

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑭ Date de dépôt : 14.11.89.

⑮ Priorité :

⑯ Date de la mise à disposition du public de la demande : 17.05.91 Bulletin 91/20.

⑰ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : Se reporter à la fin du présent fascicule.

⑱ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑴ Demandeur(s) : Société anonyme dite SIEMENS  
AUTOMOTIVE (S.A.) — FR.

⑵ Inventeur(s) : Metrich Pierre, Marc, Roland.

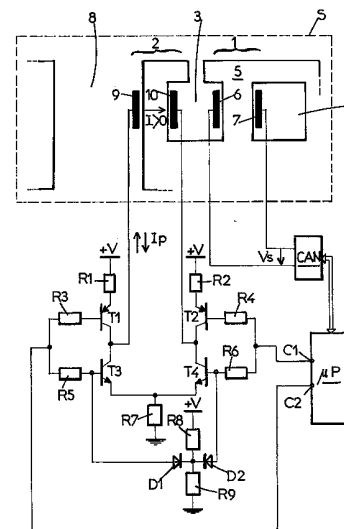
⑶ Titulaire(s) :

⑷ Mandataire : Cabinet de Boisse de Boisse L.A. &  
Colas JP.

⑸ Dispositif d'alimentation électrique d'une pompe à oxygène formant partie d'une sonde à oxygène linéaire.

⑹ Le dispositif comprend un pont de transistors (T1,T2,T3,T4) commandé par un microprocesseur (  $\mu$ P). Celui-ci traite un signal de mesure (Vs) délivré par une cellule de mesure (1) de la sonde pour commander le sens et la durée du passage dans une pompe à oxygène (2) d'un courant I d'amplitude prédéterminé, asservi à (Vs). Une commande périodique alternative à rapport cyclique variable du courant envoyé dans la sonde est assurée par des commutations appropriées des transistors du pont.

Application à la mesure du rapport air/carburant du mélange d'alimentation d'un moteur à combustion interne.



La présente invention est relative à un dispositif d'alimentation électrique d'une pompe à oxygène formant  
5 partie d'une sonde à oxygène linéaire et, plus particulièrement, à une telle sonde utilisée pour la mesure de la teneur en oxygène des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne.

On sait qu'un paramètre important du fonctionnement  
10 d'un moteur à combustion interne est le coefficient d'air  $\lambda$  représentatif du rapport air/carburant du mélange qui alimente le moteur, divisé par le rapport correspondant à un mélange stoechiométrique. L'importance de ce paramètre provient de son influence sur la puissance  
15 du moteur, sur sa consommation spécifique et surtout sur la composition des gaz d'échappement du moteur, en particulier en gaz nocifs. Des lois antipollution de plus en plus sévères imposent aux motoristes de prévoir une régulation de ce coefficient  $\lambda$ , permettant d'obtenir une  
20 combustion du mélange aussi parfaite que possible.

A cet effet, on mesure indirectement la composition de celui-ci par une détection de la quantité d'oxygène présente dans les gaz d'échappement. Etant donné que ces gaz contiennent de l'oxygène même quand le mélange est  
25 "riche" ( $\lambda < 1$ ), la mesure de cette quantité d'oxygène permet de mesurer la composition du mélange qui alimente le moteur.

On utilise à cet effet un capteur connu sous le nom de "sonde à oxygène" ou "sonde  $\lambda$ ", cette sonde étant  
30 placée dans le courant des gaz d'échappement du moteur. Classiquement une telle sonde est constituée d'une masse d'oxyde de zirconium ou de titane placée entre deux électrodes, une des électrodes étant exposée aux gaz d'échappement, à travers une couche de protection en  
35 céramique poreuse, tandis que l'autre électrode est en contact avec l'air libre. On relève entre les électrodes une tension fonction de la différence de concentration en

ions oxygène au niveau des deux électrodes. On observe en particulier un saut de tension aux alentours de  $\lambda = 1$ , dû aux propriétés particulières du matériau utilisé, oxyde de zirconium ou oxyde de titane.

5 Du fait de ce saut, une telle sonde fournit un signal qui ne présente pratiquement que deux états, représentatifs d'un mélange pour lequel soit  $\lambda < 1$  soit  $\lambda > 1$ . On ne peut donc mesurer l'écart réel du mélange par rapport à la stoechiométrie.

10 Pour pallier cet inconvénient, on a conçu une sonde à oxygène dite "linéaire" capable de fournir un signal sensiblement linéairement proportionnel au coefficient aussi bien au-dessus qu'au-dessous de la stoechiométrie.

