



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
01.11.2017 Bulletin 2017/44

(51) Int Cl.:
F24F 11/00 (2006.01) G05D 23/19 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **17168597.7**

(22) Date de dépôt: **28.04.2017**

(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 MD

(72) Inventeurs:
• **MALISANI, Paul**
75018 PARIS (FR)
• **GASTIGER, Frédéric**
77210 AVON (FR)
• **SUPLICE, Béatrice**
92600 ASNIERES sur Seine (FR)

(30) Priorité: **28.04.2016 FR 1653822**

(74) Mandataire: **Regimbeau**
87 rue de Sèze
69477 Lyon Cedex 06 (FR)

(71) Demandeur: **Electricité de France**
75008 Paris (FR)

(54) **PROCEDE DE DETECTION DE DEFICIENCES D'UN DISPOSITIF DE CHAUFFAGE**

(57) L'invention concerne un procédé de détection de déficiences d'un dispositif de chauffage (10) en fonctionnement dans un milieu donné, comprenant la mise en oeuvre d'étapes de :

- (a) Mesure par une sonde (20) de la température dudit milieu au cours du temps ($T_{int}(t)$) sur un intervalle de temps donné ;
- (b) Détection d'un instant de variation à la hausse (Temps_Init) d'une consigne de température au cours du temps ($T_{cons}(t)$) ;
- (c) Détermination d'une durée, à partir dudit instant de variation à la hausse (Temps_Init), de relance (Durée_Relance) nécessaire pour que soit ladite température mesurée ($T_{int}(t)$) rattrape la consigne de température au cours du temps ($T_{cons}(t)$) à un seuil de réussite prédéterminé près, soit les moyens de traitement de données (30) détectent un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du temps ($T_{cons}(t)$) ;
- (d) Calcul d'une allure de chauffe (Allure) en fonction de ladite durée de relance (Durée_Relance) et de températures minimale et maximale (T_{min} , T_{max}) mesurées sur ladite durée de relance (Durée_Relance) ;
- (e) détermination d'un état déficient du dispositif (10) en fonction d'au moins ladite allure de chauffe (Allure) ;
- (f) Déclenchement d'une alarme si le dispositif (10) est déterminé comme présentant un état déficient.

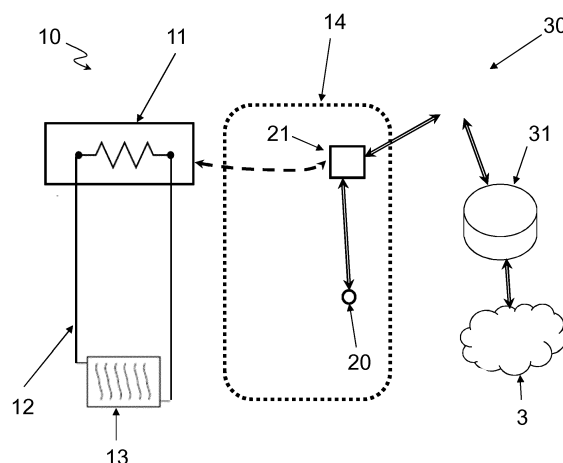


FIG. 1a

Description

DOMAINE TECHNIQUE GENERAL

[0001] La présente invention concerne un procédé de détection de déficiences d'un dispositif de chauffage.

ETAT DE L'ART

[0002] Les dispositifs de chauffage, et notamment les chaudières à gaz (qui brûlent du gaz pour chauffer de l'eau circulant dans un circuit afin de libérer sa chaleur au niveau de radiateurs) sont des équipements complexes subissant à longueur de journée des cycles d'allumage/extinction qui entraînent une usure, et la nécessité de maintenances régulières.

[0003] En particulier, les dispositifs de chauffage sont en général soumis à deux valeurs d'une consigne de température fournie par un thermostat, une haute (par exemple 20°C) typiquement associée aux périodes de présence active dans le logement (par exemple le matin et la soirée), et une plus basse (par exemple 18°C) typiquement associée aux périodes d'absence et de nuit.

[0004] Alors que les phases de consigne basse correspondent généralement à une baisse progressive de la température (le dispositif de chauffage étant éteint), les moments de passage de la consigne basse à la consigne haute (par exemple 7h et 18h) entraînent au contraire une remise en marche forcée appelée « relance ».

[0005] Un dysfonctionnement du dispositif de chauffage se traduit par un non-respect de la consigne : le thermostat envoie l'ordre de relance, mais celle-ci ne fonctionne pas, ce qui se traduit par une absence de remontée de la température intérieure, voire à une poursuite de la baisse. Cela se traduit par une sensation d'inconfort pour l'habitant, et peut signifier que la chaudière est en fin de vie ou mal connectée au thermostat.

[0006] Il est donc important de disposer de mécanismes de diagnostic de panne pour l'utilisateur, mais aussi pour l'entreprise qui gère la maintenance des équipements, de sorte à lui permettre d'optimiser la gestion de son parc. En effet, un diagnostic automatique permet de discriminer les appels des clients au service maintenance de sorte à améliorer la gestion des différents cas, en limitant les déplacements inutiles de techniciens/réparateurs. Il est également souhaitable de favoriser le remplacement efficace des systèmes défaillants, en détectant plus rapidement l'origine de la panne.

[0007] Ainsi, il a été proposé des solutions permettant de déterminer une température théorique du bâtiment chauffé, de sorte à la comparer à la température réelle. Cela nécessite toutefois d'avoir accès à des données supplémentaires, comme la température extérieure en temps réel ou le comportement du bâtiment, d'où des appels permanents à des données externes (serveur Web pour la météo), et l'obligation de coupler le service à un algorithme d'identification du bâtiment.

[0008] De telles méthodes sont complexes, propres à

chaque cas, et les sources d'erreurs sont nombreuses.

[0009] Alternativement, il a été proposé des méthodes de détection de pannes par reconnaissance de motifs et apprentissage, voir par exemple le document GB2524033.

[0010] De telles méthodes restent complexes, et ne sont pas fiables immédiatement faute de données en quantité suffisante.

[0011] Il serait par conséquent souhaitable de disposer d'une solution technique simple et universelle permettant de suivre efficacement et objectivement l'évolution de la performance d'un dispositif de chauffage, de sorte à permettre la détection rapide voire anticipée des défaillances de fonctionnement, l'identification de leur origine et l'identification des actions à prendre, ou de planifier des opérations de maintenance.

[0012] L'invention vient améliorer la situation.

PRESENTATION DE L'INVENTION

[0013] L'invention propose de pallier ces inconvénients en proposant selon un premier aspect un procédé de détection de déficiences d'un dispositif de chauffage en fonctionnement dans un milieu donné, comprenant la mise en oeuvre d'étapes de :

- (a) Mesure par une sonde de la température dudit milieu au cours du temps sur un intervalle de temps donné ;
- (b) Détection par des moyens de traitement de données d'un instant de variation à la hausse d'une consigne de température au cours du temps ;
- (c) Détermination par les moyens de traitement de données d'une durée, à partir dudit instant de variation à la hausse, de relance nécessaire pour que, soit ladite température mesurée rattrape la consigne de température au cours du temps à un seuil de réussite prédéterminé près, soit les moyens de traitement de données détectent un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du temps ;
- (d) Calcul par les moyens de traitement de données d'une allure de chauffe en fonction de ladite durée de relance et de températures minimale et maximale mesurées sur ladite durée de relance ;
- (e) détermination par les moyens de traitement de données d'un état déficient du dispositif en fonction d'au moins ladite allure de chauffe ;
- (f) Déclenchement par les moyens de traitement de données d'une alarme si le dispositif est déterminé comme présentant un état déficient.

