



⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
15.01.92 Bulletin 92/03

⑤① Int. Cl.⁵ : **G05D 23/19, F24D 19/10**

②① Numéro de dépôt : **87401237.0**

②② Date de dépôt : **03.06.87**

⑤④ **Procédé et dispositif de regulation d'un chauffage central.**

③⑩ Priorité : **06.06.86 FR 8608178**

⑦③ Titulaire : **ALCATEL ALSTHOM COMPAGNIE
GENERALE D'ELECTRICITE
54, rue La Boétie
F-75382 Paris Cédex 08 (FR)**

④③ Date de publication de la demande :
16.12.87 Bulletin 87/51

⑦② Inventeur : **Verhaege Thierry
5 Clos du Chateau
Ballainvilliers 91160 Longjumeau (FR)**

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
15.01.92 Bulletin 92/03

⑧④ Etats contractants désignés :
DE FR GB IT

⑦④ Mandataire : **Weinmiller, Jürgen et al
Lennéstrasse 9 Postfach 24
W-8133 Feldafing (DE)**

⑤⑥ Documents cités :
FR-A- 2 542 852

EP 0 249 531 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne un procédé et un dispositif de régulation d'un chauffage central pour bâtiment d'habitation individuelle ou collective.

5 Les procédés employés jusqu'ici entrent dans trois catégories présentant chacune divers inconvénients. Ils sont basés sur les principes suivants :

– Asservissement de la température de départ du fluide de chauffage à la température extérieure, suivant une loi dite "courbe de chauffe". Ce procédé ne permet pas de prendre en compte les apports internes de chaleurs, les apports solaires, le vent, les inerties thermiques, qui ont un effet sur les températures effectivement atteintes dans les habitations ; d'autre part, il nécessite un réglage manuel délicat des paramètres définissant la courbe de chauffe. Enfin, le coût d'installation d'une sonde de température à l'extérieur d'une habitation est relativement important.

10 – Asservissement de la température de départ du fluide à une température intérieure mesurée ; ce procédé n'a pas les inconvénients précédents, mais peut être perturbé par l'influence de conditions locales et/ou passagères (ouverture de fenêtres, fermeture d'un robinet de radiateur, exposition au soleil, proximité d'une source de chaleur, etc.), de sorte qu'il ne convient pas au chauffage d'immeubles collectifs, et demande certaines précautions en chauffage individuel ; il demande encore une liaison entre la chaufferie, le régulateur et le local où la température est mesurée.

– Modulation de débit par des robinets thermostatiques équipant les émetteurs ; ce procédé, efficace pour des consignes constantes, ne permet pas à lui seul la programmation horaire ; il peut être couplé à une programmation horaire centralisée de la température de départ ; celle-ci doit être suffisante en période normale pour assurer la satisfaction des besoins, et être choisie en période de chauffage réduit, de sorte que, les robinets thermostatiques n'opérant plus, les températures des pièces approchent au mieux la consigne réduite ; ce résultat est difficile à obtenir lorsque la régulation centrale ne connaît que la température extérieure ou une température intérieure.

20 On connaît par le brevet français FR-A-2.542.852 un procédé de régulation d'un chauffage central d'un bâtiment dans lequel au moins une fois par jour la consigne de température passe à une valeur réduite, procédé dans lequel on mesure en permanence deux températures du fluide caloporteur (température de départ et température de retour) ; on asservit la commande de chauffage à une valeur de la température intérieure estimée par approximations successives à partir de la température du fluide caloporteur et des propriétés thermiques du réseau de chauffage.

La mise en oeuvre de ce procédé conduit à certaines difficultés. Ainsi, les températures intérieures obtenues subissent des fluctuations trop importantes car les propriétés thermiques du réseau évoluent trop avec les actions de réglage manuel des utilisateurs.

35 On constate par ailleurs que l'apprentissage n'est pas obtenu avec une précision suffisante quand une différence faible existe entre les deux températures du fluide caloporteur.

La présente invention a pour but de mettre en oeuvre un procédé permettant d'éviter les inconvénients précédents.

