

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
30 décembre 2015 (30.12.2015)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2015/197845 A1

- (51) Classification internationale des brevets :  
F02N 11/04 (2006.01) F02C 7/275 (2006.01)  
F02C 7/268 (2006.01) H02H 7/06 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2015/064584
- (22) Date de dépôt international :  
26 juin 2015 (26.06.2015)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
1401453 27 juin 2014 (27.06.2014) FR
- (71) Déposant : THALES [FR/FR]; Tour Carpe Diem, Place  
des Corolles, Esplanade Nord, F-92400 Courbevoie (FR).
- (72) Inventeur : DEMUYNCK, Damien; Thales Avionics  
Electrical Systems, 41 boulevard de la République, F-  
78400 Chatou (FR).
- (74) Mandataires : COLLET, Alain et al.; Immeuble Visium,  
22 avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil Cedex (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), eurasiatique (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).

Publiée :

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

(54) Title : STARTING CIRCUIT FOR GENERATOR-STARTER WITH THREE TERMINALS AND STARTING METHOD

(54) Titre : CIRCUIT DE DEMARRAGE POUR GENERATRICE-DEMARREUR TROIS BORNES ET PROCEDE DE DEMARRAGE

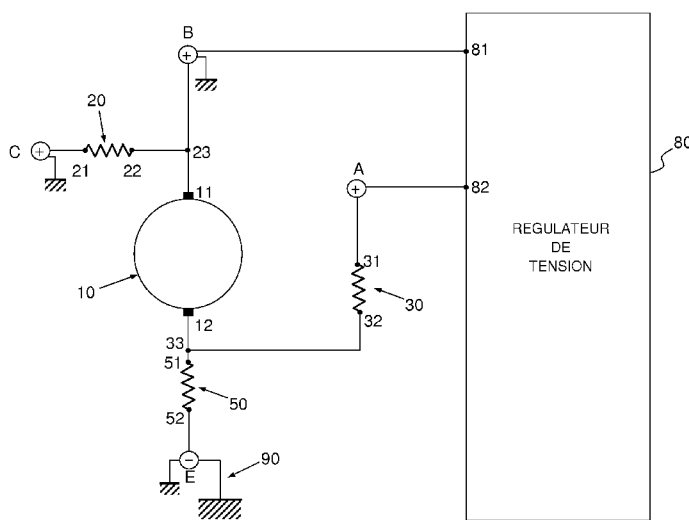


FIG.2

FIG. 2:  
80 VOLTAGE REGULATOR

(57) Abstract : The invention relates to a starting circuit of a generator-starter with three terminals (B, E, C) including a positive power terminal (B), a negative power terminal (E), a positive starting terminal (C), an armature winding (10), a commutating winding (50), a series winding (20), the series winding (20), the armature winding (10) and the commutating winding (50) being connected in series, and a shunt winding (30). According to the invention, the generator-starter also includes a voltage regulator (80) having a first terminal (82) and a second terminal (81), the first terminal (82) being connected to a positive power terminal (B), such that the shunt winding (30) and the series winding (20) are connected in parallel for the duration of a starting phase. The invention also relates to a method for starting such a generator-starter.

(57) Abrégé : L'invention concerne un circuit de démarrage d'une génératrice-démarrateur trois bornes (B, E, C) comprenant une borne de puissance

[Suite sur la page suivante]

WO 2015/197845 A1



---

positive (B), une borne de puissance négative (E), une borne de démarrage positive (C), un enroulement d'induit (10), un enroulement de commutation (50), un enroulement série (20), l'enroulement série (20), l'enroulement d'induit (10) et l'enroulement de commutation (50) étant connectés en série, un enroulement shunt (30). Selon l'invention, la génératrice-démarrreur comprend en outre un régulateur de tension (80) possédant une première borne (82) et une seconde borne (81), la première borne (82) est connectée à une borne positive (A) de l'enroulement shunt (30) et la seconde borne (81) est connectée à une borne de puissance positive (B), de manière à ce que l'enroulement shunt (30) et l'enroulement série (20) soient reliés en parallèle pendant une durée d'une phase de démarrage. L'invention concerne aussi un procédé de démarrage d'une telle génératrice-démarrreur.

## CIRCUIT DE DEMARRAGE POUR GENERATRICE-DEMARREUR TROIS BORNES ET PROCEDE DE DEMARRAGE

L'invention concerne un circuit de démarrage pour une génératrice-démarreur trois bornes. La génératrice-démarreur trois bornes est utilisée comme démarreur pour le démarrage des turboréacteurs, turbopropulseurs, turbomoteurs d'usage aéronautique et comme générateurs principaux des réseaux électriques de bord des avions, des hélicoptères et des drones. Dans la présente demande, nous parlerons d'une génératrice-démarreur trois bornes montée sur une turbine. L'invention concerne aussi un procédé de démarrage d'une telle génératrice-démarreur.

