

⑤④ Procédé de réglage de la tension d'une courroie.

②② Date de dépôt : 29.10.18.

③⑦ Priorité :

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : HUTCHINSON Société anonyme —
FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 01.05.20 Bulletin 20/18.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 23.10.20 Bulletin 20/43.

⑦② Inventeur(s) : GIVORD Gaultier, SIX Marc-François
et ZARKA Fabien.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

⑦③ Titulaire(s) : HUTCHINSON Société anonyme.

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦④ Mandataire(s) : GEVERS & ORES.



PROCEDE DE REGLAGE DE LA TENSION D'UNE COURROIE

L'invention concerne un procédé de pilotage d'un tendeur d'une courroie de transmission de puissance installée entre un arbre d'un moteur principal
5 et un arbre d'une machine électrique (parfois appelé « e-machine »).

Typiquement, le moteur principal est un moteur thermique, à combustion interne.

La machine électrique peut notamment être un alerno-démarrreur pour le moteur thermique.

10 Cette machine électrique peut notamment être mise en œuvre dans un véhicule dit « hybride » où la machine électrique peut apporter une fonction « boost » au moteur thermique.

De manière générale, un tendeur apporte une tension sur la courroie en fonction de la situation de vie d'une façade de transmission, à savoir
15 selon le mode de fonctionnement du moteur thermique (régime moteur) et des demandes en énergie des accessoires consommateurs d'énergie (compresseur de climatisation, alternateur, etc...). La conception classique consiste alors à appliquer une tension constante sur la courroie qui permet de gérer la demande en tension la plus importante dans toute la situation de vie du moteur thermique et des
20 accessoires.

Cette solution classique n'est pas très bien adaptée pour un véhicule comportant un moteur principal (thermique, par exemple) et une machine électrique.

Ceci est d'autant plus vrai pour un véhicule hybride où la puissance
25 délivrée par la machine électrique est relativement importante. En effet, dans ce type d'application, les besoins en tension de la courroie peuvent varier considérablement en fonction du mode de fonctionnement de la machine électrique.

Il en résulte que dans de nombreuses situations de vie de la façade de transmission, une tension constante appliquée à la courroie s'avère être très au-
30 delà de la tension minimum qui serait nécessaire pour assurer un bon fonctionnement. La conséquence est une usure plus rapide de la courroie et une consommation d'énergie plus importante par rapport aux besoins réels d'entraînement de la courroie de la façade de transmission.

C'est pourquoi, des solutions se développent pour mieux adapter la
35 tension de la courroie en fonction de la situation de vie de la façade de transmission.

On pourra par exemple se référer au document FR 3 026 155 (D1).

Dans D1, on propose en effet de mettre en œuvre différents niveaux de tension pour la courroie en fonction de la situation de vie de la façade de transmission.

5 Dans ce but, des mesures relatives aux commandes courantes, à savoir les commandes actives à un instant d'acquisition pour le pilotage du moteur principal (thermique) et des accessoires (notamment une machine électrique formée par un alerno-démarrreur) sont effectuées.

10 On met alors à profit une mémoire, comportant en entrée les différentes combinaisons de commandes courantes envisageables, et fournissant en sortie, une position pour le tendeur. La position du tendeur définit la tension réelle finalement à appliquer à la courroie.

Une comparaison entre les commandes courantes mesurées et les commandes courantes présentes dans la mémoire est effectuée, ce qui permet de fournir une commande en position pour le tendeur.

15 Le tendeur est ensuite déplacé.

La solution proposée dans D1 part du principe que la position donnée du tendeur correspond à une tension donnée sur la courroie. Cela n'est pas juste car en réalité pour une même tension de courroie, la position du tendeur peut être variable . Inversement pour une même position tendeur, la tension réelle peut être variable.

20 De plus, cette solution ne permet pas de prendre en compte l'évolution du comportement mécanique de la courroie au cours de la durée de vie d'un véhicule. En effet, le fait de régler la position du tendeur part du principe que la courroie présente un même comportement en tension en fonction de son déplacement dans toute sa durée de vie. Or, pour un même niveau de tension, une courroie s'allonge au cours de sa vie (usure, fluage). Ceci signifie que pour une même position du tendeur, la tension peut varier.

Un pilotage en position ne permet donc pas d'avoir une image fiable de la tension réellement appliquée à la courroie.

30 En outre, la solution proposée dans le document D1 n'est pas optimisée pour prendre en compte au mieux les différentes situations de vie de la façade de transmission, en étant suffisamment précis tout en limitant l'énergie dépensée pour effectuer l'adaptation en tension de la courroie.

Un objectif de l'invention est de proposer une solution améliorée.

En particulier, un objectif de l'invention est de proposer un procédé de pilotage d'un tendeur offrant un bon compromis entre les besoins réels en tension de la courroie en fonction de la situation de vie de la façade de transmission, la consommation d'énergie liée à l'activation du tendeur et la durée de vie de la courroie, notamment en prenant en compte l'évolution de son comportement mécanique sur toute cette durée de vie.

A cet effet, l'invention propose un procédé de pilotage d'un tendeur d'une courroie de transmission appartenant à une façade de transmission, ladite courroie de transmission étant installée au moins entre une première poulie d'un arbre d'un moteur principal et une deuxième poulie d'un arbre d'une machine électrique de la façade de transmission, ledit procédé étant caractérisé par les étapes suivantes :

- a) déterminer la tension réelle, filtrée, de la courroie appliquée par le tendeur au niveau de celui-ci ;
- 15 b) déterminer le couple, filtré, de la machine électrique et optionnellement mesurer au moins une autre donnée caractéristique de la situation de vie de la façade de transmission,
- c) lors d'une situation de vie de la façade de transmission dans laquelle le couple déterminé à l'étape b) est strictement positif, déterminer une tension de consigne pour la courroie en sélectionnant ladite tension de consigne dans un tableau formé d'un ensemble de constantes non nulles et dont la valeur dépend de la valeur dudit couple,
- 20 d) comparer la tension réelle de la courroie à la tension de consigne, et
- e) piloter le tendeur pour que la tension réelle de la courroie tende vers la tension de consigne.
- 25

Le procédé selon l'invention pourra comprendre l'une au moins des caractéristiques suivantes, prise seule ou en combinaison :

- l'étape a) comprend les sous-étapes suivantes :

- a₁) mesurer au moins une donnée relative à l'effort radial (F_R) exercé par le tendeur (T) sur la courroie (C),
- 30 a₂) mesurer au moins une donnée relative à la position (X) du tendeur (T),
- a₃) filtrer au moins la donnée relative à l'effort radial (F_R) exercé par le tendeur (T) sur la courroie (C), puis
- a₄) déterminer la tension réelle (T_{1R}) de la courroie (C)
- 35

- la mesure de la sous-étape a₁) relative à l'effort radial exercé par le tendeur sur la courroie s'effectue par un capteur appartenant au tendeur, et avantageusement placé selon l'axe longitudinal du tendeur ;
- la sous-étape a₄) consistant à déterminer la tension réelle de la courroie s'effectue avec la relation suivante :

5

$$T_{1R} = \frac{F_R}{2 \sin\left(\frac{\beta(X)}{2}\right)}$$

où :

T_{1R} est la tension réelle, filtrée, de la courroie, appliquée par le tendeur ;

F_R est l'effort radial, filtré, exercé par le tendeur ;

10 X représente la position du tendeur ;

β est l'angle d'enroulement de la courroie sur un galet du tendeur, lequel angle dépend de la position du tendeur ;

