

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication:

0 375 494 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication de fascicule du brevet: **23.03.94** (51) Int. Cl.⁵: **F23N 1/02**

(21) Numéro de dépôt: **89403377.8**

(22) Date de dépôt: **06.12.89**

(54) **Procédé et dispositif de régulation automatique d'une chaudière à combustible solide à chargement discontinu et tirage forcé, en particulier d'une chaudière à bois.**

(30) Priorité: **20.12.88 FR 8816850**

(43) Date de publication de la demande:
27.06.90 Bulletin 90/26

(45) Mention de la délivrance du brevet:
23.03.94 Bulletin 94/12

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE LI SE

(56) Documents cités:
EP-A- 0 073 717
DE-A- 3 402 787
GB-A- 2 191 022

(73) Titulaire: **FONDERIES FRANCO BELGES**

F-59660 Merville(FR)

(72) Inventeur: **Deruy, René**
103, rue A. Copin
F-62224 Equihen(FR)
Inventeur: **Lambin, Bernard**
98bis avenue Saint-Maur
F-59110 La Madeleine(FR)

(74) Mandataire: **Casalonga, Axel et al**
BUREAU D.A. CASALONGA - JOSSE
Morassistrasse 8
D-80469 München (DE)

EP 0 375 494 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

L'invention concerne les chaudières à combustible solide à chargement discontinu en combustible et tirage forcé par ventilateur électrique, et plus particulièrement aux chaudières de ce type fonctionnant au bois et communément appelées "Turbo bois".

Ces chaudières se distinguent des chaudières à tirage naturel en ce qu'elles sont équipées d'un ventilateur électrique qui, le plus souvent, souffle l'air nécessaire à la combustion, ou moins souvent aspire les fumées de combustion.

Ce type de chaudière, dont l'apparition sur le marché est relativement récente, voir par exemple le document DE-A-3 402 787, présente en général l'avantage d'améliorer sensiblement le rendement de combustion et de permettre à l'utilisateur de faire fonctionner la chaudière suivant une plage de puissances plus grande. De nombreux essais comparatifs menés en particulier par l'Agence Française de la Maîtrise de l'Energie (AFME) ont confirmé les avantages incontestables apportés par le ventilateur électrique.

Malheureusement, on a pu constater aussi de nombreux inconvénients de ces chaudières, liés le plus souvent à la commande de ces mêmes ventilateurs qui sont entraînés par un moteur électrique à une seule vitesse, fonctionnant par conséquent en tout ou rien, ou plus rarement, à deux vitesses, en suivant soit uniquement une consigne de température eau donnée par un thermostat monté dans le circuit eau du chauffage central, soit pour d'autres types uniquement une consigne de température fumées donnée par un thermostat monté sur le circuit des fumées.

Dans le cas des chaudières à combustible fluide, ou à combustible granuleux ou pulvérulent à alimentation continue, on se sert d'un thermostat d'ambiance pour maîtriser la température qui règne dans le local à chauffer par l'apport plus ou moins important de combustible, le débit d'air comburant étant alors adapté au débris du combustible, de telle sorte que la puissance de la chaudière suit constamment les besoins de l'usage. Au contraire, pour les chaudières à combustible solide, telles que les chaudières à bois, dont le chargement est nécessairement discontinu, la puissance de la chaudière est déterminée, soit par la température des fumées, soit par la température de l'eau du corps de chauffe, de telle sorte que l'un ou l'autre des deux capteurs de température ordonne l'arrêt ou la mise en marche du ventilateur en tout ou rien, ou selon un nombre discret de régimes, et ceci indépendamment de la masse du combustible en présence. Or, la puissance instantanée de la chaudière étant tributaire du mélange plus ou moins harmonieux entre l'air qui passe et le com-

bustible présent dans la chaudière, les mises en marche du ventilateur en tout ou rien entraînent des variations du débit d'air, qui elles-mêmes entraînent des changements de puissance de la chaudière.

Il en résulte une grande instabilité de la température ambiante du local d'habitation et une mauvaise qualité de la combustion. Cela se traduit par une augmentation du taux d'oxyde de carbone dans des proportions tout à fait incompatibles avec les normes relatives à la pollution atmosphérique, ou par une combustion avec excès d'air. De plus, l'instabilité permanente de la combustion compromet la durée de la vie de la chaudière à une échéance plus ou moins rapprochée.

En effet, lors des périodes de refroidissement de la flamme dues ou fonctionnement avec excès d'air, on observe à l'intérieur du corps de chauffe la formation de goudrons qui proviennent de la condensation des composés issus de la combustion du bois et qui attaquent rapidement la tôle d'acier. Inversement, lorsqu'il y a manque d'air, on assiste à la formation de fumées et d'imbrûlés gazeux qui sont rejetés dans l'atmosphère ainsi qu'à la formation de molécules polyaromatiques dont on connaît tous les inconvénients.

Malgré toutes les précautions que prennent les installateurs pour tenter d'enrayer l'inconfort et l'instabilité de combustion, par exemple par recyclage de l'eau de retour, par suppression des entrées d'air parasites dans la chaudière et par installation d'un ballon tampon pour limiter les régimes ralentis, les litiges sont nombreux et reflètent parfaitement la difficulté actuelle de réguler convenablement une chaudière à combustible solide du type indiqué.

Le but de l'invention est d'éliminer les inconvénients précédents, c'est-à-dire de maîtriser la puissance de la flamme d'une chaudière à combustible solide, et plus particulièrement d'une chaudière à bois, en supprimant les régimes transitoires et en traitant d'une manière particulière les cas de fonctionnement anormaux qui peuvent se présenter et qui affectent la qualité de combustion de ce type de chaudière, afin de conformer la chaudière aux normes les plus sévères tout en lui assurant un fonctionnement et une longévité corrects, compatibles avec l'attente des utilisateurs soucieux d'un niveau de confort thermique régulier et constant.

