ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية

المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية
---

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :
MA 39531 A1

(43) Date de publication :
31.01.2018

(51) Cl. internationale :
F24J 2/07; F24J 2/38; G05D 3/00; F24J 2/54

---

(21) N° Dépôt :
39531

(22) Date de Dépôt :
25.05.2015

(30) Données de Priorité :
17.06.2014 ES U201430847

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/ES2015/070405 15.12.2016

(71) Demandeur(s) :
APLICACIONES RENOVABLES INTEGRADAS, SL, Arquitectura 1, Torre 6 Planta 8ª, Oficina 1 41015 Sevilla (ES)

(72) Inventeur(s) :
LÓPEZ GARRIDO, Julián ; MURCIA PACHECO, Emilio ; MURCIA PACHECO, Pedro

(74) Mandataire :
ADM INTELLECTUAL PROPERTY

---

(54) Titre : **HÉLIOSTAT**

(57) Abrégé : L'invention concerne un héliostat présentant un axe d'actionnement dirigé vers l'objectif, des capteurs solaires de réflexion, réfraction ou directs, une commande en boucle fermée, avec possibilité de combinaison avec une commande en boucle ouverte, indistinctement de la solution de l'optique réfléchissante principale, le système de commande en boucle fermée, qui maintient l'héliostat dirigé à n'importe quel moment vers l'objectif, étant prévu pour être alimenté rétroactivement par les signaux des capteurs solaires.

RÉSUMÉ

Héliostat doté d'un axe d'actionnement visant vers l'objectif, de senseurs solaires de réflexion, de réfraction ou directs, d'un contrôle en boucle fermée, avec une possibilité de contrôle en boucle ouverte, dans la solution de l'optique réfléchissante principale, en prévoyant que le système de contrôle en boucle fermée maintenu par l'héliostat visant l'objectif à tout moment, soit alimenté de façon rétroactive par les signaux des capteurs solaires.

HÉLIOSTAT

DESCRIPTION

Titre

Héliostat doté d'un axe d'actionnement visant l'objectif, d'un capteur solaire et d'un contrôle en boucle fermée.

Objet de l'invention

Cette invention a trait à un héliostat appartenant à un champ solaire qui reflète les faisceaux de lumière qui y arrivent, doté d'un mécanisme de suivi solaire. Cette invention appartient, dans le domaine de la thermotechnie, au champ de la production d'énergie à partir du rayonnement solaire.

Cette invention ne vise pas la typologie ou la nature de la surface réfléchissante principale qui la soutient; ainsi, cette surface peut être plate, sphérique, parabolique, cylindrique, toroïdale, dotée de tesselles ou sous toute autre configuration géométrique.

Cette invention ne spécifie pas l'exécution structurale définie du système mais englobe toutes les exécutions structurales remplissant les conditions de mouvement et d'opération.

Antécédents de l'invention

L'exploitation de l'énergie solaire comme source d'énergie a été faite par l'homme depuis l'antiquité. Le Soleil émet une quantité d'énergie immense dont une partie arrive sur la Terre sous forme de lumière et de chaleur. Des recherches ont été faites dès la moitié du XXème siècle pour essayer de transformer cette énergie en électricité ; ainsi, on a développé des panneaux photovoltaïques qui produisent directement de l'électricité lorsque leur surface

est convenablement activée par la lumière ainsi que plusieurs types de collecteurs de chaleur qui concentrent des faisceaux de lumière sur un tuyau ou un récepteur central contenant un fluide et qui atteignent des températures suffisantes pour produire de grandes quantités de vapeur d'eau générant de l'électricité à travers une turbine, normalement sous un cycle de Rankine. Cette invention porte sur ce dernier type d'installation.

Au vu de la faible puissance spécifique par unité de surface du rayonnement solaire et afin d'exploiter cette énergie de façon adéquate, il est nécessaire de concentrer un grand nombre de faisceaux de lumière sur un même point; cela est fait traditionnellement au moyen de miroirs orientés vers un dépôt ou sur un tuyau en guise de collecteur. Dans le cas présent, le rayonnement est fait par concentration indirecte vu que pour atteindre leur objectif, les rayons doivent rebondir avant sur le miroir.

L'état de la technique dispose de plusieurs systèmes brevetés au niveau international visant à optimiser la concentration et l'exploitation de l'énergie solaire réfléchie par des systèmes d'héliostats pour la production d'énergie électrique, ainsi que des accessoires et compléments figurant dans plusieurs titres de la Classification Internationale de Brevets.

La solution adoptée pour le brevet sous le numéro de publication ES 8100499, est dénommée : solution classique à axe vertical ou zénithal. Cette solution mécanique requière un contrôle et un actionnement extrêmement précis et un réglage initial complexe pour maintenir le pointage pendant une courte période de temps jusqu'au réglage suivant. L'aberration astigmatique (phénomène non souhaité dans toutes les lentilles lorsqu'on regarde à travers de façon oblique, et dans notre cas la déformation de l'image reflétée du Soleil) tend à augmenter la taille apparente du soleil en dehors des conditions d'opération optimales. Vu que l'objectif est d'obtenir la plus petite image du Soleil (concentration d'énergie reçue), ce phénomène est indésirable. L'invention proposée propose une solution à ces deux inconvénients vu que le système de contrôle en ruban ouvert élimine le besoin d'un nouveau réglage continu et que, constructivement,

l'aberration astigmatique est minimale dans des systèmes d'actionnement spin-élévation.

Le brevet sous le numéro de publication ES 2244339, propose une solution constructive différente de la configuration classique. Celui-ci, tout comme l'antérieur, possède également un contrôle en boucle ouverte soumis à de nombreux réglages du système ; tel qu'indiqué dans l'invention précédente, cela est résolu en ajoutant l'avantage de la réduction des coûts aussi bien sur le système de suivi que sur l'entretien.

Les premiers héliostats considérés comme éléments industriels ont été conçus au début des années quatre-vingt dans les stations expérimentales thermosolaires à récepteur central, dans le but de prouver la viabilité de l'énergie solaire thermique lors des processus de production d'électricité à échelle industrielle. Le tableau 1 résume les projets réalisés en raison de l'initiative internationale (Données, Nom de l'installation, Année d'installation, Lieu d'Installation, MWe puissance électrique de l'installation, Type d'héliostats installés, Nombre d'héliostats et m^2):

Nom	Année	Lieu	MWe	Type	N°/m^2
SSPS-CRS	1981	Almería	0.5	Martin-Marietta	93/3655
Eurelios	1981	Andrajo	0.7		182/6216
Sunshine	1981	Nio	0.8		807/12912
Themis	1982	Targassone	2.5		201/10800
Solar ONE	1982	Barstow	10	Martin-Marietta	1818/71447
CESA-1	1983	Almería	1	CASA y SENER	300/11880
SPP-5	1985	Crimen	5		1600/40000
WISS	1988	Rehovot	3	ASINEL	

Une fois les projets de démonstration finis, la plupart des stations furent fermées. Aux EE.UU, la station Solar One fut remodelée ; grâce au champ d'héliostats existant, la station Solat Two fut mise en fonctionnement et fonctionne depuis le mois d'avril 1999.

En Europe, seuls les champs d'héliostats correspondants aux stations CRS et CESA-1 sont toujours en marche grâce à un accord de collaboration entre le gouvernement allemand et espagnol, en constituant la Plateforme Solaire d'Almería (PSA).

La PSA opère toujours à l'heure actuelle sur ces champs d'héliostats grâce à une grande diversité de projets menés à bout au cours des dernières années. Le but de ces projets a été le développement et l'évaluation de nouveaux composants solaires dans cette technologie, notamment des héliostats et des récepteurs solaires.

Aucun des héliostats développés et appliqués à ces stations n'est similaire à celui présenté ici vu que ceux-ci sont basés sur un mécanisme d'azimut-élévation, tandis que celui présenté est basé sur un mécanisme de rotation autour de l'essieu de pointage et d'élévation.

Le système azimut-élévation est doté d'un axe à tour vertical (constant) et horizontal (tournant avec le premier). Ce montage implique des problèmes liés à l'optique dans la réflexion, en diminuant la concentration des rayons réfléchis par le système et donc l'efficacité totale de la station solaire.

La différence essentielle de l'invention est la configuration des axes de tour qui permet, en outre, d'introduire le système de contrôle en boucle fermée.

