

(19)



(11)

**EP 2 115 296 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**06.09.2017 Bulletin 2017/36**

(51) Int Cl.:  
**F02P 9/00** <sup>(2006.01)</sup> **F02P 17/12** <sup>(2006.01)</sup>  
**F02P 23/04** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Numéro de dépôt: **08762151.2**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/FR2008/050310**

(22) Date de dépôt: **25.02.2008**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2008/113955 (25.09.2008 Gazette 2008/39)**

(54) **PILOTAGE D'UNE PLURALITE DE BOBINES BOUGIES VIA UN UNIQUE ETAGE DE PUISSANCE**  
**STEUERUNG MEHRERER STECKERSPULEN ÜBER EINE EINZELNE LEISTUNGSSTUFE**  
**CONTROL OF A PLURALITY OF PLUG COILS VIA A SINGLE POWER STAGE**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR**  
**HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT**  
**RO SE SI SK TR**

(30) Priorité: **01.03.2007 FR 0701499**

(43) Date de publication de la demande:  
**11.11.2009 Bulletin 2009/46**

(73) Titulaire: **Renault SAS**  
**92100 Boulogne Billancourt (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **BARROSO, Paulo**  
**F-78130 Les Mureaux (FR)**  
• **NOUVEL, Clément**  
**F-78480 Verneuil sur Seine (FR)**  
• **MEZITI, Nabil**  
**F-91240 Saint Michelle sur Orge (FR)**

(56) Documents cités:  
**DE-A1-102005 036 968 FR-A- 2 859 869**  
**US-A- 5 587 630 US-A- 5 655 210**  
**US-A1- 2006 132 360**

**EP 2 115 296 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** La présente invention concerne, de façon générale, les systèmes de génération de plasma entre deux électrodes d'une bougie, utilisées notamment pour l'allumage radiofréquence commande d'un mélange gazeux dans des chambres de combustion d'un moteur à combustion interne.

**[0002]** Pour une telle application à l'allumage automobile à génération de plasma, des circuits de génération de plasma intégrant des bobines-bougies sont utilisées pour générer des décharges multi-filamentaires entre leurs électrodes, permettant d'initier la combustion du mélange dans les chambres de combustion du moteur. La bougie multi étincelles est décrite en détail dans les demandes de brevet suivantes au nom de la demanderesse FR 03-10766, FR 03-10767 et FR 03-10768. Un autre exemple de système connu est décrit dans le brevet US 5,655,201. Une telle bobine-bougie est classiquement modélisée par un résonateur 1, dont la fréquence de résonance  $F_c$  est supérieure à 1 MHz, typiquement voisine de 5 MHz. Le résonateur comprend en série une résistance R, une inductance L et une capacité C. Des électrodes d'allumage 10 et 12 de la bobine-bougie sont connectées aux bornes de la capacité C.

**[0003]** Lorsque le résonateur est alimenté par une haute tension à sa fréquence de résonance  $f_c$  ( $1 / (2\pi\sqrt{L * C})$ ), l'amplitude aux bornes de la capacité C est amplifiée, permettant de développer des décharges multi-filamentaires entre les électrodes de la bougie, sur des distances de l'ordre du centimètre, à forte pression et pour des tensions de crête inférieures à 30 kV.

**[0004]** On parle alors d'étincelles ramifiées, dans la mesure où elles impliquent la génération simultanée d'au moins plusieurs lignes ou chemin d'ionisation dans un volume donné, leurs ramifications étant en outre omnidirectionnelles.

**[0005]** Le pilotage de l'alimentation d'une telle bobine-bougie nécessite l'utilisation d'un circuit d'alimentation, capable de générer des impulsions de tension, typiquement de temps de montée de 100 ns, et d'amplitude de l'ordre de 1 kV, à une fréquence prévue pour être très proche de la fréquence de résonance du résonateur radiofréquence de la bobine-bougie. Plus la différence entre la fréquence de résonance du résonateur et la fréquence de fonctionnement du générateur est réduite, plus le coefficient de surtension du résonateur (rapport entre l'amplitude de sa tension de sortie et sa tension d'entrée) est élevé.

**[0006]** Un tel circuit d'alimentation, détaillé par ailleurs dans la demande de brevet FR 03-10767, est représenté schématiquement à la figure 2. Il met classiquement en oeuvre un montage dit « amplificateur de puissance Classe E ». Ce type de convertisseur DC/AC permet de créer les impulsions de tension avec les caractéristiques précitées.

**[0007]** Selon le mode de réalisation de la figure 2, l'amplificateur 2 comprend interrupteur M pour commander les commutations aux bornes du résonateur 1, réalisé selon cet exemple sous la forme d'un transistor MOSFET de puissance.

**[0008]** Ainsi, un dispositif de commande 5 génère et applique un signal de commande V1 à une fréquence de commande sur la grille du MOSFET de puissance M, par l'intermédiaire d'un étage de commande 3 représenté schématiquement. Afin de contrôler la production d'étincelles entre les électrodes de la bobine-bougie connectée en sortie de l'amplificateur lorsque son résonateur 1 est excité par l'intermédiaire du signal de commande V1, ce dernier est activé par les différents ordres d'allumage et se présente sous la forme de trains d'impulsions de commande à la fréquence de commande.

**[0009]** Comme décrit dans la demande de brevet EP-A-1 515 594, un circuit résonant parallèle 4 est connecté entre une source de tension intermédiaire Vinter et le drain du transistor M. Ce circuit 4 comprend une inductance Lp en parallèle avec une capacité Cp.

