

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

Mémoire de Master

Réalisation d'un banc d'essai pour l'étude des défauts de roulements

Étudié par : MESSELEM Khawla

Dirigé Par : Dr. ZIANI Ridha

(Président) : Pr. FELKAOUI Ahmed

(Examineur) : Dr. FEDALA Semchedine

Soutenue le : 29/06/2024

Sommaire

Remerciements

Liste des figures

Résumé..... I

Introduction générale..... II

Chapitre I:Généralité sur les défauts des roulements

I.1. Introduction..... 2

I.2. Généralité sur la maintenance 2

I.2.1. Les types de maintenance 2

I.2.1.1. La maintenance corrective 2

I.2.1.2. La maintenance préventive : 3

I.3. La maintenance par analyse vibratoire 4

I.3.1. Utilisation de l'analyse vibratoire 5

I.3.1.1. La surveillance 5

I.3.1.2. La détection..... 5

I.3.1.3. Le diagnostic 5

I.3.1.4. Le pronostic : 6

I.4. Les défauts de roulement 6

I.4.1. Causes principales des défauts 7

I.4.2. Origine des défauts de roulement..... 7

I.4.3. Principaux défauts..... 8

I.4.3.1. Le grippage 9

I.4.3.2. La corrosion 9

I.4.3.3. Usure 10

I.5. Fréquences caractéristiques pour les défauts d'un roulement..... 10

I.6. Analyse d'enveloppe pour les détections des défauts de roulements 12

I.6.1. Principe de l'analyse d'enveloppe..... 12

I.6.2. Étapes de l'analyse d'enveloppe 13

I.6.3. Avantages de l'analyse d'enveloppe	14
I.6.4. Applications	14
I.7. Conclusion	14

Chapitre II:Etat de l'art sur les bancs d'essais réalisés pour l'étude des défauts de roulements

II.1. Introduction	16
II.2. Les différents bancs d'essais pour l'étude des défauts de roulement	16
II.2.1. Banc d'essai N° 01 : PRONOSTIA.	16
II.2.2. Banc d'essai N° 02 : Banc d'essai d'université Hassan I, FST, Départ PSI, Labor IMMII Settat, Maroc.	18
II.2.3. Banc d'essai N° 03 : (réalisé à l'université de Casablanca, Maroc).	19
II.2.4. Banc d'essai N° 04 : LASPI	20
II.2.5. Banc d'essai N° 05 : LVA.	20
II.3. Conclusion	23

Chapitre III:Réalisation du banc d'essai

III.1. Introduction	25
III.2. Analyse Fonctionnelle :.....	25
III.2.1. Diagramme Bête à cornes :	25
III.2.2. Diagramme pieuvre :.....	26
III.3. Cahier de charge :.....	27
III.4. Architecture générale du banc :.....	28
III.5. Réalisation :.....	28
III.5.1. Partie électrique :.....	28
III.5.1.1. La partie puissance :.....	28
III.5.1.2. La partie commande :.....	31
III.5.1.3. La partie paramétrage :.....	32
III.5.2. Partie mécanique :	33
III.5.2.1. L'accouplement :.....	33
III.5.2.2. Logement clavette sur l'arbre :.....	35

III.6. Les roulements utilisés : Fiche technique	36
III.6.1. Fiche technique :	36
III.7. Système de chargement du roulement :.....	37
III.7.1. Vérin pneumatique :	38
III.7.1.1. Composants Principaux :.....	38
III.7.1.2. Type de Vérin Pneumatique :.....	38
III.7.1.3. Fonctionnement :.....	38
III.7.2. Le distributeur :	39
III.7.2.1. Composants Principaux :.....	39
III.7.2.2. Type de Distributeur :	40
III.7.2.3. Fonctionnement :.....	40
III.7.3. Compresseur de l'air :	40
III.7.4. Schéma d'installation.	41
III.7.5. L'effort développé par un vérin :	41
III.8. Représentation d'un banc réalisé :	42
III.8.1. Exploitation du banc pour le diagnostic et pronostic des défauts de roulement :.....	43
III.9. Système d'acquisition :	43
III.9.1. Les caractéristiques du capteur.....	43
III.9.2. La carte d'acquisition	44
III.9.3. Mode d'utilisation	46
III.9.3.1. Exemple d'acquisition :.....	48
III.10. Conclusion :.....	49

Conclusion générale

Bibliographie

Liste des figures

Chapitre I :

FIGURE I- 1: STRATEGIES DE MAINTENANCE.	4
FIGURE I- 2 : DIFFERENTES COMPOSANTES D’UN ROULEMENT	7
FIGURE I- 3 : DEFAILLANCE PREMATUREE DES ROULEMENTS.	8
FIGURE I- 4: GRIPPAGE D’UNE BAGUE	9
FIGURE I- 5: CORROSION SUR UNE PISTE DE ROULEMENT.	9
FIGURE I- 6: ECAILLAGE PAR (A) FATIGUE ET (B) SUPERFICIEL DE LA BAGUE INTERNE	10
FIGURE I- 7: CARACTERISTIQUES D’UN ROULEMENT. .. ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.	
FIGURE I- 8: SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DE LA METHODE DE L’ENVELOPPE.	13

Chapitre II :

FIGURE II- 1: PRESENTATION DE BANC PRONOSTIA.	16
FIGURE II- 2: PALIER DE SUPPORT D'ARBRE.....	17
FIGURE II- 3 : LE VERIN PNEUMATIQUE, LE REGULATEUR DE PRESSION ET LA GENERATION DE FORCE RADIALE.....	18
FIGURE II- 4 : BANC D'ESSAI VIBRATOIRE D’UNIVERSITE HASSAN I, FST, DEPART PSI, LABOR IMMII SETTAT, MAROC.	18
FIGURE II- 5 : BANC D’ESSAI DE L’UNIVERSITE CASABLANCA, MAROC.....	19
FIGURE II- 6: BANC DE ROULEMENT DU L’ASPL.	20
FIGURE II- 7: IMPLANTATION DU BANC DE FATIGUE.	21
FIGURE II- 8: ARCHITECTURE DU BANC D'ESSAI.....	21

Chapitre III

FIGURE III- 1: DIAGRAMME ‘BETE A CORNES’	25
FIGURE III- 2: DIAGRAMME DE PIEUVRE.....	26
FIGURE III- 3: REPRESENTATION DU BANC.	28
FIGURE III- 4: DISJONCTEUR [19].....	29
FIGURE III- 5: CONTACTEUR [20].....	29
FIGURE III- 6: RELAIS THERMIQUE [21].....	29
FIGURE III- 7: SELECTEUR [22].....	31
FIGURE III- 8: POTENTIOMETRE [23].	32
FIGURE III- 9: CABLAGE ELECTRIQUE.....	32
FIGURE III- 10: REPRESENTATION DES BOUTONS ET DES TEMOINS.....	33

FIGURE III- 11:L'ACCOUPLEMENT AVANT L'USINAGE.....	33
FIGURE III- 12: AGRANDIR LE TROU.	34
FIGURE III- 13: REALISATION DE LA RAINURE DE CLAVETTE.	34
FIGURE III- 14: PERÇAGE ET TARAUDAGE DE L'ACCOUPLEMENT.....	35
FIGURE III- 15: PREPARATION DE LOGEMENT CLAVETTE.....	36
FIGURE III- 16: SUPPORT DU VERIN.....	37
FIGURE III- 17: SUPPORT ET TABLE A VERIN.....	38
FIGURE III- 18: VERIN PNEUMATIQUE.	39
FIGURE III- 19: DISTRIBUTEUR [25].....	39
FIGURE III- 20: COMPRESSEUR DE L'AIR.	40
FIGURE III- 21: SCHEMA D'INSTALLATION.	41
FIGURE III- 22: BANC D'ESSAI REALISE.	42
FIGURE III- 23: CAPTEUR D'ACCELERATION [26].	44
FIGURE III- 24: CARTE D'ACQUISITION.	44
FIGURE III- 25 : REPRESENTATION DU PLACEMENT DU CAPTEUR.....	46
FIGURE III- 26: SIGNAL VIBRATOIRE TEMPOREL SANS DEFAUT.	48
FIGURE III- 27: LE SPECTRE DU SIGNAL TEMPOREL.....	48
FIGURE III- 28: LE SPECTRE D'ENVELOPPE.....	49

Liste des tableaux :

TABEAU 1 : CAHIER DE CHARGE	27
-----------------------------------	----

Résumé

Le pronostic de la durée de vie résiduelle des systèmes mécaniques est l'un des objectifs principaux de la maintenance industrielle. Ce projet de fin d'étude consiste à réaliser un banc d'essai pour le pronostic des défauts de roulements. Le banc est composé essentiellement d'un moteur électrique avec sa commande, d'un pair de roulement, d'un roulement testé, et d'un système de chargement afin d'accélérer la défaillance des roulements. Dans la première partie il s'agit de faire le montage des différents éléments. Dans la deuxième partie il s'agit d'acquérir des signaux vibratoires dès la mise en marche du banc jusqu'à l'apparition des défauts. Ces signaux seront utilisés par la suite pour tester différents technique de pronostic sous différentes conditions.

Mots clés : Banc d'essai, pronostic, la durée de vie résiduelle du roulement.

Abstract

The prognosis of the Remaining Useful Life (RUL) of mechanical systems is one of the main objectives of industrial maintenance. This project consists of creating a test bench for the prognosis of bearing defects. The bench is essentially composed of an electrical motor with its control, a pair of bearings, a tested bearing, and a loading system in order to accelerate the failure of the bearings. The first part involves assembling the different elements. In the second part, it involves acquiring vibration signals from the beginning of tests until the appearance of defects. The acquired signals will subsequently be used to test different prognosis techniques under different conditions.

Keywords : test bed, prognosis, useful remaining life of bearing.

ملخص

يعد تشخيص العمر المتبقي للأنظمة الميكانيكية أحد الأهداف الرئيسية للصيانة الصناعية. يتكون مشروع نهاية الدراسة هذا من إنشاء منصة اختبار لتشخيص عيوب التحمل. يتكون المقعد بشكل أساسي من محرك كهربائي مع التحكم به، وزوج من المحامل، ومحمل تم اختباره، ونظام تحميل من أجل تسريع فشل المحامل. الجزء الأول يتضمن تجميع العناصر المختلفة. أما في الجزء الثاني فيتضمن استقبال إشارات الاهتزاز من بداية الجلوس حتى ظهور العيوب. سيتم بعد ذلك استخدام هذه الإشارات لاختبار تقنيات تشخيصية مختلفة في ظل ظروف مختلفة.

الكلمات المفتاحية: منصة الاختبار، التشخيص، العمر المتبقي للمحمل.

Introduction générale

Introduction générale

Les roulements jouent un rôle crucial et essentiel dans de nombreuses machines rotatives, facilitant le mouvement et réduisant le frottement entre les pièces mobiles. Cependant, les défaillances et les défauts qui affectent les roulements peuvent entraîner des dommages significatifs aux systèmes mécaniques et réduire leur efficacité. Par conséquent, le diagnostic, le pronostic et la maintenance préventive des roulements sont indispensables pour garantir la durabilité et l'efficacité de ces systèmes.

Dans ce contexte, ce travail se concentre sur la réalisation d'un banc d'essai dédié à l'étude des défauts de roulements. L'objectif principal de ce travail est de fournir un outil expérimental permettant de simuler et de reproduire les conditions de fonctionnement réelles des roulements, tout en permettant d'observer et d'analyser leur comportement et leur performance sous différentes charges et vitesses. En développant ce banc d'essai, l'objectif est de contribuer à l'amélioration de la maintenance prédictive des roulements, en permettant de mieux comprendre les mécanismes de défaillance et de développer des modèles de pronostic pour anticiper les pannes et optimiser les activités de maintenance.

Ce mémoire est divisé en trois chapitres :

Dans le premier chapitre, nous abordons les bases relatives aux machines rotatives et les défauts que les roulements peuvent causer à ces machines. Nous avons également passé en revue les méthodes de détection de ces défauts. L'accent est mis sur la compréhension des différents types de défauts, tels que l'usure et les fissures, et sur l'utilisation de l'analyse vibratoire comme principal outil de maintenance préventive conditionnelle.

Le deuxième chapitre aborde les différents types de bancs d'essai développés à travers le monde dédiés à l'étude des défauts de roulements, en expliquant les différents systèmes de charge appliqués aux roulements pour accélérer l'apparition des défauts. Ce chapitre vise à fournir une compréhension approfondie de la manière de créer un environnement de test précis pour simuler des conditions opérationnelles réelles.

Dans le troisième chapitre, nous détaillons les travaux pratiques que nous avons réalisés pour réaliser un banc d'essai efficace destiné à l'étude des défauts des roulements. Ce chapitre comprend les détails du design, de la fabrication et des étapes pratiques pour acquérir les signaux vibratoires.

Ce manuscrit est achevé par une conclusion générale et des perspectives.