



(22) Date de dépôt/Filing Date: 2002/04/04

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2002/10/06

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2006/11/07

(30) Priorité/Priority: 2001/04/06 (FR01 04 704)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B67D 5/32* (2006.01),
B67D 5/04 (2006.01), *G01N 7/04* (2006.01)

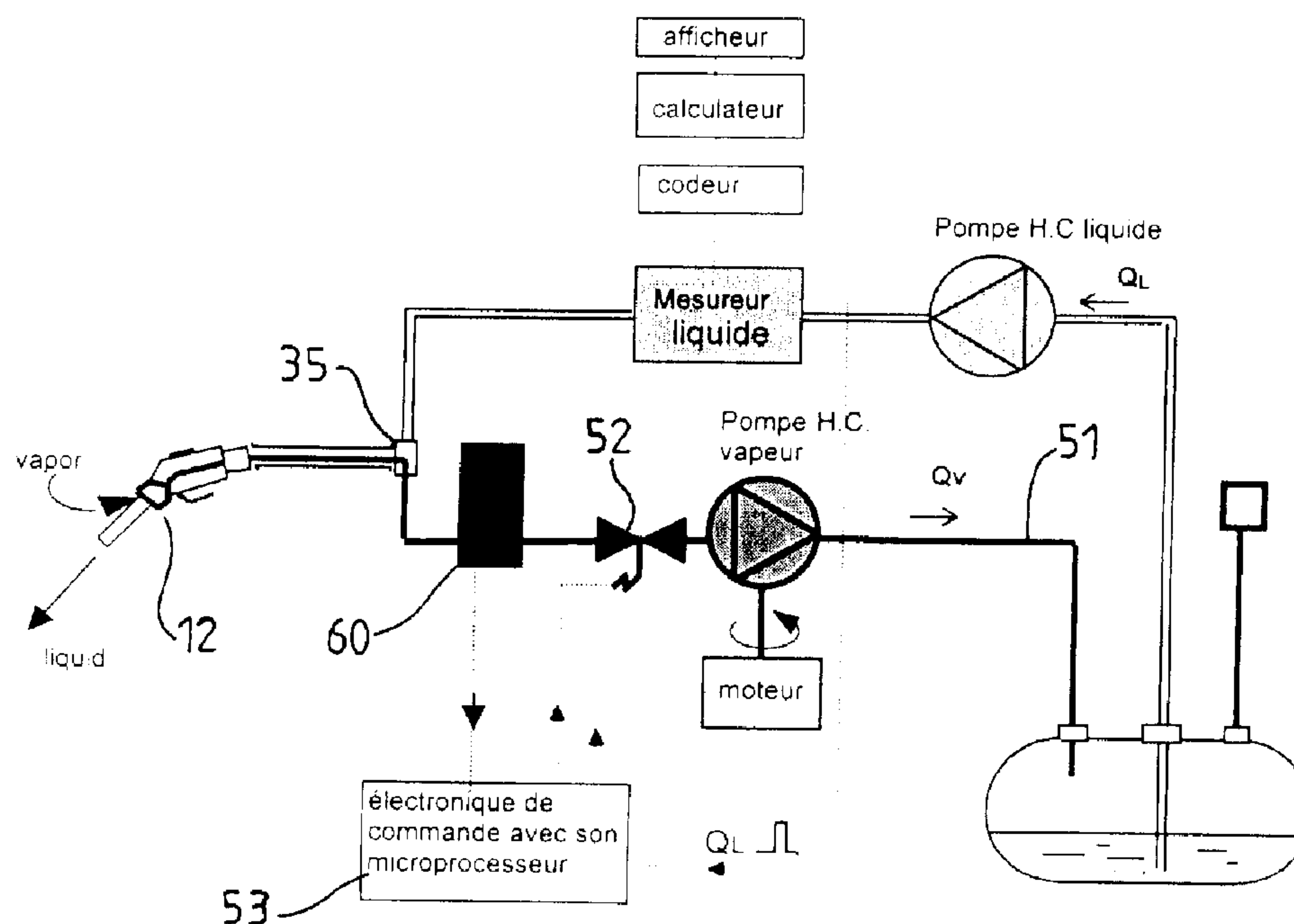
(72) Inventeur/Inventor:
FOURNIER, JACQUES, FR

(73) Propriétaire/Owner:
TOKHEIM SERVICES FRANCE, FR

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCÉDE DE CONTROLE DE LA TENEUR EN HYDROCARBURES D'UNE VAPEUR CIRCULANT DANS
UNE INSTALLATION EQUIPEE D'UN SYSTEME D'ASPIRATION DE VAPEUR

(54) Title: PROCEDURE FOR MONITORING HYDROCARBON LEVELS IN A VAPOUR CIRCULATING IN AN
INSTALLATION EQUIPPED WITH A SYSTEM FOR EXHAUSTING VAPOUR



(57) Abrégé/Abstract:

Procédé de contrôle de la teneur en hydrocarbures d'un mélange vapeur air/hydrocarbures circulant dans une installation équipée d'un système d'aspiration de vapeur. L'objectif du procédé est d'exclure les dangers potentiels d'explosion lorsque cette teneur se situe dans une plage présentant un risque d'explosivité. L'installation comprend un circuit d'aspiration de vapeur dans lequel circule la vapeur avec un débit vapeur Q_v et une électronique de commande adaptée pour coopérer avec des moyens de réglage du débit vapeur Q_v . Le procédé est caractérisé en ce que l'on branche sur le circuit d'aspiration de vapeur, et on relit à l'électronique de commande, un dispositif de détermination de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées, constitué par l'association d'un débitmètre volumétrique et d'un capteur de mesure de pression relative; et on déclenche un ordre lorsque l'on constate que cette teneur se situe dans la plage présentant un risque d'explosivité.



ABRÉGÉ:

Procédé de contrôle de la teneur en hydrocarbures d'un mélange vapeur air/hydrocarbures circulant dans une installation équipée d'un système d'aspiration de vapeur. L'objectif du procédé est d'exclure les dangers potentiels d'explosion lorsque cette teneur se situe dans une plage présentant un risque d'explosivité. L'installation comprend un circuit d'aspiration de vapeur dans lequel circule la vapeur avec un débit vapeur Q_v et une électronique de commande adaptée pour coopérer avec des moyens de réglage du débit vapeur Q_v . Le procédé est caractérisé en ce que l'on branche sur le circuit d'aspiration de vapeur, et on relit à l'électronique de commande, un dispositif de détermination de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées, constitué par l'association d'un débitmètre volumétrique et d'un capteur de mesure de pression relative; et on déclenche un ordre lorsque l'on constate que cette teneur se situe dans la plage présentant un risque d'explosivité.

PROCÉDÉ DE CONTRÔLE DE LA TENEUR EN HYDROCARBURES
D'UNE VAPEUR CIRCULANT DANS UNE INSTALLATION
ÉQUIPÉE D'UN SYSTÈME D'ASPIRATION DE VAPEUR

La présente invention concerne un procédé de contrôle de la teneur en hydrocarbures d'un mélange vapeur air/hydrocarbures circulant à partir d'un point d'aspiration dans une installation équipée d'un système d'aspiration de vapeur.

Ce procédé a en particulier pour but d'exclure tout danger d'explosion consécutif à l'aspiration d'un mélange explosif constitué par de l'air ayant une teneur en hydrocarbures comprise entre 2 et 8 %.

10

Une telle installation comprend :

- un circuit d'aspiration de vapeur comportant une pompe d'aspiration permettant de faire circuler la vapeur avec un débit vapeur Q_v , et
- une électronique de commande équipée d'un microprocesseur coopérant avec des moyens de réglage du débit vapeur Q_v , notamment avec une électrovanne proportionnelle branchée sur le circuit d'aspiration de vapeur.

Selon l'invention, ce procédé est essentiellement caractérisé en ce que l'on branche sur le circuit d'aspiration de vapeur un dispositif de détermination de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées qui est constitué par l'association d'une part d'un débitmètre volumique et d'autre part d'un capteur de mesure de pression relative référencé en particulier à la pression atmosphérique P_A .

20

Un tel débitmètre et un tel capteur de pression correspondent à des appareils robustes et bon marché.