[0014] Le procédé selon l'invention est avantageusement complété par les caractéristiques suivantes, prises seules ou en une quelconque de leur combinaison techniquement possible :

- l'état déficient du dispositif est choisi parmi :

- Arrêté complètement,
 - Arrêté temporairement, et/ou
 - Mal réglé.
- l'étape (b) comprend la vérification que, à l'issue d'une durée prédéterminée à partir dudit instant de variation à la hausse, la température mesurée n'ait pas décri de plus qu'un seuil de baisse prédéterminé, le dispositif étant dans le cas contraire directement déterminé dans un état arrêté complètement à l'étape (e) ;
 - le dispositif est déterminé dans un état mal réglé à l'étape (e) si l'allure de chauffe est supérieure à un premier seuil prédéterminé ;
 - le dispositif est déterminé dans un état très mal réglé à l'étape (e) si l'allure de chauffe est supérieure à un deuxième seuil prédéterminé supérieur au premier seuil prédéterminé ;
 - l'étape (d) est mise en oeuvre seulement si ladite température mesurée a rattrapé la consigne de température au cours du temps à un seuil de réussite prédéterminé près, ou si les moyens de traitement de données ont détecté un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du temps tel que la durée de relance déterminée est supérieure à un seuil de signification fonction de l'écart entre la température mesurée et la consigne de température à l'instant de variation à la hausse ;
 - le procédé est répété si les moyens de traitement de données ont détecté un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du temps tel que la durée de relance déterminée n'est pas supérieure au seuil de signification fonction de l'écart entre la température mesurée et la consigne de température à l'instant de variation à la hausse ;
 - si les moyens de traitement de données ont détecté un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du temps tel que la durée de relance déterminée est supérieure au seuil de signification fonction de l'écart entre la température mesurée et la consigne de température à l'instant de variation à la hausse, le dispositif est déterminé dans un état arrêté temporairement à l'étape (e) si à l'issue de la durée de relance la température mesurée a cru d'au moins d'une fraction prédéterminée de l'écart entre la consigne de température et la température mesurée audit instant de variation à la hausse ;
 - si les moyens de traitement de données ont détecté un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du temps tel que la durée de relance déterminée est supérieure au seuil de signification fonction de l'écart entre la température mesurée et la consigne de température à l'instant de variation à la hausse, le dispositif est déterminé dans un état arrêté complètement à l'étape (e) si à l'issue de la durée de relance la température mesurée n'a pas cru d'au moins une fraction prédéterminée de l'écart entre la consigne de température et la tem-

pérature mesurée audit instant de variation à la hausse ;

- le dispositif comprend un module de contrôle fournissant ladite consigne de température au cours du temps appliquée par le dispositif de chauffage, les moyens de traitement de données étant intégrés audit module de contrôle ;
- les moyens de traitement de données sont connectés à un réseau de communication, l'alarme de l'étape (f) étant déclenchée au niveau d'un équipement distant d'un opérateur du dispositif.

[0015] Selon un deuxième aspect, l'invention concerne un système de détection de déficiences d'un dispositif de chauffage en fonctionnement dans un milieu donné, comprenant :

- une sonde mesurant la température dudit milieu au cours du temps sur un intervalle de temps donné ;
- des moyens de traitement de données configurés pour mettre en oeuvre :

- un module de détection d'un instant de variation à la hausse d'une consigne de température au cours du temps ;

- un module de détermination d'une durée, à partir dudit instant de variation à la hausse, de relance nécessaire pour que, soit ladite température mesurée rattrape la consigne de température au cours du temps à un seuil de réussite prédéterminé près, soit soit détecté un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du temps ;

- un module de calcul d'une allure de chauffe en fonction de ladite durée de relance et de températures minimale et maximale mesurées sur ladite durée de relance ;

- un module de détermination d'un état déficient du dispositif en fonction d'au moins ladite allure de chauffe ;

- un module de déclenchement d'une alarme si le dispositif est déterminé comme présentant un état déficient.

[0016] Selon des caractéristiques avantageuses et non limitatives :

- le système est un thermostat du dispositif de chauffage comprenant en outre un module de contrôle du dispositif de chauffage ;
- les moyens de traitement de données étant mis en oeuvre par le module de contrôle.

[0017] Selon un troisième aspect, l'invention concerne un dispositif de chauffage comprenant un système selon le deuxième aspect.

PRESENTATION DES FIGURES

[0018] D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

- les figures 1a-1c sont des schémas de trois modes de réalisation d'un dispositif de chauffage en fonctionnement pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention ;
- les figures 2a-2b sont deux exemples de températures mesurées et consignes au cours du temps pour des dispositifs de chauffage dont l'un est fonctionnel et l'autre présente une déficience.

DESCRIPTION DETAILLEE

Architecture générale

[0019] En référence à la **figure 1a**, l'invention propose un procédé de détection de déficiences d'un dispositif de chauffage 10 en fonctionnement dans un milieu donné, typiquement l'air intérieur d'un bâtiment. On comprendra que ledit milieu donné peut être également l'eau d'un réservoir. Comme l'on verra plus loin, ledit milieu est un espace dont la température est régulée par des moyens adéquats.

[0020] Le dispositif 10 peut chauffer de façon directe ledit milieu (si par exemple il est un convecteur électrique), ou alternativement de façon indirecte en chauffant un fluide caloporteur (typiquement de l'eau). Dans le dernier cas, le dispositif 10 comprend typiquement une chaudière 11 (avec un ou plusieurs brûleurs à gaz, à mazout, etc. ou des moyens électriques tels qu'une ou plusieurs résistances, une pompe à chaleur etc.), chauffant de l'eau circulant dans un circuit 12 et cédant sa chaleur au milieu à chauffer via des radiateurs 13 lorsque le milieu est de l'air. Par chaudière 11, on entendra tout équipement capable de chauffer un fluide caloporteur liquide pour chauffer ledit milieu donné.

[0021] Dans la suite de la présente description, on prendra l'exemple préféré représenté sur les figures 1a-1c d'un dispositif 10 de chauffage de l'air d'un bâtiment (typiquement une habitation) comprenant une chaudière 11, un circuit 12 d'eau (ou un autre fluide caloporteur) et au moins un radiateur 13 en échange thermique avec l'air (qui forme ledit milieu donné).

[0022] Le dispositif 10 comprend également au moins une sonde de température 20 configurée pour émettre un signal représentatif de la température dudit milieu donné à chauffer, et un module de contrôle 21 dudit dispositif de chauffage 10 en fonction dudit signal émis par la sonde 20. L'ensemble de la sonde 20 et du module de contrôle 21 forme couramment un équipement unique 14 présentant la forme d'un boîtier, souvent fixé au mur, appelé thermostat.

[0023] Le dispositif 10 est dans un mode de fonction-

nement « normal » régulé en température. Pour cela, la ou les sondes 20 envoient en permanence ou par intermittence le signal représentatif de la température du milieu. Ce signal peut être un envoi de données représentant numériquement la température, ou un signal électrique dont un paramètre est fonction de la température.

[0024] Le module de contrôle 21 est typiquement une carte électronique qui déclenche ou non le chauffage en fonction de la température mesurée, de consignes, et de nombreux autres paramètres éventuels (programmation, saison, plages horaires, heures creuses/heures pleines, usages habituels de l'utilisateur, etc.).

[0025] De façon générale, un dispositif de chauffage 10 est configuré pour réguler la température du milieu en fonction d'une température de consigne qui est une fonction du temps qu'on désignera $T_{cons}(t)$.

[0026] Il y a le plus souvent au moins deux valeurs de températures de consigne dont une température de « confort » qui est la température moyenne souhaitée dans des plages correspondant à une présence de l'utilisateur, et une température de « nuit » qui est la température moyenne souhaitée dans des plages d'absence de l'utilisateur et de nuit.

[0027] Ainsi, la température de consigne en fonction du temps est généralement une fonction en escaliers. Dans le cadre du présent procédé, n'importe quelle fonction $T_{cons}(t)$ définie par morceaux sur un intervalle de fonctionnement donné (typiquement une journée) peut être utilisée, y compris une fonction comprenant des rampes, des fragments non linéaires, etc.

[0028] A tout instant, le module de contrôle 21 est ainsi configuré pour activer la chaudière 11 lorsque le signal reçu est représentatif d'une température inférieure à la température de consigne $T_{cons}(t)$, et/ou configuré pour désactiver la chaudière 11 lorsque le signal reçu est représentatif d'une température supérieure à la température de consigne $T_{cons}(t)$.

[0029] En pratique, un léger phénomène d'hystérésis fait que le module de contrôle 21 est plutôt configuré pour activer la chaudière 11 lorsque le signal reçu est représentatif d'une température inférieure à $T_{cons}(t) - \varepsilon$, et désactiver la chaudière 11 lorsque le signal reçu est représentatif d'une température supérieure à $T_{cons}(t) + \varepsilon$ (l'écart induit de 2ε est généralement d'environ 3°C). Cela évite une sorte d'oscillation rapide inutile autour de la température de consigne.

[0030] Ainsi, tant que la chaudière 11 est arrêtée et que l'on est au-dessus de la température de consigne à ε près rien ne se passe, à fortiori si la consigne baisse. Si la température baisse (avec le temps ou parce que l'utilisateur ouvre une fenêtre, etc.) et/ou que la consigne augmente, la chaudière 11 est réactivée, et ce jusqu'à dépasser la température de consigne (d'au moins ε). La température se remet ensuite à baisser, etc. En d'autres termes, il y a une alternance de phases de « refroidissement » pendant lesquelles la température descend jusqu'à la température de consigne, et de phases de « chauffe » pendant lesquelles la température

monte sous l'effet de la chaudière 11 allumée jusqu'à dépasser la température de consigne.

[0031] Ceci est le fonctionnement nominal, c'est-à-dire en l'absence de déficience.

[0032] La présente invention n'est limitée à aucune configuration en particulier, on comprendra que, de façon générale, le module de contrôle 21 régule la température du milieu via l'activation/désactivation de la chaudière 11 (ou un autre moyen de production de chaleur) du dispositif de chauffage 10 en fonction de signaux qui lui sont émis, signaux pouvant représenter des températures et/ou des consignes de fonctionnement.

[0033] Le système comprend en outre des moyens de traitement de données 30 pour la mise en oeuvre du présent procédé.

[0034] Ces moyens 30 peuvent être distincts ou intégrés dans, voire confondus, avec le module 21, ou ceux d'un équipement distinct (soit local tel qu'un boîtier d'accès à internet 31, soit éventuellement distant, et par exemple un serveur placé dans les locaux d'un opérateur de maintenance du dispositif 10).

[0035] En particulier, dans un mode de réalisation préféré comme celui de la figure 1a, les moyens 30 sont disposés en local mais connecté à un réseau de communication 3 tel qu'internet via la box 31, en particulier pour communication avec des serveurs d'un tel opérateur du dispositif 10.

[0036] Dans l'exemple représenté, les moyens 30 sont en communication avec le thermostat 14 pour récupérer la température mesurée par la sonde 20 et la température de consigne connue du module de contrôle 21.

[0037] La figure 1b représente un mode de réalisation alternatif dans lequel les moyens de traitement de données 30 sont confondus avec le module de contrôle 21.

[0038] La figure 1c représente un autre mode de réalisation alternatif dans lequel d'une part le module de contrôle est intégré à la chaudière 11, et les moyens de traitement 30 sont ceux du boîtier d'accès à internet 31.

[0039] L'homme du métier saura adapter l'invention à de nombreuses autres architectures.

Procédé

[0040] Le présent procédé de détection de déficiences d'un dispositif de chauffage 10 en fonctionnement dans un milieu donné propose de détecter ces éventuelles déficiences grâce à l'analyse des relances de chauffage, c'est-à-dire comme expliqué les périodes pendant lesquelles la température du milieu doit rattraper la température de consigne, au lieu d'utiliser comme c'est le cas traditionnellement l'erreur de température $e(t)$, typiquement calculée par soustraction, avec la formule erreur $e(t) = Tcons(t) - Tint(t)$, et représentative d'un problème si elle est positive et élevée, i.e. température mesurée $Tint(t)$ très inférieure à la température de consigne $Tcons(t)$.

[0041] Il s'agit d'une façon très astucieuse de normaliser les conditions de mesure des performances du dis-

positif 10. En effet, deux bâtiments n'ont jamais exactement le même comportement thermique (isolation, volume du milieu à chauffer, profil et valeurs de la fonction de consigne $Tcons(t)$, etc.), et deux journées ne se déroulent jamais exactement de la même façon (météo, activités humaines et électriques à l'intérieur, ouverture des portes et des fenêtres, etc.). Typiquement, un bâtiment avec une valeur de consigne jour très élevée par rapport à une valeur de consigne nuit (par exemple 22°C et 16°C dans des immeubles de bureau) aura des erreurs de température $e(t)$ bien plus fortes et plus persistantes que si ces consignes sont proches (par exemple 20°C et 18°C), alors que le dispositif 10 marche aussi bien dans un cas que dans l'autre.

[0042] Et les inventeurs ont constaté que l'analyse de la relance pure est suffisante pour vérifier l'état du dispositif 10. Ainsi le présent procédé ne comprend avantageusement le calcul d'aucune erreur de température $e(t)$.

[0043] Le procédé commence ainsi par une étape (a) de mesure par une sonde 20 de la température dans ledit espace au cours du temps sur un intervalle de temps donné. Cet intervalle est préférentiellement celui sur lequel est définie la consigne $Tcons(t)$, et est en particulier une journée.

[0044] On note que la température mesurée $Tint(t)$ peut être mesurée de façon sensiblement continue, ou tous les Δt (un pas constant, par exemple 1s), de sorte à avoir un échantillonnage de la température à une vitesse bien plus rapide que les variations classiques de la température, ce qui permet de recréer la fonction $Tint(t)$.

[0045] Dans une étape (b), les moyens de traitement de données 30 détectent un instant de variation à la hausse $Temps_Init$ de la consigne de température au cours du temps $Tcons(t)$. En d'autres termes, on détecte le début d'une relance.

[0046] Pour cela, avantageusement à chaque pas de temps les moyens de traitement 30 comparent la température de consigne actuelle à celle du pas précédent. Si $Tcons(t) > Tcons(t+\Delta t)$ (généralement à au moins un écart ε près).

[0047] Avantageusement, un booléen *relance* est mis dans un état vrai à la détection de l'instant de variation à la hausse, et aucune détection n'est faite s'il était déjà dans un état vrai (de sorte à vérifier que l'on n'était pas déjà en relance).

[0048] A chaque nouvelle relance, les moyens de traitement de données 30 peuvent enregistrer, outre l'instant $Temps_Init$, la consigne à atteindre $Tcons_cible$ ($=Tcons(Temps_Init)$), et la température du milieu en début de relance $Tint_init$ ($=Tint(Temps_Init)$).

[0049] Dans une étape (c), les moyens de traitement de données 30 déterminent une durée, à partir dudit instant de variation à la hausse $Temps_Init$, de relance $Durée_Relance$ nécessaire pour que :

- soit ladite température mesurée $Tint(t)$ rattrape la consigne de température au cours du temps $Tcons(t)$

à un seuil de réussite prédéterminé près noté *Seuil_Réussite*, (i.e. si $Tint(Temps_Init + Durée_Relance) > Tcons(Temps_Init + Durée_Relance) - Seuil_Réussite$),

- soit les moyens de traitement de données 30 détectent un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du temps $Tcons(t)$.

[0050] Dans le premier cas, la relance est directement jugée réussie, alors que dans le deuxième cas la consigne redescend alors que la température du milieu n'a pas réussi à rattraper la consigne, et la relance est juste jugée finie.

[0051] Le premier cas est généralement synonyme d'absence de déficience du dispositif 10 même si, comme l'on verra, certaines déficiences peuvent être identifiées ultérieurement, alors que le deuxième cas est généralement synonyme de déficience du dispositif bien que ce ne soit pas toujours vrai : par exemple si l'utilisateur a programmé un créneau de seulement quelques minutes pendant lequel la température de consigne est élevée, cette température ne pourra être physiquement atteinte avant la fin de la relance. Comme l'on verra il peut être mis en oeuvre un test permettant de vérifier à ce titre si la durée entre la hausse et la baisse de la consigne (i.e. la durée du créneau) n'est pas trop courte pour qu'une relance réussie puisse être physiquement observée. Le cas échéant, le système ne peut pas conclure sur une éventuelle déficience du dispositif 10, et le procédé sera répété à la relance suivante.

[0052] Dans tous les cas, l'éventuel booléen *relance* est alors remis dans l'état faux, de sorte à pouvoir détecter une nouvelle relance.

[0053] Le seuil de réussite est avantageusement compris entre 0 et 0.5°C, préférentiellement environ 0.1 °C.

[0054] Il est à noter que dans un cas où les moyens de traitement de données 30 détectent un instant de variation à nouveau à la hausse de la consigne de température au cours du temps $Tcons(t)$, il est avantageusement prévu, soit qu'une nouvelle relance est considérée entamée (en particulier si la relance est déjà jugée réussie) et alors on relance l'étape (c), soit que l'on prolonge juste la relance actuelle (en particulier si elle n'est pas encore jugée réussie) et alors la consigne à atteindre $Tcons_cible$ est modifiée.

[0055] De façon avantageuse, des températures minimale et maximale T_min , T_max mesurées sur ladite durée de relance $Durée_Relance$ sont calculées pendant l'étape (c) : lorsqu'une nouvelle relance est détectée à l'issue de l'étape (b), les valeurs T_min , T_max sont initialisées à la température du milieu en début de relance $Tint_init$, et mises à jour tant que la relance est en cours (i.e. que le booléen *relance* est vrai). Ainsi, à la fin de la relance (i.e. $t = Temps_init + Durée_Relance$), alors T_min , T_max ont bien pour valeur les températures les plus basse/haute rencontrées pendant la relance.

[0056] Les températures minimale et maximale T_min , T_max auront une importance dans l'étape (d) suivante.

[0057] De façon préférée, l'étape (c) comprend par ailleurs la vérification qu'à l'issue d'une durée prédéterminée $Temps_Analyse$ à partir dudit instant de variation à la hausse $Temps_Init$, la température mesurée $Tint(t)$ n'ait pas décri de plus qu'un seuil de baisse prédéterminé, noté *Seuil_Baisse*.

[0058] En effet, si au contraire, la température mesurée $Tint(t)$ n'a fait que baisser pendant la durée $Temps_Analyse$ malgré la relance, alors le dispositif 10 sera déterminé dans un état arrêté complètement à l'étape (e) (voir plus loin) et il n'est pas nécessaire d'examiner plus loin (le reste de l'étape (c) et l'étape (d) peuvent être sautées).

