



(11)

EP 4 345 283 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
03.04.2024 Bulletin 2024/14

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
F03B 3/14 (2006.01) **F03B 3/18** (2006.01)
F03B 15/16 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **23198027.7**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F03B 3/14; F03B 3/183; F03B 15/16;
F05B 2270/20; F05B 2270/335

(22) Date de dépôt: **18.09.2023**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Electricité de France**
75008 Paris (FR)

(72) Inventeur: **CAVALIER, Julien**
68000 COLMAR (FR)

(74) Mandataire: **Regimbeau**
20, rue de Chazelles
75847 Paris Cedex 17 (FR)

(30) Priorité: **30.09.2022 FR 2210040**

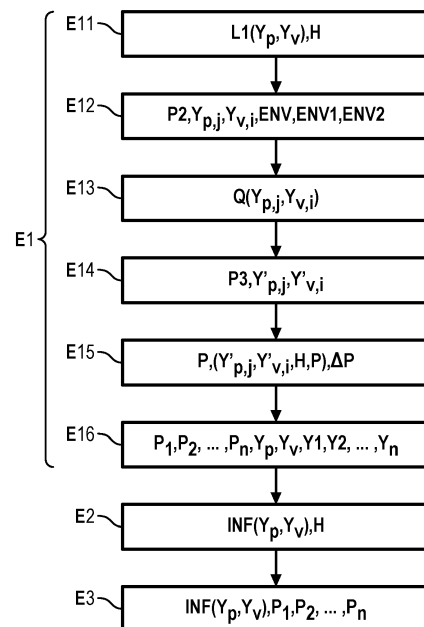
(54) **PROCEDE ET DISPOSITIF DE REGLAGE D'UNE TURBINE, PROGRAMME D'ORDINATEUR**

(57) L'invention concerne un procédé de réglage d'une turbine, caractérisé en ce qu'au cours d'une première étape (E1), on détermine pour des puissances électriques cibles ($P_1, P_2, \dots, P_n$), des premiers points (Y_p, Y_v) d'iso-puissance, de premières valeurs de la première commande (Y_p) d'orientation des pales et de premières valeurs de la deuxième commande (Y_v) d'orientation des aubes directrices de vannage,

au cours d'une deuxième étape (E2), on détermine (E2) pour chaque puissance électrique cible ($P_1, P_2, \dots, P_n$) dans chaque ensemble ($Y_1, Y_2, \dots, Y_n$) de premiers points (Y_p, Y_v) d'iso-puissance, le premier point ($INF(Y_p, Y_v)$) d'iso-puissance ayant une rupture de pente maximale en valeur absolue,

au cours d'une troisième étape (E3), on enregistre les points ($INF(Y_p, Y_v)$) de réglage optimum pour les puissances électriques cibles ($P_1, P_2, \dots, P_n$).

FIG. 10



EP 4 345 283 A1

Description

[0001] L'invention concerne un procédé et un dispositif de réglage d'une turbine à réaction à double réglage, ainsi qu'un programme d'ordinateur pour leur mise en oeuvre.

[0002] Le domaine de l'invention concerne notamment les turbines de production d'électricité.

[0003] On connaît de telles turbines à réaction à double réglage, à savoir avec un réglage de l'orientation des pales et avec un réglage de l'orientation des aubes directrices ; lesdites aubes directrices étant aussi appelées vannage.

[0004] L'ensemble des mesures permettant de trouver et/ou d'optimiser les lois de conjugaison de ces deux réglages s'appelle Index Test, normé par la norme internationale CE160041.

[0005] On connaît de tels procédés de réglage, nécessitant une mesure du débit de fluide de la turbine pour trouver le point de fonctionnement optimal sur ces deux réglages.

[0006] Le débit définit la cinématique du fluide dans le corps de la turbine. C'est donc a priori une grandeur clé pour une recherche de la meilleure conjugaison des réglages du vannage et des pales.

[0007] Or, la mesure du débit du fluide peut être difficilement obtenu, cela en raison par exemple de l'accessibilité aux sections de mesures (section d'écoulement du fluide ou zones où se trouvent les points d'installation de capteurs de mesure), la distance disponible de sections droites sur le circuit hydraulique, etc. En outre la mise en place de moyen de mesure du débit peut être risquée en termes de sécurité des personnes selon l'accessibilité des sections de mesures.

[0008] La mesure du débit du fluide peut être également coûteuse en matériel : selon les conceptions des aménagements, un chariot peut être nécessaire pour la mise en oeuvre des capteurs qu'il faut multiplier en nombre selon la section d'écoulement. Dans certains cas, l'état des prises de pression a aussi un poids prépondérant sur la fiabilité et la cohérence des résultats obtenus.

[0009] Une telle installation de mesure du débit du fluide mobilise des ressources humaines et reste cependant peu fiable. En effet, selon les aménagements, la géométrie des sections de mesure n'est pas toujours vérifiable (impossibilité de faire des relevés géométriques, combinés à des plans anciens voire incomplets) ou comprennent des singularités géométriques nécessitant des corrections de mesures, la distance entre la turbine et la section de mesure peut être insuffisante et ne permet pas au fluide d'avoir un comportement idéalement laminaire évitant les turbulences hydrauliques nuisibles à la mesure. La fiabilité des mesures repose également sur les incertitudes de mesure et le suivi métrologique des capteurs impliqués dans la mesure.

[0010] La présente invention vise à obtenir un procédé et un dispositif de réglage de la turbine, ainsi qu'un programme d'ordinateur pour leur mise en oeuvre, qui améliorent la situation actuelle en proposant une loi de commande qui conjugue le réglage des pales et le réglage du vannage, en s'affranchissant de la mesure de débit du fluide.

[0011] A cet effet, un premier objet de l'invention est un procédé de réglage d'une turbine,

la turbine ayant un arbre de rotation et des pales, qui sont fixées sur l'arbre de rotation et dont une première orientation par rapport à un plan transversal, perpendiculaire à l'arbre de rotation, est réglable suivant une première commande d'orientation des pales,

la turbine ayant une voie d'entrée de fluide et des aubes directrices de vannage de fluide, qui sont situées entre la voie d'entrée de fluide et les pales et dont une deuxième orientation de vannage est réglable suivant une deuxième commande d'orientation des aubes directrices de vannage de fluide,

caractérisé en ce que

au cours d'une première étape, on détermine par un module de commande et pour une pluralité de puissances électriques cibles de la turbine, des premiers ensembles de combinaisons, dits ensembles de premiers points d'iso-puissance, de premières valeurs de la première commande d'orientation des pales et de premières valeurs de la deuxième commande d'orientation des aubes directrices de vannage de fluide, chaque ensemble de premiers points d'iso-puissance correspondant à l'une des puissances électriques cibles de la turbine,

au cours d'une deuxième étape, on détermine pour chaque puissance électrique cible par le module de commande dans chaque ensemble de premiers points d'iso-puissance, le premier point d'iso-puissance ayant une rupture de pente maximale en valeur absolue, appelé point de réglage optimum de chaque puissance électrique cible,

au cours d'une troisième étape, on enregistre par le module de commande les points de réglage optimum pour la pluralité de puissances électriques cibles de la turbine.

[0012] Suivant un mode de réalisation de l'invention, au cours de la première étape,

au cours d'une première sous-étape, on entre dans le module de commande une première loi de conjugaison de départ, donnant la première commande d'orientation des pales en fonction de la deuxième commande d'orientation des aubes directrices de vannage de fluide, la loi de conjugaison de départ correspondant à une programmation initiale d'un automate de commande de la turbine pour au moins une hauteur de chute donnée de la turbine,

au cours d'une deuxième sous-étape, on calcule par le module de commande une grille de deuxièmes points situés

dans une enveloppe prescrite autour de la loi de conjugaison de départ, les deuxièmes points ayant des coordonnées $Y_{p,j}$ et $Y_{v,i}$ pour i allant de 1 à N et pour j allant de 1 à M ,

où $Y_{p,j}$ est la première commande d'orientation des pales,
 $Y_{v,i}$ est la deuxième commande d'orientation des aubes directrices de vannage de fluide,
 N est un premier entier naturel prescrit, supérieur ou égal à 2,
 M est un deuxième entier naturel prescrit, supérieur ou égal à 2,
avec

$$Y_{v,i+1} = Y_{v,i} + \delta,$$

et

$$Y_{p,i+1} = Y_{p,i} + \delta',$$

δ étant un pas prescrit de deuxième commande d'orientation des aubes directrices de vannage de fluide et étant non nul,

δ' étant un pas prescrit de première commande d'orientation des pales et étant non nul,

au cours d'une troisième sous-étape, on obtient par le module de commande le débit de la turbine pour chaque deuxième point à partir d'une deuxième loi prescrite, donnant la valeur du débit $Q(Y_{p,j}, Y_{v,i})$ de la turbine en fonction de $Y_{p,j}$ et $Y_{v,i}$,

au cours d'une quatrième sous-étape, on sélectionne par le module de commande, pour chaque deuxième point ayant les coordonnées $Y_{p,j}$ et $Y_{v,i}$ pour i allant de 1 à N et pour j allant de 1 à M , un troisième point ayant des coordonnées $Y'_{p,j}$ et $Y'_{v,i}$ qui correspondent à celles des coordonnées $Y_{p,j}$ et $Y_{v,i}$ qui minimisent

$$\{ \begin{aligned} &|Q(Y_{vi+1}, Y_{pj}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ &|Q(Y_{vi+1}, Y_{pj+1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ &|Q(Y_{vi}, Y_{pj+1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ &|Q(Y_{vi}, Y_{pj-1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ &|Q(Y_{vi+1}, Y_{pj-1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ &|Q(Y_{vi-1}, Y_{pj+1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ &|Q(Y_{vi-1}, Y_{pj}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ &|Q(Y_{vi-1}, Y_{pj-1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \end{aligned} \},$$

où $Y'_{p,j}$ est la première commande d'orientation des pales,
 $Y'_{v,i}$ est la deuxième commande d'orientation des aubes directrices de vannage de fluide,

au cours d'une cinquième sous-étape, on règle par le module de commande sur la turbine, pour chaque au moins une hauteur de chute donnée, la deuxième commande $Y'_{v,i}$ d'orientation des aubes directrices de vannage de fluide, associée à la première commande $Y'_{p,j}$ d'orientation des pales selon chaque troisième point, puis on mesure par un organe de mesure de puissance prévu sur la turbine une puissance électrique P correspondant à chaque troisième point et on enregistre dans une base de données du module de commande des quadruplets $(Y'_{p,j}, Y'_{v,i}, H, P)$ de données donnant en association la première commande $Y'_{p,j}$ d'orientation des pales, la deuxième commande $Y'_{v,i}$ d'orientation des aubes directrices de vannage de fluide, la au moins une hauteur de chute donnée et la puissance électrique P ayant été mesurée et correspondant à chaque troisième point,

au cours d'une sixième sous-étape, on détermine par le module de commande à partir des quadruplets $(Y'_{p,j}, Y'_{v,i}, H, P)$ de données les puissances électriques cibles et les premiers points d'iso-puissance associés aux puissances électriques cibles.

[0013] Suivant un mode de réalisation de l'invention, les puissances électriques cibles sont égales aux puissances

électriques P ayant été mesurées et correspondant aux troisièmes points.

[0014] Suivant un mode de réalisation de l'invention, au cours de la première étape, on calcule par le module de commande au cours de la sixième sous-étape les puissances électriques cibles et les premiers points d'iso-puissance par interpolation à partir des quadruplets ($Y'_{p,j}$, $Y'_{v,i}$, H, P) de données.

[0015] Suivant un mode de réalisation de l'invention, l'enveloppe prescrite autour de la loi de conjugaison de départ est formée par une zone comprise entre une courbe inférieure d'enveloppe et une courbe supérieure d'enveloppe, lesquelles sont situées respectivement au-dessous et au-dessus de la loi de conjugaison de départ selon la première commande d'orientation des pales.

[0016] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la courbe inférieure d'enveloppe correspond à la loi de conjugaison de départ, ayant été décalée d'un premier décalage prescrit vers le bas selon la première commande d'orientation des pales, et la courbe supérieure d'enveloppe correspond à la loi de conjugaison de départ, ayant été décalée d'un deuxième décalage prescrit vers le haut selon la première commande d'orientation des pales.

[0017] Suivant un mode de réalisation de l'invention, au cours de la troisième sous-étape, on obtient par le module de commande la deuxième loi à partir de mesures de débit de la turbine précédemment enregistrées pour certaines valeurs de la première commande d'orientation des pales et/ou de la deuxième commande $Y'_{v,i}$ d'orientation des aubes directrices de vannage de fluide, ou à partir d'un modèle du débit pour certaines valeurs de la première commande d'orientation des pales et/ou de la deuxième commande $Y'_{v,i}$ d'orientation des aubes directrices de vannage de fluide.

[0018] Suivant un autre mode de réalisation de l'invention, au cours de la première étape,

au cours d'une autre première sous-étape, pour chacune des puissances électriques cibles on règle par le module de commande sur la turbine la première commande d'orientation des pales successivement à une première valeur sélectionnée de réglage parmi plusieurs premières valeurs prescrites de réglage de la première commande d'orientation des pales pour au moins une hauteur de chute donnée de la turbine,

on mesure par un organe de mesure de puissance prévu sur la turbine une puissance électrique de la turbine,

et on règle par le module de commande sur la turbine, pour chaque première valeur sélectionnée de réglage de la première commande d'orientation des pales et pour chaque au moins une hauteur de chute donnée de la turbine, la deuxième commande d'orientation des aubes directrices de vannage de fluide successivement à une deuxième valeur sélectionnée de réglage parmi plusieurs deuxièmes valeurs prescrites de réglage de la deuxième commande d'orientation des aubes directrices de vannage de fluide, jusqu'à ce que la puissance électrique mesurée sur la turbine soit égale à la puissance électrique cible,

au cours d'une autre deuxième sous-étape, on enregistre dans une base de données du module de commande des quadruplets de données donnant chaque première valeur sélectionnée de réglage de la première commande d'orientation des pales en association avec la au moins une hauteur de chute donnée de la turbine, avec la puissance électrique cible et avec la deuxième valeur sélectionnée de réglage de la deuxième commande d'orientation des aubes directrices de vannage de fluide, pour laquelle la puissance électrique mesurée sur la turbine est égale à la puissance électrique cible,

au cours d'une autre troisième sous-étape, on détermine par le module de commande à partir des quadruplets de données les puissances électriques cibles et les premiers points d'iso-puissance associés aux puissances électriques cibles.

