

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2015/145031 A1**

(43) Date de la publication internationale  
**1 octobre 2015 (01.10.2015)**

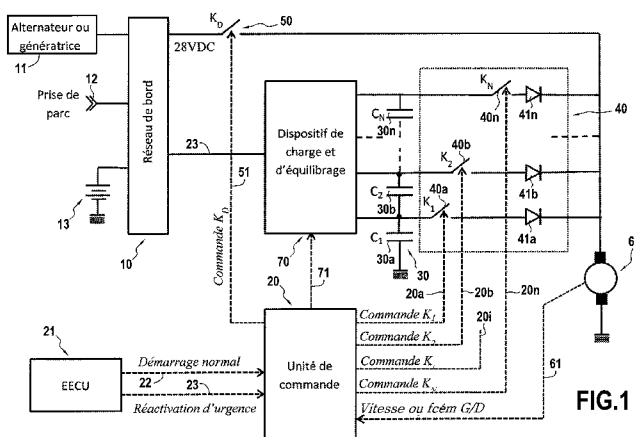
WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :  
*F02C 6/20* (2006.01) *F02C 7/268* (2006.01)  
*F02N 11/08* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2015/050675
- (22) Date de dépôt international :  
19 mars 2015 (19.03.2015)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
1452628 27 mars 2014 (27.03.2014) FR
- (71) Déposant : **TURBOMECA** [FR/FR]; F-64510 Bordes (FR).
- (72) Inventeurs : **KLONOWSKI, Thomas**; 70 route de Pontacq, F-64160 Sedzere (FR). **BAZET, Jean-Michel**; 5 avenue Saint Jean, F-64110 Gelos (FR). **POUMAREDE, Vincent**; 34 avenue de la Mame, F-65000 Tarbes (FR). **HARRIET, Pierre**; 34 rue des Chênes, F-64140 Billere (FR).
- (74) Mandataires : **THEVENET, Jean-Bruno** et al.; Cabinet BEAU DE LOMENIE, 158 Rue de l'Université, F-75340 PARIS Cedex 07 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : TURBINE ENGINE RAPID REACTIVATION METHOD AND SYSTEM

(54) Titre : PROCEDE ET SYSTEME DE REACTIVATION RAPIDE DE TURBOMACHINE



- 10 Onboard network  
11 Alternator or generator  
12 Ground connection  
20 Control unit  
22 Normal start  
23 Emergency reactivation  
61 G/D speed or CEMF  
70 Loading and balancing device  
Commande Command

(57) Abstract : The aircraft turbine engine rapid reactivation system includes an electrical machine (60) supplied with DC power by an onboard electrical power supply network (10). The system also includes: - a switch (50) positioned between the onboard network (10) and the electrical machine (60); - an additional assembly (30) including a plurality N of electrical power storage elements (30a, ..., 30n); and - a control unit (20) for controlling a device (40) for discharging the storage elements. Said control unit is suitable for placing the onboard network (10) in parallel with a series circuit including at least a portion of the N electrical power storage elements (30a, ..., 30n) such that, when the rapid reactivation system is in operation, the electrical machine (60) is supplied with power at a voltage level above that of the nominal characteristics thereof.

(57) Abrégé : Le système de réactivation rapide d'une turbomachine d'un aéronef comprend une machine électrique (60) alimentée en courant continu par un réseau de bord d'alimentation électrique (10). Le système comprend en outre un interrupteur (50) interposé entre le réseau de bord (10) et la machine électrique (60), un ensemble additionnel (30) comprenant une pluralité N d'éléments de stockage d'énergie électrique

[Suite sur la page suivante]

WO 2015/145031 A1

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

---

(30a,...,30n) et une unité de commande (20) pour commander un dispositif (40) de décharge des éléments de stockage adaptée pour permettre la mise en parallèle avec le réseau de bord (10) d'un circuit série comprenant une partie au moins des N éléments de stockage d'énergie électrique (30a,...,30n), de telle sorte que, lorsque le système de réactivation rapide est en service, la machine électrique (60) soit alimentée par un niveau de tension au-dessus de celui de ses caractéristiques nominales.

## **Procédé et système de réactivation rapide de turbomachine**

### Domaine technique et état de l'art antérieur

5 L'invention concerne un procédé et un système de réactivation rapide d'une turbomachine.

Le domaine d'application de l'invention est plus particulièrement celui de la commande du démarrage de moteurs aéronautiques de propulsion à turbine à gaz, tels que des turbomoteurs d'hélicoptère ou des  
10 turbopropulseurs d'aéronefs à aile fixe.

Un turbomoteur d'aéronef comprend de manière connue une chambre de combustion, un arbre de compresseur sur lequel est montée une roue de compresseur pour alimenter en air comprimé ladite chambre de combustion et au moins un démarreur ou un générateur-démarreur  
15 relié audit arbre de manière à lui fournir le couple de démarrage suffisant pour l'entraîner en rotation.

Pour démarrer le turbomoteur, le démarreur accélère tout d'abord l'arbre de compresseur dans une première phase de démarrage pendant laquelle le circuit carburant en amont des injecteurs de démarrage est mis  
20 en pression et purgé. Puis, dans une deuxième phase de démarrage, une injection de combustible est initiée avant que l'allumage dudit combustible ne soit réalisé dans la chambre de combustion du turbomoteur. Enfin, dans une troisième phase de démarrage, à une vitesse de rotation prédéfinie, l'action du démarreur est arrêtée et le turbomoteur peut  
25 continuer d'accélérer grâce à la combustion dudit combustible.

Pour permettre l'allumage du combustible, l'air fourni par la roue de compresseur à la chambre de combustion doit respecter certaines conditions de pression et de vitesse au niveau des injecteurs de combustible, de manière à garantir un ratio carburant / air précis et à ne  
30 pas souffler la flamme. Or, le volume d'air fourni par la roue de

compresseur à la chambre de combustion étant proportionnel à la vitesse de rotation de l'arbre de compresseur, la vitesse de rotation de l'arbre du générateur de gaz doit donc être comprise dans un intervalle de vitesse, appelé fenêtre d'allumage, et ce pendant un temps suffisamment long  
5 pour que l'allumage soit réalisé correctement.

Traditionnellement, les turbomoteurs de la quasi-totalité des hélicoptères légers ou moyens, et même ceux de certains hélicoptères lourds ainsi que de nombreux turbopropulseurs d'avions légers à aile fixe, sont démarrés à l'aide d'un démarreur ou d'un générateur-démarreur à  
10 courant continu alimenté sous une tension continue de 28V.

L'invention s'applique plus particulièrement aux hélicoptères équipés d'au moins deux turbomoteurs. Chaque turbomoteur est conçu de manière surdimensionnée pour pouvoir maintenir l'hélicoptère en vol en cas de panne de l'autre moteur. Ces turbomoteurs surdimensionnés  
15 fonctionnent la plupart du temps à charge partielle, la puissance nécessaire pour maintenir l'hélicoptère en vol de croisière étant relativement faible. Ce fonctionnement est donc pénalisant en consommation de carburant. C'est pourquoi afin de réduire cette consommation en régime de croisière, il est possible d'arrêter l'un des  
20 turbomoteurs. Le moteur actif fonctionne alors à un régime de puissance plus élevé et donc à un niveau de consommation spécifique ( $C_s$ ) plus favorable.

Des systèmes de régulation pour l'optimisation de la consommation spécifique sont décrits notamment dans les documents FR 2967132 A1 et  
25 FR 2967133 A1. Selon ces documents, sur un hélicoptère bimoteur en vol de croisière économique, c'est-à-dire se trouvant dans une phase de vol caractérisée par une puissance demandée à chaque moteur assez faible, typiquement de l'ordre de 50% à 60% de la puissance maximale continue, en abrégé PMC (initiales de « Puissance Maximale Continue »), se  
30 traduisant par une consommation spécifique très élevée, on met en veille

(chambre allumée ou éteinte – vireur) une des deux turbines, de telle manière que l'autre moteur fonctionne à régime élevé et bénéficie de ce fait d'une consommation spécifique beaucoup plus faible. Dans ce cas il convient toutefois, pour respecter la sécurité, de pouvoir effectuer de  
5 façon simple et fiable, sur un hélicoptère bimoteur, le mode de réactivation rapide d'un moteur depuis un mode de veille.

On a par ailleurs déjà proposé par exemple dans le document EP 2264297 A en liaison avec un turbomoteur équipé d'un générateur-démarrreur à 28V accouplé au générateur de gaz, d'assister le démarrage  
10 par un système d'appoint composé d'un banc de super-capacités, qui est connecté en parallèle avec la batterie de 28V de l'hélicoptère. Toutefois, ce système présente des inconvénients dans la mesure où le niveau de tension utilisé est fixe, n'est pas adapté à une réactivation rapide et la machine électrique constituée par le générateur-démarrreur ne peut pas  
15 délivrer la puissance nécessaire à la fonction démarrage rapide durant toute la phase transitoire. Par ailleurs, l'architecture connue proposée ne vise qu'à permettre un démarrage de générateur de gaz à l'arrêt.

Le document EP 2581586 A décrit un système de démarrage de moteurs d'hélicoptère, dans lequel on met en œuvre des sources d'énergie  
20 électrique à base d'une technologie de batterie traditionnelle d'hélicoptère pour le démarrage normal et on met en œuvre en complément des systèmes de stockage électrique de type super-capacités (EDLC). La tension nominale est celle du réseau de bord, à savoir 28V en courant continu. De ce fait, le démarreur est utilisé dans son mode nominal et la  
25 performance de démarrage est obtenue en faisant varier les caractéristiques électriques de la source : durant un démarrage normal, la batterie traditionnelle d'hélicoptère est connectée au démarreur et durant un démarrage rapide, le second dispositif comprenant les systèmes de stockage de type super-capacité est connecté au démarreur. Il s'ensuit  
30 que dans tous les cas le niveau de tension utilisé reste celui (par exemple

28V) des batteries traditionnelles d'hélicoptère et pour cette tension, la machine électrique constituée par le démarreur ne peut pas délivrer la puissance nécessaire à la fonction démarrage rapide (réactivation d'urgence) durant toute la phase transitoire.

5 Un système permettant de rendre plus robuste l'allumage et le démarrage des turbomoteurs, y compris en mode de veille, est donc souhaitable mais, s'il est réalisé de façon classique, nécessitera un convertisseur continu-continu imposant, puisqu'il devra être dimensionné pour des courants très importants pouvant dépasser le millier d'ampères.

10

#### Définition et objet de l'invention

L'invention vise à remédier aux inconvénients précités et à permettre notamment de réaliser, sur un hélicoptère bimoteur, une  
15 fonction de redémarrage d'urgence (réactivation rapide) de l'un des moteurs depuis un mode de veille.

L'invention vise plus particulièrement à proposer une architecture électrique d'un système de démarrage de turbomoteur qui constitue un dispositif d'hybridation électrique répondant notamment aux objectifs  
20 suivants :

- Etre capable de remplir les fonctions classiques d'un démarreur, c'est-à-dire assurer le démarrage normal du turbomoteur et la ventilation sèche,
- Etre capable des performances requises pour réaliser les  
25 fonctions de réactivation d'urgence, étant donné que les caractéristiques électriques (tension, impédance) des éléments générateurs du réseau de bord de l'aéronef – batterie, génératrice ou alternateur – sont dimensionnés pour assurer le démarrage normal des turbomachines, mais sont généralement  
30 insuffisantes pour délivrer le niveau de courant nécessaire à

l'obtention du couple de démarrage ponctuel mais notablement plus élevé qui caractérise une réactivation d'urgence,

- Minimiser les contraintes électriques et les impacts sur le réseau de bord hélicoptère : génération, distribution, batterie,...
- 5 - Etre le plus léger et le plus optimal possible,
- Pouvoir le cas échéant être intégré facilement sur des turbines existantes et être donc compatible avec les générateurs/démarrateurs à balais « conventionnels ».

Pour résoudre les problèmes mentionnés ci-dessus, il est proposé

10 un aéronef comprenant une turbomachine ayant un système de réactivation rapide, comprenant une machine électrique alimentée en courant continu à partir d'un réseau de bord d'alimentation électrique inclus dans ledit aéronef, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un

15 interrupteur interposé entre le réseau de bord d'alimentation électrique et la machine électrique, ledit interrupteur étant ouvert pour assurer l'isolement de la machine électrique par rapport au réseau de bord d'alimentation électrique lorsque la réactivation d'urgence est sélectionnée, un ensemble additionnel comprenant une pluralité N

20 d'éléments de stockage d'énergie électrique et une unité de commande adaptée pour commander un dispositif de décharge des éléments de stockage d'énergie électrique, le dispositif de décharge des éléments de stockage d'énergie électrique étant incorporé dans l'aéronef et adapté pour permettre la mise en parallèle avec le réseau de bord d'alimentation électrique d'un circuit série comprenant une partie au moins des N

25 éléments de stockage d'énergie électrique, ), la tension aux bornes de la machine électrique étant configurée par commutation séquentielle du nombre des N éléments de stockage pour accompagner l'augmentation de la force contre-électromotrice de la machine électrique au fur et à mesure de l'augmentation de la vitesse du générateur de gaz associé à la

30 turbomachine, de telle sorte que lorsque le système de réactivation rapide

est en service, la machine électrique soit alimentée par un niveau de tension au-dessus de celui de ses caractéristiques nominales.

Avantageusement, les éléments de stockage ont une impédance de source plus faible et une densité de puissance supérieure à celles du  
5 réseau de bord d'alimentation électrique, de manière à être compatibles avec les niveaux élevés de couple et donc de courant exigés par une réactivation d'urgence de la turbomachine.

Les éléments de stockage peuvent être de type super capacité (EDLC).

10 Les éléments de stockage peuvent encore être de type condensateur hybride (LIC).

Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, l'unité de commande est associée à un dispositif de charge et d'équilibrage et à l'interrupteur pour commander la charge des éléments de stockage à  
15 partir de la machine électrique fonctionnant en générateur électrique, en dehors des périodes de réactivation rapide.

Selon un autre mode particulier de réalisation de l'invention, l'unité de commande est associée à un dispositif de charge et d'équilibrage pour commander la charge des éléments de stockage à partir du réseau de  
20 bord d'alimentation électrique en dehors des périodes de réactivation rapide.

Le système de démarrage selon l'invention est avantageusement appliqué à une turbomachine d'un hélicoptère bimoteur.

L'invention concerne également un procédé de réactivation rapide  
25 pour une turbomachine d'aéronef comprenant une machine électrique, alimentée en courant continu à partir d'un réseau de bord d'alimentation électrique inclus dans l'aéronef, caractérisé en ce que le procédé comprend les étapes consistant à interrompre de façon sélective la liaison électrique entre ledit réseau de bord d'alimentation électrique et ladite  
30 machine électrique à l'aide d'un interrupteur qui est en position ouverte

pour assurer l'isolement de la machine électrique par rapport au réseau de bord d'alimentation électrique lorsque la réactivation d'urgence est sélectionnée, et assurer à l'aide d'une unité de commande et d'un dispositif de décharge des éléments de stockage la mise en parallèle avec

5 le réseau de bord d'alimentation électrique d'un circuit série comprenant une partie au moins de N éléments de stockage d'énergie électrique, la tension aux bornes de la machine électrique étant configurée par commutation séquentielle du nombre des N éléments de stockage pour accompagner l'augmentation de la force contre-électromotrice de la

10 machine électrique au fur et à mesure de l'augmentation de la vitesse du générateur de gaz associé à la turbomachine, de telle sorte que, lorsque le système de réactivation rapide est en service, la machine électrique soit alimentée par un niveau de tension au-dessus de celui de ses caractéristiques nominales.

15 Le réseau de bord d'alimentation électrique peut comprendre un alternateur ou une génératrice de courant, ou peut être raccordé à une prise de parc (quand l'aéronef est au sol) ou encore peut être branché sur une batterie d'accumulateur, par exemple de 28V.

20 Selon un mode particulier de réalisation, le procédé de démarrage selon l'invention comprend en outre une étape de commande de la charge des éléments de stockage, par un dispositif de charge et d'équilibrage, à partir du réseau de bord d'alimentation électrique, en dehors des périodes de réactivation rapide.

25 Selon un autre mode particulier de réalisation, le procédé de démarrage selon l'invention comprend en outre une étape de commande de la charge des éléments de stockage, par un dispositif de charge et d'équilibrage, et de l'interrupteur, à partir de la machine électrique fonctionnant en générateur électrique, en dehors des périodes de réactivation rapide.

L'invention s'applique tout particulièrement aux systèmes de démarrage de turbomoteurs d'aéronefs et notamment d'hélicoptères.

Brève description des dessins

5

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante de modes particuliers de réalisation, donnés à titre d'exemples, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

10 La figure 1 est une vue schématique d'ensemble d'un exemple de réalisation d'un dispositif de réactivation rapide de turbomachine conformément à l'invention,

15 Les figures 2A à 2C représentent les signaux de commande de commutateurs pour effectuer la décharge d'éléments de stockage d'énergie électrique dans le cadre d'un dispositif de réactivation rapide de turbomachine conformément à l'invention,

La figure 3 est un diagramme montrant un exemple d'évolution en fonction du temps de la vitesse ou de la fcém d'une machine électrique commandée conformément à l'invention,

20 La figure 4 est un diagramme montrant un exemple d'évolution en fonction du temps de l'intensité du courant d'une machine électrique commandée conformément à l'invention,

La figure 5 est un diagramme montrant un exemple d'évolution en fonction du temps de la tension appliquée à une machine électrique commandée conformément à l'invention,

25 La figure 6 est un premier exemple de réalisation d'un dispositif d'équilibrage et de charge de cellules de stockage d'énergie électrique pouvant être mis en œuvre dans le dispositif de réactivation rapide de turbomachine conforme à l'invention, et

30 La figure 7 est un deuxième exemple de réalisation d'un dispositif d'équilibrage et de charge de cellules de stockage d'énergie électrique

pouvant être mis en œuvre dans le dispositif de réactivation rapide de turbomachine conforme à l'invention.

#### Description détaillée de modes de réalisation préférentiels

5

En figure 1, on a représenté schématiquement la configuration générale d'un dispositif selon l'invention.

Le système de redémarrage d'urgence, c'est-à-dire de réactivation rapide d'une turbomachine mise en veille, comprend un réseau de bord  
10 d'alimentation électrique 10, qui comprend entre autres, une batterie d'accumulateurs 13, qui peut être une batterie unique ou un groupe de batteries et peut être constituée par l'alimentation classique d'un réseau de bord d'un aéronef, par exemple à une tension de 28V, mais l'invention n'est pas limitée à une telle valeur.

15 Le réseau de bord d'alimentation électrique 10 peut être encore associé à un alternateur ou une génératrice de courant 11, ou peut être raccordé à une prise de parc 12 (quand l'aéronef est au sol) en plus du fait de pouvoir être branché sur une batterie d'accumulateur 13, par exemple de 28V.

20 Une machine électrique 60 peut être constituée par un simple démarreur à courant continu ou par un générateur-démarreur (GD) capable de fonctionner non seulement en mode moteur, mais également en mode générateur lorsque la phase de démarrage est terminée, par exemple afin d'alimenter le réseau de bord 10. Dans la suite de la  
25 description, le terme « démarreur » désigne indifféremment un simple démarreur et un générateur-démarreur, sauf indication contraire.

On n'a pas représenté sur la figure 1 les éléments principaux de la turbomachine qui sont classiques et peuvent comprendre un générateur de gaz comprenant lui-même un compresseur, une chambre de  
30 combustion et une turbine haute pression, ainsi qu'une turbine libre et des

accessoires de démarrage. On n'a également pas représenté sur la figure 1 un capteur de la vitesse de rotation du démarreur, ni un capteur de la vitesse de rotation de l'arbre du compresseur de la turbomachine. On a cependant représenté de façon schématique une ligne 61 transmettant à l'unité de commande 20 une information de vitesse ou de fcém (force contre-électromotrice) de la machine électrique 60 pouvant être constituée par un démarreur ou un générateur-démarreur.

Le système de démarrage selon l'invention comprend une unité de commande 20. On n'a pas représenté sur la Figure 1 les divers capteurs de mesure du fonctionnement de la turbomachine, tels que des capteurs de température, permettant de connaître notamment l'état de fonctionnement dans la chambre de combustion.

L'unité de commande 20, qui peut être associée au calculateur électronique 21 traditionnel de la turbomachine, encore dénommé EECU (à partir de l'expression anglaise « Engine Electronic Control Unit »), ou peut être directement intégrée dans celui-ci, assure la gestion des mesures fournies par les capteurs et la commande du système de démarrage à partir du module de gestion du réseau de bord d'un aéronef. L'unité de commande 20 est adaptée pour recevoir une commande de démarrage normal (ligne 22) ou une commande de réactivation d'urgence (ligne 23).

Le dispositif de démarrage selon l'invention comprend en outre un interrupteur 50 ( $K_D$ ) interposé entre le réseau de bord 10 et la machine électrique 60, un ensemble 30 de N éléments de stockage d'énergie électrique 30a, ..., 30n (condensateurs de capacité  $C_1, C_2, \dots, C_N$ ) et un dispositif de décharge des éléments de stockage 40 recevant des signaux de commande  $K_1, K_2, \dots, K_i, \dots, K_n$  par des lignes 20a, 20b, ..., 20i, ..., 20n depuis l'unité de commande 20.

L'unité de commande 20 commande l'interrupteur 50 par une ligne 51 (commande  $K_D$ ), ainsi qu'un ensemble d'autres commutateurs 40a,

40b,...,40n du dispositif 40 des éléments de stockage (commandes  $K_1, K_2$   
.. $K_N$ ) permettant la mise en parallèle avec le réseau de bord d'alimentation  
électrique 10 d'un circuit série comprenant tout ou partie des N éléments  
de stockage d'énergie électrique 30a,..., 30n afin de fournir l'énergie  
5 nécessaire au redémarrage d'urgence qui constitue une réactivation rapide  
de la turbine précédemment mise en veille. Des diodes 41a, 41b, ..., 41n  
sont montées en série avec les commutateurs 40a, 40b, ..., 40n.

Le système selon l'invention, grâce aux sous-ensembles  
additionnels 20, 30, 40, 50, 70 permet de configurer la source de tension  
10 destinée à alimenter la machine électrique 60 de telle sorte que, lorsque le  
système de réactivation rapide est en fonction « réactivation d'urgence »,  
on applique un niveau de tension aux bornes de la machine électrique 60  
qui est au-dessus de celui des caractéristiques nominales de cette  
machine électrique 60, afin de pouvoir augmenter le couple mécanique  
15 transitoire fourni, tout en appliquant la tension de manière graduelle afin  
de limiter le courant d'appel au début de la réactivation d'urgence et  
d'accompagner l'augmentation de la fcém du démarreur au fur-et-à-  
mesure de la montée en vitesse du générateur de gaz.

Les éléments de stockage 30a,..., 30n ont une impédance de source  
20 plus faible et une densité de puissance supérieure à celles des éléments  
de stockage du réseau de bord d'alimentation électrique 10 et sont donc  
adaptés à la fourniture d'un courant de démarrage élevé pendant la durée  
brève d'une réactivation d'urgence.

Les éléments de stockage additionnels 30a,..., 30n peuvent être  
25 notamment constitués par des super-capacités (EDLC) ou par des  
condensateurs hybrides (LIC).

On décrira maintenant de façon plus détaillée le fonctionnement du  
système de démarrage selon l'invention.

Lorsque l'on sélectionne le démarrage normal, par exemple alors  
30 que l'aéronef est au sol et que la turbomachine est initialement à l'arrêt,

l'EECU 21 transmet la commande de démarrage normal par la ligne 22 à l'unité de commande 20, laquelle provoque la fermeture de l'interrupteur 50 par la ligne de commande 51. Le démarreur 60 est alors alimenté directement par le réseau de bord 10 et applique au générateur de gaz de la turbomachine un couple de démarrage. De manière connue, le niveau de tension et l'impédance des éléments générateurs du réseau de bord 10 sont adaptés à la fourniture du courant modéré nécessaire à un démarrage normal de la turbomachine. La même procédure est également utilisée en vol pour la réactivation normale d'une turbomachine préalablement mise en veille, lorsque le redémarrage ne présente pas de caractère d'urgence.

