



(51) Classification internationale des brevets :
F02D 35/02 (2006.01) *G01R 31/00* (2006.01)
G01R 19/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2010/051098

(22) Date de dépôt international :
4 juin 2010 (04.06.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0954094 18 juin 2009 (18.06.2009) FR

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

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
DELORAINE, Franck [FR/FR]; 2 avenue du Maréchal
FOCH, F-92260 Fontenay Aux Roses (FR).
CORDESSES, Lionel [FR/FR]; 139 boulevard
DESCARTES, F-78180 Montigny Le Bretonneux (FR).

(74) Mandataire : RENAULT TECHNOCENTRE; Ter Gra
2 36 - Ssc 0267, 1 Avenue Du Golf, F-78288 Guyancourt
(FR).

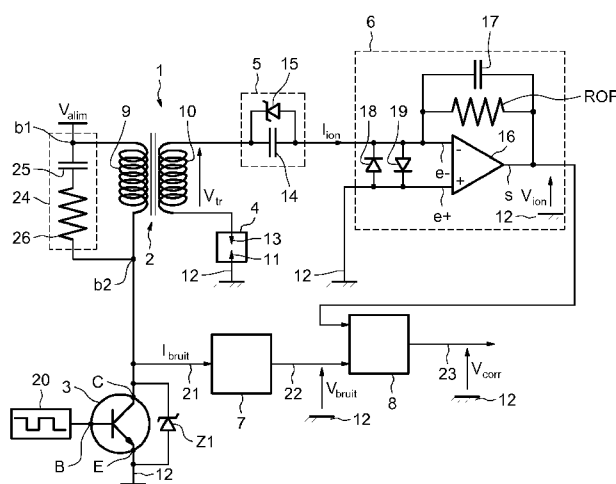
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : MEASUREMENT OF THE IONISATION CURRENT OF AN IGNITION SYSTEM OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Titre : MESURE DU COURANT D'IONISATION D'UN SYSTÈME D'ALLUMAGE DE MOTEUR À COMBUSTION INTERNE



(57) Abstract : The invention relates to the measurement of the ionisation current of an ignition system of an internal combustion engine. The device for measuring the ionisation current from a spark plug (4) installed in an ignition system of an internal combustion engine includes a polarisation module (5) for converting the ionisation current from the polarisation module (5) into an ionisation voltage, a measurement module (7) suitable for measuring an ignition noise voltage generated by said spark plug (4), and a calculation module (8) suitable for calculating a corrected ionisation voltage based on a difference between said ionisation voltage from the conversion module (6) and said ignition noise voltage.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))

Mesure du courant d'ionisation d'un système d'allumage de moteur à combustion interne. Dispositif de mesure du courant d'ionisation issu d'une bougie (4) équipant un système d'allumage de moteur à combustion interne, comprenant un module de polarisation, un module de conversion(6) pour convertir le courant d'ionisation issu du module de polarisation (5) en une tension d'ionisation, un module de mesure (7) apte à mesurer une tension de bruit d'allumage généré par ladite bougie (4), et un module de calcul (8) apte à calculer une tension d'ionisation corrigée à partir d'une différence entre ladite tension d'ionisation issue du module de conversion (6) et ladite tension de bruit d'allumage.

Mesure du courant d'ionisation d'un système d'allumage de moteur à combustion interne

L'invention concerne la mesure du courant d'ionisation d'un système d'allumage de moteur à combustion interne.

Plus particulièrement, l'invention concerne les systèmes d'allumage de moteur à combustion interne pour véhicules automobile.

Actuellement, l'allumage des moteurs à combustion interne est produit, pour chaque cylindre du moteur, par une source d'inflammation suivie d'une propagation de la combustion d'un carburant dans la chambre de combustion des cylindres.

Cette source d'inflammation est généralement une bougie d'allumage, placée dans un cylindre, qui permet de générer un arc électrique afin d'amorcer la combustion du carburant.

En outre, pour baisser la consommation en carburant des véhicules et pour répondre aux normes anti-pollution qui sont de plus en plus sévères, il est important de connaître la qualité de la combustion.

En effet, lors de la combustion du carburant, un déplacement de charges électriques se produit dans le mélange air/carburant de la chambre de combustion. Ce déplacement de charges génère un courant d'ionisation à travers la bougie d'allumage. Cependant, comme la bougie d'allumage est utilisée comme une sonde de mesure, le signal d'ionisation mesuré est parasité, notamment à cause de l'étincelle de la bougie qui a amorcée la combustion.

La génération de l'étincelle induit des oscillations parasites sur le signal d'ionisation. On dit alors que le signal d'ionisation est bruité. En outre, à haut régime moteur, l'information issue du développement de la combustion est presque complètement parasitée par ces oscillations. La mesure du courant d'ionisation généré est donc une image électrique parasitée du développement de la combustion.

Un but de l'invention est donc de réduire la perturbation du signal d'ionisation due à l'étincelle produite par la bougie d'allumage, ainsi qu'à d'autres éléments du circuit de mesure du signal

d'ionisation comme, une bobine, une capacité, ou tout autre élément inductif pouvant perturber le signal.

Selon un aspect de l'invention, il est proposé un dispositif de mesure du courant d'ionisation issu d'une bougie équipant un système d'allumage de moteur à combustion interne, comprenant un module de polarisation.

Selon un mode de réalisation, ce dispositif comprend, un module de conversion pour convertir le courant d'ionisation issu du module de polarisation en une tension d'ionisation, un module de mesure apte à mesurer une tension de bruit d'allumage généré par ladite bougie, et un module de calcul apte à calculer une tension d'ionisation corrigée à partir d'une différence entre ladite tension d'ionisation issue du module de conversion et ladite tension de bruit d'allumage.

Grâce à ce dispositif, on peut réduire la perturbation du signal d'ionisation tout en conservant l'information liée au courant image de la combustion. A l'aide du module de mesure, on peut mesurer une tension de bruit d'allumage, c'est-à-dire un signal qui contient les oscillations parasites générées par l'étincelle. En outre, à l'aide du moyen de calcul, on peut fournir un signal corrigé contenant l'information pertinente de la qualité de la combustion, c'est-à-dire un signal qui ne contient pas, ou peu, de bruits parasites liés à l'étincelle de la bougie d'allumage et aux éléments inductifs du circuit de mesure.

Avantageusement, le dispositif de mesure comprend un transistor de puissance et un transformateur pour alimenter la bougie, ledit transformateur étant muni d'une bobine primaire ayant une première borne couplée à une tension d'alimentation et une deuxième borne couplée audit transistor de puissance et d'une bobine secondaire couplée entre ladite bougie et le module de polarisation.

