

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: **88400737.8**

⑤① Int. Cl.4: **F 23 N 1/00**

㉔ Date de dépôt: **25.03.88**

③① Priorité: **25.03.87 FR 8704142**

④③ Date de publication de la demande:
28.09.88 Bulletin 88/39

⑧④ Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES GB IT LI NL SE

⑦① Demandeur: **PRAMATA**
59, rue des Docteurs Charcot
Saint Etienne (Loire) (FR)

⑦② Inventeur: **Brunel, Gérald**
59 rue des Docteurs Charcot
F-Saint Etienne Loire (FR)

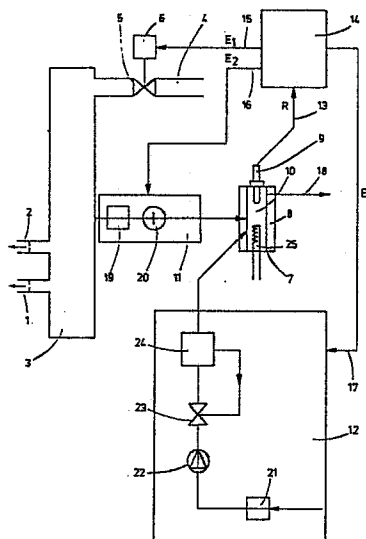
⑦④ Mandataire: **Cabinet Pierre HERRBURGER**
115, Boulevard Haussmann
F-75008 Paris (FR)

⑤④ **Procédé et installation de régulation d'un site de consommation de gaz combustible alimentant différents points d'utilisation.**

⑤⑦

b) Installation caractérisée par un réservoir (3) formant un volume-tampon alimentant les points d'utilisation (1, 2), une alimentation commandée (4, 5, 6) du réservoir (3) en gaz combustible, un réacteur (7) pour effectuer une combustion-témoin avec un capteur d'état de combustion (9) alimenté en gaz comburant (12) par un moyen de réglage de débit (23, 24) et un circuit d'exploitation (14).

c) L'invention concerne la régulation de points d'utilisation de gaz combustible.



Description

"Procédé et installation de régulation d'un site de consommation de gaz combustible alimentant différents points d'utilisation".

La présente invention concerne un procédé et une installation de régulation d'un site de consommation de gaz combustible alimentant différents points d'utilisation.

Ces points d'utilisation sont des brûleurs ou plus généralement des machines thermiques qui souvent doivent recevoir une puissance constante ou réglable, et cela indépendamment de la variation des caractéristiques du gaz combustible.

Comme les paramètres d'un gaz combustible, en particulier son pouvoir calorifique, pression, température, peuvent varier de façon relativement incontrôlable, il est souhaitable, dans un but d'une meilleure utilisation de l'énergie fournie, de pouvoir régler la distribution de gaz pour fournir une puissance déterminée et notamment une puissance constante aux points d'utilisation qui peuvent être des brûleurs ou, de façon générale, des machines thermiques, ou encore réaliser des caractéristiques de combustion semblables.

L'invention concerne à cet effet un procédé et une installation.

Le procédé est caractérisé en ce que :

- on forme un volume-tampon de gaz combustible en amont des points d'utilisation pour alimenter les points d'utilisation,
- on prélève du gaz combustible dans le volume-tampon aux conditions régnant dans le volume-tampon,
- on effectue une combustion-témoin du gaz combustible prélevé dans le volume-tampon,
- on alimente la combustion-témoin suivant un débit déterminé en gaz comburant,
- on détecte la combustion-témoin,
- on asservit l'alimentation du volume-tampon en gaz combustible pour réaliser une combustion-témoin stoechiométrique.

Suivant une autre caractéristique, le débit déterminé de gaz comburant est un débit massique ou un débit volumique.

Suivant une autre caractéristique, la combustion-témoin est effectuée en continu.

Suivant une autre caractéristique, la combustion-témoin est effectuée de manière périodique.

