



(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
22.11.2006 Bulletin 2006/47

(51) Int Cl.:
F04D 29/56^(2006.01) F01D 17/16^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: 06112991.2

(22) Date de dépôt: 24.04.2006

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(71) Demandeur: SNECMA
75015 Paris (FR)

(72) Inventeur: BOURU, Michel
77950, Montereau sur le Jard (FR)

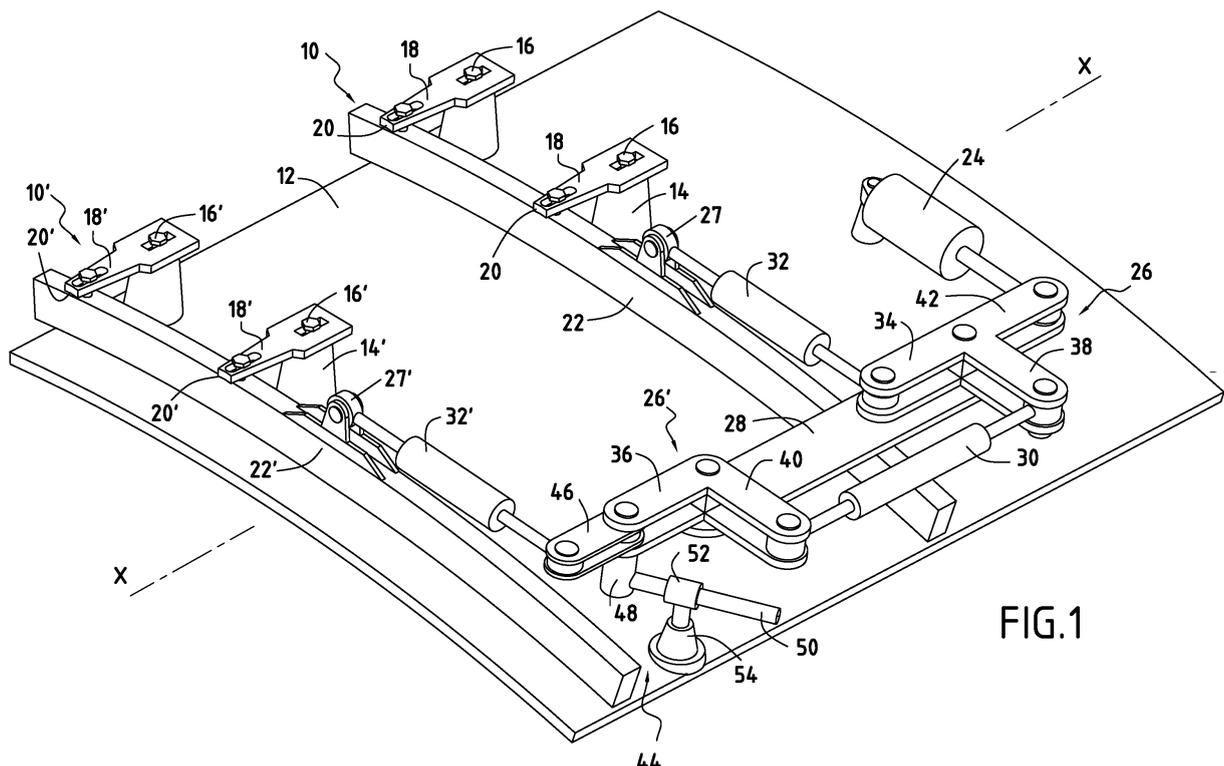
(74) Mandataire: Boura, Olivier et al
Cabinet Beau de Loménie
158, rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)

(30) Priorité: 17.05.2005 FR 0504918

(54) Système de commande d'étages d'aubes de stator à angle de calage variable de turbomachine

(57) Système de commande de deux étages (10, 10') d'aubes de stator (14, 14') à angle de calage variable de turbomachine, comportant un élément de manoeuvre (24) pour entraîner en rotation l'anneau de commande (22) de l'un des étages (10) par l'intermédiaire d'un organe pilote (26) monté de façon pivotante sur le carter (12), une barre de synchronisation (30) pour transmettre le mouvement de rotation de l'anneau entraîné (22) par

l'élément de manoeuvre (24) à l'anneau de commande (22') de l'autre étage (10') par l'intermédiaire d'un organe suiveur (26') monté de façon pivotante sur le carter, et un organe pivotant supplémentaire (44) intercalé entre l'organe suiveur (26') et l'anneau suiveur (22'), ledit organe pivotant supplémentaire (44) étant monté de façon pivotante à la fois sur le carter (12) et sur l'organe suiveur (26').



Description

Arrière-plan de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte au domaine général de la commande d'étages d'aubes à angle de calage variable d'une turbomachine.

[0002] Dans une turbomachine, il est connu d'utiliser un ou plusieurs étages d'aubes de stator pour ajuster le flux et la direction d'écoulement des gaz traversant la section de compression en fonction du régime de fonctionnement de la turbomachine. Ces étages d'aubes de stator comportent chacun une pluralité d'aubes (appelées aubes à calage variable) qui peuvent pivoter autour de leur axe de liaison au stator de manière à ce que leur angle de calage puisse être modifié en fonction du régime de fonctionnement de la turbomachine.

