

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 18.09.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 21.03.25 Bulletin 25/12.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : DJELASSI Cedrik et BENATTIA Seif,
Eddine.

73 Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société
par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

54 Dispositif de contrôle des transitoires de poussée d'une turbomachine.

57 Dispositif de contrôle des transitoires de poussée
d'une turbomachine

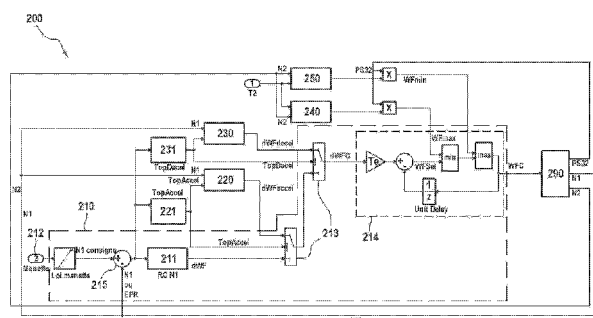
Dispositif (200) de génération d'une commande de débit
de carburant (WFC) d'une turbomachine (290) comprenant
des corps basse et haute pression, le dispositif comprenant :

- un premier module de régulation (210) de régime stationnaire configuré pour déterminer ladite commande (dWF) en fonction d'une différence entre des paramètres de consigne (N1 consigne) et de fonctionnement (N1) de la turbomachine ;

- un deuxième module de régulation (220) de transitoire de régime du corps basse pression configuré pour déterminer ladite commande (dWFaccél) en fonction d'une différence entre le régime (N1) et une consigne de régime du corps basse pression ; et

- un troisième module de régulation (230) de transitoire de régime du corps basse pression configuré pour déterminer ladite commande (dWFdecel) en fonction d'une différence entre le régime du corps (N1) et une consigne de régime du corps basse pression.

Figure pour l'abrégé : Fig. 2



Description

Titre de l'invention : Dispositif de contrôle des transitoires de poussée d'une turbomachine

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte au domaine général des turbomachines, et plus particulièrement à la commande de débit de carburant du moteur.

Technique antérieure

[0002] Dans un moteur d'aéronef, il est connu de déterminer une consigne de débit de carburant destinée à un doseur de carburant d'une turbomachine en fonction d'une différence entre le régime de la turbomachine et un régime de consigne dépendant d'une position d'une manette de commande manipulable par le pilote. A cet effet, une régulation est mise en œuvre par une unité de commande du moteur, par exemple dans le contrôleur électronique du moteur (EEC ou « Electronic Engine Controller » en anglais).

[0003] Pour protéger le moteur contre les risques de pompage lors des accélérations de régime ou les risques d'extinction lors des décélérations de régime, la régulation peut comprendre deux butées, dites butées C/P de pompage et d'extinction, qui limitent le débit de carburant maximal pouvant être injecté en accélération et le débit de carburant minimal pouvant être injecté en décélération. Dans ces conditions, le temps d'accélération ou de décélération d'un moteur dépend directement de la marge de pompage et de la marge d'extinction du moteur.

[0004] Ainsi, un moteur vieilli présentera un temps d'accélération ou de décélération plus long qu'un moteur neuf. De plus, les conditions d'utilisation (conditions atmosphériques, domaine de vol, prélèvement de puissance, etc...) influencent les temps d'accélération ou de décélération. Il en résulte un manque de reproductibilité des temps d'accélération ou de décélération d'un moteur donné, mais également un manque de concordance entre plusieurs moteurs de même type, pouvant conduire à une dissymétrie de la poussée lors d'une demande de transitoire telle qu'une accélération.

[0005] Afin de protéger le moteur contre les risques de pompage lors des transitoires de régime, on peut baser la régulation sur un respect d'une consigne d'accélération. Mais il n'est pas possible d'assurer une reproductibilité des temps d'accélération et de décélération. En effet, le suivi d'une dérivée de régime ne permet pas de rattraper un retard pris en début de transitoire.

[0006] Le document US 2013/0008171 permet de piloter les transitoires d'accélération et de décélération d'un turboréacteur à l'aide de boucles de pilotage de trajectoire du régime haute pression (dit N2). Mais l'inconvénient du pilotage de la trajectoire du régime

haute pression (HP) est qu'il ne permet pas de contrôler précisément le régime de rotation de la soufflante (ou régime du corps basse pression (BP), dit N1) qui constitue la principale source de génération de poussée d'un turboréacteur. Cela est notamment le cas pour des applications sur des turboréacteurs à fort taux de dilution, où il existe un déphasage et une dispersion importante entre les régimes N1 et N2 lié à la disproportion de l'inertie du corps HP par rapport à la soufflante. Ceci rend la maîtrise des temps d'établissement de la poussée peu précise lorsque l'on pilote les transitoires de régime en imposant des trajectoires de régime N2.

