

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Système de contrôle de pression dans une cuve de gaz naturel liquéfié.

②② Date de dépôt : 15.03.19.

③⑦ Priorité :

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ
SA — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 18.09.20 Bulletin 20/38.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 04.06.21 Bulletin 21/22.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : AOUN Bernard et BORISEVICH
Pavel.

⑦③ Titulaire(s) : GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ SA.

⑦④ Mandataire(s) : EX MATERIA.



Description

Titre de l'invention : Système de contrôle de pression dans une cuve de gaz naturel liquéfié.

- [0001] La présente invention concerne le domaine des navires dont les moteurs de propulsion sont alimentés par du gaz naturel et qui permettent en outre de contenir ou transporter du gaz naturel liquéfié.
- [0002] De tels navires comprennent ainsi classiquement des cuves qui contiennent du gaz naturel à l'état liquide. Le gaz naturel est liquide à des températures inférieures à - 163°C, à pression atmosphérique. Ces cuves ne sont jamais parfaitement isolées thermiquement de sorte que le gaz naturel s'y évapore au moins partiellement. Ainsi, ces cuves comprennent à la fois du gaz naturel sous une forme liquide et du gaz naturel sous forme gazeuse. Ce gaz naturel sous forme gazeuse forme le ciel de cuve et la pression de ce ciel de cuve doit être contrôlée afin de ne pas endommager la cuve. Dans le même temps, le gaz naturel contenu dans ces cuves est utilisé pour alimenter, entre autres, les moteurs de propulsion du navire.
- [0003] Des systèmes de contrôle de la pression dans ces cuves existent déjà mais ne sont pas totalement satisfaisants. On connaît notamment des systèmes dans lesquels le gaz naturel à l'état gazeux est prélevé dans le ciel de cuve et utilisé pour alimenter, notamment, les moteurs de propulsion du navire. De tels systèmes sont ainsi dépendants de la consommation de ces moteurs de propulsion, et lorsque, par exemple, le navire est à l'arrêt et que la consommation de gaz naturel gazeux par ces moteurs est nulle, ou quasiment nulle, le système de contrôle de la pression devient inefficace.
- [0004] La présente invention s'inscrit dans ce contexte en proposant un système de contrôle de la pression dans une cuve qui permet, à la fois, de réguler la pression dans le ciel de cuve et de gérer efficacement l'alimentation du ou des moteurs de propulsion.
- [0005] Un objet de la présente invention concerne ainsi un système de contrôle de la pression dans une cuve équipant un navire, la cuve étant configurée pour contenir une cargaison de gaz à l'état liquide et le système de contrôle de la pression comprenant :
- [0006] - au moins une unité de production de froid comprenant au moins un premier échangeur thermique configuré pour évaporer le gaz reçu par le premier échangeur thermique à l'état liquide et au moins un deuxième échangeur thermique configuré pour refroidir le gaz et ajuster la pression dans la cuve, le premier échangeur thermique étant configuré pour alimenter en gaz évaporé un appareil consommateur de gaz ;
- [0007] - au moins une unité de condensation du gaz évaporé par le premier échangeur thermique et qui comprend au moins un échangeur de chaleur configuré pour opérer un échange de chaleur entre une partie du gaz évaporé par le premier échangeur thermique

et du gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve.

[0008] Selon l'invention, la cuve est une cuve de stockage et de transport du gaz à l'état liquide. Alternativement, la cuve est un réservoir de gaz à l'état liquide, ce dernier étant un carburant pour le consommateur de gaz.

[0009] Selon l'invention, le système de contrôle de la pression dans le ciel de cuve selon l'invention comprend au moins deux modes de fonctionnement distincts.

[0010] Dans un premier mode de fonctionnement, le gaz refroidi par le deuxième échangeur thermique est prélevé à l'état gazeux dans le ciel de cuve, c'est-à-dire dans une partie de la cuve dans laquelle le gaz est sous forme gazeuse. Lorsqu'il passe à travers le deuxième échangeur thermique, ce gaz à l'état gazeux est refroidi et ainsi réinjecté à l'état liquide, ou à tout le moins dans un état diphasique, dans un fond de la cuve, c'est-à-dire une partie de la cuve dans laquelle le gaz naturel est présent à l'état liquide. Selon ce premier mode de fonctionnement, l'abaissement de la pression dans le ciel de cuve est ainsi réalisé en prélevant le gaz directement dans ce ciel de cuve.

[0011] Dans un deuxième mode de fonctionnement, le gaz refroidi par le deuxième échangeur thermique est prélevé à l'état liquide dans la cuve et il est ensuite pulvérisé au niveau du ciel de cuve. Avantageusement, la pulvérisation de ce gaz naturel liquide refroidi permet de refroidir le ciel de cuve, entraînant ainsi la condensation d'une partie du gaz qui s'y trouve et qui retombe ainsi vers le fond de la cuve, abaissant dans le même temps la pression du ciel de cuve.

[0012] Selon l'un quelconque de ces modes de fonctionnement, le gaz évaporé par le premier échangeur thermique permet d'alimenter au moins un appareil consommateur de gaz évaporé. Par exemple, il peut s'agir d'un moteur de propulsion du navire ou d'un moteur thermique d'une génératrice électrique. Selon un exemple d'application de la présente invention, le gaz transporté dans la cuve et servant à alimenter les différents moteurs du navire est du gaz naturel, c'est-à-dire un gaz avec une teneur en méthane supérieure à 80%.

[0013] Lorsqu'une quantité de gaz évaporé par le premier échangeur thermique est supérieure à une quantité de gaz évaporé demandée par l'au moins un appareil consommateur de gaz évaporé, une partie du gaz évaporé par le premier échangeur thermique est dirigée vers l'unité de condensation dans laquelle elle est condensée par échange de chaleur avec du gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve. Autrement dit, le gaz évaporé par le premier échangeur de chaleur cède des calories au gaz prélevé à l'état liquide et acheminé jusqu'à l'échangeur de chaleur de sorte que ce gaz prélevé à l'état liquide est réchauffé tandis que le gaz évaporé par le premier échangeur thermique est refroidi jusqu'à redevenir liquide pour pouvoir être réinjecté dans la cuve sans augmenter la pression du ciel de cuve.

[0014] Ainsi, selon l'invention, et plus particulièrement selon le deuxième mode de fonc-

tionnement du système de contrôle de pression, la cuve comprend une rampe de pulvérisation raccordée à une sortie du deuxième échangeur thermique. Plus particulièrement, cette rampe de pulvérisation est agencée dans le ciel de cuve.

