



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 34110 B1** (51) Cl. internationale : **F02C 7/224; F03G 6/06; F24J 2/00**
- (43) Date de publication : **05.03.2013**

-
- (21) N° Dépôt : **35275**
- (22) Date de Dépôt : **28.09.2012**
- (30) Données de Priorité : **01.04.2010 CH 00477/10**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/EP2011/054766 29.03.2011**
- (71) Demandeur(s) : **ALSTOM TECHNOLOGY LTD, BROWN BOVERI STRASSE 7 CH-5400 BADEN (CH)**
- (72) Inventeur(s) : **JOSUHN-KADNER, Burkhard ; CARRONI, Richard**
- (74) Mandataire : **SABA & CO**

-
- (54) Titre : **PROCÉDÉ POUR ACCROÎTRE LE RENDEMENT D'UNE CENTRALE ÉQUIPÉE D'UNE TURBINE À GAZ AINSI QUE CENTRALE POUR METTRE EN OEUVRE LE PROCÉDÉ**
- (57) Abrégé : L'invention concerne une centrale (10) équipée d'une turbine à gaz (11) dans laquelle le combustible pour la turbine à gaz (11) est préchauffé par la chaleur solaire. Le préchauffage a lieu en utilisant un circuit de transfert de chaleur (37). L'utilisation d'un deuxième circuit de transfert de chaleur supplémentaire entre la source (33) pour la chaleur solaire et le premier circuit de transfert de chaleur (37) permet un stockage de la chaleur solaire. Le préchauffage de combustible selon l'invention permet en particulier une augmentation du rendement de la centrale (10).

ABREGE

L'invention concerne une centrale (10) équipée d'une turbine à gaz (11) dans
5 laquelle le combustible pour la turbine à gaz (11) est préchauffé par la chaleur
solaire. Le préchauffage a lieu en utilisant un circuit de transfert de chaleur (37).
L'utilisation d'un second circuit de transfert de chaleur supplémentaire entre la
source (33) de chaleur solaire et le premier circuit de transfert de chaleur (37)
10 permet un stockage de la chaleur solaire. Le préchauffage du combustible selon
l'invention permet en particulier d'accroître le rendement de la centrale (10).
(Fig. 1)

Nombre de lignes : 330

15

1

300 110
1 05 MARS 2013

PM135275

B09/196-0

PROCEDE POUR ACCROITRE LE RENDEMENT D'UNE CENTRALE
EQUIPEE D'UNE TURBINE A GAZ, AINSI QUE CENTRALE POUR METTRE EN
OEUVRE LE PROCEDE

5 DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention se rapporte au domaine de la technologie des centrales électriques. Elle concerne un procédé pour accroître le rendement d'une centrale qui est équipée d'une turbine à gaz, et en particulier un procédé de préchauffage du combustible. L'invention concerne aussi une centrale destinée à la mise en
10 œuvre du procédé.

TECHNIQUE ANTERIEURE

En élevant la température du combustible dans une turbine à gaz, il est possible d'améliorer la distribution du mélange combustible-air dans les brûleurs de la turbine à gaz, occasionnant ainsi une réduction des émissions de NOx. De
15 surcroît, dans le cas d'une centrale à cycle combiné (CCPP), le rendement global de la turbine à gaz et ainsi de la centrale à cycle combiné aussi peut être amélioré si le préchauffage du combustible est intégré au circuit eau/vapeur de la centrale à cycle combiné. Dans le cas d'une centrale à cycle combiné de type KA26-1 (avec des turbines à gaz de type GT26) du Demandeur, à pleine charge, la différence
20 entre le combustible non préchauffé à 15°C et le combustible préchauffé à > 100°C accroît le rendement de la centrale à cycle combiné contre une petite chute de la puissance de sortie, qui est due au fait que l'eau chaude pour le préchauffage du combustible est extraite du circuit eau/vapeur.

De nos jours, le gaz naturel en tant que combustible est préchauffé à >100°C. La
25 température maximale est principalement déterminée par la capacité des composants du système de combustible à supporter des températures supérieures, par exemple au niveau des soupapes de contrôle avec des fermetures non métalliques. Toutefois, une élévation additionnelle de la température du combustible est envisagée.

Le préchauffage du combustible est connu principalement de la technique antérieure. Par exemple, l'enseignement du EP 0 095 555 concerne le préchauffage et/ou l'évaporation du combustible à l'intérieur de brûleurs à mazout afin d'améliorer le procédé de combustion. Le US 6,233,914 révèle un procédé de prétraitement thermique d'un combustible dans lequel une vapeur solaire est injectée, pour reformation, dans le combustible. D'après le EP 0 903 484, le combustible est préchauffé dans un échangeur de chaleur au moyen du gaz chaud en provenance de la centrale à turbine à gaz. Le US 6,269,626 ou le DE19512466 présentent des systèmes semblables pour des centrales à cycle combiné.

En outre, dans le GB2449181, on propose d'utiliser la chaleur solaire afin de chauffer l'air de combustion dans les centrales à cycle combiné.

Bien que de telles technologies aient fait preuve d'efficacité, certains inconvénients demeurent toujours :

- Normalement, une chaleur élevée atteignant des températures $>200^{\circ}\text{C}$ est utilisée pour préchauffer le combustible. Cependant, une telle chaleur pourrait être utilisée de façon plus efficace dans la turbine à vapeur pour renforcer la performance et le rendement de la centrale.
- Si la turbine à gaz est actionnée uniquement indépendamment dans un circuit unique, aucune chaleur pour le préchauffage du combustible n'est disponible à partir du circuit eau/vapeur.

PRESENTATION DE L'INVENTION

Un objectif de la présente invention concerne un procédé d'accroître le rendement d'une centrale qui est équipée d'une turbine à gaz, lequel procédé met fin aux inconvénients des procédés connus et peut en particulier être utilisé aussi dans le cas des turbines à gaz dans un circuit unique. Cet objectif consiste aussi à affecter une centrale pour la mise en œuvre du procédé.

L'objectif est atteint au moyen des caractéristiques des revendications indépendantes dans leur intégralité. Dans l'invention, il est essentiel que la chaleur solaire soit utilisée pour le préchauffage du combustible.

5 Un procédé selon l'invention se caractérise par le fait que la chaleur solaire est générée dans un panneau solaire et transférée au moyen d'un premier échangeur de chaleur et d'un premier milieu de transfert de chaleur au combustible qui est alimenté à la turbine à gaz.

10 Dans un mode de réalisation, le procédé consiste aussi à transférer la chaleur solaire du panneau solaire au premier milieu de transfert de chaleur au moyen d'un circuit intermédiaire. A cette fin, la chaleur solaire est d'abord transférée, à l'intérieur d'un circuit intermédiaire qui est relié entre le panneau solaire et le premier échangeur de chaleur, dans un second échangeur de chaleur vers un second milieu de transfert de chaleur. Moyennant le second milieu de transfert de chaleur, la chaleur solaire est ensuite transférée dans le premier échangeur de
15 chaleur au premier milieu de transfert de chaleur. Grâce à un circuit intermédiaire, ce procédé ouvre des possibilités en particulier pour le stockage de la chaleur solaire afin de préchauffer le combustible durant des heures avec un rayonnement solaire réduit.

20 Dans un mode de réalisation du procédé, pour le transfert de la chaleur solaire au combustible, l'eau chaude est générée au moyen de la chaleur solaire.

Dans un autre mode de réalisation, pour le transfert de la chaleur solaire au combustible, la vapeur est générée au moyen de la chaleur solaire.

Dans un autre mode de réalisation du procédé, pour le transfert de la chaleur solaire au combustible, une huile est chauffée.

25 Le gaz naturel est préférablement utilisé en tant que combustible, où le gaz naturel est préchauffé à 50°C au moyen de la chaleur solaire.

Il est même plus opportun en matière de rendement de la centrale et/ou des émissions de NOx que le gaz naturel soit préchauffé à 150°C au moyen de la chaleur solaire.

La centrale selon l'invention comprend une turbine à gaz avec un compresseur qui sert à comprimer l'air de combustion, une chambre de combustion dans laquelle le gaz chaud est généré par la combustion d'un combustible au moyen de l'air de combustion comprimé, une turbine dans laquelle le gaz chaud généré est
5 détendu, exécutant un travail, et des moyens de préchauffage du combustible qui est alimenté vers la chambre de combustion, où les moyens de préchauffage sont reliés à une source de chaleur solaire.

