



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
07.10.2015 Bulletin 2015/41

(51) Int Cl.:
H01H 71/08 (2006.01) *H01H 11/00 (2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **15161678.6**

(22) Date de dépôt: **30.03.2015**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA

(72) Inventeurs:
• **Tian, Simon**
38050 Grenoble Cedex 09 (FR)
• **Vincent, François**
38050 Grenoble Cedex 09 (FR)

(74) Mandataire: **Myon, Gérard Jean-Pierre et al**
Cabinet Lavoix
62, rue de Bonnel
69003 Lyon (FR)

(30) Priorité: **31.03.2014 FR 1452785**

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

(54) **PROCEDE DE DETERMINATION D'UNE SURCHAUFFE D'AU MOINS UNE BORNE DE CONNEXION D'UN DISPOSITIF ELECTRIQUE, APPAREIL AUXILIAIRE ASSOCIE, ET SYSTEME ELECTRIQUE COMPRENANT UN TEL DISPOSITIF ELECTRIQUE ET UN TEL APPAREIL AUXILIAIRE**

(57) Dans ce procédé de détermination, à l'aide d'un appareil auxiliaire (24), d'une surchauffe d'au moins une borne de connexion (38, 40) d'un dispositif électrique (22), la ou les bornes de connexion (38, 40) comprenant chacune au moins une plage de connexion propre à être connectée à un conducteur électrique (12', 14') correspondant. Ce procédé comprend pour chaque borne de connexion (38, 40) des étapes de mesure d'une première température, à un instant donné, de calcul d'une valeur thermique de la plage de connexion, de comparaison de

la valeur thermique de la plage de connexion avec un seuil de température, et de détection d'une surchauffe de la borne de connexion (38, 40) correspondante lorsque la valeur thermique est supérieure au seuil de température. Le procédé comprend précédemment à l'étape de comparaison et pour chaque borne de connexion (38, 40), une étape de calcul du seuil de température à l'instant donné, en fonction de la valeur du seuil à un instant précédent, la valeur du seuil de température étant variable entre l'instant précédent et l'instant donné.

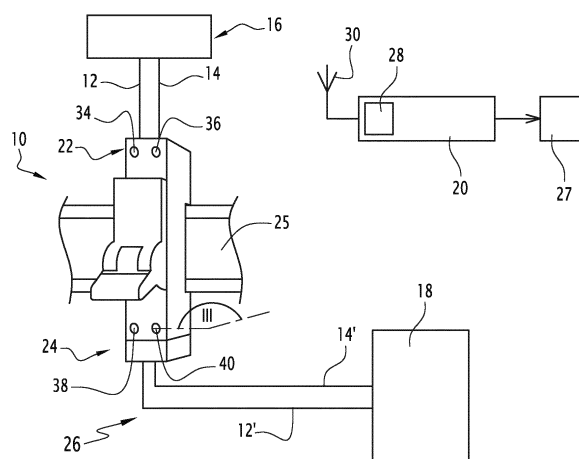


FIG.1

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de détermination, à l'aide d'un appareil auxiliaire, d'une surchauffe d'au moins une borne de connexion d'un dispositif électrique, un tel appareil auxiliaire et un système électrique comportant un tel dispositif électrique et un tel appareil auxiliaire.

[0002] Un enjeu persistant dans le domaine des bornes de connexion électrique est la mise en sécurité de telles bornes, par surveillance de leur température. En effet, une température trop élevée des bornes de connexion est propre à conduire à leur destruction, ainsi qu'à la mise hors service d'un dispositif électrique comprenant ces bornes de connexion. Plus particulièrement, une température trop élevée des bornes de connexion est apte à provoquer un incendie.

[0003] Il est ainsi connu des documents US-A-7501926 et respectivement US-A-5188542 de vérifier la température d'une borne de connexion à l'aide d'un bilame et respectivement d'une thermistance. Dans de tels modes de réalisation, la température de la borne de connexion est comparée avec un seuil prédéterminé de température, au-delà duquel une surchauffe de la borne est détectée. Cependant, de telles détections ne sont pas très précises.

[0004] Il est également connu du document US-A-2009/0167537 de mesurer la température d'une borne de connexion et de comparer cette température avec des premier et deuxième seuils prédéterminés de température. Un tel système permet de mettre hors-tension un dispositif électrique comprenant la borne de connexion, lorsque la température est supérieure au deuxième seuil de température. Cependant, les valeurs choisies pour les premier et deuxième seuils de température ne permettent pas toujours de prendre en compte les différentes conditions possibles de l'environnement de la borne de connexion, ce qui implique des erreurs dans la détermination de la surchauffe de la borne de connexion.

[0005] Le but de l'invention est donc de proposer un procédé de détermination, à l'aide d'un appareil auxiliaire, d'une surchauffe d'au moins une borne de connexion d'un dispositif électrique, permettant de déterminer la surchauffe de manière plus précise.

[0006] A cet effet, l'invention concerne un procédé de détermination, à l'aide d'un appareil auxiliaire, d'une surchauffe d'au moins une borne de connexion d'un dispositif électrique, la ou les bornes de connexion comprenant chacune au moins une plage de connexion propre à être connectée à un conducteur électrique correspondant, le procédé comprenant pour chaque borne de connexion les étapes suivantes :

- a) la mesure, à un instant temporel donné (tn), d'une première température correspondant à la température de la plage de connexion correspondante, via un premier capteur de température,
- b) le calcul d'une valeur thermique de la plage de connexion en fonction de la première température mesurée,
- c) la comparaison de la valeur thermique de la plage de connexion avec un seuil de température, et
- d) la détection d'une surchauffe de la borne de connexion correspondante lorsque la valeur thermique de la plage de connexion est supérieure au seuil de température,

le procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend précédemment à l'étape de comparaison c) et pour chaque borne de connexion, l'étape suivante :

- b') le calcul du seuil de température à l'instant donné en fonction de la valeur du seuil de température à un instant précédent, la valeur du seuil de température étant variable entre l'instant précédent et l'instant donné, et

lors de l'étape c) de comparaison, la valeur thermique est comparée avec la valeur du seuil de température à l'instant donné.

[0007] Grâce à l'invention, la valeur du seuil de température permettant de détecter une surchauffe de la ou des bornes de connexion est variable entre l'instant précédent et l'instant donné, ce qui permet de déterminer de manière plus précise la surchauffe. Le fait que la valeur du seuil de température soit variable permet par exemple de mieux prendre en compte l'environnement dans lequel se trouvent la ou les bornes de connexion.

[0008] Selon différents aspects de l'invention, le procédé comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement admissibles :

- Le procédé comprend précédemment à l'étape b') de calcul du seuil de température, une étape b'') de mesure de l'intensité du courant circulant dans le conducteur électrique correspondant, et lors de l'étape de calcul b'), le seuil de température est calculée en outre en fonction de l'intensité du courant circulant dans le conducteur électrique correspondant.
- La ou les bornes de connexion comprennent chacune un élément de serrage propre à maintenir la connexion entre le conducteur électrique et la plage de connexion correspondants, via l'application d'une force de serrage sur le conducteur électrique, et lors de l'étape de détection d), un desserrage d'au moins un conducteur électrique par rapport à la borne de connexion correspondante est détecté, lorsque la valeur thermique de la plage de connexion est supérieure au seuil de température, le desserrage correspondant à une valeur d'impédance entre la plage de

connexion 66 et le conducteur électrique de sortie correspondant supérieure à une valeur prédéterminée.

- Lors de l'étape b) de calcul de la valeur thermique de la plage de connexion, la valeur thermique est fixée égale à la première température.
- Le procédé comprend précédemment à l'étape b) de calcul de la valeur thermique, une étape a') de mesure d'une deuxième température ambiante au voisinage du dispositif électrique, via un deuxième capteur de température disposé à une distance inférieure à 3 mètres, de préférence à 1 mètre, du dispositif électrique, et lors de l'étape b) de calcul de la valeur thermique, la valeur thermique est égale à la différence entre la première température et la deuxième température.
- Lors de l'étape b') de calcul du seuil de température, le seuil de température est calculé avec la formule suivante :

$$S1(n) = dt * \frac{(R * Z * (I_{rms}(n))^2 - S1(n-1))}{RC} + S1(n-1),$$

avec S1(0) correspondant à la valeur du seuil de température à l'instant initial de référence, S1(0) dépendant de la valeur de la première température mesurée à l'instant initial de référence, S1(n) et S1(n-1) correspondant respectivement à la valeur du seuil de température à l'instant donné et à l'instant précédent, avec n supérieur ou égal à 1, dt correspondant à une période de calcul du seuil de température, suivant laquelle le seuil de température est calculé, I_{rms}(n) correspondant à la valeur efficace du courant traversant le conducteur électrique de sortie correspondant à l'instant donné, Z correspondant à l'impédance entre la plage de connexion et le conducteur électrique correspondant, R et C correspondant respectivement à la résistance thermique et à la capacité thermique entre le premier et le deuxième capteurs de température.

[0009] L'invention a également pour objet un appareil auxiliaire pour un dispositif électrique, le dispositif électrique comprenant au moins une borne de connexion comportant une plage de connexion propre à être connectée à un conducteur électrique correspondant, l'appareil auxiliaire comprenant, pour chaque borne de connexion :

- un premier capteur de température propre à mesurer, à un instant temporel donné, une première température correspondant à la température de la plage de connexion correspondante,
- des premiers moyens de calcul d'une valeur thermique de la plage de connexion en fonction de la première température mesurée,
- des moyens de comparaison propres à comparer la valeur thermique de la plage de connexion avec un seuil de température, et
- des moyens de détection d'une surchauffe de la borne de connexion correspondante lorsque la valeur thermique de la plage de connexion correspondante est supérieure au seuil de température.

