

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : 2 943 974

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

②1 N° d'enregistrement national : 09 01707

⑤1 Int Cl⁸ : B 60 W 30/10 (2006.01), B 60 W 40/10

⑫

DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE

A3

②2 Date de dépôt : 07.04.09.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 08.10.10 Bulletin 10/40.

⑤6 Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la
procédure de rapport de recherche.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés : Certificat d'utilité résultant de la trans-
formation volontaire de la demande de brevet dépo-
sée le 07/04/09.

⑦1 Demandeur(s) : RENAULT SAS Société par actions
simplifiée — FR.

⑦2 Inventeur(s) : CREGUT SAMUEL, OBERTI CLAIRE
et MARSILIA MARCO.

⑦3 Titulaire(s) : RENAULT SAS Société par actions sim-
plifiée.

⑦4 Mandataire(s) : RENAULT SAS.

⑤4 PROCEDE DE FONCTIONNEMENT D'UN SYSTEME DE CORRECTION DE LA TRAJECTOIRE D'UN
VEHICULE AUTOMOBILE.

⑤7 Procédé de fonctionnement d'un système de correc-
tion de la trajectoire d'un véhicule automobile comprenant
un essieu avant et un essieu arrière, caractérisé en ce que,
dans une situation de virage dans laquelle le véhicule auto-
mobile survire, il comprend une étape de commande de frein-
nage des roues du véhicule dans lequel on commande un
couple de freinage plus important sur la roue de l'essieu
avant qui est extérieure au virage de sorte à créer un mo-
ment de lacet sur le véhicule automobile.

FR 2 943 974 - A3



La présente invention concerne le contrôle du comportement dynamique d'un véhicule automobile, et notamment le contrôle et la correction automatique du survirage d'un véhicule automobile par rapport à la trajectoire désirée par le conducteur en virage.

5

En effet, lorsqu'un véhicule automobile s'inscrit dans un virage à une vitesse longitudinale trop élevée compte tenu des limites physiques imposées par l'adhérence entre les pneumatiques et le sol dans le virage, il peut devenir impossible de respecter la courbure de la route et le véhicule automobile peut survirer, c'est-à-dire que le train arrière du véhicule se met à glisser et que le conducteur perd le contrôle de son véhicule. Ce type d'instabilité du véhicule est appelé plus communément tête-à-queue. Le véhicule s'écarte donc de la trajectoire désirée par le conducteur, le train arrière se déportant vers l'extérieur du virage.

15

Ce comportement peut également se produire, avec un véhicule dont l'essieu arrière est moteur, si le conducteur accélère dans un virage.

Il est alors nécessaire de détecter une telle situation de survirage et d'agir automatiquement sur le véhicule automobile afin que celui-ci revienne sur la trajectoire désirée par le conducteur.

Le but de l'invention est de fournir un procédé de fonctionnement d'un système de correction de trajectoire permettant de remédier aux problèmes évoqués précédemment et améliorant les systèmes de correction de trajectoire connus de l'art antérieur. En particulier, l'invention propose un procédé de fonctionnement d'un système de correction de trajectoire utilisant des moyens de correction simples, améliorant la stabilité du véhicule et pouvant être appliqués tant à des véhicules automobiles utilisant un système de freinage à commande hydraulique qu'à des véhicules utilisant un système de freinage à commande électrique.

Selon l'invention, le procédé régit le fonctionnement d'un système de correction de la trajectoire d'un véhicule automobile comprenant un essieu avant et un essieu arrière. Il est caractérisé en ce que, dans une situation de virage dans laquelle le véhicule automobile survire, il comprend une étape de commande de freinage des roues du véhicule dans lequel on commande un couple de freinage plus important sur la roue de l'essieu avant qui est extérieure au virage de sorte à créer un moment de lacet sur le véhicule automobile.

10

L'étape de commande de freinage des roues du véhicule peut comprendre la commande d'un couple de freinage sur la roue de l'essieu avant qui est extérieure au virage uniquement.

15 La valeur du couple de freinage sur la roue de l'essieu avant qui est extérieure au virage peut être élaborée grâce à un correcteur proportionnel.

L'étape de commande de freinage peut être destinée à provoquer un moment de lacet proportionnel à la différence entre :

- 20
- la différence entre une vitesse de lacet théorique du véhicule déterminée par un angle de braquage des roues directrices et une vitesse de lacet du véhicule mesurée, et
 - un seuil d'erreur de vitesse de lacet au-delà duquel on met en œuvre l'étape de commande de freinage des roues du véhicule.

25

On peut mettre en œuvre l'étape de commande de freinage des roues du véhicule automobile uniquement si la différence entre une vitesse de lacet théorique du véhicule déterminée par un angle de braquage des roues directrices et une vitesse de lacet du véhicule mesurée dépasse un seuil.

30

L'invention porte aussi sur un support d'enregistrement de données lisible par un ordinateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des moyens logiciels de mise en œuvre des étapes du procédé de fonctionnement défini précédemment.

5

Selon l'invention, le système de correction de la trajectoire d'un véhicule automobile est caractérisé en ce qu'il comprend des moyens matériels et/ou logiciels de mise en œuvre du procédé de fonctionnement défini précédemment.

10

Le système de correction peut comprendre un correcteur de type proportionnel déterminant une consigne de couple de freinage à fournir par un système de freinage du véhicule automobile.

15 Selon l'invention, le véhicule automobile comprend un système de correction défini précédemment.

Selon l'invention, le procédé régit le fonctionnement d'un système de correction de la trajectoire d'un véhicule automobile. Il est caractérisé en ce
20 qu'il comprend une première phase de fonctionnement dans laquelle le système met en œuvre une première action de correction de survirage, respectivement de correction de sous-virage, par application d'un moment de lacet par un premier freinage particulier et une deuxième phase de
25 fonctionnement dans laquelle le système met en œuvre une deuxième action de correction de sous-virage, respectivement de correction de survirage, par application d'un moment de lacet par un deuxième freinage particulier et en ce que, suite à une transition de la première phase à la
30 deuxième phase, on applique, dans la deuxième phase, au moins temporairement, une valeur limitée de moment de lacet au véhicule automobile.

Dans la deuxième phase, la valeur initiale du moment de lacet appliqué au véhicule automobile peut être au moins sensiblement nulle.

5 Dans la deuxième phase, la valeur limitée du moment de lacet appliqué au véhicule automobile peut évoluer selon une fonction croissante avec le temps.

La fonction croissante avec le temps peut être linéaire.

10 Dans la deuxième phase, on peut calculer une valeur de moment de lacet à appliquer au véhicule automobile et une valeur limitée de moment de lacet à appliquer au véhicule automobile et on peut ne plus appliquer la valeur limitée de moment de lacet, dans la deuxième phase, après que celle-ci est devenue supérieure à la valeur de moment de lacet à appliquer au véhicule.

15 L'invention porte aussi sur un support d'enregistrement de données lisible par un ordinateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des moyens logiciels de mise en œuvre des étapes du procédé de fonctionnement défini précédemment.

20 Selon l'invention, le système de correction de la trajectoire d'un véhicule automobile est caractérisé en ce qu'il comprend des moyens matériels et/ou logiciels de mise en œuvre du procédé de fonctionnement défini précédemment.

25 Selon l'invention, le véhicule automobile comprend un système de correction défini précédemment.

30 Les dessins annexés représentent, à titre d'exemple, un mode de réalisation d'un système de correction de trajectoire selon l'invention.

La figure 1 est un schéma d'un mode de réalisation d'un véhicule automobile équipé d'un système de correction de trajectoire selon l'invention.

La figure 2 est un schéma d'un module de contrôle de l'application d'un moment de lacet sur le véhicule automobile.

- 5 La figure 3 est un schéma détaillé d'un mode de réalisation du module de contrôle de l'application d'un moment de lacet sur le véhicule automobile.

La figure 4 est un schéma d'un mode de réalisation d'un premier bloc du module de contrôle de l'application d'un moment de lacet sur le véhicule automobile.
10

La figure 5 est un schéma d'un mode de réalisation d'un deuxième bloc du module de contrôle de l'application d'un moment de lacet sur le véhicule automobile.
15

La figure 6 est un schéma d'un mode de réalisation d'un premier sous-bloc du deuxième bloc.

La figure 7 est un schéma d'un mode de réalisation d'un deuxième sous-bloc du deuxième bloc.
20

La figure 8 est un schéma d'un mode de réalisation d'un troisième sous-bloc du deuxième bloc.

25 La figure 9 est un schéma d'un mode de réalisation d'un quatrième sous-bloc du deuxième bloc.

La figure 10 est un schéma d'un mode de réalisation d'un troisième bloc du module de contrôle de l'application d'un moment de lacet sur le véhicule automobile.
30

La figure 11 est un schéma d'un mode de réalisation d'un premier sous-bloc du troisième bloc.

La figure 12 est un schéma d'un mode de réalisation d'un deuxième sous-
5 bloc du troisième bloc.

La figure 13 est un graphique représentant les effets de l'invention dans une situation d'instabilité d'un véhicule automobile.

- 10 Dans la suite, pour les noms de signaux, le suffixe :
- 11 désigne la roue avant gauche,
 - 12 désigne la roue avant droite,
 - 21 désigne la roue arrière gauche,
 - 22 désigne la roue arrière droite,
 - 15 – ij désigne ainsi l'une des quatre roues du véhicule.

De même, on utilise les abréviations suivantes :

ESP : système de contrôle ou de correction de trajectoire (pour Electronic Stability Program),

20 ABS : système antiblocage de freinage (pour Anti-Blocking System),

ASR : système antipatinage (pour Anti Skid Regulation),

BFD : système de distribution de freinage (pour Brake Force Distribution),

Correcteur PI : correcteur proportionnel intégral,

CML : système de contrôle du moment de lacet,

25 CSV : système de contrôle de sous-virage.

Un système ESP a pour but de maintenir le véhicule sur la trajectoire désirée par le conducteur. Si le véhicule s'écarte de cette trajectoire (situation de sous-virage ou de survirage), le système ESP va envoyer des
30 signaux de consigne de couple moteur et/ou de couple de freinage afin de corriger la trajectoire du véhicule.

Le véhicule automobile 1 représenté à la figure 1 comprend un système 5 de correction de trajectoire agissant sur un système de freinage 2 et/ou sur un système 3 de commande du moteur du véhicule. Le système de correction de trajectoire comprend différents modules interagissant et permettant d'élaborer des signaux de consigne à destination des systèmes de freinage et/ou de commande de freinage. Le système de correction de trajectoire comprend des moyens matériels et logiciels pour mettre en œuvre le procédé de fonctionnement selon l'invention. En particulier, il comprend des moyens régissant son fonctionnement selon le procédé objet de l'invention. Les moyens logiciels peuvent comprendre des programmes informatiques.

Un premier module 7 dit « Modèle de référence » comprend un modèle simplifié du véhicule automobile qui permet à partir de l'angle volant appliqué par le conducteur et de la vitesse longitudinale du véhicule de calculer une vitesse de lacet de référence $d(\Psi_{ref})/dt$, c'est-à-dire la vitesse de lacet que devrait avoir le véhicule pour l'angle volant et la vitesse longitudinale mesurés.

Un deuxième module 8 dit « Estimateurs » comprend plusieurs estimateurs permettant de déterminer des informations de vitesse longitudinale de référence, de moment réellement appliqué et de charge sur les roues. Des signaux de mesures sont fournis par un ensemble de capteurs 4. Ces capteurs fournissent par exemple des signaux de mesure des vitesses des roues du véhicule, un signal de mesure de la vitesse de lacet du véhicule, un signal d'accélération transversale du véhicule et un signal d'accélération longitudinale du véhicule.

Un troisième module 14 dit « Détecteurs » reçoit la vitesse de lacet de référence et la vitesse de lacet mesurée et permet par l'utilisation de ces données de détecter une situation de sous-virage ou de survirage.

Un quatrième module 9 dit « Contrôle frein CML » définit un moment de lacet à appliquer au véhicule par application de forces de freinage. Il élabore des signaux de consigne de couple de freinage à appliquer à chacune des
 5 roues pour réaliser ce moment de lacet, notamment grâce à un bloc de répartition 10. Ces signaux de consigne sont transmis à un sixième module 11 dit « Arbitrage ».

Un cinquième module 13 dit « Contrôle Moteur et Frein CSV » élabore des
 10 signaux de consignes de décélération du véhicule. Ces signaux comprennent un signal de consigne de couple moteur et un signal de consigne de freinage permettant une décélération permettant chacun, seul ou en combinaison, une décélération du véhicule automobile. Ces signaux sont transmis à un sixième module 11 dit « Arbitrage ».

15 Le sixième module 11 réalise l'arbitrage entre les signaux de consigne de couple moteur et de couple de freinage issues des différents modules et du conducteur 6. Au final, un seul signal de consigne de couple moteur est transmis au système 3 de commande du moteur et des signaux de consigne
 20 de couple de freinage sont transmis au système de freinage 2.

Lors d'un survirage, le véhicule s'écarte de la trajectoire voulue par le conducteur : le véhicule tourne plus qu'il ne le devrait.

25 Le quatrième module précédemment évoqué est décrit ci-après en référence à la figure 2. Il présente trois entrées et une sortie détaillées dans le tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration du signal de sortie à partir des signaux d'entrée. Les signaux d'entrées sont issus d'autres modules.

Entrées	Sorties
signal <i>psip_ref</i> : signal de vitesse de lacet	signal <i>T_BRK_CML_ij_Req</i> :

de référence du véhicule. Exprimée par exemple en rad/s ($d(\Psi_{ref})/dt$). La vitesse de lacet de référence traduit la trajectoire désirée par le conducteur. Ce signal est fourni par le premier module.	signal à quatre composantes représentant chacune une consigne de couple de freinage d'une roue du véhicule automobile. Ces couples de consigne sont par exemple exprimés en Nm.
signal <i>YawRate_Sens</i> : signal de vitesse de lacet mesurée du véhicule. Exprimée par exemple en rad/s. Ce signal est fourni par un capteur.	
signal <i>V_VH_X_Est</i> : signal de vitesse longitudinale du véhicule (ou vitesse de référence). Exprimée par exemple en m/s. Ce signal est élaboré par un module de calcul.	

Dans un mode de réalisation représenté à la figure 3, le quatrième module comprend différents blocs.

- 5 Un premier bloc 22 dit « Calculer_Erreur_Vitesse_Lacet » permet de calculer une erreur en vitesse de lacet qui traduit l'écart entre la trajectoire désirée par le conducteur et la trajectoire réelle du véhicule. Il comprend pour ce faire les entrées et sorties détaillées dans le tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration du signal de sortie à partir des signaux d'entrée.

10

Entrées	Sorties
signal <i>psip_ref</i> : signal de vitesse de lacet de référence du véhicule. Exprimée par exemple en rad/s ($d(\Psi_{ref})/dt$). La vitesse de lacet de	signal <i>erreur</i> : signal d'erreur de vitesse de lacet. Exprimée par

référence traduit la trajectoire désirée par le conducteur. Ce signal est fourni par le premier module.	exemple en rad/s.
signal <i>YawRate_Sens</i> : signal de vitesse de lacet mesurée du véhicule. Exprimée par exemple en rad/s. Ce signal est fourni par un capteur.	

Pour calculer le signal de sortie, il suffit de faire la différence entre la vitesse de lacet de référence (calculée par un générateur de consigne) et la vitesse de lacet mesurée selon la formule :

$$5 \quad \text{erreur}(t) = \text{psip_ref}(t) - \text{YawRate_Sens}(t)$$

Cette logique est mise en œuvre grâce à un opérateur de soustraction 22 décrit notamment à la figure 4.

- 10 Il est à noter que le signal *psip_ref* utilisé pour calculer le signal *erreur* est issu du modèle bicyclette qui n'est valable que pour des vitesses supérieures à un seuil *Seuil_Vitesse_Minimum*.

- 15 Un deuxième bloc 21 dit « Détecter_Situation_Instable » permet de détecter un écart entre la trajectoire désirée par le conducteur et la trajectoire réelle du véhicule. Il détermine également si cet écart de trajectoire correspond à une situation de sous-virage ou une situation de survirage. Il comprend pour ce faire les entrées et sorties détaillées dans le tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration des signaux de sortie à partir des signaux d'entrée.

20

Entrées	Sorties
signal <i>erreur</i> : signal d'erreur de vitesse de lacet. Exprimée par exemple en	signal <i>flag_sous_virage</i> : signal logique de détection d'une situation de sous-virage. Si <i>flag_sous_virage</i> = 1 alors le véhicule

rad/s.	sous-vire. Si <i>flag_sous_virage</i> = 0 alors le véhicule ne sous-vire pas.
signal <i>YawRate_Sens</i> : signal de vitesse de lacet mesurée du véhicule. Exprimée par exemple en rad/s. Ce signal est fourni par un capteur.	signal <i>flag_sur_virage</i> : signal logique de détection d'une situation de survirage. Si <i>flag_sur_virage</i> = 1 alors le véhicule survire. Si <i>flag_sur_virage</i> = 0 alors le véhicule ne survire pas.
signal <i>V_VH_X_Est</i> : signal de vitesse longitudinale du véhicule (ou vitesse de référence). Exprimée par exemple en m/s. Ce signal est élaboré par un module de calcul.	signal <i>Flag_sous_virage_activation_CML</i> : signal logique de détection d'une situation de sous-virage nécessitant une correction de trajectoire par application d'un moment de lacet.

Un mode de réalisation possible de ce bloc 21 est décrit ci-après en référence à la figure 5.

- 5 Il comprend par exemple différents sous-blocs 31 à 34 décrits ci-après en référence aux figures 6 à 9.

- 10 Un premier sous-bloc 31 dit « *Determination_signe_psisip* » est décrit ci-après en référence à la figure 6. Il permet de déterminer précisément dans quelle situation se trouve le véhicule par la connaissance du signe de la vitesse de lacet mesurée. Il comprend pour ce faire les entrées et sorties détaillées dans le tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration du signal de sortie à partir du signal d'entrée.

Entrées	Sorties
signal <i>YawRate_Sens</i> : signal de vitesse de lacet mesurée du véhicule. Exprimée par exemple en rad/s. Ce signal est élaboré par un module de calcul.	signal <i>psip_positif</i> : signal logique définissant le signe de la vitesse de lacet, c'est-à-dire si le véhicule vire à droite ou à gauche. Si <i>psip_positif</i> = 1 alors la vitesse de lacet est positive, le véhicule tourne à gauche. Si <i>psip_positif</i> = 0 alors la vitesse de lacet est négative, le véhicule tourne à droite.

Paramètres	
<i>Seuil_hysteresis_positif</i>	Constante positive proche de zéro
<i>Seuil_hysteresis_négatif</i>	Constante négative proche de zéro

De préférence, le signal de mesure de la vitesse de lacet n'est pas filtré. Ainsi, pour éviter de détecter des changements de situation dus à un changement de signe causé par du bruit sur le signal de mesure, on met en place une hystérésis grâce aux moyens représentés à la figure 6 :

- Si le signal *YawRate_Sens* devient supérieur à un premier seuil positif (*Seuil_hysteresis_positif*), le signal *psip_positif* passe à l'état haut.
- Si le signal *YawRate_Sens* devient inférieur à un certain seuil négatif (*Seuil_hysteresis_négatif*), le signal *psip_positif* passe à l'état bas.

Pour ce faire, on utilise par exemple deux comparateurs 35 et 36 et une bascule 37, par exemple de type RS.

- Un deuxième sous-bloc 33 dit « *Determination_Flag_Sur_Virage* » est décrit ci-après en référence à la figure 7. Il permet de déterminer une situation de

survirage du véhicule. Il comprend pour ce faire les entrées et sorties détaillées dans le tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration des signaux de sortie à partir des signaux d'entrée.

Entrées	Sorties
<p>signal <i>erreur</i> : signal d'erreur de vitesse de lacet. Exprimée par exemple en rad/s.</p>	<p>signal <i>Flag_sur_virage</i> : signal logique de détection d'une situation de survirage.</p> <p>Si <i>Flag_sur_virage</i> = 1 alors le véhicule survire.</p> <p>Si <i>Flag_sur_virage</i> = 0 alors le véhicule ne survire pas.</p>
<p>signal <i>psip_positif</i> : signal logique définissant le signe de la vitesse de lacet, c'est-à-dire si le véhicule vire à droite ou à gauche.</p> <p>Si <i>psip_positif</i> = 1 alors la vitesse de lacet est positive, le véhicule tourne à gauche.</p> <p>Si <i>psip_positif</i> = 0 alors la vitesse de lacet est négative, le véhicule tourne à droite.</p>	<p>signal <i>detection_sur_virage_G</i> : signal logique de détection d'une situation de survirage en virage à gauche.</p> <p>Si <i>detection_sur_virage_G</i> = 1 alors le véhicule tourne à gauche et le véhicule survire.</p> <p>Si <i>detection_sur_virage_G</i> = 0 sinon.</p>
<p>signal <i>V_VH_X_Est</i> : signal de vitesse longitudinale du véhicule (ou vitesse de référence). Exprimée par exemple en m/s. Ce signal est élaboré par un module de calcul.</p>	<p>signal <i>detection_sur_virage_D</i> : signal logique de détection d'une situation de survirage en virage à droite.</p> <p>Si <i>detection_sur_virage_D</i> = 1 alors le véhicule tourne à droite et le véhicule survire.</p> <p>Si <i>detection_sur_virage_D</i> = 0 sinon.</p>

Paramètres	
<i>Seuil_Vitesse_Minimum</i>	Seuil de vitesse (par exemple exprimée en m/s) au dessus duquel le calcul du signal <i>erreur</i> est valable.
<i>C_ESP_Seuil_CML_ON_survirage</i>	Seuil de détection d'un écart en vitesse de lacet déterminant le début d'une situation de survirage.
<i>C_ESP_Seuil_CML_OFF_survirage</i>	Seuil de détection d'un écart en vitesse de lacet déterminant la fin d'une situation de survirage.

Le deuxième sous-bloc 33 met en œuvre la logique suivante :

Dans le cas d'un virage à gauche (*psip_positif* = 1) :

- Si $erreur \leq - C_ESP_Seuil_CML_ON_survirage$ et $V_VH_X_Est \geq$
5 *Seuil_Vitesse_Minimum*
Alors *Flag_sur_virage* = 1
Si $erreur \geq - C_ESP_Seuil_CML_OFF_survirage$ et $V_VH_X_Est \geq$
Seuil_Vitesse_Minimum
Alors *Flag_sur_virage* = 0
10 Sinon *Flag_sur_virage* (t) = *Flag_sur_virage* (t-1)

Dans le cas d'un virage à droite (*psip_positif* = 0) :

- Si $erreur \geq C_ESP_Seuil_CML_ON_survirage$ et $V_VH_X_Est \geq$
Seuil_Vitesse_Minimum
15 Alors *Flag_sur_virage* = 1
Si $erreur \leq C_ESP_Seuil_CML_OFF_survirage$ et $V_VH_X_Est \geq$
Seuil_Vitesse_Minimum
Alors *Flag_sur_virage* = 0
Sinon *Flag_sur_virage* (t) = *Flag_sur_virage* (t-1)

20

On définit également les signaux logiques *detection_sur_virage_G* et *detection_sur_virage_D* comme suit :

Si *erreur* \leq - *C_ESP_Seuil_CML_ON_survirage* alors
detection_sur_virage_G = 1

5 Si *erreur* \geq *C_ESP_Seuil_CML_ON_survirage* alors
detection_sur_virage_D = 1

Ces signaux logiques permettent de donner la priorité à des actions de correction de survirage plutôt qu'à des actions de correction de sous-virage, le survirage étant une situation beaucoup plus critique pour le conducteur.

10

Pour mettre en œuvre cette logique, on utilise par exemple des comparateurs 41, 42, 43, 44 et 48, des bascules 45, 46, par exemple de type RS, une porte logique ET 49 et une porte logique 47 commandée par le signal logique *psip_positif*.

15

Un troisième sous-bloc 32 dit « *Determination_Flag_Sous_Virage* » est décrit ci-après en référence à la figure 8. Il permet de déterminer une situation de sous-virage du véhicule. Il comprend pour ce faire les entrées et sorties détaillées dans le tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration du signal de sortie à partir des signaux d'entrée.

20

Entrées	Sorties
signal <i>erreur</i> : signal d'erreur de vitesse de lacet. Exprimée par exemple en rad/s.	signal <i>Flag_sous_virage</i> : signal logique de détection d'une situation de sous-virage. Si <i>Flag_sous_virage</i> = 1 alors le véhicule sous-vire. Si <i>Flag_sous_virage</i> = 0 alors le véhicule ne sous-vire pas.
signal <i>psip_positif</i> : signal logique	

<p>définissant le signe de la vitesse de lacet, c'est-à-dire si le véhicule vire à droite ou à gauche.</p> <p>Si <i>psip_positif</i> = 1 alors la vitesse de lacet est positive, le véhicule tourne à gauche.</p> <p>Si <i>psip_positif</i> = 0 alors la vitesse de lacet est négative, le véhicule tourne à droite.</p>	
<p>signal <i>V_VH_X_Est</i> : signal de vitesse longitudinale du véhicule (ou vitesse de référence). Exprimée par exemple en m/s. Ce signal est élaboré par un module de calcul.</p>	
<p>signal <i>detection_sur_virage_G</i> : signal logique de détection d'une situation de survirage en virage à gauche.</p> <p>Si <i>detection_sur_virage_G</i> = 1 alors le véhicule tourne à gauche et le véhicule survire.</p> <p>Si <i>detection_sur_virage_G</i> = 0 sinon.</p>	
<p>signal <i>detection_sur_virage_D</i> : signal logique de détection d'une situation de survirage en virage à droite.</p> <p>Si <i>detection_sur_virage_D</i> = 1 alors le véhicule tourne à droite et le véhicule survire.</p> <p>Si <i>detection_sur_virage_D</i> = 0 sinon.</p>	

Paramètres

<i>Seuil_Vitesse_Minimum</i>	Seuil de vitesse (par exemple exprimé en m/s) au-dessus duquel le calcul du signal <i>erreur</i> est valable.
<i>C_ESP_Seuil_ON_sousvirage</i>	Seuil de détection d'un écart en vitesse de lacet déterminant le début d'une situation de sous-virage.
<i>C_ESP_Seuil_OFF_sousvirage</i>	Seuil de détection d'un écart en vitesse de lacet déterminant la fin d'une situation de sous-virage.

Le troisième sous-bloc 32 met en œuvre la logique suivante :

Dans le cas d'un virage à gauche (*psip_positif* = 1) :

si *erreur* \geq *C_ESP_Seuil_ON_sousvirage* et *V_VH_X_Est* \geq
5 *Seuil_Vitesse_Minimum*
alors *flag_sous_virage* = 1
Si *erreur* \leq *C_ESP_Seuil_OFF_sousvirage* ou *detection_sur_virage_G* = 1
alors *flag_sous_virage* = 0
sinon *flag_sous_virage* (t) = *flag_sous_virage* (t-1)

10

Dans le cas d'un virage à droite (*psip_positif* = 0) :

si *erreur* \leq - *C_ESP_Seuil_ON_sousvirage* et *V_VH_X_Est* \geq
15 *Seuil_Vitesse_Minimum*
alors *flag_sous_virage* = 1
si *erreur* \geq - *C_ESP_Seuil_OFF_sousvirage* ou *detection_sur_virage_D* = 1
alors *flag_sous_virage* = 0
sinon *flag_sous_virage* (t) = *flag_sous_virage* (t-1)

Pour mettre en œuvre cette logique, on utilise par exemple des comparateurs 51, 52, 53, 54 et 60, des bascules 56, 58, par exemple de type RS, une porte logique ET 61, des portes logiques OU 55, 57 et une porte logique 59 commandée par le signal logique *psip_positif*.

5

Un quatrième sous-bloc 34 dit « *Determination_Flag_Sous_Virage_pour_Action_CML* » est décrit ci-après en référence à la figure 9. Il permet d'élaborer un signal logique d'activation d'une action de régulation du moment de lacet appliqué sur le véhicule dans une situation de sous-virage du véhicule. Il comprend pour ce faire les entrées et sorties détaillées dans le tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration du signal de sortie à partir des signaux d'entrée.

10

Entrées	Sorties
signal <i>erreur</i> : signal d'erreur de vitesse de lacet. Exprimée par exemple en rad/s.	signal <i>Flag_sous_virage_activation_CML</i> : signal logique d'activation d'une correction de sous-virage. Si <i>Flag_sous_virage_activation_CML</i> = 1 alors il faut activer des moyens de correction du sous-virage du véhicule. Si <i>Flag_sous_virage_activation_CML</i> = 0 alors il n'est pas nécessaire d'activer des moyens de correction du sous-virage du véhicule.
signal <i>psip_positif</i> : signal logique définissant le signe de	

<p>la vitesse de lacet, c'est-à-dire si le véhicule vire à droite ou à gauche.</p> <p>Si <i>psip_positif</i> = 1 alors la vitesse de lacet est positive, le véhicule tourne à gauche.</p> <p>Si <i>psip_positif</i> = 0 alors la vitesse de lacet est négative, le véhicule tourne à droite.</p>	
<p>signal <i>V_VH_X_Est</i> : signal de vitesse longitudinale du véhicule (ou vitesse de référence). Exprimée par exemple en m/s. Ce signal est élaboré par un module de calcul.</p>	
<p>signal <i>detection_sur_virage_G</i> : signal logique de détection d'une situation de survirage en virage à gauche.</p> <p>Si <i>detection_sur_virage_G</i> = 1 alors le véhicule tourne à gauche et le véhicule survire.</p> <p>Si <i>detection_sur_virage_G</i> = 0 sinon.</p>	
<p>signal <i>detection_sur_virage_D</i> : signal logique de détection d'une situation de survirage en virage à droite.</p> <p>Si <i>detection_sur_virage_D</i> = 1</p>	

alors le véhicule tourne à droite et le véhicule survire. Si <i>detection_sur_virage_D</i> = 0 sinon.	
--	--

Paramètres	
<i>Seuil_Vitesse_Minimum</i>	Seuil de vitesse (par exemple exprimé en m/s) au-dessus duquel le calcul du signal <i>erreur</i> est valable.
<i>C_ESP_Seuil_CML_ON_sousvirage</i>	Seuil de détection d'un écart en vitesse de lacet déterminant le début d'une action de correction de sous-virage.
<i>C_ESP_Seuil_CML_OFF_sousvirage</i>	Seuil de détection d'un écart en vitesse de lacet déterminant la fin d'une action de correction de sous-virage.

Le quatrième sous-bloc 34 met en œuvre la logique suivante :

Dans le cas d'un virage à gauche (*psip_positif* = 1) :

- 5 si *erreur* >= *C_ESP_Seuil_CML_ON_sousvirage* et *V_VH_X_Est* >= *Seuil_Vitesse_Minimum*
alors *Flag_sous_virage_activation_CML* = 1
si *erreur* <= *C_ESP_Seuil_CML_OFF_sousvirage* ou *detection_sur_virage_G* = 1
10 alors *Flag_sous_virage_activation_CML* = 0
sinon
Flag_sous_virage_activation_CML (t) = *Flag_sous_virage_activation_CML* (t-1)

Dans le cas d'un virage à droite ($psip_positif = 0$) :

si $erreur \leq - C_ESP_Seuil_CML_ON_sousvirage$ et $V_VH_X_Est \geq Seuil_Vitesse_Minimum$

alors $Flag_sous_virage_activation_CML = 1$

5 si $erreur \geq - C_ESP_Seuil_CML_OFF_sousvirage$ ou
 $detection_sur_virage_D = 1$

alors $flag_sous_virage = 0$

sinon $flag_sous_virage(t) = flag_sous_virage(t-1)$

- 10 Pour mettre en œuvre cette logique, on utilise par exemple des comparateurs 71, 72, 73, 74 et 60, des bascules 77, 78, par exemple de type RS, une porte logique ET 81, des portes logiques OU 75, 76 et une porte logique 79 commandée par le signal logique $psip_positif$.
- 15 Un troisième bloc 24 dit « Calculer_Commande_Mfx » et représenté à la figure 10 permet de calculer une valeur de moment de lacet à appliquer au véhicule pour sortir celui-ci d'une situation instable, en particulier une situation de survirage.
- 20 Il comprend pour ce faire les entrées et sorties détaillées dans le tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration des signaux de sortie à partir des signaux d'entrée.

Entrées	Sorties
signal $erreur$: signal d'erreur de vitesse de lacet. Exprimée par exemple en rad/s.	signal $Commande_Mfx$: signal de consigne donnant la valeur instantanée du moment de lacet à appliquer au véhicule. Exprimée par exemple en Nm.

<p>signal <i>Flag_sur_virage</i> : signal logique de détection d'une situation de survirage.</p> <p>Si <i>Flag_sur_virage</i> = 1 alors le véhicule survire.</p> <p>Si <i>Flag_sur_virage</i> = 0 alors le véhicule ne survire pas.</p>	
<p>signal <i>Flag_sous_virage_activation_CML</i> : signal logique d'activation d'une correction de sous-virage.</p> <p>Si <i>Flag_sous_virage_activation_CML</i> = 1 alors il faut activer des moyens de correction du sous-virage du véhicule.</p> <p>Si <i>Flag_sous_virage_activation_CML</i> = 0 alors il n'est pas nécessaire d'activer des moyens de correction du sous-virage du véhicule.</p>	

Paramètres	
<i>C_ESP_Gain_Correcteur_CML_survirage</i>	Gain du correcteur corrigeant une situation de survirage.
<i>C_ESP_Gain_Correcteur_CML_sousvirage</i>	Gain du correcteur corrigeant une situation de sous-virage.
<i>C_ESP_Seuil_CML_ON_sousvirage</i>	Seuil de détection d'un écart en vitesse de lacet déterminant le début d'une action de correction de sous-virage.
<i>C_ESP_Seuil_CML_ON_survirage</i>	Seuil de détection d'un écart en vitesse de lacet déterminant le début d'une

	action de correction de survirage.
--	------------------------------------

Le troisième bloc 24 utilise de préférence un correcteur de type proportionnel. Il peut être modélisé grâce à l'équation suivante dans le domaine de Laplace :

$$5 \quad C(p) = K_p$$

avec $K_p = C_ESP_Gain_Correcteur_CML_survirage$.

Le but est de corriger une erreur en vitesse de lacet qui traduit l'écart entre la trajectoire désirée par le conducteur et la trajectoire réelle du véhicule. Ce

10 qui se traduit par la formule suivante :

$$\varepsilon_{\psi(t)} = \text{psip_ref}(t) - \text{YawRate_Sens}(t)$$

avec :

$\varepsilon_{\psi(t)}$: l'erreur en vitesse de lacet,

$\text{psip_ref}(t)$: la vitesse de lacet de référence,

15 $\text{YawRate_sens}(t)$: la vitesse de lacet mesurée.

Pour assurer la continuité du signal de consigne de moment de lacet, il est nécessaire de soustraire, à la valeur courante de l'erreur $\text{erreur}(t)$, calculée

20 grâce au soustracteur 22, la valeur du seuil de détection d'un écart en vitesse de lacet déterminant le début d'une action de correction de survirage $C_ESP_Seuil_CML_ON_survirage$. Ceci est assuré par un soustracteur 91.

Ainsi, lorsque le signal logique Flag_sur_virage passe à 1 (c'est-à-dire lorsque l'erreur devient supérieure au seuil

25 $C_ESP_Seuil_CML_ON_survirage$), le système ESP décide d'appliquer au véhicule un moment de lacet, le moment de lacet ayant une valeur initiale nulle.

Lorsque le signal logique Flag_sur_virage est à l'état haut, on obtient en sortie de la porte logique 95, un signal Sortie_Regulateur obtenu par le produit des signaux attaquant un multiplicateur 92.

Ainsi, la valeur du moment de lacet nécessaire pour corriger une situation de survirage est calculée de la façon suivante :

$$5 \quad \text{Commande_Mfx}(t) = Kp \times (\text{erreur}(t) - \text{erreur}(t_1))$$

avec :

$\text{erreur}(t_1)$: la valeur de l'erreur à l'instant où le signal logique *Flag_sur_virage_activation_CML* passe à 1.

- 10 Nous devons également assurer la continuité et la progressivité du signal de commande lorsqu'une situation de sousvirage suit une situation de survirage et vice-versa. Pour cela, nous utilisons un premier sous-bloc «Rate_Limiter» 96 (limiteur de pente) dont les conditions d'activation et certains paramètres sont calculés dans un deuxième sous-bloc
- 15 «Choix_Utilisation_Rate_Limiter» 98. Les variations du signal de consigne *Commande_Mfx* sont limitées par l'action de ce premier sous-bloc 96.

- Le premier sous-bloc est décrit ci-après en référence à la figure 12. Pour assurer ses fonctions, il présente les entrées et sorties détaillées dans le
- 20 tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration du signal de sortie à partir des signaux d'entrée.

Entrées	Sorties
<p>signal <i>Detection_Transition_Situation</i> : signal logique de détection d'une transition d'une situation de sousvirage à survirage ou d'une situation de survirage à sousvirage.</p> <p>Si <i>Detection_Transition_Situation</i> = 1 alors il y a une transition de situation.</p>	<p>signal <i>Sortie_Rate_Limiter</i> : signal de valeurs de couple de moment de lacet dont les variations sont limitées. Par exemple exprimée en Nm.</p>

Si <i>Detection_Transition_Situation</i> = 0 alors il n'y a pas de transition de situation.	
signal <i>Sortie_Regulateur</i> : signal de valeurs de couple de moment de lacet obtenu en sortie de la porte logique 95. Par exemple exprimée en Nm.	

Paramètres	
Increment	Pente maximum autorisée par le premier sous-bloc.

L'objectif du limiteur de pente est de contraindre la consigne de moment de lacet à augmenter suivant une pente maximale appelée incrément qui est un paramètre de réglage du limiteur de pente.

Le premier sous-bloc (limiteur de pente) 96 met en œuvre la logique suivante :

Soit *Sortie_Rate_Limiter_n_1*, la valeur du signal de sortie du premier sous-bloc à l'instant n-1. Cette grandeur est initialisée à 0 lorsque le signal logique *Detection_Transition_Situation* passe à 1.

si

Sortie_Regulateur > *Sortie_Rate_Limiter_n_1* + *increment*

alors

15 *Sortie_Rate_Limiter* = *Sortie_Rate_Limiter_n_1* + *increment*

si

Sortie_Regulateur <= *Sortie_Rate_Limiter_n_1* + *increment*

alors

20 *Sortie_Rate_Limiter* = *Sortie_Regulateur*

Pour mettre en œuvre cette logique, on utilise par exemple un comparateur 112, un additionneur 111 et deux portes logiques 113 et 114 commandée par la sortie du comparateur 112.

- 5 Le deuxième sous-bloc est décrit ci-après en référence à la figure 11. Il présente pour assurer ses fonctions les entrées et sorties détaillées dans le tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration des signaux de sortie à partir des signaux d'entrée.

Entrées	Sorties
<p>signal <i>Flag_sur_virage</i> : signal logique de détection d'une situation de survirage.</p> <p>Si <i>Flag_sur_virage</i> = 1 alors le véhicule survire.</p> <p>Si <i>Flag_sur_virage</i> = 0 alors le véhicule ne survire pas.</p>	<p>signal</p> <p><i>Detection_Transition_Situation</i> : signal logique de détection d'une transition d'une situation de sous-virage à survirage ou d'une situation de survirage à sousvirage.</p> <p>Si <i>Detection_Transition_Situation</i> = 1 alors il y a une transition de situation.</p> <p>Si <i>Detection_Transition_Situation</i> = 0 alors il n'y a pas de transition de situation.</p>
<p><i>Flag_sous_virage_activation_CML</i> : signal logique d'activation d'une correction de sous-virage.</p> <p>Si <i>Flag_sous_virage_activation_CML</i> = 1 alors il faut activer des moyens de correction du sous-virage du véhicule.</p> <p>Si <i>Flag_sous_virage_activation_CML</i> = 0 alors il n'est pas nécessaire</p>	<p>signal <i>Activation_Rate_Limiter</i> : signal logique d'activation du sous-bloc 96 (limiteur de pente).</p> <p>Si <i>Activation_Rate_Limiter</i> = 1 alors le signal de consigne de moment de lacet est défini par la sortie du sous-bloc 96.</p> <p>Si <i>Activation_Rate_Limiter</i> = 0 alors</p>

d'activer des moyens de correction du sous-virage du véhicule.	le signal de consigne de moment de lacet est défini par la sortie de la porte logique 95.
signal <i>Sortie_Rate_Limiter</i> : signal de valeurs de couple de moment de lacet dont les variations sont limitées. Par exemple exprimée en Nm.	
signal <i>Sortie_Regulateur</i> : signal de valeurs de couple de moment de lacet obtenu en sortie de la porte logique 95. Par exemple exprimée en Nm.	

Le limiteur de pente est utilisé dès qu'une transition de situation est détectée et jusqu'à ce que les signaux logiques de détection de sous-virage ou de survirage soient nuls ou que la sortie du limiteur de pente ait égalé la sortie du régulateur constitué par les opérateurs 91, 92 et la porte logique 95. La logique d'activation du limiteur de pente est la suivante :

Si on détecte une transition de situation :

flag_sous_virage_activation_CML = 1 à l'instant T et *flag_sur_virage* = 1 à l'instant T+1

ou

flag_sur_virage = 1 à l'instant T et *flag_sous_virage_activation_CML* = 1 à l'instant T+1

alors on active le limiteur de pente :

Detection_Transition_Situation = 1 et *Activation_Rate_Limiter* = 1

Si aucune situation critique n'est détectée :

flag_sur_virage = 0 et *flag_sous_virage_activation_CML* = 0

ou

si la valeur de sortie du limiteur de pente égale la valeur de sortie du régulateur et que le limiteur de pente est activé :

$Sortie_Rate_Limiteur \geq Sortie_Regulateur$ ET $Activation_Rate_Limiteur = 1$
alors

5 $Activation_Rate_Limiteur = 0$

Pour mettre en œuvre cette logique, on utilise par exemple un comparateur 108, des portes logiques NON 104, 106, des portes logiques ET 101, 102, 105, 109, des portes logiques OU 103, 107 et une bascule 110, par exemple
10 de type RS.

Un quatrième bloc 25 dit « Calcul_Effort_de_Freinage_Total » permet de calculer une consigne d'effort de freinage total à partir de la consigne de moment de lacet évoquée précédemment. Il comprend pour ce faire les
15 entrées et sorties détaillées dans le tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration du signal de sortie à partir du signal d'entrée.

Entrée	Sortie
signal <i>Commande_Mfx</i> : signal de consigne de moment de lacet à appliquer au véhicule automobile. Exprimé par exemple en Nm.	signal <i>FxT</i> : signal de consigne d'effort de freinage total à appliquer au véhicule. Exprimé par exemple en N.

Paramètre de réglage	
<i>Voie_E</i>	Voie du véhicule

20 Un mode de réalisation du quatrième bloc 25 présente des opérateurs de multiplication permettant d'élaborer le signal de sortie selon la relation :

$$FxT = Commande_Mfx \times \frac{2}{Voie_E}$$

Un sixième bloc 23 dit « Choisir_Roue » permet de sélectionner la ou les roues à freiner de façon à obtenir un moment de lacet correcteur. Il comprend pour ce faire les entrées et sorties détaillées dans le tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration des signaux de sortie à partir des signaux d'entrée.

Entrées	Sorties
<p>signal <i>YawRate_Sens</i> : signal de vitesse de lacet mesurée du véhicule. Exprimée par exemple en rad/s.</p>	<p>signal <i>Freiner_roue_11</i> : signal logique déterminant si la roue doit être freinée.</p> <p>Si <i>Freiner_roue_11</i> = 1 alors le système ESP freine la roue 11.</p> <p>Si <i>Freiner_roue_11</i> = 0 alors le système ESP ne freine pas la roue 11.</p>
<p>signal <i>flag_sur_virage</i> : signal logique de détection d'une situation de survirage.</p> <p>Si <i>flag_sur_virage</i> = 1 alors le véhicule survire</p> <p>Si <i>flag_sur_virage</i> = 0 alors le véhicule ne survire pas.</p>	<p>signal <i>Freiner_roue_12</i> : signal logique déterminant si la roue doit être freinée.</p> <p>Si <i>Freiner_roue_12</i> = 1 alors le système ESP freine la roue 12.</p> <p>Si <i>Freiner_roue_12</i> = 0 alors le système ESP ne freine pas la roue 12.</p>
<p>signal <i>Flag_sous_virage_activation_CML</i> : signal logique de détection d'une situation de sous-virage nécessitant une correction de trajectoire par application d'un moment de lacet.</p>	<p>signal <i>Freiner_roue_21</i> : signal logique déterminant si la roue doit être freinée.</p> <p>Si <i>Freiner_roue_21</i> = 1 alors le système ESP freine la roue 21.</p> <p>Si <i>Freiner_roue_21</i> = 0 alors le système ESP ne freine pas la</p>

	roue 21.
	<p>signal <i>Freiner_roue_22</i> : signal logique déterminant si la roue doit être freinée.</p> <p>Si <i>Freiner_roue_22</i> = 1 alors le système ESP freine la roue 22.</p> <p>Si <i>Freiner_roue_22</i> = 0 alors le système ESP ne freine pas la roue 22.</p>

- Pour créer le moment de lacet évoqué précédemment pour corriger la trajectoire du véhicule, il est nécessaire freiner les roues extérieures au virage. Cependant, la saturation du train arrière est la cause du survirage : il n'est donc pas recommandé de freiner la roue arrière. On retient donc de freiner la roue avant extérieure au virage. Pour savoir laquelle des deux roues avant doit être freinée, il est possible d'utiliser le signe de la vitesse de lacet.
- 10 Un septième bloc 26 dit « Calculer_Effort_de_Freinage_à_la_Roue » permet de calculer les consignes de couple de freinage à appliquer à chaque roue du véhicule. Il comprend pour ce faire les entrées et sorties détaillées dans le tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration des signaux de sortie à partir des signaux d'entrée.

15

Entrées	Sorties
signal <i>FxT</i> : signal de consigne d'effort de freinage total à appliquer au véhicule. Exprimé par exemple en N.	signal <i>T_BRK_CML_ij_Req</i> : signal à quatre composantes représentant chacune une consigne de couple de freinage d'une roue du véhicule automobile. Ces couples de

	consigne sont par exemple exprimés en Nm.
<p>signal <i>Freiner_roue_11</i> : signal logique déterminant si la roue doit être freinée.</p> <p>Si <i>Freiner_roue_11</i> = 1 alors le système ESP freine la roue 11.</p> <p>Si <i>Freiner_roue_11</i> = 0 alors le système ESP ne freine pas la roue 11.</p>	
<p>signal <i>Freiner_roue_12</i> : signal logique déterminant si la roue doit être freinée.</p> <p>Si <i>Freiner_roue_12</i> = 1 alors le système ESP freine la roue 12.</p> <p>Si <i>Freiner_roue_12</i> = 0 alors le système ESP ne freine pas la roue 12.</p>	
<p>signal <i>Freiner_roue_21</i> : signal logique déterminant si la roue doit être freinée.</p> <p>Si <i>Freiner_roue_21</i> = 1 alors le système ESP freine la roue 21.</p> <p>Si <i>Freiner_roue_21</i> = 0 alors le système ESP ne freine pas la roue 21.</p>	
<p>signal <i>Freiner_roue_22</i> : signal logique déterminant si la roue doit être freinée.</p> <p>Si <i>Freiner_roue_22</i> = 1 alors le</p>	

<p>système ESP freine la roue 22. Si $Freiner_roue_22 = 0$ alors le système ESP ne freine pas la roue 22.</p>	
--	--

Paramètres	
<i>Rayon_roue</i>	Rayon de la roue

Pour chaque roue ij , il suffit de multiplier l'effort de freinage total à appliquer au véhicule par la valeur du signal $Freiner_roue_ij$. On obtient ainsi un vecteur comprenant les efforts à appliquer sur chacune des roues du véhicule. Il suffit alors de multiplier ce vecteur par le rayon de la roue (paramètre $Rayon_roue$) afin d'obtenir le signal $T_BRK_CML_ij_Req$ comprenant les signaux de consignes de couples de freinage de chacune des roues.

10

Les résultats d'un essai effectué avec un véhicule équipé d'un système ESP selon l'invention sont décrits ci-après en référence à la figure 13. Le véhicule comprenait un système de freinage électrique.

15 Le graphique supérieur concerne la détection de sous-virage et de survirage.

Cette partie illustre la stratégie de contrôle en moment de lacet pour le survirage (et le sous-virage), stratégie qui fait l'objet de la présente invention.

20

Regardons plus précisément la transition survirage/sousvirage qui a lieu entre les instants $t = 14.8$ s et $t = 15.7$ s. La vitesse de lacet est d'abord négative. Le véhicule est en virage à droite et survire. Le système applique

donc un couple de freinage sur la roue avant extérieure au virage (roue 11 courbe T_BRK_ESP_CML_11_Req).

5 La vitesse de lacet du véhicule devient positive et le véhicule sousvire. Le système applique donc un couple de freinage sur la roue arrière intérieure au virage (roue 21 _ courbe T_BRK_ESP_CML_21_Req).

10 On remarque que par l'action du limiteur de pente, la transition entre la correction de survirage et de sous-virage se fait progressivement suivant la pente imposée par le limiteur de pente, et notamment en partant d'une valeur de couple de freinage nulle.

L'invention présente les avantages suivants :

- Le correcteur utilisé est simple : Il s'agit d'un proportionnel.
- 15 – De préférence, pour appliquer le moment de lacet calculé on freine uniquement la roue avant extérieure. Cette stratégie présente l'avantage de :
 - ne pas solliciter le train arrière qui est saturé,
 - faire glisser le train avant (ce qui inscrit le véhicule dans le virage),
 - 20 • ne pas avoir à calculer une répartition du moment de lacet entre l'essieu avant et l'essieu arrière.

L'invention présente aussi les avantages suivants :

- 25 – Une structure de commande en boucle fermée simple et robuste aux incertitudes du système,
- L'utilisation de correcteurs de type proportionnel utilisant peu de ressource de calcul et bien maîtrisés,
- Elle s'applique aussi bien à la technologie électrique (freinage à commande électrique, véhicule électrique) qu'à la technologie
- 30 hydraulique actuelle des systèmes de freinage.

Revendications :

1. Procédé de fonctionnement d'un système (5) de correction de la trajectoire d'un véhicule automobile (1) comprenant un essieu avant et un essieu arrière, caractérisé en ce que, dans une situation de virage dans laquelle le véhicule automobile survire, il comprend une étape de commande de freinage des roues du véhicule dans lequel on commande un couple de freinage plus important sur la roue de l'essieu avant qui est extérieure au virage de sorte à créer un moment de lacet sur le véhicule automobile.
5
2. Procédé de fonctionnement selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de commande de freinage des roues du véhicule comprend la commande d'un couple de freinage sur la roue de l'essieu avant qui est extérieure au virage uniquement.
15
3. Procédé de fonctionnement selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la valeur du couple de freinage sur la roue de l'essieu avant qui est extérieure au virage est élaborée grâce à un correcteur proportionnel (91, 92).
20
4. Procédé de fonctionnement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape de commande de freinage est destinée à provoquer un moment de lacet proportionnel à la différence entre :
25
 - la différence entre une vitesse de lacet théorique du véhicule déterminée par un angle de braquage des roues directrices et une vitesse de lacet du véhicule mesurée, et
 - un seuil d'erreur de vitesse de lacet ($C_ESP_Seuil_CML_ON_survirage$) au-delà duquel on met en œuvre l'étape de commande de freinage des roues du véhicule.
30

5. Procédé de fonctionnement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on met en œuvre l'étape de commande de freinage des roues du véhicule automobile uniquement si la différence entre une vitesse de lacet théorique du véhicule déterminée par un angle de braquage des roues directrices et une vitesse de lacet du véhicule mesurée dépasse un seuil (*C_ESP_Seuil_CML_ON_survirage*).
6. Support d'enregistrement de données lisible par un calculateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des moyens logiciels de mise en œuvre des étapes du procédé de fonctionnement selon l'une des revendications précédentes.
7. Système (5) de correction de la trajectoire d'un véhicule automobile (1), caractérisé en ce qu'il comprend des moyens matériels (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14) et/ou logiciels de mise en œuvre du procédé de fonctionnement selon l'une des revendications 1 à 6.
8. Système (5) de correction selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend un correcteur (91, 92) de type proportionnel déterminant une consigne de couple de freinage à fournir par un système de freinage (2) du véhicule automobile.
9. Véhicule automobile comprenant un système de correction selon la revendication 7 ou 8.
10. Procédé de fonctionnement d'un système (5) de correction de la trajectoire d'un véhicule automobile (1), caractérisé en ce qu'il comprend une première phase de fonctionnement dans laquelle le système met en œuvre une première action de correction de survirage, respectivement de correction de sous-virage, par application d'un

- moment de lacet par un premier freinage particulier et une deuxième phase de fonctionnement dans laquelle le système met en œuvre une deuxième action de correction de sous-virage, respectivement de correction de survirage, par application d'un moment de lacet par un
- 5 deuxième freinage particulier et en ce que, suite à une transition de la première phase à la deuxième phase, on applique, dans la deuxième phase, au moins temporairement, une valeur limitée de moment de lacet au véhicule automobile.
- 10 11. Procédé de fonctionnement selon la revendication 10, caractérisé en ce que, dans la deuxième phase, la valeur initiale du moment de lacet appliqué au véhicule automobile est au moins sensiblement nulle.
12. Procédé de fonctionnement selon la revendication 10 ou 11,
- 15 caractérisé en ce que, dans la deuxième phase, la valeur limitée du moment de lacet appliqué au véhicule automobile évolue selon une fonction croissante avec le temps.
13. Procédé de fonctionnement selon la revendication 12, caractérisé en ce
- 20 que la fonction croissante avec le temps est linéaire.
14. Procédé de fonctionnement selon l'une des revendications 10 à 13, caractérisé en ce que, dans la deuxième phase, on calcule une valeur de moment de lacet à appliquer au véhicule automobile et une valeur
- 25 limitée de moment de lacet à appliquer au véhicule automobile et on n'applique plus la valeur limitée de moment de lacet, dans la deuxième phase, après que celle-ci est devenue supérieure à la valeur de moment de lacet à appliquer au véhicule.
- 30 15. Support d'enregistrement de données lisible par un ordinateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des moyens logiciels de mise en œuvre des étapes du procédé de fonctionnement selon l'une des revendications 10 à 14.

16. Système (5) de correction de la trajectoire d'un véhicule automobile (1),
caractérisé en ce qu'il comprend des moyens matériels (7, 8, 9, 10, 11,
12, 13, 14) et/ou logiciels de mise en œuvre du procédé de
5 fonctionnement selon l'une des revendications 10 à 14.
17. Véhicule automobile comprenant un système de correction selon la
revendication 16.

1/11

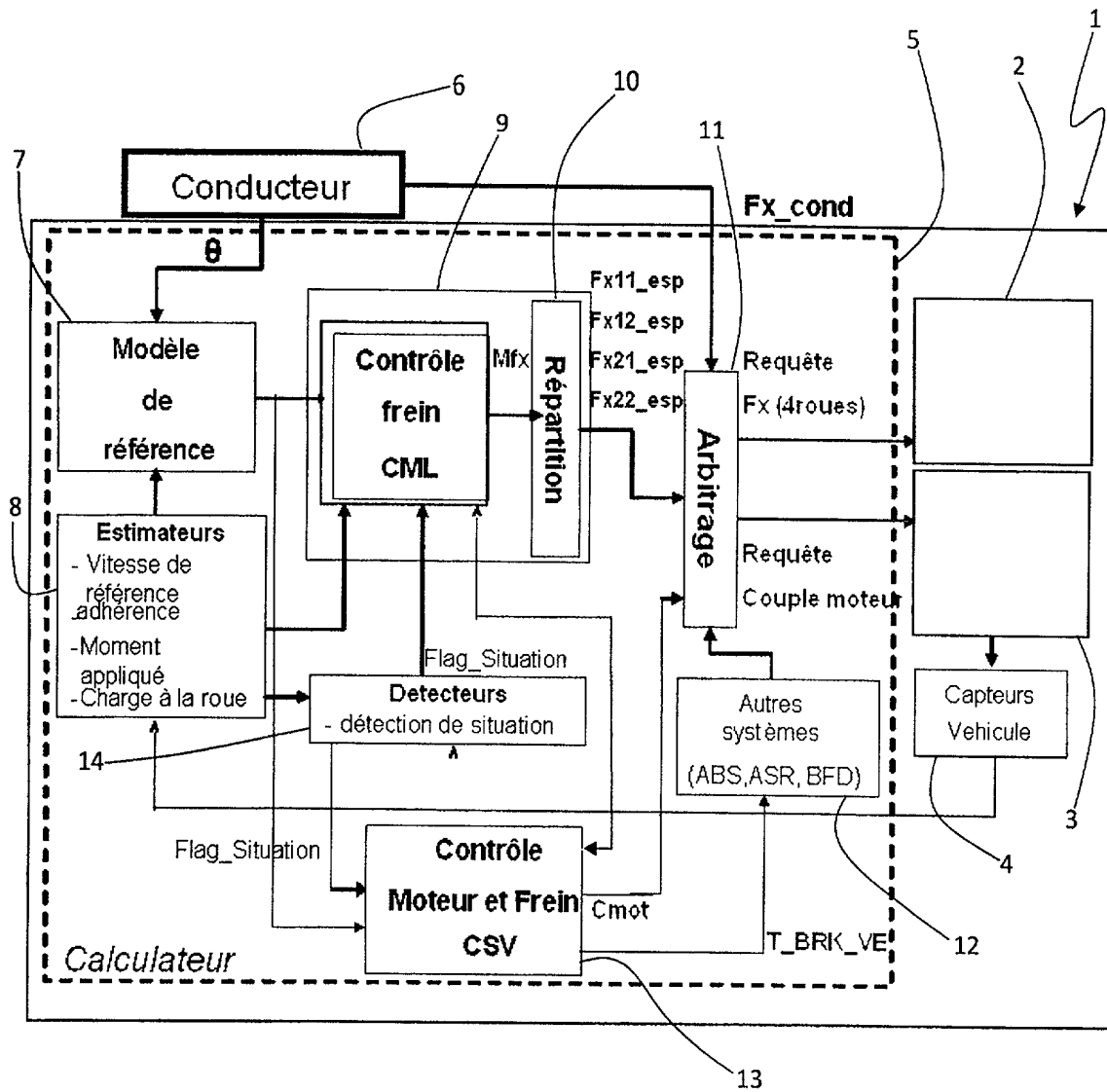


FIG.1

2/11

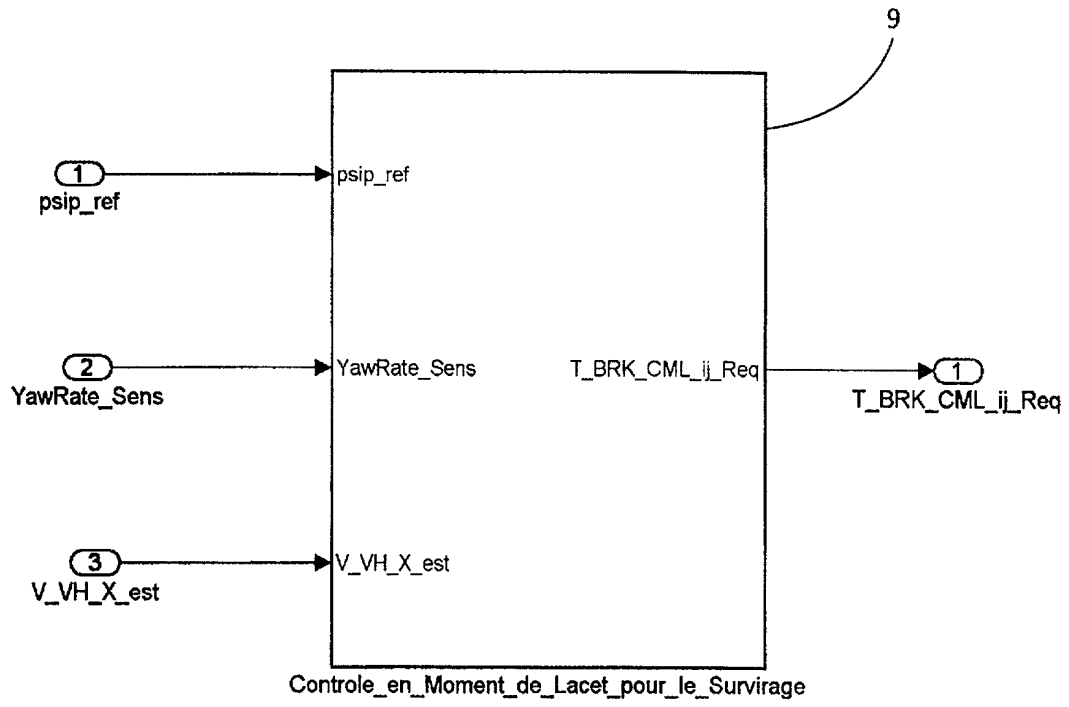


FIG.2

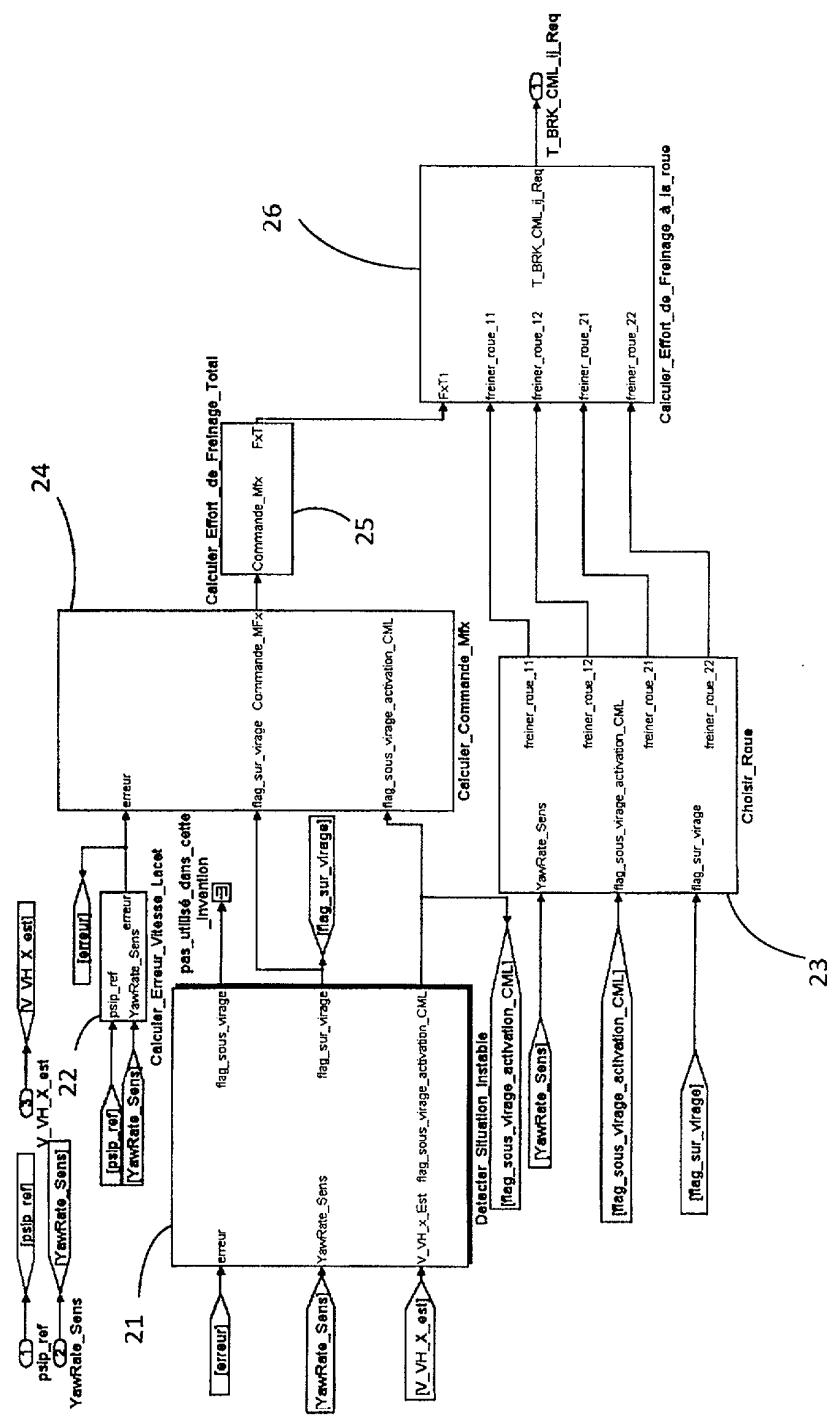


FIG.3

4/11

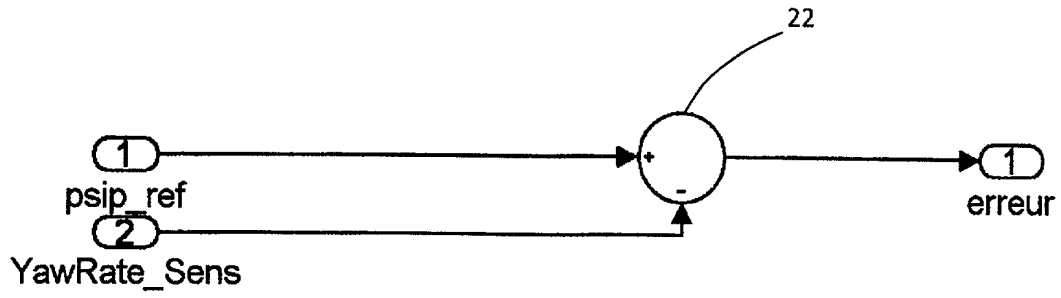


FIG.4

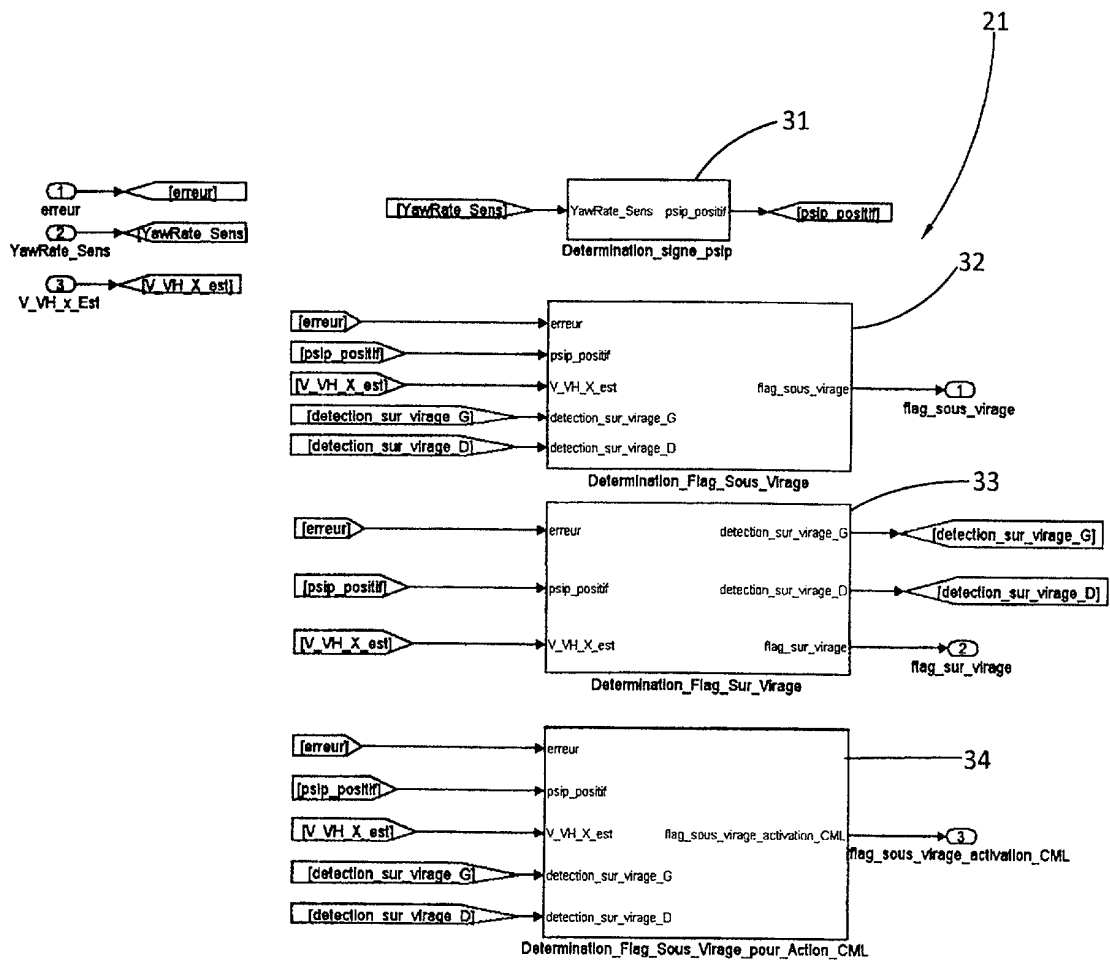


FIG.5

5/11

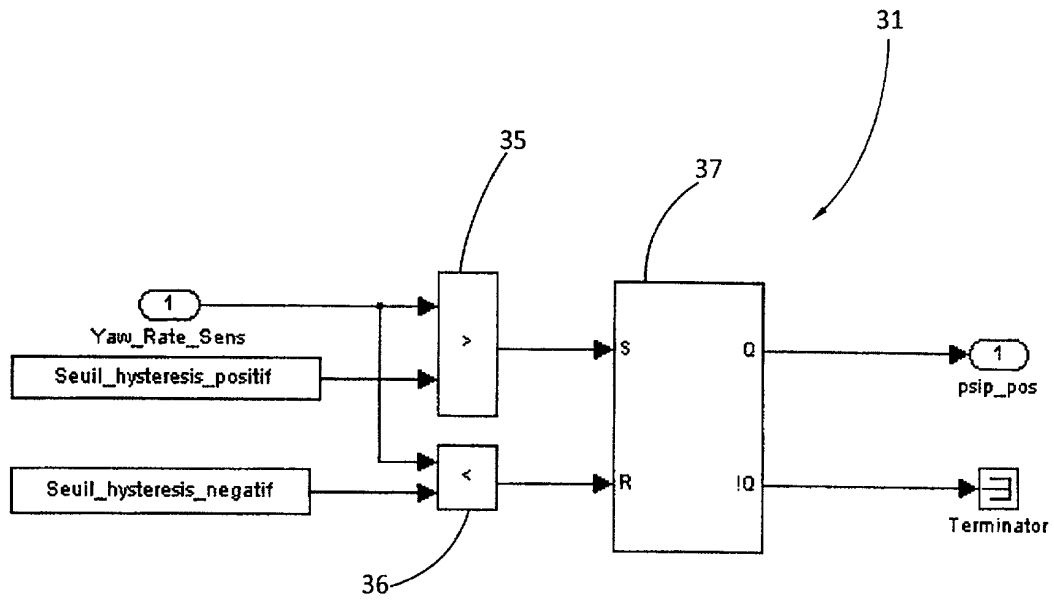


FIG.6

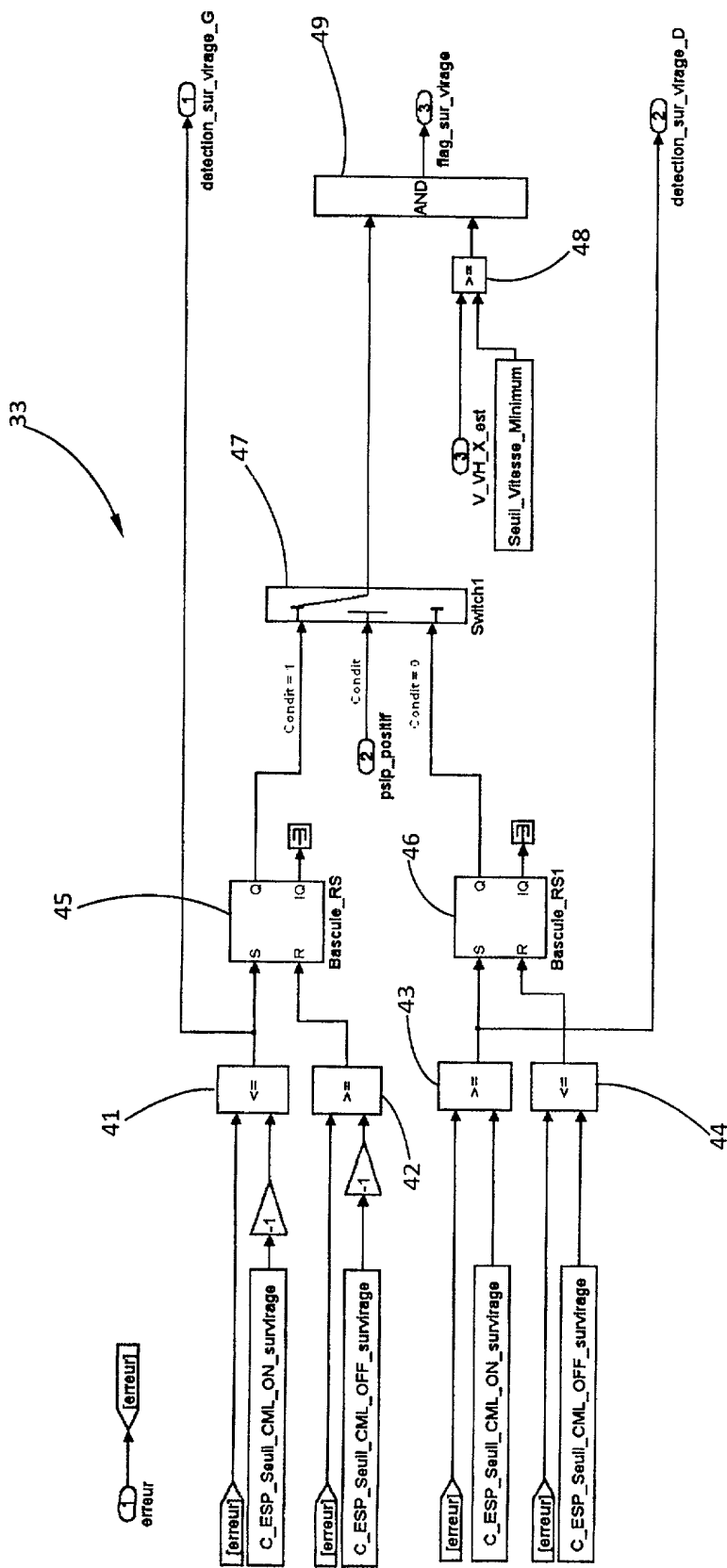


FIG.7

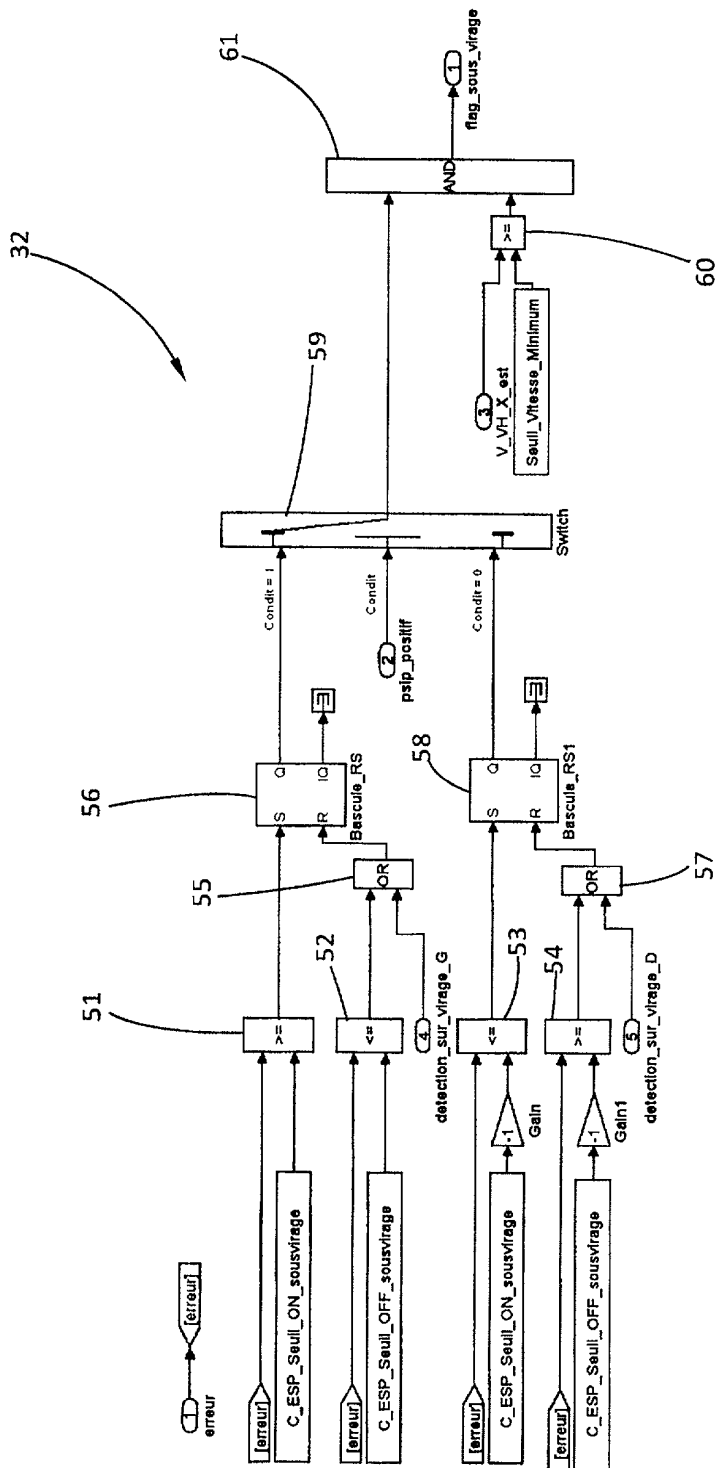


FIG.8

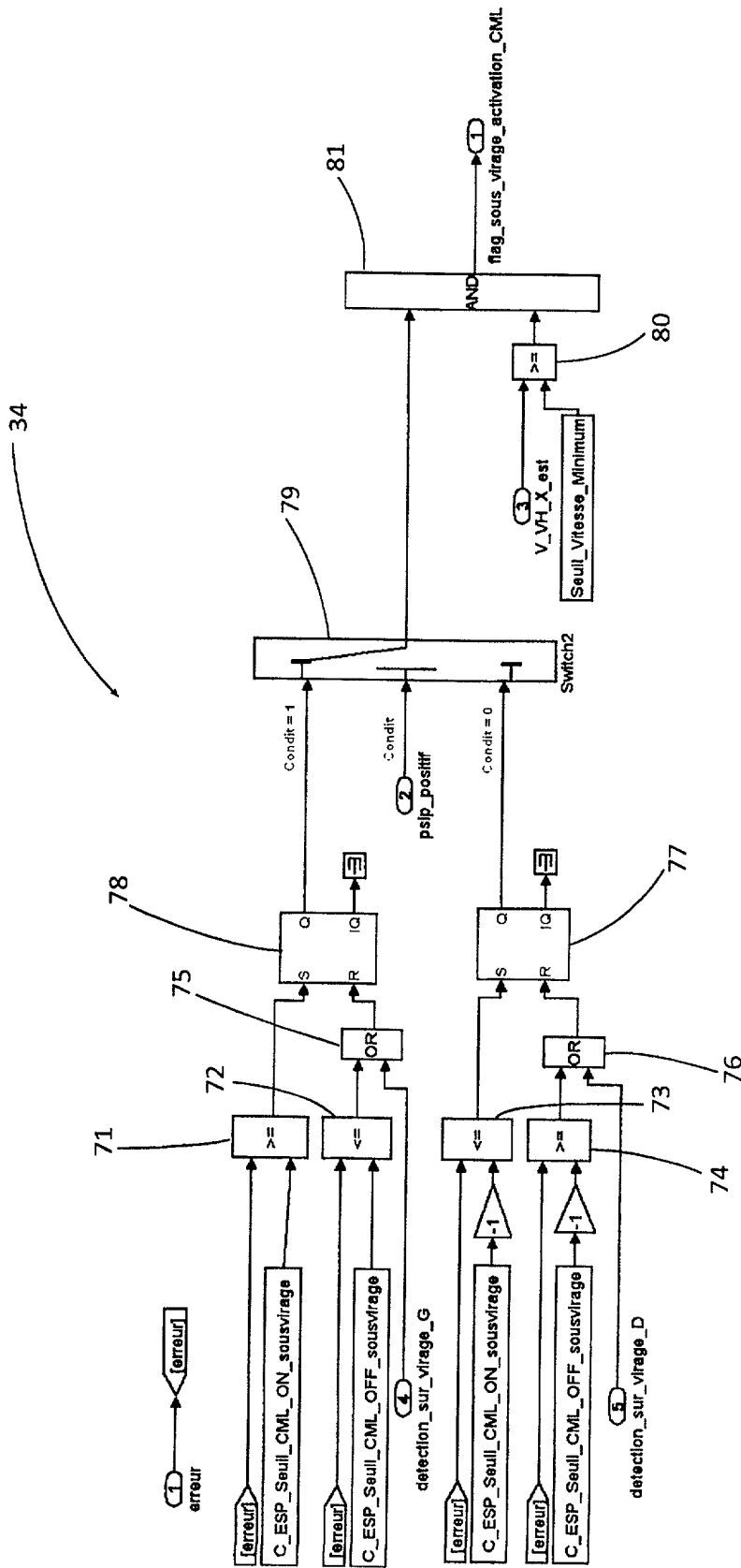


FIG.9

9/11

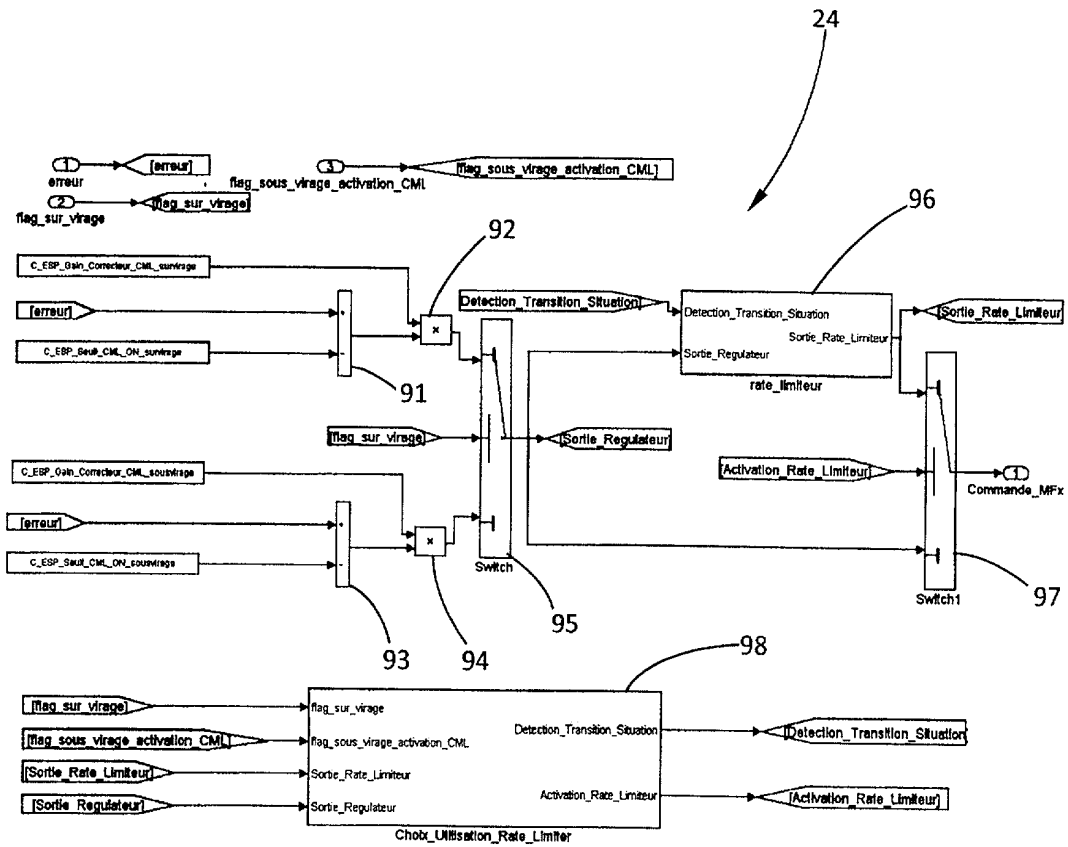


FIG.10

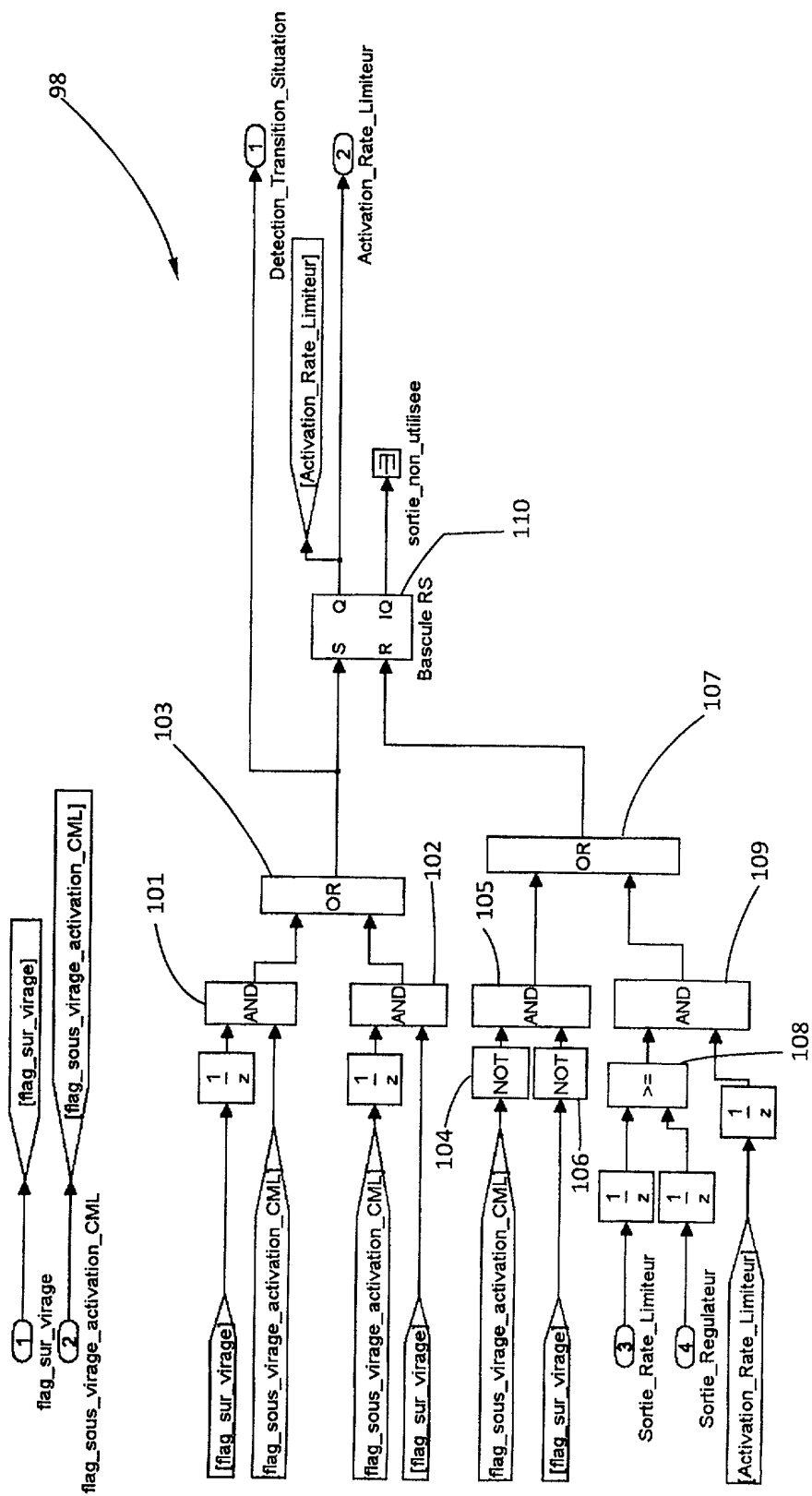


FIG.11

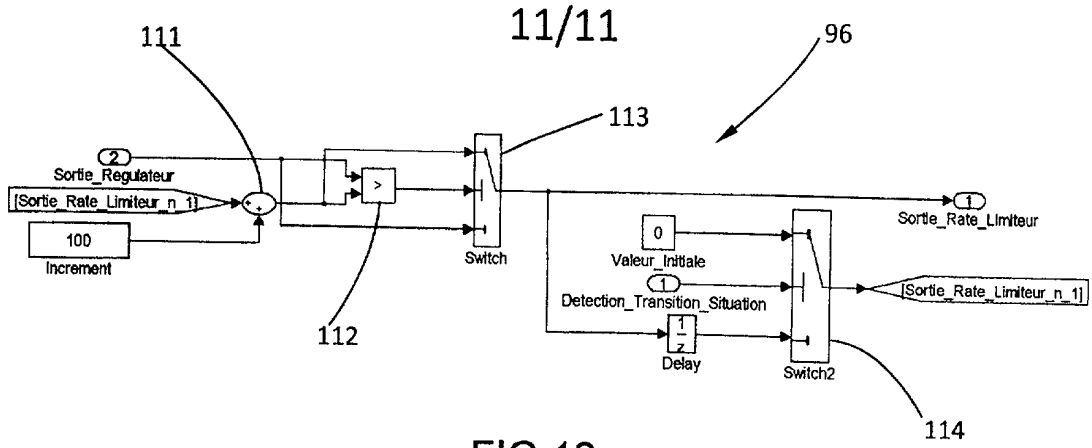


FIG.12

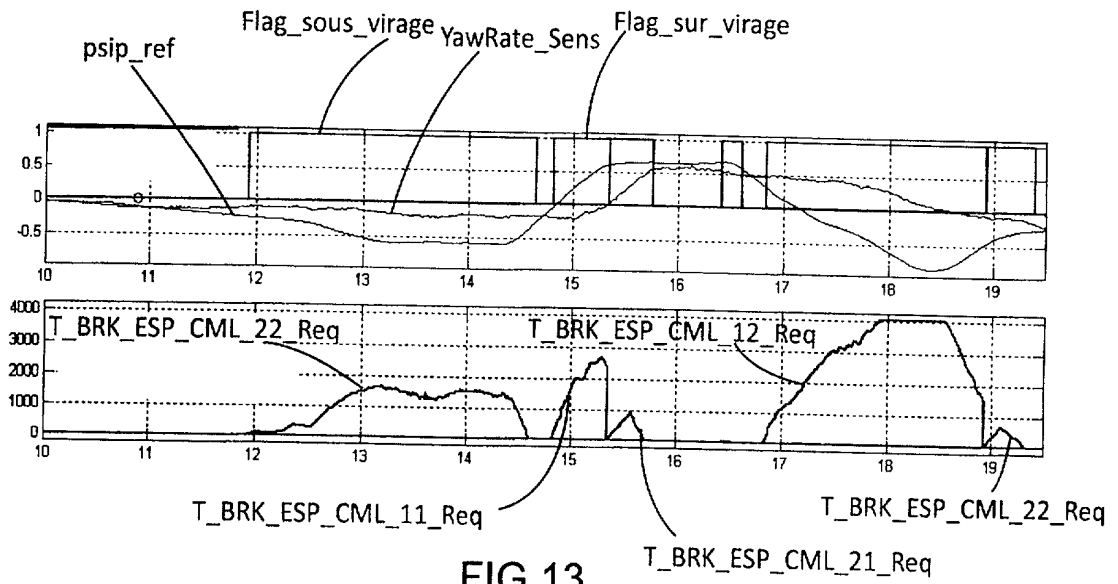


FIG.13