La génératrice-démarreur trois bornes est une machine électrique qui fonctionne en mode démarreur pour démarrer la turbine, puis en mode génératrice pour fournir la puissance électrique nécessaire au réseau de bord ou tout autre système nécessitant une puissance électrique. Par la suite, nous nous intéresserons particulièrement au mode démarreur. On peut définir une phase de démarrage par une phase pendant laquelle la génératrice-démarreur trois bornes fonctionne en mode démarreur. Le début de la phase de démarrage est initié par la fermeture du contacteur de démarrage. La fin de la phase de démarrage est atteinte lorsque la turbine atteint la vitesse de fin de démarrage. Le choix de la génératrice-démarreur trois bornes à monter sur une turbine donnée se fait notamment en tenant compte de sa capacité de démarrage et en fonction de la puissance électrique exigée par le réseau de bord.

La génératrice-démarreur trois bornes comprend un enroulement série qui fournit les ampères-tours en mode démarreur lorsque l'enroulement série est alimenté par une source de courant continu. L'enroulement série n'est pas alimenté en mode génératrice.

Une génératrice-démarreur dispose d'une section à casser, dont le couple est défini par le fabricant de turbine. En effet, en cas de couple développé par la génératrice-démarreur trop élevé, la section à casser agit comme un fusible mécanique afin de protéger la turbine.

## 2

Lors d'une phase de démarrage, une génératrice-démarreur développe un couple donné pour une intensité de courant maximale donnée. Pour certaines applications il a été remarqué que la marge entre le couple de la section à casser et le couple développé par la génératrice-démarreur est insuffisante engendrant une rupture de l'arbre de torsion de la génératrice-démarreur au niveau de la section à casser. Autrement dit, quand le couple initial de la génératrice-démarreur trois bornes pendant la phase de démarrage est trop élevé, la section à casser joue son rôle de fusible mécanique et casse afin de protéger la turbine.

10

Le couple de la section à casser étant défini par le fabricant de la turbine, il ne peut pas être augmenté sans l'accord du fabricant.

Afin d'éviter le problème de casse de l'arbre de torsion, comme le couple de la section à casser ne peut être augmenté, c'est le nombre de spires de l'enroulement série qui peut être diminué, diminuant ainsi le flux magnétique. Le couple développé par la génératrice-démarreur est donc réduit : cela nécessite de vérifier que le couple développé par la génératrice-démarreur présente suffisamment de la marge par rapport au couple résistant de la turbine afin de s'assurer que le temps de démarrage est acceptable. Mais diminuer le nombre de spires de l'enroulement série de la génératrice démarreur signifie également qu'il faut concevoir une nouvelle génératrice-démarreur.

15  
20

L'invention vise à pallier tout ou partie des problèmes cités plus haut en proposant une connexion différente au niveau du circuit de démarrage de la génératrice-démarreur trois bornes pour permettre une réduction du couple initial de la génératrice-démarreur trois bornes pendant une durée prédéterminée de la phase de démarrage.

25

A cet effet, l'invention a pour objet une génératrice-démarreur trois bornes comprenant :

30

- une borne de puissance positive,
- une borne de puissance négative,
- une borne de démarrage positive,
- un enroulement d'induit, avec un collecteur

35

## 3

- des balais positifs frottant sur le collecteur de l'enroulement d'induit,
  - des balais négatifs frottant sur le collecteur de l'enroulement d'induit,
  - un enroulement de commutation possédant deux bornes, une première borne étant connectée aux balais négatifs, une seconde borne étant connectée à la borne de puissance,
  - un enroulement série possédant deux bornes, une première borne étant connectée à la borne de démarrage, une seconde borne étant connectée à un point situé entre les balais positifs et la borne de puissance, l'enroulement série, l'enroulement d'induit et l'enroulement de commutation étant connectés en série,
  - un enroulement shunt possédant deux bornes, une première borne étant connectée à une borne positive, une seconde borne étant connectée à un point situé entre les balais négatifs et la première borne de l'enroulement de commutation,
- caractérisée en ce qu'elle comprend en outre un régulateur de tension possédant une première borne et une seconde borne, et en ce que la première borne est connectée à la borne positive de l'enroulement shunt et la seconde borne est connectée à la borne de puissance positive.

20

L'invention a également pour objet un procédé de démarrage d'une telle génératrice-démarrateur trois bornes, caractérisé en ce qu'il comprend une étape d'alimentation de l'enroulement shunt pendant toute la durée de la phase de démarrage. Cette alimentation se fait par la connection de la borne positive de l'enroulement shunt accessible au bornier à la borne de puissance positive de la génératrice démarrage trois bornes de façon à ce que l'enroulement shunt et l'enroulement série soient reliés en parallèle.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple, description illustrée par le dessin joint dans lequel :

- la figure 1 représente un circuit de démarrage d'une génératrice-démarrateur selon l'art antérieur ;
- la figure 2 représente une première variante du circuit de démarrage d'une génératrice-démarrateur selon l'invention ;

- la figure 3 représente une deuxième variante du circuit de démarrage d'une génératrice-démarreur selon l'invention ;
- la figure 4 représente une troisième variante du circuit de démarrage d'une génératrice-démarreur qui permet d'effectuer des essais;
- 5 - la figure 5 représente une variante d'un procédé de démarrage d'une génératrice-démarreur selon l'invention.