Lorsque l'on sélectionne le démarrage d'urgence, alors que l'aéronef est en vol et que la turbomachine est initialement en mode de veille, l'EECU 21 transmet la commande de réactivation d'urgence par la ligne 23 à l'unité de commande 20 qui assure les fonctions suivantes :

- commande de l'ouverture de l'interrupteur 50 qui assure l'isolement de la machine électrique 60 par rapport au réseau de bord 10,
- configuration de la tension aux bornes de la machine électrique 60 par commutation séquentielle du nombre d'éléments de stockage 30a,..., 30n nécessaires au sein de l'ensemble 30 pour, d'une part, gérer le courant fourni à la machine électrique 60 afin de permettre d'obtenir un couple mécanique notablement supérieur au couple de démarrage normal et, d'autre part, accompagner l'augmentation de la fcém de la machine électrique 60 au fur-et-à mesure de l'augmentation de la vitesse du générateur de gaz.

Les combinaisons de fermeture des contacteurs 40a, 40b, ..., 40n peuvent être différentes en fonction de la nature des éléments de stockage 30a, 30b, ..., 30n, ainsi que des caractéristiques de la machine électrique 60.

On a représenté sur les figures 2A à 2C et 3 à 5 un exemple illustrant une chronologie de la commande des interrupteurs 40a à 40n (commandes  $K_1$  à  $K_N$ ) qui permet de limiter le courant et donc le couple dans la machine pendant les premières phases du démarrage d'urgence tout en continuant à augmenter sa vitesse en fin de démarrage où la machine électrique 60 sera soumise à une tension de fonctionnement supérieure à son point de fonctionnement nominal.

De façon plus particulière, sur la figure 2A on voit un signal 101 correspondant à une commande  $K_1$  qui assure la fermeture du contacteur 40a entre un instant initial  $T_1$  et un instant final  $T_F$ .

Sur la figure 2B on voit un signal 102 correspondant à une commande  $K_2$  qui assure la fermeture du contacteur 40b entre un instant initial  $T_2$ , postérieur à l'instant initial  $T_1$  et un instant final  $T_F$ .

Sur la figure 2C on voit un signal 109 correspondant à une commande  $K_N$  qui assure la fermeture du dernier contacteur 40n entre un instant initial  $T_N$ , postérieur à l'ensemble des instants initiaux  $T_1, T_2, \dots$  et un instant final  $T_F$ .

On comprend d'après les figures 2A, 2B et 2C qu'une commande échelonnée des contacteurs 40a, 40b, ... 40n permet de connecter successivement les éléments de stockage 30a, 30b, ... 30n en série, et d'appliquer la somme des tensions résultante à l'enroulement d'induit de la machine électrique 60.

La figure 3 montre l'évolution en fonction du temps de la vitesse ou de la fcém de la machine électrique 60 commandée conformément à la séquence des figures 2A à 2C. La courbe d'évolution comprend un premier tronçon 111 évoluant entre les instants  $T_1$  et  $T_2$  entre des seuils  $S_1$  (égal à zéro) et  $S_2$ , puis des tronçons successifs 112, ... évoluant entre les instants  $T_2$  et  $T_N$  entre des seuils  $S_2$  et  $S_N$ , puis enfin un dernier tronçon 119 évoluant entre l'instant  $T_N$  et un instant final  $T_F$  entre le seuil  $S_N$  et un seuil final  $S_F$  présentant une valeur maximale.

La figure 4 montre l'évolution en fonction du temps de l'intensité du courant de la machine électrique 60 commandée conformément à la séquence des figures 2A à 2C. A chaque instant initial de l'application d'un signal de commande  $K_1, K_2, \dots, K_N$  à des instants successifs  $T_1, T_2, \dots, T_N$ , l'intensité du courant atteint une valeur maximale  $I_{MAX}$ , puis décroît (tronçons 121, 122, ..., 129) pour revenir à zéro à l'instant final  $T_F$ . Une commande adéquate des contacteurs  $K_1, K_2, \dots, K_N$  permet de limiter le courant maximum absorbé par la machine électrique 60, donc le couple, à un niveau acceptable par la chaîne mécanique d'entraînement du générateur de gaz, tout en conservant pendant toute la séquence d'activation d'urgence un couple moyen élevé.

La figure 5 montre l'évolution en fonction du temps de la tension appliquée à la machine électrique 60 commandée conformément à la séquence des figures 2A à 2C. A chaque instant initial de l'application d'un signal de commande  $K_1, K_2, \dots, K_N$  à des instants successifs  $T_1, T_2, \dots, T_N$ , la tension appliquée à la machine électrique 60 augmente d'une valeur  $V_{C10}, V_{C20}, \dots, V_{CN0}$  égale à la valeur de charge initiale de l'élément de stockage 30a, 30b, ..., 30n, puis décroît (tronçons 131, 132, ..., 139) au fur-et-à-mesure de la décharge des éléments de stockage ainsi connectés en parallèle avec la machine électrique 60, tout en se maintenant à une valeur augmentant progressivement jusqu'à atteindre une valeur  $U_{MAX}$  à l'instant initial de la commande  $K_N$  de fermeture du dernier contacteur 40n. Une commande adéquate des contacteurs  $K_1, K_2, \dots, K_N$  permet donc d'adapter graduellement le niveau de la tension appliqué à la machine électrique 60 au fur-et-à-mesure de l'augmentation de la vitesse et donc de la fcém de la machine, autorisant le maintien d'un couple de démarrage moyen important sur le générateur de gaz jusqu'à des vitesses élevées. On notera que, bien que le niveau de tension maximal  $U_{MAX}$  appliqué à la machine électrique 60 en fin d'activation d'urgence dépasse la tension nominale du réseau de bord, il reste cependant compatible de la

tenue des isolants et du collecteur de la machine électrique pour une utilisation exceptionnelle.

Lors du fonctionnement en régime nominal, c'est-à-dire en dehors d'une période d'activation d'urgence, l'unité de commande 20 et le dispositif de charge et d'équilibrage des cellules 70 ont pour fonction complémentaire de charger et maintenir chargés les éléments de stockage 30a,..., 30n de l'ensemble additionnel d'éléments de stockage 30 et d'une manière générale de surveiller ces éléments de stockage 30a à 30n.

La charge des éléments de stockage 30a,..., 30n de l'ensemble additionnel 30 peut se faire à partir du réseau d'alimentation 10 de l'hélicoptère ou à titre de variante, à partir de la machine électrique 60 fonctionnant en générateur électrique.

On a représenté sur les figures 6 et 7 deux exemples de fonctionnement du dispositif 70 d'équilibrage et de charge des cellules constituées par les éléments de stockage 30a, 30b, ..., 30n. Comme représenté sur la figure 1, le dispositif 70 d'équilibrage et de charge des cellules peut être alimenté à partir du réseau de bord 10 par une liaison 72 et peut être commandé de façon sélective par l'unité de commande 20 (liaison 71) dans les périodes situées en dehors de la réactivation d'urgence. Les dispositifs d'équilibrage et de charge décrits en référence aux figures 6 et 7 sont désignés respectivement par les références 170 et 270.

Le dispositif d'équilibrage et de charge de la figure 6, communément appelé structure à accumulation (ou « flyback » en anglais) comprend en entrée une unité de filtrage 171, suivie d'un condensateur 172 monté en parallèle avec un circuit comprenant un enroulement primaire 174 d'un transformateur et un organe électronique de commande 173. Un ensemble N d'enroulements secondaires 175a, 175b, ..., 175n de transformateur alimentent par l'intermédiaire de diodes de redressement 176a, 176b, ..., 176n un ensemble N d'éléments de

stockage d'énergie électrique 30a, 30b, ..., 30n de manière à fournir aux bornes des différents éléments de stockage d'énergie électrique de capacités  $C_1, C_2, \dots, C_N$  des tensions  $V_{C10}, V_{C20}, \dots, V_{CN0}$ .

Le dispositif d'équilibrage et de charge de la figure 7, communément appelé structure directe (ou « forward » en anglais), comprend en entrée une unité de filtrage 271, suivie d'un condensateur 272 monté en parallèle avec un circuit comprenant un ensemble de composants électroniques d'alimentation d'un enroulement primaire 274 d'un transformateur. Les composants électroniques peuvent comprendre un pont en H constitué de quatre diodes 281 à 284 et quatre organes électroniques de commande 273, 277, 278, 279. Un ensemble N d'enroulements secondaires 275a, 275b, ..., 275n de transformateur alimentent par l'intermédiaire de diodes de redressement 276a, 276b, ..., 276n un ensemble N d'éléments de stockage d'énergie électrique 30a, 30b, ..., 30n de manière à fournir aux bornes des différents éléments de stockage d'énergie électrique de capacités  $C_1, C_2, \dots, C_N$  des tensions  $V_{C10}, V_{C20}, \dots, V_{CN0}$ .

Le mode de réalisation de la figure 6, dont le primaire 174 du transformateur est considéré comme une source de courant, permet de faire un transfert énergétique avec un stockage de l'énergie au primaire. Ainsi on peut maîtriser l'énergie transférée aux secondaires 175a, 175b, ..., 175n du transformateur. Cette solution permet d'optimiser la masse de l'électronique de commande au détriment de la masse de l'élément inductif.

Le mode de réalisation de la figure 7, dont le primaire 274 du transformateur est considéré comme une source de tension, permet d'optimiser la taille de l'élément inductif au détriment de la l'électronique de commande. Le système selon l'invention est adapté pour assurer un redémarrage d'urgence en vol d'un turbomoteur en quelques secondes.

On notera que, avantageusement, la recharge des éléments de stockage 30a, 30b,..., 30n pouvant être effectuée au sol, les turbomoteurs étant en fonctionnement au ralenti pendant la phase de préparation de l'aéronef avant le décollage, le prélèvement d'énergie électrique  
5 correspondant peut être étalé sur une durée relativement longue (quelques dizaines de secondes à quelques minutes) sans impact opérationnel négatif, ce qui permet d'une part d'éviter de surdimensionner les éléments générateurs du réseau de bord, et d'autre part de diminuer la puissance pour laquelle sont dimensionnés les dispositifs de  
10 recharge tels que décrits sur les figure 6 et 7, et donc d'en limiter notablement la masse et le volume.

Les équipements additionnels du système selon l'invention sont très simples à mettre en œuvre et sont très compacts. Ainsi, l'ensemble additionnel 30 d'éléments de stockage, l'unité de commande 20, le  
15 dispositif d'équilibrage 70 et le dispositif de décharge 40 peuvent être intégrés directement dans le compartiment moteur de la turbomachine.

L'invention se prête également à une mise en œuvre sur des hélicoptères déjà en opération, dès lors que les modifications à apporter aux circuits existants sont simples à réaliser.

20 Selon l'invention, il est ainsi proposé de mettre en œuvre un moyen technique pratique pour réaliser sur un hélicoptère bimoteur une fonction de redémarrage d'urgence (réactivation rapide) à partir d'un mode de veille. Selon l'invention, le démarreur électrique 60 d'une turbine est ainsi  
25 exploité en dehors de sa plage de fonctionnement nominale afin d'assouvir l'appel de puissance mécanique nécessaire au redémarrage d'urgence en vol.

## REVENDICATIONS

1. Aéronef comprenant une turbomachine ayant un système de réactivation rapide, comprenant une machine électrique (60) alimentée en courant continu à partir d'un réseau de bord d'alimentation électrique (10) inclus dans ledit aéronef, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un interrupteur (50) interposé entre le réseau de bord d'alimentation électrique (10) et la machine électrique (60), ledit interrupteur (50) étant ouvert pour assurer l'isolement de la machine électrique (60) par rapport au réseau de bord d'alimentation électrique (10) lorsque la réactivation d'urgence est sélectionnée, un ensemble additionnel (30) comprenant une pluralité N d'éléments de stockage d'énergie électrique (30a,..., 30n) et une unité de commande (20) adaptée pour commander un dispositif (40) de décharge des éléments de stockage d'énergie électrique (30a,..., 30n), le dispositif (40) de décharge des éléments de stockage d'énergie électrique (30a,..., 30n), étant incorporé dans l'aéronef et adapté pour permettre la mise en parallèle avec le réseau de bord d'alimentation électrique (10) d'un circuit série comprenant une partie au moins des N éléments de stockage d'énergie électrique (30a,..., 30n), la tension aux bornes de la machine électrique (60) étant configurée par commutation séquentielle du nombre des N éléments de stockage (30a,..., 30n) pour accompagner l'augmentation de la force contre-électromotrice de la machine électrique (60) au fur et à mesure de l'augmentation de la vitesse du générateur de gaz associé à la turbomachine, de telle sorte que lorsque le système de réactivation rapide est en service, la machine électrique (60) soit alimentée par un niveau de tension au-dessus de celui de ses caractéristiques nominales.

2. Aéronef selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments de stockage (30a,..., 30n) ont une impédance de source plus

faible et une densité de puissance supérieure à celles du réseau de bord d'alimentation électrique (10).

3. Aéronef selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que les éléments de stockage (30a,..., 30n) sont de type super capacité (EDLC).  
5

4. Aéronef selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que les éléments de stockage (30a,..., 30n) sont de type condensateur hybride (LIC).

5. Aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'unité de commande (20) est associée à un dispositif de charge et d'équilibrage (70) et à l'interrupteur (50) pour commander la charge des éléments de stockage (30a,...,30n) à partir de la machine électrique (60) fonctionnant en générateur électrique, en dehors des périodes de réactivation rapide.  
10

6. Aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'unité de commande (20) est associée à un dispositif de charge et d'équilibrage (70) pour commander la charge des éléments de stockage (30a,..., 30n) à partir du réseau de bord d'alimentation électrique (10) en dehors des périodes de réactivation rapide.  
15  
20

7. Aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il est constitué par un hélicoptère bimoteur.

8. Procédé de réactivation rapide pour une turbomachine d'aéronef comprenant une machine électrique (60), alimentée en courant continu à partir d'un réseau de bord d'alimentation électrique (10) inclus dans ledit aéronef, caractérisé en ce que le procédé comprend les étapes consistant à interrompre de façon sélective la liaison électrique entre ledit réseau de bord d'alimentation électrique (10) et ladite machine électrique (60) à l'aide d'un interrupteur (50) qui est en position ouverte pour assurer l'isolement de la machine électrique (60) par rapport au réseau de bord  
25  
30

d'alimentation électrique (10) lorsque la réactivation d'urgence est sélectionnée, et assurer à l'aide d'une unité de commande (20) et d'un dispositif de décharge des éléments de stockage (40) la mise en parallèle avec le réseau de bord d'alimentation électrique (10) d'un circuit série  
5 comprenant une partie au moins de N éléments de stockage d'énergie électrique (30a,..., 30n), la tension aux bornes de la machine électrique (60) étant configurée par commutation séquentielle du nombre des N éléments de stockage (30a,..., 30n) pour accompagner l'augmentation de la force contre-électromotrice de la machine électrique (60) au fur et à  
10 mesure de l'augmentation de la vitesse du générateur de gaz associé à la turbomachine, de telle sorte que, lorsque le système de réactivation rapide est en service, la machine électrique (60) soit alimentée par un niveau de tension au-dessus de celui de ses caractéristiques nominales.

9. Procédé de réactivation rapide selon la revendication 8,  
15 caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape de commande de la charge des éléments de stockage (30a,..., 30n), par un dispositif de charge et d'équilibrage (70), à partir du réseau de bord d'alimentation électrique (10), en dehors des périodes de réactivation rapide.

10. Procédé de réactivation rapide selon la revendication 8,  
20 caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape de commande de la charge des éléments de stockage (30a,..., 30n), par un dispositif de charge et d'équilibrage (70) et de l'interrupteur (50), à partir de la machine électrique (60) fonctionnant en générateur électrique, en dehors des périodes de réactivation rapide.