Dans un mode de réalisation de l'invention, la source de chaleur solaire est un panneau solaire, qui comprend en particulier des collecteurs. De tels collecteurs
10 peuvent par exemple comprendre des collecteurs cylindro-paraboliques, des éléments de Fresnel ou une installation d'héliostat.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, la source de chaleur solaire est une centrale solaire planaire telle une centrale solaire placée sur le toit d'une maison ou sur une surface adéquate semblable. Celles-ci conviennent en
15 particulier pour chauffer le milieu de transfert de chaleur à peu de frais, par exemple l'eau, à 130°C.

Toutefois, la source de chaleur solaire peut comprendre aussi un accumulateur de chaleur pour la chaleur solaire. Ceci est le cas en particulier si l'on souhaite préchauffer le combustible aussi pendant la nuit ou durant les heures avec peu de
20 lumière solaire.

Un mode de réalisation de la centrale selon l'invention dans la revendication indépendante se caractérise par le fait que les milieux de transfert de chaleur comprennent un premier échangeur de chaleur qui est relié à une conduite d'alimentation en combustible et à travers lequel, sur le côté primaire, s'écoule un
25 milieu qui transporte la chaleur solaire.

Ici, le milieu qui transporte la chaleur solaire est en particulier l'eau, la vapeur ou une huile.

Un circuit intermédiaire avec un second échangeur de chaleur est préférablement agencé entre la source de chaleur solaire et le premier échangeur de chaleur.
30 Ledit second échangeur de chaleur peut en particulier être utilisé pour

emmagasiner la chaleur afin d'assurer le préchauffage du combustible durant les heures avec peu ou sans lumière solaire.

Un autre mode de réalisation se caractérise par le fait que la turbine à gaz est en forme d'une turbine à gaz à combustion séquentielle avec deux chambres de combustion et deux turbines, et par le fait que le combustible pour les deux
5 chambres de combustion est préchauffé au moyen de la chaleur solaire.

En particulier, la turbine à gaz peut faire partie d'une centrale à cycle combiné qui comprend un circuit eau/vapeur.

BREVE EXPLICATION DES FIGURES

10 L'invention sera expliquée de façon plus détaillée ci-après sur la base de modes de réalisation exemplaires et en référence aux figures, où :

La figure 1 illustre schématiquement la configuration de base d'une centrale à cycle combiné avec un préchauffage du combustible au moyen d'un panneau solaire, selon un mode de réalisation exemplaire de
15 l'invention ; et

La figure 2 illustre un mode de réalisation de la partie de la centrale illustrée dans la figure 1 qui est responsable du préchauffage solaire du combustible.

MANIERES D'IMPLEMENTER L'INVENTION

20 Dans le contexte de la présente invention, on propose que le combustible pour une turbine à gaz soit préchauffé au moyen de la chaleur solaire, que la turbine à gaz soit actionnée indépendamment ou fasse partie d'une centrale à cycle combiné avec un circuit eau/vapeur. La chaleur solaire est dérivée d'une centrale solaire thermique adéquate qui génère sélectivement de l'eau chaude ou de la
25 vapeur. La chaleur solaire libre qui est ensuite disponible est transférée dans un échangeur de chaleur au combustible à préchauffer. Le rendement de la centrale peut ainsi être accru de 0.6% sans réduction de la puissance de sortie. Des avantages même supérieurs sont atteints si le combustible est préchauffé par

exemple à des températures $> 150^{\circ}\text{C}$, idéalement à 250°C , au moyen de la chaleur solaire.

La Figure 1 illustre une configuration très simplifiée d'une centrale à cycle combiné selon un mode de réalisation exemplaire de l'invention. La centrale à cycle combiné 10 avec un préchauffage solaire du combustible illustrée dans la figure 1 comprend une turbine à gaz 11, un circuit eau/vapeur 20 avec une turbine à vapeur à combustion séquentielle 21, et un circuit solaire 30 avec un panneau solaire 33. Dans le présent exemple, la turbine à vapeur 11 est constituée de deux compresseurs 13a, 13b qui sont reliés en série et qui compriment l'air de combustion introduit par l'entrée de l'air 12 et qui évacuent ledit air de combustion vers une première chambre de combustion 14 pour la combustion d'un combustible. Le gaz chaud généré est détendu dans une première turbine 15, exécutant un travail, est chauffé de nouveau dans une seconde chambre de combustion 16 et est acheminé à travers une seconde turbine 17. Les compresseurs 13a, 13b et les turbines 15, 17 sont reliés via un arbre 18 à un générateur 19.

