

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale
WO 2024/256352 A1

(43) Date de la publication internationale
19 décembre 2024 (19.12.2024)

(51) Classification internationale des brevets :

B60T 8/17 (2006.01) *F16D 55/36* (2006.01)
B60T 8/32 (2006.01) *F16D 63/00* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2024/065982

(22) Date de dépôt international :

10 juin 2024 (10.06.2024)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

23 05938 12 juin 2023 (12.06.2023)

FR

(71) Déposant : **SAFRAN LANDING SYSTEMS** [FR/FR] ; 7
rue Général Valérie André Inovel Parc Sud, 78140 VILLI-
ZY-VILLACOUBLAY (FR).

(72) Inventeurs : **LADEIRA BOECHAT LEMOS, Thiago** ;
SAFRAN, c/o Centre d'Excellence Propriété Intellectuelle,
Rond-point René Ravaud, Réau, 77550 MOISSY-CRA-
MAYEL (FR). **KLIM, Graeme Peter Arthur** ; SAFRAN,
c/o Centre d'Excellence Propriété Intellectuelle, Rond-point
René Ravaud, Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR).

(74) Mandataire : **CABINET BOETTCHER** ; 5 rue de
Vienne, 75008 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,

(54) Title: WHEEL WITH COMBINED MAGNETIC/FRICTION BRAKING FOR A VEHICLE, AND AIRCRAFT LANDING GEAR AND AIRCRAFT WHICH ARE PROVIDED WITH SUCH A WHEEL

(54) Titre : ROUE A FREINAGE MIXTE MAGNETIQUE/FRICTION POUR VEHICULE, ATTERRISSEUR D'AERONEF ET AERONEF EQUIPES D'UNE TELLE ROUE

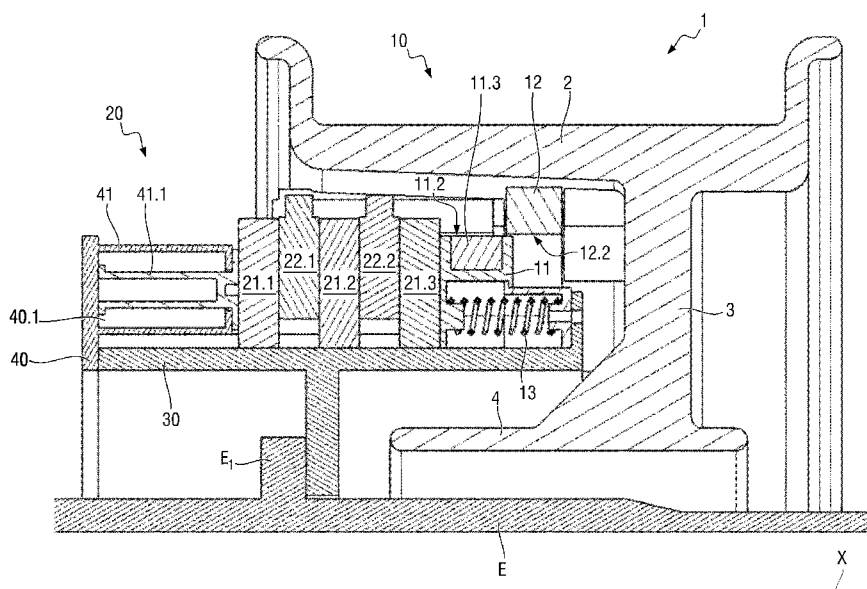


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a braked wheel (1) mounted on an axle (E) so as to be rotatable about an axis (X), comprising: – a first, magnetic braking device (10) comprising a stator (11) and a rotor (12) capable of producing a first braking torque, one of the stator and the rotor being arranged to move along the axis (X) between a position of free rotation and a braking position and to be returned to the position of free rotation by elastic return means; – a second, friction braking device (20) comprising a stack of discs (21.1, 21.2, 21.3, 22.1, 22.2) capable of producing a second braking torque on the wheel, the stack of discs comprising a rear face

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, 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))

axially facing the stator or the rotor arranged to move along the axis; and - at least one actuator (41) designed to exert a pressing force on a front face of the stack of discs.

(57) Abrégé : Roue (1) freinée montée à rotation sur un essieu (E) autour d'un axe (X), comprenant : – un premier dispositif de freinage (10), magnétique, comprenant un stator (11) et un rotor (12) susceptibles de produire un premier couple de freinage, l'un du stator et du rotor étant agencé pour se déplacer suivant l'axe (X) entre une position de libre rotation et une position de freinage et pour être rappelé dans la position de libre rotation par des moyens de rappel élastique; – un deuxième dispositif de freinage (20), par friction, comprenant une pile de disques (21.1, 21.2, 21.3 22.1, 22.2) susceptible de produire un deuxième couple de freinage sur la roue, la pile de disques comprenant une face arrière axialement en regard du stator ou du rotor agencé pour se déplacer suivant l'axe; et – au moins un actionneur (41) agencé pour exercer sur une face avant de la pile de disques un effort de presse.

**ROUE A FREINAGE MIXTE MAGNETIQUE/FRICTION POUR VEHICULE,
ATTERRISEUR D'AERONEF ET AERONEF EQUIPES D'UNE TELLE
ROUE**

5 La présente invention concerne le domaine du freinage
des roues de véhicule telles que les roues d'aéronef.
L'invention s'applique plus particulièrement aux
dispositifs à freinage mixte magnétique/friction, c'est-à-
10 dire les dispositifs dans lesquels on utilise simultanément
ou sélectivement un champ magnétique et un frottement
mécanique pour produire un effort de freinage.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

15 Une roue d'aéronef comprend généralement une jante
reliée par un voile à un moyeu qui est monté pour tourner
sur un essieu porté par une extrémité inférieure d'un
atterrisseur. La roue d'aéronef est traditionnellement
pourvue d'un dispositif de freinage permettant de ralentir
et d'immobiliser l'aéronef lorsqu'il est au sol.

20 Il est connu des dispositifs de freinage par friction
comprenant une pile de disques de freinage qui est logée
dans un espace s'étendant entre la jante et le moyeu et
qui comprend une alternance de disques rotoriques liés en
rotation à la roue et de disques statoriques fixes en
rotation par rapport à l'essieu. Le dispositif de freinage
25 comprend également des actionneurs hydrauliques ou
électromécaniques montés sur une couronne porte-
actionneurs et agencés pour appliquer sélectivement un
effort de presse sur la pile de disques de manière à freiner
la rotation de la roue.

30 Sont en outre connus des dispositifs de freinage
magnétique à courant de Foucault (dénommé « Eddy current »
en anglais) utilisés pour le freinage de roues de véhicules
et plus particulièrement de roues d'aéronef. Le dispositif
de freinage magnétique comprend généralement un rotor qui
35 est rapporté sur la roue en regard d'un stator monté
coulissant par rapport à l'essieu. L'un du rotor et du

stator est pourvu d'aimants tandis que l'autre dudit rotor et dudit stator est composé d'un matériau électriquement conducteur. Le coulisement du stator est généralement assujetti à des actionneurs hydrauliques ou électromécaniques agencés pour rapprocher sélectivement ledit stator du rotor de manière à générer un couple de freinage sur ledit rotor et ainsi freiner la rotation de la roue. Le document FR-A-3122405 décrit un tel dispositif de freinage magnétique.

Contrairement aux dispositifs de freinage par friction, les dispositifs de freinage à courants de Foucault ne sont pas soumis à l'usure, ce qui limite leur maintenance et l'émission de particules fines. Néanmoins, les dispositifs de freinage à courants de Foucault ne sont utilisables que lorsque le rotor a une certaine vitesse par rapport au stator. Il est donc apparu judicieux d'associer au dispositif de freinage magnétique un dispositif de freinage par friction pour assurer le freinage à basse vitesse ou en stationnement.

Cependant, cette association a tendance à nécessiter l'intégration d'un premier système de commande pour actionner le dispositif de freinage par friction, et d'un deuxième système de commande, indépendant du premier système de commande, pour actionner le dispositif de freinage à courant de Foucault, ce qui tend à complexifier la commande du frein, mais aussi à augmenter son poids et à compliquer son intégration dans la roue.

OBJET DE L'INVENTION

L'invention résulte de ces travaux et a pour but de proposer une roue de véhicule à freinage mixte remédiant au moins en partie aux inconvénients précités.

RESUME DE L'INVENTION

A cet effet, l'invention propose une roue freinée de véhicule montée à rotation sur un essieu autour d'un axe, comprenant :

- 5 - un premier dispositif de freinage, magnétique, comprenant un stator et un rotor agencés pour produire entre eux un flux magnétique susceptible d'engendrer des courants de Foucault produisant un premier couple de freinage de la roue, l'un du stator et du rotor étant agencé pour se déplacer suivant l'axe de rotation de la roue entre une position de libre rotation de la roue et une position de freinage de la roue et pour être rappelé dans la position de libre rotation par des moyens de rappel élastique ;
- 10 - un deuxième dispositif de freinage, par friction, comprenant une pile de disques comportant au moins un disque statorique et un disque rotorique agencés pour frotter l'un contre l'autre en produisant un deuxième couple de freinage de la roue, la pile de disques comprenant une face arrière axialement en regard du stator ou du rotor agencé pour se déplacer suivant l'axe de rotation de la roue ; et
- 15 - au moins un actionneur agencé pour exercer sur une face avant de la pile de disques un effort de presse suffisant pour forcer le disque statorique et le disque rotorique à frotter l'un contre l'autre et amener le stator ou le rotor à se déplacer de la position de libre rotation à la position de freinage.
- 20 L'effort de presse exercé par l'actionneur est ainsi susceptible de produire simultanément le premier couple de freinage et le deuxième couple de freinage, de sorte qu'un seul système de commande permet de piloter à la fois le premier dispositif de freinage et le deuxième dispositif
- 25 de freinage. Le fonctionnement et la mise en œuvre du système de freinage de la roue sont dès lors facilités et simplifiés, et le volume d'encombrement dudit système de freinage est limité.
- 30 Selon une caractéristique particulière, le premier dispositif de freinage est à flux radial.
- 35

Selon une autre caractéristique particulière, la roue comprend une jante annulaire reliée par un voile à un moyeu reçu à pivotement sur l'essieu, la jante délimitant avec le voile et le moyeu un espace annulaire dans lequel
5 s'étend le premier dispositif de freinage et le deuxième dispositif de freinage.

Selon une autre caractéristique particulière, les moyens de rappel élastique comprennent au moins un ressort.

Selon une autre caractéristique particulière, le
10 disque statorique et le disque rotorique sont montés coulissant selon l'axe de rotation de la roue sur un tube de torsion fixé à l'essieu.

De manière particulière, le stator est monté coulissant selon l'axe de rotation de la roue sur le tube
15 de torsion.

Selon une autre caractéristique particulière, le stator porte des aimants.

Selon une autre caractéristique particulière, l'actionneur est un actionneur hydraulique.

20 L'invention concerne aussi un atterrisseur d'aéronef comprenant au moins une telle roue.

L'invention concerne également un aéronef comprenant au moins un tel atterrisseur.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

25 L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description qui suit, laquelle est purement illustrative et non limitative, et doit être lue en regard des dessins annexés, parmi lesquels :

[Fig.1] la figure 1 est une représentation simplifiée d'un
30 aéronef comprenant des roues freinées selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;

[Fig.2] la figure 2 est une vue en coupe axiale de l'une des roues freinées de l'aéronef illustré à la figure 1 ;

[Fig.3] la figure 3 est une vue éclatée de la roue illustrée
35 à la figure 2.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

En référence à la figure 1, l'invention est décrite en application à un aéronef A comprenant deux atterrisseurs principaux P qui comportent chacun une jambe J ayant une première extrémité articulée sur une structure S de l'aéronef A et, à l'opposé, une deuxième extrémité portant des roues 1 tournant autour d'un axe X sur un essieu E tubulaire. Les atterrisseurs principaux P sont ici du type rétractable mais l'invention est applicable à des atterrisseurs fixes, voire à un autre type de véhicule comme un véhicule terrestre.

Les roues 1 sont dites « freinées », c'est-à-dire équipées d'un frein destiné à sélectivement ralentir et arrêter l'aéronef A lorsque celui-ci est au sol. La description qui suit porte sur l'une des roues 1 de l'aéronef, les roues 1 étant ici identiques mais pouvant aussi être différentes.

La roue 1 comporte, comme illustré à la figure 2, une jante 2 annulaire reliée par un voile 3 à un moyeu 4 reçu à pivotement sur l'essieu E au moyen de roulements (non représentés). La jante 2 s'étend en regard du moyeu 4 et délimite avec ledit moyeu 4 un espace annulaire ayant une extrémité au moins partiellement obturée par le voile 3 et, à l'opposée, une extrémité ouverte.

Le frein de la roue 1 comprend un premier dispositif de freinage 10 magnétique à flux radial et un deuxième dispositif de freinage 20 par friction.

Le premier dispositif de freinage 10 comprend un élément fixe en rotation, ou stator 11, et un élément mobile en rotation, ou rotor 12. Le stator 11 et le rotor 12 ont ici respectivement la forme d'un disque annulaire et d'une couronne ayant des axes centraux confondus avec l'axe X de rotation de la roue 1.

En référence à la figure 3, le rotor 12 a un pourtour externe qui comporte des rainures périphériques axiales

12.1 recevant chacune un tronçon d'extrémité d'une barrette 5 fixée sur la surface intérieure de la jante 2 pour assurer un couplage en rotation du rotor 12 avec la jante 2 autour de l'axe X. Des vis (non représentées) relient le rotor 12 aux tronçons d'extrémité des barrettes de sorte que ledit rotor 12 est fixe par rapport à la roue 1.

La couronne formant le rotor 12 est réalisée en un matériau électriquement conducteur et comprend un pourtour interne définissant une surface principale 12.2 du rotor 12. Cette surface principale 12.2 est de forme cylindrique et s'étend coaxialement à la roue 1.

Le stator 11 a un pourtour interne qui comporte des encoches périphériques axiales 11.1 recevant chacune un tronçon d'un tenon (non représenté) ou nervure qui est solidaire de la surface extérieure d'un tube de torsion 30 fixé à une collerette E₁ de l'essieu E pour assurer un couplage en rotation du stator 11 avec le tube de torsion 30 autour de l'axe X et un guidage en translation dudit stator 11 sur le tube de torsion 30 selon ledit axe X.

Le disque formant le stator 11 comprend un pourtour externe pourvu d'une série d'aimants 11.3 permanents définissant une surface principale 11.2 du stator 11. Cette surface principale 11.2 est de forme cylindrique et s'étend coaxialement à la roue 1 pour pouvoir être engagée dans la surface principale 12.2 du rotor 12. Les aimants 11.3 sont agencés de manière à engendrer des courants de Foucault dans le rotor 12 lorsque la surface principale 11.2 du stator 11 et la surface principale 12.2 du rotor 12 sont séparées par un faible entrefer et que ledit rotor 12 pivote par rapport audit stator 11.

Les tenons forment des glissières permettant au stator 11 de coulisser suivant l'axe X sur le tube de torsion 30 entre une première position dite de freinage (non illustrée) et une deuxième position dite de libre rotation de la roue 1 (illustrée à la figure 2) vers laquelle ledit

stator 11 est rappelé par des ressorts 13 hélicoïdaux équitablement répartis autour de l'axe X. Dans la position de freinage, le stator 11 est rapproché du rotor 12 au point que la surface principale 11.2 du stator 11 est engagée dans la surface principale 12.2 du rotor 12 : les surfaces principales 11.2, 12.2 sont séparées l'une de l'autre par un premier entrefer prédéterminé. Dans la position de libre rotation, le stator 11 est écarté du rotor 12 au point que la surface principale 11.2 du stator 11 est dégagée de la surface principale 12.2 du rotor 12 : les surfaces principales 11.2, 12.2 sont séparées l'une de l'autre par un deuxième entrefer prédéterminé qui est supérieur au premier entrefer. On comprend qu'en position de freinage, les aimants 11.3 du stator 11 engendrent dans le rotor 12 des courants de Foucault suffisants pour engendrer un couple de freinage sur ledit rotor 12, et qu'en position de libre rotation, ce couple de freinage est négligeable, voire inexistant.

Le deuxième dispositif de freinage 20 comprend, de façon connue en soi, des disques de frein, dont des disques statoriques 21.1, 21.2, 21.3 et des disques rotoriques 22.1, 22.2 qui sont empilés alternativement les uns entre les autres sur le tube de torsion 30. Les disques statoriques 21.1, 21.2, 21.3 et les disques rotoriques 22.1, 22.2 s'étendent à l'intérieur de l'espace annulaire délimité par la roue 1 et sont ici en carbone ou en acier.

En référence à la figure 3, les disques statoriques 21.1, 21.2, 21.3 ont un pourtour interne comportant des encoches périphériques axiales 21a recevant chacune un tronçon des tenons solidaires de la surface extérieure du tube de torsion 30 pour assurer un couplage en rotation des disques statoriques 21.1, 21.2, 21.3 avec le tube de torsion 30 autour de l'axe X.

Les disques statoriques 21.1, 21.2, 21.3 comprennent en particulier un premier disque statorique 21.1 et un

dernier disque statorique 21.3 entre lesquels s'étendent les disques rotoriques 22.1, 22.2 et l'autre disque statorique 21.2.

5 Le dernier disque statorique 21.3 comprend une face avant frottante qui est axialement en regard du disque rotorique 22.2, et une face arrière, opposée à la face avant, qui est axialement en regard du stator 11 du premier dispositif de freinage 10. On comprend que le premier
10 dispositif de freinage 10 est agencé entre le voile 3 de la roue 1 et le dernier disque statorique 21.3 du deuxième dispositif de freinage 20.

Les disques rotoriques 22.1, 22.2 ont un pourtour externe comportant des encoches périphériques axiales 22a recevant chacune un tronçon des barrettes 5 fixées sur la
15 surface intérieure de la jante 2 pour assurer un couplage en rotation des disques rotoriques 22.1, 22.2 avec la jante 2 autour de l'axe X.

Le frein comprend en outre des actionneurs 41 hydrauliques (ici au nombre de quatre) qui sont portés par
20 une couronne porte-actionneurs 40 fixée à une extrémité du tube de torsion 30. Les actionneurs 41 sont identiques les uns aux autres et ont des centres s'inscrivant sur un même cercle dont le centre est situé sur l'axe X de rotation de la roue 1.

25 Chacun des actionneurs 41 comprend un piston 41.1 reçu dans une cavité 40.1 cylindrique de la couronne porte-actionneurs 40. Les cavités 40.1 sont réparties équitablement autour de l'axe X de rotation de la roue 1. Les pistons 41.1 sont mobiles en translation selon un axe
30 parallèle à l'axe X de rotation de la roue 1 pour exercer sur une face avant du premier disque statorique 21.1 un effort de presse suffisant pour :

- amener le stator 11 à se déplacer, à l'encontre des ressorts 13, de la position de libre rotation à la
35 position de freinage en poussant la pile de disques

21.1, 21.2, 21.3, 22.1 contre ledit stator 11, de manière à engendrer un premier couple de freinage sur la roue 1 via le rotor 12 ; et

- forcer l'ensemble des disques 21.1, 21.2, 21.3, 22.1, 22.2 à frotter les uns contre les autres de manière à engendrer un deuxième couple de freinage sur la roue 1 via les disques rotoriques 22.1, 22.2.

La répartition équitable des actionneurs 41 autour de l'axe X permet de répartir équitablement les efforts de presse exercés par les pistons 41.1 sur le premier disque statorique 21.1 et indirectement sur le stator 11.

On comprend que :

- le coulisement du stator 11 entre la position de libre rotation et la position de freinage est assujéti aux actionneurs 41 via la pile de disques 21.1, 21.2, 21.3, 22.1, 22.2 ;
- lorsque le stator 11 est entre la position de libre rotation et la position de freinage, le deuxième couple de freinage engendré par friction dépend de la raideur des ressorts 13 ;
- dès lors que le stator 11 est en position de freinage, le premier couple de freinage engendré par les courants de Foucault est maximal et le deuxième couple de freinage engendré par friction n'est plus lié à la raideur des ressorts 13 ; et
- le premier couple de freinage et le deuxième couple de freinage sont cumulatifs.

On comprend également que :

- lorsque les efforts de presse exercés par les actionneurs 41 sur la pile de disques 21.1, 21.2, 21.3, 22.1, 22.2 sont inférieurs aux efforts de rappel exercés par les ressorts 13 sur le stator 11 en position de libre rotation, ledit stator 11 reste en position de libre rotation de sorte que le premier couple de freinage est négligeable (voire inexistant) et le

deuxième couple de freinage est fonction desdits efforts de presse.

- 5 - lorsque les efforts de presse exercés par les actionneurs 41 sur la pile de disques 21.1, 21.2, 21.3, 22.1, 22.2 sont légèrement supérieurs aux efforts de rappel exercés par les ressorts 13 sur le stator 11 en position de libre rotation, ledit stator 11 tend à se déplacer de la position de libre rotation vers la position de freinage de sorte que le premier couple de freinage est fonction de la raideur des ressorts 13 et le deuxième couple de freinage est fonction desdits efforts de presse et de ladite raideur des ressorts 13 ; et
- 10 - lorsque les efforts de presse exercés par les actionneurs 41 sur la pile de disques 21.1, 21.2, 21.3, 22.1, 22.2 sont largement supérieurs aux efforts de rappel exercés par les ressorts 13 sur le stator 11 en position de libre rotation, ledit stator 11 rejoint la position de freinage de sorte que le premier couple de freinage est maximal et le deuxième couple de freinage est fonction desdits efforts de presse.
- 15
- 20

Il est ainsi possible d'avoir un freinage par friction plus ou moins important (le deuxième dispositif de freinage 20 n'est pas nécessairement complètement engagé) alors que le freinage magnétique est maximal (le premier dispositif de freinage 10 est complètement engagé), ce qui permet de plus ou moins solliciter le deuxième dispositif de freinage 20 et donc de limiter l'usure des disques 21.1, 21.2, 21.3, 22.1, 22.2 dans les situations où le premier dispositif de freinage 10 est suffisant pour ralentir la roue 1. En d'autres termes, le deuxième dispositif de freinage 20 peut être sensiblement utilisé uniquement lorsque cela est nécessaire, notamment dans des plages de vitesse de la roue 1 où le premier dispositif de freinage 10 est le moins efficace, ou bien encore à des niveaux d'énergie qui

25

30

35

nécessitent à la fois l'utilisation du premier dispositif de freinage 10 et du deuxième dispositif de freinage 20, par exemple lors d'une interruption de décollage appelée aussi RTO pour « Rejected Take Off ».

5 On notera que le frottement des disques 21.1, 21.2, 21.3, 22.1, 22.2 entraîne, de façon connue en soi, une usure des différentes faces frottantes des disques statoriques 21.1, 21.2, 21.3 et des disques rotoriques 22.1, 22.2, et donc une diminution de leur épaisseur. Cette
10 usure peut être compensée par un dispositif de rattrapage couramment utilisé pour que la course d'actionnement, et donc le temps d'actionnement, des pistons 41.1 soit identique à chaque nouveau freinage, tout au long de l'utilisation et de l'usure des disques 21.1, 21.2, 21.3,
15 22.1, 22.2.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits mais englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les revendications.

20 Le rotor 12 peut être intégré à la roue 1.

Bien que le premier dispositif de freinage 10 magnétique soit ici à flux radial (le stator 11 et le rotor 12 n'ont comme surfaces principales 11.2, 12.2 que des surfaces axiales), il peut aussi être à flux axial (le
25 stator 11 et le rotor 12 ont comme surfaces principales que des surfaces radiales) ou combiner des flux radiaux et axiaux.

Les aimants 11.3 peuvent être portés par le rotor 12 au lieu du stator 11. Le stator 11 est alors réalisé ou
30 recouvert d'un matériau électriquement conducteur.

Les aimants 11.3 peuvent être des aimants permanents, des électroaimants ou une combinaison des deux.

Bien que le rapprochement relatif du stator 11 et du rotor 12 suivant l'axe X soit ici réalisé par un
35 coulissement dudit stator 11 sur le tube de torsion 30, il

peut aussi être réalisé par un coulisement dudit rotor 12 sur la jante 2.

La couronne porte-actionneurs 40 peut être fixée directement sur l'essieu E. Le tube de torsion 30 peut être
5 fixé sur la couronne porte-actionneurs 40.

Le nombre de disques statoriques 21.1, 21.2, 21.3 et le nombre de disques rotoriques 22.1, 22.2 peuvent être différents de ceux décrits et illustrés.

Bien que les disques statoriques 21.1, 21.2, 21.3 et
10 les disques rotoriques 22.1, 22.2 soient ici en carbone ou en acier, ils peuvent être en tout autre matériau adapté à l'application envisagée.

Le nombre d'actionneurs 41 peut être différent de celui décrit et illustré.

15 Bien que les actionneurs 41 soient ici portés par une même couronne porte-actionneurs 40, ils peuvent aussi être portés directement par le tube de torsion 30.

Bien que les actionneurs 41 soient ici hydrauliques, ils peuvent aussi être électriques, pneumatiques...

20 Les pistons 41.1 des actionneurs 41 peuvent être remplacés par tout autre moyen équivalent pouvant assurer cette fonction.

Les ressorts 13 hélicoïdaux peuvent être remplacés par tout moyen de rappel élastique permettant de rappeler le
25 stator 11 en position de libre rotation (ressorts à gaz, rondelles de type Belleville...).

L'invention est utilisable sur tout type de véhicule, aérien ou terrestre ou amphibie.

L'invention est utilisable pour d'autres applications
30 qu'un véhicule et par exemple pour tout équipement, industriel ou personnel, requérant un freinage.

REVENDICATIONS

1. Roue (1) freinée de véhicule montée à rotation sur un essieu (E) autour d'un axe (X), comprenant :
- un premier dispositif de freinage (10), magnétique, comprenant un stator (11) et un rotor (12) agencés pour produire entre eux un flux magnétique susceptible d'engendrer des courants de Foucault produisant un premier couple de freinage de la roue, l'un du stator et du rotor étant agencé pour se déplacer suivant l'axe (X) de rotation de la roue entre une position de libre rotation de la roue et une position de freinage de la roue et pour être rappelé dans la position de libre rotation par des moyens de rappel élastique ;
 - un deuxième dispositif de freinage (20), par friction, comprenant une pile de disques comportant au moins un disque statorique (21.1, 21.2, 21.3) et un disque rotorique (22.1, 22.2) agencés pour frotter l'un contre l'autre en produisant un deuxième couple de freinage de la roue, la pile de disques comprenant une face arrière axialement en regard du stator ou du rotor agencé pour se déplacer suivant l'axe de rotation de la roue ; et
 - au moins un actionneur (41) agencé pour exercer sur une face avant de la pile de disques un effort de presse suffisant pour forcer le disque statorique et le disque rotorique à frotter l'un contre l'autre et amener le stator ou le rotor à se déplacer de la position de libre rotation à la position de freinage.
2. Roue (1) selon la revendication 1, dans laquelle le premier dispositif de freinage (10) est à flux radial.
3. Roue (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant une jante (2) annulaire reliée par un voile (3) à un moyeu (4) reçu à pivotement sur l'essieu (E), la jante délimitant avec le voile et le moyeu un espace annulaire dans lequel s'étend le premier dispositif de freinage (10) et le deuxième dispositif de freinage

(20).

4. Roue (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les moyens de rappel élastique comprennent au moins un ressort (13).

5 5. Roue (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le disque statorique (21.1, 21.2, 21.3) et le disque rotorique (22.1, 22.2) sont montés coulissant selon l'axe (X) de rotation de la roue sur un tube de torsion (30) fixé à l'essieu (E).

10 6. Roue (1) selon la revendication 5, dans laquelle le stator (11) est monté coulissant selon l'axe (X) de rotation de la roue sur le tube de torsion (30).

15 7. Roue (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le stator (11) porte des aimants (11.3).

8. Roue (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'actionneur (41) est un actionneur hydraulique.

20 9. Atterrisseur (P) d'aéronef (A) comprenant au moins une roue (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

10. Aéronef (A) comprenant au moins un atterrisseur (P) selon la revendication 9.

1/3

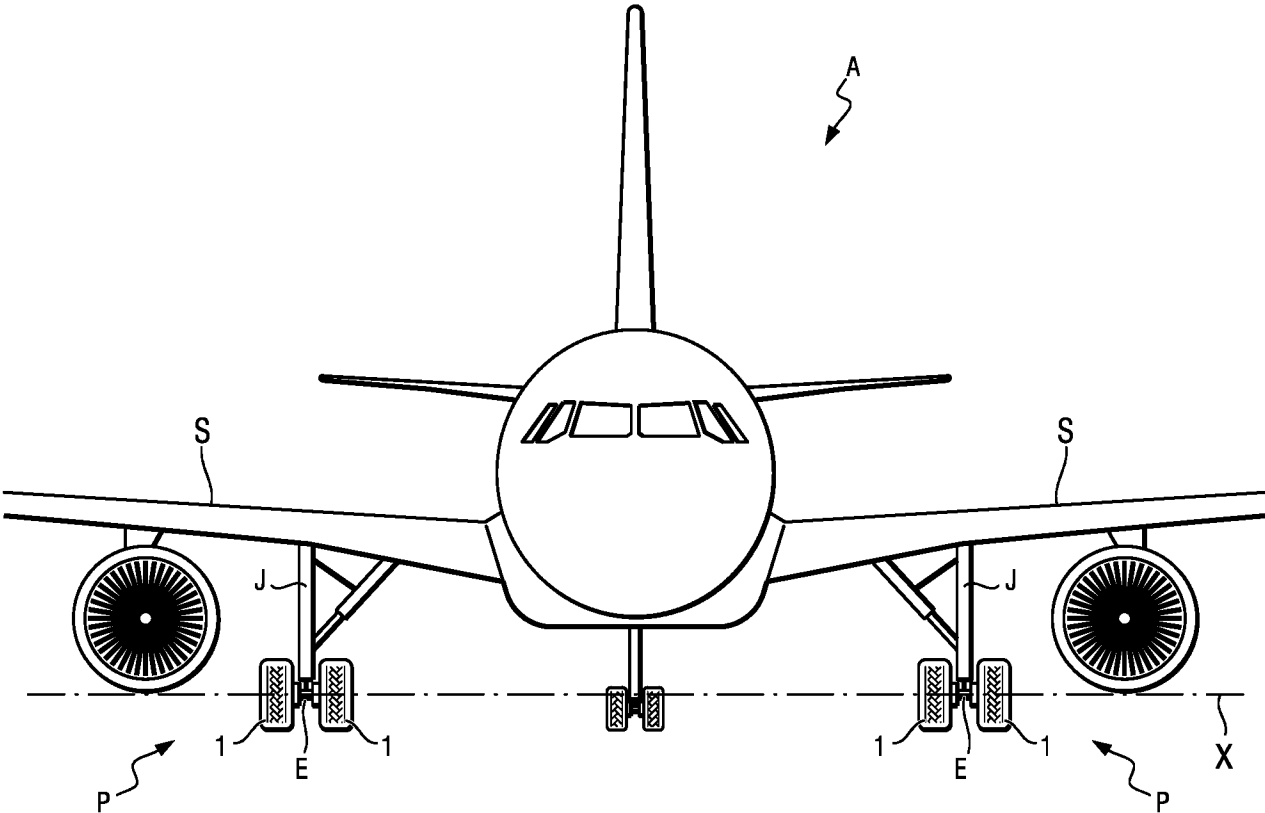


Fig. 1

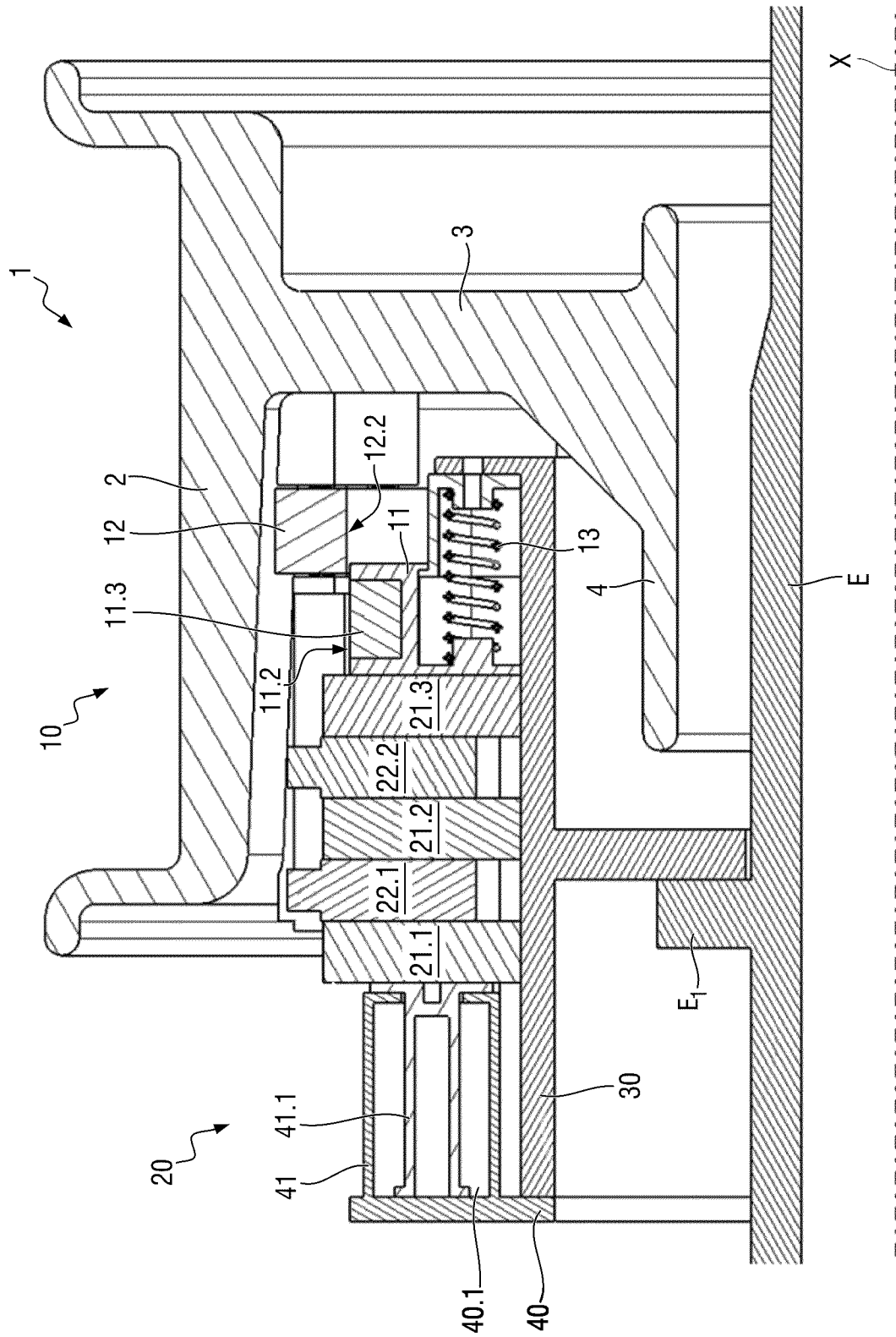


Fig. 2

3/3

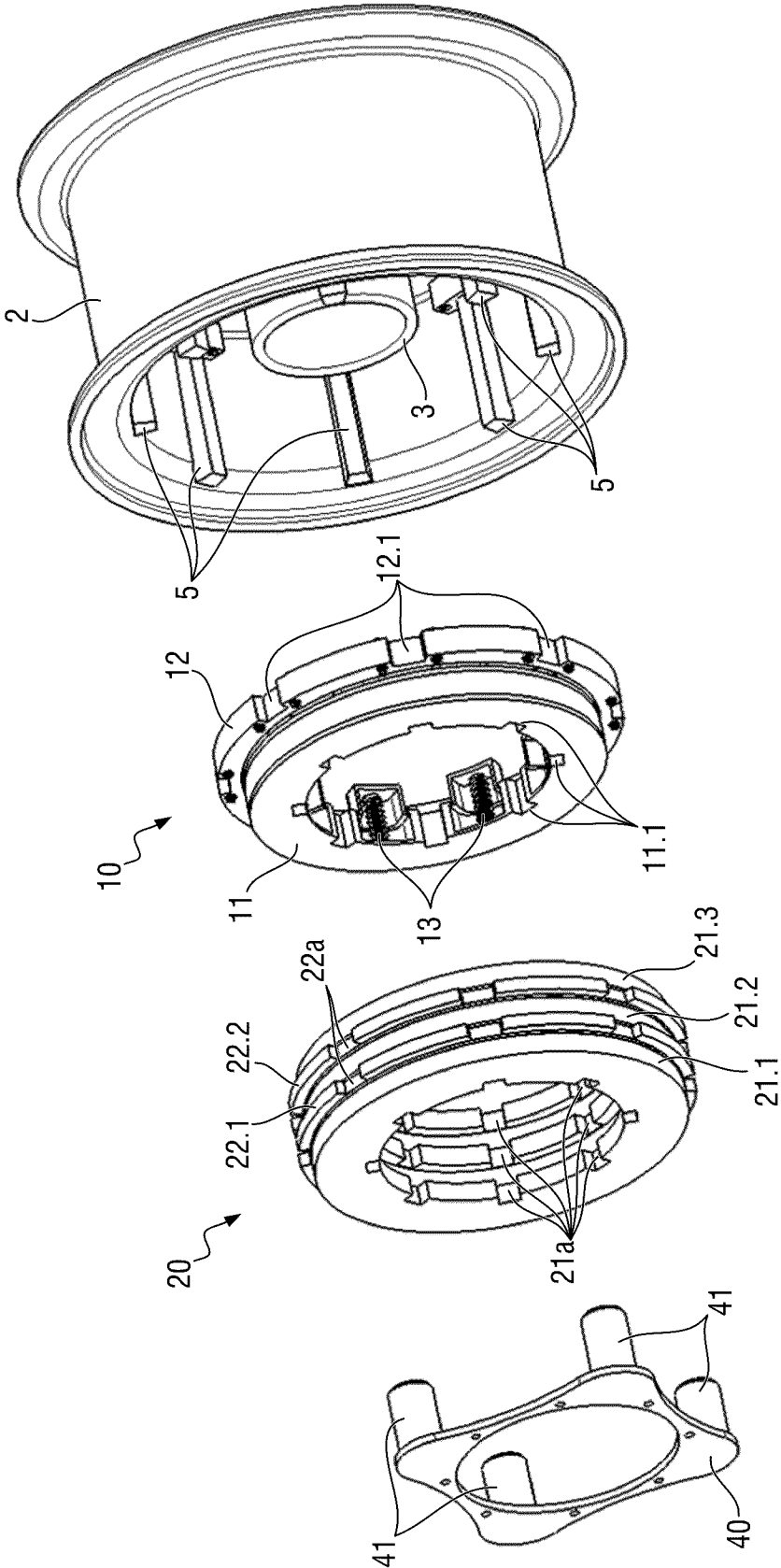


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/065982

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B60T 8/17**(2006.01)i; **B60T 8/32**(2006.01)i; **F16D 55/36**(2006.01)i; **F16D 63/00**(2006.01)i

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)

B60T; F16D

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2020300310 A1 (KOSTIC NIKOLA [CA]) 24 September 2020 (2020-09-24) stator 21X and rotor 20X, see figure 15, assemblies 110A and B in figure 14, elements 16X in figure 14, multi-actuator 24 with elements 25A, B and C in figure 8)	1,6-10 2-5
X Y	EP 1298343 A1 (MESSIER BUGATTI [FR]) 02 April 2003 (2003-04-02) figures 1 and 2	1 4,5
X Y	CN 104608921 A (GUANGZHOU INST RAILWAY TECH) 13 May 2015 (2015-05-13) figure 1	1 2,3
A	FR 3123319 A1 (SAFRAN LANDING SYSTEMS [FR]) 02 December 2022 (2022-12-02) the whole document	1-10
A	US 5154623 A (KUWAHARA TOURU [JP]) 13 October 1992 (1992-10-13) the whole document	1
A	FR 3125367 A1 (SAFRAN LANDING SYSTEMS [FR]) 20 January 2023 (2023-01-20) the whole document	1-10
A	FR 3122404 A1 (SAFRAN LANDING SYSTEMS [FR]) 04 November 2022 (2022-11-04) the whole document	1-10



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

26 July 2024

Date of mailing of the international search report

02 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

Ranieri, Sebastiano

Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 111900855 A (HARBIN INST TECHNOLOGY) 06 November 2020 (2020-11-06) the whole document	1-10
A	US 2011253833 A1 (ANASTASIO VINCENZO [IT] ET AL) 20 October 2011 (2011-10-20) the whole document	1-10
A	US 2007284939 A1 (CHARLES DAVID L [US] ET AL) 13 December 2007 (2007-12-13) the whole document	1-10
A	CN 103821855 A (UNIV JILIN) 28 May 2014 (2014-05-28) the whole document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/065982

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2020300310	A1	24 September 2020	CA	3076713	A1	22 September 2020
				US	2020300310	A1	24 September 2020
EP	1298343	A1	02 April 2003	BR	0203448	A	20 May 2003
				CA	2400984	A1	03 March 2003
				DE	60216212	T2	20 September 2007
				EP	1298343	A1	02 April 2003
				ES	2275820	T3	16 June 2007
				FR	2829206	A1	07 March 2003
				JP	4271914	B2	03 June 2009
				JP	2003156081	A	30 May 2003
				JP	2007298182	A	15 November 2007
				US	2003042802	A1	06 March 2003
CN	104608921	A	13 May 2015	NONE			
FR	3123319	A1	02 December 2022	EP	4347393	A1	10 April 2024
				FR	3123319	A1	02 December 2022
				WO	2022253690	A1	08 December 2022
US	5154623	A	13 October 1992	DE	69010803	T2	15 December 1994
				EP	0415309	A2	06 March 1991
				JP	H0386063	A	11 April 1991
				JP	H0767269	B2	19 July 1995
				KR	910004407	A	28 March 1991
				US	5154623	A	13 October 1992
FR	3125367	A1	20 January 2023	CA	3225335	A1	19 January 2023
				CN	117642972	A	01 March 2024
				EP	4371223	A1	22 May 2024
				FR	3125367	A1	20 January 2023
				WO	2023285569	A1	19 January 2023
FR	3122404	A1	04 November 2022	CA	3217765	A1	10 November 2022
				CN	117580765	A	20 February 2024
				EP	4334206	A1	13 March 2024
				FR	3122404	A1	04 November 2022
				WO	2022233865	A1	10 November 2022
CN	111900855	A	06 November 2020	NONE			
US	2011253833	A1	20 October 2011	EP	2377758	A1	19 October 2011
				IT	1398207	B1	14 February 2013
				US	2011253833	A1	20 October 2011
US	2007284939	A1	13 December 2007	EP	1867567	A1	19 December 2007
				US	2007284939	A1	13 December 2007
CN	103821855	A	28 May 2014	NONE			

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60T8/17 B60T8/32 F16D55/36 F16D63/00 ADD.		
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) B60T F16D		
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, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2020/300310 A1 (KOSTIC NIKOLA [CA]) 24 septembre 2020 (2020-09-24)	1, 6 - 10
Y	stator 21X et rotor 20X, voir fig. 15, ensembles 110A et B en figure 14, éléments 16X en figure 14, actionneur multiple 24 avec éléments 25A, B et C en figure 8) -----	2 - 5
X	EP 1 298 343 A1 (MESSIER BUGATTI [FR]) 2 avril 2003 (2003-04-02)	1
Y	figure 1 et 2 -----	4, 5
X	CN 104 608 921 A (GUANGZHOU INST RAILWAY TECH) 13 mai 2015 (2015-05-13)	1
Y	figure 1 -----	2, 3
A	FR 3 123 319 A1 (SAFRAN LANDING SYSTEMS [FR]) 2 décembre 2022 (2022-12-02) le document en entier -----	1 - 10
- / - -		
☒ 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 26 juillet 2024		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 02/08/2024
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 Ranieri, Sebastiano

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 154 623 A (KUWAHARA TOURU [JP]) 13 octobre 1992 (1992-10-13) le document en entier -----	1
A	FR 3 125 367 A1 (SAFRAN LANDING SYSTEMS [FR]) 20 janvier 2023 (2023-01-20) le document en entier -----	1 - 10
A	FR 3 122 404 A1 (SAFRAN LANDING SYSTEMS [FR]) 4 novembre 2022 (2022-11-04) le document en entier -----	1 - 10
A	CN 111 900 855 A (HARBIN INST TECHNOLOGY) 6 novembre 2020 (2020-11-06) le document en entier -----	1 - 10
A	US 2011/253833 A1 (ANASTASIO VINCENZO [IT] ET AL) 20 octobre 2011 (2011-10-20) le document en entier -----	1 - 10
A	US 2007/284939 A1 (CHARLES DAVID L [US] ET AL) 13 décembre 2007 (2007-12-13) le document en entier -----	1 - 10
A	CN 103 821 855 A (UNIV JILIN) 28 mai 2014 (2014-05-28) le document en entier -----	1 - 10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2024/065982

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2020300310	A1	24-09-2020	CA 3076713 A1	22-09-2020
			US 2020300310 A1	24-09-2020
EP 1298343	A1	02-04-2003	BR 0203448 A	20-05-2003
			CA 2400984 A1	03-03-2003
			DE 60216212 T2	20-09-2007
			EP 1298343 A1	02-04-2003
			ES 2275820 T3	16-06-2007
			FR 2829206 A1	07-03-2003
			JP 4271914 B2	03-06-2009
			JP 2003156081 A	30-05-2003
			JP 2007298182 A	15-11-2007
			US 2003042802 A1	06-03-2003
CN 104608921	A	13-05-2015	AUCUN	
FR 3123319	A1	02-12-2022	EP 4347393 A1	10-04-2024
			FR 3123319 A1	02-12-2022
			WO 2022253690 A1	08-12-2022
US 5154623	A	13-10-1992	DE 69010803 T2	15-12-1994
			EP 0415309 A2	06-03-1991
			JP H0386063 A	11-04-1991
			JP H0767269 B2	19-07-1995
			KR 910004407 A	28-03-1991
			US 5154623 A	13-10-1992
FR 3125367	A1	20-01-2023	CA 3225335 A1	19-01-2023
			CN 117642972 A	01-03-2024
			EP 4371223 A1	22-05-2024
			FR 3125367 A1	20-01-2023
			WO 2023285569 A1	19-01-2023
FR 3122404	A1	04-11-2022	CA 3217765 A1	10-11-2022
			CN 117580765 A	20-02-2024
			EP 4334206 A1	13-03-2024
			FR 3122404 A1	04-11-2022
			WO 2022233865 A1	10-11-2022
CN 111900855	A	06-11-2020	AUCUN	
US 2011253833	A1	20-10-2011	EP 2377758 A1	19-10-2011
			IT 1398207 B1	14-02-2013
			US 2011253833 A1	20-10-2011
US 2007284939	A1	13-12-2007	EP 1867567 A1	19-12-2007
			US 2007284939 A1	13-12-2007
CN 103821855	A	28-05-2014	AUCUN	