UNIVERSIDADE FEEVALE

EDUARDO MATEUS FLECK

ANÁLISE DE INDICADORES INDUSTRIAIS PARA DETECTAR A VIDA ÚTIL DE MAQUINÁRIO, COM ENFÂSE NA ANÁLISE DE VIBRAÇÕES

(Título Provisório)

Anteprojeto de Trabalho de Conclusão

Novo Hamburgo

2014

EDUARDO MATEUS FLECK

ANÁLISE DE INDICADORES INDUSTRIAIS PARA DETECTAR A VIDA ÚTIL DE MAQUINÁRIO, COM ENFÂSE NA ANÁLISE DE VIBRAÇÕES

(Título Provisório)

Anteprojeto de Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação pela

Universidade Feevale

Orientadora: Marta Rosecler Bez

Novo Hamburgo

2014

**RESUMO**

A vibração, a mudança de temperatura e o barulho em uma máquina são eventos normais e esperados, mas há um nível aceitável em cada um destes indicadores e quando este é ultrapassado, pode ser um sinal de que algo está errado. Falhas em componentes industriais podem levar a vários problemas, tais como: produto final com baixa qualidade, quebra do componente, acidentes de trabalho, parada (parcial ou completa) da linha produtiva, consumo elevado de energia, perda de eficiência, entre outros. Com acompanhamento, análise e cruzamento de indicadores, é possível adiantar-se a maioria destes problemas e manter a máquina dentro de uma eficiência desejável e segura, além de apontar possíveis defeitos, facilitando o trabalho do técnico e dando uma margem maior para a reposição de peças no estoque. O acompanhamento do maquinário através de indicadores não é novidade nos grandes parques industriais, mas tem sérios problemas, como, por exemplo: alto custo (inviabilizando o acompanhamento de máquinas que não são tidas como “críticas”), baixa padronização (devido à diversidade de máquinas no parque), mau uso da informação, complexa implementação, entre outros. Este trabalho tem como objetivo construir um protótipo de software que obtenha, analise e cruze indicadores, para sugerir o momento de manutenção e qual o problema que está ocorrendo. Também, o armazenamento dessas informações e a distribuição delas para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas máquinas. Para isso, serão utilizadas técnicas de processamento digital de frequências, transformações de frequência como *Wavelets*, *Fourier* (*Fast Fourier*), reconhecimento de padrões, entre outras.

Palavras Chave: Reconhecimento de padrões. Processamento digital de frequências. Análise de vibrações. Manutenção industrial.

SUMÁRIO

MOTIVAÇÃO .................................................................................................................5

OBJETIVOS ....................................................................................................................8

METODOLOGIA ............................................................................................................9

CRONOGRAMA ...........................................................................................................11

BIBLIOGRAFIA ............................................................................................................12

MOTIVAÇÃO

Atualmente, a manutenção existe para que não haja manutenção. Segundo Pinto (2012), em uma visão mais aprofundada, é percebido que o trabalho da manutenção é enobrecido onde, cada vez mais, o pessoal precisa estar qualificado e equipado para evitar falhas e não para corrigi-lás. Não é mais aceitável que o equipamento ou sistema pare de maneira não prevista. Isso é o fracasso da manutenção.

Existe uma grande variedade de denominações das formas de atuação da manutenção. Não raramente isso provoca certa confusão que, em função da variedade de nomes relacionados ao tipo de atuação, acaba influindo na conceituação do que seja cada tipo de atividade (PINTO, 2012).

A Norma Brasileira 5462 define os três principais tipos de manutenção (ABNT, 1994. p7):

**2.8.7 Manutenção preventiva**

Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.

**2.8.8 Manutenção corretiva**

Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.

**2.8.9 Manutenção controlada/Manutenção preditiva**

Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

Pinto (2012) define da seguinte forma os tipos básicos de manutenção:

* A manutenção corretiva é aquela a ser evitada, pois é totalmente reativa, sendo efetuada depois da falha ser percebida, possibilitando parada da produção ou defeitos no produto. Conforme visto na NBR 5462, é destinada a recolocar um item em condições de executar sua função.
* A manutenção preventiva requer um cronograma de trocas (normalmente concebido junto ao fornecedor) de peças antes que as mesmas fiquem desgastadas. Isso ocasiona um maior esforço da manutenção, com paradas de máquinas desnecessárias e a retirada prematura de peças.
* A manutenção preditiva consiste em acompanhar os equipamentos, sistemas ou componentes verificando sinais de desgaste sem necessitar de paradas.