Une telle sonde à oxygène linéaire comprend  
15 normalement, comme représenté à la figure 1 du dessin annexé, une cellule de mesure 1 et une pompe à oxygène 2 séparées par une cavité de mesure 3, la cellule de mesure 1 étant elle-même limitée sur son autre face par une cavité de référence 4. La cellule de mesure 1 est  
20 constituée par une sonde à oxygène classique comprenant un corps 5 en oxyde de zirconium ou de titane, par exemple, et deux électrodes 6 et 7 placées contre ce corps respectivement dans la cavité de mesure 3 et dans la cavité de référence 4. La cellule de mesure délivre entre  
25 ces électrodes une tension  $V_s$  qui dépend de la quantité d'oxygène présente dans la cavité de mesure. Celle-ci est en communication avec les gaz d'échappement du moteur, tout comme un volume 8 qui baigne une électrode 9 de la pompe à oxygène dont l'autre électrode 10 se trouve dans  
30 la cavité de mesure 3. La pompe à oxygène 2 comprend, comme la cellule de mesure 1, une masse d'oxyde de zirconium ou de titane placée entre les électrodes 9 et 10.

Le passage d'un courant  $I_p$  dans la pompe à oxygène 2  
35 provoque une arrivée d'oxygène dans la cavité de mesure, ou bien une extraction d'oxygène hors de cette cavité suivant le sens du courant. En asservissant ce courant et

son sens à la tension  $V_s$  délivrée par la cellule de mesure 1, on assure une régulation en boucle fermée de la concentration en oxygène de la cavité de mesure, par un apport ou un retrait d'oxygène dans cette cavité fonction  
5 de la teneur en oxygène des gaz d'échappement entrant dans cette cavité. Le courant  $I_p$  est alors une fonction sensiblement linéaire de cette teneur en oxygène et donc du coefficient  $\lambda$  représentatif de la composition du mélange air-carburant. A titre d'exemple d'une sonde  
10 fonctionnant suivant ce principe, on peut citer la sonde vendue sous le nom NTK UEGO par la société japonaise NGK SPARK PLUG CO., LTD.

Le problème est alors d'asservir le courant  $I_p$  d'alimentation de la pompe à la tension  $V_s$  délivrée par la  
15 cellule de mesure. Classiquement on utilise à cet effet un circuit analogique complexe du type PID comportant de nombreux amplificateurs analogiques et des composants de précision. Un tel circuit analogique est sujet à des dérives. Sa complexité et la présence de composants de  
20 précision grèvent son coût. En outre le fonctionnement de l'asservissement étant fixé par la structure du circuit, ce fonctionnement ne peut être modifié en fonction de diverses stratégies programmées à l'avance, comme c'est le cas des systèmes numériques commandés par microprocesseur  
25 par exemple.

La présente invention a donc pour but de réaliser un dispositif d'alimentation électrique d'une pompe à oxygène formant partie d'une sonde à oxygène linéaire, qui ne présente pas ces inconvénients.

30 Plus particulièrement, l'invention a pour but de réaliser un tel dispositif qui soit de structure simple à faible nombre de composants, fiable et de réalisation peu coûteuse.

La présente invention a aussi pour but de réaliser  
35 un tel dispositif permettant d'assurer avec précision le réglage du courant d'alimentation de la pompe à oxygène, avec correction des dérives en température.

La présente invention a encore pour but de réaliser un tel dispositif comprenant des moyens permettant de commander son fonctionnement suivant des stratégies variées.

5        On atteint ces buts de l'invention, ainsi que d'autres qui apparaîtront dans la suite de la présente description, avec un dispositif d'alimentation électrique d'une pompe à oxygène formant partie d'une sonde à oxygène linéaire utilisée pour la mesure de la teneur en oxygène  
10 des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne, cette sonde comprenant en outre une cellule de mesure sensible à la quantité d'oxygène présente dans une cavité de mesure de la sonde en communication avec les gaz d'échappement et la pompe à oxygène pour délivrer un  
15 signal de mesure correspondant, ce signal commandant l'alimentation électrique de cette pompe. Suivant l'invention le dispositif comprend , en combinaison, (a) une source d'énergie électrique et, (b) des moyens pour connecter sélectivement cette source à la pompe à oxygène  
20 de manière à asservir au signal délivré par la cellule de mesure, le sens et la dureté de passage dans la pompe d'un courant d'intensité prédéterminé.

Suivant une caractéristique de la présente invention, lesdits moyens comprennent un pont en "H" de  
25 transistors constitué de deux paires de transistors, les circuits émetteur-collecteur des transistors de chaque paire étant en série, la pompe à oxygène étant connectée entre les bornes communes aux circuits émetteur-collecteur des transistors de chaque paire, les paires de circuits  
30 émetteur-collecteur en série étant chacune connectée entre la source d'énergie électrique et la masse.

Ces moyens comprennent en outre des moyens pour commander sélectivement et individuellement des transistors du pont de manière à déterminer le sens du  
35 courant d'alimentation de la pompe à oxygène ou la coupure de ce courant.

Dans chaque paire de transistors du pont, les

transistors sont de type opposé, les moyens de commande de la conduction des transistors assurant simultanément le blocage d'un transistor de chaque paire et le déblocage de l'autre transistor par une commande commune de leurs bases, les commandes des deux paires de transistors étant déterminées en fonction du signal de mesure pour commander le sens et la durée de passage du courant débité par la source d'énergie électrique, dans la pompe à oxygène.

Les moyens pour connecter sélectivement la source d'énergie électrique à la pompe à oxygène sont conçus pour pouvoir mettre en oeuvre plusieurs stratégies différentes d'alimentation de cette pompe à oxygène. Suivant une stratégie préférée, ces moyens assurent une alimentation périodique alternative à rapport cyclique variable, le signe du courant moyen dans la pompe s'inversant après chaque basculement du signal de mesure.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen du dessin annexé dans lequel :

- la figure 1 est un schéma du dispositif d'alimentation électrique d'une pompe à oxygène formant partie d'une sonde à oxygène linéaire du type décrit en préambule de la présente description,
- les figures 2A à 2D représentent diverses formes d'onde utiles à la description de diverses stratégies de commande du courant dans la pompe à oxygène, et
- la figure 3 est un graphe qui illustre une autre stratégie de réglage du courant dans la pompe à oxygène.

On se réfère à la figure 1 du dessin annexé qui représente schématiquement la sonde à oxygène linéaire décrite en préambule de la présente description.

La figure 1 représente en outre le dispositif d'alimentation électrique de la pompe à oxygène de la sonde suivant la présente invention. Ce dispositif comprend essentiellement une source d'énergie électrique délivrant une tension +V et des moyens pour connecter

sélectivement cette source en série avec les électrodes 9, 10 de la pompe à oxygène 2, de manière à asservir au signal de mesure  $V_s$  délivré par la cellule de mesure 1, le sens et la durée de passage dans la pompe d'un courant  $I_p$  d'intensité prédéterminée.

Ces moyens comprennent essentiellement un pont en "H" de transistors ( $T_1, T_2, T_3, T_4$ ) et un microprocesseur  $\mu P$  commandant sélectivement la conduction des transistors du pont par des signaux émis sur ses broches de sortie C1 et C2. Le microprocesseur est lui-même alimenté par le signal  $V_s$  de sortie de la cellule de mesure 1, à travers un convertisseur analogique-numérique CAN.

Le microprocesseur est dûment programmé pour émettre sur ses broches C1 et C2 des signaux permettant de régler le courant moyen de la pompe 2 de manière à réguler la concentration en oxygène de la cavité de mesure 3 et donc la valeur de la tension  $V_s$  de sortie de la cellule de mesure 1. Cette régulation s'opère par retrait d'oxygène de la cavité de mesure 3, sous l'action de la pompe à oxygène 2.

Ainsi, quand la concentration en oxygène du gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne (qui remplit les cavités 8 et 3 de la sonde) est représentative d'un mélange air/carburant d'alimentation du moteur caractérisé par un coefficient d'air  $\lambda > 1$ , il y a extraction d'oxygène hors de la cavité 3 sous l'action de la pompe,  $I_p$  étant convenablement réglé par le dispositif suivant l'invention, comme on le verra dans la suite, pour ramener la concentration d'oxygène de la cavité 3 à une valeur correspondant à  $\lambda = 1$ . Inversement si la concentration en oxygène correspond à un coefficient d'air  $\lambda < 1$ , il y a pompage d'oxygène dans la cavité à travers la pompe à oxygène excitée par un courant  $I_p$  de sens inverse au sens qui correspond à l'extraction d'oxygène hors de cette cavité. Ainsi le courant dans la pompe à oxygène est-il représentatif de l'écart de la composition du mélange air/carburant par rapport à la

composition correspondant à  $\lambda = 1$ , la variation de  $I_p$  en fonction de cet écart étant sensiblement linéaire.

Suivant la technique antérieure  $I_p$  est réglé par des circuits analogiques compliqués, de type PID. La présente invention propose une commande numérique de ce courant, plus simple et plus souple, comme on le verra plus loin.

A cet effet, le pont en "H" de transistors (T1,T2,T3,T4) est conçu pour assurer une commutation du sens du courant  $I_p$  dans la pompe à oxygène, sous la commande de signaux émis sur les broches C1 et C2 du microprocesseur  $\mu P$ . Le pont comprend deux paires de transistors bipolaires (T1,T3) d'une part et (T2,T4) d'autre part. Les transistors d'une même paire sont de type opposé. Ainsi les transistors T1 et T2 sont-ils de type PNP, par exemple, tandis que les transistors T3 et T4 sont de type NPN. Dans chaque paire les circuits émetteur-collecteur des deux transistors sont connectés en série, entre une ligne à la tension +V et la masse. Les bornes communes des circuits émetteur-collecteur des transistors T1,T3 d'une part, T2,T4 d'autre part, sont connectées respectivement aux électrodes 9 et 10 de la pompe à oxygène 2. Des résistances de charge R1 et R2 sont connectées sur les émetteurs des transistors T1 et T2 respectivement, entre ceux-ci et la ligne à +V. Les émetteurs des transistors T3 et T4 sont connectés l'un à l'autre et leur point commun est connecté à la masse à travers une résistance de masse R7. Les bases des transistors T1,T3,T2,T4, sont chargées par des résistances R3,R5,R4,R6 respectivement. Les points communs aux résistances R4 et R6 d'une part et R3 et R5 d'autre part sont connectés aux broches C1 et C2, respectivement, du microprocesseur  $\mu P$ .

Le dispositif comprend en outre un générateur de tension de référence constitué par deux résistances R8 et R9 placées en série entre une ligne +V et la masse. Le point milieu du diviseur de tension ainsi constitué est connecté aux bases des transistors T3 et T4. Des diodes D1



et D2 montées passantes entre les bases de T3 et T4, respectivement, et le point milieu du diviseur de tension (R8,R9), assurent une compensation des variations des tensions base-émetteur  $V_{be}$  des transistors T3 et T4 en  
5 fonction de la température, pour un but que l'on expliquera plus loin.

Avec le montage que l'on vient de décrire, il est clair que si, par exemple, le microprocesseur  $\mu P$  établit sur sa broche C1 une tension nulle, le transistor T4 est  
10 bloqué alors que le transistor T2 est saturé. Ainsi la tension +V est appliquée, à travers la résistance R2 et le circuit émetteur-collecteur du transistor T2, à l'électrode 10 de la pompe à oxygène. Si en outre, simultanément, le microprocesseur établit sur sa broche C2  
15 une tension  $V_1$  de valeur convenable, cette tension provoque le blocage du transistor T1 de l'autre paire de transistors (T1,T3) et le déblocage du transistor T3. L'électrode 9 de la pompe à oxygène 2 est alors connecté à la masse à travers le circuit collecteur-émetteur du  
20 transistor T3 et la résistance de masse R7. Ainsi une différence de potentiel est-elle établie entre les électrodes 9 et 10 de la pompe à oxygène et un courant  $I_p$  circule dans la pompe dans le sens contraire à celui de la flèche représentée entre les électrodes 9 et 10, qui  
25 repère un sens de courant arbitrairement choisi comme sens positif. Le courant qui passe alors dans la sonde est celui qui ayant traversé la résistance R2 et le transistor T2, s'écoule vers la masse à travers le transistor T3 et la résistance fixe R7. Il est clair que l'intensité I du  
30 courant dans ce circuit est alors fixée par la polarisation de la base du transistor T3, qui fonctionne alors en générateur de courant, c'est-à-dire par la tension du point milieu du pont diviseur R8, R9. A cet égard, on remarquera que la diode D1 compense une  
35 variation en fonction de la température de la tension  $V_{be}$  du transistor T3 pour empêcher ainsi une dérive de la tension de polarisation de ce transistor, et maintenir

ainsi le courant  $I_p$  à une valeur prédéterminée.

Il est clair qu'en inversant les tensions imposées ci-dessus sur les broches C1 et C2 du microprocesseur, on inverse aussi le sens du courant dans la pompe à oxygène

2. De même en appliquant sur les broches C1 et C2 des signaux de tension égaux ou nuls, on interrompt tout passage de courant dans la pompe à oxygène. Le tableau ci-dessous rassemble les diverses situations évoquées ci-dessus.

10	Tensions sur broches	Etat du pont	Courant I dans pompe 2
15	C1= $V_1$ C2= $V_1$	T4 conduit T2 bloqué T3 conduit T1 bloqué	$I = 0$
20	C1=0 C2= $V_1$	T4 bloqué T2 saturé T3 conduit T1 bloqué	$I < 0$ , imposé par le générateur de courant
	C1= $V_1$ C2=0	T4 conduit T2 bloqué T3 bloqué T1 saturé	$I > 0$ , imposé par le générateur de courant
25	C1=0 C2=0	T4 bloqué T2 saturé T3 bloqué T1 saturé	$I = 0$

On voit ainsi que, suivant l'invention, on peut fixer le sens et la durée du passage dans la pompe 2 d'un courant d'intensité prédéterminée I. Suivant l'invention

aussi, le microprocesseur  $\mu P$  est dûment programmé pour émettre sur les broches C1 et C2 des signaux de commande permettant d'asservir le courant moyen traversant la pompe à oxygène 2, au signal de mesure  $V_s$  numérisé par le convertisseur CAN. Du fait de cet asservissement, la

valeur moyenne du courant est représentative à chaque instant du coefficient d'air  $\lambda$  du mélange air/carburant qui alimente le moteur à combustion interne. La valeur maximum  $I_{max}$  du courant passant dans la pompe est fixée par le diviseur de tension R8, R9, la résistance de mesure R7 et la tension +V d'alimentation du pont de transistors (T1,T2,T3,T4). Du fait que les diodes D1 et D2 compensent exactement les variations en fonction de la température

des tensions  $V_b$ , des transistors T3 et T4, le courant I dans la pompe à oxygène 2 présente une valeur absolue  $I_{max}$  pratiquement identique, dans les deux sens de passage de ce courant. Ainsi, en appliquant des signaux appropriés  
 5 aux broches C1 et C2, le microprocesseur peut régler avec précision le courant moyen passant dans la pompe, entre deux valeurs  $+I_{max}$  et  $-I_{max}$ . Diverses stratégies sont alors possibles pour asservir ce courant au signal de tension  $V_s$ .