**[0010]** A proximité de sa fréquence de résonance, le résonateur parallèle transforme la tension intermédiaire Vinter en une tension amplifiée Va (illustrée à la figure 5), correspondant à la tension intermédiaire multipliée par le coefficient de surtension du résonateur parallèle. Cette tension amplifiée est fournie sur le drain du transistor M relié par ailleurs à l'entrée du résonateur 1.

**[0011]** Le transistor M agit donc comme un interrupteur et applique (respectivement bloque) la tension Va à l'entrée du résonateur 1 lorsque le signal de commande V1 est à l'état logique haut (respectivement bas). Le transistor M impose ainsi une fréquence de commutation, déterminée par le signal de commande V1, que l'on cherche à rendre la plus proche possible de la fréquence de résonance de la bobine-bougie connectée en sortie (typiquement 5MHz), afin d'entretenir et de maximiser le transfert d'énergie entre le résonateur parallèle 4 et le résonateur série 1 formant la bobine-bougie.

**[0012]** A la fréquence de résonance de la bobine-bougie, on retrouve alors aux bornes de la capacité C du résonateur série 1, soit aux bornes des électrodes de la bougie, la tension de sortie Va précédemment évoquée, multipliée par le coefficient de surtension du résonateur série 1.

**[0013]** Cette phase de transfert d'énergie de l'étage de puissance formée par l'amplificateur vers le résonateur de la bobine-bougie doit être réalisée à la fréquence de résonance du résonateur, pour assurer un bon rendement. En effet, si le transistor M impose une fréquence de commutation différente de la fréquence de résonance de la bobine-bougie, le transfert d'énergie se dégrade, du fait de l'étroitesse de la bande passante du résonateur série utilisé pour la bobine bougie.

**[0014]** Dans une application à l'allumage automobile à génération de plasma, chaque chambre de combustion est équipée d'une bobine-bougie comme décrite précédemment afin d'initier, sur commande, la combustion.

**[0015]** En conséquence, pour les moteurs 4 cylindres par exemple, il faut pouvoir disposer de quatre circuits d'alimentation du type amplificateur classe E, comme décrits précédemment en référence à la figure 2, pour alimenter et piloter respectivement les quatre bobines-bougies.

**[0016]** Une telle configuration reposant donc sur autant de voies d'amplification qu'il y a de bobines-bougies à commander limite alors le potentiel de développement de ce type d'allumage automobile par génération de plasma, d'une part à cause de l'encombrement provoqué par cette installation sous le capot moteur, mais également, à cause du coût d'installation, qui peut se révéler inabordable pour envisager d'installer ce type d'allumage sur des véhicules de série.

**[0017]** La présente invention vise à remédier à cet inconvénient, en permettant de commander une pluralité de bobines-bougies par l'intermédiaire d'une même et unique voie d'amplification.

**[0018]** Avec cet objectif en vue, l'invention a pour objet un dispositif générateur de plasma radiofréquence, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un circuit d'alimentation, comprenant un interrupteur commandé par un signal de commande pour appliquer une tension intermédiaire sur une sortie du circuit d'alimentation à une fréquence définie par le signal de commande,
- au moins deux circuits de génération de plasma connectés en parallèle sur la sortie du circuit d'alimentation, chaque circuit de génération de plasma présentant une fréquence de résonance qui lui est propre et étant apte à générer un plasma lorsqu'un niveau haute tension est appliqué sur la sortie du circuit d'alimentation à une fréquence sensiblement égale à la fréquence de résonance du circuit de génération de plasma,
- un dispositif de commande du circuit d'alimentation, déterminant la fréquence du signal de commande parmi l'une des fréquences de résonance des circuits de génération de plasma, de façon à commander sélectivement chaque circuit de génération de plasma selon la fréquence de commande utilisée.

**[0019]** Selon un mode de réalisation non revendiqué, chaque circuit de génération de plasma comprend un résonateur et chaque résonateur comprend une fréquence de résonance distincte.

**[0020]** Selon l'invention, chaque circuit de génération de plasma comprend un résonateur, chaque résonateur présentant une fréquence de résonance identique, et au moins un des circuits de génération de plasma comprend en outre des moyens de décalage de la fréquence de résonance de son résonateur.

**[0021]** Avantageusement, les moyens de décalage en fréquence comprennent un circuit d'adaptation d'impédance disposé en série entre la sortie du circuit d'alimentation et le résonateur.

**[0022]** De préférence, le circuit d'adaptation d'impédance comprend une inductance.

**[0023]** Selon une variante, le circuit d'adaptation d'impédance est constitué par un câble de liaison impédant assurant la connexion entre la sortie du circuit d'alimentation et chaque résonateur, la longueur de la portion de câble entre les résonateurs définissant le décalage de fréquence entre les résonateurs.

**[0024]** Avantageusement, chaque circuit de génération de plasma est adapté pour réaliser un allumage dans l'une des mises en oeuvre suivantes : allumage commandé dans un cylindre de moteur à combustion, allumage dans un filtre à particule, allumage de décontamination dans un système de climatisation.

**[0025]** L'invention concerne également un procédé de commande de l'alimentation d'un dispositif générateur de plasma comprenant un circuit d'alimentation présentant un interrupteur commandé par un signal de commande pour appliquer une tension intermédiaire à une fréquence définie par le signal de commande sur une sortie du circuit d'alimentation, à laquelle au moins deux circuits de génération de plasma sont connectés en parallèle, chaque circuit de génération de plasma étant prévu pour être commandé sélectivement à une fréquence de résonance qui lui est propre, ledit procédé comprenant les étapes de :

- réception d'une requête de détermination d'une fréquence de commande ;
- détermination du circuit de génération de plasma à commander ;
- détermination d'une fréquence de commande sensiblement égale à la fréquence de résonance du circuit de génération de plasma à commander ;
- génération du signal de commande à la fréquence de commande déterminée.