L'invention réside avant tout en un procédé de régulation automatique d'une chaudière à combustible solide, à chargement discontinu en combustible et tirage forcé par ventilateur électrique, se distinguant principalement par le fait :

- que le ventilateur est à régime variable en continu,
- que la régulation est basée sur la mesure simultanée de la température de l'eau de la

chaudière et de la température des fumées sortant de celle-ci, et

- que la régulation comporte, au cours d'une phase de fonctionnement normal, la détermination d'une température théorique des fumées sensiblement proportionnelle à l'écart entre une température de consigne et la température de l'eau mesurée, la détermination d'un régime théorique du ventilateur sensiblement proportionnel à l'écart entre la température théorique des fumées et la température des fumées mesurée, enfin l'adaptation progressive du régime imposé au ventilateur par incrémentation ou décrémentation de la valeur imposée à ce régime selon le signe de l'écart entre le régime théorique calculé et le régime actuel au cours de cycles successifs définis par une temporisation.

En fait, les deux coefficients de proportionnalité peuvent être variables dans le temps ou selon des paramètres mesurés pour tenir compte d'une action différentielle ou intégrale de la régulation.

Dans un mode de mise en oeuvre préférentiel, le procédé, selon l'invention, comporte plusieurs phases de fonctionnement s'enchaînant automatiquement, dont

- une phase d'allumage ou chargement en combustible, initialisée automatiquement à la mise sous tension et après chaque fermeture de la porte dont l'état d'ouverture est détecté par un contact, cette phase comprenant une incrémentation très progressive du régime du ventilateur à partir d'une valeur initiale définie et au cours de cycles successifs définis par une temporisation, ces cycles provoquant le passage à ladite phase de fonctionnement normal, soit lorsque la température de l'eau dépasse une valeur définie, soit lorsque le régime dépasse une valeur finale définie et après une autre temporisation,
- ladite phase de fonctionnement normal, laquelle prévoit d'une part, lorsque la température des fumées atteint une valeur très basse, d'arrêter complètement le ventilateur, d'autre part, lorsque l'écart entre le régime théorique calculé et le régime actuel est positif et conduit à une incrémentation du régime, de comparer la température des fumées avec celle mise en mémoire au cycle précédent, et de provoquer le passage automatique à une phase de fonctionnement anormal si cette température est en décroissance, et
- ladite phase de fonctionnement anormal prévoyant une décrémentation plus importante du régime et une temporisation plus importante avant de repasser en phase de fonctionnement normal pour un nouvel essai, le nombre d'essais étant limité à une valeur

définie.

Naturellement, la chaudière selon l'invention comprend les éléments nécessaires, notamment les sondes de température des fumées et de l'eau, ainsi que le contact de détection de fermeture de la porte, et également un microprocesseur recevant les diverses données et actionnant la commande du ventilateur à variation continue du régime, ce microprocesseur étant programmé pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

D'autres particularités de l'invention apparaîtront dans la description qui va suivre d'un mode de réalisation et de mise en oeuvre pris comme exemple et représenté sur le dessin annexé, sur lequel :

la figure 1 est un schéma d'ensemble de la chaudière;

la figure 2 représente un bloc diagramme de relation des divers éléments; et

les figures 3, 4 et 5 représentent les organigrammes des phases principales du procédé.

La chaudière 1, représentée sur la figure 1, comporte d'une manière usuelle un foyer inversé 2 disposé à l'intérieur du corps de chauffe 3 comportant un raccord 4 de départ d'eau chaude et un retour d'eau 5, ce foyer 2 étant alimenté en combustible à partir d'une porte de chargement 6 située en partie supérieure et sur le devant de l'appareil, tandis qu'à l'arrière se trouve en 7 le carneau d'évacuation des fumées par tirage forcé sous l'effet d'un ventilateur 8 soufflant l'air à travers une plaque de répartition supérieure 9.

Conformément à l'invention, la chaudière comporte à la fois une sonde 10 de mesure de la température des fumées dans le carneau 7, une sonde 11 de mesure de la température de l'eau dans le corps de chauffe, un contact 12 de détection de l'état de fermeture de la porte 6, ainsi qu'un moteur électrique 13 à vitesse variable pour l'entraînement du ventilateur 8, ce moteur étant commandé par exemple par du courant hâché modulé en puissance à partir d'un boîtier de commande 14 placé sur ou à proximité de la chaudière et appliquant le procédé selon l'invention.

En plus des éléments essentiels que sont la sonde 10 de température des fumées, la sonde 11 de température de l'eau et le contact 12 d'ouverture de la porte, la chaudière peut avantageusement comporter un bulbe 15 commandant un thermomètre à dilatation 16 placé sur le boîtier 14 à la disposition de l'utilisateur, une sonde 17 de sécurité, un bouton 18 de mise en marche et d'arrêt, un bouton 19 de réarmement de la sécurité et un bouton 20 de consigne de la température de l'eau, tous ces éléments étant à la disposition de l'utilisateur.

Le boîtier peut en outre comporter divers autres organes à la seule disposition de l'installateur,

par exemple un bouton 21 de réglage de la température minimale des fumées, un inverseur 22, manuel/automatique, permettant de passer en manuel lors d'une intervention sur la carte électronique, enfin une fiche de raccordement multibroches 23 sur laquelle on peut raccorder une boîte de tests ou tout autre dispositif de contrôle et de saisie d'informations.

On retrouve sur le bloc diagramme de la figure 2, le contact de porte 12, la sonde 10 de température des fumées, la sonde 11 de température de l'eau, la sonde 17 de sécurité qui commande le bloc de sécurité 24, lequel reçoit en 25 l'alimentation secteur et assure à son tour l'alimentation générale 26 lorsqu'il a été réarmé par le bouton de réarmement 19, ce boîtier déclenchant au contraire pour couper l'alimentation sous l'effet de la sonde 17 lorsque celle-ci détecte l'apparition d'une température anormale, enfin l'inverseur 22 automatique/manuel.

Parmi les commandes accessibles par l'utilisateur, on trouve également le bouton marche-arrêt 18 et le bouton 20 de consigne de température de l'eau. Egalement, à l'intérieur du boîtier, c'est-à-dire non accessible à l'utilisateur, on retrouve le bouton 21 de consigne de la température minimale des fumées.

On voit également en 27 le hâcheur de commande du moteur 13 du ventilateur 8.

Pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, le boîtier de commande 14 comprend un microprocesseur 28 qui reçoit les diverses informations par l'intermédiaire des interfaces appropriées, en particulier des convertisseurs analogique/numérique 29, 30, 31 et 32, pour convertir en numérique les valeurs analogiques provenant des interfaces de mesure 33 et 34 des températures de fumées et de l'eau et les valeurs de consigne provenant de 21 et 20. 35 représente l'entrée de la base de temps provenant du réseau pour la synchronisation du hâcheur 27, et 36 la commande de l'autotest.

Naturellement, le processeur 28 est programmé pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, c'est-à-dire essentiellement la détermination du régime Q à imposer au ventilateur en fonction des diverses données, essentiellement la température des fumées TF, la température de l'eau TE, la consigne de température minimale des fumées Cmf et la consigne de température de l'eau CE, ainsi que d'autres valeurs constantes définies par le constructeur ou réglées par l'installateur.

On suppose, dans ce qui suit, que le régime du ventilateur est commandé à partir d'une valeur numérique Q exprimant ce régime en unité arbitraire, de telle manière que la valeur 100 corresponde au régime maximum.

On va maintenant examiner le fonctionnement du dispositif complet en référence aux organigrammes des figures 3, 4 et 5.

Le programme P1 de la figure 3 correspond à l'allumage et au chargement en combustible. Il est initialisé au moment de la mise sous tension après réarmement, ou après un chargement en combustible après fermeture de la porte de chargement dont l'état d'ouverture est détecté par le contact 12. Durant le déroulement de cette phase de fonctionnement, la température de l'eau TE est constamment surveillée, et dès qu'elle dépasse 90 °C, on arrête le ventilateur et on passe au programme principal P2 de la figure 4. Au contraire, tant que cette température reste inférieure à 90 °C, le programme se décompose en trois périodes successives :

- le fonctionnement à régime ou débit d'air réduit à une valeur initiale faible définie Q1 durant par exemple 3 minutes,
- l'augmentation progressive du débit d'air jusqu'à une valeur finale définie Q2 correspondant au maximum permis pour l'allumage, et ceci par incrémentations successives de la valeur Q au cours de cycles définis par une temporisation de 20 secondes dans l'exemple choisi, et
- le fonctionnement à ce débit d'air constant Q2 durant par exemple 5 minutes, ce temps, ainsi que celui pratiqué précédemment de 3 minutes, étant éventuellement raccourci comme indiqué plus haut si la température de l'eau TE vient à dépasser 90 °C.

On voit ainsi que la régulation selon l'invention permet d'allumer la chaudière en tirage forcé, et non pas en tirage naturel, ce qui est particulièrement intéressant. On sait en effet que dans une chaudière à tirage forcé à combustion inversée, l'opération d'allumage se fait grâce à un clapet de démarrage d'allumage que l'invention permet d'économiser en dosant très progressivement l'air comburant au fur et à mesure de l'évolution effective de l'allumage vers la phase de fonctionnement normal P2 vers laquelle on aboutit en tout état de cause.

Après chaque chargement en combustible, on sait que l'apport de combustible a tendance à refroidir considérablement le magasin, ce qui a pour effet de dégrader la combustion par excès d'air si la régulation ne tient pas compte de ce nouvel état. On comprend donc l'intérêt que présente la régulation selon l'invention de doser l'air comburant de manière à obtenir une augmentation très progressive de la flamme jusqu'à la valeur désirée au cours du fonctionnement normal.

Durant la phase P2 de fonctionnement normal, correspondant à la figure 4, on effectue en permanence la lecture de la température d'eau TE et de

la température des fumées TF. L'objectif recherché est d'éviter toutes les périodes transitoires évoquées plus haut en recherchant le fonctionnement le plus régulier possible. Pour cela, on adapte en continu la puissance de la flamme au besoin programmé par l'utilisateur.

La surface d'échange entre la flamme et l'eau de la chaudière étant constante, la température des fumées TF est prise comme indicateur de la puissance de la flamme à un instant. Par ailleurs, on considère que l'écart entre la température réelle de l'eau TE et la température de consigne de l'eau CE fixée par l'utilisateur exprime le besoin en calories au même instant pour satisfaire l'utilisateur.

Conformément à l'invention, on calcule une température théorique des fumées TTF par la relation suivante :

$$TTF = K1 (CE - TE)$$

dans laquelle K1 est un coefficient déterminé expérimentalement et qui est fonction de la géométrie du corps de chauffe de la chaudière et de ses caractéristiques d'échange.

Comme exposé plus haut, ce coefficient K1 peut en fait être variable dans le temps ou selon des paramètres mesurés pour tenir compte d'une action différentielle ou intégrale de la régulation.

Cependant, si la valeur calculée TTF est inférieure à la consigne minimale de fumées Cmf fixée par l'installateur, le programme fixe $TTF = Cmf$. De même, si TTF est supérieur à la consigne maximale de fumées CMF programmée par le constructeur dans le microprocesseur, le programme fixe $TTF = CMF$.

A partir de cette valeur de la température théorique des fumées TTF, on calcule le débit d'air théorique QT, c'est-à-dire le régime du ventilateur nécessaire à la combustion en fonction de la température réelle de fumées à partir de la relation suivant :

$$QT = K2 (TTF - TF)$$

dans laquelle K2 est un coefficient déterminé expérimentalement et qui peut lui aussi être fixe ou variable dans le temps pour tenir compte de l'importance de l'écart entre TTF et TF.

Cependant, on n'applique pas brutalement au ventilateur le régime théorique QT calculé, mais d'une part on fixe un régime minimum Qmin et un régime maximum Qmax, et si QT est inférieur à Qmin, on le fixe à cette valeur, tandis que si QT est supérieur à Qmax, on le fixe à cette dernière valeur, et d'autre part, on modifie la variable Q définissant le débit par incrémentation progressive au cours de cycles successifs, avec une nouvelle temporisation de 20 secondes et un retour en tête

de la phase P2 pour recommencer les mesures et les calculs.

Il est important de remarquer que dans le milieu du déroulement de la phase P2, après avoir mesuré TF et avant de calculer QT, on teste la valeur TF, et si elle est inférieure à 40°, on produit l'arrêt total de la chaudière.