Par souci de clarté, les mêmes éléments porteront les mêmes repères dans les différentes figures. Sur les figures 1, 2, 3 et 4, la seconde  
10 borne de l'enroulement shunt 30 est connectée en un point situé entre les balais négatifs et la borne de l'enroulement des pôles de commutation connectée aux balais négatifs.

La figure 1 représente un circuit de démarrage d'une génératrice-  
15 démarreur selon l'art antérieur. La génératrice-démarreur trois bornes comprend une borne de puissance positive B, une borne de puissance négative E, une borne de démarrage positive C. Elle comprend en outre un enroulement d'induit 10 avec un collecteur, des balais positifs 11 frottant sur le collecteur de l'enroulement d'induit 10, des balais négatifs 12 frottant sur le  
20 collecteur de l'enroulement d'induit 10. La génératrice-démarreur trois bornes comprend un enroulement de commutation 50 possédant deux bornes 51, 52, une première borne 51 étant connectée aux balais négatifs 12, une seconde borne 52 étant connectée à la borne de puissance E. Elle comprend un enroulement série 20 possédant deux bornes 21, 22, une première borne  
25 21 étant connectée à la borne de démarrage C, une seconde borne 22 étant connectée à un point 23 situé entre les balais positifs 11 et la borne de puissance B. L'enroulement série 20, l'enroulement d'induit 10 et l'enroulement de commutation 50 sont connectés en série. La génératrice-démarreur trois bornes comprend un enroulement shunt 30 possédant deux  
30 bornes 31, 32, une première borne 31 étant connecté à une borne positive A, une seconde borne 32 étant connectée à un point 33 situé entre les balais négatifs 12 et la première borne 51 de l'enroulement de commutation 50.

Pour certaines Génératrices-Démarreurs trois bornes la borne 32 de l'enroulement shunt 30 est connectée à la borne de puissance E. L'enroulement shunt 30 n'est pas alimenté en mode démarreur.

L'enroulement de commutation 50 permet de limiter, au niveau  
5 des balais 11 et 12, l'apparition d'étincelles qui pourraient endommager le collecteur de la génératrice-démarreur. L'enroulement de commutation 50 est connecté en série avec l'enroulement d'induit 10. L'enroulement 50 peut inclure en plus de l'enroulement de commutation, un enroulement de compensation pour certaines génératrices-démarreurs trois bornes.

10 On appellera la configuration représentée sur la figure 1 la configuration démarrage série.

La figure 2 représente une première variante du schéma  
15 électrique du circuit de démarrage d'une génératrice-démarreur selon l'invention. Le circuit de démarrage selon l'invention représenté sur la figure 2 comprend les mêmes éléments que le circuit de démarrage représenté sur la figure 1. Selon l'invention, la génératrice-démarreur comprend en outre un régulateur de tension 80 possédant une première borne 82 et une seconde borne 81. La première borne 82 est connectée à la borne positive A de  
20 l'enroulement shunt 30 et la seconde borne 81 est connectée à la borne de puissance positive B. Ainsi, l'enroulement shunt 30 et l'enroulement série 20 sont reliés en parallèle pendant toute la durée de la phase de démarrage. On appellera la configuration représentée sur la figure 2 la configuration série+shunt.

25

La figure 3 représente une deuxième variante du circuit de  
démarrage d'une génératrice-démarreur selon l'invention. Le circuit de  
démarrage représenté sur la figure 3 comprend les mêmes éléments que le  
circuit de démarrage représenté sur la figure 2. De plus, la génératrice trois  
30 bornes comprend un contacteur temporisé 70 inséré entre la borne B et la borne 81, de façon à ce que l'enroulement shunt 30 et l'enroulement série 20 soient reliés en parallèle pendant une durée prédéterminée d'une phase de démarrage. Le contacteur temporisé 70 assure l'alimentation de l'enroulement shunt 30 pendant une durée suffisante pour réduire le couple  
35 initial de la génératrice-démarreur en mode démarreur. Cette durée est de

l'ordre de 500 ms, mais peut varier selon les génératrices-démarrateurs et turbines mises en œuvre. Ensuite, le contacteur temporisé 70 est ouvert. La génératrice-démarrateur fonctionne alors en démarrage série dont le circuit de démarrage est représenté sur la figure 1.

