(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 689 639**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **92 04084**

(51) Int Cl[5] : G 01 N 33/18, 37/00, G 06 F 15/74, G 08 C 19/00

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 03.04.92.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 08.10.93 Bulletin 93/40.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :** *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

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

(71) **Demandeur(s) :** *INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE Organisme Professionnel* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Wadsworth Alain.

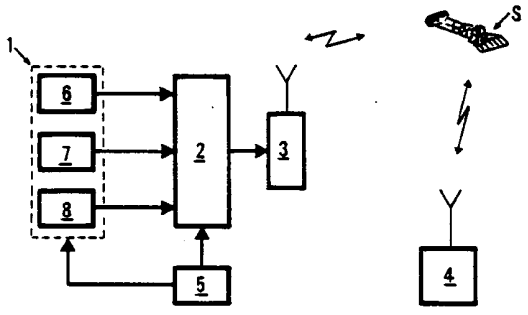
(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :**

(54) Système pour mesurer au moins un paramètre significatif de la teneur en dioxyde de carbone dissous dans un milieu.

(57) - Système permettant de mesurer des variations de paramètres caractéristiques d'un milieu notamment d'une masse d'eau. Le système peut notamment mesurer au moins un paramètre significatif des variations de la teneur en dioxyde de carbone dans un milieu notamment une masse d'eau.

- Le système est caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison un ensemble de mesure (1) délivrant des mesures dudit paramètre, une unité locale de traitement (2) pour commander l'ensemble de mesure (1) et une unité de communication (3) commandée par l'unité locale de traitement pour la transmission de données.



FR 2 689 639 - A1

2689639

La présente invention concerne un système pour mesurer au moins la variation de la teneur en gaz carbonique ou dioxyde de carbone dissous dans l'eau.

L'invention est particulièrement adaptée à la mesure du flux de dioxyde de carbone échangé au travers de l'interface air-eau.

En effet, il semble particulièrement intéressant, dans un environnement soumis aux pollutions d'origine industrielle, d'être en mesure de prévoir l'évolution dans le temps de la concentration des gaz favorisant l'effet de serre dans l'atmosphère, et en particulier du dioxyde de carbone ou CO_2. Le dioxyde de carbone peut être produit, par exemple, par la combustion des sources fossiles d'énergie telles que le charbon, le pétrole ou le méthane.

L'invention peut aussi être utilisée dans des applications de contrôle de la qualité de l'eau. On peut, notamment, déterminer le titre alcalimétrique simple (TA) ou complet (TAC) de l'eau.

On connait actuellement des systèmes permettant de mesurer la pression partielle de dioxyde de carbone qui mettent en jeu des mesures de fluorescence. Ces systèmes permettent d'estimer de façon quantitative le flux net des gaz échangés au travers de l'interface air/eau. L'utilisation d'un fluorimétre nécessite cependant un recalibrage très fréquent qui limite la possibilité d'autonomie du système.

Dans d'autres systèmes, tels que celui décrit dans le document "Distribution of carbon dioxide partial pressure in surface waters of the southwest indian ocean" par Goyet et al, Tellus 43B (1991), on mesure la valeur de la pression partielle de CO2 par chromatographie gazeuse.

Ces dispositifs souffrent cependant de certains défauts à savoir, l'obligation de travailler dans des conditions de laboratoire, entre autres pour des besoins de calibrations fréquentes, une consommation énergétique relativement élevée

interdisant une utilisation autonome sur de longues périodes, et l'absence de télétransmission des données obtenues.

Le système de mesure de la teneur en dioxyde de carbone CO_2 selon l'invention permet de pallier les inconvénients précédemment cités.

Dans le reste du texte, on définit par "teneur en gaz carbonique" la teneur en dioxyde de carbone dissous dans un milieu, notamment de l'eau sous différentes formes telles que la forme libre (gaz carbonique dissous) ou la forme combinée (bicarbonates et/ou carbonates).

Le système selon l'invention permet de mesurer des variations de paramètres caractéristiques d'un milieu notamment une masse d'eau. Il est caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison un ensemble de mesure 1 délivrant des mesures d'au moins un paramètre, une unité locale de traitement 2 pour commander l'ensemble de mesure 1 et une unité de communication 3 commandée par l'unité locale de traitement pour la transmission de données.

