



(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

- (11) N° de publication : **MA 37788 A1** (51) Cl. internationale : **F24J 2/10; F24J 2/07**
(43) Date de publication : **31.01.2017**

-
- (21) N° Dépôt : **37788**
(22) Date de Dépôt : **18.06.2013**
(30) Données de Priorité : **19.06.2012 ES P201200654**
(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
N° Dépôt international Date D'entrée en phase nationale
PCT/ES2013/000149 19.01.2015
(71) Demandeur(s) :
ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A., C/ Energía Solar, 1 41014 - Sevilla (ES)
(72) Inventeur(s) :
SERRANO GALLAR, Lucía ; NÚÑEZ BOOTELLO, Juan Pablo ; CERÓN GARCÍA, Francisco José
(74) Mandataire :
SMAS INTELLECTUAL PROPERTY

(54) Titre : **CHAMP D'HÉLIOSTATS MIXTE**

- (57) Abrégé : La présente invention concerne un champ d'héliostats mixte qui combine dans le même champ des héliostats de diverses tailles et/ou à différents types de facettes, tous ces héliostats présentant au moins une facette et une incurvation ou non, lesquels héliostats peuvent présenter des facettes sphériques, cylindriques, planes ou quasi-planes (sphériques avec un grand rayon de courbure), de manière que le champ solaire soit optimisé pour réduire au minimum les ombres et les blocages entre héliostats, grâce à un positionnement correct de ceux-ci dans le champ.

ABRÉGÉ

5 Champ mixte d'héliostats qui combine dans le même champ des héliostats de diverses tailles et/ou à différents types de facettes, tous ces héliostats présentant au moins une facette et une incurvation ou non, ces héliostats pouvant avoir des facettes sphériques, cylindriques, plates ou quasi plates (sphériques avec grand rayon de courbure), de façon que le champ solaire soit optimisé pour réduire au minimum les ombres et les blocages entre héliostats, grâce à un positionnement correct de ces derniers dans le champ.

(Figure 6)

CHAMP D'HÉLIOSTATS MIXTE

Secteur technique de l'invention

5 La présente invention s'inscrit dans le secteur technique de la production d'énergie électrique à partir d'une centrale solaire thermoélectrique à récepteur central de tour. Dans cette technologie, l'invention concerne le champ d'héliostats qui entourent le récepteur et qui dirigent vers lui le rayonnement solaire.

Antécédents de l'invention

10 Un héliostat consiste en une surface réfléchissante en guise de miroir, dont la mission principale est de réfléchir le rayonnement solaire et de le diriger vers le lieu désiré.

Lesdits héliostats sont orientables et dans ce but ils disposent habituellement de deux actionnements afin qu'un suivi individuel du soleil soit réalisé sur deux axes. Ces actionnements permettent à l'héliostat de réaliser un mouvement azimutal et un autre
15 d'élévation.

Dans les centrales solaires thermoélectriques à récepteur central, l'héliostat fait partie du champ solaire. Le champ solaire consiste en un ensemble d'héliostats, dont la mission est de réfléchir le rayonnement solaire et de le diriger vers un récepteur situé en haut d'une tour. La normale de l'héliostat est donc toujours à mi-chemin entre le soleil et le récepteur de la
20 tour.

À l'intérieur du récepteur circule un fluide qui est chauffé par le rayonnement solaire et qui est soit turbiné directement pour la production d'électricité, soit utilisé postérieurement dans un échangeur de chaleur pour la production de vapeur qui sera finalement turbinée.

L'héliostat, par conséquent, est un élément qui comporte une surface réfléchissante, une
25 structure support, un mécanisme d'actionnement en azimut et élévation, un piédestal, avec sa propre fondation et un système de contrôle local.

Des héliostats de différents types et de différentes configurations ont été élaborés au fil du temps.

En l'état de la technique, on peut trouver des héliostats à surface réfléchissante continue,
30 des héliostats à surface réfléchissante de type réflecteur de Fresnel, des héliostats à membrane tendue ou des héliostats à facettes, à titre d'exemples parmi les plus importants.

Les héliostats à surface réfléchissante continue peuvent être des miroirs, complètement plats, tant en structure qu'en surface réfléchissante, comme c'est le cas des héliostats du brevet US2009/0007901 et dont nous reparlerons plus loin.

35

Les héliostats à membrane tendue sont essentiellement formés d'une structure, de forme

circulaire et d'une membrane tendue avec une certaine courbure, qui contient la surface réfléchissante chargée de la concentration solaire.

Ladite courbure confère à l'héliostat la propriété de concentrer.

En ce qui concerne les héliostats à facettes, l'héliostat est constitué, dans ce cas, d'un ensemble d'éléments réflecteurs plus petits, accompagnés d'une certaine structure, que nous appellerons facettes et dont l'ensemble, avec une orientation déterminée de ladite facette (incurvation de la facette) constitue l'héliostat final.

En ce qui concerne les héliostats à facettes, on peut trouver en l'état de la technique, différentes configurations pour la disposition desdites facettes. Le brevet US4276872A divulgue par ses figures un héliostat à facettes, où les facettes qui composent lesdits héliostats disposent aussi bien d'une structure ou support que d'une surface réfléchissante plate.

Afin de conférer la propriété de concentrateur aux héliostats à facettes et d'obtenir ainsi la puissance thermique maximale du rayonnement solaire dans le récepteur, la surface réfléchissante des facettes peut être configurée avec une certaine courbure.

Dans le brevet ES2351755 on décrit un système de fabrication de facettes pour héliostats, constituées d'une surface réfléchissante et d'un châssis, où la surface réfléchissante est préalablement courbée.

Le brevet ES2326586 décrit une facette pour héliostat, configurée à partir d'une structure plate, sur laquelle le corps réfléchissant est à son tour courbé.

En fonction de la géométrie de la surface réfléchissante, il existe deux types d'héliostats : les héliostats sans formation d'image et les héliostats à formation d'image.

1) Les héliostats sans formation d'image comme celui proposé dans "Non-imaging focusing heliostat" - Y. T. Chen, K. K. Chong, T. P. Bligh, L. C. Chen, Jasmy Yunus, K. S. Kannan, B. H. Lim, C. S. Lim, M. A. Alias, Noriah Bidin, Omar Aliman, Sahar Salehan, SHK. ABD. Rezan S.A.H., C. M. Tam and K. K. Tan., permettent de réduire l'effet d'astigmatisme, effet d'aberration optique qui peut se traduire par une perte de puissance dans le récepteur pour une ouverture de cavité fixée a priori et qui se produit lorsque les angles d'incidence (angle que forme la normale de l'héliostat avec le rayon incident, qui va de 0 à 90°) sont différents de zéro. Ce type d'héliostats a un inconvénient, en effet l'héliostat est pénalisé au niveau du coût du fait que le suivi est de type rotation-élévation : les deux axes principaux de l'héliostat sont, l'un toujours perpendiculaire, et l'autre, toujours parallèle, au plan que forment le rayon incident, la normale à l'héliostat et le rayon réfléchi. Ces deux mouvements de rotation-élévation sont responsables du fait que le centre de gravité de l'héliostat ne soit pas aligné avec le piédestal, ce qui suppose des structures plus complexes qu'habituellement. D'autre part, des mécanismes supplémentaires sont nécessaires pour les différentes facettes

puisque chacune d'elles tourne indépendamment des autres, afin de parvenir à une orientation de ses axes qui soit telle qu'elle lui permette de diriger les rayons au centre du récepteur.

5 Dans d'autres modes d'exécution, les héliostats sont du type réflecteur de Fresnel avec suivi de type azimut et élévation. Cette géométrie présente l'inconvénient d'avoir des amplitudes de mouvements limitées (brevet ES1074545U) et des effets cosinus de second ordre qui neutralisent l'économie au niveau des coûts associée à l'élimination de la courbure de la structure.

10 2) Par ailleurs, dans les héliostats à formation d'image, on peut trouver les héliostats plats et les héliostats de type paraboloides de révolution ou sphériques.

Les héliostats plats, pour une acceptation de conception définie β (angle qui tient compte des différentes erreurs associées à la fabrication et au montage de l'héliostat ainsi que de l'angle sous-tendu par le soleil), n'ont pas de capacité de concentration et projettent leur propre ouverture (surface du miroir) dans le récepteur, amplifiée linéairement en distance par l'angle d'acceptation. Si l'on utilisait de grandes dimensions, les pertes par débordement dans l'ouverture du récepteur (pertes dues à la quantité de rayonnement qui est réfléchi par le concentrateur et qui n'atteint pas le récepteur) pour des héliostats éloignés rendraient non viable l'investissement réalisé dans l'héliostat lui-même.

20 Ces héliostats plats et petits, ne concentrent pas mais permettent la construction de centrales modulaires avec une réduction significative du coût de la structure et des fondations et avec une économie en matière de courbure des miroirs, cependant, les coûts d'exploitation et de maintenance augmentent car l'on doit disposer d'un plus grand nombre de mécanismes, de contrôle et associés pour fournir la même puissance thermique que s'il s'agissait de champs avec des héliostats de plus grandes dimensions.

25 Ce type de champ avec héliostats plats et de petites dimensions est décrit dans le brevet US2009/007901 mentionné précédemment.

Dans le cas d'héliostats avec surface réfléchissante de paraboloides de révolution, l'optique de concentration est différente : l'acceptation de conception définie et pour des angles d'incidence du rayonnement solaire pratiquement nuls, ce type de collecteurs maximisent la concentration lorsque la distance focale est de l'ordre de 0.6 fois l'ouverture, la concentration atteinte étant $C=0,25 (1/\sin 2\delta) = 0,25 C_{max}$; c'est-à-dire, 0.25 fois la concentration maximale possible pour l'optique en question, où δ est le demi-angle d'acceptation $\beta=2 \delta$. Dans la pratique, les héliostats des centrales à tour configurés de manière sphérique, ont une distance focale beaucoup plus grande que l'optimale selon le critère de captation maximale $C_{max}=1/\sin 2\delta$; cela signifie qu'avec des angles d'incidences petits ou quasi nuls, l'héliostat concentre d'autant moins qu'il est plus éloigné du récepteur, qu'il existe une distance à partir

de laquelle l'héliostat cesse de concentrer, autrement dit que la tache générée réfléchiée dans le récepteur, est de plus grande taille que la propre ouverture de l'héliostat et cela en prenant en compte uniquement les rayons qui sont dans l'acceptation de conception du collecteur. Il est important de signaler que, pour des angles d'incidence petits et des distances focales habituelles dans les champs d'héliostats des centrales à tour, la géométrie de type parabolicoïde est similaire à la géométrie sphérique. Donc, en prenant la géométrie d'héliostats sphériques, pour ces distances focales ou supérieures, la taille de la tache dans le récepteur est la même en visant avec un grand héliostat qu'avec un autre petit ayant la même courbure toujours pour des angles d'incidence quasi nuls. La différence entre les deux apparaît pour des angles d'incidence supérieure à zéro (nous appelons angle d'incidence l'angle que forme le vecteur directeur du rayon incident en un point de l'héliostat, avec la normale à la surface réfléchissante en ce point), de telle façon que pour le cas des concentrateurs de forme sphérique à grandes surfaces, il se produit un effet d'astigmatisme plus accusé, donnant lieu à une image un peu plus grande et diffuse.

À partir de la distance focale f de l'héliostat définie comme la distance depuis le point de pivotement des héliostats (centre de la surface réfléchissante) jusqu'au foyer situé en haut de la tour $f = \sqrt{(X-X_0)^2 + (Y-Y_0)^2 + (Z-Z_0)^2}$; le rayon de courbure de l'héliostat en question est défini comme R théorique = $2f$, soit $R = 2\sqrt{(X-X_0)^2 + (Y-Y_0)^2 + (Z-Z_0)^2}$ où X, Y, Z sont les coordonnées de positionnement de l'héliostat, et (X_0, Y_0, Z_0) les coordonnées du point de focalisation. Il est important de signaler que les centrales à tour avec ce type d'héliostats en forme parabolicoïde ou sphérique à grandes surfaces disposent dans le champ de nombreuses références différentes de courbure ; c'est-à-dire que chaque héliostat a un rayon de courbure différent en fonction de sa position dans le champ solaire et de sa distance à la tour.

Ce type d'héliostats à géométrie sphérique, présentent en outre une plus grande difficulté de montage et de fabrication en raison de la nécessité de courber les miroirs des facettes, d'incurver ces dernières dans l'héliostat (orienter les facettes dans la structure de l'héliostat pour que la géométrie finale soit un parabolicoïde ou une sphère parfaite) et d'incurver la structure c'est-à-dire de la configurer avec la courbure et géométrie désirée en fonction de sa position par rapport à la tour. Cependant, ils ont l'avantage de générer moins de frais d'exploitation et de maintenance, les coûts de structure, de contrôle et instrumentation et des mécanismes restant peu élevés.

3) Dans le brevet ES8306688A1 on mentionnait déjà la possibilité que la surface réfléchissante des facettes des héliostats soit plate, les supports du miroir intégrant des moyens pour réguler l'orientation de ces dernières autour d'axes verticaux et horizontaux.

L'invention qui nous occupe, tente de conjuguer les avantages dans un même champ solaire tant des héliostats à facettes plates, que des héliostats à surface parabolöide ou sphérique, et mélange les deux en optimisant la taille, le coût total et leur distribution dans la centrale selon le cas.

Description de l'invention

L'invention concerne un champ d'héliostats mixte, pour centrales de concentration solaire à récepteur central, où sont combinés des héliostats de différents types, afin d'optimiser les pertes par astigmatisme de ces derniers et le coût associé audit champ.

Le champ solaire d'héliostats mixte emploie dans chaque zone du champ l'héliostat le plus adapté.

On distingue les types d'héliostats suivants (en entendant par incurver le fait de conférer à l'héliostat une courbure générale en orientant chacune de ses facettes de manière indépendante) :

1. Héliostats de grande taille $S \geq 120 \text{ m}^2$ avec structure incurvée en sphère ou parabolöide et :

1.1 Facettes sphériques

20 1.2 Facettes cylindriques

1.3 Facettes plates ou quasi plates (sphériques avec grands rayons de courbure)

2. Héliostats de taille moyenne $20 \text{ m}^2 \leq S < 120 \text{ m}^2$ avec structure incurvée en sphère ou parabolöide et :

2.1 Facettes sphériques

25 2.2 Facettes cylindriques

2.3 Facettes plates ou quasi plates (sphériques avec grands rayons de courbure)

3. Héliostats de petite taille avec une unique facette $S < 20 \text{ m}^2$ en trois configurations :

3.1 Facette sphérique

3.2 Facette cylindrique

30 3.3 Facette plate ou quasi plate (sphérique avec grand rayon de courbure)

Dans le cas des facettes cylindriques, il faut prendre en compte le fait qu'elles sont incurvées uniquement dans une direction, à savoir selon leur direction la plus grande et avec un rayon de courbure identique à celui de la structure.

Dans le cas des facettes sphériques, elles ont un rayon de courbure qui peut être identique ou différent de celui de la structure et elles sont orientées ou incurvées en conférant à l'héliostat une courbure sphérique.

Les critères de sélection de d'un type d'héliostat ou d'un autre dans les différentes zones du champ d'héliostats sont :

- 1 – Effet cosinus : c'est la perte de zone réfléchissante due à de grands angles d'incidence entre le rayon incident ou réfléchi et la normale à l'héliostat mise en évidence dans
5 l'expression : $A_{effective} = \cos\theta A_{real}$ où θ est l'angle d'incidence.

Il est important de signaler que l'angle d'incidence solaire est un paramètre qui dépend du jour et de l'heure de l'année et sur lequel il est impossible d'influer, une fois qu'ont été fixées par ailleurs les positions optimales en azimut et la distance des héliostats à la tour dans le champ solaire. Ainsi, chaque héliostat dans le champ solaire aura un angle d'incidence
10 moyen annuel qui indique son apport à la génération de puissance électrique dans la centrale conjointement avec d'autres paramètres.

- 2 – Nécessité d'une zone du champ solaire qui fournisse un flux de chaleur concentré de taille minimale, y compris pour de grands angles d'incidence, permettant de réaliser une distribution de puissance selon les besoins. Par exemple, en vue d'une centralisation dans
15 des zones déterminées où l'on désire augmenter la température, ce qui permet de contrôler d'éventuels problèmes dans le récepteur (centrales à tours avec sels, dans lesquelles il peut arriver qu'il y ait des zones de solidifications de ces derniers et dans lesquelles il est nécessaire d'apporter un flux de rayonnement très concentré). Ce contrôle détaillé qui permet de chauffer de manière particulière certaines zones de la centrale solaire, grâce à
20 des héliostats à tache réduite qui peuvent être orientés comme on le souhaite, c'est ce qu'on appelle le contrôle actif.

- 3 – Visibilité de la cavité où est logé le récepteur depuis l'héliostat en question, calculé à partir de l'angle de visibilité ou α que forme le rayon réfléchi avec le plan de la cavité.

- 4 – Pertes à cause du coefficient de transmission atmosphérique : effet provoqué par
25 l'atmosphère, en raison duquel la puissance associée au rayon réfléchi se voit diminuée. Il est généralement exprimé par un polynôme qui dépend de la distance de l'héliostat au récepteur et d'une série de coefficients caractéristiques de chaque latitude et qui sont associés aux effets de dispersion atmosphérique, en raison de l'existence d'une quantité plus ou moins grande de particules dans l'atmosphère.

30 Il conviendra par ailleurs de tenir compte des considérations suivantes :

- 5 – Dans le cas d'angles d'incidence quasi nuls tous les héliostats du groupe génèrent une image similaire.

- 6 – Dans le cas de grands angles d'incidence, les simulations réalisées qui comparent les héliostats de type 1.1, 1.2 dans une position représentative, montrent que les taches
35 projetées dans l'ouverture par les deux sont similaires.

7 – Les études pour une centrale complète d'une puissance supérieure à 20 MW avec des héliostats du type 1.3 permettent de conclure que, bien que les pics de densité de flux d'énergie dans le récepteur baissent, étonnamment les valeurs de débordement ne diffèrent pas autant du cas des héliostats 1.1 et 1.2. Pour des centrales d'une puissance nominale
5 supérieure à 20 MW, l'utilisation d'héliostats des types 1.2 et 1.3 dans toutes ou certaines positions du champ, en remplacement des héliostats de type 1.1 actuellement employés dans les champs d'héliostats de l'état de la technique, représenterait une grande économie au niveau du coût de l'héliostat, du fait qu'il n'est pas nécessaire de doter d'une double courbure tous les miroirs qui constituent la surface du concentrateur, ladite capacité de
10 concentration étant conservée grâce à l'incurvation de la structure en forme paraboïde ou sphérique.

8 – S'il est nécessaire d'utiliser des héliostats qui génèrent une tache très contrôlée indépendamment de l'angle d'incidence ponctuel, il est nécessaire de combattre l'effet d'astigmatisme que produit l'aberration sphérique des facettes sphériques (qui se traduit par
15 des pertes par débordement dans le récepteur pour une taille de récepteur défini) et pour ce faire on propose d'utiliser les héliostats de type 2 et 3. Plus la taille des héliostats est petite, plus le débordement que ceux-ci génèrent dans le récepteur est petit pour des angles d'incidence non nuls. De plus, c'est pour les héliostats les plus proches de la tour que le potentiel d'amélioration en réduisant leur taille est le plus grand, puisqu'il y a une position
20 critique par rapport à la tour à partir de laquelle l'effet de la distance sur l'astigmatisme est plus grand que celui de la taille du miroir lui-même.

9 – Pour des héliostats très proches de la tour avec des rayons de courbure très accusés, il peut arriver qu'il y ait des difficultés de fabrication des facettes sphériques, qui requièrent des courbures très grandes (rayons de courbure petits) pour des surfaces réfléchissantes qui
25 sont fragiles. Dans de tels cas, l'invention envisage la possibilité de situer dans les premiers rangs du champ solaire des héliostats du type 1.2 ou 1.3, avec des facettes cylindriques, qui nécessitent uniquement une courbure par rapport à l'un de leurs axes, ce qui représente une grande simplification dans leur fabrication, ou simplement avec des facettes plates.

10 – Dans les zones du champ où la visibilité du récepteur serait basse (les angles de visibilité α seraient supérieurs à 35°), on propose d'employer des héliostats de type 2 ou 3,
30 c'est-à-dire, des héliostats moyens ou petits qui permettent de générer une image plus petite que les grands de type 1, dont la totalité entrerait à l'intérieur de la cavité.

11 – Si l'on utilise un champ solaire avec des héliostats du type 1.2, 1.3, 2.2, 2.3, il est possible de réduire le nombre de références de courbures, autrement dit, au lieu que chaque
35 héliostat soit totalement ou partiellement incurvé (tant dans la courbure de ses facettes que de sa structure) avec un rayon théorique différent, selon sa distance à la tour, on propose

d'établir des groupes d'héliostats avec rayon de courbure théorique similaire, qui auront tous un même rayon de courbure réel égal au rayon de courbure théorique de l'héliostat du groupe le plus éloigné du récepteur ou bien proche de la moyenne de tous les rayons de courbure théoriques correspondant audit groupe.

- 5 La combinaison dans un champ solaire de tous ou certains des types d'héliostats énumérés précédemment peut donc conduire à un accroissement de l'efficacité optique et à un contrôle plus fin du récepteur. D'autre part, la diminution du nombre de facettes nécessaires configurées sphériquement dans le calcul total du champ solaire, nous permet une réduction des coûts significative pour une centrale solaire thermoélectrique, puisque le coût du champ
- 10 solaire représente approximativement 30% du coût total de cette dernière.

Dans tous les cas, et dans toutes les combinaisons, le champ solaire sera optimisé pour minimiser les ombres et les blocages entre héliostats, grâce à un positionnement correct de ceux-ci dans le champ.

En outre, tout type de champ est envisagé : Nord, Sud, circulaire...

15 **Description des dessins**

Pour compléter la description en cours et dans le but d'aider à une meilleure compréhension de l'invention, à ladite description est joint un jeu de dessins sur lesquels, à titre d'illustration et sans caractère limitatif, a été représenté ce qui suit :

Figure 1 : Miroir plat avec demi-angle d'acceptation δ

- 20 Figure 2 : Héliostat à facettes plat de l'état de la technique

Figure 3 : Héliostat sans formation d'image de l'état de la technique

Figure 4 : Héliostats avec facettes plates incurvés sphériquement

Figure 5 : Héliostat avec facettes cylindriques

Figure 6 : Exemple d'effet cosinus dans un champ d'héliostats Nord

- 25 Figure 7 : Angle de visibilité du récepteur dans un champ d'héliostats

Figure 8 : Première réalisation préférée de champ solaire mixte

Figure 9 : Deuxième réalisation préférée de champ solaire mixte

Figure 10 : Troisième réalisation préférée de champ solaire mixte

Figure 11 : Quatrième réalisation préférée de champ solaire mixte

- 30 Les références qui apparaissent sur les figures représentent :