**[0026]** 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 illustrant un modèle électrique utilisé pour le résonateur modélisant une bobine-bougie de génération de plasma;
- la figure 2 est un schéma illustrant un dispositif de génération d'une haute tension intégrant un amplificateur, utilisé pour l'alimentation et la commande d'une bobine bougie;
- la figure 3 illustre un premier mode de réalisation de répartition des fréquences de résonance des bobines-bougies selon l'invention,
- la figure 4 illustre un deuxième mode de réalisation de répartition des fréquences de résonance des bobines-bougies selon l'invention,
- la figure 5 illustre un schéma complet d'un allumage radiofréquence comprenant N bougies-bobines se-

lon l'invention ;

- la figure 6 illustre un organigramme d'un exemple de mise en oeuvre de la commande de l'allumage selon l'invention.

**[0027]** La présente invention vise donc à commander une pluralité de circuits de génération de plasma de type bobines-bougies, en utilisant une unique voie d'amplification, autrement dit en utilisant un unique circuit d'alimentation du type amplificateur de puissance classe E comme décrit précédemment à la figure 2, pour alimenter sélectivement la pluralité de circuits de génération de plasma connectés en parallèle en sortie de ce circuit d'alimentation unique.

**[0028]** Le principe sur lequel repose ce montage particulier consiste à exploiter, au niveau de la commande haute tension et haute fréquence générée par le circuit d'alimentation, la fréquence de résonance propre à chaque circuit de génération de plasma connecté en sortie du circuit d'alimentation.

**[0029]** En effet, il apparaît qu'une répartition judicieuse des fréquences de résonance des circuits de génération de plasma permet de déterminer naturellement le transfert de puissance souhaitée du circuit d'alimentation vers l'un ou l'autre des circuits de génération de plasma. Ainsi, une même haute tension, appliquée simultanément en sortie du circuit d'alimentation aux bornes de la pluralité de circuits de génération de plasma qui y sont connectés, permet de commander sélectivement l'un parmi ces circuits de génération de plasma, selon que la fréquence de commande utilisée au niveau du circuit d'alimentation est calquée sensiblement sur la fréquence de résonance propre à celui-ci.

**[0030]** La condition pour permettre de commander de façon indépendante la pluralité de circuits de génération de plasma par l'intermédiaire d'un unique circuit d'alimentation est donc que chacun de ces circuits de génération de plasma présente une fréquence de résonance bien séparée des autres. Il s'agit en effet d'éviter les superpositions des domaines fréquentiels de résonance des résonateurs formant chaque circuit de génération de plasma et ainsi de s'affranchir des problèmes de multiples allumages simultanés.

**[0031]** L'écart de fréquence de résonance entre les multiples circuits de génération de plasma connectés en parallèle en sortie du circuit d'alimentation unique doit être, de préférence, au minimum égal à un multiple de la bande passante de chaque résonateur. On pourra par exemple choisir de décaler la fréquence de résonance de chaque circuit de génération de plasma les uns par rapport aux autres d'une valeur égale à deux ou trois fois la bande passante de chaque circuit.

**[0032]** Plusieurs modes de réalisation sont envisageables pour réaliser un tel décalage de fréquence entre les fréquences de résonance de chaque circuit de génération de plasma.

**[0033]** Une première façon de faire est d'utiliser pour chaque circuit de génération de plasma une bobine-bou-

gie, comme modélisée à la figure 1, différente par construction, de sorte à ce que les bobines-bougies employées présentent des fréquences de résonance suffisamment distinctes conformément aux principes exposés ci-dessus.

**[0034]** Ce mode de réalisation où chaque circuit de génération de plasma est constitué d'un résonateur tel que représenté à la figure 1 et où chaque résonateur présente une fréquence de résonance distincte, n'est toutefois pas optimale en vue de son intégration à un processus industriel.

**[0035]** En effet, il requiert l'adaptation du processus industriel à la production d'une pluralité de types bobines-bougies distincts et nécessite alors autant de références de bobines-bougies qu'il y a de voies à commander.

**[0036]** Aussi, en référence aux figures 3 et 4, un mode de réalisation préférentiel pour réaliser le décalage de fréquence de résonance entre la pluralité de circuits de génération de plasma à commander, consiste à utiliser des bobines-bougies identiques, dont les résonateurs les modélisant présentent des fréquences de résonance identiques, et à associer à chaque résonateur des moyens de décalage de sa fréquence de résonance.

**[0037]** Comme illustré à la figure 3, les moyens de décalage en fréquence de résonance d'un circuit de génération de plasma comprennent un circuit d'adaptation d'impédance 14, prévu pour être disposé en série entre la sortie du circuit d'alimentation 2 et le résonateur 1. De cette manière, le couple impédance - résonateur formant le circuit de génération de plasma, voit sa fréquence de résonance décalée par rapport à la fréquence de résonance du résonateur 1 de la bobine-bougie isolée.

**[0038]** Comme illustré à la figure 5, l'insertion de tels circuits d'impédance, de valeurs respectives différentes, respectivement Z1, Z2, Z3 et Z4, en série entre la sortie du circuit d'alimentation unique et chaque bobine-bougie, respectivement BB1, BB2, BB3 et BB4, permet alors de réaliser la répartition souhaitée des fréquences de résonance des circuits de génération de plasma connectés en parallèle en sortie du circuit d'alimentation unique, selon les principes exposés plus haut.

**[0039]** Les valeurs d'impédance des circuits 14 sont donc choisies pour que l'écart de fréquence de résonance entre chaque circuit de génération de plasma, constitué chacun par un couple impédance - résonateur, soit égal à au moins un multiple de la bande passante de chaque résonateur.