Le gaz résiduaire émergent de la seconde turbine 17 et qui est toujours chaud est acheminé à travers un générateur de vapeur à récupération de chaleur (HRSG) 26, où il produit de la vapeur pour le circuit eau/vapeur 20 auquel le générateur de vapeur à récupération de chaleur 26 est relié. Après son écoulement à travers le générateur de vapeur à récupération de chaleur 26, le gaz résiduaire passe via une conduite du gaz résiduaire 29 et à travers une cheminée du gaz résiduaire 27 dans l'environnement.

Le circuit eau/vapeur 20 est formé essentiellement de la turbine à vapeur 21 qui est reliée à un générateur 25, un condenseur 22, une chaudière à eau d'alimentation 24, une pompe d'eau d'alimentation 23 et un générateur de vapeur à récupération de chaleur 26.

Une conduite de combustible 34 pour le combustible gazeux, par exemple un gaz naturel, à une température par exemple de 15°C , mène à un échangeur de chaleur 32, et de là à une chambre de combustion 14, ou deux chambres de combustion 14, 16 dans le cas d'une combustion séquentielle. L'énergie

thermique en provenance du circuit solaire 30 est alimentée via les échangeurs de chaleur 32 au combustible pour le préchauffer ; ladite énergie thermique s'étant formée à l'aide du panneau solaire 33, de plusieurs collecteurs cylindro-paraboliques 28, d'une pompe 31 et du côté primaire de l'échangeur de chaleur 5 32. De toute évidence, il est possible que le circuit solaire 30 soit en plus affecté un moyen de stockage (un accumulateur de chaleur 37 dans la figure 2) qui sert à emmagasiner la chaleur solaire qui sera utilisée aux moments avec peu ou nulle lumière solaire (par exemple, pendant la nuit). De même, il est possible d'utiliser, au lieu des collecteurs cylindro-paraboliques 28, des collecteurs équipés 10 d'éléments de Fresnel, tels des miroirs de Fresnel, ou des installations d'héliostat, par exemple avec une tour solaire. Les centrales solaires sans collecteurs, qui sont disposées en forme planaire, conviennent également et en particulier pour chauffer un milieu de transfert de chaleur à 110-130°C.

En principe, il est possible que la chaleur solaire en provenance du panneau 15 solaire 33 soit déchargée directement via l'échangeur de chaleur 32, comme illustré dans la figure 1. Si une huile thermique est utilisée comme milieu de transfert de chaleur dans le circuit solaire 30, l'huile thermique s'écoule à travers le côté primaire de l'échangeur de chaleur 32. Toutefois, il est également possible, d'après la figure 2, qu'un circuit intermédiaire 36 qui contient un autre échangeur 20 de chaleur 37 et une pompe dédiée 35 soit relié entre le panneau solaire 33 et l'échangeur de chaleur 32 situé dans la conduite d'alimentation en combustible 34. L'eau ou la vapeur peut être utilisée comme milieu de transfert de chaleur dans le circuit intermédiaire 36. Si, aux moments avec peu ou nul rayonnement solaire, la chaleur solaire en provenance du panneau solaire 33 est emmagasinée et rendue 25 disponible dans un accumulateur de chaleur associé (par exemple un accumulateur à sel) 37 (la boucle entrecoupée dans la figure 2), le préchauffage du combustible au moyen de la chaleur solaire peut être maintenu de façon continue.

LISTE DES NUMEROS DE REFERENCE

	10	Centrale à cycle combiné
	11	Turbine à gaz (par exemple à combustion séquentielle)
5	12	Entrée d'air
	13a,13b	Compresseur
	14,16	Chambre de combustion
	15,17	Turbine
	18	Arbre
10	19,25	Générateur
	20	Circuit eau/vapeur
	21	Turbine à vapeur
	22	Condenseur
	23	Pompe d'eau d'alimentation
15	24	Chaudière à eau d'alimentation
	26	Générateur de vapeur à récupération de chaleur (HRSG)
	27	Cheminée des gaz résiduaires
	28	Collecteur cylindro-parabolique
	29	Conduite des gaz résiduaires
20	30	Circuit solaire
	31,35	Pompe
	32,37	Echangeur de chaleur
	33	Panneau solaire
	34	Conduite d'alimentation en combustible
25	36	Circuit intermédiaire
	37	Accumulateur de chaleur

REVENDEICATIONS DU BREVET

1. Un procédé d'accroître le rendement d'une centrale (10) qui est équipée
5 d'une turbine à gaz (11), dans lequel un combustible qui est alimenté vers la
turbine à gaz (11) est préchauffé, qui se caractérise par le fait que la chaleur
solaire est utilisée pour le préchauffage du combustible.

2. Le procédé tel revendiqué dans la revendication 1, qui se caractérise par
10 le fait que la chaleur solaire est produite dans un panneau solaire (33) et est
transférée au moyen d'un premier échangeur de chaleur (32) et d'un premier
milieu de transfert de chaleur au combustible qui est alimenté vers la turbine à gaz
(11).

3. Le procédé tel revendiqué dans la revendication 2, qui se caractérise par
15 le fait que la chaleur solaire est transférée du panneau solaire (33) au premier
milieu de transfert de chaleur au moyen d'un circuit intermédiaire (36).

4. Le procédé tel revendiqué dans la revendication 3, qui se caractérise par
20 le fait que, pour le transfert de la chaleur solaire au combustible, l'eau est chauffée
au moyen de la chaleur solaire.

5. Le procédé tel revendiqué dans la revendication 3, qui se caractérise par
le fait que, pour le transfert de la chaleur solaire au combustible, la vapeur est
25 générée au moyen de la chaleur solaire.

6. Le procédé tel revendiqué dans la revendication 3, qui se caractérise par
le fait que, pour le transfert de la chaleur solaire au combustible, l'huile est
chauffée au moyen de la chaleur solaire.

7. Le procédé tel revendiqué dans l'une des revendications 1 à 6, qui se caractérise par le fait qu'un gaz naturel est utilisé comme combustible et que le gaz naturel est préchauffé à 50°C au moyen de la chaleur solaire.

5 8. Le procédé tel revendiqué dans la revendication 7, qui se caractérise par le fait que le gaz naturel est préchauffé à 150°C au moyen de la chaleur solaire.

10 9. Une centrale (10) pour la mise en œuvre du procédé, comprenant une turbine à gaz (11) avec un compresseur (13a, 13b) qui sert à comprimer l'air de combustion, une chambre de combustion (14, 16) dans laquelle le gaz chaud est généré par la combustion d'un combustible au moyen de l'air de combustion comprimé, une turbine (15, 17) dans laquelle le gaz chaud généré est détendu, exécutant un travail, et des moyens (32, 34) de préchauffage du combustible qui est alimenté vers la chambre de combustion (14, 16), qui se caractérise par le fait
15 que les moyens de préchauffage (32, 34) sont reliés à une source (33, 37) de chaleur solaire.

20 10. La centrale telle revendiquée dans la revendication 9, qui se caractérise par le fait que la source de chaleur solaire est un panneau solaire (33).

11. La centrale telle revendiquée dans la revendication 10, qui se caractérise par le fait que le panneau solaire (33) comprend des collecteurs cylindro-paraboliques (28), des éléments de Fresnel ou une installation d'héliostat.

25 12. La centrale telle revendiquée dans la revendication 8, qui se caractérise par le fait que la source de chaleur solaire comprend un accumulateur de chaleur (37) pour la chaleur solaire.

30 13. La centrale telle revendiquée dans l'une des revendications 9 à 12, qui se caractérise par le fait que les moyens de préchauffage comprennent un premier échangeur de chaleur (32) qui est relié à une conduite d'alimentation en

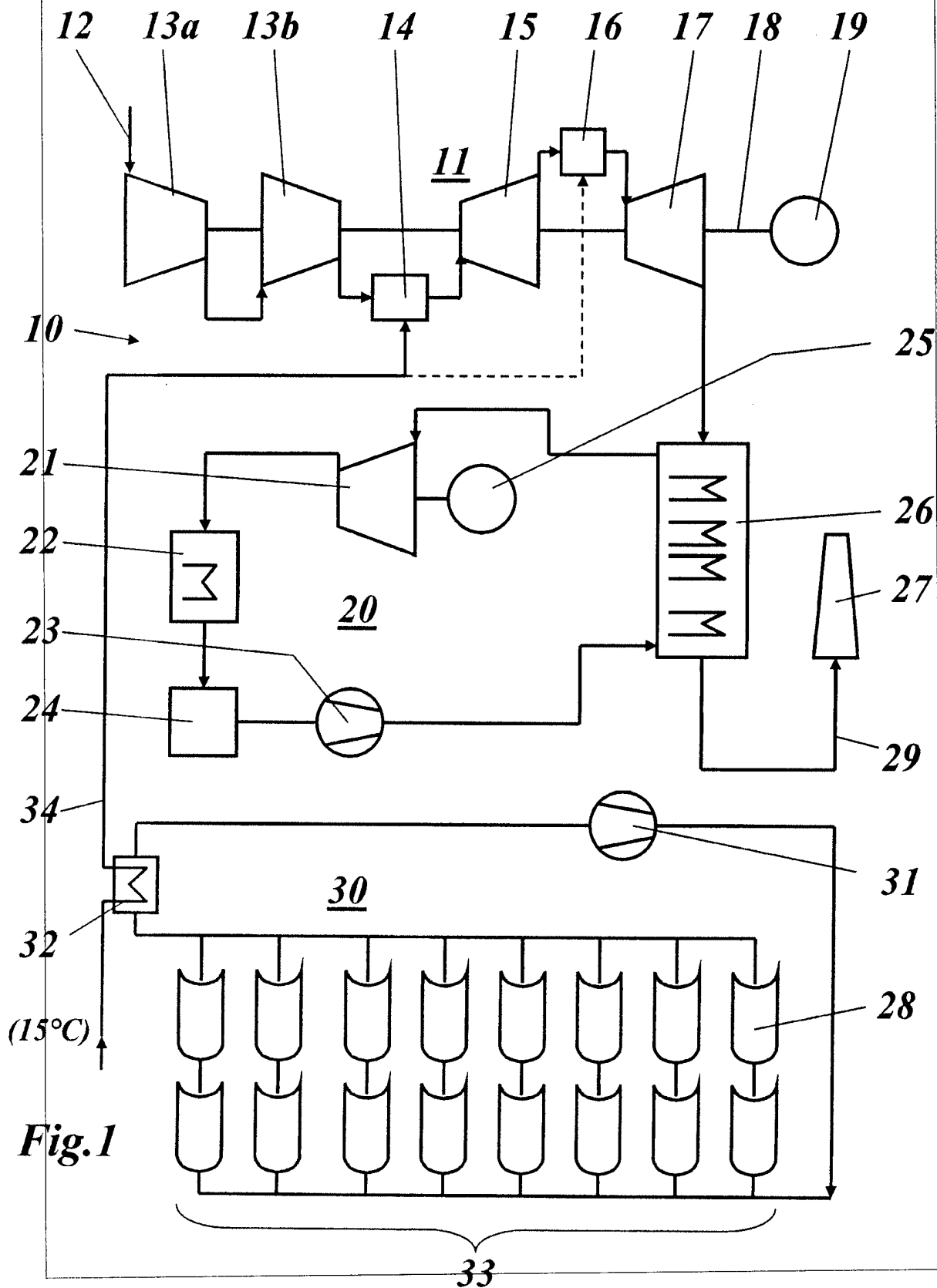
combustible (34) et à travers lequel, sur le côté primaire, s'écoule un milieu qui transporte la chaleur solaire.

14. La centrale telle revendiquée dans la revendication 13, qui se
5 caractérise par le fait que le milieu qui transporte la chaleur solaire est l'eau, la vapeur ou l'huile.

15. La centrale telle revendiquée dans la revendication 13 ou 14, qui se
caractérise par le fait qu'un circuit intermédiaire (36) avec un second échangeur
10 de chaleur (37) est placé entre la source de chaleur solaire (33, 37) et le premier échangeur de chaleur (32).

16. La centrale telle revendiquée dans l'une des revendications 9 à 15, qui
se caractérise par le fait que la turbine à gaz (11) est en forme d'une turbine à gaz
15 à combustion séquentielle avec deux chambres de combustion (14, 16) et deux turbines (15, 17), et par le fait que le combustible pour les deux chambres de combustion (14, 16) est préchauffé au moyen de la chaleur solaire.

17. La centrale telle revendiquée dans l'une des revendications 9 à 16, qui
20 se caractérise par le fait que la turbine à gaz (11) fait partie d'une centrale à cycle combiné (10) qui comprend un circuit eau/vapeur (20).



1

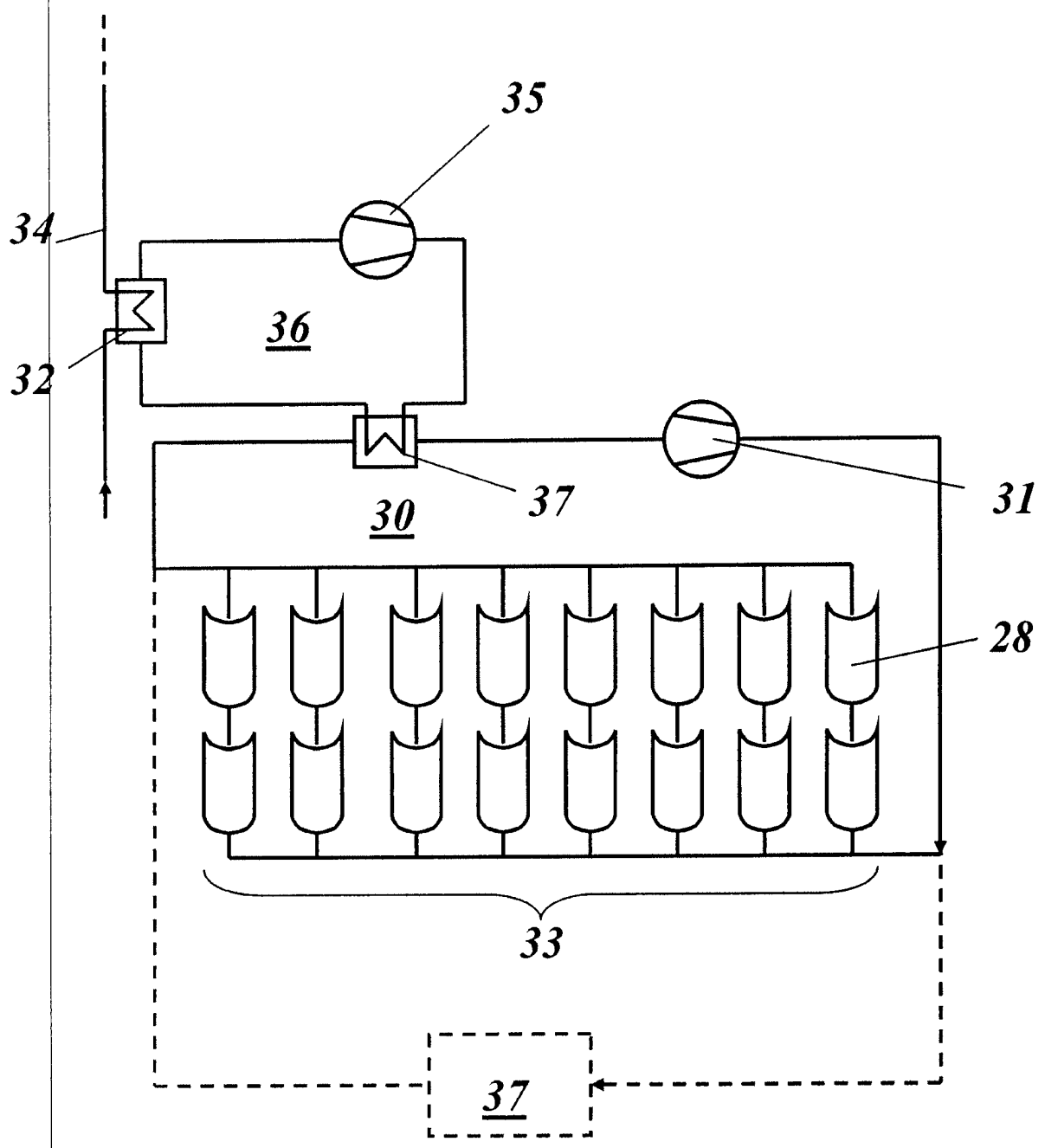


Fig.2

1