

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
24 décembre 2008 (24.12.2008)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2008/155496 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F02P 17/12 (2006.01) **F02P 23/04** (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/050827

(22) Date de dépôt international : 14 mai 2008 (14.05.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0704191 12 juin 2007 (12.06.2007) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **RENAULT S.A.S.** [FR/FR]; 13-15 quai Le Gallo, F-92100 Boulogne Billancourt (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **AGNERAY, André** [FR/FR]; 5, Bis rue neuve Saint Germain, F-92100 Boulogne Billancourt (FR). **DELORAINE, Franck** [FR/FR]; 47, Avenue paul Langevin, F-92260 Fontenay Aux Roses (FR).

(74) Mandataire : **RENAULT s.a.s.**; Renault Technocentre, Sce 00267 TCR GRA 2 36, 1, Avenue du Golf, F-78288 Guyancourt (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: MEASURING DEVICE IN A RADIOFREQUENCY IGNITION SYSTEM FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Titre : DISPOSITIF DE MESURE DANS UN SYSTEME D'ALLUMAGE RADIOFREQUENCE POUR UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

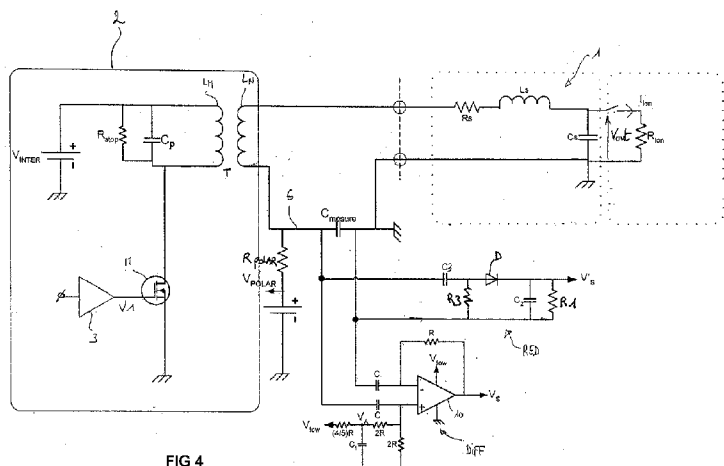


FIG 4

(57) Abstract: The invention relates to a measuring device characterised in that it comprises: a supply circuit (2) for radiofrequency ignition including a transformer (T) having a secondary winding (LN) connected to at least one resonator (1) having a resonance frequency higher than 1 MHz, and including two electrodes (11, 12) capable of generating a spark upon an ignition control; a measuring capacitor (Cmesure) connected in series between the secondary winding and the resonator; a measuring circuit (DIFF) of the ionisation current (Iion) of the combustion gases in a cylinder of the internal combustion engine associated with the resonator, said circuit being connected at the terminals of the measuring capacitor; and/or a measuring circuit (RED) for measuring the voltage (Vout) at the resonator terminals upon an ignition control, said circuit being connected to the terminals of the measuring capacitor.

[Suite sur la page suivante]

WO 2008/155496 A1



NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif de mesure, caractérisé en ce qu'il comprend: -un circuit d'alimentation (2) d'un allumage radiofréquence, comprenant un transformateur (T) dont un enroulement secondaire (L_N) est connecté à au moins un résonateur (1) présentant une fréquence de résonance supérieure à 1 MHz, et comprenant deux électrodes (11, 12) aptes à générer une étincelle lors d'une commande d'allumage, -un condensateur de mesure (Cmesure), connecté en série entre l'enroulement secondaire et le résonateur, -un circuit de mesure (DIFF) du courant d'ionisation (I_{ion}) des gaz en combustion dans un cylindre d'un moteur à combustion interne associé au résonateur, ledit circuit étant connecté aux bornes du condensateur de mesure, et/ou -un circuit de mesure (RED) de la tension (V_{out}) aux bornes des électrodes du résonateur lors d'une commande d'allumage, ledit circuit étant connecté aux bornes du condensateur de mesure.

**DISPOSITIF DE MESURE DANS UN SYSTEME D'ALLUMAGE
RADIOFREQUENCE POUR UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE**

La présente invention concerne un dispositif de
5 mesure dans un système d'allumage radiofréquence commandé
électroniquement d'un moteur à combustion interne, adapté
à réaliser la mesure du courant d'ionisation des gaz dans
les cylindres du moteur et/ou la mesure de la tension aux
bornes des électrodes d'une bougie d'allumage lors d'une
10 commande d'allumage.

La mesure du courant d'ionisation des gaz dans les
cylindres du moteur s'effectue typiquement après la fin
de l'allumage et trouve des applications particulièrement
avantageuses, par exemple pour la détection de l'angle
15 correspondant au pic de pression de la chambre de
combustion, du cliquetis ou encore pour l'identification
des ratés d'allumage.

