



(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2012/08/13
 (87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2013/03/21
 (45) **Date de délivrance/Issue Date:** 2019/01/22
 (85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2014/03/12
 (86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** FR 2012/051888
 (87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2013/038085
 (30) **Priorité/Priority:** 2011/09/13 (FR1158133)

(51) **Cl.Int./Int.Cl. F04B 51/00** (2006.01),
F01D 17/16 (2006.01), **F01D 17/18** (2006.01),
F02C 6/06 (2006.01), **F02C 7/26** (2006.01),
F02C 7/268 (2006.01), **F02C 7/27** (2006.01),
F02C 7/28 (2006.01), **F02C 9/18** (2006.01),
F02C 9/22 (2006.01), **F04B 49/10** (2006.01),
F04D 27/02 (2006.01), **F04D 29/56** (2006.01)

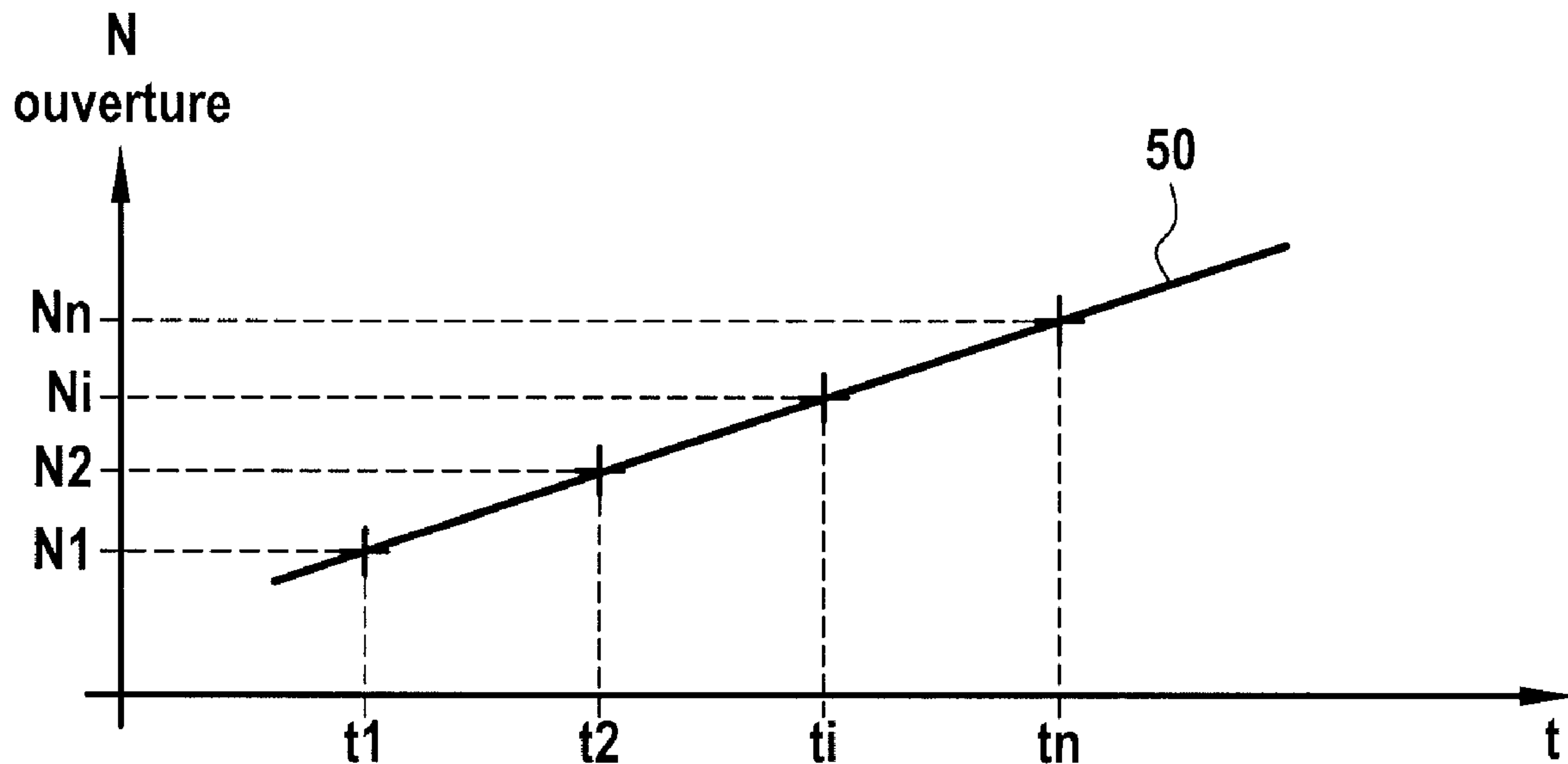
(72) **Inventeurs/Inventors:**
 POTEL, NICOLAS, FR;
 GOMES, NICOLAS, FR