Selon une réalisation particulière de l'invention, le système permet de mesurer au moins un paramètre significatif des variations de la teneur en dioxyde de carbone dans un milieu notamment une masse d'eau, le système étant caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison un ensemble de mesure 1 délivrant des mesures dudit paramètre, une unité locale de traitement 2 pour commander l'ensemble de mesure 1 et une unité de communication 3 commandée par l'unité locale de traitement 2 pour la transmission de données.

L'ensemble de mesure 1 peut comporter un moyen de mesure d'un paramètre significatif des variations de la teneur en dioxyde de carbone dissous dans l'eau et l'unité de traitement 2 comporte des moyens 14, 11 d'acquisition et de mémorisation de données de mesure sous une forme numérisée.

Le système peut comporter une station d'exploitation 4 pouvant être reliée à intervalles de temps déterminés, à l'unité

de communication 3, et des moyens de mémorisation 23 pour le stockage de données durant lesdits intervalles de temps.

Le système peut comporter une station d'exploitation éloignée 4 pouvant être reliée à l'unité de communication 3, à intervalles de temps déterminés via un satellite de communication (S), en orbite, et des moyens de mémorisation 23 pour le stockage de données durant lesdits intervalles de temps.

Le système peut aussi comporter une station d'exploitation éloignée 4 pouvant être reliée à l'unité de communication 3, à intervalles de temps déterminés via un moyen de liaison matérielle.

La station d'exploitation 4 peut comprendre des moyens de comparaison des mesures de la teneur en dioxyde de carbone avec d'autres paramètres de façon à déterminer le flux de dioxyde de carbone au travers d'une interface séparant ledit milieu d'un autre.

L'ensemble du système de mesure 1 peut comporter un dispositif de détermination d'un paramètre représentatif de la teneur en dioxyde de carbone qui comprend une substance colorée réagissant à la variation de la teneur en dioxyde de carbone, ladite solution étant confinée dans une cellule comprenant une ou plusieurs parois perméables ou semi-perméables.

L'ensemble de mesure 1 peut aussi comporter des moyens de détermination des paramètres annexes, l'unité de traitement 2 étant adaptée à tenir compte des valeurs de ces paramètres annexes pour la détermination dudit paramètre significatif.

Les moyens de détermination des paramètres annexes peuvent comprendre des capteurs de température 7 .

Les moyens de détermination des paramètres annexes peuvent comporter un fluorimètre 8 .

Le système peut comprendre une bouée ou un support flottant.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés.

- La figure 1 représente un schéma synoptique d'un exemple de réalisation du système de mesure de paramètres significatifs d'un milieu notamment un milieu liquide et des variations de la teneur en dioxyde de carbone qui y est dissous, et
- La figure 2 montre de façon plus détaillée un exemple de réalisation de l'unité de traitement incluse dans le système.

Le système selon l'invention tel qu'il va être décrit en relation avec la Fig.1, est adapté à mesurer les variations de la teneur en dioxyde de carbone dans l'eau et à traiter les mesures de façon à déterminer les échanges qui se produisent au travers de l'interface eau/air. Il peut être placé à bord d'une installation mobile telle qu'une bouée dérivante,une embarcation ou tout autre support flottant, ou bien une installation fixe: flotteur, bouée ancrée etc.

Le système comporte tout d'abord un ensemble de mesure 1 de paramètres pouvant influer sur la teneur en dioxyde de carbone à mesurer, une unité de traitement 2 des paramètres mesurés et une unité de communication 3 pour relier le système à une station 4 destinée à l'interprétation et l'exploitation des résultats. Le système comporte aussi un bloc 5 d'alimentation électrique de l'ensemble de mesure 1, de l'unité de traitement 2 et de l'unité de communication 3 tel qu'une batterie d'accumulateurs.

L'unité de communication 3 est, par exemple, un transmetteur radio du type ARGOS permettant par l'intermédiaire d'un satellite S de communiquer avec la station 4 ou bien selon les cas une unité spécialisée capable de transmettre et recevoir des informations par câble, fibre optique, liaison par rayons infra-rouges etc.

L'ensemble de mesure 1 comprend tout d'abord un dispositif 6 de mesure directe ou indirecte de la variation de la

teneur en dioxyde de carbone. Il comporte aussi un capteur de température 7 pour mesurer la température de l'eau et un dispositif de mesure 8 de sa teneur en chlorophylle, un fluorimètre par exemple. On sait en effet que la variabilité de la teneur en dioxyde de carbone à la surface de l'eau a des origines dynamiques, thermodynamiques et biologiques et qu'il importe pour la connaître, de mesurer aussi notamment la température de l'eau et sa teneur en chlorophylle.

