



(11) **EP 1 888 901 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
07.09.2011 Bulletin 2011/36

(21) Numéro de dépôt: **06778915.6**

(22) Date de dépôt: **06.06.2006**

(51) Int Cl.:
F02D 41/40 (2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2006/050523

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2006/131672 (14.12.2006 Gazette 2006/50)

(54) **PROCEDE DE REDUCTION DU BRUIT D'UN MOTEUR DIESEL A INJECTION**
VERFAHREN ZUR RAUSCHUNTERDRÜCKUNG IN EINEM EINSPRITZDIESELMOTOR
METHOD FOR NOISE REDUCTION OF AN INJECTION DIESEL ENGINE

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorité: **07.06.2005 FR 0505769**

(43) Date de publication de la demande:
20.02.2008 Bulletin 2008/08

(73) Titulaire: **Peugeot Citroën Automobiles Société Anonyme**
78140 Velizy Villacoublay (FR)

(72) Inventeurs:
• **CHEMISKY, Jean-Pierre**
F-92400 Courbevoie (FR)

• **GIMBRES, David**
F-94510 La Queue en Brie (FR)

(74) Mandataire: **Ménès, Catherine**
Peugeot Citroën Automobiles SA
PI (LG081)
18, rue des Fauvelles
92250 La Garenne-Colombes (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 1 128 050 EP-A- 1 219 805
WO-A-2005/005813 US-A1- 2003 127 073
US-A1- 2005 005 902

EP 1 888 901 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 revendique la priorité de la demande française 0505769 déposée le 07/06/2005 dont le contenu (description, revendications, dessins) est incorporé ici par référence.

[0002] L'invention concerne un procédé pour réduire le bruit généré par un moteur thermique à injection tel qu'un moteur diesel de véhicule automobile.

[0003] Dans le domaine des moteurs à injection, tels que les moteurs Diesel, le niveau de bruit de combustion est conditionné par les paramètres d'injection qui sont généralement choisis pour répondre à un compromis entre différents impératifs.

[0004] Le choix des paramètres d'injection est fait par exemple à partir de séries de tests réalisés sur banc d'essai, et qui permettent de déterminer pour chaque régime du moteur testé, des paramètres offrant un compromis optimal, par exemple entre niveau de pollution et niveau de bruit de combustion. Ces paramètres d'injection sont par exemple la quantité de carburant injectée, ou bien l'avance de l'injection.

[0005] Compte tenu des conditions sur banc d'essai, le choix des paramètres d'injection est réalisé principalement à régime et charge stabilisés du moteur de sorte que ces paramètres sont satisfaisants en régime stabilisé, c'est à dire par exemple lorsque le véhicule roule à vitesse constante.

[0006] Cependant, ces paramètres ne sont pas entièrement satisfaisants en régime transitoire, par exemple lorsqu'une accélération importante est demandée. Dans ce cas le moteur génère un niveau de bruit de combustion bien plus élevé qu'en régime stabilisé, pour une même vitesse de rotation et une même charge.

[0007] D'autre part, au cours de la vie du moteur, les caractéristiques de compression et/ou les caractéristiques des injecteurs de chaque chambre de combustion évoluent par exemple du fait de l'encrassement des injecteurs. Mais les paramètres d'injection restent ceux qui ont été choisis initialement de sorte qu'un tel moteur produit un bruit de plus en plus important au fur et à mesure qu'il vieillit. Un exemple de procédé pour réduire le bruit est divulgué dans la demande US 2003/0127073.

[0008] Le but de l'invention est de proposer un procédé pour réduire le niveau de bruit de combustion d'un moteur thermique, notamment en régime transitoire.

[0009] A cet effet, l'invention a pour objet un procédé pour réduire le bruit généré par un moteur thermique à injection selon la revendication 1.

