

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 068 090

②① N° d'enregistrement national : **17 55807**

⑤① Int Cl⁸ : **F 04 D 27/02 (2017.01)**

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ PROCÉDE DE DETECTION D'UTILISATION EN ZONE DE POMPAGE D'UN COMPRESSEUR ELECTRIQUE ET COMPRESSEUR ELECTRIQUE ASSOCIE.

②② Date de dépôt : 25.06.17.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 28.12.18 Bulletin 18/52.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 16.10.20 Bulletin 20/42.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : VALEO SYSTEMES DE CONTROLE MOTEUR Société par actions simplifiée — FR.

⑦② Inventeur(s) : SURBLED KEVIN et SIEGWART JEAN-BAPTISTE.

⑦③ Titulaire(s) : VALEO SYSTEMES DE CONTROLE MOTEUR Société par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : VALEO SYSTEMES DE CONTROLE MOTEUR Société par actions simplifiée.

FR 3 068 090 - B1



PROCEDE DE DETECTION D'UTILISATION EN ZONE DE POMPAGE D'UN
COMPRESSEUR ELECTRIQUE ET COMPRESSEUR ELECTRIQUE ASSOCIE

La présente invention concerne le domaine des compresseurs électriques, et plus
5 particulièrement un procédé de détection d'utilisation d'un compresseur électrique en
zone de pompage et le compresseur électrique associé.

Dans le cadre de l'invention, un compresseur électrique est un dispositif, utilisé
pour suralimenter un moteur à combustion essence, Diesel, gaz, éthanol, ou à pile à
combustible, fonctionnant avec un moteur électrique. Plus précisément, le compresseur
10 comporte une roue de compresseur entraînée par un moteur électrique.

Le compresseur électrique est placé sur la ligne d'admission d'air d'un moteur à
combustion. Le compresseur électrique joue le même rôle que le turbocompresseur, à
savoir augmenter la pression d'admission des gaz dans le moteur.

L'utilisation du compresseur électrique est envisagée pour différents besoins,
15 allant de l'amélioration du temps de réponse global de la boucle d'air moteur à
l'augmentation du couple maximal moteur voire de la puissance spécifique d'un moteur
thermique, en passant par l'amélioration de la dépollution ou encore le réchauffement
des gaz admis dans des conditions froides.

Durant certaines phases d'utilisation du moteur à combustion, par exemple
20 phases de levé de pied consécutives à une utilisation du compresseur ou demande de
compression à faible débits d'air, le point de fonctionnement du compresseur se déplace
en zone de pompage. Cette zone de pompage est caractérisée par de faibles débits d'air
et un fort rapport de compression. Cette zone représente une région d'instabilité des
débits. En effet, dans cette zone, les forts gradients de pression entre l'entrée de la roue
25 du compresseur et l'entrée de la volute, associés à de faibles débits d'air, entraînent des
décollements aérodynamiques sur les pales du compresseur impliquant des retours de
débit inhibant la fonction compression. Ces retours de débit permettent ensuite le ré
équilibrage des pressions qui assure à nouveau la fonction compression. On observe alors

un phénomène périodique de variation de pression et de débit au niveau du compresseur provoquant une instabilité du système. Notamment, l'utilisation du compresseur dans la zone de pompage entraîne :

- une dégradation de la fonction principale du produit,
- 5 - une puissance consommée instable sur le réseau électrique alimentant le compresseur,
- un sur-échauffement local de la partie mécanique du compresseur dépassant les limites admissibles,
- des dommages irréversibles sur l'axe et les roulements du compresseur.

10 Il n'existe actuellement aucun moyen, ni consigne pour s'assurer que le compresseur n'est pas utilisé dans la zone de pompage

La présente invention a donc pour objet de pallier un ou plusieurs des inconvénients de l'art antérieur.

15 Pour cela la présente invention propose un procédé de détection d'utilisation d'un compresseur électrique dans une zone de pompage comprenant les étapes de :

- mesurer une valeur d'un paramètre physique influencé par la variation de débit et de pression au niveau du compresseur,
- comparer la valeur mesurée à une valeur seuil qui définit l'entrée de l'utilisation du compresseur en zone de pompage.

20 Selon un mode de réalisation de l'invention, la valeur mesurée est la valeur du couple de consigne.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la valeur mesurée est la valeur de la vitesse de rotation mesurée de la roue.

25 Selon un mode de réalisation de l'invention, le procédé comporte une étape permettant de ne plus utiliser le compresseur en zone de pompage.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le procédé curatif consiste à demander une modification de la vitesse du compresseur.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le procédé curatif consiste à arrêter la charge du compresseur.

L'invention concerne également, un compresseur électrique comportant des moyens permettant de mettre en œuvre le procédé de détection selon l'invention.

5 L'invention concerne également, l'utilisation du compresseur selon l'invention, dans un moteur thermique ou une pile à combustible.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris et apparaîtront plus clairement à la lecture de la description faite, ci-après, en se référant aux figures annexées, données à titre d'exemple et dans lesquelles :

10 - la figure 1 est une représentation graphique des résultats des oscillations sur courant et débit d'air mesuré pour un compresseur utilisé en zone de pompage,

- la figure 2 est une représentation graphique des résultats oscillations sur un couple consigne pour un compresseur utilisé en zone de pompage,

- la figure 3 est une représentation schématique d'un procédé selon l'invention.

15

La présente invention concerne un procédé permettant de détecter une utilisation d'un compresseur électrique en zone de pompage, et par conséquent d'empêcher cette utilisation en zone de pompage, et le compresseur associé.

Dans le cadre de l'invention, la zone de pompage est celle telle que définie plus haut. Cette zone est donc une zone caractérisée par de faibles débits d'air et un fort rapport de compression, et dans laquelle on observe un phénomène périodique de variation de pression et de débit au niveau du compresseur provoquant une instabilité du système. Dans le cadre de l'invention, on entend par compresseur électrique, un compresseur d'air, volumétrique ou non et par exemple centrifuge ou radial, entraîné par un moteur électrique, dans le but de suralimenter un moteur thermique. Selon un mode de réalisation de l'invention, le moteur électrique est un moteur asynchrone à courant continue ou alternatif.

20

25

Le compresseur électrique comporte une roue entraînée en rotation par son moteur électrique via un arbre et des moyens d'entraînement comportant par exemple des roulements.

5 Selon un mode de réalisation de l'invention, le moteur électrique est un moteur à reluctance variable (également appelée machine SRM pour Switched Reluctance Motor selon la terminologie anglaise).

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, le moteur électrique est un moteur à aimant permanent.

10 Le procédé (100) selon l'invention, illustré figure 3, consiste à déterminer si l'utilisation du compresseur se fait en zone de pompage en vérifiant au moins une valeur d'un paramètre physique prédéfini qui varie en fonction de la charge du compresseur électrique.

15 Plus précisément, le procédé (100) consiste à mesurer (101) une valeur d'un paramètre physique influencé par la variation de débit et de pression au niveau du compresseur.

Ce procédé permet de déterminer si la ligne, c'est-à-dire le début, de la zone de pompage a été atteinte ou dépassée en analysant une valeur physique accessible par le compresseur.

20 Lorsque le compresseur est utilisé en zone de pompage, des oscillations de cette valeur physique apparaissent. Le procédé de détection de l'utilisation du compresseur en zone de pompage effectue donc une analyse fréquentielle des caractéristiques de cette valeur physique à vitesse constante ou à variation lente afin de déterminer si la limite de pompage est atteinte.

25 Selon une variante de l'invention, le paramètre physique est la valeur de la consigne de couple.

Par exemple, la valeur de la consigne de couple par le contrôleur implémenté dans la boucle de régulation de la vitesse représente directement le couple réel appliqué par le

moteur. Lorsque la vitesse réelle a convergé vers la vitesse consigne, ce couple demandé représente la charge appliquée au compresseur.

Selon une variante de l'invention, le paramètre physique est la vitesse de rotation mesurée de la roue.

5 Selon une variante de l'invention, le paramètre physique est la valeur du couple demandé et la vitesse de rotation mesurée de la roue.

Ainsi le procédé (100) selon l'invention consiste à mesurer une valeur d'un paramètre physique qui varie en fonction de la charge du compresseur électrique et est associé à l'utilisation du compresseur en début de zone de pompage.

10 La valeur mesurée est ensuite comparée (102) à une valeur seuil de la consigne de couple et/ou de la vitesse qui définit l'entrée de l'utilisation du compresseur en zone de pompage.

Si la valeur mesurée est supérieure à la valeur seuil, il est ainsi possible de dire que l'utilisation se fait en zone de pompage.

