

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 028 107**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②① N° d'enregistrement national : **14 60560**
⑤① Int Cl⁸ : **H 02 J 7/00 (2017.01)**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ PROCÉDE DE VALORISATION DE L'ENERGIE D'UN MODULE ELECTRIQUE AUTONOME
POUR L'ALIMENTATION DE CHARGES PRINCIPALES ET SECONDAIRES.

②② Date de dépôt : 03.11.14.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 06.05.16 Bulletin 16/18.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 07.09.18 Bulletin 18/36.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SUNNA DESIGN Société par
actions simplifiée — FR.*

⑦② Inventeur(s) : SAMUEL THOMAS, BAILLOT
RAPHAEL, BOUDAUD DOMINIQUE et ENAUD
GAEL.

⑦③ Titulaire(s) : SUNNA DESIGN Société par actions
simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : IP TRUST.

FR 3 028 107 - B1



PROCEDE DE VALORISATION DE L'ENERGIE D'UN MODULE ELECTRIQUE
AUTONOME POUR L'ALIMENTATION DE CHARGES PRINCIPALES ET SECONDAIRES

Domaine technique de l'invention

5

La présente invention concerne le domaine de l'alimentation électrique d'équipements par des modules électriques autonomes comprenant une carte électronique pilotant l'énergie d'une ou plusieurs cellules photovoltaïques ainsi qu'une
10 ou plusieurs batteries rechargées par lesdites cellules photovoltaïques et alimentant une charge principale et/ou une ou plusieurs charge(s) secondaire(s) connectée(s) au module.

Elle concerne des équipements intégrant ce module électrique connecté à une charge principale telle qu'un système
15 d'éclairage LED.

L'invention n'est toutefois pas limitée à la charge principale susvisée, et s'applique également à d'autres charges principales alimentées par le module électrique dont le dimensionnement varie en fonction de la fourniture d'énergie à
20 approvisionner.

Elle concerne également des équipements intégrant ce module électrique connecté à une ou plusieurs charges secondaires telles qu'un moteur pas à pas pilotant un panneau d'affichage publicitaire, un ou plusieurs ports USB permettant la recharge de
25 téléphones portables, un module de nettoyage du panneau photovoltaïque, un module de communication permettant de synchroniser un ou plusieurs modules électriques à charge principale, ou encore un système de surveillance à distance.

L'invention n'est toutefois pas limitée aux charges
30 secondaires susvisées, et s'applique également à d'autres charges secondaires alimentées par le module électrique dont le dimensionnement varie en fonction de la fourniture d'énergie à approvisionner.

État de la technique

Le brevet américain US7791313 décrit un circuit de sélection configuré pour sélectionner une source de courant continu et une pluralité de batteries pour un dispositif électronique.

Le circuit de sélection est sensible à un signal de sortie à partir d'une unité de gestion de puissance associé.

Le circuit de sélection est en outre configuré pour permettre le fonctionnement en parallèle de deux ou de plusieurs des batteries.

Le circuit de sélection peut également vérifier de manière indépendante des conditions d'alimentation, améliorer la sécurité d'alimentation et la durée de vie de la batterie par exemple en empêchant, entre deux batteries couplées en parallèle, un flux de courant entre une batterie à potentiel élevé et une batterie à faible potentiel. Le circuit de sélection peut également vérifier de manière indépendante des conditions d'alimentation, améliorer la sécurité d'alimentation et la durée de vie de la batterie par exemple en empêchant, entre deux batteries couplées en parallèle, un flux de courant entre une batterie à potentiel élevé et une batterie à faible potentiel.

Un autre document de l'art antérieur, la demande de brevet WO 2012090709, décrit un appareil de commande de puissance destiné à restreindre la sortie d'une pluralité de systèmes d'alimentation électrique répartie afin de commander la puissance de sortie totale, permettant d'exécuter cette restriction de sortie de manière plus appropriée. L'appareil de commande de puissance est configuré de façon à ce qu'une priorité soit établie pour chacun des systèmes d'une pluralité de systèmes d'alimentation électrique répartie connectés à un réseau électrique. De plus, la sortie de chacun des systèmes de la pluralité de systèmes d'alimentation électrique répartie est restreinte de façon à ce que la sortie totale de la pluralité de systèmes d'alimentation électrique répartie ne dépasse pas une

valeur de seuil, c'est-à-dire que la sortie de la pluralité de systèmes d'alimentation électrique répartie est restreinte une par une, en partant d'un système d'alimentation électrique ayant une basse priorité jusqu'à la réalisation d'un état tel que la sortie totale ne dépasse pas la valeur de seuil.