Suivant une autre caractéristique, on fixe la valeur de réglage du débit massique de gaz comburant à une valeur constante.

L'invention concerne également une installation caractérisée en ce qu'elle comprend :

- un réservoir formant un volume-tampon alimentant les points d'utilisation en gaz combustible,
- une alimentation commandée du réservoir en gaz combustible, munie d'un moyen de commande,
- un réacteur pour effectuer une combustion-témoin avec un capteur d'état de combustion,
- une ligne de prélèvement de gaz combustible dans le réservoir dans les conditions régnant dans celui-ci pour alimenter le réacteur,
- une ligne d'alimentation de gaz comburant munie d'un moyen de réglage de débit pour alimenter le réacteur,
- un circuit d'exploitation relié au détecteur du réacteur de combustion-témoin pour commander l'alimentation en gaz combustible du réservoir, de manière que la combustion-témoin dans le réacteur soit stoechiométrique.

Suivant une autre caractéristique de l'installation, l'alimentation commandée du réservoir se compose d'une vanne ou détendeur motorisés, commandés par le circuit d'exploitation.

Suivant une autre caractéristique de l'installation, la ligne de prélèvement de gaz combustible dans le réservoir est munie d'un filtre et d'un diaphragme;

Suivant une autre caractéristique de l'installation, la ligne d'alimentation en gaz comburant se compose d'un filtre pour prélever du gaz comburant (notamment de l'air ambiant) d'une pompe suivie d'une vanne de régulation commandée par un débitmètre massique ou volumique.

La présente invention sera décrite de manière plus détaillée à l'aide du dessin annexé dans lequel l'unique figure est un schéma d'une installation de régulation d'un site de consommation de gaz combustible alimentant les points d'utilisation constitués par des brûleurs.

Le procédé de régulation d'un site de combustion de gaz combustible alimentant des points d'utilisation, consiste à former un volume-tampon de gaz combustible en amont des points d'utilisation qui sont, par exemple, les brûleurs d'une rampe de brûleurs, à prélever du gaz combustible dans ce volume-tampon aux conditions de pression, de température, de densité, de pouvoir calorifique régnant dans le volume-tampon pour alimenter une combustion témoin recevant par ailleurs du gaz comburant suivant un débit prédéterminé de manière à détecter la combustion témoin et d'asservir l'alimentation du volume-tampon en gaz comburant pour réaliser une combustion témoin stoechiométrique.

En d'autres termes, selon le procédé de régulation, on maintient les points d'utilisation à une pression telle que le gaz comburant (air) stoechiométrique nécessaire aux points d'utilisation (brûleurs) alimentés par ce volume-tampon, soit constant.

En d'autres termes, sachant que le débit de gaz combustible au niveau du point d'utilisation tel qu'un brûleur, est donné par la formule

$$q = \sqrt{\frac{2 (P - P_a) \cdot k}{\rho_0 \left(\frac{273}{273 + T} \right) \left(\frac{P}{1013} \right)}} \quad (1)$$

et que l'air théorique nécessaire au brûleur est donné par la relation suivante :

$$\text{Air th} = V_a \times \sqrt{\frac{2 (P - p_a) k \left(\frac{273}{273 + T} \right) \left(\frac{P}{1013} \right)}{\rho_0}} \quad (2)$$

La puissance au point d'utilisation (brûleur) est donnée par la formule :

$$\text{Puissance} = PC \sqrt{\frac{2 (P - P_a) k \times \left(\frac{273}{273 + T} \right) \times \left(\frac{P}{1013} \right)}{\rho_0}} \quad (3)$$

Dans ces différentes formules, on a :

PC : Pouvoir calorifique du gaz Kw - h/ (N) m³

P : Pression absolue du gaz (mb.)