D'autre part, entre le test de comparaison entre QT et Q et la temporisation finale de 20 secondes, on a trois branches parallèles, l'une centrale directe correspondant à l'égalité des deux valeurs, l'autre à droite de la figure correspondant à QT inférieur à Q, et par conséquent à une décrémentation de Q, et la troisième à gauche, particulièrement intéressante, correspondant à QT supérieur à Q. Dans ce dernier cas, on incrémente Q comme il se doit, mais on compare la température des fumées TF à la température des fumées TFP mise en mémoire au cours du cycle précédent, et dans le cas où TF est inférieur à TFP, c'est-à-dire dans le cas où une augmentation du débit d'air conduit à une diminution de la température des fumées, on en conclut qu'on est en phase de fonctionnement anormal et on passe en phase P3 correspondant au diagramme de la figure 5.

Cette phase P3 de fonctionnement anormal, où la température des fumées baisse lorsque le débit d'air augmente, correspond en général à l'existence d'un excès d'air, dû, soit à la formation d'une voûte, par suite par exemple d'un mauvais chargement qui ne permet pas au bois de descendre correctement sur le foyer, soit encore à un manque de combustible.

Pour gérer cette nouvelle situation, on utilise une variable qui est le nombre d'essais, laquelle est constamment fixée à une valeur déterminée, par exemple 3 dans l'exemple choisi, à chaque passage par la branche de gauche de l'organigramme de la figure 4, c'est-à-dire pour QT supérieur à Q, mais pour le fonctionnement normal, c'est-à-dire lorsque la température des fumées n'est pas en décroissance. Lorsque cette anomalie arrive, on passe donc à la phase P3 avec la variable nombre d'essais chargée à 3. La phase P3 de la figure 5 commence donc avec une décrémentation de cette variable nombre d'essais suivie d'un test de comparaison à la valeur 0. Tant que le nombre d'essais n'a pas atteint la valeur 0, on passe par une temporisation de 20 secondes avant de recommencer la phase P2 pour un nouvel essai. Si, au cours de ces essais successifs, la voûte s'effondre, la chaudière reprend son fonctionnement normal. Ce n'est que si l'on repasse trois fois par l'embranchement P3 de la phase P2 que l'on parvient à la valeur nulle pour le nombre d'essais, ce qui conduit alors à une décrémentation plus importante de Q, par exemple de 5, en ne descendant pas au-dessous d'une valeur minimum, par

exemple de 25, cette décrémentation étant suivie d'une temporisation, par exemple de 5 minutes, suivie d'une nouvelle décrémentation importante avant de repasser en phase P2.

De la sorte, si la phase de fonctionnement anormal se perpétue, soit parce que le voûte ne s'est pas effondrée, soit parce que le combustible s'épuise, on finit par arriver à une température des fumées inférieure à 40 ° au centre de l'organigramme P2, ce qui conduit, comme on l'a vu, à l'arrêt général de la chaudière.

Le dernier organigramme X de la figure 5 correspond à une interruption du programme pour chaque ouverture de la porte, ce qui a pour effet d'arrêter le ventilateur (Q=0) et de détecter si le contact de fermeture de la porte est en position fermé pour repasser en phase P1. En effet, l'ouverture de la porte correspond normalement à un rechargement en combustible.

On a pu vérifier que l'application du procédé selon l'invention permet d'assurer une régulation très précise et très stable d'une chaudière de ce type, avec des variations de température d'eau ne dépassant pas plus ou moins 1 ° autour du point de consigne. Ce fonctionnement est donc très souple et très sûr.

En outre, la régulation peut signaler les anomalies de fonctionnement et donner un diagnostic complet de son état de marche, soit sur le tableau de commande 14 de la chaudière, soit par l'intermédiaire d'une boîte de tests indépendante raccordée sur la prise 23, ce qui simplifie considérablement la maintenance.

Revendications

1. Procédé de régulation automatique d'une chaudière (1) à combustible solide, à chargement discontinu en combustible et tirage forcé par ventilateur électrique (8,13) que l'on utilise à régime variable en continu, et dans lequel la régulation est basée sur la mesure simultanée de la température de l'eau (TE) de la chaudière et de la température des fumées (TF), caractérisé par le fait que la régulation comporte, au cours d'une phase (P2) de fonctionnement normal, la détermination d'une température théorique des fumées (TTF) sensiblement proportionnelle (K1) à l'écart entre une température de consigne (CE) et la température de l'eau mesurée (TE), la détermination d'un régime théorique du ventilateur (QT) sensiblement proportionnel (K2) à l'écart entre la température théorique des fumées (TTF) et la température des fumées mesurée (TF), et l'adaptation progressive du régime du ventilateur par incrémentation ou décrémentation de la valeur (Q) imposée à ce régime selon le signe de l'écart

entre le régime théorique calculé (QT) et le régime actuel (Q) au cours de cycles successifs définis par une temporisation.

2. Procédé de régulation selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'au cours de la phase de fonctionnement normal, lorsque l'écart entre le régime théorique calculé (QT) et le régime actuel (Q) est positif et conduit à une incrémentation du régime, on compare la température des fumées (TF) avec celle (TFP) mise en mémoire au cycle précédent, et on provoque le passage automatique à une phase de fonctionnement anormal (P3) si cette température (TF) est en décroissance, et ladite phase de fonctionnement anormal (P3) prévoit une décrémentation plus importante du régime (Q) et une temporisation plus importante avant de repasser en phase de fonctionnement normal (P2) pour un nouvel essai, le nombre d'essais étant limité à une valeur définie.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait que ladite phase de fonctionnement normal (P2) prévoit, lorsque la température des fumées atteint une valeur très basse, d'arrêter complètement le ventilateur.
4. Procédé de régulation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte, en outre, une phase d'allumage ou chargement en combustible, initialisée automatiquement à la mise sous tension et après chaque fermeture de la porte de chargement (6) dont l'état d'ouverture est détecté par un contact (12), cette phase comprenant une incrémentation très progressive du régime (Q) du ventilateur à partir d'une valeur initiale (Q1) définie et au cours de cycles successifs définis par une temporisation, ces cycles provoquant le passage à ladite phase de fonctionnement normal (P2), soit lorsque la température de l'eau (TE) dépasse une valeur définie, soit lorsque le régime (Q) dépasse une valeur finale définie (Q2) et après une autre temporisation.
5. Chaudière à combustible solide à chargement intermittent et à ventilation forcée, comportant un moteur électrique (13) à régime variable pour l'entraînement d'un ventilateur (8), une sonde (10) de mesure de la température des fumées (TF), et une sonde (11) de mesure de la température de l'eau (TE), caractérisée par le fait qu'elle comprend un contact (12) de détermination de l'état d'ouverture de la porte de chargement (6), un organe (20) de réglage de la température de consigne de l'eau (CE),

et un microprocesseur (28) programmé pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes.