[0015] Selon l'un quelconque des modes de fonctionnement qui viennent d'être évoqués, le système de contrôle de pression selon l'invention comprend au moins une conduite qui s'étend depuis une sortie du deuxième échangeur thermique jusqu'à l'intérieur de la cuve. Cette conduite permet ainsi de réinjecter le gaz refroidi par le deuxième échangeur thermique dans la cuve, c'est-à-dire que ce gaz refroidi est mélangé avec le gaz à l'état liquide déjà présent dans la cuve. Selon un exemple, la conduite peut déboucher au voisinage immédiat d'un fond de la cuve, ou au centre de la hauteur de gaz à l'état liquide, ou encore proche de la limite liquide/gaz de la cargaison en débouchant néanmoins dans la partie liquide.

[0016] Selon le premier mode de fonctionnement du système de contrôle de pression selon l'invention, le gaz acheminé jusqu'à une entrée du deuxième échangeur thermique est prélevé dans le ciel de cuve par un dispositif de compression. Par exemple, ce dispositif de compression peut être un compresseur configuré pour augmenter la pression du gaz prélevé à l'état gazeux jusqu'à une pression de 6 bars maximum.

[0017] Selon l'invention, le système de contrôle de pression comprend au moins un canal agencé entre une sortie de l'échangeur de chaleur et un fond de la cuve. On comprend que ce canal permet de réinjecter le gaz condensé par l'échangeur de chaleur dans le fond de la cuve.

[0018] Avantageusement, le gaz réchauffé par l'échangeur de chaleur et le gaz évaporé refroidi par l'échangeur de chaleur sont mélangés avant d'être distribué dans le fond de la cuve. Autrement dit, un canal additionnel est agencé entre une autre sortie de l'échangeur de chaleur et le canal grâce auquel le gaz condensé par l'échangeur de chaleur est réinjecté au fond de la cuve. On comprend alors que ce canal permet de diriger, à la fois, le gaz condensé par l'échangeur de chaleur et le gaz à l'état liquide réchauffé par l'échangeur de chaleur, vers le fond de la cuve.

[0019] Selon une caractéristique de l'invention, au moins une pompe basse pression est agencée en amont du premier échangeur thermique. Par exemple, cette pompe basse pression est configurée pour augmenter la pression du gaz prélevé à l'état liquide à une pression comprise entre 6 bars et 40 bars, avantageusement entre 6 bars et 17 bars.

[0020] Selon une caractéristique de la présente invention, au moins une pompe haute pression est agencée entre la pompe basse pression et une entrée du premier échangeur thermique. Avantageusement, l'utilisation d'une telle pompe haute pression permet d'alimenter des appareils consommateurs de gaz évaporé à haute pression. Par exemple, cette pompe haute pression est configurée pour augmenter la pression du gaz évaporé au-delà de 300 bars.

[0021] Selon un premier mode de réalisation de la présente invention, le premier échangeur thermique comprend une première passe et une deuxième passe, la première passe étant alimentée directement par la pompe basse pression et la deuxième passe étant alimentée par la pompe haute pression agencée entre la pompe basse pression et l'entrée du premier échangeur thermique. Avantageusement, la première passe du premier échangeur thermique permet ainsi d'alimenter un premier appareil consommateur de gaz évaporé à basse pression et la deuxième passe du premier échangeur thermique permet quant à elle d'alimenter un deuxième appareil consommateur de gaz évaporé à haute pression. Alternativement, chaque passe du premier échangeur thermique peut être alimentée par une pompe basse pression qui lui est propre. Il est entendu qu'il ne s'agit là que d'un exemple de réalisation et que le premier échangeur thermique pourrait également alimenter uniquement des appareils consommateurs de gaz évaporé à basse pression, sans sortir du contexte de la présente invention. Dans ce dernier cas, la deuxième passe est alors dépourvue de la pompe haute pression.

[0022] Selon un deuxième mode de réalisation de la présente invention, le premier échangeur thermique est configuré pour alimenter deux appareils consommateurs de gaz, au moins un organe de détente étant agencé entre le premier échangeur thermique et l'un des appareils consommateurs de gaz évaporé. Autrement dit, on comprend qu'en sortie du premier échangeur thermique, deux branches sont formées : une première branche, porteuse de l'au moins un organe de détente, permettant d'alimenter un premier appareil consommateur de gaz évaporé et une deuxième branche, dépourvue de l'au moins un organe de détente, permettant d'alimenter un deuxième appareil consommateur de gaz évaporé, le premier et le deuxième appareils consommateurs de gaz évaporé se distinguant l'un de l'autre par la pression du gaz évaporé qui permet de les alimenter. Ainsi, la première branche permet d'alimenter un appareil consommateur de gaz évaporé, à basse pression et la deuxième branche permet quant à elle d'alimenter un appareil consommateur de gaz évaporé, à haute pression. A nouveau, il ne s'agit là que d'un exemple de réalisation et le premier échangeur thermique pourrait également alimenter uniquement des appareils consommateurs de gaz évaporé à basse pression sans sortir du contexte de la présente invention. Dans ce dernier cas, la première branche est alors dépourvue de l'organe de détente.

[0023] Selon une caractéristique de la présente invention, l'unité de production de froid comprend un circuit de fluide réfrigérant sur lequel sont agencés au moins un organe de compression du fluide réfrigérant, au moins le premier échangeur thermique, au moins un dispositif de détente et au moins le deuxième échangeur thermique. On comprend ainsi que le premier échangeur thermique est configuré pour opérer un

échange de chaleur entre le gaz prélevé dans la cuve à l'état liquide et le fluide réfrigérant et que le deuxième échangeur thermique est quant à lui configuré pour opérer un échange de chaleur entre le gaz prélevé dans la cuve à l'état liquide ou dans le ciel de cuve à l'état gazeux, et le fluide réfrigérant. Par exemple, le fluide réfrigérant comprend de l'azote.

- [0024] Avantageusement, l'unité de production de froid permet ainsi de produire du froid par l'échange de chaleur opéré par le deuxième échangeur thermique et pour, simultanément, produire de la chaleur par l'échange de chaleur opéré par le premier échangeur thermique. Avantageusement, la production de froid est utilisée pour abaisser la pression du ciel de cuve, tandis que la production de chaleur permet d'évaporer le gaz et ainsi d'alimenter les appareils consommateurs de gaz du navire tels que par exemple les moteurs de propulsion.
- [0025] La présente invention concerne également un navire de transport de gaz liquéfié, comprenant au moins une cuve d'une cargaison de gaz, au moins un appareil consommateur de gaz évaporé et au moins un système de contrôle de pression dans la cuve selon l'invention.
- [0026] L'invention concerne également un procédé de gestion d'une pression dans une cuve équipant un navire, le procédé mettant en œuvre un système de contrôle de pression selon le deuxième mode de fonctionnement du système de contrôle de pression selon l'invention, et le procédé comprenant au moins les étapes de :
 - [0027] - prélèvement du gaz à l'état liquide dans la cuve ;
 - [0028] - évaporation d'une première partie du gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve par échange de chaleur avec un fluide réfrigérant dans le premier échangeur thermique pour alimenter au moins un appareil consommateur de gaz évaporé ;
 - [0029] - refroidissement d'une deuxième partie du gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve par échange de chaleur avec le fluide réfrigérant dans le deuxième échangeur thermique et pulvérisation d'au moins une partie de ce gaz refroidi dans le ciel de cuve.
- [0030] Tel que précédemment évoqué, la pulvérisation du gaz refroidi dans le ciel de cuve permet de diminuer la température de ce dernier, entraînant ainsi une condensation du gaz présent dans le ciel de cuve, et ainsi une diminution de la pression de ce ciel de cuve.
- [0031] L'invention concerne en outre un procédé de gestion d'une pression dans une cuve équipant un navire, le procédé mettant en œuvre un système de contrôle de pression selon le premier mode de fonctionnement du système de contrôle de pression selon l'invention, et le procédé comprend au moins les étapes de :
 - [0032] - prélèvement de gaz à l'état liquide et à l'état gazeux, respectivement, dans la cuve et dans le ciel de cuve ;
 - [0033] - évaporation du gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve par échange de chaleur avec

