(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 560 400**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **84 02729**

(51) Int Cl⁴ : G 05 B 15/02; G 06 F 15/46.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 23 février 1984.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 35 du 30 août 1985.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *ATELIERS ACMI, société anonyme.* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Claude Métayer et Pierre Trehin.

(73) **Titulaire(s) :**

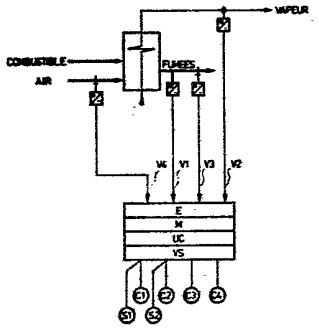
(74) **Mandataire(s) :**

(54) Procédé et dispositif pour aider la conduite de processus industriels en vue d'économiser l'énergie.

(57) Procédé et dispositif pour aider la conduite de processus industriels en vue d'économiser l'énergie.

Procédé caractérisé en ce qu'on effectue le traitement des paramètres mis en jeu dans le processus de façon à établir les valeurs moyennes des éléments déterminants de la conduite sur une période de temps choisie et à afficher ces valeurs moyennes pendant l'intervalle de temps suivant pour aider l'opérateur à la conduite optimale du processus en vue d'économiser l'énergie.

Dispositif correspondant au procédé, comportant un calculateur, un intégrateur et un dispositif d'affichage, logé dans un boîtier étanche et protégé thermiquement à proximité immédiate du processus.



FR 2 560 400 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

2568400

L'invention concerne un procédé et un dispositif de conduite d'un processus industriel permettant de faire connaitre au moins un élément déterminant de la conduite dudit processus industriel dans lequel on mesure les paramètres essentiels mis en jeu, dont on effectue le traitement individuel pour calculer le dit élément déterminant.

Pour la conduite des procédés industriels, les opérateurs disposent d'appareils de mesure donnant des informations sur les pressions, les températures, les débits, etc... Par ailleurs, des régulateurs maintiennent constantes certaines de ces valeurs. Les consignes générales ont été établies pour une marche du procédé jugée optimale. Toutefois, les procédés sont rarement placés dans un régime entièrement statique. Des variations internes ou externes modifient parfois considérablement les conditions économiques de fonctionnement.

Pour pouvoir juger de la qualité des réglages, il est nécessaire d'effectuer de longs calculs, parfois complexes, à partir des mesures instantanées. Ces valeurs d'optimisation ne sont généralement connues qu'après une longue période et sous forme de moyenne, alors qu'il est trop tard pour influer le résultat.

Dans les grandes installations, cette fonction est souvent assurée par un ordinateur de process qui traite par ailleurs de grandes masses d'informations. Mais, l'installation d'un ordinateur n'est pas justifiée sur les procédés de faible ou moyenne puissance.

L'invention a pour but un procédé et un dispositif destinés à réaliser des économies d'énergie, et dont le prix soit modéré et compatible avec les gains espérés pour des installations industrielles de moyenne importance tout en conservant les avantages du traitement numérique.

A cet effet, selon l'invention, le procédé de conduite est caractérisé en ce que l'on mesure les paramètres essentiels mis en jeu, on en effectue le traitement individuel, on en détermine la valeur moyenne par intégration sur un intervalle de temps choisi, on calcule la valeur moyenne d'au moins un élément déterminant, puis on affiche cette valeur moyenne pendant l'intervalle de temps suivant, de manière à permettre d'effectuer la correction d'au moins un des paramètres pour qu'au moins la valeur dudit élément déterminant de la conduite soit comprise entre des valeurs limites préalablement fixées.

Le procédé selon l'invention est particulièrement adapté à la conduite de processus comportant un ou plusieurs cycles énergétiques. Il sera alors avantageux de prendre pour élément déterminant de la conduite, le rendement énergétique du processus, ou bien, si le processus comporte une production d'énergie électrique, le coût du KWH autoproduit.

