



## (12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 33371 B1** (51) Cl. internationale : **F03G 1/06; F24J 2/07**

(43) Date de publication :  
**01.06.2012**

---

(21) N° Dépôt :  
**34468**

(22) Date de Dépôt :  
**21.12.2011**

(30) Données de Priorité :  
**03.06.2009 ES P200901349**

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :  
**PCT/ES2010/000245 02.06.2010**

(71) Demandeur(s) :  
**ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A., AVENIDA DE LA BUHAIRA 2-41018  
- SEVILLA (ES)**

(72) Inventeur(s) :  
**OLAVARRIA RODRIGUEZ-ARANGO, Rafael ; GARCIA RAMIREZ, Elena ; BARRAGAN  
JIMENEZ, José ; NAVIO GILABERTE, Raúl ; SERRANO GALLAR, Lucia**

(74) Mandataire :  
**CABINET PATENTMARK**

---

(54) Titre : **CENTRALE SOLAIRE À CONCENTRATION AVEC TECHNOLOGIE DE TOUR À  
TIRAGE NATUREL ET SON PROCÉDÉ DE FONCTIONNEMENT**

(57) Abrégé : PLANTA DE CONCENTRACIÓN SOLAR DE TECNOLOGÍA DE TORRE CON TIRO NATURAL EN IA QUE ÉSTA SE EMPLEA A SU VEZ COMO SISTEMA DE REFRIGERACIÓN. LA TORRE ALBERGA RECEPTORES DE VAPOR SATURADO O SOBRECALENTADO EN CAVIDADES CON DISTINTAS ORIENTACIONES CONTANDO CON UN CONTROL DINÁMICO ADAPTATIVO DEL CAMPO DE HELIÓSTATOS PARA EL ENFOQUE DE ESTOS HACIA DIFERENTES PUNTOS DE ENFOQUE, PARA IA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD, PRODUCCIÓN DE CALOR DE PROCESO, PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLES SOLARES O APLICACIÓN A PROCESOS TERMOQUÍMICOS.

**Abrégé**

Centrale solaire à concentration avec technologie de tour à tirage naturel dans laquelle cette dernière est, à son tour, utilisée en tant que système de refroidissement. La tour renferme des récepteurs à vapeur saturée ou surchauffée dans des cavités ayant de différentes orientations, disposant

5 d'un contrôle dynamique adaptatif du champ d'héliostats pour l'orientation de ceux-là vers de différents points de pointage, pour la production d'électricité, la production de chaleur industrielle, la production de combustibles solaires ou l'application à des procédés thermochimiques.

10 (Figure 1)

D 1 JUIN 2012

CENTRALE SOLAIRE À CONCENTRATION AVEC TECHNOLOGIE DE TOUR À  
TIRAGE NATUREL ET SON PROCÉDÉ DE FONCTIONNEMENT

**Domaine technique de l'invention**

La présente invention concerne les centrales solaires à concentration avec  
5 technologie de tour ayant un système de tirage naturel et une séparation  
physique de l'évaporateur et le surchauffeur ainsi que le contrôle dynamique  
adaptatif du champ d'héliostats, pour la production d'électricité, la production  
de chaleur industrielle, la production de combustibles solaires ou l'application  
dans des procédés thermochimiques.

10

**Art antérieur de l'invention**

Parmi les systèmes solaires à haute concentration on peut distinguer les  
disques Stirling, les collecteurs cylindrique-paraboliques et la technologie qui  
maintenant nous occupe, la technologie à récepteur central.

15 Les systèmes à récepteur central sont constitués d'un champ d'héliostats,  
ces miroirs à grande surface (40-125 m<sup>2</sup> par unité) étant appelés héliostats  
de poursuite solaire, qui reflètent le rayonnement solaire direct sur l'un o  
plusieurs récepteurs centraux situés dans le dessus d'une tour à grande  
hauteur. Ces récepteurs se trouvent habituellement logés dans des cavités  
20 "creusées" dans la tour elle-même.

Le rayonnement solaire concentré chauffe au sein du récepteur un fluide,  
dont l'énergie thermique peut ensuite être utilisée pour la génération  
d'électricité.

Dans les systèmes à récepteur central la technologie eau-vapeur est  
25 actuellement la plus habituelle, aussi la vapeur saturée que la vapeur  
surchauffée étant employées en tant que fluide caloporteur. L'engagement  
est clair vers cette sorte de fluides par deux raisons : d'abord, on peut  
assurer de manière incontestable que la vapeur est l'un des fluides les plus  
connus dans ce domaine, ayant le plus petit risque technologique. D'ailleurs,  
30 elle est le fluide final avec lequel travaille la turbine pour la génération

d'électricité, donc on économise sur les dispositifs échangeurs et les pertes associées à ceux-là sont éliminées.