[0019] Un deuxième objet de l'invention est un dispositif de réglage d'une turbine,

la turbine ayant un arbre de rotation et des pales, qui sont fixées sur l'arbre de rotation et dont une première orientation par rapport à un plan transversal, perpendiculaire à l'arbre de rotation, est réglable suivant une première commande d'orientation des pales,

la turbine ayant une voie d'entrée de fluide et des aubes directrices de vannage de fluide, qui sont situées entre la voie d'entrée de fluide et les pales et dont une deuxième orientation de vannage est réglable suivant une deuxième commande d'orientation des aubes directrices de vannage de fluide,

caractérisé en ce que le dispositif comporte un module de commande configuré pour

déterminer pour une pluralité de puissances électriques cibles de la turbine, des premiers ensembles de combinaisons, dits ensembles de premiers points d'iso-puissance, de premières valeurs de la première commande d'orientation des pales et de premières valeurs de la deuxième commande d'orientation des aubes directrices de vannage de fluide, chaque ensemble de premiers points d'iso-puissance correspondant à l'une des puissances électriques cibles de la turbine,

déterminer pour chaque puissance électrique cible par le module de commande dans chaque ensemble de premiers points d'iso-puissance, le premier point d'iso-puissance ayant une rupture de pente maximale en valeur absolue, appelé point de réglage optimum de chaque puissance électrique cible,

enregistrer dans une base de données du module de commande les points de réglage optimum pour la pluralité de

puissances électriques cibles de la turbine.

[0020] Un troisième objet de l'invention est un programme d'ordinateur, comportant des instructions de code pour la mise en oeuvre du procédé de réglage d'une turbine tel que décrit ci-dessus, lorsqu'il est exécuté par un ordinateur.

[0021] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif en référence aux figures ci-dessous des dessins annexés.

La figure 1 représente une vue schématique en perspective d'une turbine, sur laquelle peut être mise en oeuvre l'invention.

La figure 2 représente une vue schématique en coupe transversale d'une partie d'une turbine, sur laquelle peut être mise en oeuvre l'invention.

La figure 3 représente une vue schématique en coupe transversale d'une partie d'une turbine, sur laquelle peut être mise en oeuvre l'invention.

La figure 4 représente une vue schématique en perspective d'une partie d'une turbine, sur laquelle peut être mise en oeuvre l'invention.

La figure 5 représente une vue schématique en perspective d'une partie d'une turbine, sur laquelle peut être mise en oeuvre l'invention.

La figure 6 représente une vue schématique en coupe axiale d'une turbine, sur laquelle peut être mise en oeuvre l'invention.

La figure 7 représente une vue schématique d'un dispositif de réglage d'une turbine, suivant un mode de réalisation l'invention.

La figure 8 représente un diagramme d'une came de conjugaison d'une turbine, pouvant être obtenue suivant l'invention.

La figure 9 représente une grille de points P2 situés dans une enveloppe prescrite autour d'une loi de conjugaison de départ, pouvant être utilisée suivant un premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 10 représente un organigramme du procédé de réglage suivant le premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 11 représente un exemple de courbe d'iso-puissance, pouvant être utilisé suivant l'invention.

La figure 12 représente un organigramme du procédé de réglage suivant le deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0022] Le procédé de réglage de la turbine 1 suivant l'invention et le dispositif 100 de réglage de la turbine 1 suivant l'invention, mettant en oeuvre ce procédé de réglage, sont décrits ci-dessous en référence aux figures 1 à 12.

[0023] On décrit d'abord ci-dessous plus en détail en référence aux figures 1 à 6 des exemples de turbine 1. La turbine 1 peut-être une turbine de turbo- alternateur de génération d'électricité ou une turbine d'une génératrice d'électricité, ou autre. Ainsi que décrit ci-dessous, la turbine 1 est à réaction à double réglage Y_p , Y_v des pales 12 et des aubes directrices 14. La turbine 1 est pilotée par des organes réglants 121, 141 d'admission de fluide 141

[0024] La turbine 1 comporte un arbre 11 de rotation, qui est monté tournant dans un châssis 10 autour d'un premier axe 110 de rotation. Des pales 12 sont fixées sur l'arbre 11 de rotation, autour de celui-ci. Le châssis 10 comporte une voie 101 d'entrée d'un fluide (par exemple une bache spirale 101), dans laquelle du fluide est envoyé vers les pales 12. Le châssis 10 comporte une voie 103 de sortie du fluide, dans laquelle le fluide est envoyé depuis les pales 12. Les pales 12 sont situées entre la voie 101 d'entrée du fluide et la voie 103 de sortie du fluide. Le fluide peut être par exemple de l'eau, ou autre, comme par exemple de la vapeur, ou de l'air pour une turbine éolienne. À la figure 1, la turbine 1 est par exemple du type à arbre 11 vertical. À la figure 6, la turbine 1 est par exemple du type à arbre 11 horizontal.

[0025] Chaque pale 12 est montée tournante autour de l'arbre 11 autour d'un deuxième axe de rotation 122 perpendiculaire au premier axe 110 de rotation. Les deuxièmes axes de rotation 122 des pales 12 sont écartés les uns des autres autour du premier axe 110 de rotation. Par exemple, les pales 12 sont identiques entre elles. La première orientation ANG_P de chaque pale 12 (par exemple du plan moyen 120 de chaque pale 12 ou d'un plan 120 de référence

de chaque pale 12) autour de son deuxième axe de rotation 122 par rapport à un plan transversal 13, perpendiculaire au premier axe 110 de rotation, est réglable suivant une première commande Y_p d'orientation des pales 12 (ou position Y_p des pales 12), ainsi que représenté aux figures 4 et 5. La première orientation ANGP peut être réglée en commun et dans le même sens pour l'ensemble des pales 12, et ce par un (ou plusieurs) premier organe réglant 121 (ou premier actionneur 121 de réglage), par exemple par un piston 121 prévu sur l'arbre 11 (ou par un autre organe réglant 121). La translation du piston 121 suivant le premier axe 110 de rotation fait tourner, par l'intermédiaire d'un mécanisme d'articulation, les pales 12 chacune autour de leur deuxième axe de rotation 122, pour régler la première orientation ANGP des pales 12 autour de leur deuxième axe de rotation 122. Le flux 102 de fluide entraîne les pales 12 et l'arbre 11 en rotation autour du premier axe 110 de rotation. La rotation de l'arbre 11 permet par exemple de générer de l'électricité dans le cas où l'arbre 11 de la turbine 1 est relié à un alternateur.

[0026] Le réglage de la première orientation ANGP peut se quantifier en pourcentage d'orientation (ou en course linéaire en unités métriques du piston 121, permettant la synchronisation de l'orientation des pales 12). Ainsi 0% pour la première orientation ANGP correspond à une configuration des pales 12 toutes orientées selon un profil le plus plat (appelé première ouverture minimale) minimisant la section de passage entre les pales 12, ainsi que représenté à titre d'exemple à la figure 4 où $ANGP = 0^\circ$. De même 100 % pour la première orientation ANGP correspond à une configuration des pales 12 toutes orientées selon un profil (appelé première ouverture maximale) maximisant la section de passage entre les pales 12, c'est-à-dire avec la première orientation ANGP égale à une première orientation maximale prescrite.

[0027] Le réglage de la première orientation ANGP ou du premier angle ANGP des pales 12 entre le plan 120 moyen ou de référence de la pale 12 et le plan normal 13 selon les figures 4 et 5 peut aussi être situé entre une valeur minimale et une valeur maximale.

[0028] Entre la voie 101 d'entrée de fluide et les pales 12 sont prévues des aubes directrices 14 de vannage du fluide. Les aubes directrices 14 de vannage ont pour fonction de prédéterminer un volume de passage de fluide entre la voie 101 d'entrée du fluide et la voie 103 de sortie du fluide.

[0029] Chaque aube directrice 14 de vannage est montée tournante par rapport au châssis 10 autour d'un troisième axe 142 de rotation (par exemple un tourbillon 142), pouvant être par exemple parallèle au premier axe 110 de rotation. Les troisièmes axes de rotation 142 des aubes directrices 14 de vannage sont écartés les uns des autres autour du premier axe 110 de rotation. La géométrie du type convergent de la voie 101 d'entrée permet de préorienter les vecteurs vitesses 102 du fluide entrant dans chaque section de passage entre deux aubes directrices 14 consécutives. Par exemple, les aubes directrices 14 de vannage sont identiques entre elles. Chaque aube directrice 14 de vannage est par exemple en forme de carène profilée. La deuxième orientation ANGV de vannage (ou deuxième angle ANGV) de chaque aube directrice 14 de vannage (par exemple du plan moyen 140 de chaque aube directrice 14 ou d'un plan 140 de référence de chaque aube directrice 14) autour de son troisième axe 142 de rotation par rapport à un plan radial 143 passant par le premier axe 110 de rotation, est réglable suivant une deuxième commande Y_v d'orientation des aubes directrices 14 de vannage (ou position du vannage Y_v), ainsi que représenté aux figures 2 et 3. La deuxième orientation ANGV de vannage peut être réglée en commun et dans le même sens pour l'ensemble des aubes directrices 14 de vannage, et ce par un (ou plusieurs) deuxième organe réglant 141 (ou deuxième actionneur 141 de réglage), par exemple par un cercle 141 de vannage relié aux aubes directrices 14 ou par un autre actionneur 141 de réglage. Chaque aube directrice 14 de vannage est reliée par l'intermédiaire d'un levier 148 et d'une biellette 149 au cercle 141 de vannage. Le cercle 141 de vannage est en outre relié par l'intermédiaire à une ou plusieurs bielles 145 de commande pouvant être translattées par un ou plusieurs servomoteurs 144 pour faire tourner le cercle 141 de vannage autour du premier axe 110 de rotation et pour faire tourner les aubes directrices 14 de vannage chacune autour de leur deuxième axe de rotation 122, pour régler la deuxième orientation ANGV de vannage des aubes directrices 14 autour de leur troisième axe 142 de rotation. L'ensemble des aubes directrices 14 se nomme vannage ou distributeur. La deuxième orientation ANGV de vannage permet de régler la section de passage de fluide entre deux aubes directrices 14 de vannage consécutives.

[0030] Le réglage de la deuxième orientation ANGV de vannage peut se quantifier en pourcentage d'ouverture des aubes directrices 14 (ou en course linéaire en unités métriques du ou des servomoteurs 144 qui manoeuvre(nt) le cercle 141 de vannage). Ainsi 0% pour la deuxième orientation ANGV de vannage correspond à une configuration (appelée deuxième ouverture minimale) des aubes directrices 14 toutes orientées selon un profil minimisant la section de passage entre les aubes directrices 14 et par exemple ne laissant passer aucun fluide entre les aubes directrices 14 dans une position 14F de fermeture des aubes directrices 14 se touchant l'une l'autre ainsi que représenté en traits interrompus à la figure 3. De même 100 % pour la deuxième orientation ANGV de vannage correspond à une configuration (appelée deuxième ouverture maximale) des aubes directrices 14 toutes orientées selon un profil maximisant la section de passage entre les aubes directrices 14, c'est-à-dire avec la deuxième orientation ANGV de vannage égale à une deuxième orientation ANGV de vannage, maximale prescrite dans la position complètement ouverte ou maximale des aubes directrices 14. La flèche 146 des figures 2 et 3 correspond au sens de fermeture des aubes directrices 14 de vannage vers la position 14 F de fermeture. La flèche 147 des figures 2 et 3 correspond au sens d'ouverture des aubes directrices

14 de vannage depuis la position 14F de fermeture vers la position complètement ouverte ou maximale des aubes directrices 14.

[0031] Le dispositif 100 de réglage de la turbine 1 suivant l'invention comporte un module MOD de commande, configuré (programmé) pour mettre en oeuvre les étapes décrites ci-dessous du procédé de réglage suivant l'invention, en référence aux figures 7 à 12. Le module MOD de commande peut-être comprendre plusieurs calculateurs, et/ou un ou plusieurs processeurs, et/ou un ou plusieurs microprocesseurs, et/ou un ou plusieurs ordinateurs, et/ou un ou plusieurs programmes d'ordinateur, et/ou une ou plusieurs interfaces INT1, INT2 d'entrée de données, et/ou une ou plusieurs interfaces INT3 de sortie de données, ou autres.

[0032] Le module MOD repose sur une méthode par iso-puissances pour la détermination des lois de conjugaison des pales 12 et vannage des aubes directrices 14 des turbines 1 à réaction à double réglage.

[0033] Au cours d'une première étape E1, le module MOD de commande détermine pour une pluralité de puissances électriques cibles $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, \dots P_n$ de la turbine 1, respectivement des premiers ensembles $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, \dots Y_n$ de combinaisons Y_p, Y_v de premières valeurs de la première commande Y_p d'orientation des pales 12 et de premières valeurs de la deuxième commande Y_v d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide, ainsi que représenté à titre d'exemple à la figure 8. Chaque puissance cible $P_1, P_2, \dots P_n$ peut être prescrite dans le module MOD de commande. Chaque puissance cible $P_1, P_2, \dots P_n$ correspond à une valeur de puissance électrique, pouvant être produite par la turbine 1. Ces premiers ensembles $Y_1, Y_2, \dots Y_n$ de combinaisons Y_p, Y_v de premières valeurs de la première commande Y_p d'orientation des pales 12 et de premières valeurs de la deuxième commande Y_v d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide sont appelées ensembles ou courbes $Y_1, Y_2, \dots Y_n$ de premiers points Y_p, Y_v d'iso-puissance. Chaque ensemble $Y_1, Y_2, \dots Y_n$ de premiers points Y_p, Y_v d'iso-puissance correspond à l'une des puissances électriques cibles $P_1, P_2, \dots P_n$ de la turbine 1. Les puissances électriques cibles $P_1, P_2, \dots P_n$ peuvent être prescrites. Chaque ensemble ou courbe $Y_1, Y_2, \dots Y_n$ de premiers points Y_p, Y_v d'iso-puissance donne une première valeur de la première commande Y_p d'orientation des pales 12, qui est décroissante en fonction de la première valeur de la deuxième commande Y_v d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide.

