



(11) **EP 3 221 640 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
22.08.2018 Bulletin 2018/34

(51) Int Cl.:
F22B 21/18 ^(2006.01) **F22B 37/22** ^(2006.01)
F22B 37/26 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15797994.9**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2015/076831

(22) Date de dépôt: **17.11.2015**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2016/079120 (26.05.2016 Gazette 2016/21)

(54) **GENERATEUR DE VAPEUR A BALLON PRESENTANT UNE EPAISSEUR DE PAROI REDUITE
PAR UTILISATION D'UNE CONFIGURATION MULTI-BALLONS**

TROMMELDAMPFGENERATOR MIT DURCH VERWENDUNG EINER
MEHRTROMMELKONFIGURATION REDUZIERTER WANDDICKE

DRUM STEAM GENERATOR HAVING A WALL THICKNESS REDUCED BY THE USE OF A
MULTI-DRUM CONFIGURATION

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

- **AGNETTI, Ildo**
B-4100 Seraing (BE)
- **ANCIAUX, Didier**
B-4052 Beaufays (BE)

(30) Priorité: **21.11.2014 BE 201405076**

(74) Mandataire: **Pronovem**
Office Van Malderen
Parc d'affaires Zénobe Gramme- bâtiment K
Square des Conduites d'Eau 1-2
4020 Liège (BE)

(43) Date de publication de la demande:
27.09.2017 Bulletin 2017/39

(73) Titulaire: **Cockerill Maintenance & Ingénierie S.A.**
4100 Seraing (BE)

(56) Documents cités:
WO-A1-93/23702 GB-A- 241 961
US-A- 2 702 026 US-A1- 2013 145 998

(72) Inventeurs:
• **BALCZUNAS, Nicolas**
B-4100 Seraing (BE)

EP 3 221 640 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Objet de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte au domaine des chaudières à ballon utilisées par exemple dans le secteur des centrales électriques ou des industries de processus, et qui sont soumises à des démarrages fréquents et rapides avec des pressions de fonctionnement élevées.

[0002] En particulier, la présente invention se rapporte aux chaudières de type générateur de vapeur à récupération de chaleur ou HRSG (pour *heat recovery steam generator*).

Arrière-plan technologique et état de la technique

[0003] Actuellement, l'évolution du marché de l'énergie requiert une plus grande flexibilité des unités de production, avec des pressions de fonctionnement suffisamment élevées pour que, de plus en plus souvent, les épaisseurs des ballons de chaudière deviennent problématiques du point de vue de la fatigue cyclique.

[0004] On souhaite dès lors proposer un dimensionnement optimisé des ballons de chaudière pour que ceux-ci puissent résister à la fatigue, en particulier dans les conditions critiques qui sont les suivantes :

- un nombre élevé de démarrages de la chaudière prévus dans le cahier des charges et ce avec des hauts gradients de montée en pression ;
- une conception de ballons avec des parois épaisses pour les deux motifs suivants :
 - des pressions de conception élevées requises par des pressions de fonctionnement élevées ;
 - le recours à de grands diamètres pour satisfaire une demande de volumes de stockage plus importants, imposés par les transitoires ou les fonctionnements exceptionnels.

[0005] On connaît trois types de solutions permettant de diminuer efficacement les problèmes de fatigue des ballons haute pression (HP) :

- la chaudière à circulation forcée (ou « once through ») : le ballon HP de la chaudière est remplacé par un séparateur dont le diamètre est plus petit que celui du ballon. L'avantage est que la résistance à la fatigue est plus élevée car les épaisseurs mises en jeu sont plus faibles. Cette technologie alternative requiert un équipement de conduite de chaudière plus complexe et implique par ailleurs l'utilisation d'une qualité d'eau d'une très grande pureté. La capacité de stockage plus réduite, voire nulle, rend cependant plus critique certains fonctionnements exceptionnels ;
- la chaudière à ballons multiples : au lieu de consi-

dérer un ballon unique pour un niveau de pression considéré dans la chaudière, le volume de stockage du ballon est réparti sur deux réservoirs de capacité totale équivalente. Les diamètres des deux réservoirs sont significativement inférieurs par rapport à celui d'un ballon unique, ce qui permet de réduire aussi les épaisseurs en jeu et ainsi améliorer sensiblement le problème de la fatigue. Des exemples de solutions proposées dans l'état de la technique sont décrits dans les documents WO 2012/129195 A2 et WO 2012/148656 A1. Dans un autre exemple commercialisé, on a proposé une solution consistant à placer des séparateurs à l'extérieur du ballon, afin de réaliser la dernière étape de séparation eau/vapeur à l'extérieur du ballon ce qui implique que le niveau normal de fonctionnement ainsi que le niveau de déclenchement par niveau haut du ballon principal peuvent être revus à la hausse. Ceci conduit à une réduction du diamètre et de l'épaisseur du ballon principal ;

- les solutions liées au contrôle du procédé :

- une méthode pour principalement limiter les gradients de montée en pression lors des démarrages de l'installation par l'emploi adéquat d'exutoires pour la vapeur produite (évents de vapeur, vanne de contournement de la turbine à vapeur, etc.). Ces exutoires sont asservis à une logique contrôlant la montée en pression/température dans le ballon. Le défaut majeur de cette solution est de retarder l'établissement de la pression nominale dans la chaudière (donc démarrage plus lent), ce qui est de nos jours de moins en moins compatible avec les besoins du marché ;
- une autre méthode est de maintenir la chaudière plus ou moins « chaude », et donc plus ou moins sous pression, après un arrêt en prévision du prochain démarrage dans le but d'éviter les démarrages froids qui sont les plus contraignants d'un point de vue de la fatigue. Ce maintien en température/pression est rendu possible grâce à une injection de vapeur auxiliaire dans la chaudière principale. Les désavantages de cette méthode sont la nécessité d'avoir à proximité une source de vapeur auxiliaire disponible, et d'autre part de supporter la consommation d'énergie liée à cette consommation de vapeur ;
- d'autres possibilités existent également comme le maintien à température des parois du ballon par échauffement direct des tôles (*trace heating*).