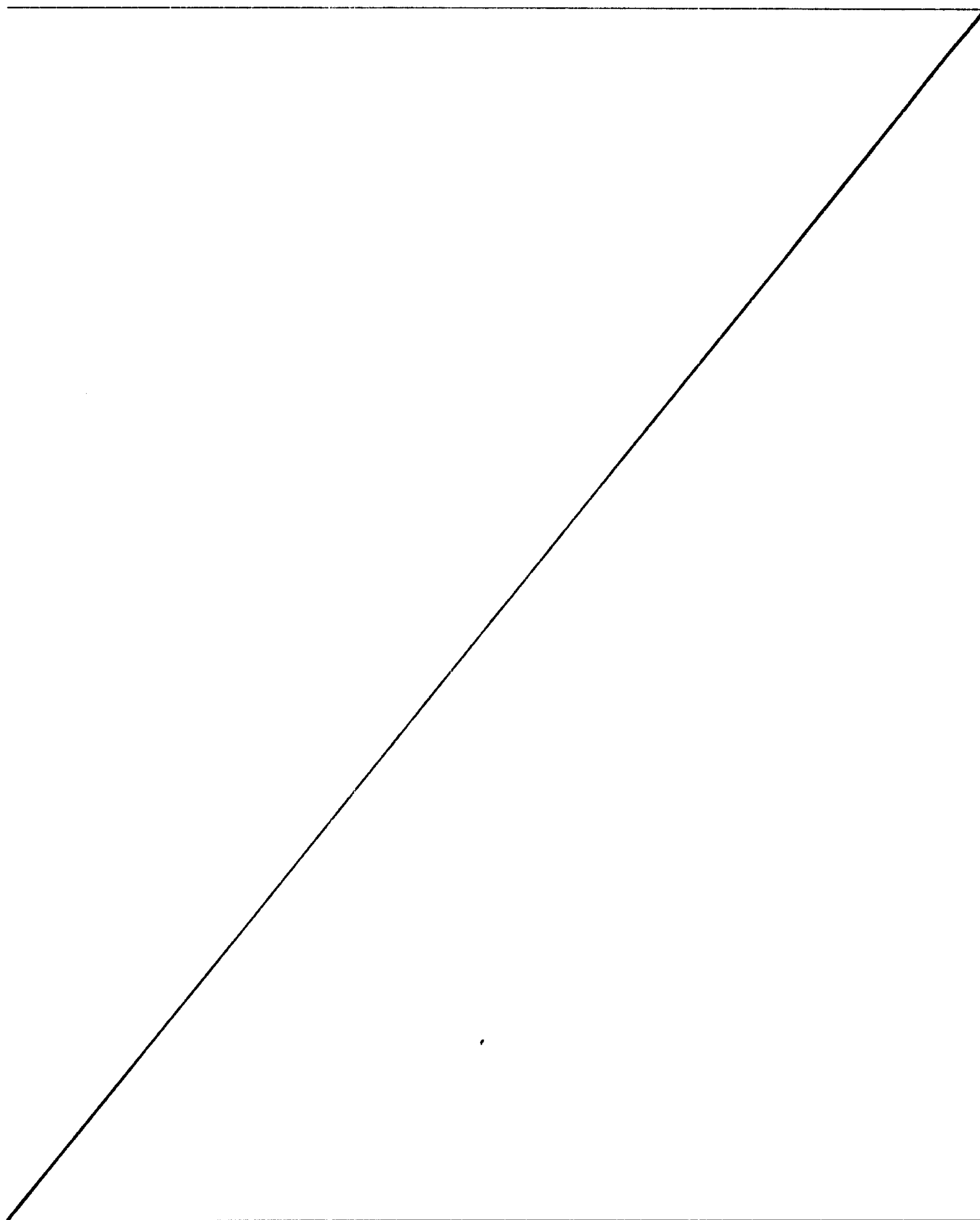
Selon l'invention :

- on relie le dispositif de détermination de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées à l'électronique de commande de façon à lui permettre de disposer des valeurs instantanées d'une part du débit de vapeur Q_{vu} indiqué par le débitmètre et d'autre part de la pression relative δP indiquée par le capteur de pression qui représente la perte de charge dans la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point d'aspiration d'une part et le capteur de pression et le débitmètre volumique d'autre part,
- on effectue une calibration préalable à l'air de l'installation de façon à déterminer une caractéristique liée à la perte de charge à l'air dans la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point

30

1a

- d'aspiration d'une part et le capteur de pression et le débitmètre d'autre part, et on met cette caractéristique en mémoire,
- en fonctionnement normal, on mesure à intervalle régulier les valeurs du débit de vapeur Q_{VLU} et de la pression relative δP ,



- à partir du débit de vapeur Q_{VLU} on calcule le débit de vapeur réel instantané, corrigé de l'effet de pression par la formule :

$$Q_V = Q_{VLU} \cdot \left(\frac{\delta P}{P_A} + 1 \right)$$

- on détermine la teneur en hydrocarbures de la vapeur circulant dans le circuit d'aspiration de vapeur en tenant compte de la masse volumique ρ et de la viscosité μ de cette vapeur que l'on déduit de la caractéristique liée à la perte de charge à l'air préalablement mise en mémoire, et
- on déclenche un ordre ou une alarme ou on arrête l'installation lorsque l'on constate que cette teneur en hydrocarbures se situe dans une plage prédéterminée en particulier dans une plage présentant un risque d'explosivité.

Selon une première variante de l'invention, la caractéristique liée à la perte de charge à l'air dans la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point d'aspiration d'une part et le capteur de pression et le débitmètre d'autre part est la résistance R qui est définie par l'équation :

$$R = \frac{\delta P}{Q_V^x}$$

dans laquelle :

δP représente la perte de charge exprimée en Pascal,

Q_V représente le débit de vapeur exprimé en m^3/s , et

x représente un paramètre égal à $7/4$ en théorie et à environ 1,8 dans la pratique.

Il est par ailleurs connu que dans une canalisation dans laquelle la longueur est très supérieure au diamètre, ce qui est le cas en l'espèce, la perte de charge δP est également définie par l'équation :

$$\delta P = C \left[\frac{L \cdot \rho^3 / 4 \cdot Q_V^x \cdot \mu^{1/4}}{d^{19/4}} \right]$$

dans laquelle :

L représente la longueur de la partie de circuit considérée exprimée en mètres,

d représente le diamètre considéré comme constant de cette partie de circuit, exprimé en mètre,

μ représente la viscosité de la vapeur exprimée en $Pa.s$

ρ représente la masse volumique de la vapeur exprimée en g/l , et

C représente un paramètre égal 0,2414.

Ces deux équations prouvent que la résistance R ne dépend que de la géométrie de l'installation et de la nature de la vapeur circulant dans celle-ci, mais pas du débit de vapeur.

Par suite, la comparaison des valeurs de la résistance R lors de l'étape de calibration préalable à l'air d'une part et en fonctionnement normal d'autre part permet de déterminer la teneur en hydrocarbures de la vapeur aspirée.

A cet effet, et selon une caractéristique essentielle de l'invention correspondant à cette première variante :

- 10 - on établit par calcul une table T [Q_v , Q_v^*] dans laquelle on associe une valeur Q_v^* à différents débits de vapeur Q_v compris entre 0 et Q_{vmax} , et on met cette table en mémoire,
- lors de l'étape de calibration préalable à l'air de l'installation on actionne la pompe d'aspiration et on commande les moyens de réglage de façon à obtenir plusieurs débits de vapeur Q_v différents,
- 15 - on mesure la pression relative δP correspondant à ces débits de vapeur Q_v et on en déduit pour chacun, à partir de la table T [Q_v , Q_v^*] une valeur de la résistance à l'air R de la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point d'aspiration d'une part et le capteur de pression et le débitmètre d'autre part,
- 20 - on effectue la moyenne R0 des différentes valeurs R ainsi obtenues et on met celle-ci en mémoire,
- en fonctionnement normal, on mesure à intervalle régulier, notamment toutes les $\frac{1}{2}$ secondes, les valeurs du débit de vapeur Q_{vLU} et de la pression relative δP ,
- 25 - à partir du débit de vapeur Q_{vLU} on calcule le débit de vapeur réel Q_v par la formule :

$$Q_v = Q_{vLU} \left(\frac{\delta P}{P_A} + 1 \right)$$

30

- on en déduit la valeur Q_v^* à partir de la table T [Q_v , Q_v^*],
- on calcule la valeur de la résistance à la vapeur R1 de la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point d'aspiration d'une part et le capteur de pression et le débitmètre d'autre part, et
- 35 - on compare la résistance à la vapeur R1 à la résistance à l'air R0.

Il est à noter que la précision du résultat obtenu est fonction du nombre de valeurs de Q_v^* calculées entre 0 et Q_{vMAX} qui définit le pas de la table T [Q_v , Q_v^*].

Selon l'invention, on déclenche un ordre ou une alarme ou on arrête l'installation lorsque l'on constate que le rapport $R1/R0$ se situe dans une plage prédéterminée en particulier lorsque l'on constate que :

$$R1 \leq kR0$$

Le paramètre k est un paramètre qui permet de prendre en compte la limite supérieure d'explosivité qui correspond à une vapeur V_{exp} ayant une teneur de 8 % en hydrocarbures.

Compte tenu des équations susmentionnées, ce paramètre k est égal à :

$$k = \left(\frac{\rho_{V_{exp}}}{\rho_{air}} \right)^{3/4} \cdot \left(\frac{\mu_{V_{exp}}}{\mu_{air}} \right)^{1/4} \approx 1,063$$

Selon une seconde variante de l'invention, qui présente l'avantage de ne pas nécessiter le calcul de la résistance à l'air et à la vapeur de la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point d'aspiration d'une part et le capteur de pression et le débitmètre d'autre part, le procédé comporte la succession des étapes suivantes :

- lors de l'étape de calibration préalable à l'air de l'installation, on actionne la pompe d'aspiration et on actionne pas à pas les moyens de réglage de façon à faire varier le débit d'air circulant dans le circuit d'aspiration de vapeur,
- à chaque pas on mesure les valeurs du débit de vapeur Q_{VLU} et de la pression relative δP ,
- à partir du débit de vapeur Q_{VLU} on calcule le débit de vapeur Q_v par la formule :

$$Q_v = Q_{VLU} \left(\frac{\delta P}{P_a} + 1 \right)$$

- on établit une table T0 [δP , Q_v] qui représente la caractéristique liée à la perte de charge à l'air dans la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point d'aspiration d'une part et le capteur de pression et le débitmètre d'autre part et on met cette table T0 [δP , Q_v] en mémoire,

- en fonctionnement normal, on mesure à intervalle régulier, par exemple toutes les ½ secondes, les valeurs du débit de vapeur Q_{VLU} et de la pression relative δP ,
- à partir du débit de vapeur Q_{VLU} on calcule le débit de vapeur réel Q_V par la formule :

$$Q_V = Q_{VLU} \left(\frac{\delta P}{P_A} + 1 \right)$$

- pour chaque débit de vapeur Q_V on recherche dans la table T0 [δP , Q_V] la pression relative δP_{air} correspondant au même débit d'air,
- on compare les pressions relatives δP et δP_{air} en calculant un facteur λ défini par l'équation :

$$\lambda = \frac{\delta P - \delta P_{air}}{\delta P_{air}}$$

Comme il a déjà été indiqué, la pression relative δP qui correspond à la perte de charge dans la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point d'aspiration d'une part et le capteur de pression et le débitmètre d'autre part est par ailleurs définie par l'équation :

$$\delta P = C \left[\frac{L \cdot \rho^3 / 4 \cdot Q_V^x \cdot \mu^1 / 4}{d^{19 / 4}} \right]$$

dans laquelle, si δP est exprimé en Pascal,

L représente la longueur de la partie de circuit considérée exprimée en m,

d représente le diamètre considéré comme constant de cette partie de circuit, exprimé en m,

μ représente la viscosité de la vapeur exprimée en Pa.s,

ρ représente la masse volumique de la vapeur exprimée en g/l,

C représente un paramètre égal à 0,2414,

Q_V représente le débit de vapeur exprimé en m^3/s , et

x représente un paramètre égal à 7/4 en théorie et à environ 1,8 dans la pratique.

Le facteur λ est par suite également défini par l'équation :

$$\lambda = \frac{(\rho^{3/4} \cdot \mu^{1/4})_{\text{vapeur}}}{(\rho^{3/4} \cdot \mu^{1/4})_{\text{air}}} - 1$$

Par suite, et connaissant les valeurs de ρ_{air} et μ_{air} ($\rho_{\text{air}} = 1,29 \text{ g/l}$ et $\mu_{\text{air}} = 180 \text{ micropoises}$ (1 micropoise = 10^{-7} Pa.s)) ainsi que les valeurs correspondantes dans le cas d'un mélange V_{exp} constitué par de l'air renfermant 8 % d'hydrocarbures ce qui correspond à la limite supérieure d'explosivité, on peut déterminer que $\lambda_{\text{exp}} \approx 0,063$.

Par suite, conformément à cette seconde variante de l'invention, on déclenche un ordre ou une alarme ou on arrête l'installation lorsque l'on constate que λ se situe dans une plage prédéterminée en particulier lorsque l'on constate que :

$$\lambda \leq \lambda_{\text{exp}} \approx 0,063$$

Conformément à ces deux variantes de l'invention, il est particulièrement avantageux d'effectuer une autocalibration périodique à l'air de l'installation de façon à mettre à jour la caractéristique liée à la perte de charge à l'air dans la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point d'aspiration d'une part et le capteur de pression et le débitmètre d'autre part. On peut en effet ainsi tenir compte de possibles modifications de l'installation (vieillesse et usure des pompes, encrassement progressif des tubulures, ...).

Selon une autre caractéristique de l'invention, on effectue une correction des effets de la température.

Selon une autre caractéristique de l'invention, on effectue des autocalibrations à l'air répétées avec une fréquence suffisante pour s'affranchir de la correction de température et du capteur associé.

Selon une caractéristique préférentielle de l'invention, l'installation est une installation de distribution de carburant équipée d'un système de récupération de la vapeur émise correspondant au système d'aspiration de vapeur.

Une telle installation comprend en règle générale

- une cuve de stockage du carburant à distribuer,
- un circuit de distribution de liquide comportant une pompe de distribution permettant de faire circuler le carburant avec un débit de liquide Q_L entre la cuve de stockage et le réservoir d'un véhicule,

- un circuit de récupération de vapeur correspondant au circuit d'aspiration de vapeur comportant une pompe de récupération correspondant à la pompe d'aspiration permettant de faire circuler la vapeur émise lors du remplissage du réservoir, entre celui-ci et la cuve de stockage avec un débit de vapeur Q_v ,
- des moyens de comptage branchés sur le circuit de distribution de liquide et comportant un mesureur de liquide relié à un générateur d'impulsions ou codeur permettant à un ordinateur d'établir le volume et le prix du carburant délivré qui apparaissent en clair sur un afficheur,
- un pistolet distributeur relié au circuit de distribution de liquide et au circuit de récupération de vapeur et équipé d'un embout permettant de distribuer du carburant dans le réservoir d'un véhicule ainsi que d'un orifice annulaire autorisant l'aspiration des vapeurs vers la cuve de stockage, et
- une électronique de commande équipée d'un microprocesseur, connectée aux moyens de comptage de façon à disposer de la valeur instantanée du débit de liquide Q_L et coopérant avec des moyens de réglage branchés sur le circuit de récupération de vapeur de façon à maintenir le débit de vapeur Q_V approximativement égal au débit de liquide Q_L .

Dans une telle installation, les moyens de réglage peuvent être constitués par une électrovanne proportionnelle, ou encore par une pompe à vitesse variable.

Il est connu que dans certains cas particuliers, notamment lorsque l'utilisateur n'enfonce pas correctement le pistolet distributeur dans le réservoir, la vapeur aspirée dans le circuit de récupération de vapeur s'enrichit en air, ce qui peut provoquer l'apparition d'un mélange explosif.

En outre, depuis quelques années, les constructeurs automobiles équipent certains de leurs véhicules d'organes de traitement interne des vapeurs par filtration sur charbon actif ; or, lorsqu'un véhicule ainsi équipé se présente à une pompe de distribution de carburant comportant un système de récupération de la vapeur, on se heurte également au risque de pomper des vapeurs ayant une concentration en hydrocarbures dangereuse.

Une installation de distribution de carburant du type considéré dans le cadre de l'invention est à titre d'exemple représentée sur la figure 1.

Selon cette figure, cette installation est équipée d'un pistolet
5 10 permettant la distribution du carburant liquide par un embout 11 et l'aspiration des vapeurs émises par un orifice annulaire 12.

Le carburant est stocké dans une cuve souterraine 20 et aspiré par une pompe aspirante/refoulante 30 montée dans un circuit de distribution de liquide comportant une canalisation de distribution 31
10 plongeant dans la cuve 20.

A l'extrémité opposée à la cuve 20 de cette canalisation 31, il est prévu un séparateur liquide/vapeur 35 en aval duquel le flux de carburant est canalisé dans la partie externe d'un flexible coaxial 36 puis distribué par le pistolet distributeur 10 avec un débit de liquide Q_L .

15 La quantité distribuée est déterminée à l'aide de moyens de comptage branchés sur la canalisation 31 et comportant un mesureur 40 associé à un codeur 41, un calculateur 42 et un afficheur 43 donnant le volume et le prix du carburant distribué.

Pendant la distribution, une pompe 50 montée sur une canalisation 51 permet d'aspirer les vapeurs issues du réservoir en cours de remplissage depuis l'orifice annulaire 12 du pistolet distributeur dans un circuit de récupération des vapeurs émises : ces vapeurs sont ainsi canalisées au travers de la partie centrale du flexible coaxial 36 jusqu'au séparateur liquide/vapeur 35 puis dans la canalisation de récupération de
25 vapeur 51 reliant le séparateur 35 à la cuve de stockage 20.

Par suite, la pompe 50 refoule dans la cuve 20 les vapeurs aspirées qui viennent occuper le volume exact libéré par le carburant distribué, de sorte que la pression dans la cuve de stockage 20 reste voisine de la pression atmosphérique P_A .

30 Pour assurer une efficacité de récupération des vapeurs émises voisine de 100 %, il faut, à chaque instant de la distribution que le débit de liquide Q_L soit égal au débit de vapeur Q_v .

Cette égalité est obtenue grâce à une électrovanne proportionnelle 52 montée sur la canalisation de récupération de vapeur 51 en
35 amont de la pompe 50 et pilotée par une électronique de commande 53 munie d'un microprocesseur de façon à réguler le débit Q_v .

Cette électronique de commande 53 est reliée au codeur 41 ou au calculateur 42 de façon à disposer de la valeur instantanée du débit

de liquide Q_L et transmet en réponse à l'électrovanne 52 un signal de commande d'ouverture qui est fonction de ce débit.

Le signal de commande à appliquer à l'électrovanne 52 en fonction du débit de liquide Q_L a été déterminé dans une phase de calibration préalable de l'installation et mis en mémoire dans le microproces-
5 seur notamment sous la forme d'une table.

L'efficacité de récupération $E \%$ qui est définie par le rapport $100(Q_v/Q_L)$ n'est en fait jamais parfaitement égale à 100 %.

