

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 25.02.97.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 28.08.98 Bulletin 98/35.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : SEXTANT AVIONIQUE SOCIETE ANONYME — FR.

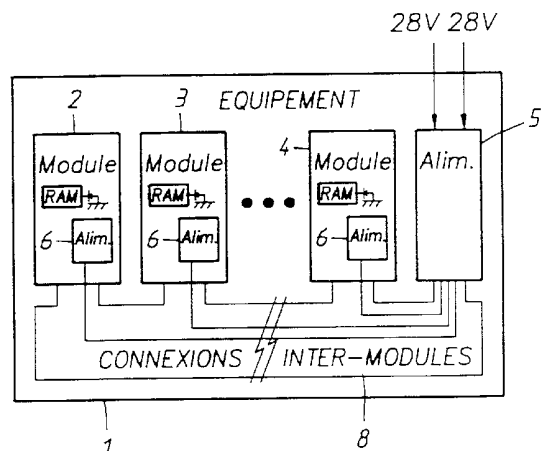
72 Inventeur(s) : BEDOUET BERNARD, LOISE DOMINIQUE et SARDIER PATRICK.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : THOMSON CSF.

54 DISPOSITIF D'ALIMENTATION FAIBLE COUT D'UNE PLURALITE DE MODULES ELECTRONIQUES INSTALLES DANS UNE BAIE.

57 Pour l'alimentation en courant électrique continu d'une pluralité de modules électroniques consommateurs (2 à 4), à partir d'une tension continue perturbée, présentant une large plage de variation de tension, le dispositif d'alimentation selon l'invention comprend un module primaire d'alimentation (5) comprenant des moyens de pré-régulation de tension, aptes à élever ou abaisser la tension continue, pour fournir aux modules (2 à 4) une tension pré-régulée présentant une faible plage de variation de tension, et au niveau de chaque module, des moyens de conversion (6) de tension fournissant les tensions adaptées aux besoins du module.



**DISPOSITIF D'ALIMENTATION FAIBLE COUT D'UNE PLURALITE  
DE MODULES ELECTRONIQUES INSTALLES DANS UNE BAIE.**

La présente invention concerne un dispositif d'alimentation en courant  
5 électrique d'une pluralité de modules rassemblés dans une baie électronique.

Elle s'applique notamment, mais non exclusivement, aux équipements  
électroniques embarqués à bord des aérodynes qui sont alimentés par un  
réseau de distribution de courant électrique continu. Il s'avère que la tension  
10 continue fournie par ce réseau est fortement perturbée, ce qui est préjudiciable  
pour les équipements électroniques qui seraient alimentés par une telle tension.

Ces perturbations proviennent tout d'abord du fait que les sources d'énergie qui  
alimentent ce réseau ne sont pas uniques. En effet, à l'arrêt des moteurs de  
15 l'aérodyne, le réseau est alimenté par des batteries, mais lorsque ceux-ci  
tournent, le réseau est alimenté par des génératrices électriques couplées sur  
les moteurs. Par ailleurs, un aérodyne en vol peut être soumis à de fortes  
perturbations électromagnétiques, et en particulier la foudre, ce qui peut  
entraîner d'importantes surtensions sur le réseau électrique ou à l'inverse des  
20 micro-coupures.

De même, les variations de charge de ce réseau et de consommation des  
équipements alimentés par celui-ci, ainsi que les transitoires de régulation des  
génératrices entraînent des variations de tension momentanées importantes.  
Ainsi, pour une tension nominale de 28 Volts, on a constaté des variations de  
25 tensions pouvant atteindre 12 à 48 Volts. Par ailleurs, les surtensions  
provoquées par la foudre peuvent être beaucoup plus importantes.

Il est donc nécessaire de prévoir un dispositif de régulation de tension au  
niveau de chaque équipement embarqué, capable de supporter et traiter de  
30 telles variations de tension.

Par ailleurs, l'évolution des équipements embarqués à bord des aérodynes tend  
vers une architecture de plus en plus modulaire et de plus en plus intégrée  
comprenant des baies ou armoires dans lesquelles sont rassemblés une  
35 multiplicité de modules ayant des besoins en matière de tension d'alimentation  
qui varient d'un module à l'autre.