**[0040]** On pourra par exemple utiliser pour les circuits d'impédance ajoutés, des inductances telles que la fréquence de résonance de chaque circuit de génération de plasma soit décalée de la valeur souhaitée.

**[0041]** Dans l'optique d'un rendement optimal du circuit d'alimentation ainsi que d'un fonctionnement optimal des bobines-bougies, on pourra utiliser des bobines-bougies identiques dont la fréquence de résonance est plus élevée que la fréquence de résonance à laquelle on souhaite commander les bobines-bougies. Dans ce cas, si les circuits d'impédance ajoutés sont des inductances,

l'effet de cet ajout doit correspondre à baisser la valeur de la fréquence de résonance globale de chaque couple inductance/bobine-bougie.

[0042] En variante, on pourra utiliser, pour l'une des voies à commander, une connexion simple sans ajout d'élément passif supplémentaire, tel qu'une inductance, en série avec la bobine-bougie.

[0043] Selon un autre mode de réalisation illustré à la figure 4, les moyens de décalage en fréquence de résonance d'un circuit de génération de plasma par rapport à un autre, utilisent le câble de liaison assurant la connexion entre la sortie du circuit d'alimentation et chaque bobine-bougie comme impédance série, les bobines-bougies étant par ailleurs identiques, à savoir que leur résonateur présentent une fréquence de résonance identique. Dans ce cas, c'est la longueur de la portion de câble, respectivement L1, L2, L3, entre les bobines-bougies, respectivement entre BB1 et BB2, entre BB2 et BB3 et entre BB3 et BB4, qui fait office d'impédance, en particulier d'inductance, et définit ainsi le décalage de fréquence de résonateur entre les résonateurs des bobines-bougies.

[0044] Le fait d'utiliser un câble impédant entre les bobines-bougies permet avantageusement de s'affranchir de l'utilisation de composants supplémentaires pour le décalage des bobines-bougies en fréquence, comme nécessité par le mode de réalisation de la figure 3.

[0045] Les fréquences de résonance des différentes voies étant réparties de façon indépendante selon les principes exposés précédemment, le procédé de commande de l'unique circuit d'alimentation doit alors tenir compte de la fréquence adaptée à la voie à commander pour chaque allumage.

[0046] Pour ce faire, selon un mode de réalisation, le dispositif de commande 5 du circuit d'alimentation peut disposer d'une mémoire apte à conserver l'ordre de classement des fréquences correspondant à chacune des voies à commander.

[0047] Ainsi, selon l'exemple de la figure 6 faisant référence à une application d'allumage automobile pour un moteur à combustion à quatre cylindres, à la réception d'une demande d'allumage, le dispositif de commande est tout d'abord à même de déterminer le cylindre à commander, numéroté par exemple de 1 à 4 dans l'ordre de disposition sur le moteur. A chaque numéro de cylindre est donc associée la fréquence de résonance, respectivement F1, F2, F3 et F4, propre au circuit de génération de plasma correspondant devant être commandé.

[0048] Le dispositif de commande comprend alors un module déterminant la fréquence du signal de commande à générer, parmi ces fréquences F1, F2, F3 et F4, en fonction du numéro de cylindre à allumer et de l'ordre de classement des fréquences préalablement mémorisé.

[0049] Une fois la fréquence de commande déterminée, le dispositif de commande applique le signal de commande à ladite fréquence sur une interface de sortie, destiné à la commande de l'interrupteur M.

[0050] Le transfert de puissance sélectif vers le circuit

de génération de plasma à commander pour l'allumage est alors naturellement géré par la fréquence de commande utilisée pour cet allumage.

[0051] Selon un mode de réalisation particulier, la détermination des fréquences de résonance à obtenir en sortie du circuit d'alimentation unique peut être maîtrisée par des méthodes de tabulation ou d'asservissement comme décrites dans les demandes de brevet français déposées au nom de la demanderesse FR 05-127669 et FR 05-12770.

[0052] Par exemple, le dispositif de commande peut être doté d'une interface de réception de signaux de mesures de paramètres de fonctionnement du moteur (température d'huile moteur, couple moteur, régime moteur, angle d'allumage, température de l'air d'admission, pression dans la chambre de combustion, etc.) et/ou de signaux de mesures de paramètres de fonctionnement de l'alimentation, ainsi que d'un module mémoire particulier mémorisant des relations entre des signaux de mesures et la fréquence d'un signal de commande à générer. Le dispositif de commande détermine alors la fréquence d'un signal de commande à générer en fonction de signaux de mesures reçus sur l'interface de réception et des relations mémorisées dans le module de mémoire.

[0053] D'autres applications que la réalisation d'un allumage commandé de moteur à combustion peuvent être envisagées sans pour autant sortir du cadre de la présente invention, telles que la réalisation d'un allumage dans un filtre à particule, ou d'un allumage de décontamination dans un système de climatisation.

## Revendications

1. Dispositif générateur de plasma radiofréquence, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un circuit d'alimentation (2), comprenant un interrupteur (M) commandé par un signal de commande (V1) pour appliquer une tension intermédiaire (Vinter) sur une sortie du circuit d'alimentation à une fréquence définie par le signal de commande,

- au moins deux circuits de génération de plasma (BB1, BB2, BB3, BB4) connectés en parallèle sur la sortie du circuit d'alimentation, chaque circuit de génération de plasma présentant une fréquence de résonance qui lui est propre et étant apte à générer un plasma lorsqu'un niveau haute tension est appliqué sur la sortie du circuit d'alimentation à une fréquence sensiblement égale à la fréquence de résonance du circuit de génération de plasma,

- un dispositif de commande (5) du circuit d'alimentation, déterminant la fréquence du signal de commande parmi l'une des fréquences de résonance (F1, F2, F3, F4) des circuits de génération de plasma, de façon à commander sé-

lectivement chaque circuit de génération de plasma selon la fréquence de commande utilisée, **caractérisé en ce que** chaque circuit de génération de plasma comprend un résonateur (1), chaque résonateur présentant une fréquence de résonance identique, et **en ce qu'**au moins un des circuits de génération de plasma comprend en outre des moyens de décalage de la fréquence de résonance de son résonateur.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moyens de décalage en fréquence comprennent un circuit d'adaptation d'impédance (14) disposé en série entre la sortie du circuit d'alimentation et le résonateur.