A meta deste trabalho é a manutenção preditiva. Apesar da comprovada vantagem da mesma, apenas 17,5% (ABRAMAN, 2011, apud PINTO, 2012) da manutenção realizada no Brasil utilizou-se dela. Nos últimos 10 anos, esse valor pouco mudou. Segundo Pinto (2012), estes dados indicam um elevado nível de intervenção nas plantas industriais, causando um aumento no tempo de parada e afetando os resultados negativamente.

Algumas das principais técnicas de manutenção preditiva são: análise de vibração e temperatura, inspeção visual e detecção de vazamentos. Por exemplo, quase todo componente tem uma vibração normal e esperada, mas quando essa vibração sai do padrão, normalmente há algum problema. A análise da vibração atual da máquina e o cruzamento da informação com outros indicadores, como a temperatura, podem fornecer indicações da vida útil da máquina. Outra vantagem destas análises é que é possível avaliar a máquina enquanto a mesma está em funcionamento, poupando tempo dos técnicos e sem parar a produção.

Normalmente, a informação gerada por essas análises fica reservada ao seu criador, impossibilitando, por exemplo, uma reutilização da mesma pelos fornecedores (que poderia gerar um aperfeiçoamento em novos componentes) (DJURDJANOVIC et al, 2003) ou uma comparação de desgaste com a média daquele componente em outros parques industriais (que pode sugerir o mau uso do componente ou um lote com falha).

É com esse pensamento que este trabalho segue, na tentativa de disponibilizar uma ferramenta que auxiliará na prevenção de paradas desnecessárias. Que além de parar a produção e diminuir a confiança na equipe de manutenção, podem ocasionar a inclusão de novos defeitos por uma manutenção às pressas e sem análise suficiente (PINTO, 2012).

A partir da confecção de uma placa eletrônica, dotada de um sensor de vibrações piezoelétrico, é possível capturar e armazenar em uma base de dados as vibrações em modo de frequência e depois analisá-las, buscando por um padrão ou uma “assinatura” da “vida normal” da máquina.

Existem diversas técnicas de reconhecimento de padrões, sendo destacadas para este trabalho as encontradas em projetos com o mesmo fim, citadas na sequência.

1. Redes Neurais;
2. Regressão Logística;
3. Neuro Fuzzy Adaptativo;
4. Modelo não linear estocástico.

A técnica de redes neurais foi utilizada por Wang (1999), onde obteve êxito no prognóstico de rachaduras em rolamentos. Já a técnica de regressão logística foi implementada por Liao (2006) em uma torre de troca automática de ferramenta, obtendo o estado de saúde da mesma de forma *on-line* via sistema *web*. Chen (2010) implementou a técnica Neuro Fuzzy Adaptativa e obteve sucesso em prognosticar falhas em rolamentos e engrenagens. Ray (1996) utilizou um modelo não linear estocástico para prever trincas por fadiga em peças feitas de alumínio.

Ainda não está definida qual técnica será implementada neste projeto. No decorrer do Trabalho de Conclusão I as mesmas serão estudadas, testadas e analisadas, buscando a eficácia e a eficiência do sistema desenvolvido.

OBJETIVOS

**Objetivo geral**

O objetivo geral deste projeto é desenvolver um protótipo de *software* e *hardware*, capaz de obter, armazenar e analisar indicadores como vibrações e temperatura, projetar o tempo restante de utilização da máquina até a quebra, sugerir manutenções e apontar possíveis problemas.

**Objetivos específicos**

* Pesquisar o estado-da-arte em termos de indicadores de manutenção;
* Estudar técnicas de detecção de padrões;
* Estudar trabalhos similares na área de engenharia;
* Testar técnicas de obtenção de vibrações junto à comunidade acadêmica de engenharia;
* Implementar os algoritmos projetados;
* Validar o sistema desenvolvido.

METODOLOGIA

Na figura seguinte, um resumo da metodologia usada neste trabalho (atributos que caracterizam o trabalho estão em vermelho).

**Figura: Classificação da pesquisa (adaptado de BEZ, 2011)**

Este trabalho é caracterizado de natureza aplicada, pois resultará em um protótipo que visa melhorar o modo como as técnicas de manutenção preditiva são feitas. Serão utilizados, de forma aplicada, conhecimentos básicos neste trabalho, já estabelecidos na área de ciência da computação e na manutenção, sem o objetivo de formular novos conceitos ou mudar algum paradigma.

O projeto será abordado de forma quantitativa, pois será possível avaliar o percentual de acerto dos algoritmos propostos.

Conforme os objetivos deste trabalho, é possível enquadrá-lo no conceito de pesquisa exploratória, pois procura conhecer as técnicas de reconhecimento de padrões e aplicá-las nos dados obtidos por sensores usados na área de manutenção preditiva.

Quanto aos procedimentos técnicos, o presente trabalho pode ser considerado como bibliográfico e experimental.

Sua classificação como bibliográfico é pela necessidade de pesquisas nas publicações da área de detecção de padrões e de manutenção preditiva para conhecer o estado-da-arte em ambas. Se enquadra como experimental pois induzirá a ocorrência dos fenômenos (falhas nos componentes) para obter os dados de análise. Após, técnicas de detecção de padrões serão utilizadas para prever problemas futuros em componentes industriais.

Em linhas gerais, a metodologia deste trabalho visa:

* Estudar a manutenção preditiva, bem como suas melhores práticas e quais são os principais indicadores usados;
* Estudar a área de detecção de padrões, tanto na manutenção como em outras áreas;
* Testar técnicas e equipamentos para a obtenção de indicadores junto com a comunidade acadêmica, eleger quais serão usados e como armazenar os dados obtidos;
* Projetar e implementar os algoritmos para a detecção de padrões;
* Validar o sistema desenvolvido junto com a comunidade acadêmica da manutenção.

**CRONOGRAMA**

Trabalho de Conclusão I

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Etapa | Meses | | | |
| Fev | Mar | Abr | Mai |
| Escrita do anteprojeto. |  |  |  |  |
| Revisão do anteprojeto |  |  |  |  |
| Entrega do anteprojeto |  |  |  |  |
| Definição do Hardware e Software para a captura de dados |  |  |  |  |
| Captura de Dados |  |  |  |  |
| Estudo Técnicas de detecção de padrões |  |  |  |  |
| Estudo Indicadores de Manutenção |  |  |  |  |
| Escrita do TCC1 |  |  |  |  |
| Revisão do TCC1 |  |  |  |  |
| Entrega do TCC1 |  |  |  |  |

Trabalho de Conclusão II

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Etapa | Meses | | | |
| Ago | Set | Out | Nov |
| Captura de Dados |  |  |  |  |
| Implementação dos algoritmos |  |  |  |  |
| Análise dos dados coletados e validação |  |  |  |  |
| Escrita do TCC2 |  |  |  |  |
| Revisão do TCC2 |  |  |  |  |
| Entrega do TCC2 |  |  |  |  |

BIBLIOGRAFIA

ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção, **Documento Nacional**, 2011.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 5462:1994 – Confiabilidade e mantenabilidade, 1994.

BEZ, Marta Rosecler. **O uso de tecnologia para apoiar a implantação de métodos ativos nos currículos de medicina**. 2011. Proposta de Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós-graduação em Informática na Educação, Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2011.

CHEN, Chaochao el al. **Machine Condition Prediction Based on Adaptive Neuro-Fuzzy and High-Order Particle Filtering**, 2010, IEEE Transactions on Industrial Electronics, 4353 – 4364.

DJURDJANOVIC, Dragan et al. **Watchdog Agent—an infotronics-based prognostics approach for product performance degradation assessment and prediction**, 2003, Advanced Engineering Informatics 17, 109-125.

LIAO, Linxia et al, **Logistic Regression-based Machine Health Assessment Method on Application of Smart Machine Tool**, 2006.

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnicas de Manutenção Preditiva - Vol. 1**,1989.

PINTO, Alan Kardec. **Manutenção Função Estratégica**, 2012.

RAY, Asok et al, **Stochastic Modeling of Fatigue Crack Dynamics for On-Line Failure Prognostics**, 1996, IEEE Transactions on Control Systems Technology, vol.4, no.4, 443-51.

WANG, P. et al, **Fault Prognosis Using Dynamic Wavelet Neural Networks**, 1999, IEEE International Symposium on Intelligent Control 2001 (ISIC '01), 79 - 84.