Il est connu des circuits de mesure du courant
d'ionisation pour un système d'allumage classique, dont
20 le fonctionnement consiste à polariser le mélange de la
chambre à combustion après la génération de l'étincelle
entre les électrodes de la bougie d'allumage, afin de
mesurer le courant résultant de la propagation de
l'étincelle.

25 De tels circuits sont classiquement disposés au
pied du secondaire d'une bobine d'allumage connectée à la
bougie d'allumage.

Ces circuits nécessitent cependant d'être dédiés
aux caractéristiques de l'allumage classique et ne sont
30 donc pas adaptables en tant que tels aux systèmes
d'allumage à génération de plasma, mettant en œuvre des
bougies d'allumage de type bobines-bougies radiofréquence

(BME), comme décrits en détail dans les demandes de brevet suivantes déposées au nom de la demanderesse FR 03-10766, FR 03-10767 et FR 03-10768.

La présente invention vise donc notamment à
5 proposer un dispositif de mesure du courant d'ionisation adapté à un système d'allumage radiofréquence.

Un autre objet est de permettre, sur la base du même dispositif, de réaliser, cumulativement ou non à la mesure du courant d'ionisation, une mesure de la tension
10 aux bornes des électrodes d'une bobine-bougie radiofréquence lors d'une commande d'allumage.

Avec cet objectif en vue l'invention concerne donc un dispositif de mesure, caractérisé en ce qu'il comprend :

15 - un circuit d'alimentation d'un allumage radiofréquence, comprenant un transformateur dont un enroulement secondaire est connecté à au moins un résonateur présentant une fréquence de résonance supérieure à 1 MHz, et comprenant deux électrodes aptes à
20 générer une étincelle lors d'une commande d'allumage,

- un condensateur de mesure, connecté en série entre l'enroulement secondaire et le résonateur,

- un circuit de mesure du courant d'ionisation des gaz en combustion dans un cylindre d'un moteur à
25 combustion interne associé au résonateur, ledit circuit étant connecté aux bornes du condensateur de mesure, et/ou

- un circuit de mesure de la tension aux bornes des électrodes du résonateur lors d'une commande d'allumage,
30 ledit circuit étant connecté aux bornes du condensateur de mesure.

Selon un mode de réalisation, le condensateur de mesure est connecté en série entre l'enroulement secondaire du transformateur et le résonateur, au niveau d'un fil de retour à la masse du transformateur et du
5 résonateur.

Avantageusement, le dispositif comprend une résistance d'amortissement connectée en parallèle d'un enroulement primaire du transformateur.

Selon encore une caractéristique, le dispositif
10 comprend une alimentation continue connectée au pied de l'enroulement secondaire du transformateur.

De préférence, le circuit de mesure du courant d'ionisation comprend un circuit différentiateur de la différence de potentiel entre les bornes du condensateur
15 de mesure.

De préférence, le circuit de mesure de la tension aux bornes des électrodes du résonateur comprend un circuit redresseur de la tension crête aux bornes du condensateur de mesure.

20 Selon un mode de réalisation, un enroulement primaire du transformateur est connecté d'un côté à une tension d'alimentation et de l'autre côté au drain d'au moins un transistor interrupteur commandé par un signal de commande, le transistor interrupteur appliquant la
25 tension d'alimentation aux bornes de l'enroulement primaire à une fréquence définie par le signal de commande.

Avantageusement, le transformateur comprend un rapport de transformation variable.

30 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante donnée à titre

d'exemple illustratif et non limitatif et faite en référence aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 est un schéma d'un résonateur modélisant une bobine-bougie radiofréquence de
5 génération de plasma;

- la figure 2 est un schéma illustrant un circuit d'alimentation selon l'état de la technique, permettant d'appliquer une tension alternative dans la gamme des radiofréquences aux bornes de la bobine bougie ;

10 - la figure 3 est un schéma illustrant une variante du circuit de la figure 2, et

- la figure 4 est un schéma illustrant un circuit d'alimentation adapté selon l'invention à la mesure du courant d'ionisation et de la tension aux bornes des
15 électrodes de la bougie lors d'une commande d'allumage.

La bobine-bougie mise en œuvre dans le cadre de l'allumage radiofréquence commandé est équivalente électriquement à un résonateur 1 (voir figure 1), dont la fréquence de résonance F_0 est supérieure à 1 MHz, et
20 typiquement voisine de 5 MHz. Le résonateur comprend en série une résistance R_s , une bobine d'inductance L_s et une capacité notée C_s . Des électrodes d'allumage 11 et 12 de la bobine-bougie sont connectées aux bornes de la capacité C_s du résonateur, permettant de générer des
25 décharges multi-filamentaires pour initier la combustion du mélange dans les chambres de combustion du moteur, lorsque le résonateur est alimenté.