- l'étape b) comprend les sous-étapes suivantes :

b₁) mesurer au moins une donnée représentative du couple de la machine électrique,

15 b₂) déterminer le couple de la machine électrique par une relation prédéterminée entre ledit couple et ladite au moins une donnée représentative de ce couple, et

b₃) filtrer la valeur du couple obtenue à la sous-étape b₂) ;

- l'étape b) comprend les sous-étapes suivantes :

20 b'₁) mesurer au moins une donnée représentative du couple de la machine électrique,

b'₂) filtrer la valeur mesurée à la sous-étape b'₁), puis

b'₃) déterminer le couple de la machine électrique par une relation prédéterminée entre ledit couple et ladite au moins une donnée représentative de ce couple, filtrée ;

25 - au cours de l'étape b), on effectue une mesure d'au moins une autre donnée caractéristique de la situation de vie de la façade de transmission, cette autre donnée étant relative au régime moteur, filtré, du moteur principal ;

30 - l'étape c) consiste à déterminer la tension de consigne en sélectionnant ladite tension de consigne dans un tableau formé d'un ensemble de constantes non nulles et dont la valeur dépend à la fois, de la valeur dudit couple et de la valeur dudit régime moteur ;

- lors d'une situation de vie de la façade de transmission dans laquelle le couple déterminé à l'étape b) est strictement négatif, déterminer une tension de consigne pour la courroie en sélectionnant ladite tension de consigne dans un tableau formé

d'un ensemble de constantes non nulles et dont la valeur dépend de la valeur dudit régime moteur puis, mettre en œuvre les étapes d) et e) ;

- le tendeur est configuré pour maintenir sa position, sans alimentation en énergie, tant que la tension réelle de la courroie, appliquée par le tendeur, approxime la

5 tension de consigne dans une marge d'erreur prédéterminée ;

- la marge d'erreur prédéterminée de l'étape est choisie de sorte que la tension réelle, appliquée par le tendeur, corresponde à la tension de consigne à $\pm 10\%$;

- le filtrage s'effectue avec un filtre passe-bas dont la fréquence de coupure est comprise entre 5Hz et 30Hz, avantageusement entre 5Hz et 15Hz ;

10 - le filtre passe-bas est un filtre de Butterworth, avantageusement du 3^{ème} ordre.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention sont décrits dans la description détaillée à l'appui des figures suivantes :

- La figure 1 est un schéma d'une façade de transmission d'un véhicule hybride munie de moyens pour mettre en œuvre le procédé selon l'invention ;

15

- La figure 2 est un schéma des différents bloc fonctionnels intervenant dans la mise en œuvre du procédé selon l'invention ;

- La figure 3 représente un cas hypothétique montrant comment une tension réelle de courroie tend vers une tension de consigne.

20 On a représenté sur la figure 1 une façade de véhicule hybride classique munie des moyens permettant de mettre en œuvre le procédé de pilotage selon l'invention.

La façade de transmission représentée sur la figure 1 comporte trois poulies P1, P2 et P3, trois galets G1, G2 et G3 ainsi qu'une courroie C de transmission de puissance reliant les différentes poulies et galets entre eux.

25

La poulie P1 est la poulie qui est montée sur l'arbre du moteur principal, ici le moteur thermique (vilebrequin). La poulie P2 est une poulie montée sur l'arbre d'un accessoire, cet accessoire pouvant être, par exemple, une pompe de climatisation. On comprend que d'autres poulies pour d'autres accessoires pourraient être représentées sur cette figure. La poulie P3 est la poulie qui est montée sur l'arbre de la machine électrique.

30

Le galet G3 est le galet du tendeur T de la courroie C. Les galets G1 et G2 sont quant à eux des galets enrouleurs qui ont donc pour fonction d'enrouler correctement la courroie C.

35

La flèche F désigne le sens de défilement de la courroie C.

Sur cette figure 1, les moyens permettant de mettre en œuvre le procédé de pilotage selon l'invention sont également représentés.

Ces moyens comportent un actionneur A pour le tendeur T. Cet actionneur A permet de déplacer le tendeur T et donc le galet G3 afin d'ajuster la tension de la courroie C. Ces moyens comportent également un capteur de position C_{POS} pour déterminer la position du tendeur T, un capteur C_{FR} pour mesurer l'effort radial exercé par le tendeur T sur la courroie C ainsi qu'un capteur C_I pour mesurer l'intensité I_{EM} fournie à la machine électrique. Ces moyens comportent enfin différents capteurs permettant de connaître la situation de vie de la façade de transmission, lesquels comportent au moins un capteur C_{MOT} pour mesurer le régime moteur. Ces moyens comportent enfin un bloc logiciel LOG, pour lequel les données issues des capteurs C_{POS} , C_{FR} , C_I et C_{MOT} sont des données d'entrée. Ce bloc logiciel LOG délivre une commande pour l'actionneur A du tendeur T.

Toujours sur la figure 1, la référence « T1 » représente la tension du brin de courroie situé en amont de la poulie P3 associée à la machine électrique et la référence « T2 » représente la tension du brin de courroie situé en aval de cette poulie P3, les sens amont et aval étant définis en référence au sens de défilement F de la courroie C.

T1 représente donc la tension du brin de courroie C sur lequel le galet G3 du tendeur T applique une force. Dans la suite de la description, et par souci de simplification, T1 est simplement désigné comme la tension exercée sur la courroie par le galet du tendeur – sans préciser de quel brin il s'agit.

Le procédé selon l'invention est un procédé de pilotage d'un tendeur T d'une courroie C de transmission appartenant à une façade de transmission, ladite courroie C de transmission étant installée au moins entre une première poulie P1 d'un arbre d'un moteur principal, par exemple un moteur thermique et une deuxième poulie (P2) d'un arbre d'une machine électrique de la façade de transmission.

Le procédé selon l'invention comporte notamment les étapes suivantes :

- a) déterminer la tension réelle T_{1R} , filtrée, de la courroie C appliquée par le tendeur T au niveau de celui-ci ;
- b) déterminer le couple C_{EM} , filtré, de la machine électrique et optionnellement mesurer au moins une autre donnée caractéristique de la situation de vie de la façade de transmission,

c) lors d'une situation de vie de la façade de transmission dans laquelle le couple C_{EM} déterminé à l'étape b) est strictement positif, déterminer une tension de consigne T_{1C} pour la courroie C en sélectionnant ladite tension de consigne T_{1C} dans un tableau formé d'un ensemble de constantes non nulles et dont la valeur dépend de la valeur

5 dudit couple C_{EM} ,

d) comparer la tension réelle T_{1R} de la courroie déterminée à l'étape a) à la tension de consigne T_{1C} déterminée à l'étape c), et

e) piloter le tendeur T pour que la tension réelle T_{1R} de la courroie C tende vers la tension de consigne T_{1C} .

10 On peut se rendre compte du procédé selon l'invention à l'appui de la figure 2.

Sur cette figure 2, on a séparé la partie logicielle LOG de la partie physique PHY. La partie logicielle LOG comporte les différents blocs fonctionnels mis en œuvre pour le traitement des données et la partie physique PHY représente quant
15 à elle les entités physiques, à savoir l'actionneur A, la façade de transmission FT et un bloc fonctionnel CA représentant les différents capteurs employés pour la mise en œuvre du procédé conforme à l'invention.

Le filtrage effectué lors de l'étape a) est un aspect important. Nous y reviendrons ultérieurement.

