

Tabla de Contenido

| | |
|--|-----------|
| Tabla de Contenido | ix |
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1. Problemática | 1 |
| 1.2. Contexto | 1 |
| 1.3. Objetivos | 2 |
| 1.4. Alcances | 2 |
| 2. Antecedentes | 4 |
| 2.1. <i>Prognostics and Health Management</i> | 4 |
| 2.1.1. <i>Structural Health Monitoring</i> | 5 |
| 2.1.2. PHM e indicadores de daños | 6 |
| 2.2. Precursores de Daño | 6 |
| 2.3. Diagnóstico de falla | 8 |
| 2.3.1. Enfoque basado en datos | 8 |
| 2.4. Emisiones Acústicas | 9 |
| 2.4.1. Principios de la medición y análisis de datos de EA | 11 |
| 2.4.2. Parámetros de EA | 12 |
| 2.4.3. Correlación entre parámetros y degradación | 15 |
| 2.5. Distancia de Mahalanobis | 16 |
| 2.5.1. Propiedades de distancia | 16 |
| 2.5.2. Covarianza y correlación | 16 |
| 2.5.3. Caracterización del estado de salud | 18 |
| 2.6. Filtro de Partículas | 20 |
| 2.6.1. Modelos de estado y de medición | 23 |
| 2.7. <i>Support Vector Machines</i> | 23 |
| 2.7.1. Clasificación | 23 |
| 2.7.2. Support Vector Regression | 30 |
| 3. Definición del problema | 33 |
| 3.1. Antecedentes | 33 |
| 3.1.1. Bomba centrífuga | 33 |
| 3.1.2. Modos de falla más comunes de la bomba centrífuga | 34 |
| 3.1.3. Sensores de EA | 35 |
| 3.2. Montaje experimental | 35 |
| 3.3. Adquisición de datos | 38 |

| | |
|---|-----------|
| 4. Implementación del modelo de diagnóstico | 39 |
| 4.1. Mirada general del algoritmo | 39 |
| 4.1.1. Definición del precursor de daño | 39 |
| 4.1.2. Red Bayesiana Dinámica (RBD) | 39 |
| 4.1.3. Inferencia en la RBD utilizando Filtro de Partículas | 40 |
| 4.2. Herramientas utilizadas | 42 |
| 4.3. Consideraciones respecto a los archivos de datos | 43 |
| 4.3.1. Estructura de archivos | 43 |
| 4.4. Preprocesamiento de datos | 45 |
| 4.4.1. Eficiencia de la bomba | 45 |
| 4.4.2. Parámetros de EA | 47 |
| 4.5. Rutinas principales | 47 |
| 4.6. Distancia de Mahalanobis | 49 |
| 4.6.1. Eficiencia | 50 |
| 4.6.2. Emisiones Acústicas | 51 |
| 4.7. Modelo de medición | 52 |
| 4.8. Filtro de partículas | 53 |
| 4.8.1. Algoritmo utilizado en el FP | 53 |
| 5. Discusión de resultados | 55 |
| 5.1. Generación del índice de daño | 55 |
| 5.2. Precursor del daño | 57 |
| 5.3. Estimación del daño utilizando Filtro de Partículas | 60 |
| 5.3.1. Modelo de estado | 60 |
| 5.3.2. Modelo de medición | 61 |
| 5.3.3. Filtro de Partículas | 63 |
| 6. Conclusiones | 65 |
| Bibliografía | 67 |
| Anexos | I |
| A. Gráficos | II |
| A.1. Parámetros estadísticos de la eficiencia | II |
| A.2. Parámetros de EA | III |