

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication :

3 124 997

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

②① N° d'enregistrement national :

21 07424

⑤① Int Cl⁸ : **B 60 T 13/74** (2020.12)

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ DISPOSITIF POUR RELÂCHER RAPIDEMENT UN FREIN DE STATIONNEMENT ÉLECTRO-MÉCANIQUE.

②② Date de dépôt : 08.07.21.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : **HITACHI ASTEMO FRANCE**
Société par actions simplifiée à associé unique — FR et
HITACHI ASTEMO HEILBRONN GmbH Société de
droit allemand — DE.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 13.01.23 Bulletin 23/02.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 08.03.24 Bulletin 24/10.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : SASSO Julien, DEMANDRE Maxime,
WANG Weiqiao et PATRAO CARQUEIJO Alex.

⑦③ Titulaire(s) : **HITACHI ASTEMO FRANCE** Société
par actions simplifiée à associé unique, **HITACHI**
ASTEMO HEILBRONN GmbH Société de droit
allemand.

⑦④ Mandataire(s) : BREVALEX.

FR 3 124 997 - B1



Description

Titre de l'invention : DISPOSITIF POUR RELÂCHER RAPIDEMENT UN FREIN DE STATIONNEMENT ÉLECTRO-MÉCANIQUE

- [0001] L'invention se rapporte à un dispositif pour relâcher rapidement un frein de stationnement électro-mécanique d'un véhicule.
- [0002] De nombreux véhicules sont équipés de freins de stationnement dont la commande n'est pas manuelle, et notamment de freins électro-mécaniques. De tels freins sont munis d'un actionneur mécanique entraîné par un moteur électrique. Le conducteur du véhicule les commande typiquement en appuyant sur un bouton qui les fait basculer entre des états de serrage et des états de relâchement (« release »). Quand une commande de changement d'état est faite par le conducteur, une unité de contrôle moteur sensible à cette commande agit sur l'actionneur du frein d'après une stratégie prédéfinie. Et quand le frein est dépourvu d'un capteur qui permettrait de mesurer une force ou une pression de serrage, une stratégie usuelle de commande du relâchement du frein consiste à délivrer au moteur électrique une commande électrique dont la durée est suffisante pour garantir que le frein est complètement relâché à la fin de la commande, quels que soient l'état initial du frein et les circonstances du relâchement.
- [0003] Mais cette durée de commande est excessive dans la plupart des situations, et ressentie comme importante par le conducteur.
- [0004] L'objet de l'invention est ainsi de diminuer cette durée de relâchement quand cela est possible pour améliorer le confort d'utilisation du véhicule, en s'appuyant encore sur une stratégie (« release strategy ») de commande d'actionneur fondée sur une délivrance de commande électrique, tout en garantissant un relâchement complet du frein.
- [0005] L'invention s'applique principalement, mais pas exclusivement, aux systèmes de freinage dont le freinage de service est assuré hydrauliquement alors que le freinage de stationnement et de secours est assuré par le moteur électrique.
- [0006] Sous une forme générale, l'invention est relative à un dispositif de frein de stationnement électro-mécanique pour un véhicule, comprenant un frein associé à une roue du véhicule, un actionneur du frein, un moteur électrique de déplacement de l'actionneur, et une unité de contrôle moteur du moteur électrique qui comprend :
- [0007] - un module de fourniture de commandes au moteur électrique, dont des commandes de relâchement du frein ;
- [0008] caractérisé en ce que l'unité de contrôle moteur comprend encore :
- [0009] - un module de mesure continue d'intensité du courant électrique fourni au moteur

électrique durant les commandes de relâchement ;

