

ROYAUME DU MAROC  
-----  
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIÉTÉ (19)  
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE  
-----



المملكة المغربية  
-----  
المكتب المغربي  
للملكية الصناعية والتجارية  
-----

## (12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 33267 B1**  
(51) Cl. internationale : **F03G 6/00; F01K 13/00;  
F01K 17/04**  
(43) Date de publication : **02.05.2012**

---

(21) N° Dépôt :  
**34340**

(22) Date de Dépôt :  
**09.11.2011**

(30) Données de Priorité :  
**16.04.2009 ES P200901000**

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :  
**PCT/ES2010/000160 15.04.2010**

(71) Demandeur(s) :  
**UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID, CALLE RAMIRO DE MAEZTU, 7 OTRI  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID  
E-28040 MADRID (ES)**

(72) Inventeur(s) :  
**PLATERO GAONA, Carlos Antonio ; BLAZQUEZ GARCIA, Francisco ; REDONDO  
CUEVAS, Marta ; RODRIGUEZ ARRIBAS, Jaime ; BARRIGUETE DIEZ, Maria  
Isabel ; FRIAS MARIN, Pablo**

(74) Mandataire :  
**ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**

---

(54) Titre : **PROCÉDÉ POUR AUGMENTER LA PUISSANCE ÉLECTRIQUE NETTE DE  
CENTRALES THERMOSOLAIRES**

(57) Abrégé : L'INVENTION PERMET D'INCRÉMENTER LA PUISSANCE ÉLECTRIQUE NETTE FOURNIE AU RÉSEAU PAR DES CENTRALES THERMOSOLAIRES DU TYPE COLLECTEUR CYLINDRO-PARABOLIQUE, PAR UTILISATION DE MANIÈRE EFFICACE DU CHAMP SOLAIRE, GÉNÉRANT AINSI DE LA VAPEUR POUR ACTIONNER LES PRINCIPAUX AUXILIAIRES À L'AIDE DE TURBINES À VAPEUR (TURBOPOMPES), CE QUI DIMINUE LA CONSOMMATION ÉLECTRIQUE DES SERVICES AUXILIAIRES ET AUGMENTE LA PUISSANCE ÉLECTRIQUE NETTE. LES JOURS OÙ LE RAYONNEMENT SOLAIRE EST PLUS IMPORTANT QUE CELUI PRÉVU À LA CONCEPTION, L'UTILISATION D'UNE PARTIE DU CHAMP SOLAIRE CESSE, ÉTANT DONNÉ QUE LE GÉNÉRATEUR ET LA TURBINE DÉPASSENT LEUR PUISSANCE ASSIGNÉE. LE SYSTÈME PROPOSÉ TIRE PROFIT DE LA

FRACTION DU CHAMP SOLAIRE NON UTILISÉ POUR GÉNÉRER DE LA VAPEUR AFIN D'ACTIONNER LES PRINCIPAUX AUXILIAIRES DE LA CENTRALE, ÉNERGIE QUI SERAIT AUTREMENT PERDUE. EN OUTRE, LE RENDEMENT GLOBAL DE L'ACTIONNEMENT DES POMPES DE SERVICES AUXILIAIRES EST MEILLEUR LORS DE L'UTILISATION DE VAPEUR POUR ACTIONNER LES POMPES AU MOYEN D'UNE TURBOPOMPE AU LIEU DE LES ACTIONNER À L'AIDE DE MOTEURS ÉLECTRIQUES (MOTOPOMPES).

5

principale, alimentées en vapeur générée par le générateur de vapeur (3), destinées à l'actionnement de la pompe (4) de fluide thermique et de la pompe (9) d'alimentation en eau du générateur de vapeur (3),  
en permettant l'utilisation de l'énergie excédante les jours de rayonnement élevé pour l'impulsion des pompes (4, 9) sans réduire la puissance nette de sortie du générateur électrique (6).



ABRÉGÉ

La présente invention permet d'augmenter la puissance électrique nette fournie au secteur par des centrales thermosolaires du type collecteur cylindrique parabolique, en utilisant d'une manière plus efficace le domaine solaire, en 5 générant de la vapeur pour actionner les principaux auxiliaires par le biais de turbines à vapeur (turbopompes), en diminuant la consommation électrique des services auxiliaires et par conséquent en augmentant la puissance électrique nette de la centrale. 10

Les jours que le rayonnement solaire est supérieur au rayonnement de conception il faut laisser d'utiliser une partie du domaine solaire, car le générateur et la turbine dépasseraient leur puissance assignée. Le présent système propose tirer profit de la fraction du domaine solaire non 15 utilisé pour générer de la vapeur pour actionner les principaux auxiliaires de la centrale, énergie qui d'une autre manière ne serait par utilisée.