[0034] Un exemple d'une courbe Y_1 de premiers points Y_p, Y_v d'iso-puissance pour la puissance électrique cible P_1 est représentée à la figure 11. Cette courbe Y_1 passe par les premiers points d'iso-puissance $\{Y_{v1}, Y_{p1}\}, \{Y_{v2}, Y_{p2}\}, \{Y_{v3}, Y_{p3}\}, \{Y_{v4}, Y_{p4}\}$ et $\{Y_{v5}, Y_{p5}\}$ pour la puissance électrique cible P_1 .

[0035] Au cours d'une deuxième étape E2, le module MOD de commande détermine, pour chaque puissance électrique cible $P_1, P_2, \dots P_n$ et parmi les premiers points Y_p, Y_v d'iso-puissance de chaque ensemble $Y_1, Y_2, \dots Y_n$, le premier point $INF(Y_p, Y_v)$ d'iso-puissance ayant une rupture de pente maximale en valeur absolue, appelé point $INF(Y_p, Y_v)$ de réglage optimum de chaque puissance électrique cible $P_1, P_2, \dots P_n$, ainsi que représenté à titre d'exemple à la figure 8. Ainsi, par exemple pour l'ensemble Y_1 de premiers points Y_p, Y_v d'iso-puissance, le premier point $INF(Y_p, Y_v)$ d'iso-puissance de réglage optimum est celui de ces premiers points Y_p, Y_v d'iso-puissance qui présente une rupture de pente maximale en valeur absolue par rapport aux premiers points Y_p, Y_v d'iso-puissance voisins, chaque pente joignant chaque premier point Y_p, Y_v d'iso-puissance à son premier point Y_p, Y_v d'iso-puissance voisin. Suivant une première possibilité, le module MOD de commande détermine le premier point $INF(Y_p, Y_v)$ d'iso-puissance de réglage optimum en détectant, pour chaque premier point $INF(Y_p, Y_v)$ d'iso-puissance, si le changement de pente est supérieur à une valeur prescrite de pente, ayant été fixée par l'utilisateur sur l'interface INT1 du module MOD de commande.

[0036] Le nombre n de puissances électriques cibles $P_1, P_2, \dots P_n$ peut par exemple être supérieur ou égal à 2 ou 5 ou autres, et peut par exemple être inférieur ou égal à 10 ou même supérieur ou égal à 10. Le nombre de premiers points Y_p, Y_v d'iso-puissance dans chaque ensemble $Y_1, Y_2, \dots Y_n$ peut par exemple être supérieur ou égal à 2 ou 3 ou autres, et peut par exemple être inférieur ou égal à 8 ou même supérieur ou égal à 8. Chaque puissance électrique cible $P_1, P_2, \dots P_n$ est supérieure ou égale à une puissance minimale admissible prescrite pour le bon fonctionnement de la turbine 1 pour une hauteur H de chute donnée et est inférieure ou égale à une puissance maximale prescrite pour le bon fonctionnement de la turbine 1 pour une hauteur H de chute donnée.

[0037] Au cours d'une troisième étape E3, le module MOD de commande enregistre dans sa mémoire MEM ou base MEM de données les points $INF(Y_p, Y_v)$ de réglage optimum pour la pluralité de puissances électriques cibles $P_1, P_2, \dots P_n$ de la turbine 1.

[0038] Les points $INF(Y_p, Y_v)$ de réglage optimum pour la pluralité de puissances électriques cibles $P_1, P_2, \dots P_n$ de la turbine 1 forment une loi optimale (ou came optimale) de conjugaison des pales 12 et des aubes directrices 14.

[0039] Les comes (ou lois) de conjugaison sont les lois des meilleures combinaisons de la première commande Y_p d'orientation des pales 12 de l'organe réglant 121 et de premières valeurs de la deuxième commande Y_v d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide de l'organe réglant 141 à une hauteur H de chute donnée, permettant de maximiser le rendement global de la turbine 1 pour chaque débit de la turbine 1.

[0040] Le rendement de la turbine 1 peuvent être décrit à l'aide des équations des turbomachines hydrauliques suivantes pour une hauteur de chute H donnée :

$$P_{hyd} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (\text{eq. 1})$$

$$P_{roue} = \eta_{roue} \cdot P_{hyd} \quad (\text{eq. 2})$$

$$P_{méca} = \eta_{méca} \cdot P_{roue} \quad (\text{eq. 3})$$

$$P = \eta_{gén} \cdot P_{méca} \quad (\text{eq. 4})$$

[0041] D'une manière plus générale, la performance globale d'une turbine, autrement dit son rendement global η_{tur} s'écrit avec l'équation suivante :

$$\eta_{tur} = \frac{P}{P_{hyd}} \quad (\text{eq. 5})$$

c'est-à-dire, en remplaçant P et en combinant eq 2 et eq 3, il vient

$$\eta_{tur} = \eta_{gén} \times \eta_{méca} \times \eta_{roue} \quad (\text{eq. 6})$$

avec

P_{hyd} : Puissance hydraulique,
 P_{roue} : Puissance à la roue des pales 12,
 η_{roue} : Rendement de la roue des pales 12,
 $P_{méca}$: Puissance mécanique à l'arbre 11 de la turbine 1,
 $\eta_{méca}$: rendement mécanique de la turbine 1,
 P : Puissance électrique de la turbine 1,
 $\eta_{gén}$: Rendement de la génératrice de la turbine 1,
 Q : débit du fluide dans la turbine 1,
 ρ : masse volumique du fluide dans la turbine 1,
 g : accélération de la gravité.

[0042] L'invention permet d'obtenir les cames de conjugaison des réglages Y_p, Y_v des pales 12 et des aubes directrices 14 en se dispensant de mesurer le débit de la turbine 1 pour chacun de ces réglages Y_p, Y_v .

[0043] En effet, la mesure du débit Q du fluide peut être difficile à obtenir, cela en raison par exemple de l'accessibilité aux sections de mesures du débit (section d'écoulement du fluide ou zones où se trouvent les points d'installation de capteurs de mesure), de la distance disponible de sections droites sur le circuit hydraulique, etc. En outre, la mise en place de moyens de mesure du débit peut être risquée en termes de sécurité des personnes selon l'accessibilité des sections de mesures. La mesure du débit Q du fluide peut être également coûteuse en matériel : selon les conceptions des aménagements, un chariot peut être nécessaire pour la mise en oeuvre des capteurs de débit qu'il faut multiplier en nombre selon la section d'écoulement. Dans certains cas, l'état des prises de pression ont aussi un poids prépondérant sur la fiabilité et la cohérence des résultats obtenus. Une telle installation de mesures du débit mobilise des ressources humaines et reste cependant peu fiable. En effet, selon les aménagements, la géométrie des sections de mesure du débit ne sont pas toujours vérifiables (impossibilité de faire des relevés géométriques, combinée à des plans anciens voire incomplets) ou comprennent des singularités géométriques nécessitant des corrections de mesures ; la distance entre la turbine et la section de mesure du débit peut être insuffisante et ne permet pas au fluide d'avoir un comportement idéalement laminaire évitant les turbulences hydrauliques nuisibles à la mesure. La fiabilité des mesures du débit repose également sur les incertitudes de mesure et le suivi métrologique des capteurs impliqués dans la mesure.

[0044] Les étapes E1, E2 et E3 peuvent être effectuées pour au moins une hauteur H de chute donnée de la turbine 1, et par exemple pour une seule hauteur H de chute donnée ou pour chacune de plusieurs hauteurs différentes H de chute données. La hauteur H de chute est définie par la différence de hauteur entre d'une part une première ligne de charge de fluide (par exemple d'eau) située dans la voie 101 d'entrée de fluide et une deuxième ligne de charge de fluide située dans la voie 103 de sortie du fluide. Les points INF(Y_p, Y_v) de réglage optimum pour la pluralité de puissances

électriques cibles $P_1, P_2, \dots, P_n$ de la turbine 1 peuvent donc former la loi optimale (ou came optimale) de conjugaison des pales 12 et des aubes directrices 14 pour au moins une hauteur H de chute donnée de la turbine 1, ou pour chacune de plusieurs hauteurs différentes H de chute données.

[0045] Dans un premier mode de réalisation, représenté aux figures 7, 8, 9, 10 et 11, la première étape E1 peut comporter les sous-étapes décrites ci-dessous.

[0046] Au cours d'une première sous-étape E11 de la première étape E1, on entre dans le module MOD de commande une première loi $L1(Y_p, Y_v)$ de conjugaison de départ, donnant la première commande Y_p d'orientation des pales 12 en fonction de la deuxième commande Y_v d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide. La loi $L1(Y_p, Y_v)$ de conjugaison de départ correspondant à une programmation initiale d'un automate AUT de commande de la turbine 1 pour au moins une hauteur H de chute donnée de la turbine ou pour chacune des hauteurs différentes H de chute données. La première loi $L1(Y_p, Y_v)$ de conjugaison de départ est prescrite et préenregistrée dans la mémoire MEM ou base MEM de données du module MOD de commande. La première sous-étape E11 peut comprendre de mesurer par un premier capteur CAP12, qui est prévu sur ou dans la turbine 1 et qui est relié à l'interface INT d'entrée de données du module MOD de commande, la première orientation ANGP pour la première commande Y_p d'orientation des pales 12 à 0% et pour la première commande Y_p d'orientation des pales 12 à 100 %. La première sous-étape E11 peut comprendre de mesurer par un deuxième capteur CAP14 de la turbine 1, qui est prévu sur ou dans la turbine 1 et qui est relié à l'interface INT d'entrée de données du module MOD de commande, la deuxième orientation ANGV pour la deuxième commande Y_v d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide à 0% et pour la deuxième commande Y_v d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide à 100 %.

[0047] Au cours d'une deuxième sous-étape E12 de la première étape E1, le module MOD de commande calcule une grille de deuxièmes points P2 situés dans une enveloppe prescrite ENV autour de la loi $L1(Y_p, Y_v)$ de conjugaison de départ, ainsi que représenté à titre d'exemple à la figure 9. Les deuxièmes points P2 ont des coordonnées $Y_{p,j}$ et $Y_{v,i}$ pour i allant de 1 à N et pour j allant de 1 à M,

où $Y_{p,j}$ est la première commande Y_p d'orientation des pales 12,
 $Y_{v,i}$ est la deuxième commande Y_v d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide,
 N est un premier entier naturel prescrit, supérieur ou égal à 2,
 M est un deuxième entier naturel prescrit, supérieur ou égal à 2. L'entier N peut être égal à M ou être différent de M. Le module MOD de commande peut calculer autant de grilles de deuxièmes points P2 que de hauteurs H de chute.

[0048] L'entier N peut être supérieur ou égal à 4 ou 5 et être inférieur ou égal à 10. L'invention peut également s'appliquer à des valeurs de N inférieures à 4 ou supérieures à 10.

[0049] L'entier M peut être supérieur ou égal à 4 ou 5 et être inférieur ou égal à 10. L'invention peut également s'appliquer à des valeurs de M inférieures à 4 ou supérieures à 10.

[0050] Les deuxièmes points P2 de la grille sont espacés d'un pas prescrit δ (non nul) le long de la deuxième commande Y_v d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide. On a donc $Y_{v,i+1} = Y_{v,i} + \delta$.

[0051] Les deuxièmes points P2 de la grille sont espacés d'un pas prescrit δ' (non nul) le long de la première commande Y_p d'orientation des pales 12. On a donc : $Y_{p,i+1} = Y_{p,i} + \delta'$. Le pas δ' peut être égal au pas δ ou être différent du pas δ .

[0052] L'enveloppe prescrite ENV autour de la loi $L1(Y_p, Y_v)$ de conjugaison de départ peut être formée par une zone comprise entre une courbe inférieure ENV1 d'enveloppe et une courbe supérieure ENV2 d'enveloppe. La courbe inférieure ENV1 d'enveloppe est une fonction croissante de Y_p en fonction de Y_v et est située au-dessous de la loi $L1(Y_p, Y_v)$ de conjugaison de départ. La courbe supérieure ENV2 d'enveloppe est une autre fonction croissante de Y_p en fonction de Y_v et est située au-dessus de la loi $L1(Y_p, Y_v)$ de conjugaison de départ. Par exemple, la courbe inférieure ENV1 d'enveloppe correspond à la loi $L1(Y_p, Y_v)$ de conjugaison de départ, ayant été décalée d'un premier décalage prescrit vers le bas selon la première commande Y_p d'orientation des pales 12. Par exemple, la courbe supérieure ENV2 d'enveloppe correspond à la loi $L1(Y_p, Y_v)$ de conjugaison de départ, ayant été décalée d'un deuxième décalage prescrit vers le haut selon la première commande Y_p d'orientation des pales 12. Le premier décalage peut être égal en valeur absolue au deuxième décalage. Bien entendu, les courbes ENV1 et ENV2 d'enveloppe pourraient être différentes de la loi $L1(Y_p, Y_v)$ de conjugaison de départ ayant été décalée.

[0053] Au cours d'une troisième sous-étape E13 de la première étape E1, le module MOD de commande obtient le débit de la turbine 1 pour chaque deuxième point P2 à partir d'une deuxième loi prescrite, donnant la valeur du débit $Q(Y_{p,j}, Y_{v,i})$ de la turbine 1 en fonction de $Y_{p,j}$ et $Y_{v,i}$. La deuxième loi est prescrite dans le module MOD de commande et peut avoir été entrée dans le module MOD de commande. Par exemple, la deuxième loi peut avoir été obtenue à partir de mesures de débit de la turbine 1 précédemment enregistrées ou à partir d'abaques donnant le débit mesuré de la turbine 1, pour certaines valeurs de la première commande Y_p d'orientation des pales 12 et/ou de la deuxième commande $Y_{v,i}$ d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide, ou à partir d'un modèle du débit pour certaines valeurs de la première commande Y_p d'orientation des pales 12 et/ou de la deuxième commande $Y_{v,i}$ d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide. La deuxième loi peut être par exemple sous la forme d'un ou

plusieurs tableaux à 3 dimensions. Ainsi, le procédé suivant l'invention se dispense d'une mesure en temps réel du débit du fluide dans la turbine 1, mais appuie sur des mesures préenregistrées du débit.

[0054] Au cours d'une quatrième sous-étape E14 de la première étape E1, le module MOD de commande sélectionne, pour chaque deuxième point P2 ayant les coordonnées $Y_{p,j}$ et $Y_{v,i}$ pour i allant de 1 à N et pour j allant de 1 à M, un troisième point P3 ayant des coordonnées $Y'_{p,j}$ et $Y'_{v,i}$ qui correspondent à celles des coordonnées $Y_{p,j}$ et $Y_{v,i}$ qui répondent au critère du minimum en valeur absolue entre le débit de chaque deuxième point P2 et le débit des deuxièmes points P2 voisins. Chaque troisième point P3 minimise donc la variation du débit Q. Cela permet avantageusement de préserver les aménagements, les matériels et la sécurité des tiers lors du fonctionnement du module MOD de commande. La coordonnée $Y'_{p,j}$ est la première commande Y_p d'orientation des pales 12. La coordonnée $Y'_{v,i}$ est la deuxième commande Y_v d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide. Le module MOD de commande sélectionne ainsi pour chaque deuxième point P2 le troisième point P3 voisin qui répond au critère suivant, calculé par le module MOD de commande :

$$\min \{ \begin{aligned} &|Q(Y_{vi+1}, Y_{pj}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ &|Q(Y_{vi+1}, Y_{pj+1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ &|Q(Y_{vi}, Y_{pj+1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ &|Q(Y_{vi}, Y_{pj-1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ &|Q(Y_{vi+1}, Y_{pj-1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ &|Q(Y_{vi-1}, Y_{pj+1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ &|Q(Y_{vi-1}, Y_{pj}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ &|Q(Y_{vi-1}, Y_{pj-1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \end{aligned} \},$$

où min désigne le minimum de cet ensemble entre $\{ \}$. Le module MOD de commande procède ainsi à une exploration automatique, point P2 après point P2, de la grille pour sélectionner les points P3 parmi les points P2. Cette exploration automatique est également appelée routine. Le point P2 de départ de la routine peut être par exemple la première ouverture minimale des pales 12 à 0 % et la deuxième ouverture minimale à 0 % des aubes directrices 11, pour la turbine 1 considérée. Le point P2 de départ de la routine pourrait être par exemple la première ouverture maximale des pales 12 à 100 % et la deuxième ouverture maximale des aubes directrices 11 à 100 %, pour la turbine 1 considérée.

[0055] Au cours d'une cinquième sous-étape E15 de la première étape E1, le module MOD de commande règle (ou envoie) sur la turbine 1, par l'interface INT3 de sortie de données du module MOD reliée aux organes réglants 121 et 141, pour une ou chacune des hauteurs H de chute données, la deuxième commande $Y'_{v,i}$ d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide, associée à la première commande $Y'_{p,j}$ d'orientation des pales 12 selon chaque troisième point P3.

[0056] La modification de la deuxième commande $Y'_{v,i}$ d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide de l'organe réglant 141 et de la première commande $Y'_{p,j}$ d'orientation des pales 12 de l'organe réglant 121 est effectuée automatiquement par le module MOD de commande selon des critères de temps d'attente, de stabilisation et d'enregistrement des données pendant l'exécution de la routine pour positionner au troisième point P3.

[0057] Selon une possibilité, un mode dit pas à pas, selon la routine, permet de passer d'une deuxième commande $Y'_{v,i}$ à une autre et d'une première commande $Y'_{p,j}$ à une autre sur instruction entrée par l'utilisateur sur l'interface INT1 du module MOD de commande (le point suivant P3 à tester étant quant à lui toujours désigné par le module MOD selon le critère décrit précédemment). La routine pourra être interrompue (et relancée) à tout moment pour des raisons de sécurité et préservation de la turbine 1 testée ainsi que pour la bonne exploitation de l'aménagement hydraulique.

[0058] Selon une autre possibilité, un mode automatique, selon la routine, permet de passer d'une deuxième commande $Y'_{v,i}$ à une autre et d'une première commande $Y'_{p,j}$ à une autre automatiquement d'une manière programmée dans le module MOD de commande.

[0059] Le module MOD de commande peut passer d'une deuxième commande $Y'_{v,i}$ à une première commande $Y'_{p,j}$ soit en simultanée, soit l'une après l'autre, selon la technologie du contrôle-commande de la turbine testée 1.

[0060] Puis, au cours de la cinquième sous-étape E15, un organe ou capteur CAPP de mesure de puissance prévu sur la turbine 1 mesure une puissance électrique P produite par la turbine 1 (par exemple en mesurant une tension électrique V produite par la turbine 1 et en mesurant un courant électrique I produit par la turbine 1, le capteur CAPP de mesure pouvant comporter un transducteur TPA de puissance active, ainsi que représenté à titre d'exemple la figure 7) pour chaque troisième point P3. La puissance électrique P mesurée par le capteur CAPP de mesure est envoyée au module MOD de commande, comportant une interface INT2 de réception des données de cette puissance électrique

P mesurée, cette interface INT2 de réception étant reliée au capteur CAPP de mesure. Le module MOD de commande enregistre des quadruplets ($Y'_{p,j}$, $Y'_{v,i}$, H, P) de données donnant en association la première commande $Y'_{p,j}$ d'orientation des pales 12, la deuxième commande $Y'_{v,i}$ d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide, la au moins une hauteur H de chute donnée et la puissance électrique P ayant été mesurée et correspondant à chaque troisième point

P3, dans la mémoire MEM ou base MEM de données.

[0061] Au cours d'une sixième sous-étape E16 de la première étape E1, le module MOD de commande détermine à partir des quadruplets ($Y'_{p,j}$, $Y'_{v,i}$, H, P) de données les puissances électriques cibles P_1 , P_2 , ... P_n et les premiers points Y_p , Y_v d'iso-puissance associés aux puissances électriques cibles P_1 , P_2 , ... P_n (premiers ensembles $Y1$, $Y2$, ... Yn).

[0062] Par exemple, dans un premier cas, les puissances électriques cibles P_1 , P_2 , ... P_n peuvent être égales aux puissances électriques P ayant été mesurées et correspondant aux troisièmes points P3.

[0063] Par exemple, dans un deuxième cas, le module MOD de commande calcule au cours de la sixième sous-étape E16 les puissances électriques cibles P_1 , P_2 , ... P_n et les premiers points Y_p , Y_v d'iso-puissance par interpolation à partir des quadruplets ($Y'_{p,j}$, $Y'_{v,i}$, H, P) de données.

[0064] Par exemple, dans un deuxième cas, chaque puissance cible P_1 , P_2 , ... P_n peut être prescrite dans le module MOD de commande. Le module MOD de commande peut effectuer un tri des quadruplets ($Y'_{p,j}$, $Y'_{v,i}$, H, P) de données en fonction des puissances électriques P. Dans le cas où chaque puissance cible P_1 , P_2 , ... P_n a été prescrite dans le module MOD de commande, le module MOD de commande peut retenir pour cette puissance cible P_1 , P_2 , ... P_n le quadruplet ($Y'_{p,j}$, $Y'_{v,i}$, H, P) de données, dont la puissance mesurée P est la plus proche de la puissance cible P_1 , P_2 , ... P_n , par exemple à plus ou moins une valeur ΔP prédéterminée.

[0065] A l'issue de la sous-étape E16, le module MOD de commande effectue la deuxième étape E2 décrite ci-dessus pour déterminer les points INF(Y_p , Y_v) de réglage optimum des puissances électriques cibles P_1 , P_2 , ... P_n .

[0066] Dans un deuxième mode de réalisation, représenté aux figures 7, 8, 11 et 12, la première étape E1 peut comporter les sous-étapes décrites ci-dessous.

[0067] Au cours d'une autre première sous-étape E11' de la première étape E1, pour chacune des puissances électriques cibles P_1 , P_2 , ... P_n le module MOD de commande règle (ou envoie) sur la turbine 1 par l'interface INT3 de sortie de données du module MOD reliée aux organes réglants 121 et 141, pour une ou chacune des hauteurs H de chute données la première commande Y_p d'orientation des pales 12 successivement à une première valeur sélectionnée Y_{pr} de réglage parmi plusieurs premières valeurs prescrites Y_{pr1} , Y_{pr2} , ... , Y_{prK} de réglage de la première commande Y_p d'orientation des pales 12 (par exemple avec un pas δ'' prescrit et non nul entre ces premières valeurs prescrites Y_{pr1} , Y_{pr2} , ... , Y_{prK} de réglage).

[0068] Puis, au cours de l'autre première sous-étape E11', l'organe ou capteur CAPP de mesure de puissance prévu sur la turbine 1 mesure une puissance électrique P produite par la turbine 1 (par exemple en mesurant une tension électrique V produite par la turbine 1 et en mesurant un courant électrique I produit par la turbine 1, le capteur CAPP de mesure pouvant comporter un transducteur TPA de puissance active, ainsi que représenté à titre d'exemple la figure 7). La puissance électrique P mesurée par le capteur CAPP de mesure est envoyée au module MOD de commande, comportant une interface INT2 de réception des données de cette puissance électrique P mesurée, cette interface INT2 de réception étant reliée au capteur CAPP de mesure.

[0069] Puis, au cours de l'autre première sous-étape E11', pour chaque puissance électrique cible P_s égale à l'une de P_1 , P_2 , ... P_n (pour l'entier s allant de 1 à n), le module MOD de commande règle (ou envoie) sur la turbine 1 par l'interface INT3 de sortie de données du module MOD reliée aux organes réglants 121 et 141, pour chaque première valeur sélectionnée Y_{pr} de réglage de la première commande Y_p d'orientation des pales 12 et pour chaque hauteur H de chute donnée de la turbine 1, la deuxième commande Y_v d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide successivement à une deuxième valeur sélectionnée Y_{vr} de réglage parmi plusieurs deuxièmes valeurs prescrites Y_{vr1} , Y_{vr2} , ... , Y_{vrL} de réglage de la deuxième commande Y_v d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide (par exemple avec un pas δ''' prescrit et non nul entre ces deuxièmes valeurs prescrites Y_{vr1} , Y_{vr2} , ... , Y_{vrL} de réglage), jusqu'à ce que la puissance électrique P mesurée sur la turbine 1 soit égale à la puissance électrique cible P_s , par exemple à plus ou moins une valeur ΔP prédéterminée.

[0070] Au cours d'une autre deuxième sous-étape E12' de la première étape E1, le module MOD de commande enregistre dans sa base MEM de données des quadruplets (Y_{pr} , H, P_s , Y_{vr}) de données donnant chaque première valeur sélectionnée Y_{pr} de réglage de la première commande Y_p d'orientation des pales 12 en association avec la au moins une hauteur H de chute donnée de la turbine 1, avec la puissance électrique cible P_s égale à l'une de P_1 , P_2 , ... P_n (pour l'entier s allant de 1 à n) et avec la deuxième valeur sélectionnée Y_{vr} de réglage de la deuxième commande Y_v d'orientation des aubes directrices 14 de vannage de fluide, pour laquelle la puissance électrique mesurée sur la turbine 1 est égale à la puissance électrique cible P_s .

[0071] Au cours d'une autre troisième sous-étape E13' de la première étape E1, le module MOD de commande détermine à partir des quadruplets (Y_{pr} , H, P_s , Y_{vr}) de données les puissances électriques cibles P_1 , P_2 , ... P_n et les premiers points Y_p , Y_v d'iso-puissance associés aux puissances électriques cibles P_1 , P_2 , ... P_n (premiers ensembles $Y1$, $Y2$, ... Yn).

[0072] Par exemple, chaque puissance cible $P_1, P_2, \dots, P_n$ peut être prescrite dans le module MOD de commande. Le module MOD de commande peut effectuer un tri des quadruplets (Y_{pr}, H, P_s, Y_{vr}) de données en fonction des puissances électriques cibles P_s .

[0073] A l'issue de la sous-étape E13', le module MOD de commande effectue la deuxième étape E2 décrite ci-dessus pour déterminer les points $INF(Y_p, Y_v)$ de réglage optimum des puissances électriques cibles $P_1, P_2, \dots, P_n$.

[0074] Le module MOD de commande peut être nomade et peut-être ajouté ou branché à l'automate AUT de commande de la turbine 1 (contrôle- commande de la turbine 1). Le module MOD de commande permet à la fois de piloter la turbine 1 par le contrôle des organes réglants 121 et 141, et de collecter et d'analyser les données pour la recherche et l'optimisation des cames de conjugaison de manière automatique.

[0075] L'invention permet de fournir les cames de conjugaison plus rapidement qu'avec la méthode normée et mesure de débit, avec un impact fortement réduit sur l'exploitation et la disponibilité des turbines sur le réseau électrique. Le déploiement du module MOD peut être considéré comme rapide sur les turbines testées et demande une mobilisation limitée de ressources pour la mise en oeuvre (1 personne contre 2 à 4 personnes pour une mesure de débit normée CEI60041 (moulinet, contrôle piézométrique, ...); les contraintes d'exploitation sont également limitées dans le temps.

Les résultats (i.e. les lois ou cames de conjugaison) pour une turbine donnée issus de l'utilisation de ce module MOD permet d'assurer une exploitation durable et optimale de celles-ci, avec une garantie de pérennité hydromécanique. Le module MOD est compatible et adaptable à tout automatisme AUT des turbines à réaction à double réglage qu'on souhaite optimiser et exploiter à leurs meilleurs points de fonctionnement. Le module MOD permet de piloter la turbine tout en collectant et en enregistrant les données desquelles il sera possible de déterminer et optimiser ces lois (ou cames) de conjugaisons.

[0076] Les avantages de l'invention sont notamment sont notamment :

- Aucune mesure de débit nécessaire,
- Moins d'impact sur la production pour la mise en place du module,
- Impact limité sur l'exploitation de la turbine et de l'aménagement associé
- Gain de temps pour obtenir des résultats fiables et quasi-immédiatement implémentables dans leurs automatismes,
- Optimisation et donc gain de productible et pérennité hydromécanique garantie,
- Peut-être utilisé comme outil de diagnostic (évolution des lois ou cames de conjugaison, détection d'usure mécanique, ...).

[0077] Bien entendu, les modes de réalisation, caractéristiques, possibilités et exemples décrits ci-dessus peuvent être combinés l'un avec l'autre ou être sélectionnés indépendamment l'un de l'autre.