Par suite, la cuve de stockage 20 est munie d'un évent 21 et
10 est reliée à l'atmosphère par un système de clapet bidirectionnel 22.

Ce système laisse échapper les vapeurs si la pression dans la cuve de stockage 20 est supérieure à un seuil prédéterminé, par exemple de 20 mbar à la pression atmosphérique P_A , ou à l'inverse permet à l'air de pénétrer dans la cuve de stockage si la pression au sein de celle-ci
15 est inférieure à un seuil prédéterminé, et est par exemple inférieure de 10 mbar à la pression atmosphérique.

Il est à noter qu'une telle installation peut permettre la distribution de différents types de carburants, au quel cas, il est prévu plusieurs pistolets de distribution 10 qui sont tous reliés à la même
20 électrovanne 52.

Comme il a déjà été indiqué, une telle installation est exposée à des risques d'explosion en cas d'aspiration d'un mélange détonnant constitué par de l'air renfermant 2 à 8 % d'hydrocarbures.

Différents industriels ont déjà cherché à remédier à ces in-
25 convénients en mesurant à chaque instant une caractéristique du mélange aspiré, mais aucun n'a jusqu'à présent proposé de moyens de nature à donner totale satisfaction à cet effet.

A titre d'exemple, selon le document EP-0 985 634 on a déjà proposé de mettre en œuvre des capteurs à fibres optiques spécifiques à
30 l'analyse des vapeurs ; la fiabilité de tels capteurs optiques est cependant contestable vu que les vapeurs aspirées sont souvent chargées de poussières qui viennent les encrasser et fausser les mesures.

Selon le document US-5 944 067, on a déjà proposé de détecter la teneur en hydrocarbures dans l'air aspiré en mettant en œuvre
35 des capteurs à conductivité thermique.

De tels capteurs ont cependant en général un temps de réponse trop important.

Selon le document FR-2 790 255, on a déjà proposé de mesurer la teneur en hydrocarbures dans l'air aspiré à l'aide de capteurs de densité en mettant en œuvre un processus basé sur la détermination de la vitesse du son dans les vapeurs, ce qui a l'inconvénient d'être onéreux.

5 Selon le document US-5 860 457 on a déjà proposé de mesurer la densité des vapeurs aspirées à l'aide de deux débitmètres, à savoir un débitmètre volumique et un venturi équipé d'un capteur de pression différentielle. Ce dernier capteur est particulièrement onéreux compte tenu de la faible pression différentielle mesurée ; de plus la mise
10 en parallèle de deux débitmètres rend compliquée la connaissance des débits réels et par suite celle de la densité.

Selon le document US-5 038 838, on a déjà proposé de calculer la densité absolue des vapeurs aspirées à l'aide d'une formule empirique, ce en mesurant une pression reliée à une résistance hydraulique
15 spécifique au niveau du pistolet distributeur et en considérant que le débit volumique du fluide (ou sa vitesse) est déterminé par la vitesse de rotation de la pompe d'aspiration des vapeurs qui est constituée par une pompe à vitesse variable.

Un tel procédé peut effectivement fonctionner en théorie,
20 mais non dans la pratique vu que toutes les pompes ont une fuite interne variable avec le débit, d'où il résulte que le résultat est forcément erroné.

La présente invention permet de remédier aux inconvénients des procédés susmentionnés en proposant un procédé de contrôle de la teneur en hydrocarbures de la vapeur circulant dans le système de
25 récupération de la vapeur émise dans une installation de distribution de carburant, parfaitement fiable, d'un prix de revient peu élevé, ayant un temps de réponse court et parallèlement insensible aux problèmes de sa-lissures ou de poussières issues de l'aspiration des vapeurs.

Une installation de distribution de carburant équipée conformément à l'invention d'un dispositif de détermination de la teneur en
30 hydrocarbures des vapeurs aspirées qui est constitué par l'association d'une part d'un débitmètre volumique et d'autre part d'un capteur de mesure de pression relative est à titre d'exemple représentée sur la figure 2.

Selon cette figure, le dispositif de détermination 60 de la te-
35 neur en hydrocarbures des vapeurs aspirées est branché sur la canalisation de récupération de vapeur 51 entre le séparateur liquide/vapeur 35 et l'électrovanne proportionnelle 52.

L'électronique de commande 53 est reliée au dispositif 60 et peut ainsi disposer des valeurs instantanées d'une part du débit de vapeur Q_{VLV} indiqué par le débitmètre et d'autre part de la pression relative δP indiquée par le capteur de pression relative.

5 Selon l'invention, le capteur de pression a en règle générale par construction sa référence à la pression atmosphérique P_A ; il délivre donc une information relative δP qui correspond à la différence entre la pression absolue au point de mesure et la pression atmosphérique.

10 Dans l'installation représentée sur la figure 2 vu que l'aspiration des vapeurs au niveau de l'orifice annulaire 12 du pistolet distributeur 10 se fait à la pression atmosphérique P_A , δP représente la perte de charge dans la partie du circuit de récupération de vapeur comprise entre le point d'aspiration, c'est-à-dire le pistolet distributeur 10 d'une part et le dispositif 60 d'autre part.

15 Bien entendu δP est négatif en aspiration, en effet :

$$\delta P = P - P_A \text{ et } P < P_A$$

P_A : pression atmosphérique absolue

P : pression absolue mesurée à l'entrée du débitmètre.

20 Il est à noter que les pistolets distributeurs des installations de distribution de carburant classiques sont en règle générale équipés d'un clapet branché sur le circuit de récupération de vapeur et ne s'ouvrant que lors d'une distribution de carburant.

25 Or, la présence de ce clapet empêche toute recalibration à l'air de l'installation après sa mise en service, postérieurement à l'opération de calibration à l'air préalable.

Pour permettre d'effectuer néanmoins une auto calibration ultérieure, il est avantageux conformément à l'invention d'adjoindre à l'installation deux électrovannes trois voies pilotées par l'électronique de commande.

30 Une installation ainsi équipée est à titre d'exemple représentée sur la figure 3 qui correspond à une vue partielle de la figure 2.

Selon cette figure, la canalisation de récupération de vapeur 51 est équipée de deux électrovannes trois voies 54, 56 pilotées par l'électronique de commande 53.

35 La première électrovanne 54 permet d'aspirer soit des vapeurs par l'orifice annulaire 12 du pistolet distributeur 10 soit de l'air par son entrée 55.

La seconde électrovanne 56 permet de diriger les vapeurs ou l'air aspiré(es) soit vers la cuve de stockage 20 soit vers l'atmosphère via sa sortie 57.

En fonctionnement normal, lors d'un plein, l'électronique de commande 53 pilote les électrovannes 54 et 56 de sorte que la vapeur aspirée soit conduite vers la cuve de stockage 20.

Le passage d'air entre l'entrée 55 de l'électrovanne 54 et la sortie 57 de l'électrovanne 56 n'est autorisé par l'électronique de commande 53 que lors des périodes d'autocalibration, c'est-à-dire hors période de distribution.

Les opérations d'autocalibration périodiques d'une telle installation, conformément à la première et à la seconde variante de l'invention, seront décrites ci-dessous.

Conformément à la première variante de l'invention, lors de l'étape de calibration préalable à l'air de l'installation, après avoir déterminé la valeur de la résistance à l'air R_0 de la partie du circuit de récupération de vapeur comprise entre le pistolet distributeur 10 d'une part et le dispositif de détermination 60 de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées, c'est-à-dire le capteur de pression et le débitmètre d'autre part, on fait circuler de l'air entre l'entrée 55 de la première électrovanne 54 et la sortie 57 de la seconde électrovanne 56.

On détermine ensuite de manière similaire la résistance à l'air r_0 de la partie du circuit de récupération de vapeur comprise entre la première électrovanne 54 d'une part et le dispositif de détermination 60 de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées d'autre part.

On met également cette valeur r_0 en mémoire.

Lors d'une autocalibration périodique, l'électronique de commande 53 commande la commutation des électrovannes 54 et 56 de façon à faire circuler de l'air entre l'entrée 55 de la première électrovanne 54 et la sortie 57 de la seconde électrovanne 56.

On détermine alors, toujours de manière similaire, une nouvelle valeur r'_0 de la résistance à l'air de la partie du circuit de récupération de vapeur comprise entre la première électrovanne 54 et le dispositif de détermination 60 de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées.

A partir de la valeur r'_0 on calcule une valeur réactualisée R'_0 de la résistance à l'air de la partie du circuit de récupération de vapeur

comprise entre le pistolet distributeur 10 et le dispositif de détermination 60 de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées par la formule :

$$R'_0 = R_0 \cdot \frac{r'_0}{r_0}$$

5

Après cette autocalibration, en fonctionnement normal, lors d'un plein, on réitère les mêmes opérations de manière à calculer la valeur de la résistance à la vapeur R1 de la partie du circuit de récupération de vapeur comprise entre le pistolet distributeur 10 et le dispositif de détermination 60 de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées et on déclenche un ordre ou une alarme ou on arrête l'installation lorsque l'on constate que :

$$R1 \leq kR0 \text{ ou } R1 \leq k \cdot r'_0/r_0 \cdot R0$$

15

De même, conformément à la seconde variante de l'invention, lors de l'étape de calibration préalable à l'air de l'installation, après avoir établi et enregistré la table T0 [δP , Qv] qui représente une caractéristique liée à la perte de charge à l'air dans la partie du circuit de récupération de vapeur comprise entre le pistolet distributeur 10 et le dispositif de détermination 60 de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées, on fait circuler de l'air entre l'entrée 55 de la première électrovanne 54 et la sortie 57 de la seconde électrovanne 56.

On établit ensuite de manière similaire une seconde table t0 [δp , qv] qui représente cette même caractéristique liée à la perte de charge à l'air dans la partie du circuit de récupération de vapeur comprise entre la première électrovanne 54 et le dispositif de détermination 60 de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées, et on met également ce second tableau en mémoire.

30

Lors de la première autocalibration, l'électronique de commande 53 commande la commutation des électrovannes 54 et 56 de façon à faire circuler de l'air entre l'entrée 55 de la première électrovanne 54 et la sortie 57 de la seconde électrovanne 56.

On mesure alors les valeurs du débit d'air q'v et de la pression relative $\delta p'$ et on recherche dans la table t0 [δp , qv] le débit qv tel que $qv = q'v$ de façon à déterminer un rapport :

$$\alpha = \delta p' / \delta p$$

On actualise ensuite la table T0 [δP , Q_v] en multipliant toutes les valeurs de pression par le coefficient α pour obtenir une nouvelle table T1 [αP , Q_v].

Ensuite, en fonctionnement normal, lors d'un plein, on réitère les mêmes opérations, c'est-à-dire que l'on mesure à intervalle régulier les valeurs du débit de vapeur Q_{vLU} et de la pression relative δP , on calcule le débit de vapeur réel Q_v à partir du débit de vapeur Q_{vLU} , puis pour chaque débit de vapeur Q_v on recherche dans la table T1 [$\alpha \delta P$, Q_v] la pression relative $\alpha \delta P_{air}$ correspondant au même débit d'air.

On compare ensuite les pressions relatives δP et $\alpha \delta P_{air}$ par calcul du facteur λ défini par l'équation :

$$\lambda = \frac{\delta P - \alpha \delta P_{air}}{\alpha \delta P_{air}}$$

et on déclenche un ordre ou une alarme ou on arrête l'installation lorsque l'on constate que :

$$\lambda \leq \lambda_{exp} \approx 0,063$$

Selon une autre caractéristique de l'invention, on effectue une correction de la température.

Il est en effet à noter que la température agit sur la masse volumique ρ et sur la viscosité μ des vapeurs aspirées.

Or, si, en cours de distribution, la température ambiante est très différente de celle qui régnait lors de la calibration, il est nécessaire de corriger les paramètres de référence pour l'air pour avoir une grande précision sur les valeurs de la résistance R et du rapport λ .

L'opération d'autocalibration permet de remettre ces paramètres à jour. En conséquence une autocalibration fréquente permet de s'affranchir des variations de la température ambiante.

Il peut cependant également être prévu conformément à l'invention de mesurer la température ambiante et d'effectuer des corrections en fonction de celle-ci.

Selon une autre caractéristique préférentielle de l'invention, on contrôle la teneur en hydrocarbures d'une vapeur circulant dans une installation de purge de la cuve de stockage de carburant d'une installation de distribution de carburant équipée d'un système de récupération de la vapeur émise.

Selon l'invention, une telle installation de purge comprend :

- un évent relié à l'atmosphère par un système de clapet bidirectionnel laissant échapper les vapeurs si la pression dans la cuve de stockage est supérieure à un seuil prédéterminé et permettant à l'air de pénétrer dans la cuve de stockage si la pression au sein de celle-ci est inférieure à un seuil prédéterminé,
- un circuit d'aspiration de vapeur comportant une pompe d'aspiration permettant de faire circuler la vapeur surmontant le carburant dans la cuve de stockage entre celle-ci et l'atmosphère avec un débit vapeur Q_v ,
- une électronique de commande équipée d'un microprocesseur coopérant avec des moyens de réglage du débit vapeur Q_v , et
- des organes de filtration sélectifs de l'air permettant de garantir que la vapeur rejetée à l'atmosphère par le circuit d'aspiration de vapeur soit essentiellement exempte d'hydrocarbures.

Une telle installation a pour fonction de remédier aux risques de pollution localisés au niveau de l'évent de la cuve de stockage lorsque la pression P_c dans celle-ci devient supérieure à la pression atmosphérique P_A .

Le procédé conforme à l'invention permet de contrôler le bon fonctionnement d'une telle installation.

A cet effet, selon une autre caractéristique de l'invention, on branche un dispositif de détermination de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées en aval des organes de filtration sélectifs de l'air et on déclenche un ordre ou une alarme ou on arrête l'installation lorsque l'on constate que la teneur en hydrocarbures de la vapeur rejetée à l'atmosphère par le circuit d'aspiration de vapeur est supérieure à un seuil prédéterminé.

Le procédé conforme à l'invention permet également de vérifier que la teneur en hydrocarbures dans la cuve de stockage au-dessus du carburant reste suffisante pour ne pas atteindre la limite d'explosivité.

Il est en effet envisageable que cette limite d'explosivité puisse être atteinte lorsque le circuit de récupération de vapeur n'est pas équipé d'un dispositif de détermination de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées branché directement en aval du pistolet distributeur.

A cet effet, et selon une autre caractéristique de l'invention, on branche un dispositif de détermination de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées en amont des organes de filtration sélectifs de l'air et on déclenche un ordre ou une alarme ou on arrête l'installation lorsque l'on constate que la teneur en hydrocarbures de la vapeur aspirée corres-

pondant à la teneur en hydrocarbures de la vapeur surmontant le carburant dans la cuve de stockage se situe dans une plage présentant un risque d'explosivité.

Bien entendu, dans les deux cas susmentionnés la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées peut être calculée selon les deux variantes susmentionnées du procédé conforme à l'invention.

Selon une autre caractéristique de l'invention, on équipe l'installation d'un pressostat ou d'un capteur de pression sensible à la pression de vapeur régnant dans la cuve de stockage pour déclencher une alarme lorsque cette pression est située en dehors d'une plage prédéterminée et coopérant avec la pompe d'aspiration pour commander l'arrêt ou le démarrage de cette pompe lorsque cette pression atteint des valeurs de seuil prédéterminées.

A titre d'exemple, ce pressostat ou ce capteur de pression peut permettre de :

- déclencher une première alarme si $P_C \geq P_A$,
- déclencher une seconde alarme si $P_C \leq P_A - c1$,
c1 étant une première valeur de consigne notamment égale à environ 10 mb indiquant que l'air commence à entrer dans la cuve par le clapet bidirectionnel,
- commander l'arrêt de la pompe d'aspiration si $P_C \leq P_A - c2$,
c2 étant une seconde valeur de consigne notamment d'environ 8 mb
- commander le redémarrage de la pompe d'aspiration si $P_C \geq P_A - c3$,
c3 étant une troisième valeur de consigne notamment de l'ordre de 2 mb.

Selon une autre caractéristique de l'invention, on équipe l'installation d'un capteur de pression sensible à la pression de vapeur P_C régnant dans la cuve de stockage et coopérant avec l'électronique de commande pour effectuer une correction de la valeur déterminée de la teneur en hydrocarbures de la vapeur rejetée à l'atmosphère par le circuit d'aspiration de vapeur et/ou de la vapeur surmontant le carburant dans la cuve de stockage en fonction de la différence entre la pression P_C régnant dans la cuve de stockage et la pression atmosphérique P_A .

Cette correction a pour objet de tenir compte du fait que le circuit d'aspiration de vapeur prélève la vapeur non pas à la pression atmosphérique P_A mais à la pression P_C de la cuve de stockage.

Le capteur délivre donc une information de pression relative $P_{in} = P_C - P_A$.

Dans le cas de la première variante de l'invention, la résistance R référencée à la pression atmosphérique s'écrivait :

$$R = \frac{\delta P}{Q_V^x} = \frac{P_1 - P_A}{Q_V^x}$$

P1 correspondant à la pression absolue au point de mesure.

5 En tenant compte de la correction susmentionnée, la valeur de la résistance devient :

$$R = \frac{P_1 - P_C}{Q_V^x} = \frac{[(P_1 - P_A) - (P_C - P_A)]}{Q_V^x} = \frac{\delta P - P_{in}}{Q_V^x}$$

De même, conformément à la seconde variante de l'invention, après correction, le paramètre λ est défini par l'équation :

10
$$\lambda = \frac{(\delta P - P_{in})_{vap} - (\delta P - P_{in})_{air}}{(\delta P - P_{in})_{air}}$$

Selon une autre caractéristique de l'invention, les organes de filtration sélectifs de l'air renferment deux étages de filtration.

Le premier étage de filtration comporte un premier filtre sélectif de l'air coopérant avec un clapet taré de manière à transférer le flux
15 de vapeur enrichi en air vers le second étage de filtration et à renvoyer une partie du flux enrichi en hydrocarbures vers la cuve de stockage.

Le second étage de filtration comporte quant à lui d'une part un second filtre sélectif de l'air de préférence identique au premier filtre sélectif de l'air coopérant avec un clapet anti-retour de manière à
20 transférer le flux de vapeur enrichi en air vers l'atmosphère, et d'autre part un filtre sélectif des hydrocarbures permettant de renvoyer le flux enrichi en hydrocarbures vers la cuve de stockage.

Une installation ainsi équipée est à titre d'exemple représentée sur la figure 4 qui reprend en partie les figures 2 et 3.

25 Selon cette figure, la cuve de stockage 20 est munie d'un évent 21 et est reliée à l'atmosphère par un système de clapet bidirectionnel 22.

Cette installation est équipée d'un circuit d'aspiration de vapeur comportant une pompe d'aspiration 50b permettant de faire circuler la vapeur surmontant le carburant dans la cuve de stockage 20 entre celle-ci et l'atmosphère avec un débit vapeur Q_v .
30

La pompe d'aspiration 50b peut être une pompe à vitesse fixe mais de préférence est une pompe à vitesse variable pilotée par une électronique de commande 53b munie d'un microprocesseur de façon à

permettre de faire varier le débit Q_v et ce, afin de l'ajuster aux besoins de l'installation - le débit variable pouvant aussi être obtenu à l'aide d'une vanne proportionnelle telle que 52.

La pompe 50b aspire la vapeur dans la cuve 20 par une canalisation 71a sur laquelle est branché un dispositif de détermination 60b de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées constitué par l'association d'un débitmètre volumétrique et d'un capteur de mesure de pression relative.

Cette pompe 50b alimente des organes de filtration sélectifs de l'air renfermant deux étages de filtration.

Le premier étage de filtration comporte un premier filtre sélectif de l'air 70a dont la membrane M laisse essentiellement passer l'air (99 % et 1 % d'hydrocarbures par exemple).

Le flux enrichi en air est dirigé vers le second étage de filtration par une canalisation 71b.

Une partie du flux enrichi en hydrocarbures est ramené vers la cuve de stockage 20 par une canalisation 72 sur laquelle est branché un clapet taré 80.

Ce clapet 80 maintient une surpression au-dessous de la membrane M du filtre 70a de façon à favoriser le transfert du flux filtré vers la canalisation 71b.

Au-delà de sa pression de tarage, le clapet 80 s'entrouvre et laisse passer une partie du flux enrichi en hydrocarbures vers la canalisation 72.

Le second étage de filtration est constitué de deux filtres branchés en parallèle, à savoir d'une part un second filtre sélectif de l'air 70b identique au premier filtre 70a et d'autre part un filtre 75 qui ne laisse passer que les hydrocarbures.

A la sortie du second filtre 70b la proportion d'air dans le flux s'échappant vers l'atmosphère est de l'ordre de 99,99 %.

Cet air est éjecté par une canalisation 73 sur laquelle est branchée un clapet anti-retour 81 ainsi qu'un dispositif de détermination 60c de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées qui est lui aussi constitué par l'association d'un débitmètre volumétrique et d'un capteur de mesure de pression.

Le filtre sélectif des hydrocarbures 75 est équipé d'une membrane sélective M' n'autorisant que le passage des hydrocarbures qui peuvent retourner vers la cuve de stockage 20 par la canalisation 72.

Comme représenté sur la figure 4, cette installation est également équipée d'un pressostat ou d'un capteur de pression 85 sensible à la pression de vapeur régnant dans la cuve de stockage 20.

De façon non représentée sur cette figure, l'installation peut
5 également être équipée de deux jeux d'électrovannes permettant une auto-calibration périodique de celle-ci.

REVENDICATIONS

1°) Procédé de contrôle de la teneur en hydrocarbures d'un mélange vapeur air/hydrocarbures circulant à partir d'un point d'aspiration dans une installation de distribution de carburant équipée d'un système de récupération ou d'aspiration de vapeur, cette installation comprenant :

- une cuve de stockage du carburant à distribuer,
 - un circuit de distribution de liquide comportant une pompe de distribution permettant de faire circuler le carburant avec un débit de liquide Q_L entre la cuve de stockage et le réservoir d'un véhicule,
 - un circuit de récupération ou d'aspiration de vapeur comportant une pompe de récupération ou d'aspiration permettant de faire circuler la vapeur émise lors du remplissage du réservoir entre celui-ci et la cuve de stockage avec un débit de vapeur Q_v ,
 - des moyens de comptage branchés sur le circuit de distribution de liquide et comportant un mesureur de liquide relié à un générateur d'impulsions ou codeur permettant à un calculateur d'établir le volume et le prix du carburant délivré qui apparaissent en clair sur un afficheur,
 - un pistolet distributeur relié au circuit de distribution de liquide et au circuit de récupération de vapeur et équipé d'un embout permettant de distribuer du carburant dans le réservoir d'un véhicule ainsi que d'un orifice annulaire autorisant l'aspiration des vapeurs vers la cuve de stockage, et
 - une électronique de commande équipée d'un microprocesseur connecté aux moyens de comptage de façon à disposer de la valeur instantanée du débit de liquide Q_L et coopérant avec des moyens de réglage du débit vapeur Q_v , notamment avec une électrovanne proportionnelle branchée sur le circuit d'aspiration de vapeur de façon à maintenir le débit de vapeur Q_v approximativement égal au débit de liquide Q_L ,
- procédé caractérisé en ce que
- on branche sur le circuit d'aspiration de vapeur un dispositif de détermination de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées constitué par l'association d'une part d'un débitmètre volumétrique et d'autre part d'un capteur de mesure de pression relative référencé en particulier à la pression atmosphérique P_A ,
 - on relie ce dispositif à l'électronique de commande de façon à lui permettre de disposer des valeurs instantanées d'une part du débit de vapeur Q_{vLU} indiqué par le débitmètre et d'autre part de la pression

relative δP indiquée par le capteur de pression qui représente la perte de charge dans la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point d'aspiration, d'une part et le capteur de pression et le débitmètre volumétrique d'autre part,

- 5 - on effectue une calibration préalable à l'air de l'installation de façon à déterminer une caractéristique liée à la perte de charge à l'air dans la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point d'aspiration d'une part et le capteur de pression et le débitmètre d'autre part, et on met cette caractéristique en mémoire,
- 10 - en fonctionnement normal, on mesure à intervalle régulier les valeurs du débit de vapeur Q_{VLU} et de la pression relative δP ,
- à partir du débit de vapeur Q_{VLU} on calcule le débit de vapeur réel instantané par la formule :

$$Q_V = Q_{VLU} \cdot \left(\frac{\delta P}{P_A} + 1 \right)$$

- 15 - on détermine la teneur en hydrocarbures de la vapeur circulant dans le circuit d'aspiration de vapeur en tenant compte de la masse volumique ρ et de la viscosité μ de cette vapeur que l'on déduit de la caractéristique liée à la perte de charge à l'air préalablement mise en mémoire, et
- on déclenche un ordre ou une alarme ou on arrête l'installation lorsque
- 20 l'on constate que cette teneur en hydrocarbures se situe dans une plage prédéterminée en particulier dans une plage présentant un risque d'explosivité.

2°) Procédé de contrôle de la teneur en hydrocarbures d'un mélange vapeur air/hydrocarbures circulant à partir d'un point d'aspiration dans une installation de purge de la cuve de stockage de carburant d'une installation de distribution de carburant équipée d'un système de récupération de la vapeur émise, cette installation de purge comprenant :

- un évent relié à l'atmosphère par un système de clapets directionnels
- 30 laissant échapper les vapeurs si la pression dans la cuve de stockage est supérieure à un seuil prédéterminé et permettant à l'air de pénétrer dans la cuve de stockage si la pression au sein de celle-ci est inférieure à un seuil prédéterminé,
- un circuit d'aspiration de vapeur comportant une pompe d'aspiration
- 35 ou de purge permettant de faire circuler la vapeur surmontant le carburant dans la cuve de stockage entre celle-ci et l'atmosphère avec un débit vapeur Q_v ,

- une électronique de commande équipée d'un microprocesseur coopérant avec des moyens de réglage du débit vapeur Q_v , et
- des organes de filtration sélectifs de l'air permettant de garantir que la vapeur rejetée à l'atmosphère par le circuit d'aspiration de vapeur soit

essentiellement exempte d'hydrocarbures,

procédé caractérisé en ce que

- on branche sur le circuit d'aspiration de vapeur un dispositif de détermination de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées constitué par l'association d'une part d'un débitmètre volumétrique et d'autre part d'un capteur de mesure de pression relative référencé en particulier à la pression atmosphérique P_A ,
- on relie ce dispositif à l'électronique de commande de façon à lui permettre de disposer des valeurs instantanées d'une part du débit de vapeur Q_{vLU} indiqué par le débitmètre et d'autre part de la pression relative δP indiquée par le capteur de pression qui représente la perte de charge dans la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point d'aspiration, d'une part et le capteur de pression et le débitmètre volumétrique d'autre part,
- on effectue une calibration préalable à l'air de l'installation de façon à déterminer une caractéristique liée à la perte de charge à l'air dans la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point d'aspiration d'une part et le capteur de pression et le débitmètre d'autre part, et on met cette caractéristique en mémoire,
- en fonctionnement normal, on mesure à intervalle régulier les valeurs du débit de vapeur Q_{vLU} et de la pression relative δP ,
- à partir du débit de vapeur Q_{vLU} on calcule le débit de vapeur réel instantané par la formule :

$$Q_v = Q_{vLU} \cdot \left(\frac{\delta P}{P_A} + 1 \right)$$

- on détermine la teneur en hydrocarbures de la vapeur circulant dans le circuit d'aspiration de vapeur en tenant compte de la masse volumique ρ et de la viscosité μ de cette vapeur que l'on déduit de la caractéristique liée à la perte de charge à l'air préalablement mise en mémoire, et
- on déclenche un ordre ou une alarme ou on arrête l'installation lorsque l'on constate que cette teneur en hydrocarbures se situe dans une plage prédéterminée en particulier dans une plage présentant un risque d'explosivité.