5 Le régulateur de tension 80 associé à une génératrice-démarrateur trois bornes permet d'assurer si nécessaire, pour une tension d'équilibrage prédéfinie, une phase de défluxage, aussi appelée phase de fieldweakening. La tension d'équilibrage correspond à une image du courant principal à travers l'enroulement de commutation 50 et un câble d'avion négatif 90. La  
10 phase de défluxage permet de fonctionner à une puissance constante après l'allumage de la turbine.

La figure 4 représente une autre variante du circuit de démarrage d'une génératrice-démarrateur selon l'invention, variante simplifiée pour  
15 effectuer des tests. Des tests expérimentaux effectués suivant la figure 4 avec une résistance de 0.4 Ohm entre les bornes B et A en configuration série et en configuration série+shunt montrent que pour différentes valeurs d'intensité pendant la phase de démarrage, le couple initial est nettement plus faible pour la configuration série+shunt que pour la configuration série.  
20 Autrement dit, le circuit de démarrage selon l'invention permet de réduire le couple initial de la génératrice-démarrateur trois bornes pendant la phase de démarrage. Par exemple, pour une intensité de 920 A, la configuration série+shunt permet d'obtenir un couple initial de 51 Nm qui est inférieur de 14% par rapport au couple de la configuration série de 58 Nm. Pour une  
25 intensité de 650 A, la réduction du couple initial avec la configuration série+shunt par rapport à la configuration série est de 28% (couple de 30 Nm pour la configuration série+shunt et 42 Nm pour la configuration série).

Plus précisément, lors de la phase de démarrage et en configuration série+shunt, il a été constaté que le courant d'excitation dans  
30 l'enroulement shunt 30 est négatif. Ainsi, les ampères-tours de l'enroulement shunt 30 sont soustractifs. Il s'agit d'un phénomène transitoire de couplage entre l'enroulement série 20 et l'enroulement shunt 30 de la génératrice-démarrateur trois bornes.

Ainsi, le circuit de démarrage de la génératrice-démarreur trois bornes selon l'invention permet une réduction du couple initial de la génératrice-démarreur trois bornes pendant toute la durée de la phase de démarrage, ou pendant une durée prédéterminée, de la phase de démarrage. La marge entre le couple de la section à casser et le couple développé par la génératrice-démarreur est suffisante. Avec la réduction du couple initial, la turbine est moins sollicitée et il n'y a pas de pénalité de temps de démarrage.

Le procédé de démarrage de la génératrice-démarreur trois bornes B, E, C est apte à développer un couple prédéfini pendant la phase de démarrage pour démarrer au moyen d'un couple initial une turbine d'une vitesse nulle à une vitesse dite de fin de démarrage. Autrement dit, en début de la phase de démarrage, la turbine a une vitesse nulle et la génératrice-démarreur a pour objectif de l'entraîner, donc de la faire passer d'une vitesse nulle à une vitesse non nulle. En ce début de phase de démarrage, le courant d'excitation est maximal. Le problème qui se pose est la présence d'un couple initial élevé au courant maximal en tout début de la phase de démarrage. Le procédé selon l'invention permet de réduire le couple initial tout en permettant à la turbine de passer d'une vitesse nulle à la vitesse de fin de démarrage souhaitée. Comme expliqué précédemment, la marge entre le couple de la section à casser de la turbine et le couple initial développé par la génératrice-démarreur devient alors suffisante grâce au procédé selon l'invention.

La figure 5 représente une variante d'un procédé de démarrage d'une génératrice-démarreur selon l'invention. Le procédé de démarrage d'une génératrice-démarreur selon l'invention comprend une étape 100 d'alimentation de l'enroulement shunt 30 pendant toute la durée de la phase de démarrage. Dans le cas où la génératrice-démarreur comprend un contacteur temporisé 70, l'étape 100 d'alimentation de l'enroulement shunt 30 peut se faire pendant une durée prédéterminée de la phase de démarrage. Le procédé peut comprendre une phase de défluxage assurée par le régulateur de tension 80.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de démarrage d'une génératrice-démarrateur trois bornes (B, E, C) apte à développer un couple prédéfini pendant une phase de démarrage pour démarrer au moyen d'un couple initial une turbine d'une
- 5 vitesse nulle à une vitesse dite de fin de démarrage, comprenant :
- une borne de puissance positive (B)
  - une borne de puissance négative (E)
  - une borne de démarrage positive (C)
  - un enroulement d'induit (10), avec un collecteur
  - 10 • des balais positifs (11) frottant sur le collecteur de l'enroulement d'induit (10),
  - des balais négatifs (12) frottant sur le collecteur de l'enroulement d'induit (10),
  - un enroulement de commutation (50) possédant deux bornes (51, 52),
  - 15 une première borne (51) étant connectée aux balais négatifs (12), une seconde borne (52) étant connectée à la borne de puissance (E),
  - un enroulement série (20) possédant deux bornes (21, 22), une première borne (21) étant connectée à la borne de démarrage (C), une seconde borne (22) étant connectée à un point (23) situé entre les
  - 20 balais positifs (11) et la borne de puissance (B), l'enroulement série (20), l'enroulement d'induit (10) et l'enroulement de commutation (50) étant connectés en série,
  - un enroulement shunt (30) possédant deux bornes (31, 32), une première borne (31) étant connecté à une borne positive (A), une
  - 25 seconde borne (32) étant connectée à un point (33) situé entre les balais négatifs (12) et la première borne (51) de l'enroulement de commutation (50),
  - un régulateur de tension (80) possédant une première borne (82) et une seconde borne (81), la première borne (82) étant connectée à la
  - 30 borne positive (A) de l'enroulement shunt (30) et la seconde borne (81) étant connectée à la borne de puissance positive (B),
- caractérisé en ce qu'il comprend une étape d'alimentation de l'enroulement shunt (30) pendant toute la durée de la phase de démarrage, de façon à réduire le couple initial.