Revendications

1. Procédé de réglage d'une turbine (1),

la turbine (1) ayant un arbre (11) de rotation et des pales (12), qui sont fixées sur l'arbre (11) de rotation et dont une première orientation (ANGP) par rapport à un plan transversal (13), perpendiculaire à l'arbre (11) de rotation, est réglable suivant une première commande (Y_p) d'orientation des pales (12),

la turbine (1) ayant une voie (101) d'entrée de fluide et des aubes directrices (14) de vannage de fluide, qui sont situées entre la voie (101) d'entrée de fluide et les pales (12) et dont une deuxième orientation (ANGV) de vannage est réglable suivant une deuxième commande (Y_v) d'orientation des aubes directrices (14) de vannage de fluide,

caractérisé en ce que

au cours d'une première étape (E1), on détermine par un module (MOD) de commande et pour une pluralité de puissances électriques cibles ($P_1, P_2, \dots, P_n$) de la turbine (1), des premiers ensembles ($Y_1, Y_2, \dots, Y_n$) de combinaisons (Y_p, Y_v), dits ensembles ($Y_1, Y_2, \dots, Y_n$) de premiers points (Y_p, Y_v) d'iso-puissance, de premières valeurs de la première commande (Y_p) d'orientation des pales (12) et de premières valeurs de la deuxième commande (Y_v) d'orientation des aubes directrices (14) de vannage de fluide, chaque ensemble ($Y_1, Y_2, \dots, Y_n$) de premiers points (Y_p, Y_v) d'iso-puissance correspondant à l'une des puissances électriques cibles ($P_1, P_2, \dots, P_n$) de la turbine (1),

au cours d'une deuxième étape (E2), on détermine (E2) pour chaque puissance électrique cible ($P_1, P_2, \dots P_n$) par le module (MOD) de commande dans chaque ensemble ($Y_1, Y_2, \dots Y_n$) de premiers points (Y_p, Y_v) d'iso-puissance, le premier point ($INF(Y_p, Y_v)$) d'iso-puissance ayant une rupture de pente maximale en valeur absolue, appelé point ($INF(Y_p, Y_v)$) de réglage optimum de chaque puissance électrique cible ($P_1, P_2, \dots P_n$),
 5 au cours d'une troisième étape (E3), on enregistre par le module (MOD) de commande les points ($INF(Y_p, Y_v)$) de réglage optimum pour la pluralité de puissances électriques cibles ($P_1, P_2, \dots P_n$) de la turbine (1).

2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**au cours de la première étape,

10 au cours d'une première sous-étape (E11), on entre dans le module (MOD) de commande une première loi ($L1(Y_p, Y_v)$) de conjugaison de départ, donnant la première commande (Y_p) d'orientation des pales (12) en fonction de la deuxième commande (Y_v) d'orientation des aubes directrices (14) de vannage de fluide, la loi ($L1(Y_p, Y_v)$) de conjugaison de départ correspondant à une programmation initiale d'un automate (AUT) de commande de la turbine (1) pour au moins une hauteur (H) de chute donnée de la turbine (1),
 15 au cours d'une deuxième sous-étape (E12), on calcule par le module (MOD) de commande une grille de deuxièmes points (P2) situés dans une enveloppe prescrite autour de la loi ($L1(Y_p, Y_v)$) de conjugaison de départ, les deuxièmes points (P2) ayant des coordonnées $Y_{p,i}$ et $Y_{v,i}$ pour i allant de 1 à N et pour j allant de 1 à M,

où $Y_{p,j}$ est la première commande (Y_p) d'orientation des pales (12),
 20 $Y_{v,i}$ est la deuxième commande (Y_v) d'orientation des aubes directrices (14) de vannage de fluide,
 N est un premier entier naturel prescrit, supérieur ou égal à 2,
 M est un deuxième entier naturel prescrit, supérieur ou égal à 2,
 avec

$$Y_{v,i+1} = Y_{v,i} + \delta,$$

et

$$Y_{p,i+1} = Y_{p,i} + \delta',$$

δ étant un pas prescrit de deuxième commande (Y_v) d'orientation des aubes directrices (14) de vannage de fluide et étant non nul,

35 δ' étant un pas prescrit de première commande (Y_p) d'orientation des pales (12) et étant non nul,

au cours d'une troisième sous-étape (E13), on obtient par le module (MOD) de commande le débit de la turbine (1) pour chaque deuxième point (P2) à partir d'une deuxième loi prescrite, donnant la valeur du débit $Q(Y_{p,j}, Y_{v,i})$ de la turbine (1) en fonction de $Y_{p,j}$ et $Y_{v,i}$,

40 au cours d'une quatrième sous-étape (E14), on sélectionne par le module (MOD) de commande, pour chaque deuxième point (P2) ayant les coordonnées $Y_{p,j}$ et $Y_{v,i}$ pour i allant de 1 à N et pour j allant de 1 à M, un troisième point (P3) ayant des coordonnées $Y'_{p,j}$ et $Y'_{v,i}$ qui correspondent à celles des coordonnées $Y_{p,j}$ et $Y_{v,i}$ qui minimisent

$$\{ \begin{array}{l} |Q(Y_{vi+1}, Y_{pj}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ |Q(Y_{vi+1}, Y_{pj+1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ |Q(Y_{vi}, Y_{pj+1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ |Q(Y_{vi}, Y_{pj-1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ |Q(Y_{vi+1}, Y_{pj-1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ |Q(Y_{vi-1}, Y_{pj+1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ |Q(Y_{vi-1}, Y_{pj}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \\ |Q(Y_{vi-1}, Y_{pj-1}) - Q(Y_{vi}, Y_{pj})| ; \end{array} \},$$

où $Y'_{p,j}$ est la première commande (Y_p) d'orientation des pales (12),

$Y'_{v,i}$ est la deuxième commande (Y_v) d'orientation des aubes directrices (14) de vannage de fluide,

au cours d'une cinquième sous-étape (E15), on règle par le module (MOD) de commande sur la turbine (1), pour chaque au moins une hauteur (H) de chute donnée, la deuxième commande $Y'_{v,i}$ d'orientation des aubes directrices (14) de vannage de fluide, associée à la première commande $Y'_{p,j}$ d'orientation des pales (12) selon chaque troisième point (P3), puis on mesure par un organe (CAPP) de mesure de puissance prévu sur la turbine (1) une puissance électrique P correspondant à chaque troisième point (P3) et on enregistre dans une base (MEM) de données du module (MOD) de commande des quadruplets ($Y'_{p,j}$, $Y'_{v,i}$, H, P) de données donnant en association la première commande $Y'_{p,j}$ d'orientation des pales (12), la deuxième commande $Y'_{v,i}$ d'orientation des aubes directrices (14) de vannage de fluide, la au moins une hauteur (H) de chute donnée et la puissance électrique P ayant été mesurée et correspondant à chaque troisième point (P3), au cours d'une sixième sous-étape (E16), on détermine par le module (MOD) de commande à partir des quadruplets ($Y'_{p,j}$, $Y'_{v,i}$, H, P) de données les puissances électriques cibles (P_1 , P_2 , ... P_n) et les premiers points (Y_p , Y_v) d'iso-puissance associés aux puissances électriques cibles (P_1 , P_2 , ... P_n).

3. Procédé suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** les puissances électriques cibles (P_1 , P_2 , ... P_n) sont égales aux puissances électriques P ayant été mesurées et correspondant aux troisièmes points (P3).

4. Procédé suivant la revendication 2, **caractérisé en ce qu'**au cours de la première étape (E1), on calcule par le module (MOD) de commande au cours de la sixième sous-étape (E16) les puissances électriques cibles (P_1 , P_2 , ... P_n) et les premiers points (Y_p , Y_v) d'iso-puissance par interpolation à partir des quadruplets ($Y'_{p,j}$, $Y'_{v,i}$, H, P) de données.

5. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** l'enveloppe prescrite autour de la loi ($L1(Y_p, Y_v)$) de conjugaison de départ est formée par une zone comprise entre une courbe inférieure (ENV1) d'enveloppe et une courbe supérieure (ENV2) d'enveloppe, lesquelles sont situées respectivement au-dessous et au-dessus de la loi ($L1(Y_p, Y_v)$) de conjugaison de départ selon la première commande (Y_p) d'orientation des pales (12).

6. Procédé suivant la revendication 5, **caractérisé en ce que** la courbe inférieure (ENV1) d'enveloppe correspond à la loi ($L1(Y_p, Y_v)$) de conjugaison de départ, ayant été décalée d'un premier décalage prescrit vers le bas selon la première commande (Y_p) d'orientation des pales (12), et la courbe supérieure (ENV2) d'enveloppe correspond à la loi ($L1(Y_p, Y_v)$) de conjugaison de départ, ayant été décalée d'un deuxième décalage prescrit vers le haut selon la première commande (Y_p) d'orientation des pales (12).

7. Procédé suivant la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce qu'**au cours de la troisième sous-étape (E13), on obtient par le module (MOD) de commande la deuxième loi à partir de mesures de débit de la turbine (1) précédemment enregistrées pour certaines valeurs de la première commande (Y_p) d'orientation des pales (12) et/ou de la deuxième commande $Y'_{v,i}$ d'orientation des aubes directrices (14) de vannage de fluide, ou à partir d'un modèle du débit pour certaines valeurs de la première commande (Y_p) d'orientation des pales (12) et/ou de la deuxième commande $Y'_{v,i}$ d'orientation des aubes directrices (14) de vannage de fluide.

8. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**au cours de la première étape,

au cours d'une autre première sous-étape (E11'), pour chacune des puissances électriques cibles (P_1 , P_2 , ... P_n) on règle par le module (MOD) de commande sur la turbine (1) la première commande (Y_p) d'orientation des pales (12) successivement à une première valeur sélectionnée (Y_{pr}) de réglage parmi plusieurs premières valeurs prescrites (Y_{pr1} , Y_{pr2} , ... , Y_{prK}) de réglage de la première commande (Y_p) d'orientation des pales (12) pour au moins une hauteur (H) de chute donnée de la turbine (1), on mesure par un organe (CAPP) de mesure de puissance prévu sur la turbine (1) une puissance électrique de la turbine (1), et on règle par le module (MOD) de commande sur la turbine (1), pour chaque première valeur sélectionnée (Y_{pr}) de réglage de la première commande (Y_p) d'orientation des pales (12) et pour chaque au moins une hauteur (H) de chute donnée de la turbine (1), la deuxième commande (Y_v) d'orientation des aubes directrices (14) de vannage de fluide successivement à une deuxième valeur sélectionnée (Y_{vr}) de réglage parmi plusieurs deuxièmes valeurs prescrites (Y_{vr1} , Y_{vr2} , ... , Y_{vrL}) de réglage de la deuxième commande (Y_v) d'orientation des aubes directrices (14) de vannage de fluide, jusqu'à ce que la puissance électrique mesurée sur la turbine (1)

soit égale à la puissance électrique cible ($P_1, P_2, \dots P_n$),

au cours d'une autre deuxième sous-étape (E12'), on enregistre dans une base (MEM) de données du module (MOD) de commande des quadruplets (Y_{pr}, H, P_s, Y_{vr}) de données donnant chaque première valeur sélectionnée (Y_{pr}) de réglage de la première commande (Y_p) d'orientation des pales (12) en association avec la au moins une hauteur (H) de chute donnée de la turbine (1), avec la puissance électrique cible ($P_s, P_1, P_2, \dots P_n$) et avec la deuxième valeur sélectionnée (Y_{vr}) de réglage de la deuxième commande (Y_v) d'orientation des aubes directrices (14) de vannage de fluide, pour laquelle la puissance électrique mesurée sur la turbine (1) est égale à la puissance électrique cible ($P_s, P_1, P_2, \dots P_n$),

au cours d'une autre troisième sous-étape (E13'), on détermine par le module (MOD) de commande à partir des quadruplets (Y_{pr}, H, P_s, Y_{vr}) de données les puissances électriques cibles ($P_1, P_2, \dots P_n$) et les premiers points (Y_p, Y_v) d'iso-puissance associés aux puissances électriques cibles ($P_1, P_2, \dots P_n$).

9. Dispositif (100) de réglage d'une turbine (1),

la turbine (1) ayant un arbre (11) de rotation et des pales (12), qui sont fixées sur l'arbre (11) de rotation et dont une première orientation (ANGP) par rapport à un plan transversal (13), perpendiculaire à l'arbre (11) de rotation, est réglable suivant une première commande (Y_p) d'orientation des pales (12),

la turbine (1) ayant une voie (101) d'entrée de fluide et des aubes directrices (14) de vannage de fluide, qui sont situées entre la voie (101) d'entrée de fluide et les pales (12) et dont une deuxième orientation (ANGV) de vannage est réglable suivant une deuxième commande (Y_v) d'orientation des aubes directrices (14) de vannage de fluide,

caractérisé en ce que le dispositif (100) comporte un module (MOD) de commande configuré pour déterminer pour une pluralité de puissances électriques cibles ($P_1, P_2, \dots P_n$) de la turbine (1), des premiers ensembles ($Y1, Y2, \dots Yn$) de combinaisons (Y_p, Y_v), dits ensembles ($Y1, Y2, \dots Yn$) de premiers points (Y_p, Y_v) d'iso-puissance, de premières valeurs de la première commande (Y_p) d'orientation des pales (12) et de premières valeurs de la deuxième commande (Y_v) d'orientation des aubes directrices (14) de vannage de fluide, chaque ensemble ($Y1, Y2, \dots Yn$) de premiers points (Y_p, Y_v) d'iso-puissance correspondant à l'une des puissances électriques cibles ($P_1, P_2, \dots P_n$) de la turbine (1),

déterminer (E2) pour chaque puissance électrique cible ($P_1, P_2, \dots P_n$) par le module (MOD) de commande dans chaque ensemble ($Y1, Y2, \dots Yn$) de premiers points (Y_p, Y_v) d'iso-puissance, le premier point (INF, Y_p, Y_v) d'iso-puissance ayant une rupture de pente maximale en valeur absolue, appelé point (INF(Y_p, Y_v)) de réglage optimum de chaque puissance électrique cible ($P_1, P_2, \dots P_n$),

enregistrer dans une base (MEM) de données du module (MOD) de commande les points (INF(Y_p, Y_v)) de réglage optimum pour la pluralité de puissances électriques cibles ($P_1, P_2, \dots P_n$) de la turbine (1).