3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le circuit d'adaptation d'impédance comprend une inductance.

4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le circuit d'adaptation d'impédance est constitué par un câble de liaison impédant assurant la connexion entre la sortie du circuit d'alimentation et chaque résonateur, la longueur (L1, L2, L3) de la portion de câble entre les résonateurs définissant le décalage de fréquence entre les résonateurs.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque circuit de génération de plasma est adapté pour réaliser un allumage dans l'une des mises en oeuvre suivantes : allumage commandé dans un cylindre de moteur à combustion, allumage dans un filtre à particule, allumage de décontamination dans un système de climatisation.

6. Procédé de commande de l'alimentation d'un dispositif générateur de plasma comprenant un circuit d'alimentation (2) présentant un interrupteur (M) commandé par un signal de commande (V1) pour appliquer une tension intermédiaire (Vinter) à une fréquence définie par le signal de commande sur une sortie du circuit d'alimentation, à laquelle au moins deux circuits de génération de plasma sont connectés en parallèle, chaque circuit de génération de plasma comprenant un résonateur (1), chaque résonateur présentant une fréquence de résonance identique, au moins un des circuits de génération de plasma comprenant en outre des moyens de décalage de la fréquence de résonance de son résonateur, chaque circuit de génération de plasma étant prévu pour être commandé sélectivement à une fréquence de résonance qui lui est propre, ledit procédé comprenant les étapes de :

- réception d'une requête de détermination d'une fréquence de commande ;

- détermination du circuit de génération de plasma à commander ;  
 - détermination d'une fréquence de commande sensiblement égale à la fréquence de résonance du circuit de génération de plasma à commander ;  
 - génération du signal de commande à la fréquence de commande déterminée.

## Patentansprüche

1. Hochfrequenz-Plasmageneratorvorrichtung, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese umfasst:

- eine Versorgungsschaltung (2), umfassend einen Unterbrecher (M), der von einem Steuersignal (V1) gesteuert wird, um eine Zwischenspannung (Vinter) an einen Ausgang der Versorgungsschaltung bei einer Frequenz anzulegen, die durch das Steuersignal definiert wird,  
 - mindestens zwei Plasmageneratorschaltungen (BB1, BB2, BB3, BB4), die parallel am Ausgang der Versorgungsschaltung angeschlossen sind, wobei jede Plasmageneratorschaltung eine Resonanzfrequenz aufweist, die dieser eigen ist und geeignet ist, ein Plasma zu erzeugen, wenn ein hoher Spannungspegel an den Ausgang der Versorgungsschaltung bei einer Frequenz im Wesentlichen gleich der Resonanzfrequenz der Plasmageneratorschaltung angelegt wird,  
 - eine Steuervorrichtung (5) der Versorgungsschaltung, welche die Frequenz des Steuersignals unter einer der Resonanzfrequenzen (F1, F2, F3, F4) der Plasmageneratorschaltungen bestimmt, um selektiv jede Plasmageneratorschaltung gemäß der verwendeten Steuerefrequenz zu steuern,

**dadurch gekennzeichnet, dass** jede Plasmageneratorschaltung einen Resonator (1) umfasst, wobei jeder Resonator eine identische Resonanzfrequenz aufweist, und dadurch, dass mindestens eine der Plasmageneratorschaltungen außerdem Mittel zur Verschiebung der Resonanzfrequenz ihres Resonators umfasst.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Frequenzverschiebungsmittel eine Impedanzanpassungsschaltung (14) umfassen, die in Serie zwischen dem Ausgang der Versorgungsschaltung und dem Resonator angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Impedanzanpassungsschaltung eine Induktanz umfasst.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Impedanzanpassungsschaltung aus einem Impedanzverbindungskabel besteht, das die Verbindung zwischen dem Ausgang der Versorgungsschaltung und jedem Resonator sicherstellt, wobei die Länge (L1, L2, L3) des Kabelabschnitts zwischen den Resonatoren die Frequenzverschiebung zwischen den Resonatoren definiert.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Plasmageneratorschaltung geeignet ist, eine Zündung in einer der folgenden Umsetzungen durchzuführen: eine Zündung, die in einem Verbrennungsmotorzylinder gesteuert wird, eine Zündung in einem Partikelfilter, eine Dekontaminationszündung in einem Klimatisierungssystem.

6. Verfahren zur Steuerung der Versorgung einer Plasmageneratorvorrichtung, umfassend eine Versorgungsschaltung (2), die einen Unterbrecher (M) aufweist, der von einem Steuersignal (V1) gesteuert wird, um eine Zwischenspannung (Vinter) bei einer Frequenz, die durch das Steuersignal definiert wird, an einen Ausgang der Versorgungsschaltung anzulegen, an den mindestens zwei Plasmageneratorschaltungen parallel angeschlossen sind, wobei jede Plasmageneratorschaltung einen Resonator (1) umfasst, wobei jeder Resonator eine identische Resonanzfrequenz aufweist, wobei mindestens eine der Plasmageneratorschaltungen außerdem Mittel zur Verschiebung der Resonanzfrequenz ihres Resonators umfasst, wobei jede Plasmageneratorschaltung bereitgestellt ist, um selektiv bei einer Resonanzfrequenz gesteuert zu werden, die ihr eigen ist,

wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

- Empfangen einer Anforderung zur Bestimmung einer Steuerfrequenz;
- Bestimmen der zu steuernden Plasmageneratorschaltung;
- Bestimmen einer Steuerfrequenz im Wesentlichen gleich der Resonanzfrequenz der zu steuernden Plasmageneratorschaltung;
- Generieren des Steuersignals bei der bestimmten Steuerfrequenz.

