: • Fabbro, Jacques, Schneider Electric Industries SA 38050 Grenoble cedex 09 (FR)	

(54)

Transformateur de distribution auto-protégé par un disjoncteur déclenchant sur court-circuit secondaire

(57) Un transformateur de distribution triphasé 10 comporte, à l'intérieur d'une cuve étanche 12 contenant une huile de haute tenue diélectrique, un circuit électrique primaire 16 et un circuit électrique secondaire 18. Un disjoncteur est disposé en série entre les traversées primaires 20 et les enroulements primaires 24, de manière à couper l'alimentation électrique des enroulements 24 primaires en cas de défaut électrique. Des moyens de déclenchement 40 assurent le déclenche-

ment du disjoncteur. Ces moyens comportent des relais électromécaniques 42 à maximum de courant sensibles aux courants circulant dans les phases 34 du circuit secondaire du transformateur, ainsi éventuellement qu'un transducteur 44 sensible à la pression du fluide diélectrique et/ou un transducteur 46 sensible à la température du fluide diélectrique. Une chaîne cinématique 50 assure la transmission des ordres de déclenchement en provenance des différents relais électromécaniques 42 et transducteurs 44, 46 au disjoncteur 28.



Description

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] L'invention est relative à un transformateur de distribution primaire MT/MT ou secondaire MT/BT, dont les enroulements sont immergés dans un liquide ou un gaz diélectrique contenu dans une cuve, et qui est doté d'un dispositif de protection intégré, destiné à limiter les effets d'une défaillance interne du transformateur ainsi que les défaillances aux bornes secondaires du transformateur. Plus précisément, elle a trait à un transformateur dont le dispositif de protection est disposé à l'intérieur de la cuve du transformateur, formant avec ce dernier une unité fonctionnelle et matérielle que l'on appelle transformateur auto-protégé.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

[0002] Dans le document EP 0.981.140 est décrit un transformateur immergé auto-protégé du type précédent. Le dispositif de protection est relié au circuit primaire et comporte un disjoncteur commandé par des moyens de déclenchement ainsi que des fusibles, disposés en amont du disjoncteur. Les fusibles, le disjoncteur et les moyens de déclenchement sont associés de telle manière que dans des conditions correspondant à un court-circuit aux bornes du circuit secondaire du transformateur, les organes de contact du disjoncteur se séparent et interrompent le courant sans que ne débute une fusion des fusibles, et qu'il existe une valeur seuil d'intensité du courant traversant chaque fusible, inférieure au pouvoir de coupure du pôle correspondant du disjoncteur et au-delà de laquelle la fusion du fusible est achevée avant qu'un ordre de séparation des organes de contact donné par les moyens de déclenchement ait pu entraîner la séparation des contacts. Selon un mode de réalisation, les moyens de déclenchement comportent un dispositif déclencheur à maximum de courant comprenant un moyen de mesure de l'intensité du courant circulant dans une phase du secondaire du transformateur.

[0003] Toutefois, le document ne précise pas comment doit être transmise aux moyens de déclenchement l'information obtenue par les moyens de mesure. Or les moyens de mesure sont situés près des conducteurs de phases secondaires, alors que le disjoncteur est situé du côté primaire du transformateur, à distance des conducteurs de phases secondaires.

EXPOSE DE L'INVENTION

[0004] L'invention vise donc à proposer un transformateur auto-protégé dont les moyens de déclenchement soient simples et fiables sur la durée de vie de l'installation, soit plus de 20 ans.

[0005] A cet effet, l'invention a pour objet un transformateur électrique de distribution comportant :

- une cuve contenant un diélectrique liquide ou gazeux,
- un circuit électrique primaire triphasé comportant des enroulements primaires immergés dans le diélectrique,
- des traversées électriques primaires permettant de relier le circuit électrique primaire à un réseau électrique primaire extérieur à la cuve,
- un circuit électrique secondaire triphasé comportant des enroulements secondaires immergés dans le diélectrique,
- des traversées électriques secondaires permettant de relier le circuit électrique secondaire à un réseau électrique secondaire extérieur à la cuve,
- un dispositif de protection comportant
- un disjoncteur disposé dans la cuve, dans le circuit électrique primaire, entre les traversées primaires et les enroulements primaires, le disjoncteur comportant un verrou de déclenchement mobile entre une position de verrouillage et une position de déclenchement,
- des moyens de déclenchement du disjoncteur, comportant un dispositif déclencheur à maximum de courant,

caractérisé en ce que le dispositif déclencheur à maximum de courant comporte, disposés dans la cuve :

- pour chaque phase du circuit secondaire du transformateur, un relais électromécanique, comportant
- une palette mobile entre une position de repos et une position d'ordre de déclenchement,
- un circuit magnétique fixe pour appliquer à la palette une force électromagnétique motrice croissant avec l'intensité du courant traversant 1a phase du circuit secondaire du transformateur,
- un moyen de rappel élastique de la palette vers la position de repos, appliquant à la palette en position de repos une force de rappel seuil,
- une chaîne cinématique de transmission disposée entre les relais électromécaniques et le verrou de déclenchement du disjoncteur, comportant un organe de sortie entraînant le verrou de déclenchement du disjoncteur de sa position de verrouillage à sa position de déclenchement lorsque la palette du relais électromécanique de l'une quelconque des phases secondaires se déplace de la position de repos à la position d'ordre de déclenchement.

[0006] Le dispositif déclencheur est disposé à l'intérieur de la cuve, de sorte que le transformateur constitue, avec ses moyens de protection, une unité fonctionnelle et matérielle délimitée par la cuve, ce qui correspond très exactement à la notion de transformateur auto-protégé.

[0007] Le relais électromécanique de chaque phase a vocation à être disposé au plus près des conducteurs de phase secondaires, alors que le disjoncteur est dis-

posé dans le circuit primaire. La chaîne cinématique de transmission permet une transmission mécanique de l'ordre de déclenchement de l'un à l'autre. Elle assure également la fonction logique « OU » entre les ordres de déclenchement susceptibles d'être donnés par les relais de chacune des phases. On évite ainsi tout dispositif électronique de transmission, par nature moins fiable sur la durée de vie de l'appareillage concerné.