ρ₀ : Densité du gaz Kg/m³ (N) (0°C ; 1013 mb)

T : Température du gaz en oK

V_a : Air théorique nécessaire à la combustion du gaz (N) m³ d'air / (N) m³ de gaz

k : constante du point d'utilisation (brûleur)

K : constante = $\frac{V_a}{PC}$

Q_{ma} : débit massique d'air

ρ : densité du gaz dans les conditions d'utilisation.

On a ainsi la formule :

$$\frac{V_a}{\sqrt{\rho}} = Q_{ma} \sqrt{\frac{1}{2 (P - P_a) k' \frac{273}{273 + T} \frac{P}{1013}}} \quad (4)$$

Pour tous les gaz naturels, on vérifie la relation : V_a ≈ K.PC.

Cette relation est intéressante car, dans la pratique, les paramètres suivants :

V_a, PC, P_a, ρ₀, T

varient en permanence et modifient la puissance au brûleur, ainsi que les excès d'air.

L'installation représentée à la figure unique, permet la mise en oeuvre du procédé ci-dessus.

Cette installation est destinée à la régulation d'un site de consommation de gaz combustible dont les points d'utilisation sont des brûleurs 1 représentés par un tube muni d'un diaphragme.

Ces brûleurs 1, 2 ... doivent recevoir une puissance réglée et, en particulier, pour chacune de leurs allures de marche, une puissance constante quelle que soit la variation des caractéristiques du gaz combustible les alimentant.

L'installation comporte un réservoir formant un volume-tampon 3 alimentant les points d'utilisation 1, 2 ...

Ce réservoir 3 est lui-même alimenté en gaz combustible par une conduite 4 qui, pour assurer une alimentation commandée du réservoir 3, comporte un moyen de commande constitué d'une vanne 5 équipée d'un moteur 6.

L'installation comporte également un réacteur 7 pour effectuer une combustion témoin. Ce réacteur est muni d'une isolation 8 et comporte un capteur de combustion 9 détectant l'état stoechiométrique ou non stoechiométrique de la combustion.

Le capteur 9 du réacteur 7 est en général un capteur de stoechiométrie ou d'état oxydant ou réducteur, tel qu'un capteur au dioxyde de zirconium.

Le volume intérieur 10 du réacteur est alimenté en gaz comburant à partir du réservoir 3 par une ligne d'alimentation 11 et en gaz comburant par une ligne d'alimentation de gaz comburant 12.

Le capteur d'état de combustion 9 est relié par une ligne 13 à un circuit d'exploitation 14 commandant le moteur 6 de la vanne 5 par l'intermédiaire d'une ligne 15. Ce circuit d'exploitation 14 peut également être relié à la ligne d'alimentation en gaz combustible 11 par l'intermédiaire d'une ligne 16 commandant cette alimentation.

Enfin, le circuit d'exploitation 14 peut être relié par une ligne 17 à la ligne d'alimentation 12 en gaz comburant (air ambiant).

La sortie de la chambre de combustion 10 du réacteur de combustion témoin 7 est figurée par une ligne 18 débouchant, par exemple, à l'atmosphère.

La ligne 11 comporte un filtre 19 et un diaphragme 20.

La ligne d'alimentation 12 munie d'un moyen de réglage de débit pour alimenter le réacteur 7, est alimentée en air ambiant à travers un filtre 21 suivi d'une pompe 22, d'une vanne 23 de régulation de débit et d'un débitmètre 24. En général, le débitmètre 24 est un débitmètre massique et la vanne 23 une vanne de régulation de débit massique.

Toutefois, dans certains cas, le débitmètre 24 peut être un débit volumique et la vanne une vanne de régulation de débit volumique, ou encore une pompe à débit volumique fixe.

Enfin, on remarque que la chambre de réaction 7 est équipée d'une résistance d'ignition 25.

Selon le schéma de la figure unique, le circuit d'exploitation 14 reçoit des signaux R du capteur 9 pour exploiter ces signaux en fonction d'instructions prédéterminées pour envoyer des signaux de commande E₁, E₂, E₃.