On a donc muni chaque module d'un dispositif d'alimentation comprenant tous les moyens de régulation et de conversion de tension continue nécessaires. Or, les composants permettant la régulation de telles variations de tension sont relativement volumineux et de coût élevé. Il en résulte que, appliquée à une  
5 multiplicité de modules, cette solution présente un coût élevé et conduit à augmenter de manière importante l'encombrement de chaque module, et à diminuer sa fiabilité car celui-ci doit alors absorber de fortes variations de tension.

10 La présente invention a pour but de supprimer ces inconvénients. A cet effet, elle propose un dispositif d'alimentation pour l'alimentation en courant électrique continu d'une pluralité de modules électroniques consommateurs, à partir d'une tension continue présentant une large plage de variation de tension, ce dispositif comprenant des moyens de régulation de tension et des moyens  
15 de conversion de tension.

Selon l'invention, ce dispositif est caractérisé en ce qu'il comprend un module primaire d'alimentation comprenant des moyens de pré-régulation de tension aptes à élever ou abaisser la tension pour fournir aux modules une tension pré-  
20 régulée présentant une faible plage de variation de tension, et au niveau de chaque module, des moyens de conversion de tension fournissant les tensions adaptées aux besoins du module.

Grâce à ces dispositions, les composants de régulation de puissance coûteux et encombrants se trouvent rassemblés dans un seul module, tandis que les  
25 convertisseurs intégrés dans chaque module consommateur sont de faible coût et de faible encombrement, étant donné qu'ils ne doivent traiter qu'une tension sujette à de faibles variations.

30 Ainsi, par exemple, lorsque la tension à réguler varie entre 12 et 48 Volts autour d'une tension nominale de 28 Volts, le module d'alimentation primaire selon l'invention permet d'obtenir en sortie une tension pré-régulée qui varie au maximum entre 18 et 32 Volts. Une telle plage de variations est parfaitement admissible par les convertisseurs de tension continu bon marché disponibles  
35 dans le commerce.

Par ailleurs, le câblage nécessaire pour alimenter chaque module consommateur à partir du module d'alimentation ne comprend que deux fils électriques, chaque module restant autonome quant à la production des tensions dont il a besoin. On évite ainsi d'avoir à prévoir un câblage spécifique pour amener chaque tension nécessaire entre un module d'alimentation commun et les modules consommateurs.

Cette solution permet donc de simplifier le câblage, et ainsi de réduire les coûts d'une manière importante.

10

Avantageusement, les moyens de conversion de tension au niveau de chaque module comprennent des moyens d'isolation galvanique permettant de s'affranchir des perturbations qui pourraient intervenir sur la ligne de distribution de courant pré-régulé entre le module d'alimentation primaire et les modules consommateurs.

15

Selon une particularité de l'invention, chaque module consommateur est alimenté au moyen d'une ligne respective par module d'alimentation primaire qui comprend à chaque départ de ligne d'alimentation des moyens automatiques de coupure de protection contre les courts-circuits.

20

Cette disposition permet d'obtenir une grande sécurité de fonctionnement, chaque module étant alimenté par une ligne indépendante et pouvant être mis sélectivement hors tension par le module d'alimentation primaire en cas de court-circuit au niveau du module ou de la ligne d'alimentation.

25

Un mode de réalisation du dispositif selon l'invention sera décrit ci-après, à titre d'exemple non limitatif, avec référence aux dessins annexés dans lesquels :

30

La figure 1 représente de manière schématique un équipement électronique embarqué à bord d'un aérodyne, rassemblant plusieurs modules consommateurs et un module d'alimentation primaire selon l'invention ;

La figure 2 montre le module d'alimentation primaire selon l'invention ;

La figure 3 montre un module d'alimentation secondaire selon l'invention, équipant chaque module consommateur ;

5 L'équipement électronique 1 représenté sur la figure 1 se présente sous la forme d'une baie ou d'une étagère dans laquelle sont insérés et interconnectés au moyen de liaisons 8 dites de "fond de panier", une pluralité de modules 2 à 5, dont un module d'alimentation primaire 5 selon l'invention, qui regroupe les fonctions de pré-régulation des tensions primaires à 28 Volts fournie par  
10 l'alimentation générale de l'aérodyne.

Généralement, un aérodyne comprend au moins deux réseaux de distribution de courant électrique continu, à savoir un réseau principal et un réseau de secours. Le module d'alimentation primaire est alors connecté à ces deux  
15 réseaux comme le montre la figure.

