



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
31.05.2017 Bulletin 2017/22

(51) Int Cl.:
F26B 5/04 (2006.01) F26B 5/12 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15196344.4**

(22) Date de dépôt: **25.11.2015**

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

(72) Inventeur: **WEBBER, Cleison Luis**
57970 Yutz (FR)

(74) Mandataire: **Lavialle, Bruno François Stéphane et al**
Cabinet Boettcher
16, rue Médéric
75017 Paris (FR)

(71) Demandeur: **Cockerill Maintenance & Ingénierie S.A.**
4100 Seraing (BE)

(54) **PROCÉDÉ ET INSTALLATION DE SÉCHAGE D'ENCEINTE SOUS VIDE**

(57) Procédé de séchage d'une enceinte, comprenant les étapes de :

- raccorder l'enceinte à des moyens d'extraction et d'introduction d'air, et à un organe de mesure d'une pression d'air dans l'enceinte,
- commander lesdits moyens pour extraire l'air de l'enceinte jusqu'à atteindre une première pression,
- commander lesdits moyens pour entamer une répétition de cycles de remontée en pression jusqu'à une deuxième

pression et de descente au voisinage de la première pression, la première pression et la deuxième pression étant comprises dans une plage d'évaporation de l'eau,

- interrompre la répétition et commander lesdits moyens pour extraire l'air de l'enceinte jusqu'à atteindre une troisième pression voisine du point triple de l'eau,
- remettre l'enceinte à la pression ambiante et débrancher lesdits moyens d'extraction et d'introduction d'air.

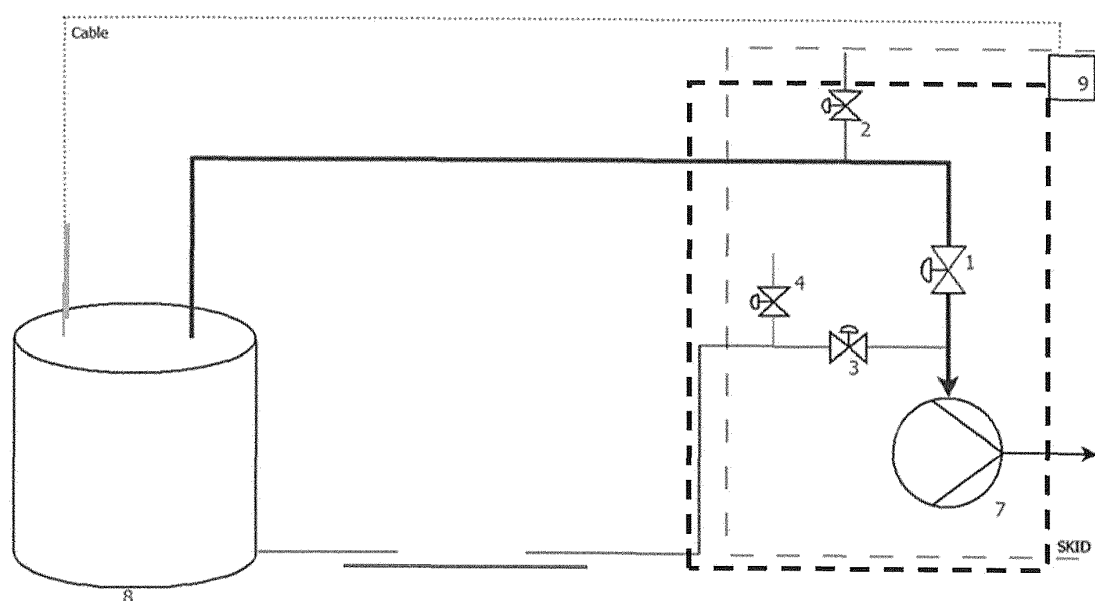


Figure 1

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine du séchage d'enceinte.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0002] Après qu'une enceinte a été mouillée, par exemple à la suite d'un lavage, il est nécessaire, dans certaines applications, d'éliminer toute trace d'eau résiduelle dans l'enceinte.

[0003] Il est connu à cette fin d'introduire dans l'enceinte de l'air chaud et sec. Ce procédé est relativement efficace sauf, toutefois, lorsque l'enceinte présente des zones d'accumulation d'eau.

[0004] En outre, dans certains cas, l'enceinte contient des objets qui viennent contrarier le passage de l'air chaud et l'empêchent d'atteindre des zones de l'enceinte et/ou des objets qui resteront humides en particulier si ces zones ont une conformation favorisant une accumulation d'eau. En outre, l'utilisation de chaleur peut parfois endommager des éléments de l'enceinte (comme des joints) ou les objets contenus dans celle-ci.

