

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
12 décembre 2024 (12.12.2024)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2024/251784 A1

(51) Classification internationale des brevets :

H02K 7/18 (2006.01) H02K 53/00 (2006.01)
F16F 6/00 (2006.01) H02K 7/116 (2006.01)
H02K 49/10 (2006.01) H02K 16/00 (2006.01)
H02K 7/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2024/065420

(22) Date de dépôt international :

05 juin 2024 (05.06.2024)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

FR2305660 06 juin 2023 (06.06.2023) FR

(71) Déposant : COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES
[FR/FR] ; Bât Le Ponant, 25 rue Leblanc, 75015 PARIS
(FR).

(72) Inventeur : STASICA, Gérard ; 7 allée des Bouvreuils,
33120 ARCACHON (FR).

(74) Mandataire : CABINET NONY ; 11 rue Saint-Georges,
75009 PARIS (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: BATTERY AND DEVICE FOR CONVERTING ENERGY

(54) Titre : ACCUMULATEUR ET DISPOSITIF DE CONVERSION D'ENERGIE

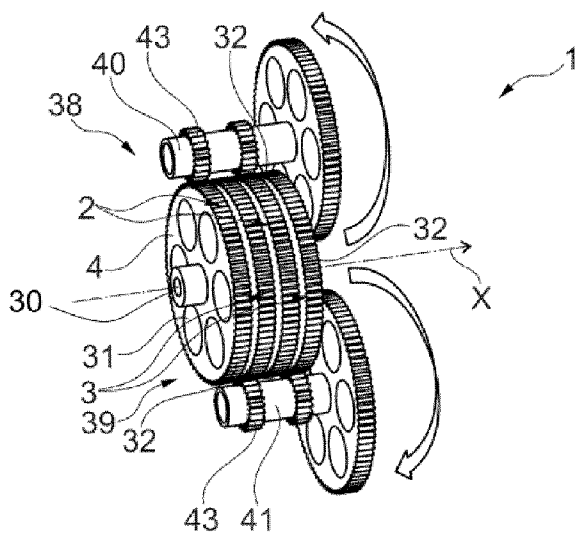


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a battery (1) comprising first (2) and second (3) storage members spaced apart from each other by a fixed distance (d') along an axis X, each of the first and second storage members comprising two magnets of inverted polarity along the axis X, at least one of the magnets (13) of the first storage member (2) interacting magnetically with at least one of the magnets (17) of the second storage member (3) in at least one configuration of the battery, and vice versa, the first and second storage members being movable relative to each other between a stable equilibrium configuration, in which the magnetic energy induced by the magnetic interaction between the magnets of the first and second storage members is minimal, and at least one unstable configuration, in which the magnetic energy is greater than the magnetic energy in the stable configuration.

(57) Abrégé : Accumulateur d'énergie (1) comportant des premier (2) et deuxième (3) organes de stockage espacés l'un de l'autre d'une distance (d') fixe selon un axe X, chacun des premier et deuxième organes de stockage comportant deux aimants de polarité inversée le long de l'axe X, au moins un des aimants (13) du premier organe de stockage (2) interagissant magnétiquement avec au moins un des aimants (17) du deuxième organe de stockage (3) dans au moins une configuration de l'accumulateur d'énergie, et vice versa, les premier et deuxième organes de stockage étant mobiles l'un par rapport à l'autre entre une configuration d'équilibre stable où l'énergie magnétique induite par l'interaction magnétique entre les aimants des premier et deuxième organes de stockage est minimale et au moins une configuration instable où l'énergie magnétique est supérieure à l'énergie magnétique dans la configuration stable.

MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

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

Publiée:

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- en noir et blanc ; la demande internationale telle que déposée était en couleur ou en échelle de gris et est disponible sur PATENTSCOPE pour téléchargement.

Description**Titre : Accumulateur et dispositif de conversion d'énergie**

La présente invention concerne les dispositifs utiles pour stocker de l'énergie et
5 la restituer à la demande, notamment pour une application au sein d'un véhicule, par exemple une bicyclette.

La production d'énergie nécessite de transformer, notamment en énergie électrique et/ou thermique et/ou cinétique :

- une réserve d'énergie potentielle, par exemple sous la forme d'un combustible fossile, d'un
10 réservoir d'eau en hauteur, d'une matière fissile ou d'un volant d'inertie, en un travail électrique ou mécanique, ou en une énergie thermique, ou
- un flux d'énergies naturelles dont l'origine est non contrôlable, par exemple d'origine éolienne ou solaire, ce qui nécessite un stockage permettant de palier aux aléas de production.

15 Concernant le stockage d'énergie potentielle sous forme mécanique, les seuls mécanismes connus à haute densité massique de stockage d'énergie potentiellement utilisables dans des véhicules sont les volants d'inerties. Cependant, ces derniers présentent une masse et un encombrement excessifs qui les rendent inadaptés.

La transformation d'une réserve d'énergie potentielle dans un véhicule est
20 majoritairement effectuée au moyen de moteurs à combustion interne ou de moteurs électriques.

Les moteurs à combustion interne présentent cependant de nombreux désavantages bien connus : faible rendement énergétique, nuisance sonore, utilisation d'une énergie fossile dont les réserves sont limitées, peu performant aux basses températures,
25 fonctionnement permanent nécessitant un moyen de démarrage...

Les moteurs électriques pallient en partie ces inconvénients, étant par exemple plus silencieux ou ne nécessitant pas un fonctionnement permanent même à l'arrêt du véhicule, mais ils présentent d'autres inconvénients : temps de charge des batteries, autonomie limitée, montée en température des composants lors des phases de charge
30 nécessitant des moyens de refroidissement eux aussi consommateurs d'énergie, faible durée de vie des batteries et difficulté de recyclage, faible rendement à basse température...

Il existe donc un besoin pour un nouveau dispositif pour stocker et restituer de l'énergie, notamment en la convertissant, en particulier en vue de mouvoir un véhicule.

L'invention proposée a pour objectif de récupérer, stocker et restituer de l'énergie sous une forme mécanique par le biais d'une interaction magnétique. Elle propose
5 notamment, à l'inverse de ce qui est connu actuellement, un dispositif apte à la fois à entraîner le véhicule à la façon d'un moteur, et à stocker de l'énergie à la façon d'une batterie.

L'invention concerne un accumulateur d'énergie comportant des premier et deuxième organes de stockage espacés l'un de l'autre d'une distance fixe selon un axe X,
10 chacun des premier et deuxième organes de stockage comportant deux aimants de polarité inversée le long de l'axe X,

au moins un des aimants du premier organe de stockage interagissant magnétiquement avec au moins un des aimants du deuxième organe de stockage dans au moins une configuration de l'accumulateur d'énergie, et *vice versa*,

15 les premier et deuxième organes de stockage étant mobiles l'un par rapport à l'autre entre une configuration d'équilibre stable où l'énergie magnétique induite par l'interaction magnétique entre les aimants des premier et deuxième organes de stockage est minimale et au moins une configuration instable où l'énergie magnétique est supérieure à l'énergie magnétique dans la configuration stable.

20 L'accumulateur selon l'invention emmagasine l'énergie sous une forme magnétique et la restitue sous une forme mécanique par un simple déplacement relatif des premier et deuxième organes de stockage l'un par rapport à l'autre. L'accumulateur présente ainsi un excellent rendement entre la quantité d'énergie qu'il est apte à restituer et la quantité d'énergie qu'il est apte à emmagasiner.

25 La distance constante selon l'axe X, entre les aimants du premier organe de stockage et les aimants du deuxième organe de stockage, fixe notamment de manière prédéterminée la quantité maximale d'énergie emmagasinable par l'accumulateur qui est proportionnelle à ladite distance.

Comme cela apparaîtra plus en détail par la suite, en imposant une faible distance
30 entre les premier et deuxième organes de stockage, un faible mouvement relatif des premier et deuxième organe de stockage l'un par rapport à l'autre, par rotation autour de l'axe X

et/ou par translation selon un axe perpendiculaire à l'axe X, permet à l'accumulateur d'emmagasiner une quantité élevée d'énergie magnétique.

Deux aimants de « polarité inversée » selon un axe sont tels qu'en parcourant ledit axe dans un sens, l'un des aimants présente d'abord un pôle sud puis un pôle nord tandis que l'autre des aimants présente d'abord un pôle nord puis un pôle sud.

De préférence, chaque aimant du premier organe de stockage interagit magnétiquement avec au moins un des aimants du deuxième organe de stockage dans au moins une configuration de l'accumulateur d'énergie, et *vice versa*. De nombreuses interactions magnétiques entre les différents aimants des groupes ont ainsi lieu, ce qui permet ainsi d'augmenter l'énergie magnétique emmagasinable par l'accumulateur.

De préférence, dans la configuration d'équilibre stable, chaque aimant du premier organe de stockage fait face selon l'axe X à un aimant du deuxième organe de stockage de polarité opposée, et *vice versa*. Les aimants du premier organe de stockage sont alors disposés en opposition de pôle avec les aimants du deuxième organe de stockage et s'attirent mutuellement. Ainsi, les premier et deuxième organes de stockage tendent à revenir vers la configuration d'équilibre stable lorsqu'ils en sont déplacés relativement l'un par rapport à l'autre dans une configuration instable. Il y a alors libération de l'énergie magnétique stockée sous forme d'énergie mécanique pour déplacer lesdits organes de stockage de la configuration instable vers la configuration d'équilibre stable.

De préférence dans la configuration d'équilibre stable, chaque aimant du premier organe de stockage est, de préférence intégralement, superposé à un unique aimant du deuxième organe de stockage de polarité opposée dans la configuration d'équilibre stable, et *vice versa*.

Les premier et deuxième organes de stockage peuvent être disposés l'un par rapport à l'autre dans au moins une configuration instable. En particulier, ils peuvent être disposés dans une pluralité de configurations instables, une des configurations instables étant une configuration d'équilibre instable dans laquelle l'énergie magnétique est maximale.

Dans la configuration d'équilibre instable, lorsque le mouvement relatif des premier et deuxième organes de stockage n'est pas contraint, les premier et deuxième organes de stockage sont immobiles l'un par rapport à l'autre. Cependant, tout déplacement relatif infinitésimal des premier et deuxième organes de stockage l'un par rapport à l'autre

entraîne alors une libération de l'énergie stockée sous forme d'énergie mécanique par mise en mouvement des premier et deuxième organes de stockage l'un par rapport à l'autre.

De préférence, dans la configuration d'équilibre instable, chaque aimant du premier organe de stockage fait face selon l'axe X, de préférence est superposée
5 intégralement, à un aimant du deuxième organe de même polarité, et *vice versa*.

De préférence, dans la configuration d'équilibre instable, chaque aimant du premier organe de stockage est superposé à un unique aimant du deuxième organe de stockage de même polarité, et *vice versa*.

Les premier et deuxième organes de stockage sont de préférences identiques.
10 Cela simplifie la conception de l'accumulateur.

Les premier et deuxième organes de stockage sont de préférence mobiles l'un par rapport à l'autre en rotation autour de l'axe X.

De préférence, le passage de la configuration stable à la configuration d'équilibre instable s'opère par une rotation inférieure ou égale à 180° autour de l'axe X.

15 Le premier organe de stockage et/ou le deuxième organe de stockage peuvent présenter une forme générale d'un disque d'axe X.

Les premier et deuxième organes de stockage comportent de préférence un trou central d'axe X les traversant de part en part. L'accumulateur peut comporter un arbre de guidage d'axe X comportant une portion de forme complémentaire au trous centraux, les
20 premier et deuxième organes de stockage étant engagés en rotation dans l'arbre de guidage.

De préférence, les aimants sont disposés régulièrement autour de l'axe X.

Le premier organe de stockage et/ou le deuxième organe de stockage peuvent comporter une ou plusieurs paires formée chacune de deux aimants de polarité inversée selon l'axe X. De préférence les paires d'aimants de polarité inversée sont disposées régulièrement
25 autour de l'axe X.

Notamment, le premier organe de stockage et/ou le deuxième organe de stockage peuvent comporter deux aimants de polarité inversée selon l'axe X, qui sont symétriques l'un de l'autre par rapport à l'axe X.

Par ailleurs, pour éviter une déformation des premier et deuxième organes de
30 stockage, l'accumulateur peut comporter au moins un, de préférence plusieurs espaceurs disposés entre les premier et deuxième organes de stockage, afin d'assurer le maintien à distance fixe entre lesdits organes de stockage. Le ou les espaceurs peuvent être en contact

avec les premier et deuxième organes de stockage. De préférence, pour éviter d'entraver la rotation du premier organe de stockage par rapport au deuxième organe de stockage, le ou les espaceurs présentent la forme d'une bille, qui peut ainsi rouler librement sur chacun desdits organes de stockage. De préférence, les premier et deuxième organes de stockage peuvent présenter chacun une rainure de guidage de forme complémentaire à l'espaceur et dans laquelle l'espaceur est disposé. La rainure peut être de forme annulaire.

Le premier organe de stockage et/ou le deuxième organe de stockage comportent de préférence un support portant les aimants, le support étant diamagnétique, par exemple en cuivre ou en laiton, ou paramagnétique, par exemple en un alliage d'aluminium ou de tungstène. Le support est de préférence en un matériau présentant une susceptibilité magnétique qui, en valeur absolue, est inférieure à 10^{-5} , afin de perturber le moins possible les interactions magnétiques entre les aimants des premier et deuxième organes de stockage.

Le support peut comporter au moins un logement recevant chacun au moins un des aimants. En variante, les aimants peuvent recouvrir une face du support. Selon encore une autre variante, des aimants peuvent être disposés dans des logements et d'autres aimants peuvent recouvrir une face du support.

De préférence, le support comporte autant de logements que d'aimants, chaque aimant étant disposé dans un des logements correspondants.

Les aimants des premier et deuxième organes de stockage sont des aimants permanents. De préférence, au moins un, de préférence chacun, des aimants du premier organe et/ou au moins un, de préférence chacun, des aimants du deuxième organe sont des aimants au néodyme, notamment en un matériau de formule $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, dont le grade peut être fixé en fonction des performances de stockage souhaitées.

Les aimants des premier et deuxième organes de stockage peuvent être identiques. Par exemple, ils présentent une forme d'une plaque, notamment de contour circulaire en forme de portion d'un disque.

Lorsqu'observés selon l'axe X, au moins 50 %, de préférence au moins 90 %, mieux 100 % de la surface du premier organe de stockage et/ou au moins 50 %, de préférence au moins 90 %, mieux 100 % de la surface du deuxième organe de stockage peuvent être recouvertes par les aimants.

De préférence, l'accumulateur comporte un premier mécanisme de stockage comportant plusieurs premiers organes de stockage, notamment rigidement reliés entre eux,

et un deuxième mécanisme de stockage comportant plusieurs deuxièmes organes de stockage, notamment rigidement reliés entre eux, le premier mécanisme de stockage et le deuxième mécanisme de stockage étant interdigités. De préférence, au moins un, de préférence chacun des premiers organes de stockage disposés entre deux deuxièmes organes de stockage adjacents interagit magnétiquement avec lesdits deuxièmes organes de stockage et *vice versa*. De cette façon, il est possible d'augmenter conséquemment l'énergie magnétique emmagasinable dans l'accumulateur.

De préférence, le premier mécanisme de stockage est configuré pour que les premiers organes de stockage tournent collectivement à la même vitesse autour de l'axe X et le deuxième mécanisme de stockage est configuré pour que les deuxièmes organes de stockage tournent collectivement à la même vitesse autour de l'axe X.

De préférence, le support d'au moins un, de préférence de chacun des premiers, respectivement deuxièmes, organes de stockage, comporte au moins un logement qui traverse de part en part ledit support selon l'axe X, au moins un des aimants étant disposé dans le logement, le pôle nord dudit aimant interagissant avec au moins un des aimants d'un deuxième, respectivement premier, organe de stockage qui fait face audit aimant et le pôle nord dudit aimant interagissant avec au moins un des aimants d'un autre deuxième, respectivement premier, organe de stockage qui lui fait face selon l'axe X. De cette façon, un aimant d'un des premier organes de stockage interagit avec les deuxièmes organes de stockage adjacents qu'il sépare selon l'axe X. L'accumulateur est ainsi particulièrement compact.

Selon une variante, le support d'au moins un, de préférence de chacun des premiers, respectivement deuxièmes, organe de stockage comporte des aimants disposés sur une de ses faces qui interagissent avec les aimants du deuxième, respectivement premier, organe de stockage en regard de ladite face, et comporte d'autres aimants disposés sur sa face opposée qui interagissent avec les aimants d'un autre deuxième, respectivement premier, organe de stockage en regard de ladite face opposée.

De préférence, la distance mesurée selon l'axe X entre chaque paire consécutive de premiers organes de stockage est constante et/ou la distance mesurée selon l'axe X entre chaque paire consécutive de deuxièmes organes de stockage est constante. De préférence, la distance entre chaque paire formée d'un premier organe de stockage et d'un deuxième de stockage qui lui est contigu est constante.

De préférence, les premier et deuxième organes de stockage qui sont disposés chacun à une des extrémités de l'accumulateur comportent, du côté qui est opposé aux autres organes de stockage, une plaque en un matériau ferromagnétique. La plaque est de préférence faite d'un matériau ferromagnétique, ce qui permet ainsi de refermer le champ magnétique et d'éviter des interactions magnétiques avec d'autres organes disposés à distance de l'accumulateur et qui sont magnétiquement susceptibles.

Le premier mécanisme de stockage peut comporter une première entretoise s'étendant selon un axe parallèle à l'axe X et sur laquelle les premiers organes de stockage sont fixés, la première entretoise étant de préférence fixée sur la face radialement extérieure de chaque premier organe de stockage, et/ou, le deuxième mécanisme de stockage peut comporter une deuxième entretoise s'étendant selon un axe parallèle à l'axe X et sur laquelle les deuxièmes organes de stockage sont fixés, la deuxième entretoise étant de préférence fixée sur la face radialement extérieure de chaque deuxième organe de stockage.

La première entretoise peut être en butée contre la deuxième entretoise dans la configuration d'équilibre stable et/ou dans la configuration d'équilibre instable. En variante, le premier mécanisme de stockage peut être fixé rigidement sur un arbre d'axe X et le deuxième organe de stockage est monté rotatif autour de l'axe X, ce qui permet d'optimiser les aires en regard des premier et deuxième organes de stockage.

Par ailleurs, l'invention concerne un dispositif de conversion d'énergie mécanique en énergie magnétique et *vice versa*, le dispositif comportant :

- un accumulateur d'énergie selon l'invention, les premier et deuxième organes de stockage étant mobiles en rotation autour de l'axe X,
 - un mécanisme de transmission comportant un arbre de transmission principal et des premier et deuxième arbres de transmission secondaires, un différentiel pour distribuer la vitesse de rotation de l'arbre de transmission principal à chacun des premier et deuxième arbres de transmission secondaires,
 - un mécanisme de commande comportant un mécanisme de transfert de puissance à variation continue comportant des premier et deuxième arbres de commande en coopération de rotation l'un avec l'autre, le rapport entre la vitesse de rotation du premier arbre de commande sur la vitesse de rotation du deuxième arbre de commande étant ajustable,
- le premier organe de stockage, le premier arbre de transmission secondaire et le premier arbre de commande étant en coopération de rotation les uns avec les autres, et

le deuxième organe de stockage, le deuxième arbre de transmission secondaire et le deuxième arbre de commande étant en coopération de rotation les uns avec les autres.

Comme cela apparaîtra plus en détail par la suite, lorsque l'accumulateur a emmagasiné de l'énergie magnétique, l'ajustement du rapport de la vitesse de rotation du premier arbre de commande sur la vitesse de rotation du deuxième arbre de commande permet de restituer l'énergie accumulée à l'arbre de distribution sous forme mécanique. Le dispositif de conversion agit alors comme un moteur. En modifiant ledit rapport, le mécanisme de commande peut contraindre le différentiel et ainsi forcer le déplacement des premier et deuxième organes de stockage de la configuration stable vers une configuration instable pour emmagasiner de l'énergie. Le dispositif de conversion agit alors comme une batterie.

De préférence, le dispositif comporte des premier et deuxième réducteurs de transmission pour que la vitesse de rotation du premier organe de stockage et la vitesse de rotation du deuxième organe de stockage respectivement soient chacune inférieures à la vitesse de rotation de l'arbre de transmission. De cette façon, par exemple lorsque l'arbre de transmission principal est relié directement ou indirectement à une roue d'un véhicule, on assure que l'accumulateur atteint la configuration d'équilibre instable après qu'un nombre élevé de tours de roues, et par conséquent une grande distance, ait été parcourue par la roue.

Le premier réducteur de transmission et le deuxième réducteur de transmission peuvent présenter le même rapport de démultiplication.

Le premier réducteur de transmission et/ou le deuxième réducteur de transmission peuvent être un démultiplicateur à engrenages cylindriques. De préférence, le premier réducteur de transmission et/ou le deuxième réducteur de transmission comportent des trains épicycloïdaux, notamment d'axe X.

Par ailleurs, le dispositif peut en outre comporter un premier réducteur de commande pour que la vitesse de rotation du premier organe de stockage soit inférieure à la vitesse de rotation du premier arbre de commande et/ou un deuxième réducteur de commande pour que la vitesse de rotation du deuxième organe de stockage soit inférieure à la vitesse de rotation du deuxième arbre de commande.

La réduction des premier et deuxième réducteurs de commande peut être inférieure à la réduction des premier et deuxième réducteurs de transmission. Avantagusement, un faible nombre de tours de rotation des premier et deuxième arbres de

commande permettent de modifier le décalage angulaire entre les premier et deuxième organes de stockage.

Le premier réducteur de commande et le deuxième réducteur de commande peuvent présenter le même rapport de démultiplication.

5 Le premier réducteur de commande et/ou le deuxième réducteur de commande peuvent être un démultiplicateur à engrenages cylindriques. De préférence, le premier réducteur de transmission et/ou le deuxième réducteur de transmission sont des trains épicycloïdaux, notamment d'axe X.

10 Par ailleurs, le dispositif peut comporter des premier et deuxième collecteurs en coopération de rotation avec les premier et deuxième organes de stockage respectivement.

Le premier collecteur peut être engrené sur le premier réducteur de transmission et sur le premier réducteur de commande et le deuxième collecteur peut être engrené sur le deuxième réducteur de transmission et sur le deuxième réducteur de commande.

15 Le premier organe de stockage peut comporter une première dentelure annulaire d'axe X, le premier collecteur comportant un pignon engrené dans la première dentelure et/ou le deuxième organe de stockage peut comporter une deuxième dentelure annulaire d'axe X, le deuxième collecteur comportant un pignon engrené dans la deuxième dentelure.

20 Par ailleurs, le mécanisme de transfert de puissance peut être un dispositif de transmission progressive, par exemple choisi parmi un variateur à organe de transfert de puissance trapézoïdal, notamment un variateur à courroie trapézoïdale, et un variateur toroïdal, notamment à axes concourants ou à disques coaxiaux.

25 De préférence, le mécanisme de transfert est un variateur à organe de transfert de puissance trapézoïdal, qui permet avantageusement de transférer une grande puissance du premier au deuxième arbre de commande et *vice versa*, grâce à l'organe de transfert de puissance trapézoïdal.

L'invention concerne encore un véhicule, notamment choisi parmi une voiture, une motocyclette, un camion, un engin de chantier, un engin agricole, un chariot de transport de charges lourdes et une bicyclette, comportant un accumulateur selon l'invention ou un dispositif selon l'invention. De préférence, le véhicule est une bicyclette.

30 De préférence, l'arbre de transmission du dispositif est en coopération de rotation avec un arbre d'une roue motrice du véhicule. L'arbre de transmission du dispositif du dispositif peut être un arbre d'une roue du véhicule.

L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description détaillée et des exemples qui vont suivre, présentés à titre illustratif et non limitatif et du dessin annexé, dans lequel :

[Fig. 1] est une vue en perspective d'un exemple d'accumulateur selon l'invention ;

[Fig. 2] illustre schématiquement le fonctionnement d'une variante de l'exemple d'accumulateur de la figure 1 ;

[Fig. 3] est une vue schématique de dessus d'un exemple de dispositif selon l'invention ;

[Fig. 4] est une vue schématique de face d'un mécanisme de transfert de puissance à variation continue mis en œuvre dans le dispositif illustré sur la figure 3;

[Fig. 5] est une vue schématique de dessus d'un autre exemple de dispositif selon l'invention ; et

[Fig. 6] est une vue en perspective d'une partie du dispositif illustré sur la figure 5 ;

Dans les figures, les dimensions et les échelles des différents éléments constitutifs de l'accumulateur, du variateur et du dispositif selon l'invention n'ont pas toujours été nécessairement respectées, par souci de clarté du dessin.

On a illustré sur les figures 1 et 2 un exemple d'accumulateur selon l'invention.

L'accumulateur comporte un premier organe de stockage 2 et un deuxième organe de stockage 3 qui sont chacun rotatifs autour d'un axe X.

Les premier et deuxième organes de stockage sont en outre mobiles en rotation l'un par rapport à l'autre autour de l'axe X.

Les premier et deuxième organes de stockage sont identiques, si bien que la description d'un des premier organes de stockage faite ci-dessous est applicable au deuxième organe de stockage.

Ledit organe de stockage comporte un support 4 et plusieurs paires d'aimants 13 de polarité inversée selon l'axe X.

Le support 4 présente la forme d'un disque percé en son centre, un arbre de maintien 30 d'axe X traversant le support 4 de part en part dans son épaisseur.

Le support comporte par ailleurs des trous 31 qui le traversent dans son épaisseur. Les trous sont de contour circulaire d'axe parallèle à l'axe X et sont répartis

régulièrement les uns des autres autour de l'axe X. Par exemple, le support de la figure 1 comporte 6 trous répartis à 60° les uns des autres autour de l'axe X tandis que le support illustré sur la figure 2 en comporte 4 répartis à 90° les uns des autres autour de l'axe X.

Les aimants 13 sont logés dans les trous 31, par exemple introduits en force. Ils
5 sont répartis en alternance de pôles autour de l'axe X, i.e. en parcourant le support autour de l'axe X, à un aimant « NS » succède consécutivement un aimant « SN ».

Le support 4 comporte par ailleurs une face radialement extérieure 32 dentelée.

L'accumulateur illustré sur la figure 5 comporte un premier mécanisme de
stockage 38 comportant plusieurs premiers organes de stockage 2 et un deuxième mécanisme
10 de stockage 39 comportant plusieurs deuxièmes organes de stockage. Les premier et
deuxièmes mécanismes de stockage sont disposés en alternance et sont ainsi interdigités.

Les premiers et deuxièmes organes de stockage sont disposés en alternance deux
à deux selon l'axe X. Ainsi, en parcourant l'axe X dans un sens, hormis pour ce qui concerne
les organes de stockage disposés aux extrémités de l'accumulateur selon l'axe X, chaque
15 deuxième organe de stockage est disposé entre deux premiers organes de stockage adjacents
et *vice versa*.

Par ailleurs, ils sont espacés les uns des autres d'une distance d' , mesurée selon
l'axe X, qui est constante.

Les premiers organes de stockage et les deuxièmes organes de stockage sont
20 entraînés en rotation autour de l'axe X chacun au moyen d'un premier arbre collecteur 40 et
au moyen d'un deuxième collecteur 41 respectivement qui sont rotatifs chacun autour d'un
axe parallèle à l'axe X.

Le premier collecteur et le deuxième collecteur portent des pignons 43 qui sont
engrenés chacun dans la radialement extérieure dentelée 32 d'un premier organe de stockage
25 et d'un deuxième organe de stockage respectivement.

La mise en rotation des premier 40 et deuxième 41 collecteurs selon des sens de
rotation différents résulte ainsi en une mise en rotation relative du premier organe de
stockage 2 par rapport au deuxième organe stockage 3.

Les premiers et deuxième organe de stockage peuvent ainsi être disposés,
30 comme cela est illustré sur la figure 2 a), selon une première configuration d'équilibre stable
selon laquelle les aimants 13 du premier organe de stockage sont disposés chacun selon un
axe parallèle à l'axe X en regard d'un aimant 17 de polarité inversée selon l'axe X du

deuxième organe de stockage. Autrement dit, chaque aimant « SN » du premier organe de stockage est intégralement superposé axialement à un aimant « SN » du deuxième organe de stockage et *vice versa*, et chaque aimant « NS » du premier organe de stockage est intégralement superposé axialement à un aimant « NS » du deuxième organe de stockage et *vice versa*. Ainsi, les ressorts en regard selon l'axe X ont des pôles qui s'attirent. Cette configuration d'équilibre stable correspond à celle où l'énergie magnétique dans l'accumulateur est minimale et pour laquelle l'accumulateur n'a pas emmagasiné d'énergie.

La mise en rotation relative des premier et deuxième organes de stockage déplace les aimants des premier et deuxième organes de stockage les uns par rapport aux autres dans une direction transverse à l'axe X vers différentes configurations instables fonction de l'angle de rotation du premier organe de stockage par rapport au deuxième organe de stockage.

Dans ces configurations instables, un aimant du premier organe de stockage est au moins partiellement superposé avec un aimant de même polarité et optionnellement avec un aimant de polarité inversée le long de l'axe X, comme cela peut être observé sur la figure 2 b).

L'accumulateur peut être disposé dans une configuration d'équilibre instable par une rotation relative d'un angle de 90° autour de l'axe X entre les premiers et deuxièmes organes de stockage. Dans cette configuration d'équilibre instable, les aimants du premier organe de stockage sont disposés chacun selon un axe parallèle à l'axe X en regard d'un aimant de même polarité selon l'axe X du deuxième organe de stockage. Autrement dit, chaque aimant « SN » du premier organe de stockage est intégralement superposé axialement à un aimant « NS » du deuxième organe de stockage et *vice versa*, et chaque aimant « NS » du premier organe de stockage est intégralement superposé axialement à un aimant « SN » du deuxième organe de stockage et *vice versa*. Ainsi, les ressorts en regard selon l'axe X se repoussent, générant une force électromagnétique élevée entre eux. Cette configuration d'équilibre instable illustrée sur la figure 2 c) est celle où l'énergie magnétique dans l'accumulateur est maximale.

Dans l'exemple illustré, les premier et deuxième organes comportent quatre ou six aimants. Ce nombre n'est toutefois pas limitatif et peut être plus élevé ou plus faible, sans que cela ne modifie les aptitudes au stockage d'énergie de l'accumulateur. De

préférence, les aimants sont disposés régulièrement et en alternance de polarité autour de l'axe X.

L'accumulateur selon l'invention permet d'emmagasiner une grande densité
massique d'énergie par un faible déplacement relatif du premier organe de stockage par
rapport au deuxième organe de stockage.

La figure 3 illustre un premier exemple de dispositif 50 selon l'invention pour
convertir une énergie mécanique en énergie magnétique et *vice versa*.

Le dispositif comporte un accumulateur d'énergie 1 selon l'invention tel que
décrit sur les figures 1 et 2, un mécanisme de transmission 52 et un mécanisme de commande
54 qui sont liés cinématiquement les uns aux autres.

Le mécanisme de transmission 52 comporte un arbre de transmission principal
55, des premier 56 et deuxième 57 arbres de transmission secondaires et un différentiel 58.

L'arbre de transmission principal 55 est par exemple en coopération de rotation,
directe ou indirecte, avec un arbre de sortie d'un moteur ou un arbre de rotation d'une roue
d'un véhicule. Ainsi l'arbre de distribution transmet une énergie mécanique destinée à être
emmagasinée par l'accumulateur 1 sous forme magnétique ou récupère une énergie
mécanique produite par la libération de l'énergie d'interaction magnétique entre les aimants
de l'accumulateur. Comme cela sera décrit par la suite, l'accumulation ou la restitution de
l'énergie d'interaction magnétique est commandée par le mécanisme de commande 54.

Le différentiel 58 est configuré pour distribuer la vitesse de rotation de l'arbre
de transmission principal 55 à chacun des premier 56 et deuxième 57 arbres de transmission
secondaires.

Le dispositif de conversion 50 comporte des premier 58 et deuxième 59
collecteurs qui sont en coopération de rotation avec les premier 2 et deuxième 3 organes de
stockage respectivement.

Les premier et deuxième collecteurs comportent des premier 60 et deuxième 61
arbres collecteurs portant des premiers 62 et deuxièmes 63 pignons collecteurs.

Chacun des premiers pignons collecteurs 62 est engrené sur une dentelure portée
par la face radialement extérieure 64 du support d'un premier organe de stockage 2
correspondant et chaque deuxième pignon collecteur 63 du deuxième collecteur est engrené
sur une dentelure 65 portée par la face radialement extérieure du support d'un deuxième
organe de stockage 3 correspondant.

Par ailleurs, le mécanisme de transmission 52 comporte un premier réducteur de transmission 70 qui est disposé entre le premier arbre de transmission 56 et le premier collecteur 58. Il comporte en outre un deuxième réducteur de transmission 71 qui est disposé entre le deuxième arbre de transmission 57 et le deuxième collecteur 59.

5 Le mécanisme de transmission 52 est adapté à ce que la vitesse de rotation du premier organe de stockage 2 et la vitesse de rotation du deuxième organe de stockage 3 respectivement soient chacune inférieures à la vitesse de rotation de l'arbre de transmission principal 55. De cette façon, on assure qu'un grand nombre de rotations de l'arbre de distribution principal 55 résulte en une faible rotation relative des premier et deuxième
10 organes de stockage l'un par rapport à l'autre.

Les premier 70 et deuxième 71 réducteurs de transmission de l'exemple illustrés sont des démultiplicateurs à engrenages cylindriques. D'autres types de réducteurs peuvent toutefois être envisagés.

Le mécanisme de commande 54 comporte un mécanisme de transfert de
15 puissance à variation continue 80 comportant des premier 81 et deuxième 82 arbres de commande en coopération de rotation l'un avec l'autre. Le rapport de la vitesse de rotation du premier arbre de commande sur la vitesse de rotation du deuxième arbre de commande peut être ajusté par l'utilisateur du dispositif, afin d'entraîner une accumulation ou une restitution d'énergie.

20 Le variateur à organe de transfert de puissance trapézoïdal peut comporter des premier 83 et deuxième 84 plateaux fixés au premier 81 et deuxième 82 arbres de commande et d'axes confondus avec les axes respectifs des premier et deuxième arbres de commande.

Les premier et deuxième plateaux entraînent en rotation un organe de transfert de puissance 85, par exemple une courroie ou une chenille, par leurs faces radialement
25 extérieures 86, 87. L'organe de transfert de puissance est inextensible et de longueur constante ainsi que la distance entre les centres des premier et deuxième plateaux. Le variateur est configuré pour présenter que les premier et deuxième plateaux présentent des diamètres qui peuvent varier conjointement pour maintenir une tension et une longueur sensiblement constantes dans la courroie.

30 Le fonctionnement de l'organe d'un exemple de variateur à organe de transfert de puissance trapézoïdal est illustré sur la figure 4. Lorsque les premier et deuxième plateaux présentent des diamètres ϕ_1 , ϕ_2 identiques (figure 4 b)), les vitesses de rotation des premier

et deuxième arbre de commande sont alors égales. En conséquence, les vitesses des premier et deuxième collecteurs sont identiques. Ainsi, la vitesse relative de rotation du premier organe de stockage 2 par rapport au deuxième organe de stockage 3 est nulle. Il n'y a alors ni accumulation ni restitution d'énergie dans l'accumulateur.

5 Lorsque le premier plateau présente un diamètre ϕ_1 plus grand, respectivement plus petit, que celui ϕ_2 du deuxième plateau, la vitesse du premier collecteur 58 est inférieure, respectivement supérieure à la vitesse du deuxième collecteur 59. Les premiers organes de stockage tournent alors moins vite, respectivement plus vite, que les deuxièmes organes de stockage. La vitesse de rotation d'un premier organe de stockage par rapport à un deuxième
10 organe de stockage est alors négative, respectivement positive. De cette façon, il est ainsi possible de déplacer les premier et deuxième organes de stockage entre une configuration d'équilibre stable et une configuration d'équilibre instable pour emmagasiner de l'énergie magnétique dans l'accumulateur ou la restituer.

Le dispositif comporte en outre un premier réducteur de commande 88 disposé
15 entre le premier arbre de commande et le premier collecteur et un deuxième réducteur de commande 99 disposé entre le deuxième arbre de commande et le deuxième collecteur.

Par ailleurs, les forces d'interaction magnétique pouvant être élevées, afin d'éviter une déformation excessive des supports et pour maintenir une distance constante entre les premier et deuxième organes de stockage, l'accumulateur comporte des espaceurs
20 90 sous forme de billes logées dans des gorges annulaires de forme complémentaire, ménagées sur les faces des supports en regard des premier et deuxième organes de stockage. Ainsi, lors de la rotation relative des premier et deuxième organes de stockage l'un par rapport à l'autre, les billes roulent dans les gorges annulaires tout en maintenant les supports à distance constante.

25 La figure 5 illustre un autre exemple de dispositif de conversion d'énergie selon l'invention, qui diffère du dispositif illustré sur les figures 3 et 4 notamment par les différences suivantes.

Les premier 56 et deuxième 57 arbres de transmission comportent des pignons de transmission 92 qui sont engrenés sur des pignons d'entrée 93 portés par chacun des
30 premier 81 et deuxième 82 arbres de commande. Dans une variante non illustrée, le dispositif de conversion 50 peut comporter des premier et deuxième réducteurs de transmission

disposés entre le premier arbre de transmission et le premier arbre de commande d'une part et entre le deuxième arbre de transmission et le deuxième arbre de commande d'autre part.

Par ailleurs, les premier et deuxième arbres de transmission portent des pignons de sortie 94 qui sont engrenés respectivement sur des premiers 70 et deuxième 71 réducteurs de transmission qui sont en coopération de rotation avec les premier 2 et deuxième 3 organes de stockage respectivement.

Dans l'exemple illustré, les premier et deuxième réducteurs de transmission sont des premier et deuxième trains épicycloïdaux d'axe X.

Chaque train épicycloïdal comporte un pignon planétaire 96 d'axe X, un porte-satellite 97 d'axe X et des pignons satellites 98 d'axe parallèle à l'axe X disposés entre le pignon planétaire et le porte-satellite et engrenés sur le pignon satellite et sur le porte-satellite. Ainsi lors d'une rotation du pignon planétaire, les pignons satellites tournent autour de l'axe X et autour de leur axe parallèle à l'axe X, et entraînent la rotation du porte-satellite autour de l'axe X, la vitesse de rotation du porte-satellite autour de l'axe X étant inférieure à la vitesse de rotation du pignon planétaire.

Le porte-satellite 98 du premier train épicycloïdal comporte un premier arbre collecteur 100 disposé à sa périphérie radiale et qui s'étend axialement en portant des pignons 101 qui sont chacun engrené sur la dentelure extérieure d'un premier organe de stockage 2.

Le porte-satellite du deuxième train épicycloïdal comporte un deuxième arbre collecteur 102 d'axe X qui porte des pignons 103 chacun disposé dans un trou central d'axe X d'un deuxième organe de stockage 3 correspondant et qui est engrené sur une dentelure portée par la face radialement intérieure du trou.

Dans une variante, illustrée sur la figure 6, le porte-satellite du premier train épicycloïdal, respectivement du deuxième train épicycloïdal, comporte une première entretoise 104, respectivement une deuxième entretoise 105, fixée à sa périphérie radiale et qui s'étend axialement. La première entretoise, respectivement la deuxième entretoise, est fixée sur la face radialement extérieure de chacun des premiers 2, respectivement deuxièmes 3, organes de stockage, afin de les déplacer collectivement en rotation autour de l'axe X.

Exemple

On illustre ci-dessous un exemple de dimension d'un accumulateur selon l'invention, composant d'un dispositif de restitution destiné à être intégré au sein d'une bicyclette, l'arbre principal de distribution étant par exemple l'arbre d'une roue de la bicyclette.

5 L'accumulateur, du type de ceux illustrés sur les figures 1, 2 et 6 comporte 25 organes de stockage comportant chacun un support sous la forme d'un disque d'épaisseur égale à 3 mm et diamètre égal à 100 mm. Les organes de stockage sont disposés dans une boîte cubique de 10 cm de côté.

Les organes de stockage sont disposés alternativement le long d'un axe X autour
10 duquel ils sont mobiles en rotation. Les supports sont distants les uns des autres selon l'axe X d'une distance de 1 mm. Chaque support porte deux aimants en néodyme de type N52 de polarité opposée aptes à exercer avec un aimant similaire une force surfacique f_s de 50 N/cm². En supposant que les aimants couvrent toute la surface d'un support, la puissance totale P pouvant être générée par les interactions magnétiques dans l'accumulateur par
15 rotation d'un demi-tour est calculée selon la formule :
[math 1]

$$P = f_s * N * S * L / 2$$

avec :

- N étant le nombre d'interactions entre les disques du système, égal à 48, en
20 considérant que chaque disque interagit avec deux disques adjacents hormis les disques extrémaux, et
- S est l'aire de chaque disque, soit 78,5 cm²,
- L est le périmètre d'un disque, égal à 15,7 cm.

Ainsi, selon cet exemple, la puissance maximale issue des interactions
25 magnétiques qui peut être générée est d'environ 29,5 kJ.

Il est connu qu'il est nécessaire de dépenser environ 17 J/s et 25 J/s pour qu'une bicyclette d'une masse de 10 kg conduite par une personne d'une masse de 70 kg se déplace sur une route plate à une vitesse de 5 km/h et de 10 km/h.

En convertissant l'énergie magnétique emmagasinée par l'accumulateur en
30 travail d'entraînement de la roue, il est ainsi possible de faire avancer la bicyclette à une vitesse de 5 km/h pendant 29 min environ et à une vitesse de 10 km/h pendant 19 min environ.

Comme cela apparaît tout au long de la présente description, l'invention fournit un accumulateur et un dispositif de conversion qui sont compacts et peuvent être aisément disposés au sein d'une chaîne cinématique de transmission d'un véhicule. En outre, l'accumulateur permet d'accumuler une densité massique d'énergie magnétique élevée et de
5 la convertir en énergie mécanique immédiatement, par une simple commande de l'utilisateur.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits à titre illustratif et non limitatif. Par exemple, le dispositif de conversion peut comporter un mécanisme activateur, par exemple une manette fixée sur le guidon ou le cadre de la bicyclette, relié au mécanisme
10 de commande, l'utilisateur actionnant le mécanisme activateur pour commander le stockage ou la restitution d'énergie par l'accumulateur.

Revendications

1. Accumulateur d'énergie (1) comportant un premier mécanisme de stockage (38) comportant plusieurs premiers organes (2) de stockage, notamment rigidement reliés
5 entre eux, et un deuxième mécanisme de stockage (39) comportant plusieurs deuxièmes organes (3) de stockages, notamment rigidement reliés entre eux, le premier mécanisme de stockage (38) et le deuxième mécanisme de stockage (39) étant interdigités, les premiers (2) et deuxièmes (3) organes de stockage étant espacés l'un de l'autre d'une distance (d') fixe selon un axe X,
10 chacun des premiers et deuxièmes organes de stockage comportant deux aimants permanents de polarité inversée le long de l'axe X,
au moins un des aimants (13) des premiers organes de stockage (2) interagissant magnétiquement avec au moins un des aimants (17) des deuxièmes organes de stockage (3) dans au moins une configuration de l'accumulateur d'énergie, et *vice versa*,
15 les premiers (2) et deuxièmes (3) organes de stockage étant mobiles l'un par rapport à l'autre entre une configuration d'équilibre stable où l'énergie magnétique induite par l'interaction magnétique entre les aimants des premiers et deuxièmes organes de stockage est minimale et au moins une configuration instable où l'énergie magnétique est supérieure à l'énergie magnétique dans la configuration stable.
20
2. Accumulateur selon la revendication 1, les premiers (2) et deuxièmes (3) organes de stockage étant identiques.
3. Accumulateur selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, chaque aimant (13) des premiers organes de stockage (2) interagissant magnétiquement avec au moins un des aimants (17) des deuxièmes organes de stockage (3) dans au moins une
25 configuration de l'accumulateur d'énergie, et *vice versa*.
4. Accumulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel dans la configuration d'équilibre stable, chaque aimant des premiers organes de stockage fait face selon l'axe X à un aimant des deuxièmes organes de stockage de polarité opposée, et *vice versa*.
- 30 5. Accumulateur selon la revendication précédente, selon lequel dans la configuration d'équilibre stable, chaque aimant des premiers organes de stockage étant

superposé à un unique aimant des deuxièmes organes de stockage de polarité opposée dans la configuration d'équilibre stable, et *vice versa*.

6. Accumulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel dans une configuration d'équilibre instable où l'énergie magnétique est maximale, chaque aimant des premiers organes de stockage fait face selon l'axe X à un aimant des deuxièmes organes de même polarité, et *vice versa*.

7. Accumulateur selon la revendication précédente, chaque aimant des premiers organes de stockage étant superposé à un unique aimant des deuxièmes organes de stockage de même polarité dans la configuration d'équilibre instable, et *vice versa*.

8. Accumulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, les premiers organes de stockage et/ou les deuxièmes organes de stockage présentant une forme générale d'un disque d'axe X.

9. Accumulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, les premiers et deuxièmes organes de stockage étant mobiles l'un par rapport à l'autre en rotation autour de l'axe X.

10. Accumulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, les premiers organes de stockage et/ou les deuxièmes organes de stockage comportant un support (4) portant les aimants, le support étant diamagnétique, par exemple en cuivre ou en laiton, ou paramagnétique, par exemple en un alliage d'aluminium ou de tungstène.

11. Accumulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, la distance entre chaque paire consécutive de premiers organes de stockage étant constante et/ou la distance entre chaque paire consécutive de deuxième organes de stockage étant constante.

12. Accumulateur selon l'une quelconque des revendications 10 et 11, la distance entre chaque paire formée d'un premier organe de stockage et d'un deuxième de stockage qui lui est contigu étant constante.

13. Dispositif (50) de conversion d'énergie mécanique en énergie magnétique et *vice versa*, le dispositif comportant :

- un accumulateur d'énergie (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, les premier et deuxième organes de stockage étant mobiles en rotation autour de l'axe X,
- un mécanisme de transmission (54) comportant un arbre de transmission principal (55) et des premier (56) et deuxième (57) arbres de transmission secondaires, un différentiel (58)

pour distribuer la vitesse de rotation de l'arbre de transmission principal à chacun des premier et deuxième arbres de transmission secondaires,

- un mécanisme de commande (54) comportant un mécanisme de transfert de puissance à variation continue (80) comportant des premier (81) et deuxième (82) arbres de commande en coopération de rotation l'un avec l'autre, le rapport entre la vitesse de rotation du premier arbre de commande sur la vitesse de rotation du deuxième arbre de commande étant ajustable,

le premier organe de stockage (2), le premier arbre de transmission secondaire (56) et le premier arbre de commande (81) étant en coopération de rotation les uns avec les autres, et le deuxième organe de stockage (3), le deuxième arbre de transmission secondaire (57) et le deuxième arbre de commande (82) étant en coopération de rotation les uns avec les autres.

14. Dispositif selon la revendication 13, comportant des premier (70) et deuxième (71) réducteurs de transmission pour que la vitesse de rotation du premier organe de stockage et la vitesse de rotation du deuxième organe de stockage respectivement soient inférieures à la vitesse de rotation de l'arbre de transmission.

15. Dispositif selon la revendication précédente, le premier réducteur de transmission et/ou le deuxième réducteur de transmission comportant des trains épicycloïdaux, de préférence d'axe X.

16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, le mécanisme de transfert de puissance à variation continue étant un variateur à organe de transfert de puissance trapézoïdal.

17. Véhicule, notamment choisi parmi une voiture, une motocyclette, un camion, un engin de chantier, un engin agricole et une bicyclette, comportant un accumulateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 ou un dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 16.

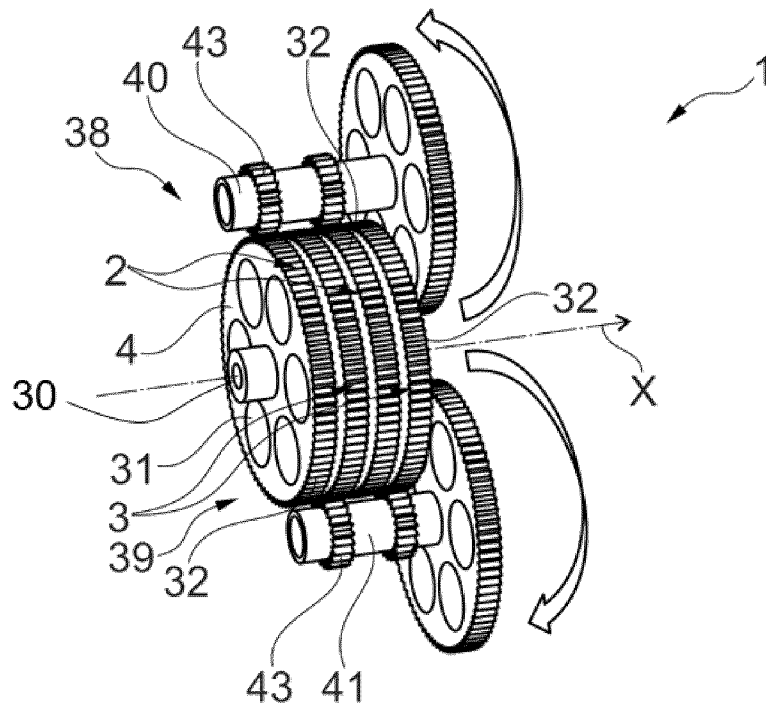


Fig. 1

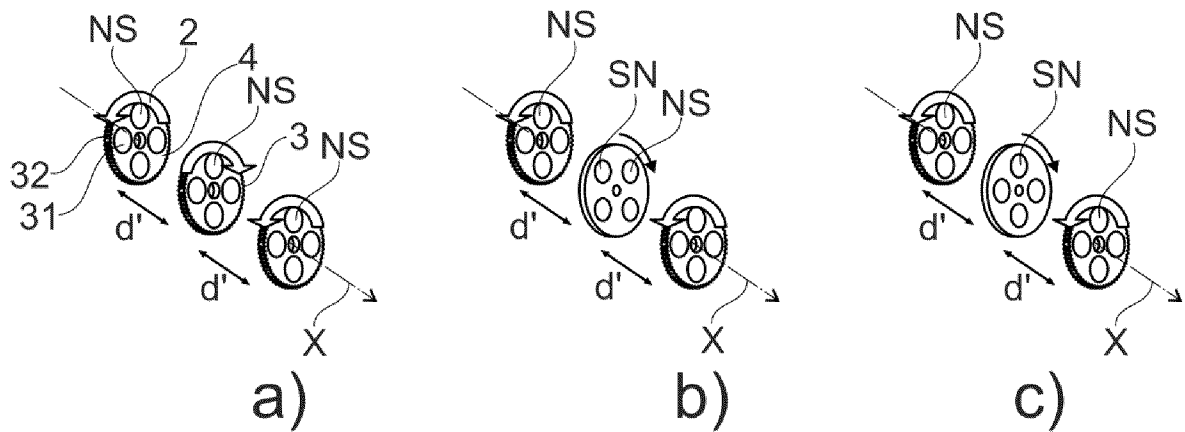


Fig. 2

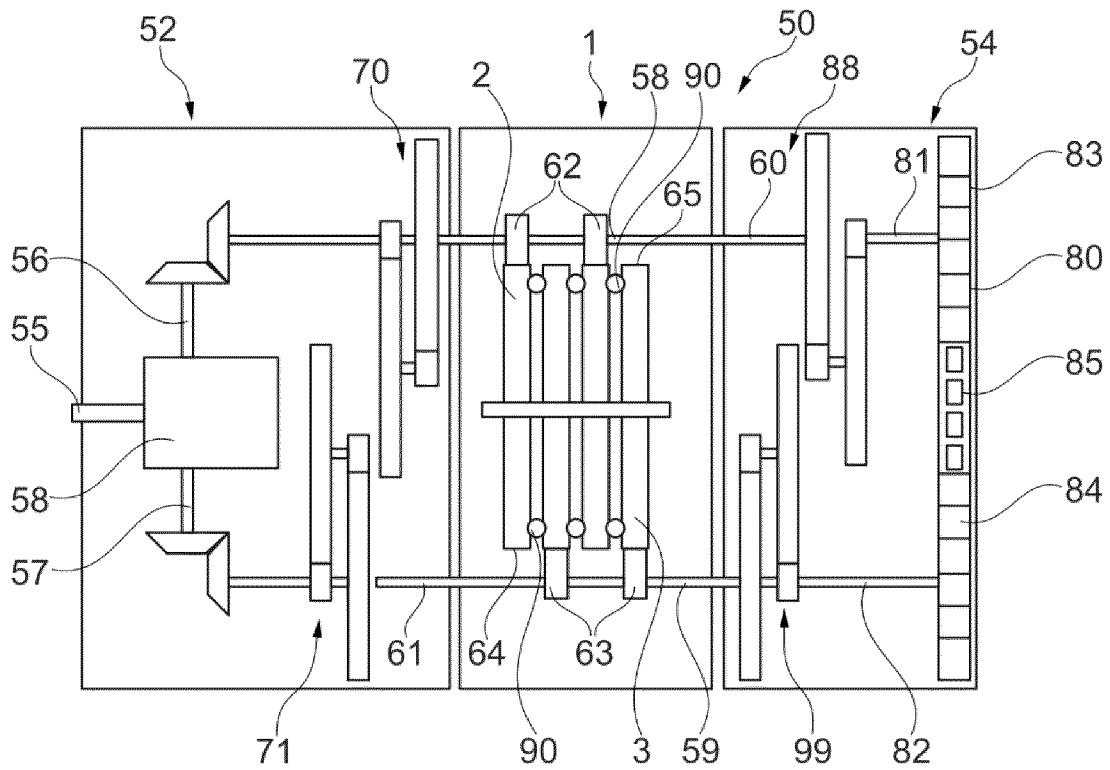


Fig. 3

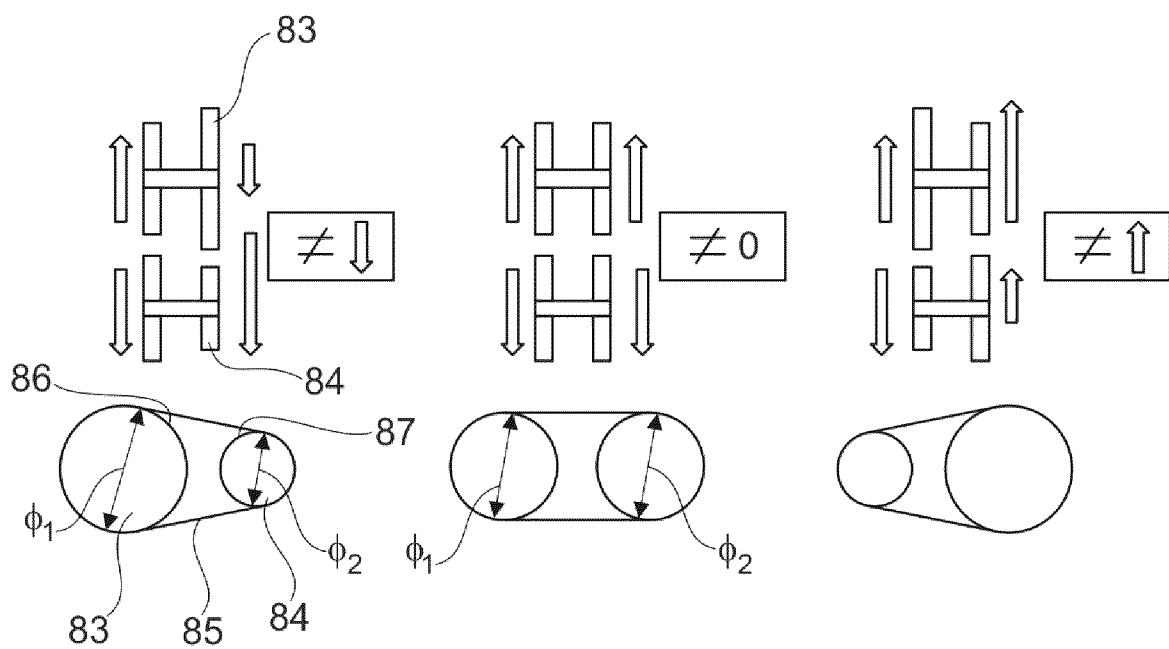


Fig. 4

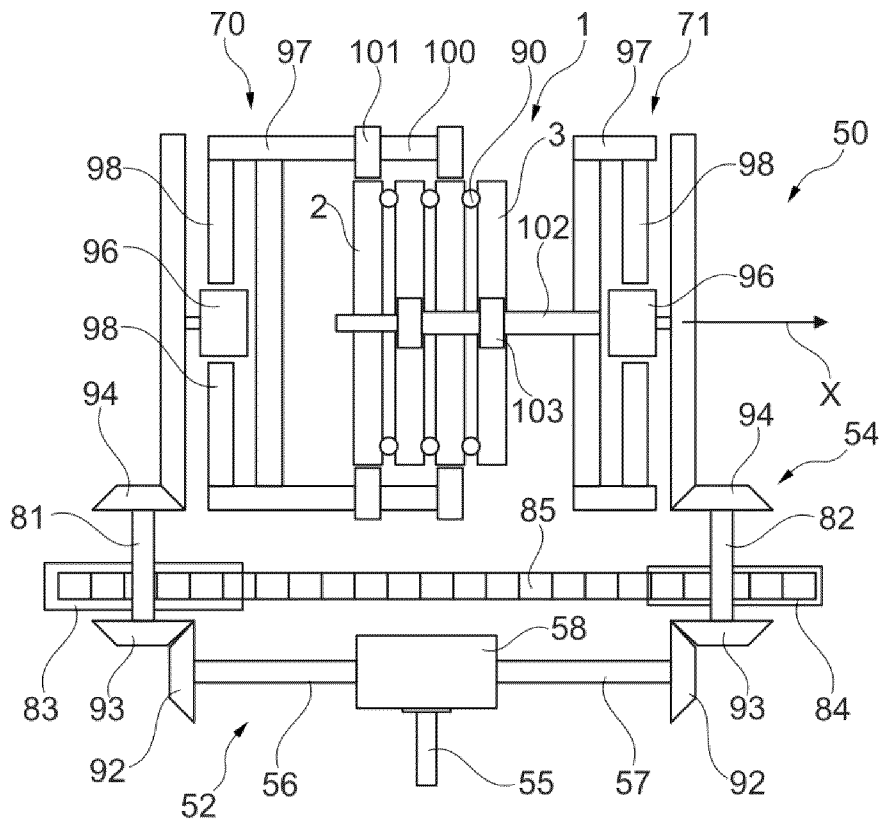


Fig. 5

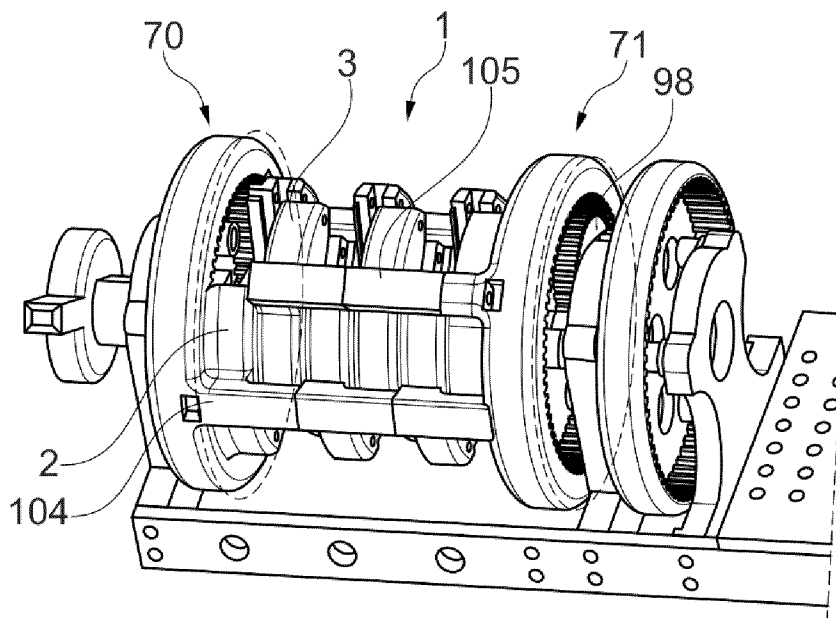


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/065420

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02K 7/18 (2006.01)i; F16F 6/00 (2006.01)i; H02K 49/10 (2006.01)i; H02K 7/02 (2006.01)n; H02K 53/00 (2006.01)n; H02K 7/116 (2006.01)n; H02K 16/00 (2006.01)n According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02K; F16F Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2020386289 A1 (CLYMER MARK LAWRENCE [US] ET AL) 10 December 2020 (2020-12-10)	1-12,17
A	paragraphs [0054] - [0056], [0059], [0132] - [0134], [0149]; figures 4C-4D	13-16
Y	WO 2019053675 A2 (DE INNOVATION LAB LTD [GB]) 21 March 2019 (2019-03-21) page 19, lines 21-22; figure 2	1-12,17
Y	CN 114679027 B (UNIV SCIENCE AND TECHNOLOGY CHINA) 20 September 2022 (2022-09-20) paragraphs [0004] - [0005]; figure 1	1-12,17
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 07 August 2024		Date of mailing of the international search report 29 August 2024
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the) Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Georgopoulos, P Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/065420

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2020386289	A1	10 December 2020	NONE			
WO	2019053675	A2	21 March 2019	GB	2566499	A	20 March 2019
				WO	2019053675	A2	21 March 2019
CN	114679027	B	20 September 2022	NONE			

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE		
INV.	H02K7/18	F16F6/00
ADD.	H02K7/02	H02K53/00
		H02K49/10
		H02K7/116
		H02K16/00
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H02K F16F		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO - Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 2020/386289 A1 (CLYMER MARK LAWRENCE [US] ET AL) 10 décembre 2020 (2020-12-10)	1 - 12, 17
A	alinéas [0054] - [0056], [0059], [0132] - [0134], [0149]; figures 4C-4D	13 - 16
Y	WO 2019/053675 A2 (DE INNOVATION LAB LTD [GB]) 21 mars 2019 (2019-03-21) page 19, lignes 21-22; figure 2	1 - 12, 17
Y	CN 114 679 027 B (UNIV SCIENCE AND TECHNOLOGY CHINA) 20 septembre 2022 (2022-09-20) alinéas [0004] - [0005]; figure 1	1 - 12, 17
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent;; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent;; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
7 août 2024		29/08/2024
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Georgopoulos, P

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2024/065420

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2020386289	A1	10-12-2020	AUCUN	

WO 2019053675	A2	21-03-2019	GB 2566499 A	20-03-2019
			WO 2019053675 A2	21-03-2019

CN 114679027	B	20-09-2022	AUCUN	