10 Suivant une première stratégie, illustrée à la figure 2B, le microprocesseur mesure les temps  $t_1, t_2, \text{etc.}$  successifs nécessaires pour faire basculer la tension  $V_s$  (voir Fig.2A), lorsqu'on alimente la pompe à oxygène avec un courant d'intensité  $I = I_{max}$ . Ces temps  
 15 sont alors fonction de  $\lambda$ . Cette stratégie présente cependant quelques inconvénients. D'une part, l'inertie de la sonde est telle que le temps  $t_2$  mesuré est grevé d'un dépassement du temps  $t_1$  précédent (voir figure 2B, en corrélation avec les basculements du signal  $V_s$  représenté  
 20 à la figure 2A). D'autre part la mesure dépend de la précision du réglage de la valeur de  $I_{max}$ . Enfin, autour de  $\lambda = 1$ , les temps à mesurer deviennent très courts ce qui entraîne une diminution de la précision de la mesure, là où on en a le plus besoin.

25 Suivant une deuxième stratégie illustrée à la figure 2C, les moyens pour connecter sélectivement la source d'énergie électrique à la pompe à oxygène 2 assurent une alimentation périodique à rapport cyclique variable de la pompe, avec un courant  $I_{max}$  prédéterminé dont le sens  
 30 s'inverse à chaque basculement du signal de mesure  $V_s$ . La commande étant de période T, le courant moyen sur une période pendant laquelle le courant  $I_{max}$  est appliqué pendant un temps  $t_3$ , est de la forme :

$$I_{moyen} = t_3/T \times I_{max}, \text{ si } V_s \text{ est positif}$$

35  $I_{moyen} = t_3/T \times (-I_{max}), \text{ si } V_s \text{ est négatif}$

Cette stratégie présente l'inconvénient de faire dépendre la mesure de  $I_{moyen}$  de la précision sur  $+I_{Max}$  et  $-I_{max}$ . En

outre, au voisinage de  $\lambda = 1$ , les rapports cycliques sont faibles du fait que le temps  $t_3$  est très inférieur à  $T$ . Certaines périodes pourront même s'écouler entièrement avec un courant nul ce qui nuit à la rapidité et à la

5 précision des mesures.

On a illustré au graphe de la figure 2D une stratégie de commande préférée du dispositif suivant la présente invention. Suivant celle-ci, les moyens pour connecter sélectivement la source d'énergie électrique à

10 la pompe à oxygène assurent une alimentation périodique et alternative à rapport cyclique variable, le signe du courant moyen s'inversant après chaque basculement du signal de mesure  $V_s$ . Ainsi, en référence à la figure 2D, sur une période pendant laquelle un courant  $+I_{\max}$  a été

15 appliqué pendant un temps  $t_4$ , on a

$$I_{\text{moyen}} = I_{\max} \times t_4/T - I_{\max} \times (T-t_4)/T$$

soit, avec un rapport cyclique  $r = t_4/T$ ,

$$I_{\text{moyen}} = I_{\max} \times (2r - 1)$$

Au voisinage de  $\lambda = 1$ ,  $I_{\text{moyen}}$  doit être faible, le

20 rapport cyclique  $r$  s'établissant alors aux environs de 50%. Du fait que  $I_{\max}$  et  $-I_{\max}$  sont fixés par le même diviseur de tension ( $R_8, R_9$ ), une erreur sur  $I_{\max}$  est compensée par la même erreur sur  $(-I_{\max})$  et la mesure finale de  $\lambda$  que l'on obtient ne dépend pas de la

25 précision sur l'intensité maximum du courant délivré par le dispositif suivant l'invention, ce qui est un avantage certain de la stratégie exposée ci-dessus.

Dans toutes les stratégies évoquées jusqu'à présent, on travaille avec des valeurs de  $I_{\max}$ , en valeur absolue,

30 fixes. On peut aussi faire varier ce paramètre, par exemple en fonction de la plage de richesse dans laquelle se trouve le mélange air/carburant, pour améliorer la dynamique de la mesure. On obtient facilement, avec une commande par microprocesseur, une variation de  $I_{\max}$  par

35 commutation entre plusieurs résistances  $R_7$  ou plusieurs ponts diviseurs  $R_8, R_9$ , par exemple. On a illustré sur le graphe de la figure 3 la variation du courant moyen dans

la pompe à oxygène en fonction de  $\lambda$  quand on commute  $I_{\max}$  sur une valeur plus grande au passage de  $\lambda$  à la valeur  $a$ . Sur la zone  $a$  voisine de  $\lambda = 1$ , on peut obtenir une grande résolution car le rapport de variations

5  $\Delta I_{\text{moyen}}/\Delta r$  est faible. Par contre, dans la zone  $b$  qui prolonge la zone  $a$ , on peut avoir une grande dynamique car le rapport  $\Delta I_{\text{moyen}}/\Delta r$  est élevé.

Il apparaît maintenant que le dispositif d'alimentation de la pompe à oxygène d'une sonde à oxygène

10 linéaire suivant l'invention présente de nombreux avantages. Tout d'abord le dispositif est d'une grande simplicité et compte un nombre faible de composants, ce qui réagit favorablement sur son coût de fabrication.

La précision des mesures obtenues est grande car

15 seules les trois résistances  $R_7, R_8, R_9$  et la tension  $+V$  influent sur la précision initiale du dispositif. En outre, celui-ci étant commandé par un microprocesseur, cette imprécision peut-être compensée par un étalonnage numérique consistant à mémoriser dans le microprocesseur

20 des paramètres de correction en fonction de la dérive initiale constatée.

La dérive en température du montage est très faible du fait de la compensation des tensions  $V_{be}$  des transistors  $T_3$  et  $T_4$  par les diodes  $D_1$  et  $D_2$ , cette dérive

25 en température ne dépendant plus que de la dérive différentielle des résistances, de la tension  $V$  et de la variation différentielle des gains des transistors.

Le dispositif est fiable, le montage étant auto-protégé contre des courts-circuits à la masse grâce aux

30 limitations de courant établies par les résistances  $R_1$  et  $R_2$ , et contre des courts-circuits sur l'alimentation, constituée en général par la batterie du véhicule en électronique automobile.

Le dispositif suivant l'invention présente encore

35 une grande souplesse de fonctionnement du fait qu'un microprocesseur est utilisé pour assurer la commande de la sonde et que ce microprocesseur peut être programmé

pour établir l'une ou l'autre de plusieurs stratégies de commande plus ou moins sophistiquées.

On sait qu'une sonde à oxygène doit être équipée de moyens de chauffage car le signal fourni n'est fiable qu'à  
5 partir d'une certaine température, par exemple de l'ordre de 200°C. Comme le microprocesseur peut aussi réaliser la commande du chauffage de la sonde et la mesure du signal Vs délivré par cette sonde, ce microprocesseur peut ainsi assurer l'asservissement de l'ensemble.

10 Bien entendu l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit et représenté qui n'a été donné qu'à titre d'exemple. En particulier, l'invention n'est pas limitée à un dispositif réalisé en technologie bipolaire et pourrait tout aussi bien être réalisé en technologie  
15 MOS, par exemple.

### REVENDICATIONS

1. Dispositif d'alimentation électrique d'une pompe à oxygène formant partie d'une sonde à oxygène linéaire  
5 utilisée pour la mesure de la teneur en oxygène des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne, cette sonde comprenant en outre une cellule de mesure (1) sensible à la quantité d'oxygène présente dans une cavité de mesure (3) de la sonde en communication avec les gaz  
10 d'échappement et la pompe à oxygène (2) pour délivrer un signal de mesure ( $V_s$ ) correspondant, ce signal commandant l'alimentation électrique de cette pompe, ce dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend, en combinaison, (a) une source d'énergie électrique et (b) des moyens pour  
15 connecter sélectivement cette source à la pompe à oxygène de manière à asservir au signal délivré par la cellule de mesure, le sens et la durée de passage dans la pompe d'un courant d'intensité prédéterminée.

2. Dispositif conforme à la revendication 1,  
20 caractérisé en ce que lesdits moyens comprennent un pont de transistors constitué de deux paires ( $T_1, T_3$ ) et ( $T_2, T_4$ ) de transistors, les circuits émetteur-collecteur des transistors de chaque paire étant en série, la pompe à oxygène (2) étant connectée entre les bornes communes aux  
25 circuits émetteur-collecteur des transistors de chaque paire, les paires de circuits émetteur-collecteur en série étant chacune connectée entre la source d'énergie électrique et la masse.

3. Dispositif conforme à la revendication 2,  
30 caractérisé en ce que lesdits moyens comprennent en outre des moyens ( $\mu P$ ) pour commander sélectivement et individuellement la conduction des transistors du pont de manière à déterminer le sens du courant d'alimentation de la pompe à oxygène (2) ou la coupure de ce courant.

35 4. Dispositif conforme à la revendication 3, caractérisé en ce que, dans chaque paire ( $T_1, T_3$ ) et ( $T_2, T_4$ ) de transistors du pont, les deux transistors

sont de type opposé, les moyens de commande de la conduction des transistors assurant simultanément le blocage d'un transistor de chaque paire et le déblocage de l'autre transistor par une commande commune de leurs  
5 bases, les commandes des deux paires de transistors étant déterminées en fonction du signal de mesure pour commander le courant débité par la source d'énergie électrique dans la pompe à oxygène.

5. Dispositif conforme à la revendication 4,  
10 caractérisé en ce que lesdits moyens de commande comprennent un microprocesseur ( $\mu P$ ) recevant le signal de mesure ( $V_s$ ) par l'intermédiaire d'un convertisseur analogique-numérique (CAN), ce signal étant traité dans le microprocesseur pour en déduire deux signaux de commande  
15 des paires de transistors ( $T_2, T_4$ ) et ( $T_1, T_3$ ) respectivement, propres à déterminer l'existence et le sens de passage d'un courant dans la pompe à oxygène.

6. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 4 et 5, caractérisé en ce qu'il comprend  
20 un générateur de tension de référence ( $+V, R_8, R_9$ ) connecté aux bases d'un transistor ( $T_3, T_4$ ) de chaque paire de transistors pour commander l'intensité du courant traversant la pompe à oxygène.

7. Dispositif conforme à la revendication 6,  
25 caractérisé en ce que le générateur est constitué par un diviseur de tension ( $R_8, R_9$ ) dont le point milieu est connecté aux bases des transistors ( $T_3, T_4$ ) à travers des diodes ( $D_1, D_2$ ) de compensation des variations, en fonction de la température, des tensions base-émetteur ( $V_{be}$ ) de  
30 ces transistors.

8. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour faire varier sélectivement l'intensité du courant traversant la pompe à oxygène.

35 9. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les moyens pour connecter sélectivement la source d'énergie



électrique à la pompe à oxygène (2) commandent l'alimentation de la pompe à oxygène avec un courant d'intensité prédéterminée, le sens de ce courant s'inversant à chaque basculement du signal de mesure (Vs).

5           10. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que les moyens pour connecter sélectivement la source d'énergie électrique à la pompe à oxygène assurent une alimentation  
10 périodique à rapport cyclique variable de la pompe (2) avec un courant prédéterminé dont le sens s'inverse à chaque basculement du signal de mesure (Vs).

          11. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les moyens pour connecter sélectivement la source d'énergie  
15 électrique à la pompe à oxygène assurent une alimentation périodique alternative à rapport cyclique variable, le signe du courant moyen s'inversant après chaque basculement du signal de mesure (Vs).

          12. Sonde à oxygène linéaire à pompe à oxygène,  
20 caractérisée en ce qu'elle comprend un dispositif d'alimentation électrique de la pompe conforme à l'une quelconque des revendications précédentes.

1\_2

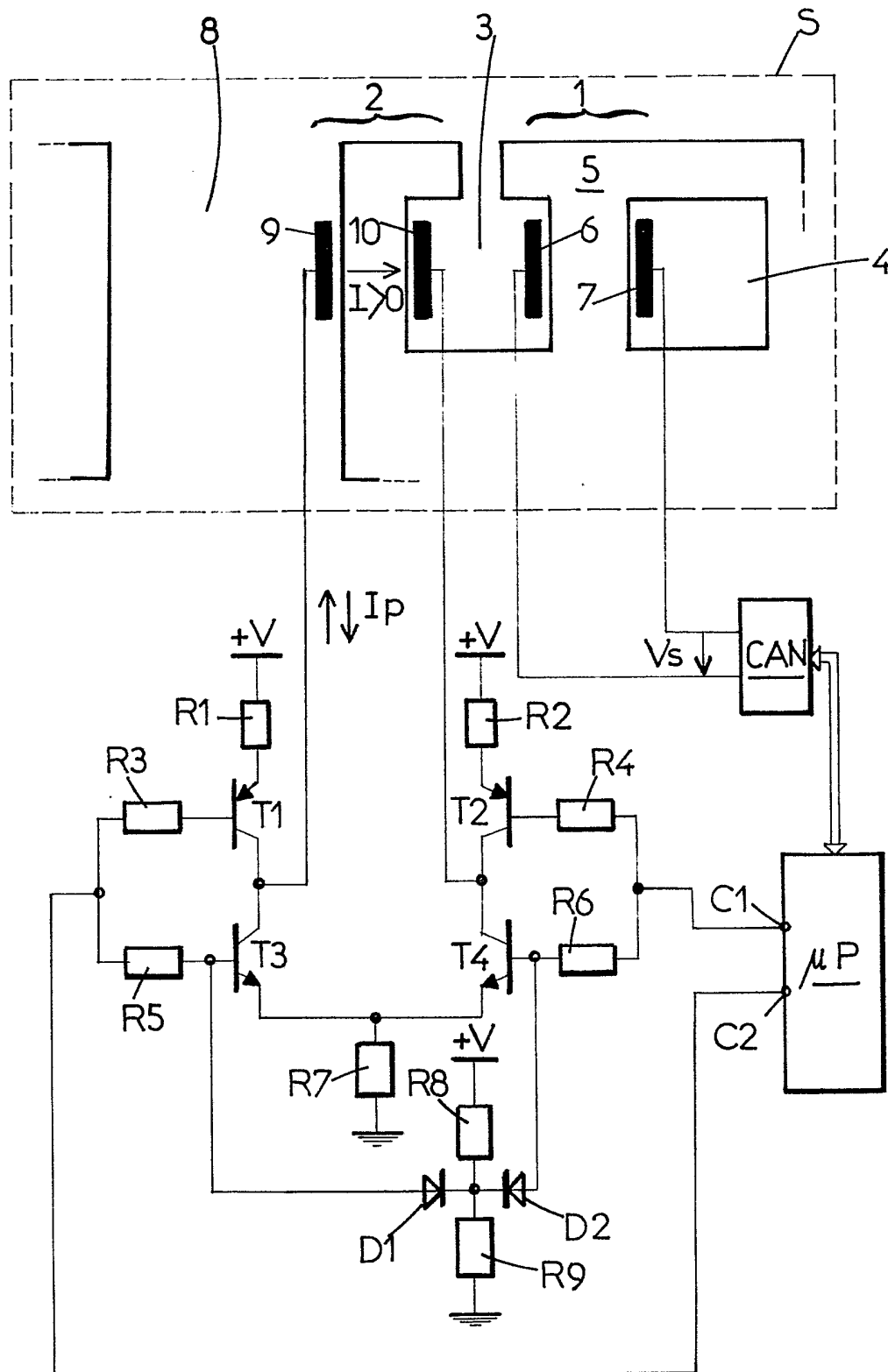


FIG.:1

2 - 2

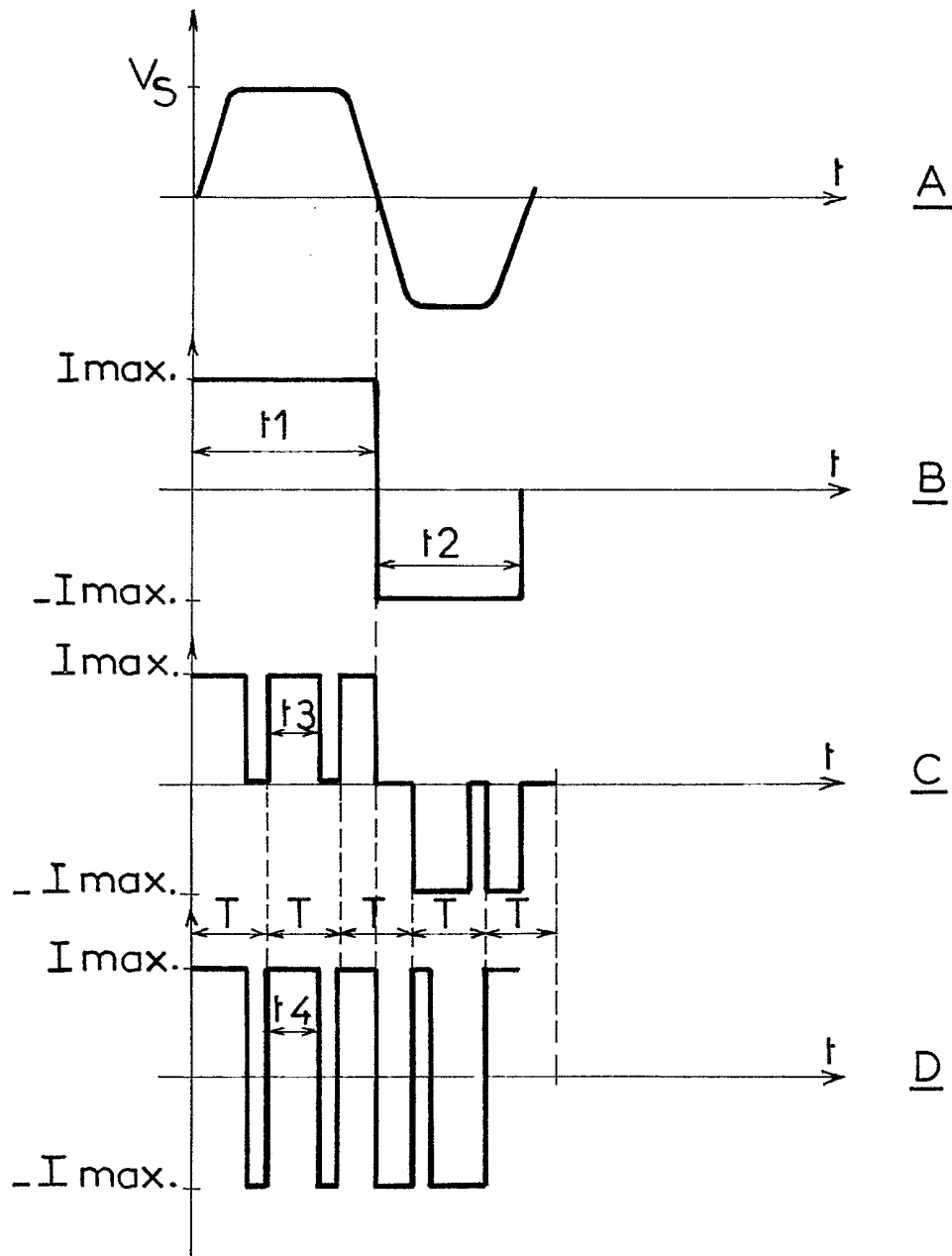


FIG.: 2

FIG.: 3