Le dispositif 6 peut mesurer directement la variation de la teneur en dioxyde de carbone ou bien en faire une mesure indirecte comme il est décrit dans la demande de brevet FR 92/03.788 du 26/03/92.

Ce dispositif connu comporte, notamment, une source lumineuse, une cellule de mesure comprenant une solution sensible à la variation de la teneur en dioxyde de carbone enfermée dans une enceinte comprenant une membrane semi-perméable et des moyens de mesure des rayons lumineux ayant traversé la cellule. On détermine la réaction de cette solution sensible, par la variation de ses caractéristiques spectrales représentatives de la teneur en CO2 du milieu dans lequel se trouve la cellule, en déterminant l'absorbance optique de la solution. Pour ceci on effectue une mesure différentielle pour trois longueurs d'onde différentes et on en déduit pour chaque longueur d'onde la valeur d'absorbance de la substance. C'est la combinaison de ces trois valeurs qui va déterminer la composition chimique du milieu d'où l'on déduit la teneur en dioxyde de carbone dissous.

Il est bien entendu que pour obtenir une mesure significative, la cellule est placée en équilibre chimique avec le milieu dans lequel elle se trouve.

Les dispositifs 6, 7, 8 de l'ensemble de mesure 1 sont de préférence disposés à proximité les uns des autres.

Les signaux délivrés par l'ensemble de mesure 1 sont appliqués à l'ensemble de traitement 2 qui comporte (Fig.2) une

unité-maître 9 regroupant un processeur 10, un ensemble de mémoires 11 pour des programmes et des données, des moyens 12 de gestion des entrées-sorties et un bus interne 13 de communication. A ce bus 13, est connectée une carte 14 d'acquisition des données de mesure issues de l'ensemble 1. Cette carte comporte un multiplexeur 15, un amplificateur 16 des signaux multiplexés, un convertisseur analogique-numérique 17 convertissant les signaux amplifiés en mots numériques, des registres-tampons 18, un circuit d'interface 19 communiquant avec le bus 13 et un organe de synchronisation 20 pour gérer le fonctionnement de cette chaîne d'acquisition sur la carte 14. Dans le cas où l'on utilise le photomètre décrit dans le brevet précité qui délivre des signaux déjà numérisés, une liaison 21 et un circuit d'interface 22 permettent leur transfert sur le bus 13. Une mémoire-tampon 23 connectée au bus 13, permet le stockage de données devant être transférées vers l'unité de communication 3 via une liaison 24 du type RS232 par exemple. Par une liaison 25 entre le bus 13 et l'ensemble de mesure 1 et par l'intermédiaire d'un circuit d'interface 26, l'unité-maître 9 transmet aux dispositifs et capteurs de l'ensemble de mesure 1, des commandes d'initialisation, de mise sous tension électrique ou de déconnexion, et en reçoit des signaux de contrôle permettant de détecter des anomalies de fonctionnement éventuelles.

L'unité-maître 9 est programmée pour commander différentes fonctions :

- commander à intervalles fixés, la réalisation de cycles de mesure par les dispositifs de l'ensemble 1 et l'acquisition des mesures,
- contrôler le bon fonctionnement du système soit par détection de signaux d'erreur transmis directement par l'ensemble de mesure 1 ou par détection de mesures aberrantes qui lui sont transmises,
- détecter les anomalies de fonctionnement et éventuellement mettre hors circuit les éléments défaillants,

- transmettre des mesures à la station 4 et rendre compte des anomalies de fonctionnement, ceci en formatant et codant les signaux transmis pour les adapter au protocole de transmission utilisé, le protocole ARGOS par exemple dans le cas d'une transmission via un satellite en orbite.

L'unité-maître 9 peut aussi comporter des programmes permettant d'effectuer un prétraitement des paramètres numérisés avant de les transmettre à la station 4 d'exploitation de données. Ainsi, on peut, par exemple, comparer les valeurs numérisées à des valeurs seuils au-dessus ou en dessous desquelles on ne peut aller de façon à ne conserver que celles contenues dans des fourchettes prédéfinies. Pour les valeurs appartenant à des intervalles permis, et si ce prétraitement n'est pas déjà effectué par le dispositif de mesure 6, on peut par exemple, combiner les données mesurées d'absorbances pour déterminer la teneur en dioxyde de carbone du milieu dans lequel se trouve la cellule de mesure. On peut aussi envisager de corriger les valeurs d'absorbance à l'aide des valeurs de la température et de la teneur en chlorophylle mesurées au voisinage du point de mesure de la teneur en dioxyde de carbone, par le capteur 7 et le dispositif 8 (Fig. 1).