[0006] On définit ci-après deux notions importantes pour la suite de l'exposé :

- ROT : le « run-out time » ou temps d'écoulement est une durée définie contractuellement dans le cahier

des charges qui correspond à la durée pendant laquelle le ballon doit être capable de fonctionner sans être alimenté en eau par les pompes d'alimentation ;

- « swell effect » ou effet de gonflement : avant le démarrage de la chaudière, l'évaporateur est rempli d'eau. Lorsque cette eau se réchauffe et atteint le point d'ébullition, un grand volume d'eau est poussé vers le ballon et remplacé dans les tubes de l'évaporateur par de la vapeur. Le ballon doit être dimensionné pour être capable d'accueillir ce volume d'eau en s'assurant de ne pas déborder vers les surchauffeurs. Ce phénomène peut également survenir lors de certains transitoires de charge.

[0007] Dans une configuration actuelle typique de l'état de la technique pour une chaudière à ballon représentée sur la FIG. 1, le ballon 1 est alimenté en eau par un conduit d'eau alimentaire 4 (*feedwater line*) qui contient une première vanne « A », dite vanne de contrôle 5 (*feed water control valve-FWCV*).

[0008] Le ballon 1 est connecté à sa boucle « tubes de descente d'eau - évaporateur - tubes de montée d'eau » : l'eau s'écoule du ballon 1 vers l'évaporateur par les descentes d'eau 6 (*downcomers*), l'eau passe dans les tubes de l'évaporateur 2 et y est partiellement évaporée. Ce mélange eau/vapeur est renvoyé vers le ballon 1 par les tubes de montée d'eau 7 (*risers*). Les deux phases eau/vapeur sont séparées dans le ballon par un(e) ou plusieurs équipements (méthodes) adéquat(e)s, connus en soi de l'homme de métier.

[0009] Le niveau du plan d'eau dans le ballon est contrôlé par la vanne de contrôle « A » 5. La vapeur saturée au-dessus du plan d'eau du ballon s'échappe du ballon par un piètement 3 prévu à cet effet et est dirigée vers le réseau de vapeur via les surchauffeurs (le cas échéant), pour ensuite alimenter le process ou la turbine à vapeur utilisant la vapeur produite.

[0010] Le volume de ce ballon doit être suffisant pour le ROT et le swell effect considérés.

[0011] Le document US 2,702,026 A divulgue une usine de génération de vapeur dans laquelle la vapeur est générée à partir de la chaleur disponible à une pluralité de sources de chaleur séparées, comprenant : une pluralité de chaudières individuelles indépendantes du type à circulation naturelle, chacune située à une source de chaleur différente et disposée de manière à utiliser la chaleur correspondante, chacune des chaudières individuelles possédant un ballon de séparation à vapeur et des tubes placés pour extraire la chaleur de la source de chaleur et connectés avec le ballon pour la circulation naturelle d'un fluide de chaudière au travers ; des moyens de montage des chaudières pour que tous les ballons de vapeur soient essentiellement au même niveau ; des moyens pour fournir de l'eau d'alimentation à chaque chaudière à un débit régi par la chaleur prélevée à la chaudière respective et indépendant des besoins en eau d'alimentation des autres chaudières ; des moyens pour soutirer de la vapeur de chaque chaudière

à un débit régi par la chaleur prélevée à la chaudière respective et indépendant du débit auquel la vapeur est prélevée aux autres chaudières ; des conduites interconnectant tous les ballons de vapeur au-dessus de leurs niveaux d'eau ; et des conduites reliant tous les ballons de vapeur en dessous de leurs niveaux d'eau, les deux types de conduites étant totalement indépendants des systèmes de circulation des chaudières et des moyens de fourniture de l'eau d'alimentation aux chaudières, de sorte que toutes les chaudières visent le même niveau d'eau.

[0012] Le document GB 241,961 A décrit un générateur de vapeur du type comprenant une section à rayonnement de chaleur et une section à convection de chaleur, dans lesquelles les tubes sont disposés essentiellement de manière verticale et parallèlement les uns aux autres. Les tubes dans la section à rayonnement sont plus espacés que dans la section à convection. Les sections de tubes sont reliées à deux ballons supérieurs de séparation eau/vapeur avec sortie de vapeur et également à un ballon à eau intermédiaire.

[0013] Le document US 2013/0145998 A1 se rapporte à un système comprenant un évaporateur, un réservoir d'eau en communication fluïdique avec l'évaporateur, le réservoir d'eau étant situé en amont de l'évaporateur, et un premier ballon de vapeur en communication fluïdique avec l'évaporateur, le premier ballon de vapeur étant situé en aval de l'évaporateur, où le réservoir d'eau fonctionne de façon à fournir l'eau d'alimentation de l'évaporateur, tout en maintenant un niveau d'eau prédéterminé dans le premier ballon de vapeur.

[0014] On trouve aussi dans l'état de la technique un arrangement de chaudière avec deux ballons ou plus connectés les uns aux autres, par exemple superposés, dans un certain nombre de brevets, parfois très anciens, pour les raisons précisées dans ces documents. Par exemple :

- dans le générateur de vapeur à récupération de chaleur de WO 2012/148656 A1, réduire le diamètre et donc l'épaisseur du ballon, et augmenter la souplesse de fonctionnement (temps de démarrage plus court, température de fonctionnement de l'évaporateur atteinte plus rapidement) ;
- dans le générateur de vapeur à récupération de chaleur de WO 2012/129195 A2, également réduire le diamètre et donc l'épaisseur du ballon, et par conséquent le gradient de température au travers de sa paroi au démarrage, lequel augmente la fatigue thermique sur le ballon et à son tour provoque une usure de celui-ci sous forme de fissures. La réduction d'épaisseur de ballon permet aussi de réduire le coût de fabrication. Ces préoccupations se retrouvent également dans le document EP 1 526 331 A1.

Buts de l'invention

[0015] La présente invention vise à apporter une so-

lution pour les chaudières à ballon soumises à des démarrages fréquents et rapides avec des pressions de fonctionnement élevées.

[0016] En particulier, l'invention vise à l'amélioration de la résistance à la fatigue du ballon, l'enjeu étant la durée de vie de cet équipement clef de la chaudière.