10. Programme d'ordinateur, comportant des instructions de code pour la mise en oeuvre du procédé de réglage d'une turbine suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, lorsqu'il est exécuté par un calculateur (MOD).

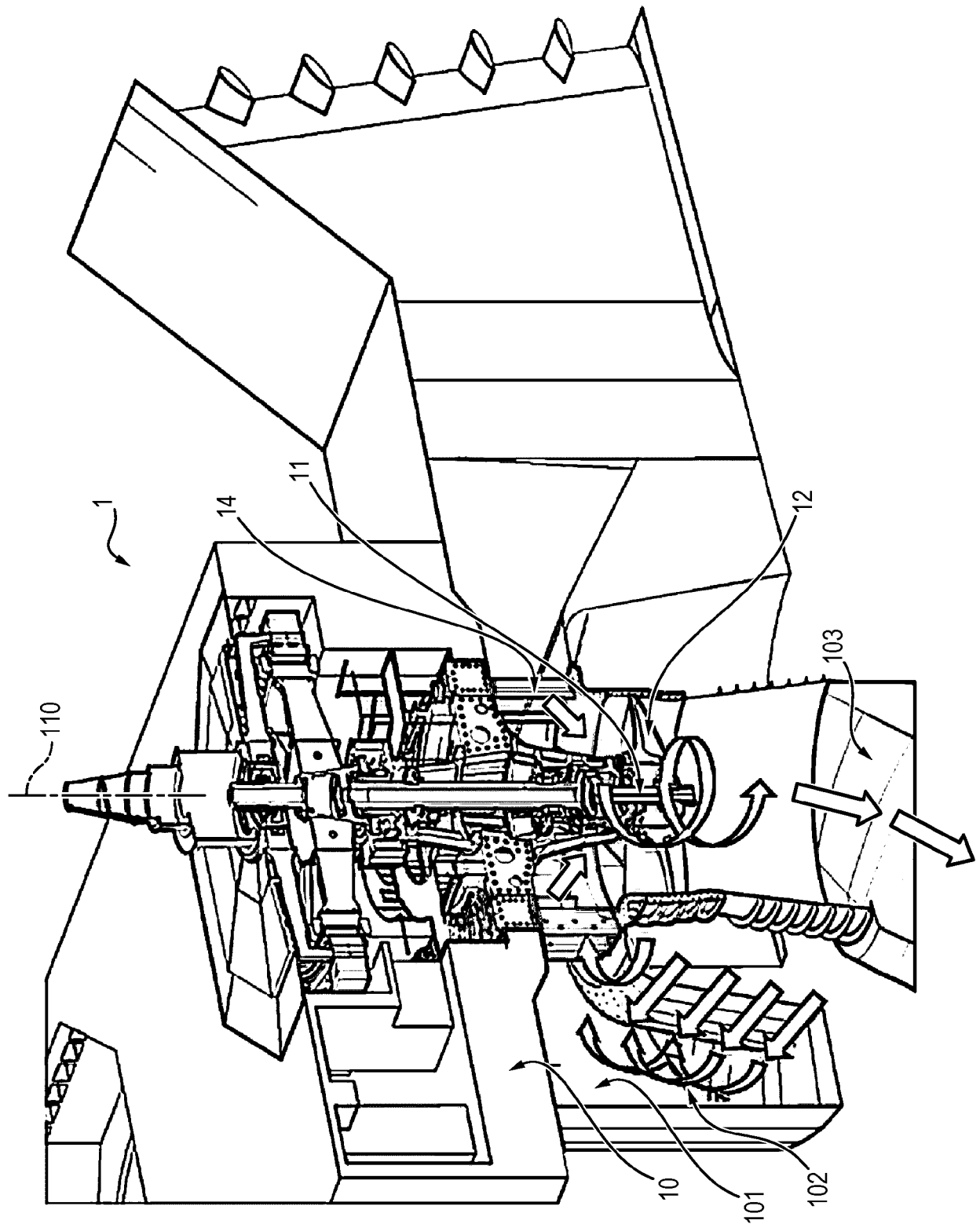


FIG. 1

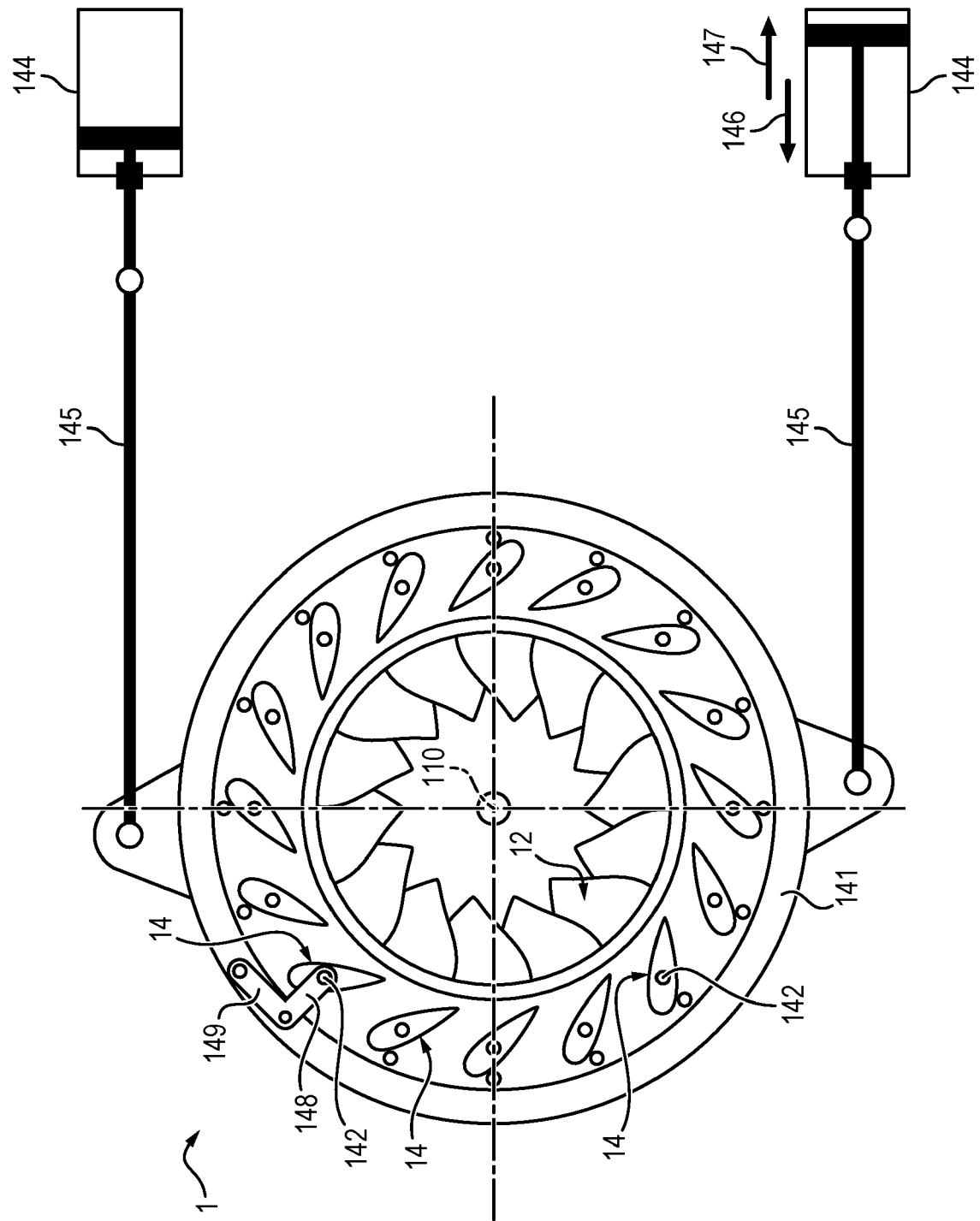


FIG. 2

FIG. 3