L'invention décrite à la suite a été développée suite à de nombreuses études et tests et suite à la compréhension des possibilités d'optimisation de plusieurs solutions planifiées au préalable par plusieurs équipes de recherche.

L'objectif général de cette invention est de d'installer un dispositif non coûteux, minimisant les besoins et les frais d'entretien, en exploitant au maximum le rayonnement solaire, rapide et facile à installer à tout endroit.

Description de l'invention

Les dispositifs déjà existants qui reflètent l'énergie en provenance du Soleil vers un objectif présentent deux problèmes principaux :

Le système de contrôle est en boucle ouverte vu que la construction de ces dispositifs ne permet pas d'obtenir un signal indiquant en quelle mesure ils se rapprochent ou s'éloignent vers l'état de fonctionnement souhaité. Cela implique des systèmes coûteux de contrôle, outre une réduction de la précision.

L'énergie réfléchie varie la forme d'incider sur l'objectif au cours du temps. Vu que l'angle sous lequel le Soleil se reflète sur l'héliostat varie beaucoup, l'optique de réflexion est touchée en variant la forme selon laquelle l'énergie réfléchie a une incidence sur l'objectif au cours du temps, la taille de la zone d'incidence des rayons réfléchis pouvant même être multipliée par deux.

L'invention visant à satisfaire les objectifs posés et à résoudre les problèmes, consiste en un dispositif composé d'un héliostat reflétant le rayonnement solaire avec une erreur astigmatique minimale (phénomène expliqué ci-dessus) en fonction du temps, avec une configuration différente de celles existantes et un contrôle en boucle fermée pouvant être combiné avec un contrôle en boucle ouverte.

Cela est possible puisque la cinématique du système est substantiellement différente de celle des dispositifs antérieurs.
Tout comme dans ces dispositifs, le système est composé de deux tours orthogonaux tout le long de deux axes de tour parmi lesquels l'un deux, le primaire, est fixe dans l'espace, et l'autre, le secondaire, varie sa position en fonction du tour autour du primaire.

Au contraire, dans l'invention proposée, l'axe primaire vise l'objectif à tout moment, l'axe primaire contenant donc l'objectif. Cette configuration vise donc l'objectif. Le plan formé par l'axe primaire et le Soleil est un plan de réflexion vu

que sur ce plan l'énergie solaire est réfléchie vers l'objectif. Cet axe secondaire est l'axe perpendiculaire au plan de réflexion.

Cette condition géométrique dans laquelle le plan perpendiculaire à l'axe secondaire doit contenir le Soleil dans lequel les rayons en provenance du Soleil demeurent perpendiculaires à l'axe secondaire, permet de diminuer l'erreur astigmatique. Sa mise en œuvre relève du champ d'application concernant la surface réfléchissante ; vu que celle-ci est en dehors de la portée de ce brevet, nous n'approfondirons pas d'avantage à ce sujet.

La condition géométrique citée au paragraphe précédent est également utilisée pour obtenir le premier des deux signaux permettant le contrôle en boucle fermée. Pour cela, une éventuelle configuration consiste à placer un pointeur ou capteur solaire sur l'extrémité extérieure de la surface réfléchissante et contenu sur le plan perpendiculaire à l'axe secondaire. Ce capteur solaire fournit un signal indiquant si le Soleil se trouve d'un côté ou de l'autre du plan perpendiculaire à l'axe secondaire. Ce signal permet de savoir si le tour de l'axe primaire est adéquat pour réfléchir l'énergie solaire sur l'objectif.

Le but ultime de l'invention est de réfléchir l'énergie vers l'objectif pour que l'énergie réfléchie se déplace vers l'objectif selon la direction indiquée par l'axe primaire. Ainsi, le rayon principal réfléchi se trouve simultanément sur deux plans perpendiculaires en indiquant géométriquement que cette direction est celle de la droite formée par l'intersection des deux plans.

Le premier capteur de la configuration présentée vérifie la première de ces deux conditions. La deuxième condition est que le rayon principal réfléchi est contenu dans le plan formé par l'axe primaire et l'axe secondaire. Le plan formé par l'axe primaire et secondaire est le plan d'actionnement.

Nous avons deux méthodes pour vérifier que la deuxième condition est respectée:

Mesure directe: on place un capteur sur le chemin de l'énergie réfléchie sur l'objectif. On intercepte une petite quantité de l'énergie destinée à atteindre le récepteur pour vérifier que l'on vise correctement.

Mesure indirecte: on dévie une petite quantité de l'énergie destinée à atteindre le récepteur dans le sens opposé et de façon parallèle à sa direction de déplacement à travers un système optique. Cette énergie est vérifiée par le capteur.

Il existe deux types de systèmes optiques:

Réfléchi: il reflète l'énergie incidente à travers une Surface réfléchissante secondaire formant 90° avec la surface réfléchissante de l'héliostat. Selon la géométrie de base, l'angle composé des directions principales, l'énergie reflétée par le système de réflexion principale, le secondaire étant de 180°. Ce système est représenté dans le Dessin 10.

Holographique: il capte une partie de l'énergie incidente au moyen d'une surface avec un traitement optique spécial formant une image virtuelle du Soleil derrière elle, indiquant le moment où l'énergie réfléchie arrive au récepteur ou si le système n'est pas correctement aligné.

Pour compléter le système de mesure on place sur l'axe primaire, derrière le système optique, un capteur identique à celui contrôlant la première condition, son plan de référence étant parallèle à celui formé par l'axe primaire et l'axe secondaire.

Une autre configuration du système de mesure consiste à placer un capteur solaire direct, qui visera le rayon incident en cas de non-respect des deux conditions exposées ci-dessus. Si cette configuration est choisie, le système de contrôle en boucle fermée utilisé dans l'invention doit être combiné avec un système de contrôle en boucle ouverte.

L'ensemble des éléments décrits et la stratégie de mouvement et de contrôle composent l'invention faisant l'objet de ce document.

Afin de mieux comprendre ce qui vient d'être exposé ci-dessous, tous les termes utilisés sont illustrés à travers des images.

Description des dessins

En premier lieu, on a énuméré et développé une série de termes dont la signification est décrite et qui sont représentés sur plusieurs dessins.

- Energie solaire: énergie rayonnante provenant du Soleil qui arrive à la surface terrestre avec une intensité et une composition spectrale caractéristiques.

- Héliostat: Miroir de grande distance focale, doté de mouvement sur deux axes, dont la mission est de réfléchir, concentrer et maintenir l'image du Soleil statique sur un certain point de projection pendant un jour.

.

- Champ d'héliostats: dénommé également concentreur primaire ou champ solaire, il s'agit d'un ensemble d'héliostats placés sur un terrain délimité dont la mission est l'apport d'énergie rayonnante vers un objectif ou récepteur.

- Récepteur solaire ou objectif: Dispositif interceptant et absorbant le rayonnement solaire fourni par un champ d'héliostats afin de la transférer au moyen d'un interchangeur de chaleur au bloc de puissance de la station.

- Station thermosolaire du récepteur central: station de production d'énergie électrique qui base sa stratégie d'opération sur l'apport de chaleur à un cycle thermodynamique conventionnel à travers la concentration du rayonnement solaire par un nombre élevé d'héliostats sur un seul récepteur.

- Rayon principal incident: il provient du centre du disque solaire et s'arrête au point central de l'optique de l'héliostat.

- Rayon principal réfléchi: il provient du point moyen central de l'optique de l'héliostat et résulte de la réflexion du rayon central incident sur l'héliostat.

- Capteur solaire ou pointeur solaire: Dispositif capable de discriminer la position du Soleil par rapport à un plan de référence au moyen de phénomènes optiques, photovoltaïques, thermiques ou de toute sorte, permettant de savoir si le Soleil est d'un côté ou de l'autre, afin de faire coïncider ce plan de référence avec la position du Soleil (condition de pointage).

- Système optique: dispositif installé sur l'héliostat dont le but est de dévier une petite partie de l'énergie incidente de façon à pouvoir effectuer un contrôle grâce à celle-ci l'incidence du reste de l'énergie réfléchie sur le récepteur solaire ou sur l'objectif grâce à un capteur solaire.

- Première condition ou condition 1: Le plan perpendiculaire à l'axe secondaire doit contenir le Soleil. Il s'agit de l'une des deux conditions géométriques faisant que le rayon principal réfléchi se dirige correctement vers l'objectif ; cela est obtenu dans l'invention grâce à une rotation adéquate de l'axe primaire.

- Capteur de condition 1 ou capteur 1: Capteur solaire informant sur le respect de la condition 1.

- Deuxième condition ou condition 2: Elle peut être énoncée de la façon suivante "le rayon principal réfléchi est contenu dans le plan composé de l'axe primaire et de l'axe secondaire ". Il s'agit de l'une des deux conditions géométriques menant à la réflexion du rayon principal vers l'objectif, obtenue dans l'invention proposée au moyen d'une rotation adéquate de l'axe secondaire.

- Capteur de condition 2 ou capteur 2: Capteur solaire informant sur le respect de la condition 2.

- Rayon secondaire incident: provient du centre du disque solaire et s'arrête au point central du système optique.

- Rayon principal dévié: provient du point central du système optique et résulte de la réflexion du rayon secondaire incident.

- Plan de réflexion: contient le rayon principal incident et le rayon principal réfléchi.

- Axe primaire: axe de tour de l'héliostat qui demeure fixe dans l'espace durant son opération et par rapport auquel l'ensemble mobile tourne.

- Plan principal de l'optique: Plan de symétrie de la Surface réfléchissante, qui contient en même temps l'axe primaire.

- Axe secondaire: Axe de tour de l'héliostat, orthogonal à l'axe primaire et au plan principal de l'optique.

- Axe optique d'un héliostat : ligne droite virtuelle passant par le centre de l'optique, coupant orthogonalement l'axe secondaire de l'héliostat et contenue sur le plan principal de l'optique.

- Plan d'actionnement: plan contenant l'axe primaire et l'axe secondaire.

- Monture horizontale: Dispositif mécanique d'orientation sur les deux axes d'un héliostat vis-à-vis d'un système topocentrique de coordonnées horizontales, dénommées azimut et hauteur. Le plan fondamental est l'horizon de l'observateur et le point fondamental est le Nord véritable. L'orientation de l'héliostat est obtenue en fonction de l'évolution diurne du Soleil dans ce même système de coordonnées, à travers des tours azimutaux (arcs d'horizon depuis le point fondamental) et de hauteur ou zénithaux (arcs orthogonaux au plan horizon en direction du zénith de l'observateur). L'axe mécanique de tour azimutal est orthogonal au plan de l'horizon et à orientation fixe. Au contraire,

l'axe de tour zénithal est parallèle au plan de l'horizon et à orientation variable en raison de l'existence d'une ligature mécanique entre ces deux mouvements, ce qui provoque le « déplacement » de l'axe zénithal à chaque fois que le tour azimutal a lieu.

- Monture spin-élévation: Dispositif mécanique dont la construction est semblable à la monture horizontale mais dont l'axe primaire n'est pas vertical, en s'orientant de façon à ce que l'axe vise l'objectif ou le récepteur solaire. Dans ce cas-ci, le système d'axes est également orthogonal ce qui implique que l'axe secondaire demeure perpendiculaire à l'axe primaire à tout moment. L'orientation de l'héliostat est obtenue en fonction de l'évolution diurne du Soleil à travers des tours autour de l'axe primaire et de l'inclinaison vis-à-vis de l'axe de pointage.

- Facettes: Eléments spéculaires composant la Surface réfléchissante de certains héliostats.

- Déclinaison: Variation de la hauteur du Soleil sur l'équateur céleste lorsque la terre effectue sa trajectoire pendant une année (écliptique) autour du Soleil.

- Stratégie de pointage: Procédé d'opération d'une station thermosolaire qui consiste à définir un ensemble de coordonnées sur le récepteur où doivent viser chacun des héliostats du champ pour obtenir la distribution d'énergie requise sur celui-ci.

- Stratégie dynamique de pointage: stratégie de pointage dans laquelle les coordonnées sur le récepteur changent avec le temps, en suivant certains critères de contrôle.

Afin de compléter la description suivante et d'aider à mieux comprendre les caractéristiques de l'invention, nous allons faire une description détaillée d'une réalisation préférentielle basée sur plusieurs dessins et d'un mémoire descriptif représentant ce qui suit avec un caractère indicatif et non-limitatif :

Le Dessin 1 montre une station thermosolaire à récepteur central où l'héliostat de l'invention peut être utilisé. On observe également les éléments principaux de la station ainsi que la tour (13) où se situe le récepteur (11), les héliostats et d'autres installations annexes.

Le Dessin 2 montre une perspective arrière de la monture "horizontale" d'un héliostat. On y observe l'axe zénithal (9), qui coïncide dans ce cas-ci avec l'axe primaire (3), et l'axe secondaire (5) horizontal dans ce cas-ci. Cette configuration monoposte est la plus habituelle avec une structure soutenue par un piédestal (7), où l'on observe également un élément commun à tout héliostat, le dispositif de contrôle (8).

Le Dessin 3 montre une perspective arrière d'une monture "spin-élévation" d'une variante de l'héliostat de l'invention. Cette configuration est plus similaire à la configuration de monture "horizontale". Le poids de la structure est soutenu à l'aide d'un piédestal (7), celle-ci étant dotée également d'un dispositif de contrôle (8). Dans cette monture, l'axe primaire (3) varie son inclinaison et son orientation en fonction de la position relative à l'objectif (11). L'axe secondaire (5), qui est en position horizontale, varie sa position sur un plan perpendiculaire à l'axe primaire (3). On observe sur le dessin tous les points de tour sur lesquels l'inclinaison et l'orientation de l'axe primaire sont réglées, dans le mécanisme d'union du piédestal (7) et de l'axe primaire (3).

Le Dessin 4 montre une perspective de l'héliostat faisant l'objet de l'invention, dans une configuration générale. On observe clairement l'axe primaire (3) et l'axe secondaire (5), et une façon de les mettre en marche à travers un actionnement primaire (4) et secondaire (6). On a également représenté le système de contrôle (8), commun à tout héliostat. Au centre de la surface réfléchissante se situe le système optique (17) devant le capteur de la condition 2 (15) formant, avec le capteur de la condition 1 (14) représenté dans le dessin suivant, le système de captation nécessaire au contrôle en boucle fermée.

Le Dessin 5 montre une vue latérale et frontale de l'héliostat. Dans ce dessin, outre les éléments soulignés dans le dessin précédent, tels que l'axe primaire (3), l'actionnement primaire (4), l'axe secondaire (5), l'actionnement secondaire (6) et le système de contrôle (8), nous observons d'autres éléments. La surface réfléchissante (1) est montée sur le support mobile (2), où situe également le capteur de la condition 1 (14) sur une extrémité.

Le Dessin 6 montre une vue du plan de réflexion montrant les principales caractéristiques de la réflexion d'énergie solaire dans une position correcte de pointage. La surface réfléchissante (1) est orientée selon l'axe optique (18). Le rayon principal incident (22) et le rayon principal réfléchi (23) forment à chaque moment un angle γ avec l'axe optique (18), cela étant une conséquence directe de la loi de réflexion. Le rayon principal réfléchi (23) résulte du rayon principal incident (22) provenant du Soleil (12), et est réfléchi par la surface réfléchissante (1), pour que celui-ci atteigne l'objectif (11), situé sur la tour (13), celui-ci devant coïncider avec l'axe principal (3) ; ont doit donc mettre en marche le système à travers l'axe principal (3) et secondaire (5). Bien qu'il ne soit pas représenté dans ce dessin, le plan principal de l'optique (21) et le plan de référence du capteur de la condition 1 sont situés sur le plan de réflexion pour que la condition 1 soit remplie.

Le Dessin 7 montre, de façon schématique et en perspective, la géométrie spatiale sur laquelle se base l'invention. Dans cette configuration sont remplies les deux conditions de pointage permettant au rayon principal réfléchi (23) d'atteindre l'objectif (11). Cette représentation permet d'éclaircir certains éléments qui ne figurent pas sur le dessin précédent, tel que le plan d'actionnement (10).

Le Dessin 8 est un tracé du Dessin 6. Ce dessin et les deux dessins précédents éclaircissent la position spatiale des éléments intervenant dans la réflexion.

La Dessin 9 représente en détail une éventuelle configuration du capteur 1 (14). Ce capteur est composé d'une surface opaque (24) étant la représentation

physique du plan de référence et deux surfaces sensibles (25) à l'énergie solaire incidente. La surface sensible (25) du côté où se trouve le Soleil (12) produit un plus grand signal (on peut observer la partie pointée où la surface sensible n'est pas éclairée), ce qui indique le non-respect de la condition 1. Au moment où le Soleil (12) est contenu dans le plan de référence, les surfaces sensibles (25) génèrent le même signal, ce qui permet de savoir si la position par rapport au tour de l'axe est correcte.

La Dessin 10 représente en détail une éventuelle configuration du système optique (17) du capteur 2 (15). Dans ce cas-ci, le capteur 2 (15) est égal au capteur 1 (14), bien qu'il varie sa position par action de l'axe primaire (3), la surface opaque (24) demeurant à tout moment parallèle à l'axe secondaire (5) ; ainsi, cette surface est située sur le plan d'actionnement (10), perpendiculaire au plan principal de l'optique (21) qui est le plan vis-à-vis duquel la surface opaque (24) du capteur 1 (14) est parallèle. La surface réfléchissante secondaire (26) tourne autour de l'axe secondaire (5) en réorientant le rayon principal dévié vers le capteur 2 (15). De même, dans le capteur 1 (14), lorsque les surfaces sensibles produisent le même signal, le rayon principal dévié (19) est parallèle à l'axe primaire (3) ; par conséquent, le rayon principal réfléchi (23) est aussi parallèle à cet axe et est donc dirigé vers l'objectif (11).

Le Dessin 11 présente une vue du plan de réflexion, une fois la condition 1 remplie; ainsi, aussi bien le Soleil que l'objectif sont sur le plan de réflexion. Ce dessin montre la situation du capteur 2 (15) et son système optique (17) lorsque le tour autour de l'axe secondaire (5) mène au respect de la condition 2. Il faut souligner que l'actionnement du tour autour de l'axe secondaire (5) modifie l'orientation sur le plan de dessin de tous les éléments de l'héliostat représentés, à l'exception du capteur 2 (15). Cela est dû à ce que le capteur 2 (15) est situé ou uni à la pièce sous forme de T articulant le mouvement selon l'axe secondaire (5), et il ne connaît donc aucun mouvement autour de cet axe.

Il faut noter que les Dessins 1 à 3 correspondent au champ d'application de l'invention, à la technique antérieure et au besoin de l'invention; les Dessins 4

à 6 correspondent à la description structurale de l'invention ; les Dessins 7 et 8 correspondent à l'explication du mode de fonctionnement de l'invention tandis que les Dessins 9 à 11 représentent en détail la réalisation préférentielle des capteurs du système.

Dans ces dessins, les références numériques correspondent aux parties et éléments suivants:

1. Surface réfléchissante.

2. Support mobile.

3. Axe primaire.

4. Actionnement primaire.

5. Axe secondaire.

6. Actionnement secondaire.

7. Piédestal.

8. Dispositif de contrôle.

9. Axe zénithal.

10. Plan d'actionnement.

11. Objectif ou récepteur solaire.

12. Soleil.

13. Tour.

14. Capteur condition 1.

15. Capteur condition 2.

16. Sol.

17. Système optique

18. Axe optique

19. Rayon principal dévié

20. Plan de réflexion.

21. Plan principal de l'optique.

22. Rayon principal incident.

23. Rayon principal reflété.

24. Surface opaque

25. Surface sensible

26. Surface réfléchissante secondaire

27. Rayon secondaire incident

Réalisation préférentielle de l'invention

Le Dessin 1 montre une station thermosolaire à récepteur central où l'on représente en détail une zone de la tour sur laquelle le récepteur solaire est situé.

Le Dessin 2 montre le montage conventionnel d'un héliostat. Il faut observer que l'axe primaire (3) est introduit dans le piédestal (7), tandis que l'axe secondaire (5) est "déplacé" par l'axe primaire (3).

La solution proposée vise à incliner l'axe primaire pour viser l'objectif (11).

La réalisation préférentielle est représentée dans le Dessin 3, où l'on observe que le système est doté d'une structure fixe composée d'un piédestal (7) en acier ou en béton et de l'axe principal (3), ce dernier étant réglable en élévation et en orientation horizontale pour viser l'objectif (11). Ce réglage est effectué sur chaque héliostat en une seule fois au moment de l'installation du système vu qu'à partir du réglage initial, l'axe principal (3) demeure fixe dans l'espace au cours du temps. Il est doté également d'une surface réfléchissante (1), qui s'appuie sur un support mobile (2) empêchant la déformation de cette surface et permettant en même temps le mouvement à travers lequel la réflexion de l'énergie solaire atteint le récepteur. Ces mouvements sont produits par un système d'actionnement composé de deux éléments d'action indépendants (4) et (6), dans lesquels, sans caractère limitatif, l'élément principal (4) est linéaire tandis que l'élément secondaire est un rotatoire, tous deux permettant le pointage de l'héliostat. Ce système est complété à l'aide d'un ensemble de capteurs de réflexion (14) et (15), représentés sur les dessins 9, 10 et 11, et un dispositif de contrôle permettant à tout moment que l'énergie reflétée par l'héliostat atteigne le récepteur (11).

Le système base son fonctionnement sur la réalisation d'un tout autour de l'axe fixe (axe principal (3)) qui vise le récepteur solaire ou l'objectif (11).

Le deuxième tour fait par l'héliostat pour viser le système est effectué selon un axe perpendiculaire à l'axe principal, dénommé axe secondaire (5).

La première condition pour que le système puisse viser, est que le plan principal de l'optique (21) contienne le rayon principal incident (22), ou, autrement dit, que le plan principal de l'optique (21) coïncide avec le plan de réflexion (20). Les dessins 6 à 8 remplissent cette condition, le plan du dessin 6 étant, en outre, le plan principal de l'optique (21). Si cette condition n'est pas respectée, le rayon principal réfléchi est dévié par rapport à l'objectif (11).

Cette condition est remplie grâce à l'actionnement primaire (4) placé selon l'axe primaire (3).

La deuxième condition implique que le rayon principal réfléchi (23) soit parallèle à l'axe primaire (3). Cette condition est obtenue grâce à l'actionnement secondaire (6) selon l'axe secondaire (5), et n'est possible que si la première condition est remplie.

L'opération de ces deux actionnements suit une stratégie indépendante mais les deux conditions doivent être finalement respectées.

Le système de capteurs détecte si les conditions pour viser sont remplies ou non; si elles ne sont pas remplies, le système de contrôle averti en quelle mesure ou de quelle façon ces conditions ne sont pas remplies.

Le système est doté de deux types de capteurs qui mesurent que:

- Le plan principal de l'optique (21) contient le rayon principal incident (22).

- Le rayon principal réfléchi (23) est parallèle à l'axe primaire (11).

La première condition est contrôlée grâce à un capteur placé à l'intersection du plan principal de l'optique (21) et le bord extérieur de la surface réfléchissante

(1) qui détecte l'un des deux espaces spatiaux définis par le plan principal de l'optique (21) sur lequelle se trouve le rayon principal incident. Afin de mieux définir ce système, le dessin 5 établit la situation référée et le dessin 9 présente une réalisation préférentielle de ce capteur.

La deuxième condition est contrôlée par un capteur placé selon l'axe principal, qui détecte la région de l'espace définie par le plan d'actionnement (10) sur laquelle se trouve l'image du Soleil, après avoir été redirigé par un système optique (17) situé dans la réalisation préférentielle au centre de la surface réfléchissante (1) et devant le capteur de la condition 2 (15). Ce système est représenté dans le dessin 10, où le détail est extrait de la zone centrale de la surface réfléchissante (1). Un creux est placé ici pour que le rayon principal dévié se dirige vers le capteur de condition 2 (15) qui est identique dans ce cas-ci au capteur de la condition 1 (14) bien que son plan opaque (24), qui est son plan de référence, soit parallèle au plan d'actionnement (10).

Dans une autre configuration non montrée dans les dessins, le respect des deux conditions peut être fait avec un seul capteur direct visant le rayon principal incident (22) lorsque ces conditions seront vérifiées. Dans ce cas-ci, le dispositif de contrôle (8) inclut un système de contrôle en boucle ouverte qui sert de soutien au système en boucle fermée décrit dans l'invention.