40 Elle a également pour but de réduire le nombre et la complexité des interventions de réglage demandées à l'utilisateur du système de chauffage.

Ces buts sont atteints selon l'invention par le procédé tel que défini par le revendication 1.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description suivante de divers modes de mise en oeuvre donnés à titre illustratif, mais nullement limitatif. Dans le dessin annexé :

45 – La figure 1 montre très schématiquement un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé, intégré à une chaudière de chauffage central.

– La figure 2 montre un diagramme illustrant les variations de température théorique et pratique, ainsi que la puissance de chauffe au cours d'une journée.

50 On voit dans la figure 1, une chaudière 1, avec sa commande de brûleur 2, son circulateur de fluide 3. La référence 4 illustre les tuyauteries de départ du fluide vers les éléments d'échange avec le bâtiment, tandis que la référence 5 illustre les tuyauteries de retour du fluide vers la chaudière. Un régulateur 10 est intégré à la chaudière 1 ; il reçoit en entrée 11 une information d'un organe 8 de mesure de la température du fluide, et dispose d'une sortie 12 de commande du brûleur 2.

Le régulateur exploite un modèle d'estimation de la température intérieure du bâtiment combinant en fait deux modèles distincts appelés respectivement modèle "réseau" et modèle "bâtiment" :

55 Le modèle "réseau" caractérise le réseau de distribution de chauffage en tant qu'échangeur entre le fluide caloporteur et le bâtiment à chauffer. Il s'écrit de façon générale :

$$f(\theta_i, \theta_f, \tau_i) = 0, \text{ avec :}$$

θ_i = température intérieure moyenne estimée selon le modèle "réseau"

θ_f = température mesurée du fluide caloporteur par l'organe 8

τ_1 = taux de charge, rapport de la puissance à la puissance maximale, connu d'après la commande définie par le régulateur.

5 Etant donné l'inertie thermique du réseau, τ_1 ne doit pas être traité comme une valeur instantanée, mais comme une valeur moyenne sur un intervalle de temps suffisant, ou mieux comme une valeur moyenne pondérée par les facteurs de réponse inertielle du réseau, soit par exemple :

$$10 \quad \tau_1(t) = \sum_{i=1}^n p(i) \tau'_i(t),$$

$\tau'_i(t)$ étant une famille de mémoires exponentielles du taux de charge instantané $\tau(t)$, basées sur des temps caractéristiques Δt_i différents:

15

$$\tau'_i(t) = \frac{1}{\Delta t_i} \int_0^{\infty} \tau(t-u) e^{-u/\Delta t_i} du, \text{ approché par :}$$

20

$$\tau'_i(t) = \tau'_i(t - \Delta t) + \frac{\Delta t}{\Delta t_i} \left\{ \tau(t) - \tau'_i(t - \Delta t) \right\}$$

25

Las facteurs de réponse $p(i)$, caractéristiques du réseau, vérifiant $\sum_{i=1}^n p(i) = 1$, ne sont pas connus a priori, mais peuvent être établis assez rapidement par auto-apprentissage. En effet, l'estimation de θ_{i_1} d'après la loi $f(\theta_{i_1}, \theta_f, \tau_1) = 0$ ne doit varier que lentement étant donné l'inertie thermique du bâtiment, alors que le taux de charge instantané $\tau(t)$ est susceptible de varier rapidement.

30

Il convient donc de rechercher les valeurs $\left\{ p(i) \right\}$ qui donnent à l'estimation de θ_{i_1} la meilleure stabilité.

L'auto-apprentissage de $p(i)$ se fait en permanence. Chaque minute le taux de charge τ'_i est mémorisé ; si on appelle δp_i la correction faible à apporter à p_i pour une variation $\delta \tau'_i$ correspondant à deux valeurs successives de τ'_i :

$\delta p_i = \lambda A \delta \tau'_i$ où λ est une constante, et A l'erreur sur la variation de température en une minute.

La formulation la plus simple de la loi f serait :

$\theta_{i_1} = \theta_f - a \cdot \tau_1$, expression dans laquelle intervient un paramètre à identifier a , caractéristique du réseau.