[0008] Il est à noter que la chaîne de transmission mécanique, par définition, ne fait que transmettre l'énergie cinétique délivrée par le relais, jusqu'au verrou de déclenchement du disjoncteur. Elle ne met pas en oeuvre de mécanisme intermédiaire à accumulateur d'énergie, par exemple un mécanisme à ressort libéré par un verrou intermédiaire. En d'autres termes, l'énergie nécessaire pour déplacer le verrou du disjoncteur de sa position de verrouillage à sa position de déclenchement est fournie par le relais électromécanique et non par un autre système d'accumulation. Ce type d'entraînement direct est possible car la puissance électromagnétique disponible en cas de court-circuit secondaire s'avère suffisamment importante, de telle sorte que l'on peut récupérer une partie de cette puissance à faible coût à l'aide d'un convertisseur électromécanique simple, pour entraîner la chaîne cinématique de transmission.

[0009] Quant au ressort de rappel de la palette de chaque relais, il assure la sélectivité ampèremétrique de l'installation, puisqu'en dessous du seuil fixé par le ressort dans la position de repos de la palette, les surcharges seront traitées exclusivement par les protections situées en aval du transformateur.

[0010] Préférentiellement, le dispositif déclencheur à maximum de courant comporte en outre, pour chaque palette, un dispositif temporisateur, introduisant un retard entre la mise en mouvement de la palette et l'arrivée du verrou de déclenchement dans la position de déclenchement. Ce temporisateur introduit un retard dans la réponse du relais électromécanique, qui permet d'assurer la sélectivité chronométrique entre le disjoncteur du transformateur et les moyens de protection situés en aval du transformateur. En d'autres termes, le temporisateur retarde l'ordre d'ouverture du disjoncteur, laissant aux disjoncteurs et/ou aux fusibles situés en aval du transformateur, à l'extérieur de la cuve, sur le réseau secondaire, le temps de couper la ligne responsable du défaut. Ceci permet de limiter le déclenchement du disjoncteur disposé dans la cuve du transformateur, aux seuls cas critiques où le défaut est intervenu entre les traversées secondaires et les moyens de protection situés en aval de la cuve du transformateur. En disposant un dispositif temporisateur pour chaque phase secondaire, on assure que la temporisation sera suffisante quel que soit le type de défaut, entre une phase et le neutre, entre deux phases ou entre les trois phases secondaires.

[0011] Selon un mode de réalisation préférentiel, le dispositif temporisateur de chaque palette comporte un élément dissipant de l'énergie par frottement, et appli-

quant à la palette un effort résistant d'autant plus important que la palette a une énergie cinétique importante. Avantageusement, le diélectrique est un liquide visqueux, le dispositif temporisateur comportant au moins un frein plongé dans ledit diélectrique visqueux. On obtient ainsi la fonction recherchée de façon très économique.

[0012] Selon un mode de réalisation, le dispositif temporisateur de chaque palette comporte une liaison à course morte telle que la palette n'entraîne pas l'organe de sortie tant que la palette n'a pas couvert une course morte entre la position de repos et la position d'ordre de déclenchement.

[0013] Selon un mode de réalisation, la chaîne cinématique de transmission comporte un arbre de transmission et, pour chaque phase secondaire, un moyen d'accouplement unidirectionnel entre la palette et l'arbre de transmission, apte à transmettre à l'arbre de transmission la force électromagnétique motrice appliquée par le circuit magnétique fixe à la palette. L'arbre de transmission est pourvu d'un ressort de rappel vers une position de repos. Les accouplements unidirectionnels permettent d'assurer la fonction « OU » précitée de manière simple.

[0014] Préférentiellement, le circuit magnétique fixe comporte pour chaque phase secondaire une pièce en matériau ferromagnétique présentant un entrefer, la palette étant également en un matériau ferromagnétique et disposée dans l'entrefer de manière à former avec la pièce en matériau ferromagnétique un circuit magnétique à réluctance variable ayant une réluctance qui diminue lorsque la palette passe de la position de repos à la position d'ordre de déclenchement. Une fois que le seuil défini par le moyen de rappel élastique est dépassé, la palette commence à se déplacer vers sa position d'ordre de déclenchement. Dès que ce mouvement s'amorce, la réluctance du circuit magnétique diminue, donc, à intensité du courant constante dans la phase secondaire concernée, la puissance instantanée et la force électromagnétique transmises à la palette croissent. Si les conditions de court-circuit ne disparaissent pas, le mouvement se poursuit inéluctablement jusqu'à ce que la palette ait atteint la position d'ordre de déclenchement. Si par contre les conditions de court-circuit disparaissent avant que la palette concernée ait atteint sa position d'ordre de déclenchement, la force électromagnétique motrice sur la palette disparaît instantanément alors que la palette est soumise à la force de rappel du moyen de rappel élastique et que le dispositif temporisateur s'oppose à la poursuite du mouvement de la palette. L'inertie de la palette et de la chaîne de transmission étant négligeables par rapport aux autres grandeurs en jeu, on assiste en conséquence à un arrêt quasi-immédiat de la palette, puis à son retour vers la position de repos.

[0015] Préférentiellement, les moyens de déclenchement du disjoncteur comportent en outre un transducteur sensible à la température et/ou à la pression du flu-

de diélectrique dans la cuve, et passant d'une position désactivée à une position activée lorsque la température du fluide dépasse un seuil de température donné et/ou que la pression du fluide passe un seuil de pression donné, la chaîne cinématique de transmission étant disposée de telle manière que lorsque le transducteur passe de sa position désactivée à sa position activée, la chaîne cinématique de transmission entraîne le verrou vers sa position de déclenchement. En effet, le disjoncteur doit également prévenir les défauts survenant à l'intérieur du transformateur. La température du fluide et sa pression sont de bons indicateurs du fonctionnement correct du transformateur et il est particulièrement avantageux d'utiliser la même chaîne de transmission pour l'ensemble des moyens de déclenchement. L'ensemble obtenu est particulièrement peu onéreux.

[0016] Préférentiellement, le dispositif de protection comporte en outre, pour chaque phase primaire, disposés dans la cuve, dans le circuit électrique primaire en série entre les traversées primaires et le disjoncteur, des fusibles ayant un pouvoir de coupure suffisant pour assurer la coupure de la phase correspondante en cas de court-circuit du circuit primaire. Les fusibles ont pour fonction essentielle de traiter le cas du court-circuit primaire.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0017] 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'exemple non limitatif, et représentés aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente un schéma électrique d'un transformateur selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 2 représente une vue en perspective d'un dispositif de protection situé à l'intérieur d'une cuve du transformateur selon le mode de réalisation de la figure 1 ;
- la figure 3 représente une vue de dessous du dispositif de la figure 2 ;
- la figure 4 représente une vue de côté du dispositif de la figure 2 ;
- la figure 5 représente une variante selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, dans une vue de côté comparable à la figure 4.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION

[0018] En référence à la figure 1, un transformateur de distribution triphasé MT/MT ou MT/BT 10 comporte, à l'intérieur d'une cuve étanche 12 contenant un fluide diélectrique 14, en l'espèce une huile de haute tenue diélectrique ayant une viscosité plus importante que l'eau, un circuit électrique primaire 16 et un circuit élec-

trique secondaire 18. Le circuit électrique primaire 16 relie des traversées primaires 20, disposées sur un couvercle 22 de la cuve 12, aux enroulements primaires 24 du transformateur. Un dispositif de protection électrique interne à la cuve est disposé en série entre les traversées 20 et les enroulements primaires 24, de manière à couper l'alimentation électrique des enroulements 24 primaires en cas de défaut électrique. Ce dispositif de protection comporte des fusibles 26 situés au plus près des traversées primaires 24, éventuellement partiellement insérés dans les traversées primaires 24, et un disjoncteur 28 disposé en aval des fusibles 26. Pour le montage des fusibles 26, on se référera utilement au document EP 0,981,140 A1 dont la description est insérée ici sur ce point par référence. Le circuit électrique secondaire 18 du transformateur 10 relie les enroulements secondaires 30 du transformateur 10 à des traversées secondaires 32, par l'intermédiaire de conducteurs secondaires de phase 34 et, le cas échéant, d'un conducteur de distribution du neutre 36. Des moyens de déclenchement 40 assurent le déclenchement du disjoncteur. Ces moyens comportent des relais électromécaniques 42 sensibles aux courants circulant dans les phases 34 du circuit secondaire du transformateur, ainsi éventuellement qu'un transducteur 44 sensible à la pression du fluide diélectrique et/ou un transducteur 46 sensible à la température du fluide diélectrique. Une chaîne cinématique 50 assure la transmission des ordres de déclenchement en provenance des différents relais électromécaniques 42 et transducteurs 44, 46 au disjoncteur 28.

[0019] En référence aux figures 2 à 4, le disjoncteur 28 est supporté par un châssis 52 fixé sur la face interne du couvercle 22 de la cuve du transformateur. Ce disjoncteur comporte un mécanisme d'entraînement (non représenté) d'un arbre de commutation 54, cet arbre portant trois manivelles 56 entraînant chacune un contact mobile 58 d'une ampoule à vide 60. Le mécanisme est piloté par un verrou de déclenchement 62 qui pivote autour d'un axe géométrique fixe par rapport au châssis, entre une position de verrouillage dans laquelle il verrouille le mécanisme en position de fermeture des contacts, et une position de déclenchement dans laquelle il libère le mécanisme qui provoque la séparation des contacts. Le verrou de déclenchement est rappelé en position de verrouillage par un ressort de rappel non représenté.

[0020] Les conducteurs 34, 36 du circuit secondaire sont constitués par des barres métalliques traversant le couvercle du transformateur au niveau des traversées. Par construction, les traversées secondaires 32 se trouvent disposées à distance du disjoncteur 28. En effet, bien que l'on n'ait pas représenté sur les figures 2 à 4, par souci de clarté, les traversées primaires 20 et les fusibles primaires 26, on distingue cependant sur le couvercle 22 les orifices de passage 64 des traversées primaires 20, qui se trouvent nécessairement à proximité du disjoncteur 28, entre celui-ci et les traversées secon-

dares 32.

[0021] Les relais électromécaniques 42 des trois phases secondaires 34 sont disposés au niveau des traversées secondaires 32, à l'intérieur de la cuve 12. Ils sont identiques, de sorte que l'on n'en décrira qu'un seul par soucis de simplification. Le relais 42 comprend un circuit magnétique fixe 70 formé par une pièce de matériau ferromagnétique en U, entourant le conducteur de phase secondaire 34 correspondant et concentrant les lignes de champ électromagnétique dans un entrefer. Le circuit magnétique fixe 70 est disposé dans un plan perpendiculaire à l'axe de cheminement du courant dans le conducteur de phase 34, c'est-à-dire dans le plan de la figure 3. Dans l'entrefer est disposé une palette 72 pivotant autour d'un axe 74 perpendiculaire au plan de la figure 3. La palette 72 est elle-même constituée en matériau ferromagnétique. Elle est retenue dans une position de repos contre une butée de fin de course 76, par un ressort de rappel 78, qui reste partiellement bandé dans cette position. La palette 72 se prolonge par un bras 80 formant manivelle, portant à son extrémité libre un axe 82 de pivotement d'une tringle rigide 84. La tringle 84 forme une bielle qui coopère, à son extrémité opposée à la palette 72, avec une manivelle réceptrice 86 d'un arbre de transmission 88. Plus précisément, l'extrémité de la tringle 84 est recourbée pour former un crochet 90 visible sur la figure 4, qui s'insère dans une fente 92 de la manivelle réceptrice 86, de manière à former avec la manivelle réceptrice 86 un accouplement unidirectionnel. Une plaque de frottement 94 est fixée à la tringle 84.

[0022] Comme on le voit plus particulièrement sur la figure 2, l'arbre 88 comporte autant de manivelles réceptrices 86 qu'il y a de phases au secondaire et de relais électromécaniques 42. L'arbre 88 tourillonne dans trois paliers 96 disposés sur des flasques de support fixes 98 solidaires du couvercle 22 de la cuve. A son extrémité la plus proche du disjoncteur, il forme un bras de renvoi 102 venant attaquer le verrou de déclenchement 62 du disjoncteur. L'arbre 88 est rappelé dans le sens contraire des aiguilles d'une montre vers sa position de repos de la figure 3 par un ressort de rappel 104.

[0023] L'huile constituant le diélectrique remplit la cuve jusqu'au couvercle, de sorte que le disjoncteur 28, les relais électromécaniques 42 ainsi que la chaîne cinématique de transmission 50 constituée par les tringles 84 munies de leurs plaques 94 et l'arbre 88 muni de ses manivelles réceptrices 86 et de son bras de renvoi 102, sont complètement immergés dans l'huile.

[0024] Le dispositif de protection du transformateur fonctionne de la manière suivante.

[0025] En régime nominal ou en présence de courants de surcharge, les forces électromagnétiques sur chaque palette 72 sont insuffisantes pour compenser le seuil fixé par le ressort de rappel 78 partiellement bandé, de sorte que chaque palette 72 reste dans sa position de repos représentée sur la figure 3, contre la butée de fin de course 76. Les courants de surcharge seront

donc pris en compte exclusivement par les dispositifs de protection situés en aval de la cuve du transformateur. La tension du ressort 78 permet ainsi d'assurer la sélectivité ampèremétrique de l'installation.