un fluide réfrigérant dans le premier échangeur thermique pour alimenter au moins un appareil consommateur de gaz évaporé;

- [0034] - condensation du gaz prélevé à l'état gazeux dans la cuve par échange de chaleur avec le fluide réfrigérant dans le deuxième échangeur thermique et injection de ce gaz condensé au fond de la cuve.
- [0035] Selon l'un quelconque des premier ou deuxième modes de fonctionnement évoqués ci-dessus, l'étape de prélèvement du gaz peut être précédée des étapes de :
- [0036] - mesure d'une pression d'un ciel de cuve de la cuve, comparaison de la valeur de la pression mesurée par rapport à une valeur de référence et détermination d'une quantité de gaz à prélever à l'état liquide et/ou gazeux dans la cuve pour que la valeur de la pression mesurée soit inférieure ou égale à la valeur de référence ;
- [0037] - détermination d'un besoin en gaz évaporé de l'au moins un appareil consommateur de gaz évaporé.
- [0038] Selon l'invention, si la quantité de gaz à prélever à l'état liquide et/ou gazeux pour que la valeur de la pression mesurée soit inférieure ou égale à la valeur de référence est supérieure à la quantité de gaz évaporé demandée par l'au moins un appareil consommateur de gaz évaporé, alors une première partie du gaz évaporé par le premier échangeur thermique alimente cet au moins un appareil consommateur de gaz évaporé, une deuxième partie du gaz évaporé par le premier échangeur thermique est condensée dans l'échangeur de chaleur par un échange de chaleur avec du gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve, et la deuxième partie du gaz évaporé ainsi refroidi est mélangé au gaz prélevé à l'état liquide réchauffé par son passage dans l'échangeur de chaleur avant d'être injecté au fond de la cuve.
- [0039] L'invention comprend aussi un système pour charger ou décharger un gaz liquide qui combine au moins un moyen à terre et au moins un navire de transport de gaz liquide selon l'invention.
- [0040] L'invention concerne enfin un procédé de chargement ou de déchargement d'un gaz liquide d'un navire de transport de gaz selon l'invention.
- [0041] D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront plus clairement à la lecture de la description qui suit d'une part, et de plusieurs exemples de réalisation donnés à titre indicatif et non limitatif en référence aux dessins schématiques annexés d'autre part, sur lesquels :
- [0042] [fig.1] illustre, de façon schématique, un système de contrôle de pression dans une cuve de gaz liquide selon un premier mode de réalisation et selon un premier mode de fonctionnement de la présente invention ;
- [0043] [fig.2] illustre, de façon schématique, le système de contrôle de pression dans une cuve de gaz liquide selon le premier mode de réalisation et selon le premier mode de fonctionnement de la présente invention ;

- [0044] [fig.3] illustre, de façon schématique, le système de contrôle de pression dans une cuve de gaz liquide selon le premier mode de réalisation et selon un deuxième mode de fonctionnement de la présente invention ;
- [0045] [fig.4] illustre, de façon schématique, le système de contrôle de pression dans une cuve de gaz liquide selon un deuxième mode de réalisation et selon le premier mode de fonctionnement de la présente invention ;
- [0046] [fig.5] illustre, de façon schématique, le système de contrôle de pression dans une cuve de gaz liquide selon le deuxième mode de réalisation et selon le deuxième mode de fonctionnement de la présente invention.
- [0047] Les caractéristiques, variantes et les différentes formes de réalisation de l'invention peuvent être associées les unes avec les autres, selon diverses combinaisons, dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes aux autres. On pourra notamment imaginer des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites par la suite de manière isolée des autres caractéristiques décrites, si cette sélection de caractéristiques est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieur.
- [0048] Dans la suite de la description, les termes « amont » et « aval » s'entendent selon un sens de circulation d'un gaz naturel ou d'un fluide réfrigérant à travers l'élément concerné. Les traits pleins représentent des conduites de circuit dans lesquelles circule du fluide réfrigérant ou du gaz naturel tandis que les traits pointillés représentent des conduites de circuit dans lesquelles le fluide ne circule pas. Enfin, les traits les plus fins représentent des conduites de circuit dans lesquelles circule le fluide réfrigérant tandis que les traits les plus épais représentent des conduites de circuit dans lesquelles circule le gaz naturel, qu'il soit sous forme gazeuse, liquide ou diphasique.
- [0049] Les figures 1 à 5 illustrent différents modes de réalisation et différents modes de fonctionnement d'un système de contrôle 100 de pression dans une cuve 200 de gaz GN selon la présente invention. Nous allons dans un premier temps décrire les caractéristiques communes à l'ensemble de ces modes de réalisation et modes de fonctionnement de la présente invention. La description qui va suivre donne un exemple particulier d'application de la présente invention dans lequel la cuve 200 contient du gaz naturel GN. Il est entendu qu'il ne s'agit que d'un exemple d'application et que le système de contrôle 100 de pression selon l'invention peut être utilisé avec d'autres types de gaz, tels que par exemple des gaz d'hydrocarbures ou hydrogène.
- [0050] Le système de contrôle 100 selon l'invention comprend ainsi une unité de production de froid 110, une unité de condensation 120 et au moins une unité de contrôle 130 configurée, entre autres, pour mesurer une pression dans un ciel de cuve 201 de la cuve 200. On entend par « ciel de cuve » une portion de la cuve 200 dans laquelle le gaz naturel GN est à l'état gazeux. Le gaz naturel GN dans le reste de la cuve 200 est à

l'état liquide et la quantité de gaz naturel GN présent à l'état gazeux dans le ciel de cuve 201 dépend du niveau d'évaporation de la partie liquide de ce gaz naturel GN contenu dans la cuve 200.

- [0051] Tel que représenté sur les figures 1 à 5, l'unité de production de froid 110 comprend une boucle de climatisation, c'est-à-dire un circuit 111 de fluide réfrigérant FR sur lequel sont agencés au moins un organe de compression 112, un premier échangeur thermique 113, un dispositif de détente 114 et un deuxième échangeur thermique 115. Selon l'un quelconque des modes de réalisation et/ou modes de fonctionnement illustrés ici, le premier échangeur thermique 113 est configuré pour opérer un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant FR et du gaz naturel GN prélevé à l'état liquide dans la cuve 200. Ainsi, ce premier échangeur thermique 113 se comporte comme un condenseur à l'égard du fluide réfrigérant, puisque celui-ci transfère ses calories au gaz naturel GN prélevé dans la cuve 200, de sorte à le vaporiser.
- [0052] Le deuxième échangeur thermique 115 est quant à lui configuré pour opérer un échange de chaleur entre du gaz naturel GN prélevé à l'état liquide ou à l'état gazeux, respectivement, dans la cuve 200 ou dans le ciel de cuve 201, et le fluide réfrigérant FR de sorte à refroidir le gaz naturel GN. Autrement dit, le deuxième échangeur thermique 115 se comporte comme un évaporateur à l'égard du fluide réfrigérant, puisqu'il refroidit le gaz naturel GN et le condense si le gaz naturel est en état gazeux.
- [0053] Lorsque le système de contrôle 100 de pression est en fonctionnement, le fluide réfrigérant FR quitte le deuxième échangeur thermique 115, après avoir capté des calories du gaz naturel GN, à l'état gazeux ou diphasique avant de rejoindre le premier échangeur thermique 113. Le fluide réfrigérant FR quitte alors le premier échangeur thermique 113 à l'état gazeux puis il rejoint l'organe de compression 112 dans lequel sa pression augmente. Le fluide réfrigérant FR retourne ensuite dans le premier échangeur thermique 113 dans lequel il cède notamment des calories au gaz naturel GN liquide acheminé jusqu'au premier échangeur thermique 113. Le fluide réfrigérant FR quitte donc, cette fois, le premier échangeur thermique 113 à l'état liquide, il passe par le dispositif de détente 114 dans lequel sa pression est diminuée et il rejoint enfin le deuxième échangeur thermique 115 dans lequel il peut à nouveau capter des calories du gaz naturel GN gazeux ou liquide qui circule dans ce deuxième échangeur thermique 115.
- [0054] Le cycle décrit ci-dessus prévoit un passage du fluide réfrigérant dans le premier échangeur thermique 113 directement après son passage dans le deuxième échangeur thermique 115. Autrement dit, une passe dans le premier échangeur thermique 113 est prévue avant l'entrée du fluide réfrigérant dans le dispositif de compression 112.
- [0055] L'invention couvre également un cycle où le fluide réfrigérant qui sort du deuxième échangeur thermique 115 entre directement dans le dispositif de compression 112, sans

passer par le premier échangeur thermique 113.

- [0056] Le gaz naturel GN évaporé par le premier échangeur thermique 113 est ensuite dirigé vers au moins un appareil 210, 220 consommateur de gaz naturel évaporé. Selon les exemples illustrés ici, le gaz naturel GN évaporé par le premier échangeur thermique 113 permet d'alimenter deux appareils 210, 220 consommateurs de gaz évaporé.
- [0057] Tel que cela sera plus amplement détaillé ci-dessous, un premier appareil 210 consommateur de gaz évaporé est configuré pour être alimenté par du gaz à basse pression, c'est-à-dire une pression comprise entre 6 bars et 40 bars, avantageusement entre 6 bars et 17 bars, et un deuxième appareil 220 consommateur de gaz évaporé est quant à lui configuré pour être alimenté par du gaz à haute pression, c'est-à-dire une pression d'au moins 300 bars. Il est entendu qu'il ne s'agit que d'exemples de réalisation et que d'autres types d'appareils consommateur de gaz évaporé pourraient être utilisés sans sortir du contexte de la présente invention. Par exemple, un unique appareil consommateur de gaz naturel évaporé pourrait être alimenté en gaz naturel évaporé par le premier échangeur thermique ou bien les deux appareils consommateurs de gaz naturel évaporé pourraient consommer du gaz naturel évaporé à basse pression.
- [0058] Afin de prélever du gaz naturel GN à l'état liquide dans la cuve 200 et de l'acheminer vers le premier échangeur thermique 113, le système de contrôle 100 comprend au moins une pompe basse pression 140, c'est-à-dire une pompe à la sortie de laquelle le gaz naturel GN à l'état liquide est pressurisé à une pression comprise entre 6 bars et 40 bars, avantageusement entre 6 bars et 17 bars.
- [0059] Le deuxième échangeur thermique 115 est quant à lui configuré pour opérer un échange de chaleur entre du gaz naturel GN prélevé à l'état liquide ou à l'état gazeux, respectivement, dans la cuve 200 ou dans le ciel de cuve 201, et le fluide réfrigérant FR. Ainsi, tel que cela sera plus amplement détaillé ci-dessous, selon un premier mode de fonctionnement de la présente invention le gaz naturel GN acheminé jusqu'au deuxième échangeur thermique 115 est prélevé à l'état gazeux dans le ciel de cuve 201 et selon un deuxième mode de fonctionnement de la présente invention, le gaz naturel GN acheminé jusqu'au deuxième échangeur thermique 115 est prélevé à l'état liquide dans la cuve 200.
- [0060] Selon l'un ou l'autre de ces modes de fonctionnement, le gaz naturel GN quitte le deuxième échangeur thermique 115 à une température inférieure à la température de ce gaz naturel GN lorsqu'il entre dans le deuxième échangeur thermique 115. Selon l'un quelconque des modes de réalisation ou des modes de fonctionnement décrits et illustrés ici, une conduite 119 est agencée entre une sortie du deuxième échangeur thermique 115 et l'intérieur de la cuve 200 de sorte que le gaz naturel GN refroidi par le deuxième échangeur thermique 115 est réinjecté dans la cuve 200 et ainsi mélangé au gaz naturel GN à l'état liquide déjà présent dans cette cuve 200.

- [0061] Tel que précédemment mentionné, le système de contrôle 100 de pression selon l'invention comprend une unité de contrôle 130. Cette unité de contrôle 130 est configurée pour mesurer une pression dans le ciel de cuve 201, par exemple grâce à un capteur de pression 132, pour comparer la valeur de la pression ainsi mesurée avec une valeur de référence et pour déterminer une quantité de gaz naturel GN à prélever dans la cuve 200 à l'état liquide et/ou gazeux afin que la valeur mesurée de la pression dans le ciel de cuve 201 soit inférieure ou égale à la valeur de référence.
- [0062] Tel que schématiquement représenté, cette unité de contrôle 130 reçoit également une information 133 de la part des appareils 210, 220 consommateurs de gaz naturel évaporé concernant leur besoin en gaz naturel GN évaporé.
- [0063] L'unité de contrôle 130 est configurée pour commander la mise en fonctionnement de l'unité de production de froid 110, lorsque la valeur de la pression mesurée dans le ciel de cuve 201 est supérieure à la valeur de référence ou qu'au moins l'un des appareils 210, 220 consommateurs de gaz naturel évaporé a un besoin non nul en gaz naturel GN évaporé, quel que soit le mode de fonctionnement ou le mode de réalisation de la présente invention.
- [0064] L'unité de condensation 120 comprend quant à elle au moins un échangeur de chaleur 121 configuré pour opérer un échange de chaleur entre au moins une partie du gaz naturel GN évaporé par le premier échangeur thermique 113 et du gaz naturel GN prélevé à l'état liquide dans la cuve 200. Selon l'invention, le gaz naturel GN est prélevé à l'état liquide dans la cuve 200 puis acheminé jusqu'à l'échangeur de chaleur 121 grâce à une pompe basse pression 141. Selon les exemples illustrés ici, cette pompe basse pression 141 est distincte de la pompe basse pression 140 de l'unité de production de froid 110 qui permet d'acheminer le gaz naturel GN liquide jusqu'au premier échangeur thermique 113, mais il est entendu que ces deux pompes basse pression 140, 141 pourraient, sans sortir du contexte de la présente invention, être une seule et unique pompe basse pression.
- [0065] On comprend donc que le gaz naturel GN prélevé à l'état liquide dans la cuve 200 et acheminé jusqu'à l'échangeur de chaleur 121 capte des calories cédées par le gaz naturel GN évaporé par le premier échangeur thermique 113. Cet échange de chaleur s'opère de sorte que le gaz naturel GN quitte l'échangeur de chaleur 121 à l'état liquide ou diphasique.
- [0066] Un canal 123 est en outre agencé entre une sortie de l'échangeur de chaleur 121 et le fond de cuve 200, permettant au gaz naturel GN ainsi condensé de retourner dans cette cuve 200. On note par ailleurs qu'un canal additionnel 124 est en outre agencé entre une autre sortie de l'échangeur de chaleur 121 et le canal 123. Ainsi, le gaz naturel GN réchauffé par l'échangeur de chaleur 121 et le gaz naturel GN refroidi par cet échangeur de chaleur 121 sont réunis et renvoyé, simultanément, au fond de la cuve

200.

[0067] Tel que cela sera plus amplement détaillé ci-dessous, une vanne 122 est agencée en amont de l'échangeur de chaleur 121 afin de diriger ou d'interdire la circulation du gaz naturel GN évaporé par le premier échangeur thermique 113 vers cet échangeur de chaleur 121. Autrement dit, cette vanne 122 est agencée entre le premier échangeur thermique 113 et l'échangeur de chaleur 121 et contrôle au moins en partie le fonctionnement de l'unité de condensation 120. Cette vanne 122 est par exemple pilotée par l'unité de contrôle 130 par une ligne de commande 134. Ainsi, cette unité de contrôle 130 est en outre configurée pour déterminer la plus grande des deux valeurs entre le besoin minimum en gaz naturel GN évaporé des appareils 210, 220 consommateurs de gaz naturel évaporé et la quantité minimum de gaz naturel GN à prélever dans la cuve 200 pour revenir à une pression dite de référence. Selon l'invention, lorsque la quantité de gaz naturel GN à prélever à l'état liquide et/ou gazeux pour que la valeur de la pression mesurée soit inférieure ou égale à la valeur de référence est supérieure à la quantité de gaz naturel GN évaporé demandée par les appareils 210, 220 consommateurs de gaz naturel évaporé, alors l'unité de contrôle 130 ouvre la vanne 122 pour permettre la condensation du gaz naturel GN excessivement évaporé grâce à l'unité de condensation 120, et ainsi permettre le retour de ce gaz naturel GN condensé dans la cuve 200. A contrario, lorsque la quantité de gaz naturel GN évaporé demandée par les appareils 210, 220 consommateurs de gaz naturel évaporé est inférieure à la quantité de gaz naturel GN à prélever dans la cuve 200 pour revenir à la pression de référence, alors l'unité de contrôle 130 ferme la vanne 122, forçant ainsi la totalité du gaz naturel GN évaporé par le premier échangeur thermique 113 à rejoindre les appareils 210, 220 consommateurs de gaz naturel évaporé.

[0068] Les figures 1 à 3 représentent de façon schématique un système de contrôle 100 de pression dans une cuve 200 de gaz naturel GN selon un premier mode de réalisation de la présente invention, les figures 1 et 2 représentant un premier mode de fonctionnement de ce système de contrôle 100 et la figure 3 représentant un deuxième mode de fonctionnement de ce système de contrôle 100.

[0069] Selon ce premier mode de réalisation, le premier échangeur thermique 113 comprend deux passes 116, 117. Une première passe 116 de ce premier échangeur thermique 113 est configurée pour alimenter le premier appareil 210 consommateur de gaz évaporé et une deuxième passe 117 de ce deuxième échangeur thermique 113 étant configurée pour alimenter le deuxième appareil 220 consommateur de gaz évaporé. Tel que précédemment évoqué, selon un exemple d'application de la présente invention, le deuxième appareil 220 consommateur de gaz évaporé peut être un appareil consommateur de gaz à haute pression. Ainsi, selon les exemples illustrés ici, une pompe haute pression 118 est agencée en amont de la deuxième passe 117 du premier

échangeur thermique 113, c'est-à-dire entre la pompe basse pression 140 et une entrée du premier échangeur thermique 113. Autrement dit, selon les exemples illustrés sur les figures 1 à 3, le gaz naturel GN quitte la première passe 116 du premier échangeur thermique 113 à une pression inférieure ou égale à 40 bars, avantageusement à une pression inférieure ou égale à 17 bars, tandis que le gaz naturel GN quitte la deuxième passe 117 de ce premier échangeur thermique 113 à une pression supérieure ou égale à 300 bars.

[0070] Il est entendu qu'il ne s'agit que d'un exemple d'application de la présente invention et que le premier échangeur thermique 113 pourrait être configuré pour alimenter uniquement des appareils consommateurs de gaz à basse pression sans sortir du contexte de la présente invention, la deuxième passe étant alors dépourvue de pompe haute pression.

[0071] Les figures 1 et 2 illustrent un premier mode de fonctionnement du système de contrôle 100 de pression selon le premier mode de réalisation qui vient d'être décrit. Selon ce premier mode de fonctionnement, un dispositif de compression 131 est agencé en amont du deuxième échangeur thermique 115, c'est-à-dire entre le ciel de cuve 201 et ce deuxième échangeur thermique 115. Ce dispositif de compression 131 permet ainsi de prélever du gaz naturel GN à l'état gazeux dans le ciel de cuve 201, en l'aspirant, pour l'acheminer jusqu'au deuxième échangeur thermique 115.