Plus précisément, le module d'alimentation primaire 5 assure les fonctions de limitation des surtensions, d'écrêtage des tensions transitoires liées à la foudre, de compensation des baisses de tension passagères, dans le but de délivrer aux  
20 autres modules 2 à 4 une tension pré-régulée à 28 Volts. Il s'avère en effet que les tensions fournies par les alimentations générales d'un aérodyne sont soumises à de fortes variations, de 12 à 48 Volts, ces variations pouvant être beaucoup plus importantes en transitoire.

25 Le module d'alimentation primaire 5 regroupe sur une seule carte électronique un ensemble de composants relativement encombrants et coûteux pour fournir à plusieurs modules une tension pré-régulée présentant une faible plage de variations, par exemple de 18 à 32 Volts, qui peut ensuite être adaptée par des convertisseurs de tension bon marché 6 intégrés dans chaque module et  
30 capables de fournir les tensions variées, utilisées par ces derniers.

Sur la figure 2, le module d'alimentation primaire 5 comprend successivement en série, pour chaque ligne d'alimentation à 28 Volts de l'aérodyne appliquée en entrée :

- 5 - un dispositif d'écrêtage 11, 12, constitué par une diode Zener et/ou un dispositif similaire tel qu'une varistance, connecté en parallèle entre la ligne respective d'alimentation et la masse, ce dispositif permettant d'éliminer les impulsions supérieures à 80 Volts, par exemple dues à la foudre,
- 10 - un circuit de filtrage passe-bas 13, 14 relié à la sortie du dispositif d'écrêtage 11, 12,
  - des moyens de commutation automatiques 27, 28 pour alimenter ou non le reste du circuit en fonction de la présence ou de l'absence de tension appliquée en entrée, ces moyens étant configurés de manière à donner la
  - 15 préférence à l'un des deux réseaux 9, 10 d'alimentation de l'aérodyne, lorsque ceux-ci sont tous les deux disponibles, et
  - un circuit de pré-régulation de tension 15, 16 réalisant un écrêtage en
  - 20 tension et une limitation du courant en sortie du circuit de filtrage 13, 14.

Le module d'alimentation primaire 5 comprend en outre un circuit régulateur /  
élevateur de tension 17 connecté aux deux circuits de pré-régulation de tension  
15, 16 pour appliquer au reste du circuit une tension de 28 Volts pendant  
25 quelques dizaines de secondes, par exemple 30 secondes, lorsque la tension en  
entrée est descendue à 12 Volts minimum, et un circuit de distribution de  
courant 18 connecté à la sortie du circuit élévateur de tension 17. Le circuit de  
distribution 18 comprend une réserve d'énergie 20 constituée par exemple par  
une batterie de condensateurs, et un ensemble de disjoncteurs électroniques 21  
30 à 23 qui fournissent respectivement aux autres modules 2 à 4 de la baie 1 une  
tension continue à 28 Volts pré-régulée.

Il est à noter que la réserve d'énergie 20 est disposée en sortie du circuit  
régulateur / élévateur de tension 17 qui lui applique donc une tension élevée et  
35 à peu près constante. Comme la charge d'un condensateur est proportionnelle à

la tension appliquée entre ses bornes, l'énergie stockée dans la réserve d'énergie 20 reste donc à peu près constante et élevée quelque soit le niveau de la tension fournie par le réseau.

Grâce à ces dispositions, le module d'alimentation primaire 5 est capable de  
5 compenser des coupures de quelques dizaines de millisecondes (20 à 200 ms par exemple) en maintenant les alimentations vers les modules 2 à 4.

Les disjoncteurs 21 à 23 sont conçus de manière à s'ouvrir automatiquement en cas de court-circuit en aval, et à se refermer automatiquement lorsqu'ils sont  
10 mis hors tension. Ils assurent ainsi une protection séparée du module d'alimentation primaire 5 contre les courts-circuits qui peuvent se produire au niveau des modules 2 à 4 ou des connexions entre ces derniers et les disjoncteurs, et donc garantissent la disponibilité de l'alimentation et la non propagation des pannes, en cas de court-circuit sur un module.

15

Les circuits de pré-régulation 15, 16 comprennent chacun une diode de blocage permettant d'éviter la décharge des condensateurs 20 vers les réseaux 9, 10, en cas de coupure du circuit.