Lorsque le procédé comporte un séchage de produit, on pourra prendre avantageusement comme élément déterminant de la conduite la consommation thermique nette par kilogramme d'eau évaporée, ou bien le coût par kilogramme d'eau évaporée.

Lorsque, comme le cas se présente fréquemment, il y a des échanges thermiques dans le processus entre un fluide caloporteur et un élément récepteur ou fournisseur d'énergie, il est intéressant de prendre, comme élément déterminant de la conduite, la quantité d'énergie échangée par unité de temps par le fluide caloporteur.

Le dispositif de conduite selon l'invention mettant en oeuvre le procédé est caractérisé en ce qu'il comporte :

- Un calculateur qui reçoit les signaux de mesure issus du processus, qui en fait l'interrogation et le traitement de façon cyclique pour mise à l'échelle, qui en fait le stockage dans une mémoire et qui effectue le calcul d'au moins un élément déterminant de la conduite.

- Au moins un intégrateur pour délivrer la valeur moyenne des paramètres essentiels sur une période préalablement choisie.

- Au moins un dispositif d'affichage de la valeur moyenne calculée de l'élément déterminant de la conduite au cours de la période suivante.

Le dispositif peut, outre l'affichage de la valeur moyenne d'au moins un des éléments déterminants de la conduite, comporter un amplificateur convertissant l'information en un signal industriel standardisé permettant d'agir automatiquement sur un ou plusieurs paramètres de la conduite.

Les coefficients affectés, dans le calcul, à certains paramètres, pourront soit être affichés sur des roues codeuses de manière à permettre leur ajustement manuel, soit être enregistrés dans la mémoire programme du calculateur.

Le dispositif selon l'invention est placé dans un boitier étanche à triple compartiment. Un premier compartiment, normalement accessible au seul personnel chargé de la mise en place du dipositif, regroupe l'ensemble des éléments nécessaires à l'alimentation électrique et à la connexion du dispositif sur le processus. Un second compartiment, réservé aux seuls responsables de la maintenance, contient les éléments actifs du dispositif. Le troisième compartiment comporte les organes de visualisation et les dispositifs d'ajustage manuel des coefficients.

La structure mécanique étanche du boitier et sa protection thermique d'une part, et le fait que le dispositif est d'encombrement réduit d'autre part, autorisent la mise en place dans des conditions sévères d'environnement, à proximité du processus à contrôler, de sorte que les longueurs de cable de raccordement sont faibles et que le coût d'implantation du dispositif est réduit par rapport à des dispositifs connus nécessitant des locaux spécialisés.

L'invention sera mieux comprise à l'aide des figures 1 et 2 jointes.

- La figure 1 est un schéma synoptique d'un dispositif de conduite dans le cas de l'application de l'invention au contrôle du rendement énergétique du processus de production de vapeur d'eau dans lequel l'énergie nécessaire est fournie par la combustion d'un combustible fossile.

Les valeurs de mesure V1, V2, V3, V4 représentent respectivement, sous la forme d'un signal électrique standard, la mesure de l'oxygène dans les fumées de combustion, le débit de la vapeur produite, la température des fumées et la température de l'air comburant.

Ces signaux, appliqués à l'unité d'entrée E du dispositif sont scrutés, convertis en valeurs digitales équivalentes, mis à l'échelle puis intégrés sur une période pré-établie par exemple de 1 à 2 minutes dans l'unité de mémorisation M.

L'unité de calcul UC traite les valeurs ainsi intégrées suivant un algorithme faisant appel à la formule connue de type SIEGERT à 3 éléments :

$$Qf = \left(\frac{a0 + a1\ T}{CO2} + b\right) \quad (Tf - Ta)$$

dans laquelle :

Qf = perte aux fumées en % du PCI
a0 = constante de base dépendant du combustible
a1 = constante dépendant du combustible
T = température absolue des fumées
b = constante dépendant du combustible
Tf = température des fumées
Ta = température de l'air comburant
CO2 = teneur en CO2 des fumées sèches

L'application de cette formule supposant connue la teneur en CO_2 sur fumées sèches, le traitement réalisé par l'unité de calcul UC de l'unité centrale ramène à cette condition la valeur de l'analyse représentée par le signal V1.

