

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 06.11.18.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 08.05.20 Bulletin 20/19.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : PUZENAT BERTRAND et GOGMOS ERWAN.

73 Titulaire(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : VALEO MANAGEMENT SERVICES.

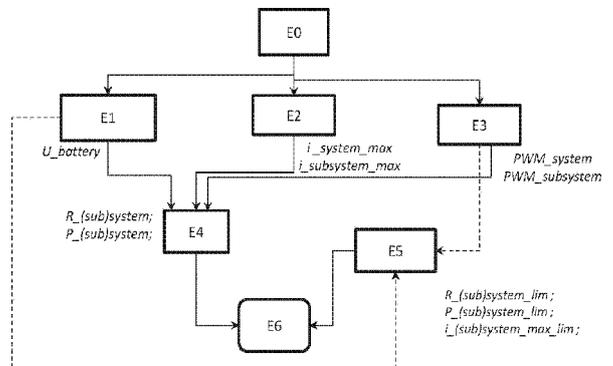
54 PROCÉDE DE DETECTION DE SURCHAUFFE POUR DISPOSITIF DE CHAUFFAGE ET UNITE DE COMMANDE CORRESPONDANTE.

57 La présente invention a pour objet un procédé de détection de surchauffe pour un dispositif de chauffage électrique comportant une pluralité d'éléments résistifs configurés pour être alimentés électriquement à l'aide d'un signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions. Ledit procédé comprend les étapes suivantes: mesurer la tension d'alimentation ($U_{battery}$) et/ou relever le rapport cyclique dudit signal de pilotage ($PWM_{(sub)system}$), mesurer la valeur de l'intensité ($i_{(sub)system_max}$) du courant électrique parcourant des éléments résistifs,

définir, pour au moins un paramètre fonction de ladite intensité, une valeur seuil de détection, en fonction dudit rapport cyclique ($PWM_{(sub)system}$) et/ou de la tension d'alimentation ($U_{battery}$),

calculer la valeur dudit paramètre, lorsqu'il est différent de ladite intensité, comparer la valeur dudit paramètre à la valeur seuil de détection, et détecter une surchauffe lorsque ladite valeur atteint la valeur seuil de détection.

L'invention concerne également une unité de commande configurée pour mettre en œuvre un tel procédé.



L'invention concerne la détection de surchauffe d'un dispositif de chauffage électrique pour chauffer un fluide. De façon non limitative, le dispositif de chauffage électrique peut être configuré pour chauffer par exemple un flux d'air destiné à traverser le dispositif de chauffage. L'invention peut s'appliquer aussi bien pour un
5 dispositif de chauffage électrique haute tension que pour un dispositif de chauffage électrique basse tension.

L'invention s'applique notamment à une installation de chauffage et/ou ventilation et/ou climatisation pour véhicule automobile comprenant un tel dispositif de chauffage.

10 Un véhicule automobile est couramment équipé d'une telle installation de chauffage et/ou ventilation et/ou climatisation qui est destinée à réguler les paramètres aérothermiques d'un flux d'air destiné à être distribué dans l'habitacle, en particulier la température du flux d'air. Pour ce faire, l'installation comprend dans sa généralité un ou plusieurs dispositifs de traitement thermique, dont notamment un
15 dispositif de chauffage électrique, autrement appelé radiateur électrique, pour le chauffage d'un fluide tel qu'un flux d'air.

Le dispositif de chauffage électrique comporte des modules chauffants électriques. À titre d'exemple, les modules chauffants électriques peuvent être disposés de manière à être exposés directement à un flux d'air traversant le dispositif
20 de chauffage électrique.

Selon une solution connue, les modules chauffants comportent des éléments résistifs par exemple à coefficient de température positif (CTP), tels que des pierres CTP.

Il s'agit d'éléments dont la valeur résistive varie très fortement en fonction de
25 la température. Plus précisément, la valeur ohmique des éléments résistifs CTP croît très rapidement au-delà d'un seuil de température prédéterminé.

Les éléments résistifs peuvent être alimentés par une source de tension électrique embarquée, à savoir des batteries. Un connecteur électrique relié à la source de tension embarquée sur le véhicule peut être prévu pour amener la
30 puissance électrique nécessaire à l'alimentation du dispositif de chauffage électrique, notamment des éléments résistifs. En outre, les éléments résistifs sont commandés par une unité électronique de commande qui comporte généralement un circuit

d'alimentation électrique. Le circuit d'alimentation électrique est monté par exemple sur une carte à circuit imprimé.

5 En particulier dans le cas d'un dispositif de chauffage électrique haute tension, il peut s'agir d'un dispositif de chauffage principal du véhicule et qui peut donc être très puissant.

En cas de surchauffe, le dispositif peut atteindre en au moins un point une température limite pour le bon fonctionnement du système.

10 Les pierres CTP servent de protection contre une forte surchauffe pouvant générer par exemple un incendie, permettant ainsi de garantir la sécurité des passagers.

Toutefois, certains composants proches du dispositif de chauffage électrique, comme par exemple des parties plastiques de l'installation de chauffage et/ou ventilation et/ou climatisation, peuvent être plus sensibles notamment dans certaines conditions, par exemple dans le cas d'une température élevée alors que les volets de l'installation de chauffage et/ou ventilation et/ou climatisation sont fermés, volontairement ou en raison d'une défaillance mécanique non détectée.

Il est donc intéressant de contrôler la température du dispositif de chauffage électrique, afin d'éviter de dégrader les composants alentours.

20 À cet effet, il est connu de prévoir un capteur additionnel tel qu'une sonde thermique qui peut mesurer directement la température du dispositif de chauffage électrique. Une telle sonde thermique peut par exemple être agencée au contact des modules chauffants ou au niveau de l'unité électronique de commande, notamment de la carte à circuit imprimé. En fonction de la température relevée, on peut couper la puissance électrique ou la limiter.

25 Cependant, l'agencement de ce capteur additionnel qui mesure directement la température engendre un coût supplémentaire, nécessite de la place supplémentaire sur la carte à circuit imprimé et rajoute du poids au dispositif de chauffage électrique. Par ailleurs la détection d'une surchauffe par ce biais dépend de la distance entre le capteur et les éléments résistifs, et d'une manière générale de l'inertie du système.

30 De plus, cela ajoute une possibilité de défaillance supplémentaire en cas de panne par exemple du capteur additionnel.

L'invention a pour objectif de pallier au moins partiellement ces inconvénients de l'art antérieur en proposant une solution alternative permettant de surveiller et de détecter une surchauffe du dispositif de chauffage électrique.

À cet effet, l'invention a pour objet un procédé de détection de surchauffe pour un dispositif de chauffage électrique comportant une pluralité d'éléments résistifs configurés pour être alimentés électriquement par une source de tension électrique, dans lequel l'alimentation électrique des éléments résistifs est pilotée à l'aide d'un signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions. Ledit procédé comprend les étapes suivantes :

- 10 mesurer la tension d'alimentation et/ou relever le rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions du nombre prédéfini d'éléments résistifs,
- mesurer la valeur de l'intensité du courant électrique parcourant un nombre prédéfini d'éléments résistifs,
- 15 définir, pour au moins un paramètre pour la surveillance d'une surchauffe dudit dispositif, une valeur seuil de détection en fonction dudit rapport cyclique relevé et/ou de la tension d'alimentation mesurée, la valeur seuil de détection étant représentative d'une surchauffe du dispositif de chauffage électrique, ledit au moins un paramètre étant fonction de l'intensité du courant électrique,
- 20 calculer la valeur dudit au moins un paramètre fonction de l'intensité du courant électrique, lorsque ledit au moins un paramètre est différent de l'intensité du courant électrique,
- comparer la valeur dudit au moins paramètre à la valeur seuil de détection, et détecter une surchauffe lorsque la valeur dudit paramètre atteint la valeur seuil de
- 25 détection.

Ainsi, on peut utiliser des paramètres prenant en compte par exemple les propriétés des éléments résistifs pour évaluer indirectement une surchauffe. De plus, cette solution ne requiert pas de rajouter un capteur additionnel par exemple pour réaliser une mesure directe de température dudit dispositif.

- 30 Ledit procédé peut en outre comporter une ou plusieurs caractéristiques suivantes, prises séparément ou en combinaison.

Selon un mode de réalisation, l'alimentation électrique des éléments résistifs est fonction d'une consigne de modulation de largeur d'impulsions.

Selon un autre mode de réalisation, l'alimentation électrique des éléments résistifs est fonction d'une consigne de puissance.

5 Selon un aspect de l'invention, la valeur dudit au moins un paramètre, lorsque ledit au moins un paramètre est différent de l'intensité du courant électrique, est calculée à partir de la tension d'alimentation mesurée et de la valeur de l'intensité du courant électrique parcourant le nombre prédéfini d'éléments résistifs mesurée.

En variante ou en complément, la valeur dudit au moins un paramètre est calculée à partir dudit rapport cyclique relevé.

10 Ledit au moins un paramètre peut être choisi parmi, la résistance électrique du nombre prédéfini d'éléments résistifs, la puissance électrique du nombre prédéfini d'éléments résistifs, l'intensité du courant électrique parcourant le nombre prédéfini d'éléments résistifs, un multiple ou une puissance de l'intensité du courant électrique parcourant le nombre prédéfini d'éléments résistifs.

15 Selon une variante de réalisation, les éléments résistifs sont du type à coefficient de température positif. Selon une autre variante de réalisation, les éléments résistifs sont du type à coefficient de température négatif.

20 Selon un autre aspect de l'invention, l'intensité du courant électrique mesurée est l'intensité du courant électrique instantané parcourant le nombre prédéfini d'éléments résistifs, lorsque le signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions est de 100%.

Selon encore un autre aspect de l'invention, ledit procédé comporte au moins une étape de vérification, pour vérifier si un autre critère du dispositif de chauffage électrique est représentatif d'une surchauffe dudit dispositif.

25 Selon ledit procédé, au moins deux sous-ensembles d'éléments résistifs distincts peuvent être pilotés de façon indépendante par modulation de largeur d'impulsions l'alimentation électrique. Pour chaque sous-ensemble, des valeurs seuils dudit au moins un paramètre choisi peuvent être définies de façon indépendante, selon la nature et/ou le nombre des éléments résistifs du sous-ensemble.