#### Claims

1. Radio frequency plasma generating device, **characterized in that** it comprises:

- a power supply circuit (2), comprising a switch (M) controlled by a control signal (V1) for applying an intermediate voltage (Vinter) to an output of the power supply circuit at a frequency defined

by the control signal,

- at least two plasma generation circuits (BB1, BB2, BB3, BB4) connected in parallel to the output of the power supply circuit, each plasma generation circuit having its own resonance frequency and being capable of generating a plasma when a high voltage level is applied to the output of the power supply circuit at a frequency roughly equal to the resonance frequency of the plasma generation circuit,

- a device (5) for controlling the power supply circuit, determining the frequency of the control signal from one of the resonance frequencies (F1, F2, F3, F4) of the plasma generation circuits, so as to selectively control each plasma generation circuit according to the control frequency used, **characterized in that** each plasma generation circuit comprises a resonator (1), each resonator having an identical resonance frequency, and **in that** at least one of the plasma generation circuits also comprises means of shifting the resonance frequency of its resonator.

2. Device according to Claim 1, **characterized in that** the frequency-shifting means comprise an impedance matching circuit (14) positioned in series between the output of the power supply circuit and the resonator.

3. Device according to Claim 2, **characterized in that** the impedance matching circuit comprises an inductance.

4. Device according to Claim 3, **characterized in that** the impedance matching circuit comprises an impedance matching link cable providing the connection between the output of the power supply circuit and each resonator, the length (L1, L2, L3) of the portion of cable between the resonators defining the frequency shift between the resonators.

5. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** each plasma generation circuit is designed to produce an ignition in one of the following implementations: controlled ignition in a combustion engine cylinder, ignition in a particle filter, decontamination ignition in an air conditioning system.

6. Method of controlling the power supply of a plasma generating device, comprising a power supply circuit (2) having a switch (M) controlled by a control signal (V1) for applying an intermediate voltage (Vinter) at a frequency defined by the control signal to an output of the power supply circuit, to which at least two plasma generation circuits are connected in parallel, each plasma generation circuit comprising a reso-

erator (1), each resonator having an identical resonance frequency, at least one of the plasma generation circuits also comprising means of shifting the resonance frequency of its resonator, each plasma generation circuit being designed to be selectively controlled at its own resonance frequency, said method comprising the steps of:

- reception of a request to determine a control frequency;
- determination of the plasma generation circuit to be controlled;
- determination of a control frequency that is roughly equal to the resonance frequency of the plasma generation circuit to be controlled;
- generation of the control signal at the determined control frequency.