[0010] Selon une autre caractéristique de l'invention, le procédé est appliqué à un moteur à injections multiples incluant une injection dite pilote et un injection dite principale, et dans lequel l'indice de bruit est déterminé sur la base de l'injection pilote et/ou sur la base de l'injection principale.

[0011] Selon une autre caractéristique de l'invention, les paramètres d'injection modifiés sont l'avance d'injection, et/ou la quantité de carburant injectée pour chaque

injection, et/ou la pression d'injection, et/ou l'ajout d'une injection supplémentaire.

5 La figure 1 est une illustration du procédé selon l'invention sous forme de schéma-bloc ;

La figure 2 est un premier diagramme de pression à régime stabilisé ;

La figure 3 est un second diagramme de pression d'un premier cycle transitoire ;

10 La figure 4 est un troisième diagramme de pression d'un second cycle transitoire ;

La figure 5 est un quatrième diagramme de pression d'un troisième cycle transitoire ;

15 La figure 6 est un cinquième diagramme de pression d'un douzième cycle transitoire ;

La figure 7 est un sixième diagramme de pression d'un cinquantième cycle transitoire quasi-stabilisé.

20 **[0012]** La figure 1 montre sous forme de schéma bloc le procédé selon l'invention appliqué à un moteur M à quatre chambres de combustion, chaque chambre de combustion étant équipée d'un capteur de pression correspondant, repérés respectivement par C1, C2, C3 et C4.

25 **[0013]** Chaque capteur C1-C4 produit un signal S1-S4 représentatif de la pression instantanée de la chambre de combustion à laquelle il est dédié. Les quatre signaux de pression S1 - S4 sont reçus en A, par exemple sur une carte électronique d'acquisition.

30 **[0014]** Dans l'exemple de la figure 1, les quatre signaux sont déphasés et additionnés ou moyennés de manière à constituer un signal unique représentatif de la pression instantanée dans une chambre de combustion en fonction de l'angle de l'arbre moteur.

35 **[0015]** Un traitement de filtrage et de dérivation est ensuite appliqué, au bloc FD, au signal généré par la carte électronique à l'étape A, de manière à lisser ce signal et à obtenir la valeur instantanée du gradient de pression.

40 **[0016]** Le traitement de filtrage est par exemple réalisé par un filtre passe-bas d'ordre supérieur à deux, et ayant une fréquence de coupure qui varie en fonction du régime du moteur. Le traitement de dérivation peut être mis en oeuvre au moyen d'une carte électronique ou analogique.

45 **[0017]** Le signal obtenu après le traitement appliqué en FD est représenté au bloc D3P, par une courbe GP1 représentative de la valeur du gradient de pression en fonction de l'avancement du cycle de combustion, au voisinage du ou des points d'injection.

50 **[0018]** Le bloc repéré par D3P est une étape de détermination d'un indice de bruit Ib durant le dernier cycle moteur, sur la base des valeurs de pression qui ont été prises durant ce cycle. Différents calculs peuvent être envisagés dans cette étape pour déterminer l'indice de

55 **[0019]** Avantagusement, l'indice de bruit est la différence entre deux valeurs de gradient de pression GP1 résultant d'une injection. Cet indice de bruit vaut alors la

différence entre le gradient de pression GP1 lorsque ce gradient atteint un premier maximum local après l'injection, et le gradient de pression à l'instant de l'injection considérée.

[0020] La détection de ce maximum local peut consister à détecter une annulation de la dérivée première ou seconde de la courbe GP1.

[0021] Dans le cas d'un moteur à injection multiple, l'injection considérée pour le calcul de l'indice de bruit I_b peut être une injection dite pilote, ou bien une injection dite principale. Mais l'indice de bruit peut aussi être déterminé à partir d'une combinaison des différences de gradients correspondant à plusieurs injections ayant lieu durant un même cycle.

[0022] Dans l'étape suivante, l'indice de bruit I_b déterminé en D3P est comparé avec une valeur de référence Ref pour déterminer un écart E_c par rapport à cette valeur de référence. La valeur de référence utilisée provient avantageusement d'un ensemble de valeurs encore appelé cartographie du moteur qui donne différentes valeurs de références correspondant à différentes conditions de fonctionnement du moteur.

[0023] Si l'écart entre la valeur courante de l'indice de bruit I_b et la valeur de référence Ref est trop important, les paramètres d'injection sont modifiés au bloc CR, ces modifications étant appliquées au moteur dès le cycle moteur suivant, ce qui est représenté par le bloc PM.

[0024] Dans l'exemple représenté sur cet organigramme, les signaux S1 - S4 issus de chaque capteur sont d'abord réunis au bloc A de manière à constituer un signal unique représentatif de la moyenne des pressions dans les différentes chambres de combustion du moteur à chaque instant du cycle. Si l'écart E_c est trop important, les paramètres d'injection sont modifiés pour toutes les chambres de combustion.

[0025] Mais le procédé selon l'invention peut avantageusement consister à traiter les chambres de combustion indépendamment les unes des autres. Dans ce cas, les étapes de traitement consistent à déterminer un indice de bruit I_b et un écart E_c pour chaque chambre de combustion du moteur, et à modifier au moins un paramètre d'injection de chaque chambre de combustion ayant un écart E_c supérieur à la valeur seuil.

[0026] Ainsi, les différences des caractéristiques de compression des différentes chambres de combustion et/ou de fonctionnement de chaque injecteur sont prises en compte pour diminuer le bruit de combustion de l'ensemble du moteur. En particulier, l'écart de comportement d'une chambre de combustion particulièrement bruyante par rapport aux autres durant le transitoire peut être corrigée sans perturber le fonctionnement des autres chambres de combustion.

[0027] Les figures 2 à 7 sont des diagrammes du gradient de pression pour différents cycles d'un régime transitoire qui correspond à un véhicule moyen de gamme Diesel, partant d'un régime stabilisé à 70km/h, et auquel est demandée une accélération pleine charge, de façon brutale.

[0028] Ces diagrammes de pression sont ceux d'un véhicule pour lequel les paramètres d'injection ne sont pas modifiés durant le régime transitoire, ce qui permet de mettre en évidence les corrections qu'il convient d'appliquer, conformément à l'invention, pour remédier à cette situation.

[0029] La figure 2 comprend une courbe représentative d'un régime stabilisé initial. Les figures 3 à 5 donnent les courbes de gradient de pression durant les trois cycles moteur qui suivent la demande d'accélération. La figure 6 donne le gradient de pression pour le douzième cycle suivant la demande d'accélération, et la figure 7 donne le gradient de pression durant le cinquantième cycle suivant l'accélération brutale, ce cinquantième cycle correspondant sensiblement à un nouveau régime stabilisé du moteur.

[0030] Chaque diagramme comprend deux courbes repérées par GP1 et GP2, qui sont chacune représentative de la pression dans une chambre de combustion correspondante durant un intervalle de temps situé autour des injections. Ces courbes GP1, GP2 qui illustrent le gradient de pression dans le moteur sont plus particulièrement la dérivée de la pression de la chambre de combustion par rapport à l'angle de rotation du moteur.

[0031] Le cas de figure qui est illustré dans ces diagrammes correspond à un moteur à injections multiples comprenant une injection pilote I_{pil} suivie d'une injection principale I_{pal} . L'injection pilote consiste en l'injection d'une faible quantité de carburant réalisée quelques millisecondes avant l'injection principale. Elle a pour effet de faire diminuer le gradient de pression dans la chambre de combustion, notamment pour réduire le bruit de combustion.

[0032] Dans la figure 2 qui montre un diagramme de gradient à régime stabilisé, une injection pilote repérée par I_{pil} provoque une précombustion qui augmente d'abord sensiblement le gradient de pression jusqu'à un premier maximum local. Suite à l'atteinte de ce maximum local, le gradient de pression décroît de façon importante jusqu'à ce que soit déclenchée l'injection principale repérée par I_{pal} , ce qui provoque la combustion du carburant accompagnée d'une augmentation significative du gradient de pression jusqu'à un second maximum local repéré par M_{pal} .

[0033] L'indice de bruit, noté I_b correspond ici à la différence entre la valeur du gradient de pression au moment de l'injection principale et au moment où est atteint le maximum M_{pal} subséquent. L'injection pilote qui a un effet marqué dans le diagramme de la figure 2 modifie les conditions dans la chambre de combustion, ce qui tend à réduire la valeur de I_b .

[0034] Comme visible sur la figure 2, les allures des deux courbes GP1 et GP2 sont similaires dans ce premier diagramme.

[0035] Figure 3, une demande d'accélération pleine charge vient d'être appliquée au moteur. Dans ce cas, l'effet de l'injection pilote est beaucoup plus faible que

dans le diagramme de la figure 2, du fait qu'il s'agit d'un régime transitoire, pour lequel les paramètres d'injection ne sont par conséquent pas optimaux. En particulier, l'effet de l'injection pilote est quasiment inexistant dans le cas de la courbe GP1, ce qui conduit à une valeur de l'indice de bruit I_b bien supérieure au cas du diagramme de la figure 1.

[0036] Les diagrammes des figures 4 et 5 montrent de façon analogue les courbes de gradient de pression des deux cycles suivants, dans lesquelles l'effet de l'injection pilote est toujours très faible, ce qui conduit à des valeurs d'indice de bruit I_b d'autant plus importantes.

[0037] Le diagramme de la figure 6 montre quant à lui le douzième cycle moteur après le cycle moteur de la figure 2. Le véhicule a alors accéléré significativement, de sorte qu'il s'agit d'un régime transitoire moins marqué que pour les trois premiers cycles. En conséquence, l'effet de l'injection pilote est à nouveau perceptible, ce qui conduit à nouveau à une valeur d'indice de bruit I_b réduite, de façon analogue au cas de la figure 1.

[0038] Le diagramme de la figure 7 qui correspond au cinquantième cycle suivant la demande d'accélération pleine charge correspond à une situation dans laquelle le véhicule se rapproche d'un nouveau régime stabilisé. Il s'ensuit que l'effet de l'injection pilote est à nouveau pleinement perceptible, de telle sorte que cette injection pilote permet de réduire significativement la valeur de l'indice de bruit I_b , comme dans le cas de la figure 2.

[0039] Comme visible dans les figures 3 à 5, l'allure de la courbe de gradient de pression est très différente de ce qu'elle devient ensuite, alors que la demande en carburant reste sensiblement identique.

[0040] Plus particulièrement, durant le début du régime transitoire, l'effet de l'injection pilote est quasi inexistant, de sorte que l'auto-inflammation de la combustion suivant l'injection principale est d'autant plus violente, ce qui est à l'origine d'un bruit de combustion plus important que dans les autres cas.

[0041] Ce défaut peut avantageusement être rectifié en modifiant les paramètres d'injection en fonction de l'écart E_c entre l'indice de bruit I_b et la valeur de référence, conformément à l'invention.

[0042] Cette modification consiste à agir en temps réel sur les paramètres d'injection, par exemple en augmentant la quantité de carburant introduite lors de l'injection pilote lorsque l'indice de bruit est trop important, c'est-à-dire lorsque son écart E_c est supérieur à une valeur seuil prédéterminée. L'augmentation de la quantité de carburant introduite par l'injection pilote peut être obtenue par augmentation de la durée d'injection.

[0043] La modification des paramètres d'injection en cas d'indice de bruit trop important peut encore consister à modifier en temps réel la valeur de l'avance ou séparation angulaire entre l'injection pilote et l'injection principale afin de la diminuer. De façon analogue, cette modification des paramètres d'injection peut encore consister à introduire une injection pilote intermédiaire intervenant entre l'injection pilote normale et l'injection princi-

pale.

[0044] Comme indiqué plus haut, selon l'invention, les modifications des paramètres d'injection en boucle fermée sont réalisées en temps réel, ce qui signifie que la valeur de l'indice de bruit I_b durant un cycle moteur est prise en compte pour modifier les paramètres d'injection durant le cycle moteur suivant.

[0045] Ce contrôle en boucle fermée a pour effet de ramener l'indicateur de bruit I_b à une valeur nominale de façon sensiblement instantanée, afin d'éviter que le moteur ne génère un bruit important.

[0046] Avantageusement, la valeur de référence Ref à laquelle est comparé l'indice de bruit I_b à chaque cycle est issue d'une cartographie de combustion donnant une valeur de référence pour chaque condition de fonctionnement du moteur.

Revendications

1. Procédé pour réduire le bruit généré par un moteur thermique (M) à injection, consistant à déterminer à chaque cycle moteur un indice de bruit (I_b) à partir de différentes valeurs prises durant ce cycle moteur par un signal (GPI, GP2) issu d'un capteur de pression (C1-C4) d'une chambre de combustion du moteur (M) ; déterminer une valeur d'écart (E_c), pour le cycle moteur considéré, entre l'indice de bruit (I_b) et une valeur de référence (Ref) prédéterminée ; et, modifier au moins un paramètre d'injection pour le cycle moteur suivant, afin de diminuer cet écart (E_c) si cet écart (E_c) est supérieur à une valeur seuil prédéterminée, **caractérisée en ce que** la valeur de référence est issue d'une cartographie de combustion donnant une valeur de référence pour chaque condition de fonctionnement du moteur et **en ce que** l'indice de bruit (I_b) est déterminé par application d'un traitement de dérivation (FD) au signal (S1-S4) généré par le capteur de pression, et par détermination de la différence entre la valeur du gradient de pression (GPI, GP2) lorsque ce gradient de pression (GPI, GP2) atteint un maximum local (M_{pal}) subséquent à une injection et la valeur du gradient de pression lors de cette injection (I_{pil} , I_{pal}).
2. Procédé selon la revendication 1, consistant à déterminer un indice de bruit (I_b) et un écart (E_c) pour chaque chambre de combustion (C1-C4) du moteur (M), et à modifier au moins un paramètre d'injection de chaque chambre de combustion (C1-C4) ayant un écart (E_c) supérieur à la valeur seuil prédéterminée.
3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, appliqué à un moteur à injections multiples incluant une injection dite pilote et une injection dite principale, et dans lequel l'indice de bruit (I_b) est déterminé sur la base de l'injection pilote (I_{pil}) et/ou sur

la base de l'injection principale (Ipal).

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les paramètres d'injection modifiés sont l'avance d'injection, et/ou la quantité de carburant injectée pour chaque injection, et/ou la pression d'injection, et/ou l'ajout d'une injection supplémentaire.

Claims

1. Method for reducing the noise generated by an injection heat engine (M), consisting in determining at each engine cycle a noise index (Ib) from different values taken during this engine cycle by a signal (GP1, GP2) issued from a pressure sensor (C1-C4) of a combustion chamber of the engine (M); determining a difference value (Ec), for the engine cycle concerned, between the noise index (Ib) and a predetermined reference value (Ref); and modifying at least one injection parameter for the following engine cycle, so as to reduce this difference (Ec) if this difference (Ec) is greater than a predetermined threshold value, **characterized in that** the reference value is issued from a combustion cartography giving a reference value for each operating condition of the engine and **in that** the noise index (Ib) is determined by application of a derivation processing (FD) to the signal (S1-S4) generated by the pressure sensor, and by determining the difference between the value of the pressure gradient (GP1, GP2) when this pressure gradient (GP1, GP2) reaches a local maximum (Mpal) subsequent to an injection and the value of the pressure gradient at the time of this injection (Ipil, Ipal).
2. Method according to claim 1, consisting in determining a noise index (Ib) and a difference (Ec) for each combustion chamber (C1-C4) of the engine (M), and in modifying at least one injection parameter of each combustion chamber (C1-C4) having a difference (Ec) greater than the predetermined threshold value.
3. Method according to claim 1 or claim 2, applied to a multiple injection engine including an injection designated as pilot and an injection designated as principal, and in which the noise index (Ib) is determined on the basis of the pilot injection (Ipil) and/or on the basis of the principal injection (Ipal).
4. Method according to one of the preceding claims, in which the modified injection parameters are the injection advance, and/or the quantity of fuel injected for each injection, and/or the injection pressure, and/or the addition of a supplementary injection.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verringern des Geräuschs, das von einem Einspritz-Verbrennungsmotor (M) erzeugt wird, das darin besteht, bei jedem Motorzyklus einen Schallindex (Ib) ausgehend von verschiedenen Werten zu bestimmen, die während dieses Motorzyklus von einem Signal (GP1, GP2) genommen werden, das von einem Drucksensor (C1-C4) einer Brennkammer des Motors (M) stammt; für den betreffenden Motorzyklus einen Unterschiedswert (Ec) zwischen dem Schallindex (Ib) und einem vorbestimmten Bezugswert (Ref) zu bestimmen, und mindestens einen Einspritzparameter für den folgenden Motorzyklus zu ändern, um diesen Unterschied (Ec) zu verringern, wenn dieser Unterschied (Ec) größer ist als ein vorbestimmter Schwellenwert, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bezugswert aus einer Verbrennungskartografie stammt, die einen Bezugswert für jeden Betriebszustand des Motors gibt, und dass der Schallindex (Ib) durch Anwenden einer Ableitverarbeitung (FD) an dem Signal (S1-S4), das von dem Drucksensor erzeugt wird, und durch Bestimmen des Unterschieds zwischen dem Wert des Druckgradienten (GP1, GP2), wenn dieser Druckgradient (GP1, GP2) ein lokales Maximum (Mpal) im Anschluss an eine Einspritzung erreicht, und dem Wert des Druckgradienten bei dieser Einspritzung (Ipil, Ipal) bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, das darin besteht, einen Schallindex (Ib) und einen Unterschied (Ec) für jede Brennkammer (C1-C4) des Motors (M) zu bestimmen und mindestens einen Einspritzparameter jeder Brennkammer (C1-C4), der einen Unterschied (Ec) größer als der vorbestimmte Wert hat, zu ändern.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, an einen Mehrfacheinspritzmotor angewandt, der eine sogenannte Piloteinspritzung und eine sogenannte Haupteinspritzung hat, und bei dem der Schallindex (Ib) auf der Grundlage der Piloteinspritzung (Ipil) und/oder auf der Grundlage der Haupteinspritzung (Ipal) bestimmt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die geänderten Einspritzparameter die Einspritzvoreilung und/oder die bei jeder Einspritzung eingespritzte Kraftstoffmenge und/oder der Einspritzdruck und/oder das Hinzufügen einer zusätzlichen Einspritzung sind.

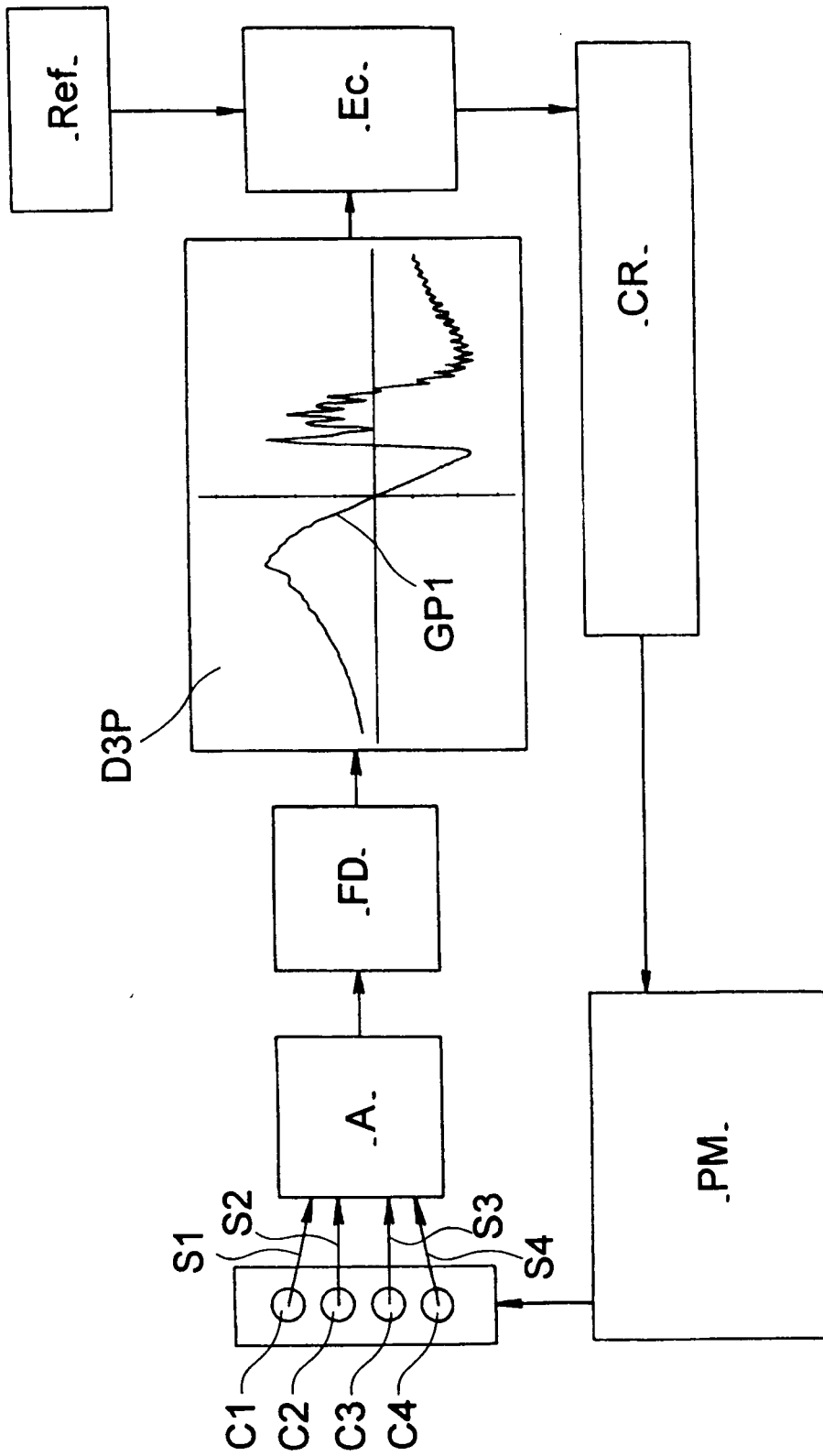


FIG. 1

FIG. 2

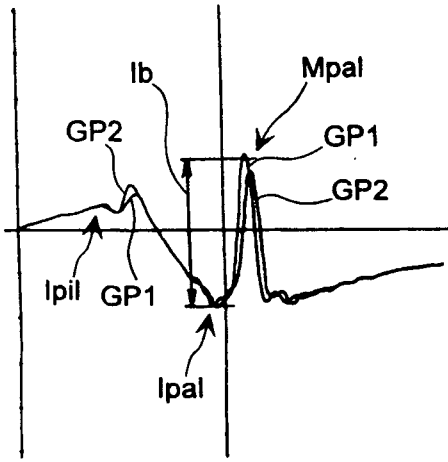


FIG. 3

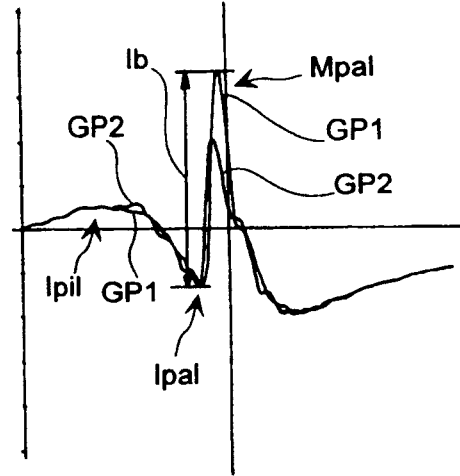


FIG. 4

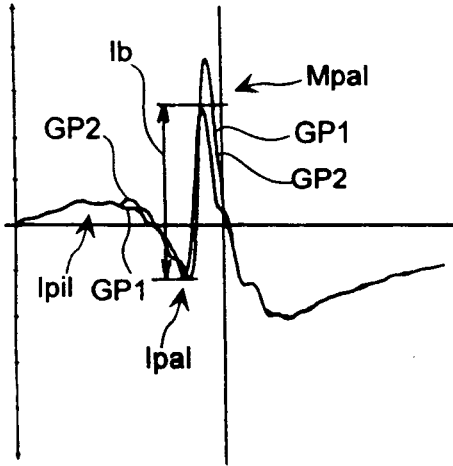


FIG. 5