[0072] Ainsi, selon le premier mode de fonctionnement du système de contrôle 100 de pression selon le premier mode de réalisation de la présente invention, l'unité de contrôle 130 qui détecte une pression trop élevée dans le ciel de cuve 201, active l'unité de production de froid 110 et le dispositif de compression 131 de sorte à abaisser cette pression en prélevant du gaz naturel GN gazeux présent dans ce ciel de cuve 201. Ce gaz naturel GN gazeux rejoint alors le deuxième échangeur thermique 115 dans lequel il cède des calories au fluide réfrigérant FR qui circule également dans ce deuxième échangeur thermique 115 tel que précédemment décrit. Le gaz naturel GN ressort ainsi du deuxième échangeur thermique 115 à l'état liquide ou diphasique et il est injecté au fond de la cuve 200 grâce à la conduite 119 évoqué ci-dessus.

[0073] Tel que précédemment décrit, le gaz naturel GN évaporé par le premier échangeur thermique 113 est envoyé vers les appareils 210, 220 consommateurs de gaz. On distingue alors deux situations respectivement illustrées sur les figures 1 et 2.

[0074] Dans une première situation illustrée sur la figure 1, les appareils 210, 220 consommateurs de gaz évaporé ont une demande en gaz évaporé inférieure à la quantité de gaz naturel effectivement évaporé par le premier échangeur thermique 113, cette dernière étant par ailleurs dépendante de la pression dans le ciel de cuve 201 tel que précédemment évoqué. Dans cette situation, la vanne 122 de l'unité de condensation 120 est ouverte et la pompe basse pression 141 de l'unité de

condensation 120 est mise en fonctionnement afin de permettre de condenser une partie du gaz naturel évaporé et ainsi pouvoir renvoyer ce gaz naturel condensé dans la cuve 200 grâce au canal 123, tel que précédemment décrit. On note que l'unité de condensation 120 du système de contrôle 100 de pression selon le premier mode de réalisation est raccordée à la première passe 116 du premier échangeur thermique 113. En d'autres termes, l'échangeur de chaleur 121 est alimenté par du gaz naturel GN évaporé et à basse pression.

- [0075] Dans une deuxième situation illustrée sur la figure 2, les appareils 210, 220 consommateurs de gaz évaporé ont une consommation de gaz naturel évaporé supérieure ou égale à la quantité de gaz effectivement évaporé par le premier échangeur thermique 113. La vanne 122 est ainsi, dans cette deuxième situation, fermée et la pompe basse pression 141 de l'unité de condensation 120 est arrêtée. Autrement dit, dans cette deuxième situation, aucun fluide ne circule dans l'unité de condensation 120.
- [0076] La figure 3 illustre un deuxième mode de fonctionnement du système de contrôle 100 de pression selon le premier mode de réalisation décrit ci-dessus. Selon ce deuxième mode de fonctionnement, le gaz naturel GN acheminé jusqu'au deuxième échangeur thermique 115 est prélevé dans la cuve 200 à l'état liquide par une pompe basse pression 142. Selon l'exemple illustré ici, cette pompe basse pression 142 est distincte de la pompe basse pression 140 de l'unité de production de froid 110 et de la pompe basse pression 141 de l'unité de condensation 120 mais il est entendu qu'il pourrait s'agir d'une seule et unique pompe basse pression, sans sortir du contexte de la présente invention.
- [0077] Le gaz naturel GN à l'état liquide cède des calories au fluide réfrigérant FR circulant dans le deuxième échangeur thermique 115 tel que précédemment décrit de sorte que le gaz naturel GN est refroidi par ce deuxième échangeur thermique 115. La conduite 119 agencée entre la sortie du deuxième échangeur thermique 115 et l'intérieur de la cuve 200 où le gaz naturel à l'état liquide est contenu, présente une dérivation 150 qui s'étend entre la conduite 119 et le ciel de cuve 201, c'est-à-dire qu'une extrémité de cette dérivation 150 débouche dans le ciel de cuve 201. Tel que schématiquement représenté, cette extrémité de la dérivation 150 porte une rampe de pulvérisation 151. Ainsi, au moins une partie du gaz naturel GN refroidi par le deuxième échangeur thermique 115 est pulvérisé dans le ciel de cuve 201. La circulation de gaz naturel GN refroidi vers la rampe de pulvérisation 151 est placée sous la dépendance d'une vanne 152, par exemple trois voies, disposée à la naissance de la dérivation 150 sur la conduite 119.
- [0078] On comprend alors que lorsque l'unité de contrôle 130 mesure une pression du ciel de cuve 201 trop élevée par rapport à la valeur de référence, elle met la pompe basse

pression 142 en fonctionnement de sorte que du gaz naturel GN liquide soit pulvérisé par la rampe de pulvérisation 151 dans le ciel de cuve 201. Cette pulvérisation permet d'abaisser la température du ciel de cuve 201, entraînant ainsi la condensation d'une partie du gaz naturel GN présent à l'état gazeux dans ce ciel de cuve 201, ce qui permet de diminuer la pression de ce ciel de cuve 201 jusqu'à une valeur inférieure à la valeur de référence.

[0079] Selon une variante non illustrée du deuxième mode de fonctionnement du système de contrôle de pression selon l'invention, la rampe de pulvérisation peut être remplacée par un échangeur de chaleur gravitaire tel que décrit dans le document FR3049331. Le contenu de ce document FR3049331 est incorporé par référence, eu égard à l'échangeur de chaleur gravitaire. Selon cette variante, le gaz naturel présent à l'état gazeux dans le ciel de cuve est alors aspiré par cet échangeur de chaleur gravitaire d'une part et d'autre part le gaz naturel refroidi par le deuxième échangeur thermique rejoint cet échangeur de chaleur gravitaire. Le gaz naturel à l'état gazeux aspiré par cet échangeur de chaleur gravitaire est ainsi refroidi par le gaz naturel refroidi par le deuxième échangeur thermique, de sorte qu'il se condense avant de retomber dans le ciel de cuve, puis dans la cuve, abaissant ainsi la pression du ciel de cuve.

[0080] La description du fonctionnement de l'unité de condensation selon ce deuxième mode de fonctionnement du système de contrôle de pression selon le premier mode de réalisation de la présente invention est identique à ce qui vient d'être décrit en référence au premier mode de fonctionnement et la description qui en est faite en référence aux figures 1 et 2 s'applique mutatis mutandis à ce deuxième mode de fonctionnement.

[0081] Les figures 4 et 5 illustrent le système de contrôle 100 de pression selon le deuxième mode de réalisation de la présente invention, ces figures 4 et 5 illustrant, respectivement, le premier mode de fonctionnement du système de contrôle 100 de et le deuxième mode de fonctionnement de ce système de contrôle 100 de pression.