Les constantes a0, a1, et b utilisées sont valorisées en mémoire programme permanente lors de l'adaptation du dispositif au procédé.

Outre la valeur des pertes aux fumées, l'unité de calcul de l'unité centrale établit :

- Le calcul de l'excès d'air à partir de la valeur de l'analyse de gaz V1.

- Le calcul des pertes par les parois en fonction de l'allure du générateur (signal de mesure V2).

- Le calcul du rendement du générateur par la méthode des pertes indirectes.

Les résultats des calculs ainsi effectués sur la période d'intégration sont affectés lors de la période suivante à l'unité de sortie VS et adressés aux unités d'affichage C1, C2, C3 et C4 en façade du dispositif de manière à fournir à l'opérateur des éléments permettant la correction manuelle d'un des paramètres du processus (par exemple le débit d'air comburant). Ces résultats peuvent aussi, dans leur totalité, ou partiellement, être convertis en signaux standards proportionnels, S1, S2..., autorisant ainsi une action automatique sur l'un des paramètres par un système de traitement et de commande connu de façon à maintenir la valeur de l'élément déterminant entre des valeurs prédéterminées correspondant au fonctionnement optimal du processus.

- La figure 2 est un schéma synoptique de l'application de l'invention dans le cas d'un processus de production autonome d'énergie électrique dans l'industrie, la valeur de conduite visualisée par le dispositif étant, dans ce cas, le coût du KWH net auto-produit.

La symbolisation des valeurs de mesure telle que représentée sur la figure 2 se définit comme suit :

V1 = débit fuel consommé par la chaudière
V2 = charge électrique de l'alternateur
V3 = consommation des auxiliaires électriques
V4 = débit)
V5 = pression) vapeur du sous-tirage 1 ST1
V6 = température)

V7 = débit)
V8 = pression) vapeur du sous-tirage 2 ST2
V9 = température)

V10= débit)
V11= pression) vapeur du sous-tirage 3 ST3
V12= température)

Ces valeurs de mesure, traduites en signaux électriques proportionnels, appliquées à l'unité d'entrée E du dispositif, sont scrutées, converties en valeurs digitales équivalentes, mises à l'échelle puis intégrées sur une période pré-établie par exemple de 2 à 3 minutes dans l'unité de mémorisation M.

L'unité de calcul UC traite les valeurs ainsi intégrées suivant un algorithme assurant :

- Le calcul (par V4, V5... V12) de la chaleur fournie aux services de l'usine par la vapeur des sous-tirages ST1, ST2 et ST3.

.../...

- Le calcul (par V1) des thermies fuel réellement consommées par le processus.

- le calcul des thermies fuel (F1) effectivement consommées par le processus pour la production d'énergie électrique.

- Le calcul des thermies fuel (F2) consommées par KWH net connaissant les KWH nets produits - F2 = F1/(V2-V3).

- Le calcul du coût en francs du KWH net (F3 = F2 X K1), K1 étant le coût de la thermie fuel, valeur affichée en face avant du dispositif sur des roues codeuses.

Le résultat des calculs ainsi effectués sur la période d'intégration est affecté pendant la période suivante à l'unité de sortie US et adressé à l'unité d'affichage C1 en façade du dispositif de manière à fournir à l'opérateur les éléments permettant la correction manuelle d'un des paramètres du processus.