Exposé de l'invention

- [0007] La présente invention a donc pour but principal de pallier aux inconvénients de l'art antérieur précité, et plus particulièrement de proposer un dispositif de génération d'une commande de débit de carburant d'une turbomachine respectant les temps d'accélération et de décélération en prenant en compte les risques de pompage en accélération (notamment du compresseur haute pression) et d'extinction en décélération.
- [0008] Ce but est atteint grâce à un dispositif de génération d'une commande de débit de carburant d'une turbomachine configurée pour propulser un aéronef et comprenant un corps basse pression et un corps haute pression, le dispositif comprenant :
- un premier module de régulation de régime stationnaire configuré pour déterminer la commande de débit de carburant en fonction d'une différence entre un paramètre de consigne dépendant d'une position d'une manette de commande de poussée et un paramètre de fonctionnement de la turbomachine représentatif de la poussée développée par la turbomachine ;
 - un deuxième module de régulation de transitoire de régime du corps basse pression configuré pour déterminer la commande de débit de carburant en fonction d'une différence entre le régime du corps basse pression et une consigne de régime du corps basse pression variant dans le temps selon une trajectoire du régime du corps basse pression générée de manière prédéterminé lors d'une accélération de la turbomachine, afin de satisfaire un besoin d'évolution de la poussée en accélération ; et
 - un troisième module de régulation de transitoire de régime du corps basse pression configuré pour déterminer la commande de débit de carburant en fonction d'une différence entre le régime du corps basse pression et une consigne de régime du corps basse pression variant dans le temps selon une trajectoire du régime basse pression générée de manière prédéterminée lors d'une décélération de la turbomachine, afin de satisfaire un besoin d'évolution de la poussée en décélération.
- [0009] Le paramètre de fonctionnement et le paramètre de consigne associé correspondent à

un paramètre dont la valeur est liée à la poussée du moteur.

- [0010] Les deux modules de régulation de transitoire basés sur le régime du corps basse pression permettent d'assurer les temps de décélération et d'accélération requis par la turbomachine tout en utilisant un paramètre plus représentatif de la poussée que le régime du corps haute pression utilisé dans US 2013/0008171. En particulier, le premier module de régulation permet de satisfaire la commande de poussée ; le deuxième module de régulation permet d'assurer le temps d'accélération du moteur lors de la poussée ; et le troisième module de régulation permet d'assurer le temps de décélération du moteur lors de la poussée.
- [0011] Selon une caractéristique particulière de l'invention, le dispositif comprend également :
- un premier module de saturation en débit de carburant configuré pour déterminer un débit de carburant maximal et pour que la commande de débit de carburant soit inférieure au débit de carburant maximal ;
 - un deuxième module de saturation en débit de carburant configuré pour déterminer un débit de carburant minimal et pour que la commande de débit de carburant soit supérieure à un débit de carburant minimal ; et
 - un quatrième module de régulation configuré pour déterminer une grandeur de correction de la commande de débit de carburant à partir d'une consigne de dérivée du régime du corps haute pression.
- [0012] Le premier module de saturation permet de protéger le compresseur haute pression du corps haute pression du pompage lors de l'accélération du moteur.
- [0013] Le deuxième module de saturation permet de protéger le moteur de l'extinction lors de la décélération.
- [0014] Le quatrième module de régulation permet de doser plus de carburant que la limite maximale issue de la butée de C/P de pompage pour limiter les effets de saturation abusifs.
- [0015] Selon une autre caractéristique particulière de l'invention, le dispositif comprend un cinquième module de régulation pour déterminer une grandeur de correction de la commande de débit de carburant par intégration d'une consigne de dérivée du régime du corps haute pression lors d'une décélération ou d'une accélération de la turbomachine.
- [0016] Le cinquième module de régulation permet de protéger le compresseur basse pression du corps basse pression du pompage lors de la décélération du moteur.
- [0017] Selon une autre caractéristique particulière de l'invention, le dispositif comprend un sixième module de régulation configuré pour déterminer une grandeur de correction de la commande de débit de carburant en fonction du régime minimal du corps haute pression.

- [0018] Le sixième module de régulation permet de piloter le moteur au ralenti.
- [0019] Selon une autre caractéristique particulière de l'invention, le paramètre de fonctionnement et le paramètre de consigne associé du premier module de régulation est le régime du corps basse pression.
- [0020] Selon une autre caractéristique particulière de l'invention, le paramètre de fonctionnement et le paramètre de consigne associé du premier module de régulation est un rapport de pression moteur.
- [0021] Un autre objet de l'invention est un procédé de commande d'un moteur mis en œuvre par le dispositif de génération selon l'invention, dans lequel une commande de débit de carburant est déterminée, le procédé comprenant :
- une régulation pour régime stationnaire dans laquelle la commande de débit de carburant est déterminée en fonction d'une différence entre un paramètre de consigne dépendant d'une position d'une manette de commande et un paramètre de fonctionnement du moteur ;
 - une détection d'une intention de transitoire de régime ; et
 - en réponse à la détection, une régulation pour transitoire de régime dans laquelle la commande de débit de carburant est déterminée en fonction d'une différence entre un régime du corps basse pression et une consigne du régime du corps basse pression variant dans le temps générée de manière prédéterminée.
- [0022] L'étape de détection d'une intention de transitoire de régime peut comprendre la comparaison d'une différence entre le paramètre de consigne et le paramètre de fonctionnement avec un seuil prédéterminé. Cela permet de détecter de manière simple et efficace une intention de transitoire de régime, avant la variation du régime.
- [0023] La régulation pour transitoire est donc mise en œuvre lors des transitoires de régime. Etant basée sur un suivi de trajectoire de régime de la soufflante, elle permet d'améliorer la reproductibilité des temps d'accélération et de décélération en poussée.
- [0024] Encore un autre objet de l'invention est une turbomachine comprenant un dispositif de génération d'une commande de débit de carburant selon l'invention configuré pour mettre en œuvre le procédé selon l'invention.

Brève description des dessins

- [0025] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent des exemples de réalisation dépourvus de tout caractère limitatif.
- [0026] [Fig.1] La [Fig.1] représente, de manière schématique et partielle, une coupe longitudinale d'une partie de turbomachine d'aéronef selon un mode de réalisation de l'invention.

- [0027] [Fig.2] La [Fig.2] représente, de manière schématique et partielle, un dispositif de génération d'une commande de débit de carburant d'une turbomachine selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0028] [Fig.3] La [Fig.3] représente, de manière schématique et partielle, un dispositif de génération d'une commande de débit de carburant d'une turbomachine selon un autre mode de réalisation de l'invention.
- [0029] [Fig.4] La [Fig.4] représente, de manière schématique et partielle, un dispositif de génération d'une commande de débit de carburant d'une turbomachine selon un autre mode de réalisation de l'invention.
- [0030] [Fig.5] La [Fig.5] représente, de manière schématique, le procédé de commande d'une turbomachine selon un mode de réalisation de l'invention.

Description des modes de réalisation

- [0031] La [Fig.1] représente de façon schématique et partielle une coupe longitudinale d'une turbomachine 100 d'aéronef de type turboréacteur à double flux et double corps auquel s'applique en particulier l'invention. L'invention n'est pas limitée à ce type particulier de moteur d'aéronef.
- [0032] De façon connue, la turbomachine 100 d'axe longitudinal X-X comprend une soufflante 142 qui délivre un flux d'air dans une veine d'écoulement de flux primaire 144 et dans une veine d'écoulement de flux secondaire 146 coaxiale à la veine de flux primaire 144. D'amont en aval dans le sens d'écoulement du flux gazeux la traversant, la veine d'écoulement de flux primaire 144 comprend un compresseur basse pression 148, un compresseur haute pression 150, une chambre de combustion 152, une turbine haute pression 154 et une turbine basse pression 156. Le compresseur basse pression 148 et la turbine basse pression 156 forment le corps basse pression de la turbomachine 100 ; et le compresseur haute pression 150 et la turbine haute pression 154 forment le corps haute pression de la turbomachine 100.
- [0033] Le fonctionnement du moteur, en particulier la commande de débit de carburant du moteur, est commandée par un dispositif 200 de génération de commande de débit de carburant WFC représenté en [Fig.2]. Quand le dispositif 200 a déterminé la commande de débit de carburant WFC, il commande ensuite l'injection de carburant dans la turbomachine (aussi appelée dans la description moteur) 290 en fonction de la commande WFC déterminée.
- [0034] Ce dispositif 200 comprend un premier module 210 de régulation de régime stationnaire configuré pour déterminer la commande WFC de débit de carburant en fonction de la différence entre le paramètre de consigne N1 consigne qui dépend de la position de la manette 212 de commande de poussée et le paramètre N1 de fonctionnement de la turbomachine représentatif de la poussée développée par la tur-

bomachine. Dans cet exemple, le paramètre de consigne N1 consigne et le paramètre N1 de fonctionnement correspondent au régime du corps basse pression, ces deux paramètres correspondent au rapport de pression moteur EPR (ou « Engine Pressure Ratio » en anglais).

[0035] Le dispositif 200 comprend également :

- un deuxième module de régulation 220 de transitoire de régime du corps basse pression configuré pour déterminer la commande de débit de carburant WFC en fonction de la différence entre le régime du corps basse pression N1 et la consigne de régime du corps basse pression variant dans le temps selon la trajectoire du régime du corps basse pression générée de manière prédéterminée lors de l'accélération de la turbomachine ; et
- un troisième module de régulation 230 de transitoire de régime du corps basse pression configuré pour déterminer la commande de débit de carburant WFC en fonction de la différence entre le régime du corps basse pression N1 et la consigne de régime du corps basse pression variant dans le temps selon la trajectoire du régime du corps basse pression générée de manière prédéterminée lors de la décélération de la turbomachine.

[0036] Le deuxième module de régulation 220 permet ainsi de satisfaire le besoin d'évolution de la poussée du moteur 290 en accélération ; tandis que le troisième module de régulation 230 permet de satisfaire le besoin d'évolution de la poussée du moteur 290 en décélération.

[0037] Afin de détecter l'intention de transitoire TopAccel et TopDecel souhaitée par le pilote, c'est-à-dire de détecter une intention d'accélération TopAccel ou de décélération TopDecel, le dispositif 200 comprend les modules 221 et 231 de détection d'intention de transitoire. Lorsque la manette de commande 212 reste dans une position constante et que le premier module de régulation 210 pour régime stationnaire est mise en œuvre, le régime N1 du moteur 290 est stationnaire et égal au régime de consigne N1 consigne. Si le pilote déplace la manette 212, le régime de consigne N1 consigne varie instantanément. Au contraire, le régime N1 ne varie pas instantanément en raison de l'inertie du moteur 290 et du premier module de régulation 210.

[0038] Ainsi, les deux modules 221 et 231 détectent respectivement une intention de transitoire d'accélération TopAccel ou de décélération TopDecel en fonction de la différence entre le régime du corps basse pression N1 et une consigne de régime.

[0039] Puis, les deux modules 220 et 230 élaborent les consignes de variation de débit de carburant dWFaccel et dWFDecel, c'est-à-dire les valeurs de delta de débit de carburant dWFaccel et dWFDecel permettant après intégration dans le module 214 de suivre les trajectoires d'accélération et de décélération en poussée le plus reproductible possible. Ainsi, le calcul de la trajectoire consigne est établi de manière à permettre via

les deux modules de régulation 220 et 230 d'imposer un débit de carburant permettant le respect de la poussée en tout de point de l'accélération et de la décélération en pilotant le régime N1 du corps basse pression.