40

Etant donné les variations importantes des coefficients d'échanges et du débit avec les niveaux de température, cette formulation risque d'être insuffisamment précise, de sorte qu'il peut être utile de recourir à un modèle un peu plus complexe, soit par exemple le modèle implicite :

$\tau_1 = p_1 (\theta_f - \theta_i) + p_2 (\theta_f - \theta_i)^2$, dont on peut déduire θ_i , connaissant θ_f et τ_1 . Dans toute la suite on utilisera cette formulation pour le modèle "réseau".

45

Ce modèle fait intervenir deux paramètres p_1 et p_2 . Ceux-ci peuvent également être établis par auto-apprentissage, en mettant à profit la programmation horaire, comme cela va être explicité ci-dessous.

En effet, le régulateur peut interrompre le chauffage - généralement pour plusieurs heures - lorsque la consigne passe de la valeur normale à la valeur réduite ; τ_1 tend vers zéro, de sorte que θ_{i_1} devient bien connu, car voisin de θ_f .

50

La valeur obtenue constitue une référence précise, que l'on peut injecter dans le modèle "bâtiment" (voir plus loin), afin d'estimer avec une bonne précision quelle était la valeur de θ_{i_1} lors du changement de consigne, et d'en déduire une condition sur p_1 et p_2 .

De même, la valeur de θ_{i_1} bien connue en fin de période d'arrêt du chauffage, combinée avec le modèle "bâtiment", donne une estimation précise de θ_{i_1} lorsque le chauffage a redémarré depuis peu de temps, par exemple depuis une heure, alors que τ_1 et θ_f ont déjà atteint des valeurs élevées, ce qui donne une nouvelle condition sur p_1 et p_2 . On voit donc que chaque transition de la consigne donne une information sur p_1 et p_2 , de sorte que ceux-ci peuvent être évalués assez rapidement.

55

La loi $f(\theta_{i_1}, \theta_f, \tau_1) = 0$ peut être perturbée par des actions locales, telles par exemple les actions limitantes

de robinets thermostatiques. Dans ce cas, la température du fluide θ_f est plus élevée à taux de charge donné. L'application de la loi f conduit à une surestimation de θ_i , et donc à une réduction du chauffage. Cette réduction est utile, car l'action des robinets thermostatiques signifie que la demande de chauffage est inférieure à l'offre. On peut donc considérer que le régulateur assure principalement une régulation de la température intérieure moyenne du bâtiment, avec toutefois une adaptation partielle à la demande exprimée par les actions de réglage locales.

Le modèle "bâtiment" est le deuxième moyen dont dispose le régulateur pour estimer la température intérieure. Il caractérise le bâtiment en tant qu'espace, dont la température est sensible aux apports de chauffage, ainsi qu'à d'autres sollicitations plus ou moins connues (climat, occupation). Il peut s'écrire par exemple :

$$\theta_{i_2}(t) = \theta_{i_1}(t_0) + p_3 [\tau_2(t) - \tau_2(t_0)] + p_4 [g(t) - g(t_0)],$$

avec :

- . $\theta_{i_2}(t)$ = température intérieure moyenne au temps t, selon le modèle "bâtiment"
- . $\theta_{i_1}(t_0)$: température intérieure moyenne selon le modèle "réseau", mémorisée depuis l'heure t_0 de fin de la dernière période d'arrêt prolongé du chauffage
- . $\tau_2(t)$, $\tau_2(t_0)$ = mémoire exponentielle du taux de charge instantané $\tau(t)$, de temps caractéristique Δt_0 égal à 3 heures environ.
- . τ_2 est calculé par :

$$\tau_2(t) = \tau_2(t - \Delta t) + \frac{\Delta t}{\Delta t_0} [\tau(t) - \tau_2(t - \Delta t)]$$

25

- . p_3 = paramètre définissant la sensibilité de la température du bâtiment vis-à-vis du chauffage.
- . $g(t)$, $g(t_0)$ = fonction de correction horaire de la température intérieure, pour tenir compte de la part prévisible des fluctuations horaires des conditions climatiques et d'occupation ; $g(t)$ est minimal vers 8h, et maximal vers 15h.
- . p_4 : paramètre définissant l'amplitude des corrections horaires de température à effectuer, pour le bâtiment considéré.

30

La formulation du modèle "bâtiment" est justifiée par les considérations suivantes :

35

- $\theta_{i_1}(t_0)$ constitue une évaluation précise de la température intérieure au temps t_0 , même lorsque les para-

mètres $\{p(i)\}$, P_1, P_2 sont mal connus

L'appel à une mémoire exponentielle du taux de charge, de temps caractéristique égal à 3 heures, permet de tenir compte approximativement de l'effet combiné des inerties thermiques du réseau et du bâtiment.

40

L'expérience montre que cette formulation donne généralement d'assez bons résultats. L'effet à long terme (plus de 24h) des inerties thermiques n'est pas à prendre en compte, car on dispose au moins une fois par jour d'une nouvelle estimation précise $\theta_{i_1}(t_0)$.

45

La fonction $g(t)$ intervient dans un terme correctif dont l'amplitude est de l'ordre de 1 à 2°C. Elle traduit le fait que la température extérieure, les apports solaires, les apports internes, sont statistiquement plus élevés le jour que la nuit. S'agissant d'un terme correctif, on admet sur $g(t)$ un certain degré d'approximation, permettant le recours à une fonction préprogrammée.

50

Il est possible de définir le paramètre de sensibilité p_3 par auto-apprentissage ; en effet, la température intérieure est bien connue grâce au modèle "réseau" quelque temps (deux heures environ) après l'arrêt du chauffage occasionné par chaque baisse de consigne. Il suffit alors de comparer cette température à la valeur donnée par le modèle "bâtiment", et de corriger p_3 en conséquence.

L'auto-apprentissage du paramètre p_4 est également possible mais relativement lent :

p_4 peut être ajusté pour que la différence $\theta_{i_1}(15h) - \theta_{i_2}(15h)$ des températures données par les deux modèles à 15 heures soit statistiquement de moyenne nulle.

55

Le régulateur peut utiliser à tout instant une combinaison des modèles "bâtiment" et "réseau" pour accéder à la meilleure estimation possible de la température intérieure θ_{i_3} , et agir en conséquence sur la commande de chauffage. Cette combinaison doit accorder un poids plus important au modèle qu'on sait être le plus précis dans les conditions de fonctionnement considérées :

Le modèle "réseau" est particulièrement précis durant les périodes d'arrêt ou de réduction du chauffage ;

il l'est moins lorsque la température du fluide est élevée, et dans les régimes transitoires.

Le modèle "bâtiment" reste précis lorsque la température du fluide est élevée, pourvu que la référence $\theta_{i_1}(t_0)$ soit suffisamment récente. On peut alors limiter le rôle du modèle "réseau" à la détection des excursions de température intérieure liées aux modifications imprévisibles des conditions climatiques et d'occupation.

5 Le modèle "bâtiment" permet également de mettre en oeuvre une fonction d'anticipation de chauffage, lorsque la consigne est réduite, en prévision du futur passage à une consigne normale : il convient d'estimer l'évolution de température dans l'hypothèse d'un fonctionnement à pleine charge, et de déclencher ledit fonctionnement lorsque la température estimée pour l'heure de la transition coïncide avec la consigne normale.

10 Il est possible d'obtenir à la mise en service des conditions de fonctionnement acceptables, quoique non optimales, en donnant aux paramètres intervenant dans les modèles les valeurs initiales les plus plausibles. L'adaptation aux particularités du bâtiment et de son système de chauffage ne demande que quelques jours.

Il est toutefois souhaitable que le régulateur continue à faire régulièrement appel aux fonctions d'auto-apprentissage, afin de s'adapter aux modifications éventuelles de définition du contexte.

15 En particulier, le paramètre p_4 peut subir des variations saisonnières significatives (valeurs plus élevées en mi-saison qu'en hiver), et la condamnation provisoire de certains convecteurs peut modifier les paramètres

$\{p_i\}$, p_1, p_2 du modèle "réseau".

La figure 2 représente un résultat d'essai d'un régulateur suivant l'invention, appliqué au chauffage d'un logement habité, immédiatement après la mise en service.

20 En abscisse on a une échelle de temps t (Heures) ; l'origine est fixée à 16 heures 30 le 58^{ème} jour de l'année et la mesure se termine à 4 heures le 60^{ème} jour de l'année.

On a représenté la consigne de température intérieure (courbe T), la température intérieure estimée par le régulateur (courbe θ_{i_3}), la température du fluide (courbe θ_f) ; à titre indicatif, on a donné également la température intérieure effective θ_i et l'ensoleillement (W/m^2 - courbe S), qui ne sont pas mesurés par le régulateur.

25 Cette figure montre que l'on obtient rapidement après la mise en service des performances satisfaisantes.

La température de consigne T est égale à 20° C sauf entre 23 heures et 6 heures du matin, où elle est égale à 17°C.

A la mise en service le 58^{ème} jour de l'année à 16 heures 30, on arrête le chauffage. Cette période d'arrêt est nécessaire pour obtenir une première estimation de la température intérieure θ_{i_3} .

30 A 18 heures θ_{i_3} étant inférieure à la température de consigne, le chauffage est mis en marche à plein régime, θ_f croît et le régulateur fonctionne sur la base du modèle "bâtiment" qui est alors le plus précis.

A 23 heures θ_{i_3} est supérieure à la valeur T (17°C) et le régulateur arrête le chauffage.

35 La température θ_f baisse relativement lentement à cause de l'inertie thermique du réseau. Si on se réfère à la formule du modèle "bâtiment" pour $t_0 = 1$ heure du matin, $\theta_{i_1}(t_0) = \theta_{i_2}(t_0)$, le modèle "bâtiment" coïncide avec le modèle "réseau".

On peut à ce moment corriger la valeur de p_3 qui pouvait être sous-estimée.

Vers 1 heure 30 environ, le régulateur met en oeuvre le modèle "bâtiment" et commande le chauffage à pleine charge pour que la température θ_{i_3} de 20 degrés soit atteinte à 6 heures.

40 A partir de 5 heures le régulateur met en oeuvre une combinaison des deux modèles "bâtiment" et "réseau" jusqu'à 23 heures.

Le modèle "bâtiment" apporte une correction $g(t)$ maximale vers 15 heures, d'où le passage de la température du fluide par un minimum, conformément à la diminution des besoins, liée en particulier aux apports solaires (courbe S).

A 23 heures, le régulateur commande l'arrêt du chauffage.

45

Revendications

50 1. Procédé de régulation d'un chauffage central d'un bâtiment dans lequel au moins une fois par jour la consigne de température passe à une valeur réduite, procédé dans lequel on mesure en permanence une température de fluide caloporteur et on asservit la commande de chauffage à une valeur de la température intérieure estimée par approximations successives à partir de la température du fluide caloporteur et des propriétés thermiques du réseau de chauffage, caractérisé par le fait que, pour estimer la température intérieure, on met en oeuvre une combinaison de deux modèles, un modèle "réseau" utilisé durant les périodes d'arrêt ou de réduction de chauffage, et un modèle "bâtiment" utilisé lorsque la température du fluide est élevée, ledit modèle "réseau" étant représenté par la loi :

$f(\theta_{i_1}, \theta_f, \tau_1) = 0$ avec :

- θ_{i_1} = température intérieure moyenne dudit bâtiment selon le modèle "réseau"
- θ_f = température dudit fluide caloporteur
- τ_1 = taux de charge ou rapport de la puissance de chauffage à la puissance maximale, ledit modèle "bâtiment" étant représenté par la loi :

- 5
- $\theta_{i_2}(t) = \theta_{i_1}(t_0) + p_3 [\tau_2(t) - \tau_2(t_0)] + p_4 [g(t) - g(t_0)]$ avec :
 - $\theta_{i_2}(t)$ = température intérieure moyenne au temps t selon le modèle "bâtiment",
 - $\theta_{i_1}(t_0)$ = température intérieure moyenne selon le modèle "réseau", mémorisée depuis une heure t_0 de fin de la dernière période d'arrêt prolongé de chauffage,
 - $\tau_2(t)$, $\tau_2(t_0)$ = mémoire exponentielle du taux de charge instantané $\tau(t)$ de temps caractéristique Δt_0
 - 10 - p_3 = paramètre définissant la sensibilité de la température du bâtiment vis-à-vis du chauffage,
 - $g(t)$, $g(t_0)$ = fonction de correction horaire de la température intérieure, pour tenir compte de la part prévisible des fluctuations horaires des conditions climatiques et d'occupation,
 - p_4 = paramètre définissant l'amplitude des corrections horaires de température à effectuer, pour le bâtiment considéré.

15 2. Procédé de régulation selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le modèle "réseau" est représenté par la formulation suivante :

$$\tau_1 = p_1 (\theta_f - \theta_{i_1}) + p_2 (\theta_f - \theta_{i_1})^2$$

3. Procédé de régulation selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que les différents paramètres desdits modèles ont des valeurs initiales plausibles non optimales au moment de la mise en service, et qu'elles sont optimisées par auto-apprentissage dans l'espace de quelques jours.

20 4. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, comportant un régulateur (10), intégré dans la chaudière (1) de chauffage central, dont l'entrée (11) est reliée à un organe unique (8) de mesure de température du fluide et dont la sortie (12) est reliée à la commande du brûleur (2) de la chaudière ou à une commande de vanne à trois ou quatre voies, et des moyens pour estimer à tout instant la température intérieure caractérisé en ce que la température intérieure est estimée selon une combinaison des deux modèles "réseau" et "bâtiment" mentionnés dans les revendications 1 et 2.

Claims

30 1. A method of regulating the central heating of a building in which the reference temperature switches to a low value at least once a day, in which method a temperature of the heat-conveying fluid is measured continuously and heating is servo-controlled to an inside temperature value estimated by successive approximations from the temperature of the heat-conveying fluid and the thermal properties of the heating network, the method being characterized by the fact that in order to estimate the inside temperature, two models are used in combination, a "network" model which is used during periods when the heating is stopped or when heating is being reduced, and a "building" model which is used when the temperature of the fluid is high, said "network" model being represented by the relationship:

$$f(\theta_{i_1}, \theta_f, \tau_1) = 0 \text{ where:}$$

- 40
- θ_{i_1} = the mean inside temperature of the building according to the "network" model;
 - θ_f = the temperature of said heat conveying fluid; and
 - τ_1 = the load factor, i.e. the ratio of the heating power to maximum power; said "building" model being represented by the relationship:
 - $\theta_{i_2}(t) = \theta_{i_1}(t_0) + p_3 [\tau_2(t) - \tau_2(t_0)] + p_4 [g(t) - g(t_0)]$ where
 - 45 - $\theta_{i_2}(t)$ = the mean inside temperature at time t according to the "building" model;
 - $\theta_{i_1}(t_0)$ = the mean inside temperature according to the "network" model as stored from time t_0 at the end of the previous prolonged period during which heating was stopped;
 - $\tau_2(t)$, $\tau_2(t_0)$ = an exponential memory of the instantaneous load factor $\tau(t)$ having a characteristic time Δt_0 ;
 - 50 - p_3 = a parameter defining the sensitivity of the building temperature to heating;
 - $g(t)$, $g(t_0)$ = a time correction function of the inside temperature to take account of the foreseeable portion of hourly fluctuations in climate and conditions of use; and
 - p_4 = a parameter defining the amplitude of the time temperature corrections to be performed for the building under consideration.

55 2. A regulation method according to claim 1, characterized by the fact that the "network" model is represented by the following equation:

$$\tau_1 = p_1(\theta_f - \theta_{i_1}) + p_2(\theta_f - \theta_{i_1})^2$$

3. A regulation method according to claim 1 or 2, characterized by the fact that the various parameters of

said models are given non-optimized, plausible initial values when the method is put into operation, which values are optimized by automatic learning over a period of a few days.

4. Apparatus for implementing the method according to any preceding claim, the apparatus comprising a regulator (10) integrated in the central heating boiler (1), an input (11) to the regulator being connected to a single member (8) for measuring fluid temperature and an output (12) of the regulator being connected to control the burner (2) of the boiler or to control a three-way or a four-way valve, the apparatus further including means for estimating the inside temperature at all times, the apparatus being characterized in that the inside temperature is estimated using two models in combination, namely the "network" model and the "building" model mentioned in claims 1 and 2.

10

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung einer Zentralheizung eines Gebäudes, in welchem mindestens einmal pro Tag der Temperatursollwert auf einen gedrosselten Wert zurückgeht, wobei im Verfahren permanent eine Temperatur des Wärmeträgerfluids gemessen und das Regelorgan der Heizung auf einen Innentemperaturwert eingestellt wird, der durch sukzessive Annäherung ausgehend von der Temperatur des Wärmeträgerfluids und den thermischen Eigenschaften des Heizungsnetzes geschätzt wird, dadurch gekennzeichnet, daß man zum Abschätzen der Innentemperatur eine Kombination aus zwei Modellen einsetzt, von denen ein "Netzmodell" während der Stillstands- oder der Drosselperioden der Heizung verwendet wird, und ein "Gebäudemodell" bei erhöhter Fluidtemperatur verwendet wird, wobei das "Netzmodell" durch die Beziehung $f(\theta_{i_1}, \theta_f, \tau_1) = 0$ dargestellt wird,

- θ_{i_1} = mittlere Innentemperatur des Gebäudes gemäß dem "Netzmodell",
- θ_f = Temperatur des Wärmeträgerfluids,
- τ_1 = Belastungsgrad bzw. Leistungsverhältnis der Heizleistung bei maximaler Leistung,

und wobei das "Gebäudemodell" durch die Beziehung

- $\theta_{i_2}(t) = \theta_{i_1}(t_0) + p_3[\tau_2(t) - \tau_2(t_0)] + p_4[g(t) - g(t_0)]$ dargestellt wird, mit:
- $\theta_{i_2}(t)$ = mittlere Innentemperatur zur Zeit t gemäß dem "Gebäudemodell",
- $\theta_{i_1}(t_0)$ = mittlere Innentemperatur gemäß dem "Netzmodell", die seit einer Stunde t_0 ab Ende der letzten längeren Heizungsstillstandsperiode gespeichert wurde,
- $\tau_2(t), \tau_2(t_0)$ = Exponentialspeichergröße des momentanen Belastungsgrads $\tau(t)$ des charakteristischen Zeitwachses Δt_0 ,
- p_3 = Parameter, der die Empfindlichkeit der Temperatur des Gebäudes in Bezug auf die Heizung definiert,
- $g(t), g(t_0)$ = Stundenkorrekturfunktion der Innentemperatur, um dem vorhersehbaren Anteil der Stundenfluktuationen der klimatischen Bedingungen und der Bewohner Rechnung zu tragen,
- p_4 = Parameter, der die Amplitude der zu bewirkenden Stundenkorrekturen für das betrachtete Gebäude definiert.

2. Regelverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das "Netzmodell" durch die Beziehung $\tau_1 = p_1 (\theta_f - \theta_{i_1}) + p_2 (\theta_f - \theta_{i_1})^2$ dargestellt wird.

3. Regelverfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die verschiedenen Parameter der Modelle plausible, im Augenblick des Betriebsbeginns nicht optimale Anfangswerte besitzen, und daß sie durch Selbstlernen innerhalb von einigen Tagen optimiert werden.

4. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Regler (10), der in den Heizkessel (1) der Zentralheizung eingebaut ist, dessen Eingang (11) an ein einziges Organ (8) zur Temperaturmessung des Fluids angeschlossen ist und dessen Ausgang (12) mit der Steuerung des Brenners (2) des Heizkessels oder mit einer Steuerung eines Drei- oder Vierwegeventils verbunden ist, und mit Mitteln zur jederzeitigen Abschätzung der Innentemperatur, dadurch gekennzeichnet, daß die Innentemperatur gemäß einer Kombination von zwei, in den Ansprüchen 1 und 2 genannten Modellen, einem "Netzmodell" und einem "Gebäudemodell" geschätzt wird.

50

55

FIG.1