Pour cette sorte de centrales solaires à tour d'énergie thermoélectrique il est donc nécessaire une localisation où l'on dispose des deux ressources liés:

- 5 un niveau élevé d'éclairage énergétique solaire et un apport suffisant d'eau. Généralement ces zones qui remplissent les élevés coefficients d'éclairage énergétique sont des zones dans lesquelles la ressource en eau est limitée, c'est pour cela que dans la recherche des centrales à récepteur solaire les plus efficaces et utilisant la moindre quantité d'eau possible, naît l'invention qui maintenant nous occupe, dans le but de recycler et de profiter de la plus grande quantité d'eau possible tout en ayant la plus réduite autoconsommation électrique.

- 15 Actuellement les centrales à concentration solaire pour la production d'électricité fonctionnent de la manière suivante: les héliostats reflètent le rayonnement solaire vers les récepteurs qui se trouvent dans le dessus de la tour, avec cette énergie est évaporé un fluide, ladite vapeur est envoyée dans une turbine pour produire de l'électricité et à la sortie de la turbine on essaye de récupérer l'eau de la vapeur, qui se trouve encore à une température élevée. Pour cela la vapeur qui sort de la turbine est conduite à nouveau vers un condensateur. Dans l'intérieur de ce condensateur circule de l'eau du réseau public à une température plus basse que celle de la vapeur, de manière à ce que la vapeur transmet sa chaleur à l'eau du réseau se condensant et pouvant ensuite être pompée pour la recycler à nouveau dans le récepteur.

- 25 L'eau du réseau qui circule dans le condensateur pour refroidir la vapeur sort à une température plus élevée que celle à laquelle elle a été introduite.

- Afin de réutiliser à nouveau ladite eau dans le circuit du condensateur, il faut abaisser la température de celle-là. Pour cela, ils sont actuellement utilisés des tours de refroidissement à circulation forcée au moyen de grands ventilateurs qui permettent la circulation d'air et l'échange de chaleur entre celui-là et l'eau. Dans ces tours de refroidissement on réussit à abaisser la température de l'eau chaude qui provient du circuit de condensation au

gef

moyen du transfert de chaleur et matière vers l'air qui circule dans l'intérieur de la tour.

Afin d'améliorer le contact air-eau, on utilise une trame appelée "garnissage".

L'eau pénètre dans la tour par le dessus et elle est distribuée de manière  
5 uniforme sur le garnissage au moyen de pulvérisateurs. De cette manière, on obtient un contact optimal entre l'eau et l'air atmosphérique.

Le garnissage sert à augmenter le temps et la surface d'échange entre l'eau et l'air. Une fois établi le contact entre l'eau et l'air, il a lieu une cession de chaleur de l'eau vers ledit air. Celle-là se produit par le moyen de deux  
10 mécanismes : le transfert de chaleur par convection et le transfert de vapeur de l'eau vers l'air, avec le refroidissement de l'eau qui en découle produit par l'évaporation.

Dans le transfert de chaleur par convection, il se produit un flux de chaleur dirigé vers l'air qui entoure l'eau à cause de la différence des températures  
15 entre tous les deux fluides.

Le taux de refroidissement par évaporation est très importante dans les tours de refroidissement; environ 90 % est produit par le phénomène diffusif. En se mettant en contact l'air et l'eau il se forme une fine couche d'air humide saturé sur la lame d'eau qui descend par le garnissage. Cela arrive du fait  
20 que la pression partielle de la vapeur d'eau sur la couche d'air est supérieure à celle de l'air humide qui circule dans la tour, se produisant une cession de vapeur d'eau (évaporation). Cette masse d'eau évaporée extrait la chaleur latente de vaporisation du liquide lui-même. Cette chaleur latente est transférée à l'air, obtenant un refroidissement de l'eau y une augmentation  
25 de la température de l'air.

Ces systèmes exposés ci-dessus présentent plusieurs inconvénients tels que les autoconsommations électriques qui sont générées par l'utilisation de ventilateurs dans les tours de refroidissement et la grande consommation d'eau dont ils ont besoin.

30 Ces autoconsommations sont constituées par l'ensemble des équipements de l'installation qui exigent une consommation électrique pour leur fonctionnement, par conséquent cette consommation doit être soustraite de

celle brute produite par l'installation. Si l'on fait des progrès en faveur d'équipements ayant des autoconsommations de plus en plus petites, on sera également en train de travailler en faveur de l'augmentation de la rentabilité de l'installation.

- 5 Dans le but de réduire l'autoconsommation électrique dans les centrales thermiques conventionnelles, on utilise ce que l'on appelle des tours à tirage naturel ou à tirage hyperbolique.

Le flux d'air à travers la tour à tirage naturel est causé en majeure partie à la différence des densités entre l'air frais de l'entrée et l'air tiède de la sortie.

- 10 L'air rejeté par la colonne est plus léger que l'air ambiant et le tirage est créé par l'effet de cheminée, éliminant ainsi la nécessité de ventilateurs mécaniques.

