

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

①① N° de publication : **3 110 536**

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

②① N° d'enregistrement national : **20 05478**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **B 62 D 6/00 (2019.12), B 62 D 5/04**

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ PROCÉDÉ DE GESTION DE LA TRANSITION DU MODE AUTONOME VERS LE MODE MANUEL DANS UN SYSTÈME DE DIRECTION PILOTABLE DÉCOUPLÉE.

②② Date de dépôt : 25.05.20.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 26.11.21 Bulletin 21/47.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 02.09.22 Bulletin 22/35.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *PSA Automobiles SA Société anonyme — FR.*

⑦② Inventeur(s) : *MEGY ARTHUR, CAVAREC ALAN, ROCHEREAU XAVIER, GUINGAND FREDERIC et ETCHEVERRY CELINE.*

⑦③ Titulaire(s) : *PSA Automobiles SA Société anonyme.*

⑦④ Mandataire(s) :

**FR 3 110 536 - B1**



## Description

### **Titre de l'invention : PROCÉDÉ DE GESTION DE LA TRANSITION DU MODE AUTONOME VERS LE MODE MANUEL DANS UN SYSTÈME DE DIRECTION PILOTABLE DÉCOUPLÉE**

- [0001] L'invention concerne de manière générale les systèmes de direction pilotable découplée dits « Steer-by-Wire » en anglais ou « SbW », dans des véhicules terrestres tels que les véhicules automobiles. Plus particulièrement, l'invention se rapporte à un procédé de gestion de la transition du mode de conduite autonome vers le mode de conduite manuel mis en œuvre dans un système de direction pilotable découplée équipant un véhicule à conduite autonome.
- [0002] De manière générale, dans un véhicule équipé d'un système de direction « Steer-by-Wire », aucun lien mécanique n'est présent entre le volant de conduite du véhicule et les roues directrices de celui-ci. En effet, la colonne de direction du système de direction classique est ici remplacée par des liaisons électriques à même de transmettre des ordres de commande générés à partir de la rotation du volant, à un ou plusieurs actionneurs généralement électriques qui contrôlent l'angle de braquage des roues directrices.
- [0003] Avec un système de direction classique, le volant de conduite étant mécaniquement lié aux roues directrices du véhicule, la position du volant de conduite est toujours synchronisée à la position des roues directrices, et cela indépendamment du mode de conduite. La reprise en main par le conducteur est donc naturelle lors d'une transition du mode de conduite autonome vers le mode de conduite manuel dans un véhicule à conduite autonome. Par contre, le système de direction classique n'autorise pas certains avantages du système de direction « Steer-by-Wire », comme, par exemple, en mode de conduite autonome, l'immobilisation du volant de conduite pour faciliter la rétractation de celui-ci et la possibilité d'inhiber l'action du volant de conduite pour éviter une prise en compte d'une sollicitation intempestive du conducteur. La démultiplication variable entre le volant de conduite et les roues directrices est aussi un avantage intéressant du système de direction « Steer-by-Wire ».
- [0004] Dans le système de direction « Steer-by-Wire », le volant de conduite peut avoir une position différente de celle des roues directrices pendant une phase de conduite autonome, par exemple, en étant immobilisé à la position 0° pendant que les roues directrices sont pilotées par le système de conduite autonome. Cette désynchronisation entre la position du volant de conduite et celle des roues directrices pose une difficulté lorsque le conducteur veut sortir du mode de conduite autonome et reprendre la main

pour diriger son véhicule.

- [0005] En effet, lors de la reprise en main par le conducteur, la resynchronisation de la position des roues directrices sur la position du volant de conduite peut provoquer une forte accélération latérale des roues, ce qui non seulement est désagréable pour le conducteur, mais est aussi potentiellement dangereux. Pour éviter cette accélération latérale des roues dans le cas où le conducteur est autorisé à diriger immédiatement son véhicule, la resynchronisation ne doit pas être effectuée, ce qui signifie que le conducteur doit conduire son véhicule avec un décalage entre la position du volant et la position des roues, par exemple, avec le volant à la position  $0^\circ$  alors que les roues sont tournées. Certains conducteurs peuvent être perturbés et gênés dans leurs habitudes de conduite par ce décalage entre la position du volant et celle des roues.
- [0006] Par le document US2004236487A1, il est connu un système et un procédé pour la synchronisation initiale du volant de conduite et des roues directrices dans un système de direction « Steer-by-Wire » lors d'un premier démarrage du véhicule.
- [0007] Le document DE102017220158A1 décrit un procédé de synchronisation du volant de conduite dans un véhicule à conduite autonome lors d'une transition du mode de conduite autonome vers le mode de conduite manuel. Ce procédé prévoit d'ajuster l'angle du volant à un angle cible et/ou d'ajuster la position effective d'un actionneur de direction à une position souhaitée. L'ajustement de la position effective de l'actionneur de direction à la position souhaitée est effectué pendant un arrêt du véhicule et/ou est effectué progressivement sur une période de temps.
- [0008] Il est souhaitable de proposer un procédé perfectionné ne présentant pas l'inconvénient susmentionné de la technique antérieure, pour gérer de manière optimale la transition du mode de conduite autonome vers le mode de conduite manuel dans un système de direction pilotable découplée équipant un véhicule à conduite autonome.
- [0009] Selon un premier aspect, l'invention concerne un procédé de gestion d'une transition d'un mode de conduite autonome vers un mode de conduite manuel mis en œuvre dans un système de direction pilotable découplée pour véhicule à conduite autonome comprenant un volant de conduite, un ensemble de direction couplé mécaniquement à des roues directrices du véhicule et un calculateur de commande, le procédé comprenant une synchronisation progressive entre une position angulaire de volant du volant de conduite et une position angulaire de roue des roues directrices. Conformément à l'invention, le procédé comprend, dans le cas où la transition est non urgente, une synchronisation progressive préalable de la position angulaire de volant sur la position angulaire de roue et ensuite une activation du mode de conduite manuel et, dans le cas où la transition est urgente, une activation immédiate du mode de conduite manuel et une synchronisation progressive postérieure de la position

angulaire de roue sur la position angulaire de volant.

- [0010] Selon une caractéristique particulière, dans le cas où la transition est non urgente, la synchronisation progressive préalable intervient selon une rampe de vitesse angulaire comprise entre 50 degrés par seconde et 200 degrés par seconde, en considérant des valeurs angulaires équivalentes sur le référentiel angulaire du volant de conduite.
- [0011] Selon une autre caractéristique particulière, dans le cas où la transition est urgente, la synchronisation progressive postérieure intervient selon une rampe de vitesse comprise entre 20 degrés par seconde et 100 degrés par seconde, en considérant des valeurs angulaires équivalentes sur le référentiel angulaire du volant de conduite.
- [0012] L'invention concerne aussi un calculateur comportant une mémoire stockant des instructions de programme pour la mise en œuvre du procédé tel que décrit brièvement ci-dessus.
- [0013] L'invention concerne aussi un système de direction pilotable découplée comprenant un calculateur tel qu'indiqué ci-dessus et un véhicule à conduite autonome comprenant un tel système de direction pilotable découplée.
- [0014] D'autres avantages et caractéristiques de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée ci-dessous de plusieurs formes de réalisation particulières de l'invention, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :
- [0015] [Fig.1] La [Fig.1] montre schématiquement l'architecture générale d'un système de direction pilotable découplée dit « Steer-by-Wire ».
- [0016] [Fig.2] La [Fig.2] est un logigramme montrant des étapes fonctionnelles du procédé de gestion de la transition du mode de conduite autonome vers le mode de conduite manuel selon l'invention.
- [0017] [Fig.3] La [Fig.3] montre des premiers chronogrammes relatifs à une première stratégie de synchronisation du procédé selon l'invention, pour une reprise en main non urgente par le conducteur du véhicule.
- [0018] [Fig.4] La [Fig.4] montre des deuxièmes chronogrammes relatifs à une deuxième stratégie de synchronisation du procédé selon l'invention, pour une reprise en main urgente par le conducteur du véhicule.
- [0019] En référence à la [Fig.1], dans un véhicule à conduite autonome, un système de direction pilotable découplée SDD, dit « Steer-by-Wire », comprend essentiellement un volant de conduite VC, un ensemble de direction ED couplé mécaniquement à des roues directrices RO et un calculateur de commande CTRL.
- [0020] Le volant de conduite VC, en tant qu'organe de commande de direction à disposition du conducteur, est équipé d'un capteur angulaire de volant CV et d'un actionneur électrique de retour d'effort ARE couplé mécaniquement à un axe de rotation du volant. Le capteur angulaire de volant CV mesure un angle signé de rotation de volant ARV par rapport à une position 0° du volant. L'angle de rotation de volant ARV est

transmis au calculateur de commande CTRL et représente une commande de direction du conducteur. L'actionneur électrique de retour d'effort ARE assure un retour d'effort sur le volant VC pour le ressenti du conducteur, en fonction d'une commande de retour d'effort RE fournie par le calculateur de commande CTRL.

- [0021] L'ensemble de direction ED comprend typiquement un actionneur électrique de direction ARO et un capteur angulaire de braquage de roue CR. L'actionneur ARO est couplé mécaniquement aux roues directrices RO et commande de manière asservie un angle de braquage de roue ABR des roues directrices RO en fonction d'une consigne d'angle de braquage CAB fournie par le calculateur de commande CTRL et d'une position angulaire effective des roues directrices RO mesurée par le capteur angulaire de braquage de roue CR.
- [0022] Le calculateur de commande CTRL est relié à un réseau de communication de données du véhicule, par exemple de type CAN, et est communication avec les autres organes fonctionnels du système de direction pilotable découplée SDD et d'autres calculateurs du véhicule.
- [0023] Le calculateur de commande CTRL héberge dans une mémoire MEM un système logiciel embarqué SSW qui est chargé de la commande du système de direction pilotable découplée SDD selon le mode de conduite autonome ou selon le mode de conduite manuel. Le système logiciel embarqué SSW comprend un module logiciel MSW qui 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 CTRL. Le module logiciel embarqué MSW coopère avec le système logiciel embarqué SSW pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention.
- [0024] Le système logiciel embarqué SSW commande le système de direction pilotable découplée SDD en fonction d'une demande de mode de conduite SM reçue par le calculateur de commande CTRL et qui lui indique le mode de conduite à appliquer, à savoir, le mode de conduite autonome ou le mode de conduite manuel.
- [0025] Dans le mode de conduite manuel, la consigne d'angle de braquage CAB fournie par le calculateur de commande CTRL à l'ensemble de direction ED est établie par le système logiciel embarqué SSW en fonction de l'angle de rotation de volant ARV du volant. Un rapport de démultiplication est typiquement introduit par le système logiciel embarqué SSW entre l'angle de rotation de volant ARV et l'angle de braquage de roue ABR.
- [0026] Dans le mode de conduite autonome, la consigne d'angle de braquage CAB fournie par le calculateur de commande CTRL à l'ensemble de direction ED est établie par le module logiciel embarqué SSW en fonction d'une consigne de mode de conduite autonome CMA fournie par un système de conduite autonome du véhicule et spécifiant un angle de braquage de roue ABR voulue. Le système de conduite autonome du

véhicule pilote la position des roues directrices RO pour diriger le véhicule, tout en permettant une position du volant VC complètement différente du fait de l'absence de liaison mécanique entre ces organes. Ainsi, cette absence de liaison mécanique autorise, par exemple, une immobilisation du volant VC, une réduction de l'amplitude de rotation de celui-ci ou d'autres applications, essentiellement afin d'éviter de gêner le conducteur qui se consacre alors à d'autres activités que la conduite.

- [0027] Une gestion de la transition du mode de conduite autonome vers le mode de conduite manuel conforme au procédé de l'invention est décrite maintenant ci-dessous en détail en référence plus particulièrement aux Figs.2 à 4.
- [0028] Comme montré par le logigramme de la [Fig.2], le procédé de l'invention différencie deux cas lors d'une reprise en main de la conduite par le conducteur, à savoir, une reprise en main qui n'est pas urgente et une reprise en main qui est urgente, auxquels sont associées respectivement deux stratégies de synchronisation différentes S1 et S2 des positions du volant de conduite VC et des roues directrices RO. Le logigramme de la [Fig.2] comprend des blocs fonctionnels B0 à B3.
- [0029] Le bloc fonctionnel B0 est un bloc conditionnel qui concerne la détection d'une demande de changement du mode de conduite autonome, repéré CA, vers le mode de conduite manuel, repéré CM. Cette demande de changement du mode CA vers le mode CM est spécifiée par la demande de mode de conduite SM qui passe d'un état noté SM = (CA) à un état SM = (CM). Lorsqu'une demande de changement du mode CA vers le mode CM est détectée, cette détection est signalée par une sortie Y activée du bloc B0, et le processus de traitement du module logiciel MSW se poursuit par le bloc fonctionnel B1. Dans le cas contraire, c'est une sortie N du bloc B0 qui est activée et le processus boucle en attente d'une détection effective sur le bloc fonctionnel B0.
- [0030] Le bloc fonctionnel B1 est un bloc conditionnel qui concerne la détection de l'urgence, repérée UR, de la demande de changement du mode CA vers le mode CM. L'urgence UR est spécifiée par la demande de mode de conduite SM, avec un état SM = (CM, UR = « 0 ») pour une demande de mode de conduite manuel non urgente et un état SM = (CM, UR = « 1 ») pour une demande de mode de conduite autonome urgente.
- [0031] Lorsque l'urgence UR n'est pas activée, UR = « 0 », cette absence d'urgence est signalée par une sortie N activée du bloc B1, et le processus de traitement du module logiciel MSW se poursuit par le bloc B2 qui représente l'application de la stratégie de synchronisation S1. Lorsque l'urgence UR est activée, UR = « 1 », cette urgence est signalée par une sortie Y activée du bloc B1, et le processus de traitement du module logiciel MSW se poursuit par le bloc B3 qui représente l'application de la stratégie de synchronisation S2.
- [0032] Les stratégies de synchronisation S1 et S2 sont détaillées ci-dessous en référence res-

pectivement aux Figs.3 et 4. Dans ces deux stratégies S1, S2, il est considéré que les trois conditions initiales suivantes sont vérifiées préalablement à l'application de la stratégie, à savoir :

- [0033] - Le véhicule est en mode de conduite autonome, ce qui signifie que l'angle de braquage de roue ABR est piloté par le système de conduite autonome.
- [0034] - La position du volant de conduite VC n'est pas synchronisée avec la position des roues directrices RO.
- [0035] - Le conducteur n'a pas les mains sur le volant de conduite VC.
- [0036] Concernant l'exemple de la [Fig.3] pour la stratégie de synchronisation S1, le chronogramme  $C1_{S1}$  représente les valeurs angulaires AD, en degrés ( $^{\circ}$ ), d'une consigne de mode de conduite autonome CMA1 fournie par le système de conduite autonome, d'une consigne effective CER1 prise en compte par l'ensemble de direction ED et correspondant à l'angle de braquage de roue ABR, et d'un angle de rotation de volant ARV1. Toutes les valeurs angulaires représentées dans le chronogramme  $C1_{S1}$ , et indiquées plus bas dans cet exemple, sont indiquées en valeurs équivalentes sur un même référentiel angulaire, celui du volant de conduite VC, pour s'abstraire du rapport de démultiplication entre le volant de conduite VC et les roues directrices RO et faciliter la compréhension.
- [0037] Le chronogramme  $C2_{S1}$  représente lui les états actifs « 1 » ou inactifs « 0 » d'une demande de mode de conduite manuel non urgente  $SM1 = (CM, UR = \ll 0 \gg)$  et d'une autorisation, repérée REM1, de reprise en main de la conduite du véhicule par le conducteur.
- [0038] Conformément à l'invention, lorsque la reprise en main n'est pas urgente, par exemple, dans le cas d'une demande anticipée du conducteur ou du système, le module logiciel MSW mettant en œuvre le procédé de l'invention a le temps de synchroniser la position du volant de conduite VC sur la position des roues directrices RO avant d'autoriser le conducteur à reprendre effectivement la main. Pendant la synchronisation, le conducteur n'a pas encore les mains sur le volant de conduite VC et c'est le volant de conduite VC qui tourne progressivement afin de rejoindre la position des roues directrices RO.
- [0039] Dans cet exemple de la [Fig.3], le véhicule est initialement en mode de conduite autonome CA, avec une consigne de mode de conduite autonome CMA1 de  $100^{\circ}$ . La consigne effective CER1 prise en compte par l'ensemble de direction ED est égale à la consigne de mode de conduite autonome CMA1, et le volant de conduite VC est lui immobilisé avec un angle de rotation de volant ARV1 égal à  $0^{\circ}$ . Au temps  $t1 = 1$  s, la demande de mode de conduite manuel non urgente  $SM1 = (CM, UR = \ll 0 \gg)$  est activée par le conducteur ou le système et signale le besoin de sortir du mode de conduite autonome CA. La stratégie de synchronisation S1 commande alors une

rotation progressive de synchronisation du volant de conduite VC jusqu'à obtenir un angle de rotation de volant ARV1 égal à  $100^\circ$  à un temps  $t_2 = 2$  s. Le volant de conduite VC est alors synchronisé à la position des roues directrices RO. La synchronisation a été réalisée selon une rampe de vitesse angulaire R1 de  $100^\circ/\text{s}$  dans cet exemple. Au temps  $t_3 = 2,5$  s, l'autorisation de reprise en main REM1 est activée et le conducteur peut alors reprendre en main la conduite du véhicule.

- [0040] Concernant l'exemple de la [Fig.4] pour la stratégie de synchronisation S2, le chronogramme C1a<sub>S2</sub> représente les valeurs angulaires AD, en degrés ( $^\circ$ ), d'une consigne de mode de conduite autonome CMA2 fournie par le système de conduite autonome, d'une consigne effective CER2 prise en compte par l'ensemble de direction ED et correspondant à l'angle de braquage de roue ABR, et d'un angle de rotation de volant ARV2. Le chronogramme C1b<sub>S2</sub> représente un écart angulaire de désynchronisation  $\Delta AD$ , en degrés ( $^\circ$ ), entre l'angle de rotation de volant ARV2 et la consigne effective CER2, et d'un angle de rotation de volant ARV2. Toutes les valeurs angulaires représentées dans les chronogrammes C1a<sub>S2</sub> et C1b<sub>S2</sub>, et indiquées plus bas dans cet exemple, sont indiquées en valeurs équivalentes sur un même référentiel angulaire, celui du volant de conduite VC, pour s'abstraire du rapport de démultiplication entre le volant de conduite VC et les roues directrices RO et faciliter la compréhension.
- [0041] Le chronogramme C2<sub>S2</sub> représente ici les états actifs « 1 » ou inactifs « 0 » d'une demande de mode de conduite manuel urgente SM2 = (CM, UR = « 1 ») et d'une autorisation, repérée REM2, de reprise en main de la conduite du véhicule par le conducteur.
- [0042] Lors d'une reprise en main urgente, le conducteur se saisit du volant de conduite VC pour une action immédiate sur celui-ci. Conformément à l'invention, le conducteur reprend immédiatement la main alors que la position du volant de conduite VC n'est pas synchronisée avec la position des roues directrices RO. Pendant une durée limitée, le conducteur conduit le véhicule avec un décalage entre la position du volant de conduite VC et celle des roues directrices RO. L'invention prévoit de résorber ce décalage avec une dynamique suffisamment faible pour éviter une accélération latérale trop désagréable ou trop dangereuse, tout en étant suffisamment rapide pour que le conducteur perçoive le moins possible cette période de conduite avec un décalage du volant. Pendant la synchronisation, ce sont les roues directrices RO qui tournent progressivement pour rejoindre la position de volant de conduite VC.
- [0043] Dans cet exemple de la [Fig.4], le véhicule est initialement en mode de conduite autonome CA, avec une consigne de mode de conduite autonome CMA2 de  $100^\circ$ . Comme visible dans le chronogramme C1a<sub>S2</sub>, avant le temps  $t_4 = 1$  s, la consigne effective CER2 prise en compte par l'ensemble de direction ED est égale à la consigne de mode de conduite autonome CMA2, et le volant de conduite VC est lui immobilisé

avec un angle de rotation de volant ARV2 égal à  $0^\circ$ . Au temps  $t_4 = 1$  s, le conducteur reprend la main sans prévenir le système en tournant le volant de conduite VC à  $ARV2 = -50^\circ$  avec une vitesse angulaire  $P1$  égale de  $200^\circ/s$ . Au temps  $t_{45} = 1,25$  s, l'angle de rotation de volant ARV2 a atteint la valeur de  $-50^\circ$ . La consigne effective CER2 suit la volonté du conducteur et les roues directrices RO tournent dans le sens voulu par le conducteur. Entre les temps  $t_4$  et  $t_{45}$ , la consigne effective CER2 décroît avec une vitesse angulaire  $P2 = 250^\circ/s$  jusqu'à atteindre la valeur  $CER2 = 37,5^\circ$ . La vitesse angulaire  $P2 = 250^\circ/s$  de décroissance de la consigne effective CER2 est égale à la somme de la vitesse  $P1 = 200^\circ/s$  de rotation de volant par le conducteur et d'une rampe de vitesse angulaire  $R2$  de  $50^\circ/s$ , visible dans le chronogramme  $C1b_{S2}$ , qui correspond à la synchronisation.

[0044] L'écart angulaire de désynchronisation  $\Delta AD$ , visible dans le chronogramme  $C1b_{S2}$ , entre l'angle de rotation de volant ARV2 et la consigne effective CER2 est résorbé progressivement avec la rampe de vitesse angulaire  $R2 = 50^\circ/s$ , en faisant converger la position des roues directrices RO vers la position du volant de conduite VC. La synchronisation est achevée au temps  $t_5 = 3$  s où l'écart angulaire de désynchronisation  $\Delta AD$  est égal à  $0^\circ$ .

[0045] Ainsi, le procédé de l'invention permet de rendre immédiatement au conducteur son pouvoir directeur sur le véhicule, notamment lorsqu'il souhaite réaliser une manœuvre dynamique alors que le véhicule est en mode de conduite autonome CA, tout en gérant la synchronisation de la position du volant de conduite VC et des roues directrices RO de manière à rendre celle-ci quasi-imperceptible par le conducteur.

[0046] Dans ces exemples des Figs.3 et 4, les valeurs indiquées pour les rampes de vitesse angulaire  $R1$  (stratégie S1) et  $R2$  (stratégie S1) sont données à titre illustratif. Ces valeurs devront être ajustées à l'application véhicule considérée, notamment, en fonction du rapport de démultiplication volant/roue et de la réponse en lacet du véhicule par rapport à une action d'entrée sur le volant de conduite. Un compromis optimal doit être trouvé pour éviter au conducteur une accélération latérale trop importante et avoir une transition la plus imperceptible et sécuritaire possible, tout en retrouvant rapidement la corrélation entre la position du volant de conduite et celle des roues directrices obtenue grâce à la synchronisation.

[0047] Les essais réalisés par l'entité inventive ont mis en évidence que le compromis optimal susmentionné pourra être trouvé avec une rampe de vitesse angulaire  $R1$  comprise entre  $50^\circ/s$  et  $200^\circ/s$  pour une reprise en main non urgente (stratégie S1) et une rampe de vitesse angulaire  $R2$  comprise entre  $20^\circ/s$  et  $100^\circ/s$  pour une reprise en main urgente (stratégie S2), en considérant des valeurs angulaires équivalentes sur le référentiel angulaire du volant de conduite.

[0048] Compte-tenu que l'invention repose sur du logiciel et ne nécessite pas l'ajout

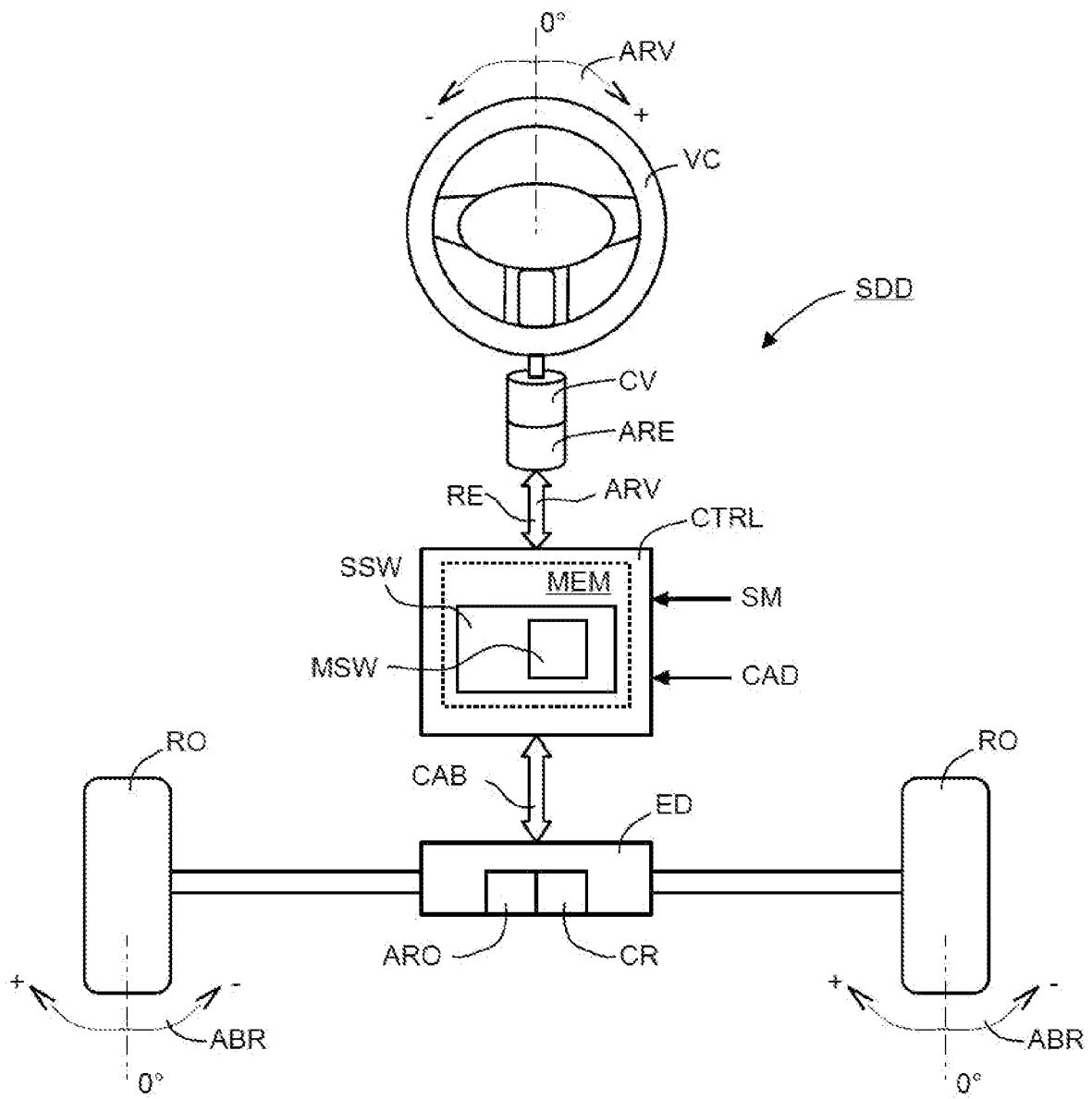
d'actionneur ou de capteur supplémentaire, l'invention peut aisément être mise en œuvre avec un coût réduit dans le système de direction pilotable découplée, ce coût se limitant au coût de développement et de validation du logiciel.

[0049] 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.

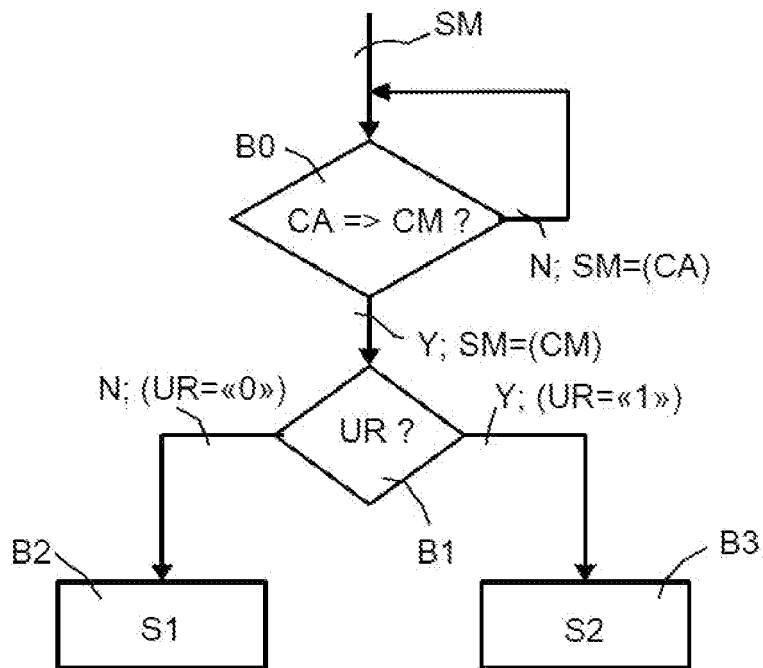
## Revendications

- [Revendication 1] Procédé de gestion d'une transition d'un mode de conduite autonome (CA) vers un mode de conduite manuel (CM) mis en œuvre dans un système de direction pilotable découplée (SDD) pour véhicule à conduite autonome comprenant un volant de conduite (VC), un ensemble de direction (ED) couplé mécaniquement à des roues directrices (RO) dudit véhicule et un calculateur de commande (CTRL), ledit procédé comprenant une synchronisation progressive entre une position angulaire de volant (ARV) dudit volant de conduite (VC) et une position angulaire de roue (ABR) desdites roues directrices (RO), ledit procédé comprenant, dans le cas où ladite transition est non urgente (UR), une synchronisation progressive préalable (R1) de ladite position angulaire de volant (ARV) sur ladite position angulaire de roue (ABR) et ensuite une activation (REM1) dudit mode de conduite manuel (CM) et, dans le cas où ladite transition est urgente (UR), une activation immédiate (REM2) dudit mode de conduite manuel (CM) et une synchronisation progressive postérieure (R2) de ladite position angulaire de roue (ABR) sur ladite position angulaire de volant (ARV), caractérisé en ce que, dans le cas où ladite transition est urgente (UR), ladite synchronisation progressive postérieure intervient selon une rampe de vitesse (R2) comprise entre 20 degrés par seconde et 100 degrés par seconde, en considérant des valeurs angulaires équivalentes sur le référentiel angulaire dudit volant de conduite.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans le cas où ladite transition est non urgente (UR), ladite synchronisation progressive préalable intervient selon une rampe de vitesse angulaire (R1) comprise entre 50 degrés par seconde et 200 degrés par seconde, en considérant des valeurs angulaires équivalentes sur le référentiel angulaire dudit volant de conduite.
- [Revendication 3] Calculateur (CTRL) comportant une mémoire (MEM) stockant des instructions de programme (MSW) pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2.
- [Revendication 4] Système de direction pilotable découplée (SDD) caractérisé en ce qu'il comprend un calculateur (CTRL) selon la revendication 3.
- [Revendication 5] Véhicule à conduite autonome caractérisé en ce qu'il comprend un système de direction pilotable découplée (SDD) selon la revendication 4.

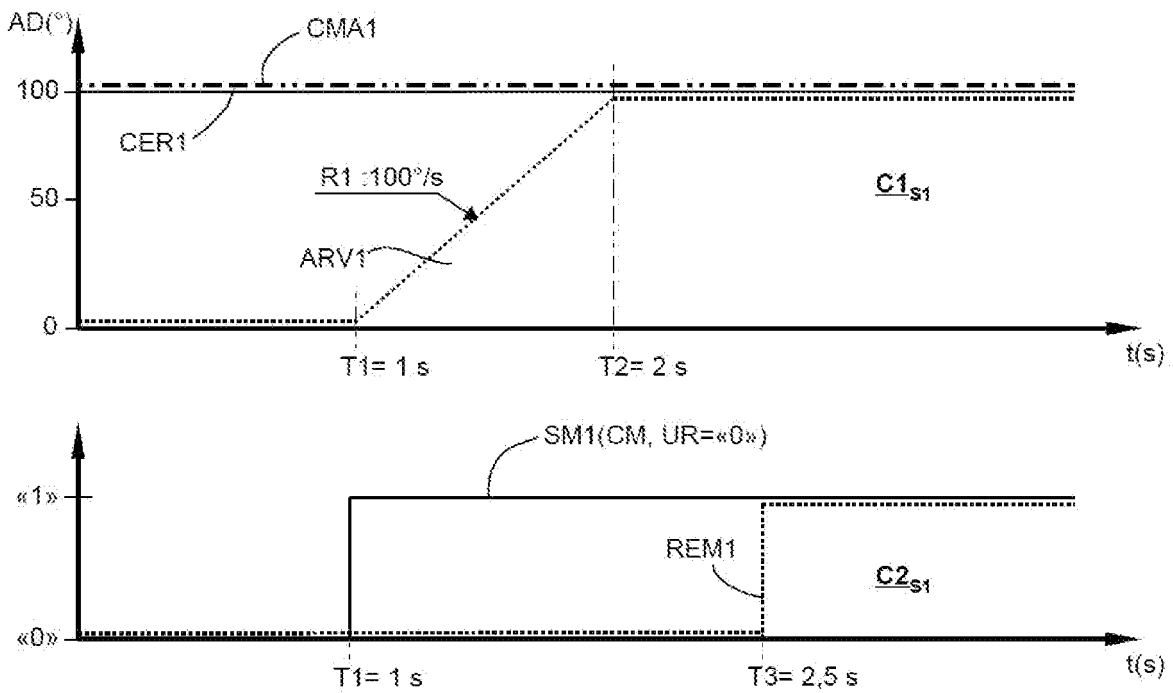
[Fig. 1]



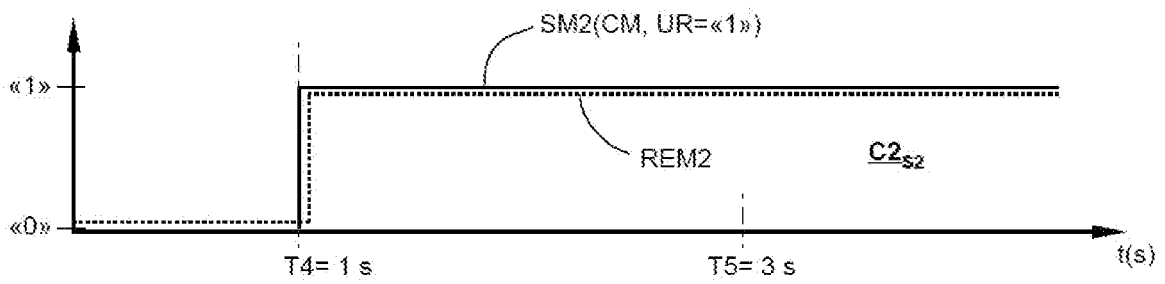
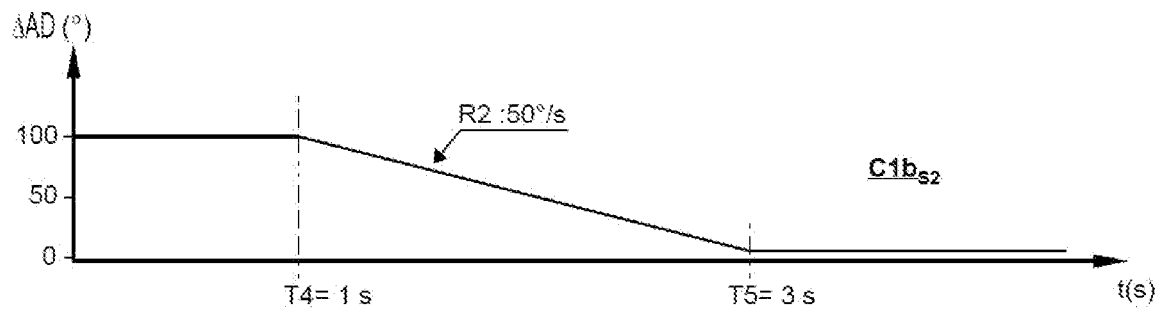
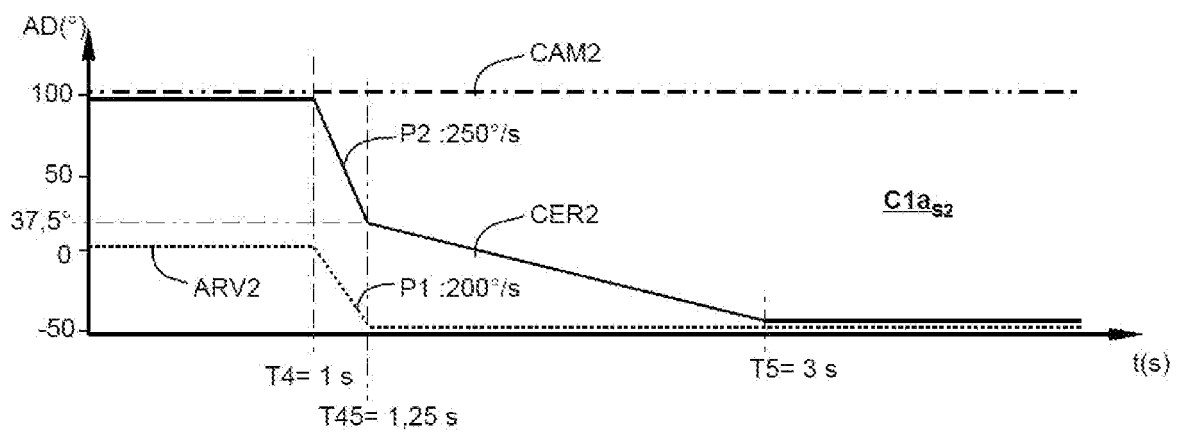
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



# 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 2017/174257 A1 (DÜRING MICHAEL [DE] ET  
AL) 22 juin 2017 (2017-06-22)

JP 2015 168369 A (NISSAN MOTOR)  
28 septembre 2015 (2015-09-28)

**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