Principaux éléments caractéristiques de l'invention

[0017] Un premier aspect de la présente invention se rapporte à un générateur de vapeur industriel comprenant :

- un évaporateur,
- un ballon de séparation eau/vapeur présentant un conduit de sortie de vapeur saturée, l'évaporateur étant en communication fluidique avec le ballon de séparation au moyen d'un conduit de montée d'eau,
- un conduit d'entrée d'eau d'alimentation en communication par des moyens de connexion fluidique avec le ballon de séparation eau/vapeur,
- un conduit de descente pour le retour de l'eau à une entrée de l'évaporateur,
- ainsi qu'un réservoir de stockage d'eau, lesdits moyens de connexion fluidique comprenaient un conduit de débordement pouvant aussi jouer un rôle d'évent, reliant le réservoir de stockage d'eau au ballon de séparation eau/vapeur et apte à alimenter le ballon de séparation par débordement du réservoir de stockage lorsque celui-ci est complètement rempli, et un conduit d'alimentation de secours du ballon de séparation, reliant également le réservoir de stockage d'eau au ballon de séparation eau/vapeur, ledit conduit d'alimentation de secours étant muni d'une vanne actionnable apte à s'ouvrir et à créer une situation de vases communicants entre le ballon de séparation eau/vapeur et le réservoir de stockage d'eau en utilisant les conduits respectifs de débordement et d'alimentation de secours, ledit générateur de vapeur étant caractérisé en ce que le conduit d'entrée d'eau d'alimentation est muni d'une vanne de contrôle et en ce que le réservoir de stockage d'eau est agencé de manière telle que le conduit d'eau d'alimentation soit en communication avec le ballon de séparation eau/vapeur, via le réservoir de stockage d'eau.

[0018] Selon des formes d'exécution préférées de l'invention, le générateur de vapeur industriel comprend au moins une des caractéristiques suivantes ou une combinaison appropriée de celles-ci :

- ledit conduit de descente relie directement le ballon de séparation eau/vapeur à l'entrée de

l'évaporateur ;

- le ballon de séparation eau/vapeur et le réservoir de stockage sont essentiellement à la même hauteur moyenne ;
- le réservoir de stockage d'eau comporte N (N entier ≥ 1) ballons de stockage d'eau en communication fluidique entre le conduit d'entrée d'eau d'alimentation et le ballon de séparation eau/vapeur et/ou entre eux, le diamètre ou plus généralement la taille des ballons étant d'autant plus réduit(e) que le nombre de ballons de stockage est élevé ;
- un nombre élevé de ballons de stockage est remplacés par des éléments de tuyauterie ;
- le conduit d'alimentation de secours du ballon de séparation est relié directement au conduit de descente et non au ballon de séparation eau/vapeur ;
- le générateur comprend un économiseur situé en amont ou en aval de la vanne de contrôle ;
- le générateur est du type chaudière à récupération de chaleur ou HRSG, verticale, horizontale ou mixte.

[0019] Un deuxième aspect de la présente invention se rapporte à un procédé de base pour générer un cycle de vapeur à haute pression au moyen d'un générateur de vapeur industriel comme décrit ci-dessus, en fonctionnement normal, c'est-à-dire lorsque le niveau d'eau dans le ballon de séparation se situe au-dessus d'un seuil critique prédéterminé, et de manière à assurer un temps d'écoulement ou ROT requis, comprenant au moins les étapes suivantes :

- i) le réservoir de stockage, alimenté en eau par le conduit d'entrée d'eau d'alimentation muni de la vanne de contrôle, est complètement rempli ;
- ii) le réservoir de stockage alimente le ballon de séparation par débordement via le conduit de débordement, la vanne actionnable étant fermée dans le conduit d'alimentation de secours du ballon de séparation ;
- iii) l'eau s'écoule du ballon de séparation vers l'entrée de l'évaporateur par le conduit de descente d'eau ;
- iv) l'eau est partiellement évaporée dans les tubes de l'évaporateur et le mélange eau/vapeur renvoyé vers le ballon de séparation par le conduit de montée d'eau, les deux phases eau/vapeur étant séparées dans le ballon de séparation, la phase vapeur étant évacuée en vue de son utilisation par le conduit de sortie de vapeur.

[0020] Un troisième aspect de la présente invention se

rapporte à un procédé pour générer un cycle de vapeur à haute pression au moyen d'un générateur de vapeur industriel comme décrit ci-dessus, en fonctionnement particulier ou dégradé, c'est-à-dire lorsque le niveau d'eau dans le ballon de séparation se situe au-dessous d'un seuil critique prédéterminé, comprenant au moins les étapes du procédé de base, mais où l'étape ii) est remplacée par l'étape suivante :

ii) la vanne actionnable s'ouvre au moins partiellement, le conduit de débordement fait alors office d'évent et le réservoir de stockage alimente le ballon de séparation par le conduit d'alimentation de secours du ballon de séparation, le volume du réservoir de stockage participant à assurer le ROT requis par vases communicants.

[0021] Un quatrième aspect de la présente invention se rapporte à un procédé pour générer un cycle de vapeur à haute pression au moyen d'un générateur de vapeur industriel comme décrit ci-dessus, comprenant, en phase de démarrage, au moins les étapes du procédé de base, mais où l'étape ii) est remplacée par l'étape suivante :

ii) la vanne actionnable s'ouvre et reste en position ouverte de manière à accueillir le volume d'eau correspondant à l'effet de gonflement à la fois dans le ballon de séparation et dans le réservoir de stockage.

Brève description des figures

[0022]

La figure 1 représente schématiquement une chaudière à ballon de séparation selon l'état de la technique.

La figure 2 représente schématiquement une chaudière multi-ballons selon la présente invention.

Description d'une forme d'exécution préférée de l'invention

[0023] La solution proposée dans le cadre de la présente invention fait partie des solutions à ballons multiples.

[0024] Le principe est de répartir sur deux réservoirs au moins, ou plus de deux réservoirs dans une version généralisée de l'idée de base, le volume de stockage nécessaire pour assurer d'une part un temps d'écoulement (ROT) imposé et d'autre part pour accueillir le volume de gonflement (*swell effect*) lors du démarrage ou des transitoires de charge.