Le signal E₁ commande le moteur 6 de la vanne 5.

Le signal E₂ commande le fonctionnement continu ou intermittent de la ligne d'alimentation en gaz combustible 11. Ce signal de commande E₂ peut être constitué par une électrovanne représentée, qui ouvre de manière continue ou par intermittence la conduite formant la ligne 11.

Le signal E₃ appliqué à la ligne d'alimentation du gaz comburant 12 a une fonction voisine du signal E₂. Ce signal commande le passage du gaz comburant en fonction de l'envoi du gaz combustible. Ce signal E₃ peut également fournir un gaz comburant de balayage à la chambre de réaction 10 du réacteur.

Le circuit d'exploitation 14 peut également commander le débit réglé de gaz comburant fourni par la ligne 12 pour faire évoluer ce débit suivant un programme déterminé. Toutefois, ce débit constitue une valeur de référence servant à l'asservissement du moteur 6 de la vanne 5 d'alimentation en gaz combustible du réservoir tampon 3.

Il est à remarquer que, dans le cas d'un site ou chaufferie dans lequel la température de l'air ambiant varie fortement, la valeur de référence utilisée n'est pas le débit massique mais le débit volumique constant. En effet, dans ce cas, l'air des brûleurs de la chaufferie ou plus généralement du site d'utilisation, subissent également des variations dans les mêmes proportions de débit du fait de la variation de température.

Suivant une variante non représentée, la ligne d'alimentation 11 en gaz combustible comporte un capteur de pression de gaz en amont du diaphragme 20 et un capteur de pression atmosphérique. Cette ligne 11 peut également comporter un capteur de température pour mesurer la température du gaz en amont du diaphragme 20. Ces différents capteurs sont reliés, par exemple, au circuit d'exploitation 14 pour permettre de calculer le rapport du débit massique d'air disponible sur le débit massique de combustible pour en déduire l'indice de combuvorité

$$V_a / \sqrt{p_0}$$

Ce rapport s'obtient à une constante près.

Cette constante peut être intégrée dans le calculateur au moment de l'étalonnage de celui-ci, ce qui permet un calcul exact de l'indice de combuvorité. Cet indice qui a son importance pour l'exploitation du site peut être affiché ou enregistré.

Il est également à remarquer que le diaphragme 20 peut être constitué par une succession de diaphragmes en série dans le cas de fortes pressions à l'intérieur du réservoir tampon 3.

Dans le cas d'un tel montage de diaphragmes en série, les capteurs de mesure des grandeurs P et T peuvent être intercalés entre deux quelconques des diaphragmes.

Suivant une autre caractéristique non représentée, la ligne d'alimentation en gaz combustible 11 comporte

un débitmètre massique qui permet de connaître la densité ρ_0 du gaz à partir du débit massique du gaz.
En utilisant la relation :

$$Q_{mg} = K' \frac{\sqrt{p_0}}{\text{indice de combuvorité}} \quad 5$$

le calculateur en déduit la valeur V_a par la relation 10

$$V_a = (\text{indice de combuvorité}) \times \sqrt{p_0} \cdot \rho_0 \quad 15$$

c'est-à-dire :

$$V_a = \frac{1}{Q_{mg}} \times K' \times \rho_0 \quad 20$$

Le débitmètre peut également être un débitmètre volumique qui donne Q_g et permet de connaître la grandeur V_a du gaz à partir des deux relations suivantes :

$$(1) \quad Q_{og} = Q_g \left(\frac{273}{273 + T} \right) \left(\frac{P}{1013} \right) \quad 30$$

$$(2) \quad V_a = \frac{Q_{ma}}{p_0 a} \cdot \frac{1}{Q_{og}} \quad 35$$

$p_0 a$ est la densité de l'air à 0°C et sous une pression de 1013 mbar.
Le calculateur permet d'en déduire la densité ρ_0 du gaz par la relation :

$$\frac{V_a}{\text{Indice de combuvorité}} = \sqrt{p_0} \quad 45$$

Enfin, le dispositif décrit ci-dessus permet de déterminer la puissance en KW.h débitée dans l'installation en utilisant un compteur de m^3 suivant les deux relations : 50

$$(1) \quad V_a \approx K \cdot PC$$

$$(2) \quad \text{Energie (KW.h)} = K'' \times PC \times \text{volume débité}$$

Suivant une variante de réalisation, non représentée, la ligne de prélèvement 11 de gaz combustible dans le réservoir 3 et qui se compose d'un filtre 19 et d'un diaphragme 20 est équipé également d'un détendeur de pression en amont du diaphragme 20 pour prendre seulement en compte la qualité du gaz indépendamment des variations de pression. 55

Cette solution s'applique en particulier à la régulation des mélanges gazeux.

60

Revendications

- 1) Procédé de régulation d'un site de consommation de gaz combustible alimentant des points 65

d'utilisation, procédé caractérisé en ce que :

- on forme un volume-tampon de gaz combustible en amont des points d'utilisation pour alimenter les points d'utilisation,

- on prélève du gaz combustible dans le volume-tampon aux conditions régnant dans le volume-tampon,

- on effectue une combustion-témoin du gaz combustible prélevé dans le volume-tampon,

- on alimente la combustion-témoin suivant un débit déterminé en gaz comburant,

- on détecte la combustion-témoin,

- on asservit l'alimentation du volume-tampon en gaz combustible pour réaliser une combustion-témoin stoechiométrique.

2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le débit déterminé de gaz comburant ou ambiant est un débit massique ou un débit volumique.

3) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la combustion-témoin est effectuée en continu.

4) Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la combustion-témoin est effectuée de manière périodique.

5) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on fixe la valeur de réglage du débit massique de gaz comburant à une valeur constante.

6) Installation de régulation d'un site de consommation de gaz combustible alimentant les points d'utilisation (brûleurs 1, 2) pour fournir aux points d'utilisation des caractéristiques d'utilisation constantes pour chaque allure de fonctionnement, quelle que soit la variation des caractéristiques du gaz combustible, installation caractérisée en ce qu'elle comprend :

- un réservoir (3) formant un volume-tampon alimentant les points d'utilisation (1, 2) en gaz combustible,

- une alimentation commandée (4, 5, 6) du réservoir (3) en gaz combustible, munie d'un moyen de commande (6),

- un réacteur (7) pour effectuer une combustion-témoin avec un capteur d'état de combustion (9),

- une ligne de prélèvement de gaz combustible (11) dans le réservoir (3) dans les conditions régnant dans celui-ci pour alimenter le réacteur (7),

- une ligne d'alimentation du gaz comburant (12) munis d'un moyen de réglage de débit (23, 24) pour alimenter le réacteur (7),