2. Procédé de démarrage d'une génératrice-démarreur trois bornes (B, E, C) selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend une étape d'alimentation de l'enroulement shunt (30) pendant une  
5 durée prédéterminée de la phase de démarrage.

3. Procédé de démarrage selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend une phase de défluxage assurée par le régulateur de  
10 tension (80).

4. Génératrice-démarreur trois bornes (B, E, C), apte à mettre en œuvre un procédé selon l'une des revendications précédentes, comprenant :

- une borne de puissance positive (B)
- une borne de puissance négative (E)
- 15 • une borne de démarrage positive (C)
- un enroulement d'induit (10), avec un collecteur
- des balais positifs (11) frottant sur le collecteur de l'enroulement d'induit (10),
- 20 • des balais négatifs (12) frottant sur le collecteur de l'enroulement d'induit (10),
- un enroulement de commutation (50) possédant deux bornes (51, 52), une première borne (51) étant connectée aux balais négatifs (12), une seconde borne (52) étant connectée à la borne de puissance (E),
- un enroulement série (20) possédant deux bornes (21, 22), une  
25 première borne (21) étant connectée à la borne de démarrage (C), une seconde borne (22) étant connectée à un point (23) situé entre les balais positifs (11) et la borne de puissance (B), l'enroulement série (20), l'enroulement d'induit (10) et l'enroulement de commutation (50) étant connectés en série,
- 30 • un enroulement shunt (30) possédant deux bornes (31, 32), une première borne (31) étant connecté à une borne positive (A), une seconde borne (32) étant connectée à un point (33) situé entre les balais négatifs (12) et la première borne (51) de l'enroulement de commutation (50),
- 35 caractérisée en ce qu'elle comprend en outre un régulateur de tension (80) possédant une première borne (82) et une seconde borne (81),

en ce que la première borne (82) est connectée à la borne positive (A) de l'enroulement shunt (30) et la seconde borne (81) est connectée à la borne de puissance positive (B).

- 5                    5. Génératrice-démarreur trois bornes (B, E, C) selon la revendication précédente, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre un contacteur temporisé (70) entre la borne de puissance positive (B) de la génératrice-démarreur et la seconde borne (81) du régulateur de tension (80) destiné à relier en parallèle l'enroulement shunt (30) et l'enroulement série
- 10 (20) pendant une durée prédéterminée d'une phase de démarrage.