En outre, le rendement global de l'actionnement des pompes de services auxiliaires est meilleur du fait de 20 l'utilisation de vapeur pour actionner les pompes à travers une turbopompe au lieu de les actionner avec des moteurs électriques (motopompes).

02 MAI 2012

N° 311340  
du 09 MA 2011

1

Domaine de l'invention

La présente invention peut être appliquée pour des centrales thermosolaires basées sur la captation d'énergie à travers un fluide thermique et une postérieure génération de vapeur, pour générer de l'énergie électrique à travers une turbine à vapeur et un générateur électrique.

Antécédents de l'invention

Les centrales thermosolaires sont conçues pour des conditions de rayonnement solaire déterminé, ce qui fait qu'en cas de conditions de rayonnement supérieur le système ne peut pas tirer profit de toute l'énergie thermique solaire disponible, car on dépasserait la puissance de la turbine et du générateur. Ce type de centrales a par conséquent un système de réglage pour laisser hors service une partie des capteurs dans ce cas ci de rayonnement élevé. Par ailleurs ni la turbine à vapeur ni le générateur électrique pourraient évacuer plus de puissance que leur puissance assignée au secteur électrique, cependant, une partie de cette puissance électrique est consommée lors des actionnements de services auxiliaires.

De même ces centrales sont caractérisées par le fait d'avoir une consommation élevée d'énergie pour pomper le fluide thermique et l'eau d'alimentation du générateur à vapeur. Dans les centrales actuelles toutes les pompes sont actionnées à travers des moteurs électriques, quelques-uns avec des variateurs de vitesse.

Par conséquent, dans les périodes de rayonnement solaire supérieur à celui de conception, on est en train de sous-utiliser le domaine solaire, car une partie des collecteurs sont hors service et par ailleurs on consomme une grande quantité d'énergie électrique pour les auxiliaires.

A

Domaine de l'invention

La présente invention peut être appliquée pour des centrales thermosolaires basées sur la captation d'énergie à travers un fluide thermique et une postérieure génération de vapeur, pour générer de l'énergie électrique à travers une turbine à vapeur et un générateur électrique.

Antécédents de l'invention

Les centrales thermosolaires sont conçues pour des conditions de rayonnement solaire déterminé, ce qui fait qu'en cas de conditions de rayonnement supérieur le système ne peut pas tirer profit de toute l'énergie thermique solaire disponible, car on dépasserait la puissance de la turbine et du générateur. Ce type de centrales a par conséquent un système de réglage pour laisser hors service une partie des capteurs dans ce cas ci de rayonnement élevé. Par ailleurs ni la turbine à vapeur ni le générateur électrique pourraient évacuer plus de puissance que leur puissance assignée au secteur électrique, cependant, une partie de cette puissance électrique est consommée lors des actionnements de services auxiliaires.

De même ces centrales sont caractérisées par le fait d'avoir une consommation élevée d'énergie pour pomper le fluide thermique et l'eau d'alimentation du générateur à vapeur. Dans les centrales actuelles toutes les pompes sont actionnées à travers des moteurs électriques, quelques-uns avec des variateurs de vitesse.

Par conséquent, dans les périodes de rayonnement solaire supérieur à celui de conception, on est en train de sous-utiliser le domaine solaire, car une partie des collecteurs sont hors service et par ailleurs on consomme une grande quantité d'énergie électrique pour les auxiliaires.

Description de l'invention

Un aspect de l'invention concerne un procédé pour augmenter la puissance électrique nette des centrales thermosolaires versée dans le secteur électrique qui comprennent une pluralité de pompes de services auxiliaires, qui supposent une consommation importante. Une grande partie de l'année le rayonnement solaire est supérieur au rayonnement de conception, c'est à dire le rayonnement nécessaire pour produire la vapeur suffisante pour atteindre la puissance électrique maximale de la centrale. Par conséquent, lors de ces périodes une partie des collecteurs solaires doit être laissée hors service. Le procédé proposé utilise d'une manière plus efficace le domaine solaire en tirant profit des collecteurs qui seraient hors service pour générer de la vapeur additionnelle et actionner les pompes de services auxiliaires de la centrale. De telle manière que lors de ces périodes de rayonnement élevé, la puissance électrique nette sera supérieure du fait qu'on a réduit la consommation électrique dans les services auxiliaires.