En effet, lorsque le résonateur est alimenté par une haute tension à sa fréquence de résonance F_0
30 $(1/(2\pi\sqrt{L_s*C_s}))$, l'amplitude aux bornes de la capacité C_s est amplifiée de telle sorte que des décharges multi-filamentaires se développent entre les électrodes, sur

des distances de l'ordre du centimètre, à forte pression et pour des tensions de crête inférieures à 25 kV.

On parle alors d'étincelles ramifiées, dans la mesure où elles impliquent la génération simultanée d'au
5 moins plusieurs lignes ou chemin d'ionisation dans un volume donné, leurs ramifications étant en outre omnidirectionnelles.

Cette application à l'allumage radiofréquence nécessite alors l'utilisation d'un circuit
10 d'alimentation, capable de générer des impulsions de tension, typiquement de l'ordre de 100 ns, pouvant atteindre des amplitudes de l'ordre de 1 kV, à une fréquence très proche de la fréquence de résonance du résonateur de génération de plasma de la bobine-bougie
15 radiofréquence.

La figure 2 illustre schématiquement un tel circuit d'alimentation 2, détaillée par ailleurs dans la demande de brevet FR 03-10767. Le circuit d'alimentation de la bobine-bougie radiofréquence met classiquement en œuvre
20 un montage dit « amplificateur de puissance pseudo Classe E ». Ce montage permet de créer les impulsions de tension avec les caractéristiques précitées.

Ce montage se compose d'une alimentation continue intermédiaire Vinter pouvant varier de 0 à 250V, d'un
25 transistor MOSFET de puissance M et d'un circuit résonant parallèle 4 comprenant une bobine Lp en parallèle avec un condensateur Cp. Le transistor M est utilisé comme interrupteur pour commander les commutations aux bornes du circuit résonant parallèle et du résonateur 1 de
30 génération de plasma destiné à être connecté sur une interface de sortie OUT du circuit d'alimentation.

Le transistor M est piloté sur sa grille par un signal logique de commande V1, fourni par un étage de commande 3, à une fréquence qui doit être sensiblement calée sur la fréquence de résonance du résonateur 1.

5 La tension d'alimentation continue intermédiaire Vinter peut avantageusement être fournie par une alimentation haute tension, typiquement un convertisseur DC/DC.

Ainsi, à proximité de sa fréquence de résonance, le
10 résonateur parallèle 4 transforme la tension d'alimentation continue Vinter en une tension périodique amplifiée, correspondant à la tension d'alimentation multipliée par le coefficient de surtension du résonateur parallèle et appliquée sur une interface de sortie du
15 circuit d'alimentation au niveau du drain du transistor interrupteur M.

Le transistor interrupteur M applique alors la tension d'alimentation amplifiée sur la sortie de l'alimentation, à la fréquence définie par le signal de
20 commande V1, que l'on cherche à rendre la plus proche possible de la fréquence de résonance de la bobine-bougie, de manière à générer la haute-tension aux bornes des électrodes de la bobine-bougie nécessaire au développement et à l'entretien de la décharge multi-
25 filamentaire.

Le transistor commute ainsi de forts courants à une fréquence de 5 MHz environ et avec une tension drain-source pouvant atteindre 1kV. Le choix du transistor est donc critique et nécessite un compromis entre tension et
30 courant.

Selon une variante illustrée à la figure 3, la bobine parallèle Lp est alors remplacée par un

transformateur T, présentant un rapport de transformation compris entre 1 et 5. L'enroulement primaire L_M du transformateur est relié, d'un côté à la tension d'alimentation Vinter et de l'autre côté, au drain du transistor interrupteur M, commandant l'application de la tension d'alimentation Vinter aux bornes de l'enroulement primaire à la fréquence définie par le signal de commande V1.

L'enroulement secondaire L_N du transformateur, dont un côté est relié à la masse par un fil de retour à la masse 6, est quant à lui prévu pour être connecté à la bobine-bougie. De cette manière, le résonateur 1 de la bobine-bougie, connectée aux bornes de l'enroulement secondaire par des fils de liaison 5 et 6, dont le fil de retour à la masse 6, est donc alimenté par le secondaire du transformateur.

L'adaptation du rapport de transformation permet alors de réduire la tension drain-source du transistor. La diminution de la tension au primaire induit cependant une augmentation du courant traversant le transistor. Il est alors possible de compenser cette contrainte en plaçant par exemple deux transistors en parallèle commandés par le même étage de commande 3.

La figure 4 illustre alors une adaptation du circuit précédemment décrit en référence à la figure 3 aux besoins de l'invention.