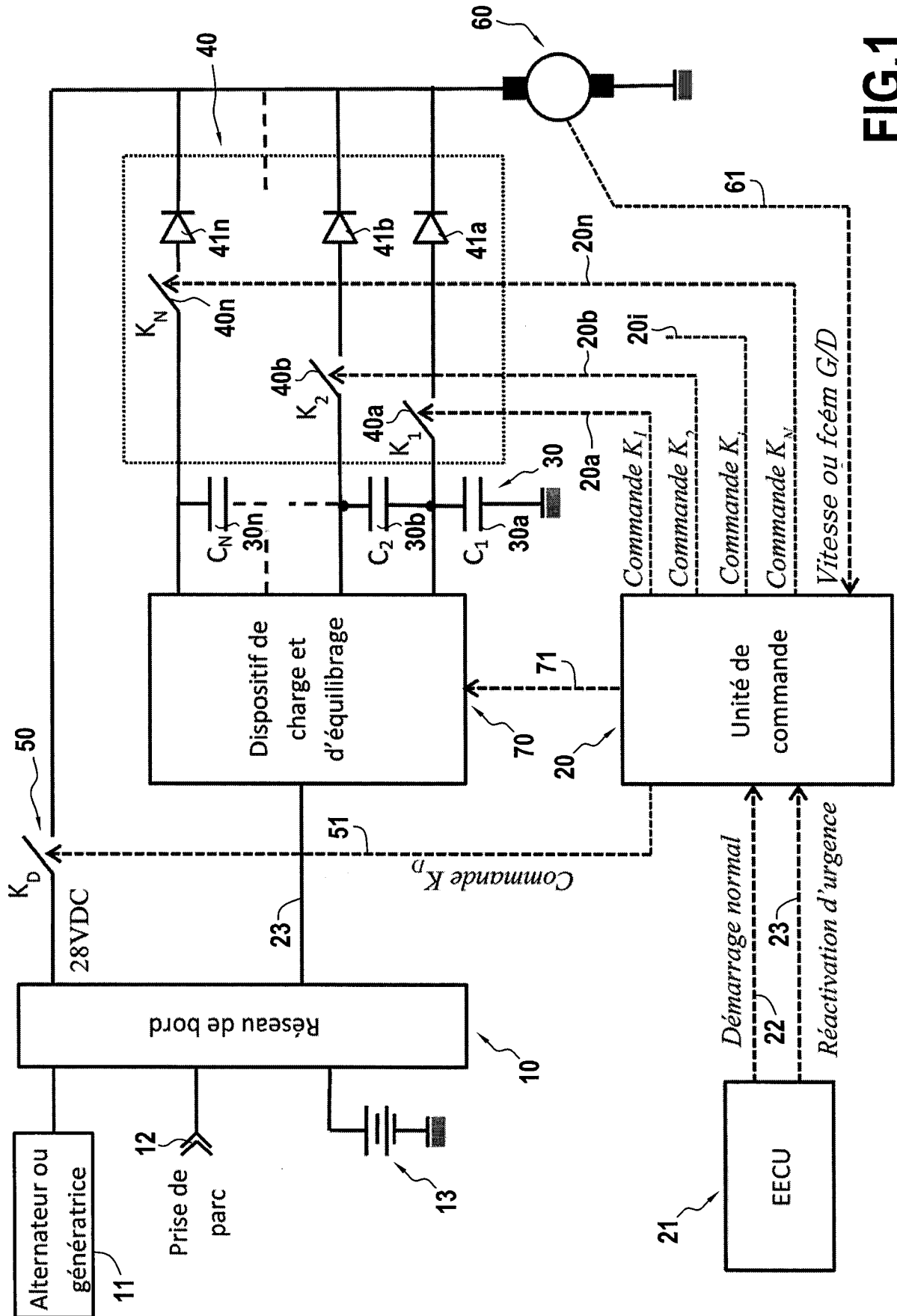
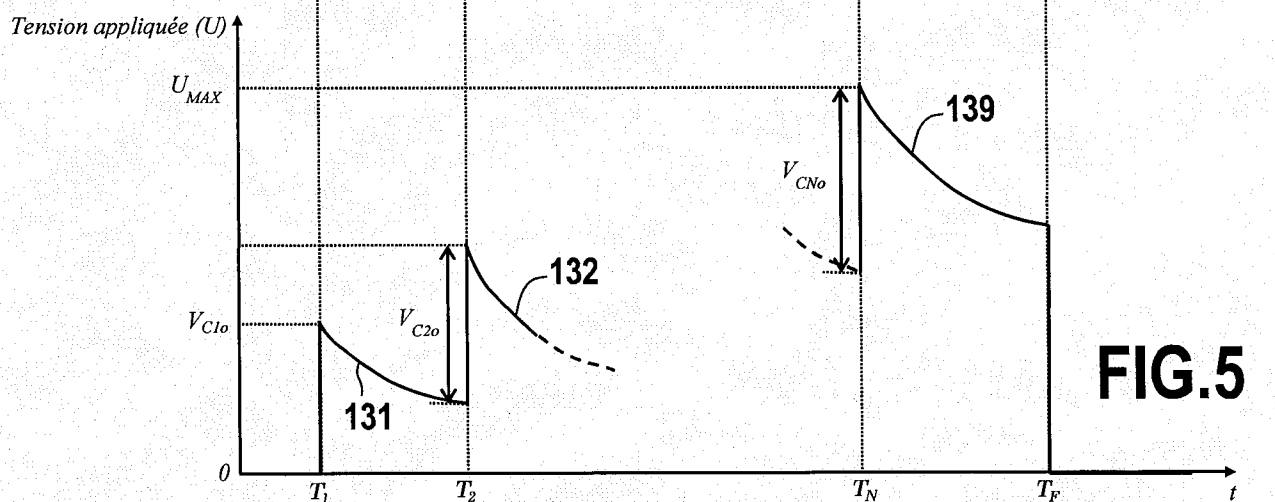
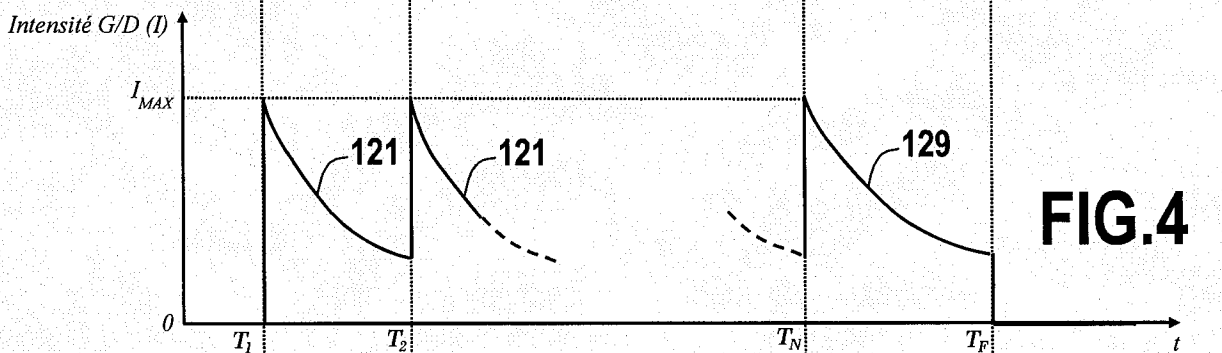
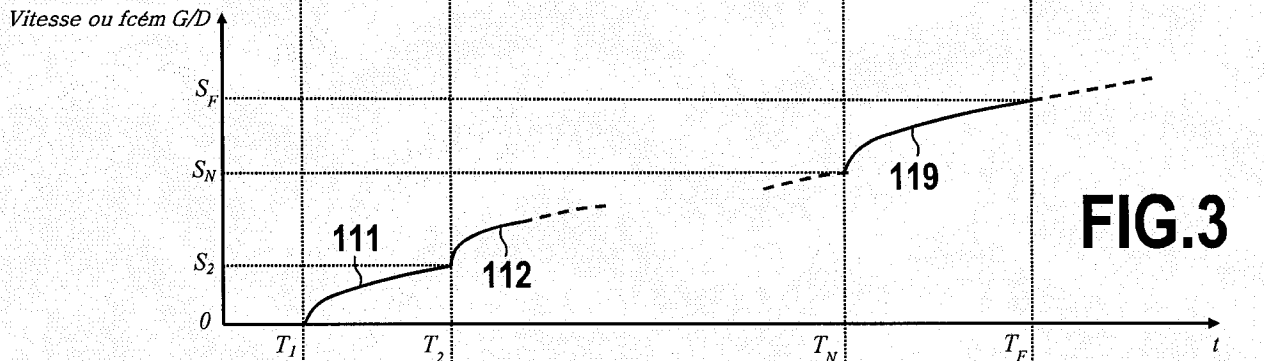
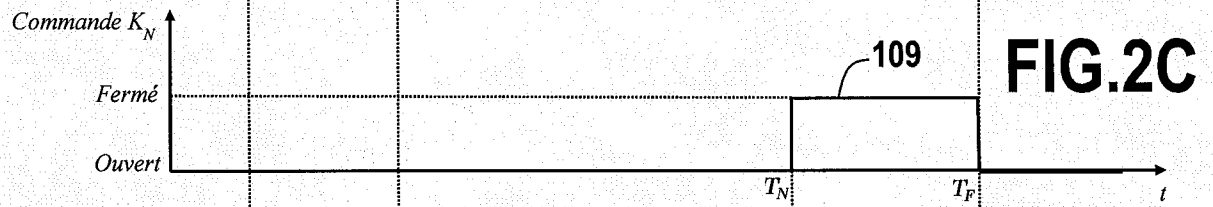
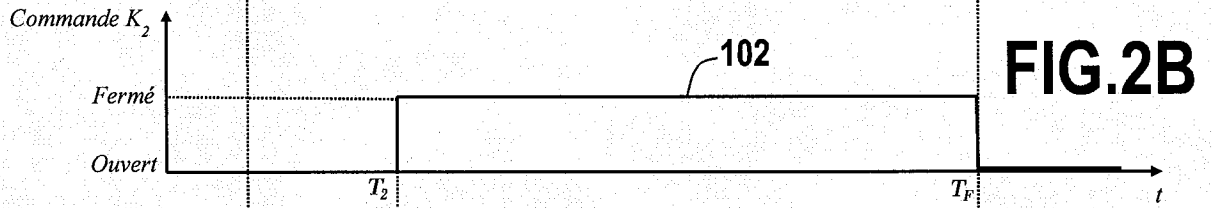
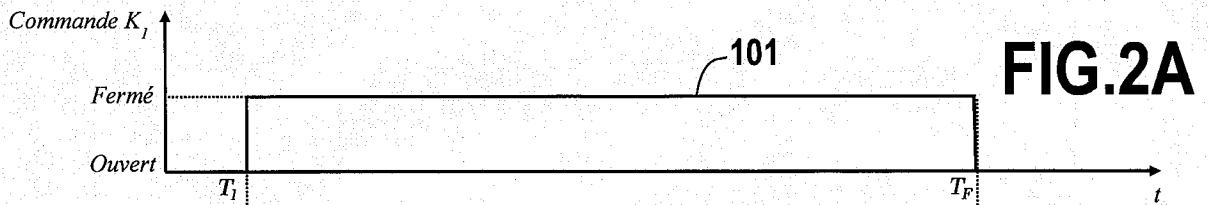


FIG.1



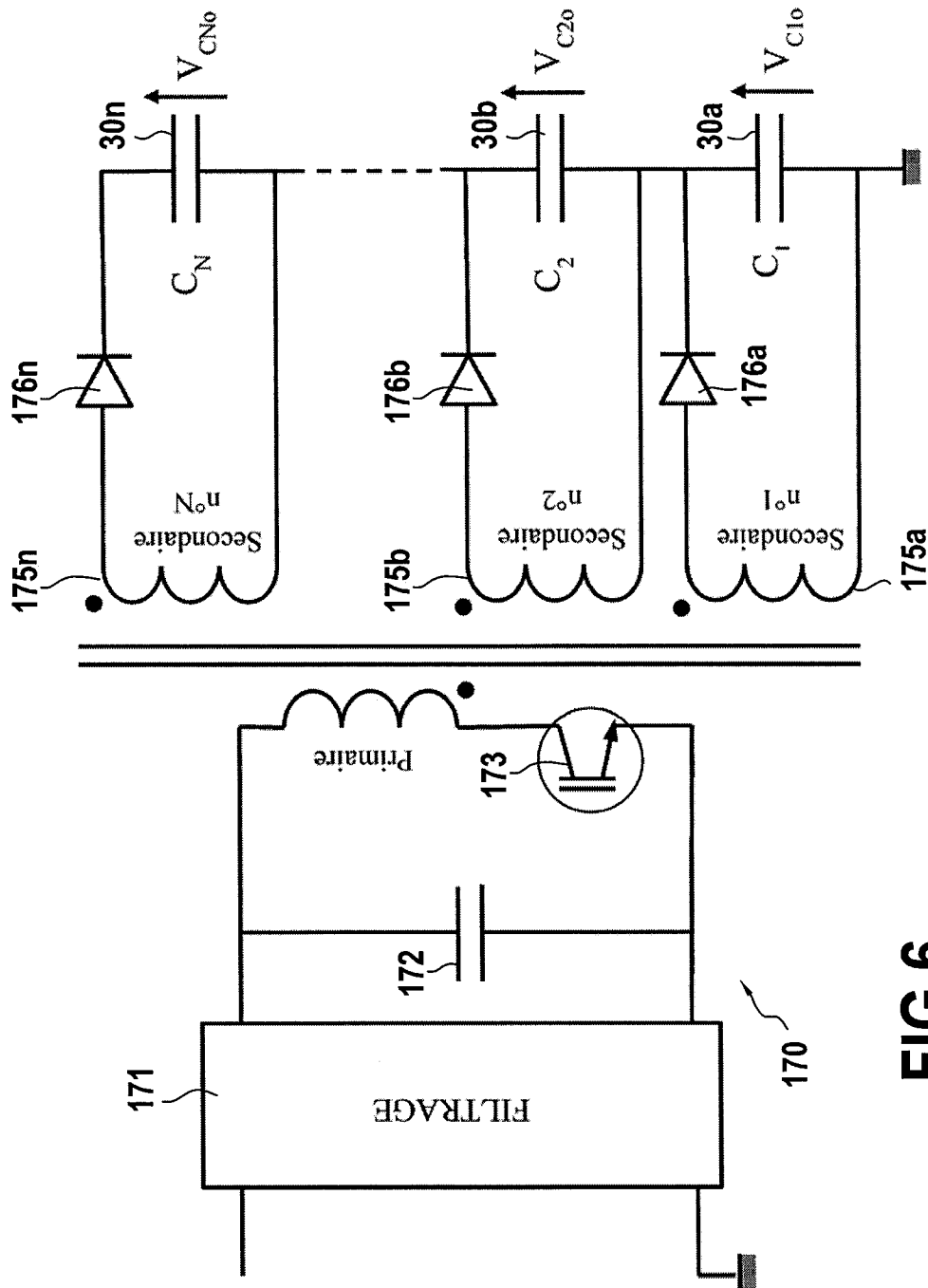


FIG.6

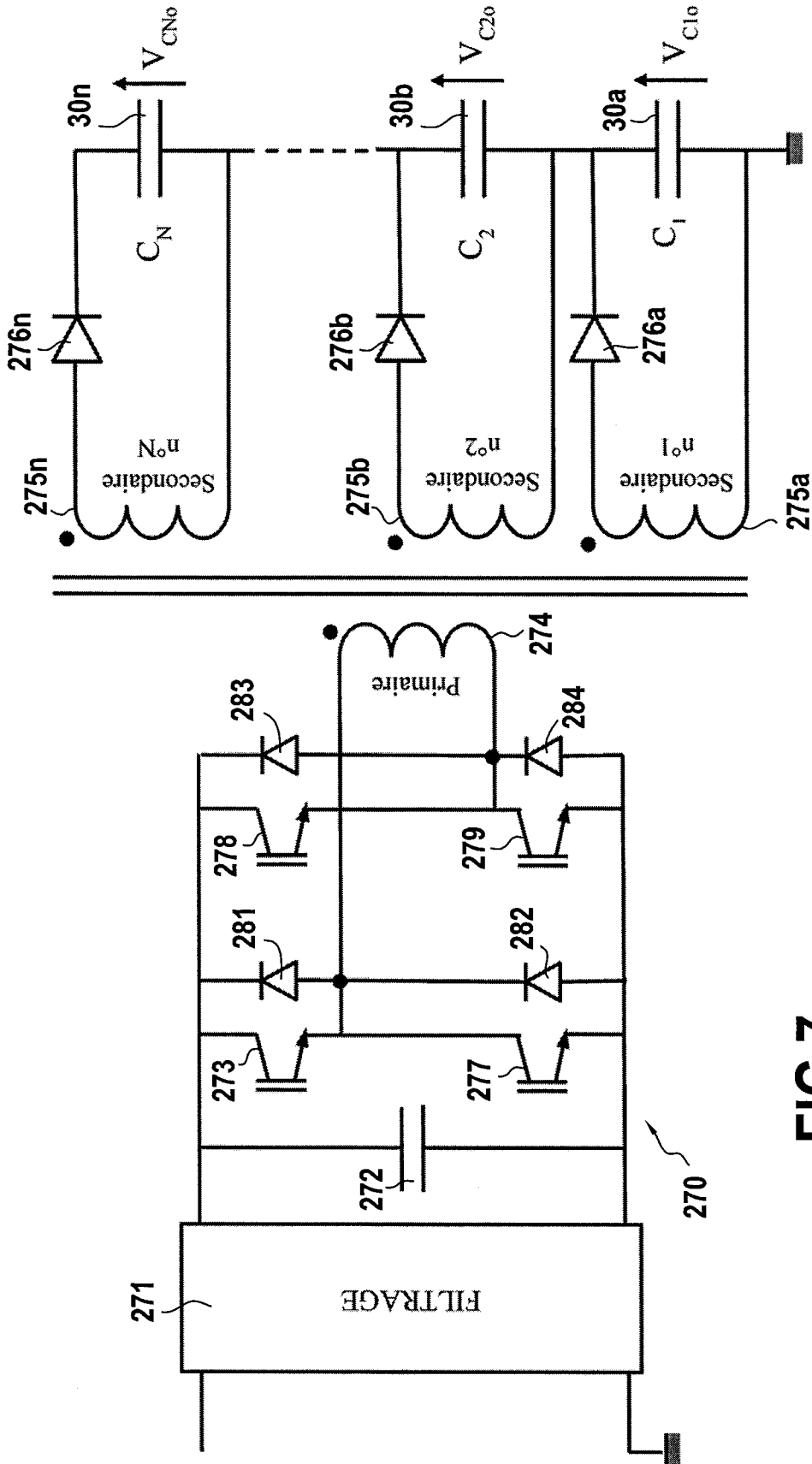


FIG.7

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/FR2015/050675

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. F02C6/20 F02N11/08 F02C7/268  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
F02C F02N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 581 586 A2 (PRATT & WHITNEY CANADA [CA]) 17 April 2013 (2013-04-17) cited in the application paragraph [0012] - paragraph [0028]; figures 1,2	1-10
A	----- US 2010/244459 A1 (GIBSON ALEX O'CONNOR [US] ET AL) 30 September 2010 (2010-09-30) paragraph [0007] paragraph [0017] - paragraph [0029]; figure 2	1-10
A	----- FR 2 947 006 A1 (EUROCOPTER FRANCE [FR]) 24 December 2010 (2010-12-24) cited in the application page 4, line 13 - page 15; figures 3-5 ----- -/--	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  4 June 2015	Date of mailing of the international search report  12/06/2015
------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Robelin, Bruno
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2015/050675

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 668 865 A1 (MAGNETI MARELLI SPA [IT]) 7 May 1992 (1992-05-07) page 2 - page 5; figure 1 -----	1-10
A	US 5 157 267 A (SHIRATA AKIHIRO [JP] ET AL) 20 October 1992 (1992-10-20) column 2, line 5 - column 5, line 5; figure 1 -----	1-10
A	US 6 134 875 A (MASSEY GEORGE [US]) 24 October 2000 (2000-10-24) column 1, line 16 - column 7, line 14; figures 1-3 -----	1-10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2015/050675

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 2581586	A2	17-04-2013	EP 2581586 A2 US 2013086919 A1	17-04-2013 11-04-2013
-----				
US 2010244459	A1	30-09-2010	US 2010244459 A1 US 2012200262 A1	30-09-2010 09-08-2012
-----				
FR 2947006	A1	24-12-2010	CA 2706815 A1 EP 2264297 A1 FR 2947006 A1 US 2010319357 A1	17-12-2010 22-12-2010 24-12-2010 23-12-2010
-----				
FR 2668865	A1	07-05-1992	DE 4135025 A1 ES 2050577 A2 FR 2668865 A1 GB 2249885 A IT 1247766 B US 5207194 A	30-04-1992 16-05-1994 07-05-1992 20-05-1992 30-12-1994 04-05-1993
-----				
US 5157267	A	20-10-1992	CA 2012390 A1 DE 69002506 D1 DE 69002506 T2 EP 0390398 A1 JP H0588390 B2 JP H02259277 A US 5157267 A	30-09-1990 09-09-1993 18-11-1993 03-10-1990 22-12-1993 22-10-1990 20-10-1992
-----				
US 6134875	A	24-10-2000	AU 1060399 A US 6018941 A US 6134875 A US 6178736 B1 WO 9915402 A2	12-04-1999 01-02-2000 24-10-2000 30-01-2001 01-04-1999
-----				

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2015/050675

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. F02C6/20 F02N11/08 F02C7/268 ADD.				
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB				
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F02C F02N				
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche				
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data				
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>				
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées		
A	EP 2 581 586 A2 (PRATT & WHITNEY CANADA [CA]) 17 avril 2013 (2013-04-17) cité dans la demande alinéa [0012] - alinéa [0028]; figures 1,2 -----	1-10		
A	US 2010/244459 A1 (GIBSON ALEX O'CONNOR [US] ET AL) 30 septembre 2010 (2010-09-30) alinéa [0007] alinéa [0017] - alinéa [0029]; figure 2 -----	1-10		
A	FR 2 947 006 A1 (EUROCOPTER FRANCE [FR]) 24 décembre 2010 (2010-12-24) cité dans la demande page 4, ligne 13 - page 15; figures 3-5 -----	1-10		
A	FR 2 668 865 A1 (MAGNETI MARELLI SPA [IT]) 7 mai 1992 (1992-05-07) page 2 - page 5; figure 1 -----	1-10		
	-/--			
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents                 </td> <td style="width: 50%; border: none;"> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe                 </td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe			
* Catégories spéciales de documents cités:				
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets			
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">4 juin 2015</div>	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">12/06/2015</div>			
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Robelin, Bruno</div>			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2015/050675

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US 5 157 267 A (SHIRATA AKIHIRO [JP] ET AL) 20 octobre 1992 (1992-10-20)                      colonne 2, ligne 5 - colonne 5, ligne 5;                      figure 1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-10
A	<p>US 6 134 875 A (MASSEY GEORGE [US])                      24 octobre 2000 (2000-10-24)                      colonne 1, ligne 16 - colonne 7, ligne 14;                      figures 1-3</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-10

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2015/050675

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
EP 2581586	A2	17-04-2013	EP 2581586 A2	17-04-2013
			US 2013086919 A1	11-04-2013
-----				
US 2010244459	A1	30-09-2010	US 2010244459 A1	30-09-2010
			US 2012200262 A1	09-08-2012
-----				
FR 2947006	A1	24-12-2010	CA 2706815 A1	17-12-2010
			EP 2264297 A1	22-12-2010
			FR 2947006 A1	24-12-2010
			US 2010319357 A1	23-12-2010
-----				
FR 2668865	A1	07-05-1992	DE 4135025 A1	30-04-1992
			ES 2050577 A2	16-05-1994
			FR 2668865 A1	07-05-1992
			GB 2249885 A	20-05-1992
			IT 1247766 B	30-12-1994
			US 5207194 A	04-05-1993
-----				
US 5157267	A	20-10-1992	CA 2012390 A1	30-09-1990
			DE 69002506 D1	09-09-1993
			DE 69002506 T2	18-11-1993
			EP 0390398 A1	03-10-1990
			JP H0588390 B2	22-12-1993
			JP H02259277 A	22-10-1990
			US 5157267 A	20-10-1992
-----				
US 6134875	A	24-10-2000	AU 1060399 A	12-04-1999
			US 6018941 A	01-02-2000
			US 6134875 A	24-10-2000
			US 6178736 B1	30-01-2001
			WO 9915402 A2	01-04-1999
-----				