30 L'invention concerne également une unité de commande pour un dispositif de chauffage électrique comportant une pluralité d'éléments résistifs configurés pour être alimentés électriquement par une source de tension électrique, l'unité de

commande étant configurée pour générer un signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions de l'alimentation électrique des éléments résistifs.

L'unité de commande comporte au moins un moyen de traitement pour :

5 mesurer la tension d'alimentation et/ou relever le rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions du nombre prédéfini d'éléments résistifs,

mesurer la valeur de l'intensité du courant électrique parcourant un nombre prédéfini d'éléments résistifs,

10 définir, pour au moins un paramètre pour la surveillance d'une surchauffe du dispositif de chauffage électrique, une valeur seuil de détection en fonction dudit rapport cyclique relevé et/ou de la tension d'alimentation mesurée, la valeur seuil de détection étant représentative d'une surchauffe du dispositif de chauffage électrique,

calculer la valeur dudit au moins un paramètre fonction de l'intensité du courant électrique parcourant le nombre prédéfini d'éléments résistifs, lorsque ledit au

15 moins un paramètre est différent de l'intensité du courant électrique,

comparer la valeur dudit au moins paramètre à la valeur seuil de détection, et détecter une surchauffe lorsque la valeur dudit paramètre atteint la valeur seuil de détection.

20

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante, donnée à titre d'exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés parmi lesquels :

25 La Figure 1 montre un organigramme de différentes étapes du procédé de détection selon l'invention.

La Figure 2 montre un premier exemple d'évolution de températures d'éléments d'un dispositif de chauffage électrique dans des conditions normales d'utilisation.

La Figure 3 montre un deuxième exemple d'évolution de températures d'éléments d'un dispositif de chauffage électrique en cas de baisse de débit d'un flux d'air.

30 La Figure 4 montre l'évolution de la résistance électrique d'un élément résistif à coefficient de température positif en fonction de sa température, avec en abscisse la température et en ordonnée une échelle logarithmique pour les résistances électriques.

La Figure 5a est un graphique représentant de façon schématique l'évolution de la puissance électrique en cas de baisse de débit d'air lorsque le dispositif est piloté avec une consigne de modulation de largeur d'impulsions.

5 La figure 5b est un graphique représentant de façon schématique l'évolution d'un signal de modulation de largeur d'impulsions en cas de baisse de débit d'air lorsque le dispositif est piloté avec une consigne de puissance électrique.

Dans ces figures, les éléments identiques portent les mêmes références.

10 Les réalisations suivantes sont des exemples. Bien que la description se réfère à un ou plusieurs modes de réalisation, ceci ne signifie pas nécessairement que chaque référence concerne le même mode de réalisation, ou que les caractéristiques s'appliquent seulement à un seul mode de réalisation. De simples caractéristiques de différents modes de réalisation peuvent également être combinées ou interchangées pour fournir d'autres réalisations.

15 L'invention est du domaine d'une installation de chauffage et/ou ventilation et/ou climatisation destinée à équiper un véhicule automobile pour réguler les paramètres aérothermiques du flux d'air distribué dans une ou plusieurs zones de l'habitacle du véhicule.

20 L'invention concerne plus particulièrement un dispositif de chauffage électrique, autrement appelé radiateur électrique, pour véhicule automobile, équipant notamment une telle installation. Il s'agit d'un dispositif de chauffage électrique d'un fluide. De façon non limitative, il peut s'agir d'un dispositif de chauffage d'un flux d'air. Par la suite, la description est faite en référence à un flux d'air, mais l'invention peut s'appliquer à un autre fluide.

25 En particulier, il peut s'agir d'un dispositif de chauffage électrique ou radiateur haute-tension. On définit ici par haute tension, une tension supérieure à 90V ou 120V. En variante, il peut s'agir d'un radiateur basse tension.

30 Le dispositif de chauffage électrique est apte à transformer l'énergie électrique prélevée par exemple sur le véhicule en énergie thermique restituée dans l'air traversant l'installation de chauffage et/ou ventilation et/ou climatisation 1.

Le dispositif de chauffage électrique peut comporter un nombre prédéfini de modules chauffants. Ces modules chauffants peuvent être agencés de manière à être exposés directement au flux d'air traversant le dispositif de chauffage électrique.

Plus précisément, les modules chauffants peuvent comprendre chacun des éléments résistifs de type à coefficient de température positif (CTP). Les éléments résistifs sont par exemple réalisés sous la forme de pierres céramiques à effet CTP. En variante, il peut s'agir d'éléments résistifs de type à coefficient de température négatif (CTN).

Le dispositif de chauffage électrique comprend généralement en outre une unité électronique de commande pour commander les modules chauffants. Une telle unité de commande comporte un ou plusieurs composants électroniques et/ou électriques. L'unité de commande comporte notamment un circuit d'alimentation électrique (non représenté) des éléments résistifs. Le circuit d'alimentation électrique est monté par exemple sur un support de circuit électrique tel qu'une carte à circuit imprimé connue sous le sigle PCB en anglais pour « Printed Circuit Board ».

À titre d'exemple, le circuit d'alimentation électrique comporte des transistors (non représentés), chacun permettant d'autoriser ou non le passage du courant dans un nombre prédéfini de modules chauffants.

Les éléments résistifs sont destinés à être alimentés par une source d'alimentation électrique (non représentée), telle que des batteries, en provenance par exemple du véhicule. L'alimentation électrique des éléments résistifs est pilotée par modulation de largeur d'impulsions connue sous le sigle MLI ou PWM pour Pulse Width Modulation en anglais. L'unité de commande est configurée pour générer un signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions de l'alimentation électrique des éléments résistifs. Au moins deux sous-ensembles distincts d'éléments résistifs peuvent être pilotés de façon indépendante par modulation de largeur d'impulsions. L'alimentation électrique des éléments résistifs peut se faire en fonction d'une consigne de modulation de largeur d'impulsions, désignée par la suite par consigne PWM, ou en variante en fonction d'une consigne de puissance électrique. Dans le cas d'une consigne PWM, le dispositif est contrôlé en boucle ouverte. À l'inverse, dans le cas d'une consigne de puissance électrique, le dispositif est contrôlé en boucle fermée.

En se référant à la figure 1, on décrit un procédé de détection de surchauffe pour un tel dispositif de chauffage électrique, permettant de détecter en temps réel une éventuelle surchauffe de ce dispositif, en surveillant l'évolution d'un ou

plusieurs paramètres en prenant en compte la tension d'alimentation $U_{battery}$ et/ou le rapport cyclique du signal de pilotage PWM.

5 Il est possible de faire ce contrôle pour tous les modules chauffants, ou indépendamment pour chaque sous-ensemble de modules chauffants commandé par un transistor ou plusieurs transistors. Ceci permet notamment de détecter différents points chauds par exemple lorsque le dispositif de chauffage électrique équipe une installation de chauffage et/ou ventilation et/ou climatisation dite multi-zones, et que dans ce cas les modules chauffants peuvent être dédiés au chauffage de zones distinctes de l'habitacle.

10 La stratégie varie également en fonction de la nature des éléments résistifs, par exemple selon qu'il s'agit d'éléments résistifs de type à coefficient de température positif ou négatif.

15 Selon une variante de réalisation, on peut prévoir une étape E0 d'activation ou d'initialisation du procédé. À cet effet, selon un exemple illustratif et non limitatif, on peut notamment envisager de surveiller la tension d'alimentation $U_{battery}$, et activer le procédé lorsque la tension d'alimentation $U_{battery}$ atteint ou dépasse une certaine tension limite.

20 De façon générale, le procédé peut comprendre une étape E1 dans laquelle on relève ou mesure la tension d'alimentation $U_{battery}$. Cette étape E1 peut être mise en œuvre par un capteur de mesure de tension. La tension d'alimentation $U_{battery}$ peut être constante.

25 Lors d'une étape E2, on relève ou mesure la valeur de l'intensité i_{system_max} ou $i_{subsystem_max}$ du courant électrique parcourant un nombre prédéfini d'éléments résistifs voire l'ensemble des éléments résistifs du dispositif de chauffage électrique. Il s'agit de relever la consommation de courant du ou des modules chauffants d'un sous-ensemble dont on veut surveiller un paramètre. On mesure par exemple le courant instantané qui parcourt les éléments résistifs. Cette étape E2 peut être mise en œuvre par un capteur de mesure de courant. Dans la suite
30 de la description, on désigne par $i_{(sub)system}$ avec « sub » entre parenthèse, la valeur de l'intensité du courant électrique parcourant un sous-ensemble, respectivement l'ensemble des éléments résistifs.

Le courant mesuré est par exemple le courant instantané maximum ou au niveau d'un pic, lorsque le signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions est à 100%.

5 Le procédé peut comprendre une étape E3, dans laquelle on relève le rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions du nombre prédéfini d'éléments résistifs PWM_system ou PWM_subsystem. Dans la suite de la description, on désigne par PWM_(sub)system avec « sub » entre parenthèse, le rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions pour un sous-ensemble, respectivement pour l'ensemble des éléments résistifs.

10 Par ailleurs, le paramètre à surveiller est un paramètre fonction de l'intensité de courant électrique.

Ce paramètre peut être la résistance électrique du nombre prédéfini d'éléments résistifs R_{system} ; $R_{subsystem}$, la puissance électrique du nombre prédéfini d'éléments résistifs P_{system} ; $P_{subsystem}$, l'intensité du courant électrique parcourant le nombre prédéfini d'éléments résistifs i_{system_max} ; $i_{subsystem_max}$, un multiple ou une puissance de l'intensité du courant électrique parcourant le nombre prédéfini d'éléments résistifs.

15

Le procédé peut comprendre une étape E4, dans laquelle on calcule la valeur d'au moins un paramètre fonction de l'intensité du courant électrique parcourant le nombre prédéfini d'éléments résistifs $i_{subsystem_max}$, voire l'ensemble des éléments résistifs i_{system_max} , pour la surveillance d'une surchauffe du dispositif de chauffage électrique. Cette étape E4 est mise en œuvre notamment lorsque le paramètre est différent de l'intensité de courant électrique.

20

La valeur du paramètre peut être calculée à partir de la tension d'alimentation $U_{battery}$ mesurée et de l'intensité du courant électrique $i_{(sub)system_max}$ mesurée parcourant le nombre prédéfini d'éléments résistifs.

25

On peut réaliser cette étape E4 pour un ou plusieurs sous-ensembles, c'est-à-dire pour un ou plusieurs ensembles de modules chauffants commandés par un ou plusieurs transistors, ou pour tout le système c'est-à-dire l'ensemble des éléments résistifs pour tous les modules chauffants.

