



(11)

EP 3 293 427 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
14.03.2018 Bulletin 2018/11

(51) Int Cl.:
F16K 31/00 ^(2006.01)
F24F 11/30 ^(2018.01)
F24F 7/06 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **17187166.8**

(22) Date de dépôt: **22.08.2017**

(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:
• **LAFFETER, Clément**
44390 CASSON (FR)
• **RAHMEH, Mireille**
78330 Fontenay-le-Fleury (FR)
• **ESCAICH, Julien**
44220 COUERON (FR)

(30) Priorité: **26.08.2016 FR 1657965**

(71) Demandeur: **Ventilairsec**
44220 Coueron (FR)

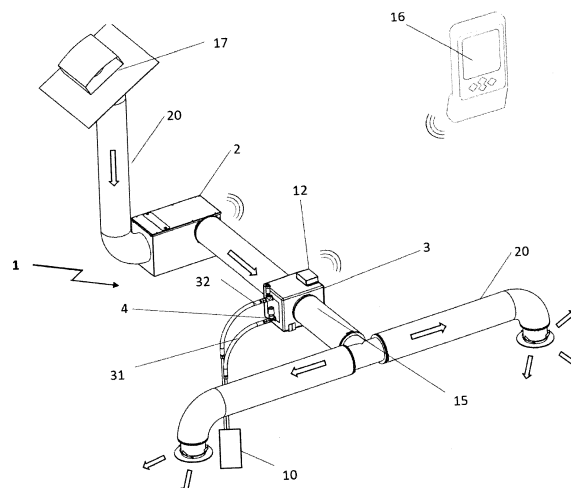
(74) Mandataire: **Godineau, Valérie**
Ipsilon
3, rue Edouard Nignon
44300 Nantes (FR)

(54) **PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE RÉGULATION DE LA TEMPÉRATURE DE L'AIR SOUFLÉ DANS UN BATIMENT**

(57) Dispositif (1) de régulation de la température de l'air soufflé dans un bâtiment comprenant des moyens de soufflage d'air, un échangeur (3) thermique entre l'air soufflé et un circuit de fluide caloporteur, une vanne (4) de réglage du débit du fluide caloporteur dans l'échangeur (3), un organe (5) d'obturation de la vanne (4), un actionneur (6) dudit organe (5) d'obturation et un système (16) de définition d'une température (T_c) de consigne de l'air soufflé.

La vanne (4) est une vanne deux voies, l'actionneur (6) comprend un élément (7) thermosensible, un élément (8) de chauffe électrique de l'élément (7) thermosensible, et le dispositif (1) comprend un organe (15) de mesure de la température de l'air soufflé et une unité (12) de pilotage de l'alimentation électrique de l'élément (8) de chauffe électrique en fonction de la température (T_c) de consigne et de la température (T_m) mesurée de l'air soufflé.

Figure 1



EP 3 293 427 A1

Description

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] L'invention concerne un procédé et un dispositif de régulation de la température de l'air soufflé dans un bâtiment.

[0002] Elle concerne plus particulièrement un dispositif de régulation comprenant des moyens de soufflage d'air comprenant au moins un circuit de circulation d'air et au moins un ventilateur disposé sur ledit circuit de circulation d'air, un échangeur thermique entre l'air soufflé et un circuit de fluide caloporteur tel que de l'eau, une vanne de réglage du débit d'entrée du fluide caloporteur dans l'échangeur thermique, un organe d'obturation de la vanne, un actionneur dudit organe d'obturation pour le déplacement dudit organe d'obturation entre une position fermée et une position ouverte de la vanne et un système de définition d'une température de consigne de l'air soufflé.

ART ANTÉRIEUR

[0003] La qualité de l'air intérieur, son effet sur la santé humaine et ses coûts économiques et sociaux préoccupent de plus en plus la population, les chercheurs et les décideurs. Plusieurs études ont montré qu'il est primordial de ventiler les locaux fermés en apportant de l'air neuf de l'extérieur qui est plus propre que celui de l'intérieur afin d'assurer une ambiance saine. Cependant, le renouvellement d'air présente un coût énergétique. Plus le taux de renouvellement d'air est important, plus la qualité de l'air intérieur est bonne, mais plus la facture énergétique est élevée. En outre, les occupants sont parfois amenés à fermer les entrées d'air pour éviter l'inconfort thermique ou réduire la consommation énergétique ce qui dégrade la qualité de l'air intérieur en causant des effets nocifs sur leur santé et de la dégradation de la structure du bâtiment. Il est donc important, pour répondre aux enjeux énergétiques et aux exigences des réglementations thermiques liées aux bâtiments, de réguler la température de l'air neuf à moindre coût.

[0004] Il est connu de réaliser le traitement thermique (chauffage et rafraîchissement de cet air neuf) à l'aide d'un échangeur thermique eau/air.

[0005] La régulation de la température de cet air neuf peut s'opérer de différentes manières.

[0006] Une première solution consiste à faire varier le débit d'air passant dans l'échangeur thermique, par régulation de la vitesse du ventilateur, le débit et la température de l'eau étant maintenus constants. Cette solution est bruyante, notamment à vitesse élevée du ventilateur, et génère un inconfort pour l'occupant du bâtiment, la température étant difficile à réguler.

[0007] Une deuxième solution consiste à maintenir le débit d'air constant, mais à faire varier le débit et/ou la température de l'eau circulant dans l'échangeur thermique. L'utilisation d'une vanne trois voies en entrée

d'échangeur permet, à débit d'eau constant, de réguler finement la température de l'eau, et par suite, la température de l'air soufflé, l'ouverture de la vanne étant pilotée en fonction de la température extérieure ou de la température ambiante, et de la température de consigne. Cette solution présente de bons résultats, mais est onéreuse, du fait de la présence d'une vanne trois voies.

[0008] Une solution d'une installation de régulation thermique intégrant une telle vanne 3 voies est notamment décrite dans le brevet EP-2.863.130.

BUT ET RÉSUMÉ

[0009] Un but de l'invention est de proposer un dispositif de régulation dont la conception permet, à faible coût, de surmonter les inconvénients de l'état de la technique.

[0010] À cet effet, l'invention a pour objet un dispositif de régulation de la température de l'air soufflé dans un bâtiment comprenant des moyens de soufflage d'air comprenant un circuit de circulation d'air et au moins un ventilateur disposé sur ledit circuit de circulation d'air ; un échangeur thermique entre l'air soufflé et un circuit de fluide caloporteur tel que de l'eau ; une vanne de réglage du débit d'entrée du fluide caloporteur dans l'échangeur thermique ; un organe d'obturation de la vanne ; un actionneur dudit organe d'obturation pour le déplacement dudit organe d'obturation entre une position fermée et une position ouverte de la vanne et un système de définition d'une température de consigne de l'air soufflé, caractérisé en ce que la vanne est une vanne deux voies, en ce que l'actionneur comprend un élément thermosensible apte à se déformer et/ou se déplacer sous l'effet de la chaleur et un élément de chauffe électrique de l'élément thermosensible, et en ce que le dispositif comprend un organe de mesure de la température de l'air soufflé disposé à l'intérieur du circuit de circulation d'air, en sortie de l'échangeur thermique et une unité de pilotage de l'alimentation électrique de l'élément de chauffe électrique configurée pour piloter l'alimentation de l'élément de chauffe électrique en fonction au moins de la température de consigne et de la température mesurée de l'air soufflé.

[0011] L'utilisation de la température de l'air soufflé et non de l'air ambiant comme élément de mesure permet une meilleure régulation.

[0012] L'utilisation d'une vanne 2 voies dont l'obturation s'opère grâce à la présence d'un élément thermosensible permet une simplification de l'installation sans nuire aux performances de l'installation.

[0013] Selon un mode de réalisation de l'invention, l'unité de pilotage de l'alimentation électrique de l'élément de chauffe électrique est configurée pour piloter l'alimentation de l'élément de chauffe électrique par contrôle de la largeur d'impulsions périodiques, ladite unité de pilotage comprenant un module de calcul de rapport cyclique configuré pour calculer un paramètre représentatif du rapport cyclique en fonction au moins de la température de consigne et de la température mesurée de

l'air soufflé, et un module de commande d'alimentation configuré pour commander l'alimentation électrique de l'élément de chauffe électrique selon la valeur dudit paramètre représentatif du rapport cyclique calculé.

[0014] L'utilisation d'une vanne deux voies pilotée de manière quasi-proportionnelle, en fonction d'au moins une température de consigne et non pas de la température de l'air ambiant, mais de la température de l'air soufflé, permet une régulation réactive, offrant un confort à l'occupant du bâtiment et ce, à faible coût.

[0015] Dans une telle conception, l'unité de pilotage est configurée pour piloter l'alimentation de l'élément de chauffage électrique par contrôle de la largeur d'impulsions périodiques, avec un cycle de contrôle d'impulsions en durée pouvant être divisé en temps de désactivation et en temps d'activation. Le temps d'activation est une durée durant laquelle le courant alimente l'élément de chauffe électrique et le temps de désactivation est une durée durant laquelle le courant n'alimente pas l'élément de chauffe électrique.

[0016] Le rapport cyclique correspond au rapport du temps d'activation sur la durée totale du cycle, encore appelée période et formée par la somme des temps d'activation et de désactivation dudit cycle sur ladite période. En effet, le cycle de modulation se répète de manière périodique.

[0017] La variation du rapport cyclique en fonction de la température de consigne et de la température mesurée de l'air soufflé permet d'alimenter l'élément de chauffe électrique, selon la valeur dudit rapport, et donc de piloter l'ouverture/fermeture de la vanne selon la valeur dudit rapport, obtenant ainsi un réglage fin du débit d'eau, à l'aide d'une simple vanne deux voies. Le rapport cyclique permet à la vanne deux voies d'occuper une position intermédiaire.

[0018] Il en résulte ainsi un pilotage de l'ouverture/fermeture de la vanne en jouant sur les caractéristiques de l'alimentation électrique de la vanne, directement lié à la température de consigne et à la température mesurée de l'air soufflé.

[0019] Selon un mode de réalisation, le module de calcul de rapport cyclique est configuré pour calculer le paramètre représentatif du rapport cyclique en fonction au moins de la température de consigne et de l'évolution de la température mesurée de l'air soufflé.

[0020] Selon un mode de réalisation, le module de calcul de rapport cyclique est configuré pour calculer la pente de la courbe de la température mesurée de l'air soufflé en fonction du temps, en un premier point donné de cette courbe, définir une droite passant par ledit premier point et de pente égale à celle calculée, et sélectionner sur la droite un second point d'abscisse de temps supérieure à l'abscisse de temps du premier point et déterminer l'ordonnée de température de ce second point appelée température anticipée.

[0021] Selon un mode de réalisation, le module de calcul de rapport cyclique comprend des moyens de comparaison de la température anticipée et de la température

de consigne de l'air soufflé, et des moyens de calcul ou de détermination de la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique en fonction du résultat de la comparaison.

[0022] Selon un mode de réalisation, l'élément thermosensible est apte à se déformer sous l'effet de la chaleur pour le passage de l'organe d'obturation de la vanne de la position fermée, ou respectivement ouverte, vers la position ouverte, ou respectivement fermée, de la vanne lors d'une élévation de température et en ce que le dispositif comprend des moyens de rappel de l'organe d'obturation en position fermée, ou respectivement ouverte.

[0023] Selon un mode de réalisation, les moyens de calcul ou de détermination de la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique sont configurés pour modifier la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique dans le sens d'une augmentation du paramètre représentatif du rapport cyclique lorsque la température anticipée est inférieure à la température de consigne et dans le sens d'une réduction de la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique lorsque la température anticipée est supérieure à la température de consigne dans le cas d'une vanne normalement fermée, et en ce que les moyens de calcul ou de détermination de la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique sont configurés pour modifier la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique dans le sens d'une réduction du paramètre représentatif du rapport cyclique lorsque la température anticipée est inférieure à la température de consigne et dans le sens d'une augmentation de la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique lorsque la température anticipée est supérieure à la température de consigne dans le cas d'une vanne normalement ouverte.

[0024] En d'autres termes, dans le cas d'une vanne normalement fermée, les moyens de calcul ou de détermination de la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique sont configurés pour, lorsque la température anticipée est inférieure à la température de consigne, augmenter la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique et, lorsque la température anticipée est supérieure à la température de consigne, réduire la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique. De même, dans le cas d'une vanne normalement ouverte, les moyens de calcul ou de détermination de la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique sont configurés pour, lorsque la température anticipée est inférieure à la température de consigne, réduire la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique et, lorsque la température anticipée est supérieure à la température de consigne, augmenter la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique.

[0025] Selon un mode de réalisation, le module de calcul de rapport cyclique est configuré pour, lorsque la valeur calculée du paramètre représentatif du rapport cyclique est supérieure à une valeur de seuil haut prédéterminée appelée rapport cyclique max, affecter à la va-

leur dudit paramètre représentatif du rapport cyclique, ladite valeur de seuil haut, et lorsque la valeur calculée du paramètre représentatif du rapport cyclique est inférieure à une valeur de seuil bas prédéterminée appelée rapport cyclique min, affecter à la valeur dudit paramètre représentatif du rapport cyclique, ladite valeur de seuil bas.

[0026] Selon un mode de réalisation, l'élément thermosensible est apte à se déformer sous l'effet de la chaleur pour le passage de l'organe d'obturation de la vanne de la position fermée vers la position ouverte de la vanne lors d'une élévation de température et en ce que le dispositif comprend des moyens de rappel de l'organe d'obturation en position fermée.

[0027] Selon un mode de réalisation, l'élément thermosensible de l'actionneur apte à se déformer sous l'effet de la chaleur est une cire et l'élément de chauffe électrique un élément résistif.

[0028] Selon un mode de réalisation, le système de définition d'une température de consigne de l'air soufflé est formé des moyens d'entrée de données d'une interface homme/machine apte à communiquer par liaison sans fil avec l'unité de pilotage.

[0029] L'invention a encore pour objet un procédé de régulation de la température de l'air soufflé d'un bâtiment, à l'aide d'un dispositif de régulation de la température de l'air soufflé dans un bâtiment, caractérisé en ce que la température de consigne de l'air soufflé ayant été définie, ledit procédé comprend une étape de mesure de la température de l'air soufflé à l'intérieur du circuit de circulation d'air, en sortie de l'échangeur thermique et une étape de pilotage de l'alimentation électrique de l'élément de chauffe électrique par contrôle de la largeur d'impulsions périodiques, ladite étape de pilotage comprenant une phase de calcul de la valeur d'un paramètre représentatif du rapport cyclique en fonction au moins de la température de consigne et de la température mesurée de l'air soufflé, et une phase de commande de l'alimentation électrique de l'élément de chauffe électrique selon la valeur dudit paramètre représentatif du rapport cyclique calculé.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0030]

- La figure 1 représente une vue schématique d'ensemble d'un dispositif de régulation de la température de l'air soufflé conforme à l'invention.
- La figure 2 représente une vue schématique de la vanne, de l'actionneur de l'organe d'obturation de la vanne et de l'unité de pilotage de l'alimentation électrique de l'élément thermosensible de l'actionneur, en position ouverte de la vanne.
- La figure 3 représente une vue schématique de la vanne, de l'actionneur de l'organe d'obturation de la vanne et de l'unité de pilotage de l'alimentation électrique de l'élément thermosensible de l'actionneur,

en position fermée de la vanne.

- La figure 4 représente une courbe de l'évolution de la température mesurée de l'air soufflé, en fonction du temps.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

[0031] Comme mentionné ci-dessus, l'invention a pour objet un dispositif 1 de régulation de la température de l'air soufflé dans un bâtiment constitué par une construction quelconque.

[0032] Ce dispositif 1 de régulation est généralement installé au moins partiellement dans les combles du bâtiment. Ce dispositif 1 de régulation comprend des moyens de soufflage d'air à l'intérieur du bâtiment, pour refroidir et réchauffer le volume intérieur dudit bâtiment.

[0033] Ces moyens de soufflage d'air comprennent un circuit 20 de circulation d'air et un ventilateur 2 disposé sur le circuit 20 de circulation d'air entre la ou les entrées et la ou les sorties dudit circuit 20 de circulation d'air. Dans l'exemple représenté, le circuit 20 de circulation d'air comprend une entrée ou prise 17 d'air extérieur, qui est généralement fixée sur la toiture du bâtiment et deux sorties. De l'air neuf est donc introduit via cette prise 17 d'air, dans le ventilateur 2. Cet air est soufflé dans un échangeur 3 thermique disposé sur le circuit de circulation d'air pour y être réchauffé ou refroidi, avant de parvenir au volume intérieur de la construction à l'aide d'un réseau de gaines de soufflage, comme illustré à la figure 1, ces gaines de soufflage constituant une partie du circuit 20 de circulation d'air.

[0034] Au niveau de l'échangeur 3 thermique, l'air soufflé par le ventilateur se refroidit ou se réchauffe par échange de calories, avec un circuit de fluide caloporteur, en l'occurrence ici un circuit d'eau, l'échangeur 3 thermique étant un échangeur eau/air.

[0035] Cet échangeur 3 thermique se présente par exemple sous forme d'un corps parallélépipédique logeant une partie du circuit d'eau, et à l'intérieur duquel circule l'air issu du ventilateur. L'eau est amenée dans ledit corps à l'aide d'une conduite 31 reliant une source d'eau représentée en 10 à la figure 1 à la partie du circuit d'eau disposée dans le corps. Cette source 10 d'eau peut être une source d'eau froide ou une source d'eau chaude chauffée à l'aide de panneaux thermiques, de pompe à chaleur, de chaudière ou autres.

[0036] Sur cette partie de conduit alimentant le corps de l'échangeur en eau est disposée une vanne 4 de réglage du débit d'entrée d'eau dans l'échangeur 3 thermique. L'eau qui sort du corps de l'échangeur 3 thermique est ici ramenée par une conduite 32 dite de retour, à la source 10 d'alimentation en eau du corps, pour une circulation en boucle de l'eau à l'intérieur dudit corps.

[0037] La vanne 4 placée en entrée de l'échangeur 3 thermique permet donc de réguler le débit d'eau entrant dans l'échangeur 3 thermique, et par suite, la température de l'air soufflé circulant dans ledit échangeur 3 thermique. Cette vanne 4 est une vanne deux voies, c'est-

à-dire qu'elle permet l'alimentation et l'absence d'alimentation en eau de l'échangeur 3 thermique, mais elle ne présente pas une troisième voie qui permettrait de détourner une partie du flux entrant vers la conduite de retour de l'échangeur 3 thermique.

[0038] Cette vanne 4 est munie d'un organe 5 d'obturation et d'un actionneur 6 dudit organe 5 d'obturation, pour le déplacement dudit organe 5 d'obturation entre une position fermée et une position ouverte de la vanne 4. Dans l'exemple représenté, le conduit délimité par le corps de vanne 4 est fermé ou ouvert à l'aide d'un clapet déplaçable axialement et constituant ledit organe 5 d'obturation.

[0039] Pour permettre le déplacement dudit organe 5 d'obturation entre une position fermée et une position ouverte de la vanne, l'actionneur 6 comprend un élément 7 thermosensible apte à se déformer et/ou à se déplacer sous l'effet de la chaleur, et un élément 8 de chauffe électrique de l'élément 7 thermosensible.

[0040] Dans le cas d'une vanne 4 normalement fermée, comme illustré, le principe de fonctionnement est le suivant : l'élément 7 thermosensible est apte à se déformer sous l'effet de la chaleur, pour le passage de l'organe 5 d'obturation de la vanne 4 de la position fermée à la position ouverte de la vanne 4 lors d'une élévation de température, et le dispositif comprend des moyens 9 de rappel de l'organe 5 d'obturation en position fermée.

[0041] Dans l'exemple représenté aux figures, l'élément 7 thermosensible de l'actionneur apte à se déformer sous l'effet de la chaleur est une cire logée dans une capsule, et l'élément 8 de chauffe électrique un élément résistif tel qu'une résistance électrique alimentée par un circuit électrique d'alimentation représenté en 11 aux figures.

[0042] Le chauffage de la cire, sous l'action de l'élément de chauffe, à l'état alimenté de ce dernier, entraîne une déformation, en particulier une dilatation, de la cire et, par suite, un déplacement de l'organe 5 d'obturation de la position fermée à la position ouverte de la vanne.

[0043] Dès que l'élément 8 de chauffe n'est plus alimenté électriquement, la température de la cire diminue et les moyens 9 de rappel formés ici par un ressort hélicoïdal tendent à ramener l'organe 5 d'obturation en position fermée de la vanne.

[0044] Bien évidemment, la vanne 4 aurait pu être une vanne normalement ouverte.

[0045] Le dispositif 1 de régulation comprend encore un système 16 de définition d'une température de consigne de l'air soufflé, et un organe 15 de mesure de la température de l'air soufflé en sortie de l'échangeur 3 thermique.

[0046] Dans l'exemple représenté, le système 16 de définition d'une température de consigne T_c de l'air soufflé est formé des moyens d'entrée de données d'une interface homme/machine apte à communiquer par liaison sans fil avec l'unité 12 de pilotage. Cette interface peut être formée par un écran affichant la température de consigne, cet écran étant équipé de boutons aptes à per-

mettre une augmentation ou une diminution de la température de consigne affichée et correspondant à la température de consigne souhaitée.

[0047] L'organe 15 de mesure de la température de l'air soufflé peut être formé par un capteur de température disposé au moins partiellement à l'intérieur du circuit 20 de circulation d'air, dans la partie du circuit disposée en aval de l'échangeur 3 thermique pris dans le sens de circulation de l'air à l'intérieur de l'échangeur 3 thermique. Cette partie du circuit correspond à la portion de circuit devant être entendue par l'expression « en sortie de l'échangeur » Ainsi, la température mesurée est celle de l'air soufflé et non celle de l'air ambiant. Le dispositif 1 comprend encore une unité 12 de pilotage de l'alimentation électrique de l'élément 8 de chauffe électrique configuré pour piloter l'alimentation de l'élément 8 de chauffe électrique par modulation de largeur d'impulsions.

[0048] Cette unité 12 de pilotage comprend un module 13 de calcul de rapport cyclique configuré pour calculer un paramètre représentatif du rapport cyclique en fonction au moins de la température T_c de consigne et de la température T_m mesurée de l'air soufflé et un module 14 de commande d'alimentation configuré pour commander l'alimentation électrique de l'élément 8 de chauffe électrique selon la valeur dudit paramètre représentatif du rapport cyclique calculé.

[0049] Le signal d'alimentation électrique est un signal périodique qui peut être de fréquence fixe ou variable. Le rapport cyclique correspond au ratio de la durée d'une impulsion à l'état haut ou non nul sur la période dudit signal. Ce rapport varie donc en fonction de la température de consigne et de la température mesurée de l'air soufflé.

[0050] Le module de commande d'alimentation est donc configuré pour générer un signal d'alimentation en tant qu'une séquence d'impulsions avec une fréquence affectée et avec une durée ou largeur d'impulsions fonction du rapport cyclique calculé.

[0051] Le rapport cyclique est égal au rapport t/p , avec t correspondant au temps pendant lequel le signal est actif, et p à la période totale du signal. Ainsi, la période du signal d'alimentation, qui est un signal périodique, étant égale par exemple à 1 s, lorsque le rapport cyclique est égal à 0,3 ou 30 %, le temps d'application d'une tension électrique au niveau de l'élément de chauffe est égal à $1000 \times 0,3 = 300$ ms sur ladite période. Lorsque le rapport cyclique est égal à 0,5 ou 50 %, le temps d'application d'une tension électrique au niveau de l'élément de chauffe est égal à $1000 \times 0,5 = 500$ ms sur ladite période. Ainsi, l'augmentation du rapport cyclique entraîne une augmentation du temps d'application d'une tension au niveau de l'élément de chauffe, tandis que la réduction de ce rapport entraîne une réduction du temps d'application d'une tension au niveau de l'élément de chauffe, pendant une période de temps prédéterminée correspondant à la période dudit signal.

[0052] Le module 13 de calcul de rapport cyclique est donc configuré pour calculer le paramètre représentatif

du rapport cyclique en fonction au moins de la température T_c de consigne, et de l'évolution de la température T_m mesurée de l'air soufflé.

[0053] Le module 13 de calcul de rapport cyclique est configuré pour calculer la pente de la courbe de la température T_m mesurée de l'air soufflé en fonction du temps, en un premier point donné de cette courbe, définir une droite passant par ledit premier point et de pente égale à celle calculée, et sélectionner sur la droite un second point d'abscisse de temps supérieure à l'abscisse de temps du premier point et déterminer l'ordonnée de température de ce second point appelée température anticipée T_a .

[0054] Le module 13 de calcul de rapport cyclique comprend des moyens 132 de comparaison de la température T_a anticipée et de la température T_c de consigne de l'air soufflé, et des moyens 131 de calcul ou de détermination de la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique en fonction du résultat de la comparaison.

[0055] Généralement, les moyens de calcul ou de détermination de la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique sont configurés pour, lorsque la température anticipée est inférieure à la température de consigne, augmenter la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique et lorsque la température anticipée est supérieure à la température de consigne, réduire la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique.

[0056] Ainsi, dans l'exemple représenté à la figure 4, qui représente la courbe d'évolution de la température T_m d'air soufflé en fonction du temps, si l'on considère la première onde, on suppose que l'utilisateur a choisi une température de consigne égale à 20°C . À l'instant t_0 , la température T_m de l'air mesurée à la sortie de l'échangeur est de 18°C . On calcule la pente de l'évolution de la température de l'air mesurée sur une durée appelée $t_{\text{Évolution}}$, et qui correspond à l'intervalle t_0/t_1 . Grâce à cette pente, on estime la température de l'air mesurée après un intervalle de temps prédéterminé appelé ici $t_{\text{Anticipation}}$. La température anticipée calculée est appelée T_a et est égale à 23°C . La différence entre la température de consigne et la température anticipée est de 3°C . On constate que la température anticipée est supérieure à la température de consigne. La vanne étant une vanne normalement fermée, comme illustré aux figures 2 et 3, la valeur de rapport cyclique est alors abaissée, pour obtenir un signal d'alimentation avec une durée de signal haut réduite pour limiter l'alimentation de l'élément résistif et, par suite, le chauffage de l'élément thermosensible, en particulier la cire, pour provoquer un déplacement de l'organe d'obturation dans le sens d'une fermeture au moins partielle de la vanne.

[0057] À l'inverse, si l'on considère la troisième onde de la figure 4 et si l'on procède comme précédemment, on suppose à nouveau que la température de consigne est égale à 20°C . À l'instant t_0 , la température T_m de l'air mesurée à la sortie de l'échangeur est de $19,5^\circ \text{C}$. On calcule la pente de l'évolution de la température de l'air mesurée sur une durée appelée $t_{\text{Évolution}}$, et qui

correspond à l'intervalle t_0/t_1 . Grâce à cette pente, on estime la température de l'air mesurée après un intervalle de temps prédéterminé appelé ici $t_{\text{Anticipation}}$. La température anticipée mesurée est égale à 15°C . La différence entre la température de consigne et la température T_a calculée est de 5°C . On constate que la température d'anticipation T_a est inférieure à la température de consigne. La valeur de rapport cyclique est alors augmentée, pour obtenir un signal d'alimentation avec une durée de signal haut augmentée, pour accroître le temps d'alimentation de l'élément résistif et, par suite, le chauffage de l'élément thermosensible, en particulier la cire, pour provoquer un déplacement de l'organe d'obturation dans le sens d'une ouverture au moins partielle de la vanne.

[0058] Bien évidemment, dans le cas d'une vanne normalement ouverte, la fermeture de la vanne s'obtient, à l'inverse, par augmentation de la valeur de rapport cyclique.

[0059] Il doit être noté que le module 13 de calcul de rapport cyclique est configuré pour, lorsque la valeur calculée du paramètre représentatif du rapport cyclique est supérieure à une valeur de seuil haut prédéterminée appelée rapport cyclique max, affecter à la valeur dudit paramètre représentatif du rapport cyclique, ladite valeur de seuil haut, et lorsque la valeur calculée du paramètre représentatif du rapport cyclique est inférieure à une valeur de seuil bas prédéterminée appelée rapport cyclique min, affecter à la valeur dudit paramètre représentatif du rapport cyclique, ladite valeur de seuil bas.

[0060] Les fonctions et étapes décrites ci-dessus peuvent être mises en oeuvre sous forme de programme informatique ou via des composants matériels (par exemple des réseaux de portes programmables). En particulier, les fonctions et étapes opérées par l'unité de pilotage d'alimentation peuvent être réalisées au moins en partie par des jeux d'instructions ou modules informatiques implémentés dans un processeur ou contrôleur ou être réalisées par des composants électroniques dédiés ou des composants de type FPGA ou ASIC. Il est aussi possible de combiner des parties informatiques et des parties électroniques.

[0061] Ainsi, l'unité de pilotage peut être réalisée sous forme d'une unité électronique et informatique. En particulier, le module de commande peut être réalisé sous forme d'un logiciel tournant sur microcontrôleur. Le module de commande d'alimentation peut être réalisé sous forme d'un circuit électronique de puissance, par exemple de type MOSFET, qui génère le signal d'alimentation électrique en fonction du rapport de cycle calculé par le module de commande. Enfin, le terme « comprenant » n'exclut pas d'autres éléments ou étapes. En outre, des caractéristiques ou étapes qui ont été décrites en référence à l'un des modes de réalisation exposés ci-dessus peuvent également être utilisées en combinaison avec d'autres caractéristiques ou étapes d'autres modes de réalisation exposés ci-dessus.

Revendications

1. Dispositif (1) de régulation de la température de l'air soufflé dans un bâtiment comprenant :

- des moyens de soufflage d'air comprenant un circuit (20) de circulation d'air et au moins un ventilateur (2) disposé sur ledit circuit (20) de circulation d'air,
 - un échangeur (3) thermique entre l'air soufflé et un circuit de fluide caloporteur tel que de l'eau,
 - une vanne (4) de réglage du débit d'entrée du fluide caloporteur dans l'échangeur (3) thermique,
 - un organe (5) d'obturation de la vanne (4),
 - un actionneur (6) dudit organe (5) d'obturation pour le déplacement dudit organe (5) d'obturation entre une position fermée et une position ouverte de la vanne (4),
 - un système (16) de définition d'une température (T_c) de consigne de l'air soufflé,

caractérisé en ce que la vanne (4) est une vanne deux voies, **en ce que** l'actionneur (6) comprend un élément (7) thermosensible apte à se déformer et/ou se déplacer sous l'effet de la chaleur et un élément (8) de chauffe électrique de l'élément (7) thermosensible, et **en ce que** le dispositif (1) comprend un organe (15) de mesure de la température (T_m) de l'air soufflé à l'intérieur du circuit (20) de circulation d'air, en sortie de l'échangeur (3) thermique, et une unité (12) de pilotage de l'alimentation électrique de l'élément (8) de chauffe électrique configurée pour piloter l'alimentation de l'élément (8) de chauffe électrique en fonction au moins de la température (T_c) de consigne et de la température (T_m) mesurée de l'air soufflé.

2. Dispositif (1) de régulation selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'unité (12) de pilotage de l'alimentation électrique de l'élément (8) de chauffe électrique est configurée pour piloter l'alimentation de l'élément (8) de chauffe électrique par contrôle de la largeur d'impulsions périodiques, ladite unité (12) de pilotage comprenant :

- un module (13) de calcul de rapport cyclique configuré pour calculer un paramètre représentatif du rapport cyclique en fonction au moins de la température (T_c) de consigne et de la température (T_m) mesurée de l'air soufflé, et
 - un module (14) de commande d'alimentation configuré pour commander l'alimentation électrique de l'élément (8) de chauffe électrique selon la valeur dudit paramètre représentatif du rapport cyclique calculé.

3. Dispositif (1) de régulation selon la revendication

précédente, **caractérisé en ce que** le module (13) de calcul de rapport cyclique est configuré pour calculer le paramètre représentatif du rapport cyclique en fonction au moins de la température (T_c) de consigne et de l'évolution de la température (T_m) mesurée de l'air soufflé.

4. Dispositif (1) de régulation selon l'une des revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le module (13) de calcul de rapport cyclique est configuré pour :

- calculer la pente de la courbe de la température (T_m) mesurée de l'air soufflé en fonction du temps, en un premier point donné de cette courbe,
 - définir une droite passant par ledit premier point et de pente égale à celle calculée,
 - sélectionner sur la droite un second point d'abscisse de temps supérieure à l'abscisse de temps du premier point et déterminer l'ordonnée de température de ce second point appelée température (T_a) anticipée.

5. Dispositif (1) de régulation selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le module (13) de calcul de rapport cyclique comprend des moyens (132) de comparaison de la température (T_a) anticipée et de la température (T_c) de consigne de l'air soufflé, et des moyens (131) de calcul ou de détermination de la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique en fonction du résultat de la comparaison.

6. Dispositif (1) de régulation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément (7) thermosensible est apte à se déformer sous l'effet de la chaleur pour le passage de l'organe (5) d'obturation de la vanne (4) de la position fermée, ou respectivement ouverte, vers la position ouverte, ou respectivement fermée, de la vanne (4) lors d'une élévation de température et **en ce que** le dispositif comprend des moyens (9) de rappel de l'organe (5) d'obturation en position fermée, ou respectivement ouverte.

7. Dispositif (1) de régulation selon la revendication précédente prise en combinaison avec la revendication 5, **caractérisé en ce que** les moyens (13) de calcul ou de détermination de la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique sont configurés pour modifier la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique dans le sens d'une augmentation du paramètre représentatif du rapport cyclique lorsque la température (T_a) anticipée est inférieure à la température (T_c) de consigne et dans le sens d'une réduction de la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique lorsque la température (T_a) anticipée est supérieure à la température (T_c) de consigne

dans le cas d'une vanne (4) normalement fermée, et **en ce que** les moyens (13) de calcul ou de détermination de la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique sont configurés pour modifier la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique dans le sens d'une réduction du paramètre représentatif du rapport cyclique lorsque la température (Ta) anticipée est inférieure à la température (Tc) de consigne et dans le sens d'une augmentation de la valeur du paramètre représentatif du rapport cyclique lorsque la température (Ta) anticipée est supérieure à la température (Tc) de consigne dans le cas d'une vanne (4) normalement ouverte.

8. Dispositif (1) de régulation selon l'une des revendications 2 à 5 ou 7, **caractérisé en ce que** le module (13) de calcul de rapport cyclique est configuré pour, lorsque la valeur calculée du paramètre représentatif du rapport cyclique est supérieure à une valeur de seuil haut prédéterminée appelée rapport cyclique max, affecter à la valeur dudit paramètre représentatif du rapport cyclique, ladite valeur de seuil haut, et lorsque la valeur calculée du paramètre représentatif du rapport cyclique est inférieure à une valeur de seuil bas prédéterminée appelée rapport cyclique min, affecter à la valeur dudit paramètre représentatif du rapport cyclique, ladite valeur de seuil bas.
9. Dispositif (1) de régulation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément (7) thermosensible de l'actionneur apte à se déformer sous l'effet de la chaleur est une cire et l'élément (8) de chauffe électrique un élément résistif.
10. Dispositif (1) de régulation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le système (16) de définition d'une température (Tc) de consigne de l'air soufflé est formé des moyens d'entrée de données d'une interface homme/machine apte à communiquer par liaison sans fil avec l'unité (12) de pilotage.
11. Procédé de régulation de la température de l'air soufflé d'un bâtiment, à l'aide d'un dispositif (1) de régulation de la température de l'air soufflé dans un bâtiment conforme à l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** la température (Tc) de consigne de l'air soufflé ayant été définie, ledit procédé comprend une étape de mesure de la température (T_m) de l'air soufflé à l'intérieur du circuit de circulation d'air, en sortie de l'échangeur (3) thermique, et une étape de pilotage de l'alimentation (11) électrique de l'élément (8) de chauffe électrique par contrôle de la largeur d'impulsions périodiques, ladite étape de pilotage comprenant :

- une phase de calcul de la valeur d'un paramètre

représentatif du rapport cyclique en fonction au moins de la température (Tc) de consigne et de la température (T_m) mesurée de l'air soufflé, et

- une phase de commande de l'alimentation électrique de l'élément (8) de chauffe électrique selon la valeur dudit paramètre représentatif du rapport cyclique calculé.

Figure 1

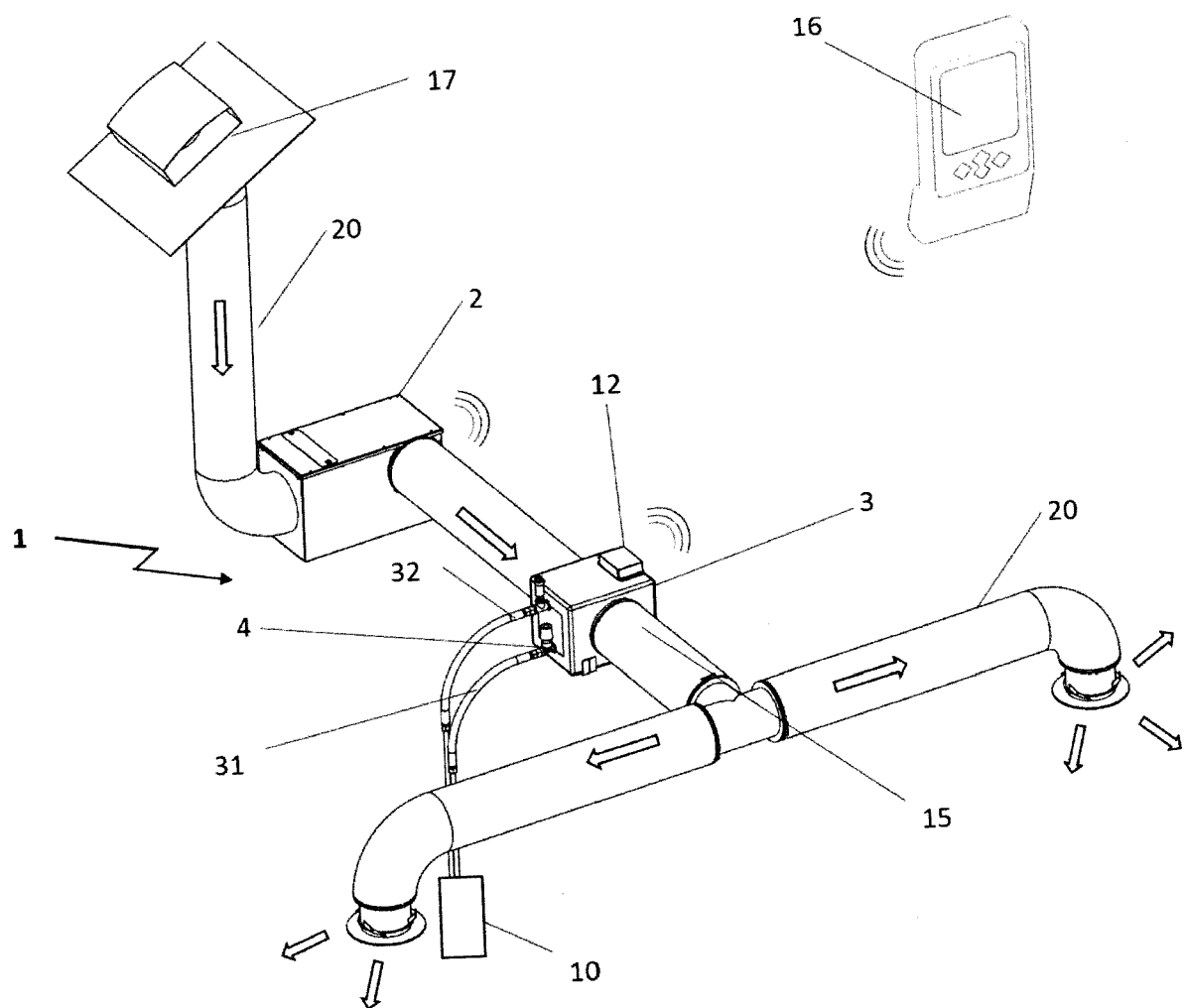


Figure 2

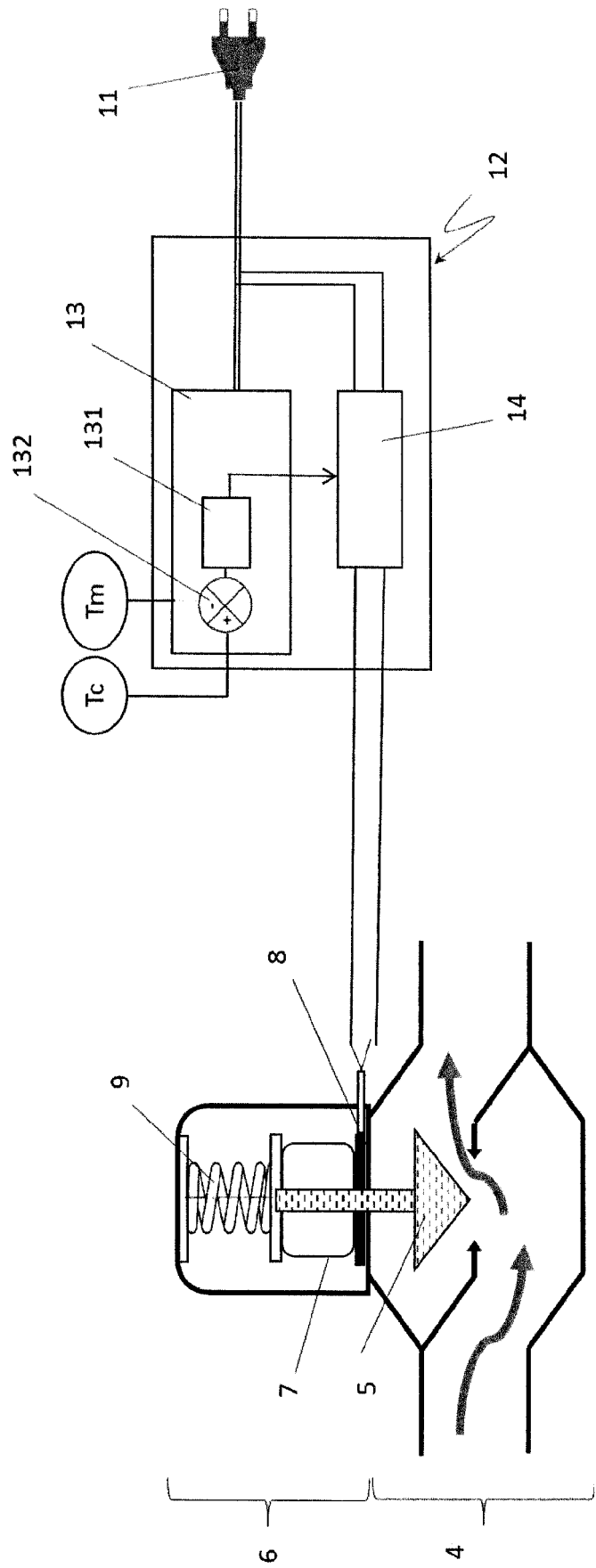


Figure 3

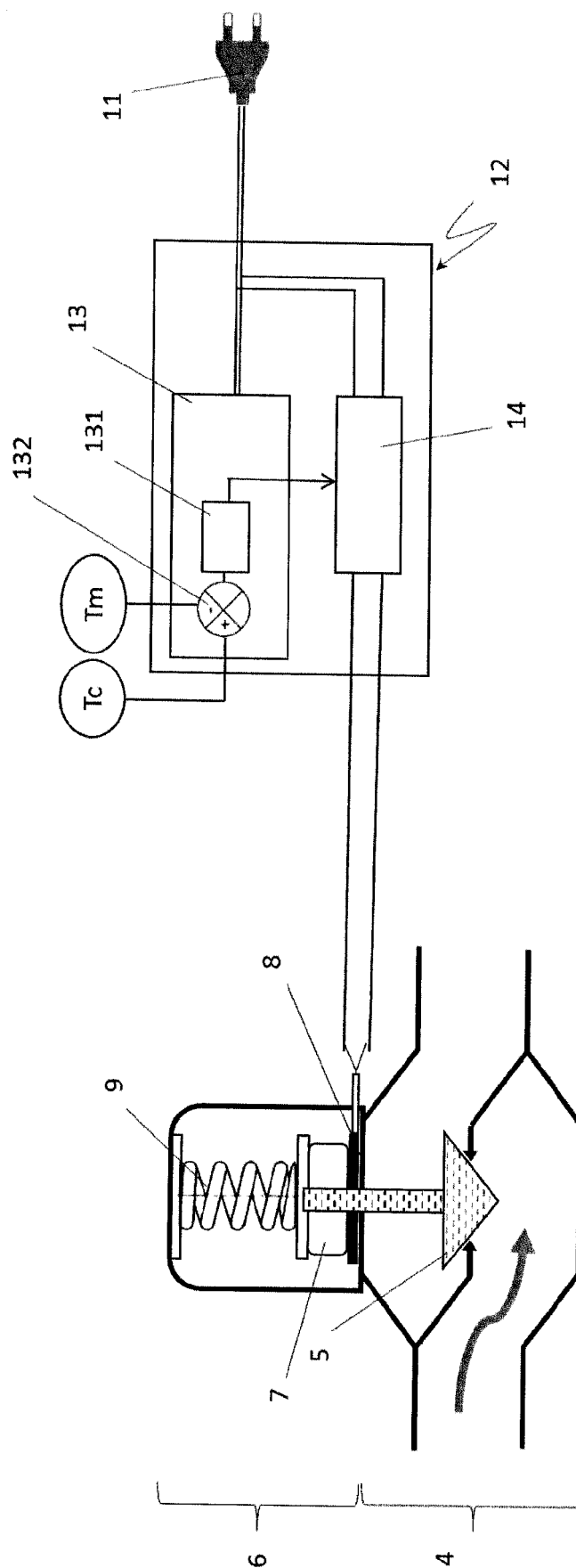
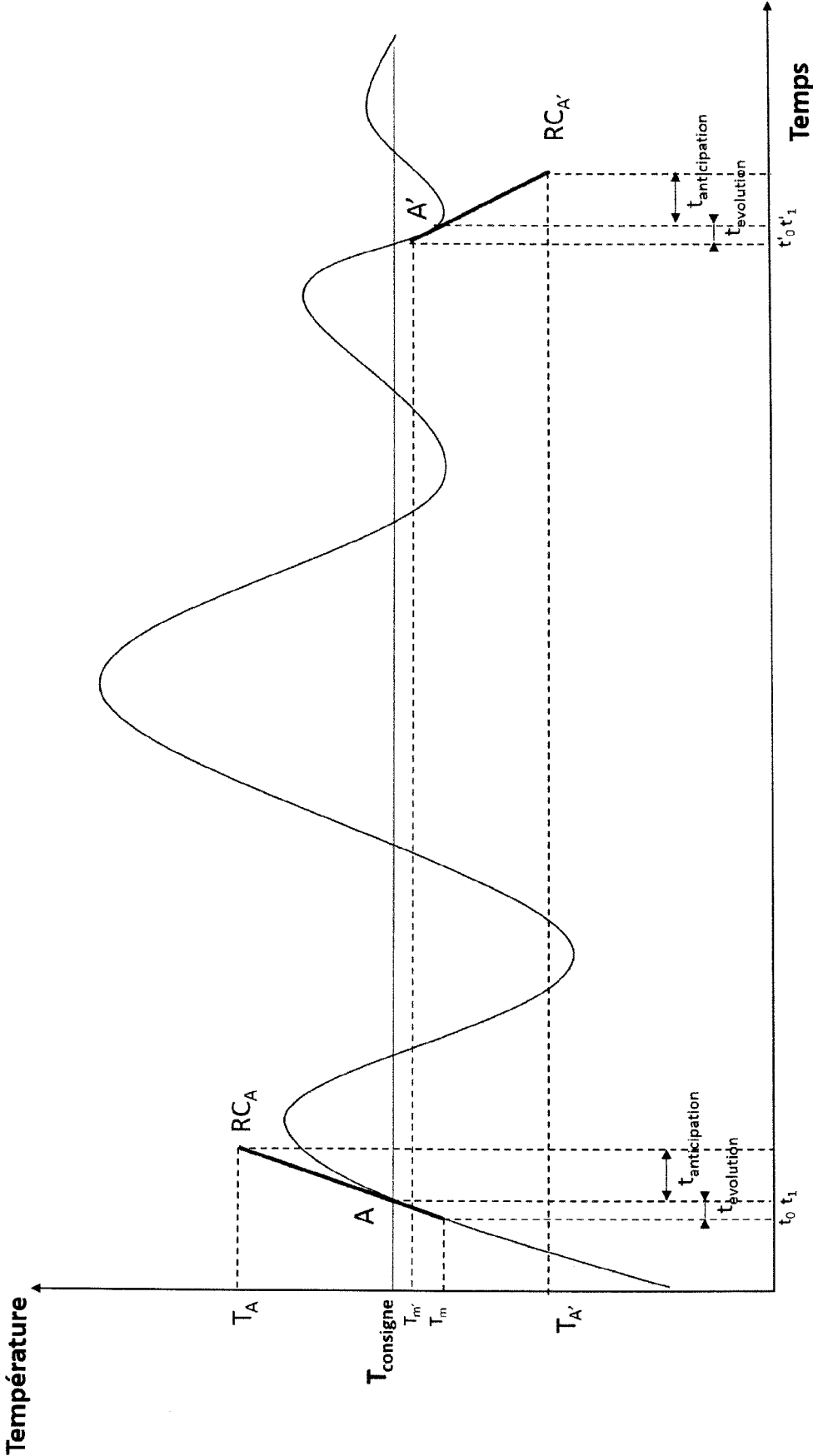


Figure 4





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 17 18 7166

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)
Y A	EP 2 863 130 A1 (SOCIÉTÉ MULLER & CIE [FR]) 22 avril 2015 (2015-04-22) * abrégé; figure 1 * * alinéas [0030] - [0050] * -----	1-3,6, 9-11 4,5,7,8	INV. F16K31/00 F24F7/06 F24F11/30
Y A	US 4 973 024 A (HOMMA DAI [JP]) 27 novembre 1990 (1990-11-27) * colonne 3, ligne 29 - colonne 4, ligne 16 * * colonne 5, lignes 52-61; figure 1 * -----	1-3,6, 9-11 4,5,7,8	
A	EP 1 093 944 A1 (VALEO CLIMATISATION [FR]) 25 avril 2001 (2001-04-25) * abrégé; figures 1, 2A, 2B * * alinéa [0022] * -----	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F16K F24F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 23 janvier 2018	Examineur Salaün, Eric
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 18 7166

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.

23-01-2018

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2863130 A1	22-04-2015	EP 2863130 A1	22-04-2015
		ES 2633388 T3	21-09-2017
		FR 3011913 A1	17-04-2015
US 4973024 A	27-11-1990	AUCUN	
EP 1093944 A1	25-04-2001	DE 60019224 D1	12-05-2005
		DE 60019224 T2	16-02-2006
		EP 1093944 A1	25-04-2001
		ES 2239987 T3	16-10-2005
		FR 2799696 A1	20-04-2001

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

- EP 2863130 A [0008]