La différence des vitesses entre le vent circulant au niveau du sol et le vent qui circule dans le dessus de la cheminée aide aussi à établir le flux d'air.

- 15 Par ces deux raisons-là, les tours à tirage naturel doivent être hautes et, en outre, doivent présenter une section transversale grande afin de faciliter le mouvement de l'air ascendant. Ces tours ont des réduits coûts de maintien et sont très indiquées pour refroidir de grands débits d'eau. La vitesse moyenne de l'air à travers la tour est usuellement comprise entre 1 et 2 m/s. Dans  
20 cette sorte de tours à tirage naturel on n'utilise pas de "garnissages" à grande compacité, du fait que la résistance au flux d'air doit être la plus petite possible.

- Comme il a été déjà exposé ci-dessus, ces tours sont utilisées dans des centrales thermiques, dans lesquelles, bien que la construction de la tour  
25 suppose un important investissement, sa création est compensée par la moindre consommation électrique.

### Exposé de l'invention

- L'invention que l'on est en train d'exposer est celle d'une centrale solaire  
30 thermoélectrique à haute concentration, à récepteur central ou à tour avec champ d'héliostats, dans laquelle la tour est employée en tant que tour de refroidissement par tirage naturel.

Grâce à cette centrale on réussira à réduire aussi l'autoconsommation électrique que la consommation d'eau, de manière à ce qu'il sera possible de l'installer dans des endroits arides, tels que par exemple les déserts, qui sont des zones fortement favorables pour l'énergie solaire, mais dans lesquelles son installation jusqu'à nos jours n'a pas été possible car la ressource en eau est très limitée.

La centrale solaire que l'invention propose consiste à une tour entourée par un champ d'héliostats qui a plusieurs récepteurs solaires installés dans son dessus. Il peut s'agir des récepteurs à vapeur saturée (avec évaporateurs) et/ou à vapeur surchauffée (avec surchauffeurs).

Le concept de multi-champ et multi-récepteur est créé dans cette installation puisque chaque récepteur fonctionne comme un système indépendant du reste des récepteurs et possède un champ d'héliostats associé qui est, à son tour, indépendant du reste des champs.

Ainsi chacun des ensembles récepteur-champ d'héliostats a une stratégie de pointage et un contrôle propres. La raison de rendre indépendants les systèmes est celle de sauvegarder l'intégrité des surchauffeurs et le fait de pouvoir disposer en liberté de la configuration de champ la plus appropriée en ce qui concerne la distribution de puissances au cours de l'année.

Ainsi, il convient que les surchauffeurs aient une position qui permette une variation minimale de flux au cours de l'année, du fait qu'il s'agit des équipements beaucoup plus fragiles que les évaporateurs.

Tous les deux types de récepteurs sont construits à partir d'un ensemble de plans disposés selon une géométrie particulière et sont constitués par le même faisceau de tubes qui forme le récepteur. Les évaporateurs profitent en outre de la circulation naturelle qui est générée à cause de la différence des températures entre l'eau d'alimentation et le ballon.

Tous les récepteurs sont physiquement séparés et sont interconnectés par l'intermédiaire d'un ou plusieurs ballons. En général, le ballon reçoit la sortie de l'évaporateur et alimente le surchauffeur. Dans celui-là il se produit la séparation eau-vapeur, donc il est assuré que l'entrée dans le surchauffeur sera toujours en sec.

Chaque récepteur se trouve logé dans le sein d'un trou ou cavité d'un module qui est intégré dans la tour à tirage naturel en tant que saillie. Ces modules en saillie sont disposés autour du diamètre externe de la tour, pouvant arriver à l'entourer en sa totalité, dans ce cas-là on parlerait d'un

5 multi-récepteur à cavité à 360°.

La vapeur que l'on en extrait est conduite dans une turbine pour la production d'électricité. Après la turbine, la vapeur qui reste à une température élevée doit être condensée y pompée afin de pouvoir la réutiliser à nouveau dans les récepteurs en tant que fluide caloporteur.

10 Pour refroidir cette vapeur il a été conçu un système au moyen duquel on franchit les deux inconvénients qui ont été décrits précédemment: l'élévée consommation électrique (causée par l'utilisation de ventilateurs de refroidissement forcé) et la grande quantité d'eau requise.

Comme il a été dit précédemment, cette sorte de centrale solaire possède

15 plusieurs récepteurs à une grande hauteur qui restent élevés sur une tour afin d'obtenir de grands rendements du champ solaire. Ainsi, la présente invention propose de produire un tirage naturel qui évacue à l'atmosphère la chaleur transférée par le condensateur du système à travers de la tour, sans avoir besoin de réaliser aucun investissement supplémentaire, étant donné

20 que notre système est déjà équipé de la tour dont on pourra profiter en tant que tour de refroidissement à tirage naturel.