[0003] Les dispositifs connus pour la commande d'un étage d'aubes à calage variable comportent habituellement un organe de commande sous forme d'un anneau entourant le carter de la turbomachine et une pluralité de biellettes ou leviers, chaque biellette ayant une première extrémité reliée à l'anneau de commande par une articulation et une deuxième extrémité montée sur le pivot d'une aube respective. Un vérin de manoeuvre est relié à l'anneau de commande afin d'entraîner en rotation ce dernier autour de l'axe de la turbomachine. La rotation de l'anneau autour de l'axe de la turbomachine entraîne une modification synchronisée de la position angulaire des aubes de l'étage.

[0004] Lorsqu'il s'agit de commander de façon synchronisée deux étages d'aubes à calage variable qui sont décalés axialement, il est également connu d'utiliser une barre de synchronisation pour transmettre le mouvement de rotation de l'anneau entraîné par le vérin de manoeuvre à l'anneau de commande de l'autre étage. Cette transmission de mouvement s'effectue par l'intermédiaire d'organes montés de façon pivotante sur le carter de la turbomachine et reliés d'une part à la barre de synchronisation et d'autre part aux anneaux de commande.

[0005] Ce système de commande génère des mouvements sur les différents étages commandés représentables sous la forme de courbes qui montrent l'angle de calage des aubes de l'étage suiveur en fonction de l'angle de calage des aubes de l'étage pilote. Avec le type de système de commande précédemment décrit, ces courbes, appelées courbes de corrélation, présentent une évolution à pente progressive. Aussi, ce type de système de commande n'autorise que des commandes simples des étages d'aubes.

[0006] Or, il est devenu de plus en plus fréquent que les exigences aérodynamiques pour la commande des calages d'aubes nécessitent des lois de commande se traduisant par des courbes de corrélation qui comportent, notamment en partie terminale, des portions de courbes présentant une accélération ou une décélération brusque de la pente.

[0007] Le document EP 0 909 880 décrit un dispositif

de calage variable permettant d'obtenir des lois de commande non linéaires. Dans ce dispositif, chaque biellette de l'étage pilote est reliée à l'anneau de commande correspondant par une liaison à rainure et ergot coulissant dans la rainure. Ce système de commande n'est cependant pas pleinement satisfaisant car il ne permet notamment pas de reproduire une courbe de corrélation ayant une accélération ou une décélération brusque de la pente.

Objet et résumé de l'invention

[0008] La présente invention a donc pour but principal de pallier de tels inconvénients en proposant un système de commande qui permet de réaliser une loi de calage des aubes ayant une accélération (ou décélération) sur une zone localisée de la trajectoire de commande.

[0009] A cet effet, il est prévu un système de commande de deux étages d'aubes de stator à angle de calage variable de turbomachine, chaque étage étant formé d'une pluralité d'aubes qui sont montées chacune de façon pivotante sur un carter de la turbomachine et d'un anneau de commande entourant le carter et relié à chacune des aubes de l'étage par l'intermédiaire de leviers, le système de commande comportant un élément de manoeuvre pour entraîner en rotation l'anneau de commande de l'un des étages par l'intermédiaire d'un organe pilote monté de façon pivotante sur le carter, et une barre de synchronisation pour transmettre le mouvement de rotation de l'anneau entraîné par l'élément de manoeuvre à l'anneau de commande de l'autre étage par l'intermédiaire d'un organe suiveur monté de façon pivotante sur le carter, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un organe pivotant supplémentaire intercalé entre l'organe suiveur et l'anneau suiveur, ledit organe pivotant supplémentaire étant monté de façon pivotante à la fois sur le carter et sur l'organe suiveur.

[0010] Par anneau suiveur, on entend l'anneau de commande qui est entraîné en rotation par l'intermédiaire de l'organe suiveur.

[0011] Par l'intermédiaire d'un tel organe pivotant supplémentaire, il est possible de provoquer une accélération ou une décélération des mouvements sur les étages commandés sur une zone localisée de la trajectoire de commande. De la disposition du point de pivotement sur le carter de l'organe pivotant supplémentaire dépend la localisation de cette accélération (ou décélération) sur la trajectoire de commande.

[0012] Selon une disposition avantageuse de l'invention, l'organe pivotant supplémentaire comporte un bras monté de façon pivotante sur une bielle de commande reliée à l'anneau suiveur et une tige de guidage coulissant dans une bague montée de façon pivotante sur le carter.

[0013] Selon une autre disposition avantageuse de l'invention, l'organe suiveur comporte un premier bras relié de façon pivotante à l'organe pivotant supplémentaire et un second bras relié à une extrémité de la barre

de synchronisation.

[0014] Le point de pivotement sur le carter de l'organe pivotant supplémentaire peut être disposé à l'intérieur d'un cercle ayant pour centre le point de pivotement sur le carter de l'organe suiveur et pour rayon le premier bras de l'organe suiveur. Dans ce cas, il s'agit alors d'une accélération de la trajectoire de commande.

[0015] Alternativement, le point de pivotement sur le carter de l'organe pivotant supplémentaire peut être disposé à l'extérieur d'un cercle ayant pour centre le point de pivotement sur le carter de l'organe suiveur et pour rayon le premier bras de l'organe suiveur. Dans ce cas, il s'agit alors d'une décélération de la trajectoire de commande.

[0016] Selon encore une autre disposition avantageuse de l'invention, l'organe pilote comporte un premier bras relié à l'anneau de l'étage pilote par l'intermédiaire d'une seconde bielle de commande, un deuxième bras relié à l'extrémité de la barre de synchronisation opposée à celle reliée à l'organe suiveur et un troisième bras relié à l'élément de manoeuvre.

Breve description des dessins

[0017] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les figures :

- la figure 1 est une vue partielle et en perspective du système de commande selon un mode de réalisation de l'invention ;
- les figures 2A, 2B et 2C montrent le système de commande de la figure 1 dans des positions différentes ; et
- la figure 3 est une courbe de corrélation montrant une loi de calage possible obtenue par le système de commande de l'invention.

Description détaillée d'un mode de réalisation

[0018] Sur la figure 1 sont représentés partiellement deux étages 10, 10' d'aubes à calage variable appartenant, par exemple, à un compresseur de turbomachine. Le compresseur comporte une enveloppe annulaire de stator 12 (ou carter) qui est centrée sur l'axe X-X de la turbomachine. Les étages 10, 10' d'aubes sont décalés axialement l'un par rapport à l'autre.

[0019] Chaque étage se compose d'une pluralité d'aubes 14, 14' disposées radialement autour de l'axe X-X de la turbomachine. Les aubes 14, 14' sont pivotantes autour d'un axe 16, 16' (ou pivot) qui traverse le carter 12.

[0020] Chaque pivot 16, 16' des aubes à calage variable 14, 14' est relié à une extrémité d'une biellette ou levier de commande 18, 18' dont l'autre extrémité est articulée autour de tourillons 20, 20' disposés radiale-

ment sur un anneau de commande 22, 22'.

[0021] Les anneaux de commande entourent le carter 12 et sont centrés sur l'axe X-X de la turbomachine. La modification synchronisée de la position angulaire des aubes 14, 14' est ainsi réalisée par rotation des anneaux de commande respectifs 22, 22' autour de l'axe X-X de la turbomachine.

[0022] Le système selon l'invention permet de commander de façon synchronisée la rotation des anneaux de commande 22, 22' autour de l'axe X-X de la turbomachine. Il comporte un élément de manoeuvre 24 de type vérin fixé au carter 12 pour entraîner en rotation l'anneau de commande 22 de l'un des étages 10 par l'intermédiaire d'un organe pilote 26 de type renvoi qui est monté de façon pivotante sur un boîtier 28 du carter 12 de la turbomachine.

[0023] Une barre de synchronisation 30 permet de transmettre le mouvement de rotation de l'anneau 22 entraîné par le vérin 24 (appelé anneau pilote) à l'anneau 22' de l'autre étage 10' (appelé anneau suiveur) par l'intermédiaire d'un organe suiveur 26' de type renvoi qui est monté également de façon pivotante sur le boîtier 28 du carter 12.

[0024] Des bielles de commande 32, 32' de type ridoirs à vis assurent la transmission du mouvement des renvois pilote 26 et suiveur 26' aux anneaux 22, 22'. Ces bielles s'étendent tangentiellement aux anneaux sur lesquels elles sont fixées par l'intermédiaire de chapes de liaison 27, 27'. A leur extrémité opposée, les bielles 32, 32' sont fixées à des bras (ou branches) respectifs 34, 36 des renvois pilote 26 et suiveur 26' en leur étant articulées.

[0025] La barre de synchronisation 30 du système de commande unit deux autres bras respectifs 38, 40 des renvois pilote 26 et suiveur 26' en leur étant articulée. Quant au vérin 24, il est articulé à un troisième bras 42 du renvoi pilote 26 opposé au bras 34 sur lequel est fixée la bielle 32.

[0026] Le système de commande selon l'invention comporte en outre un organe pivotant supplémentaire 44 (ou renvoi supplémentaire) qui est intercalé entre l'organe suiveur 26' et l'anneau suiveur 22'. Ce renvoi supplémentaire est monté de façon pivotante à la fois sur le carter 12 et sur l'organe suiveur 26'.

[0027] Plus précisément, le renvoi supplémentaire 44 comporte un premier bras 46 dont une extrémité est reliée à la bielle de commande 32' de l'anneau suiveur 22' en lui étant articulée et l'autre extrémité est montée de façon pivotante sur le renvoi suiveur 26'. Le renvoi supplémentaire comporte également un second bras 48 s'étendant perpendiculairement au premier bras 46 selon l'axe de pivotement du renvoi supplémentaire sur le renvoi suiveur. Une tige de guidage 50 est fixée à une extrémité du second bras 48.

[0028] La tige de guidage 50 du renvoi supplémentaire 44 est apte à coulisser dans une bague 52 montée de façon pivotante sur le carter 12. La bague de coulissement 52 est par exemple une bague à re-circulation d'éléments de roulement. Elle est fixée de façon pivotante sur

le carter 12, par exemple à l'aide d'un support pivotant 54 brasé sur le carter.

[0029] Comme illustré sur les figures 2A et 2B, le mouvement du système de commande est le suivant : l'actionnement du vérin 24 provoque une rotation du renvoi pilote 26, et une autre du renvoi suiveur 26' par l'intermédiaire de la barre de synchronisation 30. La rotation des renvois 26, 26' autour de leur point de pivotement sur le carter 12 entraîne à leur tour les bielles 32, 32' respectives qui font alors tourner dans un sens ou dans l'autre les anneaux 22, 22' autour de l'axe X-X de la turbomachine. Comme indiqué précédemment, la rotation des anneaux provoque une modification synchronisée de la position angulaire des aubes 14, 14' de chaque étage 10, 10' par l'intermédiaire des leviers de commande 18, 18'.

[0030] La figure 2C représente plus précisément le mouvement du renvoi supplémentaire 44. Pour des raisons de clarté, sont illustrés sur cette figure uniquement le renvoi suiveur 26' et le renvoi supplémentaire 44 dans deux positions extrêmes du système de commande de la figure 1 : en traits pointillés, le système dans la position en ouverture de calage et en traits pleins, le système dans la position en fermeture de calage.

[0031] La rotation du renvoi suiveur 26' autour de son point de pivotement 26'a sur le boîtier du carter a pour effet que la tige de guidage 50 du renvoi supplémentaire 44 coulisse dans la bague 52. Le fait que la bague 52 soit montée de façon pivotante sur le carter permet à la tige de guidage 50 de rester en permanence alignée avec l'axe de coulissement de la bague. Au fur et à mesure que la tige de guidage coulisse dans la bague, le point de pivotement 44a du renvoi supplémentaire 44 sur le renvoi suiveur 26' se rapproche du support 54 de la bague. Dans un premier temps, il s'ensuit que le premier bras 46 du renvoi supplémentaire 44 reste aligné avec le bras 36 du renvoi suiveur 26' sur lequel est monté le renvoi supplémentaire.

[0032] A partir d'une certaine position du point de pivotement 44a du renvoi supplémentaire 44, appelée ci-après position de basculement, la tige de guidage 50 va provoquer, par effet de levier, une rotation accélérée du premier bras 46 du renvoi supplémentaire 44 autour de son point de pivotement 44a dans le sens de rotation du renvoi suiveur 26'. Cette rotation accélérée du premier bras du renvoi supplémentaire entraîne ainsi, par l'intermédiaire de la bielle, une accélération de la rotation de l'anneau suiveur en fermeture de calage. L'angle ϵ schématisé sur la figure 2C représente l'accélération angulaire subie par le renvoi supplémentaire 44 par rapport à un système de commande dépourvu d'un tel dispositif.

[0033] A titre d'exemple, la position de basculement du point de pivotement 44a du renvoi supplémentaire 44 peut être définie comme étant la position à partir de laquelle plus de la moitié de la longueur de la tige de guidage 50 a coulissé dans la bague 52. Aussi, cette position de basculement peut être réglée en modifiant la position du support pivotant 54 de la bague 52 et/ou la longueur

de la tige de guidage afin de choisir la zone de la trajectoire de commande qui doit être accélérée. Cette zone peut être aussi bien en début, milieu ou en fin de trajectoire.

[0034] La figure 3 illustre l'effet sur la loi de calage des aubes d'une telle accélération. En pointillée est représentée une courbe de corrélation 100 (c'est-à-dire la courbe donnant l'angle de calage des aubes de l'étage suiveur en fonction de l'angle de calage des aubes de l'étage pilote) pour un système de commande dépourvu de renvoi supplémentaire et en traits pleins est schématisée la courbe de corrélation 102 établie pour le système de commande selon l'invention.

[0035] La courbe de corrélation 100 établie pour un système de commande dépourvu de renvoi supplémentaire est à pente progressive. Par rapport à cette courbe, la courbe de corrélation 102 présente une nette accélération de l'angle de calage des aubes de l'étage suiveur dans une zone angulaire 104. Sur cet exemple, la zone d'accélération 104 est en fin de trajectoire, c'est-à-dire en fermeture de calage. Comme expliqué précédemment, elle pourrait être localisée différemment.

[0036] On notera que sur l'exemple de réalisation de la figure 2C, le support pivotant 54 de la bague 52 (qui correspond au point de pivotement sur le carter du renvoi supplémentaire 44) est disposé à l'intérieur d'un cercle \underline{C} ayant pour centre le point de pivotement 26'a sur le boîtier du carter de l'organe suiveur 26' et pour rayon le bras 36 de l'organe suiveur sur lequel est monté le renvoi supplémentaire 44. Une telle configuration a pour conséquence d'accélérer la trajectoire de commande.

[0037] Selon une autre configuration non représentée sur les figures, il est également possible de provoquer une décélération de la trajectoire de commande. Une décélération est en effet obtenue en disposant le support pivotant 54 de la bague 52 à l'extérieur du cercle \underline{C} tel que défini précédemment. Bien entendu, en modifiant la position du support pivotant 54 de la bague 52 à l'extérieur du cercle \underline{C} et/ou la longueur de la tige de guidage 50, il est aussi possible de choisir la zone de la trajectoire de commande qui doit être décélérée (début, milieu ou fin).

[0038] On notera enfin que l'invention pourrait également être mise en oeuvre pour la commande d'un plus grand nombre d'étages d'aubes grâce à autant de barres de synchronisation. Suivant les dispositifs choisis, ces barres seraient soit successives, c'est-à-dire relier des renvois adjacents, soit parallèles entre elles pour s'étendre jusqu'à un renvoi commun.

Revendications

1. Système de commande de deux étages (10, 10') d'aubes de stator (14, 14') à angle de calage variable de turbomachine, chaque étage (10, 10') étant formé d'une pluralité d'aubes (14, 14') qui sont montées chacune de façon pivotante sur un carter (12) de la

- turbomachine et d'un anneau de commande (22, 22') entourant le carter et relié à chacune des aubes (14, 14') de l'étage par l'intermédiaire de leviers (18, 18'), le système de commande comportant un élément de manoeuvre (24) pour entraîner en rotation l'anneau de commande (22) de l'un des étages (10) par l'intermédiaire d'un organe pilote (26) monté de façon pivotante sur le carter (12), et une barre de synchronisation (30) pour transmettre le mouvement de rotation de l'anneau entraîné (22) par l'élément de manoeuvre (24) à l'anneau de commande (22') de l'autre étage (10') par l'intermédiaire d'un organe suiveur (26') monté de façon pivotante sur le carter, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre un organe pivotant supplémentaire (44) intercalé entre l'organe suiveur (26') et l'anneau suiveur (22'), ledit organe pivotant supplémentaire (44) étant monté de façon pivotante à la fois sur le carter (12) et sur l'organe suiveur (26').
- 5
- 10
- 15
- 20
2. Système de commande selon la revendication 1, dans lequel l'organe pivotant supplémentaire (44) comporte un bras (46) monté de façon pivotante sur une bielle de commande (32') reliée à l'anneau suiveur (22') et une tige de guidage (50) coulissant dans une bague (52) montée de façon pivotante sur le carter (12).
- 25
3. Système de commande selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel l'organe suiveur (26') comporte un premier bras (36) relié de façon pivotante à l'organe pivotant supplémentaire (44) et un second bras (40) relié à une extrémité de la barre de synchronisation (30).
- 30
- 35
4. Système de commande selon la revendication 3, dans lequel le point de pivotement sur le carter (12) de l'organe pivotant supplémentaire (44) est disposé à l'intérieur d'un cercle (C) ayant pour centre le point de pivotement (26'a) sur le carter de l'organe suiveur (26') et pour rayon le premier bras (36) dudit organe suiveur.
- 40
5. Système de commande selon la revendication 3, dans lequel le point de pivotement sur le carter (12) de l'organe pivotant supplémentaire (44) est disposé à l'extérieur d'un cercle (C) ayant pour centre le point de pivotement (26'a) sur le carter de l'organe suiveur (26') et pour rayon le premier bras (36) dudit organe suiveur.
- 45
- 50
6. Système de commande selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, dans lequel l'organe pilote (26) comporte un premier bras (34) relié à l'anneau (22) de l'étage pilote (10) par l'intermédiaire d'une seconde bielle de commande (32), un deuxième bras (38) relié à l'extrémité de la barre de synchronisation (30) opposée à celle reliée à l'organe suiveur (26') et un
- 55
- troisième bras (42) relié à l'élément de manoeuvre (24).

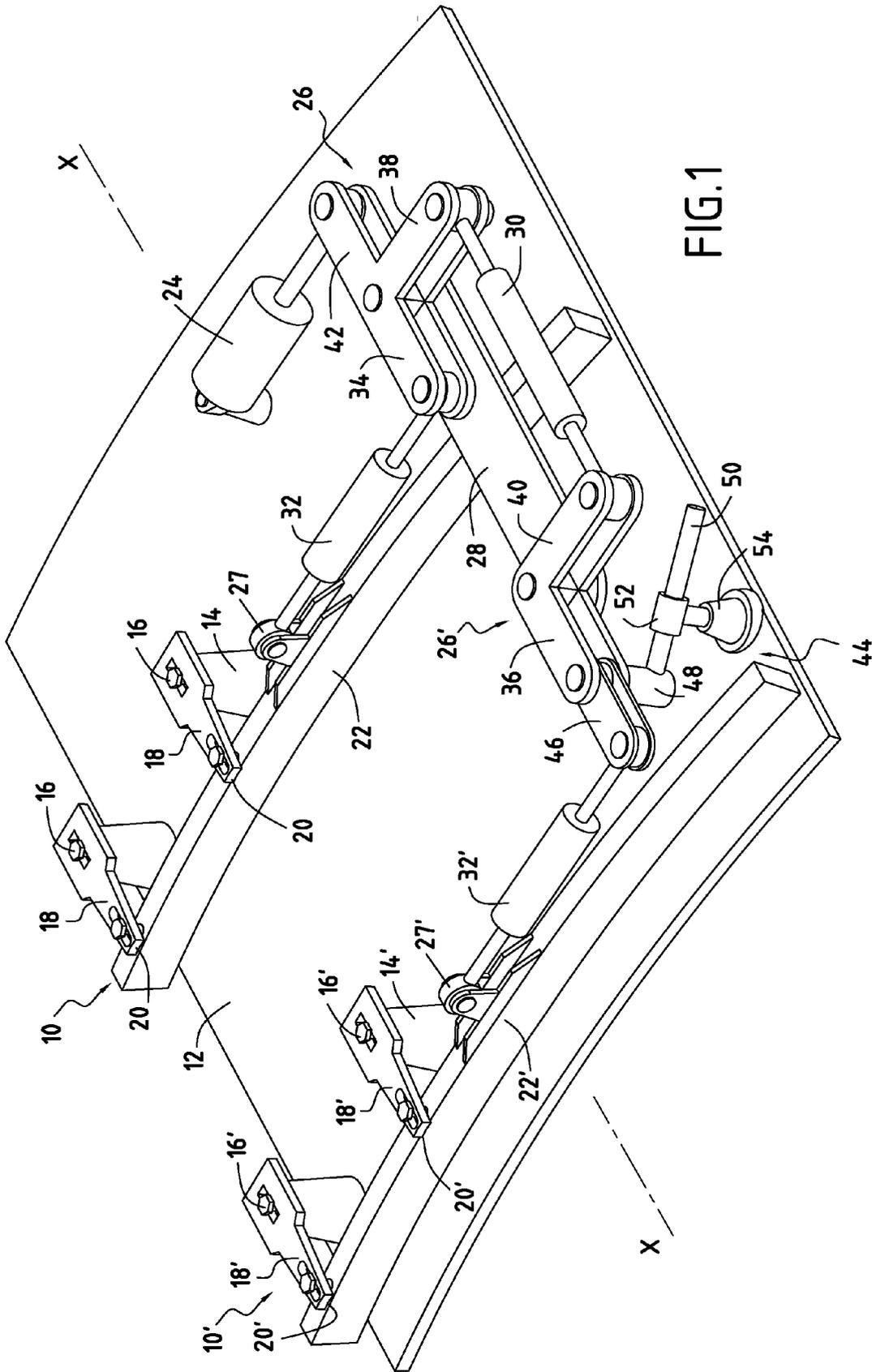


FIG.1

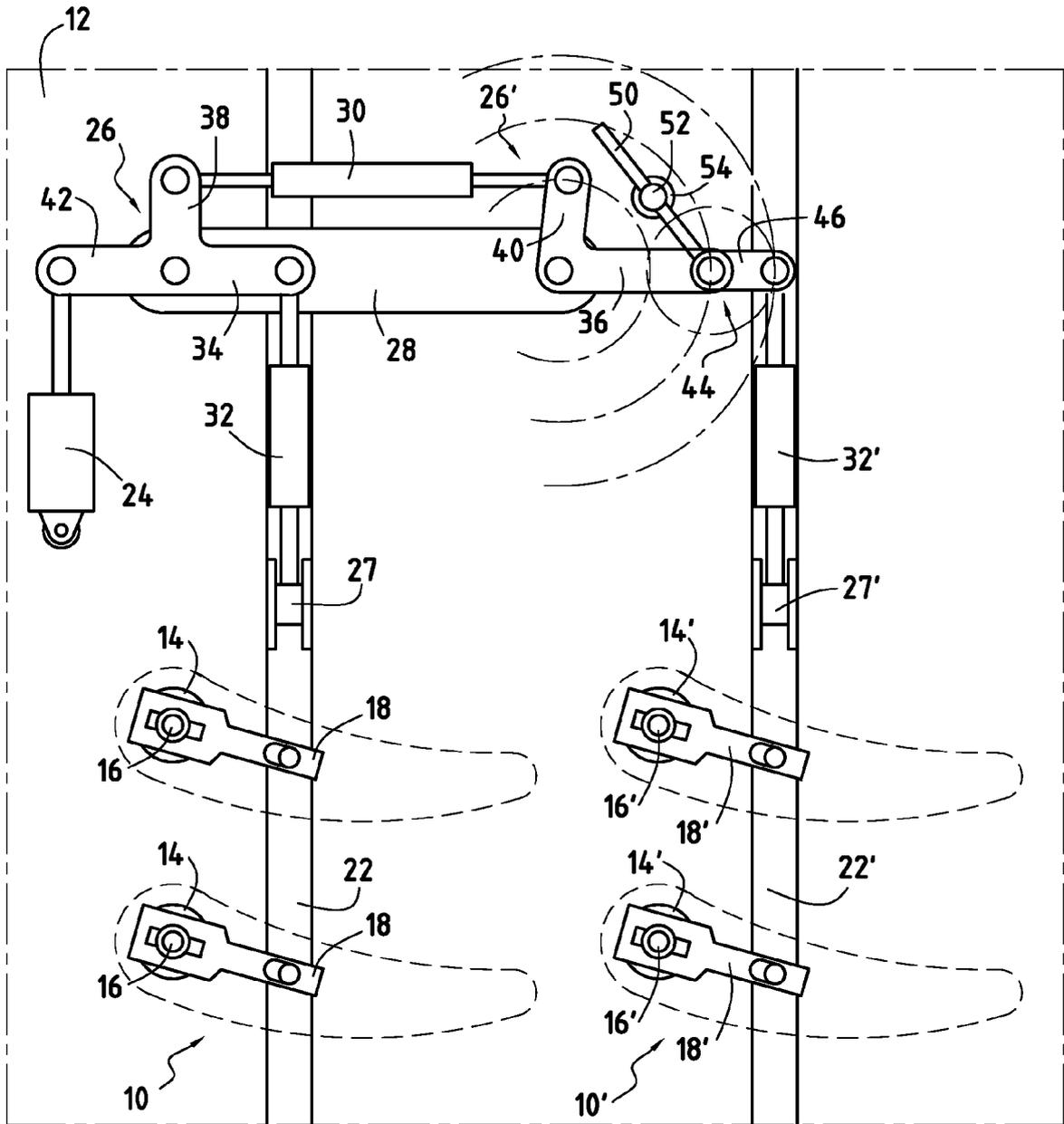


FIG.2A

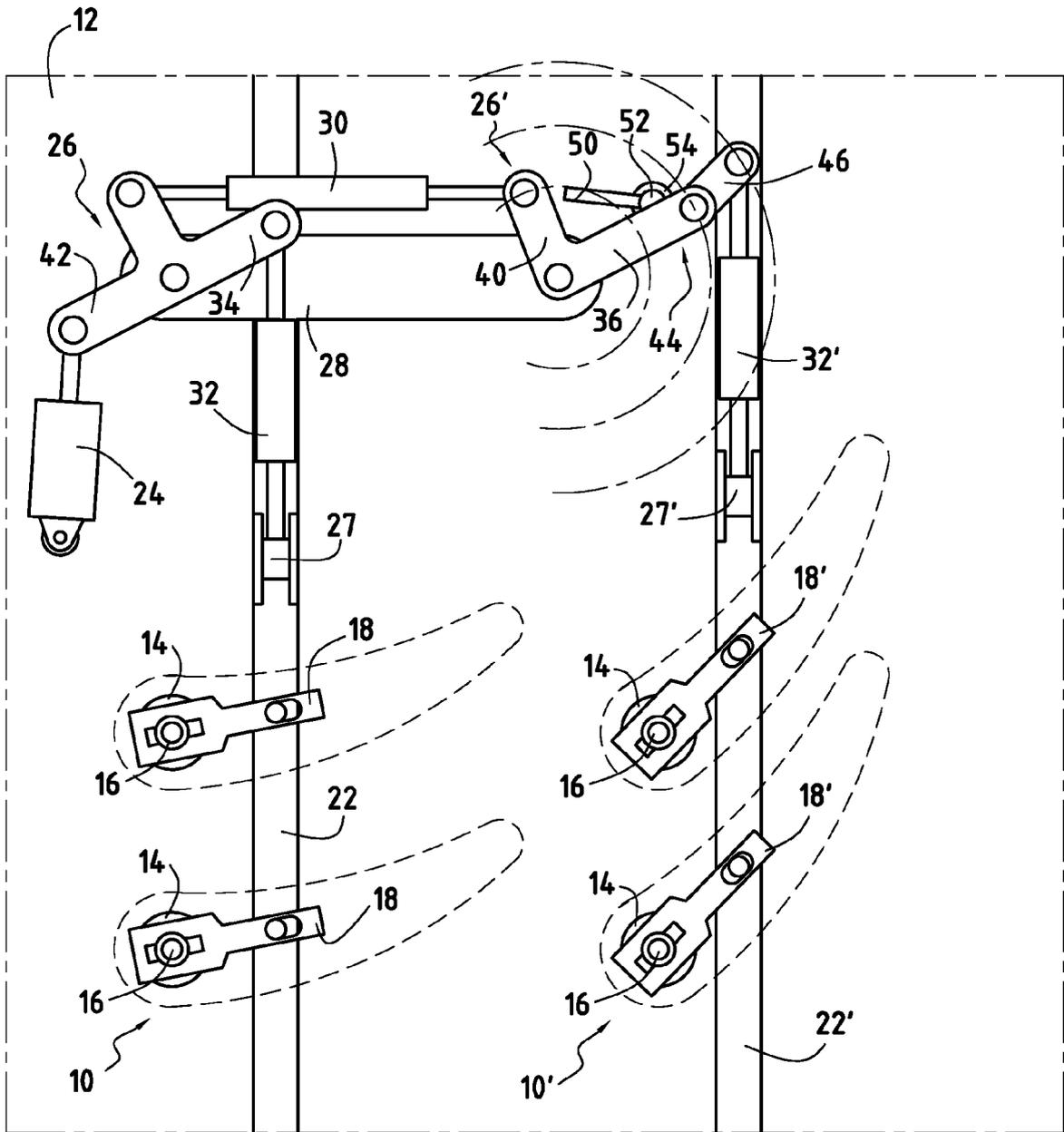


FIG.2B

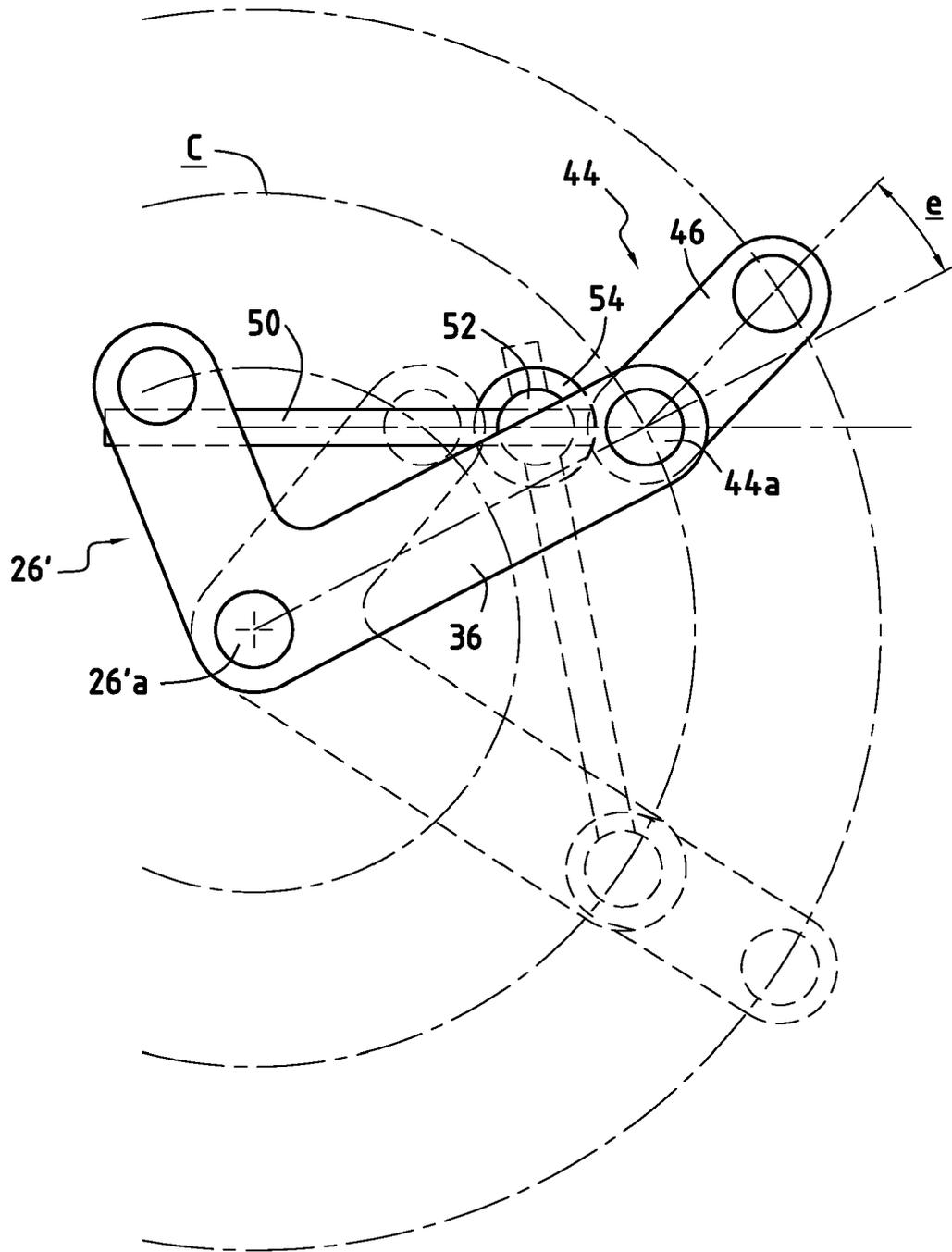
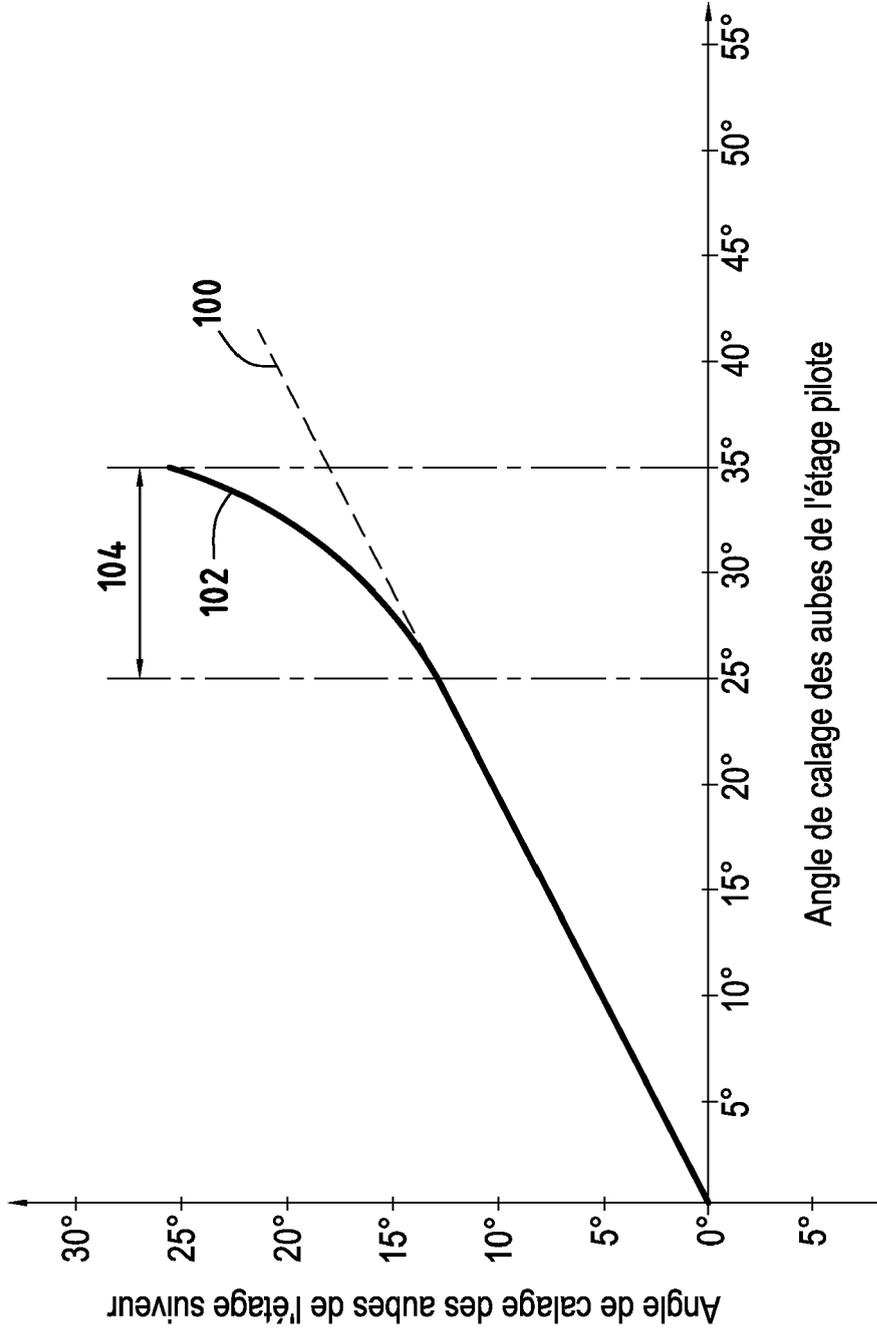


FIG.2C



Angle de calage des aubes de l'étage pilote

FIG.3

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 0909880 A [0007]