



(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 35721 B1** (51) Cl. internationale : **F24J 2/07**

(43) Date de publication :
01.12.2014

(21) N° Dépôt :
37094

(22) Date de Dépôt :
30.05.2014

(30) Données de Priorité :
29.11.2011 ES P201101264

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/ES2012/000297 28.11.2012

(71) Demandeur(s) :
ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A., Avenida de la Buhaira, 2 E-41018 Sevilla (ES)

(72) Inventeur(s) :
MÉNDEZ MARCOS, José Maria ; DIAGO LÓPEZ, Maite ; SERRANO GALLAR, Lucía ; NAVÍO GILABERTE, Raúl

(74) Mandataire :
SMAS INTELLECTUAL PROPERTY

(54) Titre : **CONFIGURATION DES RÉCEPTEURS DANS DES CENTRALES SOLAIRES À CONCENTRATION À TOUR**

(57) Abrégé : Configuration des récepteurs dans des centrales solaires à concentration à tour du type comprenant au moins un récepteur moyenne température (3) et un récepteur haute température (4), chaque récepteur haute température (4) étant placé au-dessus et légèrement sur l'avant de chaque récepteur moyenne température (3), de manière qu'une partie des rayons qui sont réfléchis par le récepteur moyenne température (3) chauffent la partie arrière du récepteur haute température (4), et le récepteur haute température (4) étant placé de telle manière que la majeure partie de sa surface fait face à la paroi de la cavité (2), seule la partie inférieure du récepteur (4) restant libre.

ABRÉGÉ

Configuration des récepteurs dans des centrales solaires à concentration à tour du type comprenant au moins un récepteur moyenne température (3) et un récepteur haute température (4) dans laquelle chaque récepteur haute température (4) est placé
5 au-dessus et légèrement en avant de chaque récepteur moyenne température (3), de sorte qu'une partie des rayons qui sont réfléchis par le récepteur moyenne température (3) chauffent la partie arrière du récepteur haute température (4) et dans laquelle le récepteur haute température (4) est placé de sorte que la majeure partie de sa surface fait face à la paroi de la cavité (2), seule la partie inférieure du récepteur (4) restant
10 libre.
(Figure 1)

1
D 1 DEC 2014

CONFIGURATION DES RÉCEPTEURS DANS DES CENTRALES SOLAIRES À
CONCENTRATION À TOUR

Domaine technique de l'invention

5 La présente invention concerne le domaine des technologies solaires à concentration pour la production de vapeur surchauffée, plus particulièrement la technologie de récepteur central à tour avec champ d'héliostats pour son application à la génération d'électricité.

État antérieur de la technique

10 Bien que le rayonnement solaire est une source thermique à haute température et élevée énergie à l'origine, son utilisation dans les conditions du flux qui atteint la surface terrestre détruit la quasi-totalité de son potentiel pour devenir du travail, par la réduction drastique de la température disponible. C'est pour cela que, dans les centrales solaires thermoélectriques (CST), il est fait usage des systèmes à
15 concentration optique, lesquels permettent d'obtenir des densités de flux plus importantes et par conséquent des températures plus élevées.

À l'heure actuelle, on peut distinguer trois technologies différentes mises au point pour une utilisation dans les centrales solaires. Ces technologies sont: à récepteur central, collecteurs cylindro-paraboliques et miroirs paraboliques. Toutes celles-là n'exploitent
20 que la composante directe du rayonnement solaire, ce qui les oblige à avoir des dispositifs de suivi du soleil.

L'invention revendiquée appartient aux systèmes à tour ou récepteur central (3D). Ceux derniers utilisent des miroirs de grande surface (40-125 m² par unité) appelés héliostats, qui sont équipés d'un système de contrôle pour réfléchir le rayonnement
25 solaire direct sur un récepteur central placé en haut d'une tour. Dans cette technologie, le rayonnement solaire concentré chauffe dans le récepteur un fluide à des températures allant jusqu'à 1000 °C, dont l'énergie thermique peut ensuite être utilisée pour la génération d'électricité.