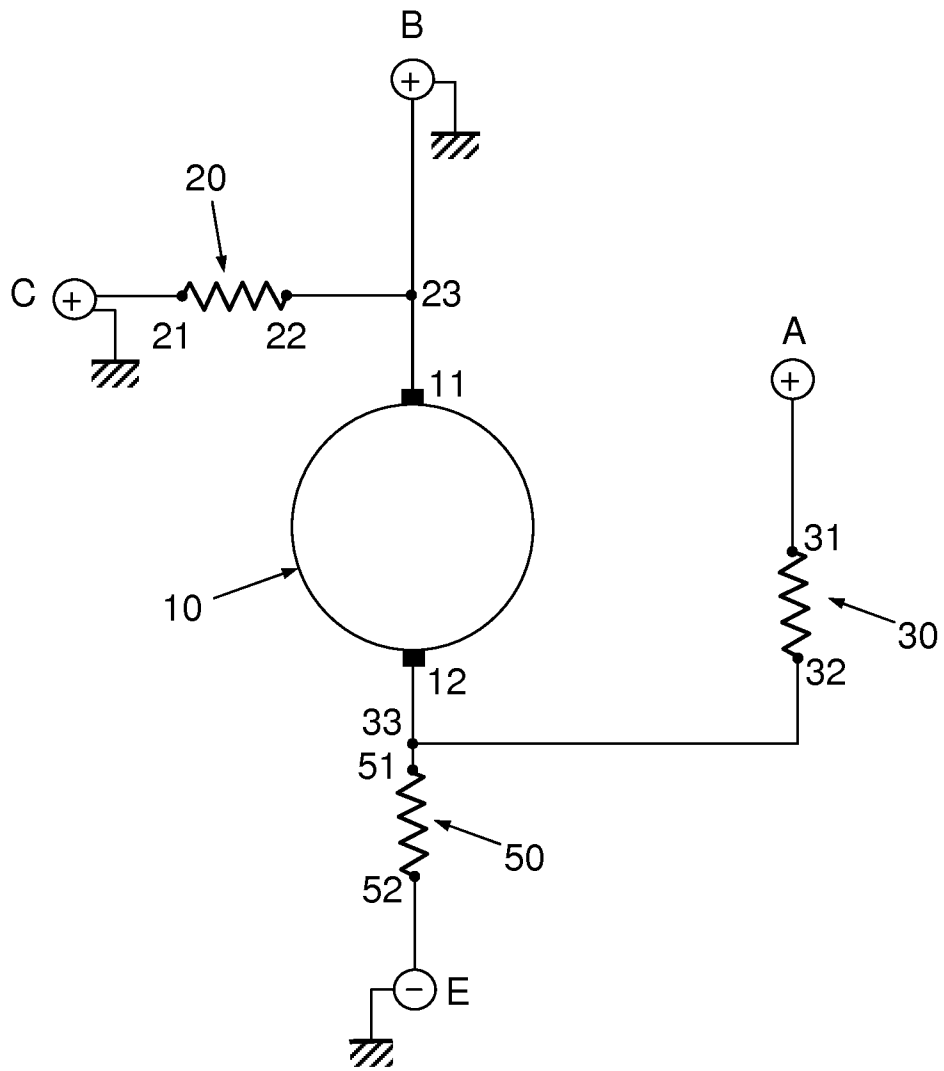


FIG.1

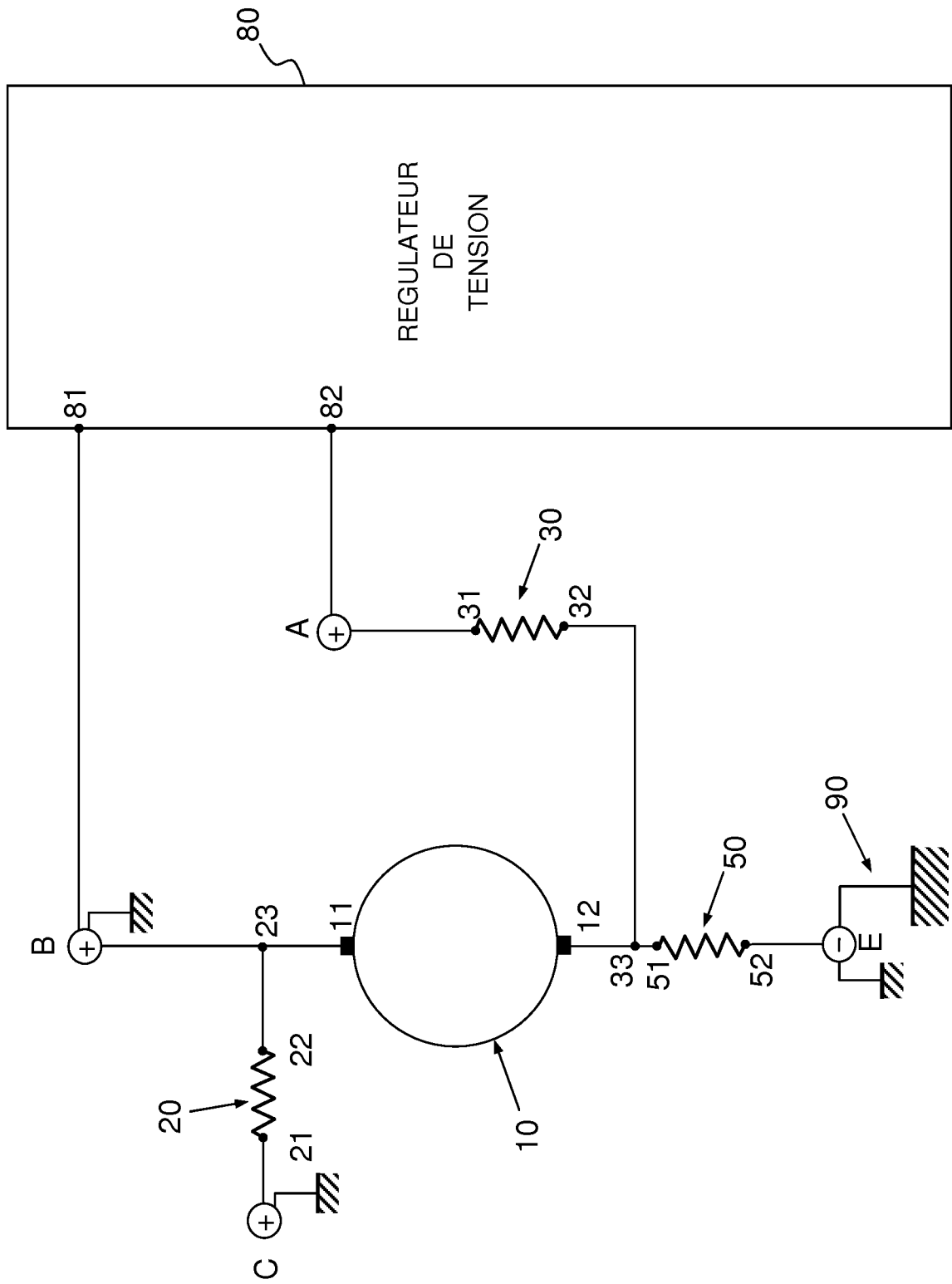


FIG.2



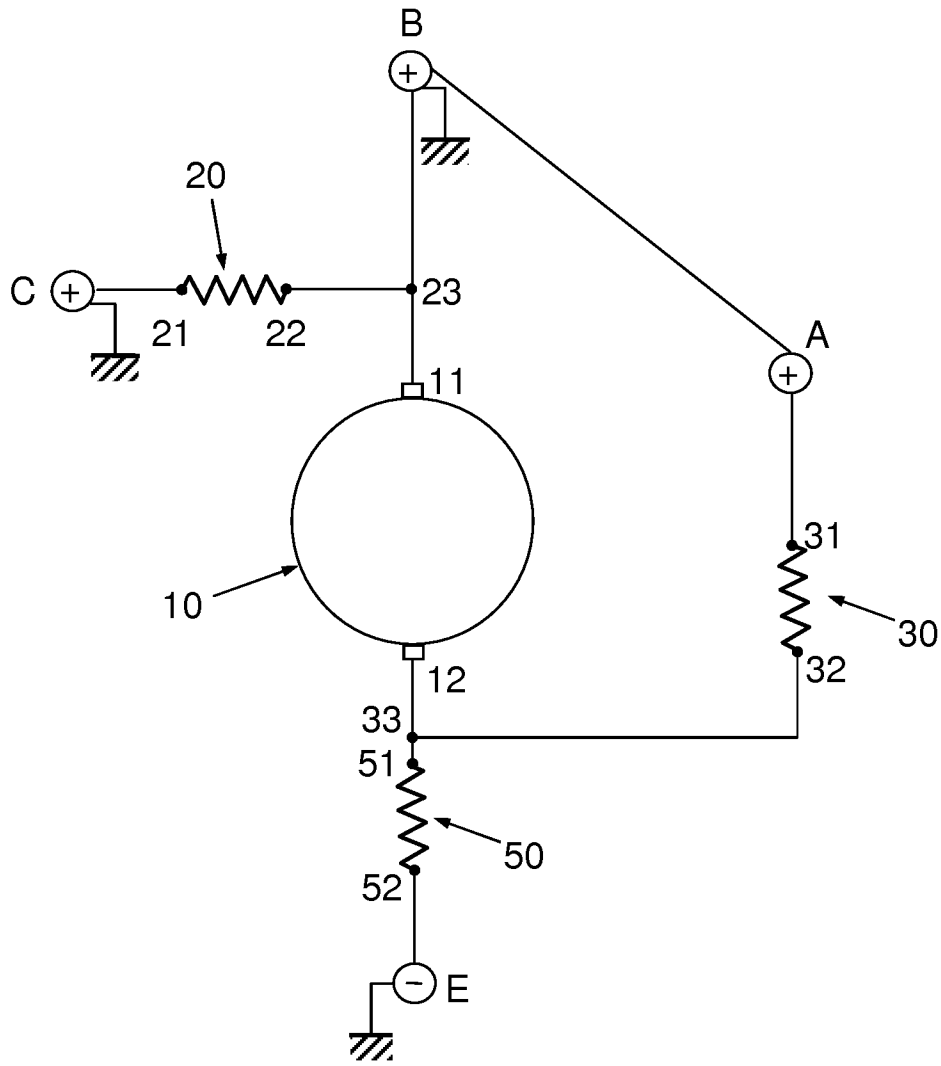


FIG.4

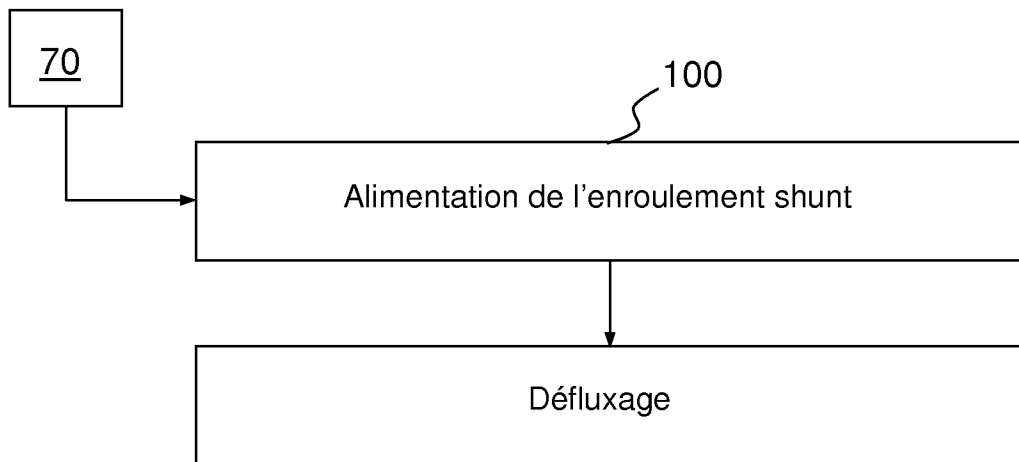


FIG.5

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2015/064584

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. F02N11/04 F02C7/268 F02C7/275 H02H7/06  
 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)  
 F02N F02C H02H

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

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 493 776 A (PORTER DENNIS A) 3 February 1970 (1970-02-03) figures column 2, line 26 - column 3, line 19 column 4, lines 55-66 claim 1	1-5
X	----- US 5 051 670 A (DE PIOLA FRANK J [US]) 24 September 1991 (1991-09-24) figures column 1, lines 5-45 column 2, lines 43-58 column 5, lines 20-30 column 6, line 38 - column 7, line 5 claims 1-3 ----- -/--	1-5

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 <b>28 August 2015</b>	Date of mailing of the international search report <b>04/09/2015</b>
--	---

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 <b>Trotureau, Damien</b>
--	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2015/064584

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 2 314 177 A (LUCAS AEROSPACE POWER EQUIP [US]) 17 December 1997 (1997-12-17) abstract figures 5,6 page 11, line 28 - line 35 page 13, line 5 - page 15, line 2 -----	1-5
X	FR 2 713 843 A1 (LUCAS AEROSPACE POWER EQUIP [US]) 16 June 1995 (1995-06-16) abstract page 1, lines 5-13 page 19, line 34 page 20, line 10 figures 5,6 -----	1-5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/064584

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3493776	A	03-02-1970	DE 1588241 A1 10-12-1970 US 3493776 A 03-02-1970
-----			
US 5051670	A	24-09-1991	NONE
-----			
GB 2314177	A	17-12-1997	NONE
-----			
FR 2713843	A1	16-06-1995	FR 2713843 A1 16-06-1995 GB 2282469 A 05-04-1995 US 5583420 A 10-12-1996 US 5801516 A 01-09-1998 US 6107775 A 22-08-2000
-----			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2015/064584

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. F02N11/04 F02C7/268 F02C7/275 H02H7/06 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) F02N F02C H02H		
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
X	US 3 493 776 A (PORTER DENNIS A) 3 février 1970 (1970-02-03) figures colonne 2, ligne 26 - colonne 3, ligne 19 colonne 4, lignes 55-66 revendication 1	1-5
X	US 5 051 670 A (DE PIOLA FRANK J [US]) 24 septembre 1991 (1991-09-24) figures colonne 1, lignes 5-45 colonne 2, lignes 43-58 colonne 5, lignes 20-30 colonne 6, ligne 38 - colonne 7, ligne 5 revendications 1-3	1-5
-----		
-/--		
<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  28 août 2015	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  04/09/2015	
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  Trotureau, Damien	

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	<p>GB 2 314 177 A (LUCAS AEROSPACE POWER EQUIP [US]) 17 décembre 1997 (1997-12-17)                      abrégé                      figures 5,6                      page 11, ligne 28 - ligne 35                      page 13, ligne 5 - page 15, ligne 2                      -----</p>	1-5
X	<p>FR 2 713 843 A1 (LUCAS AEROSPACE POWER EQUIP [US]) 16 juin 1995 (1995-06-16)                      abrégé                      page 1, lignes 5-13                      page 19, ligne 34                      page 20, ligne 10                      figures 5,6                      -----</p>	1-5

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2015/064584

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3493776	A	03-02-1970	DE 1588241 A1	10-12-1970
			US 3493776 A	03-02-1970
-----				
US 5051670	A	24-09-1991	AUCUN	
-----				
GB 2314177	A	17-12-1997	AUCUN	
-----				
FR 2713843	A1	16-06-1995	FR 2713843 A1	16-06-1995
			GB 2282469 A	05-04-1995
			US 5583420 A	10-12-1996
			US 5801516 A	01-09-1998
			US 6107775 A	22-08-2000
-----				