

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :
MA 46810 B1

(51) Cl. internationale :
H02S 20/32

(43) Date de publication :
31.05.2021

(21) N° Dépôt :
46810

(22) Date de Dépôt :
03.09.2019

(71) Demandeur(s) :
Université Mohammed V - RABAT, Avenue des Nations Unies, Agdal, bp 8007 NU, Rabat, 10000, Maroc (MA)

(72) Inventeur(s) :
EZZAKI Ayoub ; EL BELKACEMI Mourad ; BOUOULID IDRISSE Badr ; MASMOUDI Lhoussaine

(74) Mandataire :
Kartit Zaid

(54) Titre : **Un système de suiveur solaire et détecteur de l'état de la surface de panneau basé sur la vision omnidirectionnelle**

(57) Abrégé : Cette invention propose un système et un procédé dédié à la production d'énergie solaire photovoltaïque utilisant un capteur de vision omnidirectionnelle. Ce capteur permet l'acquisition d'une image omnidirectionnelle qui est analysée et quantifiée pour détecter simultanément, en temps réel, la position du soleil et l'état de la surface du panneau.

Abrégé

Cette invention propose un système et un procédé dédié à la production d'énergie solaire photovoltaïque utilisant un capteur de vision omnidirectionnelle. Ce capteur permet l'acquisition d'une image omnidirectionnelle qui est analysée et quantifiée pour détecter simultanément, en temps réel, la position du soleil et l'état de la surface du panneau.

Titre : Un système de suiveur solaire et détecteur de l'état de la surface de panneau basé sur la vision omnidirectionnelle

Description

La présente invention propose un système dédié à la production d'énergie solaire photovoltaïque utilisant la vision omnidirectionnelle.

Les panneaux photovoltaïques fixes sont orientés pour maximiser la production d'énergie solaire pour une plage horaire et une période de l'année bien déterminée.

De plus, le rendement de ces panneaux est affecté par le dépôt de différents types de salissant sur leur surface (poussière, déjections des oiseaux..) si celles-ci ne sont pas détectées et nettoyés au bon moment. Un procédé de détection et de nettoyage s'avère nécessaire.

Il est connu de l'état de la technique un dispositif ayant fait l'objet d'une demande de brevet numéro **AU201710156514**, qui propose un suiveur solaire à double axe couplé avec une caméra permettant la détection de la position du soleil, et utilise un module de caméra Pixy CMYCam 5 pour Arduino afin de détecter et localiser le soleil, ce module présente un champ de vue limité de 75° horizontal et 47° vertical. D'autre part, la demande de brevet d'invention numéro **FR2952228** a présenté un suiveur solaire à double axes couplé avec des photorésistances. Ce dispositif dépend de la quantité de lumière reçue et non pas de la position exacte du soleil, ce qui engendre des erreurs dans le cas d'une journée nuageuse. D'autre part, le brevet sous le numéro **CN107656549** propose un suiveur solaire basé sur une caméra verticale afin de détecter le soleil en se basant sur son contour. Ce système nécessite une initialisation manuelle lors du changement de l'emplacement du suiveur. En plus, la détection de contour du soleil peut être facilement perturbée par les nuages. D'autres dispositifs, comme celui proposé dans le brevet d'invention numéro **CN107377459**, ont utilisé une caméra afin de détecter l'état de propreté de la surface des panneaux pour actionner un système de nettoyage automatique. Or, la caméra utilisée présente un champ de vue limité, en plus le système n'est pas adapté à la détection de l'état de la surface du panneau et le suivi du soleil simultanément.

Liste des figures :

Fig. 1 : Vue de face du système de suiveur solaire.

Fig. 2 : Vue d'arrière du système de suiveur solaire.

Fig. 3 : Capteur de vision omnidirectionnelle.

Fig. 4 : Répartition des champs de vue dans le capteur de vision omnidirectionnelle.

Fig. 5 : Vue de profil du capteur de vision omnidirectionnelle avec le panneau solaire.

Fig. 6 : Vue de haut du système de suiveur solaire.

Fig. 7 : Algorithme de détection de la position de soleil.

Fig. 8 : Schéma bloc de la carte électronique de commande.

Fig. 9 : Vue isométrique du système de suiveur solaire.

La présente invention vise à plier les inconvénients cités ci-dessus. Pour cela, nous proposons un suiveur solaire à double axe qui utilise un capteur de vision omnidirectionnelle (2) (Fig. 3) composé d'une caméra CCD (6) et d'un miroir sphérique (5), qui détecte grâce à son large champ de vue de 360° horizontal et 240° vertical, à la fois le soleil et l'état de la surface des panneaux. Ce champ de vue permet au système d'être indépendant de sa position géographique, i.e. pas besoin d'initialisation en cas de changement du lieu d'utilisation.

Le système selon l'invention comporte un support à double axes, chaque axe est actionné par un moteur à courant continu (3) (4) de 12V qui permet d'orienter le panneau solaire (7) dans la direction du soleil détectée par le système de vision omnidirectionnelle. Le système de vision capte les images en 360° . Ces images sont exploitées pour détecter la position du soleil en s'appuyant sur le procédé développé pour cette tâche (Fig. 6). Les mêmes images sont analysées et quantifiées pour détecter l'état de la surface du panneau.

Le procédé consiste à segmenter les pixels qui représentent une intensité maximale dans l'image omnidirectionnelle dans l'espace de couleur HSL. Puis on calcule le centroïde pondéré du spectre détecté, en donnant l'intensité des pixels détectés comme poids de pondération. À la fin, les deux angles d'Azimuth et d'élévation sont calculés en s'appuyant sur le centroïde calculé.

Les lois de commande des moteurs sont définies par les angles de l'élévation et de l'Azimuth, déterminés à partir du procédé décrit ci-dessus et envoyés par la carte électronique de commande (fig. 7). Cette commande permet au panneau de s'orienter en direction perpendiculaire du soleil en suivant continuellement sa position, pour assurer une production d'énergie maximale.

Revendications

- (1) Un système de suiveur solaire dédié à la production d'énergie solaire photovoltaïque utilisant un capteur de vision caractérisé en ce que ledit capteur permet de détecter simultanément, en temps réel, l'angle de l'élevation du soleil présent dans le champ de vu (A) et (B) du miroir et l'état de la surface de panneaux solaire présent dans le champ de vu (A) et ainsi d'orienter le panneau en direction perpendiculaire du soleil ;ledit système est composé de :
- Un capteur de vision omnidirectionnelle
 - Un Moteur à courant continu
 - Une carte électronique de commande
 - Base/support de Tracker
 - Cache/Support
- (2) Le système selon la revendication 1 caractérisé en ce que ledit capteur de vision omnidirectionnelle est composé d'un miroir sphérique (5) et une caméra CCD (6) ;ledit capteur est incliné de 33° par rapport au plan du panneau solaire.
- (3) Le système selon la revendication 1 et 2 caractérisé en ce que ladite angle est calculée par un programme embarqué dans la dite carte électronique à partir de l'image omnidirectionnelle captée par le système de vision (2) analysée par ledit programme .
- (4) Le système selon la revendication 1,2,3 caractérisé en ce que ladite angle calculée par ladite carte est communiquée audit moteur pour orienter le panneau en direction perpendiculaire du soleil.
- (5) Le système selon la revendication caractérisé à ce que ledit Cache/Support contient un roulement (E) permettant la fixation et la protection de l'axe vertical tout en préservant son mouvement rotatif.

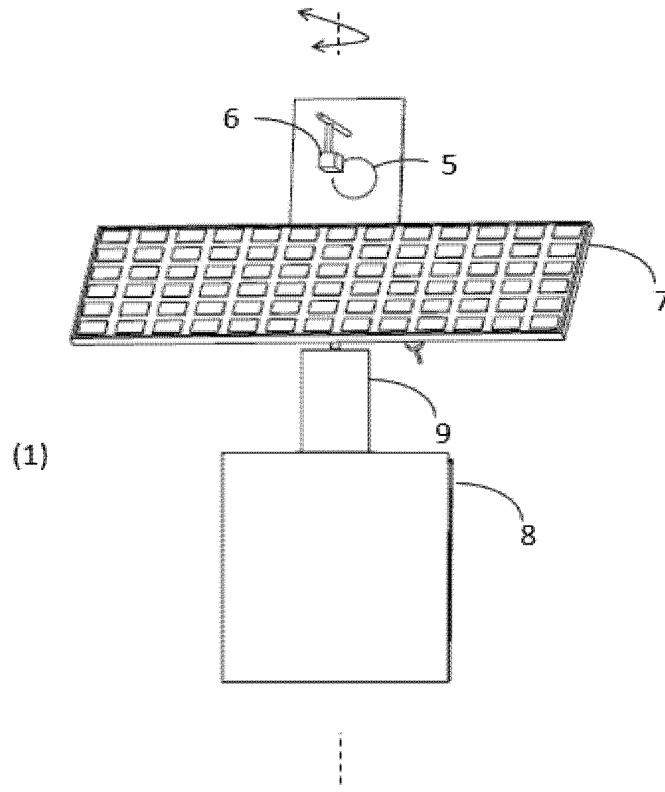


Fig. 1 : Vue de face du système de suiveur solaire.

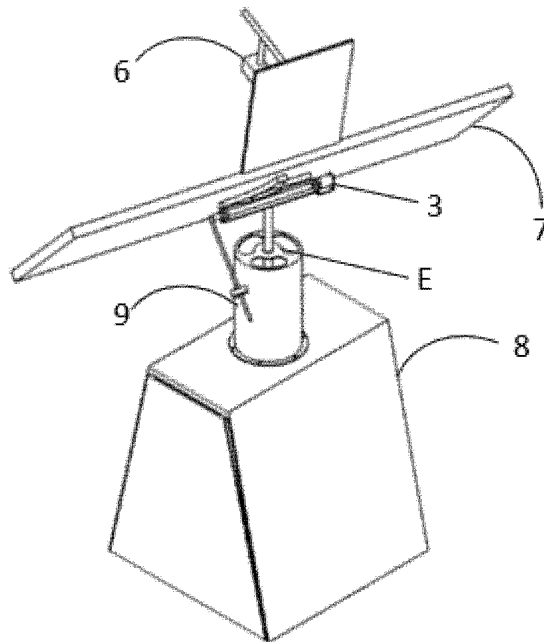


Fig. 2 : Vue d'arrière du système de suiveur solaire.

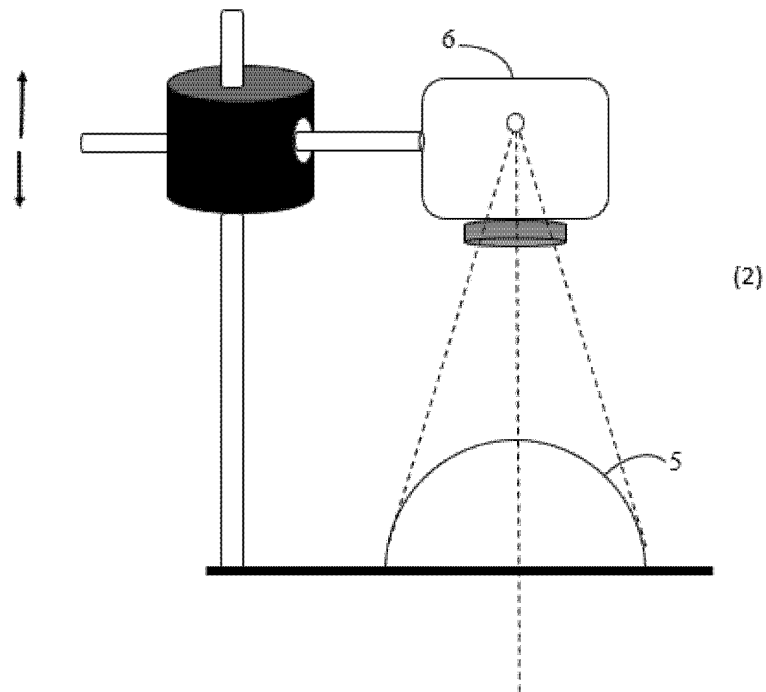


Fig. 3 : Capteur de vision omnidirectionnelle.

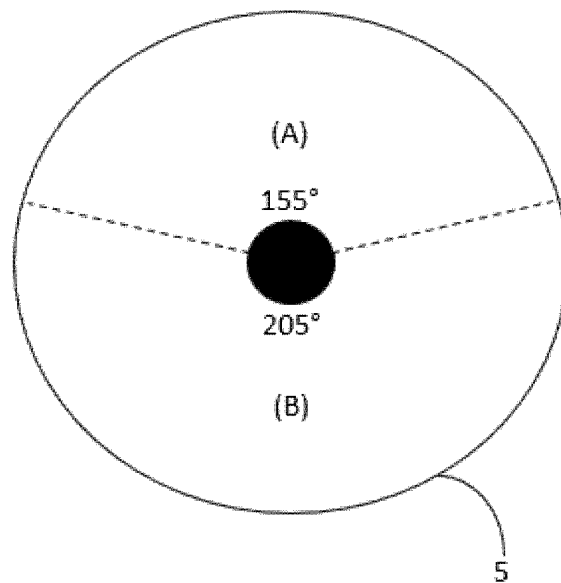


Fig. 4 : Répartition des champs de vue dans le capteur de vision omnidirectionnelle.

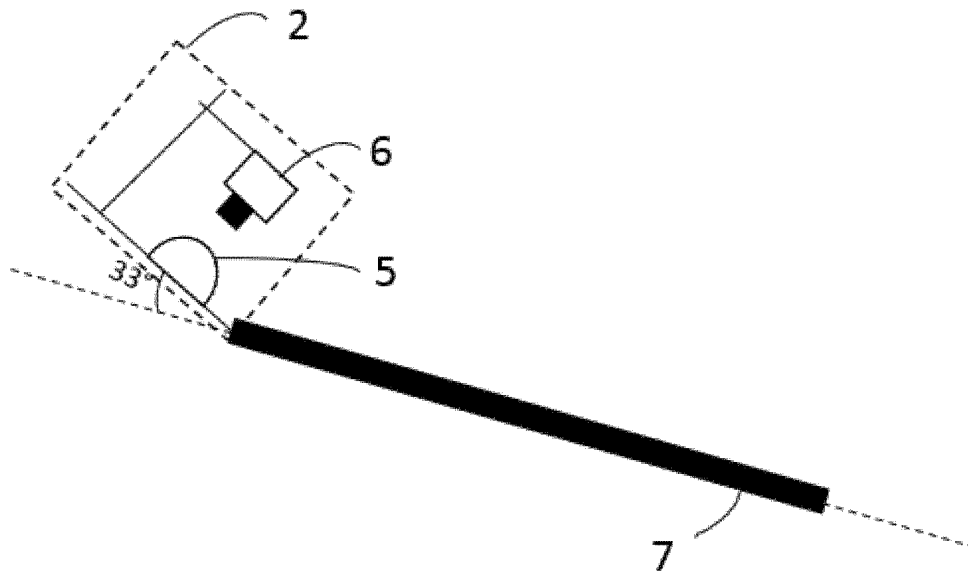


Fig. 5 : Vue de profil du capteur de vision omnidirectionnelle avec le panneau solaire.

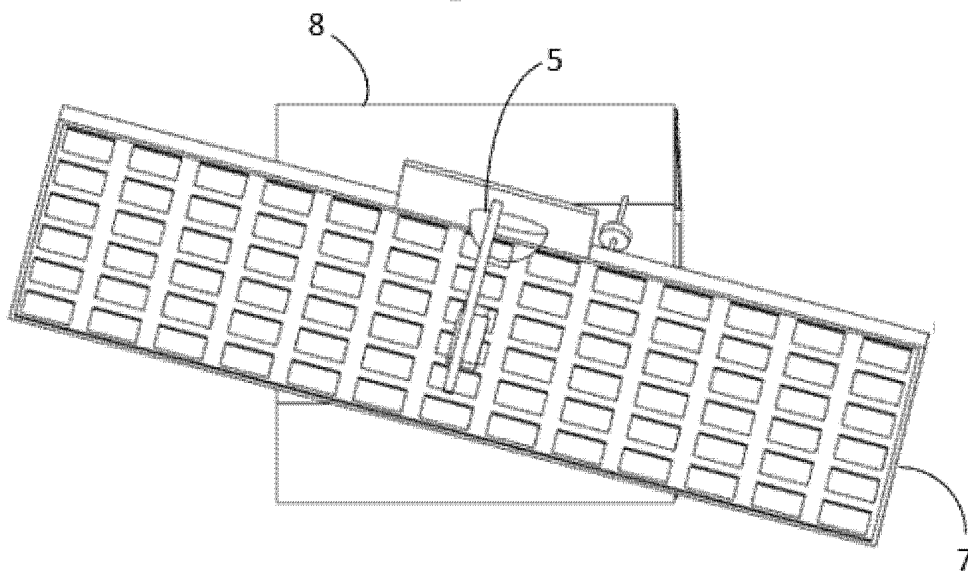


Fig. 6 : Vue de haut du système de suiveur solaire.

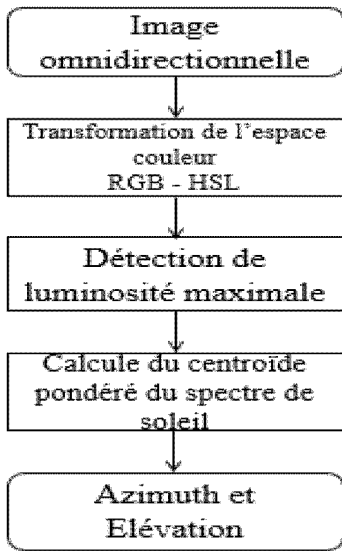


Fig. 7 : Algorithme de détection de la position de soleil.

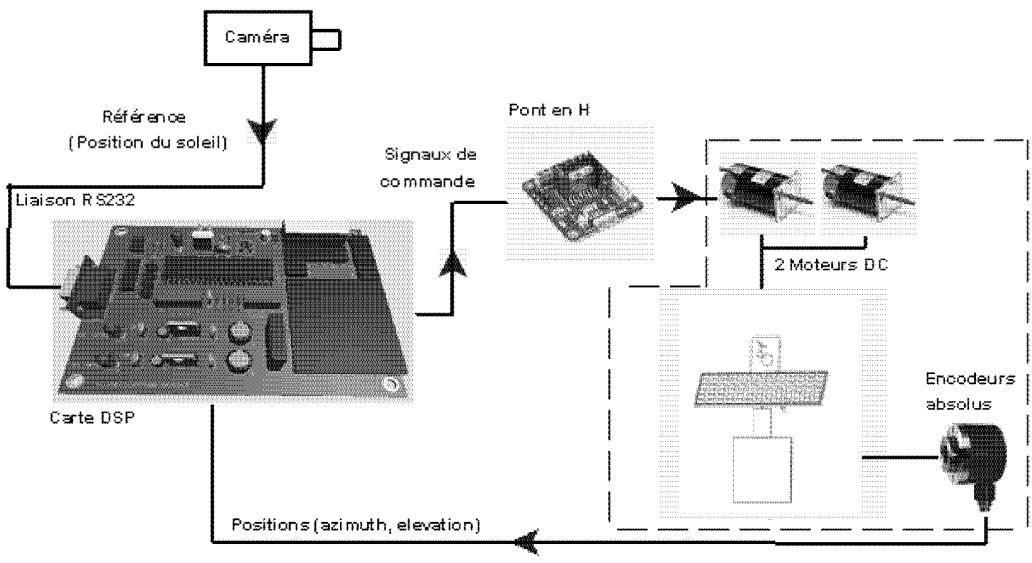


Fig. 8 : Schéma bloc de la carte électronique de commande.

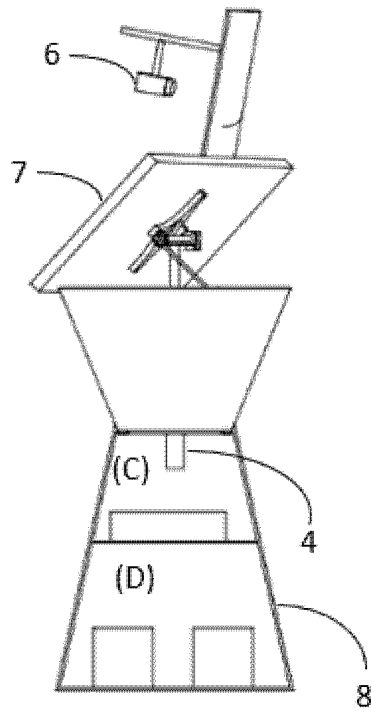


Fig. 9. Vue isométrique du système de suiveur solaire.

**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 telle que modifiée et complétée
par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 46810	Date de dépôt : 03/09/2019
Déposant : Université Mohammed V - RABAT	
Intitulé de l'invention : Un système de suiveur solaire et détecteur de l'état de la surface de panneau basé sur la vision omnidirectionnelle	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité <input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur: Mohamed EL KINANI	Date d'établissement du rapport : 31/01/2020
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	

Partie 1 : Considérations générales**Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
2 Pages
- Revendications
1-5
- Planches de dessin
5 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : H02S20/32

CPC : H02S20/32

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, IEEE, ORBIT

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
A	CN107656549(A) ; UNIV SHANGHAI ELECTRIC POWER ; 02/02/2018	1-5
A	CN107377459 ; TANG ZAIYING ; 24/11/2017	1-5

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« 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 associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
 -« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
 -« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
 -« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité**Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : CN107656549

1. Nouveauté (N) :

Aucun document de l'état de la technique considéré ne divulgue un système de suiveur solaire dédié à la production d'énergie solaire photovoltaïque utilisant un capteur de vision conformément à l'objet de la revendication 1 de la présente demande.

D'où l'objet de la revendication 1 est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. Par conséquent, l'objet des revendications dépendantes 2-5 est également nouveau.

2. Activité inventive (AI) :

Le document D1 considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication indépendante 1 décrit un système de suiveur solaire dédié à la production d'énergie solaire utilisant un capteur de vision caractérisé en ce que ledit capteur permet de détecter l'angle de l'élévation du soleil et ainsi d'orienter le panneau en direction perpendiculaire du soleil, ledit système est composé de :

- Un capteur de vision omnidirectionnelle
- Un Moteur
- Une carte électronique de commande
- Un support du suiveur

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de ce dispositif connu en ce que ledit capteur permet de détecter simultanément, en temps réel, l'angle de l'élévation du soleil et l'état de la surface des panneaux solaire.

Le problème technique objectif que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme fournir un système suiveur solaire capable de détecter l'état fonctionnel des panneaux solaires, sans recours à des équipements supplémentaires.

La solution à ce problème, proposée dans la revendication 1 de la présente demande n'est ni décrite ni rendue évidente par l'art antérieur considéré.

D'où l'objet de la revendication indépendante 1 est considéré comme inventif au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Par conséquent, l'objet des revendications dépendantes 2-5 implique également une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

1. Possibilité d'application industrielle (PAI) :

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.