20 Par ailleurs, le module 5 comprend en outre deux dispositifs de détection de coupure de réseau 25, 26 respectivement connectés en parallèle entre la sortie des filtres 13, 14 et la sortie du circuit élévateur de tension 17. Lorsque la durée de coupure des réseaux dépasse le temps de couverture de la réserve d'énergie 20, les dispositifs de détection de coupure de réseau 25, 26 indiquent  
25 aux modules 2 à 4, à l'aide des signaux 25a et 26a qu'il y aura perte totale d'alimentation dans un délai proche de quelques millisecondes (2 à 20 ms). L'apparition des signaux 25a et 26a déclenchent un processus de mémorisation en mémoire secourue par pile ou condensateur de certains paramètres de vol critiques élaborés notamment par les modules 2 à 4. Le temps d'écriture dans  
30 la mémoire est de l'ordre de 2 à 20 ms, tandis que le temps de mémorisation nécessaire de ces paramètres est en général compris entre 200 ms et 5 s.

Certains disjoncteurs électroniques 21 à 23 peuvent aussi s'ouvrir à l'aide d'un signal 19 issu du détecteur 25 de réseau principal 9 lors de la perte de celui-ci

et lorsque l'on ne veut pas alimenter un ou plusieurs modules 2 à 4 avec le réseau de secours, afin d'éviter une charge trop importante de celui-ci.

Le module 5 comprend également une mémoire de maintenance 24 non volatile, par exemple de type FEPROM permettant de mémoriser tous les événements susceptibles de faciliter la maintenance du module, comme par exemple l'ouverture d'un disjoncteur 21 à 23 et les coupures de réseau ayant entraîné des changements d'état des commutateurs 27, 28. Le contenu de cette mémoire 24 est mis à jour par les modules consommateurs 2 à 4 qui y ont accès en écriture et en lecture pour vérifier chaque écriture. Cette mémoire peut également être mise à jour par les détecteurs de coupure 25, 26, et par les disjoncteurs 21 à 23 et les dispositifs de commutation 27, 28, qui présentent à cet effet, une sortie binaire donnant l'état, respectivement, du disjoncteur ou du dispositif de commutation.

15

Ce module d'alimentation primaire 5 fournit aux autres modules 2, 4 de l'équipement 1 une tension pré-régulée qui peut ensuite être adaptée par les autres modules au moyen de blocs d'alimentation secondaire intégrés 6, présentant une structure beaucoup plus simple et moins encombrante, et par conséquent, moins coûteuse que s'il avait fallu adapter directement les tensions fournies par chaque réseau de l'aérodyne aux besoins de chaque module.

20

Ainsi, sur la figure 3, chaque bloc d'alimentation secondaire 6 comprend un filtre d'entrée 31 recevant la tension de 28 Volts pré-régulée, permettant d'éliminer les hautes fréquences qui peuvent apparaître au niveau des lignes de connexion entre les disjoncteurs 21 à 23 et les blocs d'alimentation 6. La sortie du filtre d'entrée 31 est connectée à un convertisseur de tension continu 32 comprenant un bloc primaire et un bloc secondaire isolés galvaniquement par un transformateur d'impulsions. L'alimentation des modules est ainsi isolée galvaniquement du module d'alimentation primaire 5. Le convertisseur 32 est par exemple de type à découpage "Flyback" à commutation à 0 Volt. Le bloc secondaire permet de fournir les différentes tensions V1, V2, V3, nécessaires au module, par exemple 5 V et +/- 15 V, qui sont préalablement filtrées par des filtres de sortie 33, 34 permettant d'éliminer les hautes fréquences éventuellement introduites par le convertisseur à découpage 32.

35

Par ailleurs, le convertisseur 32 est asservi en tension par un circuit de commande comprenant un circuit primaire 35 recevant des signaux de commande, et un circuit secondaire 36 isolés fournissant des signaux de  
5 contrôle, ces deux circuits 35, 36 étant isolés galvaniquement par un transformateur d'impulsions 37. Le circuit de commande secondaire 36 effectue la mesure d'une des tensions en sortie des filtres 33, 34, par exemple la tension V1, pour générer un signal de commande qui est transmis au circuit primaire 35. Le circuit primaire 35 transforme ce signal en fonction d'une  
10 puissance de sortie maximum de consigne, en un second signal de commande qui est appliqué aux transistors de commutation du convertisseur à découpage 32. La régulation des autres tensions de sortie V2, V3, est obtenue grâce au couplage magnétique réalisé par le transformateur du convertisseur 32 et grâce à la symétrie des circuits de celui-ci. Un tel convertisseur ne nécessite aucune  
15 charge minimum au niveau de ses sorties.

## REVENDEICATIONS

1. Dispositif d'alimentation pour l'alimentation en courant électrique continu d'une pluralité de modules électroniques consommateurs (2 à 4), à partir d'une tension continue perturbée, présentant une large plage de variation de tension, ce dispositif comprenant des moyens de régulation de tension et des moyens de conversion de tension, caractérisé en ce qu'il comprend un module primaire d'alimentation (5) comprenant des moyens de pré-régulation de tension, aptes à élever ou abaisser la tension continue, pour fournir aux modules (2 à 4) une tension pré-régulée présentant une faible plage de variation de tension, et au niveau de chaque module, des moyens de conversion (6) de tension fournissant les tensions adaptées aux besoins du module.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le module d'alimentation primaire (5) comprend un disjoncteur électronique (21 à 23) de protection contre les courts-circuits par module (2 à 5) à alimenter, ce disjoncteur étant connecté au dispositif convertisseur (6) du module consommateur à alimenter, pour lui fournir une tension pré-régulée.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le module d'alimentation primaire (5) comprend successivement à partir de l'entrée de la tension continue perturbée :

- un dispositif d'écrêtage (11, 12) pour éliminer les impulsions de tension élevées,
- un circuit de filtrage (13, 14) pour éliminer les hautes fréquences, et
- un circuit de pré-régulation (15, 16) pour limiter et écrêter les surtensions.

4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le module d'alimentation primaire (5) comprend des moyens de compensation (17) des baisses de tension de courte durée connectés à une réserve d'énergie (20).

5. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 4,

caractérisé en ce que les disjoncteurs électroniques (21 à 23) sont conçus pour s'ouvrir automatiquement en cas de court-circuit en aval, et pour se refermer automatiquement lorsqu'ils sont mis hors tension.

5                   6. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 5,  
caractérisé en ce que la réserve d'énergie (20) couplée au circuit élévateur de  
tension (17) permet de compenser des coupures de courte durée, tandis que les  
modules consommateurs (2 à 4) comprennent une réserve d'énergie de plus  
basse puissance, mais de plus longue durée.

10                   7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes,  
caractérisé en ce que le module d'alimentation (5) est connecté à deux réseaux  
d'alimentation électriques (9, 10), et comprend :

- 15                   - deux dispositifs d'écrêtage (11, 12) connectés respectivement aux deux  
réseaux,
- deux circuits de filtrage (13, 14) connectés respectivement aux deux  
réseaux,
- deux dispositifs de commutation automatiques (27, 28) connectés  
respectivement en sortie des deux circuits de filtrage (13, 14),
- 20                   - deux circuits de pré-régulation (15, 16) connectés respectivement aux deux  
dispositifs de commutation (27, 28),
- un dispositif régulateur / élévateur de tension (17) connecté aux deux  
circuits de pré-régulation (15, 16), et
- 25                   - un circuit de distribution 18 comprenant une réserve d'énergie (20) et un  
ensemble de disjoncteurs électroniques (21 à 23) reliés respectivement aux  
convertisseurs de tension continue (6) des modules consommateurs (2 à 4).

                    8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes,  
caractérisé en ce que les moyens de conversion de tension (6) des modules  
30 consommateurs (2 à 4) comprennent un convertisseur (32) de tension continue  
à découpage fournissant une ou plusieurs tensions continues (V1 à V3).

                    9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes,

caractérisé en ce que la tension continue en sortie des moyens de conversion (6) est asservie par un circuit d'asservissement (35, 36, 37) comprenant un bloc primaire (35) et un bloc secondaire (36) isolés galvaniquement.

5                    10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de conversion (6) des modules consommateurs (2 à 4) comprennent des moyens d'isolation galvanique permettant d'isoler chaque module de sa ligne d'alimentation.

10                    11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le module d'alimentation primaire (5) comprend une mémoire non volatile (24) dans laquelle sont mémorisés tous les événements susceptibles de faciliter la maintenance du module.

15                    12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que la mémoire (24) est commandée en lecture et en écriture par les modules consommateurs (2 à 4), et en écriture seule par les détecteurs (25, 26), par les disjoncteurs (21 à 13) et par les dispositifs de commutation  
20 (27, 28).

1/2

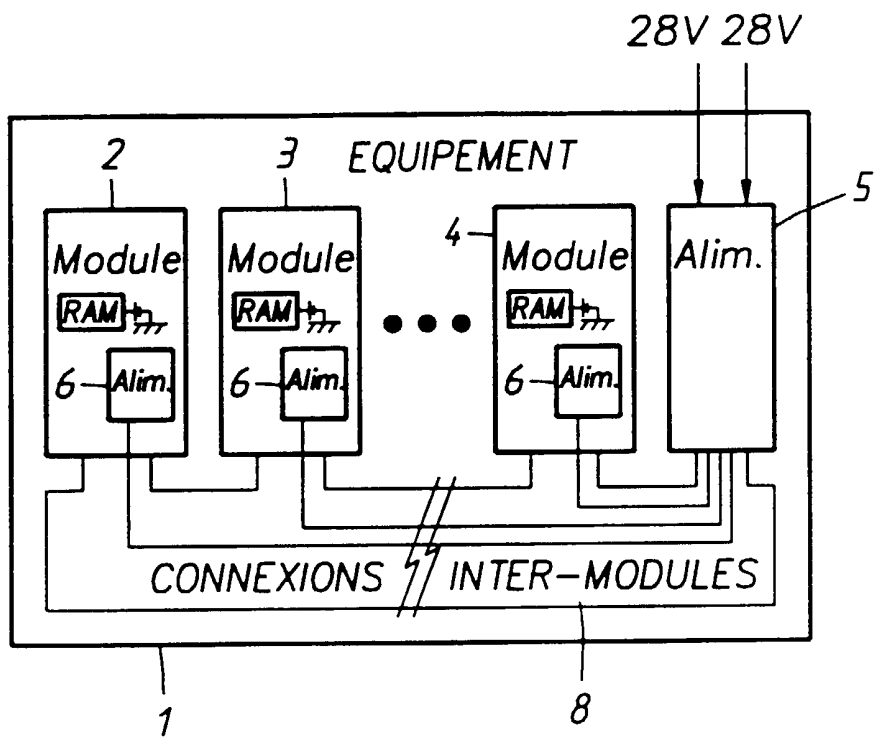


FIG.1

2/2

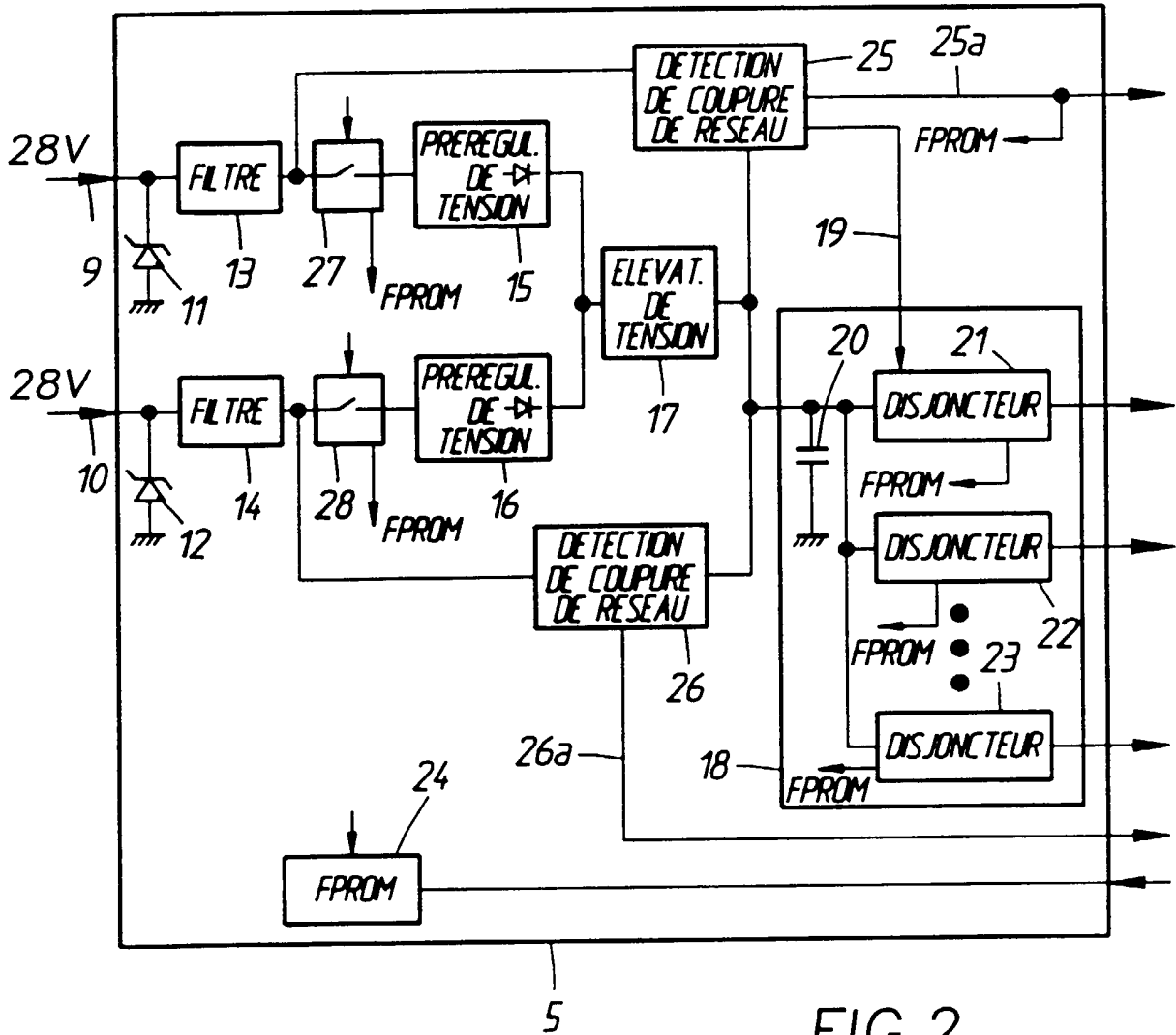


FIG. 2

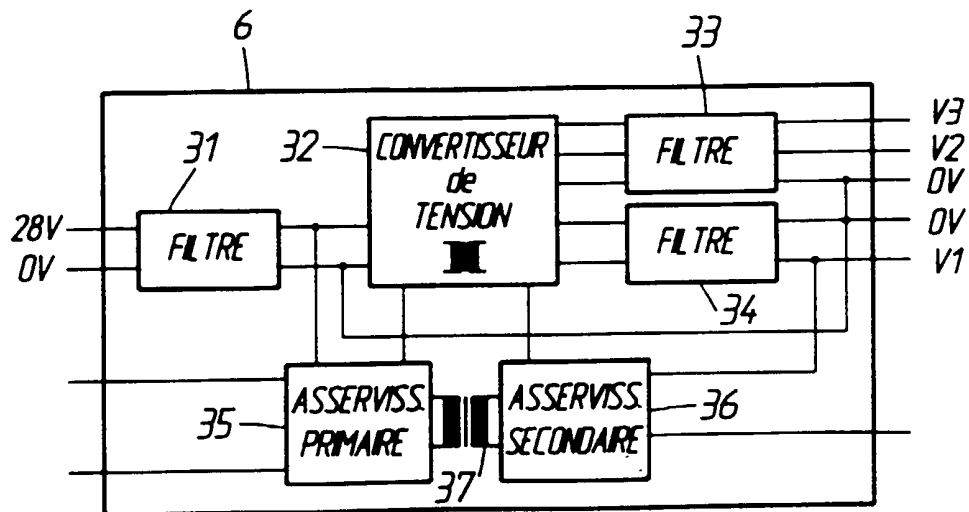


FIG. 3

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE

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

N° d'enregistrement  
national

FA 543818  
FR 9702211

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	Y.S.LEE ET AL.: "Optimizing the design of switch-mode power supplies with battery back-up and power factor correction" IEEE, 30 avril 1995, pages 2051-2054, XP000059099	1
A	* page 2052; figure 2 * ---	3,6
X	US 5 477 091 A (FIORINA ET AL.) * colonne 2, ligne 41 - colonne 4, ligne 63; figures 1-3 * ---	2
A	GB 2 248 981 A (SUNDSTRAND CORP.) * page 4, dernier alinéa - page 5, ligne 32; figure 2 * ---	2,7
A	DE 40 09 077 A (ANT NACHRICHTENTECHNIK GMBH) * le document en entier * -----	1-12
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		H02J H02M G05F H01J

1

Date d'achèvement de la recherche	Examineur
6 novembre 1997	Herbreteau, D

<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul  Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général  O : divulgation non-écrite  P : document intercalaire</p>	<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention  E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.  D : cité dans la demande  L : cité pour d'autres raisons  .....  &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>
--	---

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)