20

25

30

35

40

45

50

55

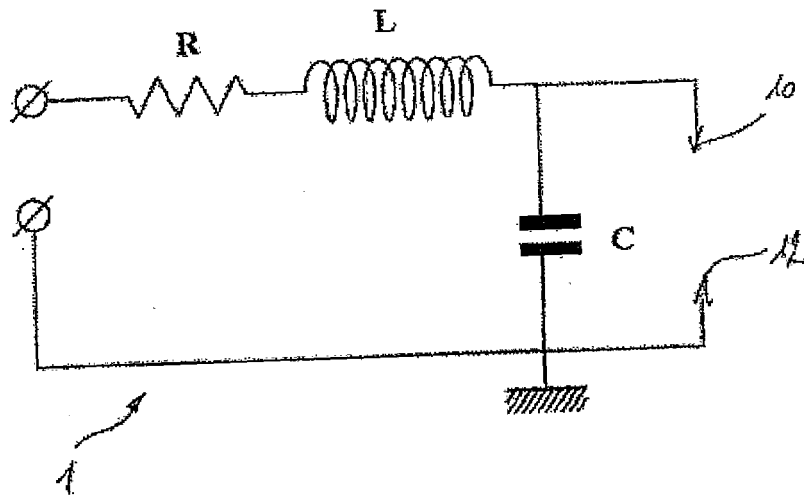


FIG. 1

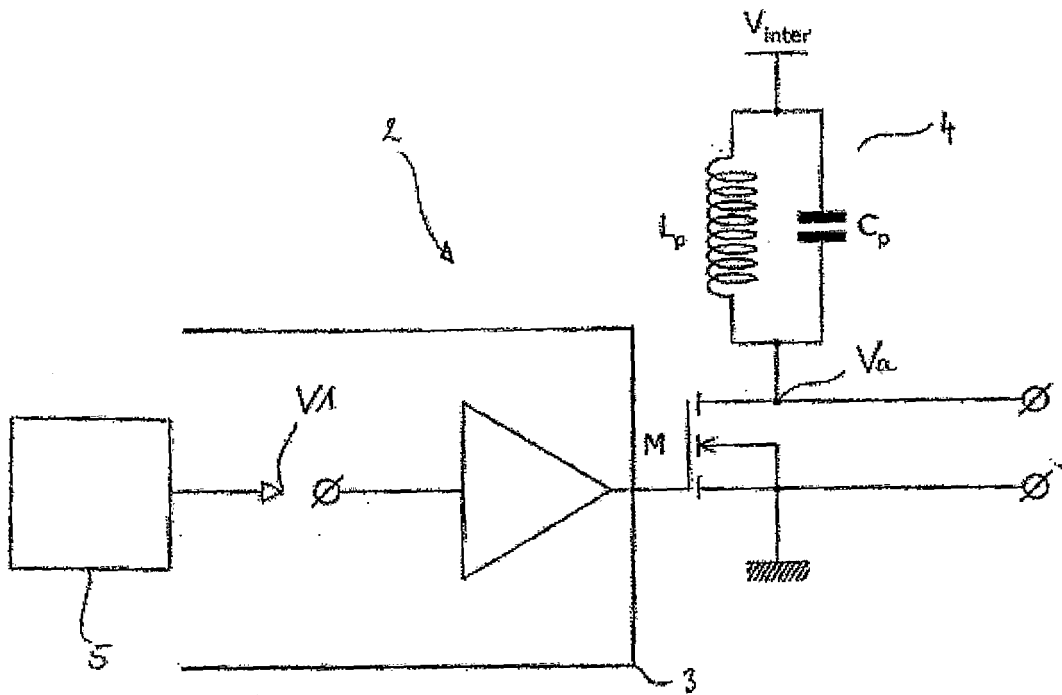


FIG. 2

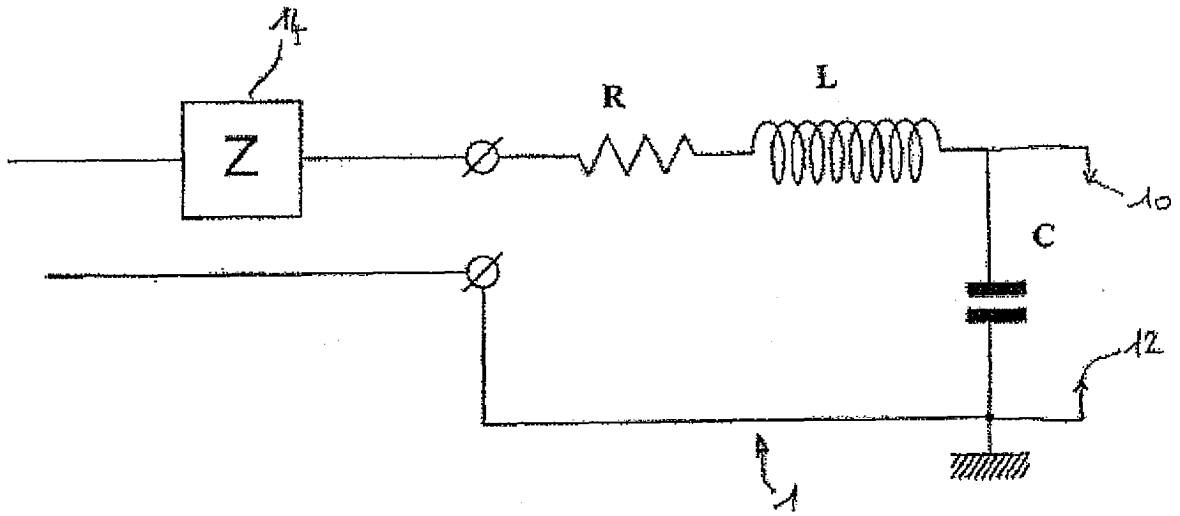


FIG. 3

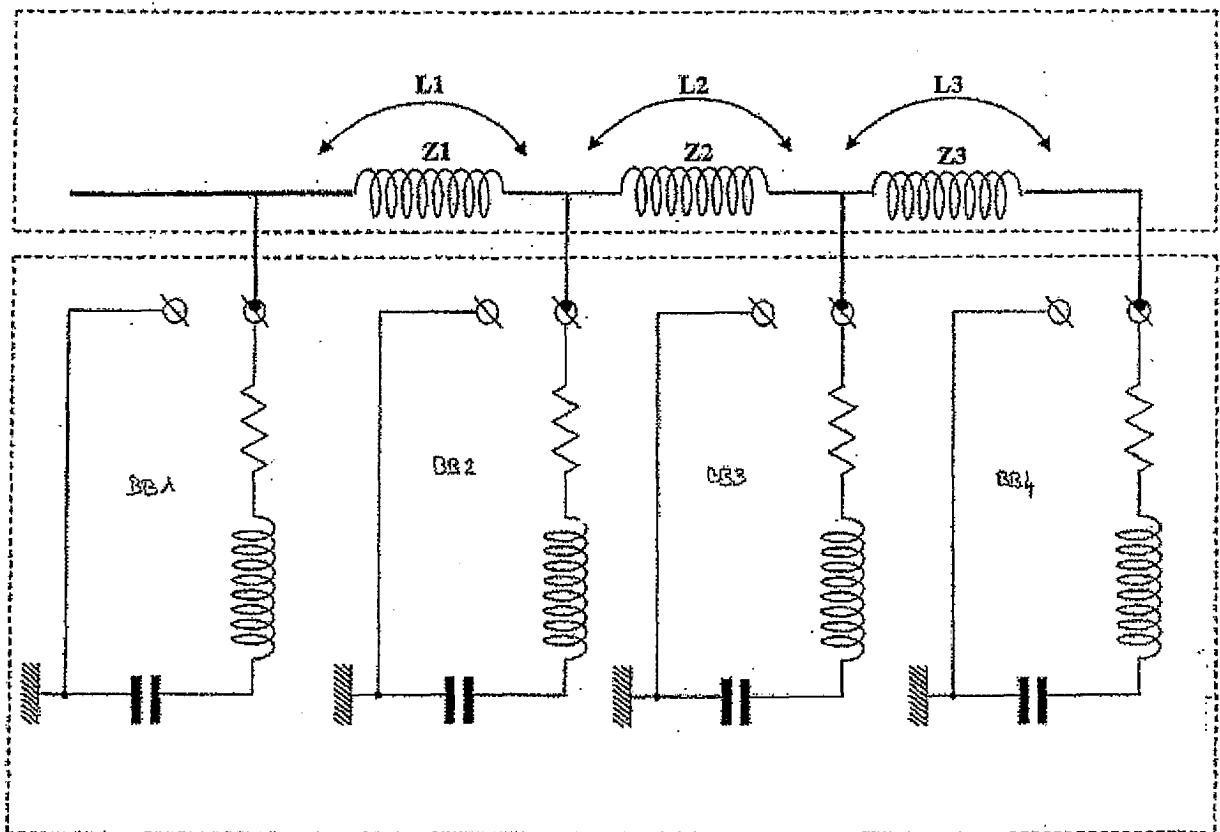


FIG. 4

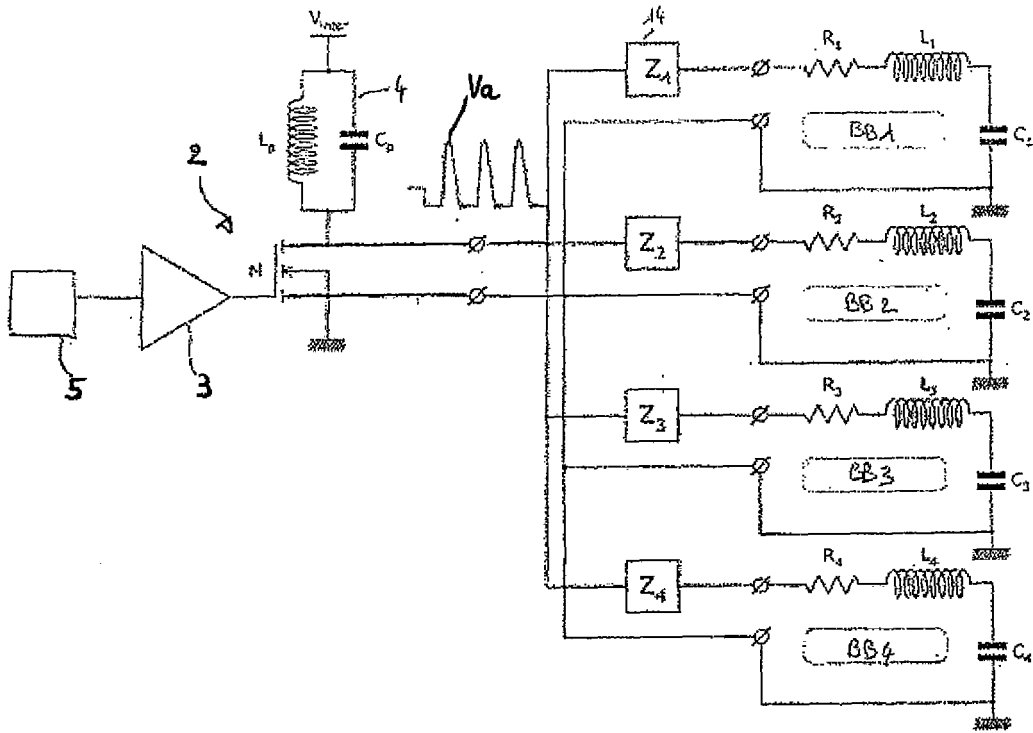