Pour ce faire, un condensateur de mesure, de capacité notée Cmesure sur la figure 4, est tout d'abord prévu pour être connecté en série entre l'enroulement secondaire du transformateur du circuit d'alimentation d'allumage radiofréquence 2 et le résonateur 1 de

génération de plasma radiofréquence, sur le fil de retour à la masse 6 du transformateur et du résonateur.

Comme on le verra plus en détail par la suite, à partir de ce même condensateur de mesure, on pourra
5 réaliser la mesure du courant d'ionisation lors de la combustion des gaz dans la chambre et/ou la mesure de la tension aux bornes des électrodes de la bobine-bougie lors d'une commande d'allumage.

Egalement, une alimentation continue fournissant
10 une tension V_{polar} , comprise entre 12 et 250V et qui peut donc être la tension de batterie ou la tension d'alimentation continue intermédiaire V_{inter} , est prévue pour être connectée par l'intermédiaire d'une résistance R_{polar} , au pied de l'enroulement secondaire du
15 transformateur. Le rôle de cette alimentation est de polariser l'électrode haute tension de la bobine-bougie connecté en sortie du circuit d'alimentation par rapport à la culasse du moteur.

Enfin, une résistance d'amortissement R_{stop} peut
20 éventuellement être disposée en parallèle de l'enroulement primaire du transformateur T. Une telle résistance permet d'amortir la tension résiduelle aux bornes de l'enroulement primaire une fois que le transistor M n'est plus commandé, c'est-à-dire après la
25 génération de l'étincelle. La présence de cette résistance permet avantageusement d'effectuer des mesures du courant d'ionisation le plus tôt possible après la fin de la commande d'allumage, comme il sera vu plus en détail par la suite.

30 Le circuit d'alimentation de la figure 3 est en effet adapté pour réaliser des mesures du courant d'ionisation. Le courant d'ionisation correspond à la

propagation du front de flamme au sein de la chambre de combustion. Il s'agit donc d'un signal permettant de suivre l'évolution et le type de combustion qui a lieu. Ce courant d'ionisation est mesurable après la fin de
5 l'étincelle pendant au moins 1 ms et a une amplitude de l'ordre de 20µA. Aussi, la mesure du courant d'ionisation s'effectue après la fin de l'allumage.

Plus précisément, à 6250 trs/min par exemple, le moteur effectue une rotation en 10^{-2} s, soit 26µs/°. Comme
10 une combustion dure environ 40° vilebrequin, on accepte une tolérance de 100µs (soit environ 4° vilebrequin à régime maximum) après l'allumage pour atténuer l'éblouissement du circuit de mesure causé par l'allumage.

15 Comme précisé plus haut, l'amortissement est amélioré par l'ajout d'une résistance parallèle à l'enroulement primaire du transformateur en sortie duquel est connectée la bobine-bougie.

La mesure du courant d'ionisation selon l'invention
20 est réalisée aux bornes du condensateur de mesure Cmesure. Pour ce faire, un circuit de mesure DIFF de type différentiateur est connecté aux bornes du condensateur de mesure Cmesure.

La mesure du courant d'ionisation s'effectue donc
25 aux bornes du condensateur de mesure Cmesure lors de la combustion. La charge équivalente lors de la combustion peut être modélisée par une résistance Rion d'environ 500 kilo Ohms, connectée en parallèle de la capacité Cs du résonateur 1 de génération de plasma.

30 Selon l'exemple de réalisation de la figure 4, le circuit différentiateur DIFF utilisé pour la mesure du courant d'ionisation comprend un amplificateur

opérationnel 10 alimentée par une tension V_{low} , dont l'entrée inverseuse est connectée à une borne du condensateur de mesure C_{mesure} par l'intermédiaire d'une capacité notée C , de valeur égale par exemple à 100 nF, dont l'entrée non inverseuse est connectée à l'autre borne du condensateur de mesure par l'intermédiaire d'une même capacité C , et dont la sortie V_s est rebouclée sur l'entrée non inverseuse par l'intermédiaire d'une résistance, notée R , par exemple égale à 100 Ohms.

10 L'entrée non inverseuse est en outre polarisée par l'intermédiaire de la tension d'alimentation de l'amplificateur. Cette tension V_{low} est d'abord filtrée par un circuit RC, comprenant une résistance d'une valeur égale par exemple à $4/5R$, en série avec une capacité C_1 .
15 La tension ainsi filtrée V_A est alors appliquée sur l'entrée non inverseuse par l'intermédiaire d'un pont résistif diviseur de tension, composé de deux résistances, chacune de valeur égale à $2R$ par exemple.

La tension de sortie V_s du circuit différentiateur
20 est donc la dérivée de la différence de potentiel aux bornes de la capacité C_{mes} , soit :

$$V_s = R \frac{C}{C_{mesure}} I_{ion} + \frac{V_A}{2} \approx R \frac{C}{C_{mesure}} I_{ion} + \frac{4}{10} V_{low}$$

I_{ion} étant le courant d'ionisation. On en déduit alors directement le courant traversant le condensateur
25 C_{mesure} , qui est le courant d'ionisation :

$$I_{ion} \approx \frac{C_{mesure}}{RC} V_s + C_{ste}$$

$$\text{Où } C_{ste} = \frac{4C_{mesure}}{10RC}$$

En plus d'être adapté à mesurer le courant d'ionisation lors de la combustion selon les principes
30 exposés ci-dessus, grâce au condensateur de mesure placé

en série entre le transformateur T et le résonateur 1, le circuit d'alimentation de la figure 3 peut également être adapté pour réaliser une mesure de la tension V_{out} aux bornes des électrodes de la bobine-bougie lors d'une
5 commande d'allumage (c'est-à-dire tant qu'un signal de commande est appliqué sur le transistor M). Une telle mesure de la tension peut être utilisée en vue d'un contrôle optimal du développement de l'étincelle.

Pour ce faire, un circuit redresseur RED est
10 connecté aux bornes du condensateur de mesure C_{mesure} , permettant d'extraire la tension crête aux bornes du condensateur de mesure lors d'une commande d'allumage. Le circuit redresseur est réalisé en mettant une diode D en série avec une charge de type résistif de valeur R_1 ,
15 choisie par exemple égale à 100 Ohms, aux bornes de laquelle est obtenue lors d'une commande d'allumage, une tension $V's$ avantageusement proportionnelle à la haute tension V_{out} aux bornes des électrodes de la bobine-bougie.

20 En effet, les capacités parasites du transformateur étant négligeables, l'isolation galvanique permet d'avoir un courant identique à travers le condensateur de mesure C_{mesure} et le condensateur C_s du résonateur 1 modélisant la bobine-bougie. On obtient donc un diviseur capacitif
25 selon la relation (en considérant comme négligeable l'écart induit par la chute de tension aux bornes de la diode D) :

$$\frac{V's}{V_{out}} = \frac{C_s}{C_{mesure}}$$

Par exemple, avec $C_s=20\text{pF}$, $C_{mesure}=40\text{nF}$ et V_{out}
30 compris entre 0 et 24 kV, on obtient le résultat suivant :

$$0 \leq V's \approx \frac{V_{out}}{2000} \langle 12V$$

Dans un souci d'optimisation du circuit redresseur, on peut disposer en amont de la diode D et en série avec celle-ci, une capacité de découplage, notée C3 sur la figure 4, d'une valeur par exemple égale à 100 nF, et une
5 résistance R3 à la masse, en vue d'éliminer la composante continue du signal en entrée du circuit redresseur. Une capacité notée C2, d'une valeur par exemple égale à 1 nF, en parallèle de la charge résistive en sortie du circuit
10 redresseur, permet la mémorisation de la valeur crête de la tension.

Ainsi, la mesure de la tension aux bornes de la capacité de mesure Cmes lors d'une commande d'allumage permet avantageusement d'obtenir une mesure image de la
15 tension aux bornes des électrodes de la bobine-bougie.

Une telle mesure permet avantageusement :

- de connaître la tension de claquage de la bobine-bougie,
- d'effectuer une recherche de la fréquence de
20 résonance du résonateur 1 par recherche du maximum d'amplification,
- d'identifier un pontage (c'est-à-dire une décharge brutale de la capacité Cs du résonateur conduisant à une étincelle unique plutôt qu'une étincelle
25 ramifiée) par écroulement instantané de l'amplitude de la mesure, et encore
- de diagnostiquer une déconnexion entre le circuit d'alimentation et la bobine-bougie.

La solution décrite dans le cadre de la présente
30 demande permet donc, à partir du même condensateur de mesure monté en série en sortie du circuit d'alimentation

de l'allumage radiofréquence, de réaliser à la fois la mesure du courant d'ionisation et la mesure de la tension aux bornes des électrodes de la bobine-bougie lors d'une commande d'allumage, ou encore l'une ou l'autre seulement
5 de ces mesures, selon que l'on choisit d'intégrer les deux circuits précédemment décrits aux fins de la réalisation de ces mesure aux bornes du condensateur Cmesure, ou l'un ou l'autre seulement de ces circuits.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure, caractérisé en ce qu'il comprend :

5 - un circuit d'alimentation (2) d'un allumage radiofréquence, comprenant un transformateur (T) dont un enroulement secondaire (L_N) est connecté à au moins un résonateur (1) présentant une fréquence de résonance supérieure à 1 MHz, et comprenant deux électrodes (11, 10 12) aptes à générer une étincelle lors d'une commande d'allumage,

 - un condensateur de mesure (C_{mesure}), connecté en série entre l'enroulement secondaire et le résonateur,

 - un circuit de mesure (DIFF) du courant 15 d'ionisation (I_{ion}) des gaz en combustion dans un cylindre d'un moteur à combustion interne associé au résonateur, ledit circuit étant connecté aux bornes du condensateur de mesure, et/ou

 - un circuit de mesure (RED) de la tension aux 20 bornes du condensateur de mesure, adapté à fournir une tension ($V's$) proportionnelle à la tension (V_{out}) aux bornes des électrodes du résonateur lors d'une commande d'allumage.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé 25 en ce que le condensateur de mesure (C_{mesure}) est connecté en série entre l'enroulement secondaire du transformateur et le résonateur, au niveau d'un fil de retour à la masse (6) du transformateur et du résonateur.

3. Dispositif selon l'une quelconque des 30 revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend une résistance d'amortissement (R_{stop}) connectée en parallèle d'un enroulement primaire du transformateur.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une alimentation continue (V_{polar}) connectée au pied de l'enroulement secondaire du transformateur.

5 5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le circuit de mesure (DIFF) du courant d'ionisation comprend un circuit différentiateur de la différence de potentiel entre les bornes du condensateur de mesure.

10 6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le circuit de mesure (RED) de la tension (V_{out}) aux bornes du condensateur de mesure comprend un circuit redresseur de la tension crête aux bornes du condensateur de mesure.

15 7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un enroulement primaire du transformateur est connecté d'un côté à une tension d'alimentation (V_{inter}) et de l'autre côté au drain d'au moins un transistor interrupteur (M) commandé par un signal de commande (V_1), le transistor interrupteur appliquant la tension d'alimentation aux bornes de l'enroulement primaire à une fréquence définie par le signal de commande.

25 8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le transformateur (T) comprend un rapport de transformation compris entre 1 et 5.

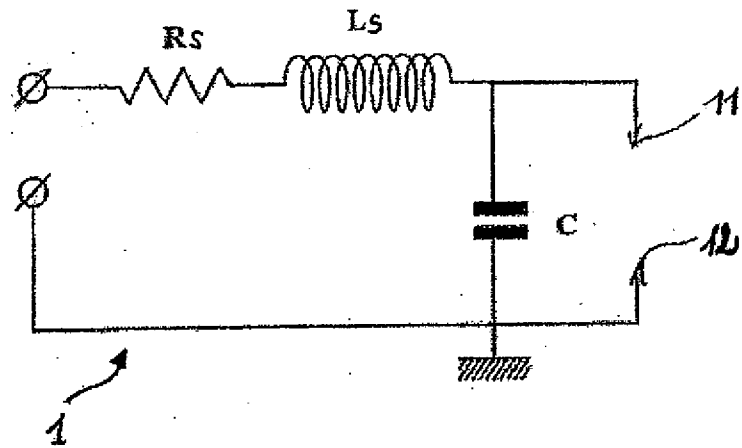


FIG. 1

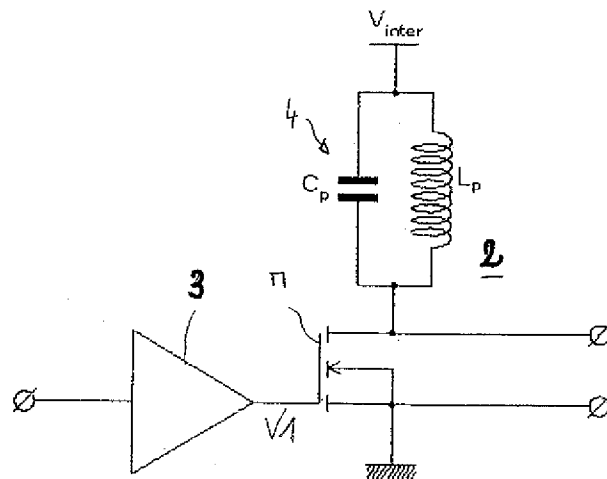


FIG. 2

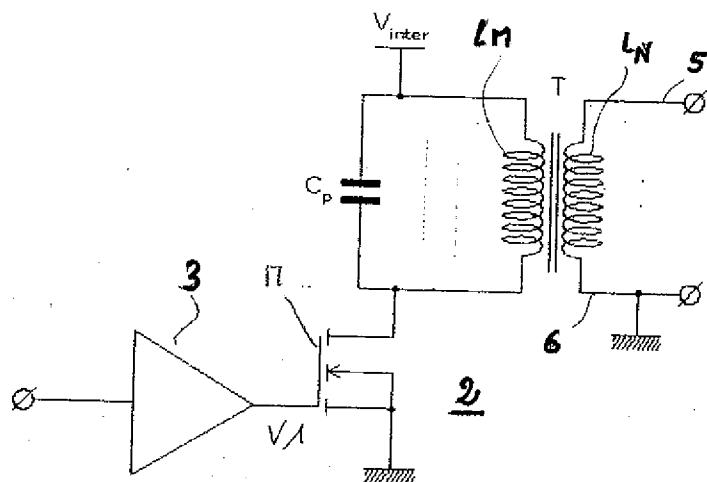


FIG. 3

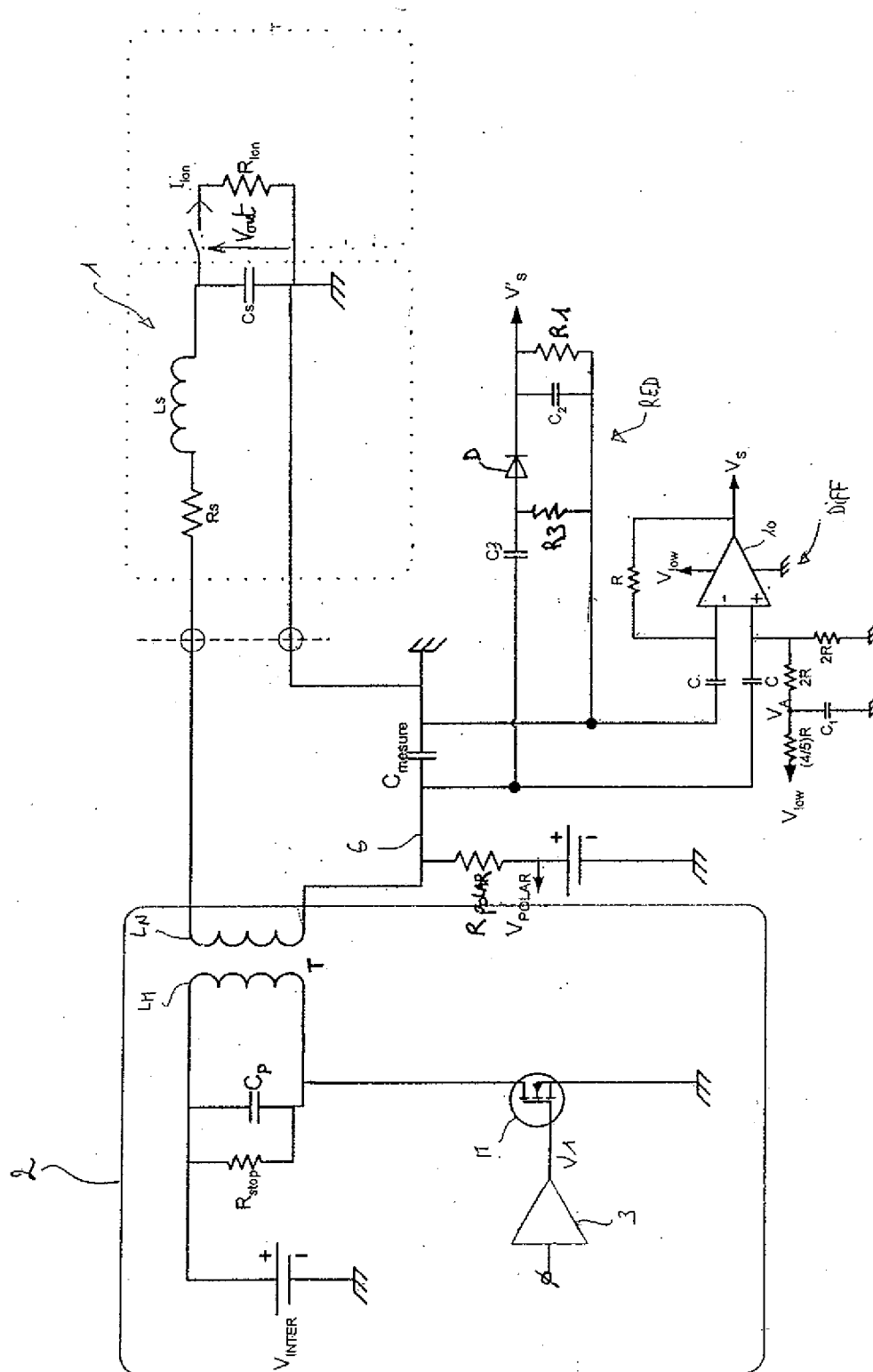


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2008/050827

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02P17/12 F02P23/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2004/129241 A1 (FREEMAN PAUL DOUGLAS [US]) 8 July 2004 (2004-07-08) abstract; claims 1,4,5; figures 1,7 paragraphs [0039] - [0042] -----	1,2,4, 6-8
Y	EP 0 143 970 A (ATLAS FAHRZEUGEGERATE GMBH [DE]) 12 June 1985 (1985-06-12) abstract; claim 1; figure 1 page 2, line 24 - page 3, line 18 -----	1,2,4, 6-8
Y	DE 199 24 001 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 29 June 2000 (2000-06-29) abstract; figure 5 column 1, line 47 - column 3, line 8 ----- -/--	1,2,6-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 octobre 2008

Date of mailing of the international search report

31/10/2008

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van der Staay, Frank

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2008/050827

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 825 343 A (RENAULT [FR]) 25 February 1998 (1998-02-25) abstract; claims 1,2,6; figure 1 column 3, line 2 - column 4, line 29 -----	1-8
A	EP 0 763 759 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES [JP]; SUMIDEN OPCOM LTD [JP]) 19 March 1997 (1997-03-19) abstract; claim 10; figure 8 column 14, line 4 - column 14, line 51 -----	1-8
A	DE 198 24 254 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 27 May 1999 (1999-05-27) abstract; claims 1,2; figure 1 column 4, line 12 - column 5, line 5 -----	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2008/050827

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004129241 A1	08-07-2004	AU 2003297149 A1 EP 1588048 A1 JP 2006513351 T WO 2004063560 A1	10-08-2004 26-10-2005 20-04-2006 29-07-2004
EP 0143970 A	12-06-1985	DE 3339569 A1 JP 60198469 A US 4601193 A	09-05-1985 07-10-1985 22-07-1986
DE 19924001 A1	29-06-2000	FR 2787834 A1 JP 3753290 B2 JP 2000199451 A US 6222367 B1	30-06-2000 08-03-2006 18-07-2000 24-04-2001
EP 0825343 A	25-02-1998	DE 69713226 D1 DE 69713226 T2 ES 2175298 T3 FR 2752598 A1	18-07-2002 06-02-2003 16-11-2002 27-02-1998
EP 0763759 A	19-03-1997	CA 2183840 A1 US 5777867 A	15-03-1997 07-07-1998
DE 19824254 A1	27-05-1999	JP 11159430 A US 6075366 A	15-06-1999 13-06-2000

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2008/050827

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
 INV. F02P17/12 F02P23/04

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
 F02P

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 2004/129241 A1 (FREEMAN PAUL DOUGLAS [US]) 8 juillet 2004 (2004-07-08) abrégé; revendications 1,4,5; figures 1,7 alinéas [0039] - [0042] -----	1,2,4, 6-8
Y	EP 0 143 970 A (ATLAS FAHRZEUGTECHNIK GMBH [DE]) 12 juin 1985 (1985-06-12) abrégé; revendication 1; figure 1 page 2, ligne 24 - page 3, ligne 18 -----	1,2,4, 6-8
Y	DE 199 24 001 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 29 juin 2000 (2000-06-29) abrégé; figure 5 colonne 1, ligne 47 - colonne 3, ligne 8 ----- -/--	1,2,6-8



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

24 octobre 2008

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

31/10/2008

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Van der Staay, Frank

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2008/050827

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 825 343 A (RENAULT [FR]) 25 février 1998 (1998-02-25) abrégé; revendications 1,2,6; figure 1 colonne 3, ligne 2 - colonne 4, ligne 29 -----	1-8
A	EP 0 763 759 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES [JP]; SUMIDEN OPCOM LTD [JP]) 19 mars 1997 (1997-03-19) abrégé; revendication 10; figure 8 colonne 14, ligne 4 - colonne 14, ligne 51 -----	1-8
A	DE 198 24 254 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 27 mai 1999 (1999-05-27) abrégé; revendications 1,2; figure 1 colonne 4, ligne 12 - colonne 5, ligne 5 -----	1-8

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2008/050827

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2004129241 A1	08-07-2004	AU 2003297149 A1 EP 1588048 A1 JP 2006513351 T WO 2004063560 A1	10-08-2004 26-10-2005 20-04-2006 29-07-2004
EP 0143970 A	12-06-1985	DE 3339569 A1 JP 60198469 A US 4601193 A	09-05-1985 07-10-1985 22-07-1986
DE 19924001 A1	29-06-2000	FR 2787834 A1 JP 3753290 B2 JP 2000199451 A US 6222367 B1	30-06-2000 08-03-2006 18-07-2000 24-04-2001
EP 0825343 A	25-02-1998	DE 69713226 D1 DE 69713226 T2 ES 2175298 T3 FR 2752598 A1	18-07-2002 06-02-2003 16-11-2002 27-02-1998
EP 0763759 A	19-03-1997	CA 2183840 A1 US 5777867 A	15-03-1997 07-07-1998
DE 19824254 A1	27-05-1999	JP 11159430 A US 6075366 A	15-06-1999 13-06-2000