Un tel dispositif permet d'utiliser un transformateur pour alimenter la bougie sans perturber la mesure du courant d'ionisation. En effet, l'ajout d'un transformateur dans le circuit peut générer des oscillations, dues en partie aux bobines d'inductances du

transformateur, sur le courant d'ionisation. Le module de mesure permet de mesurer ces oscillations et le module de calcul permet de retrancher ces oscillations mesurées au signal d'ionisation afin d'en extraire les informations parasites pour fournir uniquement les informations pertinentes du déroulement de la combustion.

Avantageusement, le dispositif de mesure comprend un module d'amortissement muni d'un organe capacitif monté en série avec une résistance, ledit module d'amortissement étant monté en parallèle de la bobine primaire du transformateur.

Grâce à ce module d'amortissement, on améliore la mesure du courant d'ionisation en amortissant les oscillations du courant d'ionisation dû à l'étincelle, permettant ainsi de réduire significativement les oscillations générées par l'étincelle.

Le module de mesure peut comprendre une résistance montée en parallèle du transistor de puissance.

On peut ainsi fournir un moyen simple et peu onéreux pour mesurer la tension d'un signal contenant les oscillations parasites générées par la bougie d'allumage et/ou un transformateur.

Selon un autre mode de réalisation, le module de mesure peut comprendre un pont résistif muni d'une deuxième et d'une troisième résistances et qui est monté aux bornes dudit transistor de puissance.

Selon encore un autre mode de réalisation, le module de mesure comprend un deuxième transformateur muni d'une deuxième bobine primaire couplée entre la première bobine primaire et le transistor de puissance et d'une deuxième bobine secondaire couplée entre une masse et au moins une résistance du module de mesure.

Selon un autre mode de réalisation, le module de mesure comprend un optocoupleur dont une borne d'entrée est couplée entre l'organe capacitif et la résistance du module d'amortissement, et une borne de sortie est couplée avec la deuxième borne du premier transformateur.

Selon un autre aspect, il est également proposé un procédé de mesure du courant d'ionisation issu d'une bougie équipant un système

d'allumage de moteur à combustion interne, dans lequel on polarise ladite bougie.

Selon un mode de mise en œuvre, on convertit le courant d'ionisation en une tension d'ionisation, on mesure une tension de
5 bruit d'allumage généré par la bougie et on calcule une tension d'ionisation corrigée à partir d'une différence entre ladite tension d'ionisation et ladite tension de bruit d'allumage.

Avantageusement, on commande un transformateur pour alimenter ladite bougie.

10 Selon un autre avantage, on amortit des oscillations du courant d'ionisation.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins
15 annexés, sur lesquels :

- la figure 1 illustre schématiquement un dispositif de mesure d'un courant d'ionisation ;
- la figure 2 illustre schématiquement une courbe de la tension d'ionisation au cours d'un cycle du moteur ;
- 20 - les figures 3 à 6 illustrent schématiquement des modes de réalisation du module de mesure ; et
- la figure 7 représente un organigramme illustrant les principales étapes d'un procédé de mesure d'un courant d'ionisation.

25 Sur les figures, les mêmes numéros font référence aux mêmes objets. Les objets ne sont pas nécessairement dessinés à l'échelle.

Sur la figure 1, on a représenté de façon schématique un dispositif de mesure 1 d'un courant d'ionisation I_{ion} .

Ce dispositif de mesure 1 comprend une alimentation en
30 tension délivrant une tension d'alimentation V_{alim} , un transformateur 2, un transistor de puissance 3, une bougie d'allumage 4, un module de polarisation 5, un module de conversion 6, un module de mesure 7 et un module de calcul 8.

La tension d'alimentation Valim peut être, par exemple, une tension de la batterie du véhicule ou celle d'un alternateur du véhicule.

5 Le transformateur 2, transforme la tension d'alimentation Valim en une tension de sortie Vtr. Ce transformateur 2 est muni d'une bobine primaire 9 ayant une première borne b1 couplée à la tension d'alimentation Valim et une deuxième borne b2 couplée au transistor de puissance 3. Ce transformateur 2 comprend également une bobine
10 secondaire 10 couplée entre la bougie d'allumage 4 et le module de polarisation 5.

La bougie d'allumage 4 comprend une première électrode 11 couplée à une masse 12 et une deuxième électrode 13 couplée à la bobine secondaire 10 du transformateur 2. Un arc électrique, ou étincelle, est généré entre ces deux électrodes 11 et 13 pour amorcer la
15 combustion du mélange air/carburant dans une chambre de combustion d'un cylindre du véhicule.

Le module de polarisation 5 est apte à polariser ladite bougie 4. En outre, le module de polarisation 5 permet d'appliquer une tension continue entre les électrodes 11 et 13 de la bougie d'allumage 4
20 pendant la phase de combustion. Cette tension continue permet de mesurer le courant d'ionisation Iion au cours des phases de la combustion du carburant. Ce module de polarisation 5 comprend un organe capacitif 14 couplé entre la bobine secondaire 10 et le module de conversion 6. Le module de polarisation 5 comprend également une
25 diode 15 de type Zener montée en parallèle de l'organe capacitif 14.

Le module de conversion 6 reçoit le courant d'ionisation Iion, issu du module de polarisation 5, et convertit ce courant d'ionisation Iion en une tension d'ionisation Vion. Ce module de conversion 6 comprend un moyen d'amplification 16, par exemple un amplificateur
30 opérationnel, pour, en outre, amplifier le courant d'ionisation Iion. Ce moyen d'amplification 16 comprend une première entrée e- qui reçoit le courant d'ionisation Iion, une deuxième entrée e+ couplée à la masse 12 et une sortie s sur laquelle le module de polarisation 6 délivre la tension d'ionisation Vion. Par ailleurs, le moyen

d'amplification comprend une résistance ROP et un organe capacitif 17 qui sont tous deux couplés en parallèle sur la première entrée e- et la sortie s du moyen d'amplification 16. Ce module de conversion 6 comprend un moyen d'amplification 16 pour à la fois, convertir le courant d'ionisation Iion en une tension d'ionisation Vion et amplifier le courant d'ionisation Iion qui peut présenter une amplitude faible en fin de phase de combustion. Un tel moyen d'amplification 16 permet donc d'obtenir une mesure plus précise du courant d'ionisation Iion au cours de la combustion complète du mélange air/carburant, en particulier en fin de combustion.