La demande Internationale WO 2009060321 décrit une solution de gestion d'un réseau électrique en contrôlant les prises de courant individuelles par rapport à un lieu.

Les points de vente sont affectés chacun un niveau de priorité et lorsque la gestion est nécessaire, le système fonctionne pour activer / désactiver les sorties en changeant le niveau de priorité. Dans un mode de réalisation, certains dispositifs ou certains points de vente dans une chaîne de points de vente, restent actifs sous le contrôle de l'alimentation auxiliaire, même lorsque la sortie est désactivée.

Le modèle d'utilité chinois CN 203352226 se rapporte à un dispositif de charge de commande de commutation à plusieurs étages solaire qui comprend un détecteur de sortie de la cellule solaire, un dispositif de commande de commutation à plusieurs étages, une pluralité de groupes de commande de charge et de la batterie de stockage solaires.

L'extrémité d'entrée du détecteur de sortie de la cellule solaire est reliée à l'extrémité de sortie d'une batterie solaire

L'extrémité de sortie du détecteur de sortie de la cellule solaire est reliée à l'extrémité de sortie de l'unité de commande de commutation à plusieurs étages et commande le fonctionnement de la pluralité de groupes de commande de charge et de la batterie de stockage solaire.

Le chargement à plusieurs étages par le dispositif de commande de commutation solaire du modèle d'utilité peut efficacement réduire la consommation globale d'énergie du système à production d'énergie solaire photovoltaïque, peut améliorer l'efficacité et peut prolonger la durée de vie du système solaire

de production d'énergie photovoltaïque.

Le modèle d'utilité CN 203205969 concerne une alimentation multi-énergies et multi-mode sans coupure basée sur un bus CAN et fournit l'alimentation de secours qui peut réaliser le partage d'informations entre les modules, soutient le branchement à chaud et est facile à l'expansion du système.

L'alimentation multi-énergies et multi-mode non interruptible sur la base du bus CAN est caractérisée en ce que l'alimentation électrique est composée d'un module de contrôle intelligent, un module d'affichage, un module de charge, un groupe d'accumulateurs, un module d'inversion, un module solaire de conversion d'énergie, un module de conversion d'énergie éolienne, un module de détection de signal et un dispositif de commutation rapide.

Tous les modules sont commandés d'un seul tenant.

Un réseau de communication est constitué au moyen d'un bus CAN. Le module de contrôle intelligent est l'unité de commande principale et représente la plus haute priorité.

Le partage d'informations de tous les modules, la coordination et la gestion uniforme sont réalisées.

La structure du système basée sur le bus CAN peut adopter la forme d'une connexion à chaud consistant à ajouter ou à réduire les modules du système. Un utilisateur effectue l'extension du système en fonction de la situation géographique et la sélection de la demande respective. Un module de secours peut être ajouté à un module de base.

Inconvénients des solutions de l'art antérieur

Les différentes solutions de l'art antérieur sont figées et ne s'adaptent pas aux évolutions des charges et des sources d'énergie. Elles se limitent généralement à activer ou désactiver certaines charges.

Solution apportée par l'invention

Le but de la présente invention est de remédier à cet inconvénient en permettant une rationalisation de la consommation et une grande flexibilité du module électrique.

A cet effet, le module électrique selon l'invention
5 comporte au moins une source d'énergie autonome et renouvelable, non reliée à un réseau électrique, et une pluralité de sorties pour l'alimentation de charges électriques extérieures et optionnellement au moins une charge électrique interne. Il
10 comporte en outre un circuit électronique pour le pilotage de chacune desdites sorties en fonction d'une loi de priorité prédéterminée, ladite loi de priorité étant une fonction de la nature instantanée desdites charges, de l'état instantané de ladite source d'énergie et de paramètres de priorisation
prédéterminés.

15

Avantageusement, ledit module comprend au moins une cellule photovoltaïque associée à un circuit électronique de limitation du courant.

20

De préférence, ledit module comprend en outre au moins un moyen électrique de stockage réversible d'énergie.

25

Selon une variante, ledit module comprend une pluralité de moyens électriques de stockage réversible d'énergie, de natures
différentes.

30

Selon une autre variante, il comporte un circuit électrique de caractérisation de chacune des charges raccordée à
chacune desdites sorties.

35

Selon un mode de réalisation particulier, le module comporte un circuit électrique de caractérisation de chacune des charges raccordée à chacune desdites sorties, par exemple par l'analyse de sa signature électrique et des micro-perturbations se
produisant lors de son activation.