20 Cependant, il convient d'ores et déjà de noter que la mesure de la tension réelle de la courroie T_{1R} permet d'avoir une mesure fiable pendant toute la durée de vie de la courroie et ce, contrairement à la solution présentée dans le document D1.

L'étape a) peut être réalisée comme suit.

25 On met en œuvre les sous-étapes suivantes :

a₁) mesurer au moins une donnée relative à l'effort radial F_R exercé par le tendeur T sur la courroie C,

a₂) mesurer au moins une donnée relative à la position X, en l'occurrence par le capteur C_{POS} , du tendeur T par rapport à la courroie,

30 a₃) filtrer au moins la donnée relative à l'effort radial F_R exercé par le tendeur T sur la courroie C.

La mesure de la sous-étape a₁) relative à l'effort radial exercé par le tendeur T sur la courroie C peut s'effectuer par un capteur C_{FR} appartenant au tendeur, et avantageusement placé selon l'axe longitudinal AL du tendeur T. Sur la
35 figure 2, le capteur C_{FR} fait partie du bloc fonctionnel CA.

La mesure de la sous-étape a₂) peut s'effectuer avec un capteur de position C_{POS} prévu dans le bloc fonctionnel CA intégrant divers capteurs. Filtrer la position X du tendeur T n'est pas nécessaire, même si cela peut être envisagé. On peut donc comprendre ici pourquoi avec la solution proposée dans le document D1, aucun filtrage n'est effectué.

Les mesures ainsi effectuées sont envoyées dans le bloc fonctionnel TS, servant à traiter des données.

Le filtrage est quant à lui réalisé dans la partie FLT du bloc fonctionnel TS.

A partir de ces données, on peut alors, lors d'une sous-étape a₄) mise en œuvre après les sous-étapes a₁) à a₃), déterminer la tension réelle T_{1R}, filtrée, de la courroie C par exemple avec la relation **R1** suivante :

$$T_{1R} = \frac{F_R}{2 \sin\left(\frac{\beta(X)}{2}\right)}$$

où :

T_{1R} est la tension réelle, filtrée, de la courroie (C), appliquée par le tendeur (T) ;
 F_R est l'effort radial, filtré, exercé par le tendeur T par l'intermédiaire du galet G3 ;
 X représente la position du tendeur T ;
 β est l'angle d'enroulement de la courroie C sur le galet G3 du tendeur, lequel angle dépend de la position X du tendeur T.

20

La relation reliant l'angle d'enroulement de la courroie sur le galet G3 à la position X du tendeur dépend de la nature de la façade de transmission FT considérée, et en particulier du galet G3. Elle est donc déterminée en amont et implémentée dans le bloc fonctionnel CALC sous la forme d'une table. La référence, à savoir X = 0, peut être prise lorsque le galet G3 est au contact de la courroie, mais sans appliquer un quelconque effort radial F_{R1}.

La sous-étape a₄) est effectuée dans la partie CALC du bloc fonctionnel TS. Cette partie CALC comporte un ou plusieurs processeurs ainsi qu'une mémoire pour stocker la relation reliant l'angle d'enroulement β de la courroie sur le galet G3 à la position X du tendeur.

Ainsi, en sortie du bloc fonctionnel TS, on obtient la tension T_{1R} exercée par le tendeur T sur la courroie C.

L'étape b) peut être réalisée de différentes façons.

On peut prévoir, pour l'étape b), les sous-étapes suivantes :

- b₁) mesurer au moins une donnée I_{EM} représentative du couple C_{EM} de la machine électrique,
- b₂) déterminer le couple C_{EM} de la machine électrique par une relation prédéterminée
- 5 $C_{EM} = f(I_{EM})$ entre ledit couple et ladite au moins une donnée représentative de ce couple, et
- b₃) filtrer la valeur du couple obtenue à la sous-étape b₂).

En variante, on peut aussi prévoir, pour l'étape b), les sous-étapes suivantes :

- 10 b'₁) mesurer au moins une donnée I_{EM} représentative du couple C_{EM} de la machine électrique,
- b'₂) filtrer la valeur mesurée à la sous-étape b'₁), puis
- b'₃) déterminer le couple C_{EM} de la machine électrique par une relation prédéterminée
- $C_{EM} = f(I_{EM})$ entre ledit couple et ladite au moins une donnée représentative de ce
- 15 couple, filtrée.

Le couple C_{EM} de la machine électrique peut en effet être déterminé par la mesure de l'intensité I_{EM} du courant électrique alimentant la machine électrique. Ce courant électrique I_{EM} est alors la donnée représentative du couple C_{EM} .

- 20 Cette mesure est effectuée par un capteur C_I .

Cette mesure est représentative du couple C_{EM} de la machine électrique car il est possible de déterminer ce couple C_{EM} en fonction des caractéristiques intrinsèques de la machine électrique par une relation fonctionnelle $C_{EM} = f(I_{EM})$, ce type de relation étant généralement fourni par le constructeur de la

25 machine électrique. La relation concernée est intégrée dans la mémoire de la partie CALC du bloc fonctionnel TS. Le filtrage est effectué dans la partie FLT du bloc fonctionnel TS. D'autres méthodes pour déterminer le couple C_{EM} pourraient être envisagées.

Par ailleurs, il convient de rappeler qu'en fonctionnement l'unité de

30 commande électronique du véhicule (non représentée, plus connue sous l'acronyme ECU pour « Electronic Command Unit » selon la terminologie anglo-saxonne) envoie une demande de couple à la machine électrique avant que la machine électrique ne génère effectivement un couple, éventuellement avec quelques échanges d'informations entre l'ECU et la machine électrique Récupérer le signal relatif à cette

35 demande de couple présente un intérêt dans la mesure où cela permet un temps de

réaction plus rapide pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention. En effet, on peut alors savoir que la machine électrique est sur le point de fournir un couple avant qu'elle ne le fournisse effectivement.

5 Quelle que soit la méthode employée, on obtient donc, en sortie du bloc fonctionnel TS le couple C_{EM} , filtré, de la machine électrique.

En outre, lors de cette étape b), la mesure d'une donnée représentative du couple de la machine électrique n'est pas la seule mesure qu'il est envisageable d'effectuer.

10 Ainsi, on peut mesurer au moins une autre donnée caractéristique de la situation de vie de la façade de transmission.

Ladite au moins une autre donnée peut être une donnée relative au moteur principal,

15 Ainsi, il peut s'agir du régime moteur R_{MOT} (tr/min). Le régime du moteur principal fait partie des éléments de situation de vie de la façade de transmission et est déterminé par le capteur C_{MOT} (tr/mn).

Il peut par ailleurs être avantageux de mesurer, toujours au cours de cette étape b), d'autres données relatives au moteur principal.

20 A titre d'exemple, on peut prendre en compte les informations résumées dans le tableau 1 suivant, pour déterminer de l'imminence d'un démarrage du moteur principal :

Contact Clé (CC)	Moteur Principal (MP)	Démarrage Moteur Principal Imminent (DMPI)
NON	NON	NON
OUI	NON	NON
OUI	NON	OUI

Tableau 1

25 Dans le tableau 1, la troisième ligne présente un cas où le contact de la clé de démarrage est détecté (OUI), par un capteur dédié, et le moteur est à l'arrêt (NON). Dans ce cas, on comprend que le démarrage est imminent (OUI). Cette information d'imminence du démarrage peut être prise en compte comme représentative d'une situation de vie particulière du véhicule qui, au cours du procédé selon l'invention, est prise en considération pour piloter le tendeur et ainsi la valeur de la tension exercée sur la courroie.

Lors de cette étape b), d'autres mesures peuvent être réalisées si l'on souhaite prendre en compte des données relatives à d'autres variables de la situation de vie de la façade de transmission.

Ainsi, il est possible de prévoir un ou plusieurs microphone(s) C_{MIC} .

- 5 Ceci permet par exemple de déterminer si la courroie est dans une situation de crissement. Le crissement d'une courroie est en effet dépendant du niveau de tension de la courroie.

Cette donnée est alors filtrée dans la partie de filtrage FLT du bloc TS de la figure 2.

- 10 Ainsi également, il est envisageable de prévoir un ou plusieurs capteur(s) de mouvement C_{MV} . Ceci permet par exemple de déterminer si un brin de courroie présente des battements trop importants. Une telle situation présente un impact sur l'efficacité énergétique de la façade de transmission. Le battement d'un brin de courroie est en effet dépendant du niveau de tension de la courroie.

- 15 Cette donnée est alors filtrée dans la partie de filtrage FLT du bloc TS de la figure 2.

Le filtrage de certaines données présente son importance.

- En effet, il convient de noter qu'une façade de transmission FT est un système mécanique qui est sollicité par le moteur principal (thermique, le plus souvent) et la machine électrique qui sont des sources de vibrations.

A cet égard, le filtrage est important pour toute donnée mesurée qui subit de façon sensible l'influence des différentes sources de vibrations au sein de la façade de transmissions.

- 25 Une façade de transmission possède par ailleurs sa propre signature dynamique. La conséquence est que les grandeurs caractérisant cette façade de transmission présentent une signature dynamique pouvant se décomposer en une valeur moyenne et une amplitude dynamique dans laquelle on retrouve les fréquences harmoniques du moteur principal et de la machine électrique mais aussi les fréquences propres de la façade de transmission.

- 30 Le filtrage a donc pour objectif d'extraire, pour chaque signal issu d'un capteur, une valeur moyenne, en fonction d'une précision souhaitée. La précision de l'estimation de la valeur moyenne est un paramètre important. Pour autant, dans le cadre de l'invention, il convient non seulement de chercher un certain niveau de précision mais aussi de prendre en compte l'impact du choix de cette
- 35 précision sur la dépense d'énergie que cela implique au niveau de l'actionneur A du

tendeur T. En effet, plus la précision sera importante et plus on risque d'actionner fréquemment l'actionneur A, ce qui est néfaste pour la dépense d'énergie.

Ainsi et par exemple, le filtrage de la mesure de l'effort radial F_{R1} exercé par le tendeur sur la courroie est important.

5 Le filtrage consiste en un filtrage passe-bas et peut s'effectuer selon différentes techniques de filtrage.

Une technique de filtrage envisageable est la technique dite de « moyenne mobile simple » (« simple moving average » selon la terminologie anglo-saxonne).

10 Cette technique est physiquement assimilable à celle d'un filtre passe-bas.

De manière connue, cette technique permet d'extraire une valeur moyenne, le plus souvent arithmétique, à partir d'un ensemble de valeurs du signal à filtrer pris. Cette moyenne est dite mobile (ou glissante) dans la mesure où
15 l'ensemble pris en considération évolue.

Dans le cas présent, le capteur employé pour effectuer une mesure présente déjà une fréquence d'échantillonnage.

A partir de celle-ci, la moyenne mobile peut être ajustée avec le nombre de valeurs échantillonnées choisies pour déterminer la moyenne d'une
20 valeur échantillonnée subséquente.

Plus ce nombre est grand et plus on lisse le signal, ce qui revient, pour en revenir à l'équivalence au filtre passe-bas, à baisser la fréquence de coupure d'un filtre passe-bas. Pour éviter de piloter trop souvent l'actionneur du tendeur, il y a donc ici un intérêt à prendre un nombre de valeurs relativement important pour faire
25 la moyenne mobile. Dans le même temps, plus ce nombre est grand et plus il existe un décalage temporel important. Il convient donc d'ajuster les paramètres choisis pour cette moyenne mobile en fonction de la façade de transmission, la précision que l'on souhaite obtenir finalement dans les besoins en tension de la courroie et la dépense d'énergie liée à un déplacement trop fréquent du tendeur, via son
30 actionneur.

On peut aussi employer un filtre passe-bas.

Plus la fréquence de coupure du filtre passe-bas est élevée, plus la valeur moyennée issue du filtre sera représentative du comportement réel de l'ensemble du système mécanique. Mais plus la fréquence de coupure du filtre
35 passe-bas est élevée et plus l'on risque de piloter fréquemment le tendeur avec

comme conséquence une dépense d'énergie plus importante au niveau de l'actionneur A. Le choix de la fréquence de coupure est donc un choix motivé entre la précision du pilotage et la dépense d'énergie qui en découle.

Typiquement, une fréquence de coupure de l'ordre de 10Hz est
5 particulièrement bien adaptée pour répondre à l'ensemble de ces contraintes.

De manière plus générale, on pourra envisager une fréquence de coupure comprise entre 5Hz et 30Hz, et plus précisément entre 5Hz et 15Hz.

A cet effet, différents types de filtre passe-bas peuvent être employés.

10 Ainsi, on pourra notamment utiliser un filtre passe-bas de type Tchebychev, Bessel ou Butterworth.

Un filtre passe-bas particulièrement performant pour l'application envisagée est un filtre de Butterworth. Il présente en effet une dynamique de réponse plus intéressante que l'approche de type « moyenne mobile ».

15 En particulier, le filtre passe-bas de Butterworth du 3^{ème} ordre présente un temps de réponse et une précision particulièrement bien adaptés à la mise en œuvre de l'invention, notamment par rapport à une technique basée sur la moyenne mobile.

Ensuite, on met en œuvre l'étape c).

20 Cette étape c) vise à traiter le cas où le couple C_{EM} de la machine électrique est strictement positif. Autrement dit, il s'agit d'une situation de vie de la façade de transmission où la machine électrique est motrice. Ceci peut se rencontrer lorsque la machine électrique accomplit une fonction de démarrage du moteur principal ou encore lorsque la machine électrique apporte une puissance
25 supplémentaire (mode « boost » selon la terminologie anglo-saxonne, cas d'application au véhicule hybride par exemple) alors que le moteur principal est déjà démarré (véhicule en train de rouler).

Dans ce cas, on détermine la tension de consigne T_{1C} en sélectionnant ladite tension de consigne T_{1C} dans un tableau formé d'un ensemble de
30 constantes non nulles et dont la valeur dépend de la valeur dudit couple C_{EM} .

Ceci s'effectue dans le bloc fonctionnel TAB de la figure 2.

Le bloc fonctionnel TAB implémente donc un tableau avec au moins une entrée, le couple de la machine électrique (N.m) et y associe, en sortie, une valeur de la tension de consigne T_{1C} (N) pour la courroie.

Cela signifie que la tension de consigne T_{1C} est une fonction en forme d'échelons en fonction du couple C_{EM} de la machine électrique.

Cette fonction n'est pas continue, mais seulement continue par morceaux.

5 La conséquence est que l'étape e) du procédé selon l'invention est moins souvent mise en œuvre que si la tension de consigne était une fonction continue. Cela permet d'activer moins souvent l'actionneur A du tendeur T et en conséquence d'économiser de l'énergie.

10 Dans le même temps, le découpage de la valeur de la tension de consigne en fonction du couple C_{EM} de la machine électrique permet d'obtenir une précision adéquate par rapport au besoin en tension réelle pour la courroie, proche de celle qui serait obtenue si l'adaptation de la tension réelle était effectuée en continue.

15 Une telle précision ne peut être atteinte avec le procédé proposé dans le document D1. En effet, dans le document D1, une seule valeur de déplacement du tendeur test associé au couple, lorsque ce dernier est strictement positif (fonctionnement moteur de l'alternateur-démarrreur).

20 On comprend incidemment pourquoi il est important d'avoir une donnée lissée (filtrée) pour définir C_{EM} et donc la tension de consigne T_{1C} , mais aussi pour définir la tension réelle T_{1R} , celles-ci étant destinées à être comparées.

Optionnellement, le tableau implémenté dans le bloc fonctionnel TAB peut également prendre en compte, en tant qu'autre entrée, le régime R_{MOT} (tr/min) du moteur principal.

25 Dans ce cas, on détermine la tension de consigne T_{1C} en sélectionnant ladite tension de consigne T_{1C} dans un tableau formé d'un ensemble de constantes non nulles et dont la valeur dépend, à la fois, de la valeur dudit couple C_{EM} et de la valeur dudit régime moteur R_{MOT} .

30 Le bloc fonctionnel TAB implémente alors un tableau avec au moins deux entrées, à savoir une première entrée pour le couple de la machine électrique (N.m) et une deuxième entrée pour le régime moteur (tr/min) et y associe, en sortie, une valeur de la tension de consigne T_{1C} pour la courroie.

Une situation où le couple C_{EM} de la machine électrique est positif n'est pas la seule susceptible d'être rencontrée.

35 En effet, le couple C_{EM} déterminé à l'étape b) est strictement négatif. Cela correspond à une situation de vie de la façade de transmission dans

laquelle la machine électrique est réceptrice, par exemple lors d'un freinage d'un véhicule permettant de récupérer de l'énergie.

Ainsi, lors d'une situation de vie de la façade de transmission dans laquelle le couple C_{EM} déterminé à l'étape b) est strictement négatif, on peut attribuer
5 une valeur constante, non nulle, à la tension de consigne T_{1C} , quelle que soit la valeur du couple C_{EM} .

En variante, toujours lors d'une situation de vie de la façade de transmission dans laquelle le couple C_{EM} déterminé à l'étape b) est strictement négatif, on peut cependant envisager de déterminer la tension de consigne T_{1C} pour
10 la courroie C en sélectionnant ladite tension de consigne T_{1C} dans un tableau formé d'un ensemble de constantes non nulles et dont la valeur dépend de la valeur dudit régime moteur R_{MOT} . Ici, la tension de consigne T_{1C} reste indépendante de la valeur du couple C_{EM} .

Cette variante est avantageuse pour une meilleure adéquation de la
15 tension de la courroie à la situation de vie réelle de la façade de transmission, dans la mesure où elle permet de mieux prendre en compte l'influence du régime moteur R_{MOT} sur le comportement de la courroie C. Toutefois, ceci s'effectue au prix d'un déplacement plus fréquent du tendeur et donc une dépense d'énergie plus importante au niveau de l'actionneur A.

Enfin, on peut rencontrer une situation de vie de la façade de transmission où le couple C_{EM} de la machine électrique est nul. En pratique, cela peut se rencontrer lorsque le moteur principal est à l'arrêt ou lorsque le moteur est démarré (le véhicule roule sans freinage et sans besoin d'apport en couple, typiquement à vitesse constante sur une route sans pente).
20

Dans ce cas, la tension de consigne T_{1C} peut être choisie à une valeur constante en fonction d'autres paramètres de la situation de vie de la façade de transmission.
25

Enfin, quelle que soit la valeur du couple C_{EM} de la machine électrique, la tension de consigne T_{1C} fournie par le bloc TAB peut aussi prendre en
30 compte le crissement et/ou le battement éventuel de la courroie.

En pratique, en sortie du bloc TS, via la partie CALC du bloc TS de la figure 2, on peut extraire un indice de crissement I_{CR} , dont la valeur peut être mise à 0 ou 1. Cet indice est ensuite pris en compte en tant qu'entrée dans le bloc TAB pour extraire, en sortie, une valeur de la tension de consigne T_{1C} .

En pratique également, en sortie du bloc TS, via la partie CALC du bloc TS de la figure 2, on peut extraire un indice de battement I_{BAT} , dont la valeur peut être mise à 0 ou 1. Cet indice est ensuite pris en compte en tant qu'entrée dans le bloc TAB pour extraire, en sortie, une valeur de la tension de consigne T_{1C} .

5 Un exemple de réalisation détaillé de la tension de consigne pouvant résulter de différentes situations de vie de la façade de transmission est fourni ultérieurement.

Quelle que soit la situation de vie de la façade de transmission, on compare alors, lors de l'étape d), la tension réelle T_{1R} de la courroie à la tension de
10 consigne T_{1C} .

Cette étape est implémentée dans le bloc fonctionnel DIFF de la figure 2.

Cette comparaison peut par exemple consister à faire la différence entre la tension réelle T_{1R} et la tension de consigne T_{1C} ; soit $T_{1R} - T_{1C}$, comme cela
15 est représenté sur la figure 2. En variante, on peut aussi prévoir de déterminer la quantité 100%. $(T_{1R} - T_{1C})/T_{1C}$ pour obtenir une valeur relative.

Enfin, lors de l'étape e), on pilote le tendeur T pour que la tension réelle T_{1R} de la courroie C tende vers la tension de consigne T_{1C} .

Cette étape est implémentée dans le bloc fonctionnel LC de la
20 figure 2.

Le pilotage du tendeur consiste à alimenter l'actionneur A, soit par application d'une tension électrique soit par application d'un courant électrique.

La tension réelle T_{1R} de la courroie tend ainsi vers la tension de consigne T_{1C} .

25 Dès qu'une marge d'erreur prédéterminée est atteinte, l'actionneur A est avantageusement bloqué et la tension de consigne est considérée comme atteinte.

Cette marge d'erreur peut par exemple être considérée comme étant de $\pm 10\%$, voire de $\pm 5\%$.

30 On fournit en figure 3, à titre d'exemple, l'évolution de la tension réelle T_{1R} lorsque celle-ci tend vers la tension de consigne T_{1C} , dans un cas hypothétique où la tension réelle T_{1R} passe de la valeur nulle pour tendre vers une tension de consigne de $T_{1C} = 300N$. Les droites Da, Db parallèles à l'axe des abscisses correspondent à la marge d'erreur par rapport à la tension de consigne, en
35 l'occurrence $+10\%$ et -10% .

Plus précisément, le tendeur T est configuré pour maintenir sa position, sans alimentation en énergie, tant que la tension réelle T_{1R} de la courroie, appliquée par le tendeur T, approxime la tension de consigne T_{1C} dans la marge d'erreur prédéterminée. Il s'agit de la situation rencontrée à partir du point P de la figure 3. On évite ainsi de dépenser de l'énergie lorsque la tension de consigne est atteinte.

Le choix de la loi de commande, autrement dit de la marge d'erreur, impacte donc, comme le choix des paramètres du filtrage réalisé à l'étape b), à la fois la précision du pilotage et la dépense d'énergie impliquée.

Exemple de réalisation

SDV	CC	MP	DMPI	I_{CR}	I_{BAT}	C_{EM}	T_{1C} (à droite, option)	
0	OUI	OFF	NON	0	0	0	T_0	
1	NON	OFF	NON	0	0	0	T_0	
2	OUI	OFF	OUI	0	0	0	T_{dem}	
3	OUI	OUI	NON	1	0	Q	T_{bruit}	
4	OUI	OUI	NON	0	1	Q	T_{bat}	
5	OUI	OUI	NON	0	0	0	T_{roul}	
6	OUI	OUI	NON	0	0	$> 0 \text{ à } C_1$	T_1	$T_1 = f_1(R_{MOT,j_1}) ;$ $1 \leq j_1 \leq N_1$
						$> C_1 \text{ à } C_2$	T_2	$T_2 = f_2(R_{MOT,j_2}) ;$ $1 \leq j_2 \leq N_2$
						...	...	...
						$> C_i \text{ à } C_{i+1}$	T_{i+1}	$T_{i+1} = f_{i+1}(R_{MOT,j_{i+1}}) ;$ $1 \leq j_{i+1} \leq N_{i+1}$
						...	...	...
						$> C_n \text{ à } C_{n+1}$	T_{n+1}	$T_{n+1} = f_{n+1}(R_{MOT,j_{n+1}}) ;$ $1 \leq j_{n+1} \leq N_{n+1}$
7	OUI	ON	NON	0	0	< 0	T_{roul}	$T_{roul} = h(R_{MOT,k}) ; 1 \leq k \leq M$
8	OUI	OUI	NON	1	1	Q	$MAX(T_{bruit}, T_{bat})$	

Tableau 2

Le sigle « SDV » est relatif à la situation de vie de la façade de transmission. Le sigle « CC » détermine s'il y a un contact de la clé de démarrage du véhicule. Le sigle « MP » détermine si le moteur principal est à l'arrêt ou démarré. Le sigle « DMPI »
 5 détermine si le démarrage du moteur principal est imminent. Le sigle « Q » désigne le terme quelconque.

A l'appui de cet exemple, nous fournissons quelques valeurs numériques associées au tableau 2 qui sont représentatives pour les applications visées : $T_0 = 100$ N, $T_{\text{dem}} =$
 10 1200 N, $T_{\text{bruit}} = 1200$ N, $T_{\text{bat}} = 1000$ N et $T_{\text{roul}} = 450$ N. Cela concerne les situations de vie SDV0 à SDV5, SDV7 et SDV8 du tableau 2.

En ce qui concerne le cas où le couple C_{EM} de la machine électrique est strictement positif, on peut avoir la situation du tableau 3 (SDV6 ; étape c) du procédé selon
 15 l'invention, tableau implémenté dans le bloc TAB de la figure 2) :

$C_{\text{EM}} (\text{N.m})$	$T_{1c} (\text{N})$
entre > 0 et $C_1 = 10$	$T_1 = 450$
entre > 10 et $C_2 = 20$	$T_2 = 550$
entre > 20 et $C_3 = 30$	$T_3 = 600$
entre > 30 et $C_4 = 40$	$T_4 = 700$
entre > 40 et $C_5 = 50$	$T_5 = 800$

Tableau 3

Si en plus (option) on souhaite prendre en compte l'influence du régime moteur R_{MOT}
 20 (le couple C_{EM} de la machine électrique étant toujours positif, donc SDV6), au cours de l'étape c) du procédé selon l'invention, alors :

T _{1C} (N)	R _{MOT} (tr/min)							
C _{EM} (N.m)	0 à 1000	>1000 à 2000	>2000 à 3000	>3000 à 4000	>4000 à 5000	>5000 à 6000	>6000 A 7000	
entre > 0 et C ₁ = 10	250	300	350	450	550	650	800	T ₁ = f ₁ (R _{MOT}) 1 ≤ j ₁ ≤ N ₁ = 7
entre > 10 et C ₂ = 20	350	400	450	550	650	750	900	T ₂ = f ₂ (R _{MOT}) 1 ≤ j ₂ ≤ N ₂ = 7
entre > 20 et C ₃ = 30	450	500	550	600	700	850	1000	T ₃ = f ₃ (R _{MOT}) 1 ≤ j ₃ ≤ N ₃ = 7
entre > 30 et C ₄ = 40	550	600	650	700	800	-	-	T ₄ = f ₄ (R _{MOT}) 1 ≤ j ₄ ≤ N ₄ = 5
entre > 40 et C ₅ = 50	650	700	750	800	-	-	-	T ₅ = f ₅ (R _{MOT}) 1 ≤ j ₅ ≤ N ₅ = 4
entre > 50 et C ₆ = 60	750	800	850	-	-	-	-	T ₆ = f ₆ (R _{MOT}) 1 ≤ j ₆ ≤ N ₆ = 3

Tableau 4

Les zones du tableau 4 non remplies concernent des cas non réalistes compte tenu de l'application envisagée.

5

Par ailleurs, dans le tableau 2 et dans le cas où le couple C_{EM} de la machine électrique est strictement négatif, on peut mettre en œuvre une tension constante, en

l'occurrence $T_{roul} = 450 \text{ N}$ ($C_{EM} < 0$; SDV7 du tableau 2 – colonne de gauche pour T_{1C}). Toutefois, toujours lorsque le couple de la machine électrique est strictement négatif, il est possible de prendre en compte l'influence du régime moteur R_{MOT} ($C_{EM} < 0$; SDV7 du tableau 2 – colonne de droite pour T_{1C}).

5

Un exemple concret est fourni ci-dessous, dans le tableau 5 (on a reporté l'indice k du tableau 2, ainsi que la valeur de M du tableau 2 pour cet exemple) :

k	R_{MOT} (tr/min)	T_{1C} (N)
1	0 à 1000	300
2	>1000 à 2000	350
3	>2000 à 3000	400
4	>3000 à 4000	450
5	>4000 à 5000	550
6	>5000 à 6000	650
M = 7	>6000 à 7000	800

Tableau 5

10

Fin de l'exemple.

Dans la description qui précède, le tendeur T est installé sur le brin de courroie C situé en amont de la poulie P3 reliée à la machine électrique et y applique une tension réelle T_{1R} à la courroie. Dans ce cas, il convient de noter que l'on peut alors déduire la tension réelle T_{2R} exercée sur le brin de courroie situé en aval de la poulie P3 reliée la machine électrique par la relation **R2** :

15

$$T_{2R} = T_{1R} - \frac{C_{EM}}{R_{EM}}$$

où :

C_{EM} est le couple de la machine électrique, et

20

R_{EM} est le rayon de la poulie P3.

Par ailleurs, si dans la description qui précède, on a choisi de présenter le cas où le tendeur T est installé en amont de la poulie P3, on pourrait tout aussi bien installer le tendeur T en aval de la poulie P3, par exemple au niveau du

galet G2 de la figure 2, ce galet étant alors celui du tendeur T. Dans ce cas, le galet G3 fait alors office de galet enrouleur.

Dans ce cas, la relation **R1** devient la relation **R'1** suivante :

$$T_{2R} = \frac{F_{R2}}{2\sin\left(\frac{\alpha(X)}{2}\right)}$$

5 où :

T_{2R} est la tension exercée par le tendeur sur la courroie (aval de la poulie P3 ;

F_{R2} est l'effort radial exercé par le tendeur sur la courroie, cet effort radial provenant de la mesure, filtrée, effectuée par le capteur C_{FR} ;

10 X représente la mesure de la position est la position du tendeur T, effectué par le capteur C_{POS} ;

α est l'angle d'enroulement de la courroie sur le galet G2 du tendeur, lequel angle dépend de la position X du galet G2.

Dans ce cas également, il convient de noter que la relation **R2** est
15 inchangée et permet donc de connaître T_{1R} .

REVENDICATIONS

1. Procédé de pilotage d'un tendeur (T) d'une courroie (C) de transmission appartenant à une façade de transmission, ladite courroie (C) de transmission étant installée au moins entre une première poulie (P1) d'un arbre d'un moteur principal et une deuxième poulie (P2) d'un arbre d'une machine électrique de la façade de transmission, ledit procédé étant caractérisé par les étapes suivantes :
- a) déterminer la tension réelle (T_{1R}), filtrée, de la courroie (C) appliquée par le tendeur (T) au niveau de celui-ci ;
 - 10 b) déterminer le couple (C_{EM}), filtré, de la machine électrique et optionnellement mesurer au moins une autre donnée caractéristique de la situation de vie de la façade de transmission,
 - c) lors d'une situation de vie de la façade de transmission dans laquelle le couple (C_{EM}) déterminé à l'étape b) est strictement positif, déterminer une tension de consigne (T_{1C}) pour la courroie (C) en sélectionnant ladite tension de consigne (T_{1C}) dans un tableau formé d'un ensemble de constantes non nulles et dont la valeur dépend de la valeur dudit couple (C_{EM}),
 - 15 d) comparer la tension réelle (T_{1R}) de la courroie à la tension de consigne (T_{1C}), et
 - e) piloter le tendeur (T) pour que la tension réelle (T_{1R}) de la courroie (C) tende vers la tension de consigne (T_{1C}).
 - 20

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape a) comprend les sous-étapes suivantes :
- a₁) mesurer au moins une donnée relative à l'effort radial (F_R) exercé par le tendeur (T) sur la courroie (C),
 - 25 a₂) mesurer au moins une donnée relative à la position (X) du tendeur (T),
 - a₃) filtrer au moins la donnée relative à l'effort radial (F_R) exercé par le tendeur (T) sur la courroie (C), puis
 - a₄) déterminer la tension réelle (T_{1R}) de la courroie (C)
 - 30

3. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel la mesure de la sous-étape a₁) relative à l'effort radial exercé par le tendeur (T) sur la courroie (C) s'effectue par un capteur (C_{FR}) appartenant au tendeur, et avantageusement placé selon l'axe longitudinal (AL) du tendeur (T).

4. Procédé selon l'une des revendications 2 ou 3, dans lequel la sous-étape a₄) consistant à déterminer la tension réelle (T_{1R}) de la courroie (C) s'effectue avec la relation suivante :

$$T_{1R} = \frac{F_R}{2 \sin\left(\frac{\beta(X)}{2}\right)}$$

5 où :

T_{1R} est la tension réelle, filtrée, de la courroie (C), appliquée par le tendeur (T) ;

F_R est l'effort radial, filtré, exercé par le tendeur (T) ;

X représente la position du tendeur (T) ;

β est l'angle d'enroulement de la courroie (C) sur un galet (G3) du tendeur, lequel angle dépend de la position X du tendeur (T).

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel l'étape b) comprend les sous-étapes suivantes :

15 b₁) mesurer au moins une donnée (I_{EM}) représentative du couple (C_{EM}) de la machine électrique,

b₂) déterminer le couple (C_{EM}) de la machine électrique par une relation prédéterminée (C_{EM} = f(I_{EM})) entre ledit couple et ladite au moins une donnée représentative de ce couple, et

b₃) filtrer la valeur du couple obtenue à la sous-étape b₂).

20

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel l'étape b) comprend les sous-étapes suivantes :

b'₁) mesurer au moins une donnée (I_{EM}) représentative du couple (C_{EM}) de la machine électrique,

25 b'₂) filtrer la valeur mesurée à la sous-étape b'₁), puis

b'₃) déterminer le couple (C_{EM}) de la machine électrique par une relation prédéterminée (C_{EM} = f(I_{EM})) entre ledit couple et ladite au moins une donnée représentative de ce couple, filtrée.

30

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, au cours de l'étape b), on effectue une mesure d'au moins une autre donnée caractéristique de la situation de vie de la façade de transmission, cette autre donnée étant relative au régime moteur (R_{MOT}), filtré, du moteur principal.

8. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel l'étape c) consiste à déterminer la tension de consigne (T_{1C}) en sélectionnant ladite tension de consigne (T_{1C}) dans un tableau formé d'un ensemble de constantes non nulles et dont la valeur dépend à la fois, de la valeur dudit couple (C_{EM}) et de la valeur dudit régime moteur (R_{MOT}).

9. Procédé selon l'une des revendications 7 ou 8, dans lequel, lors d'une situation de vie de la façade de transmission dans laquelle le couple (C_{EM}) déterminé à l'étape b) est strictement négatif, déterminer une tension de consigne (T_{1C}) pour la courroie (C) en sélectionnant ladite tension de consigne (T_{1C}) dans un tableau formé d'un ensemble de constantes non nulles et dont la valeur dépend de la valeur dudit régime moteur (R_{MOT}) puis, mettre en œuvre les étapes d) et e).

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le tendeur (T) est configuré pour maintenir sa position, sans alimentation en énergie, tant que la tension réelle (T_{1R}) de la courroie, appliquée par le tendeur (T), approxime la tension de consigne (T_{1C}) dans une marge d'erreur prédéterminée.

11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la marge d'erreur prédéterminée de l'étape est choisie de sorte que la tension réelle (T_{1R}), appliquée par le tendeur (T), corresponde à la tension de consigne (T_{1C}) à $\pm 10\%$.

12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le filtrage s'effectue avec un filtre passe-bas dont la fréquence de coupure est comprise entre 5Hz et 30Hz, avantageusement entre 5Hz et 15Hz.

13. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel le filtre passe-bas est un filtre de Butterworth, avantageusement du 3^{ème} ordre.

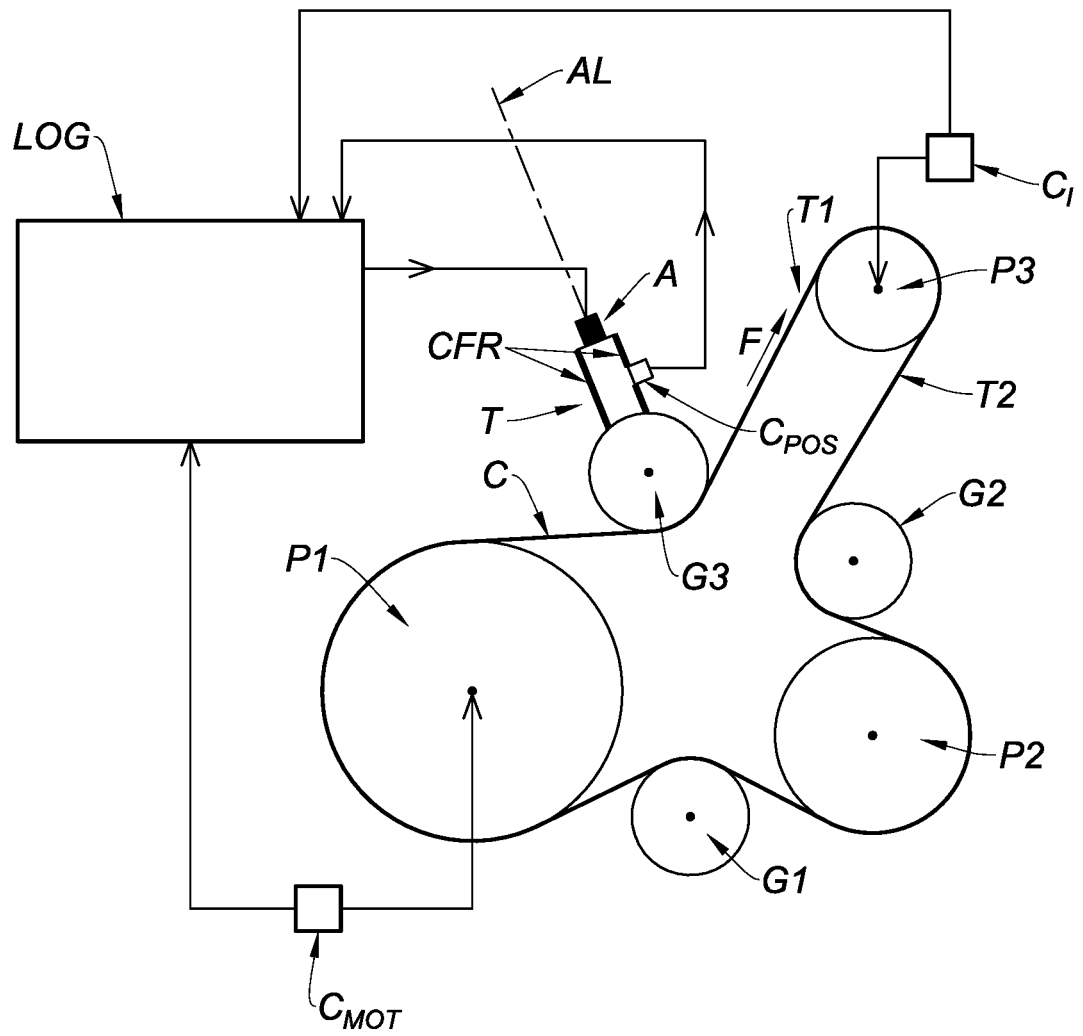


Fig. 1

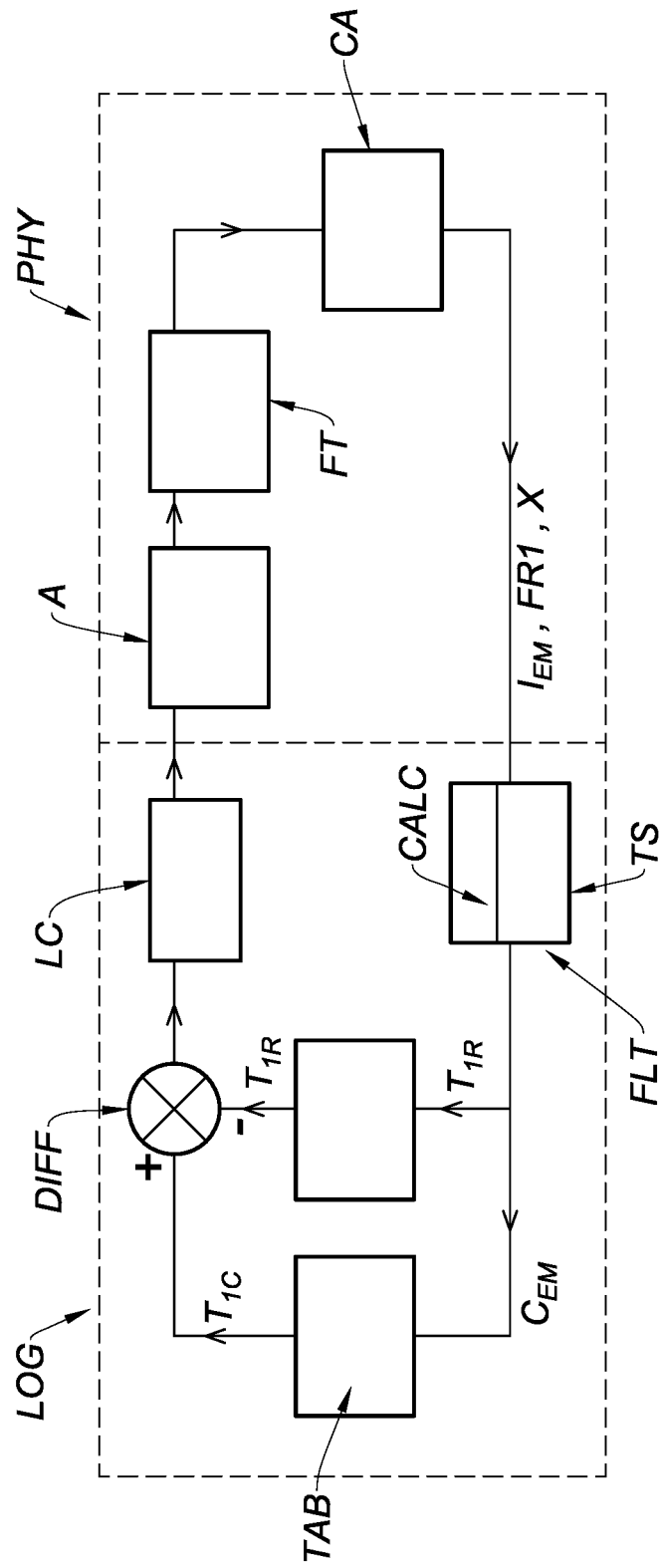
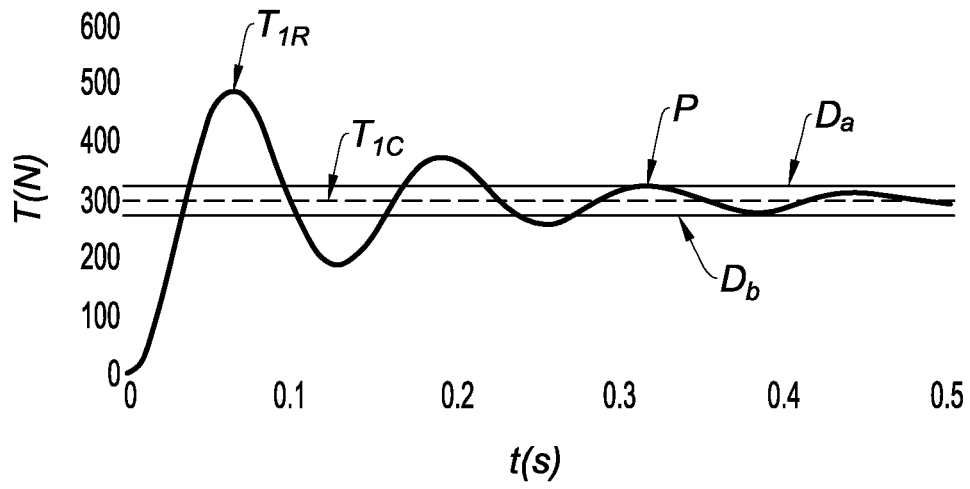


Fig. 2

*Fig. 3*

RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

US 4 478 595 A (HAYAKAWA HIDEYUKI [JP] ET AL) 23 octobre 1984 (1984-10-23)

WO 03/036133 A2 (GATES CORP [US])
1 mai 2003 (2003-05-01)

FR 3 026 155 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR])
25 mars 2016 (2016-03-25)

JP 2003 042248 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 13 février 2003 (2003-02-13)

EP 0 063 376 A1 (NISSAN MOTOR [JP])
27 octobre 1982 (1982-10-27)

JP H03 50329 A (HONDA MOTOR CO LTD)
4 mars 1991 (1991-03-04)

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