30

À titre d'exemple non limitatif, les courbes des figures 2 et 3 illustrent des cas d'évolution en fonction du temps en secondes $t(s)$, de la température T du boîtier d'un dispositif de chauffage électrique, de la température T' d'un module chauffant

comprenant au moins un élément résistif CTP, dénommé par la suite module chauffant CTP, agencé dans ce boîtier, de la température T_{PCB} de la carte à circuit imprimé PCB pour la commande des éléments résistifs, par exemple relevée par un capteur additionnel tel qu'une sonde thermique à coefficient de température négatif CTN, ainsi que de la résistance R_{stone} électrique instantanée équivalente d'un élément résistif CTP du module chauffant et de la puissance électrique P et de l'intensité du courant électrique I parcourant l'élément résistif.

L'évolution de température T du boîtier, est illustrée par une ligne discontinue. L'évolution de température T' d'un module chauffant est illustrée par une ligne avec des cercles. L'évolution de température T_{PCB} de la carte à circuit imprimé PCB est illustrée par une ligne avec des triangles. L'évolution de la résistance R_{stone} d'un élément résistif CTP tel qu'une pierre CTP en fonction de la température T est illustrée en trait plein. L'évolution de la puissance est illustrée par une ligne avec des losanges. L'évolution de la puissance est illustrée par une ligne avec des losanges.

Le graphe de la figure 2 représente des conditions normales d'utilisation, notamment en ce qui concerne le débit d'air et la température du flux d'air. On constate sur ce graphe que les températures T , T' et T_{PCB} restent modérées, et la résistance électrique R_{stone} d'un élément résistif CTP reste faible.

Le graphe de la figure 3 représente des conditions non régulières d'utilisation, notamment en cas d'absence de circulation du flux d'air et une température élevée du flux d'air. On constate sur ce graphe que la température T' du module chauffant augmente très rapidement, alors que la température du boîtier T augmente plus lentement, et la température T_{PCB} au niveau de la carte à circuit imprimé PCB détectée par le capteur augmente encore plus lentement.

Au contraire, la résistance électrique R_{stone} de l'élément résistif CTP augmente très rapidement, comme la température T' du module chauffant. La puissance P décroît quant à elle très rapidement. Enfin, l'intensité I décroît. La surveillance de la résistance électrique, de la puissance électrique ou de l'intensité du courant électrique permet d'évaluer de façon indirecte une surchauffe.

Plusieurs paramètres peuvent être utilisés de façon complémentaire pour la surveillance d'une surchauffe du dispositif de chauffage électrique lors de la mise en œuvre du procédé.

À l'étape E5, on définit pour le paramètre choisi, une valeur seuil de détection qui est représentative d'une surchauffe du dispositif de chauffage électrique. Pour chaque sous-ensemble piloté indépendamment, on définit de façon indépendante des valeurs seuils de détection du paramètre choisi, selon la nature et/ou le nombre des éléments résistifs du sous-ensemble.

Cette valeur seuil de détection peut être définie en fonction de la tension d'alimentation $U_{battery}$ mesurée. Dans ce cas, l'étape E1 est mise en œuvre au préalable, comme schématisé par les flèches en pointillés entre E1 et E5 sur la figure 1.

En variante ou en complément, la valeur seuil de détection peut être définie en fonction de la valeur relevée du rapport cyclique du signal de pilotage PWM_(sub)system. Dans ce cas, l'étape E3 est mise en œuvre au préalable, comme schématisé par les flèches en pointillés entre E3 et E5 sur la figure 1. En particulier lorsque les éléments résistifs sont alimentés avec une consigne de puissance, on peut définir une valeur seuil de détection du paramètre choisi en fonction seulement de la tension d'alimentation $U_{battery}$ sans dépendre du rapport cyclique du signal de pilotage. Une telle solution nécessite moins de mémoire.

La valeur seuil de détection peut être définie en fonction du couple de la tension d'alimentation $U_{battery}$ mesurée et de la valeur relevée du rapport cyclique du signal de pilotage PWM_(sub)system, offrant alors une matrice de valeurs seuil de détection possibles en fonction d'une large plage de tensions mais également du rapport cyclique du signal de pilotage PWM_(sub)system. Dans ce cas, à la fois l'étape E1 et l'étape E3 sont mises en œuvre au préalable.

En particulier, pour un dispositif haute tension, la valeur seuil de détection peut être définie en fonction de la tension d'alimentation $U_{battery}$ et éventuellement du rapport cyclique du signal de pilotage PWM_(sub)system. Dans le cas d'un dispositif basse tension, la valeur seuil de détection peut être définie seulement en fonction du rapport cyclique du signal de pilotage PWM_(sub)system.

Lors d'une étape E6, on compare la valeur dudit paramètre calculée à l'étape E4 lorsqu'il est différent de l'intensité de courant électrique, ou la valeur dudit paramètre mesurée à l'étape E2, lorsqu'il s'agit de l'intensité de courant électrique, à la valeur seuil de détection déterminée par exemple à l'étape E5 ou prédéterminée.

Cette étape E6 peut être mise en œuvre par un moyen de traitement tel qu'un comparateur. En fonction du résultat de comparaison, on peut détecter une surchauffe. Autrement dit, si la valeur du paramètre, calculée à l'étape E4 ou mesurée à l'étape E2, atteint voire dépasse la valeur seuil de détection, cela correspond à une surchauffe dudit dispositif. La valeur du paramètre peut dépasser la valeur seuil de détection, en étant supérieure ou inférieure, selon la nature de ce paramètre et selon la nature des éléments résistifs. Dans ce cas, une ou plusieurs actions contre cette surchauffe, non détaillées par la suite, peuvent être mises en œuvre. Dans le cas contraire, les étapes du procédé peuvent être réitérées jusqu'à la détection d'une surchauffe à l'étape E6.

Selon une première approche, du fait de l'évolution de la résistance électrique en fonction de la température, un ou le paramètre peut être la résistance électrique des modules chauffants.

Sur la figure 4, on a représenté à titre d'exemple illustratif l'évolution de la résistance électrique en fonction de sa température pour un élément résistif à coefficient de température positif.

De façon classique la résistance électrique de l'élément résistif à coefficient de température positif évolue en fonction de sa température. On constate une première phase P1, dans laquelle la résistance électrique diminue jusqu'à atteindre un minimum R_{stone_min} , tandis que la température augmente, ce qui correspond à un comportement de coefficient en température négatif (CTN). Durant cette première phase P1, la température se situe dans une plage de 0°C (voire de températures négatives) à une température de l'ordre de 80°C à 140°C. Dans l'exemple illustré, la résistance électrique atteint le minimum R_{stone_min} , pour une température autour de 120°C, 130°C.

Puis, après avoir atteint le minimum R_{stone_min} , lors d'une deuxième phase P2, la résistance électrique augmente avec la température. Cette deuxième phase P2 présente deux sections P2a, P2b. La résistance électrique croît d'abord lentement (section P2a) jusqu'à atteindre deux fois la valeur minimale $2R_{stone_min}$ et une température appelée température de référence T_{ref} (ou température de Curie), par exemple autour de 150°C, puis de façon exponentielle (section P2b), la résistance électrique respectant l'équation (1) suivante :

(1) $\log(R) = \alpha.T + \beta$ (avec α et β étant fonction des propriétés des éléments résistifs CTP).

À partir d'une température donnée, par exemple autour de 210°C, 220°C, correspondant à une résistance électrique extrêmement élevée, on observe une
5 troisième phase P3 durant laquelle la résistance électrique diminue de nouveau avec l'augmentation de la température.

À l'inverse, pour un élément résistif à coefficient de température négatif CTN, la résistance électrique, dont l'évolution en fonction de la température n'est pas illustrée, diminue en fonction de la température.

10 Selon cette première approche, le procédé peut être activé lorsque la tension d'alimentation $U_{battery}$ atteint ou dépasse une certaine tension limite. En effet, tant que la tension d'alimentation est en dessous de la tension limite, on ne cherche pas à évaluer la résistance électrique. En effet, en dessous de cette tension limite, la résistance électrique ne va pas atteindre la valeur minimum R_{stone_min} , c'est-à-
15 dire le point le plus bas de la courbe en se référant à la figure 4. Cette tension limite est définie en fonction des paramètres de chaque dispositif de chauffage électrique auquel l'invention peut s'appliquer.

Dans le cas d'éléments résistifs CTP, à l'étape E4, on calcule la résistance électrique du nombre prédéfini d'éléments résistifs $R_{subsystem}$ voire de l'ensemble
20 des éléments résistifs R_{system} . Cette détermination est réalisée à partir de la mesure de la tension d'alimentation $U_{battery}$ et de la mesure de l'intensité du courant électrique i_{system_max} , $i_{subsystem_max}$. Cette étape E4 peut être mise en œuvre par un moyen de traitement tel qu'un ordinateur.

On peut réaliser cette détermination pour un ou plusieurs sous-ensembles,
25 c'est-à-dire pour un ou plusieurs ensembles de modules chauffants commandés par un ou plusieurs transistors, ou pour tout le système c'est-à-dire l'ensemble des éléments résistifs pour tous les modules chauffants. Dans la suite de la description, on désigne par $R_{(sub)system}$ avec « sub » entre parenthèse, la résistance électrique pour un sous-ensemble, respectivement pour l'ensemble des éléments résistifs.

30 Lors de l'étape E5, on peut définir une valeur seuil de détection de résistance électrique $R_{subsystem_lim}$ ou R_{system_lim} en fonction de la tension d'alimentation $U_{battery}$ mesurée et/ou de la valeur relevée du rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions du nombre prédéfini

d'éléments résistifs PWM_system ; PWM_subsystem. Cette étape E5 peut être mise en œuvre par un moyen de traitement tel qu'un ordinateur.

5 Lorsque le contrôle est effectué pour un sous-ensemble, cette valeur seuil de détection de résistance électrique est désignée par R_subsystem_lim, et lorsqu'il s'agit d'un contrôle pour tout le système cette valeur seuil de détection de résistance électrique est désignée par R_system_lim. Si l'on détermine la résistance de différents sous-ensembles ayant des propriétés différentes pour chacun d'eux, notamment des résistances électriques des éléments résistifs différentes, un nombre d'éléments résistifs par sous-ensemble différent, et/ou un nombre de modules chauffant différent par sous-ensemble, il est possible d'affecter pour chaque sous-ensemble une valeur seuil de détection différente. Dans la suite de la description, on désigne par R_(sub)system_lim avec « sub » entre parenthèse, la valeur seuil de détection de résistance électrique définie pour un sous-ensemble, respectivement pour l'ensemble des éléments résistifs.