Selon une variante, ladite loi de commande est en outre fonction d'une séquence temporelle.

5 Selon une autre variante, ladite loi de commande est en outre fonction d'un événement extérieur.

Selon une autre variante, ladite loi de commande est en outre fonction de la nature des batteries et du profil de charge.

10

Selon un mode de réalisation avantageux, ladite loi de commande est en outre fonction de l'irradiance solaire.

15 De préférence, le module comporte en outre un moyen de stockage tampon d'énergie (Peltier inverse, volant d'inertie,...).

Selon une autre variante avantageuse, le module comporte des moyens de limitation de la consommation cumulée pour préserver une réserve d'énergie.

20

Principe de l'invention et description de modes non limitatifs

25 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit se référant à la figure annexée correspondant à un exemple non limitatif de réalisation d'un module selon l'invention.

30 Le module intègre un ensemble de cellules photovoltaïques (1) et un ensemble de batteries (2). Un circuit électronique régulateur de charge (3) commande le courant transmis par les cellules photovoltaïques (1) à la batterie (2) d'une part, et à un circuit répartiteur de charge (4) d'autre part.

35 Ce circuit répartiteur de charge (4) commande les sorties (10 à 14) selon des règles de priorité exposées ci-après, et prenant en compte notamment l'état de charge de l'ensemble de batteries (2) d'une part et du niveau instantané d'irradiance

solaire d'autre part, ainsi que la nature des charges raccordées aux sorties (10 à 14).

Le principe de l'invention réside dans le procédé de pilotage par priorité de l'énergie d'un module électrique autonome pour alimenter une ou plusieurs charges, qu'elles soient principales ou secondaires, pour garantir une disponibilité de service de fourniture d'énergie sans interruption.

Selon une première variante, le procédé gère son niveau de priorité à partir des valeurs maximum de quatre niveaux :

- 10 - Stockage : énergie disponible dans la batterie (capacité)
- Production : énergie produite quotidiennement (puissance crête)
- Consommation : puissance appelée par la ou les charges principales et/ou secondaires, définition des ordres de
- 15 priorité, profil de consommation (courbe(s) de référence) à partir de l'autonomie désirée et du choix de consommer en jour et/ou en nuit en fonction du type de charge principale ou secondaire.
- Un critère de coût (Qualifié en \$/Wh ou \$/min ou \$.m²/W) du
- 20 service

Selon une seconde variante, le critère de coût du service peut être évalué à partir d'au moins un des facteurs suivants :

- 25 - Du type de charge : principale(s) ou secondaire(s)
- De l'impact environnemental (CO₂) :
 - De la ou les charges qu'elles soient principales ou secondaires (tarif baissé sur des applications qui ont une empreinte écologique forte)
 - 30 ▪ Du module électrique en tant que tel (fonction de sa durée de vie, recyclabilité, ...)
- Des aspects sociaux et éthiques :
 - De la ou les charges qu'elles soient principales ou secondaires (tarif abaissé sur des applications qui
 - 35 contribuent indirectement à améliorer des conditions de

vie, de travail, création d'emplois, développement économique,...)

- Du module électrique en tant que tel (fonction de sa durée de vie, recyclabilité, ...)

- 5 - Du TCO (Total Cost of Ownership) du module électrique et de ses charges principales et/ou secondaires
- De l'irradiance solaire estimée (coût pour l'utilisateur plus cher lors de périodes à faible irradiance et inversement sur une journée à forte irradiance).

10

Selon un mode de réalisation particulier, lesdites charges principales et secondaires peuvent être alimentées directement par cellules photovoltaïques quelle que soit l'irradiance solaire prévue. Dans ce cas, ce mode peut se

15 déclencher selon les deux situations de vie suivantes :

- Batterie pleine (déclenchement automatique en plein jour) : Détection de fin de charge de ladite batterie détectée avant la fin du jour
- Batterie non pleine : Résultats d'une analyse de tendance de l'irradiance solaire à partir du de la variation du taux de charge horaire (%/h) calculé sur une durée de jour, sur un nombre de jours précédents prédéfini. Selon le signe de cette variation (positive ou négative), sa valeur absolue, ainsi que la valeur de l'état de charge en début de jour, une

25

autorisation partielle ou totale de ce mode pourra être déclenchée.

Dans cette situation de vie, la consommation s'arrête à la détection de la nuit réalisée à partir d'une tension seuil du module photovoltaïque ou d'une variation (positive ou négative)

30

d'une tension différentielle souvent mesurée sur la ligne négative du module photovoltaïque.

De préférence, le procédé de pilotage intègre la notion de valorisation de l'énergie perdue par un ou plusieurs modes de

35

réalisation de la carte électronique pilotant l'énergie entre

lesdites cellules photovoltaïques, lesdits éléments de batterie et ladite charge principale. La valorisation de cette énergie pourra permettre d'alimenter une ou plusieurs charges secondaires, dont le service/fonctionnement ne doit pas être interrompu. En outre, 5 la valorisation de l'énergie pourra permettre d'alimenter un système de refroidissement d'une ou plusieurs batteries pour assurer la sécurité et éviter tout risque d'emballlement thermique sur les technologies de stockage comme le lithium.

10 Selon une troisième variante, une charge secondaire peut être caractérisée en ce qu'elle concerne sous la forme d'une solution de refroidissement actif pour permettre de préserver la durée de vie du module électrique.

15 Selon une quatrième variante, le stockage de l'énergie produite peut être caractérisé en ce qu'il concerne en plusieurs réservoirs indépendants les uns des autres (batteries et/ou autres technologies de stockage de type batterie à hydrogène) dont la priorisation des modes de charge et de décharge est gérée en 20 fonction :

- du type de charges installées sur le module,
- d'une séquence temporelle prédéfinie en usine,
- d'un évènement ou d'un comportement issu du mode opérationnel,
- Du type de technologie de batterie dont la durée de vie et les 25 performances en conditions opérationnelles peuvent différer (supercapacité : charge décharge rapides mais faible capacité, batterie à hydrogène...).

30 Grâce à la duplication des zones de stockage de l'énergie dans le module, cette configuration présente deux avantages principaux :

- une meilleure capacité du module à rester fonctionnel lors d'une éventuelle défaillance de l'un desdits réservoirs : les 35 autres réservoirs prendront le relais pour assurer un service

minimal du produit

5 - la possibilité de préserver dans l'un des réservoirs l'énergie suffisante pour activer des actions prioritaires lors d'une quelconque défaillance : diagnostic de panne et alerte en local ou déclenchement à distance d'une procédure de maintenance. Ainsi l'impact sur la fourniture d'énergie sera limité.

Exemple non limitatif de valorisation de l'énergie

10

Dans un système photovoltaïque tel que défini par le module électrique, un mode de réalisation de la carte électronique réside dans la limitation du courant délivré par le module photovoltaïque lorsque la batterie est pleinement chargée.

15

Ce mode est appelé par l'homme du métier, charge d'entretien ou charge d'équilibrage. Ce mode a du sens lorsque plusieurs accumulateurs sont reliés entre eux en série pour former le module batterie. Dans ce cas, la capacité du module batterie aura la capacité de l'accumulateur la plus faible. Pour pallier à cette dispersion technologique native de chaque élément (capacité et résistance interne sous polarisation), le mode de charge d'entretien permet, à partir d'un très faible niveau de courant, de rééquilibrer les accumulateurs entre eux pour offrir l'assurance d'avoir 100% d'énergie (état de charge - SOC - de 20 100%) dans le module batterie.

25

L'utilisation de ce mode impose de limiter fortement le courant délivré par la source photovoltaïque, ce qui provoque des pertes électriques très importantes perdues inutilement par effet Joule. Dans le contexte de ce mode, l'idée est double :

30

- Soit réaliser une limitation de courant à partir de l'alimentation de la charge secondaire. Ainsi, le bilan de puissance électrique peut se représenter sous la forme donnée par l'équation 1.

$$P_{totale} = P_{CS} + P_{LC}$$

35

P_{totale} : Puissance électrique totale (W)

P_{cs} : Puissance électrique appelée par la charge secondaire (W)

P_{Lc} : Puissance électrique appelée par le limiteur de courant (W)

5 La charge secondaire peut être une charge de solution active de refroidissement de la batterie ou un module externe comme explicité dans le domaine de l'invention.

10 - Soit utiliser deux matériaux différents en créant, à partir du gradient de température entre la température ambiante (partie « froide ») et la chaleur dissipée par effet Joule sur le limiteur (« partie chaude »), un effet thermionique pour alimenter une charge secondaire.

Revendications

1 - Module électrique comportant au moins une source d'énergie autonome et renouvelable, non relié à un réseau électrique, et une pluralité de sorties (10 à 14) pour l'alimentation de charges électriques extérieures et optionnellement au moins une charge électrique interne

caractérisé en ce qu'il comporte un circuit électronique (4) pour le pilotage de chacune desdites sorties (10 à 14) en fonction d'une loi de priorité prédéterminée, ladite loi de priorité étant une fonction de la nature instantanée desdites la charges raccordées aux sorties (10 à 14), de l'état instantané de ladite source d'énergie (1, 2) et de paramètres de priorisation prédéterminés.

2 - Module électrique selon la revendication principale caractérisé en ce que ledit module comprend au moins une cellule photovoltaïque (1) associée à un circuit électronique de commande (4).

3 - Module électrique selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que ledit module comprend en outre au moins un moyen électrique de stockage réversible d'énergie (2).

4 - Module électrique selon la revendication 3 caractérisé en ce que ledit module comprend une pluralité de moyens électriques de stockage réversible d'énergie, de natures différentes.

5 - Module électrique selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte un circuit électrique de caractérisation de chacune des charges raccordée à chacune desdites sorties.

6 - Module électrique selon l'une au moins des

revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte un circuit électronique de caractérisation de chacune des charges raccordée à chacune desdites sorties.

7 - Module électrique selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que ladite loi de commande est en outre fonction d'une séquence temporelle.

8 - Module électrique selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que ladite loi de commande est en outre fonction d'un événement extérieur.

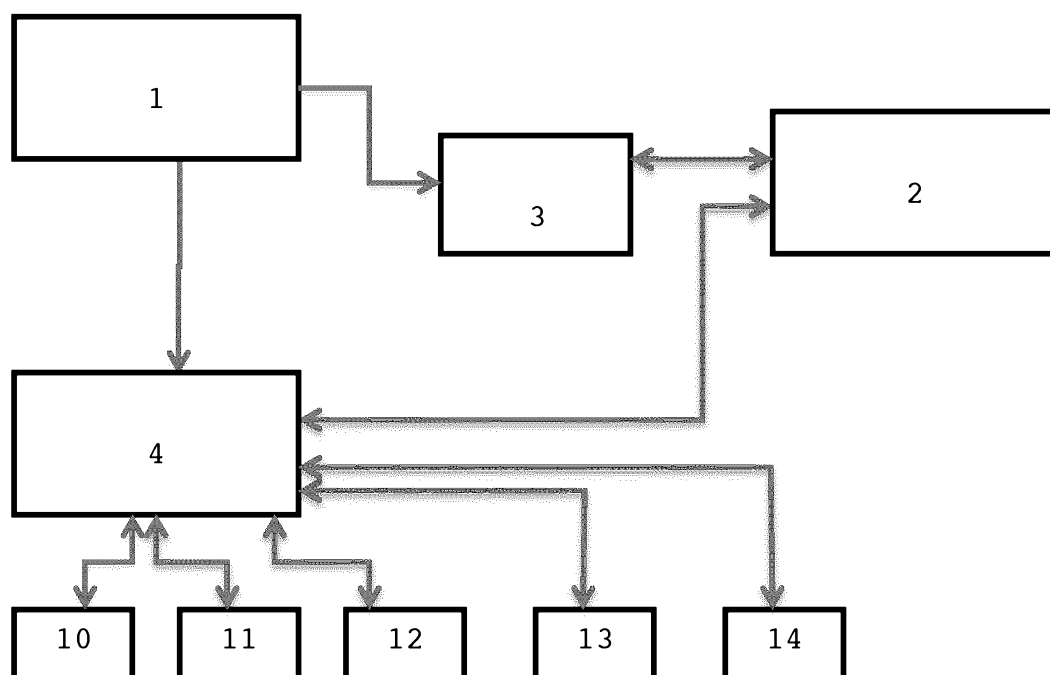
9 - Module électrique selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que ladite loi de commande est en outre fonction de la nature des batteries et du profil de charge.

10 - Module électrique selon l'une au moins des revendications 2 à 9 caractérisé en ce que ladite loi de commande est en outre fonction de l'irradiance solaire.

11 - Module électrique selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte en outre un moyen de stockage tampon d'énergie.

12 - Module électrique selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de limitation de la consommation cumulée pour préserver une réserve d'énergie.

Fig. 1



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 2013/147272 A1 (JOHNSON SHANE [US] ET AL)
13 juin 2013 (2013-06-13)

US 2013/162037 A1 (KIM MIN-GYUNG [KR] ET AL)
27 juin 2013 (2013-06-27)

US 2013/253719 A1 (KUBOTA KAZUTO [JP] ET AL)
26 septembre 2013 (2013-09-26)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT