

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : 2 966 542

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : 10 04174

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : F 16 D 65/14 (2012.01), F 16 D 55/22

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 22.10.10.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 27.04.12 Bulletin 12/17.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : ROBERT BOSCH GMBH — DE.

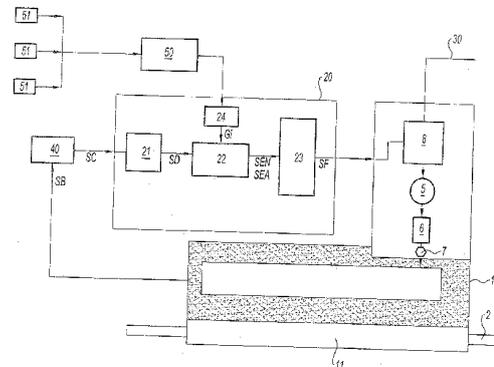
⑦2 Inventeur(s) : CHEVALLET FREDERIC et  
RAMDANÉ ABDESSAMED.

⑦3 Titulaire(s) : ROBERT BOSCH GMBH.

⑦4 Mandataire(s) : ROBERT BOSCH FRANCE SAS.

⑤4 SYSTEME DE FREINS A DISQUE ELECTRIQUE.

⑤7 Système de frein à disque électrique comprenant un étrier (1) portant avec le piston de frein, les deux patins. Le piston de frein est commandé par un motoréducteur électrique (5). Le système est équipé d'un capteur pour saisir les vibrations émises par le frein au moment du serrage/desserage. Le signal de vibration est transmis à un circuit d'analyse et de commande (20) pour analyser le signal en amplitude et en fréquence. Le résultat de l'analyse faite par une transformée de Fourier rapide, est appliqué à un comparateur qui compare la courbe résultante à un gabarit et génère un signal de commande s'il y a dépassement du gabarit pour intervenir sur le motoréducteur du frein.



FR 2 966 542 - A1



**Domaine de l'invention**

La présente invention concerne un système de frein à disque électrique comprenant :

- un étrier portant un premier patin de frein et un piston portant un second patin de frein pour coopérer avec le disque de frein
- un motoréducteur actionnant le piston de frein pour commander le mouvement de serrage et de desserrage du frein,

**Etat de la technique**

Il existe déjà des systèmes de freins à moteur électrique du type défini ci-dessus, notamment dans le document WO 2007/107398 A1.

Il arrive que selon ses conditions de fonctionnement et son état, le frein émette des vibrations perçues de manière gênante.

**But de l'invention**

La présente invention a pour but de développer un système de frein à disque électrique permettant d'éliminer ou de réduire fortement les vibrations susceptibles d'être émises par le frein.

**Exposé et avantages de l'invention**

A cet effet, l'invention concerne un système de frein à disque électrique du type défini ci-dessus caractérisé en ce qu'il comprend :

- A) moins un capteur combiné au frein pour saisir un signal de vibration émis par le frein au moment de son actionnement, et
- B) un circuit d'analyse et de commande comprenant :
  - un moyen d'analyse de fréquence pour décomposer le signal en ses fréquences fondamentales,
  - un comparateur pour comparer l'enveloppe des fréquences à un gabarit, et
  - un moyen de commande recevant le signal de comparaison pour modifier l'action de serrage du frein par le motoréducteur en fonction du résultat de la comparaison.

Le système de freins selon l'invention permet de contrôler, de limiter les vibrations et les efforts transmis au châssis par le frein lors d'une phase de serrage. Selon une caractéristique particulièrement avantageuse, le moyen d'analyse de fréquence applique une transformation de Fourier FFT au signal du capteur.

Le contrôle effectué par le circuit d'analyse et de commande permet d'agir tant au moment du serrage que lors du desserrage et d'éviter les bruits de broutage ou de sifflement.

Les vibrations et les efforts du frein transmis au châssis, sont réduits en phase active de serrage du frein.

En l'absence de bruit, le système de freins est transparent et le circuit d'analyse et de commande n'agit pas sur le fonctionnement du frein. Ce n'est que si les limites prévues sont dépassées, qu'une action, de  
5 préférence avec réaction, est exercée.