[0026] En cas de défaut sur l'une des phases secondaires 34, l'intensité du courant traversant le conducteur 34 de la phase secondaire concernée induit un flux d'induction important dans l'entrefer du circuit magnétique fixe 74. Le moment par rapport à l'axe de rotation de la palette 72 des forces électromagnétiques exercées sur la palette dépasse le seuil fixé par le ressort de rappel 78, de sorte que la palette 72 est entraînée en rotation dans le sens contraire des aiguilles d'une montre sur la figure 3, effectuant une traction sur la tringle 84 correspondante.

[0027] Le crochet 90 de la tringle entraîne alors l'arbre de transmission 88 en rotation dans le sens des aiguilles d'une montre sur la figure 2. Toutefois, ce mouvement est ralenti par la présence de la plaque 94 correspondante qui, devant vaincre la résistance engendrée par l'huile qu'elle déplace, s'oppose au mouvement de la tringle 84. A l'autre extrémité de l'arbre 88, le bras de renvoi 102 entraîne le verrou 62 dans le sens contraire des aiguilles d'une montre.

[0028] La forme de la palette 72 est telle que la distance séparant la palette des parois du circuit magnétique fixe diminue rapidement lors de la rotation de la palette dans le sens contraire des aiguilles d'une montre. En conséquence, la réluctance du circuit magnétique global incluant la palette 72 diminue rapidement et, pour un courant de court-circuit d'intensité donnée, les forces électromagnétiques exercées sur la palette augmentent. Le moment des forces électromagnétiques par rapport à l'axe de rotation 74 de la palette augmente également, bien que moins rapidement, du fait de la diminution du bras de levier correspondant due à la rotation. Globalement, cette augmentation rapide du moment des forces électromagnétiques assure, à intensité de court-circuit constante, une accélération continue de la rotation de la palette 72.

[0029] Si le court-circuit se prolonge, la palette 72 poursuit donc son mouvement et entraîne avec elle l'ensemble de la chaîne cinématique 50 constituée par la tringle 84, l'arbre de transmission 88 et le bras de renvoi 102. Lorsque la palette 72 atteint une position de commande de déclenchement, le bras de renvoi 102 amène le verrou de déclenchement 62 dans une position de déclenchement. En arrivant en position de déclenchement, le verrou 62 libère le mécanisme du disjoncteur 28 qui entraîne l'arbre de commutation 54 et les contacts 58 dans une position de séparation, coupant l'alimentation du circuit primaire 16 du transformateur.

[0030] Si, par contre, un dispositif de protection secondaire, tel qu'un coupe-circuit à fusible ou un disjoncteur, situé en aval de la cuve du transformateur sur la ligne secondaire où est apparu le défaut, ouvre le circuit suffisamment rapidement, l'intensité du courant dans le conducteur 34 et le flux d'induction qu'elle induit dans

l'entrefer du circuit magnétique fixe 70 diminuent avant que la rotation de l'arbre n'ait provoqué le déclenchement du disjoncteur. Les masses mobiles en mouvement sont faibles et relativement négligeables par rapport aux efforts des ressorts de rappel 78, 104 et aux efforts résistants des plaques 94, de sorte que le mouvement général de la chaîne cinématique 50 dans le sens du déclenchement s'arrête quasi-instantanément. La palette 72 et l'arbre 88 retournent alors dans leur position de repos sous la sollicitation conjointe de leurs ressorts de rappel respectifs 78, 104.

[0031] Les plaques 94 sont dimensionnées de manière à assurer une temporisation suffisante pour que la coupure ait effectivement lieu en aval du transformateur toutes les fois que cela est possible. Les plaques assurent donc une sélectivité chronométrique à très faible coût. En fait, l'objectif est de ne provoquer le déclenchement du disjoncteur sur défaut secondaire que lorsque celui-ci a lieu entre la cuve et les moyens de protection situés en aval de la cuve, c'est-à-dire lorsque le défaut ne peut être ni détecté, ni éliminé au niveau des moyens de protection situés en aval de la cuve.

[0032] Il est à noter que si certaines phases secondaires ne sont pas concernées par le court-circuit, les palettes 72 et les tringles 84 correspondantes restent immobiles et n'entravent pas la rotation de l'arbre 88 entraîné par la palette de la phase en court-circuit. En effet, toute tringle 84 immobile dans sa position de repos coulisse librement dans la fente 92 de la manivelle réceptrice correspondante lorsque celle-ci pivote dans le sens horaire sur la figure 4. L'accouplement unidirectionnel entre la tringle 84 et l'arbre 88, réalisé par la coopération du crochet 90 et de la fente 92, permet de rendre indépendants les uns des autres les déplacements des relais électromécaniques 42 des différentes phases.

[0033] Par ailleurs, il convient de noter que la durée de la temporisation du déclenchement doit être essentiellement identique dans le cas où le court-circuit intervient entre une phase et le neutre, dans le cas d'un court-circuit entre deux phases et dans le cas d'un court-circuit triphasé. C'est la raison pour laquelle il est préférable de pourvoir chaque phase d'une plaque de frottement 94, plutôt que de disposer une plaque unique au niveau de l'arbre.

[0034] Naturellement, diverses modifications sont possibles.

[0035] Selon une variante non représentée, il peut être utile le cas échéant de prévoir une plaque de frottement 94 non plane, de manière à obtenir un effort résistant plus important dans le sens du déclenchement, où la temporisation est souhaitée, que dans le sens du retour à la position de repos, où la temporisation n'est pas nécessaire.

[0036] Plus généralement, la fonction de temporisation peut être obtenue par tout moyen mécanique, notamment par tout dispositif dissipant de l'énergie par frottement fluide ou solide.

[0037] La temporisation peut être également obtenue

par une course morte d'un des éléments de la chaîne de transmission, de préférence de manière indépendante pour chaque palette. On a représenté un exemple de cette variante dans le mode de réalisation de la figure 5, où les éléments identiques au premier mode de réalisation ont été identifiés avec des références identiques. Le mode de réalisation de la figure 5 ne diffère du premier mode de réalisation que par le fait que l'extrémité de la tringle 184 portant le crochet a été rallongée, de manière à ce que le crochet 190 ne se mette à entraîner l'arbre qu'après avoir couvert une certaine distance dans la fente 92. Lorsqu'un court-circuit secondaire apparaît, la palette 72 couvre tout d'abord une certaine course morte en entraînant la tringle 184 contre l'effort de rappel du ressort 78, avant que le crochet n'entre en contact avec la manivelle réceptrice 86 et ne se mette à entraîner l'arbre 88. Ce dispositif à toutefois l'inconvénient d'imposer une plus grande course de la palette 72 entre la position de repos et la position d'ordre de déclenchement. On peut également combiner une liaison à course morte avec un dispositif dissipateur d'énergie telle que la plaque 194, que l'on a représenté en pointillé sur la figure 5 pour traduire son caractère optionnel.

[0038] La palette n'est pas nécessairement une pièce pivotante. Elle peut être par exemple remplacée par une pièce mobile en translation.

[0039] L'arbre multifonctions 88 du mode de réalisation peut être remplacé par plusieurs pièces, par exemple : une pièce assurant la fonction logique « OU » entre les déplacements des différents relais, une autre pièce assurant la transmission mécanique de ce mouvement à distance, jusqu'au verrou de déclenchement.

Revendications

1. Transformateur électrique de distribution comportant

- une cuve (12) contenant un diélectrique liquide ou gazeux (14),
- un circuit électrique primaire triphasé (16) comportant des enroulements primaires (24) immergés dans le diélectrique (14),
- des traversées électriques primaires (20) permettant de relier le circuit électrique primaire à un réseau électrique primaire extérieur à la cuve,
- un circuit électrique secondaire triphasé (18) comportant des enroulements secondaires (30) immergés dans le diélectrique (14),
- des traversées électriques secondaires (32) permettant de relier le circuit électrique secondaire (18) à un réseau électrique secondaire extérieur à la cuve (12),
- un dispositif de protection comportant

- un disjoncteur (28) disposé dans la cuve, dans le circuit électrique primaire (16), entre les traversées primaires (20) et les enroulements primaires (24), le disjoncteur (28) comportant un verrou de déclenchement (62) mobile entre une position de verrouillage et une position de déclenchement,
- des moyens de déclenchement (40) du disjoncteur, comportant un dispositif déclencheur à maximum de courant,

caractérisé en ce que le dispositif déclencheur à maximum de courant comporte, disposés dans la cuve (12) :

- pour chaque phase (34) du circuit secondaire (18) du transformateur, un relais électromécanique (42), comportant:
 - une palette (72) mobile entre une position de repos et une position d'ordre de déclenchement,
 - un circuit magnétique fixe (70) pour appliquer à la palette (72) une force électromagnétique motrice croissant avec l'intensité du courant traversant la phase du circuit secondaire du transformateur,
 - un moyen de rappel élastique (78) de la palette (72) vers la position de repos, appliquant à la palette (72) en position de repos une force de rappel seuil,
 - une chaîne cinématique de transmission (50) disposée entre les relais électromécaniques (42) et le verrou de déclenchement (62) du disjoncteur, comportant un organe de sortie (102) entraînant le verrou de déclenchement du disjoncteur de sa position de verrouillage à sa position de déclenchement lorsque la palette (72) du relais électromécanique (42) de l'une quelconque des phases secondaires (34) se déplace de la position de repos à la position d'ordre de déclenchement.
2. Transformateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif déclencheur à maximum de courant comporte en outre, pour chaque palette, un dispositif temporisateur (94), introduisant un retard entre la mise en mouvement de la palette et l'arrivée du verrou de déclenchement dans la position de déclenchement.
3. Transformateur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le dispositif temporisateur de chaque palette comporte un élément dissipant de l'énergie par frottement, et appliquant à la palette un effort résistant d'autant plus important que la pa-

lette a une énergie cinétique importante.

4. Transformateur selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le diélectrique (14) est un liquide visqueux, le dispositif temporisateur comportant au moins un frein (94) plongé dans ledit diélectrique visqueux.
5. Transformateur selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** le dispositif temporisateur de chaque palette comporte une liaison à course morte telle que la palette n'entraîne pas l'organe de sortie (102) tant que la palette n'a pas couvert une course morte entre la position de repos et la position d'ordre de déclenchement.
6. Transformateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la chaîne cinématique de transmission (50) comporte un arbre de transmission (88) et, pour chaque phase secondaire (34), un moyen d'accouplement unidirectionnel (90,92) entre la palette (72) et l'arbre de transmission (88), apte à transmettre à l'arbre de transmission (88) la force électromagnétique motrice appliquée par le circuit magnétique fixe (70) à la palette (72).
7. Transformateur selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'arbre de transmission (88) est pourvu d'un ressort de rappel (104) vers une position de repos.
8. Transformateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, pour chaque phase secondaire (34), le circuit magnétique fixe (70) comporte une pièce en matériau ferromagnétique présentant un entrefer, la palette (72) étant également en un matériau ferromagnétique et disposée dans l'entrefer de manière à former avec la pièce en matériau ferromagnétique un circuit magnétique à réluctance variable ayant une réluctance qui diminue lorsque la palette passe de la position de repos à la position d'ordre de déclenchement.
9. Transformateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens de déclenchement du disjoncteur comportent en outre un transducteur sensible à la température (46) et/ou à la pression (48) du fluide diélectrique dans la cuve, et passant d'une position désactivée à une position activée lorsque la température du fluide dépasse un seuil de température donné et/ou que la pression du fluide passe un seuil de pression donné, la chaîne cinématique de transmission (50) étant disposée de telle manière que lorsque le transducteur (46, 48) passe de sa position désactivée à sa position activée, la chaîne cinéma-

tique de transmission (50) entraîne le verrou (62) vers sa position de déclenchement.

10. Transformateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de protection comporte en outre, pour chaque phase primaire, disposés dans la cuve, dans le circuit électrique primaire en série entre les traversées primaires et le disjoncteur, des fusibles ayant un pouvoir de coupure suffisant pour assurer la coupure de la phase correspondante en cas de court-circuit du circuit primaire.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

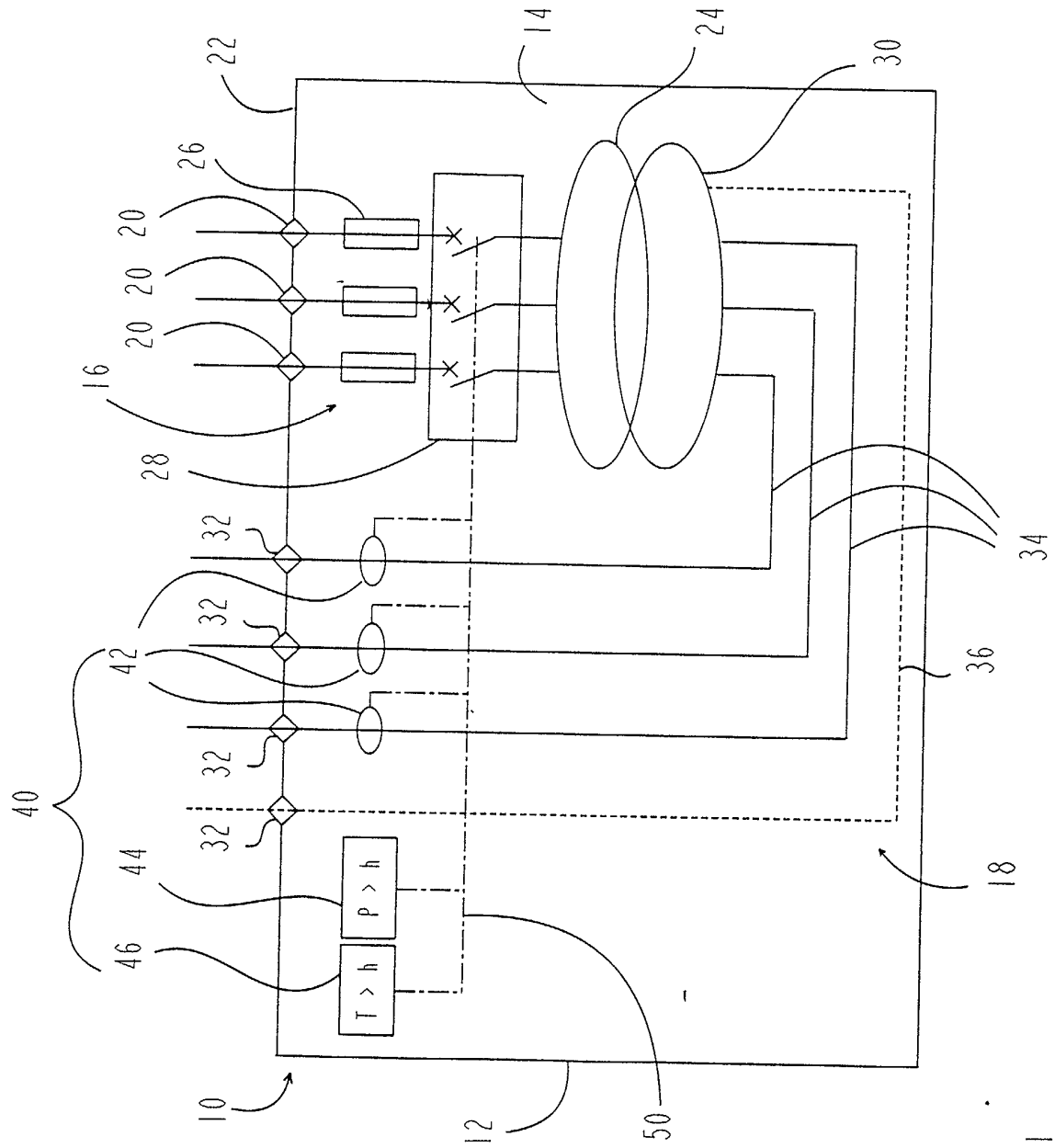


Fig. 1

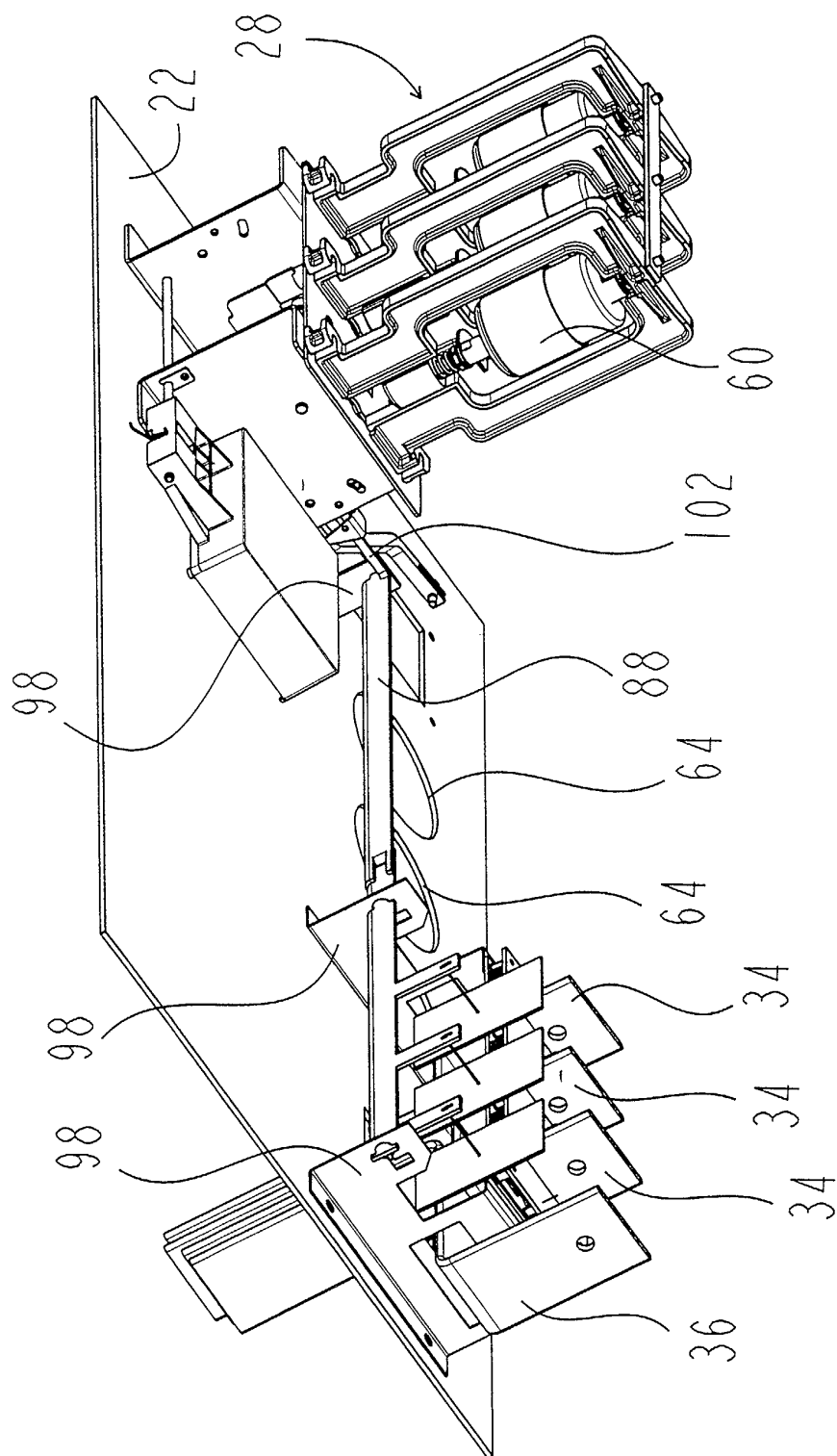


Fig. 2.

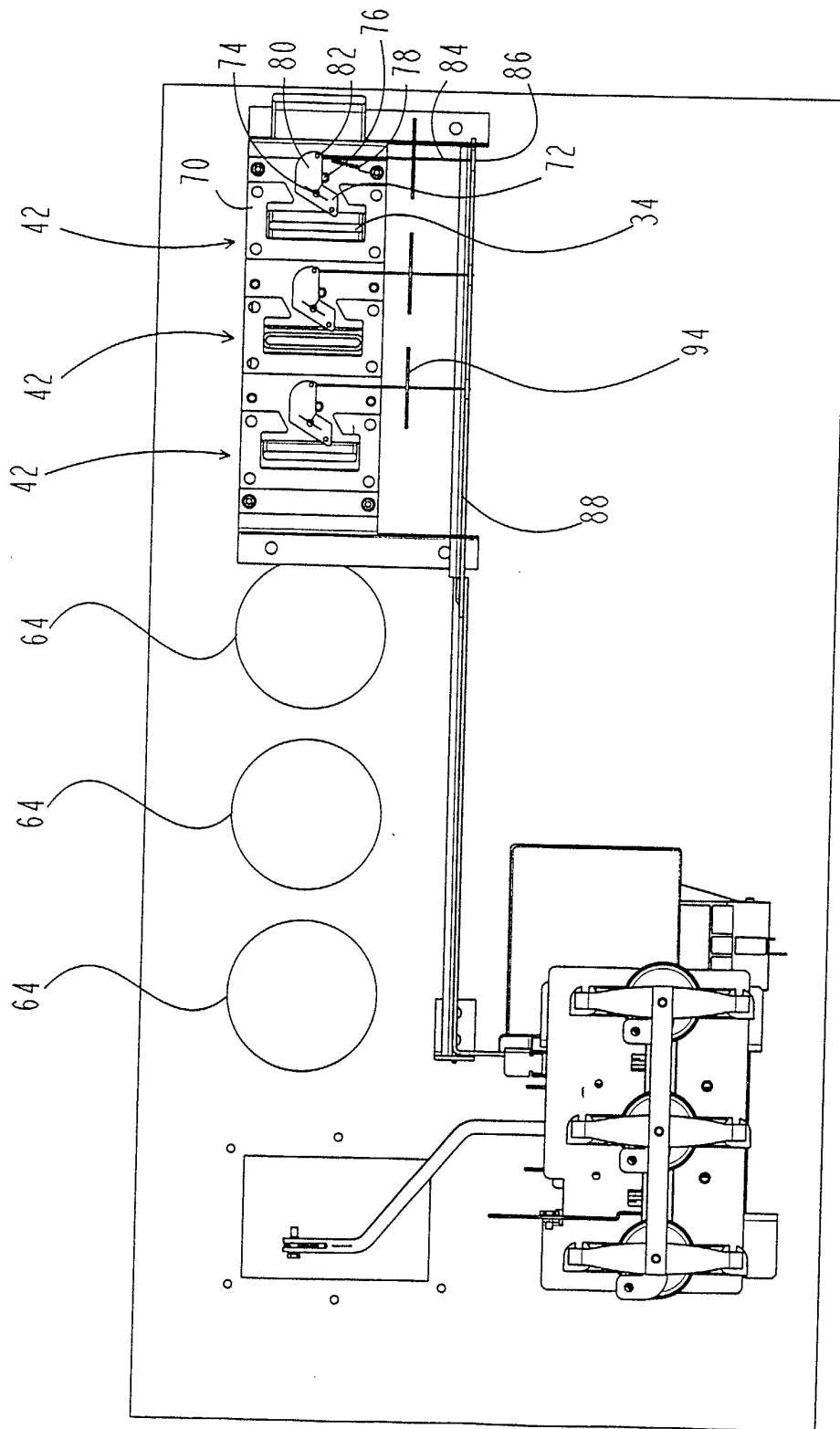
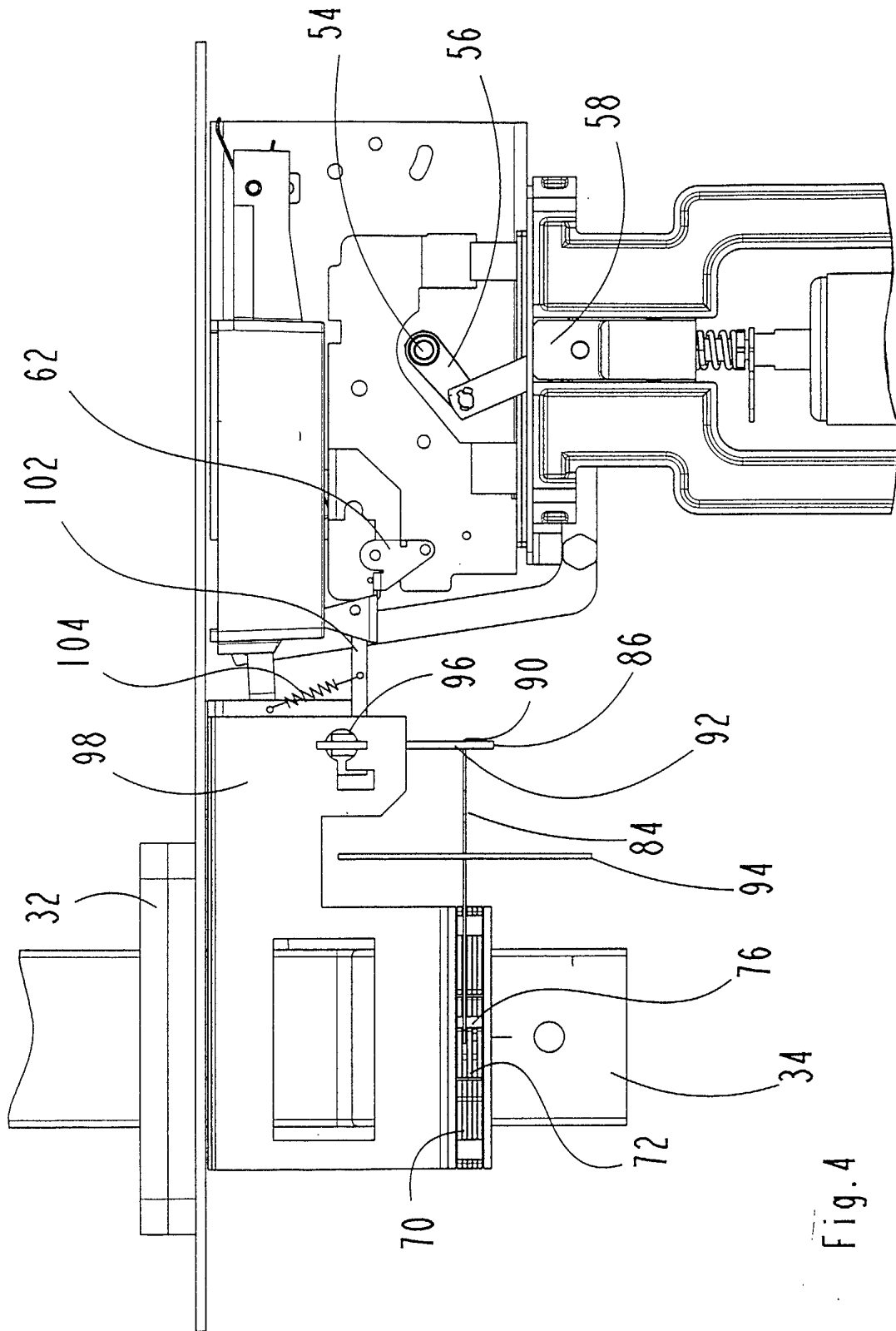


Fig. 3



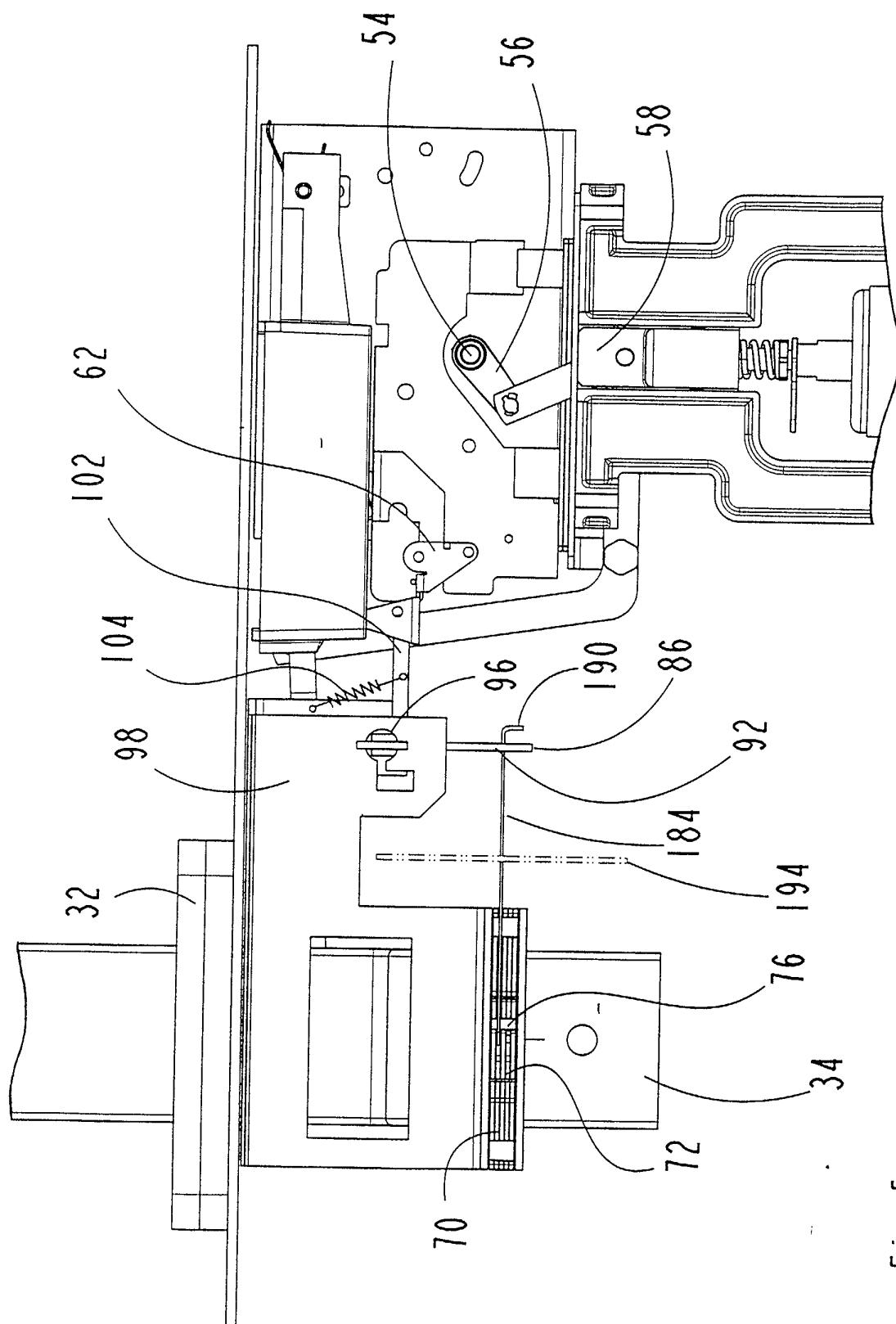


Fig. 5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 02 35 4044

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	FR 2 293 095 A (BIRKOWSKI FELIX) 25 juin 1976 (1976-06-25) * revendications 1,2; figure 1 *	1	H01F27/40 H01F30/12 H01H71/24
A	GB 156 462 A (CARLO ZORZI) 13 janvier 1921 (1921-01-13) * revendications 1,2; figures 1-4 *	1	
D,A	EP 0 981 140 A (SCHNEIDER ELECTRIC IND SA) 23 février 2000 (2000-02-23) * le document en entier *		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			H01F H01H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 17 octobre 2002	Examineur Durville, G
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 R2 (P04002)

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

EP 02 35 4044

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.

17-10-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
FR 2293095	A	25-06-1976	PL	92595 B1	30-04-1977
			FR	2293095 A1	25-06-1976

GB 156462	A	13-01-1921	AUCUN		

EP 0981140	A	23-02-2000	FR	2782409 A1	18-02-2000
			AU	4444799 A	09-03-2000
			BR	9903587 A	29-08-2000
			CN	1245342 A	23-02-2000
			EP	0981140 A1	23-02-2000
			NO	993766 A	15-02-2000

EPO FORM P4483

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