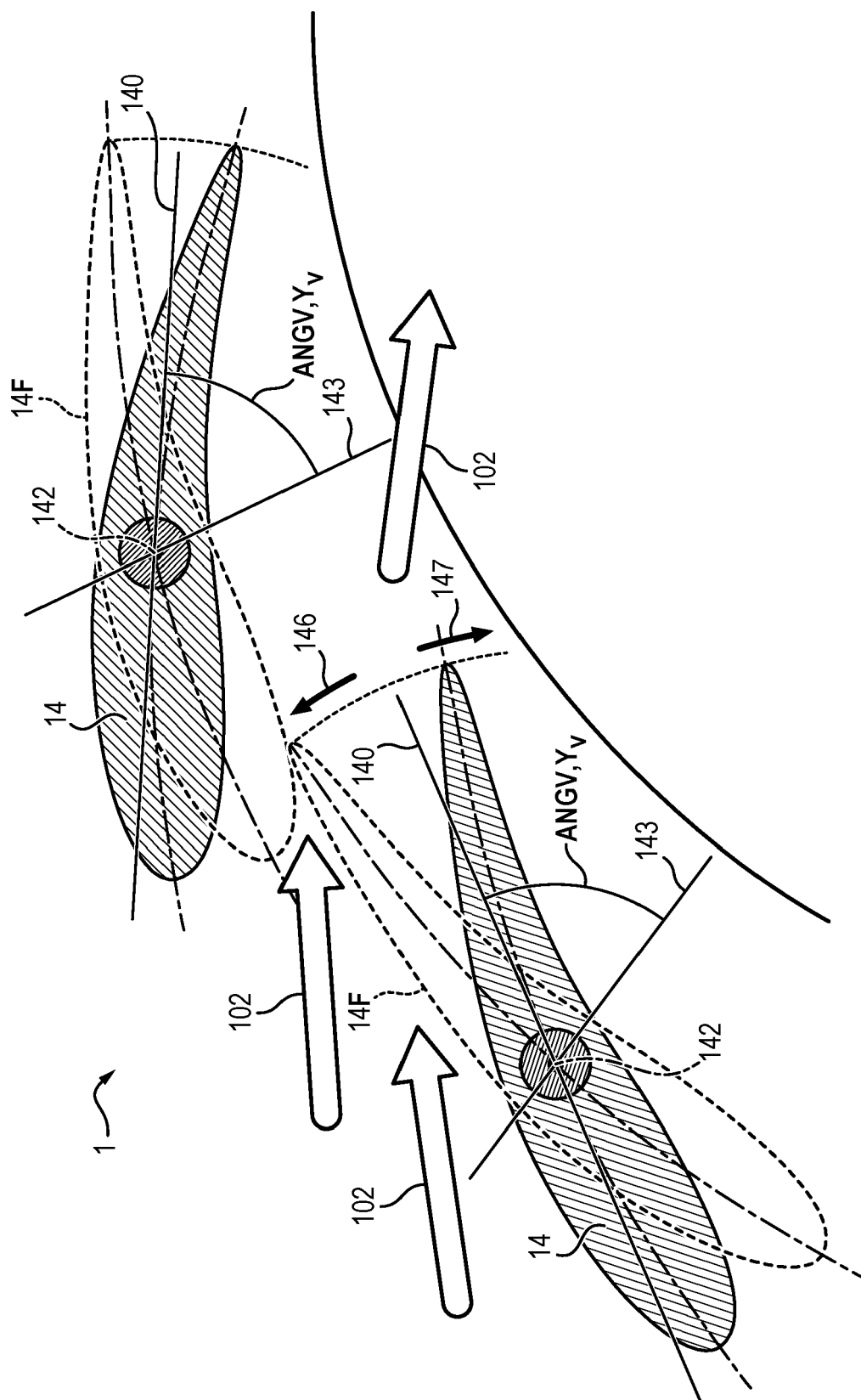


FIG. 4

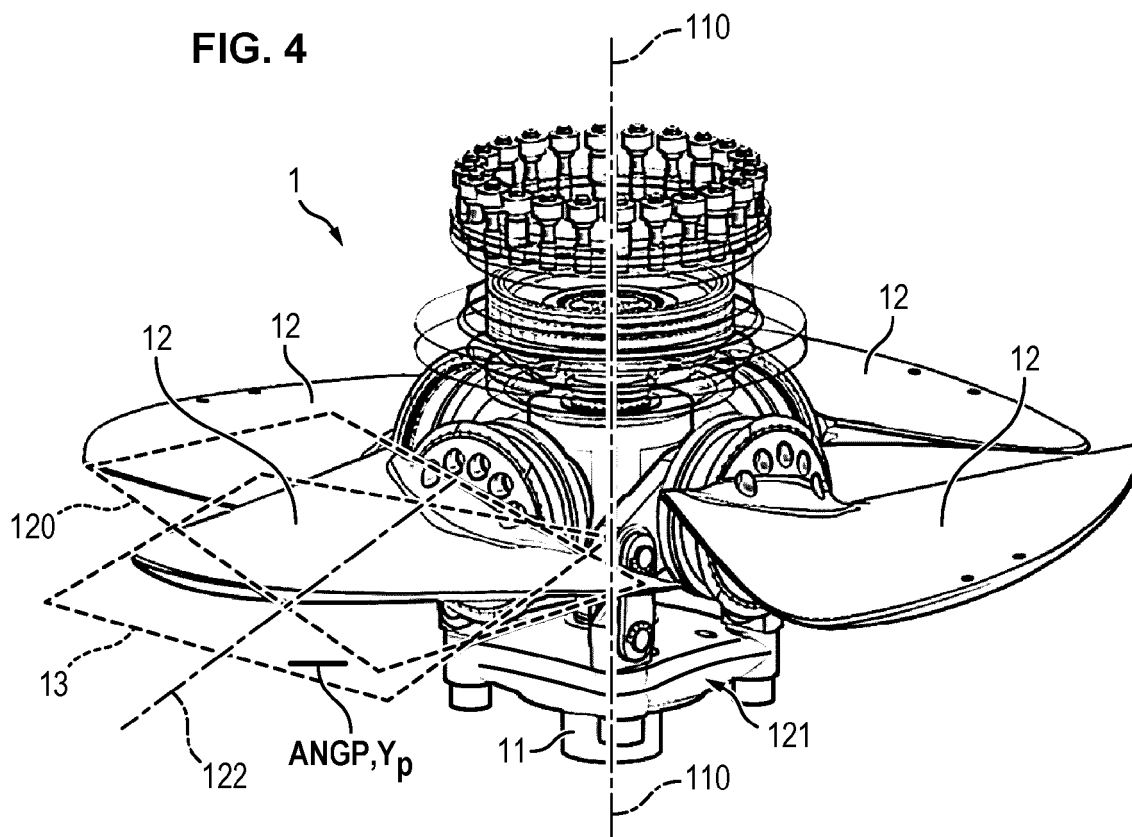
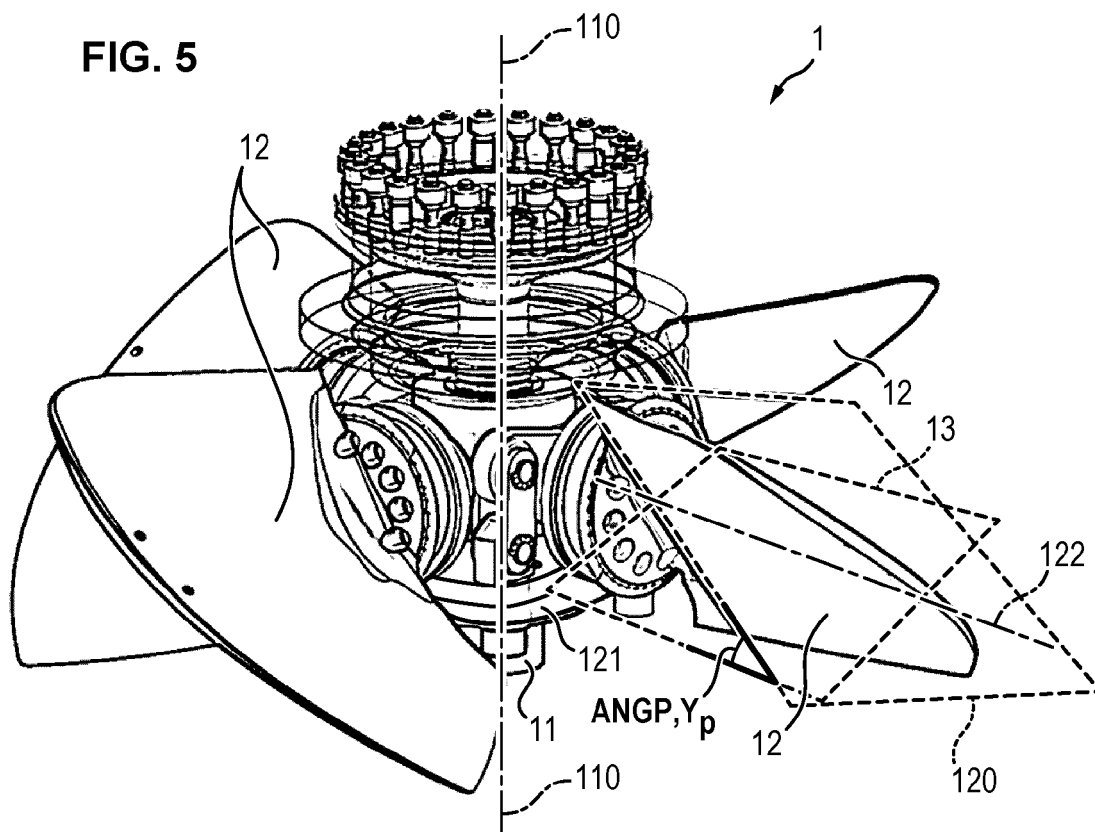


FIG. 5



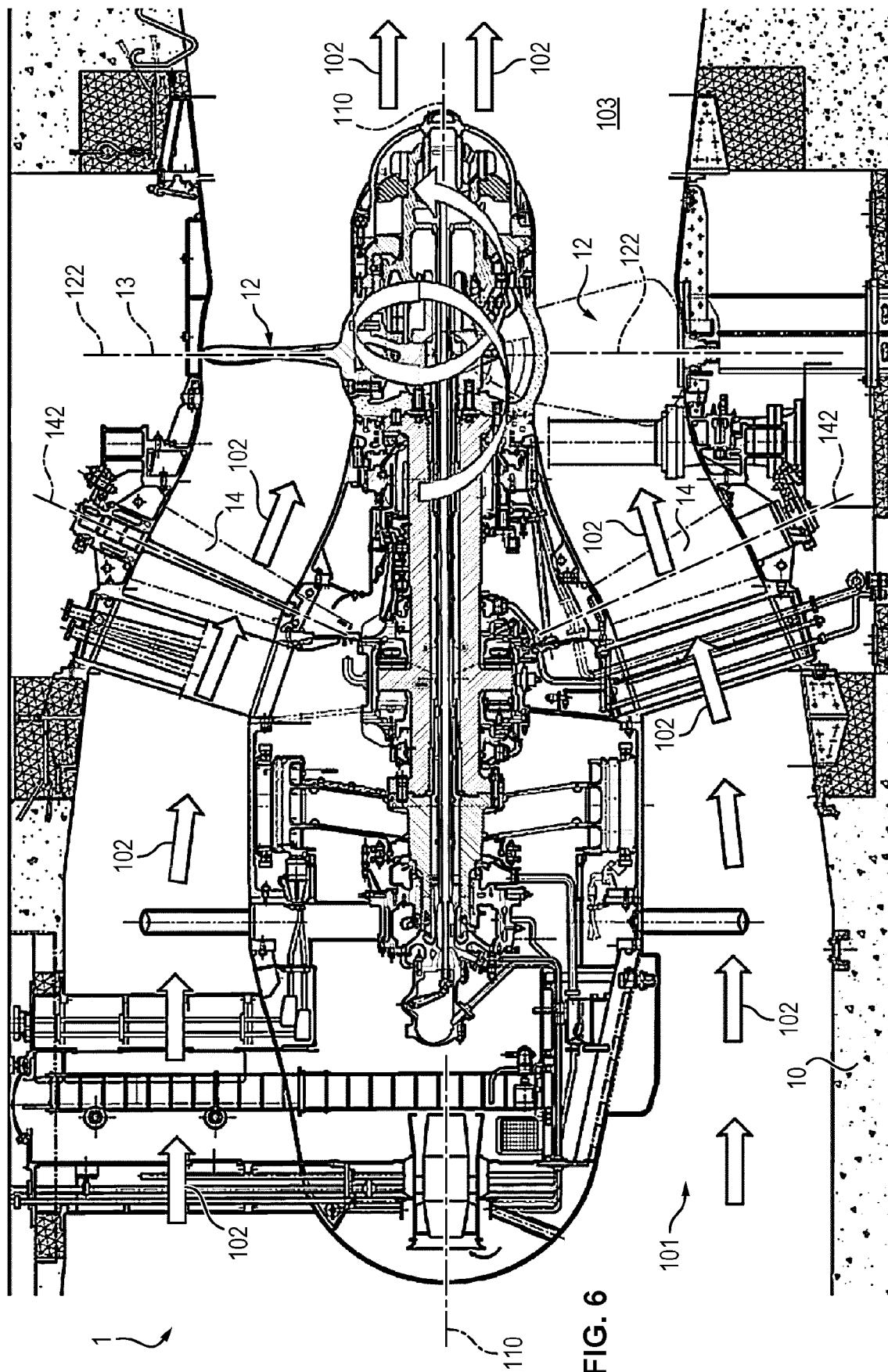


FIG. 6

FIG. 7

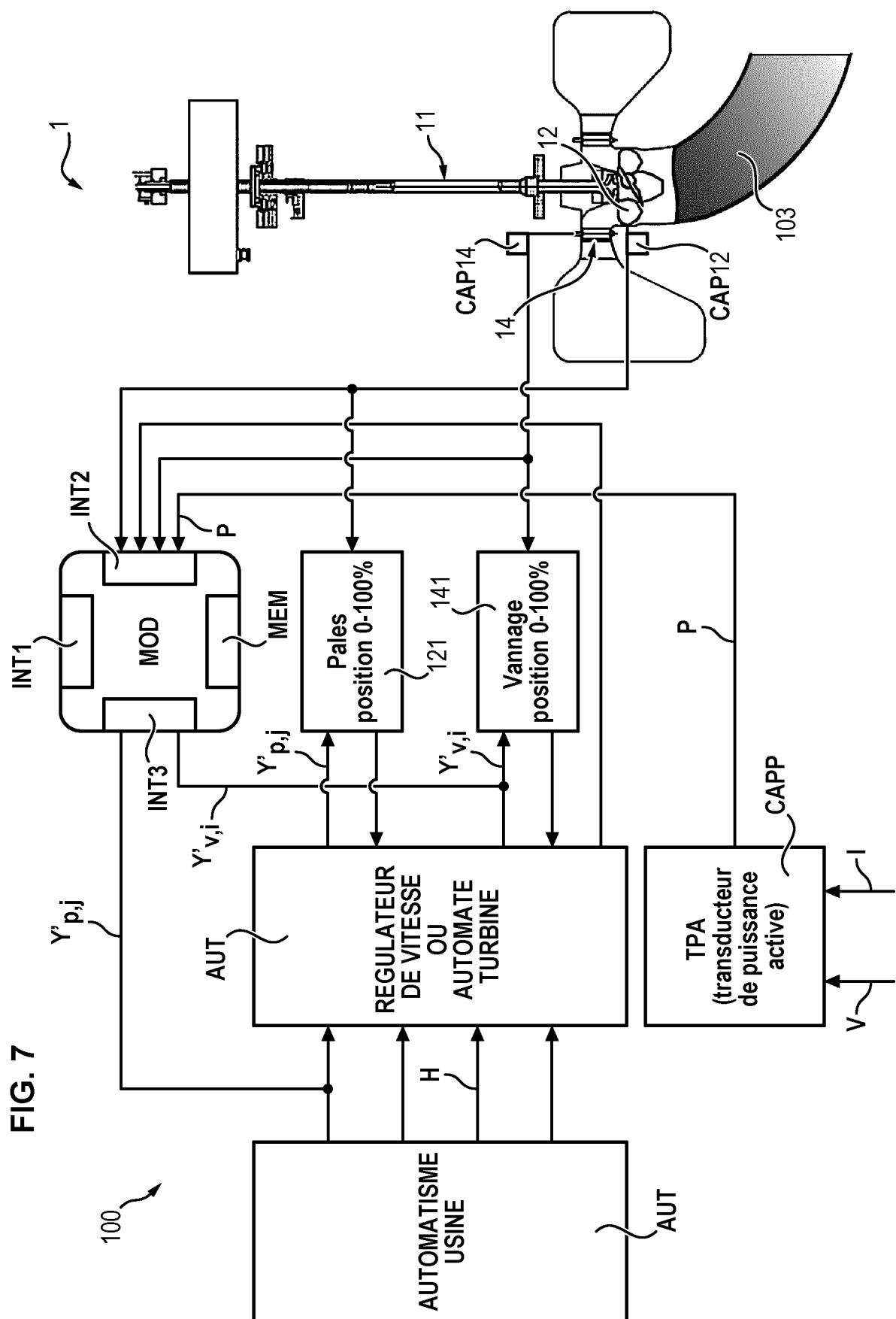


FIG. 8

Ensemble des courbes d'iso-puissances d'une turbine à réaction à double réglage
à une hauteur de chute H donnée