- [0010] - un module de décision relié aux modules de mesure continue d'intensité du courant électrique et de fourniture de commandes, qui fonctionne, durant chacune des commandes de relâchement, en évaluant des valeurs successives de ladite intensité du courant électrique, en repérant une stabilisation de ladite intensité du courant électrique, et en arrêtant de fournir le courant électrique après une durée déterminée après avoir repéré la stabilisation.
- [0011] Un autre aspect de l'invention est la seule unité de contrôle moteur définie ci-dessus, destinée à commander un moteur électrique d'actionneur de frein électro-mécanique de véhicule.
- [0012] Un autre aspect de l'invention est un véhicule automobile doté du dispositif de frein de stationnement conforme à ce qui précède.
- [0013] Un autre aspect de l'invention est un procédé de commande d'un frein électro-mécanique de véhicule par des commandes de courant électrique de serrage et de relâchement du frein fournies à un moteur électrique de commande d'un actionneur du frein, caractérisé en ce qu'il comprend des détections continues de valeurs d'intensité du courant électrique pendant les commandes de relâchement, et une interruption des commandes de relâchement dès qu'une stabilisation desdites valeurs est constatée.
- [0014] D'après certaines caractéristiques optionnelles mais avantageuses de l'invention :
- [0015] - l'unité de contrôle moteur est conçue pour calculer une dérivée temporelle de ladite intensité du courant électrique ;
- [0016] - l'unité de contrôle moteur est conçue pour repérer la stabilisation en détectant un franchissement d'un seuil déterminé, par une fonction obtenue grâce au module de mesure ;
- [0017] - la fonction est une valeur absolue de ladite dérivée temporelle ;
- [0018] - la fonction est l'intensité du courant électrique.
- [0019] L'invention sera maintenant décrite dans ses différents aspects, caractéristiques et avantages au moyen de la description détaillée des figures suivantes, qui en illustrent une réalisation particulière donnée à titre purement illustratif :
- [0020] - la [Fig.1] représente schématiquement un véhicule automobile ;
- [0021] - la [Fig.2] illustre un frein électro-mécanique en éclaté ;
- [0022] - la [Fig.3] illustre l'unité de contrôle moteur dudit frein ;
- [0023] - la [[Fig.4] illustre les étapes de relâchement du frein ;
- [0024] - la [Fig.5] illustre une commande du courant électrique de commande du frein ;
- [0025] - la [Fig.6] illustre comment la durée du relâchement du frein est raccourcie ;
- [0026] - et la [Fig.7] est un diagramme du procédé.
- [0027] La [Fig.1] représente une automobile 1 équipée de deux roues avant 2 motrices et di-

rectrices sur un essieu avant 3, et de deux roues arrière 4 non motrices et non directrices sur un essieu arrière 5. Chacune des roues avant 2 est équipée d'un frein principal 6 de service actionné directement par le conducteur, et chacune des roues arrière 4 est équipée d'un frein 7 décrit ci-après en détail, et qui est associé à un actionneur 8 apte à le faire travailler en frein de stationnement et de secours. Les actionneurs 8 des deux freins 7 sont pilotés par une même unité de contrôle moteur 9 d'après diverses informations relatives à certains paramètres du véhicule 1 et à son état de conduite. L'unité de contrôle moteur 9 est active quand un freinage de secours devient nécessaire ou qu'un stationnement est demandé.

[0028] La [Fig.2] illustre schématiquement une réalisation connue et non limitative du frein 7, d'après une représentation en éclaté. Le frein 7 comprend un étrier 11 uni à un boîtier 12 de forme cylindrique. Il comprend aussi un motoréducteur 60 dont une bride 61 est unie à une bride 62 à la face arrière du boîtier 12 par des vis (non représentées ici). Le motoréducteur 60 contient un moteur électrique 18 et des engrenages de réduction de la vitesse de rotation dudit moteur électrique 18. Le boîtier 12 comprend une cavité hydraulique 13 appelée cylindre, ouverte vers l'avant (à droite à la [Fig.2]) et dans laquelle coulisse un piston 14 porteur d'un patin mobile (non représenté). Les freinages sont réalisés en faisant coulisser le piston 14 vers l'avant, pour rapprocher le patin mobile d'un patin fixe situé à l'extrémité avant de l'étrier 11 et enserrer un disque de la roue arrière 4 entre ces patins. Ce mouvement du piston 14 est obtenu, quand le frein 7 travaille en frein de service, par l'application d'une pression hydraulique dans la cavité hydraulique 13 pendant la conduite du véhicule : cette pression s'exerce sur la face arrière du piston 14 et le repousse vers l'avant. Si toutefois le frein 7 est commandé en frein de stationnement ou en frein de secours, les freinages sont réalisés par l'utilisation du moteur électrique 18 d'après des stratégies imposées par l'unité de contrôle moteur 9. Le moteur électrique 18 met en mouvement les engrenages du motoréducteur 60, ce qui fait tourner une vis 15 qui s'étend dans la cavité hydraulique 13. La vis 15 est en prise avec un écrou 16 sur lequel une face arrière du piston 14 est alors en butée. Les rotations de la vis 15 sont converties en translations de l'écrou 16 et du piston 14, qui se déplace en fonction de la durée d'actionnement du moteur électrique 18. L'actionneur 8 considéré ici comprend notamment le motoréducteur 60 et donc son moteur électrique 18, et le système 17 composé de la vis 15 et de l'écrou 16.