- [0040] Le dispositif 200 peut également comprendre deux modules de saturation 240, 250 en débit de carburant, permettant respectivement de moteur 290 de l'extinction lors de la décélération et de protéger le compresseur haute pression du pompage lors de l'accélération.
- [0041] Le premier module de saturation 240 est configuré pour déterminer le débit de carburant maximal WFmax et pour que la commande de débit de carburant WFC soit inférieure au débit maximal WFmax. Il permet de protéger le compresseur haute pression du pompage en accélération.
- [0042] Le deuxième module de saturation 250 est configuré pour déterminer le débit de carburant minimal WFmin et pour que la commande de débit de carburant WFC soit supérieure au débit minimal WFmin. Il permet de protéger le moteur 290 de l'extinction en décélération.
- [0043] Le premier module de régulation 210 de régime stationnaire peut notamment comprendre un module de sommation 215, un réseau correcteur 211, un ou plusieurs modules de sélection 213 et un module d'intégration 214.
- [0044] Le module de sommation 215 détermine la différence entre le paramètre de consigne du moteur N1 consigne et le régime de consigne N1 (aussi appelé paramètre de contrôle de la poussée). Le régime de consigne est proportionnel à la position de la manette 212 de commande manipulable par le pilote.
- [0045] Le réseau correcteur 211 fournit une grandeur de correction dWF au(x) module(s) de sélection 213. Le réseau correcteur 211 est par exemple un correcteur de type filtre à avance de phase.
- [0046] Le ou les modules de sélection 213 sélectionnent la grandeur de correction venant du réseau correcteur 211 ou une autre grandeur de correction venant des deuxième 220 ou troisième 230 modules de régulation de transitoire de régime du corps basse pression.
- [0047] Puis la grandeur sélectionnée est fournie au module d'intégration 214 qui détermine la consigne de débit de carburant WFC par intégration de la grandeur de correction dWFC.
- [0048] Les premier 240 et deuxième 250 modules de saturation permettent de fournir au module d'intégration 214 les valeurs maximale WFmax et minimale WFmin du débit de carburant par mise en œuvre d'une butée, dite butée C/P. Ce type de butée est connue de l'homme du métier, et on rappelle juste que les butées minimale WFmin et maximale WFmax s'expriment, par exemple, sous la forme :

$$WF_{\max} = \frac{C}{P} \max\{N2, T25, PT, \dots\} \cdot Ps32 \cdot \sqrt{\frac{T25}{288.115}}$$

$$WF_{min} = \frac{C}{P} \min(N2, T25, PT, \dots) \cdot Ps32 \cdot \sqrt{\frac{T25}{288.115}}$$

- [0049] avec T25, la température en sortie du compresseur basse pression ; Ps32, la pression statique dans la chambre de combustion.
- [0050] La [Fig.3] représente un deuxième mode de réalisation du dispositif 300 de génération d'une commande de débit de carburant WFC d'un moteur 390 de turbomachine. Par rapport au dispositif 200 de la [Fig.2], le dispositif 300 de la [Fig.3] comprend un quatrième 360 et un cinquième 370 modules de régulation, en plus, des premier 310, deuxième 320, troisième 330 modules de régulation, des premier 340 et deuxième 350 modules de saturation, et des modules 321 et 331 de détection d'intention de transitoire tels que décrits ci-avant.
- [0051] Le quatrième module de régulation 360 est configuré pour déterminer une grandeur de correction $WF_{dn/dt \min}$ de la commande de débit de carburant à partir d'une consigne de dérivée de régime N2 du corps haute pression, $dN2/dt$. Cette régulation permet d'injecter plus de carburant que la limite de WF_{max} issue du premier module de saturation 340 pour limiter les effets de saturation abusifs et éviter les stagnations du moteur en cas de butée de C/P erronée. La consigne de dérivée $dN2/dt \min$ peut être une fonction de certains paramètres, tels que le régime N2 du corps haute pression, la température T25 en sortie du compresseur basse pression, de la pression PT en entrée de la soufflante, ou de toute autre paramètre permettant de caractériser les capacités d'accélération du moteur 390 en $dN2/dt$.
- [0052] Le cinquième module de régulation 370 est configuré pour déterminer une grandeur de correction $dWF32_{decel}$ de la commande de débit de carburant par intégration d'une consigne de dérivée $dN2/dt_{decel}$ du régime du corps haute pression lors d'une décélération ou d'une accélération de la turbomachine. Cette régulation permet notamment de protéger le compresseur basse pression du pompage lors d'une décélération trop rapide du corps haute pression d'un point de vue marge de pompage du compresseur basse pression.
- [0053] La [Fig.4] représente un troisième mode de réalisation du dispositif 400 de génération d'une commande de débit de carburant WFC d'un moteur 490 de turbomachine. Par rapport au dispositif 300 de la [Fig.3], le dispositif 400 comprend en plus, des premier 410, deuxième 420, troisième 430, quatrième 460, cinquième 470 modules de régulation, des premier 440 et deuxième 450 modules de saturation, et des modules de détection d'intention de transitoire 421 et 431, un sixième module 480 de régulation.
- [0054] Le sixième module de régulation 480 est configuré pour déterminer une grandeur de correction dWF_{N2} de la commande de débit de carburant WFC en fonction du régime

minimal N2 min du corps haute pression. Cette régulation permet de piloter le moteur 490 au ralenti. Au lieu d'être faite en fonction du régime minimal N2 min du corps haute pression, la régulation peut être faite en fonction de la pression statique minimale PS32 min dans la chambre de combustion ou en fonction du régime minimal N1 min du corps basse pression.