À l'heure actuelle, il y a différents types de récepteurs avec différentes configurations.
30 Parmi d'autres, on peut distinguer les récepteurs moyenne température et les récepteurs haute température. Si le fluide caloporteur est de l'eau, les récepteurs moyenne température sont également dénommés récepteurs de vapeur saturée ou évaporateurs et les récepteurs haute température sont dénommés récepteurs de vapeur surchauffée. Un ballon est installé entre ceux-là.

35 Les récepteurs solaires à concentration à tour peuvent être extérieurs ou être disposés

à l'intérieur d'une cavité agencée dans le dessus de la tour afin de réduire les pertes thermiques. La configuration doit permettre que la puissance incidente surpasse en grandeur les pertes qui se produisent par rayonnement et convection. Dans les récepteurs de vapeur surchauffée, la température atteinte à leur surface est plus élevée que dans les récepteurs de vapeur saturée, raison par laquelle les pertes par rayonnement sont également plus importantes, cependant ceux-là ont l'avantage d'augmenter l'efficacité du cycle thermodynamique, de sorte que lesdites pertes sont compensées.

Dans le brevet WO2009121030A2, de diverses configurations de panneaux et tubes sont proposées afin d'absorber le rayonnement solaire concentré incident. La plupart des configurations comprennent des tubes ou panneaux avec des parties transparentes qui sont très différentes à la configuration proposée dans le présent brevet et dans les buts et avantages qui vont être décrits dans les paragraphes suivants.

Le brevet US20080078378 propose une configuration de panneaux consistant à situer les panneaux du récepteur de vapeur surchauffée au-dessus des panneaux du récepteur de vapeur saturée.

Dans le brevet WO2011030331A2 plusieurs configurations de ballons et récepteurs de vapeur saturée et surchauffée sont revendiquées. Des configurations ayant les deux récepteurs placés d'une manière concentrique et des configurations dans lesquelles le récepteur de vapeur saturée et le récepteur de vapeur surchauffée sont séparés physiquement.

C'est pour cela que la présente invention vise à concevoir une configuration de récepteurs qui regroupe les avantages de l'utilisation de vapeur à haute température, résolvant les risques existants, assurant une plus grande maîtrise de la centrale et favorisant ainsi la stabilité et durabilité de cette dernière et de ses composants

Exposé de l'invention

La présente invention concerne une configuration des récepteurs dans des centrales solaires à concentration à tour avec une séparation physique entre les récepteurs moyenne température et les récepteurs haute température.

Pour ces cas où le fluide caloporteur est de l'eau, c'est dans le récepteur moyenne température où survient l'évaporation du fluide caloporteur obtenant de la vapeur saturée à la sortie et dans le récepteur haute température est effectué un surchauffage de ladite vapeur. Entre ces deux récepteurs un ballon ou séparateur de phase est installé ce qui assure que seulement pénètre de la vapeur dans le récepteur haute

température.

En séparant l'étape d'évaporation de celle de surchauffage le risque technologique est abaissé puisqu'il n'y a pas de changement de phase dans le même récepteur, n'existant non plus les problèmes de gradients thermiques élevés résultant des
5 différents coefficients de convection des deux phases. En outre, les problèmes de maîtrise associés à la variabilité de la ressource solaire sont aussi fortement réduits.

Ce système, à la différence de la technique connue, ne place pas les modules des récepteurs moyenne température et haute température éloignés les uns par rapport aux autres, bien au contraire la configuration proposée selon l'invention comprend un
10 ou plusieurs récepteurs moyenne température et un ou plusieurs récepteurs haute température indépendants, placés d'une telle manière que les récepteurs haute température sont situés physiquement au-dessus et légèrement en avant des récepteurs moyenne température.

Entre ceux-là une série de ballons ou séparateurs est placée lesquels font que le fluide
15 à deux phases sortant des récepteurs moyenne température ne parvienne que sous forme de vapeur aux récepteurs haute température.

La configuration de récepteurs et panneaux proposée est valable qu'ils se trouvent à l'intérieur d'une cavité ou pas. Au cas où l'on utilise la conception de récepteur dans une cavité, les pertes thermiques dans le récepteur qui suit cette configuration, c'est-à-
20 dire avec le récepteur haute température au-dessus du récepteur moyenne température, diminuent par rapport à d'autres configurations avec le récepteur à l'intérieur d'une cavité dans lesquelles les récepteurs sont séparés dans des cavités différentes.

Cela est dû au fait que, dans la configuration revendiquée et avec les récepteurs à
25 l'intérieur d'une cavité, l'ouverture de cette dernière (par laquelle pénètre le rayonnement incident) présente son centre situé au-dessous de la limite inférieure du récepteur haute température de sorte que la majeure partie de la surface du récepteur fait face à la paroi intérieure de la cavité. Cette paroi est généralement revêtue d'un matériau isolant réfléchissant. Grâce à ce que le récepteur est situé tout en haut de la
30 tour, les rayons solaires qui sont réfléchis par les héliostats arrivent sans problèmes à toute la surface du récepteur, puisqu'ils pénètrent du dessous ayant une trajectoire telle que, malgré que le récepteur haute température ne fait pas face à l'ouverture de la cavité, le rayonnement pénètre par l'ouverture atteignant le récepteur haute température et sans heurter contre les parois extérieures de la cavité.

35 La conséquence du fait que le récepteur haute température ait la majeure partie de sa

surface faisant face à l'intérieur de la cavité et très peu vers l'ouverture est que cela permet qu'un pourcentage élevé de l'énergie émise par le récepteur haute température sous forme de pertes par rayonnement atteint le matériau isolant de l'intérieur de la cavité et soit réfléchi et ultérieurement réabsorbée par le récepteur haute température même ou par le récepteur moyenne température, ce qui réduit les pertes et augmente l'efficacité de la centrale.

Une autre caractéristique de cette configuration est le fait de placer le récepteur haute température en avant par rapport au récepteur moyenne température. Grâce à cette configuration, une partie des rayons qui sont réfléchis sur le récepteur moyenne température atteint la face arrière du récepteur haute température. Jusqu'à présent la production de vapeur saturée dans des panneaux dans lesquels le rayonnement n'arrive que sur l'une de leurs faces a été testée avec succès. Dans ces cas, le coefficient de convection des forts débits de liquide saturé de recirculation et les températures relativement basses du fluide recirculant dans les récepteurs moyenne température évitent d'avoir des températures du métal trop élevées. Cependant, pour que les récepteurs haute température pour lesquels le rayonnement n'arrive que sur une seule face et dans lesquels circule de la vapeur à très haute température, des températures de métal de plus de 600 °C sont attendues à quelques endroits, ce qui implique la génération de tensions dans les matériaux.

Dans le cas des récepteurs haute température de l'invention, ils reçoivent le rayonnement par les deux faces sur la zone la plus critiques de ceux-là (zone où les pics de flux sont plus élevés et les températures pic-métal seront supérieures), puisqu'ils absorbent le rayonnement provenant des héliostats par l'avant, mais ils reçoivent aussi le rayonnement par l'arrière dans la partie inférieure du fait qu'à cette zone arrive presque toute l'énergie réfléchi par la zone en haut des récepteurs moyenne température situés juste derrière.

La configuration ici décrite permet donc d'homogénéiser la température métal de la zone inférieure des récepteurs haute température, avec les avantages techniques que cela comporte: des tensions existantes beaucoup plus petites et déformations beaucoup plus uniformes sur la zone la plus critique des récepteurs haute température obtenant ainsi le prolongement de la durée de vie des matériaux.

Dans une configuration telle que celle proposé dans ce brevet il convient que les héliostats ayant une tache ou projection plus petite (par exemple, les héliostats les plus proches de la tour) soient dirigés vers les panneaux haute température afin d'obtenir de moindres pertes par débordement (étant donné qu'il est nécessaire d'avoir un

nombre minimum d'héliostats dirigés vers les panneaux pour fournir une puissance déterminée au récepteur) et une plus grande maîtrise des pics de flux dans le récepteur haute température. Les héliostats les proches de la tour seront alors dirigés vers un point plus élevé (le centre du récepteur haute température) que le reste des héliostats de sorte que l'énergie moyenne annuelle qu'ils sont capables de réfléchir est plus grande que dans d'autres configurations dans lesquelles le récepteur haute température n'est pas placé au-dessus du récepteur moyenne température (par effet de cosinus, les blocages et les ombres). Dans cette sorte de configurations, donc, l'énergie brute qui arrive jusqu'au récepteurs solaires est aussi accrue.

Les avantages mentionnées ci-dessus sont valables aussi bien pour le cas où le fluide caloporteur est de l'eau/de la vapeur que s'il s'agit d'huiles, sels ou tout autre fluide. Cette configuration est telle qui permet de simplifier le contrôle de la centrale, de diminuer les besoins de flux de puissance dans cette dernière (en augmentant l'efficacité du récepteur) et d'améliorer son rendement face aux transitoires ou lors des démarrages et les arrêts. De la vapeur surchauffée est également obtenue d'une manière efficace et maîtrisée, afin de pouvoir garantir ainsi la durabilité et l'exploitation normale continues de ladite centrale solaire dans ses différentes applications: production d'électricité, production de chaleur de processus, production de combustibles solaires et application a des procédés thermochimiques.

20 **Description des dessins**

Pour compléter la description qui précède et dans le but d'aider à une meilleure compréhension des caractéristiques de l'invention, on va donner maintenant une description détaillée d'un mode de réalisation préféré, en référence à un ensemble de dessins qui sont joints à la présente mémoire descriptive et dans lesquels à titre purement illustratif et non limitatif a été représenté ce qui suit:

La figure 1 illustre une vue schématique d'une tour avec trois cavités, et à l'intérieur de chacune d'elles un récepteur moyenne température et un récepteur haute température. La figure 2 illustre une vue en deux dimensions de la configuration proposée et un agencement de principe pour des récepteurs moyenne et haute température à l'intérieur d'une cavité.

Dans les figures précédentes, les références numériques correspondent aux parties et éléments suivants:

- 1.- Tour centrale.
- 2.- Cavités.
- 35 3.- Récepteur moyenne température (récepteur de vapeur saturée ou évaporée).

4.- Récepteur haute température (surchauffeur).

5.- Matériau isolant.

6.- Ouverture.

Mode de réalisation préféré de l'invention

5 Pour faciliter la compréhension de l'invention on expose ci-après plus en détail et en référence aux figures, un mode de réalisation préféré.

Dans ce mode de réalisation préféré le fluide caloporteur circulant dans l'installation est de l'eau de sorte que le récepteur moyenne température (3) est appelé récepteur de vapeur saturée ou évaporateur, et le récepteur haute température (4) est appelé
10 récepteur de vapeur surchauffée.

Comme il est représenté sur la figure 1, dans un mode de réalisation préféré, la conception de la configuration ou positionnement des récepteurs (3, 4) tout en haut de la tour (1) serait tel qu'il suit: trois récepteurs de vapeur saturée (3) et trois récepteurs de vapeur surchauffée (4), positionnés deux à deux, dans trois cavités (2) différentes.

15 Les récepteurs de vapeur surchauffée (4) sont situés au-dessus et légèrement en avant des récepteurs de vapeur saturée (3).

