

**THESE**

**Présentée**

**A L'INSTITUT D'ELECTRONIQUE  
DE L'UNIVERSITE DE BADJI MOKHTAR ANNABA**

**En vue de l'obtention du titre de MAGISTER en électronique**

**Option:Automatique Industrielle**

**Par**

**YACINE SELAIMIA**

**THEME**

**ETUDE DES TECHNIQUES DE  
SURVEILLANCE DES SYSTEMES  
DYNAMIQUES**

**Soutenu le :**

**Devant le jury d'examen :**

Monsieur	M.DJEGHABA	PRESIDENT	M.C	U. Annaba
Messieurs	H.A.ABASSI	PROMOTEUR	M.C	U. Annaba
	M.BEDDA	EXAMINATEUR	M.C	U. Annaba
	M.MAAMRI	EXAMINATEUR	C.C	C. U. Tebessa
	M.RAMDANI	INVITE	C.C	U. Annaba

## ملخص:

في إطار دراسة تقنيات كشف وتشخيص الأعطاب ، سوف تتعرض من خلال هذا العمل لبعض منها و هذا من حيث خصائصها النظرية و التطبيقية. بعض النتائج سيتم عرضها و هذا من خلال ثلاثة تطبيقات، الأول يتمثل في متابعة حالة محرك دو جهند ثابت، أما التطبيق الثاني فيخص متابعة نظام ميكانيكي (محرك) من خلال تحليل الأمواج الصوتية (الإهتزازات)، أما التطبيق الثالث فيبين دراسة لمراقبة نوعية الماء. في بادئ الأمر سوف نقوم بإجراء إطلالة على مختلف التقنيات الأكثر إستعمالا في هذا المجال. بعدها سنقوم بدراسة ثلاثة تقنيات الأولى تتعللدراسة مبدأ الإختبارات الإحصائية، حيث يمكن تلخيصها كمايلي: من خلال مجموعة من المعطيات مأخوذة من النظام السدي نرغب في مراقبته نحاول تحديد مدالتوافق بين هاته المعطيات مع المعطيات المرجعية. في حالة عدم التوافق فإنه يمكن الجزم بوجود عطب. التقنية الثانية تتمثل في تمسيد مفهوم التعرف على الأشكال، هذا الأخير يتمثل في المراحل التالية: أولهما يكمن في إيجاد علاقة تناسب بين مختلف أطوار التطبيق مع مجموعة من الأشكال كلا منها ملخص عبر مجموعة مالعناصر محددة بحسب مدى ترجمتها لحالة التطبيق، ثانيا نقوم بإجراء عملية ترتيب لأي طور حديد و هذا بالنسبة لهاته الأشكال. - آخر تقنية تتمثل في تطبيق مبدأ شبكات الخلايا العصبية لحل هاته المسألة. بالنسبة لهاته التقنية أول ما نقوم به هو إيجاد تطبيق مماثل للتطبيق الأصلي، كذلك نقوم بتحديد حدود الكشف الذين سيتمواسطتهم كشف و تشخيص الأعطاب. هاته العملية تتمثل في تحديد الرسوم البيانية لعملية موافقة التطبيق مماثل للتطبيق الأصلي، في حالة ما إذا كانت الرسوم قدتعدت هاته الحدود، فإنه بإمكاننا تحديد العطب.

## Résumé :

Dans le cadre de l'étude des techniques de détection et de diagnostic des défauts, nous nous proposons à travers ce travail de présenter les aspects théoriques ainsi que les modalités d'application de ces dernières. Quelques résultats relativement à la surveillance de l'état d'un moteur, à l'analyse vibratoire et finalement à la surveillance de la qualité d'eau d'une centrale de production seront présentés.

Après une revue des différentes approches souvent employées dans ce domaine, nous présentons trois méthodes distinctes. La première est relative à l'utilisation de l'outil statistique. Ce qui revient à dire qu'à partir d'un certain nombre de mesures prélevées sur le système et d'un test statistique, on évalue l'adéquation entre l'état courant et celui dit de référence. En cas d'incompatibilité on déclenche l'alarme. La seconde technique permet de traiter ce problème d'un point de vue de la reconnaissance de formes, autrement dit après une étape de correspondance entre les différents modes de fonctionnement du système et certaines formes types, caractérisées par des paramètres choisis relativement à leurs pertinences pour la description des états du système. Par la suite nous essayons de résoudre un problème de classification pour chaque nouvelle forme acquise et ceci par rapport aux différentes formes types préalablement établies. La dernière technique concerne l'application de l'approche des réseaux de neurones pour la résolution de ce problème. Dans ce cas, l'étape de base est la caractérisation d'un modèle de réseaux de neurones apte à décrire le comportement du système. Aussi à travers cette étape des seuils d'identification seront fixés qui vont servir par la suite à vérifier la validité du modèle à représenter chaque nouvelle observation et dans le cas échéant de présence d'endommagement ce dernier sera traduit par des dépassements dans les courbes de validation des paramètres du système.

## Abstract :

As a part of this study, some of fault detection and diagnosis methods are presented. Also some results will be presented concerning the monitoring of the state of a motor, the vibration analysis and finally the monitoring of water quality.

After the review of the various approaches which are generally used in this field, we present three distinct methods. The first one is related to the statistics. In other words after some measurements from the system, and by the use of some statistical test, we can evaluate the appropriateness between the current state and the so called reference state. When the incompatibility are detected, we set the alarm. The second method allows to deal with this problem from the pattern recognition view of point, i.e after one step of conformity between the way of operating system and some of sample pattern which are characterised by some parameters choosen relatively for their pertinency to describe the system. In a second step we try to solve a classification problem for each new observation. The last method concern the use of the neural networks approach to solve this problem. In this case the basic step is the construction of the model which is able to describe the behaviour of the system, also we seek the identification thershold which will be used in the next step to verify the validity of the model to describe each new observation. When a fault occur it can be related to the validation curve of the system parameters.

# TABLE DES MATIERES

	PAGE
INTRODUCTION GENERALE	01
<b>CHAPITRE 1      <i>Modélisation et identification des systèmes</i></b>	
1.1      Introduction	05
1.2      Modélisation paramétrique	06
1.3      Techniques d'estimation paramétriques	07
1.3.1    Méthode des moindres carrés récurrents(M.C.R)	08
1.3.2    Méthode des moindres carrés étendu et généralisé (M.C.E-M.C.G)	13
1.3.3    Méthode de la variable instrumentale (V.I)	14
1.3.4    Méthode du filtre de Kalman (F.K)	15
1.4      Mise en œuvre des algorithmes	18
1.5      Conclusion	20
<b>CHAPITRE 2      <i>Revue des différentes méthodes de détection et diagnostic</i></b>	
2.1      Généralités	21
2.2      Approche multi capteurs	24
2.3      Approche système expert	24
2.4      Approche des observateurs	27
2.5      Approche de l'estimation paramétrique	31
2.6      Approche reconnaissance de forme	32
2.7      Approche des réseaux de neurones	34
2.8      Conclusion	36
<b>CHAPITRE 3      <i>Détection et diagnostic par les techniques statistiques</i></b>	
3.1      Introduction	37
3.2      Technique du rapport de vraisemblance généralisé (G.L.R)	37
3.2.1    Formulation du problème	38
3.2.2    Procédure de test	40

3.3	Technique de la statistique instrumentale	43
3.3.1	Formulation du problème	44
3.3.2	Procédure de test	47
3.4	Conclusion	49

#### **CHAPITRE 4     *Surveillance par l'approche de reconnaissance de Forme***

4.1	Introduction	50
4.2	Généralités sur la reconnaissance de formes	50
4.3	Etapas de reconnaissance de formes	51
4.4	Quelques méthodes de discrimination	53
4.2.1	Classifieur de Bayes	53
4.2.2	Technique des K.P.P.V	54
4.2.3	Processus de quantification vectorielle de Kohonen (LVQ : Learning Vector Quantization)	54
4.4.3.1	Première version de quantification vectorielle ( LVQ <sub>1</sub> )	54
4.4.3.2	Initialisation adéquate des vecteurs du « code book »	55
4.4.3.3	Deuxième version de quantification vectorielle (LVQ <sub>2</sub> )	55
4.2.4	Technique des Cartes auto organisatrice de Kohonen	56
4.2.5	Technique de la coalescence floue FCM	57
4.3	Technique de classification non paramétrique avec rejet appliquée à la résolution du problème de détection et diagnostic	59
4.3.1	Principe de la méthode	59
4.3.2	Procédure de test	60
4.6	Conclusion	63

#### **CHAPITRE 5     *Surveillance par l'approche des réseaux de neurones***

5.1	Introduction	64
5.2	Généralités sur les réseaux de neurones	64
5.2.1	Architectures des réseaux de neurones	65
5.2.2	Apprentissage et adaptation des réseaux de neurones	65
5.3	Représentation et modélisation des systèmes par l'approche connexionniste	66

5.3.1	Perceptron multi couches et adaptation par rétro – propagation	67
5.3.2	Réseaux à apprentissage par projection en poursuite	70
5.4	Application de l'approche connexionniste au problème de détection et diagnostic	77
5.5	Conclusion	77

## CHAPITRE 6 *Résultats et discussions*

6.1	Introduction	78
6.2	Détection et diagnostic des défauts dans un moteur à courant continu	78
6.2.1	Présentation du système	78
6.2.2	Modèle du système	80
6.2.3	Détection et diagnostic per la méthode du G.L.R	81
6.2.3.1	Linéarisation du modèle	81
6.2.3.2	Simulation des défauts	83
6.2.3.3	Résultats du test	83
6.2.4	Détection et diagnostic per la méthode des réseaux de neurones	87
6.2.4.1	Simulation des défauts	87
6.2.4.2	Résultats du test	87
6.3	Analyse des vibrations d'une structure mécanique	93
6.3.1	Surveillance par l'analyse des vibrations	93
6.3.2	Procédure de l'analyse des vibrations	93
6.3.3	Diagnostic des défauts	95
6.3.4	Mise en œuvre et discussion	95
6.4	Surveillance de la qualité d'eau	101
6.4.1	Intérêt du contrôle de la qualité d'eau	101
6.4.2	procédure de contrôle de la qualité d'eau <sup>102</sup>	
6.5	Conclusion	104

<b>CONCLUSION GENERALE</b>	105
----------------------------	-----

<b>LISTE DES FIGURES</b>	107
--------------------------	-----

<b>REFERENCES</b>	
-------------------	--