[0029] L'invention pourrait être mise en œuvre sur d'autres véhicules et d'autres freins que ceux-ci.

[0030] La [Fig.3] illustre plus en détail l'unité de contrôle moteur 9 : elle comprend : un module de fourniture de commandes 19 qui fournit des commandes au moteur électrique 18 en étant relié à une batterie ou une autre source d'énergie présente dans le

véhicule 1 ; un module de mesure 20 qui mesure l'intensité du courant dans le circuit électrique sur lequel sont installés le moteur électrique 18 et ladite source d'énergie ; et un module de décision 23 qui relie les modules de fourniture de commandes 19 et de mesure 20, et qui utilise le signal de sortie du module de mesure 20 pour ajuster la durée des commandes. Le module de mesure 20 et le module de décision 23 sont des caractéristiques de l'invention.

[0031] La [Fig.4] est un diagramme qui illustre les étapes du relâchement du frein 7 à partir d'un état serré en fonction du mouvement de translation de l'écrou 16 du système vis-écrou 17, d'après la stratégie connue. On peut décomposer ce mouvement en trois déflexions : une première déflexion, de longueur l_1 , correspond à la course utile de du système vis-écrou 17 et aboutit au relâchement ; une deuxième déflexion, de longueur l_2 , doit être ajoutée bien qu'elle soit inutile théoriquement au relâchement du frein, mais elle correspond à une course à vide (« idle stroke ») du système vis-écrou 17 qui sert à dégager le disque enserré entre les patins du frein 7 ; et une troisième déflexion l_3 doit aussi être ajoutée pour garantir que la course à vide souhaitée soit effectivement obtenue malgré les incertitudes de construction et de fonctionnement du frein 7. D'après un exemple réel, les déflexions ont pour valeurs $l_1=0,94\text{mm}$, $l_2=0,35\text{mm}$ et $l_3=0,05\text{mm}$ respectivement, la déflexion totale étant alors égale à $1,34\text{mm}$. Toutes ces déflexions sont invariables dans la stratégie connue. On voit que les déflexions l_2 et l_3 imposées pour des raisons de sécurité ou de bon fonctionnement ultérieur du frein 7 ont une part importante dans la déflexion totale ; il faut ajouter que la déflexion nécessaire au relâchement du frein 7 est en réalité presque toujours inférieure à l_1 , et qu'elle est souvent très inférieure, car l_1 est une valeur calculée à partir d'un serrage extrême du frein 7 qui n'est pas nécessairement présent au début du relâchement. Les commandes des procédés connus ont cependant toujours une durée uniforme et calculée pour imposer cette déflexion totale ($l_1+l_2+l_3$).

[0032] La forme expérimentale d'une commande électrique de relâchement du frein 7 à partir d'un état serré est représentée à la partie supérieure de la [Fig.5], qui représente l'intensité I du courant passant par le circuit électrique comprenant le moteur électrique 18 en fonction du temps t ; la partie inférieure de cette [Fig.5] représente la déflexion correspondante obtenue pour l'actionneur 8. La commande comprend successivement un pic de démarrage 24, une portion en décroissance 25 et une portion plate 26 où le courant est uniforme à une basse intensité (« idle current »). Le pic de démarrage 24 à haute intensité du courant correspond à un état transitoire principalement dû aux rat-trapages de jeu dans les mécanismes, la portion en décroissance 25 correspond au relâchement progressif du frein 7, et la portion plate 26 à une course à effort résiduel, ou course à vide de l'actionneur 8 quand le frein 7 est complètement relâché. Dans la portion en décroissance 25 et la portion plate 26, l'intensité I est proportionnelle à

l'effort appliqué par le moteur électrique 18 et qui est nécessaire pour déplacer l'actionneur 8.