15 En particulier, lorsque les éléments résistifs sont du type à coefficient de température positif, la valeur seuil de détection R_(sub)system_lim correspond à une résistance électrique maximale, qui est fonction d'une valeur seuil de détection R_stone_lim pour un élément résistif.

20 Comme cela est visible sur la figure 4, la courbe d'évolution de la résistance électrique d'un élément résistif en fonction de la température n'est pas bijective, au moins durant les phases P1 et P2a, c'est-à-dire qu'une même résistance électrique peut correspondre à deux températures différentes. En effet, pour une température donnée, la résistance électrique d'un élément résistif R_stone dépend en plus de la tension d'alimentation U_battery (figure 1). Il en résulte que la résistance électrique maximale R_(sub)system_lim, dépend également de la tension d'alimentation U_battery. La résistance électrique maximale R_(sub)system_lim pour un sous-ensemble ou pour l'ensemble des éléments résistifs vérifie donc la relation (2) suivante :

$$(2) R_{(sub)system_lim} = g(R_{stone_lim} ; U_{battery}).$$

30 Il est possible d'adapter la valeur de la résistance électrique maximale R_(sub)system_lim en fonction de la plage de tension de la tension d'alimentation.

Cette valeur seuil de détection dépend notamment de façon non exhaustive des caractéristiques des éléments résistifs, des limites du dispositif de chauffage, de

l'environnement dans lequel ledit dispositif est intégré et des contraintes liées à l'application.

Enfin, la valeur seuil de détection de résistance électrique $R_{(sub)system_lim}$ peut être définie avec une valeur suffisamment élevée, pour s'assurer de détecter l'apparition d'un problème uniquement en cas de surchauffe et non dans le cas d'une température très basse qui empêcherait au contraire le dispositif de chauffage électrique de chauffer si une action contre la surchauffe était mise en œuvre.

À l'étape E6, la valeur de la résistance électrique $R_{(sub)system}$ calculée à l'étape E4 est comparée à la valeur seuil de détection de résistance électrique $R_{(sub)system_lim}$ déterminée à l'étape E5.

Il y a détection d'une surchauffe, si la valeur de la résistance électrique déterminée $R_{(sub)system}$ est supérieure ou égale à la valeur seuil de détection de résistance électrique $R_{(sub)system_lim}$ pour des éléments résistifs à coefficient de température positif, c'est-à-dire si l'une des relations (3) ou (3') suivante est vérifiée :

$$(3) R_{(sub)system} = \frac{U_{battery}}{i_{(sub)system_max}} > R_{(sub)system_lim}$$

$$(3') U_{battery} > R_{(sub)system_lim} \times i_{(sub)system_max}.$$

Lorsque les éléments résistifs sont du type à coefficient de température négatif CTN, les rapports sont inversés par rapport aux éléments résistifs à coefficient de température positif CTP. Une différence par rapport aux étapes du procédé précédemment décrites concernant les éléments résistifs CTP, est que la valeur seuil de détection $R_{(sub)system_lim}$ déterminée à l'étape E5 correspond par exemple à une résistance électrique minimale. Si, à la suite de la comparaison à l'étape E6, la valeur de la résistance électrique déterminée $R_{(sub)system}$ déterminée à l'étape E4 est inférieure à la valeur seuil de détection de résistance électrique $R_{(sub)system_lim}$ déterminée à l'étape E5, cela correspond à la détection d'une surchauffe.

Selon une deuxième approche, un ou le paramètre peut être la puissance électrique du nombre prédéfini d'éléments résistifs. Cette deuxième approche peut être mise en œuvre en variante ou en complément de la première approche.

Seules les différences par rapport à la première approche sont détaillées ci-après. À l'étape E4, on calcule la puissance électrique du nombre prédéfini

d'éléments résistifs $P_{\text{subsystem}}$ voire de l'ensemble des éléments résistifs P_{system} . Dans la suite de la description, on désigne par $P_{(\text{sub})\text{system}}$ avec « sub » entre parenthèse, la puissance électrique pour un sous-ensemble, respectivement pour l'ensemble des éléments résistifs. Pour cette deuxième approche, le rapport cyclique relevé à l'étape E3 est également pris en compte pour le calcul de la puissance électrique à l'étape E4. En particulier, la puissance électrique est calculée en faisant le produit de l'intensité de courant électrique instantané, de la tension d'alimentation et du rapport cyclique.

Lors de l'étape E5, on peut définir une valeur seuil de détection de puissance électrique $P_{\text{subsystem_lim}}$ ou $P_{\text{system_lim}}$ en fonction de la tension d'alimentation U_{battery} et/ou du rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions du nombre prédéfini d'éléments résistifs $PWM_{(\text{sub})\text{system}}$ relevé. Cette étape E5 peut être mise en œuvre par un moyen de traitement tel qu'un calculateur. Lorsque le contrôle est effectué pour un sous-ensemble, cette valeur seuil de détection de puissance électrique est désignée par $P_{\text{subsystem_lim}}$, et lorsqu'il s'agit d'un contrôle pour tout le système cette valeur seuil de détection de puissance électrique est désignée par $P_{\text{system_lim}}$. Dans la suite de la description, on désigne par $P_{(\text{sub})\text{system_lim}}$ avec « sub » entre parenthèse, la valeur seuil de détection définie pour un sous-ensemble, respectivement pour l'ensemble des éléments résistifs.

À l'étape E6, la valeur de la puissance électrique $P_{(\text{sub})\text{system}}$ calculée à l'étape E4 est comparée à la valeur seuil de détection de résistance électrique $P_{(\text{sub})\text{system_lim}}$ déterminée à l'étape E5. Il y a détection d'une surchauffe, si la valeur de la puissance électrique $P_{(\text{sub})\text{system}}$ est inférieure ou égale à la valeur seuil de détection de puissance électrique $P_{(\text{sub})\text{system_lim}}$ pour des éléments résistifs à coefficient de température positif par exemple. À l'inverse, si la valeur de la puissance électrique déterminée $P_{(\text{sub})\text{system}}$ est supérieure à la valeur seuil de détection de puissance électrique $P_{(\text{sub})\text{system_lim}}$, pour des éléments résistifs CTN, une surchauffe est détectée.

Ceci est schématisé par exemple sur la figure 5a ou 5b dans le cas d'éléments résistifs CTP selon la consigne PWM ou la consigne de puissance électrique pour l'alimentation de ces éléments résistifs.

Dans l'exemple de la figure 5a, les éléments résistifs sont pilotés par une consigne PWM. Avec cette solution, à l'étape E5, la valeur seuil de détection de puissance électrique $P_{\text{subsystem_lim}}$ ou $P_{\text{system_lim}}$ dépend de la tension d'alimentation U_{battery} et du rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions.

Sur cette figure 5a, différentes phases de fonctionnement du dispositif sont illustrées. Les courbes de la consigne PWM, de la puissance électrique $P_{\text{(sub)system}}$, et du flux d'air F sont schématisées. Durant la phase A, le dispositif fonctionne sans anomalie, dans des conditions normales d'utilisation, notamment en ce qui concerne le débit d'air et la température du flux d'air. La phase B correspond à une baisse de flux d'air comme représenté par la courbe F , cette baisse de flux d'air peut par exemple être due à un arrêt de la ventilation. La fin de la phase B délimitée en pointillés correspond à une surchauffe du dispositif lorsque la puissance électrique déterminée $P_{\text{(sub)system}}$ atteint la valeur seuil de détection de résistance électrique $P_{\text{(sub)system_lim}}$. Ceci correspond à l'étape E6.

Dans l'exemple de la figure 5b, le dispositif est piloté par une consigne de puissance. En particulier, avec cette solution, à l'étape E5, on peut définir une valeur seuil de détection de puissance électrique $P_{\text{(sub)system_lim}}$ en fonction seulement de la tension d'alimentation U_{battery} sans dépendre du rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions. Une telle solution nécessite moins de mémoire qu'une solution, selon laquelle le seuil de détection dépendant de la tension d'alimentation et du rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions.

Comme précédemment, durant la phase A, le dispositif fonctionne sans anomalie, dans des conditions normales d'utilisation, notamment en ce qui concerne le débit d'air et la température du flux d'air. La phase B correspond à une baisse de flux d'air, par exemple en cas d'arrêt de la ventilation, comme représenté par la courbe F . Durant cette phase B, la température des éléments résistifs monte, le rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions $PWM_{\text{(sub)system}}$ s'emballe, par exemple jusqu'à 100%, pour éviter une baisse de puissance. Durant la phase C, la puissance électrique diminue progressivement. Lorsque la puissance électrique $P_{\text{(sub)system}}$ atteint la valeur seuil de détection de

puissance électrique $P_{(sub)system_lim}$, cela correspond à une surchauffe et la détection se fait à l'étape E6.

5 Cette variante permet d'autoriser le rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions $PWM_{(sub)system}$ à augmenter jusqu'à 100% par exemple et donc de laisser le dispositif s'échauffer puis d'attendre que la puissance diminue suffisamment avant de mettre en œuvre une action contre la surchauffe par exemple. Ceci peut permettre d'éviter une fausse détection de surchauffe. Dans ce cas, il n'y aurait pas forcément besoin de chercher à s'assurer que l'on soit bien à droite (phase P2) de la courbe $R(T)$ en référence à la figure 4, 10 puisqu'en laissant le rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions évoluer librement on laisse le dispositif aller vers la droite de cette courbe (phase P2).

Cette variante avec une consigne en puissance peut s'appliquer également lorsque le paramètre surveillé est la résistance.

15

Selon encore une troisième approche, un ou le paramètre peut être l'intensité du courant électrique parcourant le nombre prédéfini d'éléments résistifs i_{system_max} ; $i_{subsystem_max}$. Dans ce cas le paramètre est relevé à l'étape E2 sans étape de calcul E4.

20

Cette troisième approche peut être mise en œuvre en variante ou en complément de la première approche et/ou de la deuxième approche.

