

RESUME

L'importance des enjeux et les prérogatives de la fonction maintenance ont évolué ces dernières décennies accompagnant le développement industriel pour leur rôle dans le maintien et l'amélioration de la disponibilité et la sûreté des systèmes, aussi bien que la qualité du produit. L'évolution vers de nouvelles pratiques de maintenance plus proactives a fait émerger des stratégies prévisionnelles dont le processus clé est le pronostic.

A travers une revue riche de la littérature sur la thématique de diagnostic et de pronostic des défauts des machines électriques, nous avons orienté notre travail, concernant la première partie de notre thèse en l'occurrence le diagnostic, vers l'amélioration du taux de classification correcte des défauts du moteurs asynchrones tels que les défauts des roulements, les défauts déséquilibre des phases statoriques et les défauts cassures de barres rotoriques.

A cette fin, nous avons proposé un classifieur issu directement du plan d'auto-ambiguïté. Ce dernier est choisi comme espace d'extraction des caractéristiques pertinentes. Pour la partie sélection, la dimension du vecteur de forme a été optimisée en minimisant un modèle probabiliste d'erreur de classification proposé pour l'approche statistique. Les résultats de cette approche comparés à des classifieurs intelligents à base de réseaux de neurones sont très satisfaisants.

Concernant la partie pronostic, Vu l'absence de caractéristiques de pronostic pouvant être identifiées de bien représenter la progression de défaut. Nous avons proposé une approche basée sur l'identification des caractéristiques avancées de pronostic susceptibles d'améliorer la prédiction de la durée de vie utile restante (RUL). L'algorithme d'optimisation par essaim particulaire (PSO) a été employé afin d'automatiser la sélection de ces caractéristiques et le *modèle semi-Markov caché* (HSMM) pour estimer la prédiction de la RUL. Bien que l'approche proposée peut être appliquée au pronostic des autres composants de machine, les roulements sont choisis comme objet de recherche car leur défaillance est la cause majeure des pannes des ces machines. Les résultats des caractéristiques identifiées présentent une légère amélioration de la tendance de progression. On devrait penser, donc, à de nouvelles mesures d'aptitude.

MOTS CLES

Diagnostic, pronostic, supervision, maintenance préventive, maintenance conditionnelle, durée de vie résiduelle

ABSTRACT

The importance of the stakes and the prerogatives of the maintenance function have evolved in recent decades with industrial development for their role in maintaining and improving the availability and security of systems, as well as product quality. The move towards new, more proactive maintenance practices have made emerged forecasting strategies in which the key process is the prognosis.

Through an extensive literature review on machine diagnosis and prognosis, we have limited the scope of our work in diagnostic part to improve the correct classification rate of induction motor faults such as bearing faults, imbalance of stator phases and broken bars rotor faults.

To this end, we have proposed a classifier directly in the auto-ambiguity plan chosen as extraction domain of the relevant characteristics. For the selection part, the size of the feature vector has been optimized by minimizing a proposed probabilistic classification error model for the statistical approach. The results of this approach compared to intelligent classifiers based on neural networks are very promising.

For the prognosis part, and in the absence of prognostic features that can be identified to properly represent the fault progression. We have proposed an approach based on the identification of new advanced prognostic features that can improve the prediction of the remaining useful life (RUL). The particle swarm optimization (PSO) algorithm is used to automate the selection of these characteristics and the *hidden semi-Markov model* (HSMM) to estimate this prediction. Although the proposed approach can be applied to prognosis of other machine components, bearings are selected as research object because their failure is the major cause of machine breakdowns. The results of the identified features present a slight improvement in the trend progression. One should think for new fitness measures.

KEY WORDS

Diagnosis, prognosis, supervision, preventive maintenance, Condition-Based Maintenance (CBM), remaining useful life prediction.

ملخص

إن أهمية الرهانات وامتيازات وظيفية الصيانة قد تطورت في العقود الأخيرة مواكبة للتطور الصناعي و ذلك لدوره في الحفاظ وتحسين توافر وأمن النظم، فضلا عن جودة المنتج. هذا التطور جاء نحو ممارسات صيانة جديدة أكثر إستباقية أبرزت استراتيجيات توقعية و التي يعتبر التنبؤ المفتاح الرئيسي في العملية. من خلال مراجعة دراسات واسعة على التشخيص و التنبؤ بأعطاب الآلات، تم تحديد نطاق عملنا فيما يخص التشخيص على تحسين معدل التصنيف الصحيح لعيوب المحرك التحريضي مثل عيوب المحامل، عدم توازن أطوار الثابت و عيوب كسر قضبان الدوار.

تحقيقا لهذه الغاية، اقترحنا مصنف مباشرة في مستوى ذاتي-الغموض و الذي اختير ليكون منطقة استخراج الخصائص ذات الصلة. بالنسبة لمرحلة إختيار الخصائص، تم استمثال شعاع الخصائص عن طريق تقليل خطأ تصنيف نموذج احتمالي مقترح للمقاربة الإحصائية. نتائج هذه المقاربة مقارنة مع مصنفات ذكية تقوم على أساس الشبكات العصبية تبدو جد واعدة.

بالنسبة لجزء التنبؤ، و نظرا لعدم وجود خصائص تنبؤية يمكن الإعتماد عليها في التمثيل الصحيح لتقدم الخطأ. تم إقتراح مقارنة تستند على تحديد خصائص تنبؤية متقدمة يمكن أن تحسن من تنبؤ ما تبقى من العمر الإنتاجي (RUL). وقد تم لهذا الغرض استخدام خوارزمية تحسين سرب الجسيمات (PSO) لأتمتة إختيار هذه الخصائص و نموذج شبه ماركوف مخفي (HSMM) لحساب هذا التوقع. على الرغم من أن المقاربة المقترحة يمكن تطبيقها للتنبؤ بالخطأ على مكونات أخرى للمحرك، تم إختيار المحامل كموضوع بحث لأن أعطابهم يعتبر السبب الرئيسي لفشل هذه الآلات. نتائج الخصائص التنبؤية التي تم تحديدها أبرزت تحسن طفيف في نوعية الميل. يجب النقاش في مقاييس جديدة للدالة الأمثلية.

كلمات مفتاحية

تشخيص، تنبؤ، صيانة إستباقية، صيانة ظرفية، باقي العمر الإنتاجي