

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 28.07.08.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 29.01.10 Bulletin 10/04.

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) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES
SA Société anonyme — FR et COMMISSARIAT A
L'ENERGIE ATOMIQUE Etablissement public à carac-
tère industriel et commercial — FR.

72 Inventeur(s) : ROY FRANCIS, DOLHAGARAY JEAN
CLAUDE, GIRAUD ALAIN et JOFFRE FRANCIS.

73 Titulaire(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA
Société anonyme, COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE Etablissement public à caractère industriel et
commercial.

74 Mandataire(s) : MARKS & CLERK FRANCE.

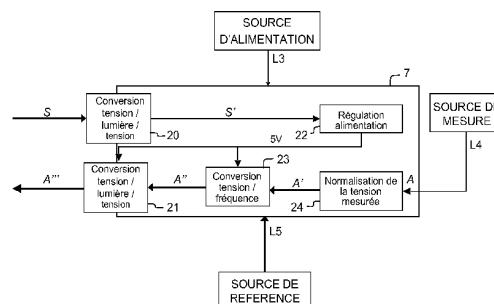
54 METHODE ET DISPOSITIF POUR REPRESENTER NUMERIQUEMENT UNE TENSION.

57 La présente invention concerne une méthode et un
dispositif pour représenter numériquement la tension d'un
signal.

La méthode comporte une étape de conversion du si-
gnal à mesurer en un signal analogique binarisé, la fréquen-
ce du signal analogique binarisé étant proportionnelle à la
tension du signal à mesurer.

Elle comporte également une étape de comptage du
nombre de transitions présentes par unité de temps dans le
signal analogique binarisé, ledit nombre étant représentatif
de la tension du signal à mesurer.

Application: piles à combustible, électrolyseurs, batte-
ries, condensateurs, supercapacités



Méthode et dispositif pour représenter numériquement une tension

La présente invention concerne une méthode de mesure des tensions individuelles délivrées par les cellules élémentaires d'un générateur électrique. Elle est applicable à tous les domaines dans lesquels sont utilisés
5 des générateurs électriques comportant plusieurs cellules élémentaires, comme les piles à combustible utilisées dans le domaine de l'automobile.

Certains générateurs électriques, comme par exemple les piles à
10 combustible embarquées dans les véhicules automobiles, comportent une pluralité de cellules élémentaires. Des systèmes électroniques de diagnostic permettent de mesurer la tension aux bornes de ces cellules élémentaires. Ces systèmes de diagnostic doivent lire, traiter et transmettre ces mesures dans un contexte environnemental sévère, notamment un contexte
15 embarqué. De plus, les exigences réglementaires et sécuritaires dans le domaine de l'automobile imposent une isolation galvanique de la pile jusqu'à 1500°V. Il s'agit là de l'un des problèmes techniques que la présente invention se propose de résoudre.

Certains systèmes de diagnostic embarqués actuels utilisent
20 principalement un convertisseur analogique-numérique pour lire la mesure, un microcontrôleur pour établir un diagnostic et un convertisseur optoélectronique pour transmettre les données numérisées. Le système de diagnostic est alimenté par une source d'alimentation électrique externe, comme une batterie 12V, par l'intermédiaire d'un convertisseur DC/DC. En
25 général, l'isolation galvanique est maîtrisée, même au-delà de 1500°V. L'utilisation d'un convertisseur analogique-numérique et d'un microcontrôleur permet de lire plusieurs cellules, en les multiplexant sur le ou sur les canaux du convertisseur analogique-numérique, le ou les canaux étant référencés à un même potentiel. La lecture est directe lorsque la pile n'est formée que
30 d'un petit nombre de cellules, c'est-à-dire tant que la tension lue reste compatible avec la tension fournie par le convertisseur DC/DC. Mais lorsque le nombre de cellules devient important, il faut d'abord ramener les tensions

2

à un niveau compatible avec le système de mesure, ceci grâce à des ponts de résistances. Il faut également gérer de nombreux multiplexeurs électromécaniques, avec toutes les difficultés inhérentes à l'acheminement d'un grand nombre d'informations : nombreux potentiels dans le routage, diaphonie, précision, commutations, etc. Il s'agit là encore de l'un des problèmes techniques que la présente invention se propose de résoudre.

D'autres systèmes de diagnostic embarqués actuels utilisent une source d'alimentation électrique externe et plusieurs convertisseurs DC/DC, afin de fournir plusieurs sources d'alimentation pour plusieurs systèmes de diagnostic autonomes fonctionnant en parallèle. Cette solution permet de regrouper les cellules en paquets, chaque paquet étant associé à un convertisseur DC/DC et à un microcontrôleur. Elle résout également le problème d'isolation galvanique jusqu'à 1500V, même dans le cas d'un grand nombre de cellules. Mais cette solution est pénalisante par son encombrement, notamment dans les domaines embarqués, tels que celui de l'automobile. Il s'agit là encore de l'un des problèmes techniques que la présente invention se propose de résoudre. Cette solution est également pénalisante par le manque de précision et de fiabilité des mesures, qui est essentiellement dû à la complexité des traitements de données. En effet, dans le domaine de l'automobile par exemple, les traitements doivent prendre en compte le fait que la mesure des tensions peut être affectée par la présence des ponts diviseurs et des commutateurs utilisés pour mesurer des tensions parfois faibles et fluctuantes. Les traitements doivent aussi prendre en compte le vieillissement des composants durant toute la vie du véhicule. Ils doivent aussi être compatibles des principes de conditionnement des données dans le réseau utilisé pour transmettre les mesures, comme un réseau de type CAN par exemple (« Controller Area Network »). Il s'agit là encore de l'un des problèmes techniques que la présente invention se propose de résoudre.

