



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 37172 A1** (51) Cl. internationale : **F24J 2/54; F24J 2/38; F24J 2/10**
- (43) Date de publication : **29.02.2016**

-
- (21) N° Dépôt : **37172**
- (22) Date de Dépôt : **01.07.2014**
- (71) Demandeur(s) : **UNIVERSITE HASSAN 1ER SETTAT, COMPLEXE UNIVERSITAIRE, Km 3 ROUTE DE CASABLANCA BP.539 26000 SETTAT (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **BOUKDIR YOUSSEF ; EL OMARI HAMID ; LOUDADI MOUNIR**
- (74) Mandataire : **BOUKDIR YOUSSEF**

-
- (54) Titre : **champs de concentrations solaires à héliostats –adaptation à plusieurs applications : chauffage, solaire climatisation solaire, dessalement**
- (57) Abrégé : L'invention concerne un système de concentration solaire pour la production d'énergie thermique à l'aide d'une solution complète et autonome (autonome: fonctionnalité automatisée qui permet de collecter l'énergie solaire et de suivre le soleil toute l'année sans une intervention externe). Il s'agit d'un champ de concentrateurs solaire à héliostats de petites échelles (taille dc la surface d'un bâtiment). Cette invention exploite le principe de tracking solaire à deux axes et le principe de concentration solaire dans des petites applications tel que la satisfaction des besoins de l'eau chaude Sanitaire dans un bâtiment, l'extraction des huiles essentielles par distillation à la vapeur d'eau, le refroidissement solaire, séchoir solaire, générateur de vapeur etc.

2- Abrégé :

L'invention concerne un système de concentration solaire pour la production d'énergie thermique à l'aide d'une solution complète et autonome (autonome : fonctionnalité automatisée qui permet de collecter l'énergie solaire et de suivre le soleil toute l'année sans une intervention externe).

Il s'agit d'un champ de concentrateurs solaire à héliostats de petites échelles (taille de la surface d'un bâtiment). Cette invention exploite le principe de tracking solaire à deux axes et le principe de concentration solaire dans des petites applications tel que la satisfaction des besoins de l'eau chaude sanitaire dans un bâtiment, l'extraction des huiles essentielles par distillation à la vapeur d'eau, le refroidissement solaire, séchoir solaire, générateur de vapeur ... etc.

29 mai 2016

Champs de concentrateurs solaires à héliostats - Adaptation à plusieurs applications

1- Description

L'invention concerne un système de concentration solaire pour la production d'énergie thermique (figure 1) à l'aide d'une solution complète et autonome (autonome : fonctionnalité automatisée qui permet de collecter l'énergie solaire et de suivre le soleil toute l'année sans une intervention externe).

Il s'agit d'un système de suivi solaire à deux axes, il est utilisé dans un champ de concentration solaire à petite échelle (superficie d'un bâtiment) contenant des héliostats. Ce système permet de concentrer l'énergie solaire sur une cible fixe. Ce système est composé de deux parties principales : la partie soft et la partie hard. La première partie étant utilisée pour déterminer la position du soleil, elle permet aussi de générer le positionnement des héliostats en fonction de leurs coordonnées GPS. La partie hard, qui se divise en deux éléments : le système mécanique et la carte de commande. Cette carte permet de commander et de corriger la position du tracker, ainsi que l'optimisation du mouvement et de la consommation des moteurs orientant le tracker. Plusieurs applications à petite échelle sont fournies pour l'utilisation directe de ce concept; nous pouvons citer à titre d'exemple : le besoin d'eau chaude pour un Hammam traditionnel, les besoins de l'eau chaude sanitaire dans un bâtiment entier ou pour plusieurs familles, processus d'extraction des huiles essentielles par distillation à la vapeur d'eau, le refroidissement solaire, séchoir solaire, générateur de vapeur ... etc.

Le tracking dans un champ de concentration solaire, consiste à ce que chaque héliostat s'oriente dans deux sens de rotation afin de réfléchir les rayons lumineux en provenance du soleil sur une cible fixe. Pour suivre le mouvement du soleil, nous devons savoir à préalable sa position à chaque instant par rapport à chaque héliostat indépendante. Le système de suivi se compose de deux moteurs qui orientent à leurs tours un support doté de deux axes possédant deux degrés de liberté, ce qui permet de balayer tous les points de l'espace dans le but de suivre le soleil de son levé jusqu'à son couché.

Pour être en mesure de recueillir le maximum d'énergie solaire, le système utilisé tient compte d'une optimisation correctionnelle de l'ensemble des héliostats appliquée au système de poursuite solaire (tracker). Les coûts supplémentaires et la consommation d'énergie du système mécanique et les éléments constituant le système de suivi sont sensiblement compensés par l'augmentation des performances du système.

A. Description du système mécanique

Ce système mécanique représente le support des héliostats qui doivent suivre le soleil tout au long de la journée à l'aide de deux moteurs et suivant deux sens de rotation, et ceci par rapport à deux axes vertical et horizontal. La caractérisation de ce système se résume dans le fait qu'il permet l'orientation des héliostats avec un maximum de précision. Cette dernière caractéristique représente l'élément le plus essentiel pour une meilleure concentration.

L'axe vertical est inséré dans un motoréducteur qui est couplé à un moteur pour assurer la rotation selon cet axe. Sur l'extrémité supérieure de l'axe verticale se trouve fixé un roulement assurant la rotation du système selon l'axe horizontal. L'une des deux extrémités de l'axe horizontal est équipée d'un moteur permettant au miroir de tourner au tour de ce même axe.

B. La partie soft

Différents facteurs peuvent influencer l'efficacité optique des héliostats, comme l'effet d'ombrage et l'effet de blocage. Nous avons développé deux logiciels permettant d'assurer un travail préliminaire pour le choix d'un meilleur positionnement des héliostats selon le site d'exploitation. Le premier est conçu pour afficher les matrices d'efficacité; il permet de choisir la forme de la position des héliostats, l'évolution de la source solaire, les variations de puissance dans le récepteur (une donnée qui permet l'optimisation du champ solaire). En plus, ce logiciel offre à l'exploitant, selon la forme du site prévu pour le champ de concentration, trois types de disposition des héliostats : linéaire, circulaire, et circulaire quinconce (figure 5). Ce logiciel possède des champs de saisie où doivent être renseignés toutes les données nécessaires aux différents calculs d'optimisation. Ce premier logiciel génère l'énergie produite par chaque héliostat et l'énergie totale produite par chaque disposition.

Le deuxième logiciel a une double fonctionnalité, il permet de :

- Générer la position angulaire des héliostats;
- Assurer la supervision de l'ensemble de l'installation.

Tout en se basant sur les calculs mathématiques et l'analyse numérique mentionné ci-dessus, nous avons développé un algorithme qui permet de générer toutes les secondes la position du soleil par rapport à un observateur terrestre. Cet algorithme génère également la position de chaque héliostat. Ces résultats sont utilisés pour orienter chaque héliostat selon sa position de façon à assurer une meilleure réflexion de l'énergie solaire sur une cible fixe.

Ce logiciel possède aussi un champ de saisie, où doivent être renseignés les différents paramètres nécessaires pour faire le calcul selon les saisons, l'heure, la hauteur, les dimensions des héliostats, ... etc. Une fois ces paramètres sont introduits, le logiciel permet de générer la position du soleil et celle de chaque héliostat.

C. La partie commande:

Notre système de tracking se compose de trois parties essentielles :

- La partie soft ;
- La partie commande ;
- La partie support.

Comme cité précédemment, la partie soft représente l'algorithme qui calcul la position de chaque héliostat et la partie support représente le système mécanique supportant les héliostats.

Concernant la partie commande, c'est l'élément qui permet de faire la liaison entre la partie soft et la partie support. Elle se compose d'une carte électronique, qui communique avec l'ordinateur contenant le logiciel (interface utilisateur), via Bluetooth. Elle commande directement la rotation des deux moteurs pour orienter le tracker supportant l'héliostat vers la position correcte de réflexion des rayons solaires sur la cible.

C'est une carte à base de microcontrôleur, qui permet aussi de récupérer la position réelle du tracker et l'envoyer à l'ordinateur, via Bluetooth, afin de corriger la position comme déjà cité dans la partie soft.

La détermination de la position réelle du tracker s'effectue à l'aide d'une boussole numérique fixée sur le dos du miroir de chaque héliostat, ce qui génère les différentes positions de chaque héliostat. Ce système représente l'œil d'observation qui veille sur l'orientation correcte de chaque héliostat comme indiqué sur le schéma explicatif (*Schéma explicatif N°1*).

D. La cible:

La cible représente le point focal sur lequel se concentrent les rayons lumineux réfléchis par les héliostats (figure 3). Elle est composée de deux parties : le support et le conteneur. Le premier sert à supporter le conteneur qui représente le point focal. Il a une forme cylindrique fermée des deux côté et contenant un fluide caloporteur, où est plongé un serpentin à travers lequel circule le fluide qu'on désire chauffer et qui dépend de l'application souhaité.

3- Revendication

1. Le système de concentration solaire pour la production d'énergie thermique (figure 1) caractérisé en ce qu'il soit complètement autonome (fonctionnalité automatisée lui permettant de collecter l'énergie solaire et de suivre le soleil toute l'année sans aucune intervention externe). Ce système contient les éléments et les étapes suivantes :
 - Le champ de concentration solaire (figure 1), est équipé de plusieurs héliostats.
 - Les héliostats (figure 2) suivent le soleil toute la journée et réfléchissent les rayons solaires sur une cible fixe.
 - La cible fixe (figure 3) est utilisée pour collecter l'énergie thermique produite par la concentration des rayons solaires sur cette dernière.
 - L'exploitation de cette quantité d'énergie produite d'une manière directe ou indirecte dans des applications de petite et moyenne échelle.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque héliostat (figure 2) s'oriente selon deux axes de rotation afin de réfléchir les rayons lumineux en provenance du soleil sur une cible fixe (figure 3). Le système de tracking est composé de deux parties principales : la partie soft et la partie hard.
 - La partie soft (figure 4) se présente sous forme d'un algorithme permettant de déterminer la position du soleil à chaque instant, ainsi que celle de chaque héliostat du champs de concentration.
 - La partie hard permet de commander et de corriger la position du tracker, ainsi que l'optimisation du mouvement et de la consommation des moteurs orientant le tracker. Elle est composée d'une carte électronique de commande et d'un système mécanique de tracking.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le système mécanique (figure 2) représente le support des héliostats qui doivent suivre le soleil tout au long de la journée ; le suivi se fait à l'aide de deux moteurs et selon deux axes de rotation (vertical et horizontal).

4. Procédé selon la revendication 2 et 3, caractérisé en ce que l'axe vertical est inséré dans un motoréducteur qui est couplé à un moteur pour assurer la rotation selon cet axe. Sur l'extrémité supérieure de l'axe verticale se trouve fixé un roulement assurant la rotation du système selon l'axe horizontal. L'une des deux extrémités de l'axe horizontal est équipée d'un moteur permettant au miroir de tourner au tour de ce même axe.

5. Procédé selon les revendications 1 à 4, caractérisées en ce que la partie commande, qui est l'élément qui permet de faire la liaison entre la partie soft et la partie support. Elle se compose d'une carte électronique, qui communique avec l'ordinateur contenant le logiciel (interface utilisateur), via Bluetooth. Elle commande directement la rotation des deux moteurs pour orienter le tracker supportant l'héliostat vers la position correcte de réflexion des rayons solaires sur la cible.

6. Procédé selon les revendications 1 à 5, caractérisées en ce que la cible représente le point focal sur lequel se concentrent les rayons lumineux réfléchis par les héliostats (figure 2). Elle est composée de deux parties : le support (figure 3) et le conteneur (figure 6). Le premier sert à supporter le conteneur qui représente le point focal. Il a une forme cylindrique fermée des deux côtés et contenant un fluide caloporteur, où est plongé un serpentin (figure 6) à travers lequel circule le fluide qu'on désire chauffer et qui dépend de l'application souhaitée.

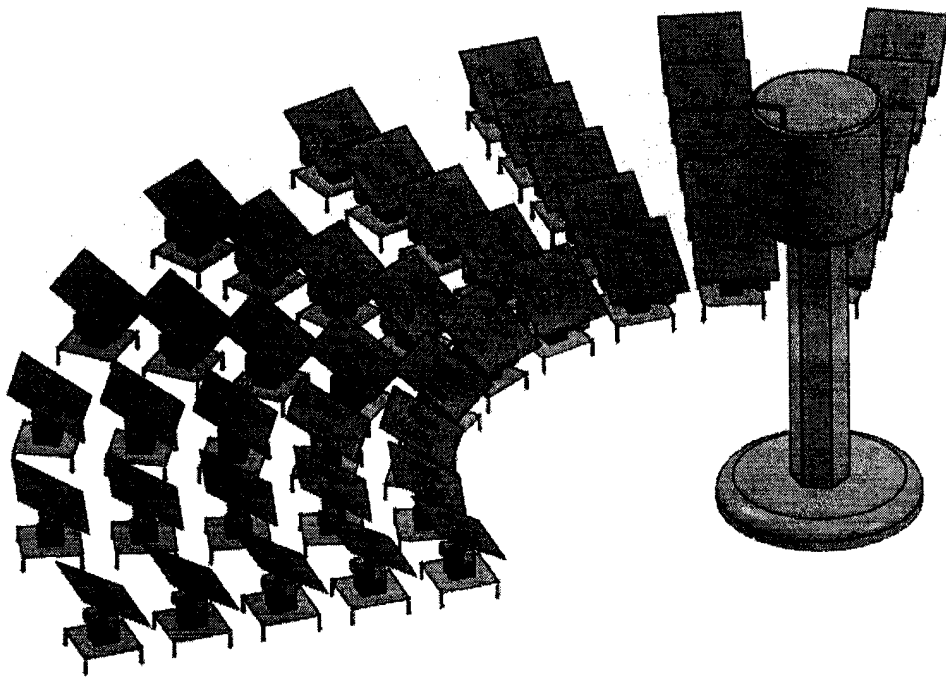


Figure 1. Le champ de concentrateurs solaires à héliostats

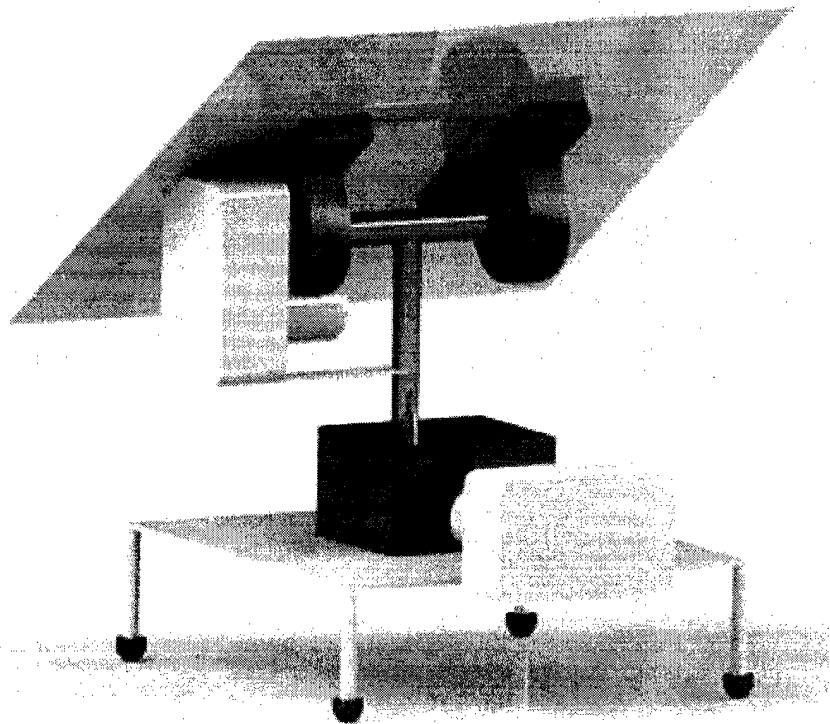


Figure 2. Le système mécanique

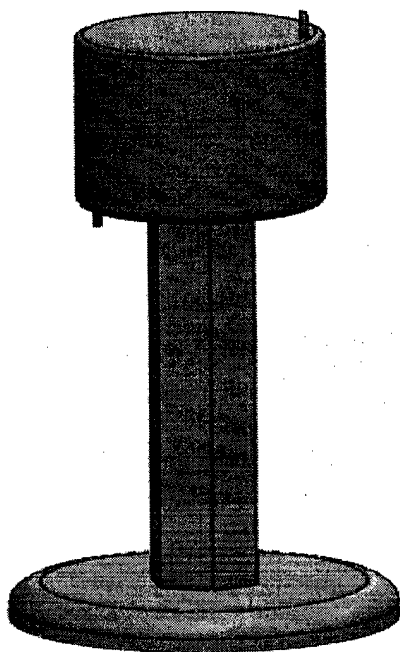


Figure 3. La cible

File Edit


New Tracker

RefTracker: H:

Latitude: h:

Longitude:

Angle face: Angle face H:



RefTracker	Latitude	Azimit	Azimit H	Elevation
Tracker1	-66.14824508...	-6.148245088...	3 1482450886...	2.1482450886...