Conformément à l'invention, l'appareil auxiliaire comprend pour chaque borne de connexion des deuxièmes moyens de calcul du seuil de température à l'instant donné en fonction de la valeur du seuil de température à un instant précédent, la valeur du seuil de température étant variable entre l'instant précédent et l'instant donné, et les moyens de comparaison sont propres à comparer la valeur thermique avec la valeur du seuil de température à l'instant donné.

[0010] Suivant d'autres aspects avantageux de l'invention, l'appareil auxiliaire comprend en outre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement admissibles :

- L'appareil auxiliaire comprend, pour chaque borne de connexion, un capteur de courant propre à mesurer l'intensité du courant circulant dans le conducteur électrique correspondant, les deuxièmes moyens de calcul étant propres, pour chaque borne de connexion, à calculer le seuil de température en fonction en outre de l'intensité du courant circulant dans le conducteur électrique correspondant.
- L'appareil auxiliaire comprend pour chaque borne de connexion, un organe de liaison électrique à la plage de connexion correspondante, l'organe de liaison comportant un matériau thermiquement conducteur, la différence de température entre la plage de connexion correspondante et l'organe de liaison étant de préférence inférieure à 10°C, pour des températures de la plage de connexion comprises entre 100°C et 400°C, le premier capteur de température étant propre à mesurer la température de l'organe de liaison,
- L'appareil auxiliaire comprend un deuxième capteur de température, disposé à une distance inférieure à 3 mètres, de préférence à 1 mètre, du dispositif électrique et propre à mesurer une deuxième température ambiante au voisinage du dispositif électrique, et les premiers moyens de calcul sont propres à fixer la valeur thermique à une valeur égale à la différence entre la première température et la deuxième température.

[0011] L'invention a également pour objet un système électrique comprenant un dispositif électrique et un appareil auxiliaire associé au dispositif électrique, le dispositif électrique comprenant au moins une borne de connexion comportant une plage de connexion propre à être connectée à un conducteur électrique. Conformément à l'invention, l'appareil auxiliaire est tel que présenté ci-dessus.

[0012] Selon un autre aspect avantageux de l'invention, le dispositif électrique est un dispositif de commutation comprenant pour chaque conducteur électrique une borne d'entrée du courant et une borne de sortie du courant, et propre, dans une position ouverte, à laisser circuler du courant à travers le ou les conducteurs électriques correspondants, et dans une position fermée à interrompre la circulation du courant à travers le ou les conducteurs électriques correspondants, l'appareil auxiliaire étant connecté via le ou les organes de liaison électrique à la ou chaque borne de sortie du courant.

[0013] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique d'un système électrique selon un premier mode de réalisation de l'invention, comprenant un disjoncteur électrique et un appareil auxiliaire couplé électriquement au disjoncteur électrique ;
- la figure 2 est une représentation schématique de l'appareil auxiliaire de la figure 1 et de sa connexion à des bornes de connexion aval du disjoncteur de la figure 1 ;
- la figure 3 est une coupe schématique et partielle d'une borne de connexion aval du disjoncteur, suivant le plan III de la figure 1 ;
- la figure 4 est une représentation schématique d'un modèle thermique simplifié de la liaison entre l'une des bornes de connexion aval et l'appareil auxiliaire de la figure 2 ;
- la figure 5 est un organigramme d'un procédé de détermination d'une surchauffe des bornes de connexion, conforme à l'invention ;
- la figure 6 est une ensemble de quatre courbes, parmi lesquelles des première, deuxième et troisième courbes représentent l'échauffement, en fonction du temps, d'une borne de connexion du disjoncteur de la figure 1 pour différentes valeurs d'un couple de serrage appliquée à un élément de serrage de la borne et une quatrième courbe représente la valeur d'un seuil de température en fonction du temps ;
- la figure 7 est un ensemble de deux courbes représentant, pour différentes valeurs de courant traversant l'une des bornes de connexion aval du disjoncteur de la figure 1, respectivement, la valeur d'un seuil de température, en fonction du temps, et une valeur thermique de la borne de connexion aval, en fonction du temps ; et
- la figure 8 est une vue analogue à celle de la figure 1 selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0014] Sur la figure 1, un système électrique 10 est connecté, d'une part, à un premier 12 et à un deuxième 14 conducteurs électriques d'entrée et, d'autre part, à un premier 12' et à un deuxième 14' conducteurs électriques de sortie. Les conducteurs électriques d'entrée 12, 14 appartenant à un réseau de distribution électrique 16 et étant destinés à alimenter via le système électrique 10 et les conducteurs électriques de sortie 12', 14' une charge électrique 18.

[0015] Le système électrique 10 est propre à communiquer via une liaison sans fil avec un équipement électronique 20, tel qu'un serveur informatique, servant à centraliser des données. L'équipement 20 est également appelé concentrateur de données.

[0016] Le système électrique 10 comprend un disjoncteur électrique 22, tel qu'un disjoncteur électromécanique, et un appareil auxiliaire 24 couplé électriquement au disjoncteur 22. L'appareil auxiliaire 24 est, par exemple, fixé sous le disjoncteur 22.

[0017] Le système électrique 10 comprend un rail 25, tel qu'un rail DIN, sur lequel est fixé mécaniquement le disjoncteur 22.

[0018] Les premiers conducteurs d'entrée 12 et de sortie 12' sont, par exemple, des conducteurs de phase ou encore des conducteurs de potentiel continu positif. Les deuxièmes conducteurs d'entrée 14 et de sortie 14' sont, par exemple, des conducteurs de neutre ou encore des conducteurs de potentiel de référence. Les premiers et deuxièmes conducteurs électriques d'entrée 12, 14 et de sortie 12', 14' forment une liaison électrique 26.

[0019] Le concentrateur de données 20 est relié, via une liaison de données, telle qu'une liaison radioélectrique, à un dispositif de visualisation 27, afin d'afficher notamment des informations relatives au fonctionnement du disjoncteur 22 et transmises par l'appareil auxiliaire 24. Le concentrateur 20 comprend un premier organe de communication 28 et une première antenne radioélectrique 30.

[0020] Le disjoncteur électrique 22 est connu en soi, et est propre à interrompre la circulation d'un courant électrique traversant les premiers conducteurs électriques d'entrée 12 et de sortie 12' et/ou les deuxièmes conducteurs électriques d'entrée 14 et de sortie 14', notamment en présence d'un défaut électrique sur le premier conducteur d'entrée 12 et/ou sur le deuxième conducteur d'entrée 14.

[0021] Le disjoncteur 22 comporte une première 34 et une deuxième 36 bornes d'entrée du courant, également appelées première et deuxième bornes de connexion amont, auxquelles sont connectés les premier 12 et deuxième 14 conducteurs électriques d'entrée. Le disjoncteur 22 comporte également une première 38 et une deuxième 40 bornes de sortie du courant, également appelées première et deuxième bornes de connexion aval, connectées respectivement

aux premier 12' et deuxième 14' conducteurs électriques de sortie.

[0022] Plus précisément, le disjoncteur électrique 22 fait le lien entre les premier 12 et deuxième 14 conducteurs électriques d'entrée et respectivement les premier 12' et deuxième 14' conducteurs électriques de sortie, via les bornes de connexion amont 34, 36 et les bornes de connexion aval 38, 40.

[0023] Le disjoncteur 22 est en position ouverte propre à interrompre la circulation d'un courant électrique à travers la liaison électrique 26. Le disjoncteur 22 est en position fermée propre à laisser circuler le courant à travers la liaison électrique 26, afin d'alimenter la charge 18.

[0024] L'appareil auxiliaire 24 comprend pour chaque borne de connexion aval 38, 40, un organe de liaison 42, 44 à la borne de connexion aval 38, 40 correspondante, comme représenté sur la figure 2. L'appareil auxiliaire 24 comprend, pour chaque borne de connexion aval 38, 40, un premier capteur de température 46 et un capteur de courant 50, 51. L'appareil auxiliaire 24 comprend également une unité de traitement 52, un organe d'alimentation électrique 54 et un régulateur de tension 56. L'appareil auxiliaire 24 comprend un organe 58 de stockage d'énergie électrique et un deuxième organe de communication 60, ainsi qu'une deuxième antenne radioélectrique 62 apte à communiquer par ondes radioélectriques avec la première antenne 30. Avantageusement, l'appareil auxiliaire 24 comprend un capteur de tension 64.

[0025] Le dispositif de visualisation 27, visible sur la figure 1, comporte notamment un écran d'affichage, non représenté, et des moyens, non représentés, d'affichage à l'écran de données reçues du concentrateur de données 20.

[0026] Le premier organe de communication 28 est apte à transmettre des données vers l'appareil auxiliaire 24, via la première antenne 30 et à établir une liaison radioélectrique avec l'appareil auxiliaire 24.

[0027] Chaque borne de connexion aval 38, 40 comprend une plage de connexion 66 propre à être connectée respectivement au premier 12' et deuxième 14' conducteurs électriques de sortie, comme représenté sur la figure 2. Chaque borne de connexion aval 38, 40 comprend également un élément de serrage 68 propre à maintenir la connexion entre le conducteur électrique de sortie 12', 14' correspondant et la plage de connexion 66 correspondante, via l'application d'une force de serrage F sur le conducteur électrique de sortie 12', 14' correspondant.

[0028] Dans l'exemple de réalisation de la figure 3, chaque borne de connexion aval 38, 40 comprend un organe mobile 70 propre à être déplacé via l'élément de serrage 68 afin de serrer conjointement, entre la plage de connexion 66 et l'organe mobile 70, le conducteur électrique de sortie 12', 14' correspondant, ainsi que l'organe de liaison 42, 44 correspondant.

[0029] La force de serrage F est par exemple induite par un couple de serrage C appliqué à l'élément de serrage 68. Sur la figure 3, l'élément de serrage 68 est une vis.

[0030] En variante, les bornes de sortie diffèrent des bornes de connexion aval 38, 40 présentées dans le premier mode de réalisation, tout en comprenant toujours un élément de serrage propre à maintenir la connexion entre le conducteur électrique de sortie 12', 14' correspondant et la plage de connexion 66 correspondante.

[0031] L'organe de liaison 42 est en contact avec le premier conducteur électrique de sortie 12' et la plage de connexion 66 de la première borne de sortie 38. L'organe de liaison 42 comporte un matériau thermiquement et électriquement conducteur, tel que du cuivre. La différence de température entre la plage de connexion 66 et l'organe de liaison 42 est de préférence inférieure à 10°C pour des températures de la plage de connexion 66 comprises entre 100°C et 400°C.

[0032] De même, l'organe de liaison 44 est en contact avec le deuxième conducteur électrique de sortie 14' et la plage de connexion 66 de la deuxième borne de sortie 40. L'organe de liaison 44 comporte un matériau thermiquement et électriquement conducteur, tel que du cuivre. La différence de température entre la plage de connexion 66 et l'organe de liaison 44 est de préférence inférieure à 10°C pour des températures de la plage de connexion 66 comprises entre 100°C et 400°C.

[0033] Chaque premier capteur de température 46 est propre à mesurer, à un instant temporel donné t_n , une première température correspondant à la température de la plage de connexion 66 correspondante, c'est-à-dire à la température de la borne de connexion aval 38, 40 correspondante. Plus précisément, le premier capteur de température 46 est, par exemple, positionné sur l'organe de liaison 42, 44 correspondant et est propre à mesurer la température de l'organe de liaison 42, 44. Chaque premier capteur de température est par exemple, un thermocouple ou une sonde à résistance etc. Chaque premier capteur est adapté pour une mesure de températures comprise entre 25°C et 400°C.

[0034] Les capteurs de courant 50, 51 sont propres à mesurer l'intensité du courant circulant respectivement dans le premier 12' et le deuxième 14' conducteurs électriques de sortie, c'est-à-dire aussi l'intensité du courant traversant la plage de connexion 66 et la borne de connexion aval 38, 40 correspondante.

[0035] Les capteurs de courant 50, 51 comportent, par exemple, un tore de Rogowski, un transformateur de courant, un shunt ou encore un capteur à effet Hall.

[0036] En variante, l'appareil auxiliaire 24 comprend un capteur de courant 50 seulement pour l'une des bornes de

connexion aval 38, qui est propre à mesurer le courant circulant dans un seul des conducteurs électriques de sortie, par exemple le premier conducteur électrique de sortie 12'. Le courant circulant dans le deuxième conducteur électrique de sortie 14', est alors calculé à partir de la valeur du courant circulant dans le premier conducteur électrique de sortie 12'. Plus précisément le courant circulant dans le deuxième conducteur électrique de sortie 14' est égal à l'opposé du courant circulant dans le premier conducteur électrique 12'.

[0037] L'unité de traitement 52 comporte un deuxième capteur de température 71, un processeur 72, et une mémoire 76 associée au processeur 72, comme représenté sur la figure 2. L'unité de traitement 52 est propre à générer un message M1 comprenant des données calculées via le processeur 72 et la mémoire 76.

[0038] L'organe d'alimentation électrique 54 est propre, via les organes de liaison 42, 44, à récupérer une partie de l'énergie électrique transmise sur les conducteurs électriques de sortie 12', 14' et à alimenter en énergie électrique l'appareil auxiliaire 24.

[0039] Le régulateur de tension 56 permet d'adapter la tension délivrée par l'alimentation électrique 54 à une valeur de tension acceptable par l'unité de traitement 52 et par le deuxième organe de communication 60. Le régulateur de tension 56 est par exemple un convertisseur continu/continu, qui délivre une tension continue de 3,3 volts.

[0040] L'organe de stockage 58 d'énergie électrique est propre à emmagasiner une partie de l'énergie électrique délivrée par l'alimentation électrique 54 lorsque le disjoncteur 22 est fermé, et à restituer l'énergie électrique stockée lors d'une perte de tension en aval du disjoncteur 22.

[0041] Sur la figure 2, l'organe de stockage 58 est un condensateur dont la valeur de la capacité est fonction, entre autre, de la consommation électrique moyenne de l'appareil auxiliaire 24 de la tension d'alimentation délivrée au deuxième organe de communication 60 et à l'unité de traitement 52.

[0042] Le deuxième organe de communication 60 est apte à recevoir des données en provenance du concentrateur de données 20, et plus précisément en provenance du premier organe de communication 28 et de la première antenne 30, et à établir une liaison radioélectrique avec le concentrateur 20. Le deuxième organe de communication 60 est propre à émettre, via la deuxième antenne 62, le message M1 à destination du concentrateur de données 20. Avantagusement, les organes de communication 28, 60 et les antennes 30, 62 sont conformes aux protocoles de communication ZIGBEE ou ZIGBEE GREEN POWER, basés sur la norme IEE-802.15.4.

[0043] En variante, l'organe de communication 60 est propre à communiquer avec le concentrateur de données 20 via une liaison filaire, non représentée.

[0044] Le capteur de tension 64 est connu en soi, et est propre à mesurer une première tension V1 délivrée entre la première borne de connexion aval 38 et la deuxième borne de connexion aval 40. Le capteur de tension 64 permet, plus précisément, de mesurer la première tension V1 en sortie du disjoncteur 22, au niveau du premier conducteur électrique de sortie 12'.

[0045] Le deuxième capteur de température 71 est propre à mesurer une deuxième température, correspondant à une température ambiante au voisinage du disjoncteur 22. Le deuxième capteur de température 71 est disposé à une distance inférieure à 3 m, de préférence inférieure à 1 m du disjoncteur 22. Le deuxième capteur de température 71 est intégré à l'unité de traitement 52.

[0046] La figure 4 représente un modèle thermique de la connexion entre l'appareil auxiliaire 24 et l'une des bornes de connexion aval 38, 40 correspondante. Plus précisément, la figure 4 correspond au modèle thermique de la connexion entre l'une des plages de connexion 66 et le deuxième capteur de température 71. Le modèle correspond à un circuit électrique 77 comprenant un générateur de courant G, une résistance thermique R et un condensateur thermique C connectés en parallèle l'un de l'autre. Ainsi, la résistance thermique R et le condensateur thermique C représentent la relation thermique entre la plage de connexion 66 correspondante et le deuxième capteur de température 71.

[0047] La mémoire 76 est apte à stocker un premier logiciel 78 de calcul d'une valeur thermique de chaque plage de connexion 66, un deuxième logiciel 80 de calcul, pour chaque plage de connexion 66, d'un seuil de température S1, un logiciel 82 de comparaison de la valeur thermique de chaque plage de connexion 66 avec le seuil de température S1, un logiciel 83 de détection d'une surchauffe des bornes de connexion aval 38, 40. En complément, la mémoire 76 est apte à stocker un troisième logiciel 84 de calcul d'une puissance et d'une énergie électrique traversant chaque conducteur électrique de sortie 12', 14' en fonction des valeurs d'intensité et de tension mesurées par les capteurs de courant 50, 51 et de tension 64.

[0048] La mémoire 76 est apte à stocker un logiciel 88 d'échantillonnage de l'intensité du courant et de la tension mesurées par les capteurs de courant 50, 51 et de tension 64. En variante, les premiers moyens de calcul 78, les deuxièmes moyens de calcul 80, les moyens de comparaison 82, les moyens de détection 83, les troisièmes moyens de calcul 84 et les moyens d'échantillonnage 88 sont réalisés sous forme de composants logiques programmables ou encore sous forme de circuits intégrés dédiés.

[0049] Le premier logiciel de calcul 78 est propre à calculer la valeur thermique de chaque plage de connexion 66, en fonction de la première température mesurée correspondante. Plus précisément, le premier logiciel de calcul 78 est propre à calculer la différence entre la première température et la deuxième température pour chaque borne de connexion aval 38, 40. Ainsi, la valeur thermique correspond, par exemple, à une variation de température, telle que la différence

entre la première température et la deuxième température, et notamment à un échauffement de la plage de connexion 66.

[0050] En variante, la deuxième température est considérée comme égale à une valeur constante prédéterminée et le premier logiciel de calcul 78 fixe la valeur thermique égale à la différence entre la première température et la valeur constante prédéterminée.

[0051] Le deuxième logiciel de calcul 80 est propre à calculer le seuil de température S1 à l'instant donné t_n en fonction de la valeur du seuil de température calculée à un instant précédent t_{n-1} et la valeur du seuil de température S1 est variable entre l'instant donné t_n et l'instant précédent t_{n-1} . Le deuxième logiciel de calcul 80 est plus précisément apte à calculer la valeur du seuil de température S1 suivant, une période d'échantillonnage dt, également appelée période de calcul dt. L'instant précédent t_{n-1} correspond par exemple à un instant qui précède l'instant donné t_n d'une durée égal à la période de calcul dt.

[0052] En variante, l'instant précédent t0 correspond à un instant initial de référence t0. L'instant initial de référence t0 correspond, par exemple, à l'instant d'une première mesure effectuée par l'appareil auxiliaire choisie parmi la mesure de la première température, la mesure de la deuxième température et la mesure de l'intensité du courant circulant dans le conducteur électrique de sortie 12', 14' correspondant, c'est-à-dire par exemple à l'instant de la mise sous tension du disjoncteur 22.