- [0055] La [Fig.5] représente de manière schématique un procédé 500 de commande d'une turbomachine mis en œuvre par le dispositif de l'invention, notamment par l'un des dispositifs des figures 2, 3 et 4.
- [0056] Le procédé 500 comprend à l'étape 510 une régulation pour régime stationnaire, puis à l'étape 520 une détection d'une intention de transitoire de régime et en réponse à cette détection 520, une étape 530 de régulation du transitoire de régime.
- [0057] Lors de l'étape 510, la commande de débit de carburant est déterminée en fonction d'une différence entre un paramètre de consigne qui dépend de la position de la manette de commande du moteur et un paramètre de fonctionnement du moteur. Comme indiqué précédemment, le paramètre de consigne et de fonctionnement correspondent de préférence au régime N1 du corps basse pression ou au rapport de pression moteur EPR. Cette étape 510 peut être mise en œuvre en particulier par le premier module de régulation du dispositif de commande de carburant selon l'un quelconque des modes de réalisation précédemment décrits.
- [0058] Lors de l'étape 520, on détecte une intention de transitoire lorsque la différence entre le régime de consigne N1C du corps basse pression et le régime N1 du corps basse pression est supérieure à un seuil prédéterminé S. Plus particulièrement, on détecte une accélération si la différence (N1C – N1) est supérieure à S, ou une décélération si la différence (N1 – N1C) est supérieure à S. Le seuil prédéterminé S est par exemple de 200 tours par minute.
- [0059] Puis, lors de l'étape 530, la commande de débit de carburant est déterminée en fonction d'une différence entre un régime du corps basse pression et une consigne de régime du corps basse pression variant dans le temps et générée de manière prédéterminée.
- [0060] Les étapes 520 et 530 peuvent être mises en œuvre par les deuxième et troisième modules de régulation du dispositif de commande de carburant selon l'un quelconque des modes de réalisation précédemment décrits.

Revendications

- [Revendication 1] Dispositif (200, 300, 400) de génération d'une commande de débit de carburant (WFC) d'une turbomachine (100) configurée pour propulser un aéronef et comprenant un corps basse pression et un corps haute pression, le dispositif comprenant :
- un premier module de régulation (210, 310, 410) de régime stationnaire configuré pour déterminer la commande de débit de carburant (dWF) en fonction d'une différence entre un paramètre de consigne (N1 consigne) dépendant d'une position d'une manette (212, 312, 412) de commande de poussée et un paramètre de fonctionnement (N1) de la turbomachine représentatif de la poussée développée par la turbomachine ;
 - un deuxième module de régulation (220, 320, 420) de transitoire de régime du corps basse pression configuré pour déterminer la commande de débit de carburant (dWF_{accel}) en fonction d'une différence entre le régime du corps basse pression (N1) et une consigne de régime du corps basse pression variant dans le temps selon une trajectoire du régime du corps basse pression générée de manière prédéterminé lors d'une accélération de la turbomachine, afin de satisfaire un besoin d'évolution de la poussée en accélération ; et
 - un troisième module de régulation (230, 330, 430) de transitoire de régime du corps basse pression configuré pour déterminer la commande de débit de carburant (dWF_{decel}) en fonction d'une différence entre le régime du corps basse pression (N1) et une consigne de régime du corps basse pression variant dans le temps selon une trajectoire du régime basse pression générée de manière prédéterminée lors d'une décélération de la turbomachine, afin de satisfaire un besoin d'évolution de la poussée en décélération.
- [Revendication 2] Dispositif (300, 400) de génération d'une commande de débit de carburant selon la revendication 1 comprenant également :
- un premier module de saturation (340, 440) en débit de carburant configuré pour déterminer un débit de carburant

maximal (WF_{max}) et pour que la commande de débit de carburant soit inférieure au débit de carburant maximal ;

- un deuxième module de saturation (350, 450) en débit de carburant configuré pour déterminer un débit de carburant minimal (WF_{min}) et pour que la commande de débit de carburant soit supérieure à un débit de carburant minimal ; et
- un quatrième module de régulation (360, 460) configuré pour déterminer une grandeur de correction ($WF \, dn/dt \, min$) de la commande de débit de carburant à partir d'une consigne de dérivée de régime ($N2$) du corps haute pression ($dN2/dt$).

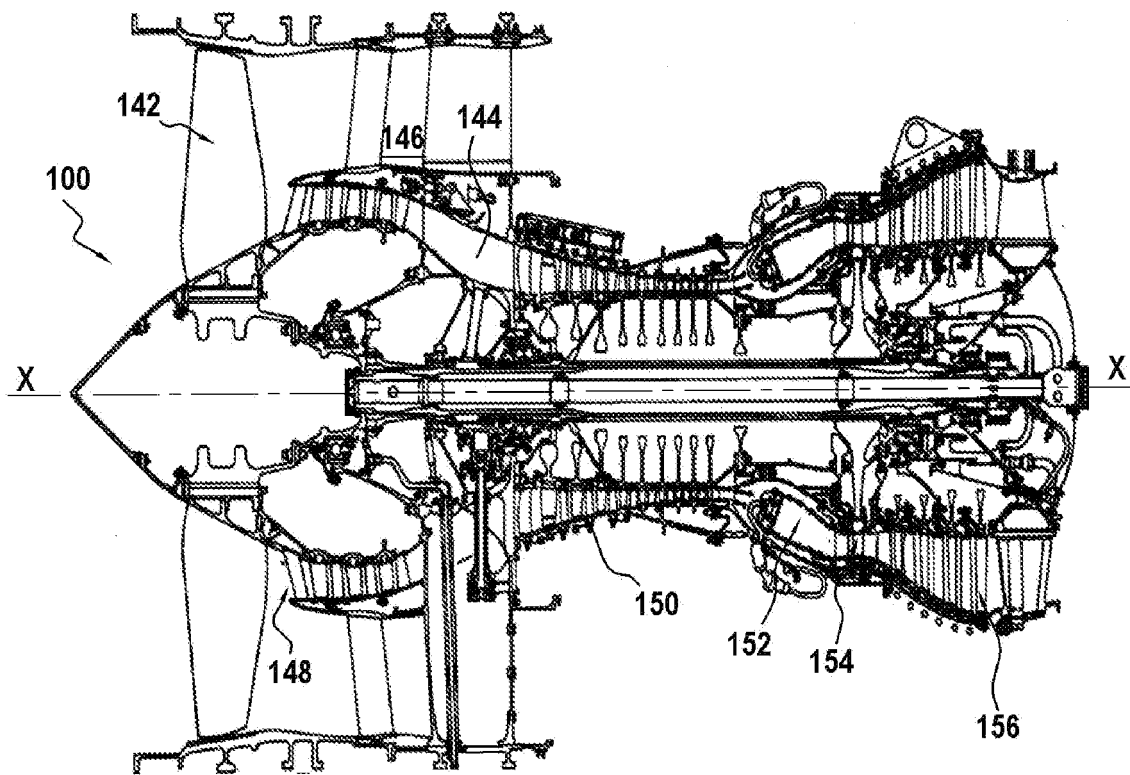
- [Revendication 3] Dispositif (300, 400) de génération d'une commande de débit de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, comprenant un cinquième module de régulation (370, 470) pour déterminer une grandeur de correction ($dWF_{32decel}$) de la commande de débit de carburant par intégration d'une consigne de dérivée du régime du corps haute pression ($dN2/dt \, decel$) lors d'une décélération ou d'une accélération de la turbomachine.
- [Revendication 4] Dispositif (400) de génération d'une commande de débit de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, comprenant un sixième module de régulation (480) configuré pour déterminer une grandeur de correction (dWF_{N2}) de la commande de débit de carburant en fonction du régime minimal du corps haute pression.
- [Revendication 5] Dispositif de génération d'une commande de débit de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le paramètre de fonctionnement et le paramètre de consigne associé du premier module de régulation est le régime du corps basse pression ($N1$).
- [Revendication 6] Dispositif de génération d'une commande de débit de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le paramètre de fonctionnement et le paramètre de consigne associé du premier module de régulation est un rapport de pression moteur (EPR).
- [Revendication 7] Procédé (500) de commande d'un moteur mis en œuvre par le dispositif de génération selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel une commande de débit de carburant est déterminée, le procédé comprenant :
- une régulation (510) pour régime stationnaire dans laquelle la commande de débit de carburant est déterminée en fonction

d'une différence entre un paramètre de consigne dépendant d'une position d'une manette de commande et un paramètre de fonctionnement du moteur ;

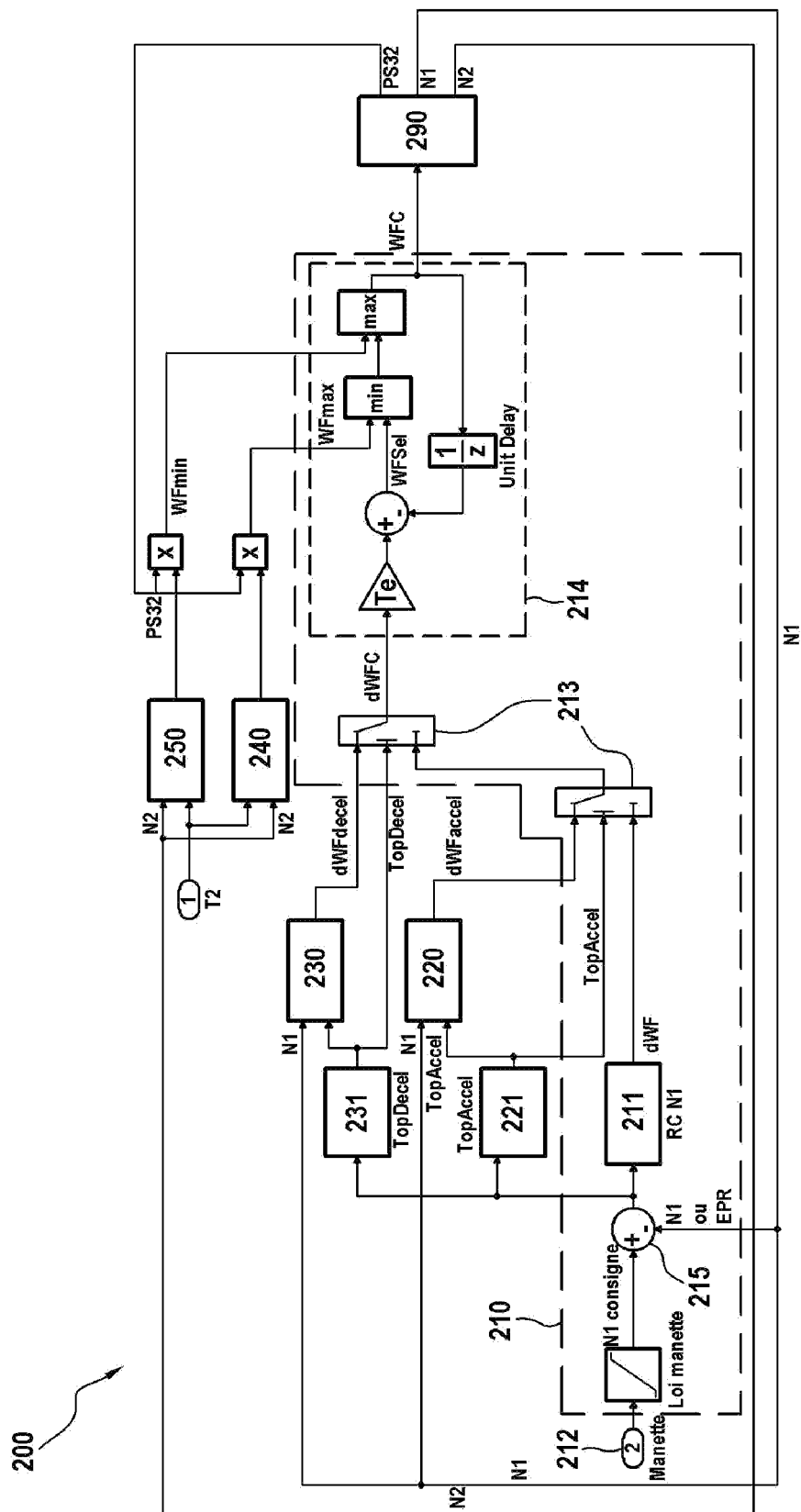
- une détection (520) d'une intention de transitoire de régime (TopAccel, TopDecel) ; et
- en réponse à la détection, une régulation (530) pour transitoire de régime dans laquelle la commande de débit de carburant est déterminée en fonction d'une différence entre un régime du corps basse pression et une consigne du régime du corps basse pression variant dans le temps générée de manière prédéterminée.

[Revendication 8] Turbomachine (100) comprenant un dispositif (200, 300, 400) de génération d'une commande de débit de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 configuré pour mettre en œuvre le procédé (500) selon la revendication 7.

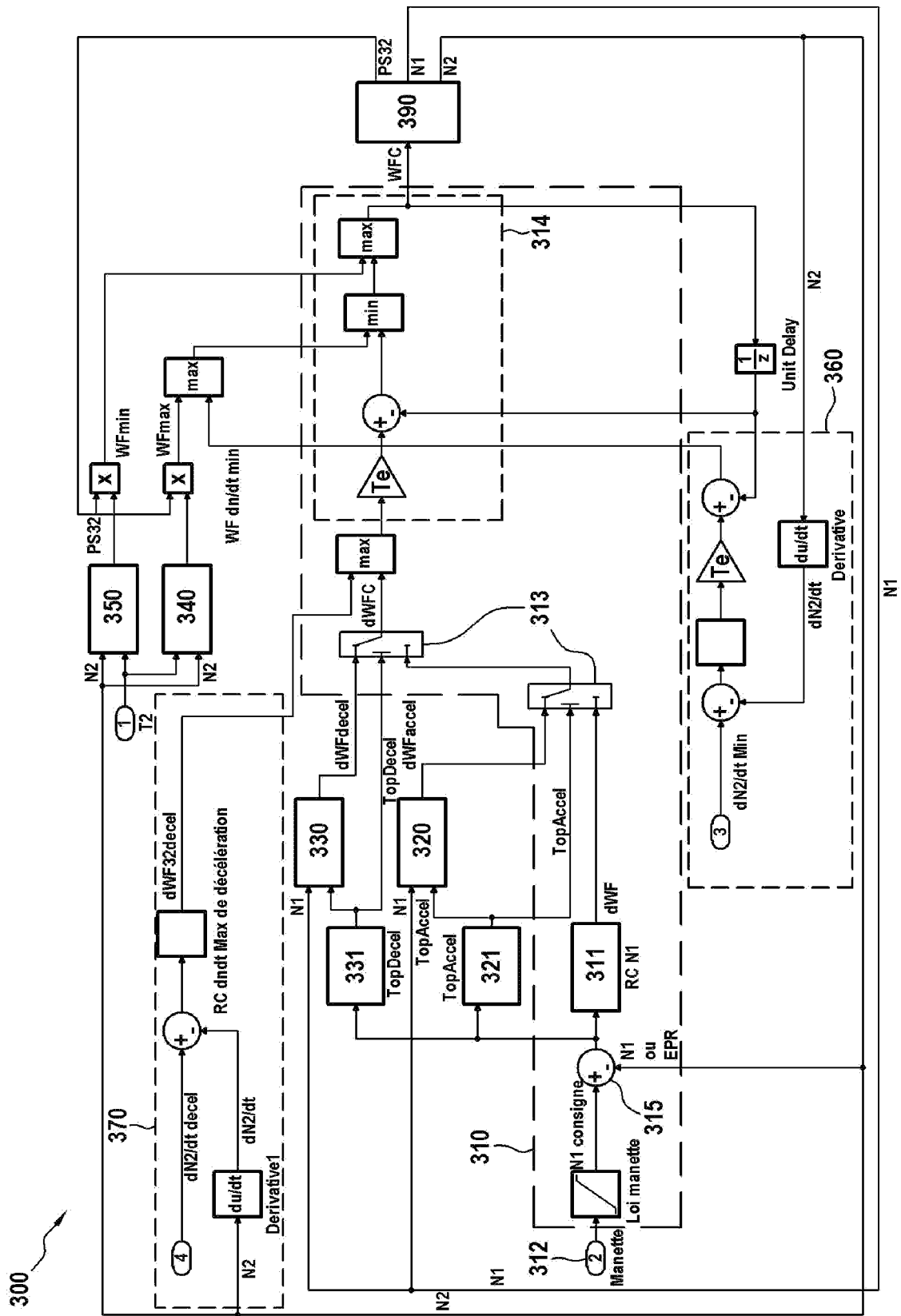
[Fig. 1]



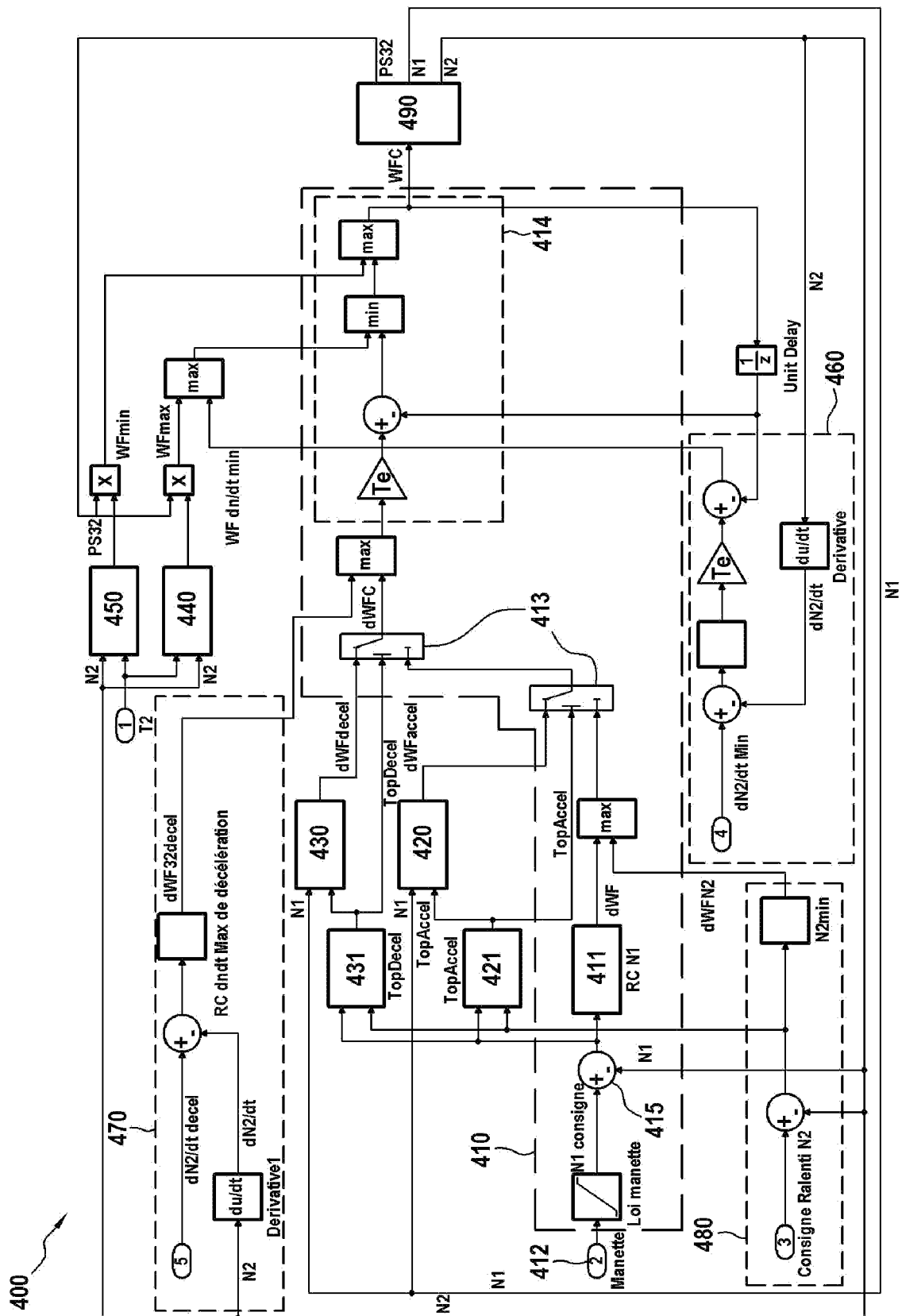
[Fig. 2]



[Fig. 3]

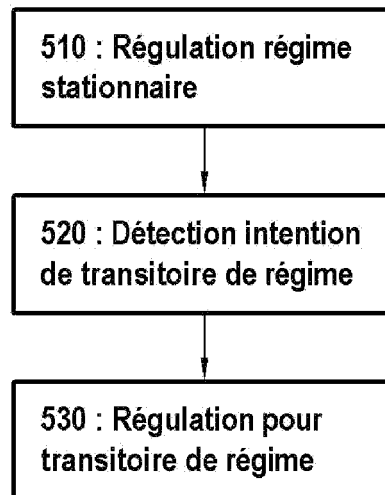


[Fig. 4]



[Fig. 5]

500



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 925083
FR 2309828

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 5 083 277 A (SHUTLER ARTHUR G [GB]) 21 janvier 1992 (1992-01-21) * colonne 6, lignes 5-34 * * figure 2 * * figure 7 * -----	1,5-8	F02C 9/28
A	GB 2 461 925 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 20 janvier 2010 (2010-01-20) * page 2, lignes 5-20 * * figure 6 * -----	1-8	
A	US 4 995 232 A (SUTTON ARTHUR E [GB]) 26 février 1991 (1991-02-26) * colonne 3, ligne 55 - colonne 4, ligne 59 * * figure 3 * -----	1-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F02C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 avril 2024		Fortugno, Eugenio	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2309828 FA 925083

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **17-04-2024**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 5083277	A	21-01-1992	DE	68906898 T2		27-01-1994
			EP	0324633 A2		19-07-1989
			JP	H01310131 A		14-12-1989
			US	5083277 A		21-01-1992

GB 2461925	A	20-01-2010	AUCUN			

US 4995232	A	26-02-1991	DE	3644870 A1		14-02-1991
			FR	2645208 A1		05-10-1990
			GB	2228977 A		12-09-1990
			US	4995232 A		26-02-1991