D'une manière générale, le traitement des paramètres essentiels au fontionnement d'un processus industriel mettant en jeu, soit des échages thermiques, soit des transformations Chaleur/Travail dans le cycle thermodynamique, se fera de la manière décrite dans les deux exemples cités ci-avant. Ceci est valable dans le cas du séchage de produit ou dans le cas de contrôle d'un échange calorifique comme indiqué précédemment. Outre les paramètres analogiques utilisés dans les calculs, on peut également prendre en compte des informations logiques telles que celles issues par exemple, d'un contrôleur de circulation, ou d'un thermostat. On peut aussi émettre des ordres logiques pour actionner des organes de commande ou assurer des fonctions d'automatisme telles que démarrage de pompe, de ventilation...

REVENDICATIONS

1. Procédé de conduite d'un processus industriel permettant de faire connaitre au moins un élément déterminant de la conduite dudit processus industriel, dans lequel on mesure les paramètres essentiels mis en jeu, on en effectue le traitement individuel, on en détermine la valeur moyenne par intégration sur un intervalle de temps choisi, puis on calcule la valeur moyenne dudit élément déterminant sur le même intervalle de temps, caractérisé en ce qu'on affiche cette valeur moyenne pendant l'intervalle de temps suivant, de manière à permettre d'effectuer la correction d'au moins un des paramètres pour qu'au moins la valeur dudit élément déterminant soit comprise entre des valeurs limites préalablement fixées.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on effectue manuellement la correction d'au moins un paramètre.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on effectue la correction d'au moins un paramètre par voie automatique.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit processus industriel comporte au moins un cycle énergétique.

5. Procédé suivant les revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'action sur l'un des paramètres essentiels du processus industriel conduit à réaliser des économies d'énergie.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que l'élément déterminant de la conduite est le rendement énergétique du processus.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 dans lequel le processus comporte la production d'énergie électrique, caractérisé en ce que l'élément déterminant de la conduite est le coût de l'unité d'énergie produite.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le processus comporte un séchage de produits, caractérisé en ce qu'un élément déterminant de la conduite est la consommation thermique nette par unité de masse d'eau évaporée.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'au moins un élément déterminant de processus est la quantité d'énergie échangée par unité de temps avec un fluide caloporteur.

10. Dispositif pour la conduite d'un processus industriel selon l'une quelconque des revendications de procédé 1 à 9 caractérisé en ce qu'il comporte :

- Un calculateur qui reçoit les signaux de mesure (V1, V2, V3, V4...) issus du processus qui en fait l'interrogation et le traitement de façon cyclique pour mise à l'échelle, qui en fait le stockage dans une mémoire (M) et qui effectue le calcul d'au moins un élément déterminant de la conduite;

- Au moins un intégrateur pour délivrer la valeur moyenne des paramètres essentiels sur une période préalablement choisie;

- Au moins un dispositif d'affichage (C1) de la valeur moyenne calculée de l'élément déterminant de la conduite au cours de la période suivante.

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un amplificateur dans lequel ladite valeur moyenne est convertie en un signal analogique industriel standard permettant d'effectuer la correction automatique d'au moins un paramètre.

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 et 11, caractérisé en ce qu'au moins un coefficient (K1) affecté au cours du calcul dans le calculateur est affiché et réglable à volonté.

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 12 caractérisé en ce qu'il comporte en outre :

- Au moins un élément de prise en compte de signaux logiques issus du processus.

- Au moins un élément d'action logique sur les organes de commande du processus.

14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 13 caractérisé en ce qu'il est installé dans un boitier étanche à trois compartiments, le premier étant accessible au personnel assurant l'installation, le second, contenant les éléments actifs et fragiles du dispositif étant réservé à l'intervention des seuls responsables de la maintenance, et le troisième comportant les organes de visualisation et les dispositifs d'ajustage manuel des coefficients affichés. Ledit boitier étanche étant protégé thermiquement et de dimensions suffisamment restreintes pour être fixé à proximité immédiate du processus.