Le dessin 5 montre une réalisation préférentielle du point de vue constructif, dans lequel aucune restriction n'a été introduite vis-à-vis de l'orientation de l'objectif. L'héliostat faisant l'objet de l'invention comprend une Surface réfléchissante (1), pouvant tourner grâce à un actionnement primaire (4) autour d'un axe géométrique (2) pouvant tourner en même temps autour d'un axe géométrique secondaire (5) perpendiculaire à l'axe géométrique primaire (3), à travers un actionnement secondaire (6). Ces deux actionnements (4) et (6) sont contrôlés par un dispositif de contrôle (8). Cet ensemble est supporté par un piédestal (7) dont le dessin permet le mouvement de la surface réfléchissante (1) et du support mobile (2) sans interférer avec le piédestal (7).

Dans une réalisation concrète, dénommée de montage monoposte et décrite dans le dessin 3, l'objectif (11) est placé sur le récepteur d'un tour (13) et l'axe primaire est aligné (3) en traversant l'objectif (11).

Le système de capteurs permet de déterminer de façon indépendante le comportement des conditions de réflexion exprimées ci-dessus; au moyen de cet actionnement indépendant (les deux variables de contrôle n'étant pas liées ce qui facilite énormément le contrôle de l'invention) le système de contrôle respecte constamment des conditions de réflexion grâce à la boucle fermée.

De même, le dispositif de contrôle (8) peut inclure un système de contrôle en boucle ouverte travaillant avec le système de contrôle en boucle fermée. La fonction principale de ce système en boucle ouverte est de faire des fonctions de contrôle face à toute éventualité météorologique ou de toute sorte, pendant laquelle les capteurs du système de contrôle en boucle fermée ne fournissent pas les informations nécessaires. Elle sert également de soutien si l'héliostat n'a qu'un seul capteur solaire direct.

En outre, ce système en boucle ouverte est réglé à nouveau par le système de contrôle en boucle fermée afin d'éliminer les erreurs accumulées au cours du temps, caractéristiques à ce type de systèmes de contrôle.

La structure support mobile (2) est une structure réticulaire simple dotée de sections longitudinales perpendiculaires à l'axe d'actionnement et de support, soit l'axe secondaire (5). On observe la réalisation préférentielle en détail dans le dessin 3. L'axe secondaire (5) est une poutre à section circulaire actionnée par l'élément d'actionnement secondaire linéal (6), ce système tournant autour des orifices appartenant à une pièce sous forme de T, l'axe de ce T (le bras perpendiculaire à l'axe composé par les centres des languettes) étant l'axe primaire (3). Sur un certain point de sa longueur, l'axe du T est divisé en deux sections ayant un tour relatif par rapport à cet axe primaire (3) grâce à une union de coussinets. Ce tour de l'axe primaire (3) est actionné par l'élément d'actionnement primaire (4).

Ce T est lui-même articulé par un axe perpendiculaire à l'axe primaire (3) et sur un point inférieur à l'union par coussinets qui permet le tour autour de l'axe primaire (3). Cette pièce sous forme de T permet de varier l'élévation de l'axe primaire (3) au moment de viser initialement, sur une deuxième pièce sous forme de T similaire à celle composée de deux languettes et d'un axe (bras perpendiculaire à l'axe formé par les languettes). Dans ce cas-ci, l'axe est une seule pièce, contrairement à la pièce sous forme de T décrite ci-dessus. L'axe formé par le centre de ces languettes est l'axe horizontal susvisé, autour duquel s'articule la pièce sous forme de T initiale. Cette deuxième pièce sous forme de T tourne autour d'un axe vertical par rapport au piédestal (7) et permet l'orientation azimutale de l'axe primaire (3). Ces deux tours, autour de cet axe vertical et des languettes de la deuxième pièce sous forme de T, permettent d'orienter initialement l'axe primaire (3) afin qu'il vise toujours l'objectif (11). Ces deux derniers tours sont empêchés dans le fonctionnement normal du système et sont uniquement utilisés pour viser vers l'objectif au moment de l'installation et du réglage du système.

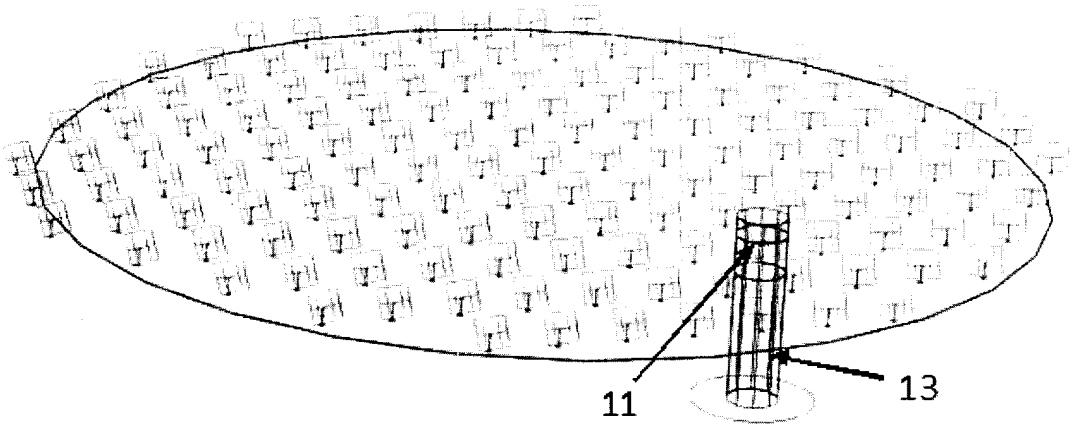
REVENDICATIONS

1.- Héliostat **caractérisé en ce** qu'il dispose d'un axe d'actionnement visant l'objectif, de capteurs solaires de réflexion, de réfraction ou directs, d'un contrôle en boucle fermée, pouvant être combiné avec un contrôle en boucle ouverte, dans la solution de l'optique réfléchissante principale, en prévoyant que le système de contrôle en boucle fermée maintenu par l'héliostat visant l'objectif à tout moment, soit alimenté de façon rétroactive par les signaux des capteurs solaires.

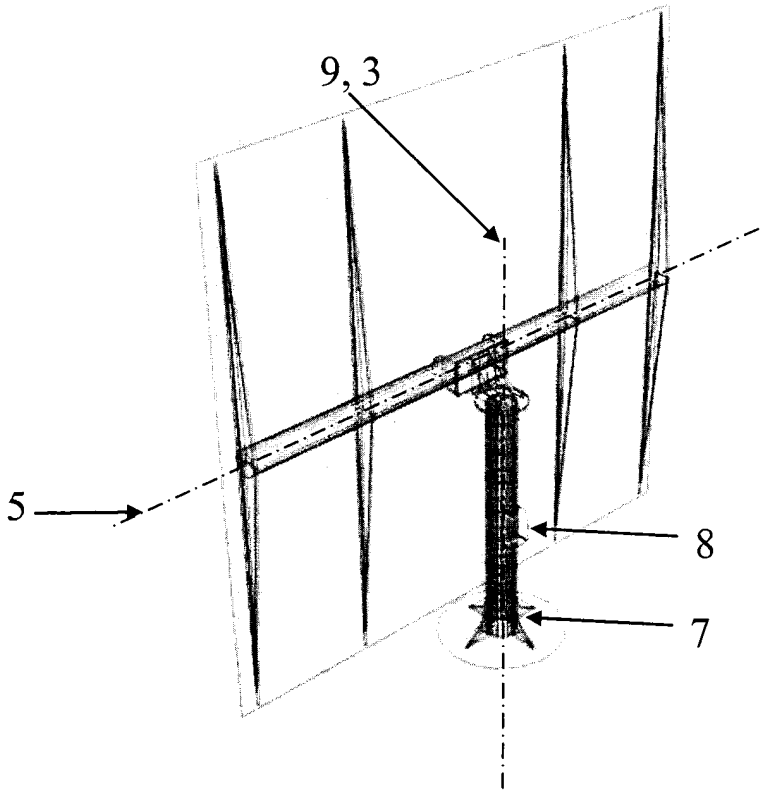
2. Héliostat selon la revendication 1, **caractérisé** en ce qu'il dispose d'un support mobile (2), tournant sous l'action d'un actionnement primaire (4) par rapport à un axe primaire (3) coïncidant avec la direction vers laquelle l'objectif est visé (11), sur lequel est montée la surface réfléchissante (1) à très haute réflectivité qui tourne sous l'action d'un actionnement secondaire (6) par rapport à un axe secondaire (5) perpendiculaire aussi bien à l'axe primaire (3) qu'au plan principal de l'optique (21).

3. Héliostat selon la revendication 1, **caractérisé** en ce qu'il dispose d'un capteur solaire (14) situé de façon préférentielle sur le contour de la Surface réfléchissante (1) étant solidaire à celle-ci et disposant d'une surface opaque (24) qui agit comme plan de référence et de deux surfaces sensibles (25) à l'énergie solaire incidente.

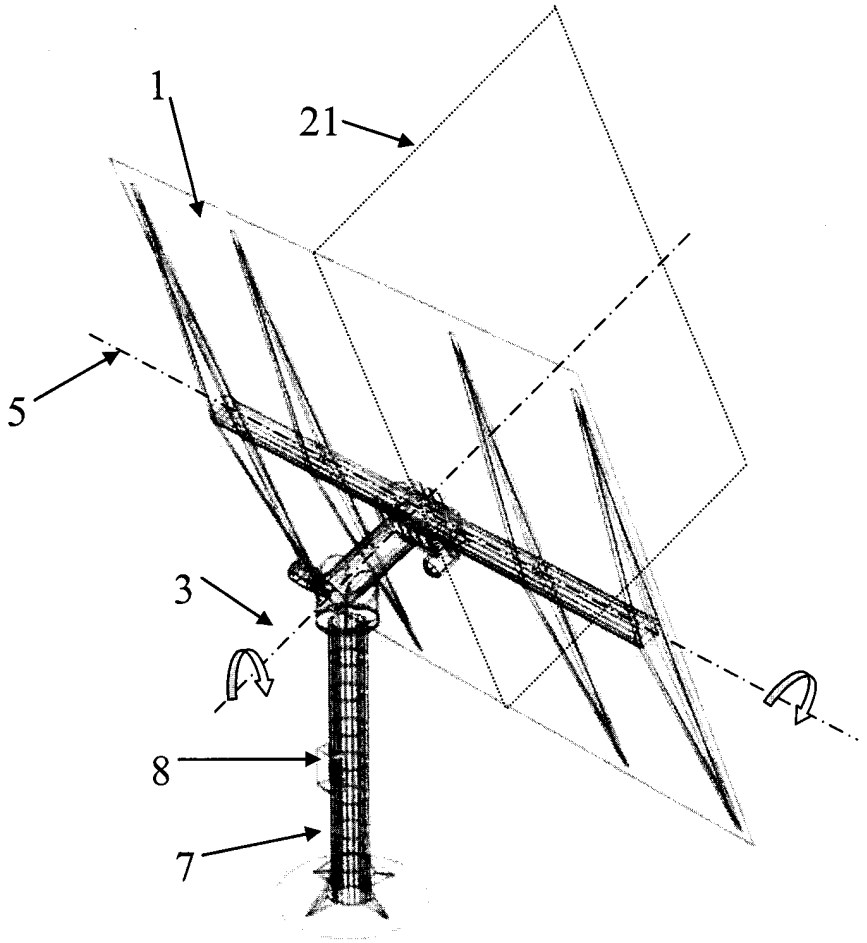
4. Héliostat selon la revendication 1, **caractérisé** en ce qu'il dispose d'un capteur solaire (15) situé au centre de la Surface réfléchissante (1) tournant exclusivement autour de l'axe primaire (3) sa surface opaque (24) demeurant à tout moment parallèle à cet axe et à l'axe secondaire (5). Le capteur reçoit le rayonnement solaire après le reflet de celle-ci sur un système optique (17), formé par une surface réfléchissante secondaire (26). Cette surface réfléchissante secondaire (26) est perpendiculaire à la surface réfléchissante (1) de l'héliostat et contient un axe secondaire de ce dernier.



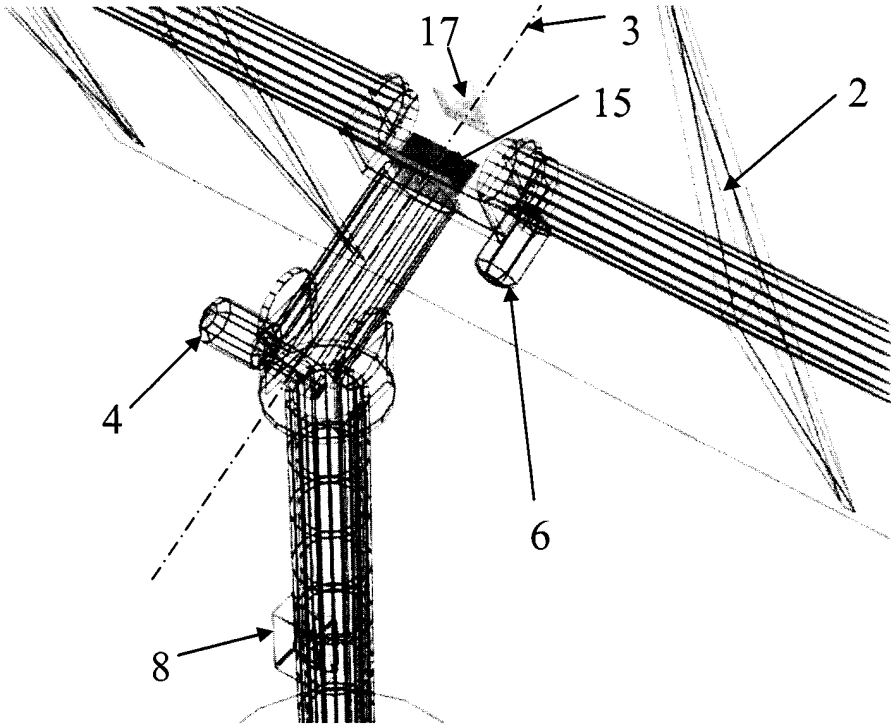
Dessin 1



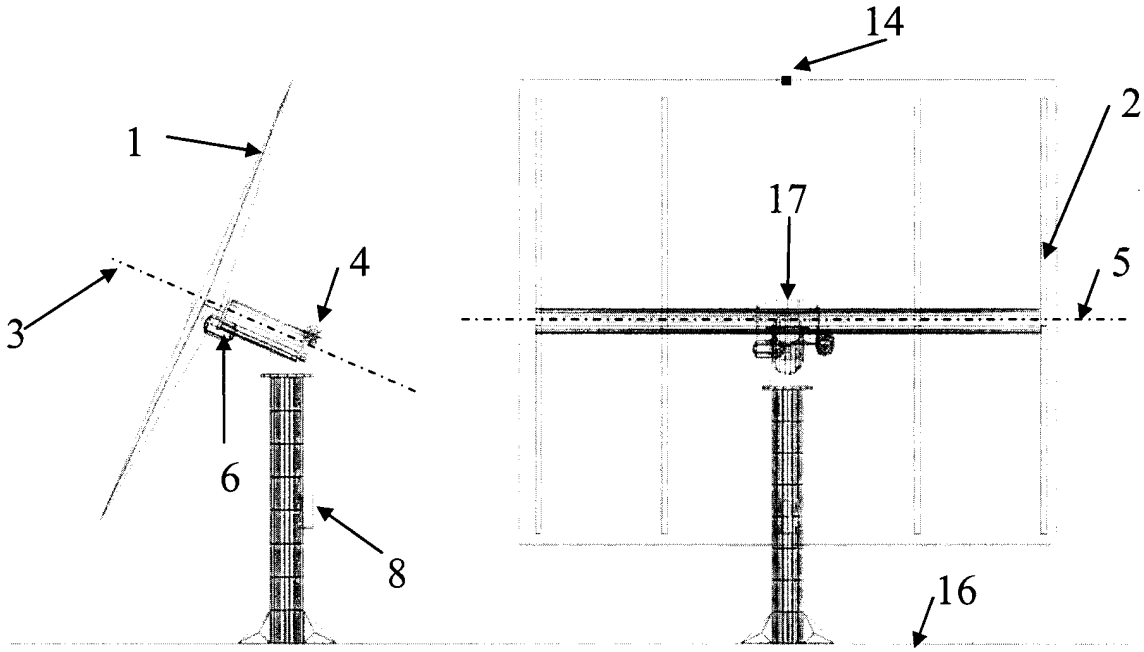
Dessin 2



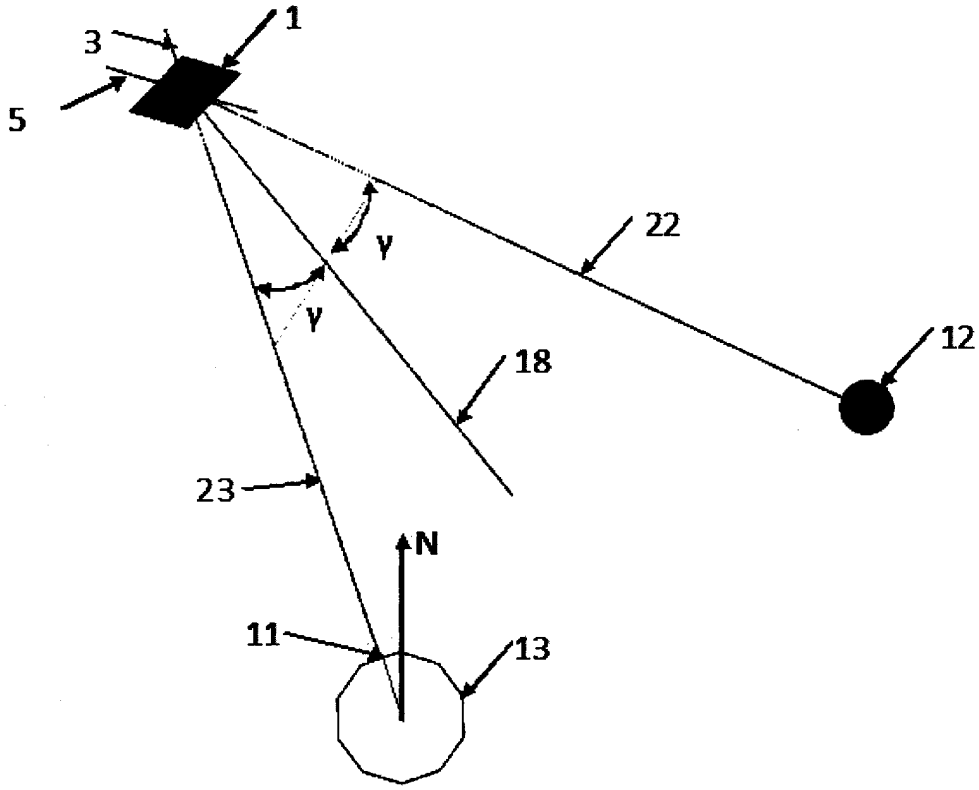
Dessin 3



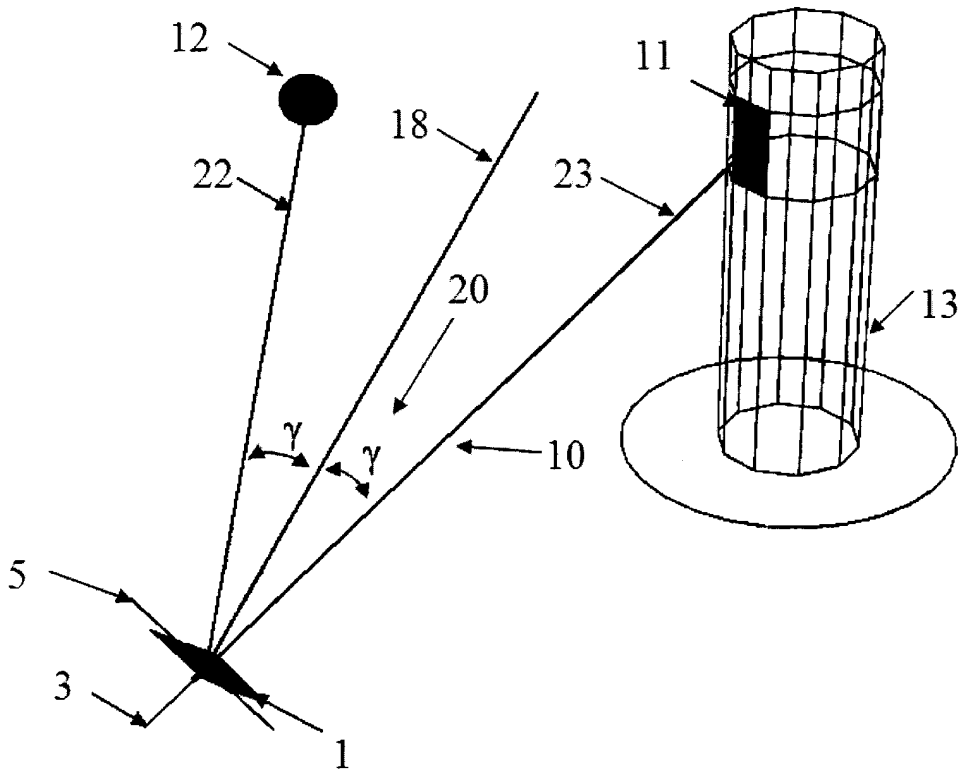
Dessin 4



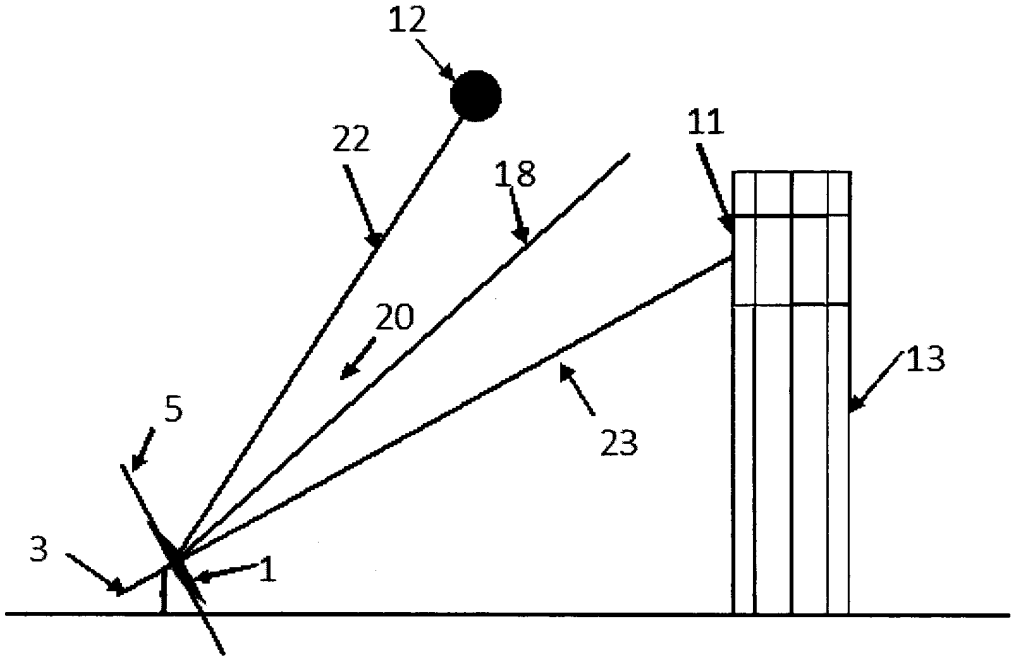
Dessin 5



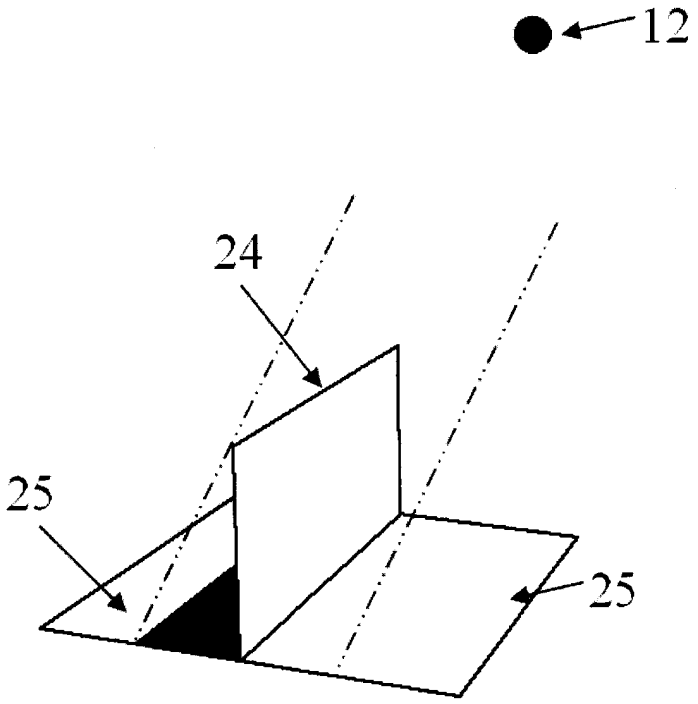
Dessin 6



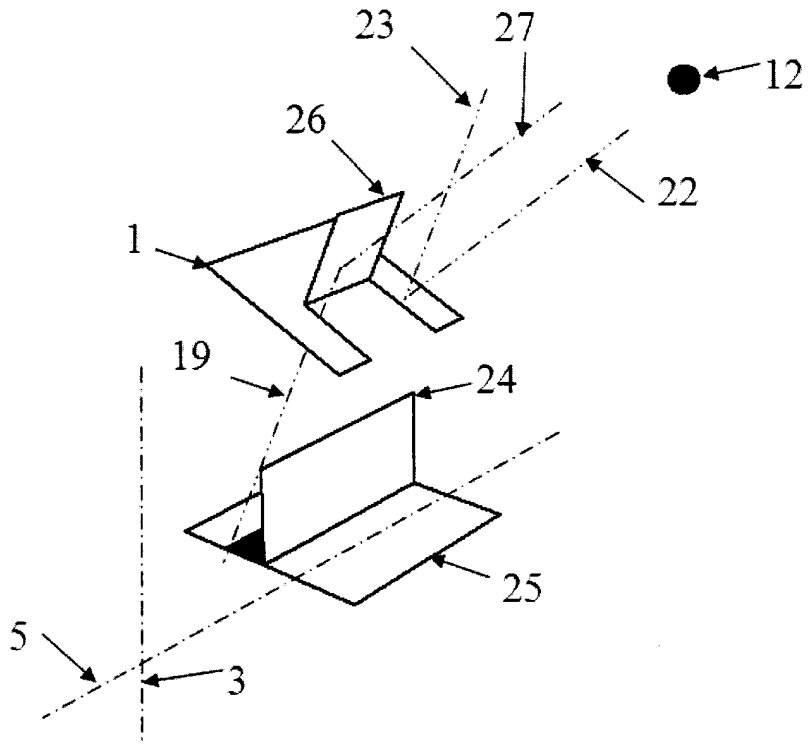
Dessin 7



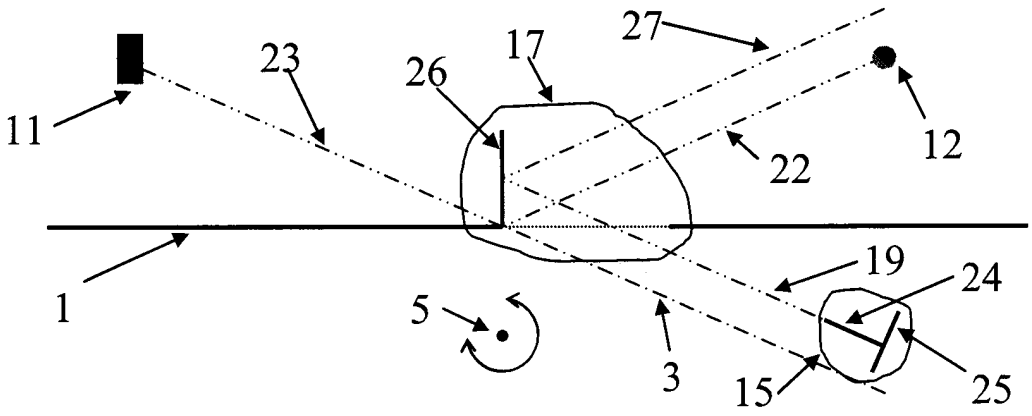
Dessin 8



Dessin 9



Dessin 10



Dessin 11

MA 39531A1

ROYAUME DU MAROC
****
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
****

OMPIC

المملكة المغربية

المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

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 : 39531	Date de dépôt : 25/05/2015 ; Date d'entrée en phase nationale : 15/12/2016 Date de priorité: 17/06/2014
Déposant : APLICACIONES RENOVABLES INTEGRADAS, SL	
Intitulé de l'invention : HÉLIOSTAT	

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
- ☒ Cadre 1 : Base du présent rapport
- ☐ Cadre 2 : Priorité
- ☐ Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés

Partie 2 : Rapport de recherche

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité
- ☐ Cadre 4 : Remarques de clarté
- ☒ Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle
- ☐ Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée
- ☐ Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention

Examinateur: M. EL KINANI	**Date d'établissement du rapport** : 18/12/2017
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
  21 Pages
- Revendications
  4
- Planches de dessin
  6 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : F 24J 2/07, 2/38, 2/54, G 05D 3/00

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :

EPOQUE, Orbit

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X	ES 2358815 ; APLICACIONES RENOVABLES INTEGRADAS SL ; 16/05/2011 Tout le document	1-4
X	WO2012117123 ; APLICACIONES RENOVABLES INTEGRADAS S L ET AL. ; 07/09/2012 Tout le document	1-4
X A	US 4586488 ; NOTO VINCENT H ; 06/05/1986 Colonne 3, ligne 66 - colonne 8, ligne 14; figures	1, 2 3, 4
X A	EP 2450644 ; TOMMEI DANIELE ET AL. ; 09/05/2012 paragr. [0024]-[0068]; figures	1, 2 3, 4

***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 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté (N)	Revendications 1-4 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications aucune Revendications 1-4	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-4 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 : ES 2358815
D2 : WO2012117123
D3 : US 4586488
D4 : EP 2450644

1. **Nouveauté (N) :**

Aucun document de l'état de la technique considéré ne divulgue un héliostat tel que décrit dans la revendication 1 de la présente demande.

D'où l'objet de la revendication indépendante 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 2-4 est également nouveau.

2. **Activité inventive (AI) :**

Le document D1 (page 8, ligne 29 - page 9, ligne 60; figures) considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 divulgue un héliostat caractérisé en ce qu'il dispose d'un axe d'actionnement (3) visant l'objectif (11), deux capteurs solaires de réflexion ou de réfraction (14, 15), d'un contrôle en boucle fermée, dans la solution de l'optique réfléchissante principale, le système de contrôle en boucle fermée maintenu par l'héliostat visant l'objectif à tout moment, soit alimenté rétroactivement par les signaux des capteurs solaires.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de cet héliostat connu par la possibilité de combinaison d'un contrôle en boucle fermée à un contrôle en boucle ouverte.

Le problème technique objectif que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme assurer le bon fonctionnement du système en réalisant les fonctions de contrôle en cas d'éventualité, météorologique ou autre, au cours de laquelle les capteurs du système de contrôle en boucle fermée ne fournissent pas les informations nécessaires.

La solution à ce problème, proposée dans la présente demande ne peut pas être considérée

comme inventive pour les raisons suivantes: la combinaison d'un contrôle en boucle fermée à un contrôle en boucle ouverte s'inscrit dans les pratiques courantes de l'homme du métier et serait considéré comme une option de développement ordinaire pour résoudre le problème posé (voir D5 et D6 à titre d'exemple).

D'où l'objet de la revendication 1 n'est pas considéré comme impliquant une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications dépendantes 2-4 ne contiennent pas de caractéristiques supplémentaires qui satisfont aux exigences de la loi 17-97 en matière d'activité inventive en étant combinées aux caractéristiques de l'une quelconque des revendications auxquelles lesdites revendications dépendantes sont liées, du fait qu'elles soient anticipées par D1-D4 ou suggèrent de légères modifications de conception de l'héliostat connu, ces modifications étant des pratiques courantes de l'homme du métier, notamment parce que les avantages qui en résultent sont aisément prévisibles.

3. 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.