Office de la Propriété Intellectuelle du Canada
Un organisme d'Industrie Canada

Canadian Intellectual Property Office
An agency of Industry Canada

CA 2635970 C 2015/03/31

(11)(21) 2 635 970

(12) BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT

(13) C

(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2006/12/13
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2007/07/12
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2015/03/31
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2008/07/02
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2006/051338
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2007/077376
(30) Priorité/Priority: 2006/01/06 (FR0650053)

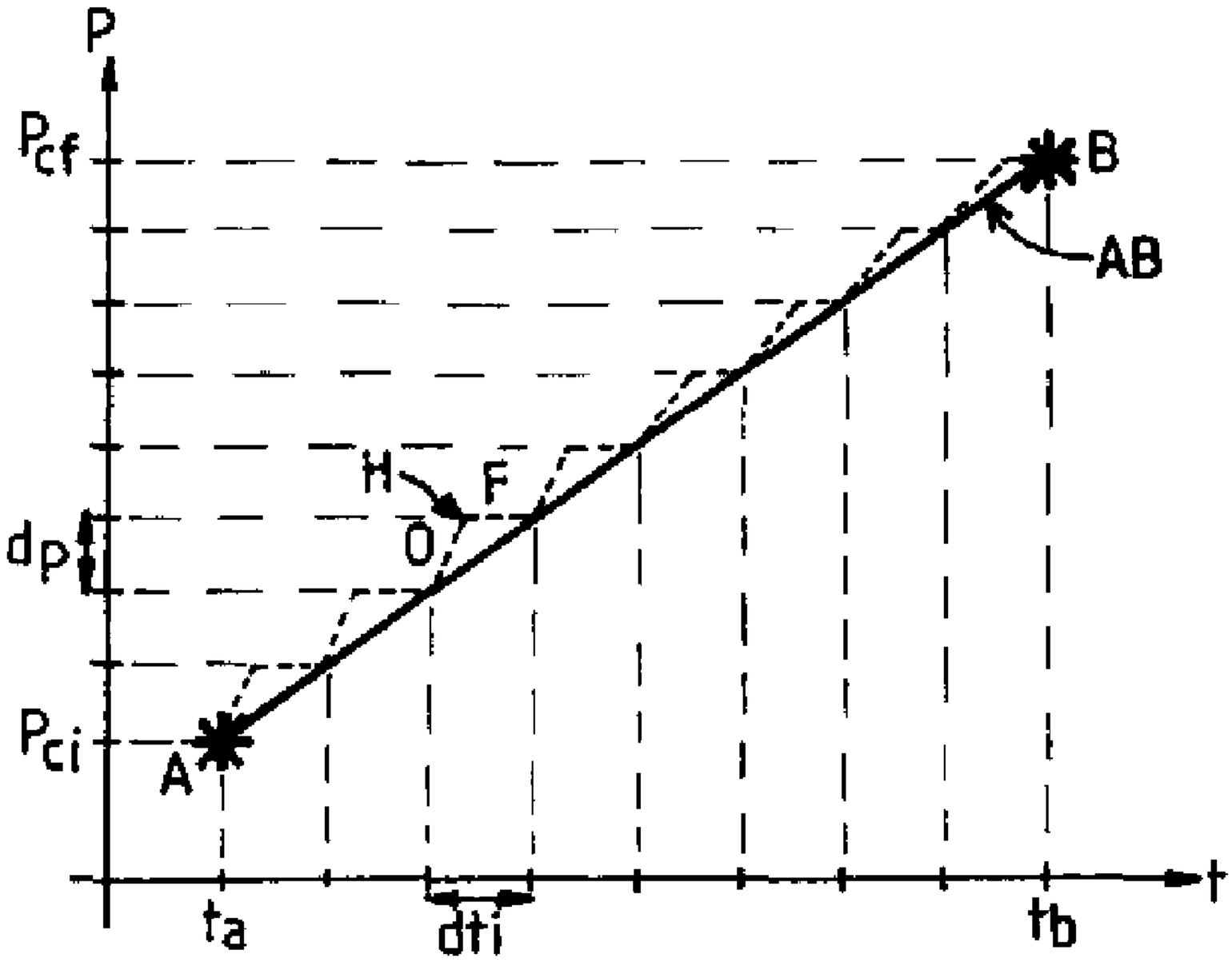
(51) Cl.Int./Int.Cl. *F17C 5/06* (2006.01), *F17C 13/02* (2006.01), *F17C 5/00* (2006.01), *F17C 7/00* (2006.01)

(72) Inventeurs/Inventors:
ALLIDIERES, LAURENT, FR;
PREGASSAME, JAYA-SITRA, FR;
CHARBONNEAU, THOMAS, FR

(73) Propriétaire/Owner:
L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE, FR

(74) Agent: NORTON ROSE FULBRIGHT CANADA LLP/S.E.N.C.R.L., S.R.L.

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF DE REMPLISSAGE DE CONTENEURS DE GAZ SOUS PRESSION
(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR FILLING PRESSURE GAS CONTAINERS



(57) Abrégé/Abstract:
Procédé de remplissage d'un conteneur (1) de gaz sous pression, à partir d'une source (2) de gaz à une pression (Psh) dite «haute», pendant une durée de remplissage prédéterminée (Dab) choisie ou calculée avant remplissage et à une température déterminée (T), dans lequel une liaison formant un passage (3) fluidique est réalisée entre la source (2) et le conteneur (1), et dans lequel une pluralité de séquences d'ouverture (O) et de fermeture (F) du passage sont réalisées pendant des sous-intervalles de temps (dti) prédéterminés de la durée de remplissage (Dab) prédéterminé, la courbe (C1, C2) de pression instantanée (Pci) dans le conteneur (1) en fonction du temps (t) épouse la droite (AB) théorique reliant les pression avant (Pci) et après (Pcf) remplissage durant la durée (Dab) de remplissage, la durée de remplissage (Dab) prédéterminée étant subdivisée en un nombre de sous-intervalles de temps (dti) compris entre deux et plusieurs centaines ayant des durées respectives déterminées, de préférence comprises entre 5 secondes et 20 secondes.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
12 juillet 2007 (12.07.2007)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2007/077376 A3

(51) Classification internationale des brevets :
F17C 5/06 (2006.01) *F17C 7/00* (2006.01)
F17C 5/00 (2006.01) *F17C 13/02* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2006/051338

(22) Date de dépôt international :
13 décembre 2006 (13.12.2006)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0650053 6 janvier 2006 (06.01.2006) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EYPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE** [FR/FR]; 75, quai d'Orsay, F-75007 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **ALLIDIERES, Laurent** [FR/FR]; 37, lotissement Les Bartavelles, F-38410 Saint Martin d'Uriage (FR). **PREGASSAME, Jaya-Sitra** [FR/FR]; 149, rue Raymond Losserand, F-75014 Paris (FR). **CHARBONNEAU, Thomas** [FR/FR]; 554, route du Camet, F-38500 Coublevie (FR).