Dans le mode de réalisation préféré le récepteur de vapeur saturée (3) est constitué par des tubes verticaux et le surchauffeur (4) par des tubes horizontaux ou verticaux, dans les deux cas avec des collecteurs à l'entrée et la sortie du fluide dans le
20 récepteur. Un récepteur de chaque type est placé dans chaque cavité (2), avec plusieurs plans pour chaque récepteur de vapeur saturée (3) et surchauffée (4) (autrement dit, les panneaux forment des angles différents par rapport à une direction donnée).

Il est également envisageable plusieurs cavités (2) dans une même tour (1), orientées
25 vers différents endroits, avec un ballon situé au-dessus du récepteur de vapeur surchauffée (4) dans chacune des cavités construites.

L'efficacité globale du récepteur solaire est accrue grâce à cette configuration du fait que les pertes thermiques sont réduites en étant le récepteur de vapeur surchauffée (4) (qui a les températures de paroi les plus élevées) faisant face en sa majeure partie
30 à la paroi de la cavité (2) et par conséquent au matériau isolant (5) que comporte ladite paroi, tel qu'il est représenté sur la figure 2.

Le rayonnement arrive aux récepteurs depuis chacune des orientations et alors que celui-là n'arrive que sur l'une des faces des récepteurs de vapeur saturée (3), les récepteurs de vapeur surchauffée (4) sont éclairés par les deux faces, en arrivant sur
35 la zone inférieure de la face arrière une partie du rayonnement qui est réfléchi par le

récepteur de vapeur saturée (3). Cette zone, en bas, est une zone critique étant donné que les pics de flux y sont les plus élevés, donc le fait de recevoir de la chaleur par les deux faces contribue à réduire les tensions dans les matériaux.

5 En plus, l'énergie brute annuelle reçue par le récepteur est accrue du fait que quelques héliostats ont un point de visée plus élevé que celui estimé pour les autres configurations.

REVENDEICATIONS

1. Configuration des récepteurs dans des centrales solaires à concentration à tour du type comprenant un ensemble d'héliostats autour de sa base réfléchissant le rayonnement solaire vers au moins un récepteur moyenne température (3) et un récepteur haute température (4) installés à l'intérieur de cavités (2) **caractérisée en ce que** chaque récepteur haute température (4) est placé au-dessus et légèrement en avant de chaque récepteur moyenne température (3), de sorte qu'une partie des rayons qui sont réfléchis par le récepteur moyenne température (3) chauffent la partie arrière du récepteur haute température (4).
2. Configuration des récepteurs dans des centrales solaires à concentration à tour selon la revendication 1 **caractérisée en ce que** le récepteur haute température (4) est situé de telle sorte que l'ouverture (6) de la cavité (2) à l'intérieur de laquelle est installé a son centre situé au-dessous de la limite inférieure du récepteur haute température (4) de sorte que la majeure partie de la surface du récepteur (4) fait face à la paroi intérieure de la cavité (2).
3. Configuration des récepteurs dans des centrales solaires à concentration à tour selon la revendication 1 **caractérisée en ce que** le fluide caloporteur est de l'eau et le récepteur moyenne température (3) est l'évaporateur ou récepteur de vapeur saturée, et le récepteur haute température (4) est le surchauffeur.
4. Configuration des récepteurs dans des centrales solaires à concentration à tour selon la revendication 3 **caractérisée en ce que** le récepteur de vapeur saturée (3) est constitué par des tubes verticaux et le récepteur de vapeur surchauffée (4) par des tubes horizontaux ou verticaux, dans les deux cas avec des collecteurs à l'entrée et la sortie du fluide dans le récepteur.
5. Configuration des récepteurs dans des centrales solaires à concentration à tour selon la revendication 1 **caractérisée en ce que** la tour comprend trois récepteurs de vapeur saturée (3) et trois récepteurs de vapeur surchauffée (4), placés deux à deux, à l'intérieur de trois cavités (2) différentes.
6. Configuration des récepteurs dans des centrales solaires à concentration à tour selon la revendication 1 **caractérisée en ce que** les héliostats ayant une tache ou projection plus petite (par exemple les héliostats les plus proches de la tour) sont dirigés vers un point plus haut que le reste des héliostats étant donné qu'ils visent les panneaux du récepteur haute température (4).

