

(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
23 janvier 2014 (23.01.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/013206 A1

(51) Classification internationale des brevets :

G06F 11/07 (2006.01) G01R 31/02 (2006.01)
G06F 11/30 (2006.01) H03K 17/18 (2006.01)
G05B 23/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2013/051745

(22) Date de dépôt international :

18 juillet 2013 (18.07.2013)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

12 57033 20 juillet 2012 (20.07.2012) FR

(71) Déposant : SNECMA [FR/FR]; 2 boulevard du Général
Martial Valin, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeur : SANCHIS, Ghislain; c/o SNECMA (AJI),
Rond-Point René Ravaud - Réau, F-77550 Moissy-Cra-
mayel Cédex (FR).

(74) Mandataire : DU BOISBAUDRY, Dominique; Brevaux,
95, rue d'Amsterdam, F-75378 Paris Cedex 8 (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, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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.

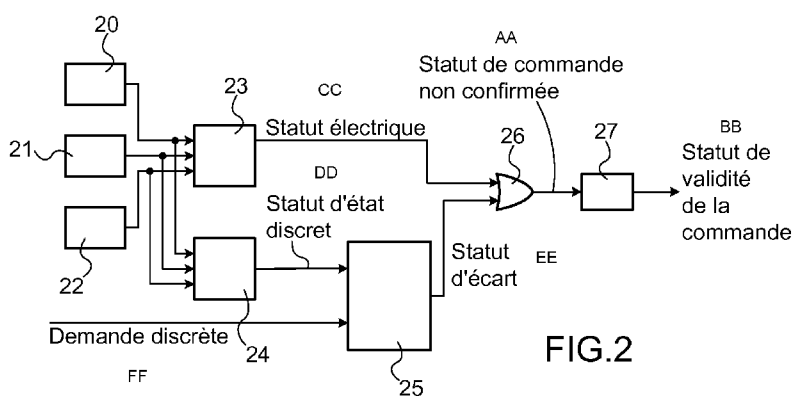
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, 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).

Publiée :

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

(54) Title : ENGINE-CONTROL COMPUTER AND METHOD FOR DETECTING FAILURES OF SUCH A COMPUTER

(54) Titre : CALCULATEUR DE REGULATION DE MOTEUR ET PROCEDE DE DETECTION DE PANNES D'UN TEL CAL-
CULATEUR



AA Control status not confirmed?
BB Control validity status?
CC Electrical status?
DD Discrete state status?
EE Deviation status?
FF Discrete request?

(57) Abstract : The invention relates to an engine-control computer including switches in which the voltage-switching outputs are capable of controlling certain actuators and a device for detecting failures that are internal or external to the computer, including: a circuit (20) for acquiring the current that flows through such a switch (10); a circuit (21) for acquiring the input voltage of said switch; a circuit (22) for acquiring the output voltage of said switch; an electrical control circuit (23) in which the three inputs are respectively connected to the outputs of each one of said three circuits, which tests the current and voltage levels, outputting an invalid status if the current is lower than a predetermined limit current and if the voltage is lower than a predetermined threshold voltage, enables a failure external to the computer to be detected. The invention also relates to a method for detecting failures of such a computer.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

L'invention concerne un calculateur de régulation de moteur comprenant des interrupteurs dont les sorties de type à commutation de tension sont aptes à commander certains actionneurs et un dispositif de détection de pannes internes ou externes au calculateur comprenant: -un circuit (20) d'acquisition du courant qui circule dans un tel interrupteur (10), -un circuit (21) d'acquisition de la tension d'entrée de cet interrupteur, -un circuit (22) d'acquisition de la tension de sortie de cet interrupteur, -un circuit de contrôle électrique (23) dont les trois entrées sont reliés respectivement aux sorties de chacun de ces trois circuits, qui teste le niveau de courant et de tension, délivre un statut invalide si le courant est inférieur à un courant limite déterminé et si la tension est inférieure à une tension de seuil déterminé et permet de détecter une panne externe au calculateur. L'invention concerne également un procédé de détection de pannes d'un tel calculateur.

CALCULATEUR DE REGULATION DE MOTEUR ET PROCEDE DE DETECTION DE PANNES D'UN TEL CALCULATEUR

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

L'invention concerne un calculateur de régulation de moteur, par
5 exemple d'aéronef, et un procédé de détection de pannes d'un tel calculateur.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

Dans un système de régulation de moteur d'aéronef, par exemple de
type FADEC (« Full Authority Digital Engine Control » ou « Régulateur numérique de
10 moteur à pleine autorité pour moteur d'aéronef »), certains actionneurs sont commandés
par des sorties calculateur de type à commutation de tension (SVO ou « Switch Voltage
Output »). Ces sorties étant de simples interrupteurs, qui commutent ou non une tension
28 volts, il est nécessaire, comme pour des sorties commandées en courant de vérifier
que la commande correspondante a été effectuée correctement, et qu'il n'y a pas de
15 panne sur ces sorties.

Dans un système de régulation de moteur 10 de type FADEC il peut
exister des interrupteurs de type double relais mécanique 11 appelés « contact
monitored » (ou à contacts surveillés), comme illustré sur la figure 1, un double relais
commute alors un circuit 28 volts et un circuit de surveillance 12 afin de vérifier l'état de
20 chaque contact. La tension v est également mesurée afin de vérifier le bon
fonctionnement de l'interrupteur, la charge correspondante étant référencée 13, Gnd
étant la masse.

Mais une telle solution ne permet pas de détecter toutes les pannes
externes au calculateur. La seule information disponible est que le calculateur a bien
25 fermé le relais. De plus, il peut y avoir une panne sur un seul relais du double relais, ce qui
fausse la détection. Enfin, une telle solution n'est pas applicable lorsque les interrupteurs

ne sont pas des relais mécaniques mais des MOSFETs (« Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor » ou « Transistor à effet de champ à semiconducteur à oxyde métallique »). La surveillance de contact n'est plus applicable puisque ce sont des interrupteurs semi-conducteurs.

5 L'invention a pour objet de pallier ces inconvénients.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

L'invention concerne un calculateur de régulation de moteur, par exemple d'aéronef, comprenant des interrupteurs dont les sorties de type à commutation
10 de tension sont aptes à commander certains actionneurs et un dispositif de détection de pannes internes ou externes au calculateur comprenant :

- un circuit d'acquisition du courant qui circule dans un tel interrupteur,
- un circuit d'acquisition de la tension d'entrée de cet interrupteur,
- un circuit d'acquisition de la tension de sortie de cet interrupteur,

15 caractérisé en ce que ce dispositif comprend en outre :

- un circuit de contrôle électrique dont les trois entrées sont reliés respectivement aux sorties de chacun de ces trois circuits, qui teste le niveau de courant et de tension, délivre un statut invalide si le courant est inférieur à un courant limite déterminé et si la tension est inférieure à une tension de seuil déterminé et permet de
20 détecter une panne externe au calculateur.

Avantageusement le dispositif comprend :

- un circuit de contrôle d'état discret dont les entrées sont reliées à la sortie des circuits d'acquisition du courant, d'acquisition de la tension d'entrée et d'acquisition de la tension de sortie.

25 Avantageusement le dispositif comprend :

- un circuit de contrôle d'écart dont une entrée reçoit le signal de sortie de ce circuit de contrôle d'état discret et dont l'autre entrée reçoit un signal de demande discrète.

Avantageusement le dispositif comprend :

- une porte OU dont les deux entrées sont reliées respectivement à la sortie du circuit de contrôle électrique et dont l'autre entrée est reliée à la sortie du circuit de contrôle d'écart,

- un circuit de confirmation/réhabilitation.

5 Avantageusement le statut électrique en sortie du circuit de contrôle électrique correspond à une panne si le test suivant est vérifié :

- pour un courant de sortie de type à commutation de tension v faible : $i < 60\text{mA}$ ET $v < 5\text{V}$.

10 - pour un courant de sortie de type à commutation de tension v élevé ou très élevé : $i < 0,4\text{A}$ ET $v < 5\text{V}$.

Avantageusement le statut d'état discret en sortie du circuit de contrôle d'état discret est considéré comme « fermé » si le test suivant est vérifié :

- pour un courant de sortie de type à commutation de tension faible : $i \geq 60\text{A}$;

15 - pour un courant de sortie de type à commutation de tension élevé ou très élevé : $i \geq 0,4\text{A}$.

Avantageusement le statut d'écart en sortie du circuit de contrôle d'écart détermine que l'état de l'interrupteur du calculateur est cohérent avec un signal de demande discrète :

20 - si le signal de demande discrète correspond à alimenter la sortie de type à commutation de tension avec l'état discret « fermé » alors le statut d'écart est « pas de panne » ;

-ou si le signal de demande discrète ne correspond pas à alimenter la sortie de type à commutation de tension avec l'état discret « non fermé » alors le statut d'écart est « pas de panne » ;

25 - sinon le statut d'écart indique une « panne ».

Le calculateur de l'invention permet de détecter des pannes externes alors que les solutions précédentes ne permettent que de détecter des pannes internes. De plus il n'y a pas de risque de fausser la détection de panne, contrairement aux relais

mécaniques, car les cas de pannes sont détectés quand les valeurs de courant et tension sont nulles, les cas de pannes des mesures à nouveau étant couverts.

L'invention concerne également un procédé de détection de pannes internes ou externes d'un tel calculateur de régulation de moteur, par exemple d'aéronef, comprenant des interrupteurs dont les sorties de type à commutation de tension sont aptes à commander certains actionneurs et un dispositif de détection de ces pannes, caractérisé en ce que l'on utilise une équation finale donnant une valeur « panne détectée » qui est la suivante :

$$[(\overline{A} + \overline{B}) \cdot (A + B)] + (\overline{B} \cdot C) = 1$$

avec les trois conditions A, B, C suivantes :

A : Il existe une demande d'alimenter la charge d'un tel l'interrupteur;

B : Le courant circulant dans cet interrupteur est supérieur à un seuil de courant déterminé ;

C : La tension d'alimentation est inférieure à un seuil de tension déterminé.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

La figure 1 illustre un dispositif de l'art connu.

La figure 2 illustre le dispositif de l'invention.

Les figures 3A et 3B illustrent le fonctionnement du dispositif de l'invention.

Les figures 4A à 4F illustrent différentes configurations électriques possibles.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

L'invention consiste à utiliser la mesure de courant circulant dans un interrupteur dans un calculateur de régulation de moteur, par exemple d'aéronef, en combinaison de la mesure de tension afin de détecter une panne aussi bien interne

qu'externe au calculateur. C'est la combinaison de trois circuits utilisant les mesures de courant et de tension qui permet de vérifier que la commande correspondante a été effectuée correctement et qu'il n'y a pas de panne. Une telle solution est applicable aussi bien à des interrupteurs mécaniques qu'à des interrupteurs semi-conducteurs, tant qu'il y a une mesure de courant disponible.

Comme illustré sur la figure 2, le dispositif de l'invention comprend :

- un circuit 20 d'acquisition du courant qui circule dans un interrupteur du calculateur,

- un circuit 21 d'acquisition de la tension d'entrée de cet interrupteur,

- un circuit 22 d'acquisition de la tension de sortie de cet interrupteur,

- un circuit de contrôle électrique 23 dont les trois entrées sont reliés respectivement aux sorties de chacun de ces circuits 20, 21 et 22,

- un circuit de contrôle d'état discret 24 dont l'entrée est relié à la sortie du premier de ces circuits,

- un circuit de contrôle d'écart 25 dont une entrée reçoit le signal de sortie de ce circuit de contrôle d'état discret 24 (statut d'état discret) et dont l'autre entrée reçoit un signal de demande discrète,

- une porte OU 26 dont les deux entrées sont reliées respectivement à la sortie du circuit de contrôle électrique 23 (statut électrique) et dont l'autre entrée est reliée à la sortie du circuit de contrôle d'écart 25 (statut d'écart),

- un circuit de confirmation/réhabilitation 27 dont l'entrée est relié à la sortie de porte OU (statut de commande non confirmée) et dont la sortie délivre le statut de validité de la commande.

Le circuit de contrôle électrique 23 teste le niveau de courant et de tension, et délivre un statut invalide si le courant est inférieur à un courant limite déterminé (fixé en fonction de la charge concernée) et si la tension est inférieure à une tension de seuil déterminé (correspondant à une tension inférieure à la tension à vide). Ce circuit permet de détecter une panne externe au calculateur.

Le circuit de contrôle d'état discret 24 teste si le niveau de courant circulant dans l'interrupteur est supérieur à un seuil correspondant à la moitié du courant

d'alimentation de la charge. Ce circuit permet de détecter que la charge est alimentée et donc de déterminer l'état de l'interrupteur.

Le circuit de contrôle d'écart 25 teste si l'état de l'interrupteur correspond bien à la consigne souhaitée. Ce circuit permet de détecter un écart entre la consigne et la commande.

On peut ainsi obtenir un statut de validité de la commande prenant en compte les pannes internes au calculateur et les pannes externes à celui-ci. Ce statut est invalide si l'état électrique ou l'état d'écart est invalide, ce qui permet de s'assurer que la charge est alimentée correctement.

Le principe d'interface électrique entre le calculateur et un équipement (charge 13) est illustré sur les figures 3A et 3B. La figure 3A correspond à une sortie de type à commutation de tension avec courant très élevé et avec courant faible. La figure 3B correspond à une commutation de tension (SVO) avec courant fort. Le calculateur fournit des mesures de tension en entrée et en sortie et le courant en entrée.

L'objectif du dispositif de l'invention illustré sur la figure 2, est de permettre de savoir si la commande de sortie de type à commutation électrique est identique à la demande de sortie de type à commutation de tension.

Les figures 4A et 4D illustrent les configurations électriques possibles comprenant un fonctionnement normal et des cas de pannes externes. On considère que la position de la charge ne change pas la structure logique de ce dispositif. La figure 4A illustre une commande « fermé » avec un fonctionnement normal ($v = \text{« Bas »}$, $i = \text{« Haut »}$). La figure 4B illustre une commande « ouvert » avec un fonctionnement normal ($v = \text{« Haut »}$, $i = \text{« Bas »}$). La figure 4C illustre une commande « fermé » avec une panne de type circuit ouvert ($v = \text{« Bas »}$, $i = \text{« Bas »}$). La figure 4D illustre une commande « ouvert » avec une panne de type circuit ouvert ($v = \text{« Bas »}$, $i = \text{« Bas »}$). La figure 4E illustre une commande « fermé » avec une panne de type court-circuit ($v = \text{« Bas »}$, $i = \text{« Bas »}$). La figure 4F illustre une commande « ouvert » avec une panne de type court-circuit ($v = \text{« Bas »}$, $i = \text{« Bas »}$).

Il en résulte qu'une tension et un courant faibles mesurés à l'intérieur du calculateur de régulation de moteur correspondent à une panne électrique. De plus un

courant élevé signifie que la sortie à commutation de tension est activée par le calculateur de régulation de moteur et alimentée. Les seuils utilisés pour définir les états « bas » et « haut » dépendent de la catégorie de sortie de type à commutation de tension.

5 Les seuils de courant sont basés sur l'hypothèse qu'un courant de sortie de type à commutation de tension très élevé correspond à un courant de charge compris entre 0,5A et 5A, qu'un courant élevé SVO correspond à un courant de charge compris entre 0,5A et 1A et qu'un courant faible correspond à un courant de charge compris entre 80 mA et 150 mA.

10 Le circuit de contrôle électrique 23 permet de savoir s'il y a une panne électrique à l'extérieur du calculateur. Des mesures données par le calculateur permettent de détecter une panne de court-circuit ou de circuit ouvert. Un statut électrique correspond à une panne si le test suivant est vérifié :

- pour un courant de sortie de type à commutation de tension faible :
15 $i < 60\text{mA}$ ET $v < 5\text{V}$.
- pour un courant de sortie de type à commutation de tension élevé ou très élevé : $i < 0,4\text{A}$ ET $v < 5\text{V}$.

Le circuit de contrôle d'état discret 24 permet de savoir si l'interrupteur, qui commande la sortie de type à commutation de tension à l'intérieur du calculateur, est
20 fermé. Un état discret est considéré comme « fermé » si le test suivant est vérifié :

- pour un courant de sortie de type à commutation de tension faible : $i \geq 60\text{mA}$,
- pour un courant de sortie de type à commutation de tension élevé ou très élevé : $i \geq 0,4\text{A}$.

25 Le circuit de contrôle d'écart 25 permet de savoir si l'état de l'interrupteur à l'intérieur du calculateur est cohérent avec la demande discrète :

- si la demande discrète correspond à alimenter la sortie de type à commutation de tension avec l'état discret « fermé » alors le statut d'écart est « pas de panne » ;

- ou si la demande discrète correspond pas à alimenter la sortie de type à commutation de tension avec l'état discret « non fermé » alors le statut d'écart est « pas de panne » ;

- sinon le statut d'écart indique une « panne ».

5 L'utilisation du dispositif de l'invention permet de savoir si la commande de sortie de type à commutation de tension est entachée d'une panne électrique ou d'une panne d'écart.

Equation de fonctionnement du dispositif de l'invention

10 Pour la mise en œuvre du dispositif de l'invention, trois conditions sont utilisées :

A : Il existe une demande d'alimenter la charge ;

B : Le courant circulant dans l'interrupteur est supérieur à un seuil de courant déterminé ;

15 C : La tension d'alimentation est inférieure à un seuil de tension déterminé.

Ces conditions, appelées respectivement A, B et C, sont utilisées comme des variables booléennes dans les équations suivantes. Chaque variable vaut 1 quand la condition est vraie, 0 si la condition est fausse.

20 Ainsi les tests de contrôle électrique, de contrôle d'état discret et de contrôle d'écart peuvent être écrits comme suit :

- contrôle électrique : le test donne une valeur « panne » si la condition suivante est vérifiée $\overline{B} \cdot C = 1$;

- contrôle d'état discret : le test donne une valeur « fermé » si $B = 1$;

25 - contrôle d'écart : ce test utilisant le résultat du test précédent, on peut simplifier l'équation. Cela donne une valeur « pas de panne » pour la condition suivante $A \cdot B + \overline{A} \cdot \overline{B} = 1$.

On compare ensuite le résultat de ce test avec le contrôle électrique. Mais, par rapport à des valeurs « panne », il faut transformer l'équation précédente pour qu'elle soit égale à 1 pour une valeur « panne », le test devient : $(\overline{A} + \overline{B}) \cdot (A + B) = 1$.

L'équation finale donnant une valeur « panne détectée » est la suivante :

$$5 \quad [(\overline{A} + \overline{B}) \cdot (A + B)] + (\overline{B} \cdot C) = 1$$

Exemple de réalisation : commande d'une charge consommant 1 A sous 28V

On considère une charge résistive commandée par une sortie de type à commutation de tension, sous une tension de 28Vdc et consommant un courant nominal
10 de 1A. Le schéma équivalent est illustré sur la figure 3B.

Le courant d'alimentation étant de 1 A on fixe un seuil, en sachant que dans un calculateur bi-voie il y a deux interrupteurs en parallèle. Le courant doit être inférieur à la moitié du courant nominal, donc inférieur à 0.5 A. De plus on tient compte de la précision de mesure de ce courant. Ainsi si la précision de remesure est de 50mA, il
15 faut que ce seuil de courant soit inférieur à 0.45 A. De plus, s'il y a un court-circuit en amont du calculateur, un courant résiduel peut circuler à l'intérieur du calculateur. Le seuil ne peut donc être trop proche de 0. On peut le fixer à 0.4A par exemple.

Pour le seuil de tension il faut tenir compte de la précision remesure de tension. Ainsi on ne peut prendre un seuil à 0V même si cela correspond théoriquement à
20 la réalité. Si le calculateur est précis à 2V près par exemple, le seuil peut être choisi à 3V.

On a ainsi :

- Dans le cas nominal, où l'on ne demande pas d'alimenter la charge et qu'il n'y a pas de panne détectée, on a une tension mais pas de courant et pas de demande d'alimentation donc A=0, B=0 et C=0, l'équation $[(\overline{A} + \overline{B}) \cdot (A + B)] + (\overline{B} \cdot C)$ devient $[(1+1) \cdot (0+0)] + (1 \cdot 0)$
25 qui vaut 0. Il n'y a donc pas de panne.
- Dans le cas nominal, avec demande d'alimentation, on a du courant mais pas de tension et une demande d'alimentation donc A=1, B=1 et C=1 l'équation devient $[(0+0) \cdot (1+1)] + (0 \cdot 1)$ qui vaut 0. Il n'y a donc pas de panne.

- Dans le cas de panne circuit ouvert sur l'entrée de tension sans demande d'alimentation, il n'y a pas de courant ni de tension, $A=0$, $B=0$ et $C=1$, l'équation devient $[(1+1)*(0+0)]+(1*1)$ qui vaut 1. Il y a donc une panne.
- Dans le cas de panne circuit ouvert sur l'entrée de tension avec demande
5 d'alimentation, il n'y a pas de courant ni de tension, $A=1$, $B=0$, $C=1$, l'équation devient $[(0+1)*(1+0)]+(1*1)$ qui vaut 1. Il y a donc une panne.
- Dans le cas de panne de l'interrupteur interne qui ne se ferme pas alors qu'on demande une alimentation de la charge, il n'y a pas de courant de la tension, $A=1$, $B=0$ et $C=0$, l'équation devient $[(0+1)*(1+0)]+(1*0)$ qui vaut 1. Il y a donc une panne.

REVENDICATIONS

1. Calculateur de régulation de moteur comprenant des interrupteurs dont les sorties de type à commutation de tension sont aptes à commander certains actionneurs et un dispositif de détection de pannes internes ou externes au calculateur
5 comprenant :

- un circuit (20) d'acquisition du courant qui circule dans un tel interrupteur (10),

- un circuit (21) d'acquisition de la tension d'entrée de cet interrupteur,

10 - un circuit (22) d'acquisition de la tension de sortie de cet interrupteur, caractérisé en ce que ce dispositif comprend en outre :

- un circuit de contrôle électrique (23) dont les trois entrées sont reliés respectivement aux sorties de chacun de ces trois circuits, qui teste le niveau de courant et de tension, délivre un statut invalide si le courant est inférieur à un courant limite
15 déterminé et si la tension est inférieure à une tension de seuil déterminé et permet de détecter une panne externe au calculateur.

2. Calculateur selon la revendication 1, dans lequel le dispositif comprend :

20 - un circuit de contrôle d'état discret (24) dont les entrées sont reliées à la sortie des circuits d'acquisition du courant (20), d'acquisition de la tension d'entrée (21) et d'acquisition de la tension de sortie (22).

3. Calculateur selon la revendication 2, dans lequel le dispositif
25 comprend :

- un circuit de contrôle d'écart (25) dont une entrée reçoit le signal de sortie de ce circuit de contrôle d'état discret (24) et dont l'autre entrée reçoit un signal de demande discrète.

4. Calculateur selon la revendication 3, dans lequel le dispositif comprend :

- une porte OU (26) dont les deux entrées sont reliées respectivement à la sortie du circuit de contrôle électrique (23) et dont l'autre entrée est reliée à la sortie du circuit de contrôle d'écart (25),
- un circuit de confirmation/réhabilitation (27).

5. Calculateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le statut électrique en sortie du circuit de contrôle électrique (23) correspond à une panne si le test suivant est vérifié :

- pour un courant de sortie de type à commutation de tension v faible : $i < 60\text{mA}$ ET $v < 5v$.
- pour un courant de sortie de type à commutation de tension v élevé ou très élevé : $i < 0,4\text{A}$ ET $v < 5V$.

6. Calculateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le statut d'état discret en sortie du circuit de contrôle d'état discret (24) est considéré comme « fermé » si le test suivant est vérifié :

- pour un courant de sortie de type à commutation de tension faible : $i \geq 60\text{A}$;
- pour un courant de sortie de type à commutation de tension élevé ou très élevé : $i \geq 0,4\text{A}$.

7. Calculateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le statut d'écart en sortie du circuit de contrôle d'écart (25) détermine que l'état de l'interrupteur du calculateur est cohérent avec un signal de demande discrète :

- si le signal de demande discrète correspond à alimenter la sortie de type à commutation de tension avec l'état discret « fermé » alors le statut d'écart est « pas de panne » ;

-ou si le signal de demande discrète ne correspond pas à alimenter la sortie de type à commutation de tension avec l'état discret « non fermé » alors le statut d'écart est « pas de panne » ;

- sinon le statut d'écart indique une « panne ».

5

8. Calculateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, qui est un calculateur de régulation de moteur d'aéronef.

9. Procédé de détection de pannes internes ou externes d'un calculateur de régulation de moteur, selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant des interrupteurs dont les sorties de type à commutation de tension sont aptes à commander certains actionneurs et un dispositif de détection de ces pannes, caractérisé en ce que l'on utilise une équation finale donnant une valeur « panne détectée » qui est la suivante :

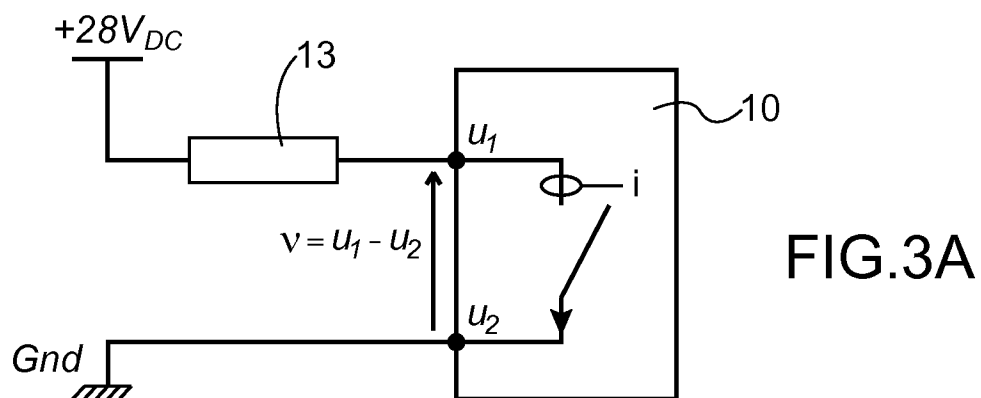
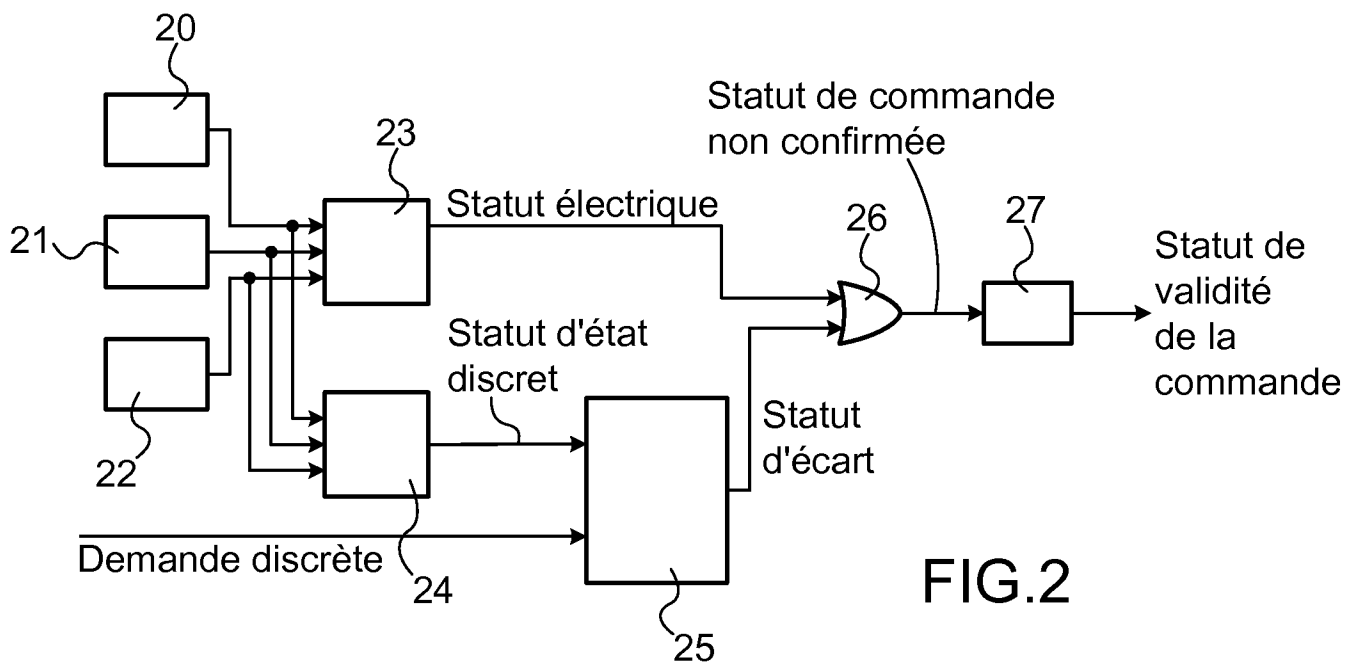
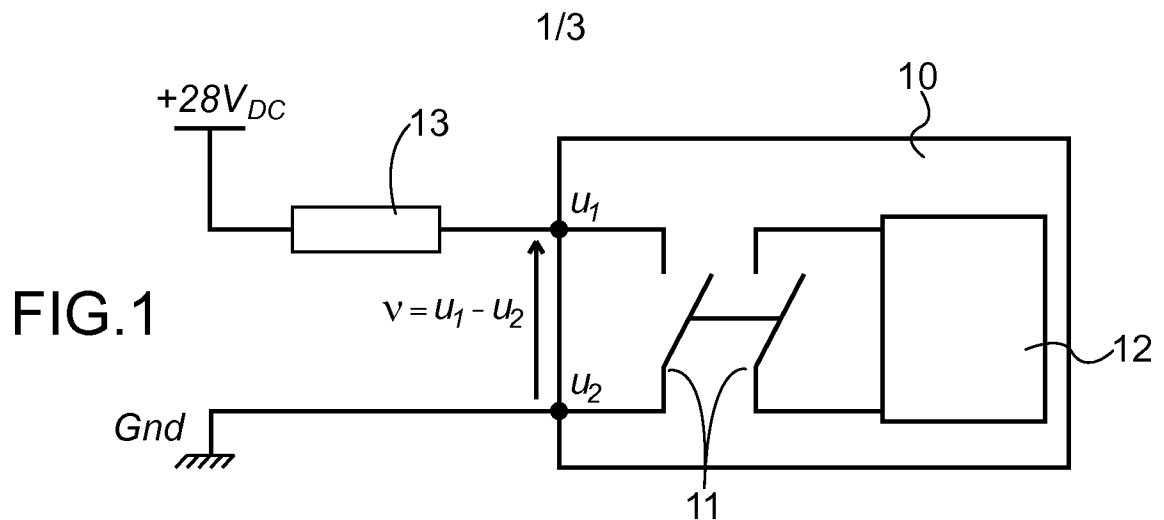
$$15 \quad [(\overline{A} + \overline{B}) \cdot (A + B)] + (\overline{B} \cdot C) = 1$$

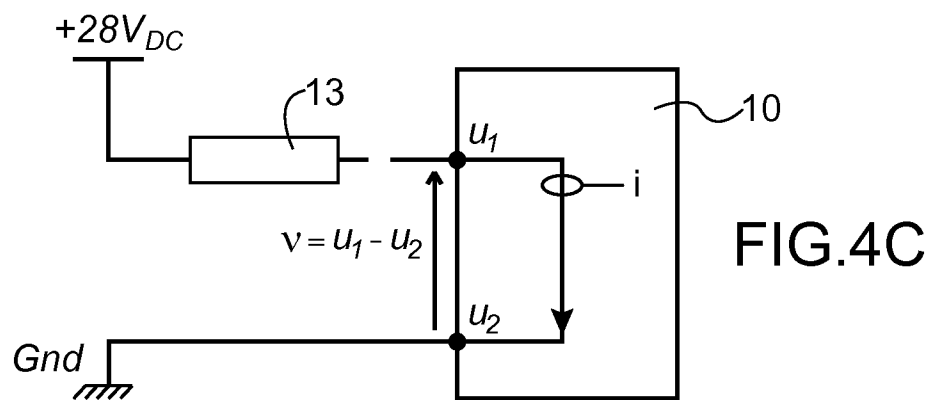
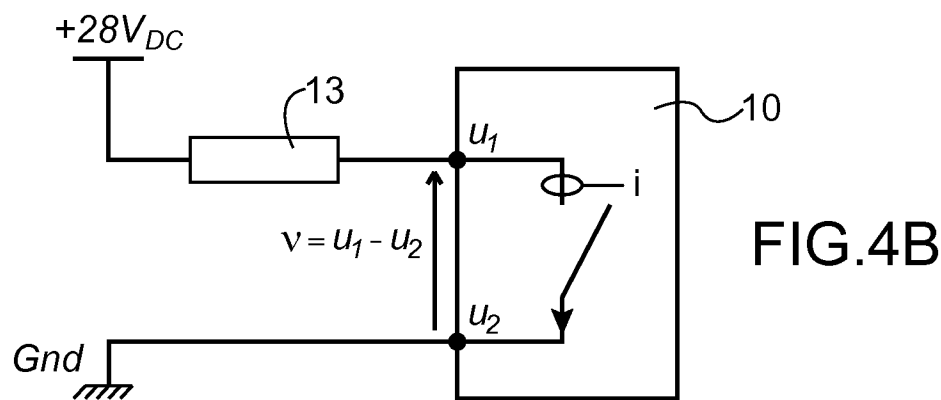
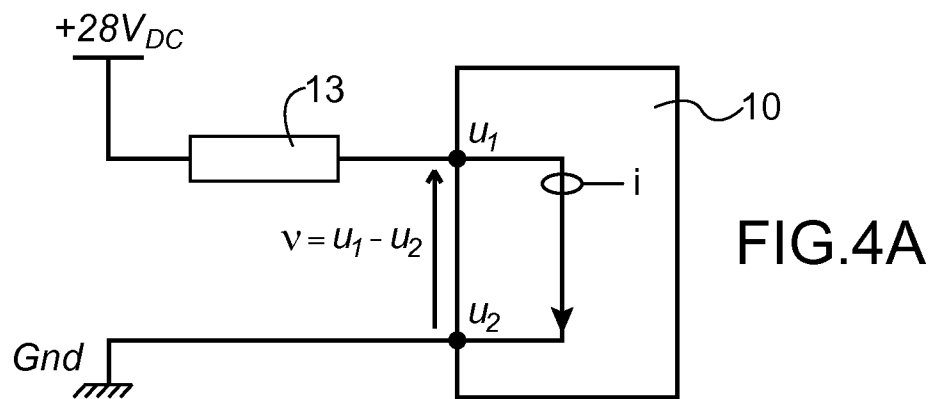
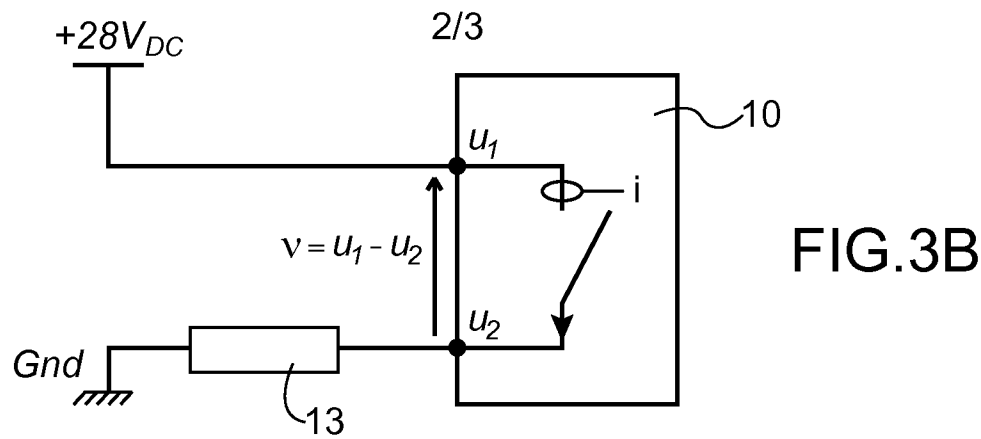
avec les trois conditions A, B, C suivantes :

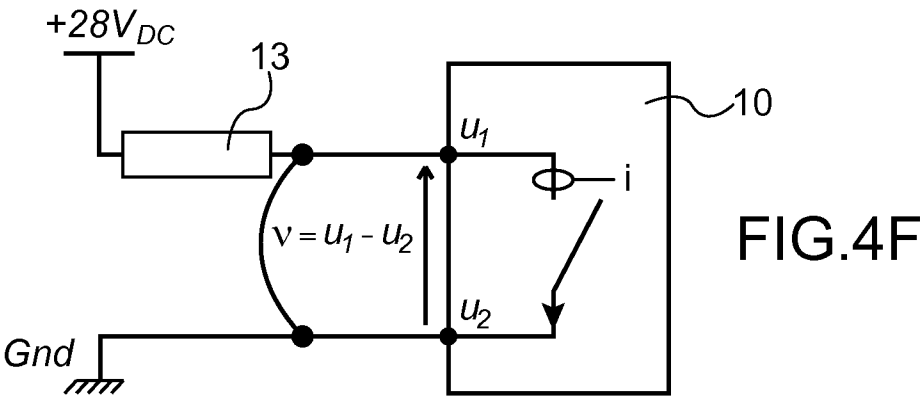
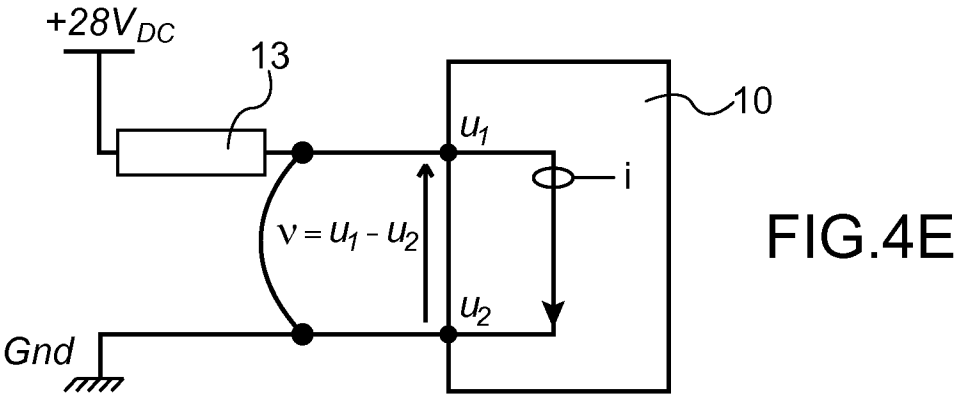
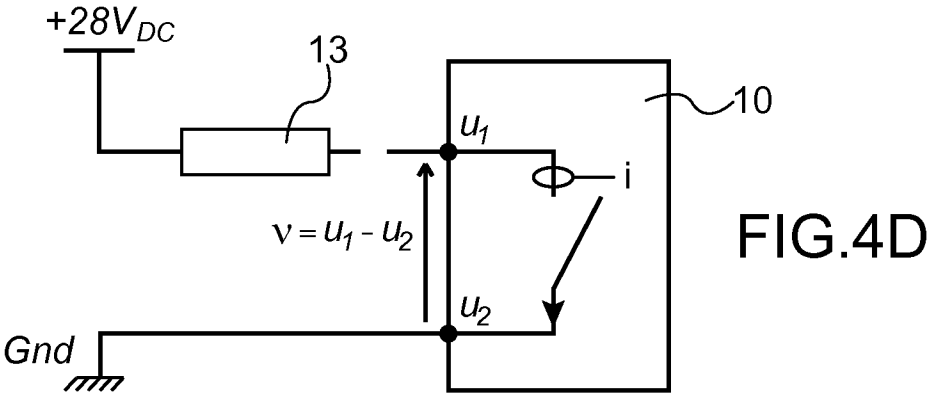
A : Il existe une demande d'alimenter la charge d'un tel l'interrupteur;

B : Le courant circulant dans cet interrupteur est supérieur à un seuil de courant déterminé ;

20 C : La tension d'alimentation est inférieure à un seuil de tension déterminé.







INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2013/051745

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G06F11/07 G06F11/30 G05B23/02 G01R31/02 H03K17/18 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) G06F G05B G01R H03K		
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	EP 1 052 518 A1 (ST MICROELECTRONICS SRL [IT]; MAGNETI MARELLI SPA [IT] ST MICROELECTRO) 15 November 2000 (2000-11-15) the whole document	1-9
A	----- US 4 757 417 A (FUTSUHARA KOICHI [JP]) 12 July 1988 (1988-07-12) abstract figure 1	1-9
A	----- GB 2 441 625 A (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 12 March 2008 (2008-03-12) the whole document -----	1-9
☐ 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 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 18 October 2013		Date of mailing of the international search report 28/10/2013
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 Salsa, Francesco

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2013/051745

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1052518	A1	15-11-2000	DE 69905238 D1 13-03-2003
			DE 69905238 T2 26-06-2003
			EP 1052518 A1 15-11-2000
			ES 2191407 T3 01-09-2003
			US 6462557 B1 08-10-2002

US 4757417	A	12-07-1988	JP H0669274 B2 31-08-1994
			JP S60223445 A 07-11-1985
			US 4757417 A 12-07-1988

GB 2441625	A	12-03-2008	CN 101141125 A 12-03-2008
			DE 102007039820 A1 27-03-2008
			GB 2441625 A 12-03-2008
			US 2008062604 A1 13-03-2008

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2013/051745

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G06F11/07 G06F11/30 G05B23/02 G01R31/02 H03K17/18 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G06F G05B G01R H03K		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 052 518 A1 (ST MICROELECTRONICS SRL [IT]; MAGNETI MARELLI SPA [IT] ST MICROELECTRO) 15 novembre 2000 (2000-11-15) le document en entier -----	1-9
A	US 4 757 417 A (FUTSUHARA KOICHI [JP]) 12 juillet 1988 (1988-07-12) abrégé figure 1 -----	1-9
A	GB 2 441 625 A (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 12 mars 2008 (2008-03-12) le document en entier -----	1-9
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ 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 18 octobre 2013		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 28/10/2013
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 Salsa, Francesco

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2013/051745

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1052518	A1	15-11-2000	DE 69905238 D1	13-03-2003
			DE 69905238 T2	26-06-2003
			EP 1052518 A1	15-11-2000
			ES 2191407 T3	01-09-2003
			US 6462557 B1	08-10-2002

US 4757417	A	12-07-1988	JP H0669274 B2	31-08-1994
			JP S60223445 A	07-11-1985
			US 4757417 A	12-07-1988

GB 2441625	A	12-03-2008	CN 101141125 A	12-03-2008
			DE 102007039820 A1	27-03-2008
			GB 2441625 A	12-03-2008
			US 2008062604 A1	13-03-2008