2560400

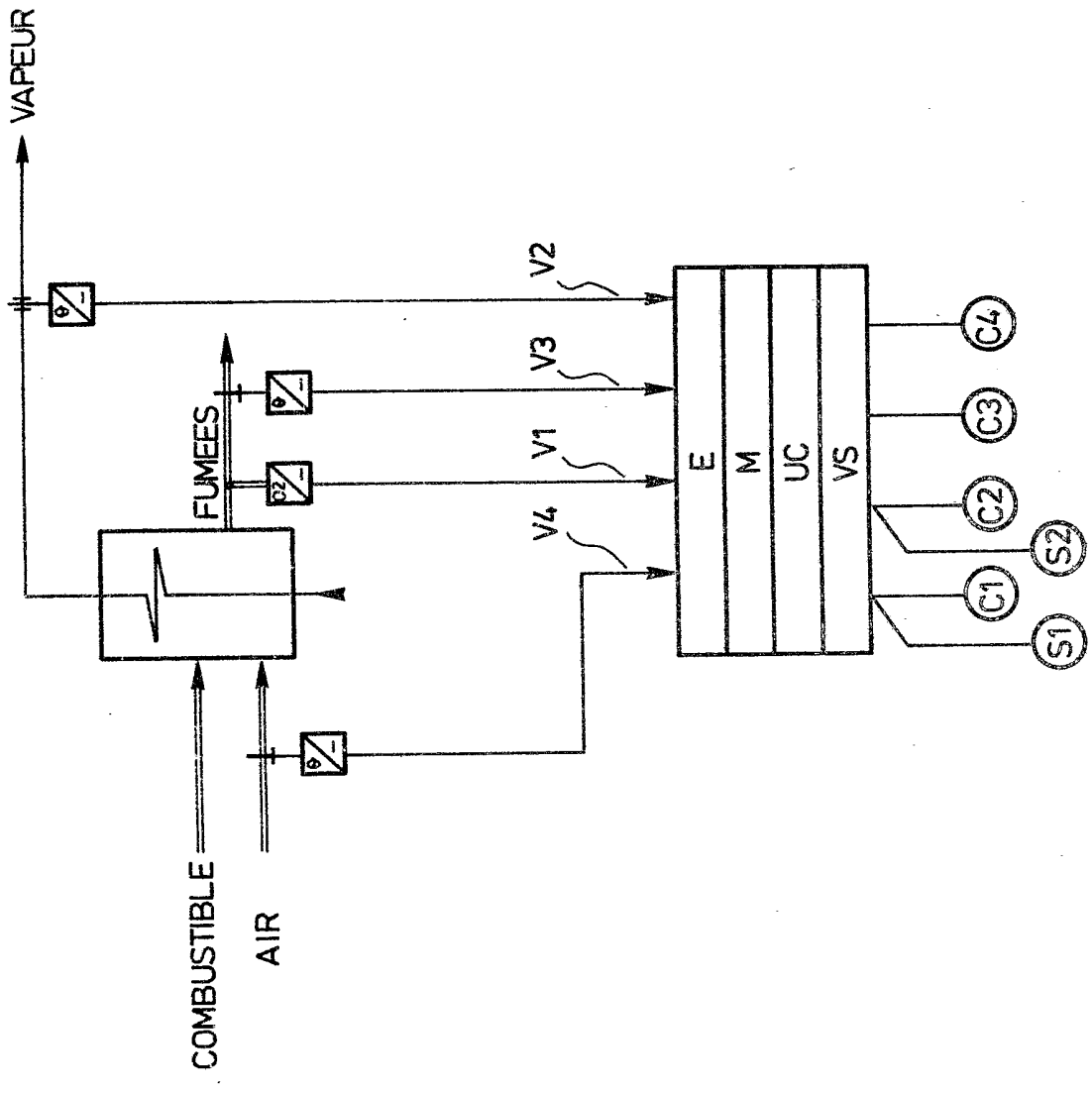
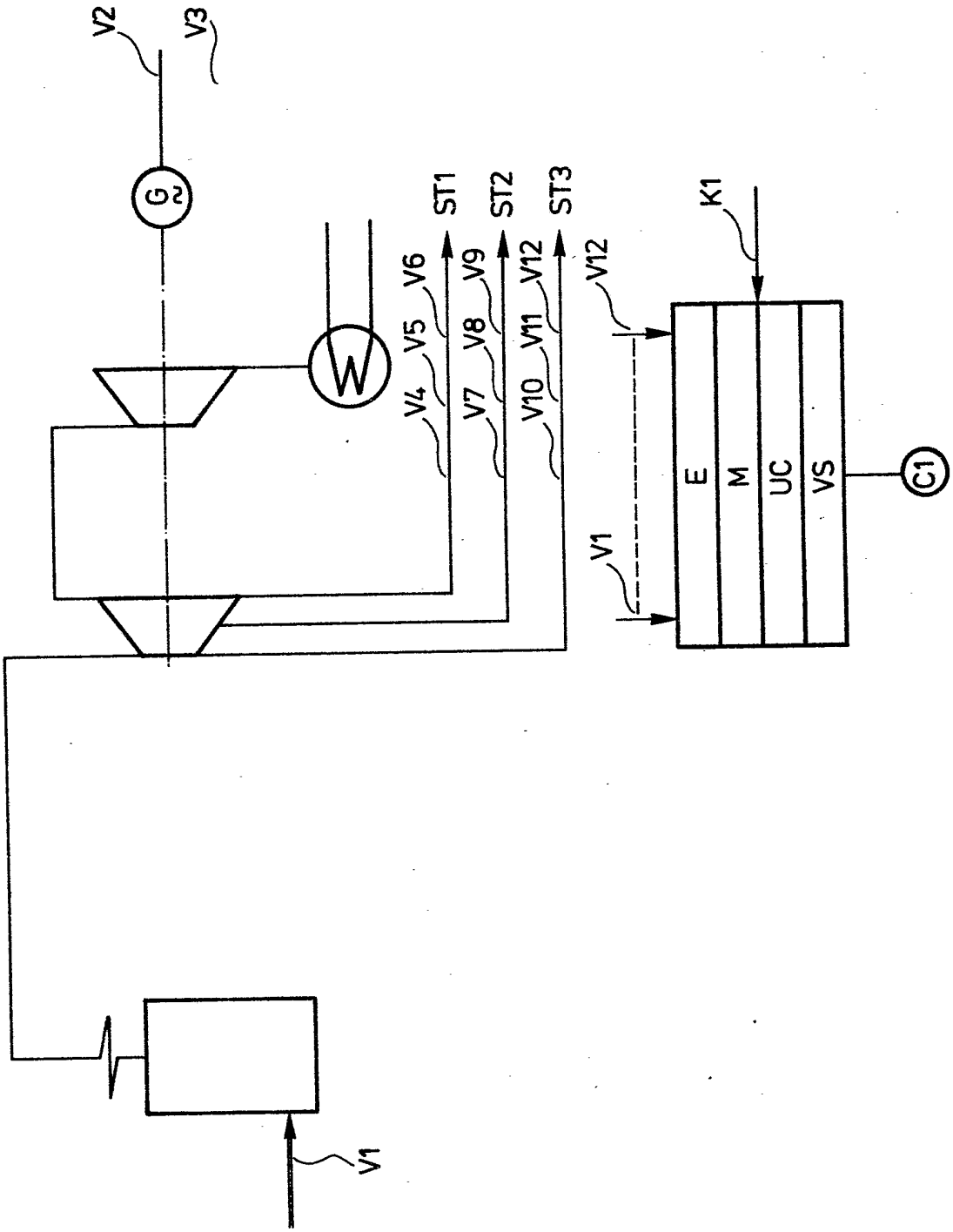


FIGURE 1

FIGURE 2


V2
V3
G2
ST1
ST2
ST3
K1
V6
V9
V12
V12
V5
V8
V11
V4
V7
V10
W
E
M
UC
VS
C1
V1
V1