- [0033] D'après l'invention, la déflexion totale de l'actionneur du frein 7 (ou la translation de l'écrou 16) au cours d'un relâchement doit devenir égale à $(l_1' + l_2 + l_3)$ ([Fig.6]), où l_1' correspond à la déflexion strictement nécessaire au relâchement du frein 7, et donc $l_1' \leq l_1$, alors que l_2 et l_3 restent inchangés. Il faut souligner que $\Delta t_1'$ peut être de beaucoup inférieur à Δt_1 , par exemple voisin de 0,6mm dans l'exemple mentionné.
- [0034] On y parvient en ajoutant le module de mesure 20, qui mesure l'intensité I du courant fourni au moteur électrique 18 et dont le signal de sortie, fourni au module de décision 23, est une fonction conforme à la [Fig.5]. Quand la portion plate 26 est atteinte, le module de décision 23 estime que la déflexion utile l_1' a été effectuée, et il prolonge la commande électrique seulement pour une durée fixe et prédéterminée Δt permettant d'accomplir la course à vide imposée ($l_2 + l_3$). La détection de la portion plate 26 revient à une détection de stabilisation du courant électrique. Le critère de détection peut avantageusement être le franchissement vers zéro d'un seuil déterminé par la valeur absolue de la dérivée temporelle de l'intensité I du courant (dI/dt) ; d'autres critères de stabilisation pourraient être envisagés, comme le franchissement vers zéro de la valeur de l'intensité I du courant électrique.
- [0035] La [Fig.5] illustre encore, en pointillés, les effets de la stratégie connue : la commande électrique se prolonge après Δt , de même que la course à vide, de manière à obtenir finalement la déflexion voulue ($l_1 + l_2 + l_3$).
- [0036] La [Fig.7] illustre les étapes principales du procédé. L'étape E1 consiste en l'application d'une commande de relâchement du frein par le conducteur. À l'étape E2, l'unité de contrôle moteur 9 devient active, le module de fourniture de commandes 19 fournit une commande au moteur électrique 18, et le module de mesure 20 commence à mesurer l'intensité I du courant de la commande. L'unité de décision 23 observe continuellement l'évolution de l'intensité I , ou d'une fonction temporelle qui lui est corrélée et qu'elle calcule, à l'étape E3. Si elle conclut que cette fonction s'est stabilisée (étape E4), notamment si la fonction franchit un seuil déterminé, elle ordonne que la commande électrique soit prolongée seulement pendant la durée déterminée Δt et que la commande s'arrête ensuite (étape E5) ; sinon, le programme revient à l'étape E3.
- [0037] L'invention permet donc une durée plus courte des relâchements (environ un tiers de moins qu'avec les procédés connus, dans des conditions ordinaires), une économie du matériel et de l'énergie consommée, et aussi des resserrages plus rapides du frein grâce au raccourcissement de la course à vide, ce qui est très apprécié si le frein de stationnement doit aussi servir de frein supplétif dans certaines circonstances d'urgence pendant la conduite : celle-ci devient plus sûre.

Nomenclature

[0038]	1 Automobile
[0039]	2 Roues avant
[0040]	3 Essieu avant
[0041]	4 Roues arrière
[0042]	5 Essieu arrière
[0043]	7 Frein
[0044]	8 Actionneur
[0045]	9 Unité de contrôle moteur
[0046]	11 Étrier
[0047]	12 Boîtier
[0048]	13 Cavité hydraulique
[0049]	14 Piston
[0050]	15 Vis
[0051]	16 Écrou
[0052]	17 Système vis-écrou
[0053]	18 Moteur électrique
[0054]	19 Module de fourniture de commandes
[0055]	20 Module de mesure
[0056]	23 Module de décision
[0057]	24 Pic de démarrage
[0058]	25 Portion en décroissance
[0059]	26 Portion plate
[0060]	60 Motoréducteur
[0061]	61 Bride
[0062]	62 Bride
[0063]	I Intensité du courant électrique
[0064]	t Temps
[0065]	dI/dt Dérivée de l'intensité
[0066]	11 Déflexion imposée de relâchement du frein
[0067]	11' Déflexion utile de relâchement du frein
[0068]	12 Première déflexion additionnelle de l'actionneur
[0069]	13 Deuxième déflexion additionnelle de l'actionneur
[0070]	Δt Durée de prolongation de commande de courant
[0071]	E1 Commande du conducteur
[0072]	E2 Fourniture de commande et mesure d'intensité
[0073]	E3 Fonction d'évolution de l'intensité
[0074]	E4 Stabilisation

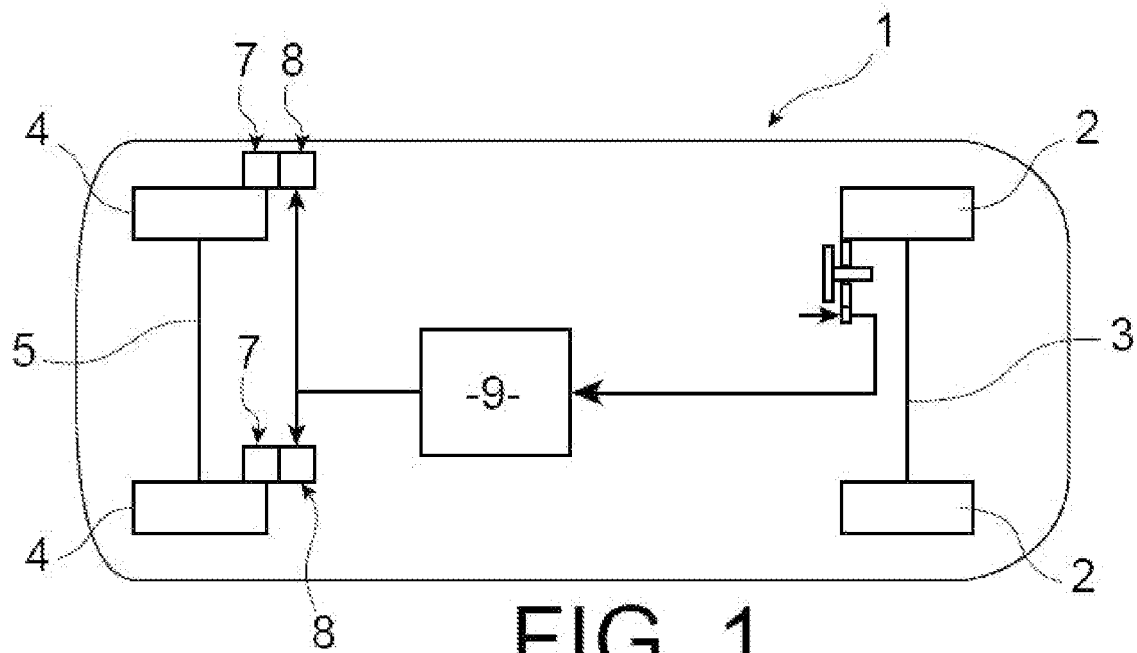
[0075] E5 Prolongation déterminée puis arrêt de la commande