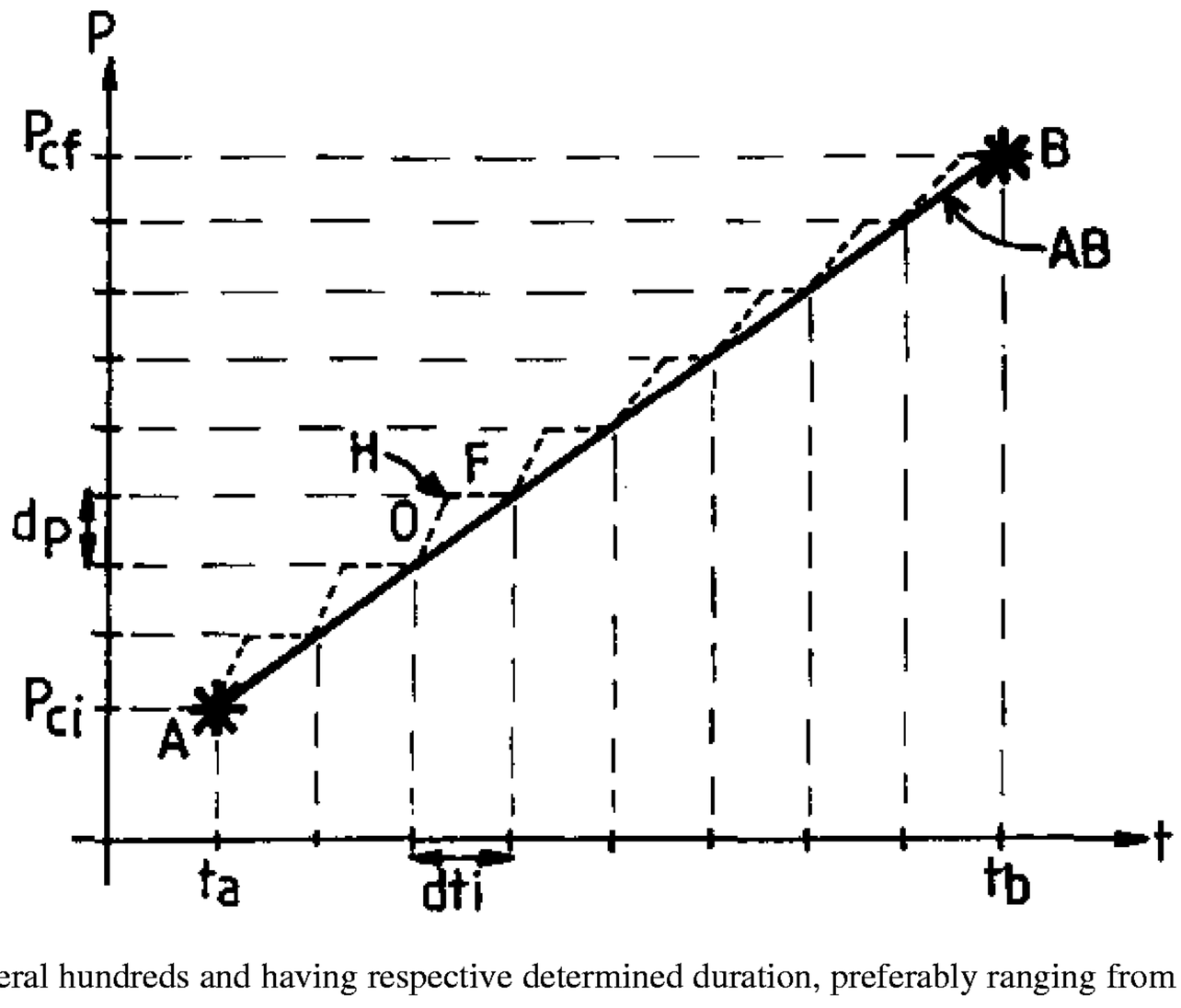
(74) Mandataire : **DE CUENCA, Emmanuel**; L'Air Liquide SA, 75, quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AT,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR FILLING PRESSURE GAS CONTAINERS

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF DE REMPLISSAGE DE CONTENEURS DE GAZ SOUS PRESSION



(57) Abstract: The inventive method for filling a pressure gas container (1) from a gas source (2) pressure with a high pressure (Phs) for a predetermined filling time (Dab) selected or calculated prior to filling and at a determined temperature (T) consists in forming a connection in the form of a fluid passage (3) between the source (2) and container (1), in carrying out a plurality of the passage opening (O)-closing (F) sequences during predetermined sub-intervals (dti) of the predetermined filling time (Dab), wherein the curve (C1, C2) of a current pressure (Pci) in the container (1) follows, according to a time (t), a theoretical straight line (AB) linking the pressure measured prior to filling (Pci) and after (Psf) thereof during the filling time (Dab), the predetermined filling time (Dab) is subdivided into a number of the time sub-intervals (dti) ranging from two to several hundreds and having respective determined duration, preferably ranging from 5 and 20 seconds.

(57) Abrégé : Procédé de remplissage d'un conteneur (1) de gaz sous pression, à partir d'une source (2) de gaz à une pression (Psh) dite «haute», pendant une durée de remplissage prédéterminée (Dab) choisie ou calculée avant remplissage et à une température déterminée (T), dans lequel une liaison formant un passage (3) fluidique est réalisée entre la source (2) et le conteneur (1), et dans lequel une pluralité de séquences d'ouverture (O) et de fermeture (F) du passage sont réalisées pendant des sous-intervalles de temps (dti) prédéterminés de la durée de remplissage (Dab) prédéterminé, la courbe (C1, C2) de pression instantanée (Pci) dans le conteneur (1) en fonction du temps (t) épouse la droite (AB) théorique reliant les pression avant (Pci) et après (Pcf) remplissage durant la durée (Dab) de remplissage, la durée de remplissage (Dab) prédéterminée étant subdivisée en un nombre de sous-intervalles de temps (dti) compris entre deux et plusieurs centaines ayant des durées respectives

[Suite sur la page suivante]

WO 2007/077376 A3

WO 2007/077376 A3

AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* **:** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

(88) Date de publication du rapport de recherche internationale: 25 octobre 2007

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

déterminées, de préférence comprises entre 5 secondes et 20 secondes.

Procédé et dispositif de remplissage de conteneurs de gaz sous pression

La présente invention concerne un procédé et un dispositif de remplissage de conteneurs de gaz sous pression.

L'invention concerne notamment un procédé et un dispositif de remplissage de conteneurs tels que des bouteilles ou réservoirs de gaz sous pression.

Le remplissage de capacités haute pression, par exemple à bord de véhicules fonctionnant à l'hydrogène gazeux, doit être effectué de la manière la plus rapide possible pour diminuer la durée d'immobilisation des véhicules.