Les pompes de services auxiliaires sont actionnées au moyen de turbines à vapeur (turbopompes), en utilisant pour cela de manière plus directe l'énergie thermique produite dans la centrale, en réduisant la consommation électrique de services auxiliaires et en conséquence, en obtenant une plus grande énergie électrique nette lors de l'interconnexion avec le secteur électrique. Selon d'autres caractéristiques de l'invention:

Les pompes de fluide thermique sont actionnées par le biais de turbines à vapeur.

Les pompes d'alimentation en eau du générateur à vapeur sont actionnées par le biais de turbines à vapeur.

Les pompes d'alimentation en eau du générateur à vapeur et les pompes de fluide thermique sont actionnées par le biais de turbines à vapeur.

35

Brève description des dessins

Pour compléter la description en cours et afin d'aider à une meilleure compréhension des caractéristiques de l'invention, on annexe en tant que partie intégrante de ladite description un jeu de dessins dans lesquels, à caractère

5

illustratif et non pas limitatif, on a représenté ce qui suit:

La figure 1 montre un schéma simplifié d'une centrale thermosolaire avec les actionnements électriques des pompes; on a considéré seulement les pompes de fluide thermique et d'eau d'alimentation du générateur à vapeur, où:

10

(1) des capteurs solaires

(2) un brûleur auxiliaire de gaz naturel ou un autre combustible

(3) un générateur à vapeur. Un échangeur de chaleur de fluide thermique et de vapeur

15

(4) une pompe de fluide thermique.

(5) des valves de réglage du fluide thermique

(6) une turbine à vapeur principale

(7) un générateur électrique

20

(8) un condensateur

(9) une pompe d'alimentation en eau du générateur à vapeur

(10) un transformateur principal

(11) un secteur électrique

25

(12) un transformateur de services auxiliaires

(13) des moteurs électriques

(14) des variateurs de vitesse pour moteurs électriques.

La figure 2 montre le schéma simplifié de la centrale thermosolaire de la figure 1, avec les actionnements des pompes principales par le biais de turbines à vapeur, où:

30

(1) des capteurs solaires

(2) un brûleur auxiliaire de gaz naturel ou un autre combustible

(3) un générateur à vapeur. Échangeur de chaleur de fluide thermique et de vapeur

35

A



- (4) une pompe de fluide thermique
- (5) des valves de réglage du fluide thermique
- (6) une turbine à vapeur principale
- (7) un générateur électrique
- 5 (8) un condensateur
- (9) une pompe d'alimentation en eau du générateur à vapeur
- (10) un transformateur principal
- (11) un secteur électrique
- 10 (12) un transformateur de services auxiliaires
- (15) une turbine à vapeur pour actionner la pompe de fluide thermique
- (16) une turbine à vapeur pour actionner la pompe d'alimentation en eau du générateur à vapeur.

15 La figure 3 montre le schéma simplifié de la centrale thermosolaire de la figure 1, avec les actionnements des pompes de fluide thermique par le biais de turbines à vapeur, où:

- (1) des capteurs solaires
- 20 (2) un brûleur auxiliaire de gaz naturel ou un autre combustible
- (3) un générateur à vapeur. Échangeur de chaleur de fluide thermique et de vapeur
- (4) une pompe de fluide thermique
- 25 (5) des valves de réglage du fluide thermique
- (6) une turbine à vapeur principale
- (7) un générateur électrique
- (8) un condensateur
- (9) une pompe d'alimentation en eau du générateur à
- 30 vapeur
- (10) un transformateur principal
- (11) un secteur électrique
- (12) un transformateur de services auxiliaires
- (13) des moteurs électriques
- 35 (14) des variateurs de vitesse pour moteurs électriques

(15) une turbine à vapeur pour actionner la pompe de fluide thermique.

La figure 4 montre le schéma simplifié de la centrale thermosolaire de la figure 1, avec les actionnements des pompes principales par le biais de turbines à vapeur alimentées en vapeur d'une extraction de la turbine principale, où:

- (1) des capteurs solaires
- (2) un brûleur auxiliaire de gaz naturel ou un autre combustible
- (3) un générateur à vapeur. Échangeur de chaleur de fluide thermique et de vapeur
- (4) une pompe de fluide thermique
- (5) des valves de réglage du fluide thermique
- (6) une turbine à vapeur principale
- (7) un générateur électrique
- (8) un condensateur
- (9) une pompe d'alimentation en eau du générateur à vapeur
- (10) un transformateur principal
- (11) un secteur électrique
- (12) un transformateur de services auxiliaires
- (15) une turbine à vapeur pour actionner la pompe de fluide thermique
- (16) une turbine à vapeur pour actionner la pompe d'alimentation en eau du générateur à vapeur.

La figure 5 montre le schéma simplifié de la centrale thermosolaire de la figure 1, avec les actionnements des pompes de fluide thermique par le biais de turbines à vapeur alimentées en vapeur d'une extraction de la turbine principale, où:

- (1) des capteurs solaires
- (2) un brûleur auxiliaire de gaz naturel ou un autre combustible

- (3) un générateur à vapeur. Échangeur de chaleur fluide thermique et de vapeur
- (4) une pompe de fluide thermique
- (5) des valves de réglage du fluide thermique
- 5 (6) une turbine à vapeur principale
- (7) un générateur électrique
- (8) un condensateur
- (9) une pompe d'alimentation en eau du générateur à vapeur
- 10 (10) un transformateur principal
- (11) un secteur électrique
- (12) un transformateur de services auxiliaires
- (13) des moteurs électriques
- (14) des variateurs de vitesse pour moteurs électriques
- 15 (15) une turbine à vapeur pour actionner la pompe de fluide thermique

Description d'une mise en oeuvre préférée de l'invention

20 La présente invention concerne un procédé pour augmenter la puissance électrique nette de centrales thermosolaires, avec une meilleure utilisation des capteurs solaires de manière à réduire la consommation électrique des services auxiliaires.

25 Les auxiliaires les plus importants de la centrale sont actionnés par des turbines à vapeur (turbopompes) au lieu de les actionner avec des moteurs électriques (motopompes) comme c'est le cas actuellement. De la sorte on permet de tirer profit lors des périodes de rayonnement solaire élevé de l'énergie thermique des collecteurs solaires qui d'une autre

30 façon seraient hors service. Raison pour laquelle il faut contrôler la pression de vapeur à l'entrée de la turbine en réglant la quantité de collecteurs solaires en service, comme il en est également actuellement le cas, mais du fait d'avoir une consommation à vapeur supérieure pour les auxiliaires des

9

collecteurs seront mis en marche, lesquels d'une autre façon seraient hors service.

Le fait d'utiliser des turbines à vapeur pour l'actionnement des pompes présente les avantages suivants:

5 - Utilisation de l'énergie thermique solaire qui d'une autre façon ne peut pas être utilisée, en cas de rayonnement élevé.

- Amélioration du rendement global de l'actionnement, dans n'importe quel cas.

10 Le système de contrôle des centrales thermosolaires, en cas d'avoir un rayonnement supérieur à celui de conception, laisse hors service quelques-uns des capteurs solaires (1), lorsque le générateur (7) et la turbine (6) ont déjà atteint leur puissance assignée.

15 En conséquence, le système objet de la présente invention, lors de l'utilisation de l'actionnement des pompes de services auxiliaires à travers des turbines à vapeur, permet de tirer profit de l'énergie thermique qui lors de ces périodes de rayonnement élevé ne serait pas utilisée.

20 Par ailleurs, l'énergie thermique provenant des capteurs solaires (1) se transforme en vapeur dans le générateur à vapeur (3) pour être transformée en énergie mécanique dans la turbine à vapeur principale (6) et en fin dans le générateur (7) elle se transforme en énergie électrique, qui est en  
25 partie cédée au secteur électrique (11) à travers le transformateur principal (10). Et une autre partie de l'énergie électrique générée par le générateur (7) est consommée par les services auxiliaires, qui sont alimentés à travers le transformateur de services auxiliaires (12). Dans  
30 les services auxiliaires qui doivent être alimentés dans ce type de centrales électriques il faut remarquer du fait de leur puissance les pompes de fluide thermique (4) et les pompes d'alimentation en eau du générateur à vapeur (9), qui sont les pompes les plus puissantes.

En conséquence pour l'actionnement des pompes de la centrale à travers des moteurs électriques (13), l'énergie provenant des capteurs solaires subit six transformations énergétiques, à travers les éléments précités: générateur à vapeur (3), turbine à vapeur principale (6), générateur électrique (7), transformateur de services auxiliaires (12), variateurs de vitesse pour moteurs électriques (14) et moteurs électriques (13).

Dans le cas de l'actionnement des pompes tel que cela est proposé dans la présente invention, l'énergie provenant des capteurs solaires (1) se transforme en vapeur dans le générateur à vapeur (3), et avec une partie de la vapeur générée on actionne les turbines à vapeur (15, 16) qui actionnent les pompes de fluide thermique (4) et les pompes d'eau d'alimentation du générateur à vapeur (9). De cette manière, il ne se produit que deux transformations énergétiques, en obtenant alors un rendement supérieur des actionnements avec l'économie énergétique conséquente et la possibilité d'obtention d'une puissance électrique nette supérieure de la centrale thermosolaire, même lors des périodes de rayonnement solaire inférieure à celui de conception.

Une mise en oeuvre de l'invention illustrée dans la figure 3 concerne l'actionnement des pompes de fluide thermique par le biais de turbines à vapeur où la vapeur est obtenue du générateur à vapeur.

Une autre mise en oeuvre de l'invention illustrée dans la figure 5 concerne l'actionnement des pompes de fluide thermique par le biais de turbines à vapeur où la vapeur est obtenue d'une extraction de la turbine principale à vapeur.

Dans ces deux mises en oeuvre, l'actionnement des pompes du fluide thermique est réalisé à travers des turbopompes, en utilisant l'énergie thermique obtenue du soleil sous forme de vapeur, en provenance du même circuit qui alimente la turbine

à vapeur principale, ou bien d'une extraction de celle-ci. Ce qui permet une meilleure utilisation du domaine solaire.

5 D'autres mises en oeuvre de l'invention illustrées dans les figures 2 et 4, concernent l'actionnement des pompes de fluide thermique et d'eau d'alimentation du générateur à vapeur par le biais de turbines à vapeur.

10 Dans ces cas les actionnements des pompes du fluide thermique et d'eau d'alimentation du générateur à vapeur sont réalisés à travers des turbines à vapeur, turbopompes, en utilisant l'énergie thermique obtenue du soleil sous forme de vapeur, en provenance du même circuit alimentant la turbine à vapeur principale ou d'une extraction de celle-ci.



REVENDICATIONS

1. Procédé pour augmenter la puissance électrique nette de centrales thermosolaires comprenant au moins :
- 5 • une pluralité de collecteurs solaires (1) pour la captation d'énergie solaire et la cession de ladite énergie à un fluide thermique qui circule à travers un circuit de fluide thermique;
  - 10 • un générateur électrique (7) pour générer l'électricité passant au secteur électrique;
  - 15 • une turbine à vapeur (6) principale avec son arbre de sortie disposé pour déplacer le générateur électrique (7) et elle (6) étant interposée dans un circuit d'eau;
  - 20 • un générateur de vapeur (3) constitué par le biais d'un échangeur de chaleur pour le transfert de la chaleur du fluide thermique qui s'écoule le long du circuit de fluide thermique réchauffé au moyen des collecteurs solaires (1) vers le circuit d'eau pour la génération de vapeur qui déplace la turbine à vapeur (6) principale de telle manière que la sortie de vapeur du générateur de vapeur (3) est reliée à l'entrée de la turbine à vapeur (6) principale;
  - 25 • une pompe (4) de fluide thermique pour l'impulsion du fluide thermique réchauffé par les collecteurs solaires (1);
  - 30 • une pompe (9) d'alimentation en eau du générateur de vapeur (3) disposée dans le circuit d'eau de manière que son entrée est reliée à la sortie de la turbine à vapeur (6) principale et sa sortie est reliée à l'entrée du générateur de vapeur (3);
- caractérisé en ce que la centrale thermosolaire comprend en outre :
- une ou plusieurs turbines à vapeur (15) indépendantes entre elles et différentes de la turbine à vapeur (6)

13

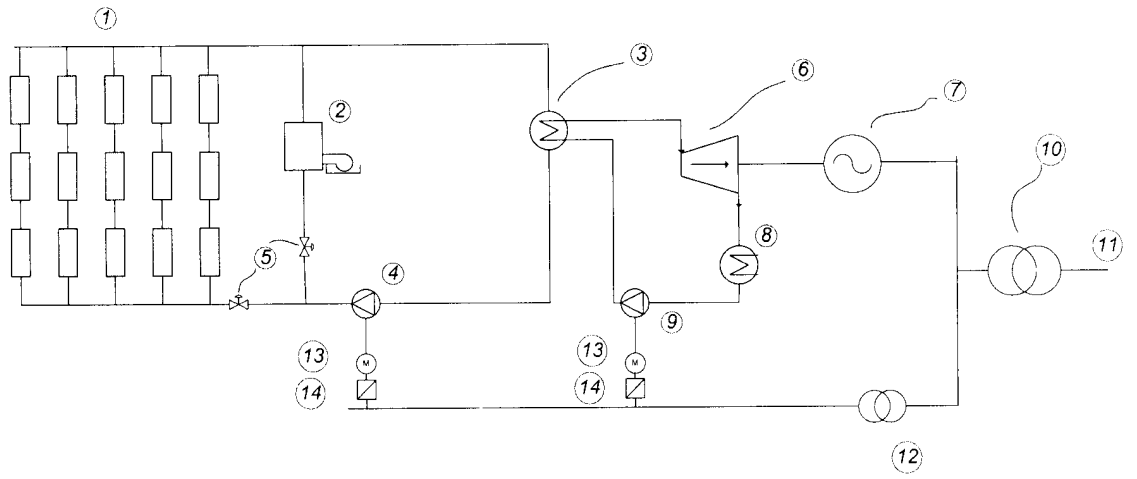


Figure 1

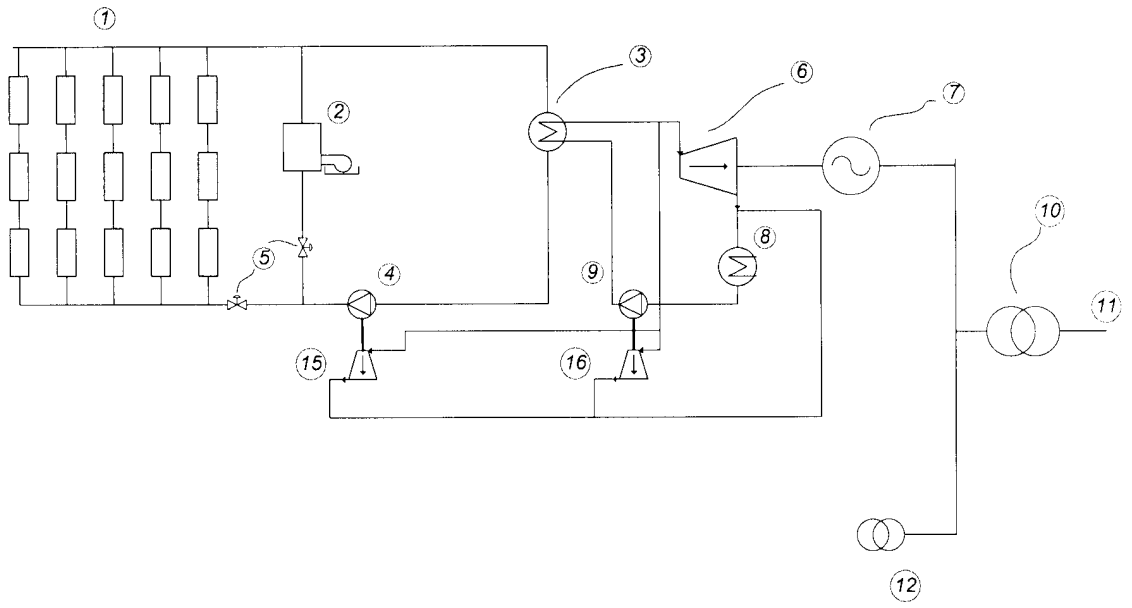


Figure 2



14

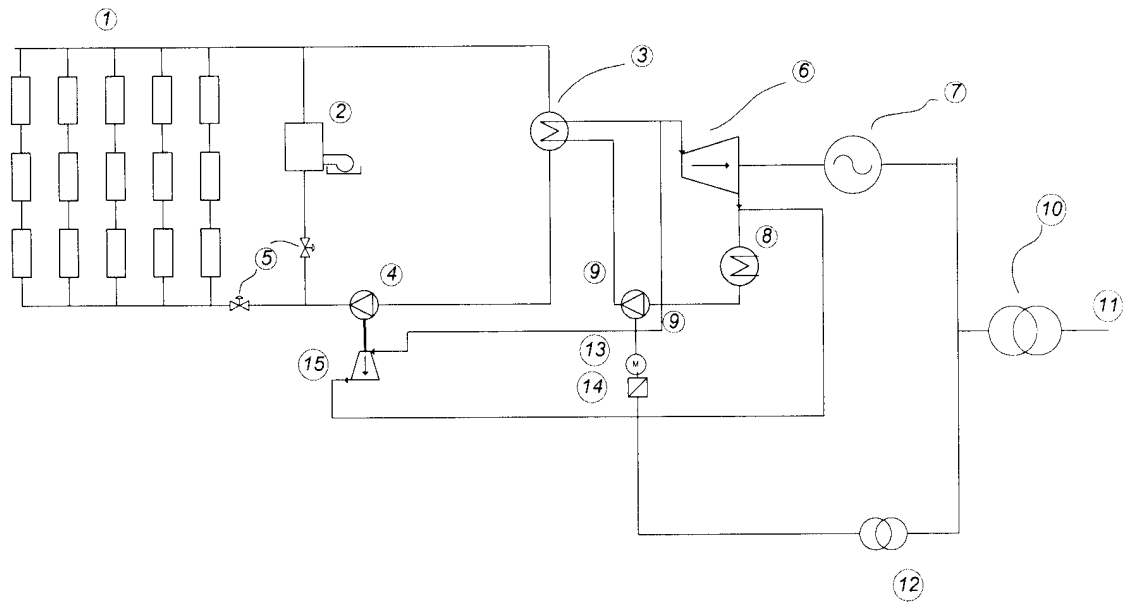


Figure 3

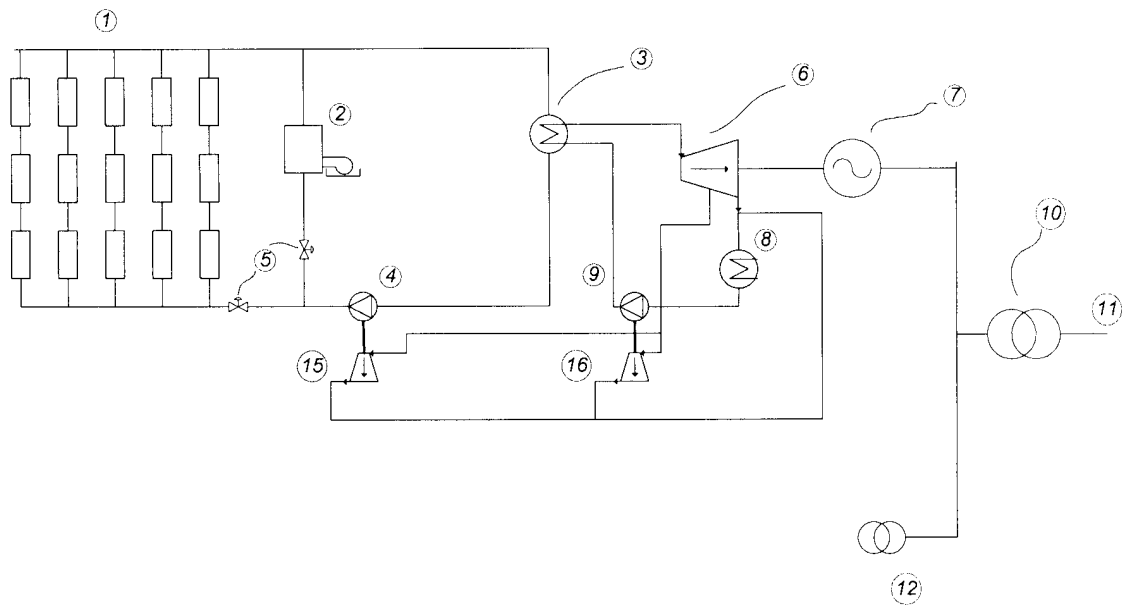


Figure 4