[0053] Le deuxième logiciel de calcul 80 est de préférence également apte à calculer le seuil de température S1 en fonction de l'intensité du courant circulant dans le conducteur électrique de sortie 12', 14' correspondant. Le seuil de température S1 correspond, par exemple, à un échauffement limite de la plage de connexion 66 correspondante, c'est-à-dire à une variation de température. Le circuit électrique 77 présenté précédemment permet d'obtenir une équation donnant la valeur du premier seuil de température S1.

[0054] Plus précisément, le seuil de température S1 est calculé suivant la période d'échantillonnage dt avec l'équation suivante :

$$S1(n) = dt * \frac{(R * Z * (I_{rms}(n))^2 - S1(n-1))}{RC} + S1(n-1), \quad (1)$$

avec S1(0) correspondant à la valeur du seuil de température à l'instant initial de référence t0, c'est-à-dire à un échantillon initial, appelé échantillon 0, de la valeur du seuil de température S1, S1(0) dépendant de la valeur de la première et de la deuxième température mesurées à l'instant initial de référence t0, c'est-à-dire par exemple égale à l'écart de la première température mesurée à l'instant initial de référence t0 par rapport à la deuxième température mesurée à l'instant initial de référence t0 et avec S1(n) et S1(n-1) correspondant respectivement à la valeur du seuil de température à l'instant donné $t_n = t_0 + n * dt$ et à l'instant précédent $t_{n-1} = t_0 + (n-1) * dt$, avec n supérieur ou égal à 1 et correspondant au numéro d'échantillon de la valeur de seuil S1, dt correspondant, par exemple, également à une période suivant laquelle les premier 46 et deuxième 71 capteurs de température et le capteur de courant 50, 51 mesurent respectivement la première température, la deuxième température et le courant circulant dans le conducteur électrique de sortie 12', 14' correspondant, $I_{rms}(n)$ correspondant à la valeur efficace du courant traversant le conducteur électrique de sortie 12', 14' correspondant à l'instant donné t_n , Z correspondant à l'impédance entre la plage de connexion 66 et le conducteur électrique de sortie 12', 14' correspondant, R et C correspondant respectivement à la résistance thermique et à la capacité thermique entre la plage de connexion 66 et le deuxième capteur de température 71, et plus précisément entre le premier capteur de température 46 et le deuxième capteur de température 71.

[0055] En variante, la valeur du seuil de température S1(0) à l'instant initial de référence t0 est une valeur prédéterminée.

[0056] Dans la variante où le premier logiciel de calcul 78 fixe la valeur thermique égale à la différence entre la première température et la valeur constante prédéterminée, le premier seuil de température S1 est calculé avec une équation similaire à équation (1) présenté ci-dessus, mais les valeurs des paramètres R et C de l'équation seraient différentes et correspondraient par exemple respectivement à la résistance thermique et à la capacité thermique entre la plage de connexion 66 et un point de référence prédéterminé.

[0057] Le logiciel de comparaison 82 est propre à comparer la valeur thermique de chaque plage de connexion 66, calculée par le premier logiciel de calcul 78, avec le seuil de température S1 correspondant. La comparaison entre la valeur thermique et le seuil de température est réalisée à chaque multiple de la période d'échantillonnage dt après l'instant initial de référence t0. Le seuil de température S1 est calculé à partir de l'équation (1) récursive permettant de calculer la valeur du premier seuil S1 à l'instant donné t_n , à partir de la connaissance de la valeur du premier seuil S1 à l'instant précédent t_{n-1} et notamment à partir de la connaissance de la valeur du seuil de température S1(0) à l'instant initial de référence t0.

[0058] Plus précisément, le logiciel de comparaison 82 est apte à comparer la valeur thermique calculée à partir de la première température mesurée à l'instant donné t_n avec la valeur du seuil de température S1(n) à l'instant donné t_n . En effet, la comparaison est efficace si l'on compare la valeur du seuil de température S1 et la valeur thermique au même instant, c'est-à-dire à l'instant de mesure de la première température correspondant à la valeur thermique calculée.

Ainsi, l'instant donné t_n correspond à l'instant de mesure de la première température.

[0059] Le logiciel de détection 83 est, plus précisément, propre à détecter le desserrage d'au moins une borne de connexion aval 38, 40 correspondante, c'est-à-dire le desserrage d'au moins un conducteur électrique de sortie 12', 14' par rapport à la borne de connexion aval 38, 40 correspondante, lorsque la valeur thermique de la plage de connexion 66 est supérieure au seuil de température S1. Le desserrage correspond à une à une valeur du couple de serrage C inférieure à une première valeur de référence prédéterminée, c'est-à-dire à une valeur de la force de serrage F inférieure à une deuxième valeur de référence prédéterminée et donc à une valeur de l'impédance Z supérieure à une valeur prédéterminée, c'est-à-dire, par exemple, supérieure à 0,004 Ω de préférence supérieure à 0,005 Ω .

[0060] Le fonctionnement du système électrique 10 selon l'invention va désormais être expliqué à l'aide de la figure 5.

[0061] Le procédé est présenté ci-dessous dans le cas d'une seule borne de connexion aval 38, 40, c'est-à-dire pour la connexion entre une seule des bornes de connexion aval 38, 40 et l'appareil auxiliaire 24. Le procédé s'applique généralement à chaque borne de connexion aval 38, 40.

[0062] Lors d'une étape initiale 100, le premier capteur de température 46 mesure, à l'instant donné t_n , la première température. En outre, lors de la première mesure de la première température, c'est-à-dire à l'instant initial de référence t_0 , la première température mesurée est sauvegardée et le seuil de température S1(0) à l'instant initial de référence t_0 , c'est-à-dire la valeur de l'échantillon initial du seuil de température S1, est calculé, puis sauvegardé. Puis, lors d'une suivante 102, le deuxième capteur de température 71 mesure la deuxième température.

[0063] Ensuite, lors d'une étape 104, la valeur thermique de la plage de connexion 66 correspondante est calculée, par exemple avec la différence entre la première température et la deuxième température, c'est-à-dire qu'on soustrait la valeur de la deuxième température à la première température.

[0064] En variante, lors de l'étape 104, la valeur thermique est fixée égale à la première température et l'étape 102 n'est pas réalisée.

[0065] Au cours d'une étape 106, l'intensité du courant circulant dans le conducteur électrique de sortie 12', 14' correspondant est mesurée. Puis, lors d'une étape 108, la valeur du seuil de température S1 à l'instant donné t_n , est calculée en fonction de la valeur du seuil de température S1(n-1) à l'instant précédent t_{n-1} et de préférence également en fonction de l'intensité du courant mesurée lors de l'étape 106. Le seuil de température S1 est ainsi calculé, par exemple, à partir de l'équation (1) présentée ci-dessus. Lors d'un premier calcul du seuil de température S1, après l'instant initial de référence t_0 , la valeur du seuil de température à l'instant initial de référence t_0 est utilisée. En outre, lors du calcul du seuil de température S1, les valeurs choisies pour la résistance thermique R, le condensateur thermique C et l'impédance Z entre la plage de connexion 66 et le conducteur électrique de sortie 12', 14' correspondant, sont des valeurs correspondant à un échauffement maximal de la plage de connexion 66 correspondante et donc à un seuil de température maximum S1. Ainsi, la valeur choisie pour l'impédance Z correspond à l'impédance minimale admissible pour éviter un incendie.

[0066] Ensuite, lors d'une étape 110, la valeur thermique de la plage de connexion 66 correspondante est comparée avec la valeur du seuil de température S1 calculée, à l'instant donné t_n , lors de l'étape 108.

[0067] Si lors de l'étape 110 de comparaison, la valeur thermique est inférieure ou égale au seuil de température S1, alors le procédé retourne à l'étape 100 de mesure de la première température au bout d'une durée prédéterminée, correspondant, par exemple, à la période d'échantillonnage dt.

[0068] Si lors de l'étape 110 de comparaison, la valeur thermique est strictement supérieure au seuil de température S1 alors, lors d'une étape 112, une surchauffe de la plage de connexion 66 et de la borne de connexion aval 38, 40 correspondante est détectée. Lors de l'étape 112, le desserrage du conducteur électrique de sortie 12', 14' correspondant, par rapport à la borne de connexion aval 38, 40 correspondante, est alors par exemple détecté.

[0069] Lors d'une étape 114 suivante, le premier message M1 est généré et comprend une donnée spécifiant la détection du desserrage ou, plus généralement de la surchauffe de la borne de connexion aval 38, 40 correspondante. Enfin, au cours d'une étape 116 suivante, le premier message M1 est transmis au concentrateur 20. Le concentrateur 20 est alors propre à indiquer à un opérateur, via le dispositif de visualisation 27, une surchauffe ou un desserrage de la borne de connexion aval 38, 40 correspondante.

[0070] Avantagusement, lors de la génération du premier message M1 des valeurs de puissance électrique et d'énergie électrique calculées par le troisième logiciel de calcul 84 sont incluses dans le premier message M1.

[0071] A la figure 6, on observe des première 200, deuxième 202 et troisième 204 courbes correspondant aux valeurs thermiques, et plus précisément à des valeurs d'échauffement de l'une des plages de connexion 66, calculées par le premier logiciel de calcul 78. Les première 200, deuxième 202 et troisième 204 courbes sont tracées en fonction du temps T, et plus précisément en fonction de la durée écoulée depuis l'instant initial de référence t_0 . L'instant initial de référence correspond à l'abscisse 0 à la figure 6. Les première 200, deuxième 202 et troisième 204 courbes correspondent chacune à un couple de serrage C respectif, appliqué à l'élément de serrage 68 afin de maintenir la connexion électrique entre le conducteur électrique et la plage de connexion 66, respectivement égal à 2 Nm, 0,2 Nm et 0,1 Nm, pour un courant mesuré par le capteur de courant 50, 51 correspondant égal à 20 A. La figure 6 montre également une quatrième courbe 206 correspondant à la valeur du seuil de température S1 calculée par le deuxième logiciel de calcul 80, en

fonction du temps, et plus précisément en fonction de la durée écoulée depuis l'instant initial de référence t_0 .

[0072] Sur la figure 6, on observe que la valeur thermique calculée pour les première 200, deuxième 202 et troisième 204 courbes est toujours inférieure à la valeur du seuil de température S1, présentée sur la quatrième courbe 206. En effet, pour les première 200, deuxième 202 et troisième 204 courbes, la valeur du couple de serrage C et donc de la force de serrage F est telle que la borne de connexion aval 38, 40 correspondante n'est pas considérée comme desserrée, la valeur du seuil de température n'est donc jamais atteinte. On remarque néanmoins que lorsque la valeur du couple serrage C, et donc de force de serrage F, diminue, la valeur thermique correspondant ici à une valeur d'échauffement de la plage de connexion 66 augmente. En outre, il apparaît clairement sur la quatrième courbe 206, que la valeur du seuil de température S1 varie en fonction de la durée écoulée par rapport à l'instant initial de référence t_0 , et plus généralement par rapport à l'instant précédent. La forme de la quatrième courbe 206 est globalement similaire à celle des trois autres courbes 200, 202, 204. L'évolution du seuil de température suit donc celle de la valeur thermique, ce qui permet de déterminer la surchauffe de la borne de connexion aval 38, 40 correspondante de manière plus précise, sans risque d'erreur.

[0073] A la figure 7, on observe une cinquième courbe 208 correspondant à la valeur thermique de l'une des plages de connexion 66, calculée par le premier logiciel de calcul 78, en fonction du temps, et plus précisément en fonction de la durée écoulée depuis l'instant initial de référence t_0 , et plus généralement depuis l'instant précédent t_{n-1} , et une sixième courbes 210 correspondant à la valeur du seuil de température S1 calculé par le deuxième logiciel de calcul 80, en fonction du temps. Sur la figure 7, l'instant initial de référence correspond à l'abscisse 0. Les cinquième 208 et sixième 210 courbes sont obtenues pour une valeur du courant traversant la plage de connexion 66 et le conducteur électrique de sortie 12', 14' correspondant, qui varie au cours du temps. Le courant traversant la plage de connexion 66 correspondante est égal à 10 A entre 0 secondes (s) et 600 s, puis à 40 A entre 600 s et 1500s et à 20 A entre 1500 s et 2800 s.

[0074] Concernant la cinquième courbe 208, un desserrage de l'élément de serrage 68, c'est-à-dire de la borne de connexion aval 38, 40 correspondante, a été effectué pour un temps égal à 2400 s. Ainsi, entre 0 s et 2400 s le couple de serrage est égal à 0,2 Nm et après 2400 s le couple de serrage est égal à 0 Nm ce qui correspond à un desserrage complet de l'élément de serrage 68.

[0075] On observe alors, qu'avant un temps égal à 2400s, la valeur thermique est inférieure au seuil de température S1 et l'évolution de la sixième courbe 210 suit celle de la cinquième courbe 208. Puis, après le desserrage de la borne de connexion aval 38, 40 correspondante, la valeur thermique augmente fortement et devient supérieure à la valeur du seuil de température S1. La surchauffe de la borne de connexion aval 38, 40 correspondante est alors détectée.

[0076] Le fait que la valeur du seuil de température S1 varie en fonction du temps et plus précisément entre l'instant donné t_n et l'instant précédent t_{n-1} permet de déterminer de manière plus précise la surchauffe. En effet, ceci permet de considérer, par exemple, différentes phases de fonctionnement du disjoncteur 22, et plus précisément des bornes de connexion aval 38, 40. La méthode de calcul du seuil de température S1 en fonction du temps permet par exemple de mieux prendre en compte l'environnement dans lequel se trouvent la ou les bornes de connexion aval 38, 40.

[0077] On observe sur les cinquième 208 et sixième 210 courbes, que lorsque le courant augmente ou diminue, la valeur thermique et la valeur du seuil de température S1 respectivement augmentent ou diminuent. L'évolution du seuil de température S1 suit celle de la valeur thermique, ce qui permet de déterminer de manière plus précise la surchauffe de la borne de connexion aval 38, 40 correspondante. Sur la figure 7, on observe que la surchauffe due ici au desserrage, est détectée au bout de 80 s, ce qui permet de détecter rapidement une anomalie et, par exemple, de commander rapidement la mise hors tension du disjoncteur 22 ou l'intervention d'un opérateur. Le fait que le seuil de température S1 soit calculé en fonction de l'intensité du courant permet, en outre, d'améliorer la détection de la surchauffe puisque l'évolution du seuil de température S1 suit celle de la valeur thermique avec précision.

[0078] De plus, l'appareil auxiliaire 24 permet de détecter la surchauffe, c'est à dire un desserrage de borne même pour une intensité du courant traversant le conducteur électrique de sortie 12', 14' correspondant inférieure à 10 A et même lorsque la valeur de la surchauffe est faible, par exemple, de l'ordre de 25 °C, puisque la valeur du seuil de température évolue globalement de manière analogue à celle de la valeur thermique lorsqu'elle est de préférence calculée en outre en fonction du courant mesuré traversant le conducteur électrique de sortie 12', 14' correspondant.

[0079] Les organes de liaison 42, 44 permettent une conduction de chaleur améliorée entre la plage de connexion 66 correspondante et chaque capteur de température 46.

[0080] Avantagusement, l'appareil auxiliaire 24 comprend un moyen de détection d'une perte de tension en aval du disjoncteur et est propre à déterminer une cause de perte de tension en aval du disjoncteur 22, ladite cause étant de préférence choisie parmi le groupe consistant en : une surcharge électrique, un court-circuit, et une chute de tension. Plus précisément, l'appareil auxiliaire 24 est conforme à l'appareil auxiliaire décrit dans la demande de brevet déposé sous le numéro FR 13 58776, aux pages 9 à 11.

[0081] La figure 8 illustre un deuxième mode de réalisation de l'invention pour lequel les éléments analogues au premier mode de réalisation, décrit précédemment, sont repérés par des références identiques, et ne sont pas décrits à nouveau.

[0082] Selon le deuxième mode de réalisation, le courant circulant dans les conducteurs électriques 12, 12', 14, 14' est un courant triphasé, et la liaison électrique 26 comporte trois premiers conducteurs électriques de sortie 12' et trois premiers conducteurs électriques d'entrée 12, correspondant à des conducteurs de phase et un deuxième conducteur électrique de sortie 14' et un deuxième conducteur électrique d'entrée 14, correspondant à des conducteurs de neutre.

[0083] Le système électrique 10 comporte alors quatre disjoncteurs 22 munis chacun d'une seule borne de connexion aval 38, 40 et d'une seule borne de connexion amont 34, 36 et formant un disjoncteur tétrapolaire, couplé à l'appareil auxiliaire 24.

[0084] L'appareil auxiliaire 24 comporte alors quatre organes de liaison et quatre capteurs de courant.

[0085] Le deuxième logiciel de calcul 80 du seuil de température S1 est alors propre à calculer le seuil de température S1(n) à l'instant donné t_n , pour chaque borne de connexion, en fonction de la valeur du seuil de température S1(n-1) à l'instant précédent t_{n-1} et du courant traversant la borne de connexion aval 38, 40 correspondante.

[0086] Le fonctionnement de ce deuxième mode de réalisation pour chaque premier conducteur électrique de sortie 12' et le deuxième conducteur électrique de sortie 14' est analogue à celui du premier mode de réalisation, décrit pour un premier conducteur de sortie 12' et un deuxième conducteur de sortie 14', et n'est pas décrit à nouveau.

[0087] Les avantages de ce deuxième mode de réalisation sont identiques à ceux du premier mode de réalisation.

[0088] En variante, dans ce deuxième mode de réalisation, l'appareil auxiliaire 24 comprend trois capteurs de courant chacun associé à un premier conducteur électrique de sortie 12' respectif. Le courant circulant dans le deuxième conducteur électrique de sortie 14' est alors calculé à partir des courants mesurés dans les premiers conducteurs électriques de sortie 12'.

[0089] Plus généralement, l'invention s'applique aussi bien à un disjoncteur monophasé propre à être connecté à un conducteur de phase et à un conducteur de neutre, comme présenté dans le premier mode de réalisation, qu'à un disjoncteur triphasé propre à être connecté à trois conducteurs de phases, ou encore qu'à un disjoncteur tétrapolaire connecté à trois conducteurs de phase et à un conducteur de neutre, comme présenté dans le deuxième mode de réalisation. Pour les disjoncteurs monophasé et tétrapolaire, lors de l'ouverture du disjoncteur, suivant l'application considérée, le conducteur de neutre est coupé et le courant le traversant est interrompu, ou bien le conducteur de neutre n'est pas coupé et le courant le traversant n'est pas interrompu.

[0090] Plus généralement, l'appareil auxiliaire 24 est apte à être associé à tout type de dispositif électrique comprenant une borne de connexion.

[0091] Selon une autre variante, les organes de communication 28, 60 et les antennes 30, 62 sont conformes à tout type de protocole de communication sans fil, tels que le protocole WIFI ou le protocole BLUETOOTH.