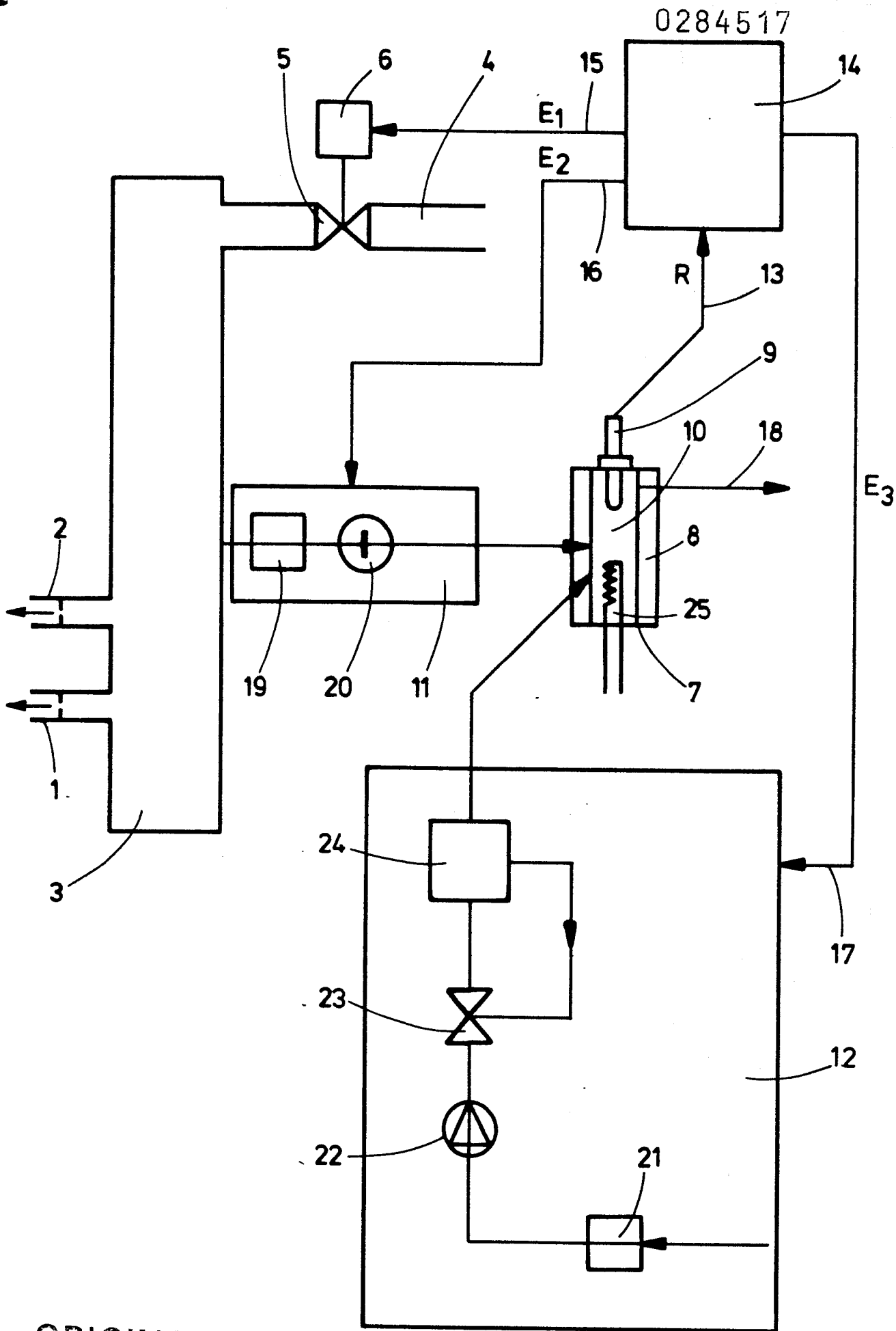
- un circuit d'exploitation (14) relié au détecteur du réacteur (9) de combustion-témoin pour commander (6) l'alimentation en gaz combustible (4) du réservoir (3) de manière que la combustion témoin dans le réacteur (7) soit stoechiométrique.

7) Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce que l'alimentation commandée du réservoir (3) se compose d'une électrovanne (6) commandée par le circuit d'exploitation (14).

8) Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce que la ligne de prélèvement (11) de gaz combustible dans le réservoir (3) se compose d'un filtre (19) et d'un diaphragme (20).

9) Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce que la ligne d'alimentation (12) en gaz comburant se compose d'un filtre (21) pour prélever du gaz comburant (notamment de l'air ambiant) d'une pompe (22) suivie d'une vanne de régulation (23) commandée par un débitmètre (24) massique ou volumique ou d'une pompe volumétrique à débit fixe.

10°) Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que le diaphragme (20) est précédé d'un détendeur de pression.



ORIGINAL

Cabinet HERRBURGER