



(43) Date de la publication internationale
28 juin 2012 (28.06.2012)

(51) Classification internationale des brevets :
B60T 8/1764 (2006.01) **B62D 7/15** (2006.01)
B60G 17/0195 (2006.01)

(74) Représentant commun : **RENAULT S.A.S.**; Techno-centre, Scc 00267 - TCR GRA 2 36, 1 avenue du Golf, F-78288 Guyancourt Cedex (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2011/071668

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Date de dépôt international :
2 décembre 2011 (02.12.2011)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1061089 22 décembre 2010 (22.12.2010) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **RENAULT S.A.S.** [FR/FR]; 13-15 quai Le Gallo, F-92100 Boulogne-Billancourt (FR).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasienn (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **LORI-MIER, Lionel** [FR/FR]; 2 passage de l'Entente, F-78180 Montigny-le-Bretonneux (FR). **LUCEA, Marc** [FR/FR]; 57 rue de l'Ancienne Mairie, F-92100 Boulogne-Billancourt (FR). **POTHIN, Richard** [FR/FR]; 126 rue de Coignières, F-78760 Jouars-Pontchartain (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING A MOTOR VEHICLE IN A BRAKING SITUATION WITH ASYMMETRICAL GRIP

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF DE CONTROLE D'UN VEHICULE AUTOMOBILE EN SITUATION DE FREINAGE AVEC ADHERENCE ASYMETRIQUE

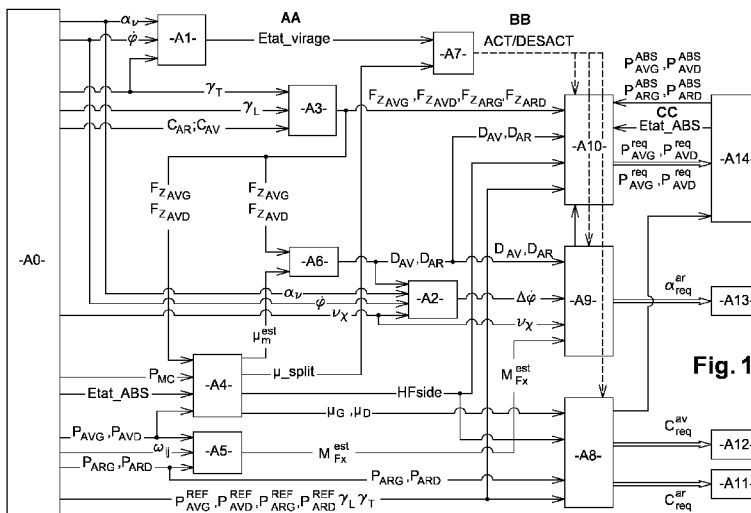


Fig. 1

AA Turning state
BB ACTIVATE/DEACTIVATE
CC ABS state

(C_{req}^{av}) (I) (C_{req}^{ar}) (II) (α_{req}^{ar}) (III) $(P_{req}^{av}, P_{req}^{ar}, P_{req}^{ar}, P_{req}^{ar})$ (IV)

(57) Abstract : The invention relates to a method for controlling a motor vehicle in a braking situation with asymmetrical grip and when not turning, including at least: determining (A8) front (formula I) and rear (formula II) antiroll set points in order to balance the braking pressure to be applied to the rear wheels; determining (A9) a steering-angle set point (formula III) of the rear wheels in order to compensate for a yaw moment induced at the front wheels by applying the front and rear antiroll set points; determining (A10) the separate braking-pressure set points (formula IV) for each of the wheels of the vehicle at least on the basis of the vertical load applied to each of the wheels of a maximum allowed steering angle of the rear wheels; and transmitting the front (formula I) and rear (formula II) antiroll set points to front (A12) and rear (A11) active antiroll systems, respectively, the steering-angle set point (formula III) to a rear-wheel steering system (A13), and the braking-pressure set points (formula IV) to a braking system (A14).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2012/084465 A1



Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

Procédé de contrôle d'un véhicule automobile en situation de freinage avec adhérence asymétrique hors virage, comprenant au moins : la détermination (A8) des consignes anti-roulis avant Formule (I) et arrière Formule (II) de sorte à équilibrer la pression de freinage à appliquer sur les roues arrière; la détermination (A9) d'une consigne d'angle de braquage Formule (III) des roues arrière de sorte à compenser un moment de lacet induit au niveau des roues avant par l'application des consignes anti-roulis avant et arrière; la détermination (A10) des consignes de pression de freinage Formule (IV) distinctes pour chacune des roues du véhicule en fonction au moins de la charge verticale appliquée sur chacune des roues, et d'un angle de braquage maximal autorisé des roues arrière; et la transmission des consignes anti-roulis avant Formule (I) et arrière Formule (II) à des systèmes anti-roulis actif avant (A12) et arrière (A11) respectivement, de la consigne d'angle de braquage Formule (III) à un système de braquage des roues arrière (A13), et des consignes de pression freinage Formule (IV) à un système de freinage (A14).

PROCEDE ET DISPOSITIF DE CONTROLE D'UN VEHICULE
AUTOMOBILE EN SITUATION DE FREINAGE AVEC ADHERENCE
ASYMETRIQUE

5 **Domaine technique**

L'invention se rapporte à un procédé et un dispositif de contrôle d'un véhicule automobile en situation de freinage avec adhérence asymétrique.

10 **Etat de la technique antérieure**

Lors d'un freinage, une force de friction se développe entre le pneu et la surface de la route, et participe à réduire la vitesse du véhicule. Dans une situation de freinage avec adhérence asymétrique (ou « μ -split » en anglais), c'est-à-dire lorsque le niveau d'adhérence est différent entre les roues gauches et droites du véhicule, par exemple parce que la nature du sol n'est pas la même sous chaque côté, l'application d'un freinage classique tend à créer un moment de lacet qui entraîne une déviation du véhicule de sa trajectoire. Si ce moment de lacet est trop important, le conducteur du véhicule peut avoir beaucoup de difficultés à contrôler cette déviation.

On connaît un système antiblocage des roues, plus connu sous l'appellation ABS (acronyme pour « Anti-Lock Braking System » en anglais ou « Système Antiblocage de Sécurité » en français), permettant de réguler la force de freinage sur chaque roue de manière à limiter le risque de blocage des roues dans certaines situations de freinage. Cependant, dans certaines conditions de conduite, par exemple conduite sur gravier ou sur neige, l'utilisation du système antiblocage peut accroître la distance d'arrêt du véhicule par rapport à un blocage classique des roues. Par exemple, lors d'un freinage asymétrique, le système ABS tend à diminuer le freinage du côté le moins adhérent pour éviter

l'apparition d'un moment de lacet trop important, et augmente de ce fait la distance de freinage.

Le document WO2006/067340 de la Déposante propose une solution de
5 commande du freinage en combinant une commande de braquage et une
commande de freinage des roues arrière du véhicule en situation de freinage sur
adhérence asymétrique. La commande de freinage des roues arrière consiste
notamment à déterminer une consigne de pression de freinage pour corriger
l'instabilité du véhicule. Cette consigne se présente sous la forme d'une
10 différence maximale de pression de freinage entre les roues arrière, cette
différence étant en fonction de la vitesse longitudinale du véhicule et de l'angle
de braquage des roues avant. La commande de braquage consiste à déterminer
une consigne d'angle de braquage des roues arrière, en fonction de la vitesse
longitudinale, de l'angle de braquage des roues avant et de la consigne de
15 pression de freinage.

Exposé de l'invention

L'invention vise notamment à proposer une nouvelle solution pour
20 améliorer la tenue de route du véhicule en situation de freinage avec adhérence
asymétrique hors virage, c'est-à-dire que le freinage ne se produit pas lors de la
prise d'un virage, sans augmenter la distance de freinage nécessaire.

L'invention concerne à cet effet, un procédé de contrôle d'un véhicule
25 automobile en situation de freinage avec adhérence asymétrique. Le véhicule
embarque au moins :

- des systèmes anti-roulis actifs avant et arrière aptes à modifier la rigidité
des barres anti-roulis avant et arrière disposées au niveau des trains avant
et arrière du véhicule ;
- 30 - un système de braquage des roues arrière apte à modifier l'angle des
roues arrière du véhicule par rapport au plan longitudinal du véhicule ; et

- un système de freinage apte à appliquer une pression de freinage distincte à chacune des roues du véhicule.

Selon l'invention, le procédé de contrôle comprend au moins :

- 5 - la détection d'une situation de freinage avec adhérence asymétrique hors virage ;
- la détermination d'une consigne anti-roulis avant et d'une consigne anti-roulis arrière, de sorte à répartir la charge verticale entre les roues avant et arrière respectivement pour équilibrer la pression de freinage à
10 appliquer sur les roues arrière ;
- la détermination d'une consigne d'angle de braquage des roues arrière de sorte à compenser le moment de lacet induit au niveau des roues avant par la répartition de la charge verticale ;
- la détermination de consignes de pression de freinage distincts pour
15 chacun des roues du véhicule en fonction au moins de la charge verticale appliquée sur chacune des roues, et d'un angle de braquage maximal autorisé des roues arrière ; et
- la transmission des consignes anti-roulis avant et arrière aux systèmes anti-roulis actif avant et arrière, de la consigne d'angle de braquage au
20 système de braquage des roues arrière, et des consignes de pression de freinage au système de freinage.

Ainsi, l'invention propose de combiner et de coordonner les trois systèmes actifs châssis embarqués dans le véhicule, à savoir, le système de braquage des
25 roues arrière, le système de freinage actif et le système anti-roulis actif avant et arrière. Plus précisément, lors de la détection d'une situation de freinage avec adhérence asymétrique, les consignes anti-roulis avant et arrière destinées au système anti-roulis sont déterminées de sorte que les efforts normaux (ou charges verticales) sont répartis entre les roues. Du fait de cette répartition des charges,
30 les efforts de freinage sont quasiment égaux sur le train arrière et le moment de lacet n'est créé que sur le train avant. La consigne d'angle de braquage des roues

arrière est alors déterminée de manière à compenser ce moment de lacet créé sur le train avant.

La mise en œuvre de ce procédé de contrôle de freinage permet notamment
5 d'améliorer la stabilité du véhicule et de réduire la distance de freinage requise lors d'un freinage sur adhérence asymétrique hors virage.

Avantageusement, le véhicule comprend en outre un système antiblocage des roues de type ABS, apte à générer un indicateur de l'état de régulation par le
10 système ABS.

Par exemple, la situation de freinage avec adhérence asymétrique est détectée lorsque l'adhérence du côté gauche du véhicule diffère de l'adhérence du côté droit du véhicule d'au moins une valeur prédéfinie, par exemple de 10%.

15

Avantageusement, la détection d'une situation de freinage avec adhérence asymétrique hors virage comprend au moins :

- la détection d'un état de virage à partir d'un angle volant instantané, d'une vitesse de lacet instantanée, et d'une accélération latérale instantanée ; et
- 20 - la détection d'une situation de freinage avec adhérence asymétrique au moins à partir de la pression instantanée dans le maître-cylindre, des charges verticales instantanées exercées sur les roues avant, et des pressions de freinage instantanées appliquées aux roues avant gauche et avant droit du véhicule.

25 Cette détection de situation de freinage asymétrique peut en outre tenir compte de l'état de régulation par le système ABS pour chacune des roues.

La détection de la situation de freinage avec adhérence asymétrique peut en outre comprendre la génération d'au moins :

- 30 - un indicateur de situation de freinage avec adhérence asymétrique ; et
- un indicateur côté haute adhérence.

Par exemple, l'indicateur côté haute adhérence est positionné à 0 en cas de non détection de situation de freinage avec adhérence asymétrique, à 1 si la haute adhérence est située à droite ; et à -1 si la haute adhérence est située à gauche du
5 véhicule.

De préférence, lorsque la roue est soumise à une régulation ABS, l'adhérence est estimée sinon elle est égale à une valeur par défaut, par exemple 1.
10

La détection de la situation de freinage avec adhérence asymétrique peut en outre comprendre la génération d'une adhérence moyenne estimée correspondant à la moyenne entre l'adhérence estimée du côté gauche et du côté droit.

15 Avantageusement, la détection d'un état de virage peut comprendre au moins :

- la comparaison de l'accélération latérale du véhicule, de la vitesse de lacet, et de l'angle de volant par rapport à des valeurs seuils prédéfinis ;
et
- 20 - la génération d'un indicateur d'état de virage.

Par exemple, l'indicateur d'état de virage est positionné à 1 si le véhicule est en virage, et positionné à 0 si le véhicule roule sensiblement en ligne droite.

25 Avantageusement, les consignes anti-roulis avant et arrière sont déterminées de sorte que la somme de ces consignes est nulle, afin de ne pas générer de roulis supplémentaire par l'application de ces couples.

De préférence, la détermination des consignes anti-roulis avant et arrière
30 comprend au moins l'estimation de la baisse de pression à appliquer sur la roue

arrière située sur le côté haute adhérence de manière à assurer l'équilibrage des charges verticales appliquées sur les côtés gauche et droite du véhicule.

Avantageusement, la consigne d'angle de braquage des roues arrière est la
5 somme d'une première consigne d'angle et d'une deuxième consigne d'angle, ladite première consigne d'angle étant fonction du moment de lacet induit par la répartition des charges, et ladite deuxième consigne d'angle étant déterminée de sorte à annuler une erreur en vitesse de lacet.

10 Le procédé peut en outre comprendre la détermination d'un angle de braquage maximal fonction de la vitesse longitudinale du véhicule.

Avantageusement, la détermination de la consigne de freinage de la roue avant située sur la haute adhérence comprend au moins :

- 15
- le calcul d'un moment de lacet maximal généré par le freinage asymétrique des roues avant ; et
 - le calcul des efforts statiques au train avant en fonction du couple appliqué par le système anti-roulis actif avant et arrière autour de l'axe du roulis.

20

L'invention a également pour objet un véhicule automobile comprenant des moyens pour mettre en œuvre le procédé de contrôle décrit ci-dessus.

Brève description des dessins

25

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence à l'unique figure 1 qui est un schéma bloc des moyens pour mettre en œuvre le procédé de contrôle selon un mode de réalisation de l'invention.

30

Exposé détaillé d'un mode de réalisation particulier

De façon classique, les roues d'un véhicule automobile sont reliées au châssis par un mécanisme de suspension, et les roues avant sont généralement
5 commandées par le conducteur via un volant du véhicule.

Pour assurer une tenue de route du véhicule automobile et un confort de conduite, le véhicule comporte (figure 1) des systèmes anti-roulis actif avant **A12** et arrière **A11**, un système de braquage **A13** des roues arrière et un système de
10 freinage **A14** couplé à un système antiblocage des roues.

Le système anti-roulis actif avant **A12** et arrière **A11** (ou système de contrôle du roulis) se compose généralement d'éléments actifs tels que des actionneurs, par exemple un actionneur au niveau du train avant et un actionneur
15 au niveau du train arrière du véhicule. En outre, chaque actionneur pilote notamment une barre anti-roulis en fonction d'une consigne reçue, de manière à appliquer un couple anti-roulis adapté pour limiter le roulis du véhicule. L'actionneur est notamment capable de modifier la rigidité de la barre anti-roulis associée.

20

Le système de braquage **A13** des roues arrière (ou système de contrôle du braquage) est notamment capable de modifier l'angle des roues arrière par rapport au plan longitudinal du véhicule via un actionneur à partir d'une consigne
d'angle de braquage représentative d'une commande de braquage souhaité par le
25 conducteur.

Le système de freinage **A14** des roues permet d'appliquer une pression de freinage distincte à chacune des roues du véhicule, et peut être combiné avec un système antiblocage des roues ou système ABS. Le système ABS est
30 généralement constitué de capteurs de vitesse de roue reliés à un calculateur électronique, ainsi que des actionneurs de frein pour limiter le blocage des roues

en cas de freinage d'urgence. Le système ABS applique notamment un freinage différent à chaque roue du véhicule en fonction des conditions de freinage rencontrées par celle-ci.

5 L'invention vise à combiner ces trois systèmes actifs de manière à optimiser le freinage tout en garantissant une stabilité du véhicule et une réduction de la distance de freinage, notamment lors d'une situation de freinage sur adhérence asymétrique hors virage. Plus précisément, les systèmes anti-roulis actifs avant et arrière sont contrôlés de manière à répartir la charge verticale entre les roues pour
10 maximiser l'action de freinage sur le train arrière sans créer de dissymétrie de pression entre les roues arrière. Cependant, cette répartition des charges induit un moment de lacet au niveau des roues avant. Le système de braquage des roues arrière est donc utilisé pour compenser ce moment de lacet. Enfin, la pression exercée sur la roue avant située sur la haute adhérence est adaptée afin de
15 compenser la perte de freinage induite par l'utilisation du système anti-roulis actif pour équilibrer les pressions exercées au niveau des roues arrière.

En référence à la figure 1, le dispositif de contrôle selon un mode de réalisation de l'invention fait intervenir les blocs **A0** à **A10**. En particulier, les
20 blocs **A0** à **A7** permettent de déterminer une partie des informations nécessaires au fonctionnement des blocs **A8** à **A10** lors d'un freinage sur adhérence asymétrique hors virage. Le bloc **A8** comprend notamment des moyens pour déterminer les nouvelles consignes anti-roulis avant et arrière pour répartir la charge verticale entre les roues, le bloc **A9** comprend notamment des moyens
25 pour déterminer une nouvelle consigne d'angle de braquage des roues arrière pour compenser le moment de lacet créé au niveau des roues avant et induit par la répartition de la charge, et le bloc **A10** comprend notamment des moyens pour déterminer des consignes de pression de freinage distincts pour chacun des roues du véhicule en fonction au moins de la charge sur chacun des roues et d'un angle
30 de braquage maximal autorisé au niveau des roues arrière.

Le bloc **A0** contient certaines informations représentatives de l'état du véhicule qui seront utilisées par le dispositif de contrôle de l'invention, à savoir :

- l'accélération latérale du véhicule, notée γ_T , mesurée par un capteur ou estimée ;
- 5 - l'accélération longitudinale du véhicule, notée γ_L , mesurée directement par un capteur ou estimée par exemple à partir de la mesure des vitesses de roue fournie par les capteurs du système ABS ;
- l'angle volant, noté α_v , mesurée par un capteur ou estimée ;
- la vitesse de lacet, notée $\dot{\phi}$, mesurée par un capteur et représentative de
10 la vitesse de lacet réelle du véhicule ;
- les couples anti-roulis actif avant et arrière, notés respectivement C_{AV} et C_{AR} , correspondant aux couples exercés par les systèmes anti-roulis avant et arrière (blocs **A12** et **A11**) respectivement autour de l'axe de roulis et qui peuvent être estimés à partir d'un modèle représentatif de la
15 dynamique des actionneurs des systèmes anti-roulis ;
- la vitesse longitudinale du véhicule, notée v_x , qui peut être estimée à partir des vitesses de rotation des roues fournie par les capteurs du système ABS ;
- l'état ABS, noté Etat_ABS, représentatif de l'état de fonctionnement du
20 système antiblocage de type ABS sur les roues avant ;
- les pressions de freinage appliquées sur les roues avant gauche et droite, notée respectivement P_{AVG} et P_{AVD} , et les pressions de freinage appliquées sur les roues arrière gauche et droite, notées respectivement P_{ARG} et P_{ARD} , ces pressions de freinage pouvant être mesurées par un
25 capteur ou estimées ;
- les vitesses de rotation des roues avant gauche et droite, et des roues arrière gauche et droite, notées respectivement ω_{AVG} , ω_{AVD} , ω_{ARG} et ω_{ARD} (ou ω_{ij} avec i l'indice identifiant la roue avant ou arrière et j l'indice

identifiant le côté gauche ou droit du véhicule), et pouvant être mesurées par des capteurs ;

- la pression maître-cylindre, notée P_{MC} , représentative de la position de la pédale de frein et qui traduit la volonté de freiner de la part du conducteur, cette pression maître-cylindre peut être estimée à partir de la position de la pédale de frein par exemple, ou mesurée via un capteur de pression ; et
- les consignes de pression de freinage pour chacune des roues, notées respectivement P_{AVG}^{REF} , P_{AVD}^{REF} , P_{ARG}^{REF} et P_{ARD}^{REF} , et correspondant aux consignes de pression appliquées par le système de freinage embarqué.

Le bloc **A1** permet de déterminer si le véhicule est en état de virage ou hors virage (c'est-à-dire roulant sensiblement en ligne droite). Ce bloc délivre un indicateur de l'état de virage du véhicule. Par exemple, cet indicateur, noté Etat_virage, vaut 1 si le véhicule est en virage et 0 si le véhicule est en ligne droite. L'état de virage peut notamment être déterminé par comparaison de l'accélération latérale γ_T du véhicule, de la vitesse de lacet $\dot{\phi}$, et de l'angle volant α_v par rapport à des valeurs seuils prédéfinies.

Le bloc **A3** permet d'estimer la charge sur chaque roue. Dans le cas notamment d'un système antiroulis actif bi-train (c'est-à-dire des actionneurs sur le train avant et arrière), et en l'absence de dévers et de pente, l'expression de la charge verticale statique pour chaque roue est donnée par les relations suivante (équation A3.1) :

$$F_{Z_{AVG}} = \frac{m}{2L} \cdot (g \cdot l_2 - h \cdot \gamma_L) - (1 - k_p) \cdot \frac{m \cdot h}{e_1} \cdot \gamma_T + \frac{k_p}{e_1} \cdot C_{AV} - \frac{(1 - k_p)}{e_1} \cdot C_{AR}$$

$$F_{Z_{AVD}} = \frac{m}{2L} \cdot (g \cdot l_2 - h \cdot \gamma_L) - (1 - k_p) \cdot \frac{m \cdot h}{e_1} \cdot \gamma_T + \frac{k_p}{e_1} \cdot C_{AV} - \frac{(1 - k_p)}{e_1} \cdot C_{AR}$$

$$F_{Z_{ARG}} = \frac{m}{2L} \cdot (g \cdot l_1 - h \cdot \gamma_L) - \frac{k_p \cdot m \cdot h}{e_2} \cdot \gamma_T + \frac{k_p}{e_2} \cdot C_{AV} - \frac{(1 - k_p)}{e_2} \cdot C_{AR}$$

$$F_{Z_{ARD}} = \frac{m}{2L} \cdot (g \cdot l_1 - h \cdot \gamma_L) - \frac{k_p \cdot m \cdot h}{e_2} \cdot \gamma_T + \frac{k_p}{e_2} \cdot C_{AV} - \frac{(1 - k_p)}{e_2} \cdot C_{AR}$$

avec :

- $F_{Z_{AVG}}$, $F_{Z_{AVD}}$, $F_{Z_{ARG}}$ et $F_{Z_{ARD}}$ la charge (ou effort) verticale sur la roue avant gauche, avant droite, arrière gauche et arrière droite respectivement ;
- 5 - g l'accélération gravitationnelle ;
- m la masse du véhicule incluant son état de charge ;
- h la hauteur du centre de gravité ;
- l_1 la distance entre le centre de gravité et l'axe du train avant ;
- l_2 la distance entre le centre de gravité et l'axe du train arrière ;
- 10 - e_1 la voie avant du véhicule, c'est-à-dire la distance séparant les centres des roues avant gauche et droite du véhicule ;
- e_2 la voie arrière du véhicule, c'est-à-dire la distance séparant les centres des roues arrière gauche et droite du véhicule ;
- k_p la répartition anti-roulis arrière due aux éléments passifs ayant une
- 15 action anti-roulis ; et
- C_{AV} et C_{AR} les couples anti-roulis actif exercés par les systèmes anti-roulis respectivement avant et arrière autour de l'axe de roulis.

Bien entendu, lorsque le véhicule évolue sur une route en pente, des
 20 expressions similaires peuvent être obtenues en fonction du dévers du véhicule et de sa déclivité longitudinale.

Le bloc **A4** permet de détecter une situation de freinage avec adhérence
 asymétrique qui se traduit par exemple par une différence entre l'adhérence du
 25 côté gauche et l'adhérence du côté droit du véhicule égale à au moins une valeur
 prédéfinie, par exemple 0,1. La détection d'une telle situation peut être réalisée
 de plusieurs façons, par exemple à partir de la connaissance de l'état de
 régulation du système ABS (Etat_ABS), de la pression maître cylindre (P_{MC}), des
 charges verticales exercées sur les roues avant ($F_{Z_{AVG}}$ et $F_{Z_{AVD}}$) estimées via le

bloc **A3**, et des pressions de freinage appliquées à l'avant gauche et l'avant droit (P_{AVG} et P_{AVD}) du véhicule.

Ce bloc **A4** délivre notamment les informations suivantes :

- 5 - un indicateur de situation de freinage, noté μ -split, valant par exemple 1 en cas de situation de freinage avec adhérence asymétrique et 0 dans le cas contraire ;
- un indicateur du côté haute adhérence, noté HFside, valant par exemple 0 en cas de non détection de situation de freinage, 1 si la haute adhérence
- 10 est située du côté droit et -1 si la haute adhérence est située du côté gauche du véhicule ;
- les valeurs des adhérences côté gauche et côté droit, notées respectivement μ_G et μ_D , ces valeurs étant notamment estimées lorsque le système ABS régule les pressions de freinage appliquées à chacune des
- 15 roues, et qui sont à une valeur par défaut, par exemple 1, dans le cas contraire ; et
- la valeur d'une adhérence moyenne estimée, notée μ_m^{est} , qui correspond à la moyenne entre l'adhérence estimée du côté gauche et du côté droit.

20 Le bloc **A5** détermine une estimation du moment de lacet, notée $M_{F_x}^{est}$ créé au niveau des roues avant. Dans le cas d'un système de freinage hydraulique, l'estimation de ce moment de lacet s'appuie notamment sur la connaissance des pressions de freinage appliquées sur chacun des roues avant P_{AVG} , P_{AVD} et arrière P_{ARG} , P_{ARD} .

25

Tout d'abord, on calcule l'expression du couple de freinage, noté $C_{frein_{ij}}$, généré par l'intermédiaire de l'application de ces pressions de freinage sur chacune des roues :

$$C_{frein_{ij}} = -\text{signe}(v_x) \cdot EffFrein_{ij} \cdot P_{ij} \quad (\text{équation A5.1})$$

30 avec :

- i l'indice représentatif d'une roue avant ou arrière, avec i=1 pour une roue avant et i=2 pour une roue arrière ;
- j l'indice représentatif du côté gauche ou droit, avec j=1 pour une roue à gauche du véhicule et j=2 pour une roue à droite du véhicule ;
- 5 - P_{ij} la pression de freinage de la roue ij correspondante ;
- $EffFrein_{ij}$ l'efficacité de freinage qui dépend de la surface du piston, du coefficient de frottement disque/plaquette des freins, et de la distance entre le point moyen d'application de l'effort de freinage par le piston et le centre de la roue ; et
- 10 - $signe(v_x)$ représente le signe de la vitesse longitudinale, la marche avant étant caractérisée par un signe positif et la marche arrière étant caractérisée par un signe négatif.

A partir de ce couple de freinage, on peut calculer l'effort longitudinal
 15 généré à la roue correspondante qui vérifie l'équation suivante :

$$F_{x_{ij}} = \frac{C_{frein_{ij}} + C_{transmission_{ij}} - J_{roue_{ij}} \cdot a_{\omega_{ij}}^{flt}}{r_{ij}} \quad (\text{équation A5.2})$$

avec :

- i l'indice représentatif d'une roue avant ou arrière, avec i=1 pour une roue avant et i=2 pour une roue arrière ;
- 20 - j l'indice représentatif du côté gauche ou droit, avec j=1 pour une roue à gauche du véhicule et j=2 pour une roue à droite du véhicule ;
- $F_{x_{ij}}$ l'effort longitudinal généré à la roue ij ;
- $J_{roue_{ij}}$ l'inertie de la roue ij ;
- r_{ij} le rayon moyen de la roue ij ;
- 25 - $a_{\omega_{ij}}^{flt}$ la dérivée filtrée de la vitesse roue ω_{ij} ; et
- $C_{transmission_{ij}}$ représente le couple généré à la roue par la chaîne de transmission reliant le moteur à la roue.

Le moment de lacet M_{F_x} créé par le freinage est alors donné par l'équation A5.3 suivante :

$$M_{F_x} = \sum_{i=1..2} \left(F_{x_{i2}} \cdot \frac{e_i}{2} \cdot \cos(\alpha_{i2}) - F_{x_{i1}} \cdot \frac{e_i}{2} \cdot \cos(\alpha_{i1}) \right) + \sum_{j=1..2} \left(F_{x_{1j}} \cdot l_1 \cdot \sin(\alpha_{1j}) - F_{x_{2j}} \cdot l_2 \cdot \sin(\alpha_{2j}) \right)$$

5 avec :

- α_{ij} l'angle de braquage de la roue ij ;
 - $F_{x_{ij}}$ l'effort longitudinal généré à la roue ij ;
 - e_1 la voie avant du véhicule ;
 - e_2 la voie arrière du véhicule ;
- 10
- l_1 la distance entre le centre de gravité et l'axe du train avant ; et
 - l_2 : la distance entre le centre de gravité et l'axe du train arrière.

En négligeant les contributions des termes en $\sin(\alpha_{ij})$ (en supposant notamment que les angles de braquage sont petits), on obtient l'expression A5.3'

15 suivante :

$$M_{F_x} = \sum_{i=1..2} \left(F_{x_{i2}} \cdot \frac{e_i}{2} \cdot \cos(\alpha_{i2}) - F_{x_{i1}} \cdot \frac{e_i}{2} \cdot \cos(\alpha_{i1}) \right)$$

De même, en négligeant dans l'équation A5.2, la contribution des accélérations de roue et des couples de transmission (supposés identiques sur les

20 roues d'un même essieu), on obtient l'équation A5.2' suivante :

$$F_{x_{ij}} = \frac{C_{frein_{ij}} + C_{transmission_{ij}}}{r_{ij}} = \frac{-\text{signe}(v_x) \cdot EffFrein_{ij} \cdot P_{ij} + C_{transmission_{ij}}}{r_{ij}}$$

Enfin, en combinant les équations A5-2' et A5-3' ci-dessus, et en supposant que les couples de transmission sont identiques sur les roues d'un même essieu,

25 on obtient l'équation A5.4 suivante donnant l'estimation du moment de lacet

$M_{F_x}^{est}$:

$$M_{F_x}^{est} = -\text{signe}(v_x) \cdot \sum_{i=1,2} \left(\frac{\text{EffFrein}_{i2} \cdot P_{i2}}{r_{i2}} \cdot \frac{e_i}{2} - \frac{\text{EffFrein}_{i1} \cdot P_{i1}}{r_{i1}} \cdot \frac{e_i}{2} \right)$$

Le bloc **A6** permet de déterminer la rigidité de dérive du train avant, notée D_{AV} , et la rigidité de dérive du train arrière, notée D_{AR} , du véhicule. La détermination de ces rigidités de dérives peut être réalisée de plusieurs façons, selon que l'on considère ces rigidités de dérive comme constantes, fonction de l'adhérence, fonction de la charge aux roues, ou encore fonction à la fois de l'adhérence et de la charge aux roues.

Par exemple, on pourra supposer que les rigidités de dérive au train dépendent de l'adhérence moyenne selon la relation A6.1 suivante :

$$D_{AV}(\mu) = \mu_m^{est} \cdot D_{AV}^{\mu=1}$$

$$D_{AR}(\mu) = \mu_m^{est} \cdot D_{AR}^{\mu=1}$$

avec :

- μ_m^{est} l'adhérence moyenne estimée par le bloc **A4** ; et
- $D_{AV}^{\mu=1}$ et $D_{AR}^{\mu=1}$ les rigidités de dérive au train identifiées sur adhérence unitaire respectivement pour le train avant et arrière.

Le bloc **A2** permet de déterminer l'erreur en vitesse de lacet $\Delta\phi$ correspondant à la différence entre la vitesse de lacet ϕ instantanée et une vitesse de lacet de référence. La vitesse de lacet instantanée peut être mesurée par un capteur. La vitesse de lacet de référence (ou voulue) représente le comportement en lacet voulu pour le véhicule, et peut être calculée à partir de grandeurs caractéristiques de la dynamique du véhicule telles que la vitesse du véhicule, l'angle volant, les rigidités de dérive. La vitesse de lacet de référence peut être déterminée à partir d'un modèle décrivant le comportement du véhicule en lacet et en dérive, par exemple le modèle bicyclette.

Le bloc **A7** active ou désactive les blocs **A8** à **A10** en fonction de la situation de freinage donnée par l'indicateur de situation de freinage μ -split généré par le bloc **A4** et par l'indicateur de l'état de virage Etat_virage généré par le bloc **A1**. Ainsi, lors d'une situation de freinage avec adhérence asymétrique hors virage (μ -split positionné à 1 et Etat_virage à 0), le bloc **A7** envoie un signal d'activation (ACT) vers les blocs **A8** à **A10**. Au contraire, le bloc **A7** envoie un signal de désactivation (DESACT) des blocs **A8** à **A10** par exemple à la fin d'une détection de freinage sur adhérence symétrique (μ -split à 0) ou lorsque l'indicateur Etat_virage reste à 1 au moins pendant une durée prédéfinie.

10

Le bloc **A8** vise à répartir la charge entre les roues du véhicule via l'utilisation des systèmes anti-roulis avant et arrière actifs (blocs **A12** et **A11**). Ce bloc **A8** génère notamment une consigne anti-roulis avant, notée C_{req}^{av} , et une consigne anti-roulis arrière, notée C_{req}^{ar} , destinées aux blocs **A12** et **A11** pour répartir la charge verticale entre les roues avant et arrière en cas de situation de freinage avec adhérence asymétrique. Plus précisément, ces consignes anti-roulis sont déterminées de manière à maximiser le freinage des roues arrière sans créer un freinage dissymétrique entre ces roues arrière.

Tout d'abord, afin de ne pas générer de roulis dû à l'application de ces nouvelles consignes anti-roulis, ces consignes anti-roulis avant et arrière respectent la relation A8.1 suivante :

$$C_{req}^{av} + C_{req}^{ar} = 0$$

Ce qui revient à chercher la valeur C_{req} telle que (équation A8.2) :

$$C_{req}^{av} = C_{req}$$

$$C_{req}^{ar} = -C_{req}$$

L'expression des charges aux roues arrière est alors donnée par la formule A8.3 suivante :

$$F_{Z_{ARGj}} = F_{Z_{ARG}}^{hors-ARA}(\gamma_L, \gamma_T) - \frac{C_{req}}{e_2}$$

$$F_{Z_{ARD}} = F_{Z_{ARD}}^{hors-ARA}(\gamma_L, \gamma_T) - \frac{C_{req}}{e_2}$$

Les expressions $F_{Z_{ARG}}^{hors-ARA}(\gamma_L, \gamma_T)$ et $F_{Z_{ARD}}^{hors-ARA}(\gamma_L, \gamma_T)$ peuvent être obtenue en annulant les couples C_{AV} et C_{AR} dans les expressions données à l'équation
 5 A3.1 ci-dessus.

Ensuite, deux cas peuvent se présenter :

Cas n°1 : l'adhérence est estimée uniquement sur un des deux côtés du
 10 véhicule par le bloc **A4**. Dans ce cas, afin d'équilibrer les couples de freinage exercés sur les roues gauche et droite, on sélectionne le couple de freinage le plus faible, à savoir celui situé sur le côté de la faible adhérence. En effet, la diminution du couple de freinage sur la roue arrière située sur la haute adhérence implique un allongement de la distance de freinage. On cherche donc à charger la
 15 roue arrière située sur la faible adhérence afin de pouvoir y appliquer plus de couple de freinage. Dans le cas d'un système de freinage hydraulique, ceci équivaut à mettre davantage de pression sur la roue arrière située sur faible adhérence.

20 Le bloc **A4** génère donc de préférence une estimation de l'adhérence μ_G, μ_D située sur la faible adhérence, ainsi que l'indicateur HFside donnant le côté du véhicule situé sur la haute adhérence. On remplace donc les indices G (pour gauche) et D (pour droit) dans les expressions symboliques par HFside (côté haute adhérence) et LFside (côté faible adhérence).

25

L'estimation de la baisse de pression appliquée sur le côté haute adhérence pour assurer l'équilibrage des pressions entre les deux côtés du véhicule, est alors donnée par l'expression suivante :

$$\Delta P_{ARselect_low} = P_{ARHFside}^{REF} - \frac{r_{ARLFside}}{EffFREIN_{ARLFside}} \cdot \mu_{LFside} \cdot F_{Z_{ARLFside}}^{hors_ARA}(\gamma_L, \gamma_T)$$

avec μ_{LFside} la valeur estimée d'adhérence sur le côté de faible adhérence.

Charger la roue arrière située sur la faible adhérence revient à faire tendre

5 $\Delta P_{ARselect_low}$ vers zéro, ce qui donne l'expression suivante pour C_{req} :

$$P_{ARHFside}^{REF} - \frac{r_{ARLFside}}{EffFREIN_{ARLFside}} \cdot \mu_{LFside} \cdot \left[F_{Z_{ARLFside}}^{hors_ARA}(\gamma_L, \gamma_T) \pm \frac{C_{req}}{e_2} \right] \rightarrow 0,$$

le signe \pm dépendant du côté où se trouve la faible adhérence, à savoir :
 signe « - » si la faible adhérence est à gauche et signe « + » si la faible adhérence est à droite.

10

Ainsi, si la faible adhérence est située à droite, on a :

$$C_{req} = e_2 \cdot \left[\frac{EffFREIN_{ARLFside}}{r_{ARLFside} \cdot \mu_{LFside}} \cdot P_{ARHFside}^{REF} - F_{Z_{ARLFside}}^{hors_ARA}(\gamma_L, \gamma_T) \right]$$

Et si la faible adhérence est à gauche, on a :

$$C_{req} = e_2 \cdot \left[F_{Z_{ARLFside}}^{hors_ARA}(\gamma_L, \gamma_T) - \frac{EffFREIN_{ARLFside}}{r_{ARLFside} \cdot \mu_{LFside}} \cdot P_{ARHFside}^{REF} \right]$$

15

Cas n°2 : l'adhérence est estimée sur les deux côtés du véhicule par le bloc A4. La connaissance de l'adhérence des deux côtés du véhicule permet notamment d'optimiser au mieux les reports de charge.

20

Ainsi, afin d'équilibrer les pressions de freinage exercées sur le train arrière, tout en autorisant le maximum de freinage sur ce train arrière, il est également nécessaire de charger la roue arrière située sur la plus faible adhérence, et donc d'enlever le minimum de couple de freinage sur la roue arrière située sur la haute adhérence.

25

En supposant que les efficacités de freinage et les rayons de roue sont identiques sur les deux roues d'un même essieu, l'expression du couple C_{req} est obtenue ainsi :

- si la haute adhérence est située à droite, on a :

$$5 \quad C_{req} = \frac{e_2}{\mu_{LFside} + \mu_{HFside}} \cdot \left[\mu_{LFside} \cdot F_{Z_{ARG}}^{hors-ARA}(\gamma_L, \gamma_T) - \mu_{HFside} \cdot F_{Z_{ARD}}^{hors-ARA}(\gamma_L, \gamma_T) \right]$$

- si la haute adhérence est située à gauche, on a :

$$C_{req} = \frac{e_2}{\mu_{LFside} + \mu_{HFside}} \cdot \left[\mu_{HFside} \cdot F_{Z_{ARG}}^{hors-ARA}(\gamma_L, \gamma_T) - \mu_{LFside} \cdot F_{Z_{ARD}}^{hors-ARA}(\gamma_L, \gamma_T) \right]$$

Enfin, dans les deux cas décrits ci-dessus, une fois le couple C_{req} calculé, il est nécessaire de prendre en compte les limites de couple que peuvent créer les actionneurs des systèmes anti-roulis avant **A12** et arrière **A11**.

De préférence, les consignes anti-roulis avant et arrière sont ajustées de manière à ne pas dépasser un couple maximal que peuvent générer les actionneurs des systèmes anti-roulis **A12**, **A11**.

Avantageusement, le bloc **A8** envoie un signal au système ABS de manière à informer le système ABS de la modification de charge sur chacune des roues, le système ABS prenant en compte cette modification dans son cycle de régulation.

Le bloc **A9** permet de contrôler le braquage des roues arrière via une consigne d'angle de braquage, notée α_{req}^{ar} , de manière à compenser le moment de lacet créé au niveau des roues avant du fait de la répartition des charges engendrée par le bloc **A8**. Cette consigne d'angle de braquage α_{req}^{ar} peut être la somme d'une première consigne de braquage α_{ar}^{FF} et d'une deuxième consigne de braquage α_{ar}^{FB} .

La première consigne de braquage α_{ar}^{FF} est notamment fonction du moment de lacet dû au freinage, estimé par le bloc **A5**, et est donnée par la formule A9.1 suivante :

$$\alpha_{ar}^{FF} = \frac{D_{AV}(\mu) + D_{AR}(\mu)}{D_{AV}(\mu) \cdot D_{ER}(\mu) \cdot L} \cdot M_F^{est}$$

5

La deuxième consigne de braquage α_{ar}^{FB} vise à annuler l'erreur en vitesse de lacet $\Delta\psi$. Elle peut être calculée à partir de l'erreur en vitesse de lacet selon par exemple un des modes de réalisation décrite dans le document FR2908726 de la déposante :

$$10 \quad \alpha_{ar}^{FB} = f(\Delta\psi) \quad (\text{équation A9-2})$$

Selon un mode de réalisation de l'invention, il est possible de désactiver la contribution de la première consigne de braquage α_{ar}^{FF} et/ou la contribution de la deuxième consigne de braquage α_{ar}^{FB} , lorsque la vitesse longitudinale v_x du véhicule est inférieure à une vitesse prédéfinie. Dans cette hypothèse, on introduit donc dans la formule A9.1 ci-dessus les coefficients $ff(v_x)$ et $fb(v_x)$:

$$15 \quad \alpha_{req}^{ar} = ff(v_x) \cdot \alpha_{ar}^{FF} + fb(v_x) \cdot \alpha_{ar}^{FB} \quad (\text{équation A9-3})$$

- $ff(v_x)$ valant 1 en cas d'activation de la première consigne de braquage et 0 dans le cas contraire ; et
- 20 - $fb(v_x)$ valant 1 en cas d'activation de la deuxième consigne de braquage et 0 dans le cas contraire.

Ce bloc **A9** détermine en outre un angle de braquage maximal autorisé correspondant à un moment de lacet maximal que peut générer le système de freinage du véhicule. Cet angle de braquage maximal, noté $\alpha_{ar}^{\max_allowed}(v_x)$ est notamment fonction de la vitesse longitudinale v_x du véhicule.

25

Le bloc **A10** permet de contrôler le freinage des roues en générant de

nouvelles consignes de pression de freinage, notées respectivement P_{AVG}^{req} , P_{AVD}^{req} ,
 P_{ARG}^{req} et P_{ARD}^{req} , pour chacune des roues du véhicule,

Tout d'abord, le moment de lacet maximal que peut générer un freinage
 5 asymétrique des roues peut être donné par l'équation A10-1 suivante :

$$M_{F_x}^{\max_allowed} = \frac{D_{AV}(\mu) \cdot D_{AR}(\mu) \cdot L}{D_{AV}(\mu) + D_{AR}(\mu)} \cdot \alpha_{ar}^{\max_allowed}(v_x) + M_{F_x}^a(v_x)$$

En d'autres termes, la valeur de ce moment est la somme du moment de
 lacet compensé par la consigne d'angle de braquage généré par le bloc **A9**, et
 10 d'une valeur prédéfinie $M_{F_x}^a(v_x)$ fonction par exemple de la vitesse longitudinale
 v_x du véhicule. Cette valeur prédéfinie $M_{F_x}^a(v_x)$ représente notamment le
 moment de lacet que le conducteur aura à compenser par une action au volant.

Cette valeur de moment de lacet maximal sert notamment à limiter les
 15 actions de freinage dissymétrique sur le train avant afin de ne pas déstabiliser le
 véhicule.

En outre, seules les actions de freinage exercées sur le train avant sont
 susceptibles de générer un moment de lacet. La nouvelle consigne de freinage
 20 pour la roue avant située sur la haute adhérence doit donc tenir compte du fait
 que la roue située sur la faible adhérence va voir son action de freinage diminuée.
 En effet, le système anti-roulis est piloté par le bloc **A8** de manière à charger la
 roue arrière située sur la faible adhérence, ce qui provoque un chargement de la
 roue avant situé sur la haute adhérence et un déchargement de la roue avant
 25 située sur la faible adhérence.

Les efforts statiques au train avant (estimés par le bloc **A3**) sont donnés par
 la relation A11-2 suivante :

$$F_{Z_{AVG}} = F_{Z_{AVG}}^{hors-ARA}(\gamma_L, \gamma_T) + \frac{k_p}{e_1} \cdot C_{AV} - \frac{(1-k_p)}{e_1} \cdot C_{AR}$$

$$F_{Z_{AVD}} = F_{Z_{AVD}}^{hors-ARA}(\gamma_L, \gamma_T) - \left(\frac{k_p}{e_1} \cdot C_{AV} - \frac{(1-k_p)}{e_1} \cdot C_{AR} \right)$$

Les consignes de pression exercées sur les roues autres que la roue avant
5 située sur la haute adhérence restent inchangées par rapport aux consignes
précédentes, ce qui se résume par les équations A11-3 suivantes :

$$P_{AVLFside}^{req} = P_{AVLFside}^{REF}$$

$$P_{ARLFside}^{req} = P_{ARLFside}^{REF}$$

$$P_{AVHFside}^{req} = P_{ARHFside}^{REF}$$

10

L'action de freinage appliquée sur la roue avant située sur la haute
adhérence fait l'objet d'un traitement particulier décrit ci-après.

Tout d'abord, on calcule une première consigne de pression $P_{AVHFside}^{obj}$ en
15 supposant que les freins avant ont la même efficacité et que les roues avant ont
même rayon. Cette première consigne de pression $P_{AVHFside}^{obj}$ est la somme de la
pression demandée par exemple par la fonction de répartition électronique de
freinage à laquelle on ajoute une consigne de pression qui permet de compenser
la baisse d'effort longitudinal sur la roue avant située sur faible adhérence :

$$20 \quad P_{AVHFside}^{obj} = P_{AVHFside}^{REF} + \frac{r_{AV}}{Effrein_{AV}} \cdot \mu_{LFside} \cdot \frac{C_{est}}{e_1} \quad (\text{équation A11.4})$$

Ensuite, on calcule le moment de lacet $M_{F_x}^{obj}$ qui serait créée si cette pression
était appliquée sur la roue :

$$M_{F_x}^{obj} = \frac{Effrein_{AV} \cdot e_1}{2 \cdot r_{AV}} \cdot \left| P_{AVHFside}^{obj} - P_{AVLFside} \right| \quad (\text{équation A11.5})$$

25

Si $M_{F_x}^{obj} > M_{F_x}^{max_allowed}$ alors l'application de la pression calculée avec l'équation A11.4 risquerait de générer un moment de lacet trop important :

$$P_{AVHFside}^{req} = P_{AVHFside} + \frac{2 \cdot r_{AV} \cdot M_{F_x}^{max_allowed}}{Effrein_{AV} \cdot e_1} \quad (\text{équation A11.6})$$

sinon :

5
$$P_{AVHFside}^{req} = P_{AVHFside}^{obj} = P_{AVHFside}^{REF} + \frac{r_{AV}}{Effrein_{AV}} \cdot \mu_{LFside} \cdot \frac{C_{est}}{e_1} \quad (\text{équation A11.7})$$

En conclusion, le procédé de contrôle de freinage d'un véhicule ne situation d'adhérence asymétrique présenté ci-dessus utilise la combinaison de trois systèmes actifs de contrôle du châssis du véhicule, à savoir les systèmes anti-roulis actif avant et arrière, le système de braquage des roues arrière, et le système de freinage actif.

La mise en œuvre de ce procédé de contrôle de freinage permet notamment d'améliorer la stabilité du véhicule tout en réduisant la distance de freinage requise, et sans créer de roulis supplémentaire sur le véhicule.

Les systèmes anti-roulis avant et arrière sont contrôlés de manière à maximiser l'action de freinage sur le train arrière sans créer de dissymétrie de pression entre ces roues arrière.

Le système de braquage de roues arrière est utilisé pour compenser le moment de lacet créé par l'action des systèmes anti-roulis avant et arrière, à partir de la connaissance de la dépendance des rigidités de dérive à une adhérence moyenne estimée (liée à la répartition des charges).

Le système de freinage contrôle la pression de freinage de chacune des roues de sorte que la pression exercée sur la roue avant située sur la haute adhérence permet de compenser la perte de freinage induite par l'utilisation du système anti-roulis actif pour équilibrer les pressions exercées au niveau des roues

arrière. En outre, la pression exercée sur la roue avant située sur la haute adhérence est limitée afin de ne pas dépasser un moment de lacet maximal.

REVENDICATIONS

1. Procédé de contrôle d'un véhicule automobile en situation de freinage avec adhérence asymétrique, le véhicule embarquant au moins :
- 5 - des systèmes anti-roulis actifs avant et arrière (A12, A11) aptes à modifier le couple généré par des barres anti-roulis avant et arrière disposées au niveau des trains avant et arrière du véhicule ;
- un système de braquage des roues arrière (A13) apte à modifier l'angle des roues arrière du véhicule par rapport au plan longitudinal du
- 10 véhicule ; et
- un système de freinage (A14) apte à appliquer une pression de freinage distincte à chacun des roues du véhicule,
- caractérisé* en ce qu'il comprend au moins :
- la détection (A7) d'une situation de freinage avec adhérence
- 15 asymétrique hors virage ;
- la détermination (A8) d'une consigne anti-roulis avant (C_{req}^{av}) et d'une consigne anti-roulis arrière (C_{req}^{ar}), de sorte à répartir la charge verticale entre les roues avant et arrière respectivement pour équilibrer la pression de freinage à appliquer sur les roues arrière ;
- 20 - la détermination (A9) d'une consigne d'angle de braquage (α_{req}^{ar}) des roues arrière de sorte à compenser un moment de lacet induit au niveau des roues avant par ladite répartition de la charge verticale ;
- la détermination (A10) des consignes de pression de freinage (P_{AVG}^{req} , P_{AVD}^{req} , P_{ARG}^{req} , P_{ARD}^{req}) distinctes pour chacune des roues du véhicule en
- 25 fonction au moins de la charge verticale appliquée sur chacune des roues, et d'un angle de braquage maximal autorisé des roues arrière ; et
- la transmission des consignes anti-roulis avant (C_{req}^{av}) et arrière (C_{req}^{ar}) aux systèmes anti-roulis actif avant (A12) et arrière (A11) respectivement, de la consigne d'angle de braquage (α_{req}^{ar}) au système de braquage des

roues arrière (A13), et des consignes de pression freinage (P_{AVG}^{req} , P_{AVD}^{req} , P_{ARG}^{req} , P_{ARD}^{req}) au système de freinage (A14).

2. Procédé de contrôle selon la revendication 1, *caractérisé* en ce que la
 5 détection d'une situation de freinage avec adhérence asymétrique hors virage comprend au moins :
- la détection d'un état de virage (Etat_Virage) à partir d'un angle volant α_v instantané, d'une vitesse de lacet $\dot{\phi}$ instantanée, et d'une accélération latérale γ_T instantanée ; et
 - 10 - la détection d'une situation de freinage avec adhérence asymétrique au moins à partir de la pression instantanée dans le maître-cylindre (P_{MC}), des charges verticales instantanée exercées sur les roues avant ($F_{Z_{AVG}}$, $F_{Z_{AVD}}$), et des pressions de freinage (P_{AVG} , P_{AVD}) instantanées appliquées aux roues avant gauche et avant droit du véhicule.
- 15
3. Procédé de contrôle selon l'une des revendications 1 ou 2, *caractérisé* en ce que la détection de la situation de freinage avec adhérence asymétrique comprend en outre la génération d'au moins :
- un indicateur de situation de freinage avec adhérence asymétrique (μ -split) ; et
 - 20 - un indicateur côté haute adhérence (HFside).
4. Procédé de contrôle selon l'une des revendications 1 à 3, *caractérisé* en ce que les consignes anti-roulis avant (C_{req}^{av}) et arrière (C_{req}^{ar}) sont déterminées de
 25 sorte que la somme de ces consignes soit nulle.
5. Procédé de contrôle selon l'une des revendications 1 à 4, *caractérisé* en ce que la détermination des consignes anti-roulis avant (C_{req}^{av}) et arrière (C_{req}^{ar}) comprend au moins l'estimation de la baisse de pression à appliquer sur la roue

arrière située sur le côté haute adhérence de manière à assurer l'équilibrage des charges verticales appliquées sur les côtés gauche et droite du véhicule.

6. Procédé de contrôle selon l'une des revendications 1 à 5, *caractérisé* en ce que la consigne d'angle de braquage (α_{req}^{ar}) des roues arrière est la somme d'une première consigne d'angle (α_{ar}^{FF}) et d'une deuxième consigne d'angle (α_{ar}^{FB}), ladite première consigne d'angle (α_{ar}^{FF}) étant fonction du moment de lacet induit par la répartition des charges, et ladite deuxième consigne d'angle (α_{ar}^{FB}) étant déterminé de sorte à annuler une erreur en vitesse de lacet ($\Delta\dot{\psi}$).
7. Procédé de contrôle selon l'une des revendications 1 à 6, *caractérisé* en ce que le procédé comprend en outre la détermination de l'angle de braquage maximal ($\alpha_{ar}^{\max_allowed}(v_x)$) en fonction de la vitesse longitudinale du véhicule.
8. Procédé de contrôle selon la revendication 7, *caractérisé* en ce que la détermination de la consigne de freinage de la roue avant située sur la haute adhérence comprend au moins :
- le calcul d'un moment de lacet maximal généré par le freinage asymétrique des roues avant ; et
 - le calcul des efforts statiques au train avant en fonction du couple appliqué par le système anti-roulis actif avant C_{AV} et arrière C_{AR} autour de l'axe du roulis.
9. Véhicule automobile comprenant au moins des moyens pour mettre en œuvre le procédé de contrôle selon l'une des revendications 1 à 8.

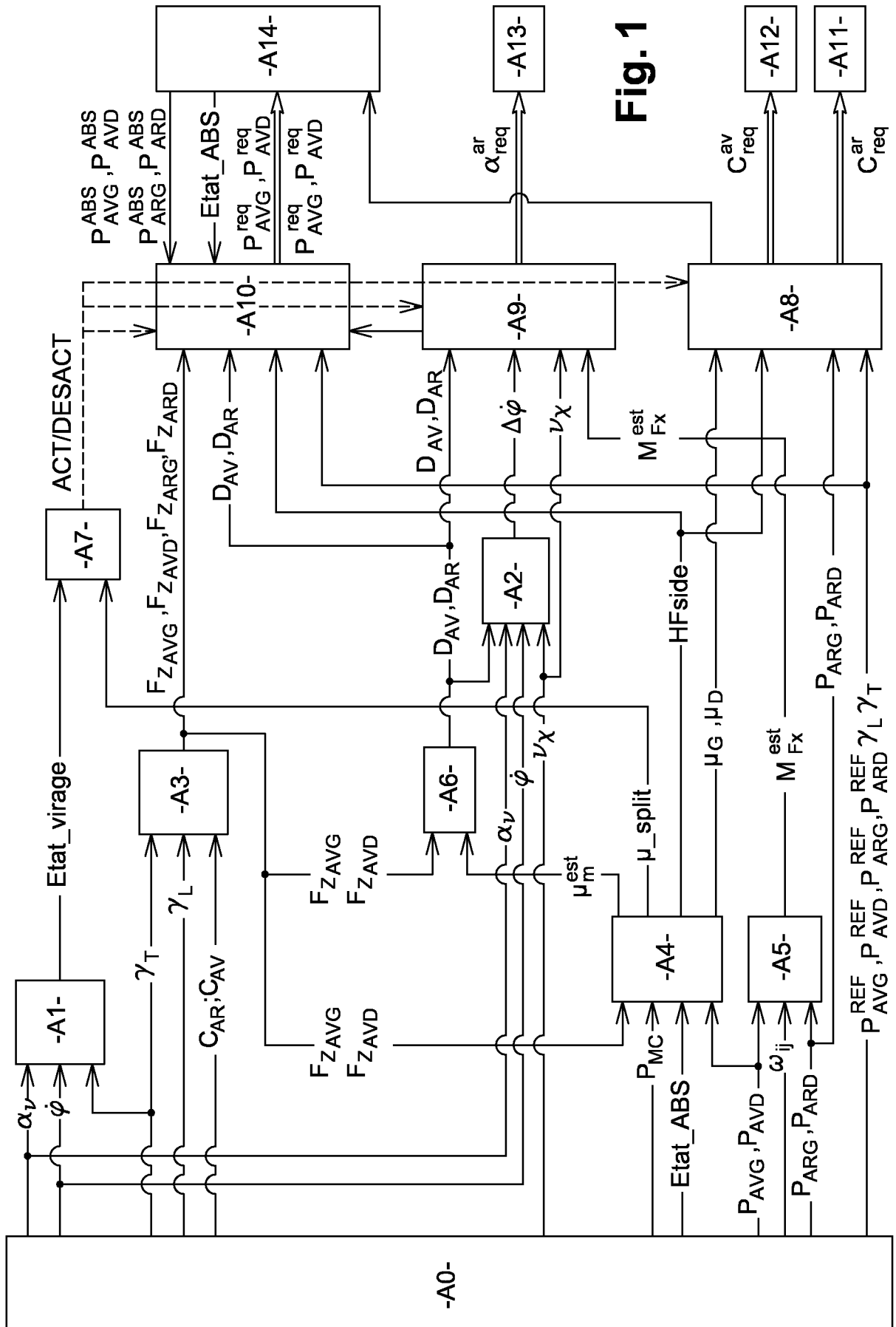


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/071668

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60T8/1764 B60G17/0195 B62D7/15
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B60T B60G B62D
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 992 373 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 12 April 2000 (2000-04-12)	9
Y	paragraph [0007] - paragraph [0010]	1-4,7
A	paragraph [0021] - paragraph [0022] paragraph [0026]	5,6,8
Y	----- WO 2006/067340 A2 (RENAULT SA [FR]; CAYOL OLIVIER [FR]; GUEGAN STEPHANE [FR]; POTHIN RICH) 29 June 2006 (2006-06-29) cited in the application paragraph [0055]	1-4,7
A	----- EP 1 447 262 A1 (FORD GLOBAL TECH INC [US]) 18 August 2004 (2004-08-18) paragraph [0018] - paragraph [0020] -----	1,9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 13 February 2012	Date of mailing of the international search report 28/02/2012
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Colonna, Massimo
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/071668

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 0992373	A2	12-04-2000	DE 19846500 A1	13-04-2000
			EP 0992373 A2	12-04-2000
			JP 2000127733 A	09-05-2000

WO 2006067340	A2	29-06-2006	EP 1827931 A2	05-09-2007
			JP 2008524061 A	10-07-2008
			KR 20070090025 A	04-09-2007
			WO 2006067340 A2	29-06-2006

EP 1447262	A1	18-08-2004	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2011/071668

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60T8/1764 B60G17/0195 B62D7/15 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B60T B60G B62D		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 992 373 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 12 avril 2000 (2000-04-12)	9
Y	alinéa [0007] - alinéa [0010]	1-4,7
A	alinéa [0021] - alinéa [0022] alinéa [0026]	5,6,8
Y	----- WO 2006/067340 A2 (RENAULT SA [FR]; CAYOL OLIVIER [FR]; GUEGAN STEPHANE [FR]; POTHIN RICH) 29 juin 2006 (2006-06-29) cité dans la demande alinéa [0055]	1-4,7
A	----- EP 1 447 262 A1 (FORD GLOBAL TECH INC [US]) 18 août 2004 (2004-08-18) alinéa [0018] - alinéa [0020] -----	1,9
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 13 février 2012		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 28/02/2012
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Colonna, Massimo

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2011/071668

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0992373	A2	12-04-2000	DE 19846500 A1 13-04-2000
			EP 0992373 A2 12-04-2000
			JP 2000127733 A 09-05-2000

WO 2006067340	A2	29-06-2006	EP 1827931 A2 05-09-2007
			JP 2008524061 A 10-07-2008
			KR 20070090025 A 04-09-2007
			WO 2006067340 A2 29-06-2006

EP 1447262	A1	18-08-2004	AUCUN