25 Cette troisième approche diffère de la deuxième approche par le fait qu'on définit à l'étape E5 une valeur seuil de détection d'intensité de courant électrique $i_{system_max_lim}$; $i_{subsystem_max_lim}$, en fonction de la tension d'alimentation $U_{battery}$ et/ou du rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions du nombre prédéfini d'éléments résistifs PWM_{system} ; $PWM_{subsystem}$.

30 L'intensité du courant électrique mesurée $i_{(sub)system_max}$ à l'étape E2 est comparée à cette valeur seuil de détection d'intensité de courant électrique $i_{(sub)system_max_lim}$ à l'étape E6 et si l'intensité du courant électrique mesurée $i_{(sub)system_max}$ est inférieure ou égale à la valeur seuil de détection d'intensité de courant électrique $i_{(sub)system_max_lim}$ pour des éléments résistifs à coefficient de température positif, cela permet la détection d'une surchauffe. À

l'inverse, si l'intensité du courant électrique mesurée $i_{\text{system_max}}$ est supérieure, à la valeur seuil de détection d'intensité de courant électrique $i_{\text{system_max_lim}}$ pour des éléments résistifs à coefficient de température négatif, une surchauffe est détectée.

5 Comme précédemment les éléments résistifs peuvent être alimentés avec une consigne PWM. En variante, les éléments résistifs peuvent être alimentés avec une consigne en puissance. Dans ce dernier cas, durant la phase B, la température des éléments résistifs monte, le rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions $\text{PWM}_{\text{system}}$ s'emballé par exemple jusqu'à 100%.
10 Durant la phase C l'intensité de courant électrique diminue progressivement jusqu'à atteindre la valeur seuil de détection d'intensité de courant électrique $i_{\text{system_max_lim}}$, qui correspond à une surchauffe et la détection se fait à l'étape E6.

15 Cette variante permet d'autoriser le rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions à augmenter jusqu'à 100% par exemple et donc de laisser le dispositif s'échauffer puis d'attendre que le courant diminue suffisamment et devienne trop faible avant de mettre en œuvre une action contre la surchauffe par exemple.

20 Le paramètre peut encore être un multiple ou une puissance de l'intensité du courant électrique parcourant le nombre prédéfini d'éléments résistifs qui peut par exemple être calculé à l'étape E4. On peut citer de façon non exhaustive le carré ou le cube de l'intensité du courant électrique, le double de l'intensité du courant électrique ou encore le rapport de l'intensité du courant électrique sur le rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions.

25 Par ailleurs, dans la description ci-dessus, on a indexé les étapes E0 à E6, première étape, deuxième étape, et ainsi de suite. Il s'agit d'un simple indexage pour différencier et dénommer les différentes étapes du procédé. Cette indexation n'implique pas forcément une priorité d'une étape par rapport à une autre. L'ordre de
30 certaines étapes de ce procédé peut être interverti sans sortir du cadre de la présente description. Cette indexation n'implique pas non plus un ordre dans le temps. Certaines étapes peuvent par exemple être réalisées en même temps.

Le procédé selon l'une ou l'autre des variantes décrites précédemment peut comprendre en outre au moins une étape de vérification, dans laquelle on vérifie si un autre critère du dispositif de chauffage électrique est représentatif d'une surchauffe.

5 L'autre critère est par exemple la température d'un support de circuit électrique sur lequel est monté un circuit d'alimentation électrique des éléments résistifs. Lors de l'étape de vérification, la température du support de circuit électrique est relevée et lorsque la température relevée atteint ou dépasse un seuil prédéfini représentatif de la surchauffe du dispositif de chauffage électrique, cela confirme que le dispositif est
10 en surchauffe. Cette étape peut être mise en œuvre par un capteur de température, tel qu'une sonde thermique à coefficient de température négatif.

En variante ou en complément, un autre critère est l'évolution du paramètre choisi en fonction de l'augmentation du rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions. Lors de l'étape de vérification, on vérifie si
15 l'évolution du paramètre lorsque le rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions augmente est représentative d'une surchauffe du dispositif de chauffage électrique. Par exemple, de façon non limitative, si le paramètre est la résistance électrique R_{system} d'un nombre prédéfini d'éléments résistifs à coefficient de température positif, on vérifie si la résistance
20 électrique augmente lorsque le rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions augmente, ou si le paramètre est la puissance électrique ou l'intensité de courant électrique parcourant les éléments résistifs à coefficient de température positif, on vérifie si la puissance électrique ou l'intensité de courant électrique diminue lorsque le rapport cyclique du signal de pilotage par modulation
25 de largeur d'impulsions augmente.

La mise en œuvre du procédé de détection de surchauffe tel que décrit précédemment peut se faire par une unité de commande. En particulier, le procédé de détection de surchauffe peut être mis en œuvre par l'unité de commande déjà prévue
30 pour commander les modules chauffants du dispositif de chauffage électrique.

L'unité de commande est donc configurée pour surveiller une surchauffe selon le procédé de détection décrit précédemment. À cet effet, l'unité de commande

comporte au moins un moyen de traitement pour mettre en œuvre les étapes du procédé décrit précédemment.

L'unité de commande comporte par exemple un capteur de mesure de tension pour mesurer ou relever la tension d'alimentation $U_{battery}$.

5 L'unité de commande comporte par exemple un capteur de mesure de courant pour mesurer ou relever le courant $i_{(sub)system_max}$ parcourant le nombre prédéfini d'éléments résistifs voire l'ensemble des éléments résistifs.

10 L'unité de commande comporte par exemple un moyen de traitement pour déterminer ou relever le rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions du nombre prédéfini d'éléments résistifs $PWM_{(sub)system}$.

L'unité de commande peut comporter par exemple un calculateur pour calculer la valeur d'au moins un paramètre fonction de l'intensité du courant électrique pour la surveillance d'une surchauffe du dispositif de chauffage électrique, lorsque le paramètre est différent de l'intensité de courant électrique, par exemple
15 pour calculer la résistance électrique des éléments résistifs $R_{(sub)system}$ à partir des mesures de la tension d'alimentation $U_{battery}$ et du courant $i_{(sub)system_max}$.

Les ou d'autres moyens de calcul peuvent également être configurés pour définir, en fonction de la valeur relevée du rapport cyclique du signal de pilotage par
20 modulation de largeur d'impulsions $PWM_{(sub)system}$ et/ou de la tension d'alimentation $U_{battery}$ mesurée, une valeur seuil de détection d'au moins un paramètre choisi, la valeur seuil de détection étant représentative d'une surchauffe du dispositif de chauffage électrique. Il peut s'agir par exemple une valeur seuil de détection de résistance électrique $R_{(sub)system_lim}$, une valeur seuil de puissance
25 électrique $P_{(sub)system_lim}$ ou encore d'intensité de courant électrique $i_{(sub)system_max_lim}$.

L'unité de commande comporte par exemple au moins un comparateur pour comparer la valeur du paramètre choisi à la valeur seuil de détection.

30 En particulier, lorsque le paramètre choisi est la résistance, le comparateur peut être configuré pour comparer le rapport de la tension d'alimentation sur le courant $\frac{U_{battery}}{i_{(sub)system_max}}$ à la valeur seuil de détection de résistance électrique $R_{(sub)system_lim}$. En alternative, afin de limiter le cout, le comparateur peut être configuré pour comparer la tension batterie $U_{battery}$ à un produit, plus précisément

le produit de la valeur seuil de détection de résistance électrique par l'intensité de courant électrique $R_{\text{system_lim}} \times i_{\text{system_max}}$.

L'unité de commande peut comporter un moyen de calcul ou microprocesseur pour déterminer en fonction des résultats des comparaisons s'il y a une surchauffe. 5 Notamment le microprocesseur peut évaluer si la valeur du paramètre choisi atteint voire dépasse (en étant supérieur ou inférieur selon la nature des éléments résistifs et le paramètre) le seuil de température prédéfini en fonction des résultats de comparaison et dans ce cas détecter une surchauffe.

L'unité de commande peut également comporter au moins un moyen de 10 traitement pour vérifier si un autre critère du dispositif de chauffage électrique est représentatif d'une surchauffe du dispositif.

Par exemple, on peut prévoir un capteur de température additionnel (non représenté sur les figures). L'unité de commande peut comporter ce capteur de température additionnel. Un tel capteur de température peut être placé sur la carte à 15 circuit imprimé PCB, par exemple en étant soudé, brasé, ou collé. Il peut s'agir d'une sonde thermique à coefficient de température négatif (CTN) dont la résistance électrique diminue de façon uniforme avec la température. En alternative, il peut s'agir d'une sonde thermique à coefficient de température positif (CTP), dont la résistance électrique augmente fortement avec la température.

L'unité de commande peut comporter par exemple un comparateur pour 20 comparer la température du support de circuit électrique relevée à un seuil prédéfini représentatif de la surchauffe du dispositif de chauffage. Le ou un autre moyen de calcul ou microprocesseur peut confirmer s'il y a une surchauffe en fonction des résultats des comparaisons lorsque la température relevée atteint ou dépasse le seuil 25 prédéfini représentatif de la surchauffe du dispositif de chauffage électrique.

En variante ou en complément, l'unité de commande peut comporter au moins un moyen de traitement pour surveiller l'évolution du paramètre choisi en fonction de l'augmentation du rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions. Le ou un autre moyen de calcul ou microprocesseur peut 30 vérifier si l'évolution du paramètre lorsque le rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions augmente est représentative d'une surchauffe du dispositif de chauffage électrique.

Ainsi, on peut détecter en temps réel une surchauffe de façon indirecte à l'aide d'un ou plusieurs paramètres fonction de l'intensité de courant électrique, afin d'éviter d'atteindre un niveau de température tellement élevé qui même sans déclencher un incendie risquerait de dégrader certains composants alentours.

- 5 De plus, aucun capteur supplémentaire n'est nécessaire pour surveiller la température du dispositif de chauffage électrique. Cependant, un tel capteur supplémentaire peut être utilisé en combinaison avec le procédé de détection de surchauffe indirect tel que décrit précédemment.