[0025] Dans la nouvelle configuration contenant l'amélioration proposée selon l'invention représentée sur la FIG. 2, deux volumes doivent être distingués : le réservoir

de stockage 8 et le ballon de chaudière proprement dit 1, effectuant la séparation eau/vapeur. Le réservoir ou ballon de stockage 8 est alimenté en eau par le conduit d'eau alimentaire 4 qui contient une première vanne « A », dite vanne de contrôle 5. Ce réservoir de stockage 8 est, lors du fonctionnement normal, complètement rempli et alimente le ballon de chaudière 1 par le conduit de débordement 9. En fonctionnement normal, une seconde vanne « B », dite vanne actionnable 10, équipant le conduit d'alimentation de secours du ballon 11 (*backup drum feeding line* - BFL), est fermée.

[0026] Le ballon de chaudière est connecté à sa boucle « tubes de descente - évaporateur - tubes de montée » : l'eau s'écoule du ballon 1 vers l'évaporateur 2 par les descentes d'eau 6, l'eau passe alors dans les tubes de l'évaporateur 2 et y est partiellement évaporée, ce mélange eau/vapeur étant renvoyé ensuite vers le ballon 1 par les tubes de montée 7. Les deux phases eau/vapeur sont séparées dans le ballon 1 par un(e) ou plusieurs équipements (méthodes) adéquats, connus en soi de l'homme de métier.

[0027] Le niveau du plan d'eau dans le ballon 1 est contrôlé par la vanne de contrôle « A » 5. La vapeur saturée au-dessus du plan d'eau du ballon 1 s'échappe du ballon par le piètement 3 prévu à cet effet et est dirigée vers le réseau de vapeur via les surchauffeurs (le cas échéant), pour ensuite alimenter le process ou la turbine à vapeur utilisant la vapeur produite.

[0028] En fonctionnement particulier, lorsque le niveau du ballon de séparation 1 descend en dessous d'un seuil critique choisi, ou lorsque les pompes alimentaires déclenchent, la vanne actionnable « B » 10 s'ouvre partiellement ou complètement : le conduit de débordement 9 fait alors office d'évent et la BFL 11 alimente le ballon 1. Par le principe des vases communicants, le volume du réservoir de stockage contribue alors à assurer le ROT requis. Le conduit de débordement 9 doit cependant déboucher à une position suffisamment basse dans le ballon séparateur 1 pour éviter toute montée excessive d'eau dans la partie supérieure du ballon avec débordement dans le surchauffeur ou dans les tubes du circuit de vapeur.

[0029] De plus, au démarrage, selon le nouveau mode d'exécution, on peut maintenir la vanne actionnable « B » 10 en position ouverte de telle manière que lorsque l'effet de gonflement survient, le surplus d'eau correspondant est accueilli dans les deux réservoirs au lieu d'un précédemment, le ballon de chaudière 1 et le réservoir de stockage 8, qui contribuent ensemble par le principe des vases communicants à absorber le volume total d'eau fourni.

[0030] Du principe de l'invention peuvent découler les alternatives et généralisations suivantes :

- le principe de l'amélioration proposée est indépendant du type de chaudière considéré : HRSG verticale ou horizontale ou mixte ;
- dans l'idée de base, aux côtés du ballon de chau-

dière, un seul réservoir de stockage est considéré. Rien n'empêche cependant de généraliser l'idée en augmentant au besoin le nombre de réservoirs de stockage pour diminuer davantage les diamètres de ceux-ci et donc encore davantage les épaisseurs des ballons/réservoirs (qui pourraient à la limite être un ensemble de tuyauteries) ;

- il est possible de considérer que la BFL soit connectée directement dans le tuyau de descente au lieu d'être connectée sur le ballon ;
- le principe de l'amélioration proposée est indépendant des méthodes et équipements utilisés pour effectuer la séparation des phases eau/vapeur ainsi que le séchage de la vapeur ;
- le principe de l'amélioration proposée est indépendant de la géométrie exacte de l'alimentation en eau du système et de son évent, l'essentiel étant d'assurer que le ballon et le(s) réservoir(s) de stockage puissent fonctionner en vases communicants lorsque cela est requis ;
- le principe de l'amélioration proposée est indépendant de la position de la FWCV « A » 5, c'est-à-dire en amont ou en aval des économiseurs de la chaudière ;
- le principe de l'amélioration proposée est indépendant du type d'organe de régulation des vannes « A » et « B ».

[0031] La solution proposée dans le cadre de la présente invention se différencie de celles déjà divulguées et le cas échéant protégées dans l'état de la technique par les points suivants notamment. Selon la présente invention :

A. les tubes de descente sont connectés au ballon effectuant la séparation eau/vapeur ;

B. les deux ballons ne requièrent pas d'être à des élévations différentes pour que le principe de base de l'amélioration fonctionne (mais ils pourraient l'être) ce qui simplifie le dessin de la charpente environnante ;

C. l'alimentation du ballon effectuant la séparation eau/vapeur se fait par débordement du ballon de stockage. De ce fait le ballon de stockage est totalement rempli d'eau en fonctionnement normal, ce qui maximise son volume utile.