Les pressions finales d'utilisation de ces capacités ou réservoirs sont généralement comprises entre 350 et 700 bar environ.

Du fait de la nature quasi adiabatique de la compression du gaz dans les réservoirs et des pressions finales importantes, la température du gaz à l'intérieur des réservoirs s'élève rapidement et est susceptible d'endommager la structure composite des réservoirs.

Il est donc important de limiter cette température d'échauffement à la température de calcul du réservoir, c'est à dire une température maximale admissible (en général de l'ordre de 85°C).

Pour contrôler cette température de remplissage, une solution connue consiste à interrompre le remplissage en cas de surchauffe.

Une autre solution consiste à contrôler le débit de remplissage de façon que ce dernier reste inférieur à un débit qui pourrait engendrer une surchauffe trop importante.

Ces deux méthodes connues nécessitent un contrôle de débit de gaz alimentant le réservoir et donc l'utilisation d'une vanne de contrôle haute pression qui est très coûteuse.

Dans ces solutions connues, un premier mode de réalisation consiste à contrôler le débit de gaz directement en amont ou en aval de la vanne de contrôle.

Un second mode de réalisation n'utilisant pas de débitmètre consiste à contrôler le taux de montée en pression en aval de la vanne de contrôle (le taux de montée en pression étant la dérivée de la pression en aval de la vanne par rapport au temps).

Le remplissage est en général réalisé à partir d'une réserve de gaz sous pression. Ainsi, dans ces solutions de l'art antérieur, à mesure que la pression augmente dans le réservoir à remplir (en aval de la vanne), la pression dans la source diminue. La dynamique de contrôle de la vanne est donc très importante car elle doit contrôler un débit ou une montée en pression constante alors que ni la pression amont de la vanne ni la pression aval de la vanne ne sont constantes. Les boucles de contrôle de la vanne nécessitent donc un temps de réglage relativement important ainsi qu'une vanne de contrôle ayant une grande dynamique d'ouverture/fermeture. Un mauvais réglage de la boucle de contrôle de la vanne soit ne permet pas d'atteindre l'objectif de pression en fin de remplissage soit provoque une surchauffe du réservoir si l'objectif de pression est atteint avant la durée de remplissage prévue.

Un but de l'invention est de proposer un procédé de remplissage d'un conteneur de gaz sous pression, palliant tout ou partie des inconvénients de l'art antérieur.

Ce but est atteint par le procédé de remplissage d'un conteneur de gaz sous pression, notamment d'une bouteille ou d'un réservoir, à partir d'une source de gaz à une pression dite « haute », comportant une étape de choix ou calcul d'une durée de remplissage prédéterminée pour le réservoir à une température déterminée avant remplissage, le conteneur ayant une pression interne initiale avant remplissage déterminée et une pression finale après remplissage prédéterminée, la durée de remplissage prédéterminée étant divisée en des sous-intervalles de temps prédéterminés, et une étape de réalisation d'une pluralité de séquences d'ouverture et de fermeture d'un passage fluidique entre la source et le conteneur pendant les sous-intervalles de temps prédéterminés, lesdits sous-intervalles de temps et les séquences d'ouverture et de fermeture correspondantes étant dimensionnés de façon que, pendant la durée de remplissage prédéterminée, une courbe de pression instantanée dans le conteneur en fonction du temps épouse une droite théorique reliant les pression avant et après remplissage.

Dans un aspect particulier, le nombre de sous-intervalles de temps est compris entre deux et plusieurs centaines, ayant des durées respectives déterminées, de préférence comprises entre 5 secondes et 20 secondes.

Par ailleurs, l'invention peut comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- les extrémités de la courbe de pression instantanée dans le conteneur en fonction du temps sont sensiblement confondues avec respectivement les extrémités de la droite théorique reliant les pressions avant et après remplissage,

- le procédé comporte, durant chaque sous-intervalles de temps, une première étape d'ouverture du passage à partir du début du sous-intervalles de temps, suivie d'une seconde étape de fermeture du passage à partir de l'instant où la pression dans instantanée dans le conteneur atteint une valeur déterminée au moins voisine et de préférence égale à la valeur de pression donnée par la droite théorique à cet instant de remplissage, et en ce que le passage est maintenu fermé jusqu'à la fin du sous-intervalles de temps,

- les sous-intervalles de temps et les séquences d'ouverture et de fermeture correspondantes sont dimensionnés de façon que, sensiblement à tout instant de remplissage donné au cours de la durée de remplissage, la courbe de pression instantanée dans le conteneur en fonction du temps s'écarte de la droite théorique d'une valeur de pression inférieure à 30 bar et de préférence inférieure à 10 bar ou inférieure à 20% et de préférence inférieure à 5% de la valeur de pression donnée par la droite à cet instant de remplissage,

- la durée de remplissage est subdivisée en un nombre de sous-intervalles de temps compris entre deux et plusieurs centaines ayant des durées respectives déterminées, de préférence comprises entre 5 secondes et 20 secondes,

- le remplissage est piloté uniquement à l'aide de la pression instantanée dans le conteneur,

- la température ambiante et la pression initiale dans le conteneur sont mesurées avant le remplissage,

- la pression finale de remplissage est calculée en fonction de d'une durée de remplissage souhaitée,

- le remplissage du conteneur est réalisé à une température calculée en fonction de la pression interne initiale, de la température ambiante et de la pression finale après remplissage, la température de remplissage calculée pouvant être inférieure à la température ambiante.

Selon une autre particularité, le procédé comporte :

- une étape de détermination de la température ambiante de remplissage,

- une étape de détermination de la pression interne initiale du conteneur avant remplissage,

- une étape de sélection d'une quantité de gaz à introduire dans le conteneur au cours du remplissage et/ou une étape de sélection d'une durée de remplissage maximale autorisée,

- une étape de calcul de la pression finale après remplissage dans le conteneur en fonction de la température ambiante de remplissage, de la pression interne initiale dans le conteneur et de la quantité de gaz à introduire et/ou de la durée maximale autorisée,

- une étape de détermination de la durée de remplissage avant remplissage, en fonction de la température ambiante de remplissage, de la pression interne initiale dans le conteneur et de la quantité de gaz à introduire et/ou de la durée de remplissage maximale autorisée,

- la pression finale après remplissage dans le conteneur est calculée pour correspondre à la plus sévère des deux conditions suivantes : capacité nominale de remplissage du conteneur ou la température de calcul du conteneur,

- les séquences d'ouverture et de fermeture sont réalisées par un organe du type vanne à fonctionnement « tout ou rien », sans contrôle de débit ou de température,

- les séquences d'ouverture et de fermeture sont commandées uniquement en fonction de la mesure de pression au sein d'une conduite de remplissage reliant la source au conteneur.

Un autre but de l'invention est de proposer un dispositif de remplissage d'un conteneur de gaz sous pression de mise en œuvre du procédé.

Le dispositif de remplissage de conteneurs de gaz sous pression de mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des caractéristiques précédentes, comprend une source de gaz à une pression dite « haute », des moyens de mesure de la température ambiante de remplissage, des moyens aptes à être connectés à un conteneur pour former un passage fluidique entre la source et le conteneur, des moyens formant vanne sur le passage, des moyens de détermination de la pression instantanée dans le conteneur, des moyens de traitement de données et de commande reliés : aux moyens formant vanne, aux

moyens de détermination de la pression instantanée et aux moyens de mesure de la température ambiante ; les moyens de traitement de données et de commande calculant ou recevant des consignes relatives à une durée de remplissage déterminée et une pression finale du conteneur après remplissage, de façon à piloter l'ouverture et la fermeture des moyens formant vanne, dans lequel, pour un conteneur à remplir, les moyens formant vanne étant pilotés de façon à réaliser une pluralité de séquences d'ouverture et de fermeture du passage pendant des sous-intervalles de temps déterminées de la durée de remplissage, lesdits sous-intervalles de temps et les séquences d'ouverture et de fermeture correspondantes étant dimensionnés de façon que, pendant la durée de remplissage, la courbe de pression instantanée dans le conteneur en fonction du temps épouse globalement la droite théorique reliant les pressions avant et après remplissage durant la durée de remplissage, les moyens formant vanne comportant une première vanne de type tout ou rien, par exemple à commande automatique.

Selon d'autres particularités possibles :

- les moyens de détermination de la pression instantanée dans le conteneur comportent un capteur de pression mesurant la pression en aval des moyens formant vanne,

- les moyens formant vanne comportent une seconde vanne située en aval de la première vanne telle qu'une vanne de type micrométrique de régulation de débit,

- le dispositif comporte sur le passage au moins l'un des moyens suivants : un système de soupape de protection, un système de décompression,

- le passage comporte un conduit destiné à être raccordée à un orifice d'un conteneur et pourvu de moyens anti-arrachement et de moyens de raccord apte à être connectés à des moyens de raccord conjugués d'un conteneur.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description ci-après, faite en référence aux figures, dans lesquelles :

- la figure 1 représente une vue schématique illustrant la structure et le fonctionnement d'un système de remplissage selon un exemple de réalisation de l'invention,

- les figures 2 et 3 représentent de façon schématique plusieurs exemples de courbes de variation de la pression d'un conteneur en fonction du temps lors de divers remplissages.

Le dispositif ou station de remplissage de conteneurs de gaz sous pression illustrée à la figure 1 comprend une source 2 de gaz sous pression comportant, par exemple, une ou plusieurs capacité ou bouteilles stockant le gaz à une pression de l'ordre par exemple de 700 bar. La source contient par exemple de l'hydrogène gazeux destiné à remplir des réservoirs 1 de véhicules 20. Une sortie de la source 2 de gaz est reliée à un conduit 11 de remplissage comprenant une première vanne 4 de contrôle de débit ayant une section d'ouverture relativement importante (ayant un diamètre de passage de l'ordre par exemple de 5 à 10mm). En aval de la première vanne 4, le conduit 11 de remplissage comporte en série une seconde vanne 6 de réglage de débit pour générer une perte de charge déterminée en aval de la première vanne 4. Bien entendu, les deux vannes 4 et 6 en série pourraient être remplacée par une unique vanne, par exemple pneumatique ayant une ouverture (débit) et un système d'ouverture/fermeture appropriés.

En aval de la seconde vanne 6, la station de remplissage comprend un capteur 5 ou transmetteur de pression relié à des moyens 6 de commande de la première vanne 4. Les moyens de commande 6 de la vanne 4 peuvent recevoir également d'autres informations, telles que la température ambiante T à laquelle s'effectue le remplissage. La conduite 11 de remplissage comporte ensuite une soupape 7 de protection en cas de surpression dans la conduite et une vanne 8 permettant la décompression de la conduite 11. En aval, la conduite 11 comprend de préférence un système 9 anti-arrachement relié à un flexible 12 dont l'extrémité comporte un connecteur 1 destiné à coopérer directement avec un réservoir 1 à remplir ou avec un circuit d'un réservoir 1 à remplir tel que celui d'un véhicule 20.

Un exemple de remplissage peut se dérouler comme suit. Avant d'effectuer le remplissage, la station de remplissage peut déterminer automatiquement la pression initiale Pci dans le réservoir 1 du véhicule 20 au moyen de la mesure de pression réalisée par le capteur 5 de pression et de la mesure de température T ambiante de remplissage. En fonction de ces paramètres et éventuellement d'autres paramètres de remplissage tels qu'une durée de remplissage souhaitée

et/ou d'une quantité de gaz souhaitée, la station peut calculer automatiquement (moyens de traitement de données 6 par exemple) une pression finale Pcf à atteindre au sein du réservoir 1 ainsi que la durée Dab correspondante du remplissage.

Ainsi, et comme représenté aux figures 2 et 3, le système peut définir pour le réservoir 1 un point de départ A avec une pression initiale Pci à un instant de départ ta et un point d'arrivé B avec une pression finale Pcf à un instant ultérieur tb (durée de remplissage Dab= tb-ta). Idéalement, la courbe de remplissage peut suivre la droite théorique AB reliant les deux points de départ A et d'arrivée B.

Selon une caractéristique particulièrement avantageuse, le contrôle de la première vanne 4 est réalisé en réalisant une succession d'ouvertures O et de fermetures F successives, la seconde vanne 6 restant ouverte.

Le contrôle de la première vanne 4 est réalisé de préférence en discrétisant la durée Dab de remplissage prévue en plusieurs sous-intervalles ayant chacun une durée plus réduite, de l'ordre par exemple de 5 à 20 secondes (cf. figure 2). Les sous-intervalles de temps dti peuvent avoir des durées égales ou distinctes.

Pour chaque sous-intervalle de temps dti, les moyens de commande 6 calculent une différence de pression dp (cf. figure 2) correspondant à l'augmentation de pression qui serait réalisée par la droite AB théorique. La première vanne 4 de contrôle est ouverte O en début de chaque sous-intervalle de temps dti et reste ouverte jusqu'à ce que ce différentiel de pression (augmentation dp) soit atteint (cf. figure 2). La première vanne 4 est refermée F lorsque ce différentiel de pression dp est atteint (point H, cf. figure 2), ou au moins lorsqu'une valeur proche de celui-ci est atteinte (supérieure ou inférieure).

La seconde vanne 6 est de préférence à réglage micro-métrique et son débit est réglé pour permettre de s'assurer de la fermeture de la première vanne 4 à la fin de chaque sous-intervalle de temps dti. Ce réglage est effectué lors de la mise en œuvre de la station en effectuant un remplissage complet d'un réservoir vide de manière à ce que la vanne se ferme lors de tous les intervalles dti, en particulier à la fin du remplissage. Dans l'exemple non limitatif de la figure 2, la différence de pression (Pcf-Pci) entre les points de départ A (ta) et d'arrivée B (tb) est discrétisée en huit sous-intervalles de temps dti égaux ayant chacun une durée de Dab=(tb-ta)/8 et un différentiel de pression DP=(Pcf-Pci)/8.

Ainsi, au début de chaque sous-intervalle de temps dti, la première vanne 4 est ouverte (étape O) puis refermée dès que la « pression objectif » dpi est atteinte (point H). Ensuite, la vanne 4 reste fermée jusqu'à la fin du sous-intervalle de temps.

De cette façon, la vanne 4 qui permet de contrôler le remplissage du réservoir 1 peut être une vanne automatique de type tout ou rien, ce qui permet de s'affranchir d'une vanne de contrôle de débit haute pression coûteuse, fragile et peu fiable. La demanderesse a constaté que le résultat d'un tel remplissage est identique à celui réalisé via un contrôle par une vanne de contrôle.

En effet, la demanderesse a constaté que, pour rejoindre le point de remplissage final B à partir du point de départ A, qu'elle que soit le « chemin » emprunté par la courbe de pression P en fonction du temps t, la température finale dans le réservoir sera sensiblement la même et donc la quantité de gaz transférée sera sensiblement la même. Ainsi, comme représenté à la figure 3, pour un même temps de remplissage Dab, pour les deux courbes C1 et C2 sensiblement proches de la droite théorique AB, le résultat du remplissage sera sensiblement identique en terme de température finale dans le réservoir et de quantité de gaz transférée.

Selon l'invention il n'est donc pas nécessaire de prévoir un transfert ou une communication d'information (pression ou température) avec le véhicule. En effet, la mesure de pression sur la conduite 11 de remplissage de la station suffit.

Ce mode de remplissage par pulsations permet en outre d'homogénéiser la température à l 'intérieur du réservoir rempli et évite les échauffements locaux et autres phénomènes de stratification de la température. Dans le cas où le gaz de remplissage est un mélange, l'invention permet une meilleure homogénéisation du mélange.

De préférence, les exigences de remplissage des réservoirs sont satisfaites en calculant une pression finale Pcf correspondant à la plus sévère des deux conditions suivantes : « capacité nominale de remplissage » ou « température de calcul du réservoir ». Si la pression finale de remplissage est inférieure ou égale à cette pression maximale de remplissage, on reste dans les limites de fonctionnement de la bouteille.

La « température de calcul du réservoir» est la température maximale pouvant être atteinte dans un réservoir en service, cette valeur est donnée par le fabricant.

La « capacité nominale de remplissage » est la masse de gaz qui peut être stockée dans un réservoir donné. Cette valeur est également spécifiée par le fabricant et est en général donnée sous la forme d'une pression nominale à une température nominale.

Le remplissage est interrompu lorsque la pression d'entrée atteint cette pression maximale de remplissage Pcf.

Ce procédé permet de respecter les deux valeurs limites de sécurité que sont la capacité nominale et la température maximale autorisée par le réservoir.

De façon pratique, la pression initiale du réservoir Pci peut être mesurée en équilibrant le connecteur et la ligne de remplissage avec le réservoir en injectant une petite quantité de gaz. La température ambiante T est également mesurée au niveau de la station de remplissage. La température ambiante T mesurée au niveau de la station doit être représentative de l'ambiance au niveau du réservoir. En général, la température mesurée au niveau de la borne de remplissage est assez représentative de la température au niveau du réservoir mais il peut être utile de s'en assurer et éventuellement d'opérer une correction.

Le dispositif calcule ensuite la pression maximale correspondant à la masse nominale ou à la température de calcul, à l'aide des paramètres mesurés que sont la température ambiante T et la pression initiale Pci dans le réservoir et à l'aide de la valeur de la durée de remplissage voulue Dab et/ou de la quantité de gaz souhaitée.

Au cours du remplissage, la pression P de gaz peut être mesurée au niveau du connecteur ou de la ligne de remplissage, en aval de la vanne 4. La pression P mesurée à ce niveau est égale à la pression dans le réservoir 1 au cours du remplissage.

Le remplissage peut donc être contrôlé uniquement à l'aide de la pression P d'entrée mesurée. Il n'est donc pas nécessaire de mesurer en temps réel la température du réservoir.

Selon une variante avantageuse, le remplissage peut être réalisé « à froid » c'est à dire que le remplissage est effectué avec du gaz refroidi à une température

donnée. Selon ce mode de réalisation particulier, la température d'entrée du gaz dans le réservoir est calculée en fonction des paramètres suivants : la pression initiale Pci, la température ambiante T, la pression finale de remplissage Pcf et la durée de remplissage et/ou la quantité de gaz à transférer, tout en respectant les limites de fonctionnement de la bouteille.

La pression finale Pcf peut être fixée arbitrairement ou en fonction des conditions de procédé par exemple. Mais elle doit être de fait inférieure à la pression maximale autorisée par le réservoir. Par exemple, dans le cas où le remplissage du réservoir se fait par équilibrage de capacités de stockage sous pression, la pression finale sera limitée par la pression de stockage des capacités voire à une valeur inférieure du fait de l'équilibrage en pression.

Le procédé de l'invention est particulièrement utile pour les remplissages rapides, notamment les remplissages rapides de véhicules automobiles. Un remplissage rapide est un remplissage qui doit être réalisé par exemple en une durée allant de moins d'1 minute jusqu'à 10 minutes. Cette durée dépend des bouteilles à remplir et/ou du type de véhicule (scooter, voiture ou bus par exemple).

La présente invention est utilisable quelle que soit la nature du gaz. Il peut s'agir par exemple de méthane, hydrogène, oxygène, azote, hélium, etc. L'application véhicule vise en particulier le gaz naturel, l'hydrogène ou un mélange quelconque entre le gaz naturel et l'hydrogène.

REVENDICATIONS

1. Procédé de remplissage d'un conteneur de gaz sous pression à partir d'une source de gaz à une haute pression, comportant :

une étape de choix ou calcul d'une durée de remplissage prédéterminée pour le réservoir à une température déterminée avant remplissage à l'aide de moyens de traitement de données et de commande, le conteneur ayant une pression interne initiale avant remplissage déterminée et une pression finale après remplissage prédéterminée, la durée de remplissage prédéterminée étant divisée en des sous-intervalles de temps prédéterminés;

une étape de réalisation d'une pluralité de séquences d'ouverture et de fermeture de moyens formant vanne sur un passage fluidique entre la source et le conteneur pendant les sous-intervalles de temps prédéterminés, les moyens de traitement de données et de commande pilotant l'ouverture et la fermeture des moyens formant vanne, lesdits sous-intervalles de temps et les séquences d'ouverture et de fermeture correspondantes étant dimensionnés de façon que, pendant la durée de remplissage prédéterminée, une courbe de pression instantanée dans le conteneur en fonction du temps épouse une droite théorique reliant les pression avant et après remplissage.

2. Procédé de remplissage selon la revendication 1, où le conteneur de gaz sous pression est une bouteille ou un réservoir.

3. Procédé de remplissage selon la revendication 1 ou 2, où la durée de remplissage prédéterminée est subdivisée en un nombre des sous-intervalles de temps compris entre deux et plusieurs centaines.

4. Procédé de remplissage selon la revendication 3, où les sous-intervalles de temps ont des durées respectives déterminées comprises entre 5 secondes et 20 secondes.

5. Procédé de remplissage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, où les extrémités de la courbe de pression instantanée dans le conteneur en fonction du temps sont sensiblement confondues avec respectivement les extrémités de la droite théorique reliant les pressions avant et après remplissage.

6. Procédé de remplissage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comportant, durant chaque sous-intervalles de temps, une première étape

d'ouverture du passage à partir du début du sous-intervalles de temps, suivie d'une seconde étape de fermeture du passage à partir de l'instant où la pression instantanée dans le conteneur atteint une valeur déterminée au moins voisine à la valeur de pression donnée par la droite théorique à cet instant de remplissage, le passage étant maintenu fermé jusqu'à la fin du sous-intervalles de temps.

7. Procédé de remplissage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comportant, durant chaque sous-intervalles de temps, une première étape d'ouverture du passage à partir du début du sous-intervalles de temps, suivie d'une seconde étape de fermeture du passage à partir de l'instant où la pression instantanée dans le conteneur atteint une valeur déterminée égale à la valeur de pression donnée par la droite théorique à cet instant de remplissage, le passage étant maintenu fermé jusqu'à la fin du sous-intervalles de temps.

8. Procédé de remplissage selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, où les sous-intervalles de temps et les séquences d'ouverture et de fermeture correspondantes sont dimensionnés de façon que, sensiblement à tout instant de remplissage donné au cours de la durée de remplissage prédéterminée, la courbe de pression instantanée dans le conteneur en fonction du temps s'écarte de la droite théorique d'une valeur de pression inférieure à 30 bar.

9. Procédé de remplissage selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, où les sous-intervalles de temps et les séquences d'ouverture et de fermeture correspondantes sont dimensionnés de façon que, sensiblement à tout instant de remplissage donné au cours de la durée de remplissage prédéterminée, la courbe de pression instantanée dans le conteneur en fonction du temps s'écarte de la droite théorique d'une valeur de pression inférieure à 10 bar.

10. Procédé de remplissage selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, où les sous-intervalles de temps et les séquences d'ouverture et de fermeture correspondantes sont dimensionnés de façon que, sensiblement à tout instant de remplissage donné au cours de la durée de remplissage prédéterminée, la courbe de pression instantanée dans le conteneur en fonction du temps s'écarte de la droite théorique d'une valeur de pression inférieure à 20% de la valeur de pression donnée par la droite à cet instant de remplissage.

11. Procédé de remplissage selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, où les sous-intervalles de temps et les séquences d'ouverture et de fermeture correspondantes sont dimensionnés de façon que, sensiblement à tout instant

de remplissage donné au cours de la durée de remplissage prédéterminée, la courbe de pression instantanée dans le conteneur en fonction du temps s'écarte de la droite théorique d'une valeur de pression inférieure à 5% de la valeur de pression donnée par la droite à cet instant de remplissage.

12. Procédé de remplissage selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, où le remplissage est piloté uniquement à l'aide de la pression instantanée dans le conteneur.

13. Procédé de remplissage selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, comportant :

une étape de détermination de la température ambiante de remplissage,

une étape de détermination de la pression interne initiale du conteneur avant remplissage,

une étape de sélection d'une quantité de gaz à introduire dans le conteneur au cours du remplissage et/ou une étape de sélection d'une durée de remplissage maximale autorisée,

une étape de calcul de la pression finale après remplissage dans le conteneur en fonction de la température ambiante de remplissage, de la pression interne initiale dans le conteneur et de la quantité de gaz à introduire et/ou de la durée maximale autorisée,

une étape de détermination de la durée de remplissage avant remplissage, en fonction de la température ambiante de remplissage, de la pression interne initiale dans le conteneur et de la quantité de gaz à introduire et/ou de la durée de remplissage maximale autorisée.

14. Procédé de remplissage selon la revendication 13, où la pression finale après remplissage dans le conteneur est calculée pour correspondre à la plus sévère des deux conditions suivantes : capacité nominale de remplissage du conteneur ou la température de calcul du conteneur.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, où les séquences d'ouverture et de fermeture sont réalisées par un organe du type vanne à fonctionnement « tout ou rien », sans contrôle de débit ou de température.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, où les séquences d'ouverture et de fermeture sont commandées uniquement en

fonction de la mesure de pression au sein d'une conduite de remplissage reliant la source au conteneur.

17. Dispositif de remplissage de conteneurs de gaz sous pression de mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, comprenant :

une source de gaz à haute pression ;

des moyens de mesure de la température ambiante de remplissage ;

des moyens aptes à être connectés au conteneur pour former le passage fluidique entre la source et le conteneur ;

les moyens formant vanne sur le passage ;

des moyens de détermination de la pression instantanée dans le conteneur ;

les moyens de traitement de données et de commande reliés aux moyens formant vanne, aux moyens de détermination de la pression instantanée et aux moyens de mesure de la température ambiante, les moyens de traitement de données et de commande calculant ou recevant des consignes relatives à la durée de remplissage déterminée et la pression finale du conteneur après remplissage, de façon à piloter l'ouverture et la fermeture des moyens formant vanne ;

dans lequel, pour le conteneur à remplir, les moyens formant vanne étant pilotés de façon à réaliser la pluralité de séquences d'ouverture et de fermeture du passage pendant les sous-intervalles de temps déterminées de la durée de remplissage, lesdits sous-intervalles de temps et les séquences d'ouverture et de fermeture correspondantes étant dimensionnés de façon que, pendant la durée de remplissage, la courbe de pression instantanée dans le conteneur en fonction du temps épouse globalement la droite théorique reliant les pressions avant et après remplissage durant la durée de remplissage, les moyens formant vanne comportent une première vanne de type tout ou rien.

18. Dispositif de remplissage selon la revendication 17, où la vanne est de type à commande automatique.

19. Dispositif de remplissage selon la revendication 17 ou 18, où les moyens de détermination de la pression instantanée dans le conteneur comportent un capteur de pression mesurant la pression en aval des moyens formant vanne.

20. Dispositif de remplissage selon l'une quelconque des revendications 17 à 19, où les moyens formant vanne comportent une seconde vanne située en aval de la première vanne.

21. Dispositif de remplissage selon la revendication 20, où la seconde vanne est de type micrométrique de régulation de débit.

22. Dispositif de remplissage selon l'une quelconque des revendications 17 à 21, comportant sur le passage au moins l'un des moyens suivants : un système de soupape de protection, un système de décompression.

23. Dispositif de remplissage selon l'une quelconque des revendications 17 à 22, où le passage comporte un conduit destiné à être raccordée à un orifice du conteneur et pourvu de moyens anti-arrachement et de moyens de raccord apte à être connectés à des moyens de raccord conjugués du conteneur.

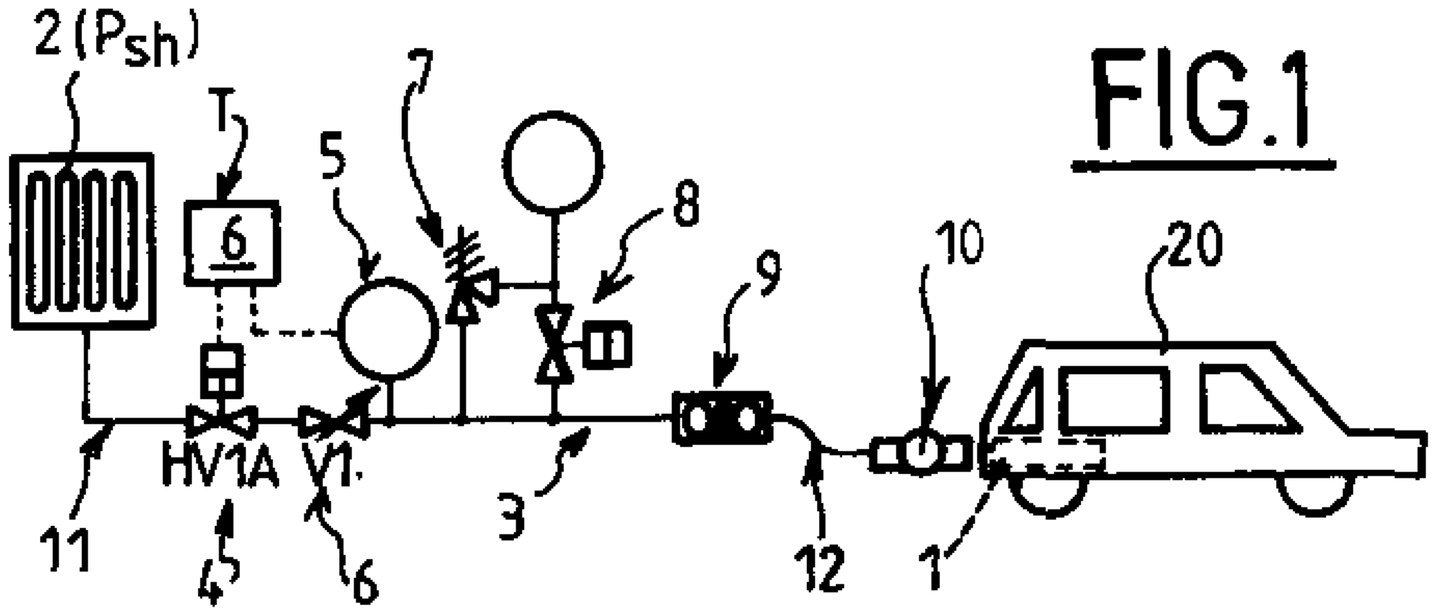


FIG.1

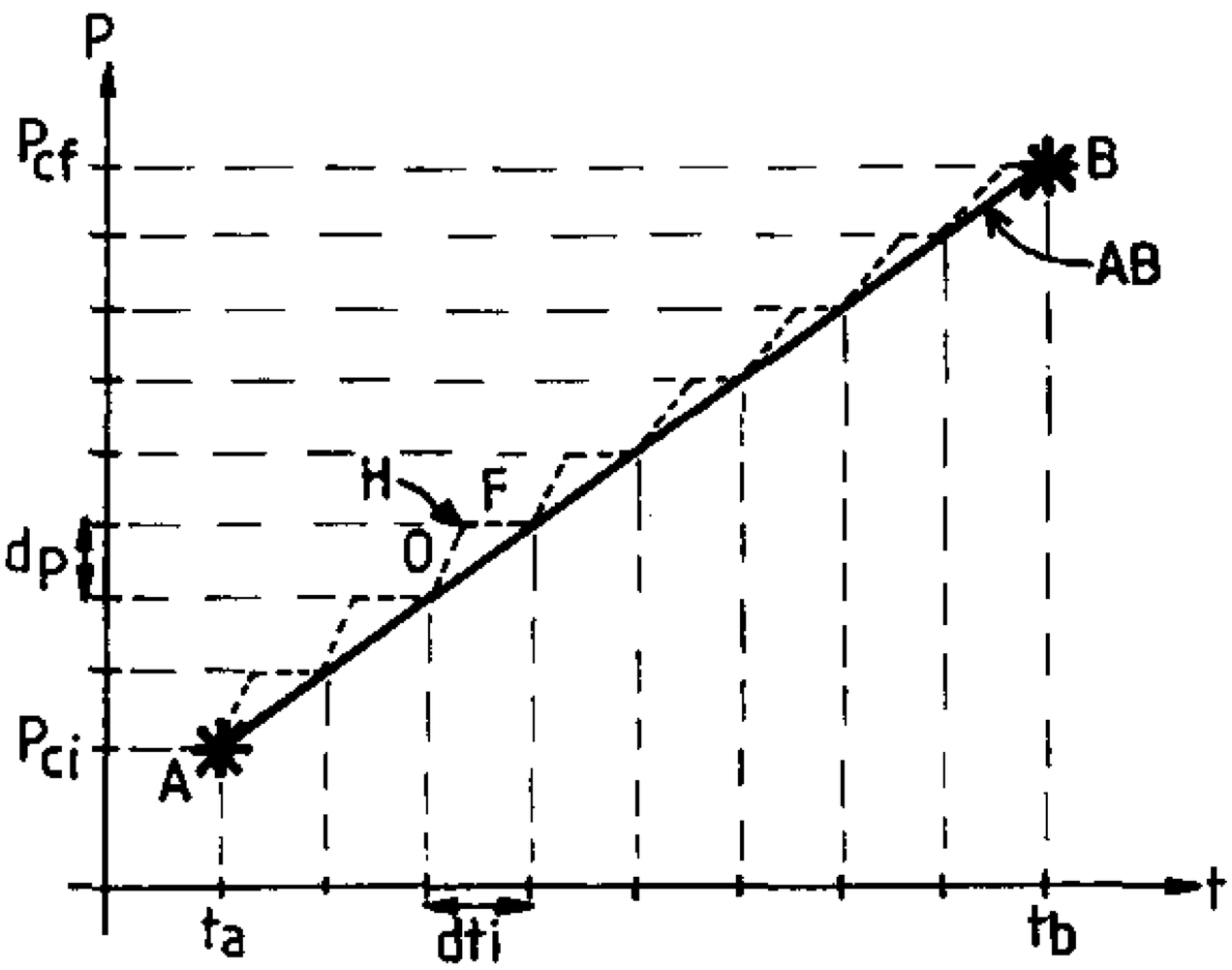


FIG.2

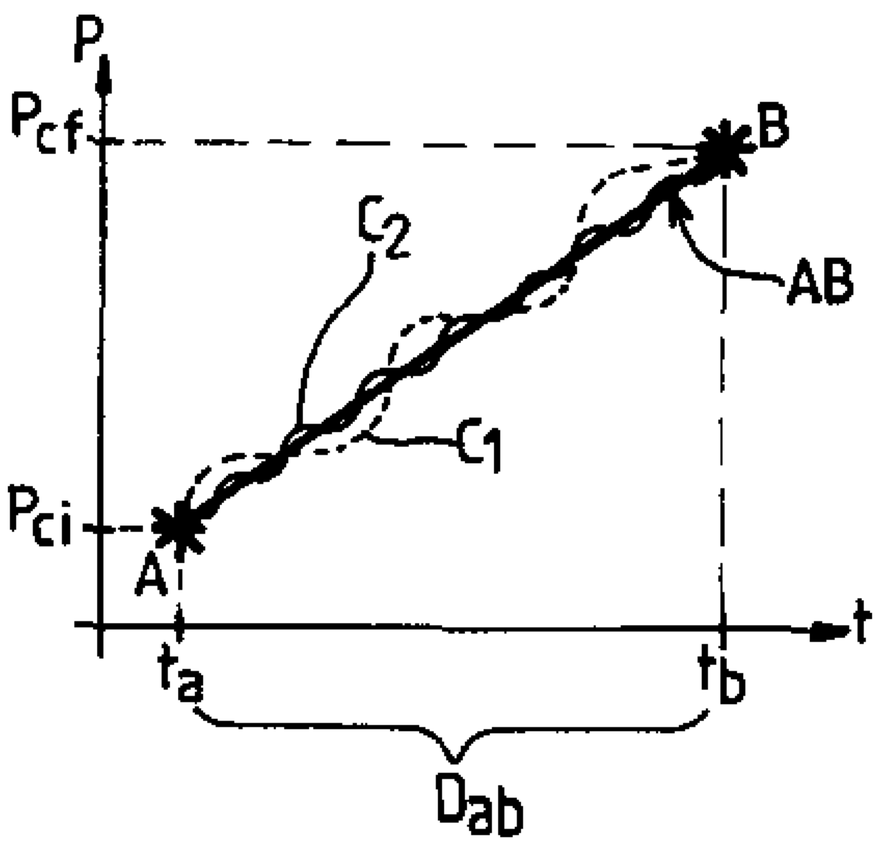
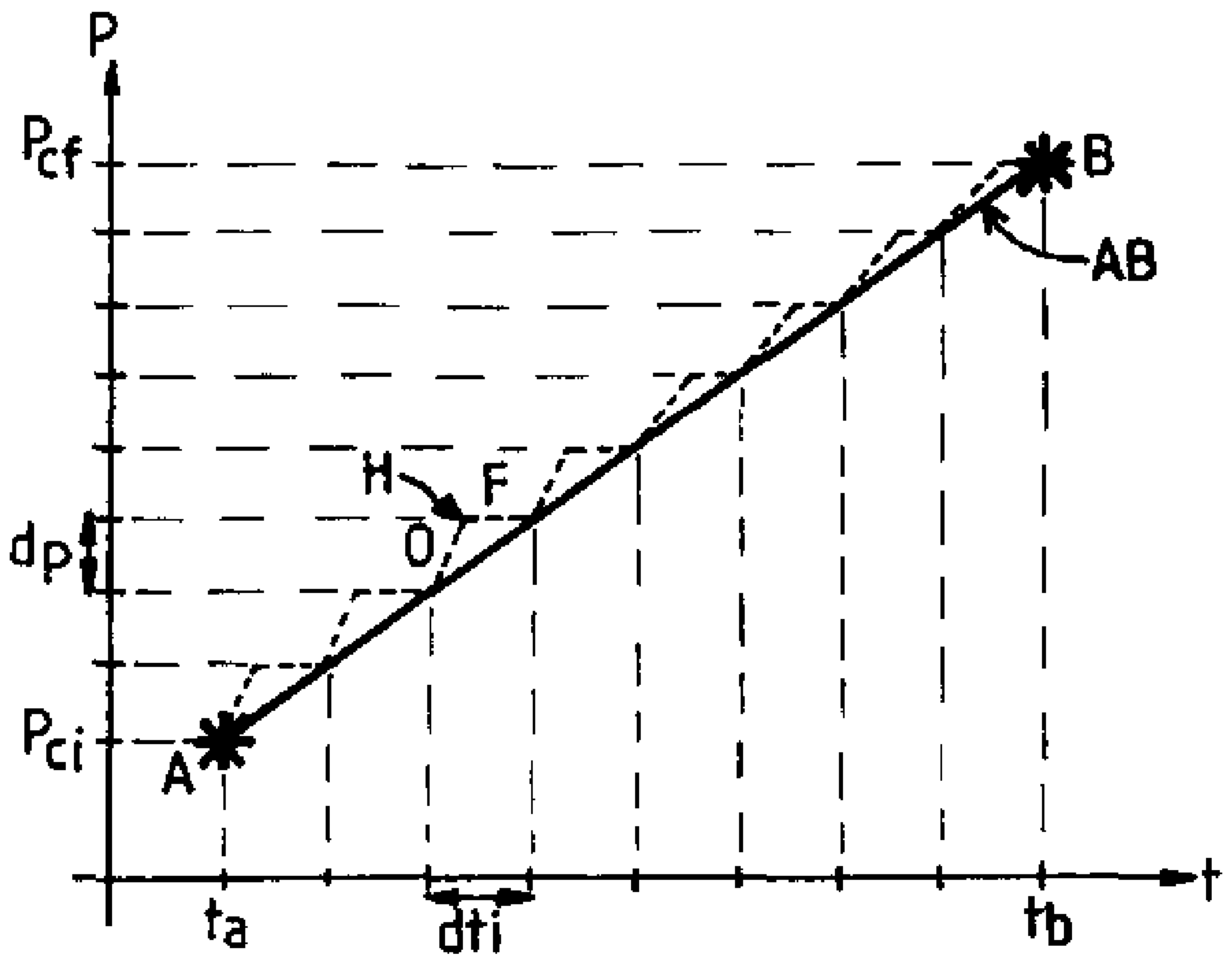


FIG.3


P
P_{cf}
B
AB
H
F
O
d_p
P_{ci}
A
t_a
dt_i
t_b
t