15 Selon un mode de réalisation de l'invention, le procédé de détection de l'utilisation du compresseur en zone de pompage est associée à au moins un procédé (103) curatif ou tout autre procédé permettant de ne plus utiliser le compresseur en zone de pompage et d'éviter sa détérioration prématurée voire sa destruction.

20 Ce procédé (103) curatif est mise en œuvre à partir du moment où la valeur mesurée dépasse la valeur seuil.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le procédé curatif consiste à arrêter la charge du compresseur.

Selon un mode de réalisation, le procédé curatif consiste à réduire la vitesse du compresseur.

25 Ainsi, le procédé selon l'invention permet d'une part d'identifier si le compresseur est utilisé dans des conditions non souhaitées et potentiellement destructrices pour le composant, et d'autre part de mettre en place des stratégies complémentaires

permettant de protéger le compresseur et d'éviter sa détérioration prématurée voire sa destruction.

L'ensemble des mesures se fait par des moyens tels que des capteurs reliés à l'électronique du compresseur électrique, permettant ainsi ensuite une analyse et des comparaisons à la valeur seuil.

Le compresseur électrique utilisé dans le cadre de l'invention comporte ainsi des moyens de mesure de la valeur du paramètre physique et des moyens d'analyse de cette valeur.

Le compresseur comporte également des moyens de stockage de la valeur seuil, permettant par comparaison avec la valeur mesurée de déterminer si l'utilisation du compresseur se fait dans la zone de pompage.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le compresseur comporte des moyens de mise en œuvre de la stratégie curative. Par exemple, le compresseur comporte des moyens permettant de commander une modification de la vitesse du compresseur ou l'arrêt de la charge du compresseur.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les moyens de commande sont intégrés à l'électronique du compresseur.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les moyens de commande sont des moyens de l'unité de contrôle du véhicule.

Une étude sur banc de test aéraulique a été effectuée avec un compresseur électrique afin de caractériser le phénomène de pompage et d'évaluer l'impact d'une utilisation dans cette zone de pompage sur les différentes variables et grandeurs physiques du compresseur. Le banc consiste en un compresseur intégré dans une ligne d'air dont les extrémités sont placées aux conditions de la cellule de tests. Un restricteur placé dans la ligne d'air en aval du compresseur permet de réguler le débit d'air et ainsi positionner l'utilisation du compresseur en zone de pompage.

De plus, des variations de vitesse de la roue du compresseur et des variations de la distance du restricteur au compresseur ont été effectuées afin d'identifier l'impact de ces conditions sur le comportement de l'utilisation du compresseur en zone de pompage.

Les résultats des tests, illustrés figures 1 et 2, ont permis de mettre en évidence les
5 éléments suivants :

- l'utilisation du compresseur en zone de pompage entraîne des oscillations sur le régime de la roue, la pression et le débit traversant le compresseur.
- l'utilisation du compresseur en zone de pompage implique des oscillations sur le couple consigne pour réguler le régime, dont l'amplitude et la fréquence dépendent
10 de paramètres identifiés et compris (régime, distance du restricteur)

Ces résultats illustrent l'efficacité d'un procédé de détection de l'utilisation du compresseur en zone de pompage basé sur l'analyse du couple consigne du compresseur notamment en termes d'amplitude et de fréquence permet la réalisation.

De plus, cette stratégie permet de prendre en compte le régime mesuré ainsi que
15 l'architecture de la boucle d'air du moteur à combustion interne pour une calibration adéquate.

La portée de la présente invention ne se limite pas aux détails donnés ci-dessus et permet des modes de réalisation sous de nombreuses autres formes spécifiques sans s'éloigner du domaine d'application de l'invention. Par conséquent, les présents modes
20 de réalisation doivent être considérés à titre d'illustration, et peuvent être modifiés sans toutefois sortir de la portée définie par les revendications.

REVENDEICATIONS

1. Procédé (100) de détection d'utilisation d'un compresseur électrique dans une zone de pompage comprenant les étapes de :

- 5
- mesurer une valeur d'un paramètre physique influencé par la variation de débit et de pression au niveau du compresseur,
 - comparer la valeur mesurée à une valeur seuil qui définit l'entrée de l'utilisation du compresseur en zone de pompage,

le procédé étant associée à au moins un procédé (103) curatif permettant de ne plus utiliser le compresseur en zone de pompage et d'éviter sa détérioration prématurée voire sa destruction, et consistant à arrêter la charge du compresseur.

10

2. Procédé (100) selon la revendication 1, dans lequel la valeur mesurée est la valeur du couple de consigne.

3. Procédé (100) selon la revendication 1, dans lequel la valeur mesurée est la valeur de la vitesse de rotation mesurée de la roue.

15

4. Compresseur électrique comportant des moyens permettant de mettre en œuvre le procédé de détection selon une des revendications 1 à 3.

5. Utilisation du compresseur selon la revendication 4, dans un moteur thermique ou une pile à combustible.

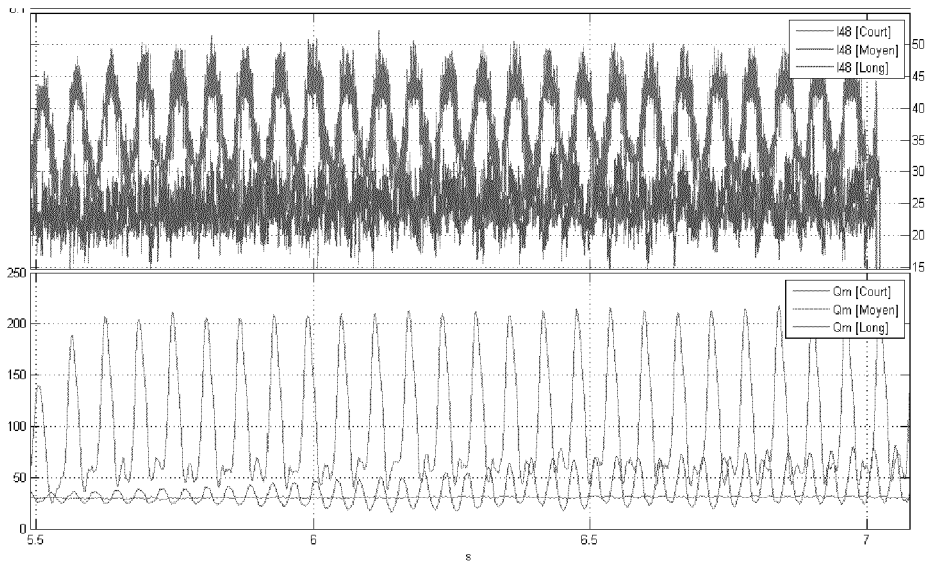


Figure 1

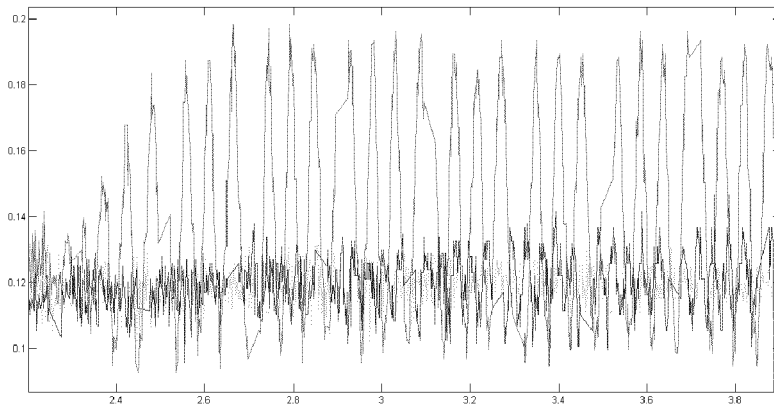


Figure 2

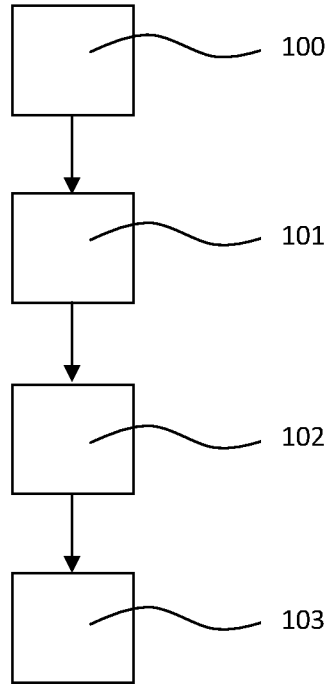


Figure 3

RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

DE 10 2004 060206 B3 (SIEMENS AG [DE]) 14 juin 2006 (2006-06-14)

WO 2015/138172 A1 (BORGWARNER INC [US]) 17 septembre 2015 (2015-09-17)

DE 10 2007 035712 A1 (SIEMENS AG [DE]) 5 février 2009 (2009-02-05)

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

NEANT

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

NEANT