Liste des symboles de référence

[0032]

1. ballon de séparation
2. évaporateur
3. sortie de vapeur
4. entrée d'eau d'alimentation (à partir de l'économiseur)

5. vanne de contrôle de l'eau d'alimentation « A »
6. tubes de descente d'eau
7. tubes de montée d'eau
8. réservoir de stockage
9. conduit de débordement
10. vanne actionnable « B »
11. conduit d'alimentation de secours du ballon de séparation

Revendications

1. Générateur de vapeur industriel comprenant :

- un évaporateur (2),
- un ballon de séparation eau/vapeur (1) présentant un conduit de sortie de vapeur saturée (3), l'évaporateur (2) étant en communication fluide avec le ballon de séparation (1) au moyen d'un conduit de montée d'eau (7),
- un conduit d'entrée d'eau d'alimentation (4), en communication par des moyens de connexion fluide avec le ballon de séparation eau/vapeur (1),
- un conduit de descente (6) pour le retour de l'eau à une entrée de l'évaporateur (2),
- ainsi qu'un réservoir de stockage d'eau (8),

lesdits moyens de connexion fluide comprenant un conduit de débordement (9) pouvant aussi jouer un rôle d'évent, reliant le réservoir de stockage d'eau (8) au ballon de séparation eau/vapeur (1) et apte à alimenter le ballon de séparation (1) par débordement du réservoir de stockage (8) lorsque celui-ci est complètement rempli, et un conduit d'alimentation de secours du ballon de séparation (11) reliant également le réservoir de stockage d'eau (8) au ballon de séparation eau/vapeur (1), ledit conduit d'alimentation de secours (11) étant muni d'une vanne actionnable (10) apte à s'ouvrir et à créer une situation de vases communicants entre le ballon de séparation eau/vapeur (1) et le réservoir de stockage d'eau (8) en utilisant les conduits respectifs de débordement (9) et d'alimentation de secours (11), ledit générateur de vapeur étant **caractérisé en ce que** le conduit d'entrée d'eau d'alimentation (4) est muni d'une vanne de contrôle (5) et **en ce que** le réservoir de stockage d'eau (8) est agencé de manière telle que le conduit d'entrée d'eau d'alimentation (4) soit en communication avec le ballon de séparation eau/vapeur, via le réservoir de stockage d'eau (8).

2. Générateur de vapeur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit conduit de descente (6) relie directement le ballon de séparation eau/vapeur (1) à l'entrée de l'évaporateur (2).

3. Générateur de vapeur selon la revendication 1, **ca-**

ractérisé en ce que le ballon de séparation eau/vapeur (1) et le réservoir de stockage (8) sont essentiellement à la même hauteur moyenne.

4. Générateur de vapeur selon la revendication 1, **ca-** 5
ractérisé en ce que le réservoir de stockage d'eau (8) comporte N ($N \text{ entier} \geq 1$) ballons de stockage d'eau (8) en communication fluïdique entre le conduit d'entrée d'eau d'alimentation (4) et le ballon de séparation eau/vapeur (1) et/ou entre eux, le diamètre 10
ou plus généralement la taille des ballons étant d'autant plus réduit(e) que le nombre de ballons de stockage est élevé.
5. Générateur de vapeur selon la revendication 4, **ca-** 15
ractérisé en ce qu'un nombre élevé de ballons de stockage (8) est remplacé par des éléments de tuyauterie.
6. Générateur de vapeur selon la revendication 1, **ca-** 20
ractérisé en ce que le conduit d'alimentation de secours du ballon de séparation (11) est relié directement au conduit de descente (6) et non au ballon de séparation eau/vapeur (1). 25
7. Générateur de vapeur selon la revendication 1, **ca-**
ractérisé en ce qu'il comprend un économiseur situé en amont ou en aval de la vanne de contrôle (5).
8. Générateur de vapeur selon la revendication 1, **ca-** 30
ractérisé en ce que le générateur est du type chaudière à récupération de chaleur ou HRSG, verticale, horizontale ou mixte.
9. Procédé pour générer un cycle de vapeur à haute 35
pression au moyen d'un générateur de vapeur industriel selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, en fonctionnement normal, c'est-à-dire lorsque le niveau d'eau dans le ballon de séparation se situe au-dessus d'un seuil critique prédéterminé, et de 40
manière à assurer un temps d'écoulement ou ROT requis, comprenant au moins les étapes suivantes :
 - i) le réservoir de stockage (8), alimenté en eau 45
par le conduit d'entrée d'eau d'alimentation (4) muni de la vanne de contrôle (5), est complètement rempli ;
 - ii) le réservoir de stockage (8) alimente le ballon de séparation (1) par débordement via le conduit 50
de débordement (9), la vanne actionnable (10) étant fermée dans le conduit d'alimentation de secours (11) du ballon de séparation (11) ;
 - iii) l'eau s'écoule du ballon de séparation (1) vers l'entrée de l'évaporateur (2) par le conduit de 55
descente d'eau (6) ;
 - iv) l'eau est partiellement évaporée dans les tubes de l'évaporateur (2) et le mélange eau/vapeur renvoyé vers le ballon de séparation (1)

par le conduit de montée d'eau (7), les deux phases eau/vapeur étant séparées dans le ballon de séparation (1), la phase vapeur étant évacuée en vue de son utilisation par le conduit de sortie de vapeur (3).

10. Procédé pour générer un cycle de vapeur à haute pression au moyen d'un générateur de vapeur industriel selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, en fonctionnement particulier ou dégradé, c'est-à-dire lorsque le niveau d'eau dans le ballon de séparation se situe au-dessous d'un seuil critique prédéterminé, comprenant au moins les étapes selon la revendication 9, où l'étape ii) est remplacée par l'étape suivante :

ii) la vanne actionnable (10) s'ouvre au moins partiellement, le conduit de débordement (9) fait alors office d'évent et le réservoir de stockage (8) alimente le ballon de séparation (1) par le conduit d'alimentation de secours (11) du ballon de séparation (1), le volume du réservoir de stockage (8) participant à assurer le ROT requis par vases communicants.

11. Procédé pour générer un cycle de vapeur à haute pression au moyen d'un générateur de vapeur industriel selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant, en phase de démarrage, au moins les étapes selon la revendication 9, où l'étape ii) est remplacée par l'étape suivante :

ii) la vanne actionnable (10) s'ouvre et reste en position ouverte de manière à accueillir le volume d'eau correspondant à l'effet de gonflement à la fois dans le ballon de séparation (1) et dans le réservoir de stockage (8).

40 Patentansprüche

1. Industrieller Dampfgenerator, umfassend:

- einen Verdampfer (2),
- eine Wasser/Dampf-Trennungstrommel (1), die eine Ausgangsleitung gesättigten Dampfes (3) aufweist, wobei der Verdampfer (2) mittels einer Wasseraufstiegsleitung (7) mit der Trennungstrommel (1) in Fluidkommunikation ist,
- eine Versorgungswasser-Einlassleitung (4), die durch Fluidverbindungsmitel mit der Wasser/Dampf-Trennungstrommel (1) in Kommunikation ist,
- eine Abstiegsleitung (6) für die Rückführung des Wassers zu einem Einlass des Verdampfers (2),
- sowie einen Wasservorratsbehälter (8),

- wobei die Fluidverbindungsmittel eine Überlaufleitung (9) umfassen, die auch die Aufgabe einer Entlüftung erfüllen kann, die den Wasservorratsbehälter (8) mit der Wasser/Dampf-Trennungstrommel (1) verbindet und imstande ist, die Trennungstrommel (1) durch Überlaufen des Vorratsbehälters (8) zu versorgen, wenn dieser vollständig gefüllt ist, und eine Notversorgungsleitung der Trennungstrommel (11), die ebenfalls den Wasservorratsbehälter (8) mit der Wasser/Dampf-Trennungstrommel (1) verbindet, wobei die Notversorgungsleitung (11) mit einem Betätigungsventil (10) ausgestattet ist, das imstande ist, sich zu öffnen und bei Verwendung jeweils der Überlauf- (9) und Notversorgungsleitung (11) eine Situation kommunizierender Röhren zwischen der Wasser/Dampf-Trennungstrommel (1) und dem Wasservorratsbehälter (8) herzustellen, wobei der Dampfgenerator **dadurch gekennzeichnet ist, dass** die Versorgungswasser-Einlassleitung (4) mit einem Steuerventil (5) ausgestattet ist und dass der Wasservorratsbehälter (8) derart ausgebildet ist, dass die Versorgungswasser-Einlassleitung (4) mit der Wasser/Dampf-Trennungstrommel (1) über den Wasservorratsbehälter (8) in Kommunikation ist.
2. Dampfgenerator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Absteigsleitung (6) die Wasser/Dampf-Trennungstrommel (1) direkt mit dem Einlass des Verdampfers (2) verbindet.
 3. Dampfgenerator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wasser/Dampf-Trennungstrommel (1) und der Vorratsbehälter (8) generell auf derselben mittleren Höhe sind.
 4. Dampfgenerator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasservorratsbehälter (8) N (N Ganzzahl ≥ 1) Wasservorratsbehälter (8) in Fluidkommunikation zwischen der Versorgungswasser-Einlassleitung (4) und der Wasser/Dampf-Trennungstrommel (1) und/oder untereinander aufweist, wobei der Durchmesser oder allgemeiner die Größe der Behälter umso kleiner ist, je größer die Anzahl der Behälter ist.
 5. Dampfgenerator nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine große Anzahl von Vorratsbehältern (8) durch Rohrelemente ersetzt ist.
 6. Dampfgenerator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Notversorgungsleitung der Trennungstrommel (11) direkt mit der Absteigsleitung (6) und nicht mit der Wasser/Dampf-Trennungstrommel (1) verbunden ist.
 7. Dampfgenerator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine Sparvorrichtung umfasst, die sich vor oder nach dem Steuerventil (5) befindet.
 8. Dampfgenerator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Generator vom Typ vertikaler, horizontaler oder gemischter Abhitzekeessel oder HRSG ist.
 9. Verfahren zum Erzeugen eines Hochdruckdampfzyklus mittels eines industriellen Dampfgenerators nach einem der Ansprüche 1 bis 8 im Normalbetrieb, das heißt, wenn der Wasserstand in der Trennungstrommel über einem vorbestimmten kritischen Niveau liegt, und derart, dass eine erforderliche Fließzeit oder ROT gesichert ist, umfassend mindestens die folgenden Schritte:
 - i) der Vorratsbehälter (8), versorgt mit Wasser durch die Versorgungswasser-Einlassleitung (4), ausgestattet mit dem Steuerventil (5), ist vollständig gefüllt,
 - ii) der Vorratsbehälter (8) versorgt die Trennungstrommel (1) durch Überlaufen über die Überlaufleitung (9), wobei das Betätigungsventil (10) in der Notversorgungsleitung (11) der Trennungstrommel (11) geschlossen ist,
 - iii) das Wasser fließt aus der Trennungstrommel (1) durch die Wasserabsteigsleitung (6) zum Einlass des Verdampfers (2),
 - iv) das Wasser verdampft teilweise in den Röhren des Verdampfers (2), und das Wasser/Dampf-Gemisch wird durch die Wasseraufsteigsleitung (7) zur Trennungstrommel (1) zurückgeleitet, wobei die zwei Phasen Wasser/Dampf in der Trennungstrommel (1) getrennt werden, wobei die Dampfphase zwecks ihrer Verwendung durch die Dampfausgangsleitung (3) abgeleitet wird.
 10. Verfahren zum Erzeugen eines Hochdruckdampfzyklus mittels eines industriellen Dampfgenerators nach einem der Ansprüche 1 bis 8 im Sonder- oder abgeschwächten Betrieb, das heißt, wenn der Wasserstand in der Trennungstrommel unter einem vorbestimmten kritischen Niveau liegt, umfassend mindestens die Schritte nach Anspruch 9, wobei der Schritt ii) durch folgenden Schritt ersetzt wird:
 - ii) das Betätigungsventil (10) öffnet sich mindestens teilweise, die Überlaufleitung (9) dient dann als Entlüftung, und der Vorratsbehälter (8) versorgt die Trennungstrommel (1) durch die Notversorgungsleitung (11) der Trennungstrommel (1), wobei das Volumen des Vorratsbehälters (8) dazu beiträgt, den erforderlichen ROT durch kommunizierende Röhren zu sichern.
 11. Verfahren zum Erzeugen eines Hochdruckdampfzyklus mittels eines industriellen Dampfgenerators

nach einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend, in der Startphase, mindestens die Schritte nach Anspruch 9, wobei der Schritt ii) durch folgenden Schritt ersetzt wird:

ii) das Betätigungsventil (10) öffnet sich und bleibt in geöffneter Position, um das Wasservolumen zu empfangen, das dem Schwelleffekt sowohl in der Trennungstrommel (1) als auch in dem Vorratsbehälter (8) entspricht.

Claims

1. An industrial steam generator, comprising:

- an evaporator (2),
- a water/steam separating drum (1) having a saturated steam outlet pipe (3), the evaporator (2) being in fluid communication with the separating drum (1) using a riser (7),
- a feed water intake pipe (4), in communication thanks to fluid connecting means with the water/steam separating drum (1),
- a downcomer (6) for returning water to an inlet of the evaporator (2),

as well as a water storage reservoir (8), said fluid connecting means comprising an overflow pipe (9) that may also act as a vent, connecting the water storage reservoir (8) to the water/steam separating drum (1) and able to feed the separating drum (1) by overflow of the storage reservoir (8) when the latter is completely filled, and a backup supply pipe of the separating drum (11), also connecting the water storage reservoir (8) to the water/steam separating drum (1), said backup feed pipe (11) being supplied by an actuatable valve (10) able to open and create communicating vessels between the water/steam separating drum (1) and the water storage reservoir (8) by using the respective overflow (9) and backup feed (11) pipes, said steam generator being **characterized in that** the feed water intake pipe (4) is provided with a control valve (5) and **in that** the water storage reservoir (8) is arranged so that the feed water intake pipe (4) is in communication with the water/steam separating drum, via the water storage reservoir (8).

2. The steam generator according to claim 1, **characterized in that** said downcomer (6) directly connects the water/steam separating drum (1) to the inlet of the evaporator (2).

3. The steam generator according to claim 1, **characterized in that** the water/steam separating drum (1) and the storage reservoir (8) are at essentially the same average height.

4. The steam generator according to claim 1, **characterized in that** the water storage reservoir (8) includes N (N being an integer ≥ 1) water storage drums (8) in fluid communication between the feed water inlet pipe (4) and the water/steam separating drum (1) and/or between them, the diameter or more generally the size of the drums being reduced in proportion to how high the number of storage drums is.

5. The steam generator according to claim 4, **characterized in that** a high number of storage drums (8) is replaced by piping elements.

6. The steam generator according to claim 1, **characterized in that** the backup feed pipe of the separating drum (11) is directly connected to the downcomer (6) and not to the water/steam separating drum (1).

7. The steam generator according to claim 1, **characterized in that** it comprises an economizer situated upstream or downstream from the control valve (5).

8. The steam generator according to claim 1, **characterized in that** the generator is of the heat recovery steam generator (HRSG) type, vertical, horizontal or mixed.

9. A method for generating a high-pressure steam cycle using an industrial steam generator according to any one of claims 1 to 8, in normal operation, i.e., when the water level in the separating drum is situated above a predetermined critical threshold, and so as to ensure a required run-out time (ROT), comprising at least the following steps:

- i) the storage reservoir (8), fed with water by the feed water inlet pipe (4) provided with the control valve (5), is completely filled;
- ii) the storage reservoir (8) feeds the separating drum (1) by overflow via the overflow pipe (9), the actuatable valve (10) being closed in the backup feed pipe (11) of the separating drum (11);
- iii) the water flows from the separating drum (1) toward the inlet of the evaporator (2) by the downcomer (6);
- iv) the water is partially evaporated in the tubes of the evaporator (2) and the water/steam mixture returned toward the separating drum (1) via the riser (7), the two water/steam phases being separated in the separating drum (1), the steam phase being evacuated so that it can be used by the steam outlet pipe (3).

10. A method for generating a high-pressure steam cycle using an industrial steam generator according to any one of claims 1 to 8, in specific or downgraded operation, i.e., when the water level in the separating

drum is below a predetermined critical threshold, comprising at least the steps according to claim 10, where step ii) is replaced by the following steps:

ii) the actuatable valve (10) opens at least partially, the overflow pipe (9) then serving as a vent, and the storage reservoir (8) feeds the separating drum (1) via the backup feed pipe (11) of the separating drum (1), the volume of the separating reservoir (8) participating in ensuring the required ROT by communicating vessels. 5 10

11. A method for generating a high-pressure steam cycle using at least one industrial steam generator according to any one of claims 1 to 8, comprising, in the startup phase, at least the steps according to claim 9, where step ii) is replaced by the following step: 15

ii) the actuatable valve (10) opens and remains in the open position so as to receive the volume of water corresponding to the swell effect both in the separating drum (1) and storage reservoir (8). 20