30

L'invention a notamment pour but de pallier les inconvénients précités. A cet effet, l'invention a pour objet une méthode pour représenter numériquement la tension d'un signal. La méthode comporte une étape de conversion du signal à mesurer en un signal analogique binarisé, la

35

3

fréquence du signal analogique binarisé étant proportionnelle à la tension du signal à mesurer. Elle comporte également une étape de comptage du nombre de transitions présentes par unité de temps dans le signal analogique binarisé, ledit nombre étant représentatif de la tension du signal à mesurer.

L'invention a également pour objet un dispositif pour représenter numériquement la tension d'un signal. Le dispositif comporte au moins un convertisseur tension-fréquence pour convertir le signal à mesurer en un signal analogique binarisé, la fréquence du signal analogique binarisé étant proportionnelle à la tension du signal à mesurer. Il comporte également au moins un compteur du nombre de transitions présentes par unité de temps dans le signal analogique binarisé, ledit nombre étant représentatif de la tension du signal à mesurer.

Dans un mode de réalisation, il peut comporter des entrées-sorties contrôlables de type « tout ou rien » pour transmettre un signal de sélection, l'une des entrées-sorties contrôlables étant connectée au convertisseur tension-fréquence de manière à activer ledit convertisseur.

Avantageusement, il peut comporter un processeur pour activer ou désactiver les entrées-sorties contrôlables et/ou pour envoyer le nombre de transitions vers une mémoire et/ou vers un réseau de communication.

Par exemple, le compteur, les entrées-sorties contrôlables et le processeur peuvent faire partie d'un microcontrôleur.

Avantageusement, il peut être implanté sur un circuit imprimé, les signaux étant alors véhiculés par des pistes conductrices du circuit imprimé.

Le signal A (figure 3) peut être délivré par des cellules élémentaires d'un générateur, comme une pile à combustible utilisable pour alimenter la chaîne de traction d'une automobile par exemple.

Dans un mode de réalisation, des optocoupleurs peuvent convertir le signal de sélection et le signal analogique binarisé en signaux lumineux, puis convertir lesdits signaux lumineux en signaux électriques, de sorte à assurer l'isolation galvanique entre le microcontrôleur et la pile à combustible.

Le microcontrôleur peut comparer le nombre de transitions comptées à des seuils, de manière à élaborer un diagnostic sur l'état des cellules délivrant le signal.

5

L'invention a encore pour principaux avantages qu'elle permet d'utiliser le générateur lui-même pour alimenter les fonctions de mesure. Dans un contexte à pluralité de calculateurs comme une automobile, l'invention permet de doter la pile à combustible d'un capteur intelligent
10 accessible par l'ensemble des calculateurs à travers un réseau CAN.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit faite en regard de dessins annexés qui
15 représentent :

- la figure 1, par un synoptique, une illustration d'un principe d'alimentation sur lequel s'appuie l'invention, à partir d'un exemple de réalisation permettant de contrôler une pile à combustible utilisable dans un véhicule automobile ;
- 20 - la figure 2, par un synoptique, une illustration d'un exemple d'architecture fonctionnelle selon l'invention ;
- la figure 3, par un synoptique, une illustration d'un exemple d'architecture fonctionnelle d'une unité de mesure selon l'invention ;
- 25 - la figure 4, par un synoptique, une illustration d'un exemple d'architecture fonctionnelle d'un système centralisé de traitement et de diagnostic selon l'invention.

30 La figure 1 illustre par un synoptique un principe d'alimentation sur lequel s'appuie l'invention, à partir d'un exemple de réalisation permettant de contrôler une pile à combustible référencée P, la pile P étant utilisable dans un véhicule automobile. Ce principe d'alimentation fait par ailleurs l'objet d'une autre demande de brevet déposée par la demanderesse
35 simultanément à la présente demande. La pile P comporte notamment N

cellules élémentaires identiques connectées en série les unes aux autres. Sur la figure 1, les N cellules élémentaires sont référencées $(C_m)_{1 \leq m \leq N}$ dans l'ordre d'empilement. Chaque cellule comprend une plaque bipolaire et un assemblage membrane-électrodes. Dans un souci de simplification, la figure 1 illustre par exemple le cas où la pile P comporte $N=10$ cellules élémentaires connectées en série les unes aux autres. Mais dans la pratique, la pile P utilisée dans un véhicule automobile comporte plusieurs dizaines de cellules élémentaires. Chaque cellule dispose de plots de sortie, non représentés sur la figure 1, grâce auxquels il est possible de mesurer la tension délivrée par la cellule. La pile P délivre une tension V_2 par rapport à un référentiel V_7 , V_7 étant le référentiel de tension fixe de la pile P . La tension V_2 est la somme des tensions délivrées par chaque cellule élémentaire.

Avantageusement, le présent exemple de réalisation peut être implémenté sur un circuit imprimé, de manière à former une carte électronique. Par exemple, la carte de diagnostic peut accéder aux plots de sortie des cellules par l'intermédiaire de limandes souples, non représentées sur la figure 1. Du même coup, la carte de diagnostic a alors potentiellement à sa disposition une pluralité de sources de courant, plus exactement une source en regard de chaque plaque bipolaire. Et la carte de diagnostic peut utiliser ces sources pour alimenter des systèmes électroniques, ceci dès l'instant que les courants d'alimentation qu'elle dérive ne remettent pas en cause la fonction même de la pile P , qui est de servir de générateur électrique à une chaîne de traction. Or, la pile P débite en mode nominal plusieurs dizaines d'ampères pour la chaîne de traction, alors qu'un système électronique embarqué n'utilise que quelques dizaines de milliampères. Notamment, le courant nécessaire à une mesure de tension ne pénalise pas le rendement de la pile P . C'est pourquoi il est envisageable d'utiliser la tension délivrée par une ou plusieurs cellules contiguës pour alimenter une unité de mesure (UM) référencée 7 sur la figure 1. Mais cela n'est pas sans poser des difficultés, le nombre de cellules servant à l'alimentation de l'unité de mesure 7 devant être suffisant pour garantir le niveau de tension nécessaire pour alimenter l'ensemble des composants électroniques de l'unité de mesure 7.

Par exemple, l'unité de mesure 7 peut être alimentée par une alimentation flottante V3 par rapport à un référentiel flottant V5. Le référentiel flottant V5 peut être formé en connectant l'unité de mesure 7 à l'une quelconque des cellules élémentaires. Par exemple, le référentiel flottant V5

5 peut être formé en connectant l'unité de mesure 7 à une cellule C_i où $1 \leq i \leq N$. L'alimentation flottante V3 par rapport au référentiel flottant V5 peut être formée en connectant par exemple l'unité de mesure 7 à une cellule C_k où $1 \leq k \leq N$, de sorte que la tension V3 est délivrée par $k-i$ cellules élémentaires connectées les unes aux autres. Le nombre $k-i$ est déterminé par la tension

10 minimale nécessaire à la mise en état de fonctionnement de l'unité de mesure 7. Les $k-i$ cellules de la cellule C_i à la cellule C_k sont les cellules d'alimentation. Par exemple, en connectant l'unité de mesure 7 à une cellule élémentaire C_j , où j est compris entre i et k , l'unité de mesure 7 peut lire une tension V4 par rapport au référentiel flottant V5. La tension V4 est délivrée

15 par $j-i$ cellules élémentaires connectées les unes aux autres. La tension V4 correspond en fait au différentiel de tension entre le référentiel flottant V5 et la cellule C_j . Les $j-i$ cellules allant de la cellule C_i à la cellule C_j sont les cellules mesurées. Une cellule élémentaire peut donc jouer trois rôles : le rôle de référentiel flottant V5, le rôle d'alimentation flottante V3 par rapport au

20 référentiel flottant V5 ou encore le rôle de source de tension V4 à mesurer. Le triple rôle d'une cellule permet de rendre totalement autonome la lecture et au moins une conversion de la tension V4. Il faut entendre par totalement autonome le fait que tout s'exécute sans autre apport de courant que celui fourni par l'alimentation flottante V3, c'est-à-dire sans avoir recours à des

25 sources externes à la pile P. Le fait de disposer d'une source d'alimentation autonome prise directement sur les cellules de la pile P permet de concevoir un système de diagnostic dans l'environnement immédiat de la pile P, ainsi que de s'affranchir de toute source d'alimentation externe et des fortes contraintes d'isolation qui en découlent.

30 La mesure de la tension V4 délivrée par les cellules C_i à C_j peut par exemple s'effectuer en trois étapes. Une première étape peut permettre d'établir un lien L3 d'alimentation, un lien L4 de mesure et un lien L5 de référence, les liens L3, L4 et L5 connectant l'unité de mesure 7 aux trois cellules C_k , C_j et C_i respectivement. Une deuxième étape peut permettre de

35 lire et de traiter la tension V4 mesurée. Une troisième étape peut permettre

de rompre les liens L3, L4 et L5 afin de déconnecter l'unité de mesure 7 des cellules Ck, Cj et Ci. Ce principe de fonctionnement en trois étapes permet de mesurer la tension délivrée par n'importe quel autre groupe de cellules. Il peut se répéter à l'ensemble des cellules de la pile P, pour un nombre
5 quelconque de cellules mesurées et pour un nombre quelconque de cellules d'alimentation. L'implantation sur une pile dépendra donc non seulement du nombre de cellules élémentaires formant la pile P, mais également des paramètres à mesurer et des exigences que cela représente en termes
10 de la fiabilité du système de mesures à développer. Par exemple, dans le cas où la compacité de la pile P ne permettrait pas un accès individuel à chacune des cellules élémentaires, la pile P peut avantageusement être considérée comme deux demi-piles entrelacées, deux cellules contiguës appartenant alors à deux piles virtuelles distinctes. Cela permet non
15 seulement de limiter les croisements et les accumulations de fils, mais aussi d'éviter un routage trop complexe du circuit imprimé formant la carte. Dans ce cas, la carte de diagnostic peut comporter une pluralité d'unités de mesure identiques à l'unité 7, chaque unité de mesure ne procédant qu'à la lecture d'une paire de cellules contiguës. La détermination de la tension
20 individuelle est alors reportée sur des modules de traitement de niveau supérieur, comme illustré par la figure 2.

La figure 2 illustre par un synoptique un exemple d'architecture
25 fonctionnelle selon l'invention, applicable au présent système de diagnostic et pouvant être implémentée sur la carte. Des systèmes centralisés de traitement et de diagnostic 1 et 2 sont connectés à des unités de mesure 3, 4, 5, 6, 7 et 8 par l'intermédiaire de liens de transfert 9 et 10. Des barrières d'isolation galvanique 11, 12, 13, 14, 15 et 16 sont formées par des
30 optocoupleurs intégrés aux unités de mesure 3, 4, 5, 6, 7 et 8 respectivement, comme explicité par la suite.

La figure 3 illustre l'architecture fonctionnelle d'une unité de
35 mesure selon l'invention, l'unité 7 par exemple. Comme explicité

précédemment, l'unité 7 est reliée au lien L3 d'alimentation, au lien L4 de mesure et au lien L5 de référence. L'unité de mesure 7 peut avantageusement comporter deux optocoupleurs 20 et 21 formant la barrière d'isolation galvanique 15. Un optocoupleur transforme un signal électrique en un signal lumineux, qui est ensuite détecté par un photocomposant et transformé à nouveau en un signal électrique. Ce transfert lumineux assure une très bonne isolation galvanique. Néanmoins, ce mécanisme reste sensible à la température. C'est pourquoi l'optocoupleur 21, qui transmet la mesure de tension en sortie de l'unité de mesure 7, ne peut garantir une mesure fiable de la tension des cellules, notamment si les exigences en matière de précision sont très strictes. Cependant, il existe une forme de signal qui n'est pas sensible à la température dans un optocoupleur, c'est le signal de type analogique binarisé en créneau oscillant entre deux états 0V et xV, où x est un réel non nul. Fonctionnant en mode bloqué/saturé, un optocoupleur transforme bien un créneau de tension [0V, xV] en un autre créneau [0V, xV]. C'est ce mode de fonctionnement qui est retenu dans le présent exemple pour les optocoupleurs 20 et 21. Par conséquent, la tension délivrée par les j-i cellules C_i à C_j , reçue par le lien L4, doit être convertie en un signal analogique binarisé, la fréquence du signal binarisé étant proportionnelle à la tension délivrée. A cet effet, l'unité de mesure 7 peut intégrer un convertisseur tension-fréquence 23. Un convertisseur tension-fréquence est un composant électronique dont la simplicité, la robustesse, la fiabilité, la faible sensibilité à l'environnement et la très bonne linéarité rendent tout à fait apte à répondre aux contraintes de l'unité de mesure 7. Il s'agit là d'une première étape de codage selon l'invention. Ainsi, le signal fourni en sortie par l'unité de mesure 7 est un signal analogique binarisé dont le nombre de transitions, c'est-à-dire le nombre de fronts, ou encore le nombre de paliers haut et bas par seconde, est proportionnel à la tension délivrée par les j-i cellules C_i à C_j . C'est cette caractéristique qu'utilise le système centralisé 2 connecté à l'unité de mesure 7. Le système centralisé 2 est implémenté dans un microcontrôleur de technologie récente plus spécifiquement dédiée à l'automobile. Un tel microcontrôleur dispose d'un très grand nombre d'entrées-sorties, qui fournissent notamment des fonctions de comptage. Il peut ainsi réaliser, de manière simultanée, le comptage de signaux binarisés issus de plusieurs unités de mesure. Cela

limite d'autant le recours à des multiplexeurs. Compte tenu de la robustesse et de la fiabilité intrinsèque à un tel microcontrôleur, compte tenu de la technologie récente avec lequel il est conçu, il peut être considéré qu'il offre une très bonne linéarité de conversion signal binarisé-comptage de fronts. Il s'agit là d'une deuxième étape de codage selon l'invention.

L'optocoupleur 20 et le convertisseur tension-fréquence 23 sont alimentés directement par la pile P, comme explicité précédemment. En général, de tels composants nécessitent une source d'au moins 5V. Dans le présent exemple de réalisation utilisant la pile à combustible P, cela correspond à au moins cinq cellules contiguës, chaque cellule délivrant 1,1V en mode de fonctionnement nominal. Cependant, la tension délivrée par une cellule pouvant descendre à 0,3V, une vingtaine de cellules sont nécessaires pour alimenter ces composants. C'est pourquoi l'unité de mesure 7 comporte un régulateur d'alimentation 22 qui permet de maintenir une tension de 5V quelle que soit la tension délivrée par les cellules. Afin de limiter l'usage de multiplexeurs, les unités de mesure 3, 4, 5, 6, 7 et 8 sont reliées à leur source d'alimentation respective via le routage même du circuit imprimé sur lequel est implémentée la carte de diagnostic. Ainsi, toutes les unités de mesure 3, 4, 5, 6, 7 et 8 sont actives simultanément. Cependant, afin que les signaux émis puissent être collectés par les systèmes de traitement 1 et 2, ceux-ci doivent pouvoir sélectionner les unités de mesure qu'ils veulent lire, en autorisant ou non leur alimentation. Ainsi, l'unité de mesure 7 est commandée par un signal S de sélection transmis par le système centralisé 2. Lorsque le signal S de sélection de l'unité 7 est activé, il y a double conversion tension-lumière-tension par l'optocoupleur 20 pour franchir la barrière d'isolation galvanique 15. L'optocoupleur 20 transmet un signal de commande S' au régulateur 22. Le régulateur 22 passe alors de l'état « hors service », où il ne délivre pas de tension, à l'état « en service », où il délivre une tension régulée stable de 5V quelles que soient les fluctuations de tension sur les liens L3 et L5, ces fluctuations étant liées aux différents modes d'utilisation de la pile P. Lorsque le signal de sélection S est désactivé, le régulateur 22 ne délivre plus aucune tension. La source de tension mesurée sur le lien L4 est normalisée en un signal analogique A' par un module 24 de normalisation de tension, ceci afin d'avoir une plage de fluctuation compatible avec le convertisseur tension-fréquence 23 et

l'optocoupleur 21. Une fois le convertisseur tension-fréquence 23 alimenté en 5V par le régulateur 22, il convertit le signal A' en un signal analogique binarisé A'' dont la fréquence est directement liée à la tension délivrée par les cellules mesurées Ci à Cj. Après un délai d'attente de stabilité de la
 5 conversion, le signal A'' subit une double conversion tension-lumière-tension par l'optocoupleur 21 pour franchir dans l'autre sens la barrière d'isolation galvanique 15. Un signal A''' correspondant à la tension mesurée aux bornes des cellules Ci à Cj est fourni en sortie de l'optocoupleur 21 et transmis au système centralisé 2.

10

La figure 4 illustre l'architecture fonctionnelle d'un système centralisé de traitement et de diagnostic selon l'invention, le système centralisé 2 par exemple. Le système centralisé 2 est alimenté à partir d'une
 15 source externe 30, la batterie 12 V du véhicule par exemple. Dans le présent exemple de réalisation, le système centralisé 2 comporte par exemple un régulateur 31 permettant de réguler la tension d'alimentation, de sorte que celle-ci reste compatible des composants internes au système 2, comme un microcontrôleur 32 par exemple. Comme explicité précédemment, le
 20 microcontrôleur 32 est un microcontrôleur de technologie récente plus spécifiquement dédiée à l'automobile. Il permet l'émission du signal de sélection S et le codage en deux étapes de la tension mesurée A'''. Dans le présent exemple de réalisation, le microcontrôleur 32 dispose en interne d'un processeur 33 de technologie ARM (« Acorn RISC Machine »), de mémoires
 25 de stockage 34, d'une pluralité de compteurs 35 et d'une pluralité d'entrées-sorties 36 de type « tout ou rien » (TOR). Le processeur ARM 33 exécute un processus de traitement qui implémente l'invention. Ce processus comporte une étape de sélection de l'unité de mesure 7 et des cellules Ci à Cj à mesurer par activation d'une des entrées-sorties 36 de type TOR, de
 30 manière à transmettre vers l'unité de mesure 7 le signal de commande S. Le processus comporte également une étape de comptage par un des compteurs 35 des fronts ou des paliers présents par unité de temps dans le signal analogique binarisé A''' reçu en réponse au signal S. Le comptage commence après un délai d'établissement de la réponse et dure un temps
 35 d'ouverture qui dépend de la précision exigée. Le processus comporte une

étape de désélection de l'unité de mesure 7 par désactivation de l'entrée-sortie 36 de type TOR. En fonction des algorithmes implémentés, le processeur 33 peut stocker dans la mémoire 34 la valeur comptée et/ou l'envoyer vers un poste de supervision par l'intermédiaire d'un réseau 37 de type CAN par exemple. Afin de bénéficier des pleines capacités du processeur ARM 33, la sélection de l'unité de mesure peut porter non pas sur l'unité 7 individuellement, mais plutôt sur une pluralité d'unités de mesure, chaque unité de mesure étant associée à un des compteurs 35.

Dans le présent exemple de réalisation, une sortie parmi les entrées-sorties TOR 36 peut être utilisée pour commander simultanément la mise en service et hors service d'une pluralité d'unités de mesure formant un paquet d'unités. Il y a donc autant de sorties affectées que de paquets de cellules nécessaires pour couvrir toutes les cellules de la pile P. Le signal de sélection S peut alors avantageusement être véhiculé par des pistes conductrices routées directement sur le circuit imprimé formant la carte de diagnostic, ce qui évite tout recours à des modules commandés de multiplexage

Dans le présent exemple de réalisation, le processeur ARM 33 peut disposer d'une douzaine de compteurs 35 pouvant fonctionner simultanément, de manière à limiter le temps de mesure global de l'ensemble des cellules de la pile P. Pour cela, plusieurs unités de mesure sont reliées à un même compteur parmi les compteurs 35. Pour assurer la cohérence des mesures, une seule unité à la fois délivre un signal du type du signal A'', les autres présentant un état neutre n'affectant pas la mesure courante. Là aussi, les signaux du type du signal A'' peuvent être véhiculés par des pistes conductrices routées directement sur le circuit imprimé formant la carte de diagnostic, ce qui évite une fois de plus tout recours à des modules de multiplexage.

Par exemple, le processeur ARM 33 peut implémenter une stratégie de diagnostic en comparant à des seuils le nombre de transitions obtenu par « double conversion » selon l'invention. Il faut comprendre que cette double conversion de la tension délivrée par les cellules Ci à Cj de la pile P n'a de sens que s'il est possible d'estimer la tension V4 à partir du nombre de transitions comptées, ceci avec une précision suffisante et quel que puisse être l'environnement en termes de température ou de

comportement des cellules. Pour assurer cela, la carte de diagnostic peut faire l'objet d'un processus préalable d'étalonnage, permettant de retrouver les valeurs de tension V_4 en fonction du nombre de transitions comptées.

5

L'invention décrite précédemment a encore pour principaux avantages qu'elle offre une excellente sûreté de fonctionnement par le choix des composants et la méthode de mesure des tensions par double conversion. Elle offre également une très bonne précision de mesure, notamment grâce au principe d'étalonnage. Sa modularité permet d'adapter très facilement le dispositif en fonction du nombre de cellules élémentaires formant le générateur, qu'il s'agisse d'électrolyseurs, d'éléments de batteries, de condensateurs ou encore de supercapacités.

10

REVENDICATIONS

1. Procédé pour représenter numériquement la tension (V4) d'un signal A, caractérisée en ce qu'elle comporte :
 - une étape de conversion du signal A en un signal analogique binarisé A'', la fréquence du signal analogique binarisé A'' étant proportionnelle à la tension (V4) du signal A ;
 - une étape de comptage du nombre de transitions présentes par unité de temps dans le signal analogique binarisé A'', ledit nombre étant représentatif de la tension (V4) du signal A.
2. Dispositif pour représenter numériquement la tension (V4) d'un signal A, caractérisé en ce qu'il comporte :
 - au moins un convertisseur tension-fréquence (23) pour convertir le signal A en un signal analogique binarisé A'', la fréquence du signal analogique binarisé A'' étant proportionnelle à la tension (V4) du signal A ;
 - au moins un compteur (35) du nombre de transitions présentes par unité de temps dans le signal analogique binarisé A'', ledit nombre étant représentatif de la tension (V4) du signal A.
3. Dispositif selon revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte des entrées-sorties contrôlables de type « tout ou rien » (36) pour transmettre un signal de sélection S, l'une des entrées-sorties contrôlables étant connectée au convertisseur tension-fréquence (23) de manière à activer ledit convertisseur (23).
4. Dispositif selon revendication 3, caractérisé en ce qu'il comporte un processeur (33) pour activer ou désactiver les entrées-sorties contrôlables (36) et/ou pour lire et envoyer le nombre de transitions vers une mémoire (34) et/ou vers un réseau de communication (37).
5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le compteur (35), les entrées-sorties contrôlables (36) et le processeur (33) font partie d'un microcontrôleur (32).

6. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il est implanté sur un circuit imprimé, les signaux S et A'' étant véhiculés par des pistes conductrices du circuit imprimé.
- 5 7. Dispositif selon revendication 2, caractérisé en ce que le signal A est délivré par des cellules élémentaires (Ci à Cj) d'un générateur (P).
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le générateur est une pile à combustible (P) utilisable pour alimenter la chaîne de traction
10 d'une automobile.
9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que des optocoupleurs (20, 21) convertissent le signal de sélection S et le signal analogique binarisé A'' en signaux lumineux, puis convertissent lesdits
15 signaux lumineux en signaux électriques, de sorte à assurer l'isolation galvanique entre le microcontrôleur (32) et la pile à combustible (P).
10. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le microcontrôleur (32) compare le nombre de transitions comptées à des
20 seuils, de manière à élaborer un diagnostic sur l'état des cellules (Ci à Cj) délivrant le signal A.

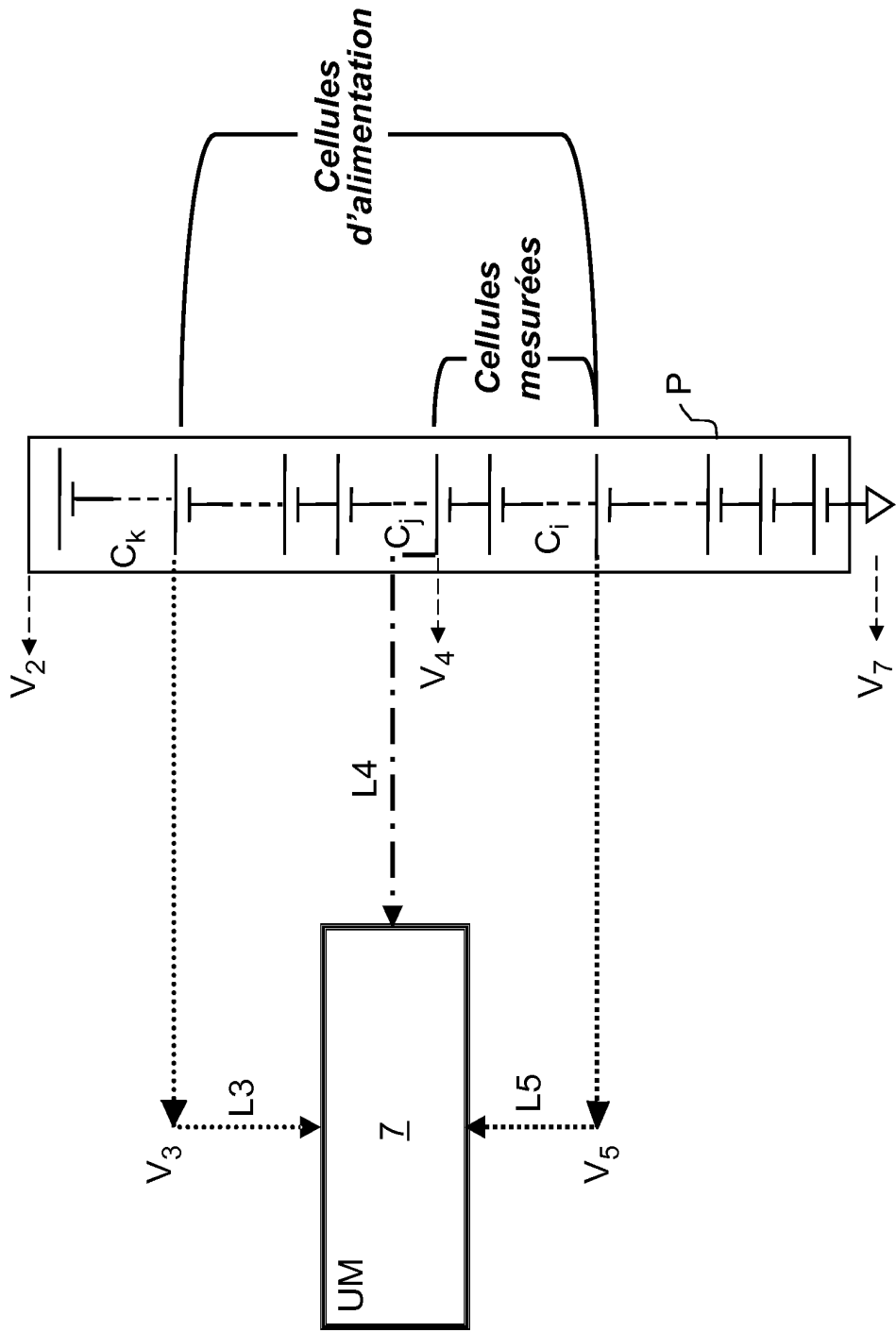


FIG.1

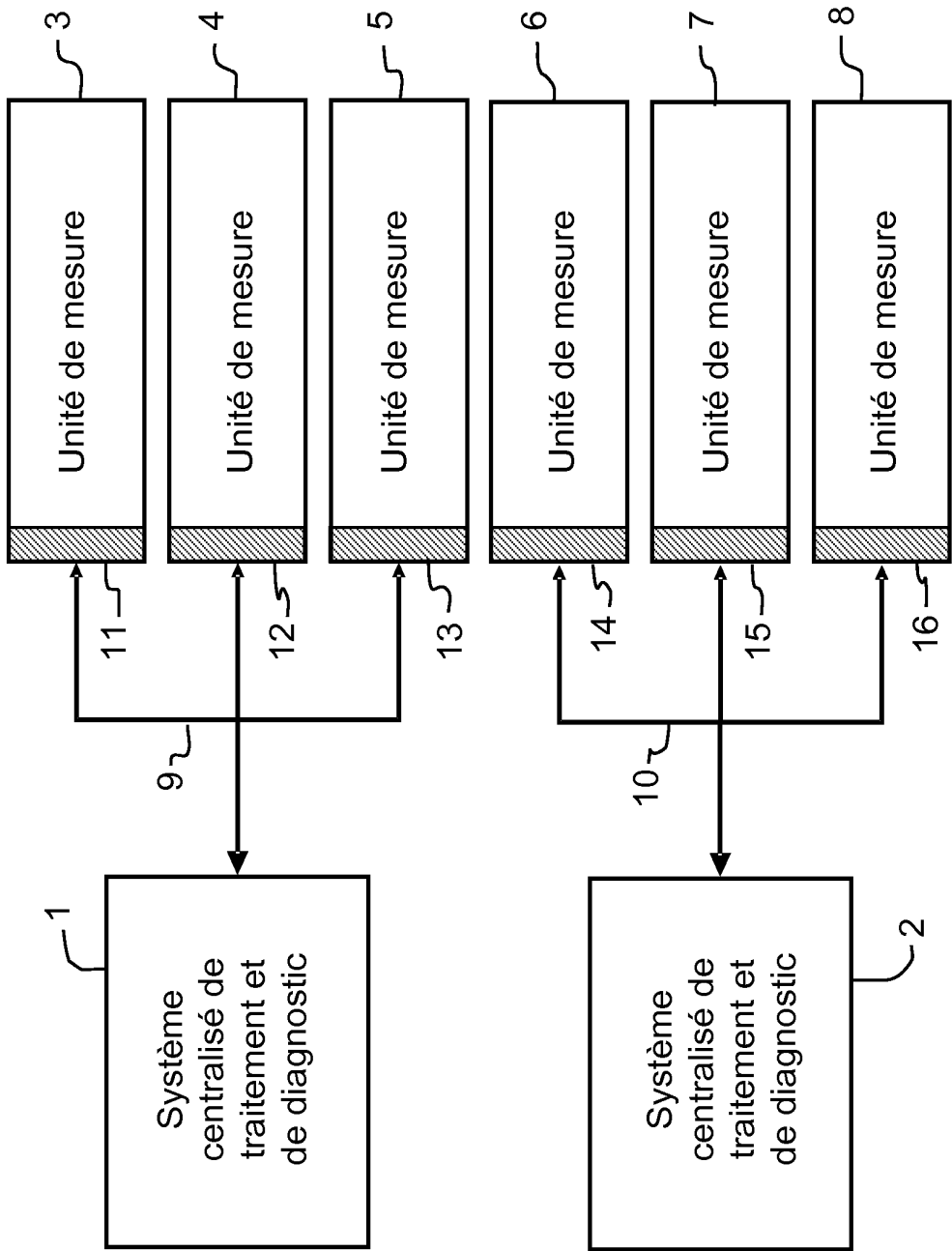


FIG.2

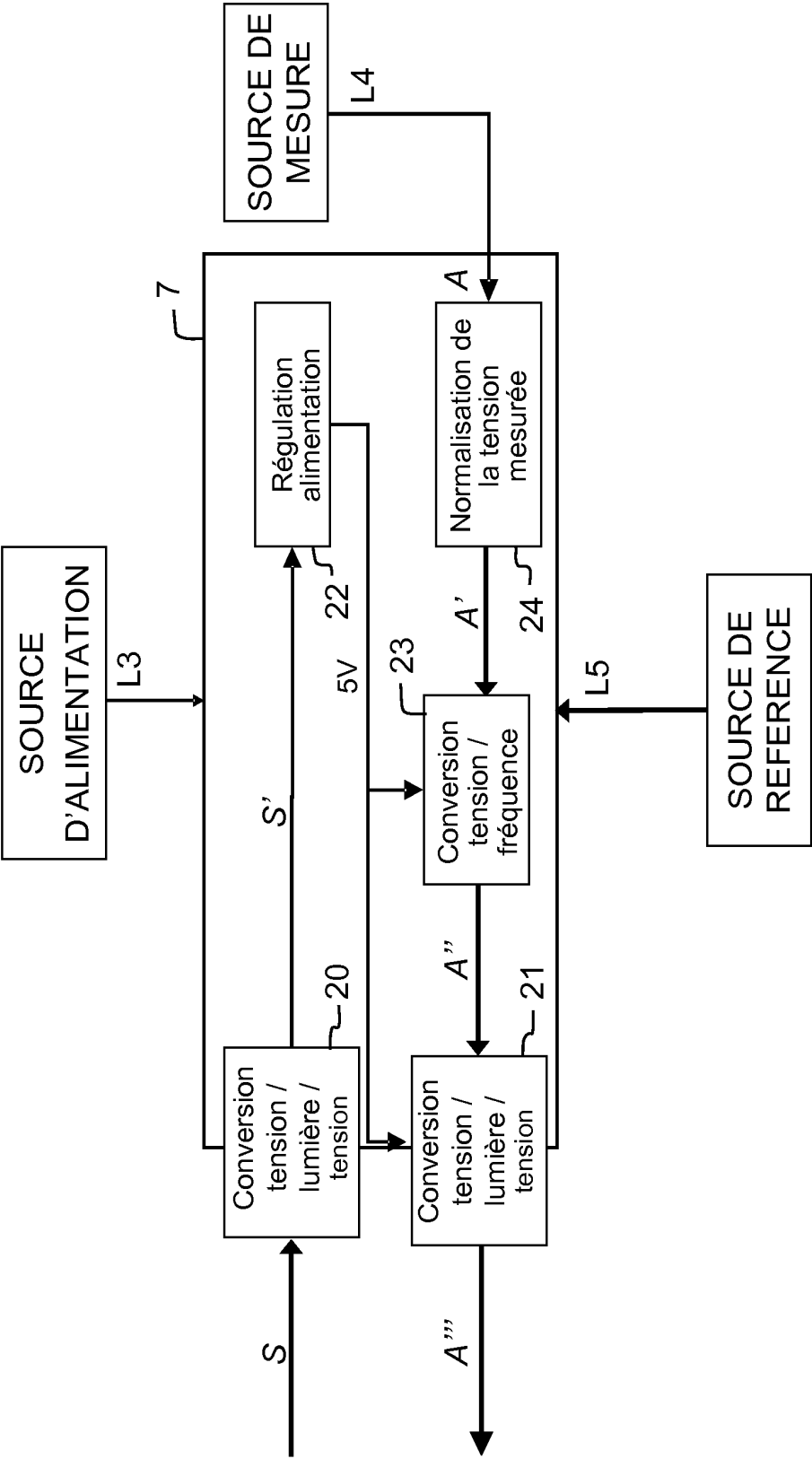


FIG.3

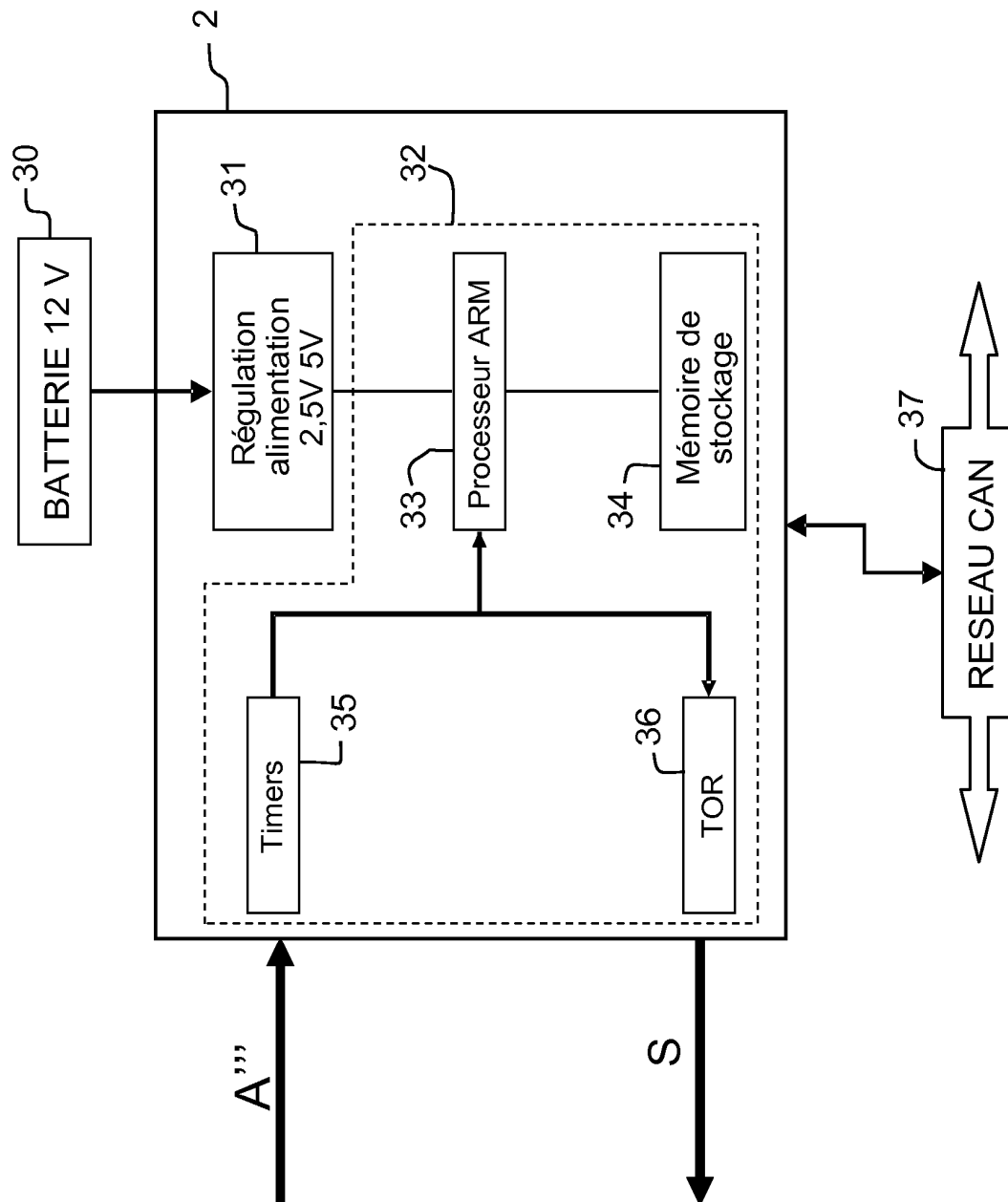


FIG.4



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 712901
FR 0855173

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2005/058885 A1 (BROCKLIN ANDY VAN [US] ET AL VAN BROCKLIN ANDY [US] ET AL) 17 mars 2005 (2005-03-17) * alinéas [0022], [0040] - [0043]; figure 4 *	1-8,10	H03M5/00 H03M1/12
Y	-----	9	
X	JP 56 098936 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 8 août 1981 (1981-08-08) * abrégé; figure 3 *	1-6	
Y	-----	9	
A	US 6 762 587 B1 (BARBETTA JOSEPH P [US]) 13 juillet 2004 (2004-07-13) * colonne 4, ligne 6 - colonne 6, ligne 46; figures 1,7 * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01M G01R H03M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
3 mars 2009		Nicolaucig, Aldo	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0855173 FA 712901

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **03-03-2009**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2005058885 A1	17-03-2005	AUCUN	
JP 56098936 A	08-08-1981	AUCUN	
US 6762587 B1	13-07-2004	AUCUN	