On peut aussi calculer des moyennes à partir d'une succession de mesures faites sur chacun des paramètres de façon à améliorer la précision suivant une technique connue.

Pour faciliter la compréhension, nous allons maintenant décrire un exemple de cycle de fonctionnement du système qui va être décrit ci-après.

Le système étant initialement dans un mode de veille, c'est-à-dire qu'il se trouve entre deux cycles de mesure, l'unité-maître 9 émet un signal de réveil à intervalles fixes, tous les quarts d'heure par exemple.

A partir de cet instant initial, commence un cycle complet de fonctionnement. L'unité-maître commence tout d'abord une séquence d'initialisation et de tests pour vérifier le bon

fonctionnement des différents sous-ensembles de l'unité de traitement 2 et de l'ensemble de mesure 1 et en cas d'anomalie détectée :

- mettre les dispositifs défaillants hors circuit; ou encore
- éventuellement changer de mode de fonctionnement.

Dans le cas où l'on a dédoublé certains sous-ensembles du système, l'unité-maître peut procéder au remplacement de celui devenu inopérant. En ce qui concerne, par exemple, la source lumineuse présente dans le dispositif permettant de mesurer la teneur en dioxyde de carbone, on peut en cas de non fonctionnement de la source lumineuse principale commuter sur une source lumineuse secondaire. Si les instruments de mesure de l'ensemble 1 nécessitent des recalages à intervalles déterminés, l'unité de traitement 2 est programmée en outre pour commander ces recyclages durant les phases d'initialisation.

Toutes les vérifications sur l'état de fonctionnement du système ayant été effectuées, l'unité-maître 9 démarre le cycle de mesures des paramètres proprement dit par l'ensemble de mesure 1 et de l'acquisition des données analogiques par le dispositif d'acquisition 14.

Un cycle de mesures peut comporter, par exemple, une mesure du paramètre indicatif de la teneur en dioxyde de carbone et une mesure des paramètres annexes, à savoir la température et la teneur en chlorophylle. Les mesures des paramètres annexes peuvent se faire à une fréquence identique à la fréquence de mesure du paramètre indicatif de la variation partielle de CO_2, ou bien encore à une fréquence différente.

Les données acquises sont mémorisées dans l'ensemble de mémoires 11 (Fig. 2) et éventuellement pré-traitées par le processeur 10. Les données qui doivent être transferrées à la station d'exploitation 4 (Fig. 1) sont formatées et codées suivant le protocole de transmission utilisé (le protocole ARGOS par exemple) et stockées dans la mémoire tampon 25 jusqu'à ce que

la liaison soit établie. La période d'émission est par exemple de six heures dans le cas d'une liaison de type ARGOS.

On ne sortira pas du cadre de l'invention en complétant l'ensemble de mesure pour lui adjoindre d'autres dispositifs ou bien en remplaçant certains d'entre eux par d'autres façon de mesurer, traiter ou transmettre les variations d'autres paramètres caractéristiques de la masse d'eau.

On ne sortira pas de l'invention si l'on mesure des variations de la teneur en dioxyde de carbone dans un milieu gazeux, l'atmosphère, l'air ou tout milieu autre que l'eau.

REVENDICATIONS

1. - Système pour mesurer des variations de paramètres caractéristiques d'un milieu notamment une masse d'eau, caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison un ensemble de mesure (1) délivrant des mesures dudit paramètre, une unité locale de traitement (2) pour commander l'ensemble de mesure (1) et une unité de communication (3) commandée par l'unité locale de traitement (2) pour la transmission de données.

2. - Système pour mesurer au moins un paramètre significatif des variations de la teneur en dioxyde de carbone dans un milieu notamment une masse d'eau, caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison un ensemble de mesure (1) délivrant des mesures dudit paramètre, une unité locale de traitement (2) pour commander l'ensemble de mesure (1) et une unité de communication (3) commandée par l'unité locale de traitement pour la transmission de données.

3. - Système suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'ensemble de mesure (1) comporte un moyen de mesure d'un paramètre significatif des variations de la teneur en dioxyde de carbone dissous dans l'eau et l'unité de traitement (2) comporte des moyens (14, 11) d'acquisition et de mémorisation de données de mesure sous une forme numérisée.

4. - Système selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte une station d'exploitation (4) pouvant être reliée à intervalles de temps déterminés, à l'unité de communication (3), et des moyens de mémorisation (23) pour le stockage de données durant lesdits intervalles de temps.

5. - Système selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte une station d'exploitation éloignée (4) pouvant être reliée à l'unité de communication (3), à intervalles de temps déterminés via un satellite de communication (S), en orbite, et des moyens de mémorisation

(23) pour le stockage de données durant lesdits intervalles de temps.

6. - Système selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte une station d'exploitation éloignée (4) pouvant être reliée à l'unité de communication (3), à intervalles de temps déterminés via un moyen de liaison matérielle.

7. - Système selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que la station d'exploitation (4) comporte des moyens de comparaison des mesures des variations de la teneur en dioxyde de carbone dudit milieu avec d'autres paramètres de façon à déterminer le flux de dioxyde de carbone au travers d'une interface séparant ledit milieu d'un autre.

8. - Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'ensemble de mesure (1) comporte un dispositif de détermination d'un paramètre représentatif de la teneur en dioxyde de carbone qui comprend une substance colorée réagissant à la variation de la teneur en dioxyde de carbone, ladite solution étant confinée dans une cellule comprenant une ou plusieurs parois perméables ou semi-perméables.

9. - Système selon l'une des revendications 2 à 7, caractérisé en ce que l'ensemble de mesure (1) comporte des moyens de détermination de paramètres annexes, l'unité de traitement (2) étant adaptée à tenir compte des valeurs de ces paramètres annexes pour la détermination dudit paramètre significatif.

10. - Système selon la revendication 9, caractérisé en ce que les moyens de détermination des paramètres annexes comprennent des capteurs de température (7).

11. - Système selon la revendication 9, caractérisé en ce que les moyens de détermination des paramètres annexes comportent un fluorimètre (8).

12. - Système selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte une bouée ou un support flottant.

FIG.1

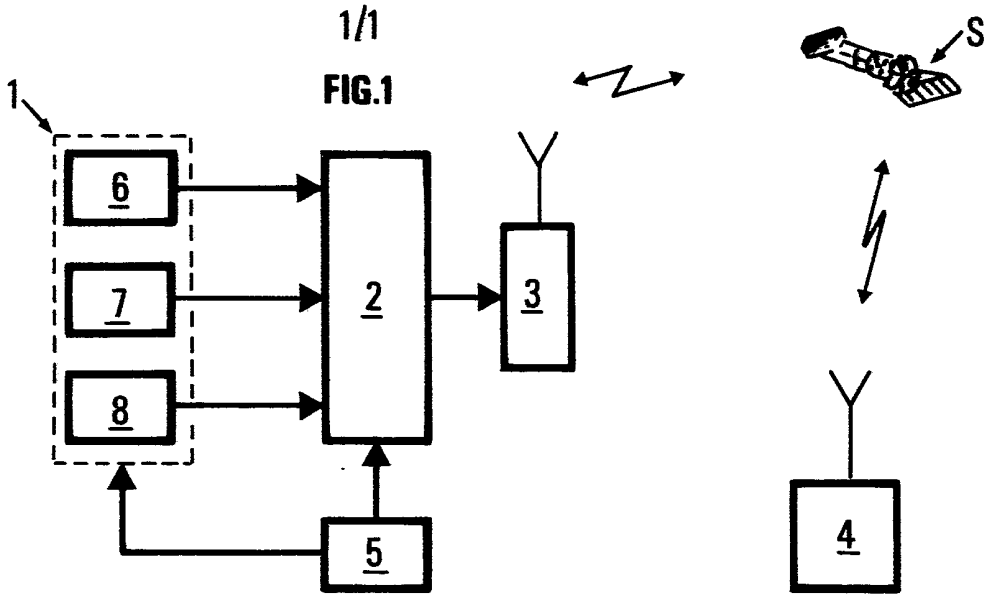
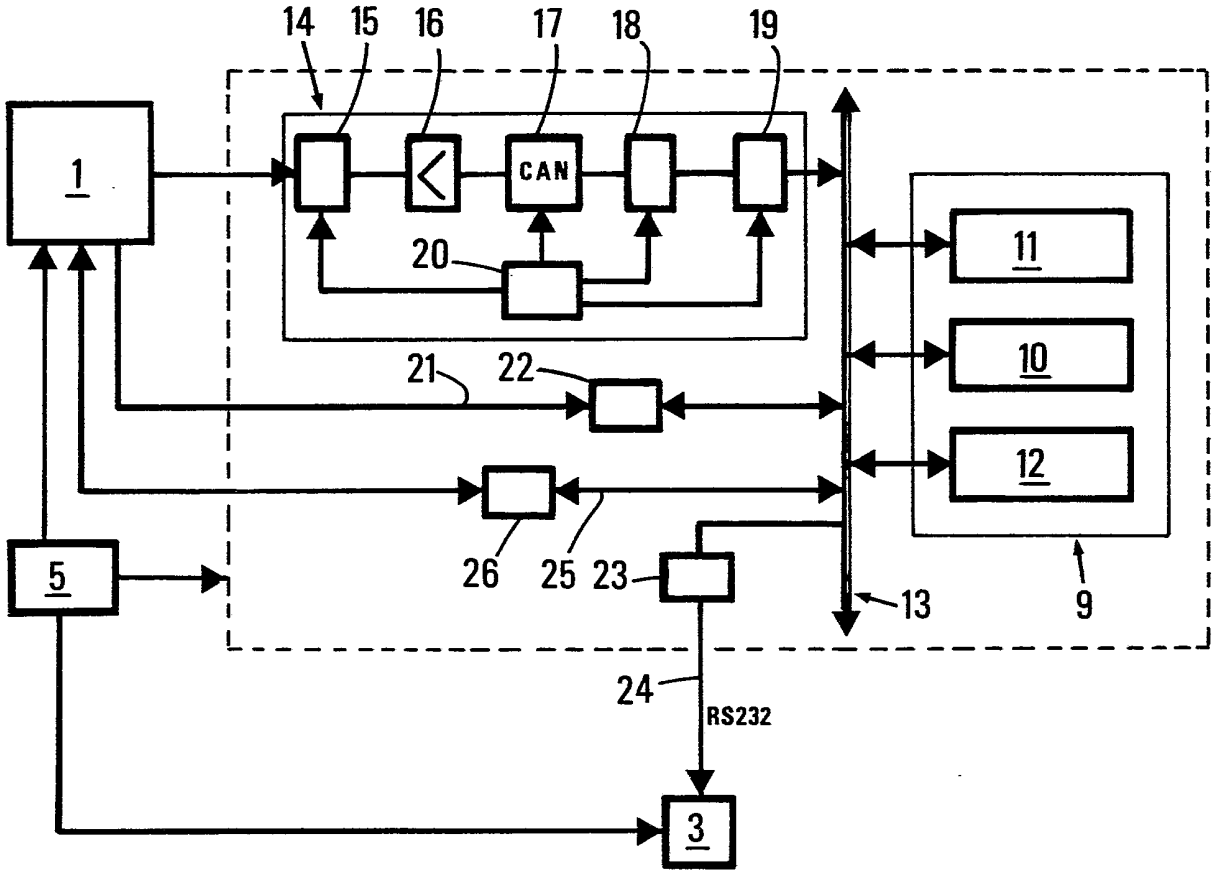

1
6
7
8
2
3
5
4
S

FIG.2


14
15
16
17
18
19
1
CAN
20
11
10
12
21
22
26
25
23
5
13
9
24
RS232
3

REPUBLIQUE FRANÇAISE

2689639

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national
FR 9204084
FA 473627

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
X Y	US-A-3 751 984 (RENNIE) 14 Août 1973 * le document en entier * ---	1-7,9, 10,12 8,11
X	EP-A-0 175 552 (E.D.A. RESEARCH & DEVELOPMENT LIMITED) 26 Mars 1986 * le document en entier * ---	1,4
Y A	US-A-4 804 849 (BOOTH) 14 Février 1989 * le document en entier * ---	11 1
Y	EP-A-0 304 248 (PFIZER HOSPITAL PRODUCTS GROUP, INC.) 22 Février 1989 * abrégé; revendication 1 * ---	8
A	GB-A-2 233 088 (THE NATIONAL RIVERS AUTHORITY) 2 Janvier 1991 * le document en entier * -----	1,2,4,9, 10,12

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)

G01N

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
01 DECEMBRE 1992	R.A.P. BOSMA

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)