[0082] Le système de contrôle 100 de pression selon le deuxième mode de réalisation de la présente invention diffère du système de contrôle 100 de pression selon le premier mode de réalisation en ce que le premier échangeur thermique 113 est dépourvu de la première passe. Ainsi, le gaz naturel GN est prélevé dans la cuve 200 à l'état liquide par la pompe basse pression 140 et sa pression est augmentée en amont du premier échangeur thermique 113 par la pompe haute pression 118. Toutefois, tel que précédemment évoqué, le gaz naturel GN évaporé par le premier échangeur thermique 113 doit pouvoir alimenter, à la fois, le premier appareil 210 consommateur de gaz évaporé basse pression et le deuxième appareil 220 consommateur de gaz évaporé haute pression.

[0083] Selon le deuxième mode de réalisation de la présente invention, le premier appareil

210 et le deuxième appareil 220 sont donc alimentés par deux branches 211, 221 distinctes qui se séparent en aval du premier échangeur thermique 113. Ainsi la première branche 211 permet d'alimenter le premier appareil 210 et la deuxième branche 221 permet, quant à elle, d'alimenter le deuxième appareil 220. Afin d'alimenter le premier appareil 210 avec du gaz naturel évaporé basse pression, la première branche 211 porte un organe de détente 212 qui permet de réduire la pression du gaz naturel GN évaporé pour le porter à une pression compatible avec le fonctionnement du premier appareil 210.

[0084] Il est entendu qu'il ne s'agit là que d'un exemple de réalisation et que l'on pourra par exemple prévoir que les deux appareils consommateurs de gaz évaporé consomment du gaz à basse pression, auquel cas l'unité de production de froid sera dépourvue de pompe haute pression.

[0085] De façon similaire à ce qui a été précédemment décrit, lorsque les appareils 210, 220 consommateurs de gaz évaporés ne consomment pas la totalité du gaz naturel effectivement évaporé par le premier échangeur thermique 113, la vanne 122 est ouverte et la pompe basse pression 141 de l'unité de condensation 120 est mise en fonctionnement afin de permettre la condensation du surplus de gaz évaporé et ainsi permettre son retour dans la cuve 200, sans augmenter la pression du ciel de cuve 201. Tel que précédemment décrit, l'échangeur de chaleur 121 est également alimenté par du gaz naturel GN évaporé et à basse pression. Autrement dit, l'unité de condensation 120 est raccordée à la première branche 211, en aval de l'organe de détente 212, c'est-à-dire entre cet organe de détente 212 et le premier appareil 210.

[0086] Par ailleurs, le système de contrôle 100 de pression illustré sur la figure 4 fonctionne selon le premier mode de fonctionnement décrit et illustré sur la figure 3, c'est-à-dire que le deuxième échangeur thermique 115 est alimenté par du gaz naturel GN prélevé à l'état gazeux. La description de ce premier mode de fonctionnement donnée en référence à cette figure 3 est donc directement transposable au système de contrôle 100 de pression illustré sur la figure 4.

[0087] Enfin, la figure 5 illustre le deuxième mode de fonctionnement du système de contrôle 100 de pression selon le deuxième mode de réalisation qui vient d'être décrit. La description qui vient d'être donnée de ce deuxième mode de réalisation en référence à la figure 4 s'applique mutatis mutandis au système de contrôle 100 de pression illustré sur la figure 5.

[0088] La description du deuxième mode de fonctionnement du système de contrôle 100 de pression a également été décrit précédemment et la description donnée à ce sujet en référence à la figure 3 s'applique mutatis mutandis à la figure 5.

[0089] Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrit et de nombreux aménagements peuvent être apportés à cet exemple sans sortir du cadre de

l'invention.

[0090] L'invention, telle qu'elle vient d'être décrite, atteint bien le but qu'elle s'était fixé, et permet de proposer un système de contrôle de la pression dans une cuve de gaz naturel destinée à un navire. Des variantes non décrites ici pourraient être mises en œuvre sans sortir du contexte de l'invention, dès lors que, conformément à l'invention, elles comprennent un dispositif de vérification conforme à l'aspect de l'invention.

Revendications

- [Revendication 1] Système de contrôle (100) de la pression dans une cuve (200) équipant un navire, la cuve (200) étant configurée pour contenir une cargaison de gaz (GN) à l'état liquide et le système de contrôle (100) de la pression comprenant :
- au moins une unité de production de froid (110) comprenant au moins un premier échangeur thermique (113) configuré pour évaporer le gaz (GN) reçu par le premier échangeur thermique (113) à l'état liquide et au moins un deuxième échangeur thermique (115) configuré pour refroidir le gaz (GN) et ajuster la pression dans la cuve (200), le premier échangeur thermique (113) étant configuré pour alimenter en gaz (GN) évaporé un appareil (210, 220) consommateur de gaz (GN) ;
 - au moins une unité de condensation (120) du gaz (GN) évaporé par le premier échangeur thermique (113) et qui comprend au moins un échangeur de chaleur (121) configuré pour opérer un échange de chaleur entre une partie du gaz (GN) évaporé par le premier échangeur thermique (113) et du gaz (GN) prélevé à l'état liquide dans la cuve (200)
- caractérisé en ce que l'unité de production de froid (110) comprend un circuit (111) de fluide réfrigérant (FR) sur lequel sont agencés au moins un organe de compression (112) du fluide réfrigérant (FR), au moins le premier échangeur thermique (113), au moins un dispositif de détente (114) et au moins le deuxième échangeur thermique (115).
- [Revendication 2] Système de contrôle (100) selon la revendication précédente, comprenant au moins une conduite (119) qui s'étend depuis une sortie du deuxième échangeur thermique (115) jusqu'à l'intérieur de la cuve (200) de stockage.
- [Revendication 3] Système de contrôle (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le gaz (GN) acheminé jusqu'à une entrée du deuxième échangeur thermique (115) est prélevé dans le ciel de cuve (201) par un dispositif de compression (131).
- [Revendication 4] Système de contrôle (100) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel la cuve (200) comprend une rampe de pulvérisation