Revendications

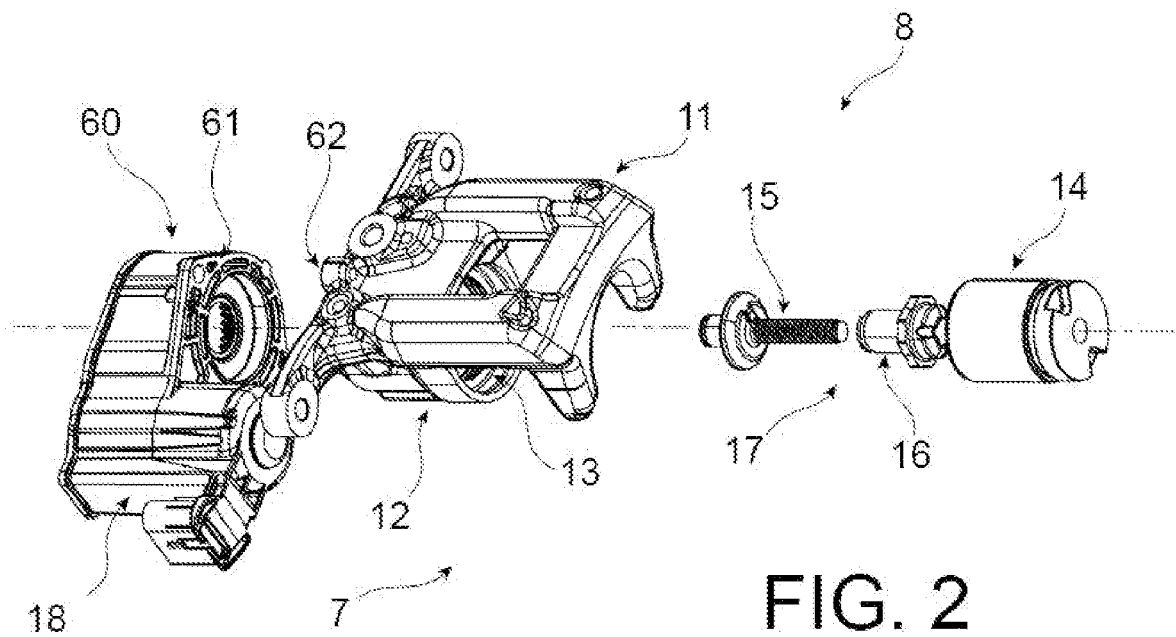
- [Revendication 1] Unité de contrôle moteur (9) destinée à commander un moteur électrique (18) d'actionneur de frein (7) électro-mécanique de véhicule (1), qui comprend :
- un module de fourniture de commandes (19) d'un courant électrique au moteur électrique (18), dont des commandes de relâchement du frein (7) ;
 - un module de mesure (20) continue d'intensité (I) du courant électrique fourni au moteur électrique durant les commandes de relâchement ;
- caractérisée par :
- un module de décision (23) relié aux modules de mesure (20) continue d'intensité du courant électrique et de fourniture de commandes (19), qui est conçu, durant chacune des commandes de relâchement, pour évaluer des valeurs successives de ladite intensité du courant électrique, repérer une stabilisation de ladite intensité du courant électrique, et arrêter de fournir le courant électrique après une durée déterminée après avoir repéré la stabilisation.
- [Revendication 2] Unité de contrôle moteur suivant la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est conçue pour calculer une dérivée temporelle de ladite intensité du courant électrique.
- [Revendication 3] Unité de contrôle moteur suivant la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'elle est conçue pour repérer la stabilisation en détectant un franchissement d'un seuil déterminé, par une fonction obtenue grâce au module de mesure.
- [Revendication 4] Unité de contrôle moteur suivant les revendications 2 et 3, caractérisée en ce que la fonction est une valeur absolue de ladite dérivée temporelle.
- [Revendication 5] Unité de contrôle moteur suivant la revendication 3, caractérisée en ce que la fonction est l'intensité du courant électrique.
- [Revendication 6] Dispositif de frein de stationnement électro-mécanique pour un véhicule, comprenant ledit frein (7), qui est associé à une roue (4) du véhicule, un actionneur (8) du frein, ledit moteur électrique (18) de déplacement de l'actionneur, et l'unité de contrôle moteur (9) du moteur électrique suivant l'une quelconque des revendications précédentes.
- [Revendication 7] Véhicule automobile, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de frein de stationnement conforme à la revendication 6.
- [Revendication 8] Procédé de commande d'un frein électro-mécanique de véhicule par des

commandes de courant électrique de serrage et de relâchement du frein fournies à un moteur électrique de commande d'un actionneur du frein, caractérisé en ce qu'il comprend des détections continues de valeurs d'intensité du courant électrique pendant les commandes de relâchement, et une interruption des commandes de relâchement dès qu'une stabilisation desdites valeurs est constatée.

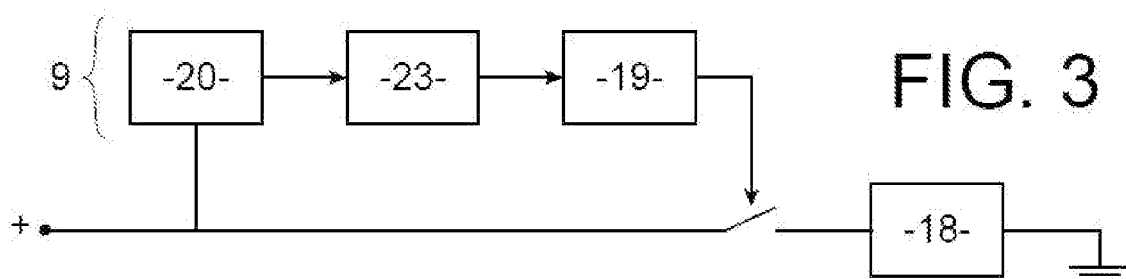
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]

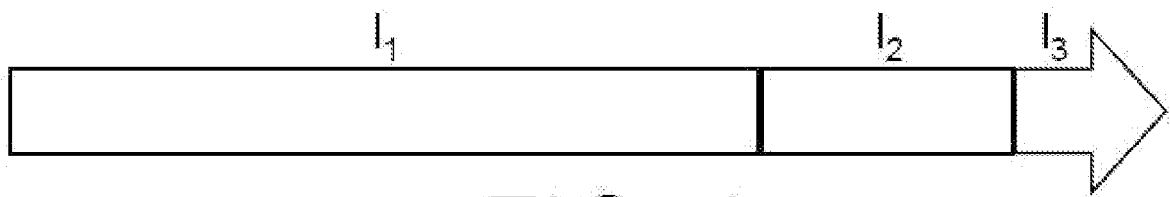


FIG. 4

[Fig. 5]

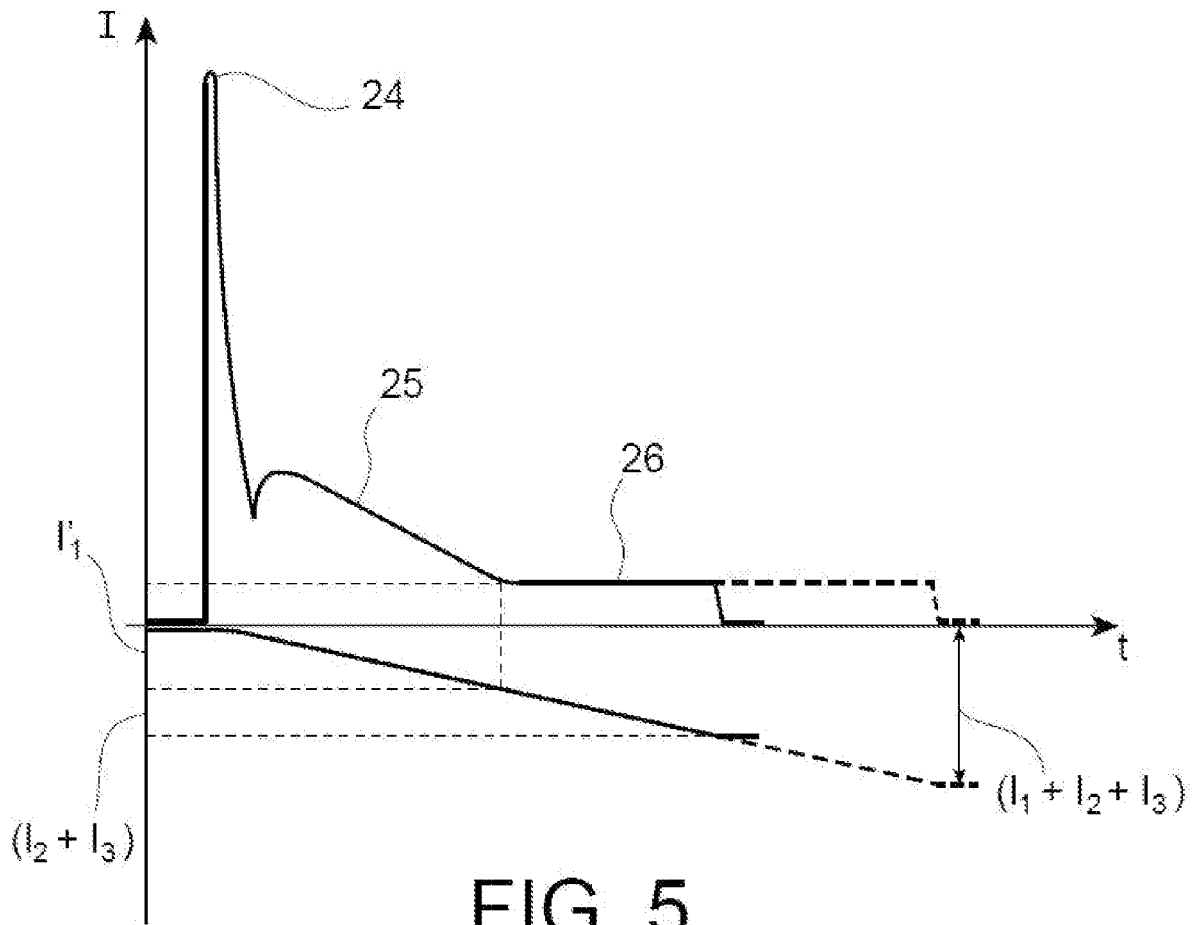


FIG. 5

[Fig. 6]

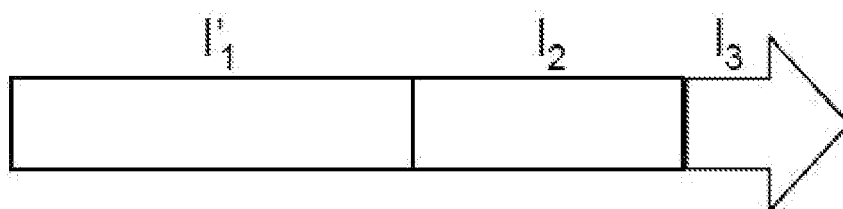


FIG. 6

[Fig. 7]

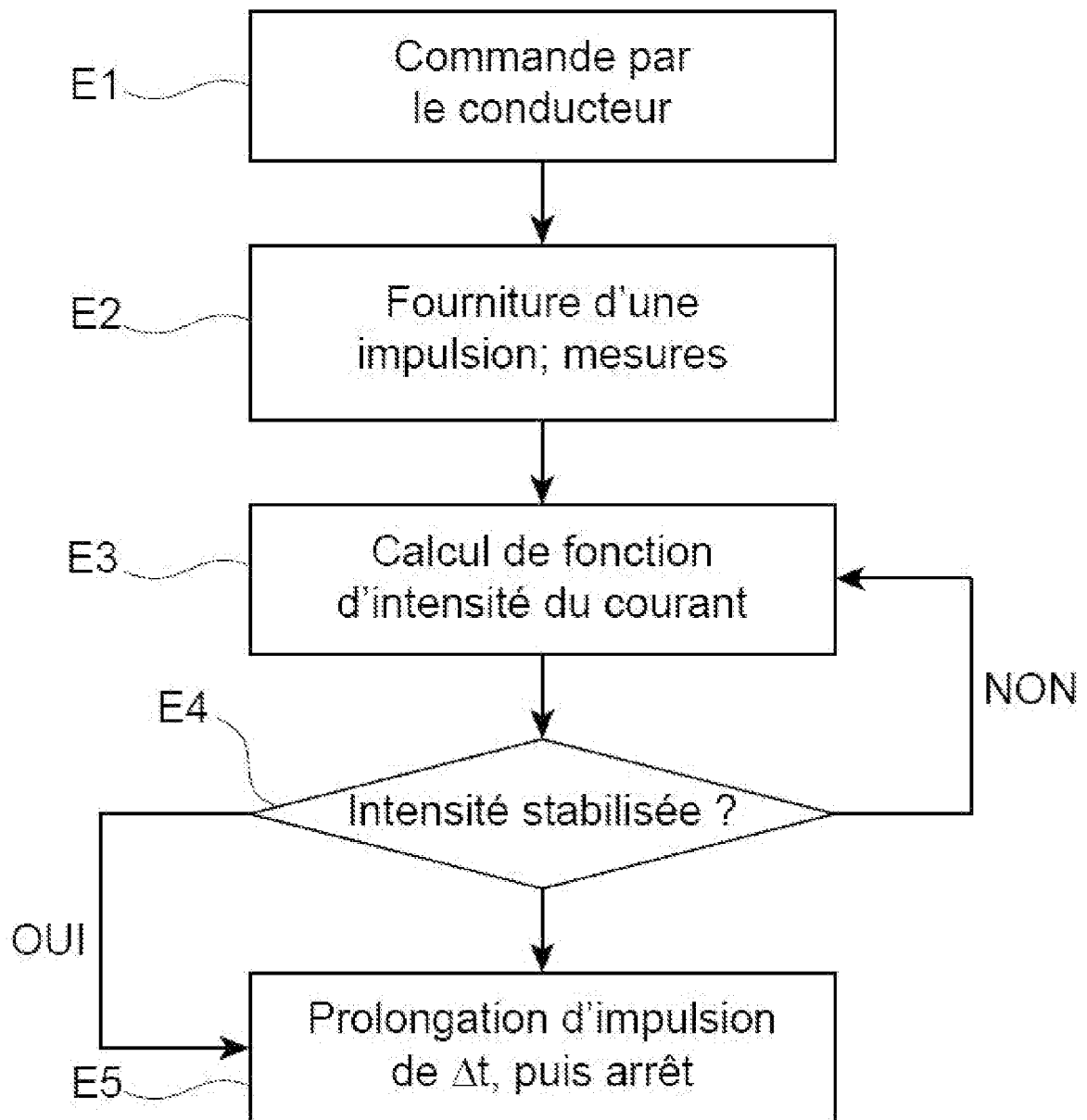


FIG. 7

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 2016/032995 A1 (NISHINO KIMIO [JP] ET AL) 4 février 2016 (2016-02-04)

JP 2016 124403 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 11 juillet 2016 (2016-07-11)

WO 2009/053429 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; SCHUMANN MARCUS [DE] ET AL.) 30 avril 2009 (2009-04-30)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT