

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Ferhat Abbas- Sétif 1

Institut : Optique et Mécanique de Précision

Département : Optique et mécanique de précision

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Optique et Mécanique de Précision

Spécialité : mécanique fine

Mémoire de Master

Exploration du son, des vibrations et des courants de phase du moteur pour une détection robuste des défauts des machines tournantes

Étudié par : ALOUI Djouhayna

Dirigé Par : Dr. FEDALA Semchedine

Devant le jury :

Présidente : Dr. BENMAHDI Dalila

Examineur : Pr. FELKAOUI Ahmed

Soutenue le : 30 / 06 /2024

Sommaire

Résumé	9
Introduction générale	10
I. Chapitre 1 : Etude bibliographique.....	1
1.1. Introduction.....	1
1.2. Défauts des machines tournantes	1
1.2.1. Balourd	1
1.2.2. Désalignement	2
1.2.3. Défauts du roulement.....	2
1.2.4. Défaut de moteur	3
1.3. Les techniques de surveillance des défauts	8
1.3.1. L'émission acoustique	8
1.3.2. Analyse du courant électrique	8
1.3.3. Analyse vibratoire.....	9
1.4. Les techniques du traitement de signal.....	9
1.4.1. Les indicateurs temporels	10
1.4.2. Transformé de Fourier rapide (FFT)	12
1.4.3. Transformée de Fourier à court terme (TFCT).....	13
1.4.4. Transformée d'ondelette.....	13
1.4.5. Analyse d'enveloppe	14
1.5. Diagnostic par reconnaissance des formes.....	15
1.5.1. Les Machine à Vecteurs de Supports (SVM)	17
1.6. Conclusion	20
II. Chapitre 2 : Description de la base de données	21
2.1. Introduction.....	21
2.2. Présentation du banc d'essai.....	21
2.3. Les défauts	22
2.3.1. Les défauts de roulement.....	22
2.3.2. Le désalignement.....	23
2.3.3. Défaut de balourd	23
2.4. Acquisition des signaux	24
2.5. Conclusion	25

III. Chapitre 3 : Classification par reconnaissance des formes	26
3.1. Introduction	26
3.2. Présentation des signaux	26
3.3. Analyse des signaux vibratoires	27
3.3.1. Analyse temporelle	27
3.3.2. Analyse fréquentielle	28
3.4. Analyse des signaux acoustiques	30
3.4.1. Analyse temporelle	30
3.4.2. Analyse fréquentielle	31
3.5. Analyse des signaux de courant de phase	32
3.5.1. Analyse temporelle	32
3.5.2. Analyse fréquentielle	33
3.6. Calculs indicateurs	33
3.7. Procédure de classification	36
3.7.1. Phase de détection	37
3.7.2. Phase d'identification	37
3.8. Résultat de la classification par SVM	38
3.8.1. Signaux vibratoires	38
3.8.2. Signaux courant de phase	38
3.8.3. Signaux acoustiques	39
IV. Conclusion	41
Conclusion générale	42
References	44

Abstract:

This thesis includes a literature review focusing on the exploration of sound, vibrations, and phase currents of motors, as well as the main faults of rotating machines such as imbalance, misalignment, bearing faults, and motor defects. It also explains the most commonly used signal processing techniques for diagnosis, along with an introduction to pattern recognition classification methods. Subsequently, it provides a detailed presentation of the database on which our work will be based, followed by the obtained results.

Keywords: sound, phase current, vibrations, motors, defects of rotating machines

Résumé :

Ce mémoire comprend une analyse bibliographique portant sur l'exploration du son, des vibrations et des courants de phase des moteurs, ainsi que sur les principaux défauts des machines tournantes comme le défaut de balourd, désalignement, de roulement. Il explique également les techniques de traitement du signal les plus couramment utilisées pour le diagnostic, ainsi qu'une introduction aux méthodes de classification par reconnaissance des formes. Ensuite, il propose une présentation détaillée de la base de données sur laquelle notre travail sera réalisé, suivie des résultats obtenus.

Mots-clés : Son, Courant de phase, Vibrations, Moteur, Défauts des machines tournantes

ملخص:

يتضمن هذا الرسالة تحليلاً بيبليوغرافياً حول استكشاف الصوت والاهتزازات والتيارات الطور للمحركات، بالإضافة إلى العيوب الرئيسية في الآلات الدوارة مثل العيوب في التوازن، والتحرك، والتحمل. كما يشرح أيضاً التقنيات الأكثر استخداماً في معالجة الإشارات المستخدمة للتشخيص، بالإضافة إلى مقدمة في أساليب التصنيف باستخدام تقنية التعرف على الأنماط. ثم يقدم عرضاً مفصلاً لقاعدة البيانات التي سيتم العمل عليها، تليها النتائج المحصل عليها .

الكلمات الرئيسية: صوت، تيار الطور، اهتزازات، محرك، عيوب الآلات الدوارة

Introduction générale

Dans les secteurs industriels et des transports, les machines tournantes jouent un rôle crucial. Ceux-ci comprennent une variété d'équipements tels que des turbines à gaz, des turbines à vapeur, des générateurs, des pompes, des compresseurs, des boîtes de vitesses, des moteurs électriques, des voitures et des avions.

Ces machines rotatives et en particulier les moteurs se composent de divers composants tels que le stator, le rotor, les arbres et les roulements. Parmi ceux-ci, les roulements sont considérés comme les éléments mécaniques les plus critiques, utilisés pour guider et soutenir les arbres dans ces machines rotatives. Le bon entretien de ces composants est essentiel pour prévenir les pannes et maintenir un fonctionnement efficace. Négliger cet entretien pourrait entraîner des réparations coûteuses et des pertes de productivité. Par conséquent, il est essentiel de leur accorder une attention appropriée pour prévenir tout problème et optimiser leurs performances.

Les techniques de surveillance sans modèle se divisent en deux catégories principales : les outils de traitement de bas niveau, tels que les méthodes statistiques et de traitement du signal, qui génèrent des alarmes brutes à partir des signaux de capteurs sans contexte détaillé ; et les techniques de haut niveau comme la reconnaissance de formes et l'intelligence artificielle (IA), qui fournissent des réponses plus sophistiquées et facilitent la communication avec les experts pour la prise de décision. Malgré les avancées technologiques, l'expertise humaine reste cruciale dans la conception d'outils utilisant ces techniques. La question principale qui se pose est la suivante : est-ce que la méthode de classification par Séparateurs à Vastes Marges, connue sous le nom de « Support Vector Machines » (SVM), peut aussi efficacement diagnostiquer les défauts des arbres et de roulements externes au moteur à partir de signaux de courant que de signaux vibratoires et des signaux acoustiques ?

De plus, les techniques de diagnostic utilisant la classification peuvent produire de bons résultats en exploitant une combinaison variée d'indicateurs. C'est pourquoi, dans cette étude, nous proposons l'utilisation des SVM pour comparer les performances de diagnostic des différents défauts à partir des signaux acoustiques, des courants de phase du moteur et des signaux vibratoires.