Le module de conversion 6 comprend également deux diodes de protection 18 et 19 qui sont montées tête-bêche, en parallèle entre la première entrée e- et la deuxième entrée e+ du moyen d'amplification 16. Ces deux diodes de protection 18 et 19 permettent de protéger le moyen d'amplification 16 lorsqu'un courant d'ionisation à haute amplitude est généré au cours de la formation de l'arc électrique au niveau de la bougie d'allumage 4.

Le transistor de puissance 3 permet de commander l'alimentation de ladite bougie 4. Ce transistor de puissance 3 a son collecteur C couplé à la deuxième borne b2 de la bobine primaire 9, son émetteur E couplé à la masse 12 et sa base B couplée à un moyen de commande 20 qui est apte à générer une commande de type échelon pour commander l'ouverture et la fermeture du transistor de puissance 3. En outre, une diode Z1 de type Zener est montée en parallèle aux bornes du transistor de puissance 3, c'est-à-dire entre le collecteur C et la masse 12.

Le module de mesure 7 est apte à mesurer une tension de bruit d'allumage Vbruit généré par ladite bougie 4. Ce module de mesure 7 comprend une entrée 21 qui reçoit un courant de bruit d'allumage Ibruit issu de la bobine primaire 9 du transformateur 2.

Lorsque le dispositif de mesure 1 comprend le transformateur 2, l'entrée 21 du module de mesure 7 est couplée entre la deuxième borne b2 de la bobine primaire 9 et le collecteur C du transistor de puissance 3.

En cas d'absence du transformateur 2 dans le dispositif de mesure 1, le module de mesure 7 reçoit le courant de bruit d'allumage Ibruit directement depuis la deuxième électrode 13 de la bougie 4. Dans ce cas, l'entrée 21 du module de mesure 7 est couplée entre la deuxième électrode 13 de la bougie 4 et le collecteur C du transistor de puissance 3.

Ce courant Ibruit est l'image des oscillations parasites qui perturbent le courant d'ionisation Iion.

Le module de mesure 7 est apte, à convertir ce courant de bruit d'allumage Ibruit pour générer la tension de bruit d'allumage Vbruit sur une sortie 22 et à transmettre cette tension de bruit d'allumage Vbruit au module de calcul 8.

Dans le cas où le dispositif de mesure 1 comprend le transformateur 2, le module de mesure 7 est apte à mesurer une tension de bruit d'allumage Vbruit qui correspond à la tension aux bornes de la bobine primaire 9 du transformateur 2.

En cas d'absence du transformateur 2 dans le dispositif de mesure 1, le module de mesure 7 est apte à mesurer une tension de bruit d'allumage Vbruit qui correspond à la tension aux bornes de la bougie 4.

Le module de calcul 8 est apte à calculer une tension d'ionisation corrigée Vcorr à partir de ladite tension d'ionisation Vion issue du module de conversion 6 et de ladite tension de bruit d'allumage Vbruit.

Le module de calcul 8 est couplé, à la sortie s du module de conversion 6 pour recevoir la tension d'ionisation Vion, et à la sortie 22 du module de mesure 7 pour recevoir la tension de bruit Vbruit. Le module de calcul 8 est apte à générer, sur une sortie 23, la tension d'ionisation corrigée Vcorr à partir de la tension d'ionisation Vion issue du module de conversion 6 et de la tension de bruit d'allumage Vbruit. Par ailleurs, le module de calcul 8 est apte à calculer la tension d'ionisation corrigée Vcorr en retranchant ladite tension de bruit d'allumage Vbruit à ladite tension d'ionisation Vion issue du module de conversion 6. Un tel module de calcul 8 permet de réduire

significativement des oscillations qui parasitent le courant d'ionisation à partir d'une mesure desdites oscillations.

Pour améliorer la mesure du courant d'ionisation, on peut ajouter au dispositif de mesure 1 un module d'amortissement 24 monté en parallèle de la bobine primaire du transformateur 2. Ce module d'amortissement 24 comprend un organe capacitif 25 monté en série avec une résistance 26.

La figure 2 illustre schématiquement une courbe 70 de la tension d'ionisation V_{ion} au cours d'un cycle du moteur.

Sur la figure 2, on a représenté en ordonnée la tension d'ionisation V_{ion} exprimée en Volts et en abscisse l'angle du vilebrequin du moteur exprimé en degrés.

La génération de l'arc électrique se décompose en plusieurs phases P1 à P4.

La première phase P1 correspond à la charge de la bobine primaire 9. Au cours de cette première phase P1, le transistor de puissance 3 est fermé et l'énergie issue de l'alimentation est stockée dans la bobine primaire 9 du transformateur 2.

La deuxième phase P2 correspond à la génération de l'arc électrique entre les deux électrodes 11 et 13 de la bougie d'allumage 4. Lors de cette deuxième phase P2, le transistor de puissance 3 s'ouvre entraînant une forte augmentation de la tension entre les électrodes 11 et 13 de la bougie d'allumage 4. Cette forte augmentation de tension est négative et sature à la tension d'alimentation négative du moyen d'amplification 16. Cette augmentation de tension déclenche la génération de l'étincelle. L'arc électrique crée un canal conducteur entre les électrodes 11 et 13 de la bougie d'allumage 4 et consomme l'énergie stockée dans le transformateur 2.

La troisième phase P3 correspond à une phase d'oscillation. Pendant cette phase d'oscillation, l'énergie restante de la bobine primaire 9 est insuffisante pour maintenir l'arc électrique qui s'éteint. La résistance, l'inductance de la bobine secondaire 10 du transformateur 2 et la somme des capacités parasites de la bobine

secondaire 10 et de la capacité de la bougie d'allumage 4 sont équivalents à un circuit résonnant de type RLC. L'énergie restante de la bobine primaire 9 est donc consommée au rythme d'oscillations périodiques amorties dans ce circuit résonnant RLC. Ces oscillations
5 provenant du circuit résonnant RLC parasitent le signal d'ionisation image de la combustion en s'ajoutant à ce dernier.

On notera que ces oscillations périodiques amorties ont pour fréquence F , selon la relation (1) :

10
$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

- F : fréquence des oscillations périodiques amorties du circuit résonnant RLC ;
- L : inductance de la bobine secondaire 10 ;
- 15 - C : somme des capacités parasites de la bobine secondaire 10 et de la bougie d'allumage 4.

La quatrième phase P4 correspond à la phase de combustion qui commence au début de la deuxième phase P2, c'est-à-dire à la génération de l'arc électrique qui amorce la combustion.

20 Lorsqu'on utilise certaines caractéristiques RLC pour les bobines du transformateur 2 de manière que la fréquence des oscillations est égale à environ 4,5 Hz, on note que l'amplitude des oscillations devient négligeable par rapport à l'amplitude du signal d'ionisation image de la combustion après environ 10 pseudo-périodes,
25 soit environ 2,2 millisecondes. L'information utile du déroulement de la combustion est donc bruitée, voire masquée totalement, pendant la durée des oscillations qui sont non négligeables. Pour mesurer précisément la qualité de la combustion, il est nécessaire de pouvoir extraire l'information utile issue de la combustion pour tous les points
30 de fonctionnement du moteur. En effet, plus le régime du moteur est élevé, plus la flamme de la combustion se développe rapidement après l'extinction de l'arc électrique. Ainsi, pour un haut régime du moteur d'environ 6500 tours/min, la phase de combustion dure environ 1

milliseconde et est donc complètement masquée par les oscillations parasites non négligeables ayant une durée supérieure égale à environ 2,2 millisecondes.

Le module d'amortissement 24 permet d'augmenter le coefficient d'amortissement des oscillations périodiques amorties parasites qui apparaissent après l'extinction de l'arc électrique. A l'aide de ce module d'amortissement 24 on amortit fortement les oscillations parasites, mais celles-ci masquent encore le signal d'ionisation image de la combustion.

Puisque les oscillations parasites qui apparaissent après l'extinction de l'arc électrique sont indésirables et très difficiles à amoindrir, il est donc proposé un moyen de mesurer ces oscillations et de les retrancher au signal d'ionisation I_{ion} . A l'aide du module de mesure 7 on mesure ces oscillations parasites, puis le module de calcul 8 permet de retrancher à la tension d'ionisation V_{ion} , mesurée en sortie du module de conversion 6, la tension de bruit d'allumage V_{bruit} qui correspond aux oscillations parasites. Le module de calcul 8 est en outre apte à appliquer à la tension de bruit d'allumage V_{bruit} une transformation en amplitude pour tenir compte du rapport de transformation du transformateur 2 et du module de conversion 6, ainsi qu'un éventuel déphasage. Le déphasage entre la tension d'ionisation V_{ion} et la tension de bruit d'allumage V_{bruit} reste constant. Ce déphasage est dû à la capacité 14 du module de polarisation 5 et peut être facilement compensé à l'aide de moyens numériques ou analogiques connus de l'homme du métier.

Sur la figure 3, on a représenté schématiquement un premier mode de réalisation du module de mesure 7. Dans ce premier mode de réalisation, le module de mesure 7 comprend une résistance 30 couplée entre l'entrée 21 du module de mesure 7 et la masse 12. Sur la figure 3, la sortie 22 du module de mesure est également couplée à l'entrée 21. Dans ce premier mode de réalisation, et lorsque le dispositif de mesure 1 comprend le transformateur 2, la tension de bruit d'allumage V_{bruit} est proportionnelle, à un déphasage près, à la tension aux bornes de la bobine primaire 9. En cas d'absence du transformateur 2

dans le dispositif de mesure 1, la tension de bruit d'allumage V_{bruit} est proportionnelle, à un déphasage près, à la tension aux bornes de la bougie 4.

Sur la figure 4, on a représenté schématiquement un deuxième mode de réalisation du module de mesure 7. Dans ce deuxième mode de réalisation, le module de mesure 7 comprend un pont résistif 40 muni, d'une deuxième résistance R_2 couplée entre l'entrée 21 et la sortie 22 du module de mesure 7 et d'une troisième résistance R_3 couplée entre l'entrée 21 du module de mesure 7 et la masse 12. Ce pont résistif est donc monté aux bornes E et 12 du transistor de puissance 3. On peut donner, à titre d'exemple non limitatif, un moyen pour calculer la tension d'ionisation corrigée suivant les relations (2) à (5):

$$V_{\text{corr}} = V_{\text{ion}} - G \cdot V_{\text{bruit}} \quad (2)$$

$$G = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{ROP}{R_3} \quad (3)$$

$$V_{\text{ion}} = V_{\text{comb}} + V'_{\text{bruit}} \quad (4)$$

$$V'_{\text{bruit}} = G \cdot V_{\text{bruit}} \quad (5)$$

- G : facteur de transformation en amplitude ;
- n_2/n_1 : rapport de transformation du transformateur 2, par exemple égal à 80 ;
- R_3 : troisième résistance du pont résistif 40 ;
- V_{ion} : tension d'ionisation issue du module de conversion 6 ;
- V_{comb} : composante de la tension d'ionisation V_{ion} due à la combustion ;
- V'_{bruit} : composante de la tension d'ionisation V_{ion} due à la génération de l'étincelle ;
- V_{corr} : tension d'ionisation corrigée qui correspond à la composante V_{comb} due à la combustion.

Sur la figure 5, on a représenté schématiquement un troisième mode de réalisation du module de mesure 7. On a reporté sur la figure 5 certains objets décrits aux figures précédentes. Dans ce troisième mode de réalisation, le module de mesure 7 comprend un deuxième transformateur 50 muni d'une deuxième bobine primaire 51 couplée entre la première bobine primaire 9 du premier transformateur 2 et le transistor de puissance 3, et d'une deuxième bobine secondaire 52 couplée entre la masse 12 et au moins une résistance 30 ou R_2 du module de mesure 7. Dans ce troisième mode de réalisation, la résistance 26 du module d'amortissement 24 est couplée entre la deuxième bobine primaire 51 du deuxième transformateur 50 et le transistor de puissance 3.

Sur la figure 6, on a représenté schématiquement un quatrième mode de réalisation du module de mesure 7. On a reporté sur la figure 6 certains objets décrits aux figures précédentes. Dans ce quatrième mode de réalisation, le module de mesure 7 comprend un optocoupleur 60 dont une borne d'entrée 61 est couplée entre l'organe capacitif 25 et la résistance 26 du module d'amortissement 24, et une borne de sortie 62 est couplée avec la deuxième borne b2 du premier transformateur 2. En outre, l'optocoupleur 60 comprend une diode 63 émettant une lumière en direction d'un phototransistor 64 qui émet le courant de bruit d'allumage Ibruit sur l'entrée 21 du module de mesure 7.

Sur la figure 7, on a représenté un organigramme illustrant les principales étapes d'un procédé de mesure d'un courant d'ionisation.