[0059] Ladite durée prédéterminée $Temps_Analyse$ est avantageusement comprise entre 20 minutes et 1 h, préférentiellement environ une demi-heure.

[0060] Le seuil de baisse *Seuil_Baisse* est quant à lui avantageusement compris entre 0.25 et 1°C, préférentiellement environ 0.5°C.

[0061] A la fin de la relance (en particulier s'il a été vérifié qu'à l'issue d'une durée prédéterminée $Temps_Analyse$ à partir dudit instant de variation à la hausse $Temps_Init$, la température mesurée $Tint(t)$ n'ait pas décri de plus qu'un seuil de baisse prédéterminé), une étape (d) voit le calcul par les moyens de traitement de données 30 d'une allure de chauffe *Allure* en fonction de ladite durée de relance $Durée_Relance$ et des températures minimale et maximale T_min , T_max mesurées sur ladite durée de relance $Durée_Relance$.

[0062] Par « allure de chauffe », on entend le temps moyen pour atteindre une hausse d'une unité de température, et cette grandeur, homogène à l'inverse d'une vitesse, est exprimée en temps par degré. On comprendra que le concept d'allure est connu de l'homme du métier.

[0063] De façon préférée, l'allure est simplement exprimée comme égale à la durée de relance divisée par l'amplitude maximale de température sur la relance, i.e. $Allure = Durée_Relance / (T_max - T_min)$.

[0064] Cette allure permet comme l'on va voir d'observer les performances du dispositif 10 sur la relance. En particulier, plus l'allure est élevée et plus il est long de faire monter la température, i.e. plus le dispositif 10 est « poussif » et a du mal à chauffer le milieu. Au contraire, lorsque la valeur d'allure est basse, le dispositif 10 est performant.

[0065] Comme expliqué précédemment, il peut être prévu que le calcul de l'allure (mis en oeuvre de l'étape (d)) et son étude soient subordonnés à l'observation d'une relance « significative », en d'autres termes une relance qui ait duré suffisamment longtemps.

[0066] Selon un premier mode de réalisation, l'allure n'est calculée que si ladite température mesurée $Tint(t)$ rattrape la consigne de température au cours du temps $Tcons(t)$ à un seuil de réussite prédéterminé près (i.e. relance réussie), et non si les moyens de traitement de données 30 détectent un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du temps

$Tcons(t)$ (i.e. relance terminée sans être déterminée réussie), du fait du potentiel caractère non-significatif d'une telle relance terminée.

[0067] Alternativement, et de façon préférée, dans ce cas de relance terminée, il est vérifié que la durée de relance *Durée_Relance* déterminée est supérieure à un seuil de signification fonction de l'écart entre la température mesurée $Tint(t)$ et la consigne de température $Tcons(t)$ à l'instant de variation à la hausse *Temps_Init*. En d'autres termes il est vérifié que la relance était suffisamment longue pour que des conclusions puissent en être tirées.

[0068] Ce seuil de signification dépend de « l'intensité » de la hausse de consigne. En effet même un long créneau de plusieurs heures peut être insuffisant pour réussir toute relance si la consigne à atteindre est démesurée (par exemple 28°C). En d'autres termes, le seuil de signification est choisi tel qu'un dispositif 10 fonctionnel, même mal réglé, devrait être capable, si on le laissait fonctionner pendant toute une telle durée, d'atteindre la valeur de consigne cible. Par symétrie, pour une durée de relance inférieure au seuil de signification, certains dispositifs même bien réglés pourraient ne pas arriver à la consigne cible, d'où le risque de faux positifs. Ainsi, ce seuil de signification est avantageusement donné par la formule $Allure_Relance_Type * (Tcons_cible - Tint_init) = Allure_Relance_Type * (Tcons(Temps_Init) - Tint(Temps_Init))$, où *Allure_Relance_Type* est une constante prédéterminée (homogène à une allure) avantageusement comprise entre 1.5 et 3h/°C, préférentiellement environ 2h/°C (cela signifie qu'un dispositif 10 fonctionnel présentant une allure inférieure à *Allure_Relance_Type* devrait être capable dans la durée *Durée_Relance* de passer de *Tint_init* à *Tcons_cible*. Et comme expliqué avant, 2h/°C est déjà une allure « mauvaise »).

[0069] A titre d'exemple, la durée de signification associée à un créneau de consigne haute à 20°C par rapport à une consigne basse à 18°C est de quatre heures.

[0070] Si le caractère significatif de la relance n'est pas établi (i.e. les moyens de traitement de données 30 ont détecté un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du temps $Tcons(t)$ tel que la durée de relance *Durée_Relance* déterminée n'est pas supérieure audit seuil de signification), alors on ne peut pas conclure au caractère déficient ou non du dispositif 10 (trop de risque de faux positifs) et le procédé est relancé, de sorte à étudier la relance suivante.

[0071] Si ce critère de significativité du créneau est bien rempli, alors une déficience est probable, puisque le créneau était suffisamment long pour qu'un dispositif 10 fonctionnel, même mal réglé, soit capable d'atteindre la valeur de consigne cible. L'allure peut ou non être calculée.

Détection de déficience

[0072] Dans une étape (e) va être effectivement déter-

miné si le dispositif 10 présente potentiellement un état déficient, et avantageusement lequel.

[0073] De façon préférée, l'état déficient du dispositif 10 est choisi parmi :

- Arrêté complètement,
- Arrêté temporairement, et/ou
- Mal réglé

[0074] « Arrêté complètement » signifie que le dispositif 10 n'apparaît pas avoir fonctionné durant au moins la majeure partie de l'intervalle temporel donné. Si cela peut vouloir dire que le dispositif 10 est hors-service et doit être réparé, des explications plus simples peuvent être que le lien entre le module de commande 21 et la partie opérationnelle du dispositif 10 est coupé (i.e. que le dispositif 10 ne reçoit plus d'ordres d'allumage), voire tout simplement que l'utilisateur a coupé son dispositif 10 et a oublié de le rallumer.

[0075] Une déficience est donc identifiée, mais des tests peuvent être envisagés (par exemple par téléphone avec l'utilisateur) avant qu'un technicien ne se déplace.

[0076] Alternativement, « arrêté temporairement » signifie que le dispositif était arrêté mais s'est rallumé, bien que de façon tardive. Il s'agit d'une relance « ratée ».

[0077] Une déficience est donc également identifiée. Les explications sont potentiellement toujours simples (coupure temporaire d'électricité par exemple), mais sinon il y a un problème plus sérieux nécessitant d'examiner le dispositif 10.

[0078] Enfin « mal réglé » signifie que le dispositif 10 produit des relances lentes. Il présente ainsi des performances anormalement basses, voire est sous-dimensionné pour l'environnement dans lequel il fonctionne (il est par exemple incapable de faire face à certains épisodes de froid intense même en fonctionnant à plein régime). Il s'agit également d'une déficience, mais qui ne signifie pas forcément que le dispositif 10 doit être réparé : ce dernier peut parfaitement marcher, mais être inadapté au bâtiment. Il est possible d'agir en installant par exemple un autre dispositif 10 en complément.

[0079] On comprendra bien que les déficiences peuvent se cumuler : le dispositif 10 peut juste être « mal réglé » (i.e. la relance n'est pas en retard mais d'une intensité insuffisante), juste « arrêté temporairement » (i.e. la relance est en retard mais d'une intensité suffisante), ou « arrêté temporairement et mal réglé » ce qui correspond à un arrêt suivi d'une relance lente.

[0080] On note que si le dispositif 10 est dans un état arrêté complètement il est impossible de savoir s'il est bien réglé ou non.

[0081] Comme expliqué précédemment, si à l'issue d'une durée prédéterminée *Temps_Analyse* à partir dudit instant de variation à la hausse *Temps_Init*, la température mesurée $Tint(t)$ a décru d'au moins un seuil de baisse prédéterminé, alors le dispositif 10 est avantageusement déterminé dans un état arrêté complètement.

[0082] Sinon, si la relance s'est finie et qu'une allure a

été calculée, le dispositif 10 est avantageusement déterminé dans un état mal réglé si l'allure de chauffe *Allure* est supérieure à un premier seuil prédéterminé, noté *Seuil_Bas*.

[0083] De surcroît, le dispositif 10 est avantageusement déterminé dans un état très mal réglé à l'étape (e) si l'allure de chauffe *Allure* est supérieure à un deuxième seuil prédéterminé supérieur au premier seuil prédéterminé, noté *Seuil_Haut*.

[0084] Si au contraire l'allure de chauffe *Allure* est inférieure au premier seuil prédéterminé, alors l'état du dispositif 10 est nominal (pas de déficience), à condition néanmoins qu'il ne soit pas, en parallèle, déterminé arrêté temporairement (ce qui n'est théoriquement pas possible si les valeurs des seuils sont bien choisies).

[0085] Le premier seuil *Seuil_Bas* est avantageusement compris entre 0.75 et 1.5 h/°C, préférentiellement environ 1 h/°C. Le deuxième seuil *Seuil_Haut* est quant à lui avantageusement compris entre 2 et 3 h/°C, préférentiellement environ 2.5 h/°C.

[0086] Alternativement ou en complément, le dispositif 10 est déterminé dans un état arrêté temporairement ou arrêté complètement à l'étape (e) si les moyens de traitement de données 30 ont détecté un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du temps $Tcons(t)$ (relance terminée sans être réussie) et la durée de relance *Durée_Relance* déterminée est supérieure au seuil de signification.

[0087] Pour trancher, les moyens de traitement de données 30 déterminent avantageusement quelle fraction de la relance a été réalisée dans la durée de relance. En d'autres termes, ils déterminent à quel pourcentage la température mesurée $Tint(t)$ a rattrapé la température de consigne $Tcons(t)$.

[0088] Pour cela sont comparées la variation maximale de la température intérieure $Tint(t)$ entre le début et la fin de la relance ($T_{max} - Tint_{init}$), et l'intervalle de température à parcourir à l'instant de hausse de consigne *Temps_init* (i.e. $Tcons_{cible} - Tint_{init}$).

[0089] Plus précisément, si la hausse de la température intérieure $Tint(t)$ est au moins égale à une fraction prédéterminée *Taux_Relance* de l'écart entre la consigne de température $Tcons(t)$ et la température mesurée $Tint(t)$ audit instant de variation à la hausse *Temps_Init*, il est considéré que la relance est lancée, bien que tardive. En d'autres termes on vérifie que $T_{max} - Tint_{init} > Taux_Relance * (Tcons_{cible} - Tint_{init})$.

[0090] En effet, si une hausse de température a été constatée, c'est que le dispositif 10 peut avoir des problèmes mais fonctionne dans le sens où il produit de la chaleur. Un temps anormalement long pour atteindre cette fraction de la température de consigne cible est ainsi représentatif d'un arrêt temporaire du dispositif 10.

[0091] Au contraire, le dispositif 10 est déterminé comme étant dans un état complètement arrêté à l'étape (e) si à l'issue de la durée de relance *Durée_Relance* la température mesurée $Tint(t)$ n'a pas cru d'au moins la fraction prédéterminée *Taux_Relance* de l'écart entre la consi-

gne de température $Tcons(t)$ et la température mesurée audit instant de variation à la hausse *Temps_Init* (i.e. $T_{max} - Tint_{init} \leq Taux_Relance * (Tcons_{cible} - Tint_{init})$).

[0092] La fraction prédéterminée *Taux_Relance* est avantageusement comprise entre 40 et 75%, préférentiellement environ 50%.

[0093] On note que dans le cas d'un arrêt temporaire il peut être calculé et étudié l'allure de sorte à vérifier également si le dispositif 10 n'est pas en outre mal réglé.

[0094] Le cas échéant, est mise en oeuvre une étape (e) de déclenchement par les moyens de traitement de données 30 d'une alarme si le dispositif 10 est déterminé comme déficient. Le type d'alarme mise en oeuvre par les moyens 30 peut dépendre du type de déficience identifié.

[0095] L'alarme peut être un signal visuel (par exemple via un code couleur, en particulier rouge si la déficience est par exemple un arrêt complet), ou une notification d'un problème potentiel à plus long terme typiquement si le dispositif 10 est déterminé mal réglé.

[0096] On notera que le présent procédé permet :

- D'une part de détecter des déficiences que l'utilisateur n'aurait pas forcément perçues si les conditions météorologiques sont bonnes (typiquement en cas de mauvais réglage) ;
- D'autre part de limiter des interventions d'un technicien de maintenance lorsqu'elles ne sont pas forcément nécessaires (propositions de tests à réaliser par l'utilisateur après la détection de déficience) ;
- Mais encore d'optimiser les opérations de maintenance (qui sont traditionnellement effectuées à des moments prédéterminés, par exemple tous les ans, plutôt que quand elles sont nécessaires).

Résumé de l'algorithme

[0097] Dans un mode particulièrement préféré, l'algorithme mis en oeuvre par les moyens de traitement de données 30 exprimé en pseudo-langage est le suivant :

- (a) Mesure de la température du milieu $Tint(t)$ au cours du temps
- (b) A chaque pas de temps, on compare la nouvelle consigne $Tcons(t)$ à la consigne précédente $Tcons(t-\Delta t)$.

◦ Si $Tcons(t) > Tcons(t-\Delta t)$ et qu'on n'était pas déjà en relance, alors une nouvelle relance débute, et on note

- L'instant de début de relance *Temps_init*
- La consigne à atteindre *Tcons_cible*
- La température mesurée en début de relance *Tint_init*

◦ Sinon, on reste dans le même état

(c) Tant que l'on est en relance :

- A chaque pas de temps, on note la température minimale T_{min} et la température maximale T_{max} atteintes depuis le début de la relance et on incrémente la durée de la relance $Durée_Relance$ d'un pas de temps.
- Si, au bout de la durée prédéterminée $Temps_Analyse$ à partir du début de la relance, $Tint < T_{max} - Seuil_Baisse$, Etat = arrêté complètement, pas besoin d'aller plus loin
- Si $Tint$ dépasse $Tcons_cible - Seuil_Reussite$, on considère que la relance est réussie
- Si $Tcons$ change

- à la hausse (nouvelle relance potentielle)

- Si la relance en cours est réussie, il s'agit d'une nouvelle relance (celle en cours est considérée achevée)
- Sinon, $Tcons_cible$ est modifiée en la nouvelle consigne

- A la baisse : fin de la relance

(d) Si la relance est réussie ou éventuellement si la relance a duré suffisamment longtemps (plus de $Allure_relance_type * (Tcons_cible - Tint_init)$) et a été suffisamment forte ($T_{max} - Tint_init > Taux_Relance * (Tcons_cible - Tint_init)$), une allure de chauffe est calculée : $Allure = Duree_relance / (T_{max} - T_{min})$

(e) détermination du fonctionnement du dispositif :

- Si une allure a été calculée un diagnostic de mauvais réglage est donné à partir de l'étude des allures :

- Si $Allure < Seuil_Bas$, Etat = OK
- Si $Allure < Seuil_Haut$, Etat = mal réglé
- Si $Allure > Seuil_Haut$, Etat = très mal réglé

- Sinon

- Si la relance n'a pas duré suffisamment longtemps (pas plus de $Allure_relance_type * (Tcons_cible - Tint_init)$), Etat = inconnu, et le procédé est relancé
- Si la relance a duré suffisamment longtemps (plus de $Allure_relance_type * (Tcons_cible - Tint_init)$),

- Si $(T_{max} - Tint_init) > Taux_Relance * (Tcons_cible - Tint_init)$, i.e. Relance complétée à une fraction supérieure au taux prédéterminé, Etat = arrêté tem-

porairement et la relance est considérée lancée

- Sinon, la relance est ratée (Etat = arrêté complètement)

Exemples

[0098] Les figures 2a et 2b illustrent respectivement la température mesurée $Tint(t)$ et la température de consigne $Tcons(t)$ dans un cas normal (pas de déficience) et dans un cas de dispositif 10 défectueux, sur une période de deux jours (deux intervalles temporels).

[0099] On repère sur la figure 2a les deux relances réussies (chaque matin). On constate qu'au moment du passage de la valeur de consigne de 17 à 21°C, une forte erreur apparaît, mais elle est compensée complètement en 1 à 2h (c'est la durée de relance, et on est bien dans le cas de relance réussie car la consigne haute est atteinte avant sa baisse 12h plus tard).

[0100] L'allure associée est de moins de 0.5h/°C, ce qui signifie que la chaudière est très bien réglée.

[0101] Sur la figure 2b, les relances n'ont aucun impact, et la température soit continue de baisser (2^e jour) soit monte extrêmement doucement (1^{er} jour), probablement à cause des conditions extérieures.

[0102] Dans le cas du premier jour, la relance est considérée terminée à la fin de la journée car la température de consigne n'est jamais rattrapée. La température mesurée ne baisse toutefois pas, ce qui fait que le procédé continue. Dans la mesure où la relance dure près de 10h, le seuil de signification (qui en l'espèce était estimé à environ 6h) est largement atteint, et le créneau est considéré significatif. Or, moins de 50% de la relance est complétée (1°C sur 3°C), ce qui signifie que le dispositif est complètement arrêté.

[0103] Dans le cas du deuxième jour, la température mesurée décroît plus que le seuil de baisse prédéterminé (0.5°C), ce qui fait que le dispositif 10 est directement déterminé complètement arrêté.