- (151) raccordée à une sortie du deuxième échangeur thermique (115).
- [Revendication 5] Système de contrôle (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant au moins un canal (123) agencé entre une sortie de l'échangeur de chaleur (121) et un fond de la cuve (200).
- [Revendication 6] Système de contrôle (100) selon la revendication précédente, dans lequel le gaz (GN) réchauffé par l'échangeur de chaleur (121) et le gaz (GN) évaporé refroidi par l'échangeur de chaleur (121) sont mélangés avant d'être distribués dans le fond de la cuve (200).
- [Revendication 7] Système de contrôle (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au moins une pompe basse pression (140) est agencée en amont du premier échangeur thermique (113).
- [Revendication 8] Système de contrôle (100) selon la revendication précédente, comprenant au moins une pompe haute pression (118) agencée entre la pompe basse pression (140) et une entrée du premier échangeur thermique (113).
- [Revendication 9] Système de contrôle (100) selon la revendication précédente, dans lequel le premier échangeur thermique (113) comprend au moins une première passe (116) et une deuxième passe (117), la première passe (116) étant alimentée directement par la pompe basse pression (140) et la deuxième passe (117) étant alimentée par la pompe haute pression (118) agencée entre la pompe basse pression (140) et l'entrée du premier échangeur thermique (113).
- [Revendication 10] Système de contrôle (100) selon la revendication 8, dans lequel le premier échangeur thermique (113) est configuré pour alimenter deux appareils (210, 220) consommateurs de gaz (GN), au moins un organe de détente (212) étant agencé entre le premier échangeur thermique (113) et l'un des appareils (210, 220) consommateurs de gaz (GN) évaporé.
- [Revendication 11] Navire de transport de gaz (GN) liquéfié, comprenant au moins une cuve (200) d'une cargaison de gaz (GN) liquéfié, au moins un appareil (210, 220) consommateur de gaz (GN) évaporé et au moins un système de contrôle (100) de la pression dans la cuve (200) selon l'une quelconque des revendications précédentes.
- [Revendication 12] Système pour charger ou décharger un gaz (GN) liquide qui combine au moins un moyen à terre et au moins un navire de transport de gaz (GN) liquide selon la revendication précédente.
- [Revendication 13] Procédé de gestion d'une pression dans une cuve (200) équipant un navire, le procédé mettant en œuvre un système de contrôle (100) de

pression selon l'une quelconque des revendications 1, 2 ou 4 à 10 et le procédé comprenant au moins les étapes de :

- prélèvement du gaz (GN) à l'état liquide dans la cuve (200) ;
- évaporation d'une première partie du gaz (GN) prélevé à l'état liquide dans la cuve (200) par échange de chaleur avec un fluide réfrigérant dans le premier échangeur thermique (113) pour alimenter au moins un appareil (210, 220) consommateur de gaz (GN) évaporé ;
- refroidissement d'une deuxième partie du gaz (GN) prélevé à l'état liquide dans la cuve (200) par échange de chaleur avec le fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur thermique (115) et pulvérisation d'au moins une partie de ce gaz (GN) refroidi dans le ciel de cuve (201).

[Revendication 14] Procédé de gestion d'une pression dans une cuve (200) équipant un navire, le procédé mettant en œuvre un système de contrôle (100) de pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 ou 5 à 10 et le procédé comprenant au moins les étapes de :

- prélèvement de gaz (GN) à l'état liquide et à l'état gazeux dans la cuve (200) ;
- évaporation du gaz (GN) prélevé à l'état liquide dans la cuve (200) par échange de chaleur avec un fluide réfrigérant (FR) dans le premier échangeur thermique (113) pour alimenter au moins un appareil consommateur (210, 220) de gaz (GN) évaporé ;
- condensation du gaz (GN) prélevé à l'état gazeux dans la cuve (200) par échange de chaleur avec le fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur thermique (115) et injection de ce gaz (GN) condensé à l'intérieur de la cuve (200).

[Revendication 15] Procédé selon l'une quelconque des revendications 13 ou 14 dans lequel l'étape de prélèvement du gaz (GN) est précédée des étapes de :

- mesure d'une pression d'un ciel de cuve (201) de la cuve (200) et comparaison de la valeur de la pression mesurée par rapport à une valeur de référence et détermination d'une quantité de gaz à prélever à l'état liquide et/ou gazeux dans la

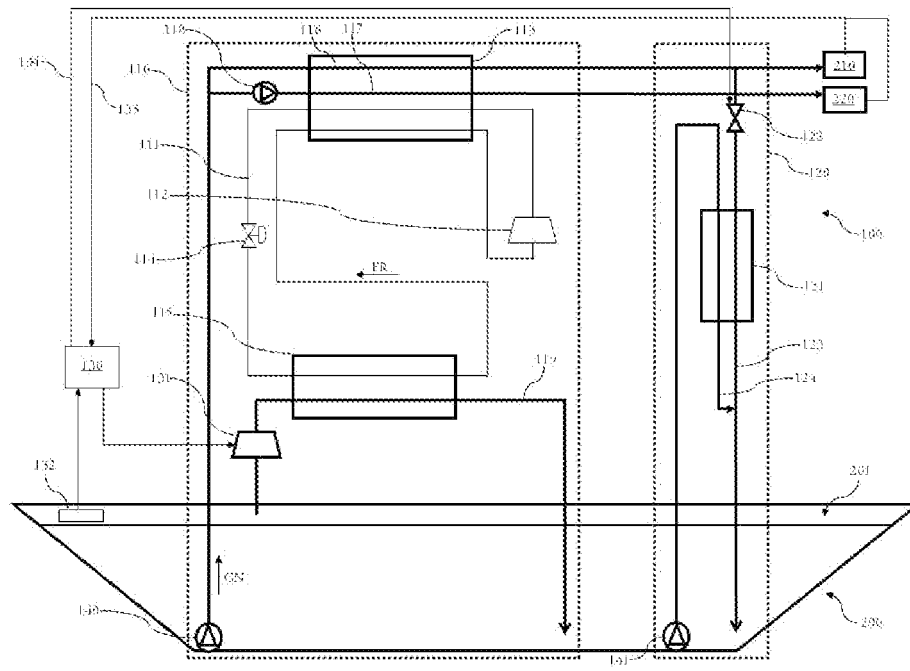
cuve pour que la valeur de la pression mesurée soit inférieure ou égale à la valeur de référence;

- détermination d'un besoin en gaz évaporé de l'au moins un appareil consommateur de gaz évaporé ;

et dans lequel si la quantité de gaz à prélever à l'état liquide et/ou gazeux pour que la valeur de la pression mesurée soit inférieure ou égale à la valeur de référence est supérieure à la quantité de gaz évaporé demandée par l'au moins un appareil consommateur de gaz évaporé, alors une première partie du gaz (GN) évaporé par le premier échangeur thermique (113) alimente cet au moins un appareil (210, 220) consommateur de gaz (GN) évaporé, une deuxième partie du gaz (GN) évaporé par le premier échangeur thermique (113) est condensée dans l'échangeur de chaleur (121) par un échange de chaleur avec du gaz (GN) prélevé à l'état liquide dans la cuve (200), et la deuxième partie du gaz (GN) évaporé ainsi refroidi est mélangé au gaz (GN) prélevé à l'état liquide réchauffé par son passage dans l'échangeur de chaleur (121) avant d'être injecté au fond de la cuve (200).

[Revendication 16] Procédé de chargement ou de déchargement d'un gaz (GN) liquide d'un navire de transport de gaz (GN) selon la revendication 11.

[Fig. 1]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☐ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

EP 2 685 077 A1 (DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE [KR]) 15 janvier 2014 (2014-01-15)

FR 2 920 484 A1 (MAN DIESEL SE [DE])
6 mars 2009 (2009-03-06)

FR 3 066 257 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 16 novembre 2018 (2018-11-16)

KR 2016 0127880 A (HYUN DAI HEAVY IND CO LTD [KR]) 7 novembre 2016 (2016-11-07)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT