

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° '82 20947

(54) Dispositif de transmission à galets d'entraînement, à variation continue.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). F 16 H 15/10.

(22) Date de dépôt..... 14 décembre 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : JP, 14 décembre 1981, n° 200197/1981 et 18 décembre 1981,
n° 203465/1981.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 24 du 17-6-1983.

(71) Déposant : Société dite : NIPPON SEIKO KABUSHIKI KAISHA. — JP.

(72) Invention de : Okoshi Hideo.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Lavoix,
2, place d'Estienne-d'Orves, 75441 Paris Cedex 09.

La présente invention est relative à un dispositif de transmission à galets d'entraînement, à variation continue. D'une façon plus particulière elle concerne un dispositif de transmission à variation continue
5 dans lequel les surfaces opposées d'un disque torique d'entrée et d'un disque torique de sortie qui sont montés sur des arbres d'entrée et de sortie respectivement, disposés sur le même axe, coopèrent l'une avec l'autre pour former une cavité toroidale, des galets d'entraînement étant disposés dans ladite cavité toroidale et
10 étant étroitement en contact avec les disques toriques d'entrée et de sortie de manière qu'un couple important soit transmis par une force de traction engendrée dans la partie en contact.

15 Un but de l'invention est de fournir un dispositif de transmission à galets d'entraînement à variation continue dont la fonction de transmission soit commandée automatiquement suivant toutes fluctuations de la charge de l'arbre de sortie, grâce à quoi le couple d'entrée ou le couple de sortie peut être maintenu
20 à une valeur prédéterminée.

Un autre but de l'invention est de réaliser un dispositif de transmission à variation continue qui permette une commande automatique de la fonction de
25 transmission pour utiliser un moteur avec un couple prédéterminé voisin d'une courbe de fonctionnement à consommation minimale de combustible lorsqu'un couple du moteur provoque l'établissement du rapport de réduction d'un véhicule et pour apporter une amélioration importante
30 de l'économie en combustible.

Un autre but de l'invention est de fournir un dispositif de transmission pour entraîner des appareils auxiliaires du moteur d'un véhicule automobile, par exemple, des charges dont les couples sont principalement

déterminés par la vitesse de rotation, telles qu'une soufflante, une pompe à eau et une dynamo, avec une vitesse de rotation prédéterminée indépendamment de toutes variations de la vitesse de rotation à l'entrée.

5 Le mécanisme de commande du dispositif de transmission suivant l'invention est un mécanisme simple qui comprend seulement une combinaison de moyens de déplacement et d'un ressort d'équilibrage et qui peut en conséquence être mis en oeuvre avec des frais réduits.

10 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description donnée ci-après, prise en référence aux dessins annexés, sur lesquels:

la Fig.1 est un diagramme des courbes de rendement d'un moteur dans le cas général;

la Fig.2 est un diagramme montrant les courbes de la résistance rencontrée par le pneumatique d'un véhicule sur une route;

20 la Fig.3 est une vue partielle en coupe transversale d'un dispositif de transmission à galets d'entraînement, à variation continue, suivant un premier mode de réalisation de l'invention;

la Fig.4 est une vue partielle en coupe transversale d'un dispositif de transmission à galets d'entraînement, à variation continue, suivant un second mode de réalisation de l'invention;

la Fig.5 est une vue en coupe de la partie d'extrémité du tourillon dans une variante du second mode de réalisation;

30 la Fig.6A est un diagramme de principe montrant la fonction de variation de vitesse du dispositif de transmission à galets d'entraînement, à variation continue;

la Fig.6B est une vue en coupe suivant la flèche B de la Fig.6A;

la Fig.7 est un diagramme montrant la relation au rapport de la transmission et de la poussée en fonction de l'angle de rotation du tourillon;

la Fig.8 est un diagramme montrant les propriétés d'un ressort non-linéaire.

La consommation de combustible d'un moteur à combustion interne diffère habituellement même pour la même puissance de sortie (= vitesse moteur x couple) en fonction des conditions d'utilisation, et la consommation de combustible est plus faible lorsque le moteur fonctionne au point A de la Fig.1 que lorsqu'il fonctionne au point B de cette même Fig. La courbe E de consommation minimale de combustible passe par des points pour lesquels la consommation de combustible est le plus faible pour différentes puissances de sortie. Cette courbe est voisine de la courbe T de couple maximal de sortie du moteur. C'est à dire qu'on voit que si la puissance est la même, la consommation de combustible est plus faible lorsque le moteur fonctionne avec un couple élevé à faible vitesse que lorsqu'il fonctionne à grande vitesse avec un couple faible. Cependant, si la vitesse du moteur devient plus faible que le nombre minimum n représenté à la Fig.1, le fonctionnement régulier du moteur n'est alors pas obtenu.

Dans un véhicule, la résistance rencontrée par les pneumatiques sur la route, qui correspond à la vitesse du moteur avec le rapport de réduction G en tant que paramètre, est telle que représentée à la Fig.2. Comme on le voit à cette Fig., si le taux de réduction est G_1 et que la vitesse du moteur est augmentée jusqu'à n_1 , le véhicule se déplace dans les conditions du point C à la Fig.2. Dans ce cas cependant, la vitesse du véhicule est $n_1 \cdot G_1$, mais la consommation de combustible est très coûteuse comme on le voit si on considère la Fig.2 en combinaison

avec la Fig.1. Si on peut faire fonctionner le moteur avec un nombre de rotations n_2 et un couple-moteur qui correspond au point d'intersection D entre la puissance à entretenir indiquée en traits interrompus qui passe par le point C et la courbe E de fonctionnement avec la consommation minimale de combustible, le déplacement le plus économique (dépense minimale de combustible) devient possible. Du fait que cette résistance pneumatique/chaussée correspond à un rapport de réduction G_2' , le rapport de réduction du véhicule peut être diminué jusqu'à G_2 et la vitesse du moteur diminuée jusqu'à n_2 . Ceci signifie que le déplacement suivant la courbe E de fonctionnement à consommation minimale de combustible devient possible en sélectionnant un rapport de réduction optimale qui correspond à la vitesse du véhicule. Cependant, comme on le voit au dessin, ce rapport de réduction varie de façon continue avec la vitesse du véhicule et par conséquent pour satisfaire à ce qui précède, il est nécessaire d'utiliser un dispositif de transmission à variation continue. Il est également nécessaire de commander de façon constante le rapport de transmission du dispositif de transmission à variation continue de telle manière que durant le déplacement le moteur soit toujours utilisé suivant la courbe E de fonctionnement qui correspond à la consommation minimale de combustible.

Il existe un dispositif de transmission qui utilise un distributeur asservi, comme décrit par exemple dans le U.S.A 3.810.398 pour assurer une telle commande, et qui est muni d'un piston hydraulique rotatif, d'un piston à déplacement axial et d'un levier pour détecter le mouvement angulaire du tourillon supportant un galet d'entraînement, et ce dispositif est de construction et de réglage très compliqués et en

particulier l'utilisation du distributeur asservi a conduit à des risques de battement de même qu'elle conduit à un poids élevé, une grande dimension et un prix de revient important.

5 Un autre dispositif de transmission est décrit dans le U.S. A 4.086.820, mais ce dispositif comporte une came de precession et un vérin hydraulique et est par conséquent de construction compliquée d'une façon analogue au dispositif décrit ci-dessus, et d'une façon plus
10 particulière la poussée exercée sur la came de precession est importante et de ce fait des coûts élevés sont inévitables.

L'invention permet de surmonter les inconvénients précités particuliers à la technique antérieure
15 et on décrira maintenant quelques modes de réalisation de l'invention en référence aux dessins.

La Fig.3 est une vue en coupe transversale d'un dispositif de transmission à galets d'entraînement, à variation continue, suivant un premier mode de réalisation de l'invention et cette Fig. montre seulement la
20 moitié de droite de ce dispositif en raison du fait qu'il est bi-latéralement symétrique point par point en ce qui concerne les arbres d'entrée et de sortie. Un disque torique d'entrée 2 est monté sur l'arbre d'entrée 1 représenté en bout et ces disques sont sollicités l'un vers l'autre
25 au moyen d'un organe de poussée, non représenté, d'une façon bien connue, ces disques pouvant ainsi tourner ensemble. Bien que non représentés, un arbre de sortie et un disque torique de sortie sont prévus
30 de la même façon sur l'autre côté du dispositif de transmission.

Entre le disque torique 2 d'entrée et le disque torique de sortie sont disposés plusieurs galets 3 d'entraînement qui sont portés de façon rotative par un

étrier 4 et sont sollicités contre les disques toriques d'entrée et de sortie. L'étrier 4 est maintenu sur des organes de maintien 51, 52 par l'intermédiaire de roulements 12 à cages de forme partiellement sphérique et peut tourner autour d'un axe de pivotement Z-Z et se déplacer légèrement dans la direction de cet axe.

Une came 6 de poussée est formée sur l'extrémité de l'étrier 4 et est conformée de façon à comprimer un ressort 9 par l'intermédiaire d'une contre-came 7 et d'un support 8 pour celle-ci.

Le ressort 9 est un ressort hélicoïdal de compression ayant une constante d'élasticité prédéterminée, et la courbe montante de la rampe 61 de la came de poussée 6 est déterminée de manière que la force de compression engendrée dans le ressort 9 en correspondance avec le degré de montée de la rampe 61 résultant du mouvement de rotation de l'étrier 4 équilibre les forces de traction (qui seront décrites dans la suite) qui sont alors engendrées entre les disques toriques d'entrée et de sortie et les galets d'entraînement 3.

En variante, la surface de la rampe 61 de la came de poussée 6 est une surface inclinée présentant un degré prédéterminé d'inclinaison et la constante d'élasticité du ressort 9 est non-linéaire de sorte que la force élastique engendrée dans le ressort 9 correspondant au degré de montée de la surface de la rampe 61 résultant du mouvement de rotation du tourillon 4 équilibre lesdites forces de traction.

On se référera maintenant à la Fig.4 pour décrire un second mode de réalisation de l'invention. La Fig.5 montre une variante du second mode de réalisation. Aux Fig.4 et 5, les organes analogues à ceux de la Fig.3 sont désignés par les mêmes références.

La Fig.4 est une vue en coupe transversale d'un dispositif de transmission à galets d'entraînement, à variation continue, suivant le second mode de réalisation de l'invention et ne montre que la moitié de droite de ce dispositif en raison du fait qu'il est bilatéralement symétrique point par point par rapport aux arbres d'entrée et de sortie. Un disque 2 d'entrée est monté sur l'arbre d'entrée 1 représenté en bout et ces disques sont sollicités l'un vers l'autre au moyen d'un organe de poussée, non représenté, d'une façon bien connue afin que ces disques puissent tourner ensemble. Bien que non représenté, un arbre de sortie et un disque torique de sortie sont prévus d'une façon analogue de l'autre côté du dispositif de transmission.

Entre le disque torique 2 d'entrée et le disque torique de sortie, plusieurs galets d'entraînement 3 sont disposés et portés de façon rotative par un étrier 4 et ces galets sont sollicités contre les disques toriques d'entrée et de sortie. L'étrier 4 est maintenu sur des organes de maintien 51, 52 par l'intermédiaire de roulements 12 à cages sphériques et il peut tourner autour d'un axe de pivotement Z-Z en étant légèrement mobile dans la direction de cet axe.

Un arbre 106 à vis formant une vis à circulation de billes est formé à l'extrémité de l'étrier 4, et un écrou 108 à circulation de billes est vissé sur l'arbre 106 au moyen de billes 107. Les billes 107 circulent dans un organe désigné par la référence 109. Une rondelle Belleville 110 est disposée en pont entre la surface supérieure d'extrémité de l'écrou 108 et le chapeau 111 d'un carter. L'écrou 108 à circulation de billes est claveté au moyen d'une clavette 81 de manière à pouvoir se déplacer axialement mais non pas en rotation. La force élastique de la rondelle Belleville 110, comme on

le décrira dans la suite, est déterminée de façon à équilibrer la force de traction $2F_t$ correspondant au rapport de transmission G à cet instant.

En variante, comme représenté à la Fig.5, un écrou 108a à circulation de billes peut être formé sur l'extrémité du tourillon 4, un arbre à vis 106a peut être monté sur le carter au moyen d'une clavette 61 à coulisement pour assurer le clavetage et la rondelle Belleville 110 peut être disposée en pont entre l'arbre 106a et le carter pour charger préalablement l'étrier 4 dans la direction de l'axe Z-Z.

On décrira dans la suite en détail la fonction de variation de vitesse du dispositif de transmission à galets d'entraînement tel que décrit ci-dessus. Dans le schéma de principe de la Fig.6A, le disque torique 2 d'entrée et le disque torique 21 de sortie sont disposés tous deux sur l'axe entrée-sortie X-X et sont en contact avec le galet d'entraînement 3 en des points A et B respectivement. Si les rayons de rotation aux points A et B sont R_1 et R_2 respectivement, le rapport de transmission G est alors:

$$G = \frac{n_2}{n_1} = \frac{R_1}{R_2} \quad \text{..... (1)}$$

où n_1 et n_2 sont les nombres de tours des disques toriques 2 et 21 d'entrée et de sortie respectivement. Pour le couple d'entrée T_1 , le couple de sortie T_2 est:

$$T_2 = \frac{T_1}{G} = \frac{T_1}{R_1} R_2 \quad \text{..... (2)}$$

Cependant on suppose qu'il ne se produit pas de perte à chaque point de contact A et B et que le rendement est de 100%.

Au point de contact A du disque torique 2 d'entrée et du galet de traction 3, la force de traction F_{ta} de l'équation suivante (3) agit perpendiculairement au plan du dessin (Fig. 6B):

$$5 \quad F_{ta} = \frac{T_1}{R_1} \quad \dots\dots(3)$$

Au point B, une force d'entraînement par réaction représentée par l'équation suivante agit sur le galet d'entraînement 3:

$$10 \quad F_{tb'} = \frac{T_2}{R_2} \quad \dots\dots(4)$$

Ces forces d'entraînement F_{ta} et $F_{tb'}$ sont de même direction et d'égale grandeur.

$$F_{ta} = F_{tb'} = F_t = \frac{T_1}{R_1} = \frac{T_2}{R_2} \quad \dots\dots(5)$$

15 En conséquence, une force $2F_t$ agit sur l'axe de rotation Y-Y du galet d'entraînement 3 et sur l'axe de pivotement Z-Z du tourillon portant le galet d'entraînement, dans la direction de l'axe Z-Z.

Comme il ressort de l'équation (5), si le rayon R_1 du cercle de contact du disque torique 2 d'entrée et du galet d'entraînement 3 varie lorsque le couple d'entrée T_1 est constant, c'est à dire si le rapport de transmission G varie, la force de traction F_t varie également. De même, la force qui sollicite les disques
25 toriques d'entrée et de sortie et le galet d'entraînement en contact les uns avec les autres doit être supérieure à la valeur qui correspond à ladite force de traction F_t .

On sait alors que si le galet d'entraînement 3 est déplacé dans la direction de l'axe de pivotement Z-Z de l'étrier 4, le galet d'entraînement 3 tourne autour de cet axe Z-Z. Ceci signifie, dans la transmission par galet d'entraînement, que si celui-ci est déplacé dans la direction de l'axe de pivotement, le rapport de transmission peut être modifié.

La relation entre l'angle de rotation autour de l'axe Z-Z et le rapport de transmission et la relation entre ledit rapport de transmission et ladite poussée $2F_t$ lorsque le couple d'entrée T_1 est constant par rapport au rapport de transmission sont telles que représentées à la Fig.7, dans laquelle on voit que ces relations varient de façon non linéaire par rapport à l'angle de rotation. Cependant du fait que le dispositif à vis à circulation de billes dans le second mode de réalisation est déplacé en proportion directe de l'angle de rotation, le dispositif élastique qui doit équilibrer la poussée $2F_t$ variant de façon non-linéaire, devrait être une rondelle Belleville ou une rondelle ondulée qui est un ressort non-linéaire. Incidemment, les caractéristiques d'élasticité de ces ressorts sont telles que représentées à la Fig.8, et leur plage d'utilisation H est déterminée sur la base de la spécification des ressorts respectifs ou de la transmission.

En supposant qu'aux Fig.3, 4 et 5 l'arbre d'entrée 1 et le disque torique 2 d'entrée tournent dans la direction de la flèche G et que la force de compression du ressort 9 (Fig.3) ou de la rondelle élastique 110 (Fig.4 et 5) assure juste l'équilibre lorsque la force de traction $2F_t$ agit dans la direction de l'axe de pivotement Z-Z du galet 3 d'entraînement, l'axe de rotation Y-Y du galet 3 d'entraînement et l'axe central X-X des arbres d'entrée et de sortie se coupent l'un l'autre

dans cette condition et le déplacement dans la direction de l'axe Z-Z comme indiqué plus haut ne se produit pas de sorte que la rotation de l'étrier 4 autour de l'axe de pivotement ne se produit pas et que le galet d'entraînement tourne avec le rapport de transmission inchangé.

Cependant, si le couple de sortie T_2 varie à partir de cet état, la valeur de F_t varie comme cela ressort de l'équation (5). En conséquence, la hauteur du ressort 9 ou de la rondelle Belleville 110 varie et l'étrier 4 est déplacé dans la direction de l'axe Z-Z. Ensuite l'étrier 4 tourne autour de l'axe de pivotement comme décrit plus haut et la variation de vitesse est assurée. L'étrier est alors forcé de reprendre sa position initiale par la came de poussée dans le cas du premier mode de réalisation ou par le dispositif à vis à circulation de billes dans le cas du second mode de réalisation, et la force élastique du ressort 9 ou de la rondelle Belleville 110 varie à chaque instant et devient égale à la valeur de $2F_t$, et ledit déplacement et ladite rotation s'arrêtent lorsque l'état d'équilibre est obtenu. Comme décrit plus haut, le rapport de transmission peut varier automatiquement en fonction de la variation du couple de sortie T_2 pour maintenir ainsi constant le couple d'entrée.

Si les arbres d'entrée et de sortie sont utilisés de façon inverse, le dispositif de transmission peut être utilisé tout en maintenant le couple de sortie à une valeur prédéterminée.

Comme on l'a décrit plus haut, l'invention fournit un dispositif de transmission à galets d'entraînement, à variation continue, qui est pratique et peu coûteux en utilisant une construction simple comprenant une combinaison d'un dispositif de déplacement tel qu'une came de

poussée et d'un dispositif élastique et d'un ressort d'équilibrage au lieu d'utiliser le mécanisme hydraulique asservi compliqué ou analogue de la technique antérieure, et lorsqu'il est utilisé comme réducteur pour
5 un véhicule, la vitesse de celui-ci peut être modifiée automatiquement cependant que le couple du moteur est maintenu à une valeur de couple à peu près constante -
courbe F à la Fig.2 - qui est voisine de la courbe d'utilisation à consommation minimale de combustible, et il
10 devient alors facile d'améliorer considérablement la consommation spécifique de combustible du véhicule.

REVENDECATIONS

1- Dispositif de transmission à galets d'entraînement, à variation continue, comportant un carter, des arbres d'entrée et de sortie montés rotatifs et coaxiaux dans ledit carter, des disques toriques d'entrée et de sortie montés sur lesdits arbres d'entrée et de sortie et pouvant tourner ensemble tout en étant solidaires desdits arbres, les surfaces en regard des disques toriques coopérant l'une avec l'autre pour former une cavité toroidale, plusieurs galets d'entraînement disposés dans ladite cavité toroidale, symétriquement par rapport à l'axe desdits arbres d'entrée et de sortie, une monture portant lesdits galets d'entraînement de façon rotative et portant ces galets de façon pivotante suivant un axe de pivotement Z-Z perpendiculaire à l'axe de rotation des galets, et des moyens pour solliciter fermement les disques toriques d'entrée et de sortie contre les galets d'entraînement et engendrer ainsi une force d'entraînement, dispositif caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de support (51, 52) pour porter la monture (4) dans le carter de façon qu'elle puisse se déplacer légèrement dans la direction de son axe de pivotement Z-Z, des moyens de déplacement (6, 7, 8) prévus à l'extrémité de l'axe de pivotement de la monture pour la déplacer axialement, et des moyens élastiques (9) coopérant avec lesdits moyens de déplacement en fonction du degré de déplacement de ces moyens qui résulte dudit mouvement de rotation.

2- Dispositif de transmission selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens de déplacement sont constitués par un dispositif comportant une came de poussée(

3- Dispositif de transmission selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits moyens élastiques

sont prévus sur l'axe du dispositif comprenant la came de poussée (6).

4- Dispositif de transmission selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'un ressort hélicoidal de compression (9) ayant une constante d'élasticité prédéterminée est incorporé dans lesdits moyens élastiques, la courbe de montée (61) de la came du dispositif comprenant cette came étant déterminée de manière que la force de compression dudit ressort hélicoidal (9) engendrée en fonction du degré de montée dudit dispositif à came de poussée résultant du mouvement de rotation de la monture (4) équilibre la force de traction qui varie avec ledit mouvement de rotation.

5- Dispositif de transmission selon la revendication 2, caractérisé en ce que la rampe (61) du dispositif à came de poussée (6) est constituée par une surface inclinée ayant un degré d'inclinaison prédéterminé, un organe élastique (9) incorporé auxdits moyens élastiques étant choisi de manière qu'une force élastique engendrée dans lesdits moyens élastiques en fonction du degré de montée de la came résultant du mouvement de rotation de la monture (4) équilibre la force de traction qui varie avec ledit mouvement de rotation.

6- Dispositif de transmission selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens de déplacement sont constitués par un dispositif à vis (106).

7- Dispositif de transmission selon la revendication 6, caractérisé en ce que le dispositif à vis comprend en combinaison un organe mâle à vis (108) et un organe femelle à vis (109).

8- Dispositif de transmission selon la revendication 6, caractérisé en ce que le dispositif à vis est une vis à billes (106) comprenant un organe mâle (108) et un organe femelle (109), et une pluralité de billes interposées entre les gorges hélicoidales desdits organes à vis.

9- Dispositif de transmission selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'un ressort hélicoidal de compression (9) ayant une constante d'élasticité prédéterminée est incorporé dans lesdits moyens élastiques.

5 10- Dispositif de transmission selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'une rondelle Belleville ou une rondelle ondulée (110) ayant une constante d'élasticité non-linéaire est incorporée dans lesdits moyens élastiques.

10 11- Dispositif de transmission selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdits moyens élastiques sont disposés entre la surface d'extrémité de l'organe femelle à vis (109) et le carter (111).

15 12- Dispositif de transmission selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdits moyens élastiques (110) sont disposés entre l'extrémité de l'arbre de l'organe mâle à vis (108) et le carter (111).

20 13- Dispositif de transmission selon la revendication 6, caractérisé en ce que le dispositif à vis comprend un organe à vis non rotatif (108) et un organe à vis rotatif (106) couplé audit organe non rotatif (108), lesdits moyens élastiques (110) étant prévus entre ledit organe non rotatif (108) et le carter (111).

FIG. 1

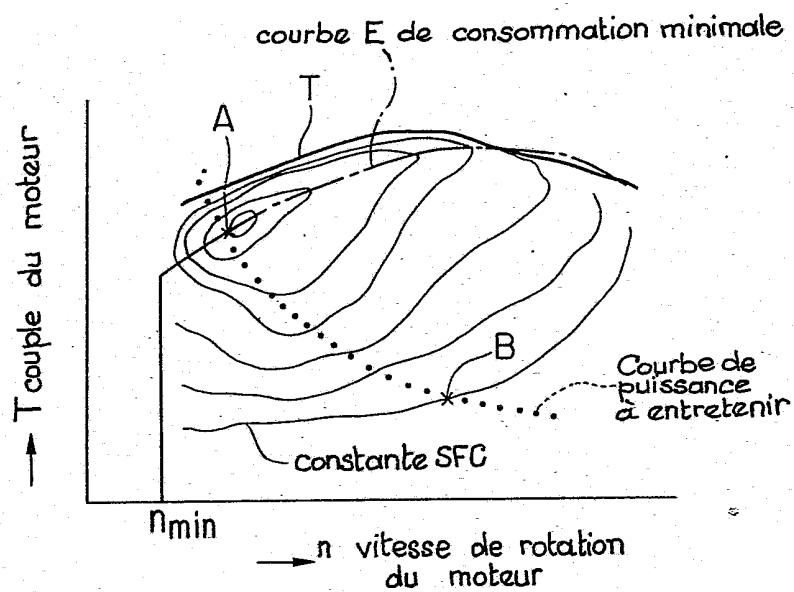


FIG. 2

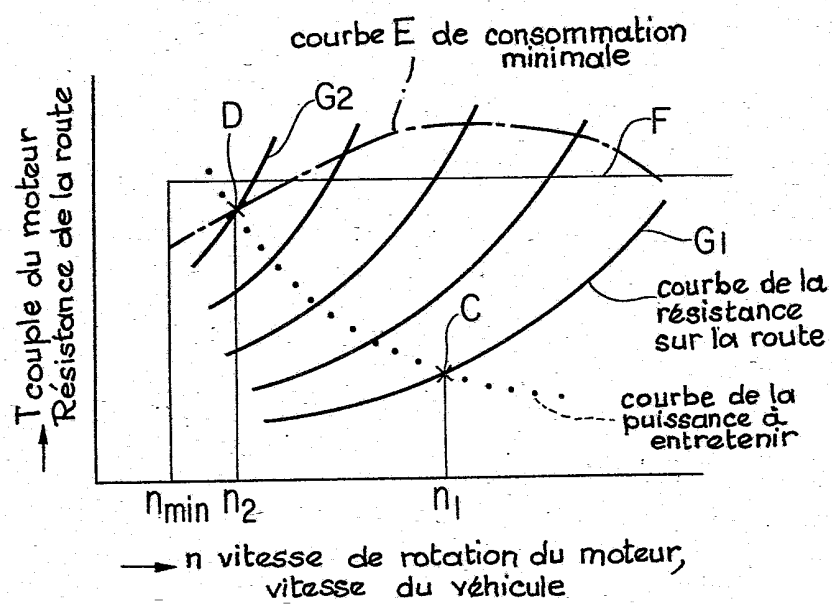
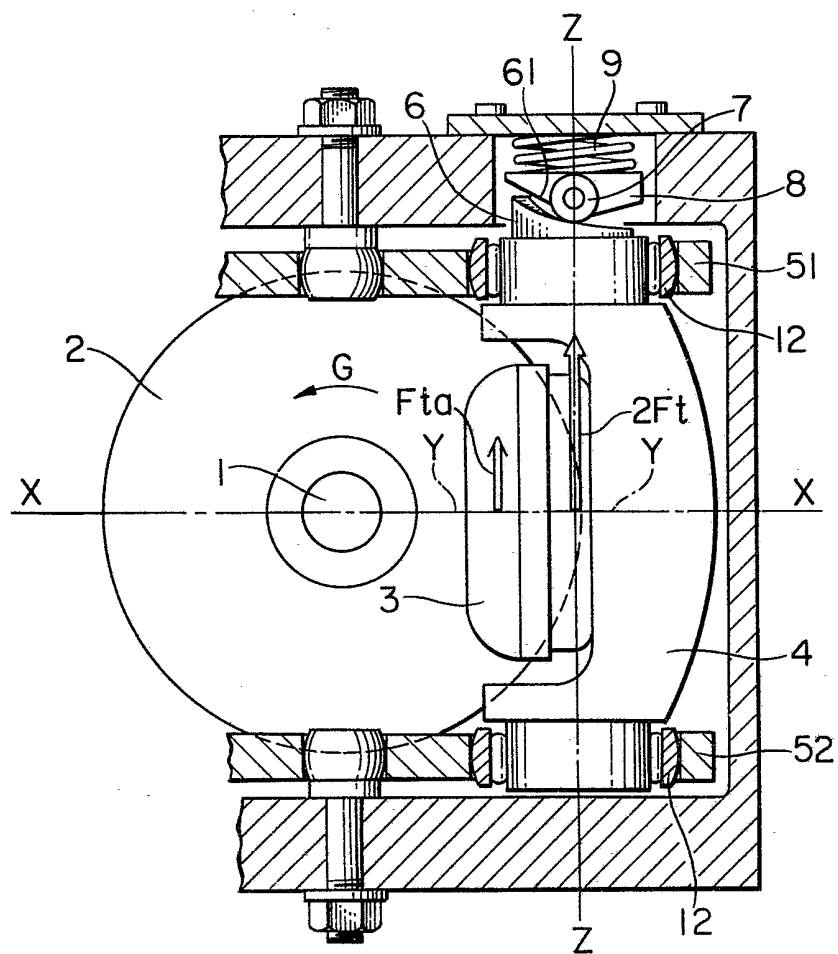


FIG. 3



4/5

FIG. 6A

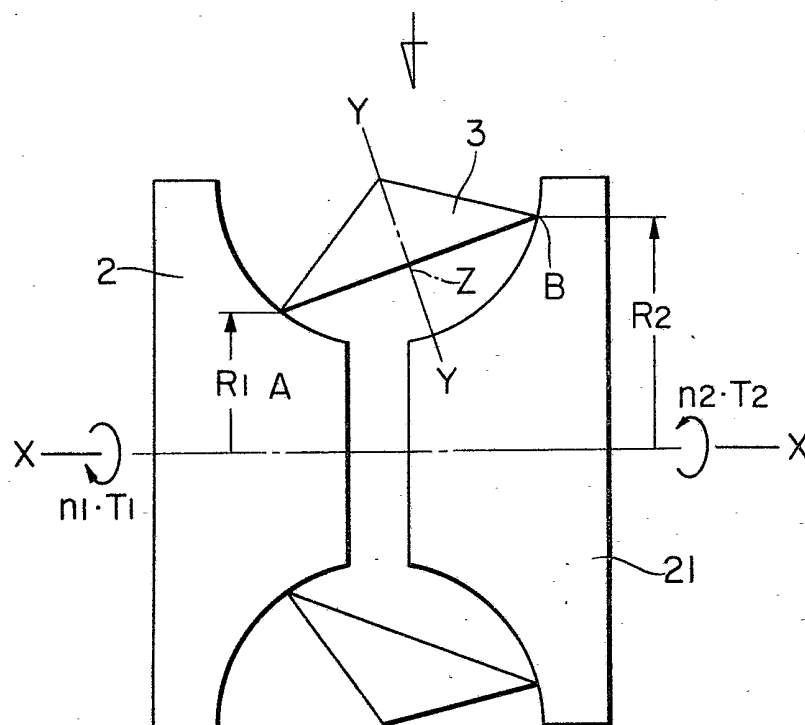


FIG. 6B

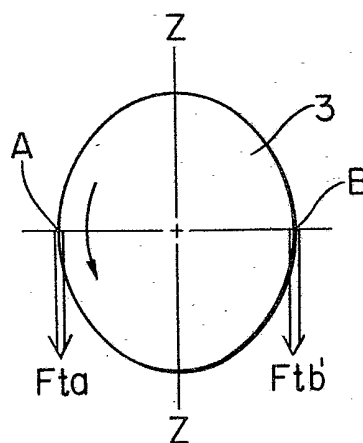


FIG. 7

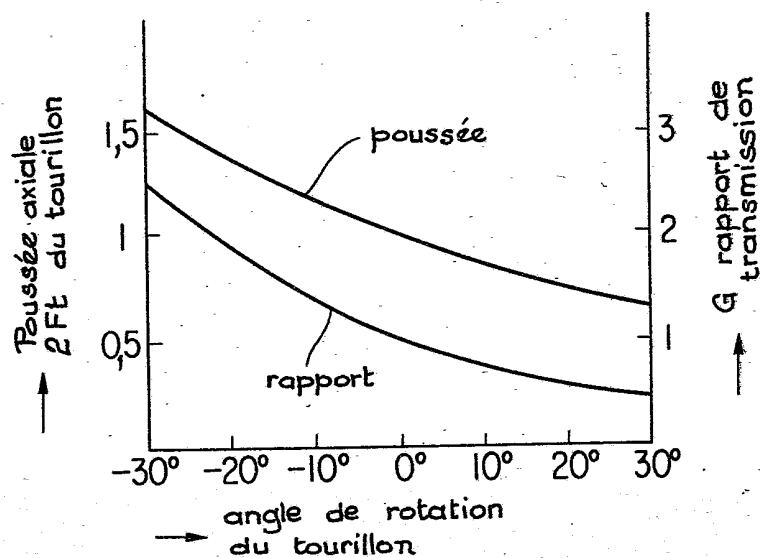


FIG. 8