1. Zone du champ d'héliostats mixte où $\alpha < 35^\circ$ et $\cos\theta > 0,78$

2. Zone du champ d'héliostats mixte où $\alpha < 15^\circ$ et $\cos\theta < 0,78$

3. Zone du champ d'héliostats mixte où $\alpha > 35^\circ$ et $\cos\theta > 0,78$

4. Zone du champ d'héliostats mixte où $\alpha > 15^\circ$ et $\cos\theta < 0,78$

5. Zone du champ d'héliostats mixte avec $\alpha < 25^\circ$
6. Zone du champ d'héliostats mixte avec $\alpha > 25^\circ$
7. Zone du champ d'héliostats mixte avec angles d'incidence $< 45\%$ de l'angle d'incidence annuel maximum et $\alpha < 25^\circ$
- 5 8. Zone du champ d'héliostats mixte avec $\alpha > 25^\circ$
9. Zone du champ d'héliostats mixte avec angles d'incidence $> 45\%$ de l'angle d'incidence annuel maximum
10. Zone du champ d'héliostats mixte avec angles d'incidence $< 45\%$ de l'angle d'incidence annuel maximum et $\alpha < 25^\circ$
- 10 11. Zone du champ d'héliostats mixte avec $\alpha > 25^\circ$
12. Zone du champ d'héliostats mixte avec angles d'incidence $< 45\%$ de l'angle d'incidence annuel maximum.
13. Zone du champ d'héliostats mixte avec angles d'incidence $< 30\%$ de l'angle d'incidence annuel maximum
- 15 18. Zone du champ d'héliostats avec très grande visibilité du récepteur $\alpha < 10^\circ$
19. Zone du champ d'héliostats avec très grande visibilité du récepteur $10^\circ < \alpha < 15^\circ$
20. Zone du champ d'héliostats avec grande visibilité du récepteur $15^\circ < \alpha < 20^\circ$
21. Zone du champ d'héliostats avec grande visibilité du récepteur $20^\circ < \alpha < 25^\circ$
22. Zone du champ d'héliostats avec visibilité moyenne du récepteur $25^\circ < \alpha < 30^\circ$
- 20 23. Zone du champ d'héliostats avec visibilité moyenne du récepteur $30^\circ < \alpha < 35^\circ$
24. Zone du champ d'héliostats avec basse visibilité du récepteur $35^\circ < \alpha < 40^\circ$
25. Zone du champ d'héliostats avec basse visibilité du récepteur $\alpha > 40^\circ$
30. Zone du champ d'héliostats avec effet cosinus entre 0.911 et 0.811
31. Zone du champ d'héliostats avec effet cosinus entre 0.811 et 0.761
- 25 32. Zone du champ d'héliostats avec effet cosinus entre 0.761 et 0.711
33. Zone du champ d'héliostats avec effet cosinus entre 0.711 et 0.661
34. Zone du champ d'héliostats avec effet cosinus entre 0.661 et 0.55

Réalisation préférée de l'invention

Au vu des figures, un mode de réalisation préféré du système objet de cette invention est décrit ci-dessous.

Avant que ne commence la description d'un champ mixte concret une série de figures, qui montrent quelques-uns des différents types d'héliostats pouvant être combinés, sont jointes à la description.

Sur la figure 1 est montré un miroir plat avec demi-angle d'acceptation δ .

La figure 2 montre un exemple d'héliostat à facettes plat.

Sur la figure 3 on observe un héliostat sans formation d'image.

La figure 4 représente un héliostat à facettes plates et incurvation sphérique, c'est-à-dire que chacune des facettes plates est orientée de façon à ce que l'héliostat acquière dans son ensemble une courbure sphérique.

Sur la figure 5 on observe un héliostat formé à partir de facettes cylindriques.

5 Le champ d'héliostats proposé dans cette invention peut combiner dans une même installation à récepteur central :

- Des héliostats de grande taille, habituellement de 120 m² ou 140 m² incurvés en paraboloïde ou sphère, avec 28 ou 32 facettes plates respectivement,

10 - des héliostats de grande taille de 120 ou 140 m², incurvés en paraboloïde ou sphère, avec 28 ou 32 facettes configurées en sphère ou en cylindre,

- des héliostats de taille moyenne, habituellement de 20 m² incurvés en paraboloïde ou sphère avec un petit nombre de facettes (4 ou 5) plates, sphériques ou cylindriques et

- des héliostats de petite taille habituellement de 4 m² avec une facette plate ou cylindrique.

Le choix de l'un ou l'autre type d'héliostat dans les différentes positions du champ, repose
15 essentiellement sur un critère de minimisation du coût de la centrale ; sur l'angle d'incidence moyen annuel (qui se traduit par un effet cosinus annuel et des effets astigmatiques), la visibilité du récepteur des héliostats et sur la nécessité éventuelle pour la centrale d'avoir une partie du champ solaire capable de générer des taches solaires de taille minimale, pour pouvoir aider à un éventuel contrôle plus fin du flux de chaleur dans le récepteur.

20 Dans le cas concret de la figure 6 on observe un exemple d'effet cosinus dans un champ d'héliostats Nord, concrètement il s'agit d'un champ circulaire de latitude 37,24°. Sur ladite figure on distingue, de façon schématique, différentes amplitudes d'effet cosinus qui sont réparties comme suit : intervalle de 0.911 à 0.811 (30), de 0.811 à 0.761 (31), de 0.761 à 0.711 (32), de 0.711 à 0.661 (33) et de 0.661 à 0.55 (34).

25 La figure 7 montre la visibilité du récepteur des héliostats calculée pour un champ circulaire en latitude Nord et récepteur cylindrique externe. De façon schématique, le champ d'héliostats est divisé en huit zones (18, 25) dans lesquelles varie la visibilité du récepteur que possèdent les héliostats, les zones de plus grande visibilité, ou de très grande visibilité étant les zones (18) et (19) avec $\alpha < 15^\circ$, les zones (20) et (21) sont des zones de grande
30 visibilité correspondant à un angle de visibilité $15^\circ < \alpha < 25^\circ$, les zones de moyenne visibilité (22) et (23) correspondent à des angles de visibilité $25^\circ < \alpha < 35^\circ$, et les zones de basse visibilité (24) et (25) correspondent à $\alpha > 35^\circ$.

Sur la figure 8 on peut voir le premier cas préféré d'un champ d'héliostats, en latitude Nord, dans lequel la distribution des différents types d'héliostats se présente de la façon suivante :

35 - Zone 1 : Constituée par des héliostats de type 1.3, c'est-à-dire des héliostats de grande taille avec structure incurvée en sphère ou paraboloïde et des facettes plates du type

représenté sur la Figure 3, qui sont situés dans la zone du champ, dans laquelle l'angle d'incidence moyen annuel est supérieur de 45% à l'angle d'incidence annuel maximum du champ (pour une latitude de 37,34 ° et champ nord, angle d'incidence supérieur de 45° ou effet cosinus moyen annuel supérieur à 0,78), et la visibilité de l'héliostat est moyenne ou grande.

5

$$\cos\theta > 0,78$$

$$15^\circ < \alpha < 35^\circ$$

- Zone 2 : Constituée par des héliostats de type 1.3, c'est-à-dire des héliostats de grande taille, incurvés en paraboloïde ou sphère avec des facettes plates, qui sont situés dans la zone du champ, dans laquelle l'angle d'incidence moyen annuel est inférieur de 45% à l'angle d'incidence annuel maximum du champ (pour une latitude de 37,34 ° et champ nord, angle d'incidence inférieur de 45° ou effet cosinus moyen annuel inférieur à 0,78), et la visibilité du récepteur est très grande.

10

$$\cos\theta < 0,78$$

$$15 \quad \alpha < 15^\circ$$

- Zone 3 : Constituée par des héliostats de type 2.1 ou 2.2, c'est-à-dire des héliostats de taille moyenne incurvés en paraboloïde ou sphère avec des facettes cylindriques comme ceux représentés sur la Figure 4, qui sont situés dans la zone du champ, dans laquelle l'angle d'incidence moyen annuel est supérieur de 45% à l'angle d'incidence annuel maximum du champ (pour une latitude de 37,34 ° et champ nord, angle d'incidence supérieur de 45° ou effet cosinus moyen annuel supérieur à 0,78), et la visibilité du récepteur est basse.