3°) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que

la caractéristique liée à la perte de charge à l'air dans la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point d'aspiration d'une part et le capteur de pression et le débitmètre d'autre part est la résistance R qui est définie par l'équation :

$$R = \frac{\delta P}{Q_V^x}$$

10 dans laquelle :

δP représente la perte de charge exprimée en Pascal

Q_V représente le débit de vapeur exprimé en m^3/s

x représente un paramètre égal à $7/4$ en théorie et à environ 1,8 dans la pratique,

15 la perte de charge δP étant par ailleurs définie par l'équation :

$$\delta P = C \left[\frac{L \cdot \rho^{3/4} \cdot Q_V^x \cdot \mu^{1/4}}{d^{19/4}} \right]$$

dans laquelle :

20 L représente la longueur de la partie de circuit considérée exprimée en mètres,

d représente le diamètre considéré comme constant de cette partie de circuit exprimé en mètre,

μ représente la viscosité de la vapeur exprimée en Pa.s

ρ représente la masse volumique de la vapeur exprimée en g/l et

25 C représente un paramètre égal à 0,2414.

4°) Procédé selon la revendication 3,

caractérisé par

la succession des étapes suivantes :

30 - on établit par calcul une table T [Q_V , Q_V^x] dans laquelle on associe une valeur Q_V^x à différents débits de vapeur Q_V compris entre 0 et Q_{VMAX} , et on met cette table en mémoire,

35 - lors de l'étape de calibration préalable à l'air de l'installation on actionne la pompe d'aspiration et on commande les moyens de réglage de façon à obtenir plusieurs débits de vapeur Q_V différents,

- on mesure la pression relative δP correspondant à ces débits de vapeur Q_v et on en déduit pour chacun, à partir de la table T [Q_v , Q_v^*] une valeur de la résistance à l'air R de la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point d'aspiration d'une part et le capteur de pression et le débitmètre d'autre part,
- on effectue la moyenne R_0 des différentes valeurs R ainsi obtenues et on met celle-ci en mémoire,
- en fonctionnement normal, on mesure à intervalle régulier les valeurs du débit de vapeur Q_{vLU} et de la pression relative δP ,
- à partir du débit de vapeur Q_{vLU} on calcule le débit de vapeur réel Q_v par la formule :

$$Q_v = Q_{vLU} \left(\frac{\delta P}{P_A} + 1 \right)$$

- on en déduit la valeur Q_v^* à partir de la table T [Q_v , Q_v^*],
- on calcule la valeur de la résistance à la vapeur R1 de la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point d'aspiration d'une part et le capteur de pression et le débitmètre d'autre part,
- on compare la résistance à la vapeur R1 à la résistance à l'air R_0 , et
- on déclenche un ordre ou une alarme ou on arrête l'installation lorsque le rapport $R1/R_0$ se situe dans une plage prédéterminée, en particulier lorsque l'on constate que :

$$R1 \leq k R_0$$

k étant un paramètre permettant de prendre en compte la limite supérieure d'explosivité qui correspond à une vapeur V_{exp} ayant une teneur de 8 % en hydrocarbures et étant défini par l'équation :

$$k = \left(\frac{\rho_{V_{exp}}}{\rho_{air}} \right)^{3/4} \cdot \left(\frac{\mu_{V_{exp}}}{\mu_{air}} \right)^{1/4} \approx 1,063$$

5°) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé par la succession des étapes suivantes :

- lors de l'étape de calibration préalable à l'air de l'installation, on actionne la pompe d'aspiration et on actionne pas à pas les moyens de réglage de façon à faire varier le débit d'air circulant dans le circuit d'aspiration de vapeur,
- 5 - à chaque pas, on mesure les valeurs du débit de vapeur Q_{VLU} et de la pression relative δP ,
- à partir du débit de vapeur Q_{VLU} on calcule le débit de vapeur réel Q_V par la formule :

$$10 \quad Q_V = Q_{VLU} \left(\frac{\delta P}{P_a} + 1 \right)$$

- on établit une table T0 [δP , Q_V] qui représente la caractéristique liée à la perte de charge à l'air dans la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point d'aspiration d'une part et le capteur de pression et le débitmètre d'autre part et on met cette table T0 [δP , Q_V]
- 15 - en mémoire,
- en fonctionnement normal, on mesure à intervalle régulier les valeurs du débit de vapeur Q_{VLU} et de la pression relative δP ,
- à partir du débit de vapeur Q_{VLU} on calcule le débit de vapeur réel Q_V par la formule :

$$20 \quad Q_V = Q_{VLU} \left(\frac{\delta P}{P_A} + 1 \right)$$

- pour chaque débit de vapeur Q_V on recherche dans la table T0 [δP , Q_V] la pression relative δP_{air} correspondant au même débit d'air,
- 25 - on compare les pressions relatives δP et δP_{air} par calcul d'un facteur λ défini par l'équation :

$$\lambda = \frac{\delta P - \delta P_{air}}{\delta P_{air}}$$

- la pression relative δP qui correspond à la perte de charge dans la partie
- 30 du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point d'aspiration d'une part et le capteur de pression et le débitmètre d'autre part étant par ailleurs définie par l'équation :

$$\delta P = C \left[\frac{L \cdot \rho^{3/4} \cdot Q_V^x \cdot \mu^{1/4}}{d^{19/4}} \right]$$

dans laquelle, si δP est exprimé en Pascal,

L représente la longueur de la partie de circuit considérée exprimée en m,

5 d représente le diamètre considéré comme constant de cette partie de circuit, exprimé en m,

μ représente la viscosité de la vapeur exprimé en Pa.s,

ρ représente la masse volumique de la vapeur exprimée en g/l,

C représente un paramètre égal à 0,2414,

10 Q_V représente le débit de vapeur exprimé en m^3/s , et

x représente un paramètre égal à $7/4$ en théorie et à environ 1,8 dans la pratique,

et le facteur λ étant par suite également défini par l'équation :

$$15 \quad \lambda = \frac{\left(\rho^{3/4} \cdot \mu^{1/4} \right)_{\text{vapeur}}}{\left(\rho^{3/4} \cdot \mu^{1/4} \right)_{\text{air}}} - 1$$

- et on déclenche un ordre ou une alarme ou on arrête l'installation lorsque l'on constate que λ se situe dans une plage prédéterminée en particulier lorsque l'on constate que :

$$20 \quad \lambda \leq \lambda_{\text{exp}} \approx 0,063$$

λ_{exp} étant la valeur de λ correspondant à une vapeur V_{exp} ayant une teneur de 8 % en hydrocarbures correspondant à la limite supérieure d'explosivité.

25 6°) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que

l'on effectue une auto calibration périodique à l'air de l'installation de façon à mettre à jour la caractéristique liée à la perte de charge à l'air dans la partie du circuit d'aspiration de vapeur comprise entre le point
30 d'aspiration d'une part et le capteur de pression et le débitmètre d'autre part.

7°) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que

l'on effectue une correction des effets de la température.

8°) Procédé selon la revendication 6,
caractérisé en ce que

5 l'on effectue des autocalibrations à l'air répétées avec une fréquence suffisante pour s'affranchir de la correction de température et du capteur associé.

9°) Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 8,
caractérisé en ce que

10 l'on branche un dispositif de détermination de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées en aval des organes de filtration sélectifs de l'air et on déclenche un ordre ou une alarme ou on arrête l'installation lorsque l'on constate que la teneur en hydrocarbures de la vapeur rejetée à
15 l'atmosphère par le circuit d'aspiration de vapeur est supérieure à un seuil prédéterminé.

10°) Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 9,
caractérisé en ce que

20 l'on branche un dispositif de détermination de la teneur en hydrocarbures des vapeurs aspirées en amont des organes de filtration sélectifs de l'air et on déclenche un ordre ou une alarme ou on arrête l'installation lorsque l'on constate que la teneur en hydrocarbures de la vapeur aspirée, correspondant à la teneur en hydrocarbures de la vapeur surmontant le carburant dans la cuve de stockage se situe dans une plage présentant un
25 risque d'explosivité.

11°) Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 10,
caractérisé en ce que

30 l'on équipe l'installation d'un pressostat ou d'un capteur de pression sensible à la pression régnant dans la cuve de stockage pour déclencher une alarme lorsque cette pression est située en dehors d'une plage prédéterminée et coopérant avec la pompe d'aspiration ou de purge pour commander l'arrêt ou le démarrage de cette pompe lorsque cette pression atteint
35 des valeurs de seuil prédéterminées.

12°) Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 11,
caractérisé en ce que

l'on équipe l'installation d'un capteur de pression sensible à la pression régnant dans la cuve de stockage et coopérant avec l'électronique de commande pour effectuer une correction du facteur λ ou de la résistance R et par suite de la valeur déterminée de la teneur en hydrocarbures de la
5 vapeur rejetée à l'atmosphère par le circuit d'aspiration de vapeur et/ou de la vapeur surmontant le carburant dans la cuve de stockage en fonction de la différence entre la pression régnant dans la cuve de stockage et la pression atmosphérique.

- 10 13*) Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 12, caractérisé en ce que
les organes de filtration sélectifs de l'air renferment deux étages de filtration, le premier étage de filtration comportant un premier filtre sélectif de l'air coopérant avec un clapet taré de manière à transférer le flux de va-
15 peur enrichi en air vers le second étage de filtration et à renvoyer une partie du flux enrichi en hydrocarbures vers la cuve de stockage, et le second étage de filtration comportant d'une part un second filtre sélectif de l'air de préférence identique au premier filtre sélectif de l'air coopérant avec un clapet anti-retour de manière à transférer le flux de vapeur enri-
20 chi en air vers l'atmosphère et d'autre part un filtre sélectif des hydrocarbures permettant de renvoyer le flux enrichi en hydrocarbures vers la cuve de stockage.

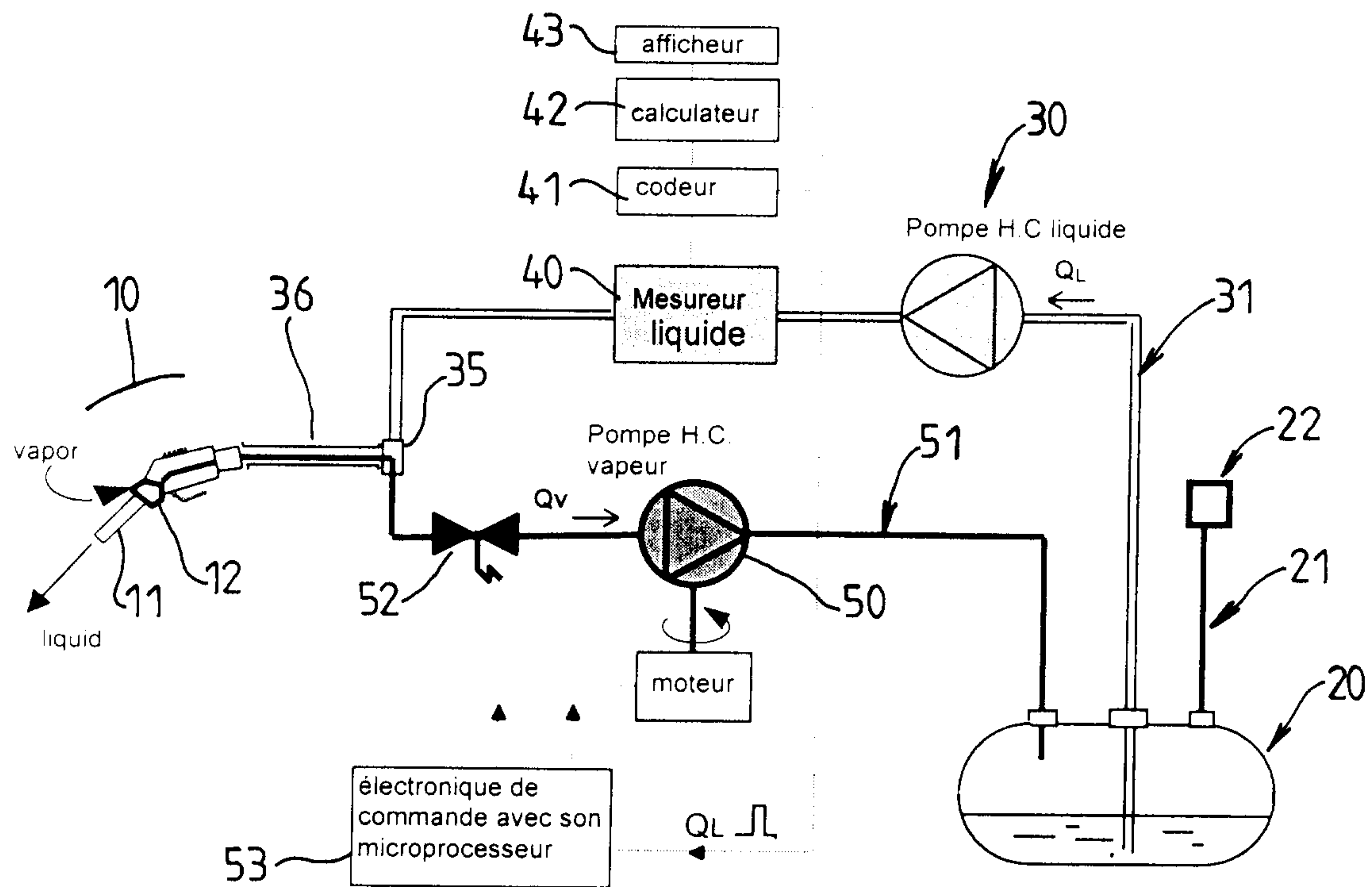


FIG.1

(TECHNIQUE ANTERIEURE)

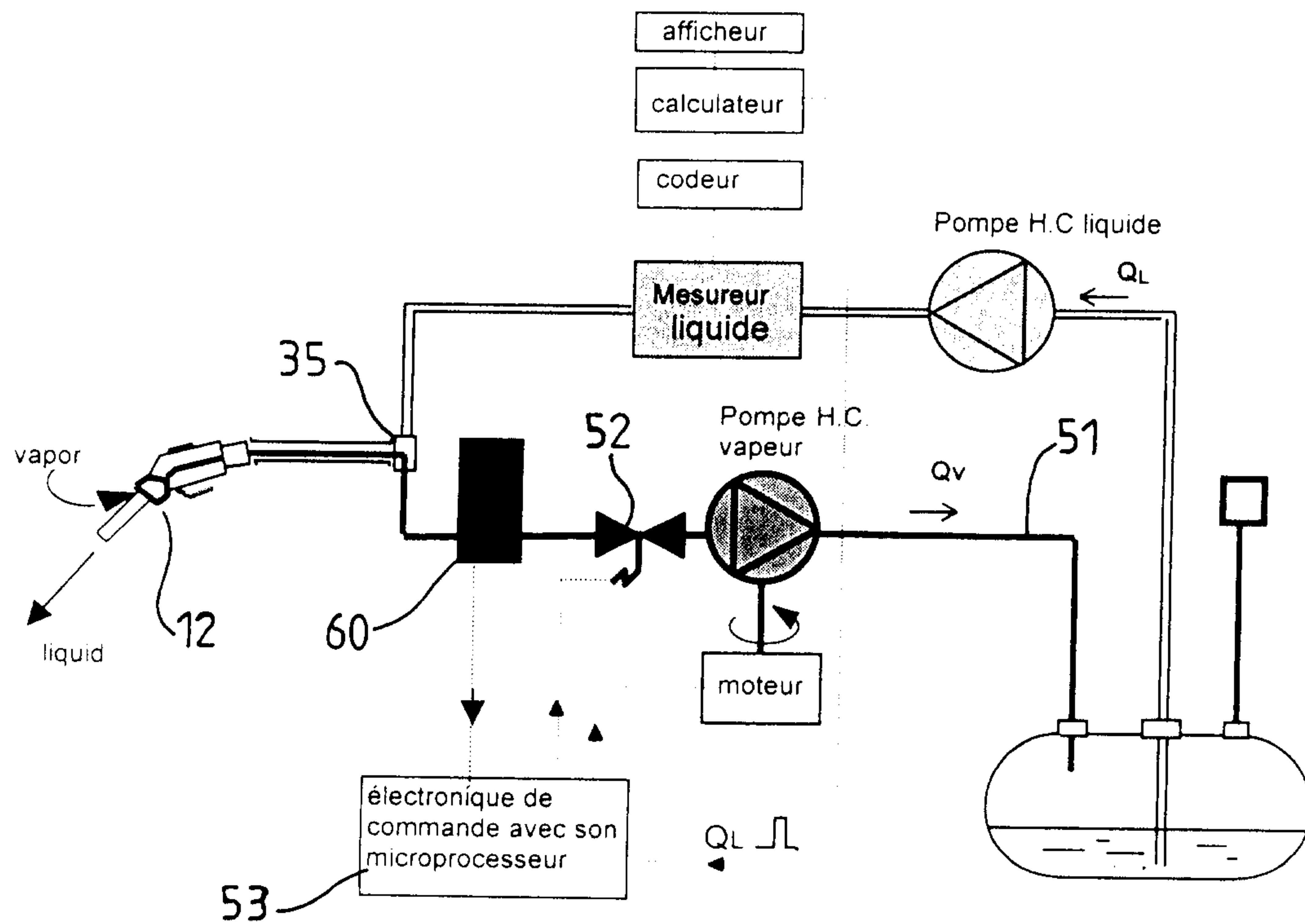


FIG.2