OBJET DE L'INVENTION

[0005] Un but de l'invention est d'améliorer le séchage d'une enceinte. Plus précisément, l'objectif est d'évacuer l'eau de l'enceinte le plus rapidement possible et le plus complètement possible et, de préférence, pouvoir garantir l'absence d'eau dans l'enceinte par une méthode indirecte.

BREF EXPOSE DE L'INVENTION

[0006] A cet effet, on prévoit, selon l'invention, un procédé de séchage d'une enceinte, comprenant les étapes de :

- raccorder l'enceinte à des moyens d'extraction et d'introduction d'air, et à un organe de mesure d'une pression d'air dans l'enceinte,
- commander lesdits moyens pour extraire l'air de l'enceinte jusqu'à atteindre une première pression,
- commander lesdits moyens pour entamer une répétition de cycles de remontée en pression jusqu'à une deuxième pression et de descente au voisinage de la première pression, la première pression et la deuxième pression étant comprises dans une plage d'évaporation de l'eau,
- interrompre la répétition et commander lesdits moyens pour extraire l'air de l'enceinte jusqu'à atteindre une troisième pression voisine du point triple de l'eau,
- remettre l'enceinte à la pression ambiante et débrancher lesdits moyens d'extraction et d'introduction d'air.

[0007] Avant la mise en oeuvre du procédé, l'eau contenue dans l'enceinte est liquide. En effectuant des cycles de montée et descente en pression dans une plage de pressions permettant la vaporisation de l'eau, le procédé de l'invention permet de vaporiser la totalité ou quasi-totalité de l'eau contenue dans l'enceinte sans passer par un état de l'eau autre que la vapeur. On sait que l'énergie nécessaire pour passer de l'état de liquide à l'état de vapeur est moins importante que l'énergie nécessaire pour passer de l'état de solide à l'état de vapeur pour une même quantité de liquide. On rappelle que le point triple de l'eau est obtenu à la température de 0°C et à la pression de 6,01 mbar. Pour ce couple de température et de pression, l'eau présente sous forme liquide se solidifiera puis se sublimerait, ce qui n'est pas recherché dans le procédé de l'invention. En effet, comme la vaporisation nécessite moins d'énergie, elle prendra de ce fait moins de temps. De même la plage de pression pour vaporiser l'eau ne nécessite pas un niveau de vide important et permet donc d'utiliser une technologie d'extraction d'air relativement peu exigeante et donc moins coûteuse. Le procédé de l'invention est donc particulièrement avantageux.

[0008] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation particuliers non limitatifs de l'invention.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0009] Il sera fait référence aux dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'une installation pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention ;
- la figure 2 est un diagramme montrant la courbe C de pression dans l'enceinte lors de la mise en oeuvre du procédé de l'invention ;
- les figures 3 à 6 sont des diagrammes superposant une courbe Cr de pression de référence (enceinte considérée comme sèche) et la courbe C de pression lors de la mise en oeuvre du procédé de l'invention appliquée à une enceinte humide, chacune de ces figures met en évidence un critère d'arrêt du procédé de séchage ;
- la figure 7 est un diagramme partiel montrant une courbe Cr de référence (enceinte considérée comme sèche) et la courbe C de pression lors de la mise en oeuvre du procédé de l'invention appliquée à une enceinte humide, cette figure mettant en évidence un autre critère d'arrêt du procédé de séchage.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0010] En référence à la figure 1, le procédé de séchage selon l'invention est appliqué à une enceinte 8. Une telle enceinte est par exemple :

- un réservoir qu'on a rempli pour le tester hydrauliquement et qu'on doit vider et sécher avant son utilisation ;
- un réservoir qu'on a lavé et qui doit être séché avant son utilisation ;
- un bloc moteur comprenant des renforcements définissant des enceintes retenant des lubrifiants de coupe après usinage, lubrifiants de coupe d'éliminer par lavage et séchage avant que le bloc-moteur soit utilisé dans la suite du processus de fabrication du moteur ;
- un réceptacle de stockage d'objets émettant des rayonnements susceptibles de créer par radiolyse de l'eau du dihydrogène qui est un composé explosif à partir d'une certaine concentration ;
- un réceptacle de stockage d'objets craignant l'oxydation, le réceptacle devant donc être sec pour éviter une oxydation des objets contenus dans le réceptacle.

