

ROYAUME DU MAROC  
-----  
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE (19)  
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE  
-----



المملكة المغربية  
-----  
المكتب المغربي  
للملكية الصناعية والتجارية  
-----

## (12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 28648 B1** (51) Cl. internationale : **C02F 1/44**

(43) Date de publication :  
**01.06.2007**

---

(21) N° Dépôt :  
**29509**

(22) Date de Dépôt :  
**04.12.2006**

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :  
**PCT/ES2004/000568 21.12.2004**

(71) Demandeur(s) :  
**INSTITUTO TECNOLOGICO DE CANARIAS, S.A., PLAZA SIXTO MACHADO N° 3 E-38009 SANTA CRUZ DE TENERIFE (ES)**

(72) Inventeur(s) :  
**PIERNAVIEJA IZQUIERDO, Gonzalo ; ESPINO DOMÍNGUEZ, Tomás ; PEÑATE SUAREZ, Baltasar ; HENRÍQUEZ ÁLAMO, Daniel**

(74) Mandataire :  
**ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**

---

(54) Titre : **SYSTEME DE DESALINISATION PAR OSMOSE INVERSE ALIMENTE PAR ENERGIE SOLAIRE**

(57) Abrégé : Système de désalinisation par osmose inverse alimenté par énergie solaire, destiné à transformer l'eau de mer en eau potable, qui utilise l'énergie obtenue au moyen d'un système solaire photovoltaïque, et qui permet d'allonger la durée de vie des membranes d'osmose inverse, par l'adaptation automatiquement de la durée de fonctionnement de l'installation au niveau de radiation solaire disponible à l'emplacement de l'installation et par l'exercice d'un contrôle sur les cycles de chargement-déchargement des batteries intervenant dans le système solaire photovoltaïque, comprenant un circuit de nettoyage, dans lequel intervient une pompe de nettoyage (9), qui retire l'eau saline des tubes des membranes du module (7) d'osmose inverse à la fin de chaque journée, et qui prévoit en outre un automate de contrôle destiné à gérer les processus de mise en marche et d'arrêt de l'installation.

**RÉSUMÉ**

5           Système de désalinisation par osmose inverse alimenté par énergie solaire, destiné à transformer l'eau de mer en eau potable, qui utilise l'énergie obtenue au moyen d'un système solaire photovoltaïque, et qui permet d'allonger la durée de vie des membranes d'osmose inverse, par l'adaptation automatiquement de la durée de fonctionnement de l'installation au niveau de radiation solaire disponible à l'emplacement de l'installation et par l'exercice d'un contrôle sur les cycles de chargement-déchargement des batteries intervenant dans le système solaire photovoltaïque, 10           comprenant un circuit de nettoyage, dans lequel intervient une pompe de nettoyage (9), qui retire l'eau saline des tubes des membranes du module (7) d'osmose inverse à la fin de chaque journée, et qui prévoit en outre un automate de contrôle destiné à gérer les processus de mise en marche et d'arrêt de l'installation.

**SYSTÈME DE DÉSALINISATION PAR OSMOSE INVERSE ALIMENTÉ PAR ÉNERGIE****SOLAIRE****DESCRIPTION****OBJET DE L'INVENTION**

5 La présente invention se rapporte à un nouveau système de désalination de l'eau de mer à petite échelle, pour la transformer en eau potable, basé sur un processus osmotique, concrètement sur un processus d'osmose inverse, à travers de membranes, qui utilise l'énergie obtenue au moyen d'un système solaire photovoltaïque.

L'objet de l'invention consiste à tirer le maximum de profit de l'énergie solaire disponible, et à allonger considérablement la durée de vie des membranes d'osmose inverse, par l'adaptation automatique de la durée de fonctionnement de l'installation au niveau de radiation solaire disponible à l'emplacement de l'installation et par l'exercice d'un contrôle sur les cycles de chargement-déchargement des batteries utilisées dans le système solaire photovoltaïque.

15 L'invention est particulièrement adaptée aux endroits où l'eau potable fait défaut, le long des côtes, dépourvus de réseau électrique conventionnel et dotés d'un bon ensoleillement.

**ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE**

20 L'alimentation en eau potable représente un problème prioritaire dans de nombreux pays, en particulier dans les zones côtières, où les ressources aquifères sont limitées voire inexploitable en raison du fait qu'elles sont salinisées par la filtration de l'eau de mer, ainsi qu'à cause de la pratique intensive de l'irrigation agricole, de sorte que dans ces endroits-là, une solution, au moins partielle, consiste à désaliner l'eau saumâtre ou l'eau de mer.

25 Dans les zones mentionnées l'existence de source d'eau de ce type est fréquente, ou bien de l'eau saumâtre présentant des taux de salinité situés entre 1 000 et 15 000 mg/l ou bien de l'eau de mer présentant des taux compris entre 35 000 et 45 000 mg/l, et il est également fréquent que, dans ces zones, les conditions climatiques soient favorables à l'utilisation des sources d'énergies renouvelables.

30 Il existe différentes technologies de désalination permettant l'utilisation des énergies renouvelables pour obtenir de l'eau potable, telles que l'osmose inverse ou l'électrodialyse qui peuvent être associées à des systèmes éoliens, photovoltaïques, etc.

L'osmose inverse alimentée par système photovoltaïque se présente comme une solution prometteuse pour obtenir à petite échelle de l'eau potable à partir de l'eau salée.

35 L'un des problèmes fondamentaux qui se présentaient avec les premiers

modèles conçus pour désaliniser par osmose inverse alimentée par énergie solaire photovoltaïque, était leur forte consommation en énergie, de même que la détérioration excessivement précoce des membranes d'osmose, principalement en raison du fonctionnement discontinu de ce type d'installation, du fait qu'elles fonctionnent  
5 uniquement une partie de la journée.

### **DESCRIPTION DE L'INVENTION**

Le système de désalinisation que propose cette invention résout de façon tout à fait satisfaisante la problématique exposée ci-dessus, en s'appuyant sur l'utilisation d'un circuit hydraulique spécifique à ce type d'équipement de désalinisation, qui comprend un  
10 circuit de "flushing" chargé d'éliminer l'eau saline des tubes des membranes à chaque arrêt avec de l'eau produit, ce qui permet d'allonger de manière considérable la durée de vie desdites membranes.

Pour répondre à d'autres caractéristiques de l'invention, l'on a prévu d'incorporer au système un automate de contrôle destiné à gérer le processus de mise en marche et  
15 d'arrêt de l'installation, ce qui permet d'optimiser l'énergie solaire produite afin de couvrir la consommation spécifique de l'équipement de désalinisation, 5 – 6kWh/m<sup>3</sup> d'eau désalinisée, ce qui, avec une définition plus exacte de la capacité de la batterie utilisée par le système, permet de réduire la banque de batteries nécessaire au fonctionnement de l'installation.

L'incorporation dudit automate au circuit de contrôle permet de simplifier le tableau électrique et de conférer une plus grande fiabilité au système de contrôle et de  
20 prise de données.

En complément, un programme de contrôle permet d'adapter la durée de fonctionnement de l'installation au niveau de radiation solaire disponible à l'emplacement  
25 de l'installation, qui permet par la même occasion de contrôler les cycles de chargement-déchargement des batteries.

### **DESCRIPTION DES DESSINS**

Pour compléter la présente description et dans l'objectif de faciliter la compréhension des caractéristiques de l'invention, conformément à un exemple de mise  
30 en oeuvre préférentielle de celle-ci, est joint comme partie intégrante de ladite description, un ensemble de dessins de caractère illustratif non restrictif, où a été représenté un schéma fonctionnel correspondant à un système de désalinisation de l'eau de mer par osmose inverse alimenté par énergie solaire photovoltaïque, réalisé conformément à l'objet de la présente invention.

35 **MISE EN OEUVRE PRÉFÉRENTIELLE DE L'INVENTION**

Dans le schéma fonctionnel de la figure illustrée, la pompe d'arrivée, référencée sous le numéro (1), à travers la prise (2), pompe l'eau de la mer ou de n'importe quelle source d'eau saumâtre et l'envoie vers l'équipement de désalinisation à travers une conduction (3).

5 En fonction du matériel disponible dans chaque cas, cette pompe d'arrivée (1) peut être alimentée par le réseau d'alimentation électrique (4) de la zone d'implantation de la pompe, ou bien par l'énergie fournie par un équipement solaire photovoltaïque (5) de production d'énergie électrique.

10 L'eau fournie par la pompe d'arrivée (1) passe à travers une unité de filtration (6), d'une taille de 20 et de 5 microns dans le cas de l'unité testée, et est envoyée vers le module (7) d'osmose inverse, à l'aide d'une pompe (8) à haute pression, alimentée par le générateur solaire photovoltaïque (5).

Pendant les périodes où l'équipement de désalinisation ne fonctionne pas, une pompe de nettoyage (9) retire l'eau saline des membranes du module d'osmose inverse (7) avec de l'eau produit, et laisse les membranes tremper dans de l'eau faiblement salée jusqu'au lendemain pour une nouvelle utilisation de l'installation. Le système de nettoyage peut également servir à ajouter dans le circuit des additifs chimiques dans le cadre des opérations régulières d'entretien ainsi qu'au nettoyage chimique régulier des membranes.

20 Le système testé est alimenté par un champ photovoltaïque de 4,8 kWp composé de 64 modules A-75 de 75Wp, une banque d'accumulateurs composée de 24 verres de 2 volts de 400 Ah C100 (qui se déchargent en 100 heures), un régulateur de 75 A, un inverseur de 4,5 kW et par des éléments de protection, de sorte à ce que le système fonctionne à une tension nominale continue de 48 V transformée par l'inverseur en courant continu de 220 V pour l'adapter à la tension de fonctionnement de l'installation.

Pour sa part, la pompe d'arrivée (1) possède une pression de sortie d'approximativement  $3 \text{ Kg/cm}^2$ , un débit de  $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$  et une puissance de 1 kW.

30 Dans l'installation, la pompe à haute pression (8) possède une pression de travail de  $50$  à  $60 \text{ Kg/cm}^2$  pour un débit de  $1 \text{ m}^3/\text{h}$ . La puissance consommée varie entre 2 et 2,2 kW selon que l'on travaille à respectivement 55 ou 60 bars.

La pompe de nettoyage (9) possède une puissance de 0,75 kW, pour un débit maximum de  $8 \text{ m}^3/\text{h}$ .

35 Pour sa part, le module (7) d'osmose inverse est constitué de 12 membranes enroulées en spirale, d'un diamètre de 2,5".

Avec tous ces éléments, l'installation, au niveau de la sortie (10), possède une production nominale de 400 L/h (57 bars – conversion de 42%), ce qui donne une moyenne de 3 m<sup>3</sup>/d pendant 365 jours de l'année avec une qualité de produit qui se situe entre 400 et 450 ppm (en considérant une moyenne annuelle de 7-8 heures de fonctionnement quotidien) .

Comme indiqué plus haut, le circuit du dessin est contrôlé par un automate, ce qui nécessite une capacité de batterie minimum optimisée, obtenue par une adaptation maximum de la consommation au niveau de radiation disponible. Les batteries ou accumulateurs ne font pas seulement office de stabilisateurs de la tension continue à l'entrée de l'inverseur, mais ils permettent également de tirer profit de la radiation superflue en milieu de journée, heures pendant lesquelles l'énergie fournie par le système photovoltaïque est supérieure à l'énergie consommée par l'installation. Cette radiation superflue est ensuite utilisée pour faire fonctionner le système aux premières et dernières heures de la journée, au moment où le contraire se produit.

L'automate est à son tour contrôlé par un programme de contrôle que présente deux facteurs entièrement nouveaux pour ce type de processus : l'on est parvenu à adapter la durée de fonctionnement de l'installation au niveau de radiation solaire disponible à l'emplacement de l'installation, fait qui implique un fonctionnement quasiment nul du régulateur de chargement. Ceci implique que le rendement du système soit le maximum possible, dans la mesure où l'on évite les pertes produites pendant l'ouverture du système de régulation. Principalement, le programme de contrôle réalise tout au long de la journée des vérifications continues de la capacité réelle de la batterie. En fonction de ce facteur, le système de contrôle rallonge ou réduit le fonctionnement de l'installation, ce qui permet de tirer le maximum de profit de la radiation disponible. L'on parvient de cette façon à généraliser l'utilisation de ce type de système dans n'importe quel endroit, dans la mesure où c'est la radiation à ces endroits qui détermine la durée de fonctionnement de l'installation et par conséquent la quantité d'eau désalinisée obtenue. Il est possible de travailler, dans des conditions d'irradiation maximum, jusqu'à 12 heures en été et pendant un minimum de 3 heures en hiver, dans des conditions d'irradiation minimum pendant plusieurs jours consécutifs.

Sur un second plan, il convient d'indiquer en outre qu'il est possible d'exercer un contrôle sur les cycles de chargement-déchargement de la batterie.

**REVENDICATIONS**

- 1.- Système de désalinisation par osmose inverse alimenté par énergie solaire, associé à une installation solaire photovoltaïque, destiné à alimenter en électricité les pompes qui envoient de l'eau salée vers des modules d'osmose inverse, caractérisé en ce qu'il comprend un circuit de nettoyage, dans lequel intervient une pompe de nettoyage (9), chargée de retirer l'eau saline des tubes des membranes du module (7) d'osmose inverse à la fin de chaque journée, et qu'il prévoit en outre un automate de contrôle destiné à gérer les processus de mise en marche et d'arrêt de l'installation.
- 10
- 2.- Système de désalinisation par osmose inverse alimenté par énergie solaire, conformément à la revendication 1, caractérisé en ce que l'automate est assisté par un programme de contrôle et de prise de données qui adapte la durée de fonctionnement de l'installation au niveau de radiation solaire disponible à l'emplacement de l'installation, qui effectue tout au long de la journée des vérifications continues de la capacité réelle des batteries et qui exerce un contrôle sur les cycles de chargement-déchargement desdites batteries.
- 15

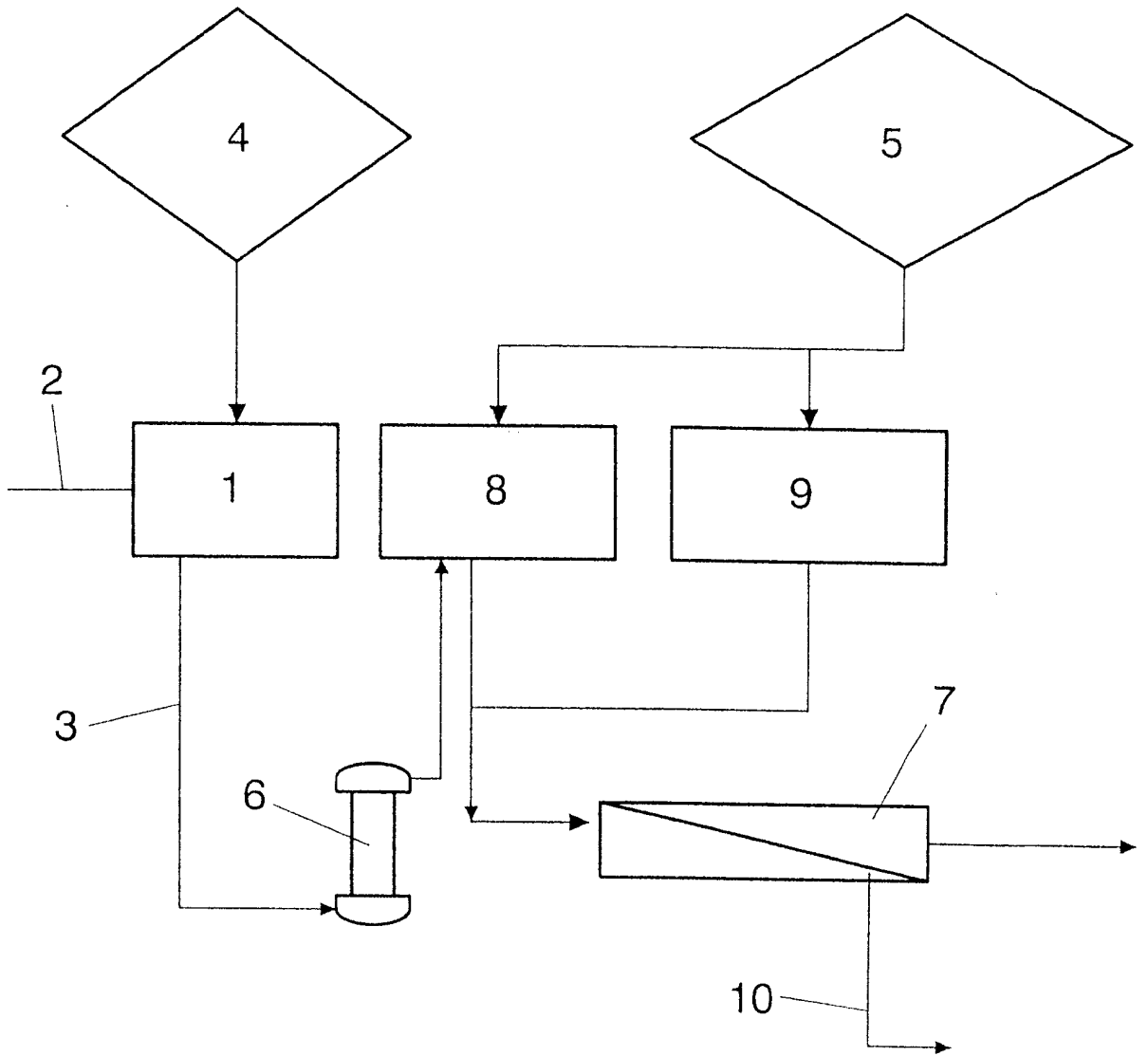


FIG.1