(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 135 942**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **22 05121**

(51) Int Cl[8] : ***B 60 T 17/22*** *(2022.01), G 01 M 17/00*

(12) **BREVET D'INVENTION** **B1**

(54) Procédé d'apprentissage de la pédale de frein d'un véhicule par un robot de conduite.

(22) **Date de dépôt :** 30.05.22.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 01.12.23 Bulletin 23/48.

(45) **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 15.11.24 Bulletin 24/46.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

◯ **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *PSA AUTOMOBILES SA Société par actions simplifiée (SAS)* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** CADILHON FREDERIC.

(73) **Titulaire(s) :** STELLANTIS AUTO SAS.

(74) **Mandataire(s) :**

FR 3 135 942 - B1

Description

Titre de l'invention : Procédé d'apprentissage de la pédale de frein d'un véhicule par un robot de conduite

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte de manière générale à la conduite par robot d'un véhicule monté sur un banc d'essais à rouleaux. Elle vise en particulier un procédé d'apprentissage de la pédale de frein dudit véhicule par un tel robot de conduite.

Technique antérieure

[0002] Les constructeurs automobiles se doivent de répondre aux défis écologiques notamment en réduisant la consommation des véhicules et les émissions polluantes des véhicules à moteur thermique. De manière générale, les méthodologies et les moyens d'essai doivent être adaptés pour des développements et des mises au point optimisés des nouvelles générations de véhicule, ainsi que pour répondre aux nouvelles obligations réglementaires telles que celles imposées par la procédure d'essais d'homologation WLTP (pour « Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures » en anglais) prévoyant notamment la mesure de la consommation de carburant, de l'autonomie électrique et des rejets de CO2 et de polluants.

[0003] De nombreux cycles d'essais sont réalisés en laboratoire, notamment sur bancs d'essais à rouleaux, pendant les phases de développement, de mise au point, de validation et d'homologation d'un véhicule.

[0004] Des robots de conduite sont utilisés habituellement pour les cycles d'essais. Les robots de conduite doivent être autonomes et non intrusifs pour maintenir le véhicule dans des conditions de fonctionnement proches des conditions réelles. Il est demandé à ces robots de conduite, notamment, d'assurer une précision élevée de suivi de consigne de vitesse, une bonne répétabilité pour la corrélation des essais et une qualité de conduite dite « humaine ». La détection de conditions anormales et la gestion d'un arrêt d'urgence du véhicule est aussi une aptitude attendue des robots de conduite pour garantir un environnement d'essais sécurisé.

[0005] Dans l'état de la technique, il est connu des robots de conduite comprenant des actionneurs capables de piloter mécaniquement la pédale de frein, la pédale d'accélération et le levier de changement de vitesse. Ainsi, par la demande de brevet américain US5372035A, il est connu un robot de conduite assurant l'arrêt du moteur du véhicule en cas de panne de courant ou d'erreur de fonctionnement. Le robot comprend un actionneur de clé de contact capable de commander une rotation de la clé. Une source d'alimentation électrique de secours est prévue pour alimenter un actionneur de pédale d'accélérateur et ramener la pédale d'accélérateur à sa position de

repos lorsque le robot doit commander un arrêt du moteur thermique. La demande de brevet européen EP0236518A1 décrit un dispositif d'actionnement automatique des organes de pilotage d'un véhicule. Le dispositif comprend un accrochage au niveau d'une traverse sous le siège conducteur et un maintien en pression prévu entre un bras et un appui d'assise.

[0006] Par ailleurs, dans sa demande de brevet français FR3100190A1, la demanderesse a proposé un robot de conduite de véhicule apte à assurer le suivi d'une consigne de vitesse par l'intermédiaire d'une commande de décélération réalisée au moyen d'un actionneur de pédale de frein couplé mécaniquement à la pédale de frein du véhicule, et d'une commande d'accélération réalisée par l'intermédiaire d'une coopération établie à travers un dialogue établi entre le calculateur de commande du robot et un calculateur de contrôle moteur du véhicule.

[0007] Préalablement à la réalisation d'un premier cycle d'essais sur le véhicule, le calculateur de commande de ce robot doit effectuer un processus d'apprentissage automatique de la pédale de frein du véhicule, permettant de modéliser la réponse en pression de son système de freinage hydraulique en fonction de la position de sa pédale de frein

[0008] Un tel processus d'apprentissage qui permet également de relever la position de la pédale de frein correspondant au début d'actionnement du freinage, comprend classiquement une étape d'enfoncement progressif, via ledit actionneur, de la pédale de frein initialement relâchée, suivant un profil de consigne prédéfini de l'évolution de la course de cet actionneur en fonction du temps.

[0009] Au cours de cette étape d'enfoncement progressif de la pédale de frein, on va enregistrer sur une multitude de points de mesure les pressions de freinage correspondantes dans le système de freinage hydraulique du véhicule.

[0010] Cette étape d'enfoncement progressif de la pédale de frein se poursuit jusqu'à ce que l'actionneur atteigne une position d'enfoncement maximal déterminée classiquement en fonction de l'enveloppe maximale des véhicules testés.