20

$$\cos\theta > 0,78$$

$$\alpha > 35^\circ$$

Dans le cas où il est nécessaire d'avoir une partie du champ solaire capable de générer des taches solaires de taille minimale pour pouvoir réaliser un contrôle actif et aider ainsi à un éventuel contrôle plus fin du flux de chaleur dans récepteur, on pourrait inclure ici des héliostats de petite taille incurvés en paraboloïde ou sphère avec un petit nombre de facettes (habituellement 4 ou 5), comme des héliostats de petite taille avec une facette plate, héliostats de type 3.2 et 3.3.

30

- Zone 4 : Constituée par des héliostats de taille inférieure aux autres héliostats de champ avec des facettes sphériques (de préférence de petits héliostats du type 3.1 ou 3.2), qui sont situés dans la zone du champ, dans laquelle l'angle d'incidence moyen annuel est inférieur de 45% à l'angle d'incidence annuel maximum du champ (pour une latitude de 37,34° et

champ nord, angle d'incidence inférieur de 45° ou effet cosinus moyen annuel inférieur à 0,78), et la visibilité du récepteur est moyenne ou basse.

$$\cos\theta < 0,78$$

$$\alpha > 25^\circ$$

- 5 De préférence, les héliostats des zones 1, 2 sont de 120m² avec 28 facettes réparties sur 4 colonnes et 7 lignes et les héliostats de la zone 3 de 20 m². Dans le cas des héliostats de la zone 3 il est possible d'utiliser également des héliostats à 1 facette de 4 m². Pour la zone 4 la réalisation préférée est à d'héliostats de 4 m².
- 10 Sur la figure 9 on peut voir le deuxième cas de réalisation préférée de l'invention, avec coefficient de transmission atmosphérique élevé supérieur à 0,95 :
- Zone 5 : grande ou très grande visibilité du récepteur ($\alpha < 25^\circ$), héliostats 1.2 ou 1.3
 - Zone 6 : moyenne ou basse visibilité (angles de visibilité du récepteur $\alpha > 25^\circ$), réservée à des héliostats sans astigmatisme avec tache minimisée : héliostat 3.2 ou 3.3 de l'ordre de 4
- 15 m²
- Sur la figure 10 on peut voir le troisième cas de réalisation préférée de l'invention avec coefficient de transmission atmosphérique élevé supérieur à 0,95 :
- Zone 7 : angles d'incidence bas (inférieurs de 45% à l'angle d'incidence annuel maximum) et grande ou très grande visibilité du récepteur (α inférieurs de 25°), héliostats 1.2 ou 1.3
- 20 - Zone 8 : moyenne ou basse visibilité (α supérieurs de 25°), héliostats sans astigmatisme avec tache minimisée type 3.1 ou 3.2
- Zone 9 : grands angles d'incidence (supérieurs de 45% à l'angle d'incidence annuel maximum), réservée à des héliostats sans astigmatisme avec tache minimisée, héliostat 2.1 ou 2.2 de 20 m² avec 5 facettes.
- 25
- Sur la figure 11 on peut voir le quatrième cas de réalisation préférée de l'invention avec coefficient de transmission atmosphérique bas inférieur à 0,95 :
- Zone 10 : angles d'incidence bas (inférieurs de 45% à l'angle d'incidence annuel maximum), et grande ou très grande visibilité du récepteur α inférieurs de 25° héliostat 1.2
- 30 ou 1.3.
- Zone 11 moyenne ou basse visibilité (α supérieurs de 25°), héliostats sans astigmatisme avec tache minimisée type 3.2 ou 3.3.
 - Zone 12 : angles d'incidence bas (inférieurs de 45% à l'angle d'incidence annuel maximum) réservée à des héliostats sans astigmatisme avec tache minimisée : héliostat 2.1 ou 2.2

- Zone 13 : angles d'incidence très bas (inférieurs de 30% à l'angle d'incidence annuel maximum), héliostats sans astigmatisme avec tache minimisée type 3.2 ou 3.3.

REVENDICATIONS

1. Champ d'héliostats mixte pour centrales de concentration solaire à récepteur central qui minimise les pertes par astigmatisme, l'effet cosinus et maximise la visibilité de chaque héliostat **caractérisé en ce qu'il** comprend des héliostats formés d'au moins une facette et lesdits héliostats étant de différentes tailles et/ou comprenant différents types de facettes, soit des facettes sphériques, cylindriques, planes ou quasi planes, étant soumis à un contrôle actif, et où les héliostats présentent différentes incurvations (orientation différente des facettes).
2. Champ d'héliostats mixte selon la revendication 1 qui comprend des héliostats de grande taille, leur surface étant $\geq 120 \text{ m}^2$.
3. Champ d'héliostats mixte selon la revendication 2 où les héliostats de grande taille ont des facettes sphériques incurvées.
4. Champ d'héliostats mixte selon la revendication 2 où les héliostats de grande taille ont des facettes cylindriques incurvées en paraboloïde ou sphère dans la direction correspondant à la dimension la plus grande.
5. Champ d'héliostats mixte selon la revendication 2 où les héliostats de grande taille ont des facettes planes ou quasi planes (sphériques à grand rayon de courbure).
6. Champ d'héliostats mixte selon la revendication 1 qui comprend des héliostats de taille moyenne, leur surface étant de $20 \text{ m}^2 \leq \text{Surface} < 120 \text{ m}^2$.
7. Champ d'héliostats mixte selon la revendication 6 où les héliostats de taille moyenne ont des facettes sphériques incurvées.
8. Champ d'héliostats mixte selon la revendication 6 où les héliostats de taille moyenne ont des facettes cylindriques incurvées dans la direction correspondant à la dimension la plus grande.
9. Champ d'héliostats mixte selon la revendication 6 où les héliostats de taille moyenne ont des facettes planes ou quasi planes (sphériques avec de grands rayons de courbure).
10. Champ d'héliostats mixte selon la revendication 1 qui comprend des héliostats de

petite taille avec au moins une unique facette d'une surface $< 20 \text{ m}^2$.

11. Champ d'héliostats mixte selon la revendication 10 où la facette est cylindrique.
- 5 12. Champ d'héliostats mixte selon la revendication 10 où la facette est plane ou quasi plane (sphérique avec grand rayon de courbure).
13. Champ d'héliostats mixte selon la revendication 10 où la facette est sphérique.
- 10 14. Champ d'héliostats mixte selon les revendications 2 et 6 caractérisé en ce que le champ est établi avec des groupes d'héliostats avec rayon de courbure théorique similaire, tous ayant un même rayon de courbure réel identique au rayon de courbure théorique de l'héliostat du groupe le plus éloigné du récepteur ou bien proche de la moyenne de tous les rayons de courbure théoriques correspondant audit groupe.
- 15 15. Champ d'héliostats mixte selon les revendications 6 et 10 caractérisé en ce que dans les zones du champ dans lesquelles la visibilité du récepteur est basse ($\alpha > 35^\circ$), on utilise des héliostats moyens ou petits.
- 20 16. Champ d'héliostats mixte selon les revendications 2, 6 et 10 caractérisé en ce qu'il est réparti en quatre zones qui sont :
 - Zone 1 : Constituée par des héliostats de grande taille avec structure incurvée en sphère ou parabolôïde et facettes planes ou quasi planes (sphériques avec de grands rayons de courbure) et qui sont situés dans la zone du champ dans laquelle l'angle d'incidence
 - 25 moyen annuel est supérieur de 45% à l'angle d'incidence annuel maximum du champ et la visibilité de l'héliostat est moyenne ou grande (par moyenne on entend $25^\circ < \alpha < 35^\circ$ et par grande $15^\circ < \alpha < 25^\circ$) ;
 - Zone 2 : Constituée par des héliostats de grande taille, incurvés en parabolôïde ou
 - 30 sphère avec facettes planes, qui sont situés dans la zone du champ dans laquelle l'angle d'incidence moyen annuel est inférieur de 45% à l'angle d'incidence annuel maximum du champ et la visibilité du récepteur est très grande, concrètement $\alpha < 15^\circ$ et la distance de l'héliostat à la base de la tour est supérieure à dix fois la hauteur optique de cette dernière ;
 - Zone 3 : Constituée par des héliostats de taille moyenne, incurvés en parabolôïde ou
 - 35 sphère avec facettes cylindriques, qui sont situés dans la zone du champ dans laquelle l'angle d'incidence moyen annuel est supérieur de 45% à l'angle d'incidence annuel maximum du champ, et la visibilité du récepteur est basse ($\alpha > 35^\circ$) ;
 - Zone 4 : Constituée par de petits héliostats qui sont situés dans la zone du champ dans

laquelle l'angle d'incidence moyen annuel est inférieur de 45% à l'angle d'incidence annuel maximum du champ et la visibilité du récepteur est moyenne ou basse.