REVENDICATIONS

1. Procédé de détection de surchauffe pour un dispositif de chauffage électrique comportant une pluralité d'éléments résistifs configurés pour être alimentés électriquement par une source de tension électrique, dans lequel l'alimentation électrique des éléments résistifs est pilotée à l'aide d'un signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions, caractérisé en ce que ledit procédé comprend les étapes suivantes :
- mesurer la tension d'alimentation ($U_{battery}$) et/ou relever le rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions du nombre prédéfini d'éléments résistifs (PWM_{system} ; $PWM_{subsystem}$),
 - mesurer la valeur de l'intensité (i_{system_max} ; $i_{subsystem_max}$) du courant électrique parcourant un nombre prédéfini d'éléments résistifs,
 - définir, pour au moins un paramètre pour la surveillance d'une surchauffe dudit dispositif, une valeur seuil de détection en fonction dudit rapport cyclique (PWM_{system} ; $PWM_{subsystem}$) relevé et/ou de la tension d'alimentation ($U_{battery}$) mesurée, la valeur seuil de détection étant représentative d'une surchauffe du dispositif de chauffage électrique, ledit au moins un paramètre étant fonction de l'intensité du courant électrique,
 - calculer la valeur dudit au moins un paramètre fonction de l'intensité du courant électrique, lorsque ledit au moins un paramètre est différent de l'intensité du courant électrique,
 - comparer la valeur dudit au moins paramètre à la valeur seuil de détection, et
 - détecter une surchauffe lorsque la valeur dudit au moins un paramètre atteint la valeur seuil de détection.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'alimentation électrique des éléments résistifs est fonction d'une consigne de modulation de largeur d'impulsions.

3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'alimentation électrique des éléments résistifs est fonction d'une consigne de puissance.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la valeur dudit au moins un paramètre, lorsque ledit au moins un paramètre est différent de l'intensité du courant électrique, est calculée à partir de la tension d'alimentation ($U_{battery}$) mesurée et de la valeur de l'intensité du courant électrique (i_{system_max} ; $i_{subsystem_max}$) parcourant le nombre prédéfini d'éléments résistifs mesurée.
5
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit au moins un paramètre est choisi parmi :
10
 - la résistance électrique du nombre prédéfini d'éléments résistifs (R_{system} ; $R_{subsystem}$),
 - la puissance électrique du nombre prédéfini d'éléments résistifs (R_{system} ; $R_{subsystem}$),
 - 15 - l'intensité du courant électrique parcourant le nombre prédéfini d'éléments résistifs (i_{system_max} ; $i_{subsystem_max}$), un multiple ou une puissance de l'intensité du courant électrique parcourant le nombre prédéfini d'éléments résistifs (i_{system_max} ; $i_{subsystem_max}$).
- 20 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les éléments résistifs sont du type à coefficient de température positif ou négatif.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'intensité (i_{system_max} ; $i_{subsystem_max}$) du courant électrique mesurée
25 est l'intensité du courant électrique instantané parcourant le nombre prédéfini d'éléments résistifs, lorsque le signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions est de 100%.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant au moins une étape de vérification, pour vérifier si un autre critère du
30 dispositif de chauffage électrique est représentatif d'une surchauffe dudit dispositif.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel :

- au moins deux sous-ensembles d'éléments résistifs distincts sont pilotés de façon indépendante par modulation de largeur d'impulsions l'alimentation électrique, et dans lequel
- 5 - pour chaque sous-ensemble, des valeurs seuils dudit au moins un paramètre choisi sont définies de façon indépendante selon la nature et/ou le nombre des éléments résistifs du sous-ensemble.

10. Unité de commande pour un dispositif de chauffage électrique comportant une pluralité d'éléments résistifs configurés pour être alimentés électriquement par une source de tension électrique, l'unité de commande étant configurée pour
10 générer un signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions de l'alimentation électrique des éléments résistifs, caractérisée en ce que l'unité de commande comporte au moins un moyen de traitement pour :

- mesurer la tension d'alimentation ($U_{battery}$) et/ou relever le rapport cyclique du signal de pilotage par modulation de largeur d'impulsions du nombre prédéfini d'éléments résistifs (PWM_{system} ; $PWM_{subsystem}$),
- 15 - mesurer la valeur de l'intensité (i_{system_max} ; $i_{subsystem_max}$) du courant électrique parcourant un nombre prédéfini d'éléments résistifs,
- 20 - définir, pour au moins un paramètre pour la surveillance d'une surchauffe dudit dispositif, une valeur seuil de détection en fonction dudit rapport cyclique (PWM_{system} ; $PWM_{subsystem}$) relevé et/ou de la tension d'alimentation ($U_{battery}$) mesurée, la valeur seuil de détection étant représentative d'une surchauffe du dispositif de chauffage électrique, ledit au moins un paramètre étant fonction de
25 l'intensité du courant électrique,
- calculer la valeur dudit au moins un paramètre fonction de l'intensité du courant électrique, pour la surveillance d'une surchauffe du dispositif de chauffage électrique, lorsque ledit au moins un paramètre est différent de l'intensité du courant électrique,
30
- comparer la valeur dudit au moins paramètre à la valeur seuil de

détection, et

- détecter une surchauffe lorsque la valeur dudit au moins un paramètre atteint la valeur seuil de détection.

Fig. 1

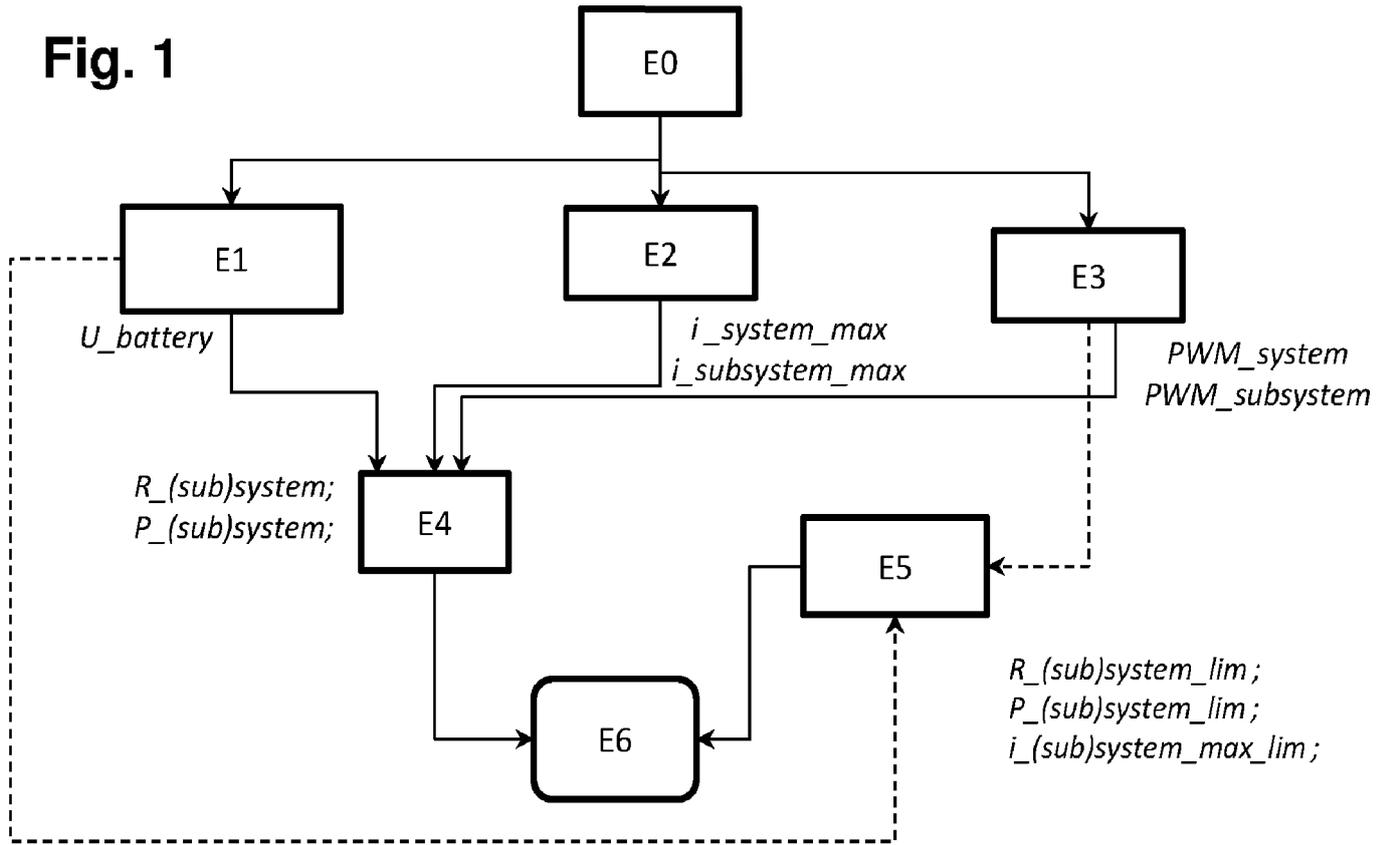
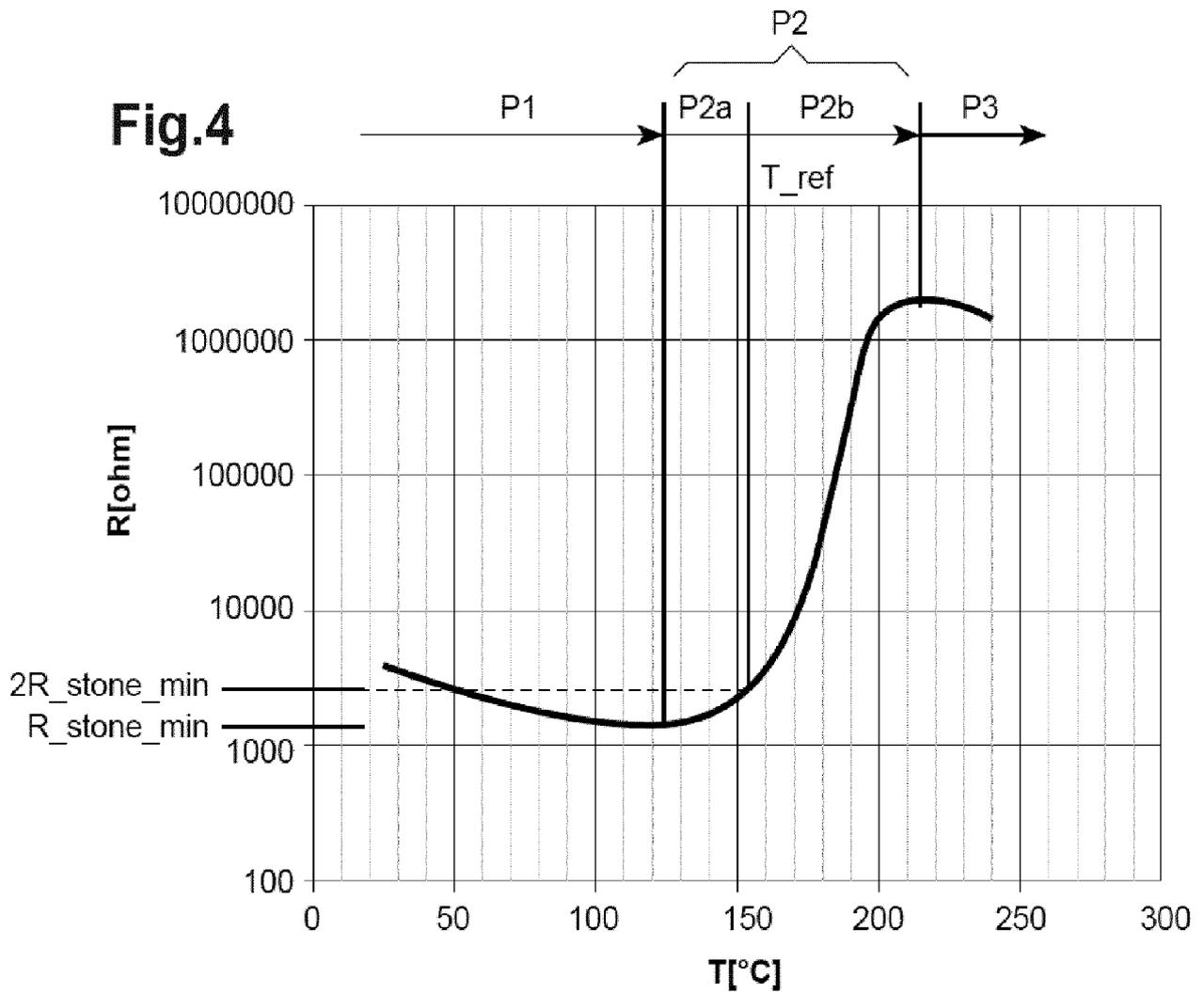


Fig.4



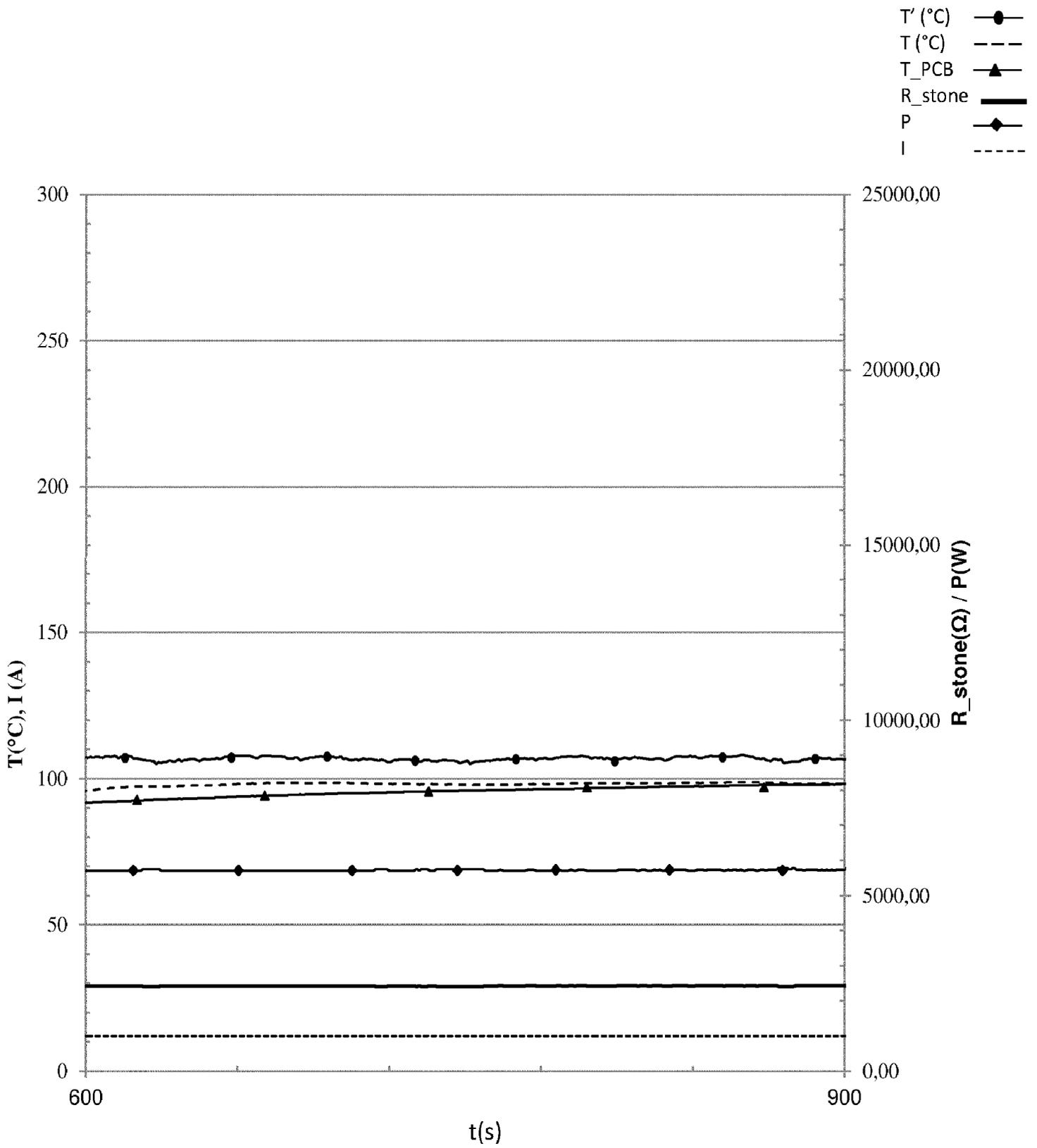


Fig. 2

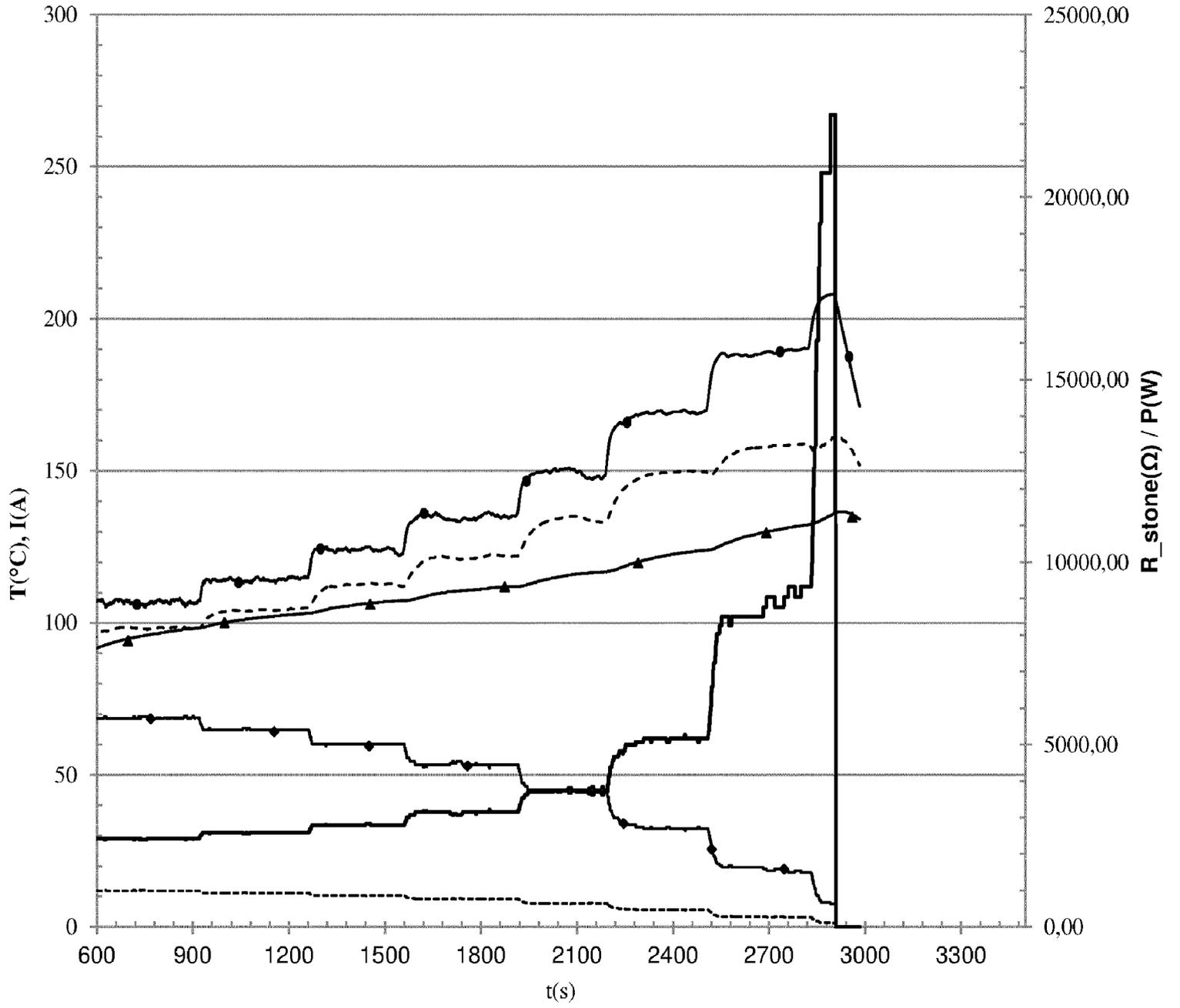
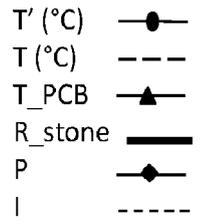


Fig. 3

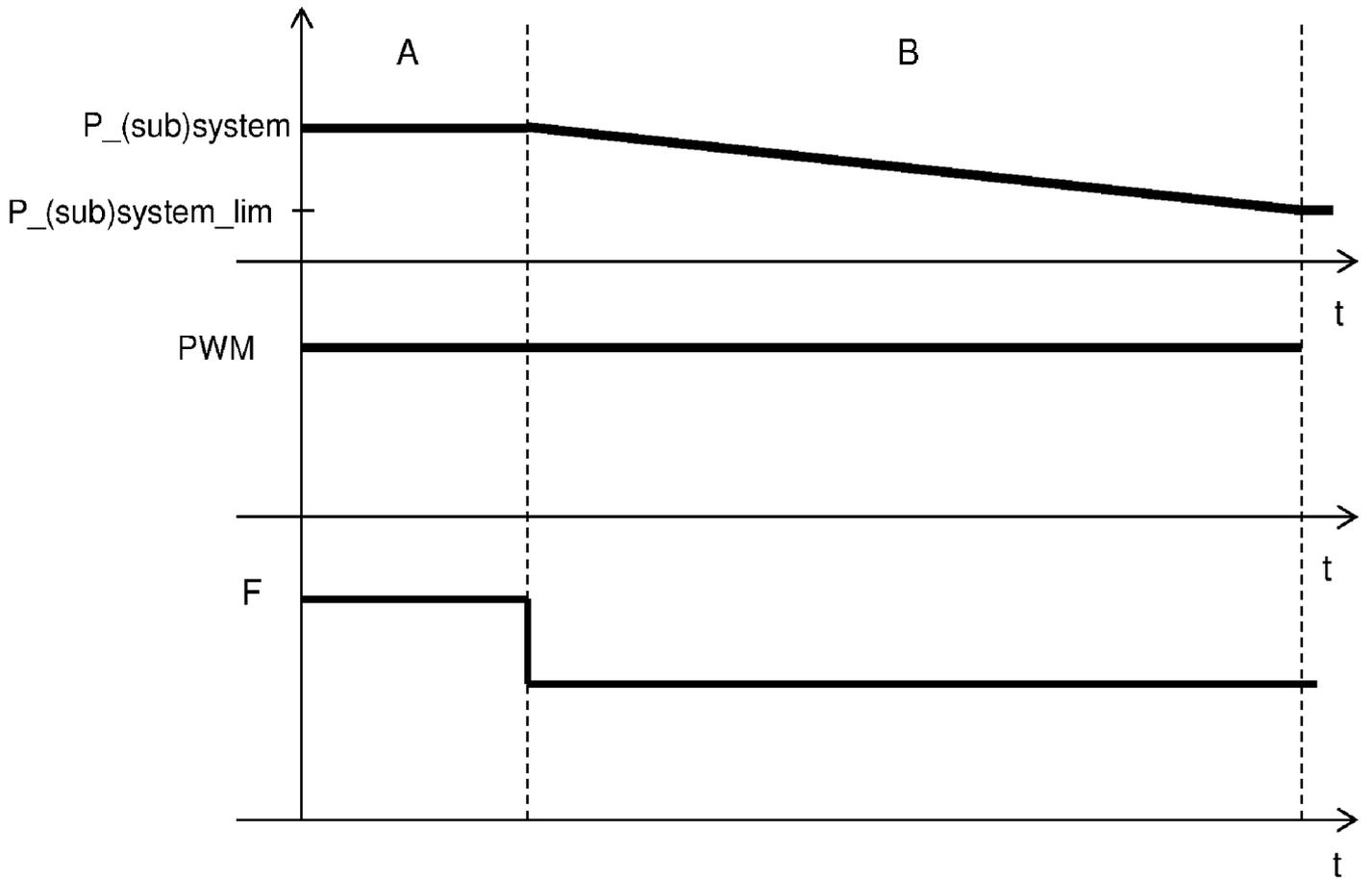


Fig. 5a

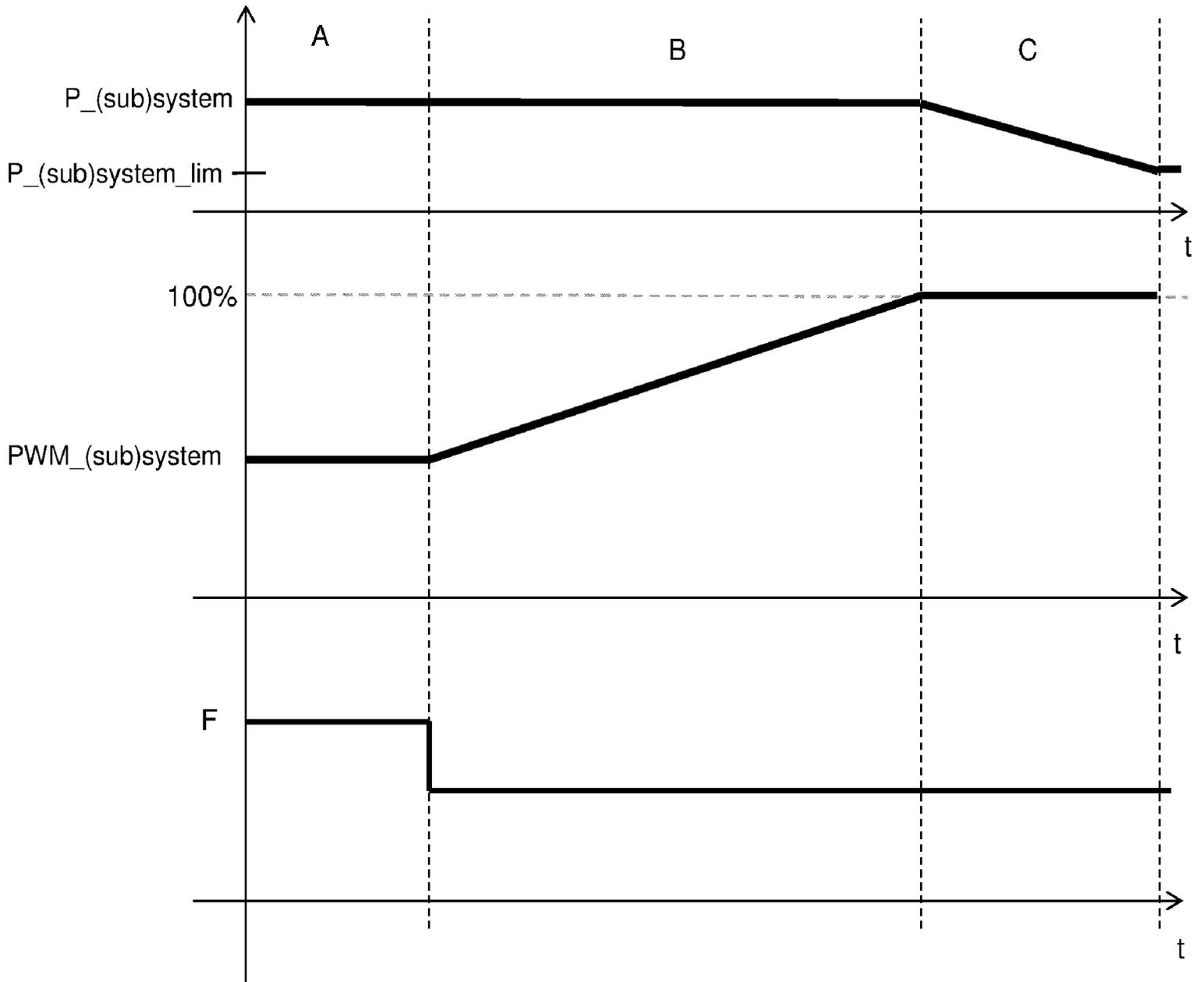


Fig. 5b

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche
N° d'enregistrement
nationalFA 860925
FR 1860227

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 10 2016 109039 A1 (DBK DAVID + BAADER GMBH [DE]) 17 août 2017 (2017-08-17) * abrégé * * alinéa [0004] - alinéa [0006] * * alinéa [0014] * * alinéa [0030] - alinéa [0053]; figures 1, 2 *	1-10	G01R19/32 G01R17/02 G01R31/40 H05B3/48 H05B1/02 H03L7/14
X	US 2015/122899 A1 (KANEKO SHUNSUKE [JP] ET AL) 7 mai 2015 (2015-05-07) * abrégé * * alinéa [0021] - alinéa [0055]; figures 1-3 *	1-10	
X	JP 2007 059097 A (EIWA DENKI KK) 8 mars 2007 (2007-03-08) * le document en entier *	1-10	
X	KR 2010 0130820 A (BOKUK ELECTRONIC CO LTD [KR]) 14 décembre 2010 (2010-12-14) * le document en entier *	1-10	
X	DE 10 2016 216295 A1 (DBK DAVID + BAADER GMBH [DE]) 1 mars 2018 (2018-03-01) * abrégé * * alinéa [0025] - alinéa [0044]; figures 1-4 *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G01R H05B
A	WO 2018/142064 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 9 août 2018 (2018-08-09) * abrégé * * page 7, ligne 26 - page 20, ligne 20; figures 1-7 *	1-10	
		----- -/--	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 septembre 2019		Bergado Colina, J	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 860925
FR 1860227

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	EP 2 772 820 A1 (EBERSPÄCHER CATEM GMBH & CO KG [DE]) 3 septembre 2014 (2014-09-03) * abrégé * * alinéa [0064] - alinéa [0110]; figures 1-13 *	1-10	
A	DE 10 2007 009731 A1 (YAZAKI CORP [JP]) 6 septembre 2007 (2007-09-06) * abrégé * * alinéa [0018] - alinéa [0073]; figures 1-6 *	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		12 septembre 2019	Bergado Colina, J
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1860227 FA 860925**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **12-09-2019**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102016109039 A1	17-08-2017	DE 102016109039 A1 EP 3417672 A1 WO 2017140783 A1	17-08-2017 26-12-2018 24-08-2017

US 2015122899 A1	07-05-2015	CA 2851811 A1 JP 5827535 B2 JP 2013082377 A US 2015122899 A1 WO 2013054853 A1	18-04-2013 02-12-2015 09-05-2013 07-05-2015 18-04-2013

JP 2007059097 A	08-03-2007	AUCUN	

KR 20100130820 A	14-12-2010	AUCUN	

DE 102016216295 A1	01-03-2018	CN 109644525 A DE 102016216295 A1 EP 3508029 A1 WO 2018041787 A1	16-04-2019 01-03-2018 10-07-2019 08-03-2018

WO 2018142064 A1	09-08-2018	FR 3062601 A1 WO 2018142064 A1	10-08-2018 09-08-2018

EP 2772820 A1	03-09-2014	AUCUN	

DE 102007009731 A1	06-09-2007	DE 102007009731 A1 JP 4732191 B2 JP 2007230278 A US 2007210072 A1	06-09-2007 27-07-2011 13-09-2007 13-09-2007