[0011] Sa durée est ainsi identique quel que soit les véhicules testés alors que l'évolution de la réponse en pression de leur système de freinage suivant la position de leur pédale de frein peut varier de manière relativement importante d'un véhicule à l'autre.

[0012] Par ailleurs, il peut arriver que l'actionneur se déplace ou casse pendant la réalisation de ce processus d'apprentissage, ce qui entraine l'échec du processus.

Exposé de l'invention

[0013] La présente invention vise donc à perfectionner un tel processus d'apprentissage de la pédale de frein.

[0014] Elle propose à cet effet un procédé d'apprentissage automatique par un robot de conduite de la pédale de frein d'un véhicule monté sur un banc d'essais à rouleaux, ledit robot de conduite étant du type comprenant un actionneur couplé mécaniquement à ladite pédale de frein qui commande une pression de freinage dans un système de freinage hydraulique dudit véhicule, ledit actionneur étant piloté par un régulateur produisant une commande d'actionneur à partir d'un écart de boucle entre la consigne de position de pédale et une information de recopie de position de pédale fournie par ledit actionneur, ledit procédé comprenant une étape d'enfoncement progressif, via ledit actionneur, de la pédale de frein initialement relâchée, suivant un profil de consigne prédéfini de l'évolution de la course de cet actionneur en fonction du temps ; caractérisé en ce que ladite étape d'enfoncement progressif de la pédale de frein se poursuit jusqu'à ce que ledit actionneur atteigne une position prédéterminée ou bien que la pression de freinage dans le système de freinage hydraulique dudit véhicule atteigne un seuil de pression prédéterminé.

[0015] L'adjonction selon l'invention de cette seconde condition mettant également fin à cette étape d'enfoncement lorsque la pression de freinage dans le système de freinage hydraulique atteint un seuil de pression prédéterminé permet d'entrainer, dans certaines configurations de la pédale de frein du véhicule, une réduction significative de la durée du processus d'apprentissage en minimisant la course de déplacement de l'actionneur et donc de la pédale de frein.

[0016] Selon des caractéristiques préférées dudit procédé selon l'invention :

- ledit seuil de pression prédéterminé est compris entre 20 et 30 bars ;
- ledit profil de consigne est de type linéaire ;
- l'évolution de ladite commande d'actionneur et celle dudit écart de boucle sont surveillées pendant la réalisation de ladite étape d'enfoncement progressif de la pédale de frein, ledit procédé étant stoppé prématurément et une alerte étant émise lorsque ladite commande d'actionneur dépasse un niveau seuil prédéterminé et que l'écart de boucle relevé dépasse également un écart seuil prédéterminé ;
- ledit procédé comporte, à la suite et dans la continuité de ladite étape d'enfoncement progressif, une étape de relâchement progressif, via ledit actionneur, de la pédale de frein du véhicule suivant un profil de consigne symétrique de celui suivi lors de ladite étape d'enfoncement progressif ;
- ledit procédé comporte, à la suite et dans la continuité de ladite étape de relâchement progressif, une étape de vérification du retour effectif dudit actionneur en position initiale à partir de ladite information de recopie de position de pédale, une alerte étant émise lorsque le delta entre cette position initiale dudit actionneur et l'information de recopie de position de pédale dépasse un delta seuil prédéterminé ; et/ou

- ledit procédé comporte, préalablement à ladite étape d'enfoncement progressif de la pédale de frein, une étape de vérification de la présence éventuelle d'une pression hydraulique résiduelle de freinage dans le système de freinage, une alerte étant émise en cas de détection de la présence d'une telle pression résiduelle.

[0017] L'invention vise également sous un second aspect, un robot de conduite d'un véhicule monté sur un banc d'essais à rouleaux, ledit robot de conduite comprenant un calculateur de commande et étant du type comprenant un actionneur de pédale de frein couplé mécaniquement à une pédale de frein commandant une pression de freinage dans un système de freinage hydraulique dudit véhicule, ledit actionneur étant piloté par un régulateur produisant une commande d'actionneur à partir d'un écart de boucle entre la consigne de position de pédale et une information de recopie de position de pédale fournie par ledit actionneur ; ledit calculateur de commande comporte une mémoire stockant des instructions de programme pour la mise en œuvre d'un tel procédé d'apprentissage.

[0018] Selon une caractéristique préférée dudit robot de conduite, ledit actionneur de pédale de frein est un actionneur à vérin commandé électriquement.

[0019] L'invention vise enfin sous un troisième aspect, un ensemble comprenant un véhicule monté sur un banc d'essais à rouleaux et un tel robot de conduite installé dans ledit véhicule.

Brève description des dessins

[0020] L'exposé de l'invention sera maintenant poursuivi par la description détaillée de plusieurs exemples de réalisation, donnée ci-après à titre illustratif mais non limitatif, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

[0021] [Fig.1] représente un bloc-diagramme général montrant de manière schématique l'architecture fonctionnelle d'un robot de conduite mettant en œuvre le procédé d'apprentissage automatique de la pédale de frein d'un véhicule selon l'invention ;

[0022] [Fig.2] est un organigramme du procédé d'apprentissage selon l'invention ;

[0023] [Fig.3] montre des courbes de relevés de mesure du déplacement de l'actionneur, de la pression de freinage, et de la commande du vérin relevées lors de la réalisation d'un processus d'apprentissage selon l'invention ; et

[0024] [Fig.4] montre des courbes anormales de relevés de mesure du déplacement de l'actionneur, de la pression de freinage, et de la commande du vérin relevées lors de l'étape d'enfoncement progressif de la pédale de frein.

Description des modes de réalisation

[0025] En référence à la [Fig.1], il est décrit ci-dessous l'architecture générale et le fonctionnement d'une forme de réalisation particulière 1 d'un robot de conduite selon l'invention.

[0026] Dans cet exemple de réalisation, le robot de conduite 1 est ici installé dans un véhicule 2 à transmission automatique de type essence, Diesel, hybride ou électrique. Le véhicule 2 est monté sur un banc d'essais à rouleaux (non représenté) typiquement pour un ou plusieurs cycles d'essais. Le robot de conduite 1 commande le véhicule 2 de façon à faire suivre à celui-ci une consigne de vitesse qui est spécifique au cycle d'essais.

[0027] Comme visible sur cette [Fig.1], le robot de conduite 1 comprend essentiellement un calculateur de commande 10 et un actionneur de pédale de frein 11. Le calculateur de commande 10 est relié à un calculateur de contrôle moteur 20 du véhicule 2 à travers une liaison bidirectionnelle de communication de données établie à travers le réseau de communication de données du véhicule 2, typiquement du type dit « CAN ».

[0028] Le calculateur de contrôle moteur 20 est ici un calculateur dit ici de « développement » qui équipe le véhicule pour les besoins du cycle d'essais. Le calculateur de contrôle moteur 20 réalise à l'identique toutes les fonctions remplies par le calculateur normal du véhicule, mais héberge en plus une interface logicielle INT autorisant des traitements et transferts de données pour permettre un dialogue avec le calculateur de commande 10 du robot de conduite 1.

[0029] Ce dialogue avec le calculateur de contrôle moteur 20 permet, dans cette forme particulière de réalisation, de minimiser l'interfaçage mécanique entre le robot 1 et le véhicule 2, en limitant celui-ci à la pédale de frein PF. De plus, le dialogue avec le calculateur de contrôle moteur 20 facilite une adaptation autonome du robot de conduite au véhicule à piloter, que celui-ci soit un véhicule essence, Diesel, hybride ou électrique.

[0030] Le calculateur de commande 10 héberge un module logiciel de robot de conduite ROB qui est implanté dans une mémoire MEM. Ce module logiciel ROB comprend essentiellement deux sous-modules fonctionnels REG1 et REG2 qui implémentent respectivement un régulateur principal et un régulateur auxiliaire (désignés aussi REG1 et REG2 par la suite). Le régulateur principal REG1 est chargé du suivi de la consigne de vitesse CONS du cycle d'essais. Cette consigne de vitesse CONS provient typiquement d'un fichier de gabarit de vitesse qui détermine le profil de vitesse à suivre pendant le cycle d'essais.

[0031] Piloté par le régulateur principal REG1, le régulateur auxiliaire REG2 est chargé de commander la décélération du véhicule 2 via le système de freinage hydraulique 21 de celui-ci.

[0032] Le régulateur principal REG1 est en communication de données avec le calculateur de contrôle moteur 20 du véhicule 2 à travers la liaison de communication de données LA.

[0033] Le régulateur principal REG1 réalise une boucle de régulation de vitesse et fournit une commande de régulation CR comprenant une consigne d'accélération ACC et une consigne de décélération DEC qui commandent respectivement l'accroissement et la réduction de la vitesse de roulage du véhicule 2.

[0034] Les consignes ACC et DEC sont calculées à partir d'un écart entre la consigne de vitesse CONS du cycle d'essais et la vitesse de roulage VV du véhicule 2.

[0035] Les consignes ACC et DEC sont transmises respectivement au calculateur de contrôle moteur 20, via l'interface logicielle INT et la liaison de communication de données LA, et au régulateur auxiliaire REG2. La vitesse de roulage mesurée VV est fournie au régulateur principal REG1 par le calculateur de contrôle moteur 20 via l'interface logicielle INT et la liaison de communication de données LA.

[0036] Dans le calculateur de contrôle moteur 20, la consigne d'accélération ACC est exploitée par une stratégie de commande d'un groupe motopropulseur GMP du véhicule 2 de façon à déterminer une consigne de couple moteur adéquate.

[0037] Dans le régulateur auxiliaire REG2, la consigne de décélération DEC commande la décélération du véhicule 2 par une action mécanique sur sa pédale de frein PF, par l'intermédiaire de l'actionneur 11. La pédale de frein PF commande la pression de freinage PH dans le système de freinage hydraulique 21 du véhicule 2, pression hydraulique PH qui actionne les freins BK du véhicule 2.

[0038] L'actionneur de pédale de frein 11 est ici un actionneur à vérin commandé électriquement. Le régulateur auxiliaire REG2 réalise une boucle de régulation pour piloter l'actionneur 11 et produit une commande d'actionneur CA à partir d'un écart de boucle entre la consigne de position de pédale PP et une information de recopie de position de pédale RPP fournie par l'actionneur 11.

[0039] Cette commande d'actionneur CA est assurée par un modulateur par largeur d'impulsion (MLI) plus communément désigné sous l'acronyme anglais PWM (pour « Pulse Width Modulator ») et permettant de délivrer une tension d'alimentation hachée à haute fréquence dont la valeur moyenne est définie par le rapport cyclique correspondant au rapport de temps où le modulateur est passant sur une période.

[0040] La consigne de position de pédale PP est calculée par le régulateur auxiliaire REG2 à partir de la consigne de décélération DEC et est fournie ici en pourcentage de la course de l'actionneur 11 agissant sur la pédale de frein PF.

[0041] La valeur de 0% affectée à la consigne PP représente une position de l'actionneur 11 en début de course correspondant à un état totalement relâchée de la pédale de frein PF.

[0042] Pour calculer la consigne de position de pédale PP à appliquer, le processus du régulateur auxiliaire REG2 doit connaître une position PP0 de la pédale de frein PF, exprimée en pourcentage de la course de l'actionneur 11, et correspondant au début

d'actionnement du freinage. Cette position PP0 est détectée par l'apparition d'une pression hydraulique PH strictement positive, par exemple supérieure à un certain seuil, et qui est estimée suffisante pour un début d'actionnement des freins BK dans le système de freinage hydraulique 21.

[0043] Préalablement à la réalisation d'un premier cycle d'essais sur le véhicule, le calculateur de commande 10 pilote la réalisation d'un processus d'apprentissage de la pédale de frein PF du véhicule 2 selon l'invention, permettant de modéliser la réponse en pression du système de freinage hydraulique 21 en fonction de la position PP de cette pédale de frein PF exprimée en pourcentage de la course de l'actionneur 11, mais également de relever la position PP0 de la pédale de frein PF correspondant au début d'actionnement du freinage.

[0044] Ce processus d'apprentissage est assuré par un sous-module logiciel MOD_TR qui est implanté dans la mémoire MEM du calculateur de commande 10 en étant intégré dans le régulateur auxiliaire REG2.

[0045] Ce sous-module logiciel MOD_TR autorise la mise en œuvre du procédé selon l'invention par l'exécution d'instructions de code de programme par un processeur (non représenté) du calculateur de commande 10.

[0046] On va maintenant décrire en détails et à l'appui de l'organigramme de la [Fig.2] et des courbes de relevés de mesure de la [Fig.3], les différentes étapes de ce processus d'apprentissage.

[0047] Réalisée après l'installation du robot de conduite 1 dans le véhicule 2, la première étape 100 de ce processus d'apprentissage consiste à vérifier la présence éventuelle d'une pression hydraulique résiduelle de freinage PH dans le système de freinage 21, cette valeur étant transmise au calculateur de commande 10 par le calculateur de contrôle moteur 20.

[0048] La mesure d'une pression résiduelle de freinage traduirait en effet une mauvaise installation de ce robot de conduite 1 et en particulier l'existence d'un effort exercé par son actionneur 11 en position de début de course sur la pédale de frein PF.

[0049] En cas de détection de la présence d'une telle pression résiduelle de freinage dans le système de freinage hydraulique 21 du véhicule 2 (événement 110), le processus s'arrête et une alerte visuelle et/ou sonore est alors émise à l'intention de l'opérateur en charge de la réalisation du ou des cycles d'essais sur ce véhicule 2 afin de l'informer d'une anomalie de positionnement du robot de conduite 1 (étape 200).

[0050] Dans le cas contraire (événement 120), le calculateur de commande 10 va piloter un enfoncement progressif, via l'actionneur à vérin 11, de la pédale de frein PF du véhicule 2 initialement relâchée (PP = 0%) suivant un profil de consigne prédéfini de l'évolution en pourcentage de la course de cet actionneur 11 en fonction du temps (étape 300).

[0051] Durant cette étape 300, des mesures de la pression dans le système de freinage hydraulique 21 sont réalisées à intervalle régulier pour différents pourcentages de déplacement de l'actionneur à vérin 11, de sorte à constituer des couples de valeurs (pourcentage de déplacement de l'actionneur, pression) permettant, à la fin de ce processus d'apprentissage, d'approximer par régression polynomiale, typiquement d'ordre 4, un polynôme mathématique traduisant la réponse en pression modélisée du système de freinage hydraulique 21 en fonction du pourcentage de déplacement de l'actionneur à vérin 11 (et donc de la position de la pédale de frein PF).

[0052] Afin de faciliter les opérations de régression polynomiale, le profil de consigne prédéfini est avantageusement de type linéaire. Par ailleurs et de sorte à éviter tout risque d'emballement du circuit de pression du système de freinage causé par des montées en pression trop brusques, la pente de ce profil linéaire de consigne sera comprise entre 1 et 2 % d'avancement de l'actionneur à vérin 11 par seconde.

[0053] Au cours de cette étape 300, la position PP0 (en l'espèce et en référence à la [Fig.3], PP0 = 6.494 %) de la pédale de frein PF correspondant à l'apparition à la pression hydraulique PH de début d'actionnement de freinage (PH > 0 bar) est également enregistrée en mémoire par le calculateur de commande 10.

[0054] Cette étape 300 d'enfoncement progressif de la pédale PF se poursuit jusqu'à ce que :
- l'actionneur 11 atteigne une position prédéterminée correspondant à un pourcentage de sa course (par exemple, PP = 40% comme illustré sur la [Fig.3]) (événement 310) ; ou bien que
- la pression mesurée dans le système de freinage hydraulique 21 atteigne un certain seuil de pression prédéterminé (par exemple, compris entre 20 et 30 bars) correspondant à la pression de freinage maximale que l'on ne souhaitera pas dépasser durant la réalisation des cycles d'essais du véhicule (événement 320).

[0055] L'adjonction selon l'invention de cette seconde condition mettant également fin à cette étape 300 permet d'entrainer, dans certaines configurations de la pédale de frein PF du véhicule 1, une réduction significative de la durée du processus d'apprentissage en minimisant la course de déplacement de l'actionneur 11 et donc de la pédale de frein PF.

[0056] Pour des raisons de sécurité, l'évolution de la commande d'actionneur CA (en l'espèce, le rapport cyclique du modulateur par largeur d'impulsion PWM) ainsi que celle de l'écart de boucle entre la consigne de position de pédale PP et l'information de recopie de position de pédale RPP fournie par cet actionneur 11 sont surveillées pendant la réalisation de cette étape 300 d'enfoncement progressif de la pédale de frein PF du véhicule 2.

[0057] Tel qu'illustré sur la [Fig.4], lorsque cette commande d'actionneur CA dépasse un niveau seuil prédéterminé (rapport cyclique du modulateur PWM compris de

préférence entre 80 et 100%) et que l'écart de boucle relevé dépasse également un écart seuil prédéterminé (compris de préférence entre 4 et 6 % de la course de l'actionneur 11) (événement 330), le processus d'apprentissage est stoppé prématurément tandis qu'une alerte visuelle et/ou sonore est émise à l'intention de l'opérateur en charge de la réalisation du ou des cycles d'essais sur ce véhicule 2 afin de l'informer d'une anomalie (étape 400).

[0058] La mesure d'un tel niveau de commande élevé associé à un écart de boucle important traduisent en effet une dureté excessive ou un blocage de la pédale de frein PF du véhicule 2, constitutive d'un problème de pression dans le circuit du système de freinage et/ou d'une mauvaise installation du robot de conduite 1.

[0059] A la suite et dans la continuité de l'étape 300 d'enfoncement progressif de la pédale PF, le processus d'apprentissage se poursuit avantageusement par une étape de relâchement progressif, via l'actionneur à vérin 11, de cette pédale PF suivant un profil de consigne symétrique (voir [Fig.3]) de celui suivi lors de cette étape 300 (étape 500).

[0060] Durant cette étape 500, des mesures de la pression dans le système de freinage hydraulique 21 sont également réalisées à intervalle régulier pour différents pourcentages de déplacement de l'actionneur 11, de sorte à constituer d'autres couples de valeurs (pourcentage de déplacement de l'actionneur, pression).

[0061] La réalisation de cette étape 500 de relâchement progressif de la pédale PF permet ainsi de mesurer l'effet d'hystérésis entre les phases d'enfoncement et de relâchement de la pédale de frein PF, de sorte à permettre une modélisation polynomiale plus fine de la réponse en pression du système de freinage hydraulique 21.

[0062] A la suite et dans la continuité de cette étape 500 de relâchement progressif de la pédale PF, le processus d'apprentissage selon l'invention vérifie le retour effectif de l'actionneur 11 en position initiale à partir de l'information de recopie de position de pédale RPP (étape 600).

Lorsque le delta entre cette position initiale et l'information de recopie de position de pédale RPP (sur la [Fig.3], RPP = 1%) dépasse un delta seuil prédéterminé (compris de préférence entre 4 et 6 % de la course de l'actionneur 11) (événement 610), une alerte visuelle et/ou sonore est alors émise à l'intention de l'opérateur en charge de la réalisation du ou des cycles d'essais sur ce véhicule 2 afin de l'informer d'un déplacement du robot de pilotage 1 pendant la réalisation de ce processus d'apprentissage (étape 700).

[0063] On rappelle enfin que l'invention ne se limite pas aux formes de réalisation particulières qui ont été décrites ici à titre d'exemple. L'homme du métier, selon les applications de l'invention, pourra apporter différentes modifications et variantes entrant dans le champ de protection de l'invention.

Revendications

[Revendication 1] Procédé d'apprentissage automatique par un robot de conduite (1) de la pédale de frein (PF) d'un véhicule (2) monté sur un banc d'essais à rouleaux, ledit robot de conduite (1) étant du type comprenant un actionneur (11) couplé mécaniquement à ladite pédale de frein (PF) qui commande une pression de freinage (PH) dans un système de freinage hydraulique (21) dudit véhicule (2), ledit actionneur (11) étant piloté par un régulateur (REG2) produisant une commande d'actionneur (CA) à partir d'un écart de boucle entre la consigne de position de pédale (PP) et une information de recopie de position de pédale (RPP) fournie par ledit actionneur (11), ledit procédé comprenant une étape d'enfoncement progressif (300), via ledit actionneur (11), de la pédale de frein (PF) initialement relâchée, suivant un profil de consigne prédéfini de l'évolution de la course de cet actionneur (11) en fonction du temps ;
ladite étape d'enfoncement progressif de la pédale de frein (300) se poursuivant jusqu'à ce que ledit actionneur (11) atteigne une position prédéterminée ou bien que la pression de freinage (PH) dans le système de freinage hydraulique (21) dudit véhicule (2) atteigne un seuil de pression prédéterminé, caractérisé en ce que l'évolution de ladite commande d'actionneur (CA) et celle dudit écart de boucle sont surveillées pendant la réalisation de ladite étape d'enfoncement progressif (300) de la pédale de frein (PF), ledit procédé étant stoppé prématurément et une alerte étant émise (400) lorsque ladite commande d'actionneur (CA) dépasse un niveau seuil prédéterminé et que l'écart de boucle relevé dépasse également un écart seuil prédéterminé.

[Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit seuil de pression prédéterminé est compris entre 20 et 30 bars.

[Revendication 3] Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit profil de consigne est de type linéaire.

[Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte, à la suite et dans la continuité de ladite étape d'enfoncement progressif (300), une étape de relâchement progressif (500), via ledit actionneur (11), de la pédale de frein (PF) du véhicule (2) suivant un profil de consigne symétrique de celui suivi lors de ladite étape d'enfoncement progressif (300).

[Revendication 5] Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte, à la suite et dans la continuité de ladite étape de relâchement progressif (500), une étape de vérification (600) du retour effectif dudit actionneur (11) en position initiale à partir de ladite information de recopie de position de pédale (RRP), une alerte étant émise (700) lorsque le delta entre cette position initiale dudit actionneur (11) et l'information de recopie de position de pédale (RPP) dépasse un delta seuil prédéterminé.

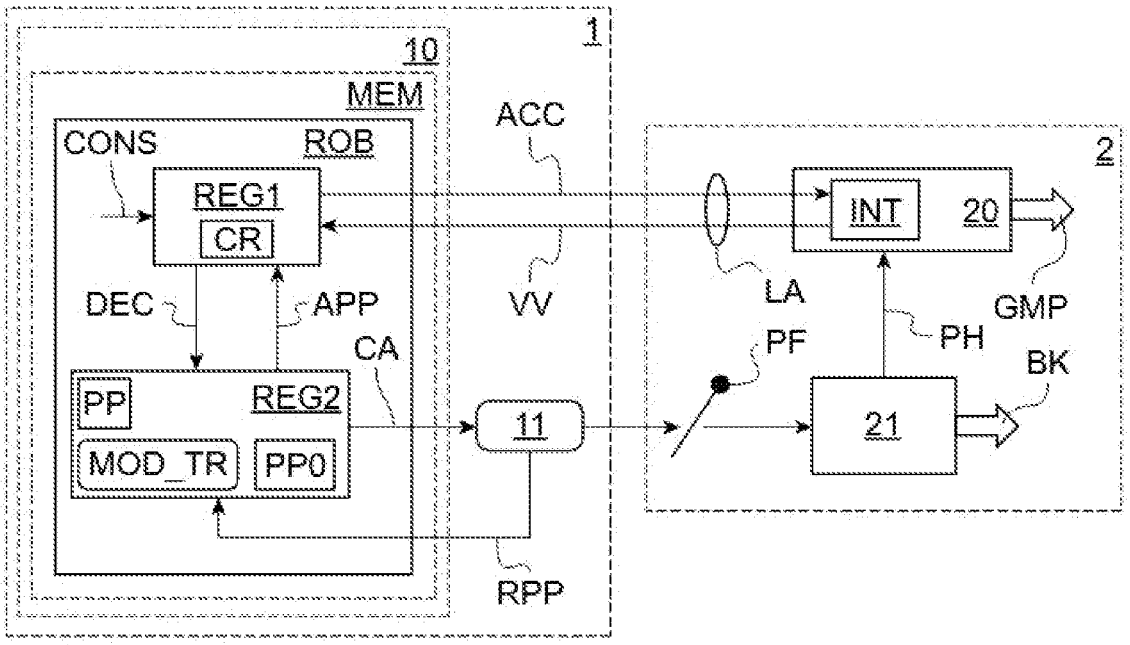
[Revendication 6] Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte, préalablement à ladite étape d'enfoncement progressif (300) de la pédale de frein (PF), une étape de vérification (100) de la présence éventuelle d'une pression hydraulique résiduelle de freinage dans le système de freinage (21), une alerte étant émise en cas de détection de la présence d'une telle pression résiduelle (200).

[Revendication 7] Robot de conduite (1) d'un véhicule (2) monté sur un banc d'essais à rouleaux, ledit robot de conduite (1) comprenant un calculateur de commande (10) et étant du type comprenant un actionneur de pédale de frein (11) couplé mécaniquement à une pédale de frein (11) commandant une pression de freinage (PH) dans un système de freinage hydraulique (21) dudit véhicule, ledit actionneur (11) étant piloté par un régulateur (REG2) produisant une commande d'actionneur (CA) à partir d'un écart de boucle entre la consigne de position de pédale (PP) et une information de recopie de position de pédale (RRP) fournie par ledit actionneur (11) ; caractérisé en ce que ledit calculateur de commande (10) comporte une mémoire (MEM) stockant des instructions de programme pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

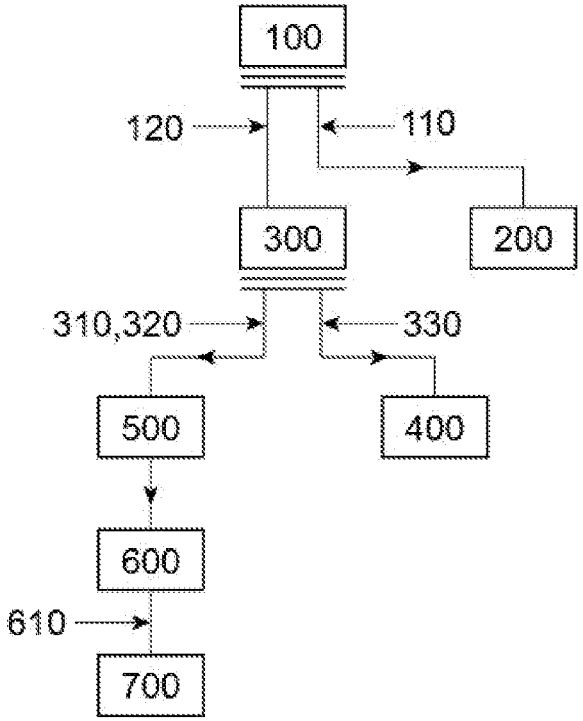
[Revendication 8] Robot de conduite (1) selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit actionneur de pédale de frein est un actionneur à vérin (11) commandé électriquement.

[Revendication 9] Ensemble comprenant un véhicule (2) monté sur un banc d'essais à rouleaux et un robot de conduite (1) installé dans ledit véhicule, caractérisé en ce que le robot de conduite (1) est conforme à l'une des revendications 7 ou 8.

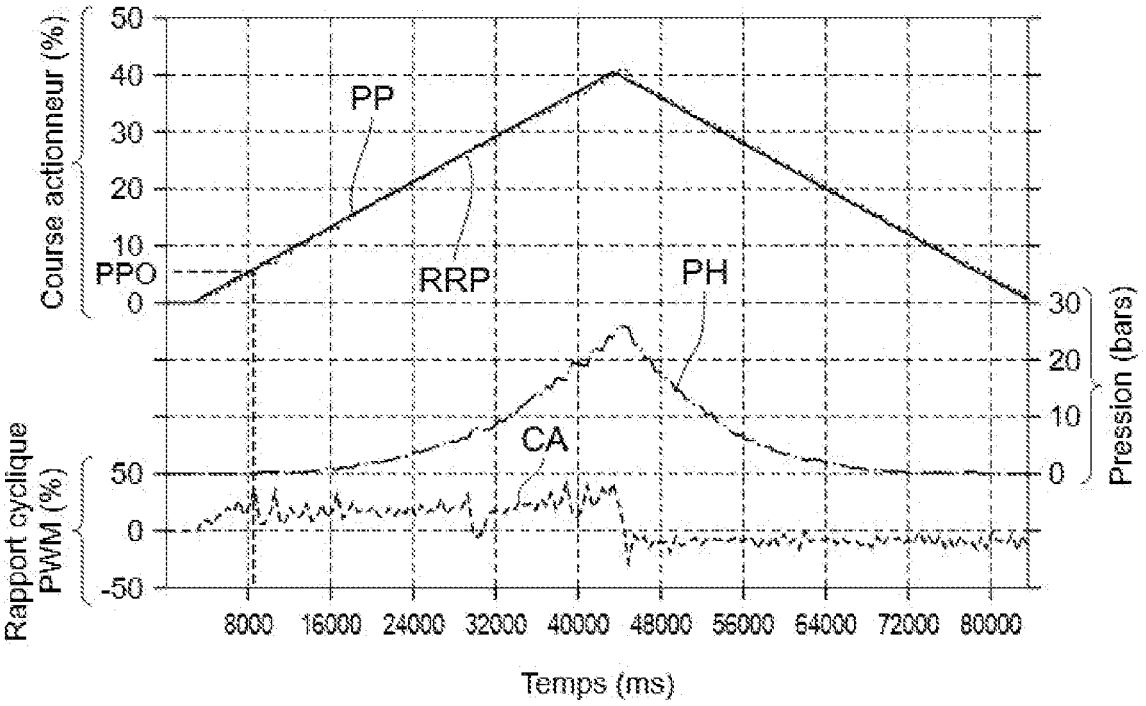
[Fig. 1]


1
10
MEM
CONS
ROB
REG1
CR
DEC
APP
CA
PP
REG2
MOD_TR
PP0
11
RPP
ACC
VV
2
INT
20
LA
GMP
PH
PF
BK
21

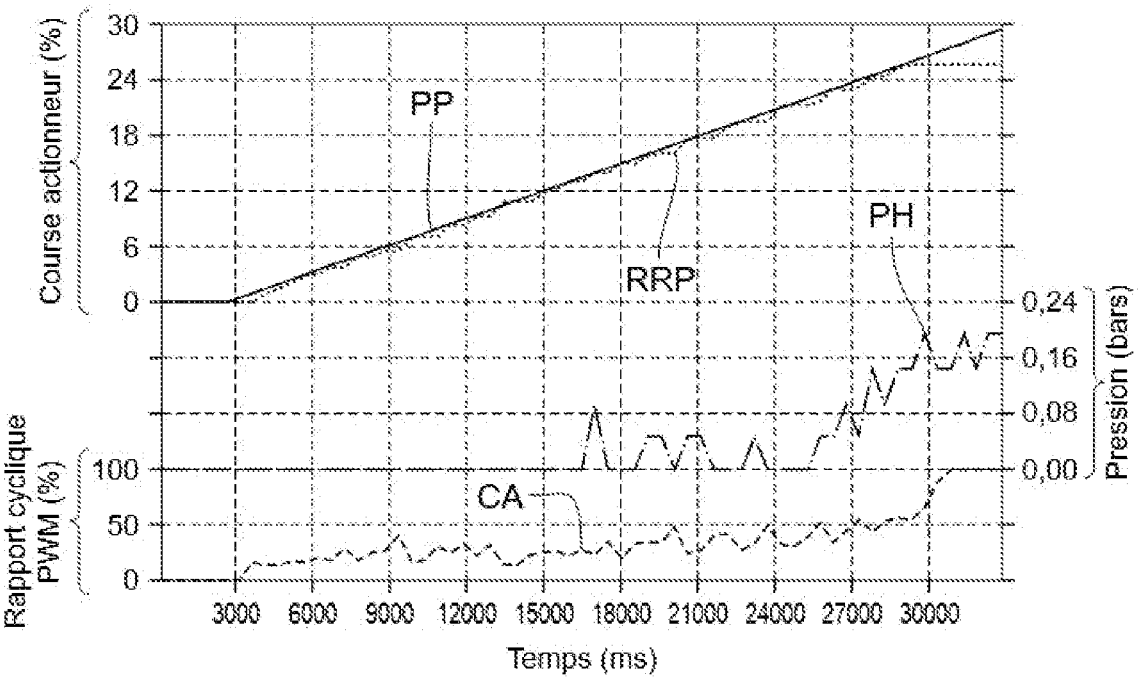
[Fig. 2]


100
120
110
300
200
310,320
330
500
400
600
610
700

[Fig. 3]


Course actionneur (%)
50
40
30
20
10
PPO
0
PP
RRP
PH
CA
30
20
10
0
Pression (bars)
Rapport cyclique PWM (%)
50
0
-50
8000
16000
24000
32000
40000
48000
56000
64000
72000
80000
Temps (ms)

[Fig. 4]


Course actionneur (%)
30
24
18
12
6
0
PP
RRP
PH
0,24
0,16
0,08
0,00
Pression (bars)
Rapport cyclique PWM (%)
100
50
0
CA
3000
6000
9000
12000
15000
18000
21000
24000
27000
30000
Temps (ms)

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 (nouveauté) 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.

[x] 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.

[x] 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

FR 3 100 190 A1 (PSA AUTOMOBILES SA [FR])
5 mars 2021 (2021-03-05)

EP 3 984 844 A1 (AUTONOMOUS A2Z [KR])
20 avril 2022 (2022-04-20)

US 2016/377508 A1 (PERRONE PAUL J [US] ET AL) 29 décembre 2016 (2016-12-29)

US 2007/114836 A1 (KAMINSKI GARY [US] ET AL) 24 mai 2007 (2007-05-24)

FR 3 107 605 A1 (PSA AUTOMOBILES SA [FR])
27 août 2021 (2021-08-27)

WO 2021/157212 A1 (MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD [JP]) 12 août 2021 (2021-08-12)

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