17. Champ d'héliostats mixte selon la revendication 16 caractérisé en ce que le champ a une latitude de $37,34^\circ$ et champ nord, angle d'incidence inférieur de 45% ou effet cosinus moyen annuel inférieur à 0,78.

18. Champ d'héliostats mixte selon la revendication 16 caractérisé en ce que les héliostats des zones 1, 2 sont de 120 m^2 avec 28 facettes réparties sur 4 colonnes et 7 lignes et les héliostats de la zone 4 sont de 4 m^2 .

19. Champ d'héliostats mixte selon la revendication 18 caractérisé en ce que les héliostats de la zone 3 sont de 20 m^2 .

20. Champ d'héliostats mixte selon la revendication 18 caractérisé en ce que dans la zone 3 sont inclus des héliostats de petite taille pour réaliser un contrôle actif qui oriente la tache solaire de taille réduite là où c'est utile.

21. Champ d'héliostats mixte selon la revendication 20 caractérisé en ce que dans la zone 3 sont utilisés des héliostats à une facette de 4 m^2 .

22. Champ d'héliostats mixte selon les revendications 2 et 10 caractérisé en ce que le champ a un coefficient de transmission atmosphérique supérieur à 0,95 et les héliostats sont répartis en deux zones :

- Zone 5 : grande visibilité du récepteur ($15^\circ < \alpha < 25^\circ$), héliostats de grande taille avec facettes cylindriques ou planes ;
- Zone 6 : basse visibilité ($\alpha > 35^\circ$), réservée à des héliostats de petite taille sans astigmatisme avec tache minimisée.

23. Champ d'héliostats mixte selon les revendications 2, 6 et 10 caractérisé en ce que le champ a un coefficient de transmission atmosphérique supérieur à 0,95 et les héliostats sont répartis en trois zones :

- Zone 7 : angles d'incidence bas (inférieurs de 45% à l'angle d'incidence annuel maximum) et grande ou très grande visibilité du récepteur (α inférieurs à 25°), héliostats de grande taille et facettes cylindriques ou planes ;
- Zone 8 : visibilité moyenne ou basse (α supérieurs à 25°), héliostats petits sans astigmatisme avec tache minimisée ;
- Zone 9 : grands angles d'incidence (supérieurs de 45% à l'angle d'incidence annuel

maximum), réservée à des héliostats moyens sans astigmatisme avec tache minimisée et à facette sphérique ou cylindrique.

24. Champ d'héliostats mixte selon les revendications 2, 6 et 10 caractérisé en ce que
- 5 les héliostats sont répartis en quatre zones :
- Zone 10 : angles d'incidence bas (inférieurs de 45% à l'angle d'incidence annuel maximum), et grande ou très grande visibilité du récepteur $\alpha < 25^\circ$, avec grands héliostats à facette cylindrique ou plane ;
 - Zone 11 : visibilité moyenne ou basse (α supérieurs à 25°), héliostats petits sans

10 astigmatisme avec tache minimisée ;

 - Zone 12 : angles d'incidence bas (inférieurs de 45% à l'angle d'incidence annuel maximum), réservée à des héliostats moyens sans astigmatisme avec tache minimisée et à facette sphérique ou cylindrique ;
 - Zone 13 : angles d'incidence très bas (inférieurs de 30% à l'angle d'incidence annuel

15 maximum), héliostats petits sans astigmatisme avec tache minimisée.