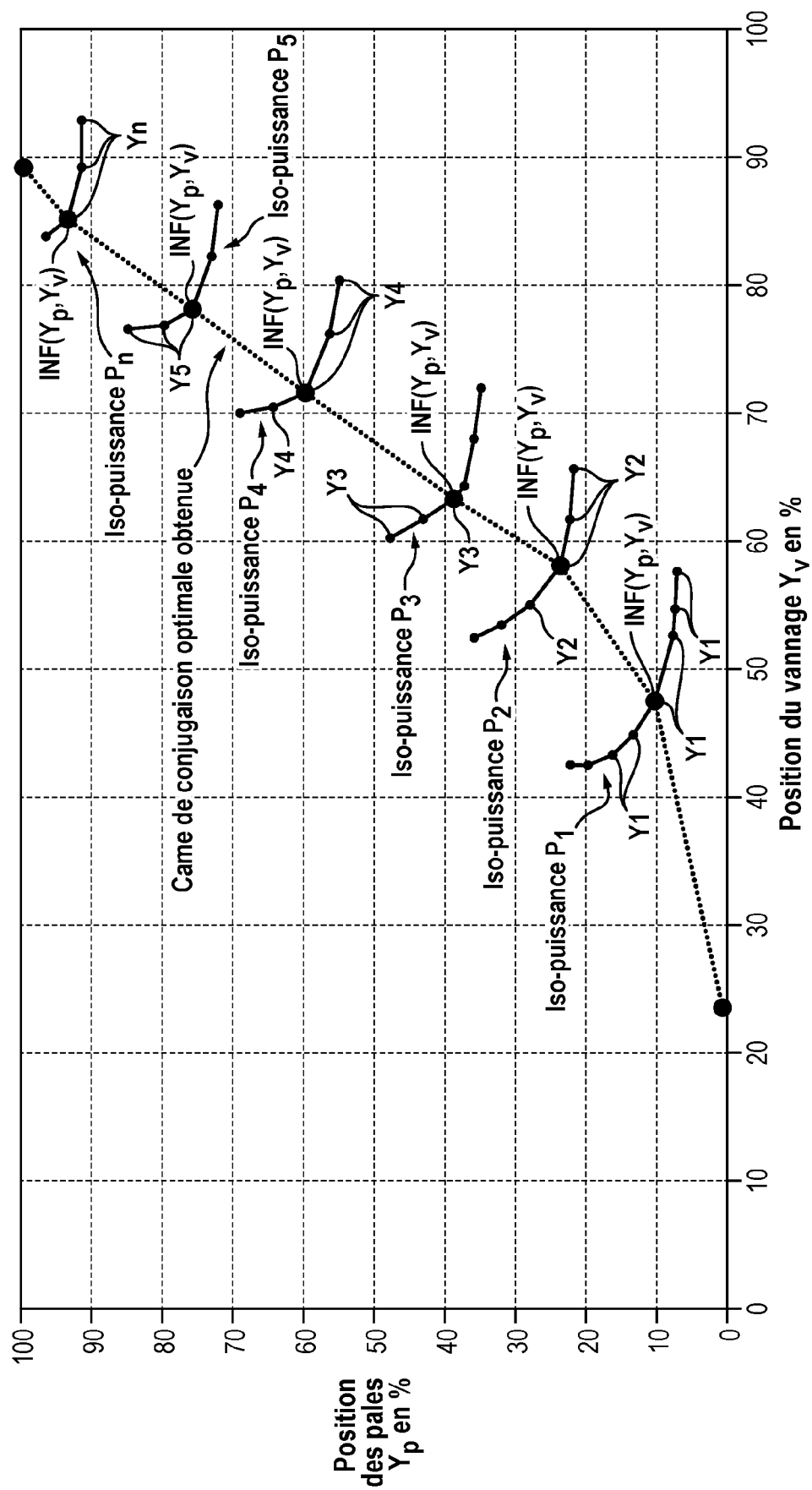


FIG. 9

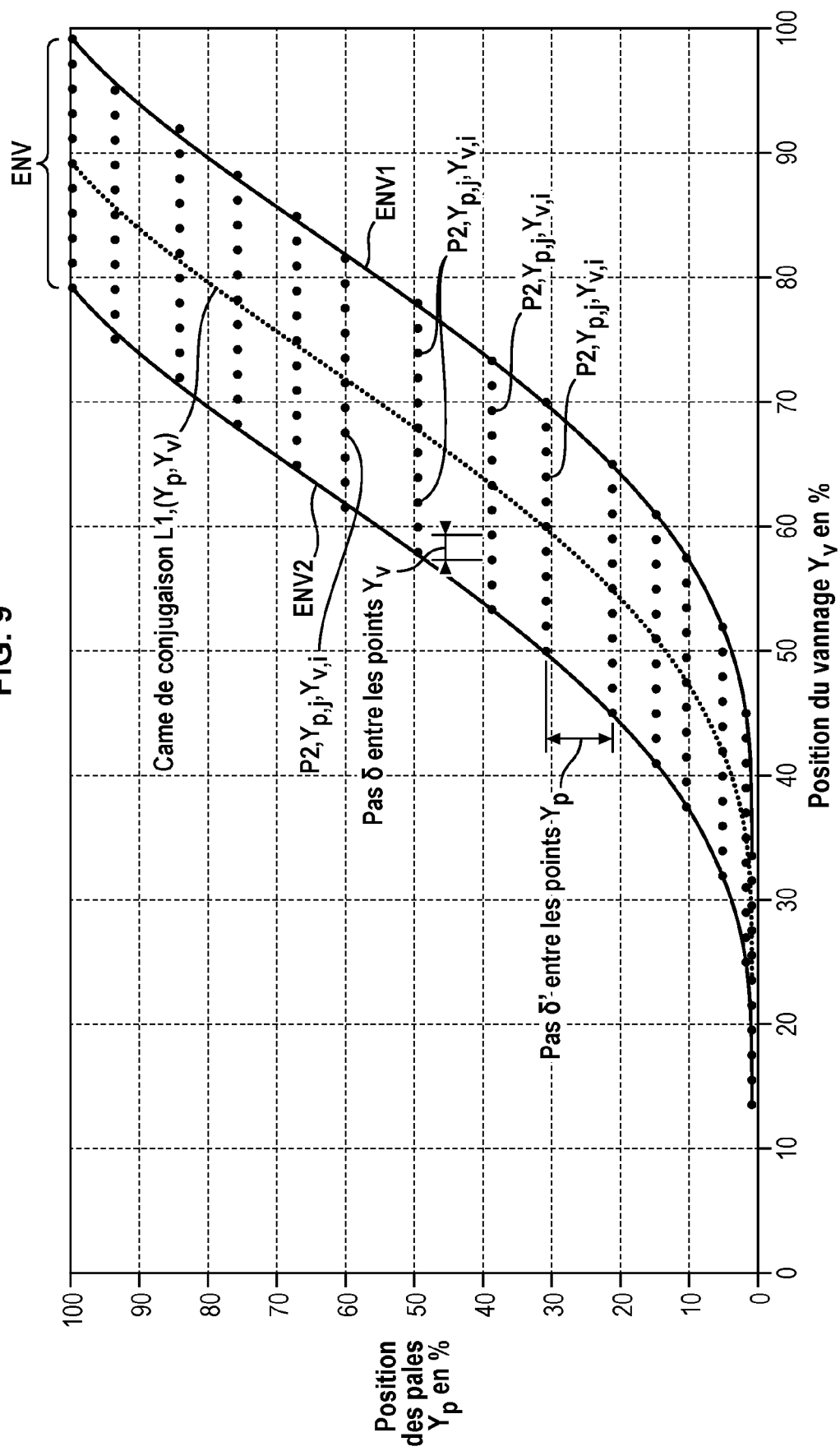


FIG. 10

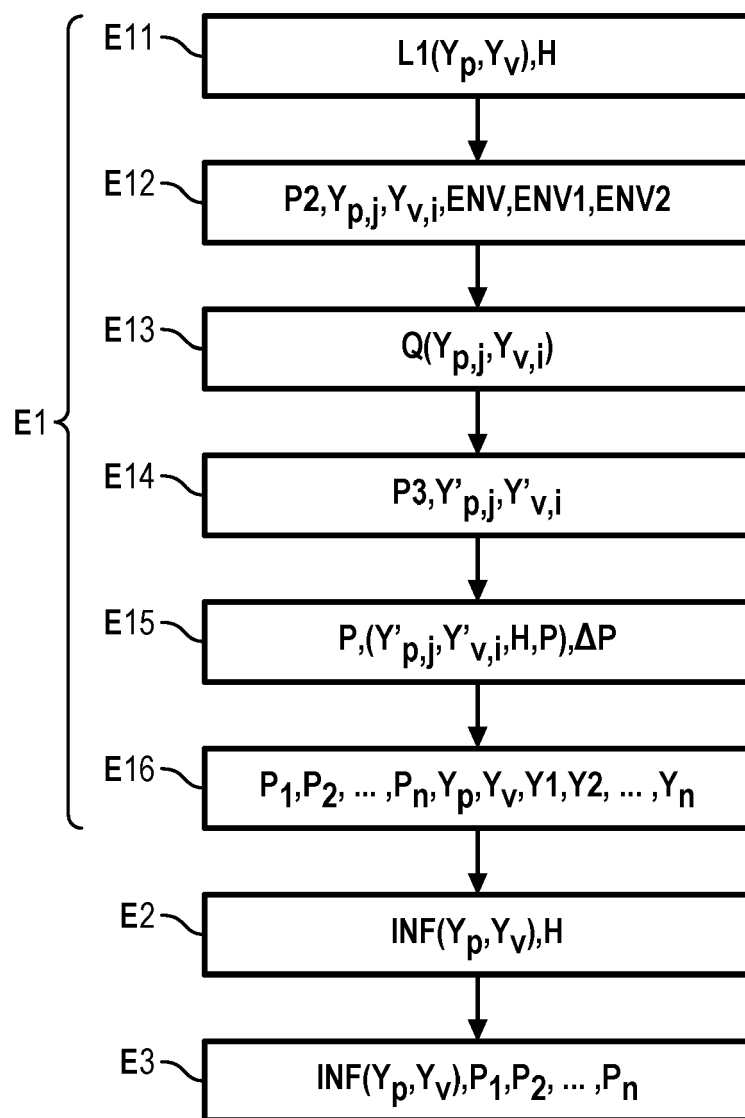


FIG. 11
Exemple d'une courbe iso-puissance P_1 à une hauteur de chute H donnée

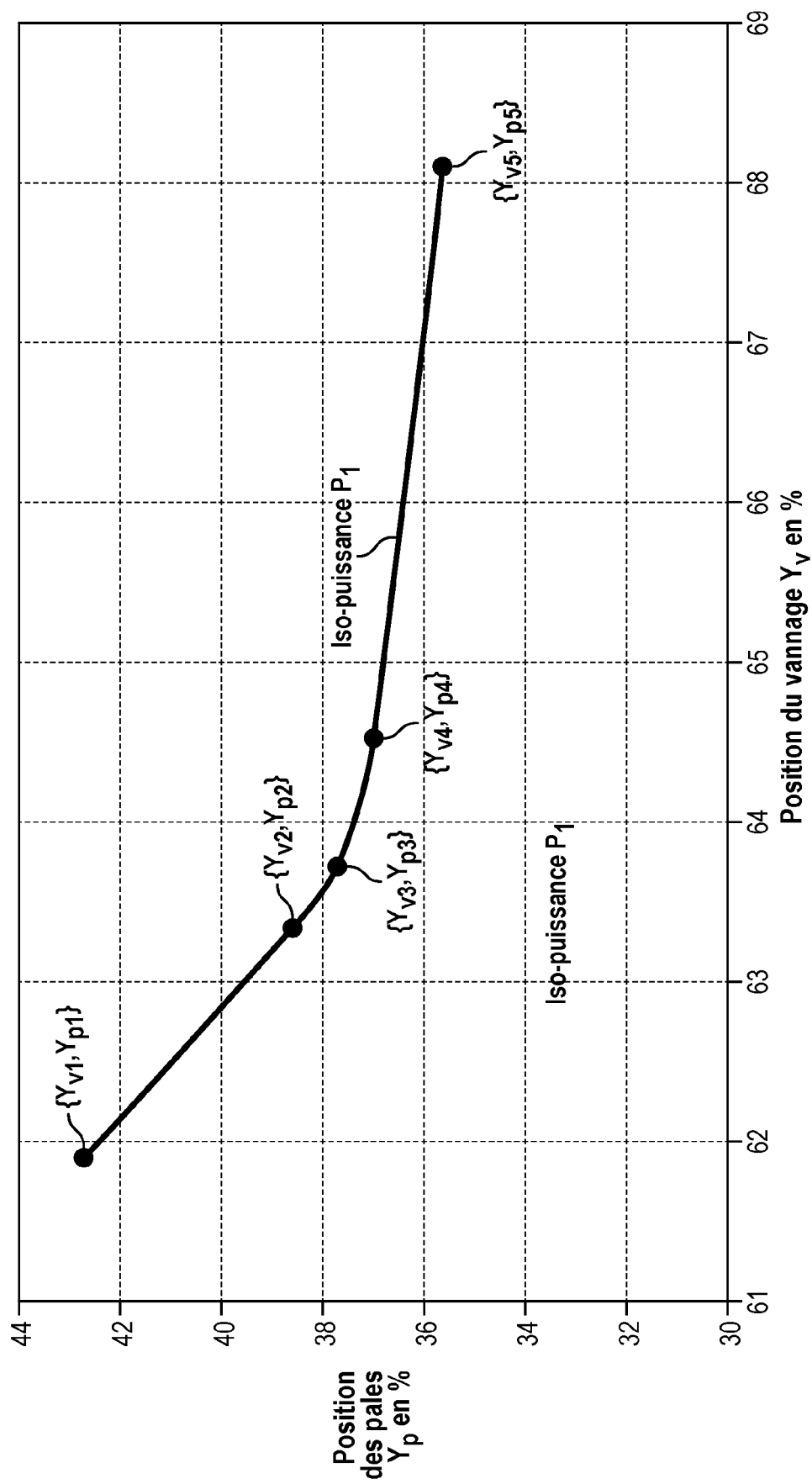
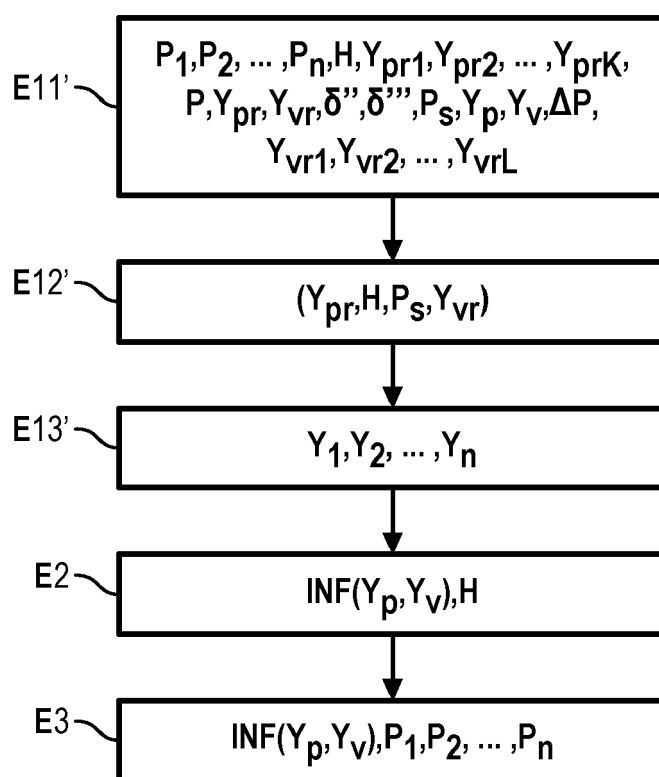


FIG. 12





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 19 8027

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	RU 2 743 704 C1 (OOO <RAKURS INZHINIRING> [RU]) 24 février 2021 (2021-02-24) * le document en entier * -----	1-10	INV. F03B3/14 F03B3/18 F03B15/16
A	DE 42 20 255 C1 (VOITH GMBH J M [DE]) 23 décembre 1993 (1993-12-23) * le document en entier * -----	1-10	
A	EP 0 644 331 A1 (ESCHER WYSS AG [CH]) 22 mars 1995 (1995-03-22) * colonne 5, ligne 6 - colonne 8, ligne 19; figures * -----	1-10	
A	US 4 794 544 A (ALBRIGHT DOUGLAS J [US] ET AL) 27 décembre 1988 (1988-12-27) * abrégé; figures * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F03B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 5 février 2024	Examineur Di Renzo, Raffaele
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 23 19 8027

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

05-02-2024

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
RU 2743704	C1	24-02-2021	AUCUN

DE 4220255	C1	23-12-1993	AT 403722 B 25-05-1998
		CN 1092847 A 28-09-1994	
		DE 4220255 C1 23-12-1993	
		ES 2076863 A2 01-11-1995	
		IT 1260854 B 23-04-1996	
		US 5402332 A 28-03-1995	

EP 0644331	A1	22-03-1995	AT E160206 T1 15-11-1997
			EP 0644331 A1 22-03-1995

US 4794544	A	27-12-1988	AUCUN

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82