Figure 4. Le deuxième logiciel

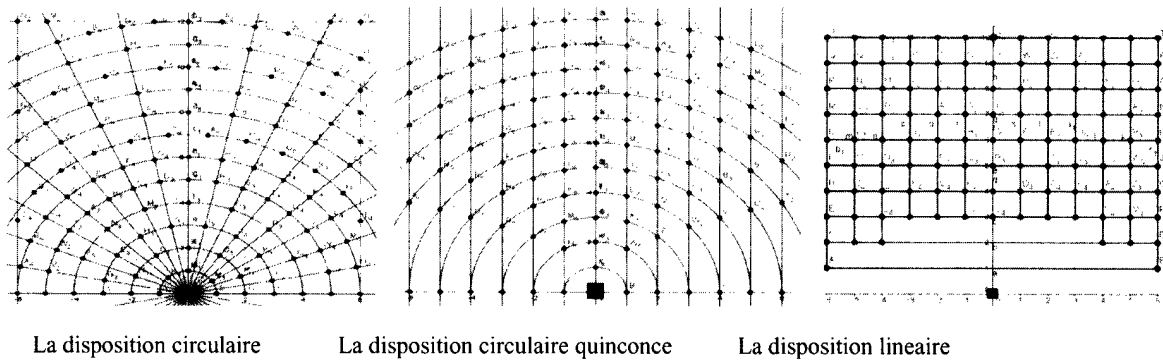


Figure 5. Les différentes dispositions

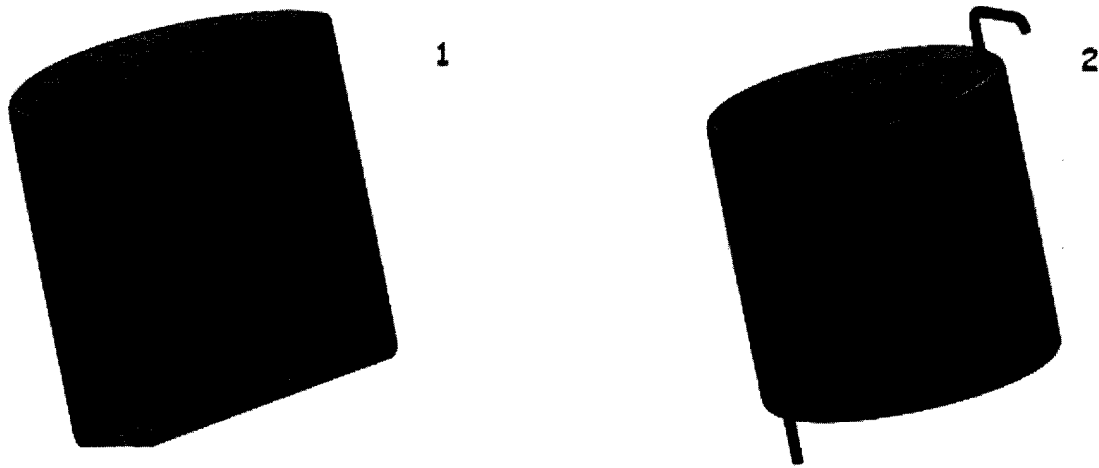


Figure 6. Le conteneur

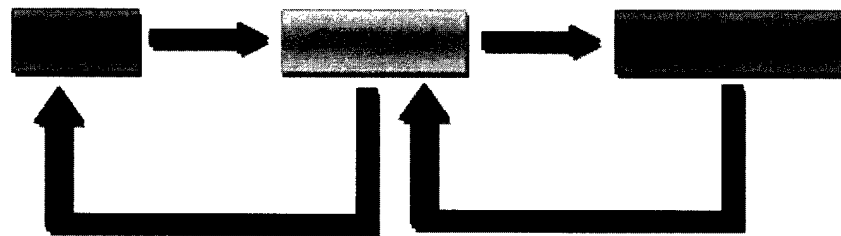


Schéma explicatif N°1

**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle)

Renseignements relatifs à la demande :

N° de la demande : 37172
Déposant : Université Hassan 1^{er} de Settat
Date de dépôt : 01/07/2014
Intitulé de l'invention : champs de concentrations solaires à héliostats –adaptation à plusieurs applications : chauffage, solaire climatisation solaire, dessalement

A- CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE SELON LA CIB :

CIB : F24J2/54 ; F24J 2/38 ; F24J 2/10

B- DOMAINE SUR LEQUEL LA RECHERCHE A PORTE :

Documentation consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

ECLA : F24J2/54 ; F24J 2/38 ; F24J 2/10

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche (nom de la base de données et, si cela est possible, termes de recherche utilisés) :EPOQUE, Espacenet,

C- DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS :

Catégorie	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X	US2011030672 ; SEEKTECH [US] ; 2011-02-10	1-6
X	WO2014025823 ; LOGOS TECHNOLOGIES [US] ; 13-02-2014	1-6
X	CN103135521 ; BRIGHTSOURCE INDUSTRY ISRAEL [IL] ; 2012-11-27	1-4
X	US2011240007; Black Swan Solarkubo Ticks Qbotix [US] ; 2011-05-27	1-4

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est



Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle ; citations et explication à l'appui de cette déclaration

1 - Déclaration :

Nouveauté (N)	Revendications : aucune Revendications : 1-6	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications : aucune Revendications : 1-6	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications : 1-6 Revendications : aucune	Oui Non

2 – Citations et explications :

Les pièces suivantes de la demande servent de fondement à l'examen:

- Description : 3 pages
- Revendications : 6
- Planche : 3 Pages

Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle ; citations à l'appui de cette déclaration il est fait référence aux documents suivants :

D1 : US2011030672 SEEKTECH [US] 2011-02-10 ;

1) Clarté :

1-1 Les revendications 1-4 ; 6 ne doivent pas se fonder sur des références à la description ou aux dessins, "sauf en cas d'absolue nécessité". En particulier, elles ne doivent normalement pas se fonder sur des références telles que : " figure 2... ". Il convient de noter seulement les repères dans les dessins.

1.2 Bien que les revendications 3 et 4 aient été rédigées en tant que revendications indépendantes distinctes, elles semblent avoir le même objet et ne différer les unes des autres que par la définition de l'objet pour lequel la protection est demandée et/ou par la terminologie utilisée pour définir les caractéristiques de cet objet. Par conséquent, ces revendications manquent de concision.

1.3 les revendications 2-6 ne satisfassent pas aux conditions de clarté, dans la mesure où l'objet pour lequel une protection est recherchée n'est pas clairement défini, en effet les caractéristiques énoncées concernant le procédé, ne servent plus à expliciter les étapes du procédé utilisée qu'à définir clairement le système de concentration solaire lui-même ,en termes de caractéristiques techniques spécifique à celui-ci d'où les limitations de la méthode que l'on entend définir par ces caractéristiques ne ressortent donc pas clairement de ces revendications qui .

Dans l'intérêt du demandeur et pour les raisons données ci-dessus, la phase de recherche a

2) Nouveauté et activité inventive :

Le document D1 divulgue un système autonome de concentration solaire pour la production d'énergie thermique comprenant (les références entre parenthèse s'appliquent à ce document):

- Un champ de concentration solaire équipé de plusieurs héliostats (104) ;
- Un système suiveur du soleil qui réfléchisse les rayons solaires à une cible fixe (figure 2);
- Un système d'orientation des chaque héliostat (vertical et horizontal) selon deux axes de rotation ;
- Un logiciel qui se présente sous forme d'un algorithme permettant de déterminer la position du soleil à chaque instant [figure 12] ;
- Un système de commande des deux axes de rotation horizontal et vertical (2327 ; 2329) ;
- Des panneaux photovoltaïques (2218) et des batteries (2222) pour le stockage de l'énergie électrique nécessaire pour le fonctionnement du système suiveur de soleil ;
- Un circuit électronique pour le commande et la correction de la position des héliostats ainsi pour l'optimisation du mouvement et de consommation des moteurs [figure 23].
- Une carte électronique qui communique avec l'interface utilisateur via Bluetooth [page 23 paragraphe 43, figure 9].
- Un point focal sur lequel se concentrent les rayons solaires composé de deux parties : le support (59) et un conteneur cylindrique (58) qui contient un fluide caloporteur.

D'où l'objet des revendications 1-6 n'est pas nouveau au sens de l'article 26 et n'implique pas une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13

3) Possibilité d'application industrielle (PAI) :

L'objet de la présente invention présente une utilité spécifique, substantielle et crédible.

Examineur :

FERHANE Mohamed amine

Date d'établissement du rapport : 19/12/2015

Email : ferhane@ompic.org.ma

TEL : 05 22 58 64 14