Le procédé de mesure d'un courant d'ionisation I_{ion} issu d'une bougie équipant un système d'allumage pour véhicule automobile comprend une étape S1 dans laquelle on polarise une bougie d'allumage. Ce procédé de mesure peut comprendre une autre étape S2 dans laquelle on commande un transformateur muni d'une bobine primaire pour alimenter ladite bougie. Ce procédé de mesure peut, en outre, comprendre une autre étape S3 dans laquelle on amortit des oscillations du courant d'ionisation.

Puis, dans une autre étape S4 on convertit le courant d'ionisation en une tension d'ionisation. Dans une autre étape S5, simultanément aux étapes S3 et S4 précédentes, on mesure une tension de bruit d'allumage aux bornes de la bobine primaire. Après les étapes S4 et S5, on calcule, dans une étape S6, une tension d'ionisation corrigée à partir de ladite tension d'ionisation et de ladite tension de bruit d'allumage.

Le signal d'ionisation mesuré contient l'information du déroulement de la combustion, mais aussi une composante parasite indésirable, sous la forme d'oscillations, due à la génération de l'étincelle et aux caractéristiques du circuit de mesure, par exemple l'utilisation d'un transformateur.

A partir de la mesure de ces oscillations parasites, on peut retrancher au signal d'ionisation parasite ladite mesure pour obtenir l'information pertinente de la qualité de la combustion.

Ce procédé et ce dispositif sont applicables à tout système d'allumage de moteurs munis d'un allumage commandé et dont l'architecture comprend un transformateur pour générer l'étincelle d'amorce de la combustion au sein du moteur.

Ce procédé et ce dispositif permettent de mesurer la tension aux bornes de la bobine primaire d'un transformateur afin de réduire significativement les oscillations dues à l'allumage.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure du courant d'ionisation issu d'une bougie (4) équipant un système d'allumage de moteur à combustion interne, comprenant un module de polarisation (5), caractérisé en ce qu'il comprend, un module de conversion (6) pour convertir le courant d'ionisation issu du module de polarisation (5) en une tension d'ionisation, un module de mesure (7) apte à mesurer une tension de bruit d'allumage généré par ladite bougie (4), et un module de calcul (8) apte à calculer une tension d'ionisation corrigée à partir d'une différence entre ladite tension d'ionisation issue du module de conversion (6) et ladite tension de bruit d'allumage.

2. Dispositif de mesure selon la revendication 1, comprenant un transistor de puissance (3) et un transformateur (2) pour alimenter la bougie (4), ledit transformateur (2) étant muni d'une bobine primaire (9) ayant une première borne (b1) couplée à une tension d'alimentation et une deuxième borne (b2) couplée audit transistor de puissance (3) et d'une bobine secondaire (10) couplée entre ladite bougie (4) et le module de polarisation (5).

3. Dispositif de mesure selon la revendication 2, comprenant un module d'amortissement (24) muni d'un organe capacitif (25) monté en série avec une résistance (26), ledit module d'amortissement (24) étant monté en parallèle de la bobine primaire (9) du transformateur (2).

4. Dispositif de mesure selon l'une des revendications 2 ou 3, dans lequel le module de mesure (7) comprend une résistance (30) montée en parallèle du transistor de puissance (3).

5. Dispositif de mesure selon l'une des revendications 2 ou 3, dans lequel le module de mesure (7) comprend un pont résistif (40) muni d'une deuxième (R_2) et d'une troisième (R_3) résistances et qui est monté aux bornes dudit transistor de puissance (3).

6. Dispositif de mesure selon l'une des revendications 4 ou 5, dans lequel le module de mesure (7) comprend un deuxième transformateur (50) muni d'une deuxième bobine primaire (51) couplée

entre la première bobine primaire (9) et le transistor de puissance (3) et d'une deuxième bobine secondaire (52) couplée entre une masse (12) et au moins une résistance (30, R_2) du module de mesure (7).

5 7. Dispositif de mesure selon l'une des revendications 3 à 5, dans lequel le module de mesure (7) comprend un optocoupleur (60) dont une borne d'entrée (61) est couplée entre l'organe capacitif (25) et la résistance (26) du module d'amortissement (24), et une borne de sortie (62) est couplée avec la deuxième borne (b2) du premier transformateur (2).

10 8. Procédé de mesure du courant d'ionisation issu d'une bougie équipant un système d'allumage de moteur à combustion interne, dans lequel on polarise (S1) ladite bougie, caractérisé en ce qu'on convertit (S4) le courant d'ionisation en une tension d'ionisation, on mesure (S5) une tension de bruit d'allumage généré par la bougie et on calcule
15 (S6) une tension d'ionisation corrigée à partir d'une différence entre ladite tension d'ionisation et ladite tension de bruit d'allumage.

9. Procédé de mesure selon la revendication 8, dans lequel on commande (S2) un transformateur pour alimenter ladite bougie.

20 10. Procédé de mesure selon la revendication 9, dans lequel on amortit (S3) des oscillations du courant d'ionisation.

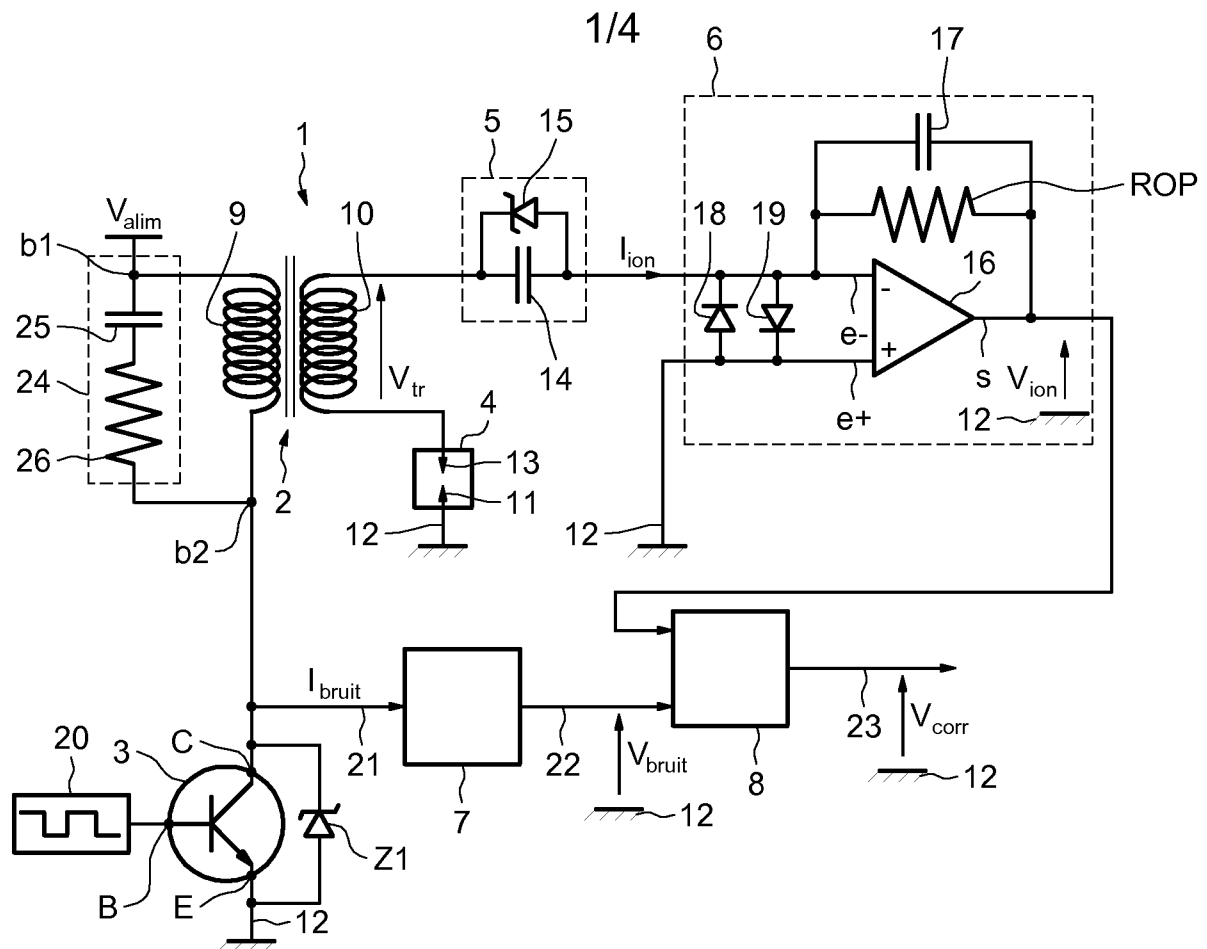


FIG.1

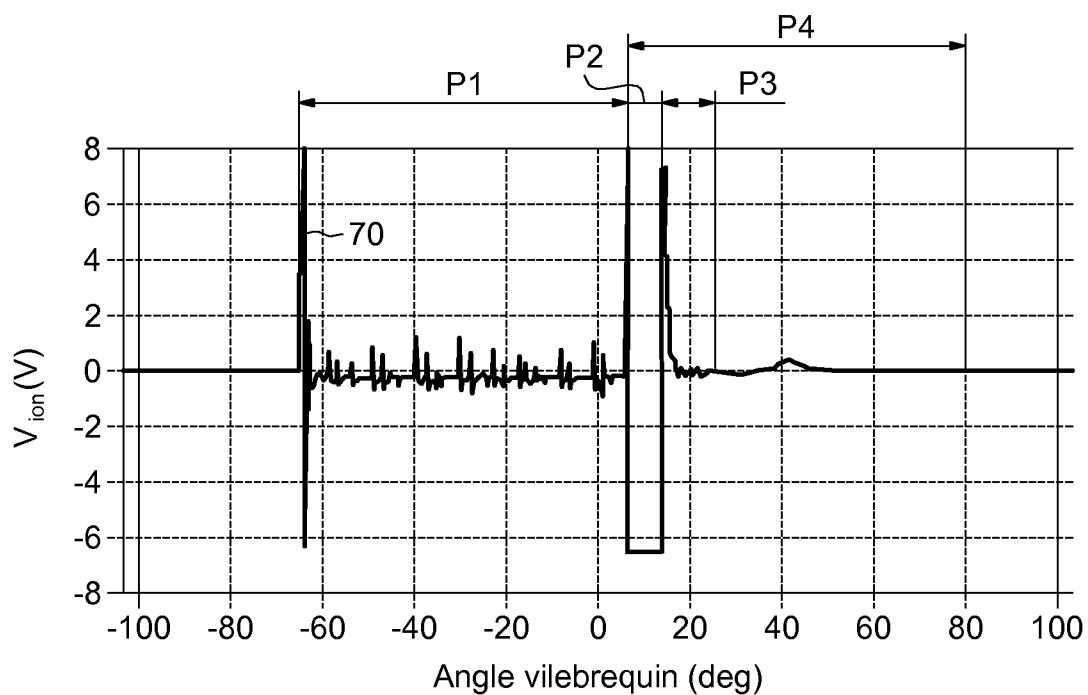


FIG.2

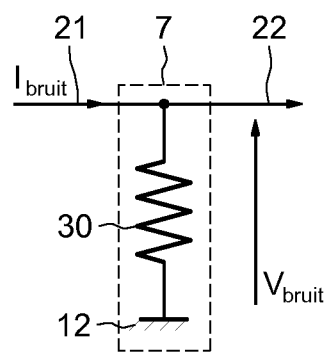


FIG.3

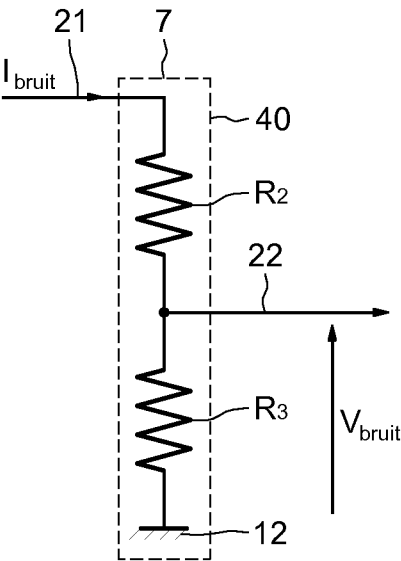
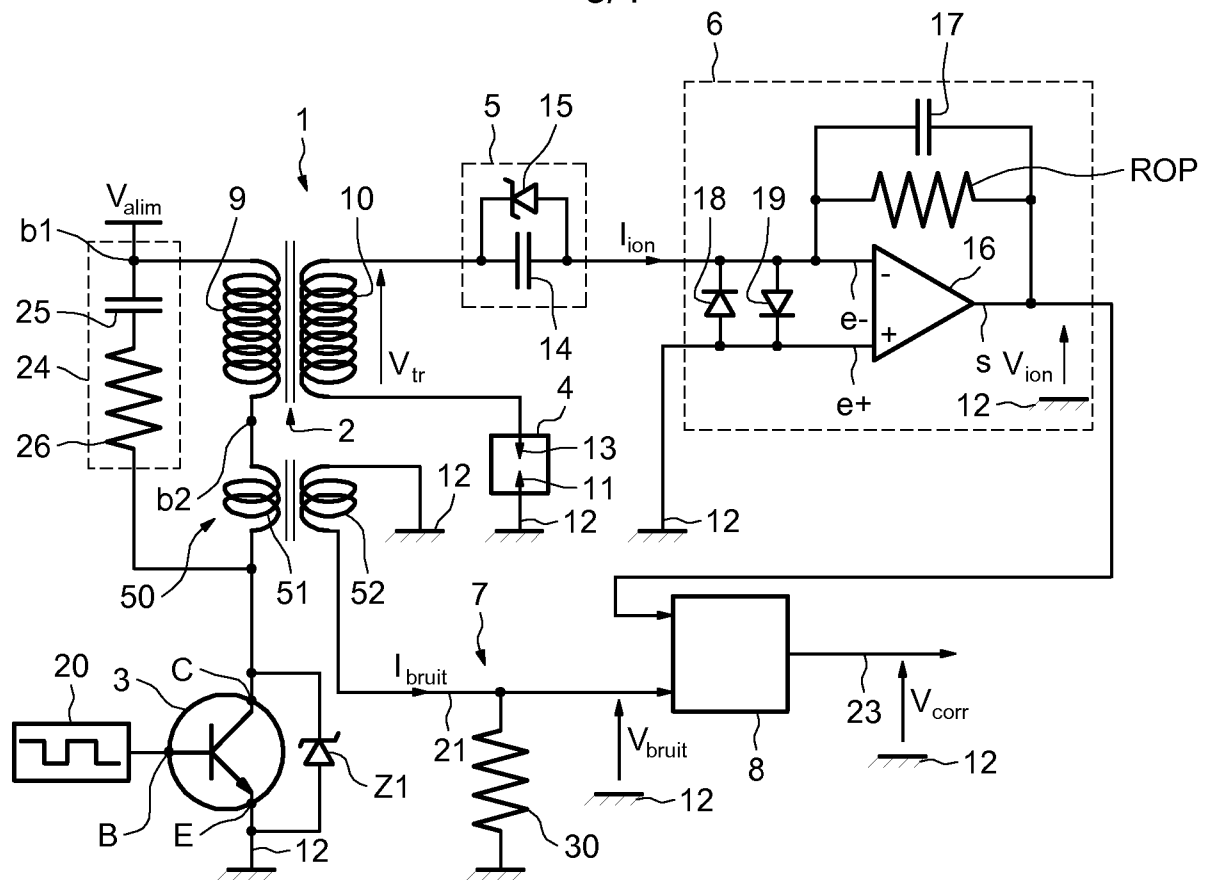
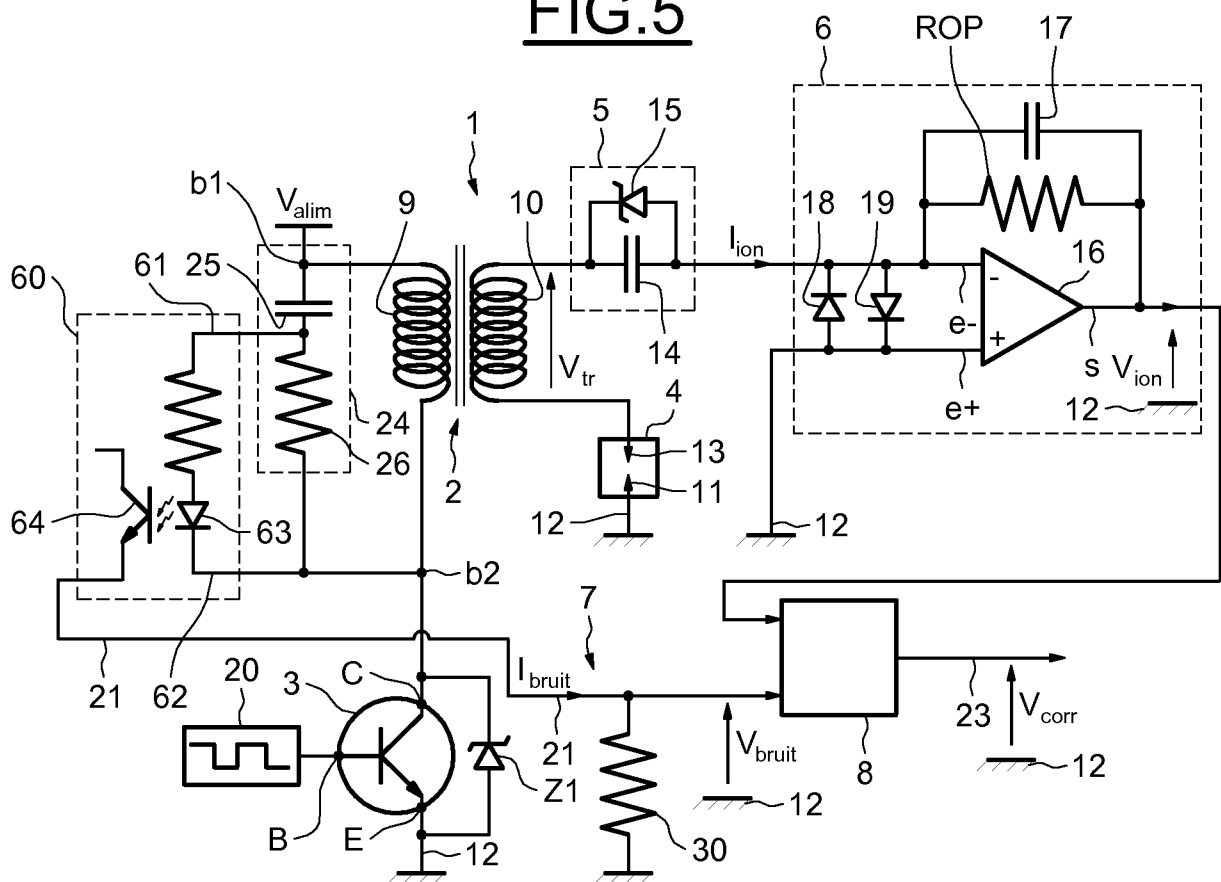
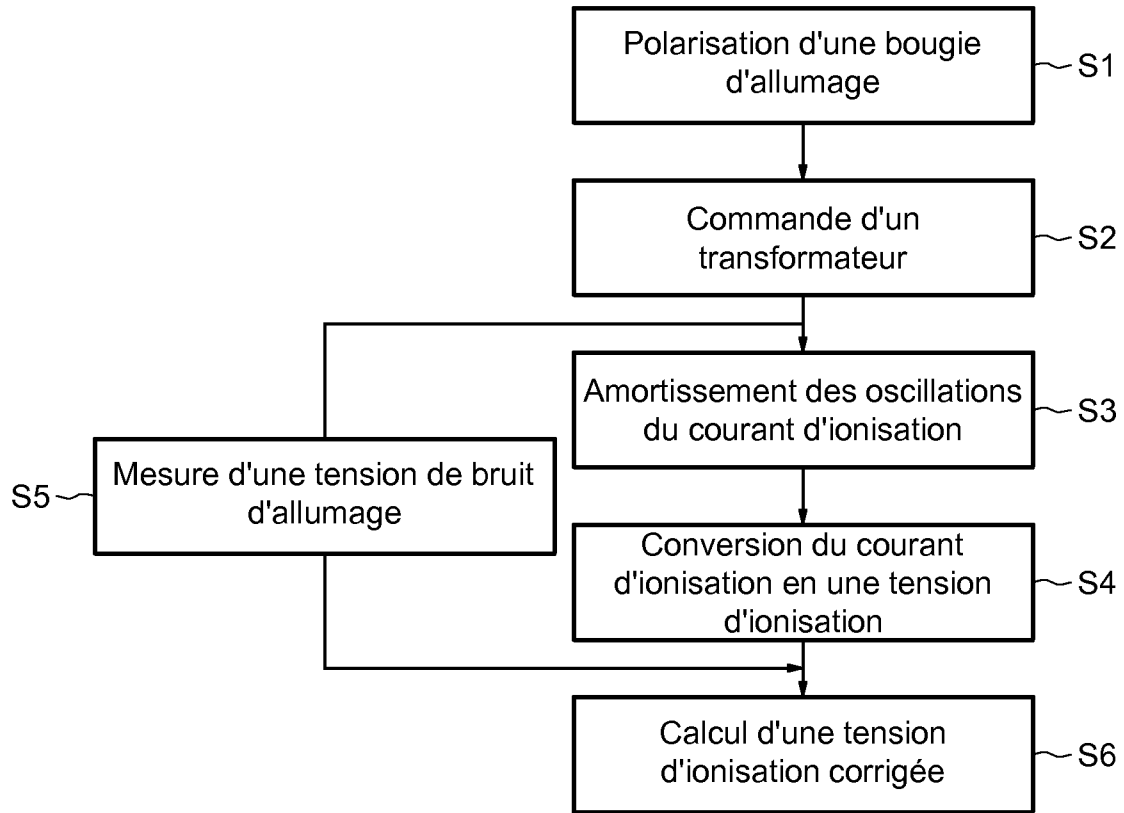


FIG.4

3/4

**FIG. 5****FIG. 6**

FIG.7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2010/051098

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02D35/02

ADD. G01R19/00 G01R31/00

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)

F02D

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2008/155496 A1 (RENAULT SA [FR]; AGNERAY ANDRE [FR]; DELORAINE FRANCK [FR]) 24 December 2008 (2008-12-24) page 9, lines 24-25; figure 4 -----	1-3,8
A	US 5 271 268 A (IKEUCHI MASAYUKI [JP] ET AL) 21 December 1993 (1993-12-21) * abstract; figures 2,3,7-13 -----	1,2,8
A	US 5 337 716 A (FUKUI WATARU [JP] ET AL) 16 August 1994 (1994-08-16) * abstract; figures 1-7 -----	1,8
A	US 2003/097870 A1 (HONDA TAKAYOSHI [JP]) 29 May 2003 (2003-05-29) * abstract; figures 1,3,5,7,8,15-17 ----- -/--	1,8



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.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 October 2010

Date of mailing of the international search report

29/10/2010

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

Iwansson, Kaj

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2010/051098

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 7 444 232 B1 (INADA TAKAHIKO [JP] ET AL) 28 October 2008 (2008-10-28) column 4, lines 43-45 column 5, lines 64-67; figure 14 -----	1,2,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2010/051098

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 2008155496	A1	24-12-2008	CN	101743395 A	16-06-2010
			EP	2153056 A1	17-02-2010
			FR	2917565 A1	19-12-2008
			JP	2010529362 T	26-08-2010
			KR	20100019995 A	19-02-2010
			US	2010229639 A1	16-09-2010
US 5271268	A	21-12-1993	DE	4138823 A1	27-05-1992
US 5337716	A	16-08-1994	DE	4303267 A1	05-08-1993
US 2003097870	A1	29-05-2003	JP	2003161245 A	06-06-2003
US 7444232	B1	28-10-2008	DE	102007056245 A1	13-11-2008
			JP	2008280947 A	20-11-2008

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2010/051098

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. F02D35/02

ADD. G01R19/00 G01R31/00

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)

F02D

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2008/155496 A1 (RENAULT SA [FR]; AGNERAY ANDRE [FR]; DELORAINE FRANCK [FR]) 24 décembre 2008 (2008-12-24) page 9, ligne 24-25; figure 4	1-3,8
A	US 5 271 268 A (IKEUCHI MASAYUKI [JP] ET AL) 21 décembre 1993 (1993-12-21) * abrégé; figures 2,3,7-13	1,2,8
A	US 5 337 716 A (FUKUI WATARU [JP] ET AL) 16 août 1994 (1994-08-16) * abrégé; figures 1-7	1,8
A	US 2003/097870 A1 (HONDA TAKAYOSHI [JP]) 29 mai 2003 (2003-05-29) * abrégé; figures 1,3,5,7,8,15-17	1,8
	----- -/--	



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

& document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

19 octobre 2010

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

29/10/2010

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

Iwansson, Kaj

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2010/051098

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie ^a	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 7 444 232 B1 (INADA TAKAHIKO [JP] ET AL) 28 octobre 2008 (2008-10-28) colonne 4, ligne 43-45 colonne 5, ligne 64-67; figure 14 -----	1,2,8

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2010/051098

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2008155496	A1	24-12-2008	CN 101743395 A	16-06-2010
			EP 2153056 A1	17-02-2010
			FR 2917565 A1	19-12-2008
			JP 2010529362 T	26-08-2010
			KR 20100019995 A	19-02-2010
			US 2010229639 A1	16-09-2010
US 5271268	A	21-12-1993	DE 4138823 A1	27-05-1992
US 5337716	A	16-08-1994	DE 4303267 A1	05-08-1993
US 2003097870	A1	29-05-2003	JP 2003161245 A	06-06-2003
US 7444232	B1	28-10-2008	DE 102007056245 A1	13-11-2008
			JP 2008280947 A	20-11-2008