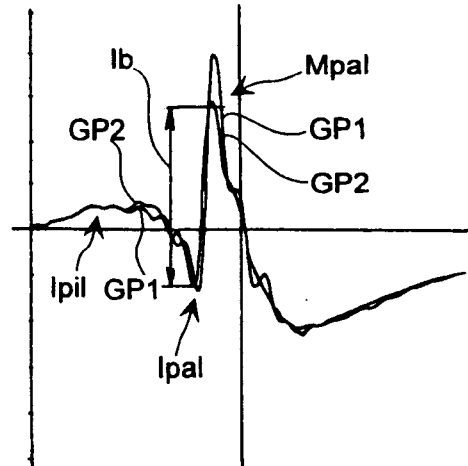


FIG. 6

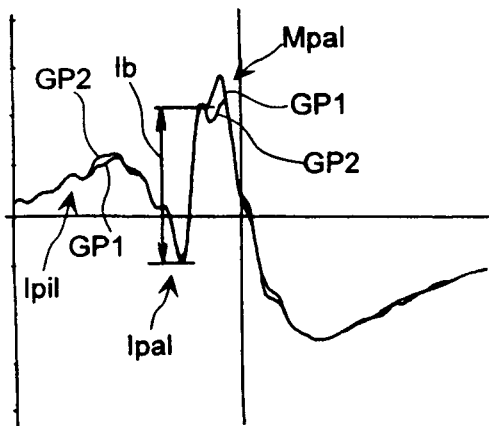
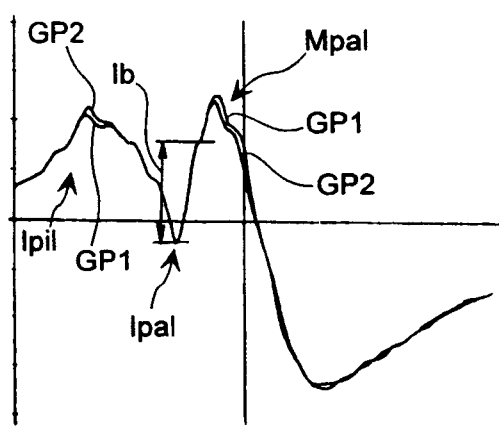


FIG. 7



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 0505769 [0001]
- US 20030127073 A [0007]