

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ PROCÉDE DE COMPENSATION DE RUPTURE DE COUPLE A LA ROUE EN CAS DE SITUATION DE CHANGEMENT DE RAPPORT EN FREINAGE.

②② Date de dépôt : 02.12.16.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *RENAULT S.A.S —FR et NISSAN
MOTOR CO. LTD. — JP.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 08.06.18 Bulletin 18/23.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 01.05.20 Bulletin 20/18.

⑦② Inventeur(s) : *CHANTREL CEDRIC et MARSILIA
MARCO.*

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

⑦③ Titulaire(s) : *RENAULT S.A.S, NISSAN MOTOR CO.
LTD..*

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦④ Mandataire(s) : *RENAULT SAS.*

FR 3 059 618 - B1



**PROCEDE DE COMPENSATION DE RUPTURE DE COUPLE A LA ROUE EN CAS
DE SITUATION DE CHANGEMENT DE RAPPORT EN FREINAGE**

La présente invention se rapporte à la commande du
5 couple d'une machine électrique de traction en phase de
changement de rapport en freinage, dans une architecture
électrique ou hybride ne permettant pas d'assurer, pendant
des changements changement de rapport en mode électrique pur,
le couplage à la roue d'une source électrique de couple
10 régénérative.

Plus précisément, elle a pour objet un procédé de
compensation de rupture de couple à la roue en cas de
changement de rapport en freinage, sur un véhicule disposant
d'une machine électrique de traction reliée aux roues du
15 véhicule par une boîte de vitesses pouvant transmettre aux
roues le couple de freinage de la machine électrique en phase
de décélération sur au moins deux rapports de transmission,
et d'un système de freinage mécanique agissant sur les roues
indépendamment de la machine électrique.

Par la publication FR 2 973 299, on connaît une
architecture hybride disposant de deux rapports électriques
purs, entre lesquels les changements d'effectuent en
déplaçant un baladeur. Après être dé-craboté, le baladeur
passe par une position neutre intermédiaire, où aucun couple
25 de la machine électrique de traction n'est transmis à la
roue, avant d'être craboté du côté opposé.

Ce type de transmission implique que pendant une phase
de freinage assurée par un moteur électrique, on observe sur
un changement de rapport électrique en mode ZEV (pour *Zéro*
30 *Emission Vehicle*), une rupture de couple à la roue. Le couple
de freinage du moteur électrique n'est alors plus transmis
aux roues. De plus, afin de permettre le dé-crabotage dans la
phase initiale du changement de rapport, il est nécessaire
d'annuler le couple fourni par le moteur électrique dans le
35 but de réduire le couple exercé au niveau du crabot. Cette
annulation de couple impacte directement le couple de

freinage à la roue, ce qui est très mal perçu par l'utilisateur.

La présente invention vise à compenser le manque de couple de freinage à la roue, à la fois pendant la phase
5 d'annulation de couple lors de la préparation au décrabotage, mais aussi pendant le changement de rapport à l'aide du système de freinage du véhicule.

Dans ce but, elle propose de définir une consigne de couple de freinage mécanique aux roues, qui est fonction du
10 type de pilotage de la machine électrique, et de la date de demande d'un changement de rapport descendant à la boîte.

Cette invention trouve une application privilégiée, mais non limitative, sur tout véhicule dont la boîte de vitesses ne permet pas d'assurer le couplage à la roue d'une
15 source électrique de couple régénérative, pendant les changements de rapports en mode électrique.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation non limitatif de celle-ci, en se reportant aux dessins annexés,
20 sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma simplifié de boîte de vitesses concernée, et

- la figure 2, illustre l'application de l'invention.

Sur la figure 1, on a représenté de façon sommaire
25 l'architecture d'une transmission 1 hybride à quatre rapports comportant deux arbres primaires concentriques 2, 3, reliés respectivement à un moteur thermique 4 et à une machine électrique de traction 5. L'arbre secondaire 6 porte deux pignons fous 7, 8, permettant d'établir deux premiers
30 rapports électriques selon la position du baladeur 9, lorsque le moteur thermique n'est pas connecté à la transmission.

Pendant des changements changement de rapport en mode électrique « pur » entre les rapports 1 et 2, la transmission du couple aux roues est interrompue. C'est le cas en phase de
35 traction, mais également en phase de freinage « récupératif », où la machine électrique transmet un couple

de freinage à la roue. Lors d'un changement entre ces deux rapports en phase mode de freinage « récupératif », il y a rupture du couple de freinage, lorsque le baladeur 8 passe par sa position neutre intermédiaire. Le dé-crabotage n'est pas effectif à l'instant même de la demande de changement de rapport, mais sa préparation commence instantanément.

Si l'on considère un système de pilotage de la machine électrique pendant ces phases de transition, ses principales entrées sont les suivantes :

- 10 - ME_Tq_sp : consigne de couple de la machine électrique principale en Nm,
- ME_Tq_esti : estimation du couple produit par la machine électrique principale en Nm,
- DLS_tgt : rapport de boîte demandé ; à l'instant d'une demande de changement de rapport montant (ou descendant) $T0$,
15 le signal de rapport de boîte demandé DLS_tgt passe par exemple, de la valeur 2 à la valeur 1, ou de 1 à 2. L'instant où le changement de rapport est terminé est Tf ,
- SCM_Ctrl_typ : type de pilotage de la boîte de
20 vitesse : par exemple pas de pilotage, pilotage en couple, ou pilotage en vitesse.

Pour compenser la défaillance du couple de freinage de la machine électrique 5, l'invention vise à imposer au système de freinage principal du véhicule une consigne de couple de freinage mécanique, notée BRK_Tq_sp . Cette consigne s'exprime en Nm. Sa valeur, imposée au système de freinage principal, par la méthode proposée, en est la donnée de sortie.

La consigne de couple de la machine électrique 5 (dite principale dans l'hypothèse où la transmission peut recevoir en plus l'apport énergétique de machines électriques secondaires) se note $ME_Tq_sp(t)$. La consigne de couple ramenée à la roue, $ME_Tq_sp_whl$, est liée à la consigne de couple de la machine électrique $ME_Tq_sp(t)$ par le rapport de transmission $ME_ratio_whl(t)$ entre la machine et la roue,
35

selon la relation : $ME_Tq_sp_whl(t) = ME_Tq_sp(t) * ME_ratio_whl(t)$.

L'estimation du couple produit par la machine électrique principale ramenée à la roue $ME_Tq_esti_whl$ peut
5 se définir de manière analogue à partir de l'estimation du couple produit par la machine électrique, comme le produit d'une estimation du couple produit par la machine électrique $ME_Tq_esti(t)$ par le même rapport de réduction jusqu'aux
roues ME_ratio_whl : $ME_Tq_esti_whl(t) = ME_Tq_esti(t) *$
10 $ME_ratio_whl(t)$.

Pour tenir compte d'un retard $0 < t_delay \leq 1s$ entre l'envoi d'une consigne de couple de la machine électrique principale ramenée à la roue et son application effective, on définit une consigne de couple ramené à la roue retardée,
15 $ME_Tq_sp_whl_delay$, telle que $ME_Tq_sp_whl_delay(t) = ME_Tq_sp_whl(t - t_delay)$ avec $0 < t_delay \leq 1seconde$. Puis, on définit un coefficient de retard α , tel que :

$$\alpha(t) = (ME_Tq_sp_whl(t) - ME_Tq_sp_whl_delay(t)) / t_delay$$

20 Grâce au coefficient α , on peut définir une consigne de couple de la machine électrique principale ramenée à la roue anticipée $ME_Tq_sp_whl_ant$ tel que :

$$ME_Tq_sp_whl_ant(t) = Int(\alpha(T0)),$$

où Int est une intégrale discrète initialisée à l'instant $T0$,
25 avec comme condition initiale $ME_Tq_sp_whl(T0)$. La consigne de couple de la machine électrique ramenée à la roue anticipée ($ME_Tq_sp_whl_ant$), est ainsi définie à partir de la consigne de couple ramenée à la roue ($ME_Tq_sp_whl$) sur la base du coefficient de retard α représentatif de l'écart
30 entre l'envoi d'une consigne de couple de la machine électrique ramenée à la roue et son application effective.