Ladite tour est équipée dans sa base d'une série d'échangeurs de chaleur, plus particulièrement de condensateurs, dont la fonction est de condenser la vapeur issue de l'échappement de la turbine dans des conditions proches à

25 la saturation et d'évacuer la chaleur de condensation vers l'extérieur.

Le fluide qui sera utilisé pour réaliser cet échange de chaleur sera de l'air à température ambiante qui se trouve dans la base de la tour et refroidit la vapeur qui circule dans la conduite du condensateur. C'est-à-dire, la vapeur qui est extraite de la turbine à haute température est refroidie au moyen du

30 courant d'air qui coule sur le condensateur.

Cette vapeur, une fois qui a été condensée, est pompée à nouveau vers le récepteur pour pouvoir être réutilisée en tant que fluide caloporteur.



Cet air à température ambiante, qui se trouve dans la base de la tour et qui est chargé d'abaisser la température de la vapeur, s'élève dans la tour à cause du tirage naturel de celle-là et sort à nouveau à l'atmosphère par son dessus.

- 5 Dans le but de faciliter cet effet de tirage naturel dont on est en train de parler la tour de l'invention qui nous occupe a une conception à structure hyperbolique et creuse de manière à ce qu'il se produit dans son intérieur un courant d'air en montée pour le refroidissement de la vapeur par convection naturelle, stimulée par le fait d'avoir un foyer chaud, tel que les récepteurs,  
10 dans le dessus de la tour.

En employant la tour en tant que tour de refroidissement, ont lui donne une double fonction : celle de loger les récepteurs à la hauteur nécessaire pour la concentration de rayonnement et celle d'être utilisée en tant que tour de refroidissement.

- 15 De cette manière on réussit à réduire la consommation d'eau, puisque celle nécessaire pour le circuit de refroidissement est éliminée, lequel elle refroidit avec de l'air et pas avec de l'eau, et on évite ainsi la construction de tours de refroidissement supplémentaires ce qui réduit le coût global de la centrale.

La tour de notre champ d'héliostats a la hauteur nécessaire pour pouvoir  
20 concentrer l'énergie solaire reflétée par le champ d'héliostats dans un foyer ou point de pointage situé en haut de celle-là, minimisant donc les pertes par l'effet cosinus (angle qui forme le rayon incident sur la normale par rapport à l'héliostat et qui fait que ce dernier ne voit pas le soleil en sa totalité). En ce qui concerne les matériaux pour la construction de la tour à tirage naturel, il  
25 faut remarquer que celle-là peut être en béton, en acier ou en toute autre matière analogue.

On est en train de parler d hauteurs supérieures à 100 m, étant cette hauteur suffisante pour faciliter l'utilisation de la tour pour cet effet de tirage naturel.

- Au cas de ne pas exister ce tirage naturel, il faudrait faire usage soit des  
30 conventionnelles tours de refroidissement par eau, soit des tours de refroidissement par air poussé par de grands ventilateurs. La première de ces alternatives comporterait en outre d'une autoconsommation pas

négligeable, une consommation en eau qui représenterait environ 40 % du total de l'installation solaire (l'eau pour le nettoyage du champ solaire incluse). La deuxième des alternatives comporterait une autoconsommation excessive.

- 5 Ainsi, l'aéro-refroidissement au moyen du tirage naturel de la tour solaire apporte une plus grande efficacité énergétique de la centrale à cause de la réduction de la consommation électrique, en plus de l'élimination de l'utilisation d'eau pour le refroidissement.

Le fait de concevoir cette tour de manière creuse pour son exploitation en tant que tour à tirage naturel nous oblige à concevoir une autre manière de loger les récepteurs pour que ces derniers ne s'interposent pas dans la voie de la sortie de l'air, car dans les tours existantes dans l'état de la technique les récepteurs sont placés dans des cavités intérieures, ce qui rendrait, en grande partie, difficile la sortie de l'air.

- 15 Pour cette raison, on conçoit l'utilisation d'encorbellements ou saillies qui comportent les différentes cavités ou récepteurs, de manière à ce que les équipements ne s'interposent pas à l'effet de tirage naturel pour le refroidissement que l'on obtient au moyen de la tour.

Ces récepteurs pourront être des récepteurs à vapeur saturée et à vapeur surchauffée situés de manière indépendante dans les différents encorbellements ou saillies.

En outre, dans le but de réussir une centrale à hautes puissances, intéressantes au niveau commercial (d'environ 50 MWe), le champ d'héliostats nécessaire pour cette sorte de centrales à grande puissance tend à des configurations de champ ayant un grand nombre d'héliostats.

Si l'orientation de ce champ est Nord la tour de la centrale solaire que l'on expose ici est équipée de trois cavités orientées de la manière qui suit:

- Orientation Sud-est: cavité ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur saturée.
- Orientation Sud-ouest: cavité ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur saturée.

- Orientation Nord: cavité ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur surchauffée.

Si le choix est un champ à configuration circulaire, la tour de la centrale solaire est équipée de quatre cavités orientées de la manière qui suit:

- 5 • Cavité Est: cavité ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur saturée.
- Cavité Ouest: cavité ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur saturée.
- Cavité Nord: cavité ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur surchauffée.
- 10 • Cavité Sud: cavité ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur surchauffée ou destinée en tant qu'économiseur pour le préchauffage de l'eau.

De cette manière, la centrale solaire thermoélectrique que l'on propose aurait trois ou quatre points de pointage à différentes orientations selon le nombre  
15 de cavités choisies.

En plus, dans n'importe laquelle des deux configurations de champ d'héliostats décrites (Nord ou circulaire), la conception des récepteurs se fera tenant compte de la stratégie de pointage par le champ d'héliostats, de manière à ce qu'une partie de ceux-là sont destinés à être pointés vers une  
20 cavité ou une autre selon l'emplacement de l'héliostat sur le champ y les besoins de puissance thermique et concentration pour chacun des récepteurs, qu'il s'agit d'un récepteur à vapeur saturée ou surchauffée. Le nombre d'héliostats du champ destiné au pointage de chaque cavité conditionnera la géométrie de chaque récepteur ainsi que le nombre de  
25 plans tubulaires par lesquels ils seront constitués, si celui-là est le type de récepteur choisi.

La combinaison de récepteurs à vapeur saturée et surchauffée dans le système nous permet de produire de la vapeur à différentes températures, pour les récepteurs à vapeur saturée on obtiendrait des températures  
30 d'environ 300 °C, pouvant conduire cette vapeur au récepteur ou récepteurs à vapeur surchauffée, ayant donc une vapeur à plus haute température (environ 540 °C) et obtenant des plus grandes rendements de turbine.

En plus, dans le but de gérer la vapeur produite et pouvoir disposer de celle-là lorsque l'on n'a pas d'heures de soleil, la centrale comporte un système de stockage soit au moyen de cuves d'eau-vapeur, soit au moyen de sels en fusion.

- 5 Le système de stockage par le moyen d'eau-vapeur est constitué par des cuves métalliques, en béton ou en matières analogues à forme sphérique ou de toute autre configuration, dûment cimentés et isolés, qui stockent de la vapeur saturée en conditions de haute pression (entre 100 bar et 140 bar). Grâce au système de stockage on réussit plusieurs objectifs: il prolonge la
- 10 production pendant les périodes nocturnes, permet un fonctionnement en continu de la turbine pendant les périodes nuageux et rend possible une production ininterrompue pendant la nuit au cours d'un grand nombre de journées, de manière à ce que les tensions thermiques associées aux cycles de déclenchement et d'arrêt sont réduites.

15

#### **Brève description des dessins**

Pour compléter la description que l'on est en train de réaliser et dans le but de faciliter une meilleure compréhension des caractéristiques de l'invention, on joint comme une partie intégrante de ladite description, un ensemble de

20 dessins où il a été représenté, à caractère illustratif et non limitatif, ce qui suit :

Figure 1: Schéma général d'une tour de refroidissement par tirage naturel

Figure 2: Champ d'héliostats et tour ayant trois cavités

Figure 3: Champ d'héliostats et tour ayant quatre cavités

25 Où les références représentent:

1. Condensateur
2. Chiminée solaire
3. Récepteur solaire
4. Ballon
- 30 5. Pompe d'alimentation pour la turbine
6. Entrée d'air
7. Flux d'air à circulation naturelle

8. Tirage d'air
  9. Vapeur de sortie de la turbine
  10. Eau d'alimentation pour les préchauffeurs
  11. Eau d'alimentation pour le ballon
  - 5 12. Vapeur d'entrée à la turbine
  13. Cavité Nord
  14. Cavité Sud-est
  15. Cavité Sud-ouest
  16. Héliostats à foyer Nord
  - 10 17. Héliostats à foyer Sud-est
  18. Héliostats à foyer Sud-ouest
  19. Cavité Est
  20. Cavité Ouest
  21. Cavité Sud
  - 15 22. Héliostats à foyer Est
  23. Héliostats à foyer Ouest
  24. Héliostats à foyer Sud
  25. Système de stockage d'énergie thermique
- 20 **Manière de réalisation préférée de l'invention**
- Pour arriver à une meilleure compréhension de l'invention on va décrire ensuite le fonctionnement de la tour ainsi que les différents emplacements des héliostats.
- Sur la figure 1 on voit la configuration d'une tour solaire de refroidissement par tirage naturel.
- 25 La tour ou cheminée (2) à géométrie hyperbolique est équipée dans le dessus d'une série d'encorbellements ou saillies qui logent les différents récepteurs (3) qui reçoivent le rayonnement solaire réfléchi par les héliostats. Les héliostats sont soumis à différentes stratégies de pointage pour
- 30 accomplir les exigences en puissance thermique et concentration nécessaires dans chaque récepteur.

- Lesdits récepteurs (3) pourront être à vapeur saturée ou surchauffée. S'il s'agit d'un récepteur à vapeur saturée, dans les conduites de l'évaporateur circulera l'eau qui est chauffée au moyen du rayonnement solaire. À la sortie de l'évaporateur on obtient de la vapeur saturée qui est conduite dans le
- 5 ballon (4). Au sein du ballon (4) il se produit la séparation eau-vapeur de manière à ce que la vapeur sèche que l'on en obtient entre dans le surchauffeur qui, se servant du rayonnement solaire, élèvera plus encore sa température. La vapeur surchauffée (12) que l'on en obtient, est introduite dans la turbine (non représentée sur la figure) pour générer de l'électricité.
- 10 Une fois que la vapeur est passée par la turbine elle est récupérée (9) pour l'introduire à nouveau dans le circuit et qu'elle puisse être utilisée à nouveau en tant que fluide caloporteur. Pour cela il est nécessaire de la condenser et ainsi pouvoir pomper l'eau à nouveau jusqu'au récepteur (3).
- Donc, on fait circuler la vapeur (9) dans les conduites du condensateur (1) se
- 15 refroidissant au moyen du courant d'air (6) qui coule sur lesdites conduites. En montant la température de l'air (6) celui s'élève (7) par l'effet du tirage naturel de la cheminée (2) et sort par le dessus de cette dernière (8). La vapeur condensée et déjà transformée en eau (10), à la sortie du condensateur (1), est pompée (5) vers les récepteurs (3) qui se trouvent
- 20 dans le dessus de la tour, pour commencer à nouveau le cycle.
- En ce qui concerne le champ d'héliostats, pour cette sorte de centrales à grande puissance, des configurations de champ d'héliostats ayant un grand nombre d'héliostats et de différentes orientations sont exigées, tel qu'il est représenté sur les figures 2 et 3.
- 25 Si l'orientation de ce champ est Nord, la tour de la centrale solaire que l'on décrit ici est équipée de trois cavités orientées de la manière suivante et que l'on peut voir sur la figure 2:
- Cavité Sud-est (14) ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur saturée.
  - 30 • Cavité Sud-ouest (15) ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur saturée.

- Cavité Nord (13) ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur surchauffée.

Si le choix est un champ à configuration circulaire, la tour de la centrale solaire est équipée de quatre cavités orientées de la manière suivante et que

5 l'on peut voir la figure 3:

- Cavité Est (19) ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur saturée
- Cavité Ouest (20) ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur saturée.
- Cavité Nord (13) ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur surchauffée.
- 10 • Cavité Sud (21) ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur surchauffée ou soit destinée en tant qu'économiseur pour le préchauffage de l'eau.

De cette manière, la centrale solaire thermique que l'on propose aurait trois ou quatre points de pointage à différentes orientations selon le nombre de  
15 cavités choisies.

En plus, dans n'importe laquelle des deux configurations de champ d'héliostats décrites (Nord ou circulaire), la conception des récepteurs se fera tenant compte d'une stratégie de pointage de la part du champ d'héliostats, de manière à ce qu'une partie de ceux-là sont destinés à être pointés vers  
20 une cavité ou vers une autre selon l'emplacement de l'héliostat sur le champ y les besoins de puissance thermique et concentration pour chacun des récepteurs, qu'il s'agit d'un récepteur à vapeur saturée ou surchauffée.

Donc, ils existeront des champs d'héliostats à orientation Nord (16), à orientation Sud-est (17), à orientation Sud-ouest (18), à orientation Sud (24),  
25 à orientation Est (22) et à orientation Ouest (23).

En plus, dans le but de gérer la vapeur produite et pouvoir disposer de celle-là lorsque l'on n'a pas d'heures de soleil, la centrale comporte un système de stockage (25), soit au moyen de cuves d'eau-vapeur, soit au moyen de sels en fusion.

"A"

**Revendications**

1. Centrale solaire à concentration avec technologie de tour à tirage naturel constituée par un champ d'héliostats qui reflètent le rayonnement solaire vers plusieurs récepteurs placés au dessus d'une tour (2) creuse à structure hyperboloïde dont la base présente au moins un échangeur de chaleur ou condensateur (1) entouré d'air à température ambiante (6), **qui est caractérisée en ce que** la tour (2) présente une hauteur suffisante pour minimiser l'effet cosinus et qui est équipée dans son tronçon final supérieur de plusieurs trous ou cavités s'intégrant dans la tour en tant que saillies ou encorbellements dans lesquels ils sont placés les différents récepteurs solaires (3) étant placés lesdits récepteurs (3) de manière indépendante dans les différents encorbellements ou saillies, présentant lesdits encorbellements ou saillies de différentes orientations, de façon à ce que cela permet de réaliser un contrôle des stratégies de pointage du champ d'héliostats, indépendant pour les différentes cavités, ayant plusieurs points de pointage.

2. Centrale solaire à concentration avec technologie de tour à tirage naturel selon la revendication 1 qui est caractérisée en ce que l'on combine l'utilisation de récepteurs à vapeur saturée et à vapeur surchauffée placés de manière indépendante sur les différents encorbellements ou saillies et comportant un ballon (4) en tant que connexion entre eux.

3. Centrale solaire à concentration avec technologie de tour à tirage naturel selon la revendication 2 qui est caractérisée en ce que la orientation du champ d'héliostats est Nord et la tour (2) dispose de trois encorbellements ou cavités orientées de la manière suivante et renfermant des récepteurs du type qui est indiqué, pour maximiser la production en vapeur:

- Cavité Sud-est (14) ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur saturée.
- Cavité Sud-ouest (15) ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur saturée.
- Cavité Nord (13) ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur surchauffée.

4. Centrale solaire à concentration avec technologie de tour à tirage naturel selon la revendication 2 qui est caractérisée en ce que le champ d'héliostats présente une configuration circulaire et que les modules en saillie sont disposés



"A"

autour du diamètre extérieur de la tour, ayant quatre encorbellements ou cavités orientés de la manière suivante, pour maximiser la production en vapeur:

- Cavité Est (19) ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur saturée.
  - Cavité Ouest (20) ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur saturée.
  - 5 - Cavité Nord (13) ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur surchauffée.
  - Cavité Sud (21) ayant un ou plusieurs récepteurs à vapeur surchauffée ou soit destinée en tant qu'économiseur pour le préchauffage de l'eau.
5. Centrale solaire à concentration avec technologie de tour à tirage naturel  
10 selon la revendication 1 qui est caractérisée en ce qu'elle dispose d'un système de stockage (25) en eau-vapeur dans des cuves sphériques ou de toute autre sorte de configuration ou au moyen de sels en fusion dans des cuves sphériques.
6. Procédé de fonctionnement de la centrale solaire à concentration avec  
15 technologie de tour à tirage naturel tel que celle décrite aux revendications précédentes, qui est caractérisée en ce que:
- dans les conduites de l'évaporateur du récepteur à vapeur saturée circule l'eau qui est chauffée au moyen du rayonnement solaire ;
  - de la vapeur saturée à 300 °C environ est obtenue à la sortie de  
20 l'évaporateur, laquelle est conduite vers le ballon (4);
  - dans le ballon (4) il a lieu la séparation eau-vapeur de manière à ce que la vapeur sèche qui en est obtenue passe dans le surchauffeur qui, se servant du rayonnement solaire, élève sa température jusqu'à 540 °C environ;
  - la vapeur surchauffée (12) qui en est obtenue s'introduit dans la turbine pour  
25 générer de l'électricité ;
  - une fois que la vapeur est passée dans la turbine on la fait circuler dans les conduites du condensateur (1) se refroidissant au moyen du courant d'air (6) qui coule sur lesdites conduites;
  - ledit air (6), en montant sa température, s'élève (7) par l'effet du tirage  
30 naturel de la cheminée (2) et sort par le dessus de cette dernière (8);
  - la vapeur condensée et déjà transformée en eau (10), à la sortie du condensateur (1), est pompée (5) vers les récepteurs (3) qui se trouvent dans le dessus de la tour, pour commencer à nouveau le cycle.

fuy

17

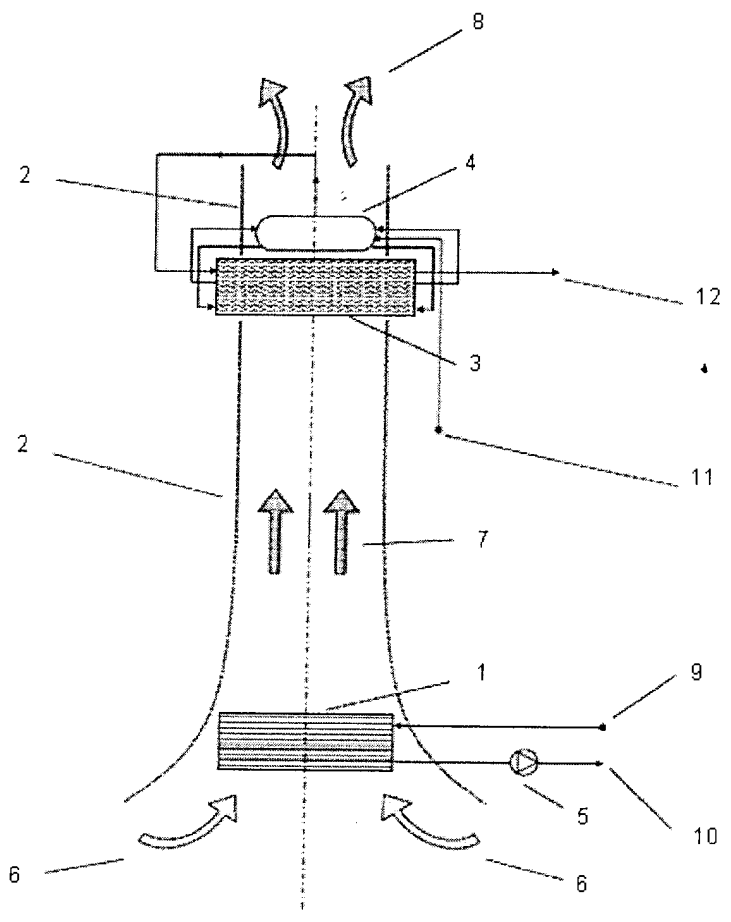


Figure 1

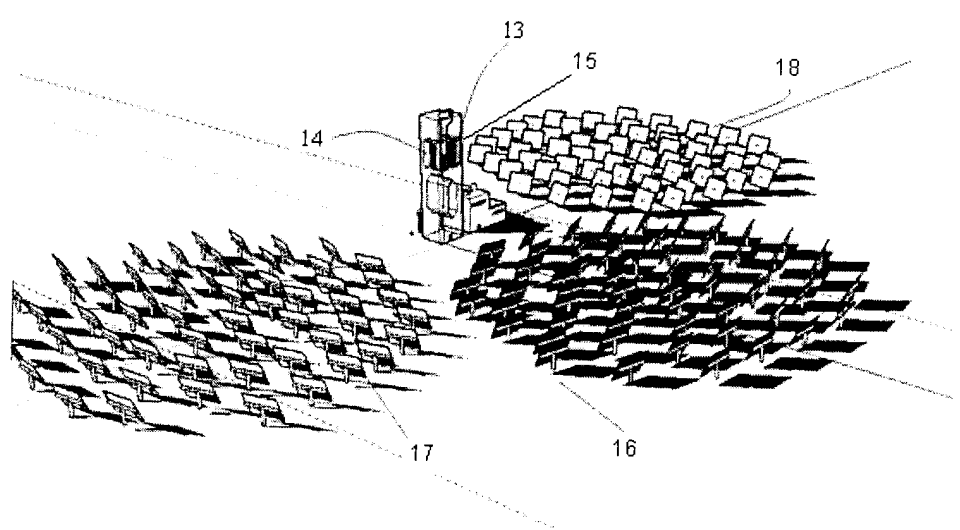


Figure 2

*see*

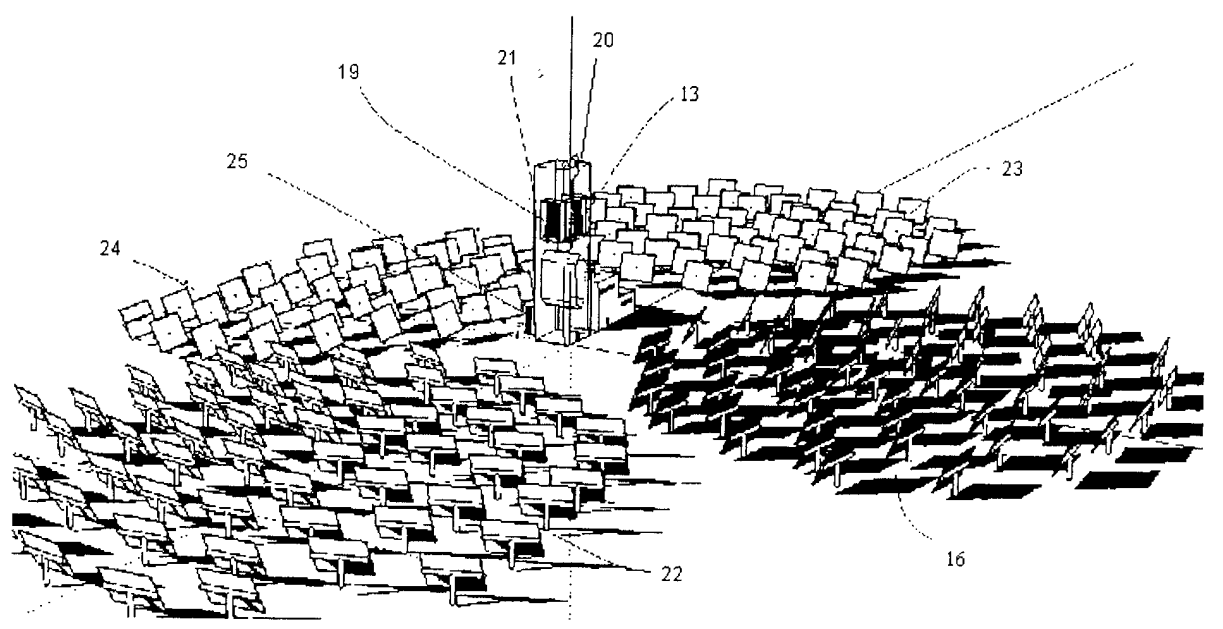


Figure 3

*ges*