

Résumé

Les couples d'engrenages présents dans les boîtes de vitesses automobiles sont une source de bruit importante à prendre en compte et à maîtriser. L'acyclisme du moteur observable en entrée de boîte a notamment pour conséquence de provoquer des impacts entre les dents des engrenages non chargés, à l'origine du bruit de grenaille. Ce travail de thèse s'intéresse aux cas de grenaille dits périodiques, dont l'apparition et la sévérité dépendent, entre autres, des conditions de fonctionnement régime/charge. Pour détecter la présence et quantifier la sévérité de ce bruit, il est nécessaire de construire des indicateurs pertinents et dédiés, où il est particulièrement intéressant de conserver la dualité des informations temporelles (relatives aux voies de transfert des phénomènes vibratoires) et angulaires (relatives aux cycles de la machine) mesurées sur des boîtes en montée de régime. Une extension de l'approche cyclostationnaire classique est ainsi exploitée et la cohérence spectrale ordre/fréquence est utilisée afin de définir un indicateur de sévérité du bruit de grenaille. Deux campagnes d'essais ont été réalisées afin de valider la pertinence de cet indicateur, utilisant un banc d'essais qui permet d'imposer des montées en régime et de générer un acyclisme. Dans la première campagne d'essais, un pignon fou est instrumenté à l'aide d'un codeur optique afin de mesurer la vitesse relative pignon fou/pignon menant qui est utilisée comme référence pour détecter l'apparition des impacts. La comparaison avec l'indicateur proposé, calculé à partir du signal vibratoire d'un accéléromètre positionné sur le carter de boîte, démontre sa capacité à détecter effectivement des chocs. Des sessions d'écoute ont été organisées afin de comparer le ressenti d'auditeurs qualifiés pour faire des évaluations subjectives à l'évolution des valeurs données par l'indicateur, à partir d'une seconde campagne d'essais. Cet indicateur apparaît représentatif du ressenti des auditeurs. Une fois la grenaille détectée et quantifiée globalement en intensité, il est intéressant d'extraire sa composante du signal global mesuré. Pour cela, une extension du filtre de Wiener cyclique pour des signaux cyclostationnaires angle/temps est proposée. Le signal extrait étant supposé être généré uniquement par les impacts produisant le bruit de grenaille, les impulsions extraites sont exploitées afin d'estimer la fonction de transfert entre les points d'excitation et le capteur localisé sur le carter de boîte. Cette fonction de transfert est comparée à celle obtenue par une seconde méthode, également développée dans le cadre de cette thèse, qui consiste en une extraction de la partie déterministe de l'excitation à l'aide d'un filtre en peigne dans le domaine des ordres, puis en une identification aveugle de la réponse impulsionnelle dans le domaine cepstral.

-

-

- **Titre traduit**

Detection and extraction of gearbox noises such as rattle noise by angle/time cyclostationary approach

-

Résumé

The improvement of the engine noise emissions causes the emergence of new sources which were previously masked, like gearbox noises. Because of the engine acyclism some impacts can appear between the teeth of unloaded gears. Those impacts generate the so called rattle noise which is a current problem for car manufacturers. This work is focused on periodic cases of rattle noise. Their appearance and their level depend on operating conditions. In order to propose a specific detection indicator it is particularly useful to exploit the angle/time duality from measures in non-stationary conditions: the angle domain is linked to the periodicity of the impacts while the time domain is linked to their nature. An extension of the cyclostationary approach is thus exploited and the order/frequency spectral coherence is used to define a severity indicator of rattle noise. The validation of this indicator is obtained from measurements. For a first level of validation, a loose gear has been instrumented with an optical encoder in order to measure the relative velocity between this loose gear and the driving gear. The comparison with the proposed indicator shows its ability to effectively detect the impacts. For a second level of validation some listening sessions have been organized. The evolution of values of our indicator appears in accordance with the feeling of the listeners. After the detection of rattle noise it is interesting to extract its contribution from the measured signal. An extension of the cyclic Wiener filter is thus proposed for angle/time cyclostationary sources. The extracted signal being supposed only produced by impacts, the extracted impulses are then exploited in order to estimate a transfer function. This transfer function is compared with the other one obtained by a second method, also developed in this work. This method exploits the non-stationary regime and proposes a blind identification with cepstrum.