Suivant une caractéristique avantageuse, le gabarit appliqué à la comparaison avec le signal obtenu à partir du bruit, a, selon un exemple, un niveau constant ou sensiblement constant pour les basses  
10 fréquences et les fréquences moyennes et se poursuit par limite décroissante à partir des fréquences moyennes vers les fréquences hautes.

Selon l'invention, le moyen de commande du circuit d'analyse et de commande intervient sur l'étage de puissance alimentant le motoréducteur. Cette intervention consiste à agir sur quelques pas de temps  
15 par exemple en coupant l'alimentation du motoréducteur de façon à relâcher par intermittence le serrage pour éviter l'amplification des bruits de broutage ou plus généralement des vibrations.

Suivant une autre caractéristique, le comparateur dispose de plusieurs gabarits dont l'un est sélectionné en fonction de l'état de  
20 fonctionnement du véhicule, état fourni par l'unité de gestion commandant le fonctionnement du véhicule.

Suivant une autre caractéristique avantageuse, le capteur est un capteur piézo-électrique, un capteur dynamométrique ou un accéléromètre.

Suivant une autre caractéristique avantageuse, le capteur est installé sur le fond du piston de frein ou sur la tige de poussée du piston ou encore entre le fond du piston de frein et l'étrier.

### **Dessins**

La présente invention sera décrite ci-après de manière plus  
30 détaillée à l'aide d'un exemple de réalisation d'un système de frein à disque électrique selon l'invention représenté schématiquement dans les dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma d'ensemble du système de frein à disque selon l'invention,
- 35 - la figure 2 est un schéma du frein à disque selon l'invention,
- la figure 3 montre l'analyse de fréquence d'un signal fourni par un capteur,

- \* la figure 3A montre un graphe fréquence/amplitude d'un signal de bruit,
- \* la figure 3B montre la comparaison entre le graphe fréquence/amplitude et un gabarit prédéfini pour un signal analysé,
- 5 \* la figure 3C montre un autre exemple de comparaison entre un graphe d'un autre signal et le gabarit prédéfini,
- la figure 4 est un schéma de la courbe de l'intensité du courant électrique, commandée, alimentant le motoréducteur du frein à disque,
- la figure 5 est une vue de dessus d'un exemple de frein à disque selon  
10 l'invention.

### **Description de modes de réalisation de l'invention**

Selon les figures 1 et 2, l'invention concerne un système de frein à disque électrique d'un système de freinage de véhicule.

Le frein à disque se compose d'un étrier flottant 1 coiffant le  
15 disque de frein 2 représenté schématiquement avec, d'un côté, l'étrier 1 se prolongeant par une chape 11 portant un patin 12 et de l'autre un patin 3 porté par un piston 4. Le piston 4 est commandé pour effectuer le mouvement de serrage et le mouvement de desserrage appliqué par un motoréducteur électrique 5 associé à un convertisseur de mouvement 6. Ce  
20 convertisseur 6 transforme le mouvement de rotation du motoréducteur 5 en un mouvement de translation du piston 4. Un compensateur d'usure de frein 7 est interposé dans cette ligne de transmission de mouvement.

Le motoréducteur 5 est alimenté par un étage de puissance 8 commandé par le système de freinage du véhicule et par un circuit  
25 d'analyse et de commande 20 et relié au réseau d'alimentation électrique 30 du véhicule.

Le mouvement du piston 4 se traduit par le serrage du disque 2 à la fois par le patin 3 et le patin 12 par le déplacement de l'étrier 11 comme cela est connu.

30 Le mouvement de desserrage produit l'effet inverse avec déplacement à la fois de l'étrier 11 et du piston 4 pour écarter les deux patins des faces opposées du disque de frein 2.

Le système comprend au moins un capteur 40 associé à l'étrier 1 et relié au circuit d'analyse et de commande 20. Le capteur 40  
35 (ou un ensemble de plusieurs capteurs) est installé sur l'étrier 1 en un ou plusieurs points sensibles, pour détecter les vibrations de fonctionnement du frein (serrage et desserrage). Il s'agit par exemple d'un bruit de brouillage ou de sifflement engendré par le frein en fonction de l'état de surface

du disque et des plaquettes de frein ou de la présence de corps étrangers à la surface d'une plaquette; d'autres bruits peuvent être engendrés par le fonctionnement propre du frein, de la transmission de bruits de structure ou autres vibrations. Le capteur 40 est un capteur piézo-électrique, un  
5 capteur dynamométrique ou un accéléromètre

Le circuit d'analyse et de commande 20 comprend un moyen d'analyse 21 recevant le signal SC du capteur 40 pour fournir le résultat de l'analyse de fréquence SD à un comparateur 22 recevant par ailleurs comme élément de comparaison, un gabarit G prédéfini. En fonc-  
10 tion du résultat de la comparaison il transmet, un signal SE à un moyen de commande 23 qui génère un signal de commande SF appliqué à l'étage de puissance 8 du motoréducteur 5 pour en commander ou en modifier le fonctionnement. Le signal de commande SF peut également être appliqué au circuit de commande de l'étage de puissance si ce circuit n'est pas in-  
15 tégré à l'étage de puissance.

De façon plus détaillée, le moyen d'analyse de fréquence 21 effectue l'analyse en fréquence du signal SC du capteur 40 détectant un signal de bruit SB du frein. L'analyse consiste à appliquer une transforma-  
20 tion de Fourier rapide (transformation FFT) pour obtenir les amplitudes aux différentes fréquences analysées et tracer un graphe fréquence/amplitude (figure 3A).

Ce graphe SD est fourni au comparateur 22 qui reçoit un gabarit Gi prédéfini constituant le second terme de la comparaison à effectuer. Le gabarit préétabli Gi est fourni par une bibliothèque de gabarits 24  
25 contenant l'enregistrement de différents gabarits établis par exemple selon différents états de fonctionnement du véhicule et des situations de freinage. Ces gabarits peuvent être définis à partir d'essais de freinage. La bibliothèque de gabarits 24 est commandée à partir du circuit de gestion 50 du moteur ou du véhicule recevant lui-même des informations de diffé-  
30 rents capteurs de fonctionnement 51 et choisissant le gabarit Gi applicable à l'état de fonctionnement instantané du véhicule et du frein à commander.

Le comparateur 22 compare le graphe fréquence/amplitude SD au gabarit Gi.

Selon l'exemple représenté (figures 3B, 3C), le gabarit Gi dé-  
35 finit une enveloppe formée d'une branche B1 de hauteur constante (amplitude constante/amplitude limite) couvrant la plage des basses fréquences

et des moyennes fréquences et se poursuivant par une branche décroissante B2 vers les fréquences élevées.

Selon l'exemple présenté à la figure 3B, le graphe fréquence/amplitude SD est contenu dans la limite du gabarit Gi, si bien que le comparateur transmet un signal de fonctionnement normal SEN au moyen de commande 23 qui ne modifie pas le fonctionnement du motoréducteur 5 actionnant le frein en n'intervenant pas sur l'étage de puissance 8.

Si au contraire selon l'exemple de la figure 3C, le graphe amplitude/fréquence SD<sub>1</sub> a certaines amplitudes dépassant le gabarit Gi, comme par exemple les amplitudes A4, A5 associées aux fréquences F4, F5, le comparateur 22 fournit un signal de dépassement de gabarit SEA au circuit de commande 23. Celui-ci génère un signal de fonctionnement SF pour modifier le fonctionnement du motoréducteur 5.

La figure 4 montre un exemple de commande du motoréducteur du frein. Le graphe F représente l'intensité (I) du courant appliqué au motoréducteur 5 par l'étage de puissance 8 en fonction du temps (t) pour une phase de freinage. Cette intensité (I) a une partie initiale (F1) fortement croissante pour redescendre (F2) à un palier d'amplitude constante (F3) correspondant sensiblement au serrage du frein, puis une branche descendante F4 correspondant au desserrage du frein.

Cette courbe normale de freinage initiale est modifiée par le circuit de commande 23 qui intervient par exemple sur le palier (F3) en le diminuant selon le tracé (F5) pendant une courte période  $\Delta t$  (quelques pas de temps) pour retourner au palier (F3), de façon à neutraliser ainsi la cause du bruit.

Le système de commande fonctionne en boucle fermée ou ouverte puisque le capteur 40 fournit en permanence, un signal transmis au circuit d'analyse et de commande 20 qui réagit alors immédiatement en réaction au signal.

La figure 2 montre différentes positions possibles pour un capteur par exemple, dans la position P1 entre le piston du convertisseur de mouvement et le fond du piston de frein. Ce piston de frein 4 est creux et entoure en partie le piston du convertisseur.

Le capteur peut également être installé sur le piston du convertisseur (position P2) ou entre la tige du piston et le motoréducteur (position P3).

La figure 5 est une vue de dessus d'un frein à disque à moteur électrique selon l'invention montrant les grands ensembles du frein, à savoir l'étrier 1 avec la chape 11 et le motoréducteur avec interposition d'un capteur de vibration 40.

5 Le motoréducteur 5 est fixé à l'arrière de l'étrier flottant 1.

Le système de commande de frein à disque électrique s'applique à chaque étrier de frein ou à seulement certains étriers de frein susceptibles de vibrer. Le système de commande peut également traiter de façon multiplexée, les signaux de plusieurs capteurs pour agir séparément  
10 sur les différents motoréducteurs de frein.

De façon générale, l'invention concerne le domaine des systèmes de freinage de véhicules automobiles.

15

20

**NOMENCLATURE DES ELEMENTS PRINCIPAUX**

|    |       |  |
|----|-------|--|
|    | 1     | étrier flottant                                    |
|    | 2     | disque de frein                                    |
| 5  | 3     | patin mobile                                       |
|    | 4     | piston de frein                                    |
|    | 5     | motoréducteur                                      |
|    | 6     | convertisseur de mouvement                         |
|    | 7     | compensateur d'usure                               |
| 10 | 8     | étage de puissance                                 |
|    | 11    | chape  |
|    | 12    | patin fixe   |
|    | 20    | circuit d'analyse et de commande                   |
|    | 21    | moyen d'analyse                                    |
| 15 | 22    | comparateur  |
|    | 23    | moyen de commande                                  |
|    | 30    | réseau électrique du véhicule                      |
|    | 40    | capteur de migration                               |
|    | 50    | circuit de gestion du moteur                       |
| 20 | 51    | capteur  |
|    | G, Gi | gabarit  |
|    | SB    | signal de bruit émis par le frein                  |
|    | SC    | signal fourni par le capteur de vibration          |
| 25 | SD    | signal résultant de l'analyse du signal du capteur |
|    | SEN   | signal de comparaison normal                       |
|    | SEA   | signal de comparaison avec dépassement de gabarit  |
|    | SF    | signal de commande                                 |

## REVENDEICATIONS

1°) Système de frein à disque électrique comprenant :

- un étrier (1) portant un premier patin de frein et un piston portant un second patin de frein pour coopérer avec le disque de frein
- un motoréducteur (5) actionnant le piston de frein pour commander le mouvement de serrage et de desserrage du frein,

caractérisé en ce qu'il comprend :

A) moins un capteur (40) combiné au frein pour saisir un signal de vibration émis par le frein au moment de son actionnement, et

B) un circuit d'analyse et de commande (20) comprenant :

- un moyen d'analyse de fréquence (21) pour décomposer le signal en ses fréquences fondamentales,
- un comparateur (22) pour comparer l'enveloppe des fréquences à un gabarit (Gi), et
- un moyen de commande (23) recevant le signal de comparaison pour modifier l'action de serrage du frein par le motoréducteur (5) en fonction du résultat de la comparaison.

2°) Système de frein à disque électrique selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

le moyen d'analyse de fréquence (21) applique une transformation de Fourier rapide FFT au signal (SC) du capteur (40).

3°) Système de frein à disque électrique selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

le gabarit (Gi) définit un niveau constant ou sensiblement constant (B1) pour les fréquences basses et moyennes et se poursuit par une limite décroissante (B2) à partir des fréquences moyennes vers les fréquences hautes.

4°) Système de frein à disque électrique selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

le moyen de commande (23) intervient sur l'étage de puissance (8) alimentant le motoréducteur (5) sur quelques pas de temps ( $\Delta t$ ).

5°) Système de frein à disque électrique selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

le comparateur (22) reçoit un gabarit (Gi) choisi parmi plusieurs gabarits (Gi), sélectionné en fonction de l'état de fonctionnement du véhicule, fourni par l'unité de gestion (50).

- 5 6°) Système de frein à disque électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le capteur (40) est un capteur piézo-électrique, un capteur dynamométrique ou un accéléromètre.
- 10 7°) Système de frein à disque électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le capteur (40) est installé sur le fond du piston de frein (P1) ou sur la tige de poussée (P2) du piston de frein ou encore entre le fond du piston de frein et l'étrier de frein (P3).

15

20

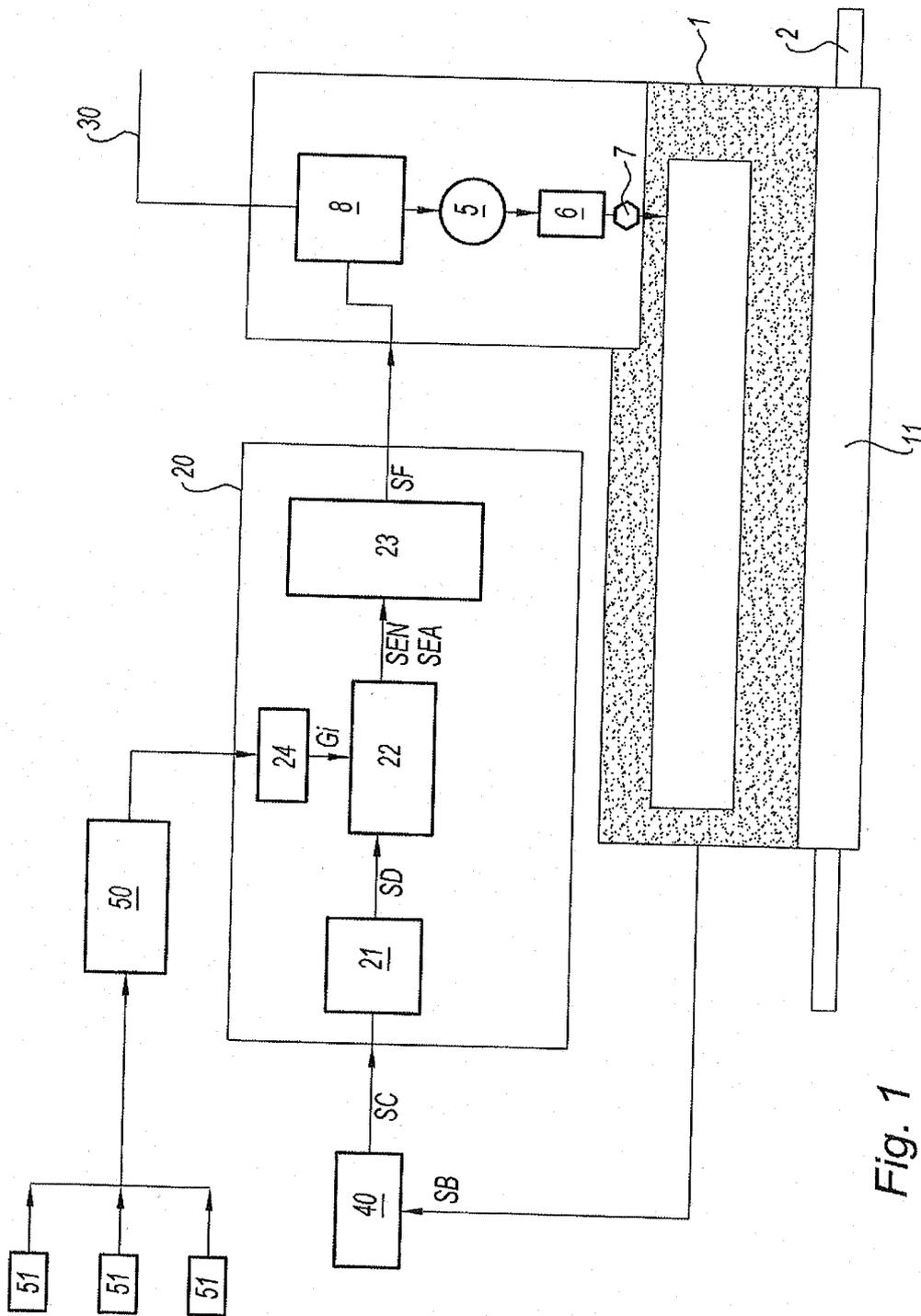
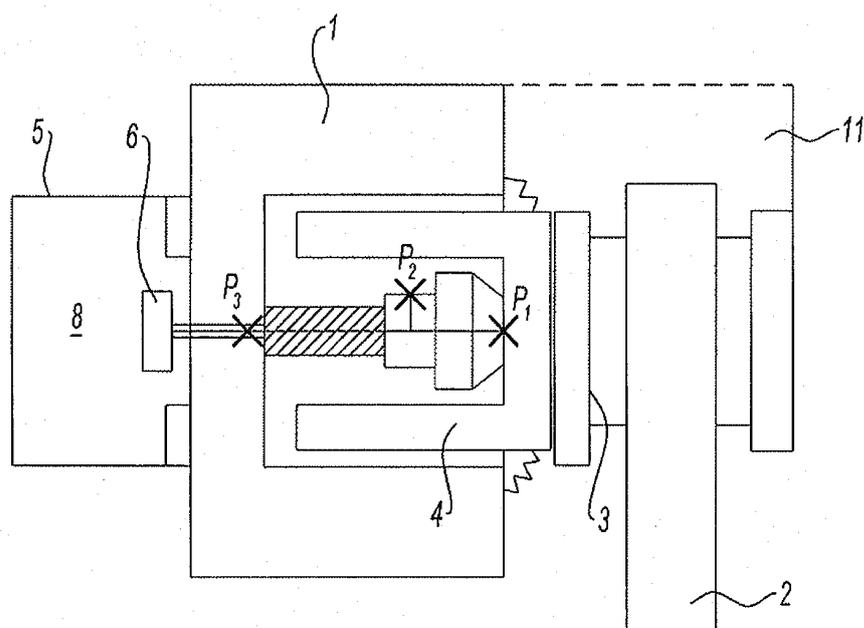
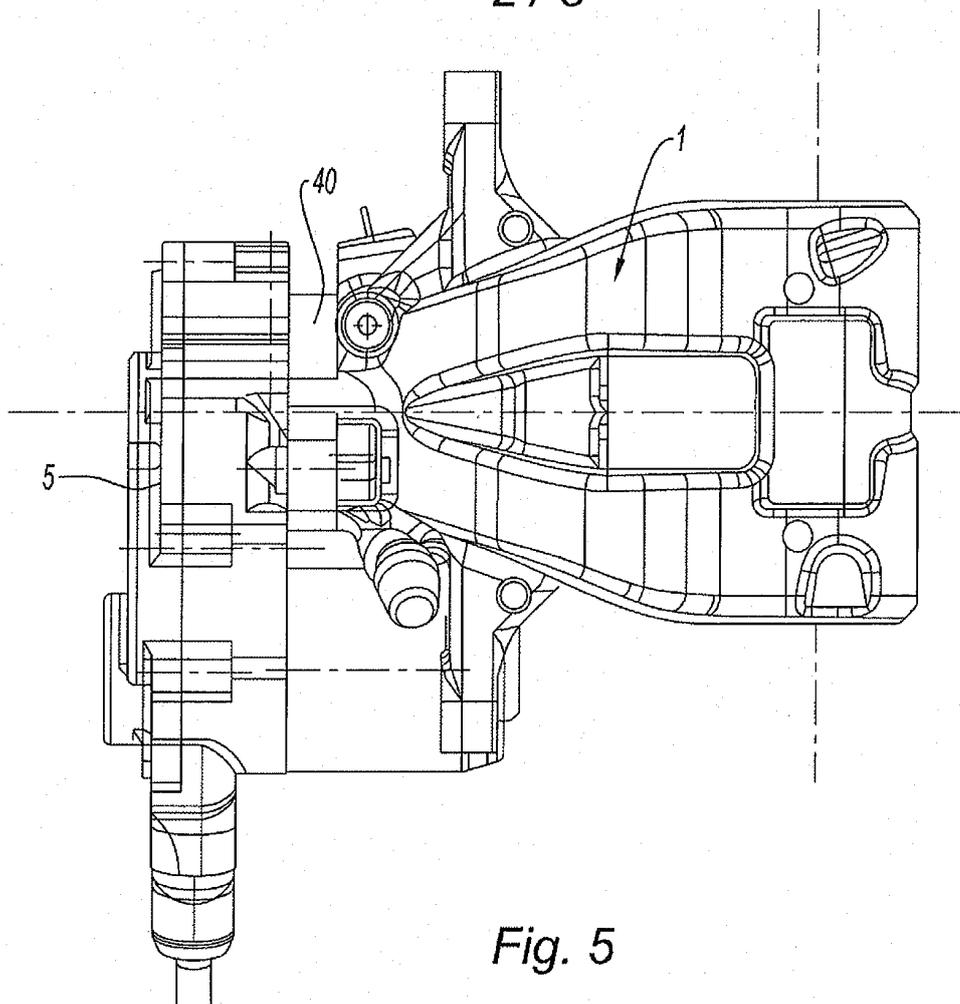


Fig. 1

2 / 3



3 / 3

Fig. 3A

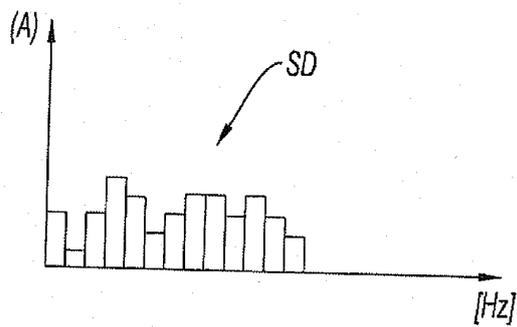


Fig. 3B

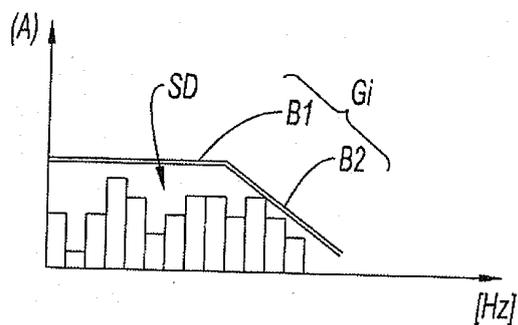


Fig. 3C

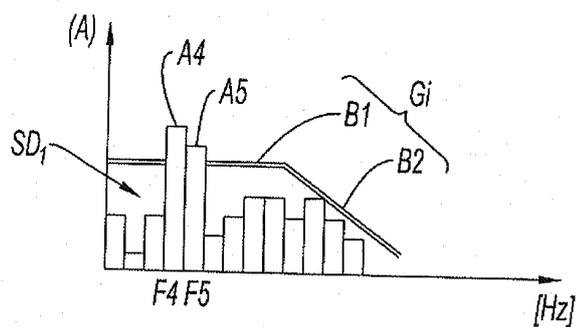


Fig. 3

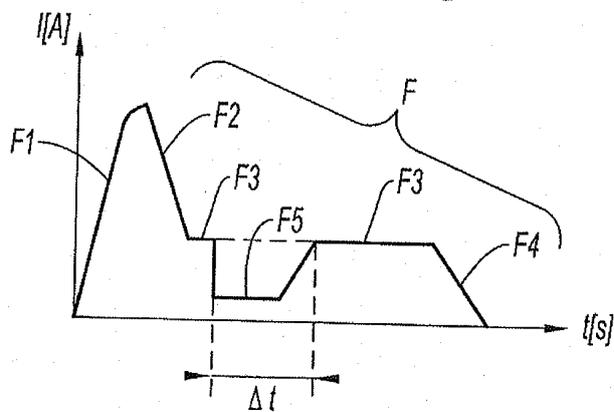


Fig. 4



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 742654  
FR 1004174

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                 |  | Revendication(s)<br>concernée(s)                         | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI             |
|---|--|--|---|
| Catégorie   | Citation du document avec indication,<br>en cas de besoin,<br>des parties pertinentes  |  |   |
| Y   | US 2006/202555 A1 (KINGSTON ANDREW W [DE]<br>ET AL) 14 septembre 2006 (2006-09-14)<br>* alinéas [0002], [0004], [0006],<br>[0007], [0009], [0013], [0018], [0020]<br>- [0022], [0031], [0033], [0034],<br>[0039], [0043] - [0045], [0050],<br>[0051]; figure 2 * | 1-7  | F16D65/14<br>F16D55/22                                      |
| Y   | DE 103 13 990 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG<br>[DE]) 28 octobre 2004 (2004-10-28)<br>* alinéas [0005], [00-7], [0010] -<br>[0012], [0030], [0032], [0033], [0035]<br>- [0037], [0041], [0043], [0045];<br>figure 6 *   | 1-6  |   |
| A   | DE 102 48 852 A1 (CONTINENTAL TEVES AG &<br>CO OHG [DE]) 22 mai 2003 (2003-05-22)<br>* alinéas [0001] - [0004], [0010] -<br>[0012], [0015], [0018], [0019]; figures<br>1a,1b,2 *   | 1-7  |   |
| A   | DE 198 04 676 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG<br>[DE]) 12 août 1999 (1999-08-12)<br>* colonne 1, ligne 18-42 *<br>* colonne 2, ligne 33-56; figure 1 *  | 1-7  | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHÉS (IPC)<br><br>F16D<br>B60T |
| Y   | US 2005/092558 A1 (KAPAAN HENK [NL] ET AL)<br>5 mai 2005 (2005-05-05)<br>* alinéa [0020]; figure 1 *   | 7  |   |
| Date d'achèvement de la recherche                     |  | Examineur  |   |
| 28 avril 2011   |  | Hernandez-Gallegos                                       |   |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS                         |  | T : théorie ou principe à la base de l'invention         |   |
| X : particulièrement pertinent à lui seul             |  | E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure |   |
| Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un |  | à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date |   |
| autre document de la même catégorie                   |  | de dépôt ou qu'à une date postérieure.                   |   |
| A : arrière-plan technologique                        |  | D : cité dans la demande                                 |   |
| O : divulgation non-écrite                            |  | L : cité pour d'autres raisons                           |   |
| P : document intercalaire                             |  | .....  |   |
|   |  | & : membre de la même famille, document correspondant    |   |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1004174 FA 742654**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **28-04-2011**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|---|----|------------------------|---|------------------------|
| US 2006202555                                   | A1 | 14-09-2006             | AT 354506 T                             | 15-03-2007             |
|   |    |                        | DE 10335616 A1                          | 10-03-2005             |
|   |    |                        | EP 1651483 A1                           | 03-05-2006             |
|   |    |                        | WO 2005016718 A1                        | 24-02-2005             |
|   |    |                        | ES 2282888 T3                           | 16-10-2007             |
| -----   |    |                        |   |                        |
| DE 10313990                                     | A1 | 28-10-2004             | AUCUN                                   |                        |
| -----   |    |                        |   |                        |
| DE 10248852                                     | A1 | 22-05-2003             | AUCUN                                   |                        |
| -----   |    |                        |   |                        |
| DE 19804676                                     | A1 | 12-08-1999             | AUCUN                                   |                        |
| -----   |    |                        |   |                        |
| US 2005092558                                   | A1 | 05-05-2005             | AU 2002366589 A1                        | 23-06-2003             |
|   |    |                        | CN 1602394 A                            | 30-03-2005             |
|   |    |                        | DE 60206417 D1                          | 03-11-2005             |
|   |    |                        | DE 60206417 T2                          | 23-03-2006             |
|   |    |                        | EP 1463893 A1                           | 06-10-2004             |
|   |    |                        | WO 03050431 A1                          | 19-06-2003             |
|   |    |                        | IT T020011163 A1                        | 13-06-2003             |
|   |    |                        | JP 2005512000 T                         | 28-04-2005             |
| -----   |    |                        |   |                        |