[0011] L'installation de séchage de l'invention comprend :

- une pompe 7 raccordée à une unité de commande non représentée ici pour constituer un moyen d'extraction d'air hors de l'enceinte 8,
- une conduite principale ayant une extrémité destinée à être reliée à la partie supérieure de l'enceinte 8 pour communiquer avec le volume intérieur de l'enceinte 8 et une extrémité opposée reliée à l'entrée de la pompe 7 par une vanne 1 commandée par l'unité de commande,
- une conduite secondaire ayant une extrémité destinée à être reliée à la partie inférieure de l'enceinte 8 pour communiquer avec le volume intérieur de l'enceinte 8 et une extrémité opposée reliée à l'entrée de la pompe 7 par une vanne 3 commandée par l'unité de commande,
- une vanne 2 de mise à l'air libre de la conduite principale commandée par l'unité de commande,
- une vanne 4 de mise à l'air libre de la conduite secondaire, la vanne 4 étant commandée par l'unité de commande,
- un capteur de pression 9 destiné à être monté sur l'enceinte 8 et relié à l'unité de commande.

[0012] L'unité de commande est une unité informatique exécutant un programme agencé pour mettre en oeuvre le procédé de séchage selon l'invention, une fois qu'un opérateur a raccordé le volume intérieur de l'enceinte 8 à la conduite principale, à la conduite secondaire et au capteur formant l'organe de mesure de la pression d'air dans l'enceinte 8.

[0013] Le procédé de séchage de l'invention comprend les étapes ultérieures suivantes (voir la figure 2).

[0014] L'unité de commande pilote en premier lieu la pompe 7 et les vannes pour extraire l'air de l'enceinte 8 via les conduites principales et secondaire jusqu'à attein-

dre une pression P2. Lorsque les vannes 2 et 4 sont fermées tandis que les vannes 1 et 3 sont ouvertes, la pompe 7 aspire l'air de l'enceinte 8 via les conduites principale et secondaire. L'aspiration par la conduite secondaire permet également d'entraîner une partie de l'eau liquide qui pourrait s'accumuler dans la partie inférieure de l'enceinte sous l'effet de la gravité : on prévoira avantageusement sur la conduite secondaire un piège à eau évitant que l'eau en question ne soit amenée jusqu'à la pompe.

[0015] Une fois la pression P2 atteinte, l'unité de commande pilote la pompe 7 et les vannes pour entamer une répétition de cycles de remontée en pression jusqu'à une pression P1 et de descente au voisinage de la pression P2. Cette opération est effectuée par une régulation de la pression dans l'enceinte par le pilotage de la pompe et/ou des vannes. Lorsque la vanne 3 est fermée et que la vanne 4 est fermée, la pompe 7 aspire l'air de l'enceinte 8 via la conduite principale. Lorsque la vanne 4 est ouverte de l'air est introduit dans l'enceinte 8 via la conduite secondaire. L'introduction d'air a deux effets : elle permet de faire remonter la pression dans l'enceinte mais aussi de créer dans l'enceinte 8 un flux d'air qui va balayer l'enceinte 8 et favoriser l'évacuation de la vapeur d'eau via la conduite principale.

[0016] On notera que la pression P2 et la pression P1 sont comprises dans une plage d'évaporation de l'eau.

[0017] L'unité de commande pilote ensuite la pompe 7 et les vannes pour interrompre la répétition et commander lesdits moyens pour extraire l'air de l'enceinte 8 jusqu'à atteindre une troisième pression P3 voisine du point triple de l'eau.

[0018] Une fois la pression P3 atteinte, l'unité de commande pilote la pompe 7 et les vannes pour remettre l'enceinte 8 à la pression ambiante. Un opérateur débranche ensuite le capteur de pression et les conduites vis-à-vis de l'enceinte 8.

[0019] L'unité de commande est agencée pour interrompre le processus de séchage lorsqu'un taux d'humidité souhaité est atteint. Ce taux d'humidité n'est pas directement mesuré mais évalué en fonction de l'évolution de la pression dans l'enceinte 8. Plusieurs critères d'arrêt du procédé de séchage sont utilisés.

[0020] En référence à la figure 3, le procédé de l'invention comprend ici l'étape, lors de l'extraction d'air, de mesurer une durée T2 nécessaire pour atteindre la pression P1 et de comparer la durée mesurée T2 avec une durée de référence tsec nécessaire pour atteindre la première pression pour un taux d'humidité souhaité dans l'enceinte. La répétition des cycles est entamée si la durée mesurée T2 est supérieure à la durée de référence tsec. L'enceinte 8 est directement remise à la pression ambiante si la durée mesurée T2 est inférieure ou égale à la durée de référence tsec : il n'est en effet pas nécessaire de procéder à la répétition des cycles dans ce cas.

[0021] En référence à la figure 4, l'unité de commande est agencée pour interrompre la répétition des cycles quand le temps Δt_i séparant deux cycles est égal à un

temps de référence Δt_{sec} correspondant à un taux d'humidité souhaité dans l'enceinte 8. A la figure 4, la répétition est interrompue après le cycle 10. En variante, l'unité de commande est agencée pour interrompre la répétition des cycles quand les temps Δt_i séparant plusieurs cycles successifs sont égaux entre eux.

[0022] En référence aux figures 5 et 6, l'unité de commande est agencée pour interrompre la répétition des cycles quand la pente de descente de la pression P1 à la pression P2 est identique à une pente de référence correspondant à un taux d'humidité souhaité dans l'enceinte. En variante, la répétition des cycles est interrompue quand la pente de descente de la pression P1 à la pression P2 est identique d'un cycle à l'autre.

[0023] En référence à la figure 7, une fois la pression P3 atteinte, la pression est observée pour voir si une remontée naturelle de la pression s'amorce. L'unité de commande est agencée pour débiter une nouvelle répétition des cycles quand, lors de cette remontée en pression depuis la troisième pression P3, la variation de pression ΔP après une durée déterminée est supérieure à la variation de pression ΔP_{sec} pour un taux d'humidité souhaité. Si la variation de pression ΔP après une durée déterminée est inférieure ou égale à la variation de pression ΔP_{sec} , l'unité de commande pilote la pompe 7 et les vannes pour remettre l'enceinte 8 à la pression ambiante et achever le procédé.

[0024] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits mais englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les revendications.

[0025] En particulier, il est possible de jouer sur d'autres facteurs pour accélérer le séchage et notamment sur le débit de la pompe (plus le débit est fort et plus le séchage est rapide) et/ou sur la température dans l'enceinte (plus la température est élevée et plus le séchage est rapide).

[0026] Il est possible également d'orienter l'enceinte pour réduire les zones d'accumulations d'eau.

Revendications

1. Procédé de séchage d'une enceinte, comprenant les étapes de :

- raccorder l'enceinte à des moyens d'extraction et d'introduction d'air, et à un organe de mesure d'une pression d'air dans l'enceinte,
- commander lesdits moyens pour extraire l'air de l'enceinte jusqu'à atteindre une première pression,
- commander lesdits moyens pour entamer une répétition de cycles de remontée en pression jusqu'à une deuxième pression et de descente au voisinage de la première pression, la première pression et la deuxième pression étant comprises dans une plage d'évaporation de l'eau,

- interrompre la répétition et commander lesdits moyens pour extraire l'air de l'enceinte jusqu'à atteindre une troisième pression voisine du point triple de l'eau,

- remettre l'enceinte à la pression ambiante et débrancher lesdits moyens d'extraction et d'introduction d'air.

2. Procédé selon la revendication 1, comprenant, lors de l'extraction d'air, l'étape de mesurer une durée nécessaire pour atteindre la première pression et de comparer la durée mesurée avec une durée de référence nécessaire pour atteindre la première pression pour un taux d'humidité souhaité dans l'enceinte ; la répétition des cycles étant entamée si la durée mesurée est supérieure à la durée de référence et l'enceinte étant remise à la pression ambiante si la durée mesurée est inférieure ou égale à la durée de référence.

3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la répétition des cycles est interrompue quand la condition suivante est détectée : le temps séparant deux cycles est égal à un temps de référence correspondant à un taux d'humidité souhaité dans l'enceinte.

4. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la répétition des cycles est interrompue quand la condition suivante est détectée : la pente de descente de la deuxième pression à la première pression est identique d'un cycle à l'autre.

5. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la répétition des cycles est interrompue quand la condition suivante est détectée : la pente de descente de la deuxième pression à la première pression est identique à une pente de référence correspondant à un taux d'humidité souhaité dans l'enceinte.

6. Procédé selon la revendication 1, dans lequel une nouvelle répétition des cycles est débutée quand, lors de la remontée en pression depuis la troisième pression, la variation de pression après une durée déterminée est supérieure à la variation de pression pour un taux d'humidité souhaité.

7. Installation de séchage pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, qui comprend :

- une pompe (7) raccordée à une unité de commande pour constituer un moyen d'extraction d'air hors de l'enceinte (8),
- une conduite principale ayant une extrémité destinée à être reliée à la partie supérieure de l'enceinte (8) pour communiquer avec le volume intérieur de l'enceinte (8) et une extrémité opposée reliée à l'entrée de la pompe (7),

- une conduite secondaire ayant une extrémité destinée à être reliée à la partie inférieure de l'enceinte (8) pour communiquer avec le volume intérieur de l'enceinte (8) et pourvue d'une vanne (4) d'introduction d'air, la vanne (4) étant commandée par l'unité de commande,
- un capteur de pression (9) destiné à être monté sur l'enceinte (8) et relié à l'unité de commande.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

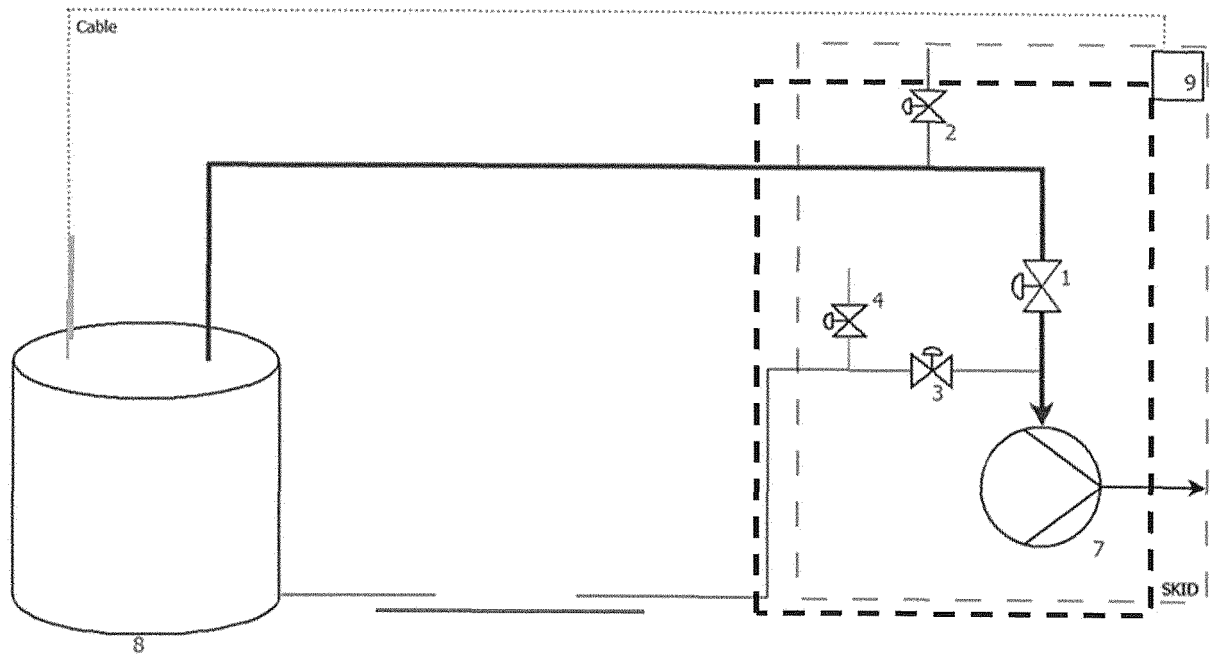


Figure 1

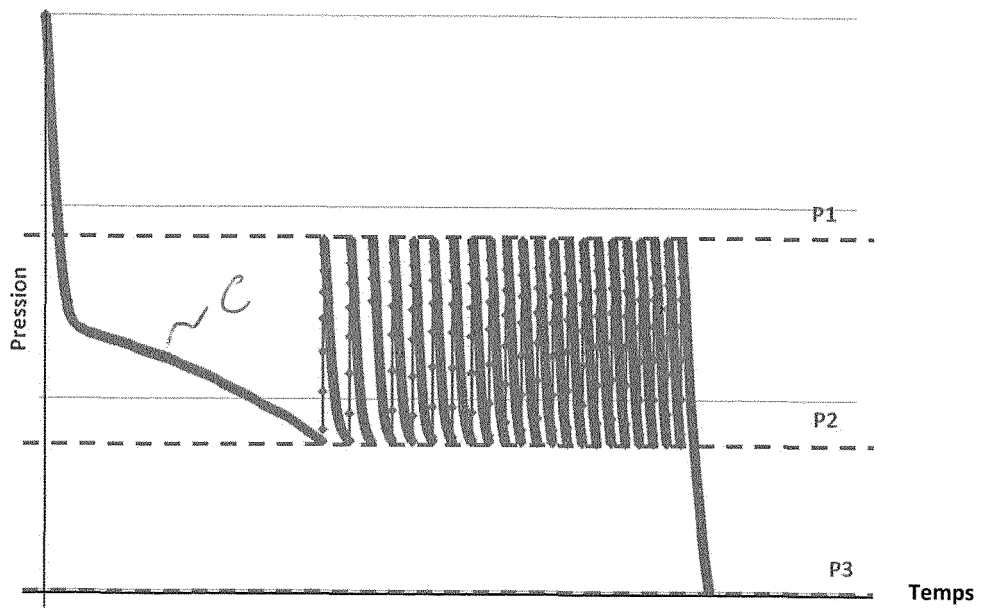


Figure 2

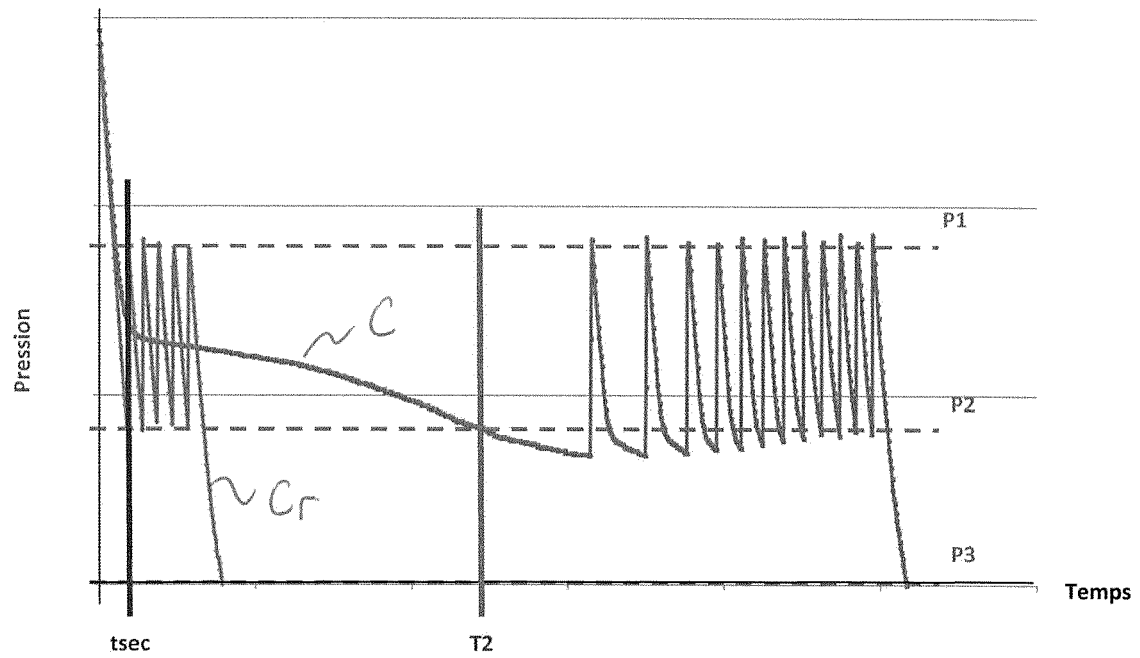


Figure 3

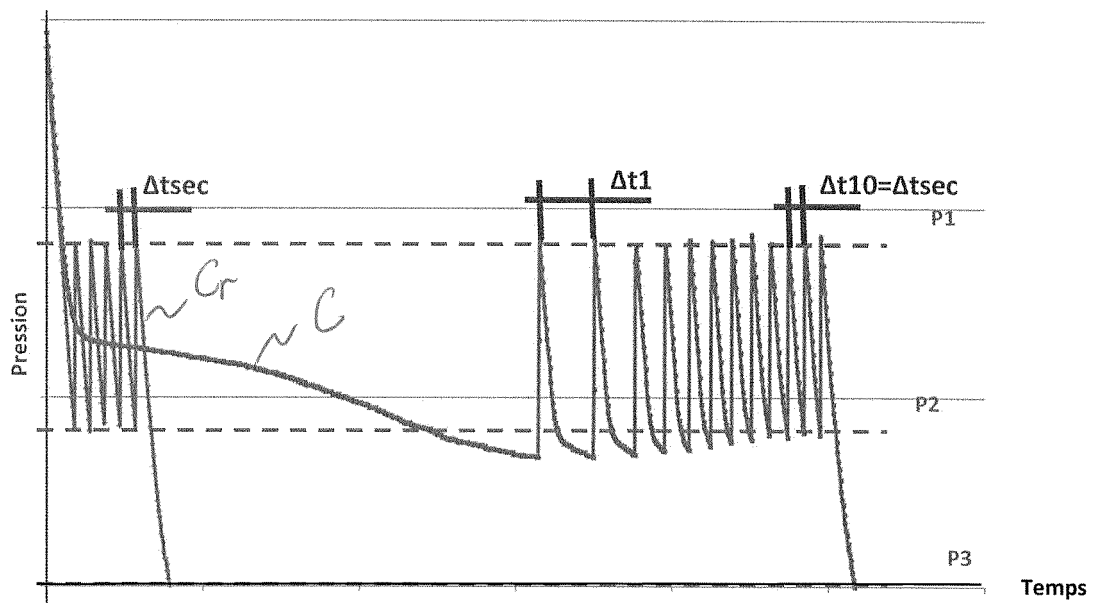


Figure 4

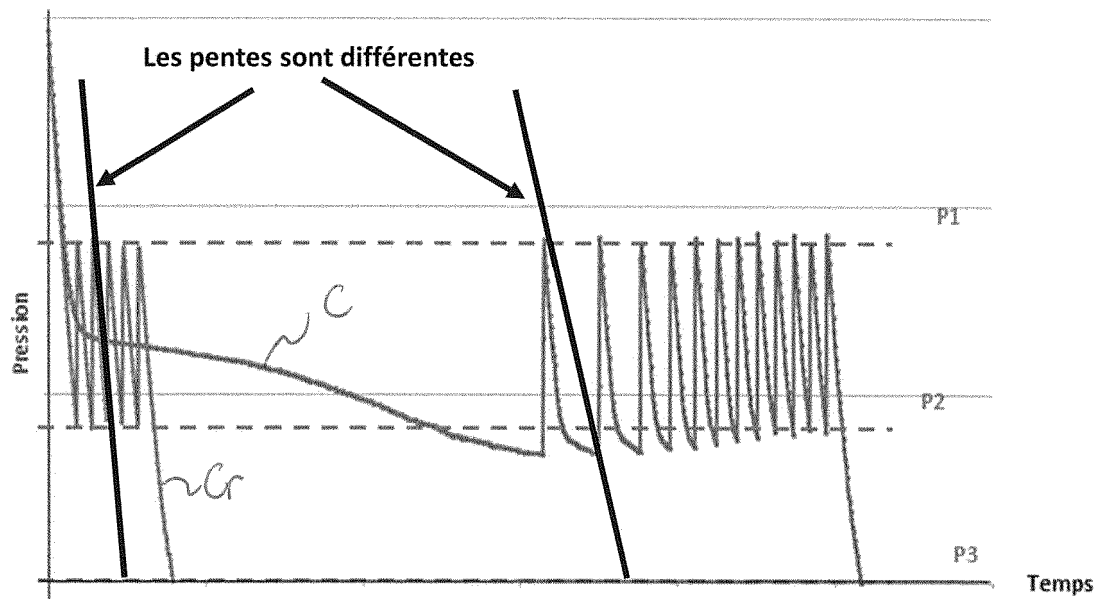


Figure 5

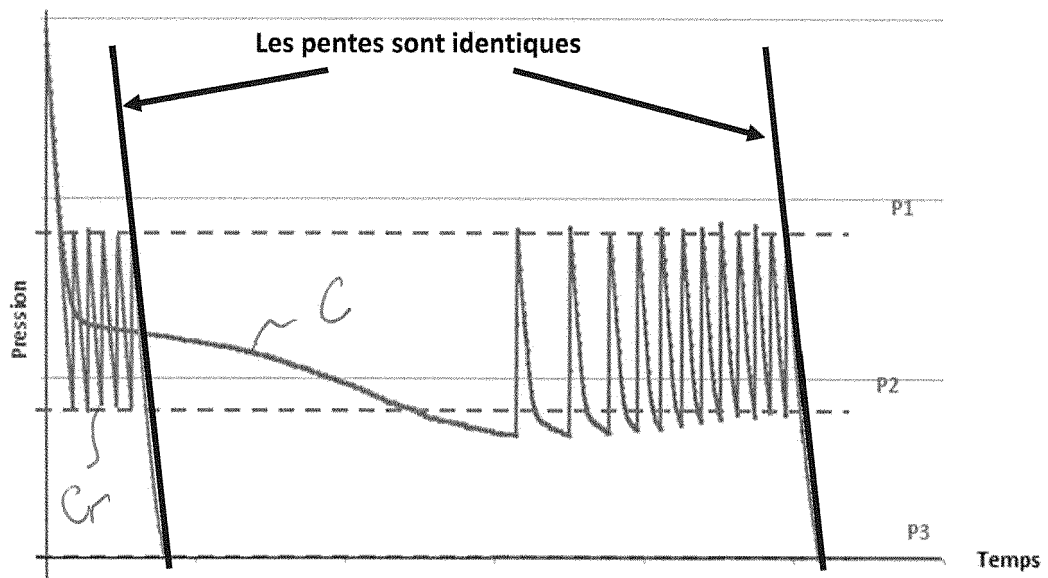


Figure 6

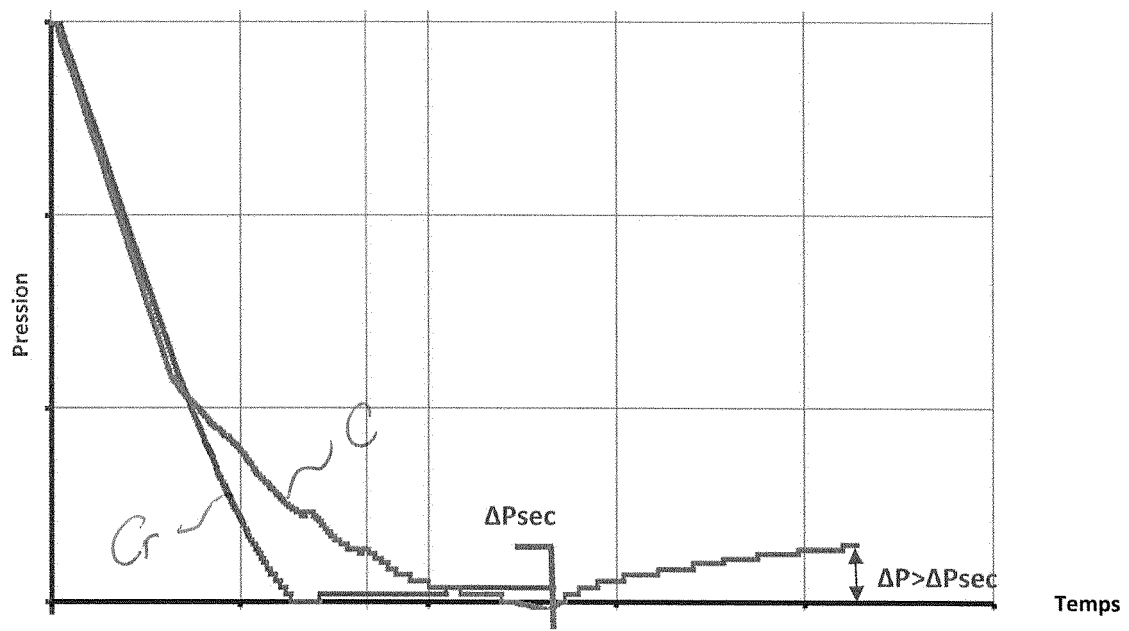


Figure 7



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 15 19 6344

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 2010/313441 A1 (MCLAREN JAMI [US] ET AL) 16 décembre 2010 (2010-12-16) * alinéa [0047]; figures *	1-7	INV. F26B5/04 F26B5/12
X	WO 01/88449 A1 (CHOI SUN TAE [KR]; GOLITSYN VLADIMIR PETROVICH [RU]; GOLITSYNA NATALYA) 22 novembre 2001 (2001-11-22) * abrégé; figures 1,2 *	1-7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F26B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		31 mai 2016	Haegeman, Marc
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 15 19 6344

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

31-05-2016

	Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
10	US 2010313441	A1	16-12-2010	CA 2765061 A1	16-12-2010
15				EP 2440255 A1	18-04-2012
				US 2010313441 A1	16-12-2010
				US 2012297638 A1	29-11-2012
				WO 2010144106 A1	16-12-2010

20	WO 0188449	A1	22-11-2001	CA 2374975 A1	22-11-2001
				KR 20020040761 A	30-05-2002
				US 6640462 B1	04-11-2003
				WO 0188449 A1	22-11-2001

25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0460

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82