25

30

35

40

45

50

55

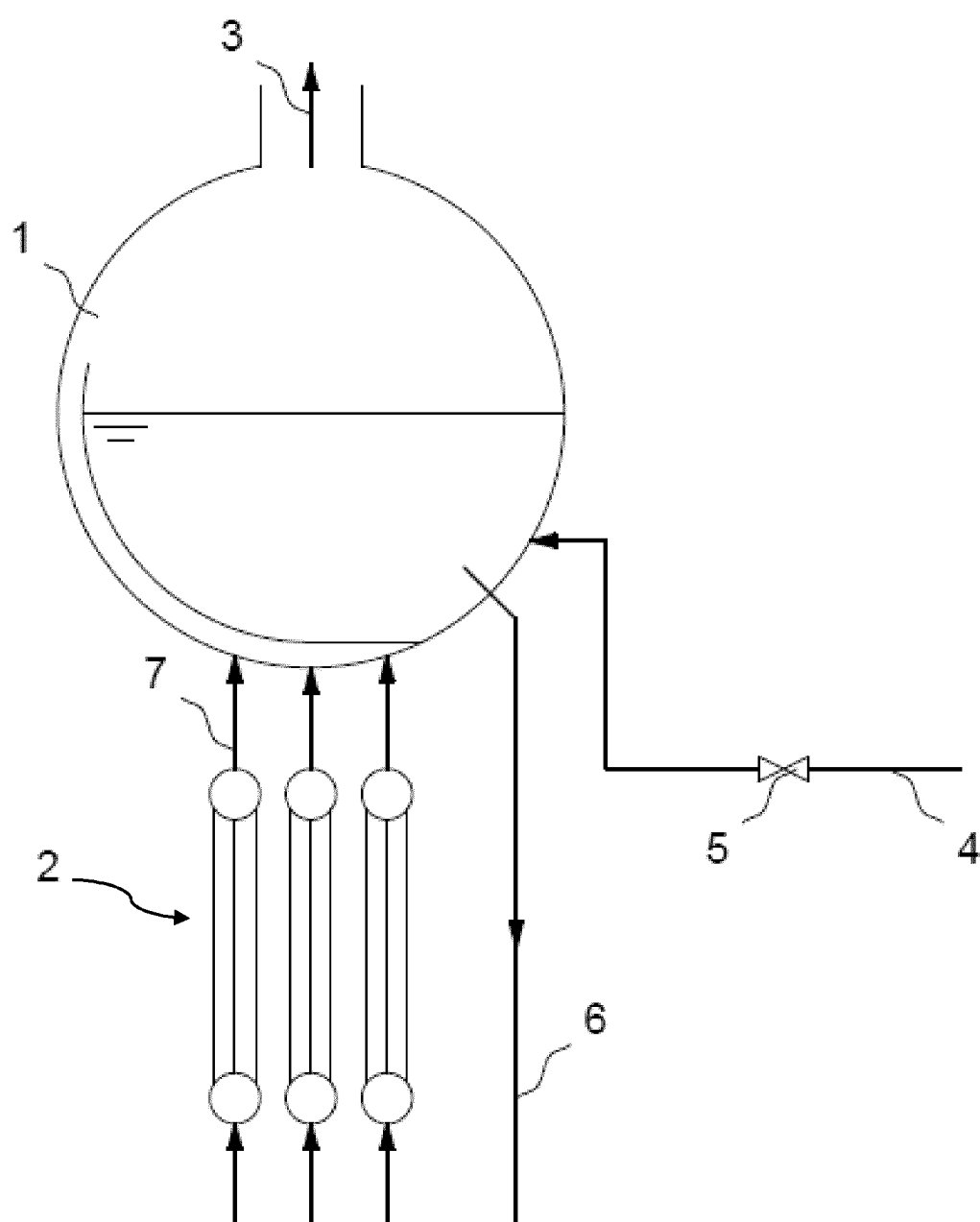


FIG. 1

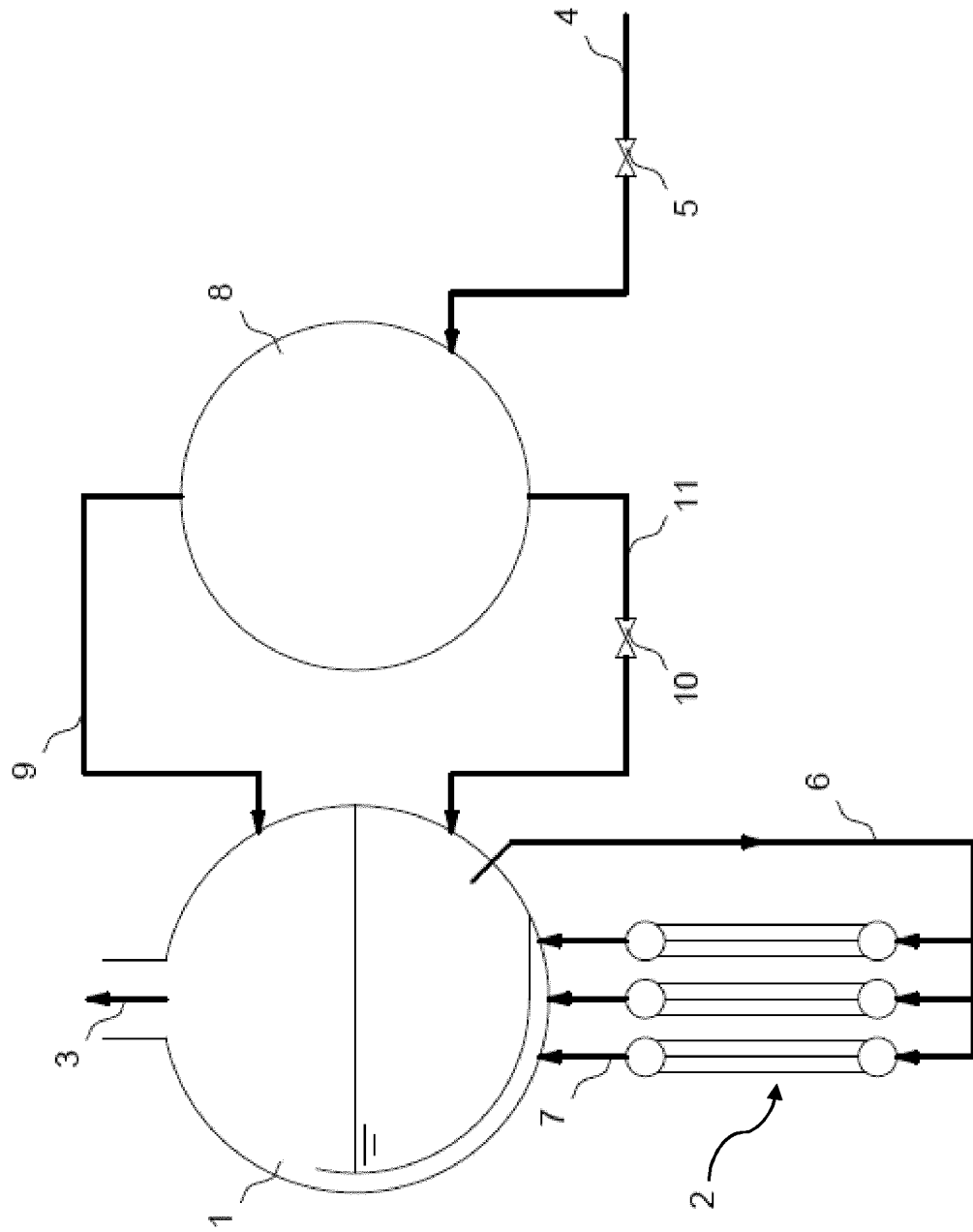


FIG. 2

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 2012129195 A2 [0005] [0014]
- WO 2012148656 A1 [0005] [0014]
- US 2702026 A [0011]
- GB 241961 A [0012]
- US 20130145998 A1 [0013]
- EP 1526331 A1 [0014]