Système

[0104] Selon un deuxième aspect, l'invention concerne un système de détection de déficiences d'un dispositif de chauffage 10 en fonctionnement dans un milieu donné. Il s'agit d'un système pour la mise en oeuvre du précédent procédé.

[0105] Le système comprend :

- Au moins une sonde 20 mesurant la température dudit milieu au cours du temps $Tint(t)$ sur un intervalle de temps donné ;
- des moyens de traitement de données 30 configurés pour mettre en oeuvre :

- un module de détection d'un instant de variation à la hausse $Temps_Init$ d'une consigne de température au cours du temps $Tcons(t)$;

◦ un module de détermination d'une durée, à partir dudit instant de variation à la hausse *Temps_Init*, de relance *Durée_Relance* nécessaire pour que, soit ladite température mesurée *Tint(t)* rattrape la consigne de température au cours du temps *Tcons(t)* à un seuil de réussite prédéterminé près, soit soit détecté un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du temps *Tcons(t)* ;
 ◦ un module de calcul d'une allure de chauffe *Allure* en fonction de ladite durée de relance *Durée_Relance* et de températures minimale et maximale *T_min*, *T_max* mesurées sur ladite durée de relance *Durée_Relance* ;
 ◦ un module de détermination d'un état déficient du dispositif 10 en fonction d'au moins ladite allure de chauffe *Allure* ;
 ◦ un module de déclenchement d'une alarme si le dispositif 10 est déterminé comme présentant un état déficient.

[0106] Ce système peut être de nombreuses natures différentes et englober un ou plusieurs équipements (i.e. la ou les sondes 20 et les moyens de traitement 30 peuvent être distants).

[0107] De façon préférée, la ou les sondes 20 sont celles d'un thermostat 14 comprenant également le module de contrôle 21, et de façon encore plus préférée les moyens de traitement de données 30 sont confondus avec le module de contrôle 21. En d'autres termes, ce système est typiquement le thermostat 14.

[0108] L'invention concerne également le dispositif 10 comprenant ces éléments.

Revendications

1. Procédé de détection de déficiences d'un dispositif de chauffage (10) en fonctionnement dans un milieu donné, comprenant la mise en oeuvre d'étapes de :

- (a) Mesure par une sonde (20) de la température dudit milieu au cours du temps (*Tint(t)*) sur un intervalle de temps donné ;
- (b) Détection par des moyens de traitement de données (30) d'un instant de variation à la hausse (*Temps_Init*) d'une consigne de température au cours du temps (*Tcons(t)*) ;
- (c) Détermination par les moyens de traitement de données (30) d'une durée, à partir dudit instant de variation à la hausse (*Temps_Init*), de relance (*Durée_Relance*) nécessaire pour que, soit ladite température mesurée (*Tint(t)*) rattrape la consigne de température au cours du temps (*Tcons(t)*) à un seuil de réussite prédéterminé près, soit les moyens de traitement de données (30) détectent un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du

temps (*Tcons(t)*) ;

(d) Calcul par les moyens de traitement de données (30) d'une allure de chauffe (*Allure*) en fonction de ladite durée de relance (*Durée_Relance*) et de températures minimale et maximale (*T_min*, *T_max*) mesurées sur ladite durée de relance (*Durée_Relance*) ;

(e) détermination par les moyens de traitement de données (30) d'un état déficient du dispositif (10) en fonction d'au moins ladite allure de chauffe (*Allure*) ;

(f) Déclenchement par les moyens de traitement de données (30) d'une alarme si le dispositif (10) est déterminé comme présentant un état déficient.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'état déficient du dispositif (10) est choisi parmi :

- Arrêté complètement,
- Arrêté temporairement, et/ou
- Mal réglé.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel l'étape (b) comprend la vérification que, à l'issue d'une durée prédéterminée (*Temps_Analyse*) à partir dudit instant de variation à la hausse (*Temps_Init*), la température mesurée (*Tint(t)*) n'ait pas décri de plus qu'un seuil de baisse prédéterminé, le dispositif (10) étant dans le cas contraire directement déterminé dans un état arrêté complètement à l'étape (e).

4. Procédé selon l'une des revendications 2 et 3, dans lequel le dispositif est déterminé dans un état mal réglé à l'étape (e) si l'allure de chauffe (*Allure*) est supérieure à un premier seuil prédéterminé.

5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel le dispositif est déterminé dans un état très mal réglé à l'étape (e) si l'allure de chauffe (*Allure*) est supérieure à un deuxième seuil prédéterminé supérieur au premier seuil prédéterminé.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'étape (d) est mise en oeuvre seulement si ladite température mesurée (*Tint(t)*) a rattrapé la consigne de température au cours du temps (*Tcons(t)*) à un seuil de réussite prédéterminé près, ou si les moyens de traitement de données (30) ont détecté un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du temps (*Tcons(t)*) tel que la durée de relance (*Durée_Relance*) déterminée est supérieure à un seuil de signification fonction de l'écart entre la température mesurée (*Tint(t)*) et la consigne de température (*Tcons(t)*) à l'instant de variation à la hausse (*Temps_Init*).

7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel le pro-

cedé est répété si les moyens de traitement de données (30) ont détecté un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du temps ($T_{cons}(t)$) tel que la durée de relance ($Durée_Relance$) déterminée n'est pas supérieure au seuil de signification fonction de l'écart entre la température mesurée ($T_{int}(t)$) et la consigne de température ($T_{cons}(t)$) à l'instant de variation à la hausse ($Temps_Init$).

8. Procédé selon l'une des revendications 6 et 7 en combinaison avec la revendication 2, dans lequel, si les moyens de traitement de données (30) ont détecté un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du temps ($T_{cons}(t)$) tel que la durée de relance ($Durée_Relance$) déterminée est supérieure au seuil de signification fonction de l'écart entre la température mesurée ($T_{int}(t)$) et la consigne de température ($T_{cons}(t)$) à l'instant de variation à la hausse ($Temps_Init$), le dispositif est déterminé dans un état arrêté temporairement à l'étape (e) si à l'issue de la durée de relance ($Durée_Relance$) la température mesurée ($T_{int}(t)$) a cru d'au moins d'une fraction prédéterminée ($Taux_Relance$) de l'écart entre la consigne de température ($T_{cons}(t)$) et la température mesurée ($T_{int}(t)$) audit instant de variation à la hausse ($Temps_Init$).

9. Procédé selon l'une des revendications 6 à 8 en combinaison avec la revendication 2, dans lequel, si les moyens de traitement de données (30) ont détecté un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du temps ($T_{cons}(t)$) tel que la durée de relance ($Durée_Relance$) déterminée est supérieure au seuil de signification fonction de l'écart entre la température mesurée ($T_{int}(t)$) et la consigne de température ($T_{cons}(t)$) à l'instant de variation à la hausse ($Temps_Init$), le dispositif est déterminé dans un état arrêté complètement à l'étape (e) si à l'issue de la durée de relance ($Durée_Relance$) la température mesurée ($T_{int}(t)$) n'a pas cru d'au moins une fraction prédéterminée ($Taux_Relance$) de l'écart entre la consigne de température ($T_{cons}(t)$) et la température mesurée ($T_{int}(t)$) audit instant de variation à la hausse ($Temps_Init$).

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le dispositif (10) comprend un module de contrôle (21) fournissant ladite consigne de température au cours du temps ($T_{cons}(t)$) appliquée par le dispositif de chauffage (10), les moyens de traitement de données (30) étant intégrés audit module de contrôle (21).

11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les moyens de traitement de données (30) sont connectés à un réseau de communi-

cation (3), l'alarme de l'étape (f) étant déclenchée au niveau d'un équipement distant d'un opérateur du dispositif (10).

12. Système (14) de détection de déficiences d'un dispositif de chauffage (10) en fonctionnement dans un milieu donné, comprenant :

- une sonde (20) mesurant la température dudit milieu au cours du temps ($T_{int}(t)$) sur un intervalle de temps donné ;
- des moyens de traitement de données (30) configurés pour mettre en oeuvre :

- un module de détection d'un instant de variation à la hausse ($Temps_Init$) d'une consigne de température au cours du temps ($T_{cons}(t)$) ;
- un module de détermination d'une durée, à partir dudit instant de variation à la hausse ($Temps_Init$), de relance ($Durée_Relance$) nécessaire pour que, soit ladite température mesurée ($T_{int}(t)$) rattrape la consigne de température au cours du temps ($T_{cons}(t)$) à un seuil de réussite prédéterminé près, soit soit détecté un instant de variation à la baisse de la consigne de température au cours du temps ($T_{cons}(t)$) ;
- un module de calcul d'une allure de chauffe ($Allure$) en fonction de ladite durée de relance ($Durée_Relance$) et de températures minimale et maximale (T_{min} , T_{max}) mesurées sur ladite durée de relance ($Durée_Relance$) ;
- un module de détermination d'un état déficient du dispositif (10) en fonction d'au moins ladite allure de chauffe ($Allure$) ;
- un module de déclenchement d'une alarme si le dispositif (10) est déterminé comme présentant un état déficient.

13. Système selon la revendication 12, étant un thermostat du dispositif de chauffage (10) comprenant en outre un module de contrôle (21) du dispositif de chauffage (10).

14. Système selon la revendication 13, dans lequel les moyens de traitement de données (30) étant mis en oeuvre par le module de contrôle (21).

15. Dispositif de chauffage (10) comprenant un système (14) selon l'une des revendications 12 à 14.

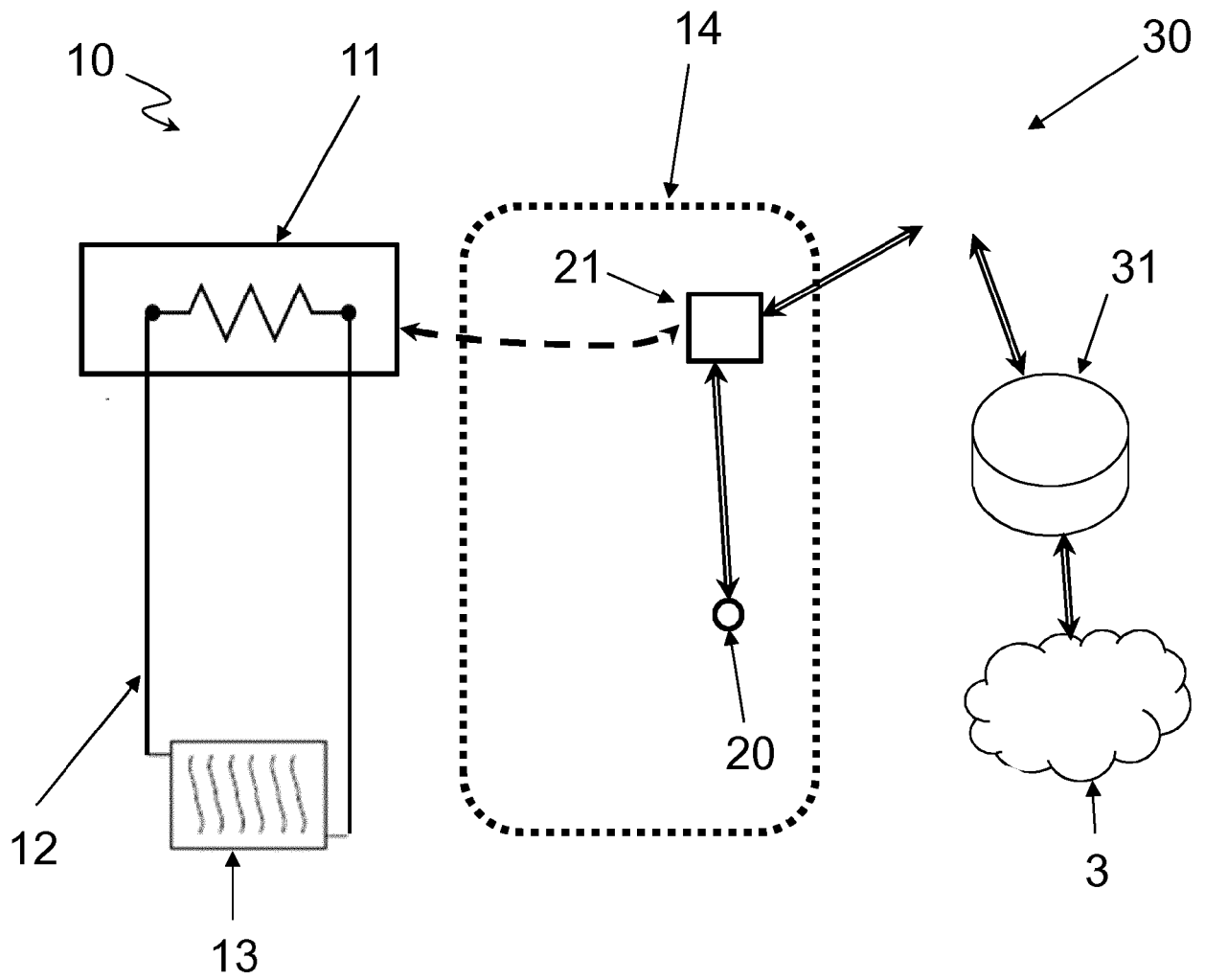


FIG. 1a

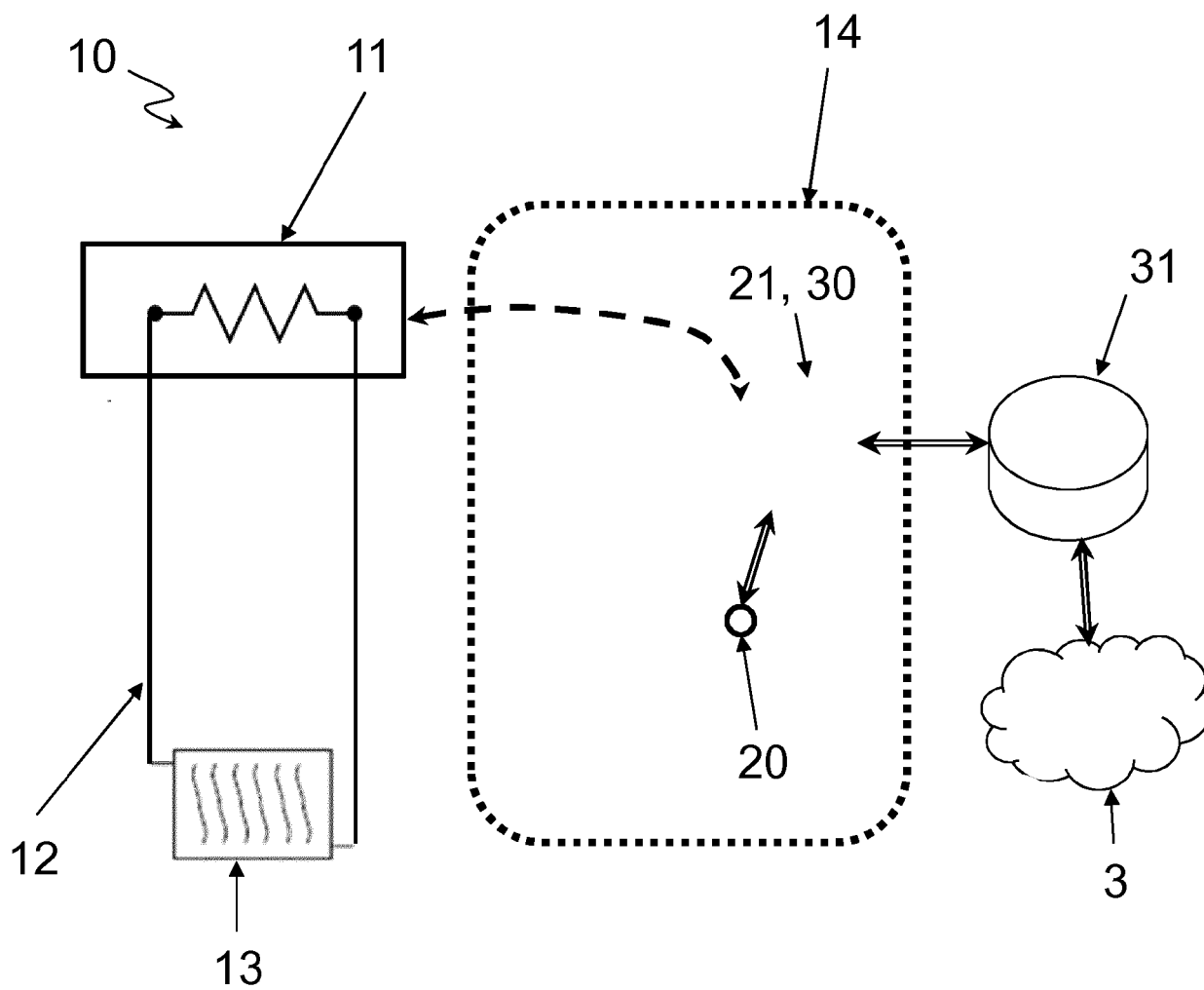


FIG. 1b

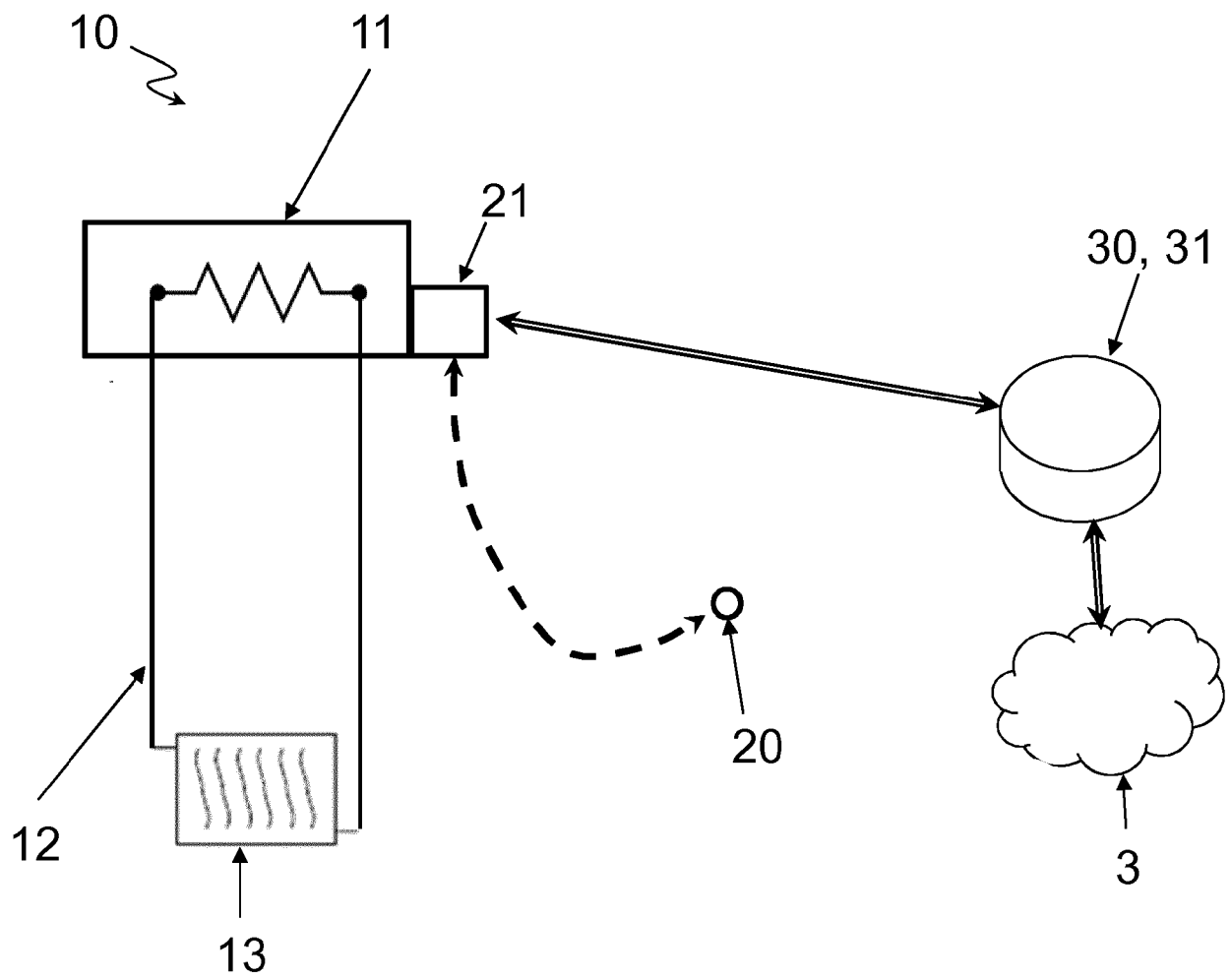


FIG. 1c

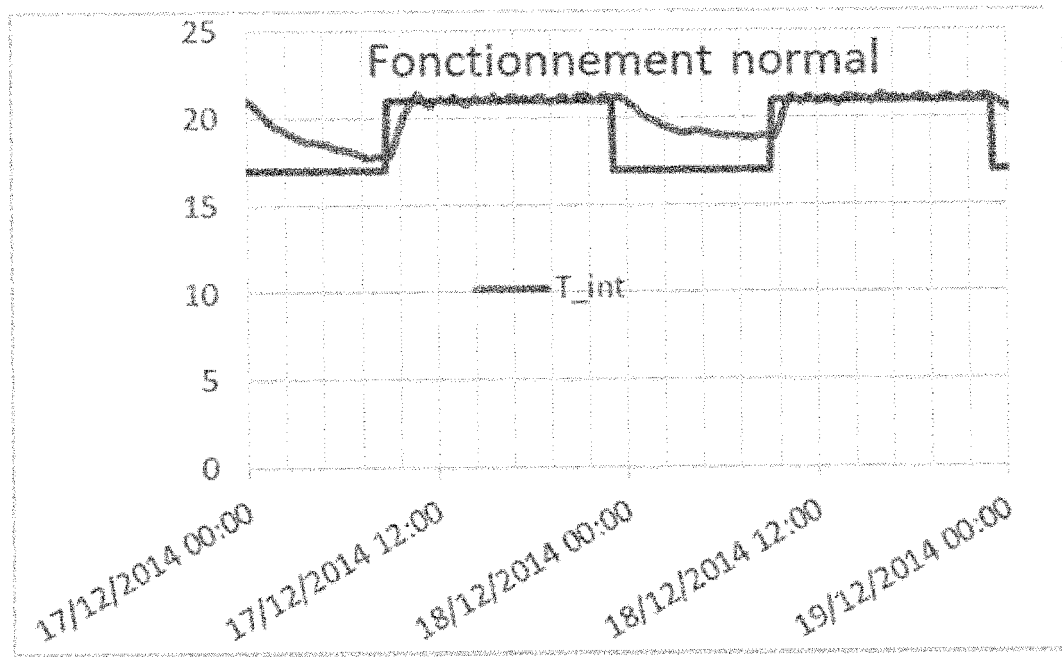


FIG. 2a

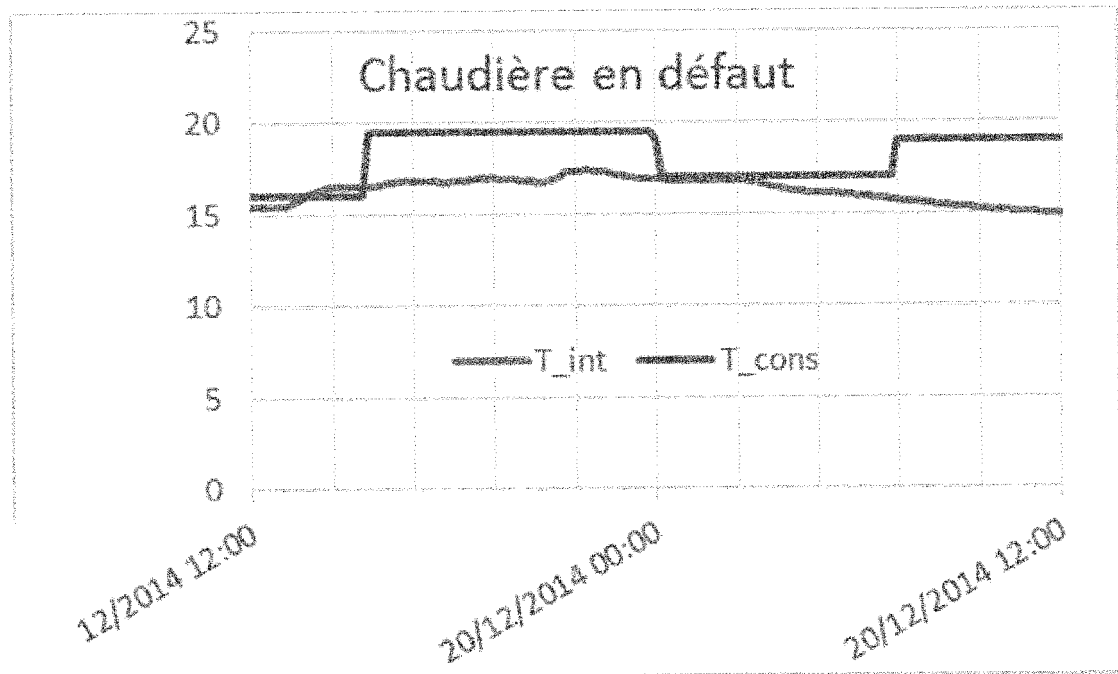


FIG. 2b



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 17 16 8597

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)
X A	US 2010/248176 A1 (ANDERSON PETER [US] ET AL) 30 septembre 2010 (2010-09-30) * alinéas [0021] - [0024], [0035], [0036]; figures 3-6 *	1-5, 10-15 6-9	INV. F24F11/00 G05D23/19
X A	GB 2 524 033 A (BRITISH GAS TRADING LTD [GB]) 16 septembre 2015 (2015-09-16) * page 12, ligne 9 - page 13, ligne 35; figures 5,7-10 *	1,2, 10-15 3-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G05D F24F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 28 août 2017	Examineur Groen, Fokke
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 17 16 8597

5 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.

28-08-2017

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2010248176 A1	30-09-2010	AUCUN	
GB 2524033 A	16-09-2015	AUCUN	

EPO FORM P0460

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

- GB 2524033 A [0009]