FIG. 5

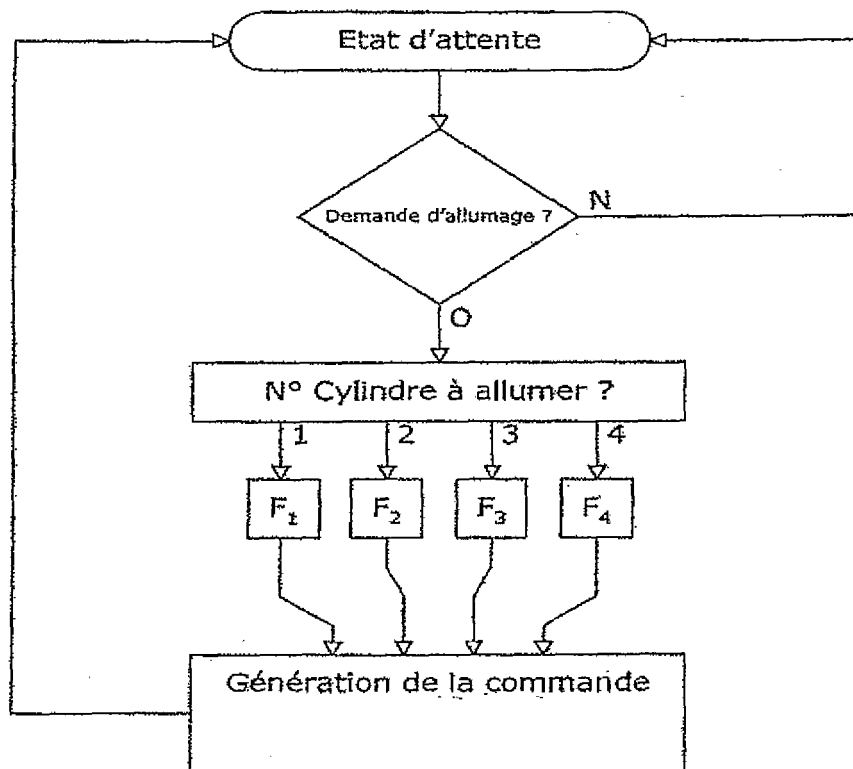


FIG. 6

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- FR 0310766 [0002]
- FR 0310767 [0002] [0006]
- FR 0310768 [0002]
- US 5655201 A [0002]
- EP 1515594 A [0009]
- FR 05127669 [0051]
- FR 0512770 [0051]