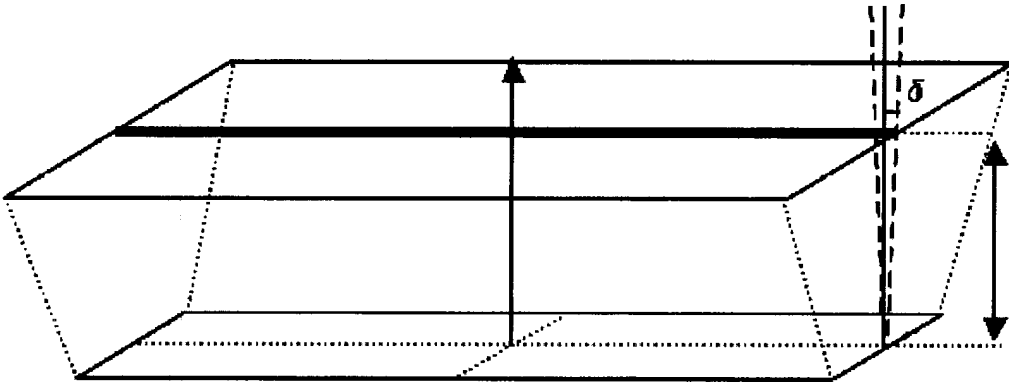


Figure 1

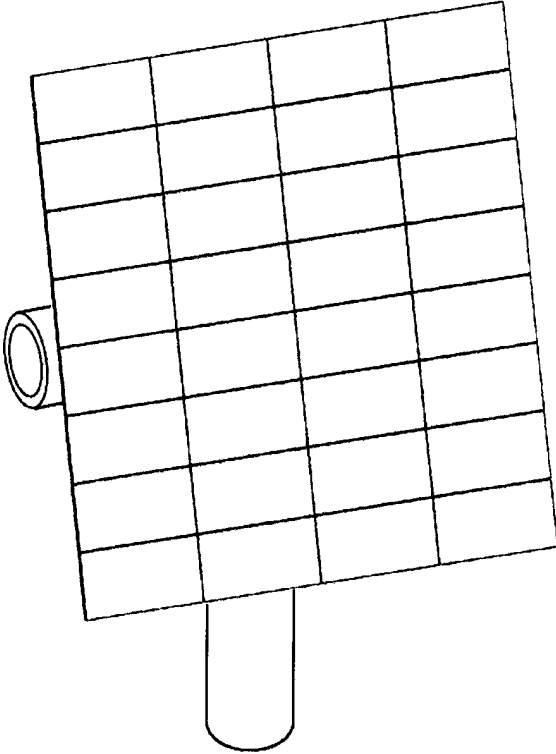


Figure 2

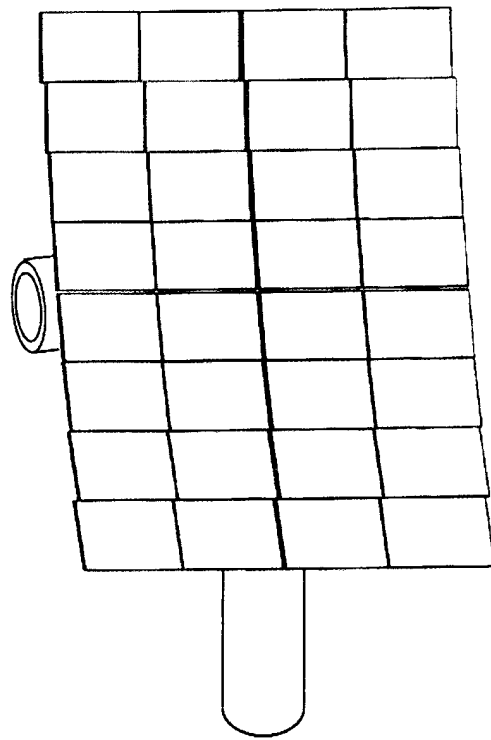


Figure 3

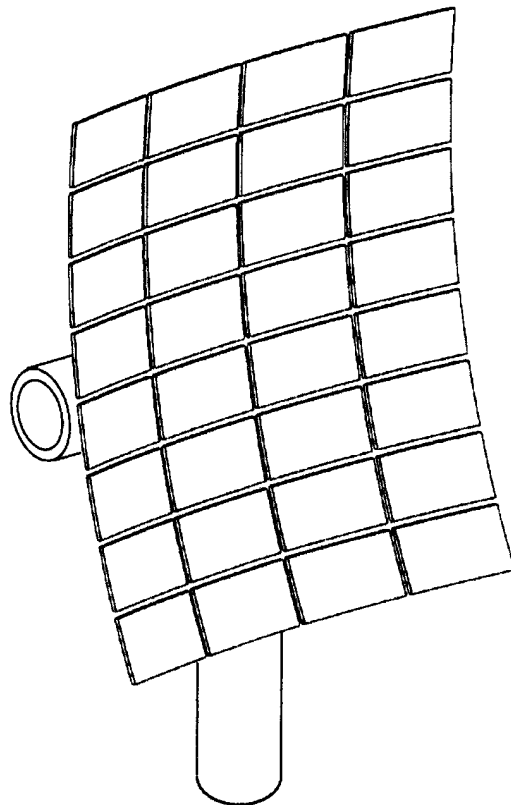


Figure 4

20

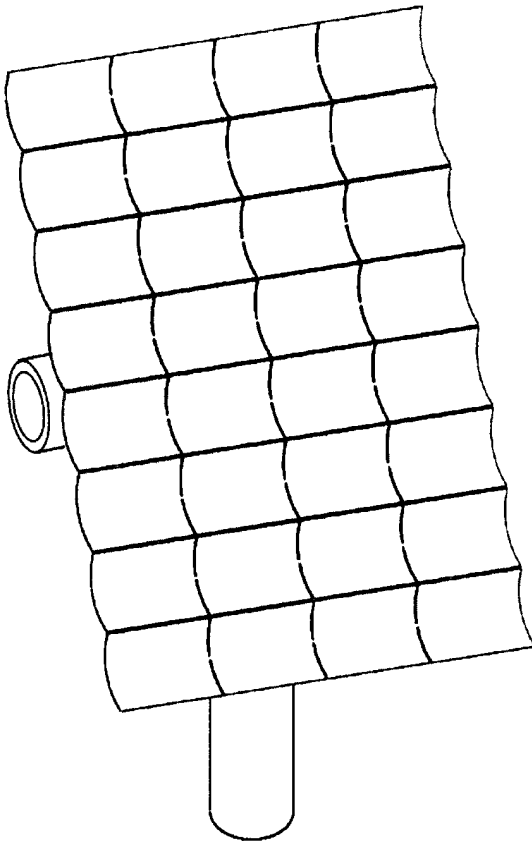


Figure 5

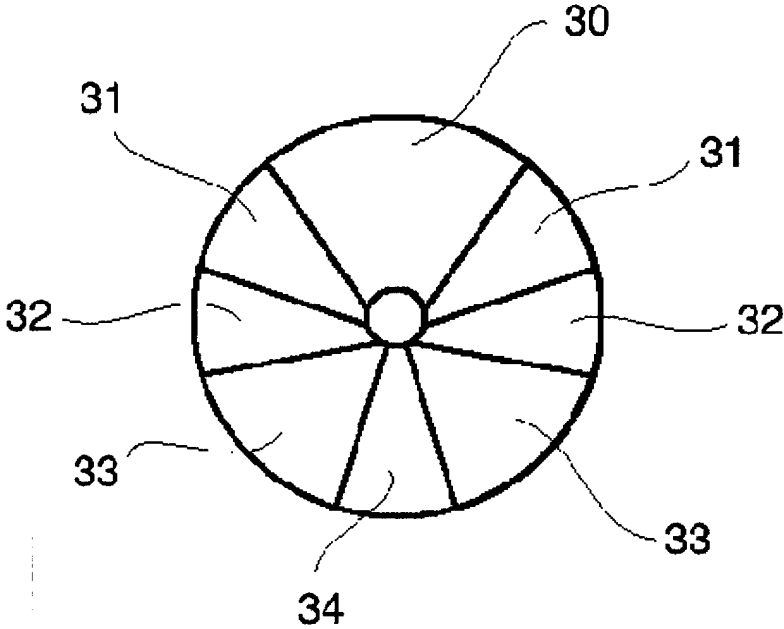


Figure 6

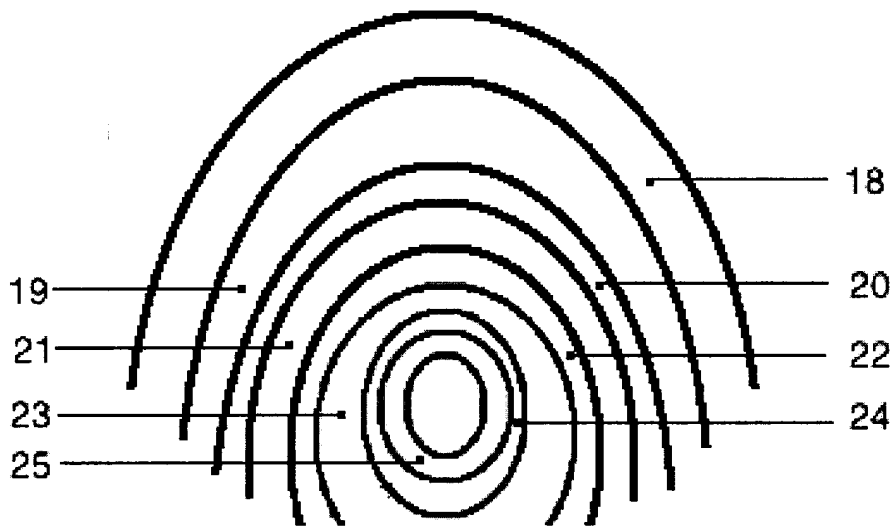


Figure 7

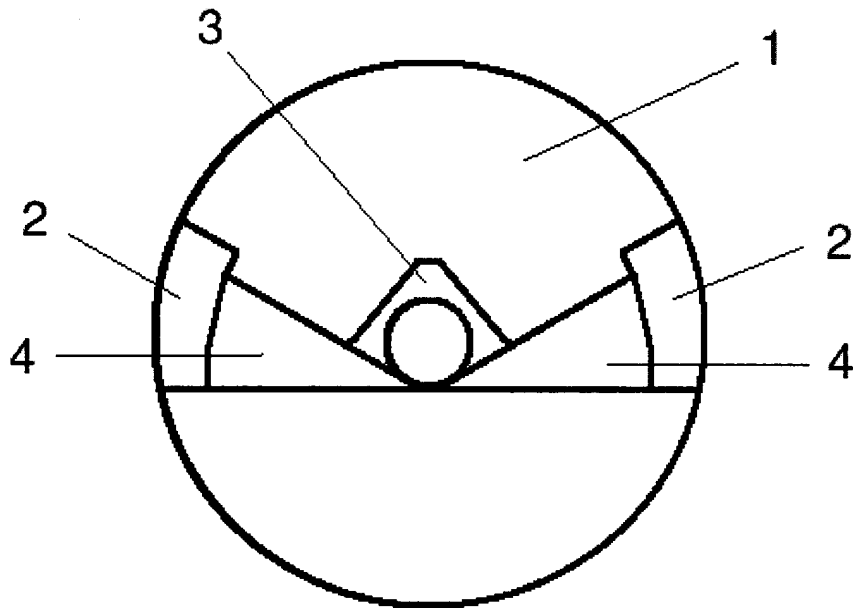


Figure 8

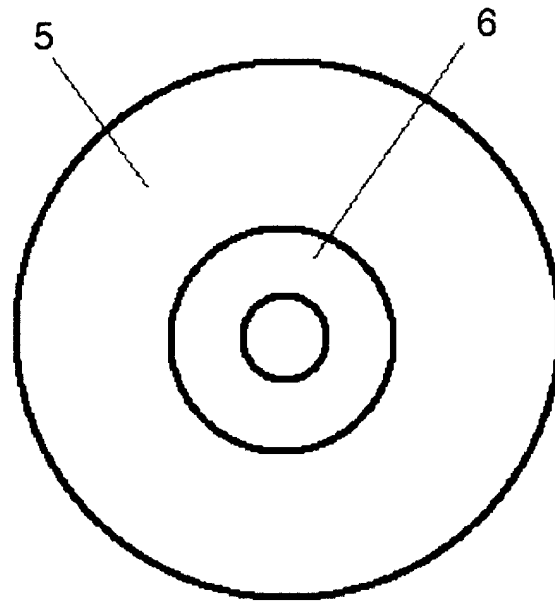


Figure 9

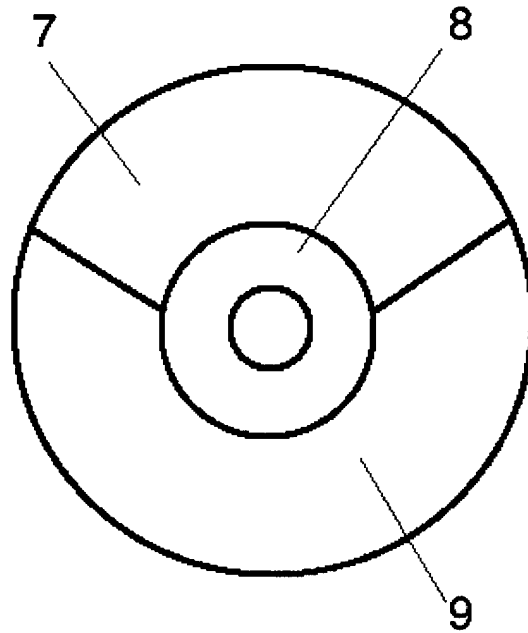


Figure 10

23

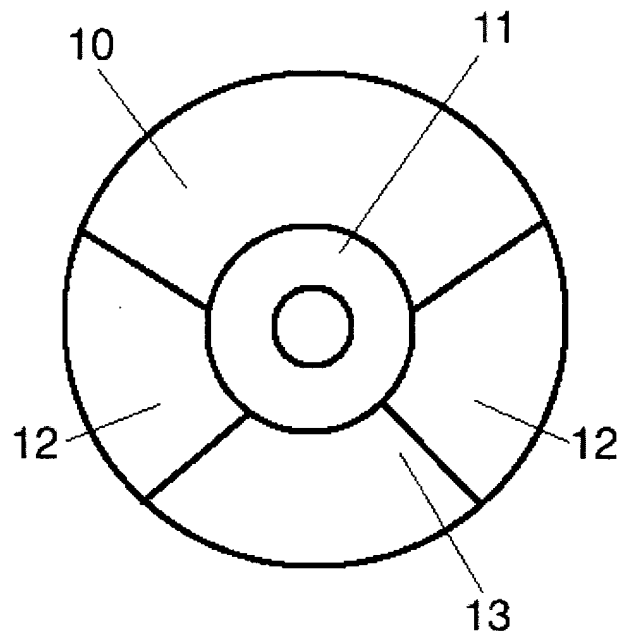


Figure 11

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



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 : 37788	Date de dépôt : 18/06/2013 Date d'entrée en phase nationale : 19/01/2015
Déposant : ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A.	Date de priorité: 19/06/2012
Intitulé de l'invention : CHAMP D'HÉLIOSTATS MIXTE	
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 clarté <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée <input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: M. EL KINANI	Date d'établissement du rapport : 09/01/2017
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
13 Pages
- Revendications
24
- Planches de dessin
6 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche**Classement de l'objet de la demande :**

CIB : F24J 2/07, 2/10

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
Y	US2004004175 ; NAKAMURA KATSUSHIGE & AL. ; 08/01/2004	1-15
A	Paragr. [0021], [0022],[0023] ; fig. 1, 2, 9	16-24
Y	US2009133685 ; PHAM QUOC & AL. ; 28/05/2009 Paragr. [0059]-[0062] ; fig. 21	1-15
Y	WO2009152574 ; SOLAR SYSTEMS PTY LTD [AU] ; 23/12/2009 Page 19, lignes 21 – 35 Page 21, ligne 26 - Page 22, lignes 16	1
Y	US2007221208 ; GOLDMAN ARNOLD J [IL] ; 27/09/2007 Paragr. [0028] ; fig. 6	5, 9, 12

***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 1-24 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications 16-24 Revendications 1-15	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-24 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 : US2004004175
D2 : US2009133685
D3 : WO2009152574
D4 : US2007221208

1. Nouveauté (N) :

Aucun document de l'état de la technique considéré ne divulgue un champ d'héliostats mixte pour centrales de concentration solaire à récepteur central qui minimise les pertes par astigmatisme, l'effet cosinus, et maximise la visibilité de chaque héliostat conformément à la partie caractérisante de la revendication 1.