6. Chaudière selon la revendication 5, caractérisée par le fait qu'elle comporte, en outre, une sonde (17) de sécurité, un bouton (19) de réarmement de la sécurité, un bouton (18) de mise en marche et un thermomètre (15,16) à lecture directe, tous ces organes étant à la disposition de l'utilisateur. 5 10
7. Chaudière selon une des revendications 5 et 6, caractérisée par le fait qu'elle comporte, en outre, des organes de réglage ou de raccordement à la disposition de l'installateur, notamment un réglage (21) de la consigne minimale des fumées (Cmf), un inverseur (22) manuel automatique et une prise multibroches (23) de raccordement d'un appareil de diagnostic. 15 20

Claims

1. Method for automatically regulating a solid fuel-fired boiler (1) which is loaded discontinuously with fuel and which has a draught forced by an electric fan (8, 13) which is used in a continuously variable speed, in which the regulation is based on simultaneously measuring the temperature (TE) of the water of the boiler and the temperature (TF) of the smoke, characterized in that the regulation includes, during a normal operational phase (P2), determining a theoretical temperature of (TTF) of the smoke which is substantially proportional (K1) to the difference between a set temperature (CE) and the measured temperature (TE) of the water, determining a theoretical speed of the fan (QT) which is substantially proportional (K2) to the difference between the theoretical temperature (TTF) of the smoke and the measured temperature (TF) of the smoke, and progressively adapting the speed of the fan by incrementing or decrementing the value (Q) imparted to this speed according to the sign of the difference between the theoretical speed calculated (QT) and the actual speed (Q) during successive cycles defined by a time delay. 25 30 35 40
2. Regulation method according to Claim 1, characterized in that, during the normal operational phase, when the difference between the calculated theoretical speed (QT) and the actual speed (Q) is positive and leads to incrementation of the speed, the temperature (TF) of the smoke is compared with that (TFP) stored in the preceding cycle, and automatic transfer to an abnormal operational phase (P3) is caused 45 50 55

if this temperature (TF) is decreasing, and the said abnormal operational phase (P3) causes a larger decrement of the speed (Q) and a larger time delay before returning to the normal operational phase (P2) for a new test, the number of tests being limited to a defined value.

3. Method according to Claim 2, characterized in that the said normal operational phase (P2) provides, when the temperature of the smoke reaches a very low value, for complete shut down of the fan.
4. Regulation method according to any one of the preceding claims, characterized in that it includes, in addition, an ignition or fuel-loading phase, automatically initialized on powering up and after each closure of the fuelling door (6), the state of opening of which is detected by a contact (12), this phase comprising a highly progressive incrementation of the speed (Q) of the fan from a defined initial value (Q1) and, during successive cycles defined by a time delay, these cycles causing transfer to the said normal operational phase (P2), either when the temperature (TE) of the water exceeds a defined value, or when the speed (Q) exceeds a final defined value (Q2) and after another time delay.
5. Solid fuel-fired boiler with intermittent fuelling and forced ventilation, including an electric motor (13) with variable speed for driving a fan (8), a probe (10) for measuring the temperature (TF) of the smoke, and a probe (11) for measuring the temperature (TE) of the water, characterized in that it comprises a contact (12) for determining the state of opening of the fuelling door (6), a member (20) for adjusting the set temperature of the water (CE), and a microprocessor (28) programmed for implementing the method according to any one of the preceding claims.
6. Boiler according to Claim 5, characterized in that it includes, in addition, a safety probe (17), a button (19) for repriming the safety, a button (18) for starting up and a directly read thermometer (15, 16), all these members being available to the user.
7. Boiler according to one of Claims 5 and 6, characterized in that it includes, in addition, adjustment or connection members available to the user, in particular adjustment (21) of the minimum set value (Cmf) of the smoke, a manual or automatic inverter (22) and a multipin plug (23) for connection to a diagnostic

appliance.

Patentansprüche

1. Automatisches Regelverfahren für einen Festbrennstoff-Heizkessel (1) mit unterbrochener Brennstoffladung und einem durch einen elektrischen Ventilator (8, 13) erzwungenen Zug, wobei der Ventilator mit wechselndem Regelwert im Dauerbetrieb gehalten wird und wobei in dem Verfahren die Regelung auf der gleichzeitigen Messung der Wassertemperatur (TE) des Heizkessels und der Rauchgastemperatur (TF) basiert, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung in einer Normalbetriebsphase (P2) umfaßt:
 die Bestimmung einer theoretischen Rauchgastemperatur (TTF) annähernd proportional (K1) zum Unterschied zwischen einer Solltemperatur (CE) und der gemessenen Wassertemperatur (TE),
 die Bestimmung eines theoretischen Regelwertes (QT) des Ventilators annähernd proportional (K2) zum Unterschied zwischen der theoretischen Rauchgastemperatur (TTF) und der gemessenen Rauchgastemperatur (TF) sowie
 die fortschreitende Anpassung des Regelwertes des Ventilators durch Erhöhung oder Erniedrigung des diesem Regelwert zugewiesenen Wertes (Q) entsprechend dem Vorzeichen des Unterschieds zwischen dem theoretisch berechneten Regelwert (QT) und dem aktuellen Regelwert (Q) im Verlauf von aufeinanderfolgenden, durch eine Zeitverzögerung definierten Zyklen.
2. Regel-Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Normalbetriebsphase, wenn der Unterschied zwischen dem theoretisch berechneten Regelwert (QT) und dem aktuellen Regelwert (Q) positiv ist und eine Erhöhung des Regelwertes bewirkt, die Rauchgastemperatur (TF) mit der im vorangehenden Zyklus gespeicherten Rauchgastemperatur (TFP) verglichen wird, daß automatisch der Übergang in eine Ausnahmebetriebsphase (P3) veranlaßt wird, wenn diese Temperatur (TF) im Abnehmen ist, und daß diese Ausnahmebetriebsphase (P3) eine stärkere Erniedrigung des Regelwertes (Q) und eine stärkere Verzögerung vor der Rückführung in die Normalbetriebsphase (P2) für einen neuen Versuch vorsieht, wobei die Anzahl der Versuche auf einen festgelegten Wert begrenzt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Normalbetriebsphase (P2) vorsieht, den Ventilator vollständig an-

zuhalten, wenn die Rauchgastemperatur einen sehr niedrigen Wert erreicht.

4. Regel-Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es zusätzlich eine Zünd- oder Brennstoffladungsphase umfaßt, welche automatisch beim Anlegen der Spannung und nach jedem Schließen der Ladungstüre (6), deren Öffnung über einen Kontakt (12) erfaßt wird, eingeleitet wird, wobei diese Phase eine stark ansteigende Erhöhung des Regelwertes (Q) des Ventilators umfaßt, ausgehend von einem festgelegten Anfangswert (Q1) und im Verlauf von aufeinanderfolgenden, durch eine Verzögerungszeit festgelegten Zyklen, wobei diese Zyklen entweder, wenn die Wassertemperatur (TE) einen bestimmten Wert übersteigt, oder wenn der Regelwert (Q) einen bestimmten Endwert (Q2) übersteigt, den Übergang in die genannte Normalbetriebsphase (P2) veranlassen.
5. Festbrennstoff-Heizkessel mit unterbrochener Ladung und erzwungenem Zug mit einem Elektromotor (13) mit variablem Regelwert zum Antrieb eines Ventilators (8), mit einem Fühler (10) zur Messung der Rauchgastemperatur (TF) und einem Fühler (11) zur Messung der Wassertemperatur (TE), dadurch gekennzeichnet, daß er einen Kontakt (12) zur Bestimmung des Öffnungszustandes der Ladungstüre (6), ein Organ (20) zur Regelung der Soll-Wassertemperatur (CE) und einen zur Ausführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche programmierten Mikroprozessor (28) umfaßt.
6. Heizkessel nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß er zusätzlich einen Sicherheitsfühler (17), einen Sicherheits-Rückstellknopf (19), einen Einschaltknopf (18) und ein Thermometer (15, 16) mit Direktablesung aufweist, wobei alle diese Elemente zur Verfügung des Benutzers stehen.
7. Heizkessel nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß er zusätzlich Regel- und Anschlußelemente zur Verfügung des Installateurs aufweist, insbesondere eine Minimal-Sollwertregelung (21) für die Rauchgase, einen Umschalter (22) für Handbetrieb und Automatik und einen Vielfachsteckverbinder (23) zum Anschluß eines Diagnosegerätes.

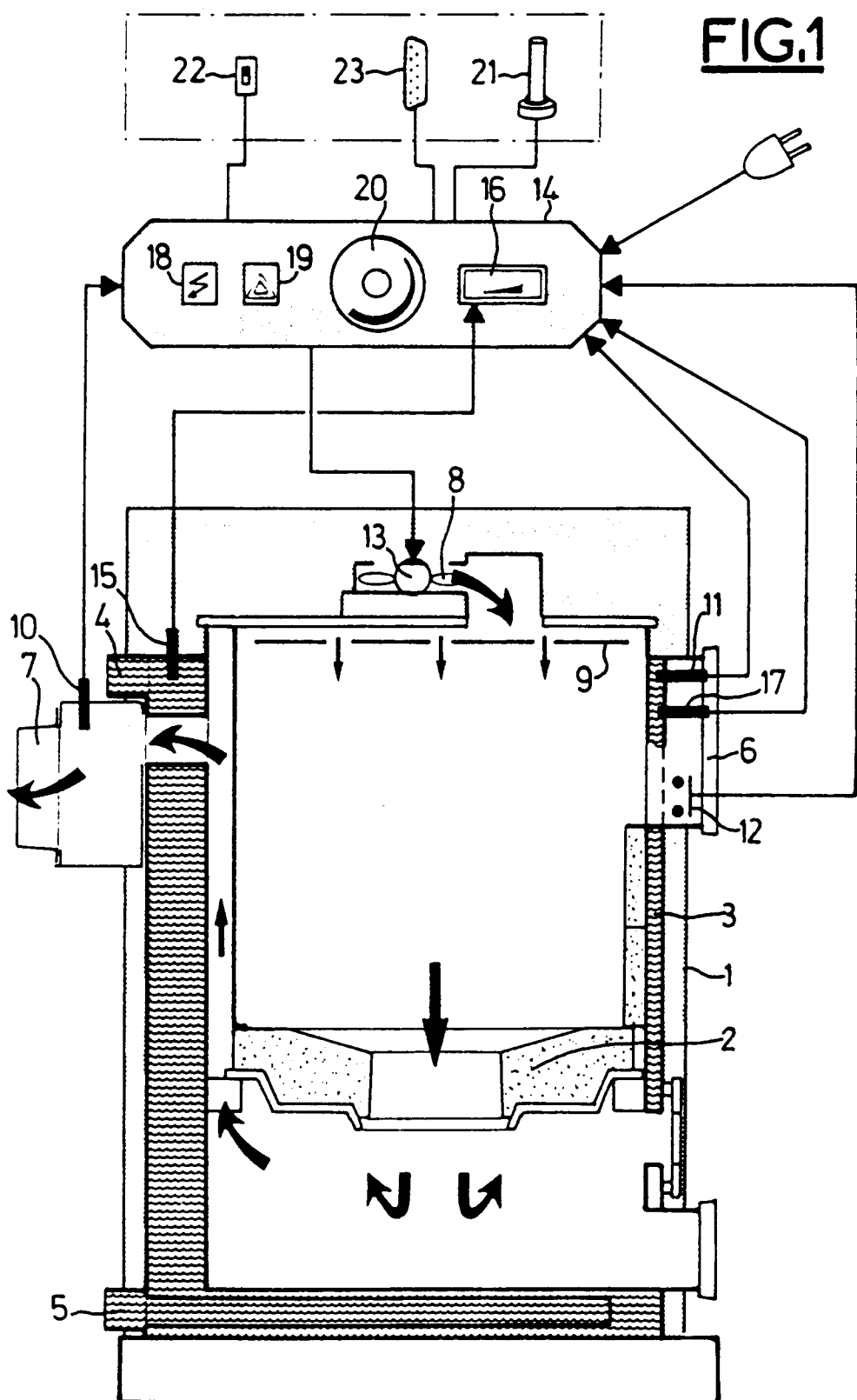


FIG.2

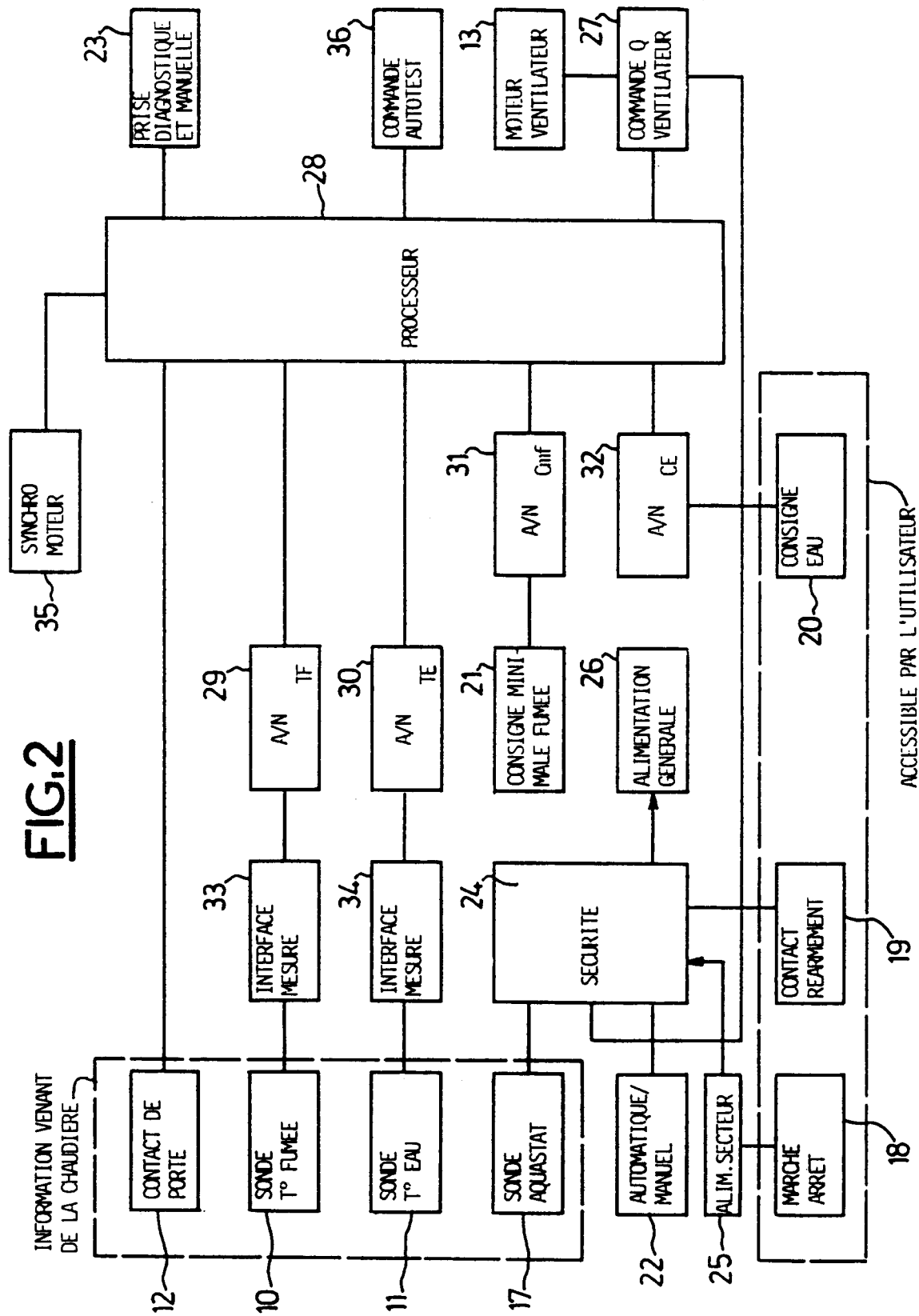


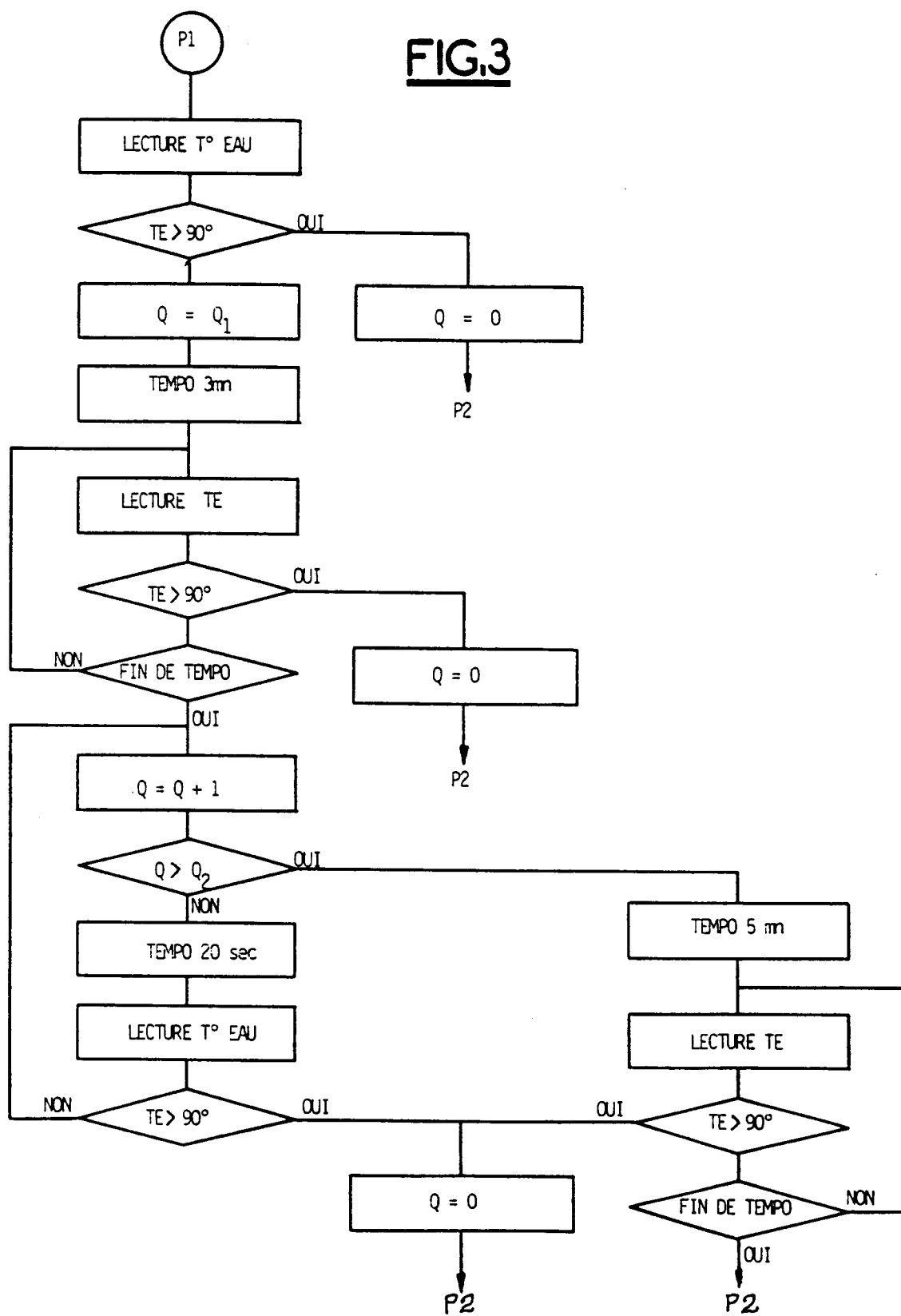
FIG.3

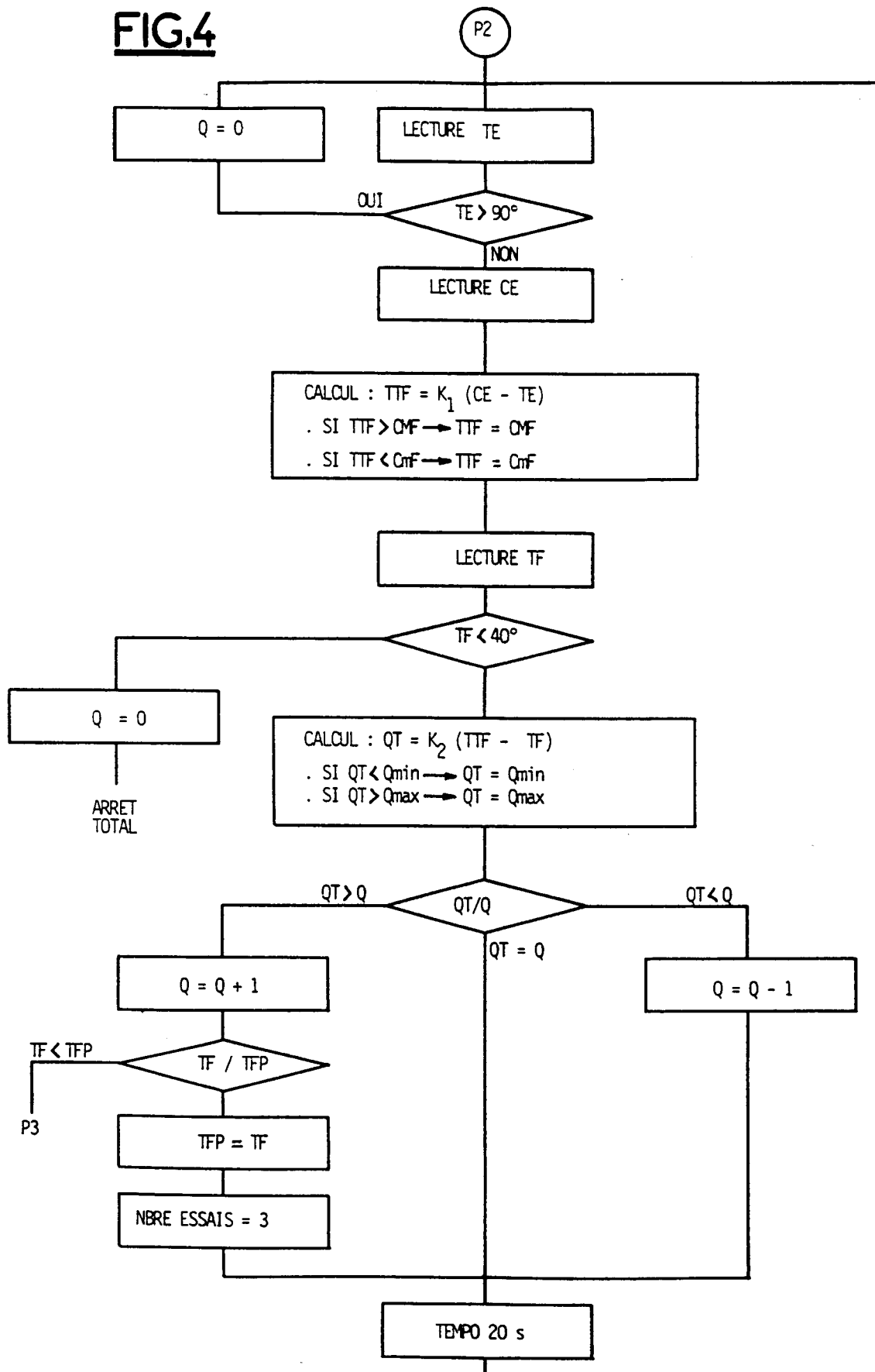
FIG.4

FIG.5