Revendications

1. Procédé de détermination, à l'aide d'un appareil auxiliaire (24), d'une surchauffe d'au moins une borne de connexion (38, 40) d'un dispositif électrique (22), la ou les bornes de connexion (38, 40) comprenant chacune au moins une plage de connexion (66) propre à être connectée à un conducteur électrique (12', 14') correspondant, le procédé comprenant pour chaque borne de connexion (38, 40) les étapes suivantes :

- a) la mesure (100), à un instant temporel donné (t_n), d'une première température correspondant à la température de la plage de connexion (66) correspondante, via un premier capteur (46) de température,
- b) le calcul (104) d'une valeur thermique de la plage de connexion (66) en fonction de la première température mesurée,
- c) la comparaison (110) de la valeur thermique de la plage de connexion (66) avec un seuil de température (S1), et
- d) la détection (112) d'une surchauffe de la borne de connexion (38, 40) correspondante lorsque la valeur thermique de la plage de connexion (66) est supérieure au seuil de température (S1),

le procédé étant **caractérisé en ce qu'il** comprend précédemment à l'étape de comparaison c) et pour chaque borne de connexion (38, 40), l'étape suivante :

- b') le calcul (108) du seuil de température (S1(n)) à l'instant donné (t_n) en fonction de la valeur du seuil de température (S1(n-1)) à un instant précédent (t_{n-1} , t_0), la valeur du seuil de température (S1) étant variable entre l'instant précédent (t_{n-1} , t_0) et l'instant donné (t_n), et

lors de l'étape c) de comparaison, la valeur thermique est comparée avec la valeur du seuil de température (S1(n)) à l'instant donné (t_n).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comprend précédemment à l'étape b') de calcul du seuil de température (S1), l'étape suivante :

- b'') la mesure (106) de l'intensité du courant circulant dans le conducteur électrique (12', 14') correspondant,

et **en ce que** lors de l'étape de calcul b'), le seuil de température (S1) est calculée en outre en fonction de l'intensité du courant circulant dans le conducteur électrique (12', 14') correspondant,

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la ou les bornes de connexion (38, 40) comprennent chacune un élément de serrage (68) propre à maintenir la connexion entre le conducteur électrique (12', 14') et la plage de connexion (38, 40) correspondants, via l'application d'une force de serrage (C) sur le conducteur électrique (12', 14'), et **en ce que** lors de l'étape de détection d), un desserrage d'au moins un conducteur électrique (12', 14') par rapport à la borne de connexion (38, 40) correspondante est détecté, lorsque la valeur thermique de la plage de connexion est supérieure au seuil de température (S1), le desserrage correspondant à une valeur d'impédance (Z) entre la plage de connexion 66 et le conducteur électrique de sortie correspondant (12', 14') supérieure à une valeur prédéterminée.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lors de l'étape b) de calcul de la valeur thermique de la plage de connexion (66), la valeur thermique est fixée égale à la première température.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il** comprend précédemment à l'étape b) de calcul de la valeur thermique, l'étape suivante :

- a') la mesure (102) d'une deuxième température ambiante au voisinage du dispositif électrique (22), via un deuxième capteur de température (71) disposé à une distance inférieure à 3 mètres, de préférence à 1 mètre, du dispositif électrique (22),

en ce que, lors de l'étape b) de calcul de la valeur thermique, la valeur thermique est égale à la différence entre la première température et la deuxième température.

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** lors de l'étape b') de calcul du seuil de température (S1), le seuil de température (S1) est calculé avec la formule suivante :

$$S1(n) = dt * \frac{(R * Z * (Irms(n))^2 - S1(n-1))}{RC} + S1(n-1),$$

avec S1(0) correspondant à la valeur du seuil de température à l'instant initial de référence (t0), S1(0) dépendant de la valeur de la première température mesurée à l'instant initial de référence,

S1(n) et S1(n-1) correspondant respectivement à la valeur du seuil de température à l'instant donné (tn) et à l'instant précédent (tn-1), avec n supérieur ou égal à 1, dt correspondant à une période de calcul du seuil de température, suivant laquelle le seuil de température (S1) est calculé, Irms(n) correspondant à la valeur efficace du courant traversant le conducteur électrique de sortie (12', 14') correspondant à l'instant donné (tn), Z correspondant à l'impédance entre la plage de connexion (66) et le conducteur électrique (12', 14') correspondant, R et C correspondant respectivement à la résistance thermique et à la capacité thermique entre le premier (46) et le deuxième (71) capteurs de température.

7. Appareil auxiliaire (24) pour un dispositif électrique (22), le dispositif électrique (22) comprenant au moins une borne de connexion (38, 40) comportant une plage de connexion (66) propre à être connectée à un conducteur électrique (12', 14') correspondant, l'appareil auxiliaire (24) comprenant, pour chaque borne de connexion (38, 40) :

- un premier capteur de température (46) propre à mesurer, à un instant temporel donné (tn), une première température correspondant à la température de la plage de connexion (66) correspondante,
 - des premiers moyens de calcul (78) d'une valeur thermique de la plage de connexion (66) en fonction de la première température mesurée,
 - des moyens de comparaison (82) propres à comparer la valeur thermique de la plage de connexion (66) avec un seuil de température (S1), et

- des moyens (83) de détection d'une surchauffe de la borne de connexion correspondante (38, 40) lorsque la valeur thermique de la plage de connexion (66) correspondante est supérieure au seuil de température (S1), **caractérisé en ce que** l'appareil auxiliaire (24) comprend pour chaque borne de connexion (38, 40) :

- des deuxièmes moyens de calcul (80) du seuil de température (S1) à l'instant donné (t_n) en fonction de la valeur du seuil de température (S1(n-1)) à un instant précédent (t_{n-1} , t_0), la valeur du seuil de température (S1) étant variable entre l'instant précédent (t_{n-1}) et l'instant donné (t_n), et les moyens de comparaison (82) sont propres à comparer la valeur thermique avec la valeur du seuil de température (S1(n)) à l'instant donné (t_n).

8. Appareil selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'il** comprend, pour chaque borne de connexion (38, 40), un capteur de courant (50, 51) propre à mesurer l'intensité du courant circulant dans le conducteur électrique (12', 14') correspondant, les deuxièmes moyens de calcul (80) étant propres, pour chaque borne de connexion (38, 40), à calculer le seuil de température (S1) en fonction en outre de l'intensité du courant circulant dans le conducteur électrique (12', 14') correspondant.

9. Appareil selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce qu'il** comprend pour chaque borne de connexion (38, 40), un organe de liaison électrique (42, 44) à la plage de connexion (66) correspondante, l'organe de liaison (42, 44) comportant un matériau thermiquement conducteur, la différence de température entre la plage de connexion (66) correspondante et l'organe de liaison (42, 44) étant de préférence inférieure à 10°C, pour des températures de la plage de connexion (66) comprises entre 100°C et 400°C, le premier capteur de température (46) étant propre à mesurer la température de l'organe de liaison (42, 44).

10. Appareil selon l'une des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce qu'il** comprend un deuxième capteur de température (71), disposé à une distance inférieure à 3 mètres, de préférence à 1 mètre, du dispositif électrique (22) et propre à mesurer une deuxième température ambiante au voisinage du dispositif électrique (22), et **en ce que** les premiers moyens de calcul (78) sont propre à fixer la valeur thermique à une valeur égale à la différence entre la première température et la deuxième température.

11. Système électrique (10) comprenant un dispositif électrique (22) et un appareil auxiliaire (24) associé au dispositif électrique, le dispositif électrique (22) comprenant au moins une borne de connexion (38, 40) comportant une plage de connexion (66) propre à être connectée à un conducteur électrique (12', 14'), **caractérisé en ce que** l'appareil auxiliaire (24) est conforme à l'une des revendications 7 à 10.

12. Système selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le dispositif électrique (22) est un dispositif de commutation comprenant pour chaque conducteur électrique (12, 12', 14, 14') une borne d'entrée du courant (34, 36) et une borne de sortie du courant (38, 40), et propre, dans une position ouverte, à laisser circuler du courant à travers le ou les conducteurs électriques (12', 14') correspondants, et dans une position fermée à interrompre la circulation du courant à travers le ou les conducteurs électriques (12', 14') correspondants, l'appareil auxiliaire étant connecté via le ou les organes de liaison électrique (42, 44) à la ou chaque borne de sortie (38, 40) du courant.