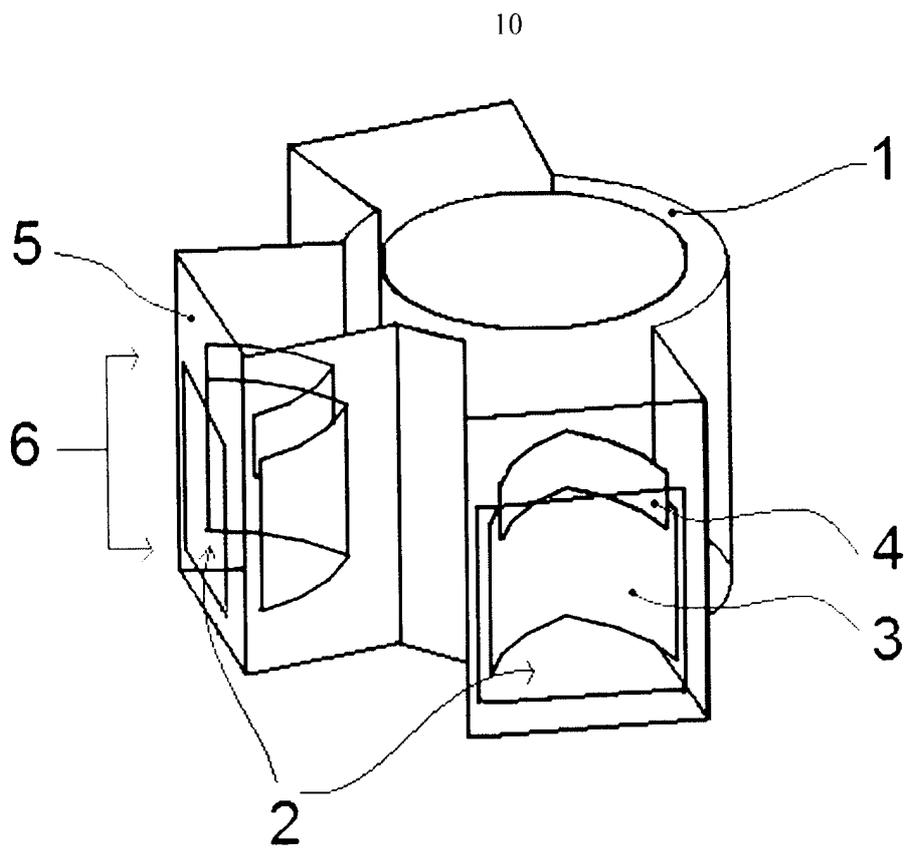


FIGURE 1

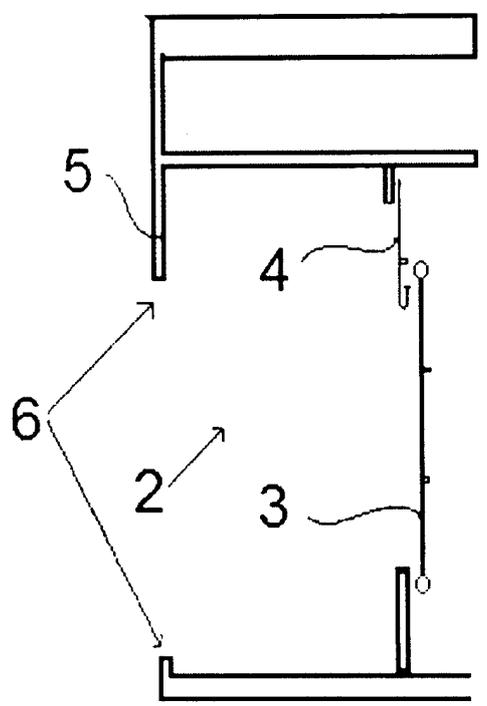


FIGURE 2