D'où l'objet de la revendication 1 est nouveau au sens de l'article 26 de la loi N° 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. Par conséquent, l'objet des revendications dépendantes 2-24 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 1 divulgue un champ d'héliostats mixte pour centrales de concentration solaire à récepteur central qui minimise les pertes par astigmatisme, l'effet cosinus, et maximise la visibilité de chaque héliostat (Paragr. [0021], fig. 1, 2) caractérisé en ce qu'il comprend des héliostats (5) formés d'au moins une facette(8), où les héliostats (5) présentent différentes incurvations (orientation différente des facettes).

Par conséquent l'objet de la revendication 1 diffère de ce champ d'héliostats mixte connu en ce que :

- les héliostats étant de différentes tailles et/ou comprenant différents types de facettes, soit des facettes sphériques, cylindriques, planes ou quasi-planes ; et
- les héliostats étant soumis à un contrôle actif.

L'effet technique d'avoir des héliostats de différentes tailles et/ou comprenant différents types de facettes, soit des facettes sphériques, cylindriques, planes ou quasi-planes est de minimiser les ombres et les blocages entre héliostats.

Le problème objectif à résoudre par cet effet peut donc être considéré comme optimiser la surface d'occupation du champ d'héliostats.

En tout état de cause, ces caractéristiques ont déjà été employées dans le même but dans un champ d'héliostats mixte analogue (cf. D2, héliostats (340) de différentes tailles : zones 140a, 140b et 140c et différents types de facettes : paragr. [0059]-[0062], fig. 21).

L'effet technique d'avoir des héliostats qui soient soumis à un contrôle actif est de chauffer de manière particulière certaines zones de la centrale solaire.

Le problème objectif à résoudre par cet effet peut donc être considéré comme contrôler la distribution spatiale des rayonnements des héliostats réfléchis sur le récepteur solaire.

Ces caractéristiques ont déjà été employées dans le même but dans un champ d'héliostats mixte analogue (cf. D3, page 19, lignes 21 – 35 ; page 21, ligne 26 - page 22, lignes 16).

Il serait évident pour l'homme du métier désireux de parvenir au même résultat d'appliquer ces caractéristiques distinctives, avec un effet correspondant, dans un champ d'héliostats mixte suivant D1, afin d'obtenir un champ d'héliostats mixte conformément à la revendication 1.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 n'implique pas une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications dépendantes 2-15 ne contiennent pas de caractéristiques supplémentaires qui satisfont aux exigences de la l'article 28 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13 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 décrites dans les documents D1-D4 (voir passages pertinents dans le rapport de recherche) ou présentent des résultats de développement ordinaire par l'homme du métier.

L'objet des revendications dépendantes 16-24 n'est ni décrit, ni rendu évident par l'art antérieur et par conséquent implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

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.