Conformément à l'invention, on définit d'abord une consigne de couple de freinage mécanique aux roues à l'instant t : $BRK_Tq_sp_raw(t)$. Cette consigne est une
35 consigne de couple de freinage mécanique brute non saturée,

fonction du type de pilotage de la machine électrique SCM_Ctrl_typ et de la date de fin de changement de rapport montant ou descendant T_f à la boîte. Selon le type de pilotage, $BRK_Tq_sp_raw(t)$ se définit de la façon suivante.

5 S'il n'y a pas de pilotage [$SCM_Ctrl_typ(t) = pas\ de\ pilotage$], alors la consigne de freinage mécanique non saturée est nulle : $BRK_Tq_sp_raw(t) = 0$

Si la machine électrique est pilotée en couple [$SCM_Ctrl_typ(t) = pilotage\ en\ couple$], et tant que la date t
10 est antérieure à la fin de passage montant ou descendant [$t < T_f$], la consigne de couple de freinage mécanique non saturée $BRK_Tq_sp_raw(t)$ est égale à la différence entre la date de demande de couple à la machine électrique anticipée et l'estimation du couple à la roue à t : $BRK_Tq_sp_raw(t) =$
15 $ME_Tq_sp_whl_ant(t) - ME_Tq_esti_whl(t)$.

Si la machine électrique est pilotée en couple [$SCM_Ctrl_typ(t) = pilotage\ en\ couple$], et dès que la date t est postérieure ou égale à la fin de passage montant ou descendant [$t \geq T_f$], la consigne est nulle ($BRK_Tq_sp_raw(t)$
20 $= 0$).

Si la machine électrique est pilotée en vitesse [$SCM_Ctrl_typ(t) = pilotage\ en\ vitesse$], et tant que la date t antérieure à la date de fin de passage montant ou descendant [$t < T_f$], la consigne de freinage mécanique non
25 saturée est égale à la consigne de couple anticipée ramenée à la roue :

$$BRK_Tq_sp_raw(t) = ME_Tq_sp_whl_ant(t)$$

Si la machine électrique est pilotée en vitesse [$SCM_Ctrl_typ(t) = pilotage\ en\ vitesse$] dès que la date t
30 est postérieure ou égale à la fin de passage montant ou descendant [$t \geq T_f$], la consigne de freinage mécanique non saturée est nulle : $BRK_Tq_sp_raw(t) = 0$.

En d'autres termes, la consigne de freinage mécanique $BRK_Tq_sp_raw(t)$ est nulle lorsque la machine électrique
35 n'est pas pilotée, avant la demande de passage montant ou

descendant T_0 et après la fin de passage de rapport montant ou descendant T_f . Avant la fin de passage montant ou descendant, elle est égale :

- à la différence entre la demande de couple à la machine électrique anticipée et l'estimation du couple anticipée à la roue $BRK_Tq_sp_raw(t) = ME_Tq_sp_whl_ant(t) - ME_Tq_esti_whl(t)$, si la machine électrique est pilotée en couple, et

- à la consigne de couple anticipée ramenée à la roue $ME_Tq_sp_whl_ant(t)$, si la machine électrique est pilotée en vitesse.

On passe de la consigne de couple de freinage mécanique non saturée $BRK_Tq_sp_raw(t)$ à la consigne de couple de freinage mécanique $BRK_Tq_sp(t)$, par les relations suivantes :

- si $BRK_Tq_sp_raw(t) > 0$, $BRK_Tq_sp(t) = 0$
- si $BRK_Tq_sp_raw(t) \leq 0$, $BRK_Tq_sp(t) = BRK_Tq_sp_raw(t)$.

Si l'estimation du couple de la machine électrique ME_Tq_esti n'est pas disponible à l'instant t , l'invention prévoit de se baser sur la consigne de couple ramené à la roue retardée, $ME_Tq_sp_whl_delay$ pour calculer l'estimation du couple à la roue $ME_Tq_esti_whl$. Elle devient :

$$ME_Tq_esti_whl(t) = ME_Tq_sp_whl_delay(t),$$

avec un retard limité par exemple à 0,05 seconde : $0 < t_delay \leq 0,05s$.

La figure 2 montre en simulation, l'avantage de la solution proposée, qui compense le manque de décélération du véhicule pendant un changement de rapport. Dans cet exemple, l'accélération du véhicule avant le changement de rapport est de $-1,2$ m/s². Sans l'invention (courbe en traits interrompus), le couple de freinage de la machine électrique diminue sans compensation à partir de la demande de changement de rapport montant ou descendant à T_0 . L'accélération du véhicule quitte simultanément sa valeur

initiale pour remonter jusqu'à zéro, avant de redescendre sur une pente plus douce jusqu'à celle-ci. Avec l'invention (courbe en trait plein), l'accélération véhicule se maintient à sa valeur de $-1,2\text{m/s}^2$, pendant le changement de rapport.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de compensation de rupture de couple à la
roue en cas de changement de rapport en freinage sur un
véhicule disposant d'une machine électrique de traction (5)
5 reliée aux roues du véhicule par une boîte de vitesses (1)
pouvant transmettre aux roues le couple de freinage de la
machine électrique (5) en phase de décélération sur au moins
deux rapports de transmission, et d'un système de freinage
10 mécanique agissant sur les roues indépendamment de la machine
électrique, caractérisé en ce qu'on définit une consigne de
couple de freinage mécanique aux roues ($BRK_Tq_sp_raw(t)$),
fonction du type de pilotage de la machine électrique, et de
la date de demande de changement de rapport descendant (T_f) à
15 la boîte la consigne de couple de freinage mécanique, qui est
égale à l'instant (t) à la différence entre une demande de
couple à la machine électrique anticipée $ME_Tq_sp_whl_ant(t)$
et l'estimation du couple à la roue $ME_Tq_esti_whl(t)$, avant
la date de fin de passage à la boîte (T_f), si la machine
20 électrique est pilotée en couple.

2. Procédé de compensation de rupture de couple selon
la revendication 1, caractérisé en ce que la consigne de
freinage mécanique ($BRK_Tq_sp_raw(t)$) est nulle lorsque la
machine électrique n'est pas pilotée.

25 3. Procédé de compensation de rupture de couple
selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la
consigne de couple de freinage mécanique ($BRK_Tq_sp_raw(t)$)
est nulle après la date de fin de changement de rapport
descendant ou montant.

30 4. Procédé de compensation de rupture de couple selon
la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que la consigne
de freinage mécanique à l'instant (t) $BRK_Tq_sp_raw(t)$ est
égale à une consigne de couple anticipée ramenée la
roue ($ME_Tq_sp_whl_ant(t)$), avant la date de fin de passage
35 descendant ou montant à la boîte (T_f), si la machine

électrique est pilotée en vitesse.

5. Procédé de compensation de rupture de couple, selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'estimation du couple de la machine électrique ramenée à la roue ($ME_Tq_esti_whl(t)$) est le produit d'une estimation du couple produit par la machine électrique ($ME_Tq_esti(t)$) par le rapport de réduction jusqu'aux roues (ME_ratio_whl).

6. Procédé de compensation de rupture de couple selon la revendication 5, caractérisé en ce que si une estimation du couple de la machine électrique (ME_Tq_esti) n'est pas disponible à l'instant (t), l'estimation du couple à la roue ($ME_Tq_esti_whl$) se base sur une consigne de couple ramené à la roue retardée ($ME_Tq_sp_whl_delay(t)$).

7. Procédé de compensation de rupture de couple selon la revendication 6, caractérisé en ce que le retard (t_delay) est inférieur à 0,05s.

8. Procédé de compensation de rupture de couple selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la consigne de couple de freinage mécanique ($BRK_Tq_sp_raw(t)$) est une consigne brute non saturée.

9. Procédé de compensation de rupture de couple selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce la consigne de couple ($BRK_Tq_sp(t)$) est liée à la consigne de couple de freinage mécanique non saturée $BRK_Tq_sp_raw(t)$ par les relations suivantes :

- si ($BRK_Tq_sp_raw(t)$) > 0, ($BRK_Tq_sp(t)$) = 0, et
- si ($BRK_Tq_sp_raw(t)$) ≤ 0, $BRK_Tq_sp(t)$ = $BRK_Tq_sp_raw(t)$.

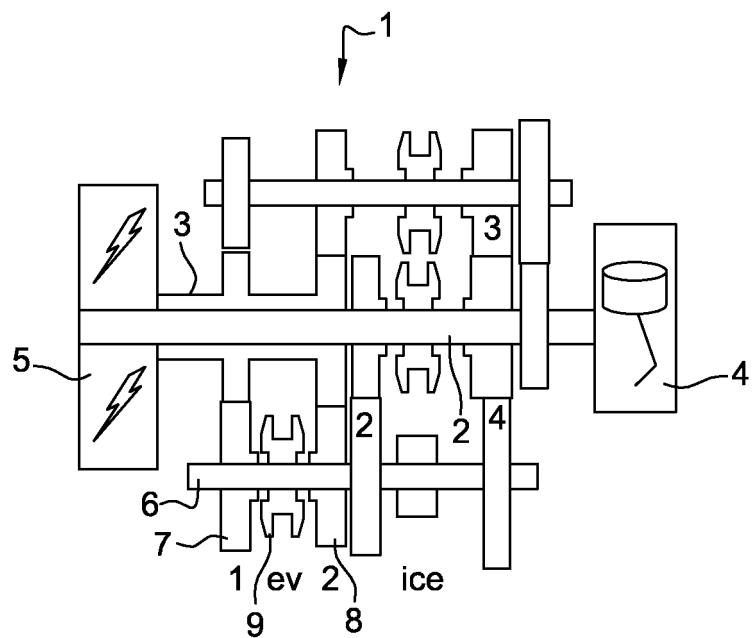


Fig. 1

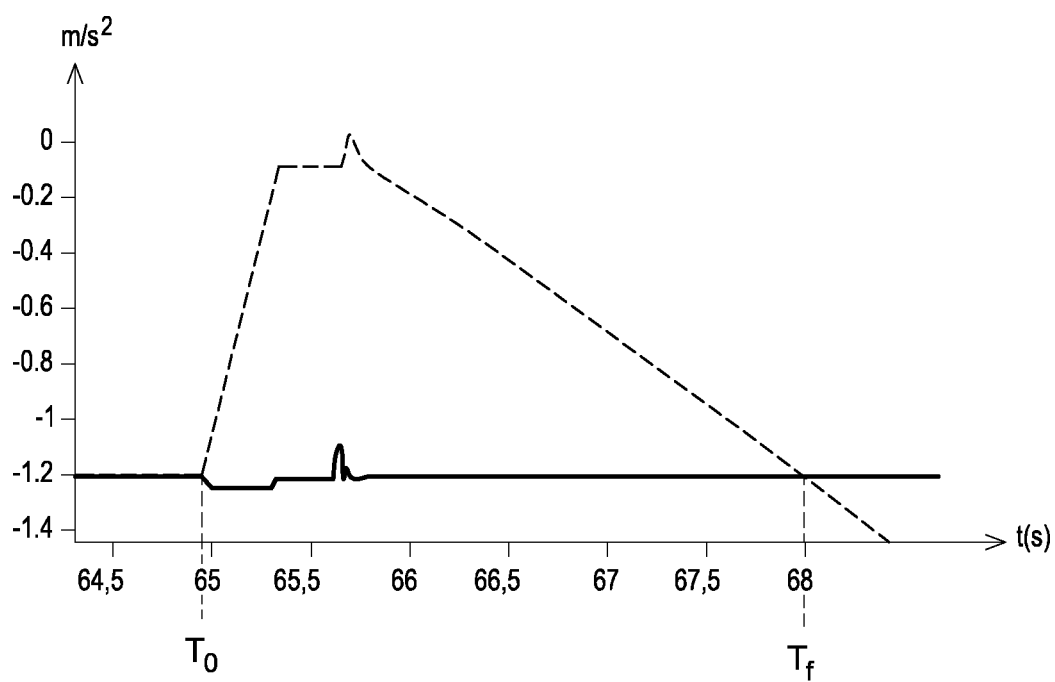


Fig. 2

RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

WO 2009/080901 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]; MULOT VINCENT [FR];
DELPLACE REMY) 2 juillet 2009 (2009-07-02)

US 6 126 251 A (YOSHII KINYA [JP] ET AL) 3 octobre 2000 (2000-10-03)

WO 2012/156043 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]; WEISS NORBERT [DE]; THIAMTONG
VASOONTARA [DE]; AUE) 22 novembre 2012 (2012-11-22)

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

NEANT

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

NEANT