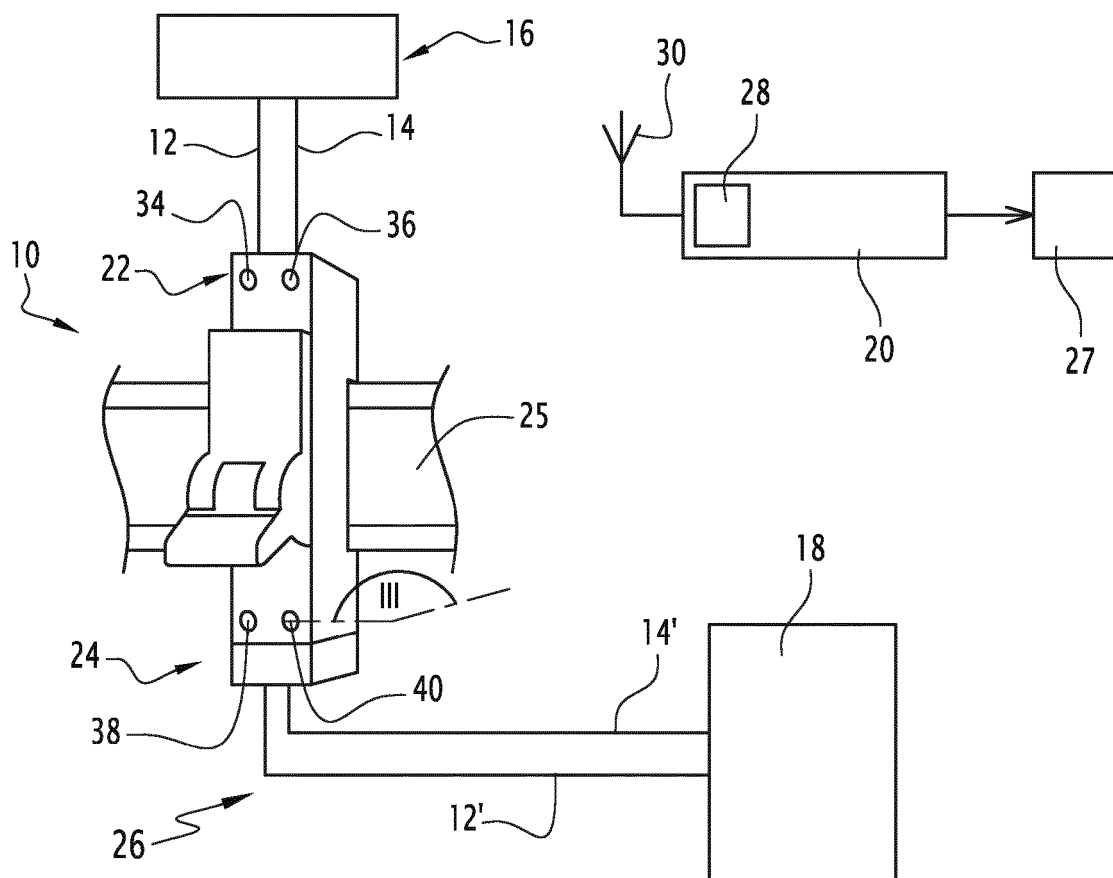


FIG. 1

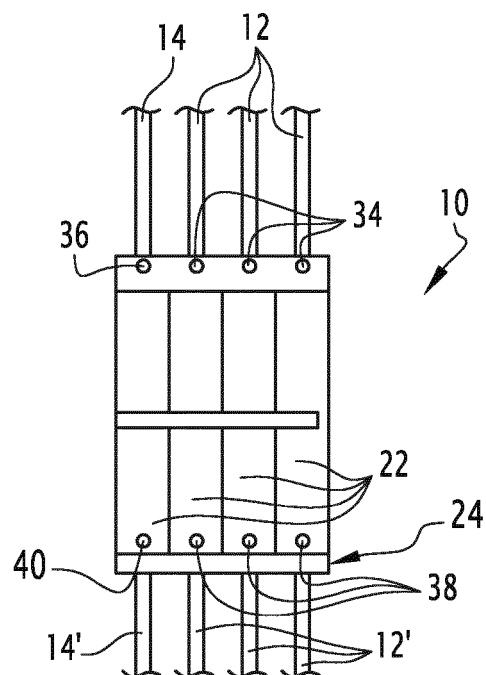


FIG. 8

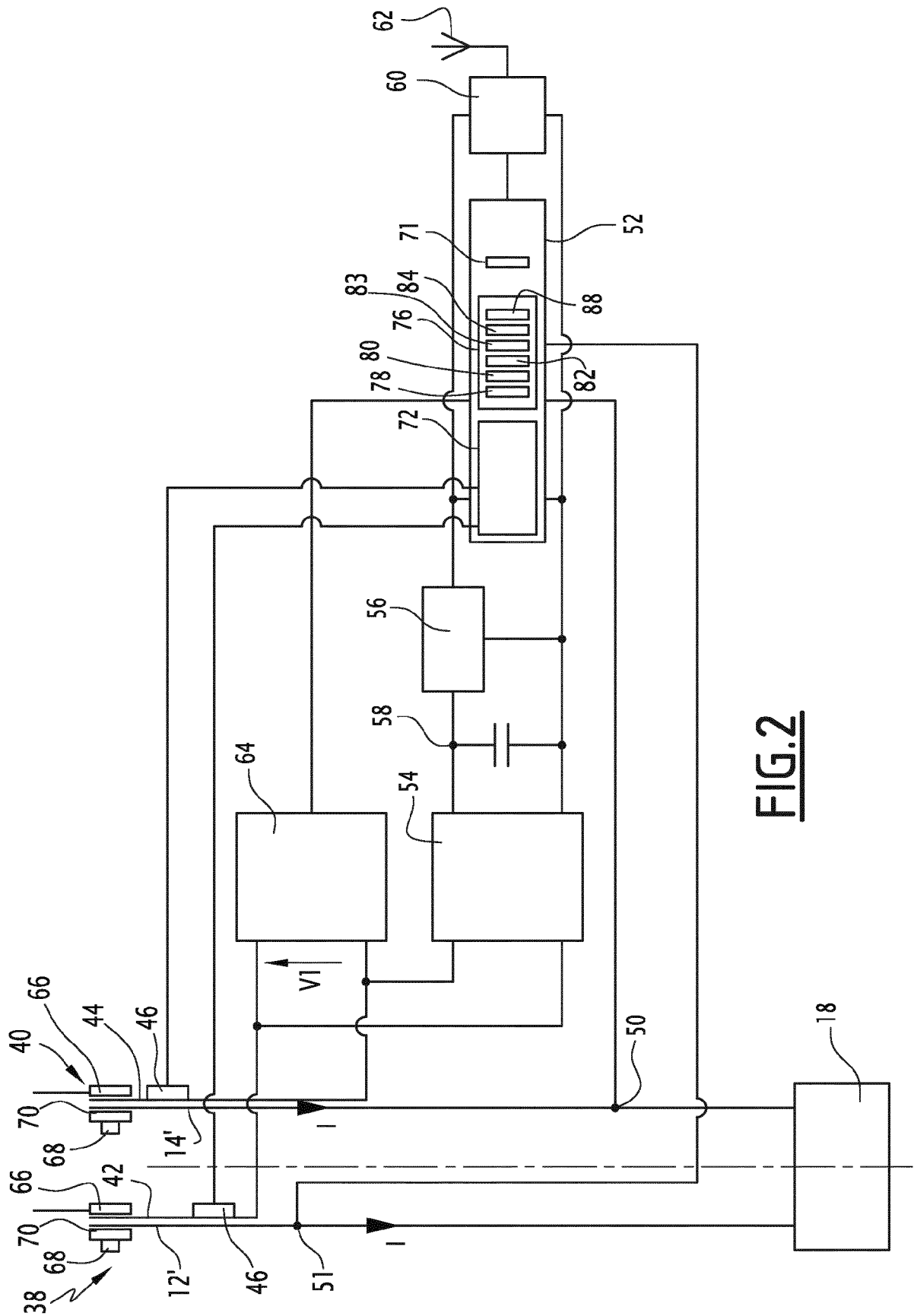
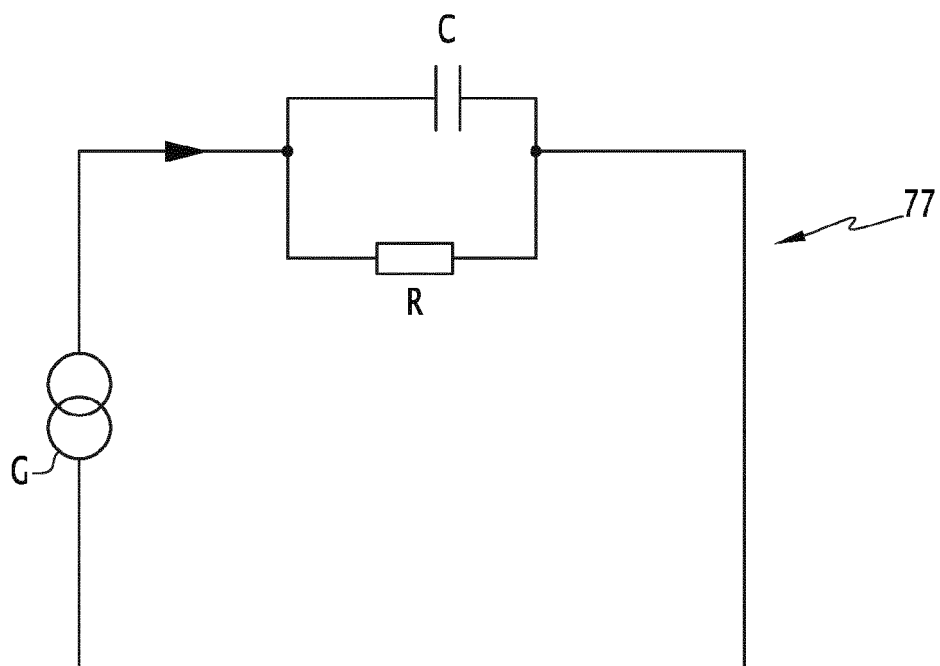
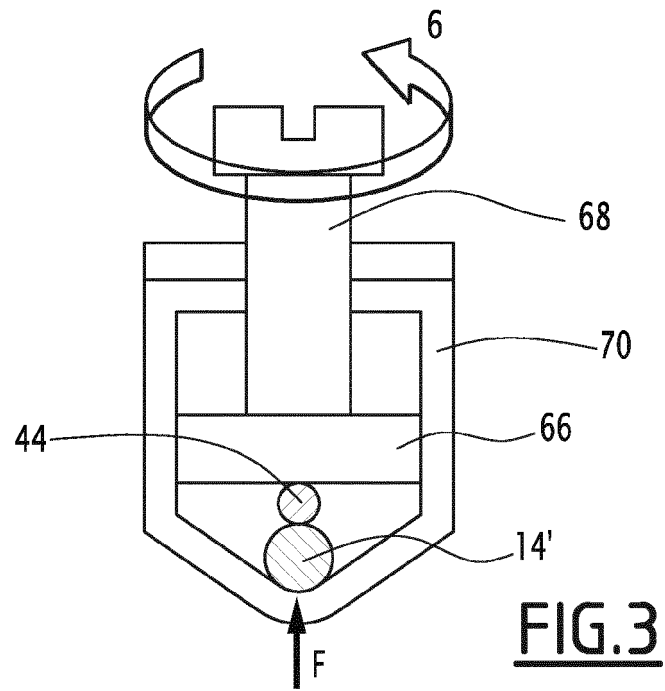
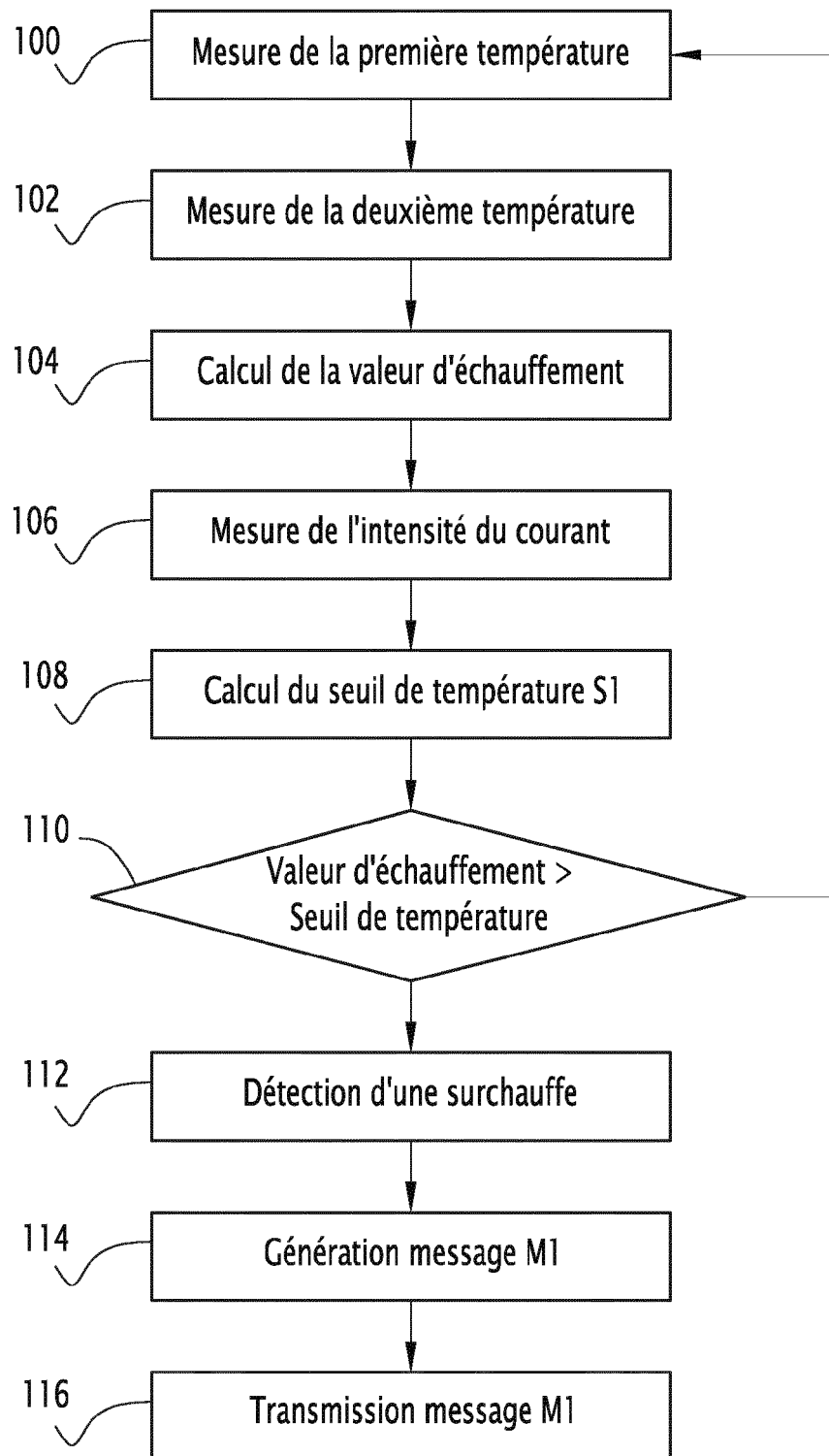


FIG. 2



**FIG.5**

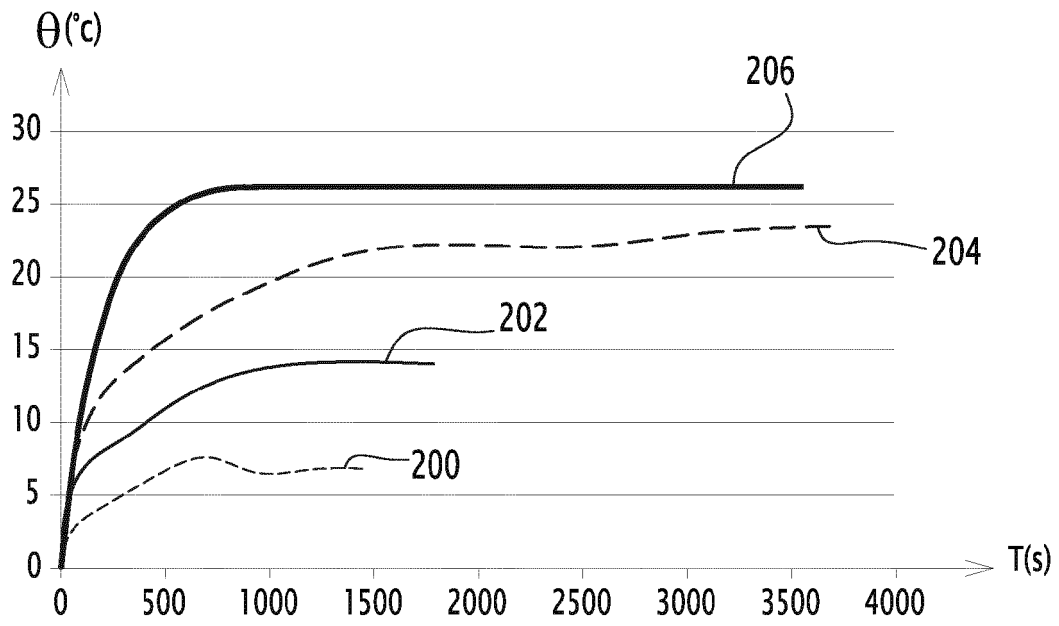


FIG. 6

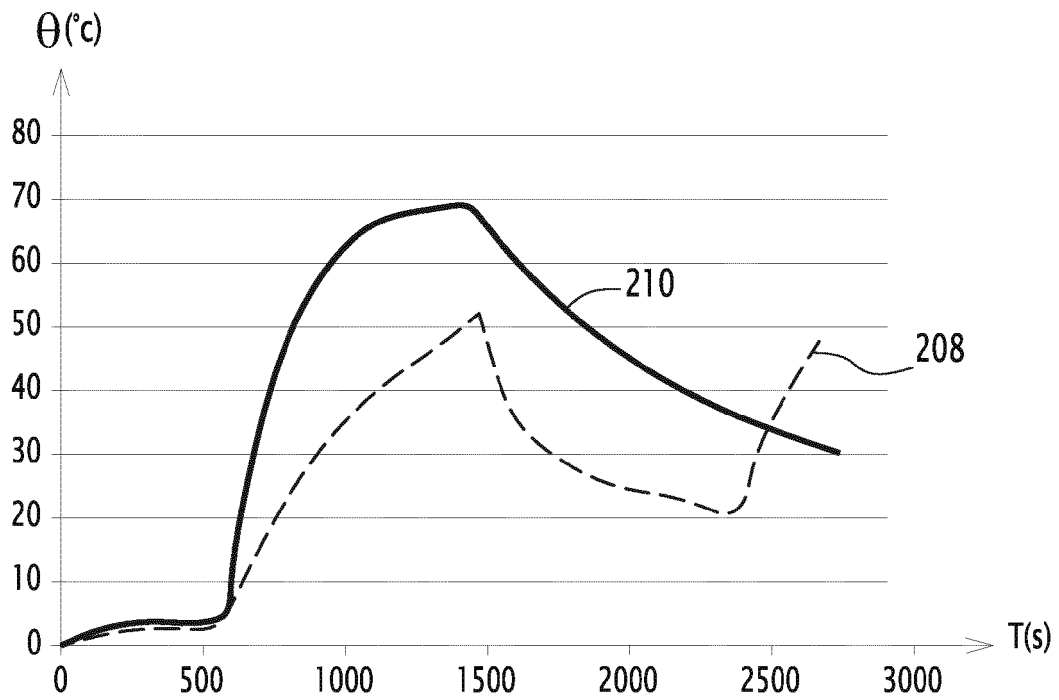


FIG. 7



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

 Numéro de la demande
EP 15 16 1678

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A,D	US 2009/167537 A1 (FELISS NORBERT A [US] ET AL) 2 juillet 2009 (2009-07-02) * abrégé; figure 1 *	1-12	INV. H01H71/08
A	WO 2014/006356 A2 (INDUMISSION LTD [GB]) 9 janvier 2014 (2014-01-09) * abrégé; figure 2 *	1,7	ADD. H01H11/00
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 2 juillet 2015	Examineur Simonini, Stefano
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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 15 16 1678

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.

02-07-2015

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2009167537 A1	02-07-2009	AUCUN	
WO 2014006356 A2	09-01-2014	EP 2867911 A2	06-05-2015
		WO 2014006356 A2	09-01-2014

EPO FORM P0480

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- US 7501926 A [0003]
- US 5188542 A [0003]
- US 20090167537 A [0004]
- FR 1358776 [0080]