(73) **Propriétaire/Owner:**
 SNECMA, FR

(74) **Agent:** LAVERY, DE BILLY, LLP

(54) **Titre : PROCÉDE DE SUIVI DU RENDEMENT VOLUMÉTRIQUE D'UNE POMPE HP D'UN SYSTÈME DE RÉGULATION HYDRAULIQUE DE TURBOMACHINE**

(54) **Title: METHOD FOR MONITORING THE VOLUMETRIC EFFICIENCY OF AN HP PUMP OF A TURBOMACHINE HYDRAULIC REGULATION SYSTEM**



(57) **Abrégé/Abstract:**

Procédé de suivi du rendement volumétrique d'une pompe haute-pression d'un système de régulation hydraulique d'une turbomachine comportant une pompe volumétrique haute-pression délivrant un débit Q, fonction d'un régime moteur N de la turbomachine défini par un calculateur de commande, en direction d'un vérin d'actionnement des aubes à géométrie variable de la turbomachine et d'une vanne de by-pass disposée dans une canalisation d'alimentation des moteurs de la turbomachine, procédé dans lequel on met en route des moteurs à un bas régime moteur N_0 , la vanne étant fermée, on commande un déplacement du vérin, on augmente progressivement le régime moteur N jusqu'à ce que le débit Q atteigne une valeur prédéterminée Q_0 suffisante pour ouvrir la vanne, on stocke dans le calculateur d'une part la position du vérin et d'autre part le régime moteur N correspondant à l'ouverture de la vanne, on répète les étapes précédentes à des instants t_1 , t_2 , t_n successifs durant la durée de vie des moteurs, et on remplace la pompe volumétrique haute-pression lorsque le régime moteur N excède une valeur prédéterminée N_{limite} .

(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
21 mars 2013 (21.03.2013)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2013/038085 A3

(51) Classification internationale des brevets :

F04B 51/00 (2006.01) F02C 7/27 (2006.01)
 F01D 17/16 (2006.01) F02C 7/28 (2006.01)
 F01D 17/18 (2006.01) F02C 9/18 (2006.01)
 F02C 6/06 (2006.01) F02C 9/22 (2006.01)
 F02C 7/26 (2006.01) F04D 29/56 (2006.01)
 F02C 7/268 (2006.01) F04D 27/02 (2006.01)

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **POTEL, Nicolas** [FR/FR]; c/o Snecma PI (AJI), Rond-point René Ravaud-Réau, F-77550 Moissy Cramayel Cedex (FR). **GOMES, Nicolas** [FR/FR]; c/o Snecma PI (AJI), Rond-point René Ravaud-Réau, F-77550 Moissy Cramayel (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2012/051888

(22) Date de dépôt international :

13 août 2012 (13.08.2012)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1158133 13 septembre 2011 (13.09.2011) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **SNECMA** [FR/FR]; 2, boulevard du Général Martial Valin, F-75015 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, 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, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR MONITORING THE VOLUMETRIC EFFICIENCY OF AN HP PUMP OF A TURBOMACHINE HYDRAULIC REGULATION SYSTEM

(54) Titre : PROCEDE DE SUIVI DU RENDEMENT VOLUMETRIQUE D'UNE POMPE HP D'UN SYSTEME DE REGULATION HYDRAULIQUE DE TURBOMACHINE

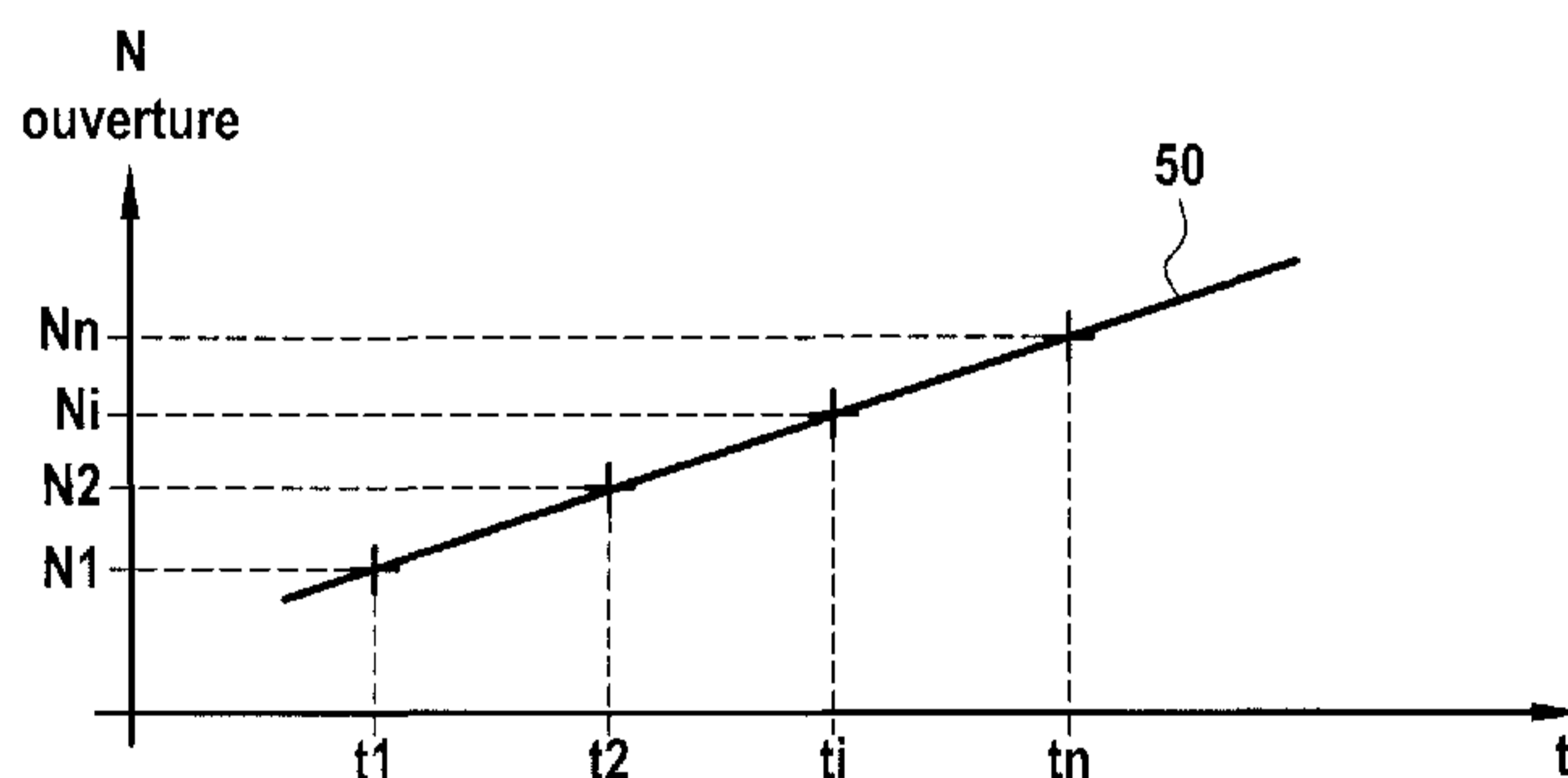


FIG.4

AA N on opening

(57) Abstract : Method for monitoring the volumetric efficiency of a high-pressure pump of a turbomachine hydraulic regulation system comprising a high-pressure volumetric pump delivering a flow rate Q , dependent on an engine speed N of the turbomachine which speed is defined by a control computer, the flow being bound for an actuator that controls the variable-pitch of the turbomachine blades and for a bypass valve positioned in a turbomachine engine supply line, in which method the engines are started up at a low engine speed N_0 , with the valve closed, the actuator is made to move, the engine speed N is increased progressively until the flow rate Q reaches a predetermined value Q_0 high enough to open the valve, the position of the actuator on the one hand, and, on the other hand, the engine speed N corresponding to the opening of the valve, then being stored in the computer and the previous steps are repeated at successive moments t_1, t_2, t_n during the life of the engines, the high-pressure volumetric pump being replaced when the engine speed N exceeds a predefined limit value N_{limite} .

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2013/038085 A3

WO 2013/038085 A3 

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(88) Date de publication du rapport de recherche internationale :

20 mars 2014

Procédé de suivi du rendement volumétrique d'une pompe haute-pression d'un système de régulation hydraulique d'une turbomachine comportant une pompe volumétrique haute-pression délivrant un débit Q , fonction d'un régime moteur N de la turbomachine défini par un calculateur de commande, en direction d'un vérin d'actionnement des aubes à géométrie variable de la turbomachine et d'une vanne de by-pass disposée dans une canalisation d'alimentation des moteurs de la turbomachine, procédé dans lequel on met en route des moteurs à un bas régime moteur N_0 , la vanne étant fermée, on commande un déplacement du vérin, on augmente progressivement le régime moteur N jusqu'à ce que le débit Q atteigne une valeur prédéterminée Q_0 suffisante pour ouvrir la vanne, on stocke dans le calculateur d'une part la position du vérin et d'autre part le régime moteur N correspondant à l'ouverture de la vanne, on répète les étapes précédentes à des instants t_1, t_2, t_n successifs durant la durée de vie des moteurs, et on remplace la pompe volumétrique haute-pression lorsque le régime moteur N excède une valeur prédéterminée N_{limite} .

Procédé de suivi du rendement volumétrique d'une pompe HP d'un système de régulation hydraulique de turbomachine

5 Arrière-plan de l'invention

La présente invention se rapporte au domaine général des turbines à gaz et concerne plus particulièrement un procédé permettant une surveillance du rendement volumétrique de la pompe haute pression (HP) du système de régulation hydraulique d'une turbomachine sans
10 recourir à l'utilisation d'un capteur ou d'un système spécifique.

Le domaine d'application de l'invention est celui des turbines à gaz pour moteurs d'avions ou d'hélicoptères qui comportent généralement une pompe volumétrique haute-pression pour la production d'énergie hydraulique, l'alimentation en carburant des moteurs et la lubrification des
15 différents accessoires de ce moteur.

De façon connue en soi (par exemple FR 2 923 871), le contrôle du rendement de la pompe HP est réalisé par la vanne de coupure haute-pression (HPSOV – high pressure shut-off valve) qui assure la pressurisation des moteurs et qui connaissant le niveau de fuites du
20 système hydraulique permet de déterminer celui de la pompe HP en y soustrayant les fuites provenant de différents composants du système comme les vérins, les servovannes et divers autres vannes intermédiaires.

Toutefois, si cette solution est pleinement satisfaisante pour l'évaluation des fuites globales du système, elle ne permet pas un suivi
25 précis du rendement de la pompe HP du fait de la dégradation avec le temps de l'ensemble des composants du système et de l'absence de coupure à bas régime de la commande hydraulique des aubes à géométrie variable, ce qui pose un problème lorsqu'il s'agit d'évaluer la capacité de ce système à assurer le redémarrage en vol des moteurs ou lorsqu'il s'agit
30 de planifier, sans impact opérationnel majeur, une dépose de la pompe HP.

Objet et résumé de l'invention

La présente invention a donc pour but principal de proposer un
35 procédé de suivi du rendement volumétrique de la pompe HP d'un

système de régulation hydraulique de turbomachine qui permette de pallier de tels inconvénients.

Ce but est atteint grâce à un procédé de suivi du rendement volumétrique d'une pompe haute-pression d'un système de régulation hydraulique d'une turbomachine comportant une pompe volumétrique haute-pression délivrant un débit Q , fonction d'un régime moteur N de ladite turbomachine défini par un calculateur de commande, en direction d'un vérin d'actionnement des aubes à géométrie variable de ladite turbomachine et d'une vanne de by-pass disposée dans une canalisation d'alimentation des moteurs de ladite turbomachine, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

mettre en route les moteurs de ladite turbomachine à un bas régime moteur N_0 , ladite vanne étant fermée,

commander depuis ledit calculateur un déplacement dudit vérin, augmenter progressivement ledit régime moteur N jusqu'à ce que ledit débit Q atteigne une valeur prédéterminée Q_0 suffisante pour ouvrir ladite vanne,

stocker dans ledit calculateur d'une part la position dudit vérin et d'autre part le régime moteur N correspondant à l'ouverture de ladite vanne,

répéter les étapes précédentes à des instants t_1 , t_2 , t_n successifs durant la durée de vie desdits moteurs de la turbomachine, et remplacer ladite pompe volumétrique haute pression lorsque ledit régime moteur N excède une valeur prédéterminée N_{limite} .

Ainsi, en supprimant tout intermédiaire entre la pompe HP et la vanne surveillée, on peut suivre au plus près la dégradation du rendement de la pompe HP et donc aussi surveiller les capacités de redémarrage en vol des moteurs de la turbomachine.

De préférence, ladite position du vérin est mesurée par un capteur LVDT dudit vérin et ladite valeur prédéterminée Q_0 de débit correspond à un seuil de tarage d'un ressort de ladite vanne.

Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins

annexés qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les figures :

- la figure 1 est un schéma de principe simplifié d'un système hydraulique de turbomachine, vanne de by-pass fermée ;

5 - la figure 2 est un schéma de principe simplifié d'un système hydraulique de turbomachine, vanne de by-pass ouverte ;

- la figure 3 sont deux courbes illustrant respectivement la position vérin et le régime moteur en fonction du temps pendant un démarrage moteur; et

10 - la figure 4 est une courbe montrant le régime d'ouverture de la vanne de by-pass en fonction du temps.

Description détaillée d'un mode de réalisation

15 Les figures 1 et 2 montrent un schéma de principe simplifié d'un système hydraulique de turbomachine dans deux positions opposées de la vanne de by-pass (VBV – variable by-pass valve).

Classiquement, la pompe volumétrique haute-pression (pompe HP 10) est suivie directement en aval par une vanne de by-pass 12 qui permet d'assurer la montée en pression du système hydraulique. Cette
20 vanne s'ouvre lorsque le débit qui lui est appliqué permet d'atteindre le seuil de tarage précisément connu de son ressort 12A. Elle permet d'une part la mise en mouvement d'un vérin 14 assurant le déplacement des aubes à géométrie variable (non représentées) via une servovalve associée 16 reliée par une canalisation amont 18 à la pompe HP et par
25 une canalisation aval 20 à la vanne de by-pass 12 et d'autre part l'alimentation des moteurs (non représentés) par la mise en communication de ceux-ci avec la pompe HP via successivement une vanne de dosage de carburant FMV 22 et une vanne de coupure haute-pression HPSOV 24 montées sur une canalisation d'alimentation de ces
30 moteurs 26. Un calculateur 28 relié aux différents composants du système hydraulique assure son contrôle général à partir de différentes données, comme le régime moteur N souhaité ou le déplacement du piston 14A du vérin 14 mesuré par un capteur LVDT (linear variable displacement transducer 14B). Bien entendu, le circuit hydraulique comporte d'autres
35 composants connus (par exemple des filtres, vannes, échangeurs,...) dont la description n'apparaît toutefois pas nécessaire pour la compréhension

de l'invention et qui ne sont donc pas représentés. On notera cependant la canalisation 30 de recirculation du débit de la vanne de by-pass reliée à la canalisation aval 20 au travers de la vanne de by-pass 12.

5 Le fonctionnement du système précédent est le suivant. Le gavage de la pompe volumétrique HP étant assuré par une pompe BP non représentée située en amont, cette pompe HP 10 délivre un débit fonction du régime moteur N en direction du vérin 14 (via la servovalve 16) et de la vanne de by-pass 12. La pompe HP fuit naturellement sur elle-même et les fuites sont d'autant plus grandes que la pompe est dégradée.

10 Lorsque la vanne de by-pass 12 est dans un état fermé (figure 1), la canalisation 20 entre la sortie de la servovalve 16 et la vanne de by-pass 12 est obstruée par cette dernière. Le delta de pression aux bornes du vérin 14 est nul et les deux chambres de ce vérin étant à pression identique, le piston 14A est immobile ainsi que les aubes à géométrie variable qu'il actionne.

15 Dès que la pression au niveau de la vanne de by-pass 12 dépasse le seuil de tarage du ressort 12A, c'est-à-dire quand le débit qu'elle voit est suffisamment élevé, elle commute dans un état de pleine ouverture (figure 2) et la canalisation 20 entre la sortie de la servovalve 20 16 et la vanne de by-pass 12 n'est plus obstruée. Le carburant est alors à basse pression et le piston 14A est soumis à une pression différentielle (delta pression non nul) qui le met en mouvement, comme l'illustre la courbe 40 de la figure 3. Le vérin étant équipé du LVDT 14B, il est alors possible au moyen du calculateur 28 de détecter précisément l'instant où 25 le piston est déplacé, correspondant donc à cette ouverture de la vanne de by-pass, et de relever le régime moteur N associé (voir la courbe 42).

Selon l'invention, pour assurer le suivi du rendement volumétrique de la pompe HP 10 du système de régulation hydraulique d'une turbomachine, les inventeurs partant du constat que si la pompe HP 30 se dégrade au cours du temps, les régimes moteurs N relevés précédemment seront alors également différents, ont mis au point un procédé innovant reposant sur les étapes suivantes.

Le moteur est en fonctionnement au sol à un bas régime initial N0 et la vanne de by-pass 12 est fermée. Il est tout d'abord procédé 35 depuis le calculateur 28 à la commande de mise en mouvement du vérin 14. Toutefois, la vanne de by-pass étant fermée, le vérin ne peut répondre

à cette commande et reste donc immobile. En parallèle à cette commande, le régime moteur N est augmenté progressivement. Tant que le débit envoyé sur la vanne de by-pass 12 n'est pas suffisant, cette dernière reste fermée et le vérin 14 ne bouge pas. Quand le débit est
5 suffisant (valeur déterminée Q_0 correspondant au seuil de tarage du ressort 12A), la vanne de by-pass 12 s'ouvre et le vérin 14 se met alors en mouvement. Le régime moteur N correspondant à l'ouverture de la vanne de by-pass 12 et donc au mouvement du vérin est relevé grâce au LVDT 14B du vérin auquel le calculateur 28 est relié et stocké dans ce dernier.

10 En répétant les étapes précédentes à des instants successifs t_1 , t_2 , ..., t_n au cours de la durée de vie des moteurs, on obtient la courbe 50 de la figure 4 qui permet de suivre précisément la dégradation du rendement de la pompe HP 10 et en définissant une valeur limite N_{limite} à ne pas dépasser pour le régime moteur, de décider alors des actions qui
15 s'imposent notamment quant au remplacement de cette pompe HP.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de suivi du rendement volumétrique d'une pompe
5 haute-pression d'un système de régulation hydraulique d'une
turbomachine comportant une pompe volumétrique haute-pression
délivrant un débit Q , fonction d'un régime moteur N de ladite
turbomachine défini par un calculateur de commande, en direction d'un
10 vérin d'actionnement des aubes à géométrie variable de ladite
turbomachine et d'une vanne de by-pass disposée dans une canalisation
d'alimentation du moteur de ladite turbomachine, caractérisé en ce qu'il
comporte les étapes suivantes :
- mettre en route le moteur de ladite turbomachine à un bas
régime moteur N_0 , ladite vanne étant fermée,
15 commander depuis ledit calculateur un déplacement dudit vérin,
augmenter progressivement ledit régime moteur N jusqu'à ce
que ledit débit Q atteigne une valeur prédéterminée Q_0 suffisante pour
ouvrir ladite vanne,
stocker dans ledit calculateur d'une part la position dudit vérin
20 et d'autre part le régime moteur N correspondant à l'ouverture de ladite
vanne,
répéter les étapes précédentes à des instants t_1 , t_2 , t_n
successifs durant la durée de vie dudit moteur de la turbomachine, et
remplacer ladite pompe volumétrique haute-pression lorsque
25 ledit régime moteur N excède une valeur prédéterminée N_{limite} .
2. Procédé de suivi selon la revendication 1, caractérisé en ce
que ladite position du vérin est mesurée par un capteur LVDT dudit vérin.
- 30 3. Procédé de suivi selon la revendication 1, caractérisé en ce
que ladite valeur prédéterminée Q_0 de débit correspond à un seuil de
tarage d'un ressort de ladite vanne.

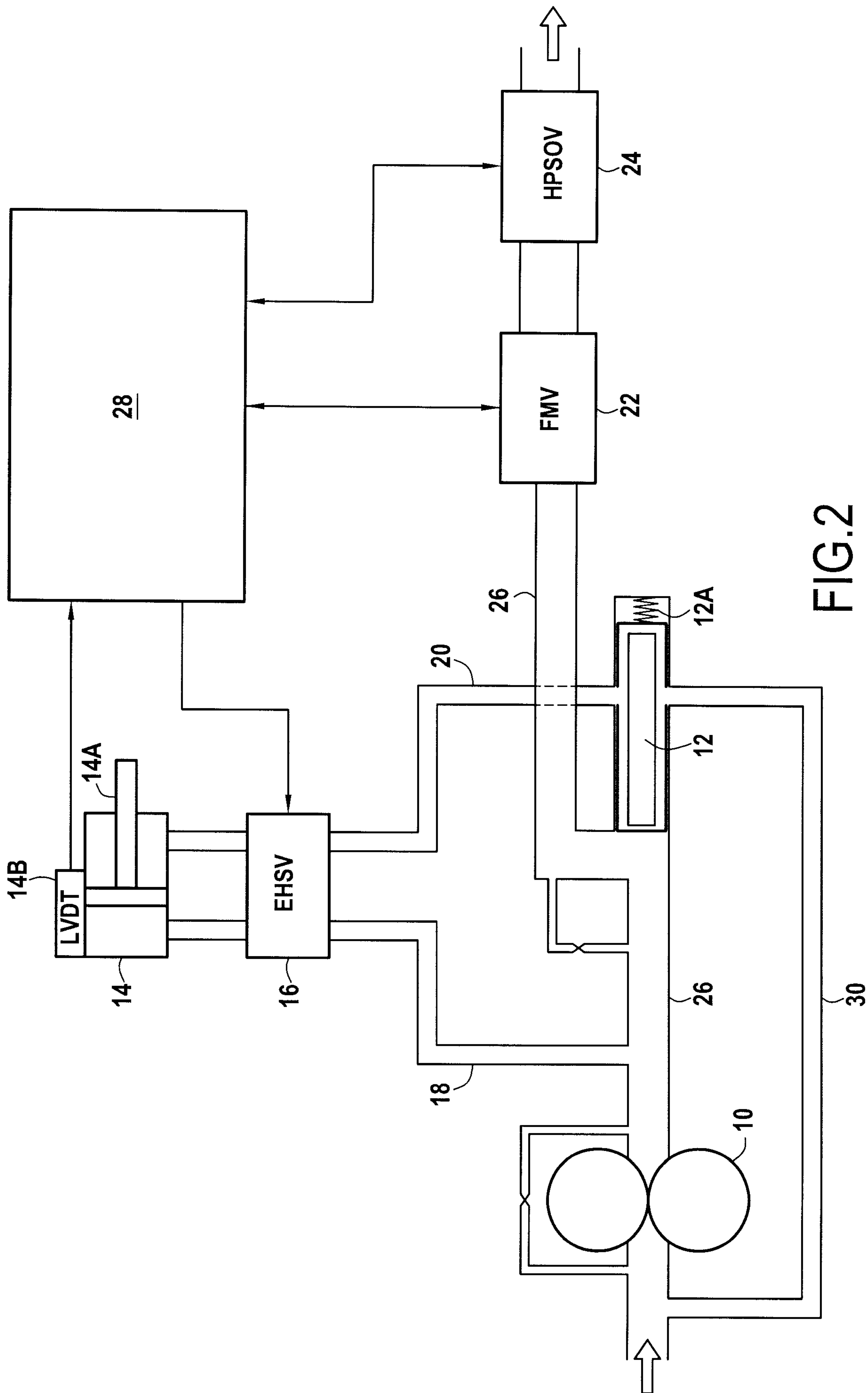


FIG. 2

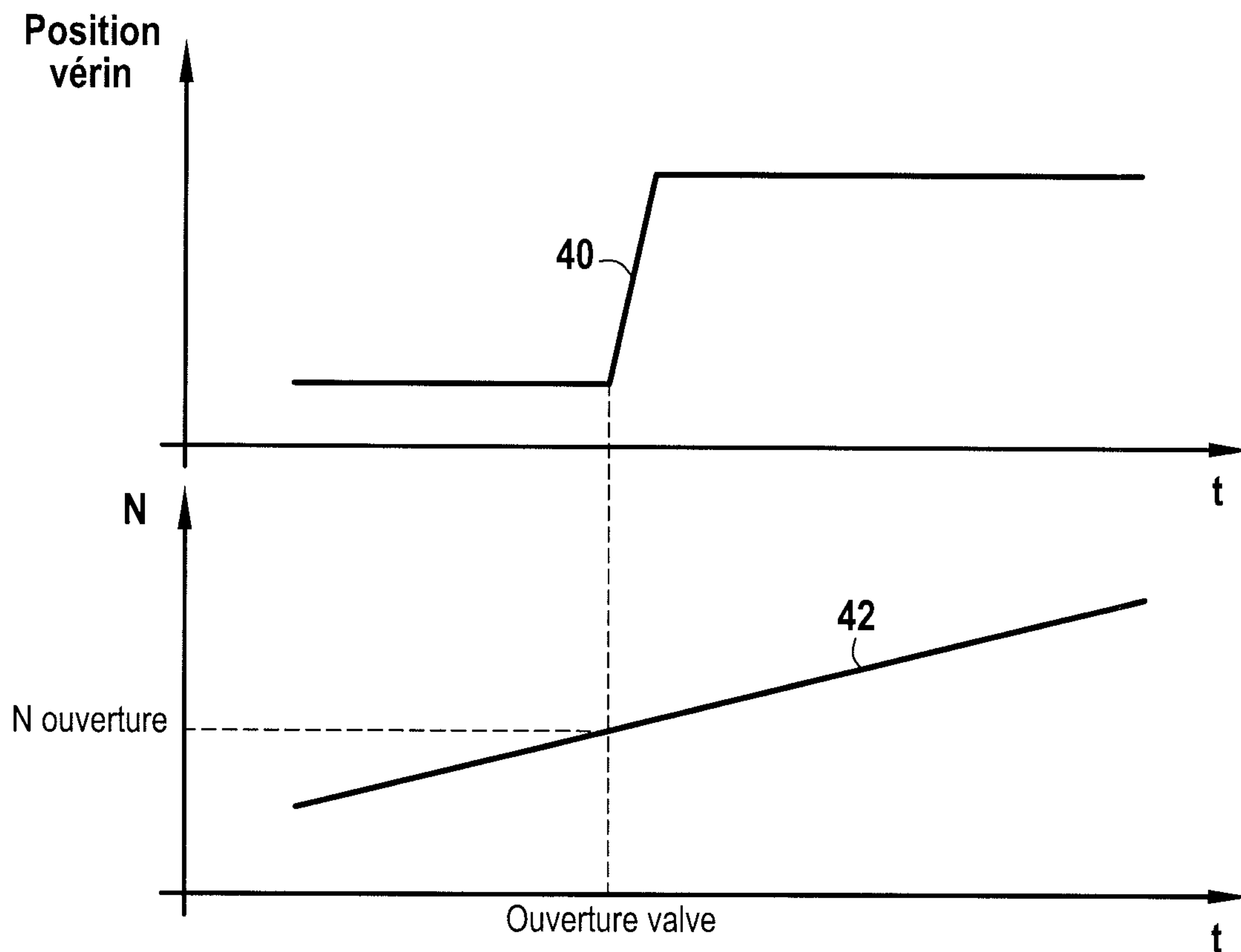


FIG.3

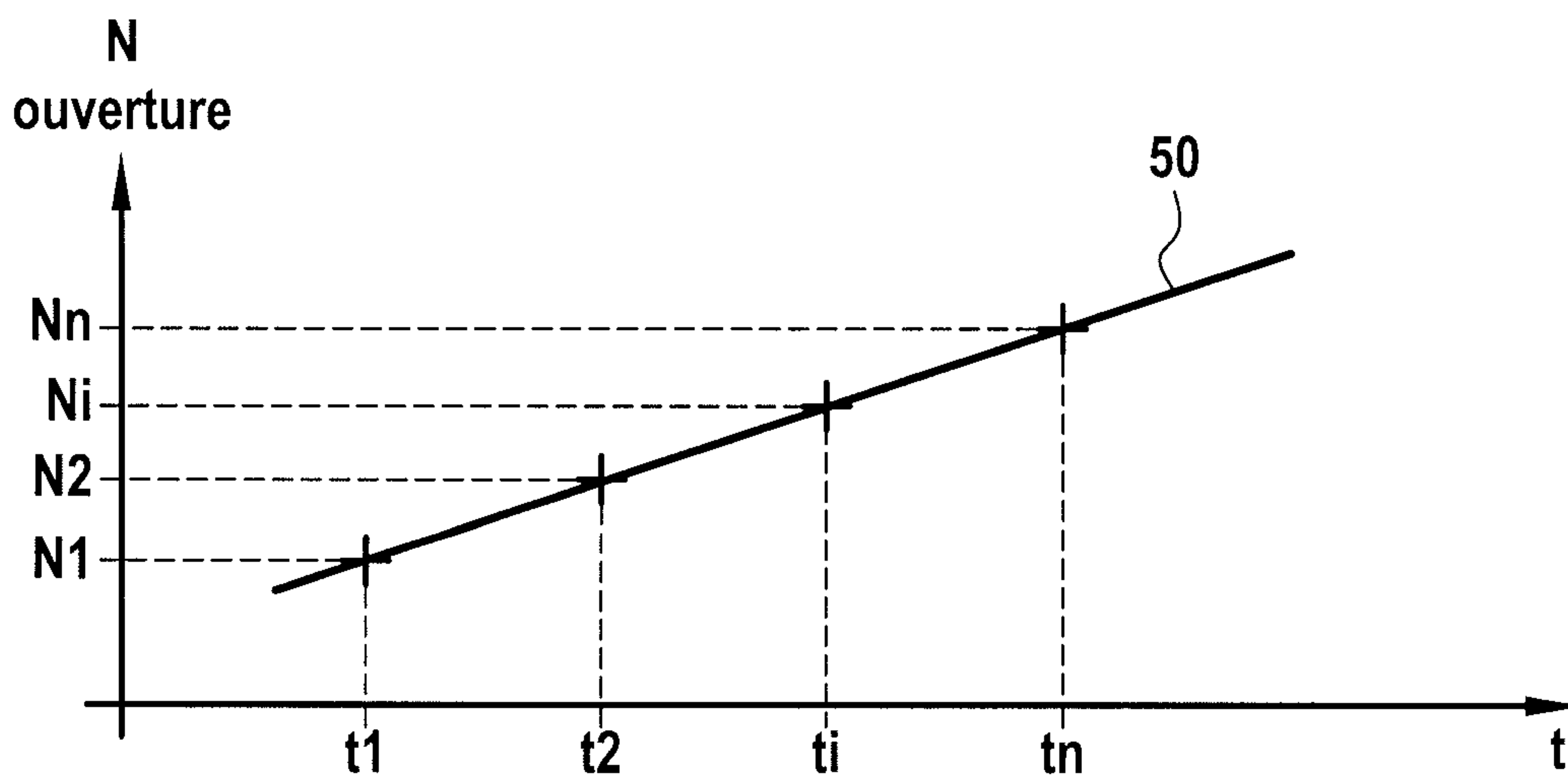


FIG.4

N
ouverture

